

การพัฒนาแบบจำลองพีซีซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสาน  
กับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ



นายไวยุทธย์ จันทร์วิเมลือง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี  
ปีการศึกษา 2560

**THE DEVELOPMENT OF A FUZZY MODEL FOR  
AN USER INTERFACE DESIGN ON MOBILE PHONE  
FOR THE ELDERLY**



**Waiwit Chanwimalueng**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements for the  
Degree of Doctor of Information Science in Information Technology**

**Suranaree University of Technology**

**Academic Year 2017**

การพัฒนาแบบจำลองพีชซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้  
บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาคุณวุฒิบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์




(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติมนต์ อังสฤกษ์)

ประธานกรรมการ



(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ พลนิกรกิจ)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(รองศาสตราจารย์ ดร.สมาน ลอยฟ้า)

กรรมการ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนัสวี แก่นอำพรพันธ์)

กรรมการ



(อาจารย์ ดร.สรชัย กมลคุ้มสกุล)

กรรมการ



(ศาสตราจารย์ ดร.สันติ แม่นศิริ)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและพัฒนาความเป็นสากล



(รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ พลนิกรกิจ)

คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

ไววิทย์ จันทรวิเมลือง : การพัฒนาแบบจำลองฟัซซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับ  
ผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ (THE DEVELOPMENT OF A FUZZY MODEL  
FOR AN USER INTERFACE DESIGN ON MOBILE PHONE FOR THE ELDERLY)  
อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ พลนิกรกิจ, 337 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ สำหรับการพัฒนาแบบจำลองฟัซซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน  
โทรศัพท์เคลื่อนที่ และดำเนินการประเมินผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้  
ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ การวิจัยแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ (1) การกำหนดปัญหาจาก  
การทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (2) การรวบรวมข้อมูลด้วย โปรแกรมแบบเก็บข้อมูล  
ที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ ที่มีอายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไป ในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 220 คน  
(3) การพัฒนาและการประเมินแบบจำลองฟัซซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน และ  
(4) การประเมินผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานโปรแกรมประยุกต์บน  
โทรศัพท์เคลื่อนที่ขนาดหน้าจอ 5.5 นิ้ว จากกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำนวน 25 คน

ผลการวิจัยพบว่า (1) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุช่วง 65-69 ปี ปัจจัยที่ผู้สูงอายุเลือกมากที่สุด คือ วิธีการจดจำจากรูปร่างทำให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลการจำอยู่ในระดับดี และขนาด  
เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ระดับสูงของส่วนประกอบของการออกแบบและส่วน โปรแกรมของ  
โปรแกรมประยุกต์ (2) การสร้างแบบจำลองฟัซซีกำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกตัวแปรนำเข้า  
จำนวน 14 ตัวแปร และตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 25 ตัวแปร โดยสร้างแบบจำลองฟัซซีเพื่อการ  
ออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ของ โปรแกรมประยุกต์ โทรศัพท์ และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม  
พบว่ามีความถี่สูงถึง 1,424 กฎ ผลการประเมินแบบจำลองฟัซซี พบว่า ตัวแปรด้านขนาด เป็นตัว  
แปรที่สามารถพัฒนาด้วยแบบจำลองฟัซซี เพื่อการออกแบบได้ความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและมี  
ดัชนีประสิทธิผลในระดับดี และ (3) การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่  
สำหรับผู้สูงอายุ ด้วยปุ่มเลขขนาด 15.6 มม. ปุ่มโทรขนาด 16.2 มม. และมีรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมน  
พบว่ามีความมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานที่ดีที่สุด  
และกลุ่มตัวอย่างพึงพอใจมากที่สุดต่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานที่มีพื้นหลังเป็นสีฟ้าและข้อความเป็นสี  
เข้มเพราะทำให้มองเห็นได้เด่นชัด

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
ปีการศึกษา 2560

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

WAIWIT CHANWIMALUENG : THE DEVELOPMENT OF A FUZZY MODEL FOR AN USER INTERFACE DESIGN ON MOBILE PHONE FOR THE ELDERLY. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. WEERAPONG POLNIGONGIT, Ph.D., 337 PP.

#### FUZZY MODEL/ USER INTERFACE DESIGN/ MOBILE PHONE/ ELDERLY

This research aims to investigate the demographic and human factors of the elderly for the development of a fuzzy model for a user interface design on mobile phones and evaluate the usability of the mobile user interfaces for the elderly. The research was conducted through 4 stages: (1) the determination of problems based on literature review and related research; (2) data collection by using a data collection program developed to collect data from 220 samples who were elderly and aged 55 and over in Nakhon Ratchasima Province; (3) development and evaluation of the fuzzy model for a user interface design; and (4) an assessment of the usability of the user interface on mobile phones with 5.5" screens among 25 elderly samples in Bangkok.

The results of the study revealed that (1) the majority of the participants were 65-69 years old. The factor that most of them chose was the way of remembering from shapes making the effectiveness of memorization better. The size was found to be highly correlated with the the elements of design and the components of the application. (2) In terms of fuzzy modeling in which the membership function of 14 input variables and 25 output variables was determined for the design of a mobile phone application and a social media application, a total of 1,424 rules were discovered. The results of fuzzy model evaluation showed that the size variables that could be developed using

the fuzzy model for the design represented Mean Absolute Errors and the Effectiveness Index in good levels. Finally,(3) the design of a user interface on a mobile phone with 15.6 mm. number buttons, a 16.2 mm. call button, and rounded, rectangular-shaped buttons for the elderly was found to mostly enhance the efficiency and effectiveness of the usability of the user interface. All in all, the samples were very satisfied with the user interface with a blue background and dark-colored texts because they could increase its user's visibility.



School of Information Technology

Academic Year 2017

Student's Signature W. Onan

Thesis Advisor's Signature W. Polnigongjit

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของบุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ สนับสนุนอย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินการวิจัยจากผู้เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ พลนิกรกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ยิ่งมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติมนต์ อังสกุล ประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.สมาน ลอยฟ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนัสวี แก่นอำพรพันธ์ และอาจารย์ ดร.สรชัย กมลลี้มสกุล กรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ามาเป็นคณะกรรมการสอบในครั้งนี้ และให้คำแนะนำที่มีคุณประโยชน์ยิ่งต่องานวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้ประสานงาน แม่แดง จิตตรา แม่สุภาภรณ์ ไชยศักดิ์ พ่อเสด็จ เขียวแดง ผู้ใหญ่หนู และพีสิริัญญา ไมตรีจิตต์ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล หอนงปรู พี่แจ่ม กรองมะเริง พี่กมร หมั่นคำ พี่ภัทราวรรณ สากำปิง ประนัย เทพกมล โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล พลวงมะนาว และพ่อชาญ คำริห์ เลขาณุกการพุทธสมาคม นครราชสีมา รวมถึงผู้ช่วยเก็บข้อมูลทุกท่าน อาจารย์มด น้อยบุ๊ค ที่ช่วยเหลือดำเนินการเก็บข้อมูลให้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณทุนพัฒนานุเคราะห์ มหาวิทยาลัยรังสิตที่ได้สนับสนุนทุนการศึกษาระดับปริญญาเอก รวมถึงขอขอบคุณครู อาจารย์ เจ้าหน้าที่ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต เป็นอย่างสูงที่คอยเป็นกำลังใจและความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่ ๆ และขอขอบใจภรรยาและลูกชาย คุณชนิตา จันทร์วิเมลือง และค.ช. เจตน์ จันทร์วิเมลือง รวมถึงญาติมิตร เพื่อนปริญญาเอก รุ่น 4 พี่เสริม น้องชา และลูกศิษย์ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ พี่สุวิช น้องอม รวมไปถึงผู้ที่มีได้กล่าวนามทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจเสมอมา อนึ่ง ประโยชน์อันใดก็ตามที่เกิดจากงานวิจัยนี้ เป็นผลมาจากกำลังใจ ความเมตตากรุณา และความอนุเคราะห์ช่วยเหลือของบุคคลดังกล่าวข้างต้น จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งอีกครั้งมา ณ โอกาสนี้

ไววิทย์ จันทร์วิเมลือง

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) .....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) .....	ข
กิตติกรรมประกาศ .....	ง
สารบัญ .....	จ
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญรูป .....	ต
บทที่	
<b>1 บทนำ .....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	6
1.3 สมมติฐานการวิจัย .....	6
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น .....	7
1.5 ขอบเขตของการวิจัย .....	7
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ .....	7
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ .....	8
<b>2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>	<b>9</b>
2.1 มนุษย์ปัจจัยและผู้สูงอายุ .....	10
2.1.1 ความหมายของมนุษย์ปัจจัย .....	10
2.1.2 มนุษย์ปัจจัยกับผู้สูงอายุ .....	12
2.1.3 ประเภทของผู้ใช้ .....	14
2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับผู้สูงอายุ .....	15
2.1.5 ความเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ .....	17
2.2 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	21
2.2.1 ความหมายของส่วนต่อประสานกับผู้สูงอายุ .....	21
2.2.2 ส่วนประสานกับผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	22



## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.3	ประเภทของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	23
2.2.4	ส่วนโปรแกรมของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ .....	27
2.2.5	การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ .....	33
2.2.6	หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ .....	35
2.2.7	ส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	39
2.2.8	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับ ผู้สูงอายุ .....	44
2.3	ปัญญาประดิษฐ์: ฟัชชีลอจิกและการคัดเลือกคุณลักษณะ .....	47
2.3.1	คุณลักษณะของปัญญาประดิษฐ์ .....	47
2.3.2	ประเภทของปัญญาประดิษฐ์ .....	48
2.3.3	ฟัชชีลอจิก .....	51
2.3.4	การคัดเลือกคุณลักษณะ .....	60
2.3.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อการออกแบบส่วนต่อประสาน กับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุ.....	61
2.4	กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	63
3	วิธีดำเนินการวิจัย .....	65
3.1	วิธีวิจัย .....	35
3.1.1	การกำหนดปัญหา .....	66
3.1.2	การรวบรวมข้อมูล .....	66
3.1.3	การพัฒนาแบบจำลองฟัชชี .....	76
3.1.4	การประเมินผลความสามารถในการใช้งาน .....	80
3.2	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	85
3.3	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	86
3.4	การวิเคราะห์ข้อมูล .....	87
4	ผลการวิจัย .....	90
4.1	การศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ .....	90
4.1.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ .....	90

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วน โปรแกรมและส่วนประกอบของ โปรแกรมประยุกต์ โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์ สื่อสังคมของผู้สูงอายุ .....	96
4.2 การพัฒนาแบบจำลองพีชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ .....	102
4.2.1 การเตรียมชุดข้อมูลนำเข้า .....	103
4.2.2 การสร้างแบบจำลองพีชชี .....	107
4.2.3 ผลการประเมินแบบจำลองพีชชี .....	165
4.3 การประเมินผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ .....	168
4.3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งาน .....	168
4.3.2 ผลการประเมินประสิทธิผลความสามารถในการใช้งาน .....	172
4.3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ .....	175
4.3.4 ผลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์ .....	182
<b>5 สรุปอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>184</b>
5.1 สรุปและอภิปรายผล .....	184
5.1.1 สรุปและอภิปรายผลการศึกษาด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ .....	184
5.1.2 สรุปและอภิปรายผลการพัฒนาแบบจำลองพีชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ .....	186
5.1.3 สรุปและอภิปรายผลการประเมินความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ .....	188
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	193
5.2.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย .....	193
5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป .....	194
<b>รายการอ้างอิง .....</b>	<b>195</b>

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

## ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.	หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย .....	208
ภาคผนวก ข.	ข้อแนะนำสำหรับผู้ช่วยเก็บข้อมูล .....	211
ภาคผนวก ค.	ตารางกราฟฟิซซี [CD-ROM] .....	215
ภาคผนวก ง.	ตารางผลลัพธ์ [CD-ROM] .....	261
ภาคผนวก จ.	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนรวบรวมข้อมูล .....	311
ภาคผนวก ฉ.	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนการประเมินความสามารถในการทำงาน .....	322
ประวัติผู้เขียน.....	.....	331



## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ฟังก์ชันต่าง ๆ ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ..... 26
2.2	ฟังก์ชันต่าง ๆ ของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ..... 27
3.1	ชุดข้อมูลด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัย: ชุดข้อมูลนำเข้า..... 70
3.2	แผนการเก็บข้อมูลของผู้สูงอายุ..... 75
3.3	ตัวแปรนำเข้าด้านประชากรศาสตร์และด้านมนุษย์ปัจจัย..... 76
3.4	ตัวแปรผลลัพธ์ส่วน โปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม..... 77
4.1	ข้อมูลอายุ ..... 90
4.2	ข้อมูลเพศ ..... 91
4.3	ข้อมูลการศึกษา ..... 91
4.4	ข้อมูลสายตา ..... 92
4.5	ข้อมูลการสวมแว่น ..... 92
4.6	ข้อมูลโรคทางตา ..... 92
4.7	ข้อมูลการมองเห็นสีฟ้า ..... 93
4.8	ข้อมูลการแยกแยะสี ..... 93
4.9	ข้อมูลการวัดระดับสายตา ..... 93
4.10	ข้อมูลขนาดหน้าจอ ..... 94
4.11	ข้อมูลประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ..... 94
4.12	ข้อมูลประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี ..... 95
4.13	ข้อมูลวิธีการจดจำ ..... 95
4.14	ข้อมูลประสิทธิภาพการจำ ..... 96
4.15	ข้อมูลประสิทธิผลการจำ ..... 96
4.16	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วน โปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์ โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม..... 98
4.17	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วน โปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์ โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมที่มีลักษณะการออกแบบเหมือนกัน..... 100

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.18 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอการโทร .....	104
4.19 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอบันทึกการโทร.....	105
4.20 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอห้องแชท .....	105
4.21 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอไทม์ไลน์เมนู .....	106
4.22 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอโพสต์ .....	107
4.23 ตัวแปรนำเข้า .....	108
4.24 ตัวแปรนำเข้าขนาดหน้าจอ และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์ .....	114
4.25 ตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์.....	117
4.26 ตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์....	118
4.27 ตัวแปรนำเข้าประสิทธิภาพการจำและค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์.....	120
4.28 ตัวแปรนำเข้าประสิทธิผลการจำและค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์.....	121
4.29 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทร .....	122
4.30 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอบันทึกการโทร .....	127
4.31 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอห้องแชท .....	130
4.32 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอไทม์ไลน์เมนู .....	133
4.33 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอโพสต์ .....	136
4.34 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทร.....	139
4.35 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลขแสดงผล หน้าจอการโทร .....	139
4.36 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลขแสดงผลหน้าจอการโทร .....	140
4.37 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มลบนหน้าจอการโทร .....	140
4.38 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มลบนหน้าจอการโทร.....	141
4.39 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดกรอบปุ่มตัวเลข หน้าจอการโทร .....	141
4.40 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดกรอบปุ่มตัวเลข หน้าจอการโทร....	142
4.41 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข หน้าจอการโทร .....	142
4.42 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข หน้าจอการโทร.....	143
4.43 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดตัวเลข หน้าจอการ โทร.....	143
4.44 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลข หน้าจอการ โทร .....	144

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.45	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดอักษร หน้าจอการโทร .....	144
4.46	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดอักษร หน้าจอการโทร.....	145
4.47	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ รูปร่างปุ่มโทร หน้าจอการโทร .....	145
4.48	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์รูปร่างปุ่มโทร หน้าจอการโทร .....	146
4.49	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดปุ่มโทร หน้าจอการโทร.....	146
4.50	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดปุ่มโทร หน้าจอการโทร .....	147
4.51	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ หน้าจอบันทึกการโทร.....	147
4.52	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร.....	148
4.53	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร...	148
4.54	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดรายการโทร หน้าจอบันทึกการโทร .....	149
4.55	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดรายการโทร หน้าจอบันทึกการโทร....	149
4.56	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการ โทร หน้าจอบันทึกการโทร.....	150
4.57	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการ โทร หน้าจอ บันทึกการ โทร.....	150
4.58	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการ โทร .....	151
4.59	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร...151	151
4.60	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ รูปร่างรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการ โทร .....	152
4.61	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์รูปร่างรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร... 152	152
4.62	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์หน้าจอห้องแชท.....	152
4.63	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดข้อความ หน้าจอห้องแชท .....	153
4.64	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดข้อความ หน้าจอห้องแชท .....	153
4.65	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ รูปร่างกรอบข้อความ หน้าจอห้องแชท .....	154
4.66	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์รูปร่างกรอบข้อความ หน้าจอห้องแชท.....154	154
4.67	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดข้อความสถานะ หน้าจอห้องแชท.....	155
4.68	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดข้อความสถานะ หน้าจอห้องแชท.....155	155
4.69	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ ขนาดสติ๊กเกอร์ หน้าจอห้องแชท .....	156

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.70	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดสติกเกอร์ หน้าจอห้องแชท .....	156
4.71	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์หน้าจอไทม์ไลน์เมนู.....	157
4.72	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดชื่อหัวข้อ หน้าจอไทม์ไลน์เมนู .....	157
4.73	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดชื่อหัวข้อหน้าจอไทม์ไลน์เมนู ..	158
4.74	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดสัณูรูป หน้าจอไทม์ไลน์เมนู .....	158
4.75	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดสัณูรูป หน้าจอไทม์ไลน์เมนู ....	159
4.76	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์สี หน้าจอไทม์ไลน์เมนู .....	159
4.77	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์สี หน้าจอไทม์ไลน์เมนู .....	160
4.78	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดป้ายชื่อ หน้าจอไทม์ไลน์เมนู .....	160
4.79	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดตัวเลขแสดงผล หน้าจอไทม์ไลน์เมนู...	161
4.80	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์หน้าจอโพสต์ .....	161
4.81	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดข้อความ หน้าจอโพสต์ .....	162
4.82	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดข้อความ หน้าจอโพสต์ .....	162
4.83	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดภาพ หน้าจอโพสต์ .....	163
4.84	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดภาพ หน้าจอโพสต์ .....	163
4.85	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดป้ายชื่อ หน้าจอโพสต์ .....	164
4.86	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดป้ายชื่อ หน้าจอโพสต์ .....	164
4.87	กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดสัณูรูป หน้าจอโพสต์ .....	165
4.88	ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพ์ขนาดสัณูรูป หน้าจอโพสต์ .....	165
4.89	ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับ ตัวแปรผลลัพ์ หน้าจอ การโทร.....	166
4.90	ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับ ตัวแปรผลลัพ์ หน้าจอ บันทึกการโทร.....	166
4.91	ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับตัวแปรผลลัพ์ หน้าจอ ห้องแชท.....	167
4.92	ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผล สำหรับตัวแปรผลลัพ์ หน้าจอ ไทม์ไลน์เมนู .....	167

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.93 ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผล สำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอ โพสต์ .....	168
4.94 แสดงค่าประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบ ชนิดที่ 1-4.....	170
4.95 แสดงผลการออกแบบจากแบบจำลองพีชชี.....	170
4.96 แสดงค่าประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม.....	171
4.97 แสดงค่าประสิทธิผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบ ชนิดที่ 1-4.....	173
4.98 แสดงค่าประสิทธิผลของความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม.....	174
4.99 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอการโทร.....	175
4.100 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอบันทึกการโทร.....	176
4.101 แสดงผลการออกแบบหน้าจอบันทึกการ โทร จากแบบจำลองพีชชี.....	177
4.102 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอห้องแชท.....	178
4.103 แสดงผลการออกแบบหน้าจอห้องแชท จากแบบจำลองพีชชี.....	178
4.104 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอเมนูไลน์เมนู.....	179
4.105 แสดงผลการออกแบบหน้าจอเมนูไลน์เมนู จากแบบจำลองพีชชี.....	179
4.106 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอโพสต์.....	180
4.107 แสดงผลการออกแบบหน้าจอ โพสต์ จากแบบจำลองพีชชี.....	181
4.108 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในภาพรวม.....	182



## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1 การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุ ปี พ.ศ. 2493-2593 .....	1
2.1 การวิเคราะห์ การทำงานของร่างกาย และกระบวนการคิดของมนุษย์ .....	13
2.2 ส่วนโปรแกรมในระบบทรงสนะของแอนดรอยด์. ....	28
2.3 ตัวอย่างส่วนโปรแกรมแบบข้อความ.....	30
2.4 ตัวอย่างส่วนโปรแกรมแบบรูปภาพ .....	31
2.5 ตัวอย่างส่วนโปรแกรมแบบทอกเกิลและแบบสวิตช์.....	31
2.6 ตัวอย่างรายการไอเท็ม .....	32
2.7 ตัวอย่างรายการเกลเลอรี.....	32
2.8 ขนาด.....	41
2.9 รูปร่างและรูปทรง.....	42
2.10 ความไม่แน่นอนจากระบบพีซีและโครงข่ายประสาทเทียม .....	51
2.11 ตรรกะแบบจริงเท็จ กับตรรกะแบบพีซี .....	52
2.12 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตดั้งเดิมและเซตแบบพีซี.....	53
2.13 ฟังก์ชันสามเหลี่ยม และ ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู .....	54
2.14 ตัวอย่างตัวแปรภาษาจากระบบพีซี.....	55
2.15 โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบพีซี.....	56
2.16 ขั้นตอนการประมวลผลแบบพีซีลोजิก.....	57
2.17 การนำเข้าข้อมูลแบบพีซีลोजิก .....	57
2.18 ตัวอย่างรูปแบบการจัดกลุ่มด้วยกฎพีซี.....	58
2.19 กราฟวิธีการอนุมานแบบ Mamdani.....	59
2.20 กรอบแนวคิดของการวิจัย .....	64
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	65
3.2 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าจอแนะนำ.....	67
3.3 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที 1.....	67
3.4 ตัวอย่าง โปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที 2.....	68

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.5 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 2 การวัดระดับสายตา.....	68
3.6 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3.....	69
3.7 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3 แบบทดสอบความจำและแบบทบทวนความจำ.....	69
3.8 ตัวอย่าง โปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 4.....	70
3.9 ตัวอย่าง โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอการโทร.....	71
3.10 ตัวอย่าง โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอบันทึกการโทร.....	71
3.11 ตัวอย่าง โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอห้องแชท.....	72
3.12 ตัวอย่าง โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอไทม์ไลน์เมนู.....	72
3.13 ตัวอย่าง โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอโพสต์.....	73
3.14 ตัวอย่าง โปรแกรมรวบรวมฐานข้อมูล.....	75
3.15 ขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูลนำเข้าจากนั้นผู้วิจัยนำชุดข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ขั้นตอนการ สร้างแบบจำลองพีชชี.....	77
3.16 การสร้างแบบจำลองพีชชี.....	78
3.17 การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง.....	79
3.18 การประเมินผลความสามารถในการใช้งาน.....	80
3.19 โปรแกรมประยุกต์การโทร แบบชนิดที่ 1-4.....	83
3.20 หน้าจอบันทึกการโทร แบบชนิดที่ 1-4.....	83
3.21 หน้าจอห้องแชท แบบชนิดที่ 1-4.....	84
3.22 หน้าจอไทม์ไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1-3.....	84
3.23 หน้าจอโพสต์ แบบชนิดที่ 1-3.....	84
3.24 กรอบการดำเนินการวิจัย.....	89
4.1 ความสัมพันธ์ 3 ระดับ ระหว่างข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	102
4.2 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรเพศ (X2) .....	109
4.3 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าการศึกษา (X3) .....	110
4.4 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าสภาพสายตา (X4) .....	111
4.5 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การสวมแว่น (X5) .....	111

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า โรคทางตา (X6) .....	112
4.7 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การมองเห็นสีฟ้า (X7) .....	112
4.8 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การแยกแยะสี (X8) .....	113
4.9 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การวัดระดับสายตา (X9) .....	113
4.10 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ขนาดจอ (X10) .....	115
4.11 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) .....	115
4.12 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) .....	117
4.13 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า วิธีการจดจำ (X13) .....	119
4.14 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสิทธิภาพการจำ (X14) .....	119
4.15 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสิทธิภาพการจำ (X15) .....	120
4.16 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดตัวเลขแสดงผล (A1) .....	121
4.17 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดปุ่มลบ (A2) .....	123
4.18 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดกรอบปุ่มตัวเลข (A3) .....	123
4.19 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข (A4) .....	124
4.20 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดตัวเลข (A5) .....	125
4.21 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดอักษร (A6) .....	125
4.22 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างปุ่มโทร (A7) .....	126
4.23 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดปุ่มโทร (A8) .....	126
4.24 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรายชื่อ (B1) .....	127
4.25 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรายการโทร (B2) .....	128
4.26 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร (B3) .....	128
4.27 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรูปในรายชื่อ (B4) .....	129
4.28 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างรูปในรายชื่อ (B5) .....	129
4.29 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดข้อความ (C1) .....	130
4.30 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างกรอบข้อความ (C2) .....	131
4.31 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดข้อความสถานะ (C3) .....	131

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสถิติเกอร์ (C4) .....	132
4.33 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดชื่อหัวข้อ (D1) .....	133
4.34 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสัญรูป (D2) .....	134
4.35 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรสีแสง (D3a) และระดับสี (D3b) .....	135
4.36 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ (D4) .....	135
4.37 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ (E1) .....	136
4.38 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดภาพ (E2) .....	137
4.39 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ (E3) .....	137
4.40 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสัญรูป (E4) .....	138
4.41 ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1-4.....	169
4.42 ผลการประเมินประสิทธิภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์การโทร แบบชนิดที่ 1- 4.....	170
4.43 ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม.....	171
4.44 ผลการประเมินรูปร่างปุ่ม.....	172
4.45 ผลการประเมินประสิทธิผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1-4.....	173
4.46 ผลการประเมินประสิทธิผลส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์การโทร แบบชนิดที่ 1- 4.....	173
4.47 ผลการประเมินประสิทธิผลความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม.....	174
4.48 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 1- 4.....	176
4.49 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอบันทึกการโทร แบบชนิดที่ 1- 4.....	177
4.50 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอห้องแชท แบบชนิดที่ 1- 4.....	178
4.51 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1- 3.....	180
4.52 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอโพสต์ แบบชนิดที่ 1- 3.....	181
4.53 ความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในภาพรวม.....	182

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอการ โทร แบบชนิดที่ 1 และแบบชนิดที่ 2 .....	189
5.2 ประสิทธิภาพปุ่มตามตัวแปรเทศ.....	190
5.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1 .....	191
5.4 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2 .....	191
5.5 ขนาดปุ่มเลขและขนาดปุ่มโทร.....	192
5.6 หน้าจอใหม่ไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1 และ 2.....	192

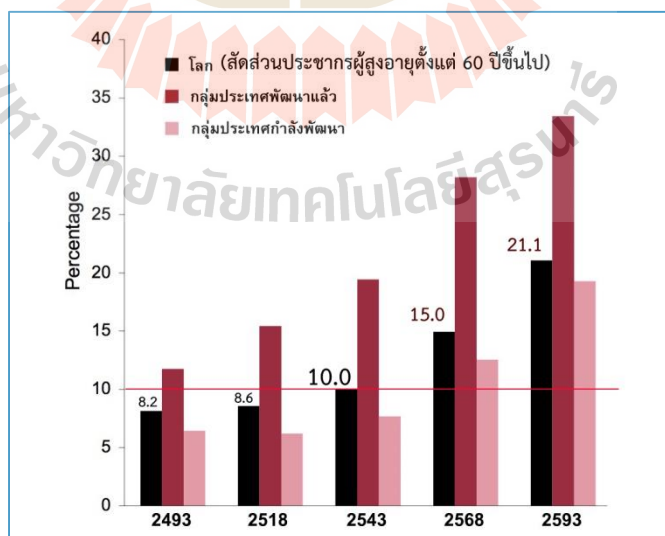


# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

องค์การสหประชาชาติ ได้กำหนดการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Ageing Society) โดยพิจารณาจากการมีประชากรอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป เป็นสัดส่วนเกินกว่าร้อยละ 10 หรือมีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปเกินกว่าร้อยละ 7 ของประชากรทั้งประเทศ รูปที่ 1 แสดงตัวเลขสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุว่าโลกของเราได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 และโดยภาพรวมกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วและกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ก็กำลังจะเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุเต็มรูปแบบ ภายในปี พ.ศ. 2568 (United Nation, 2002) นอกจากนี้โครงสร้างประชากรในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุตั้งแต่ก่อนปี พ.ศ. 2493 เนื่องจากเป็นสังคมที่มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การแพทย์และสาธารณสุข ทำให้ประชากรมีชีวิตยืนยาว อีกทั้งประเทศในกลุ่มนี้ยังมีการพัฒนาระบบสารสนเทศช่วยเหลือผู้สูงอายุในด้านต่าง ๆ จึงมีการคาดการณ์ว่าในอนาคตสังคมกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วจะมีแนวโน้มโครงสร้างประชากรที่มีสัดส่วนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ (วิเชียร ชูติมาสกุล และคณะ, 2557, น.1, 6)



รูปที่ 1 การเพิ่มขึ้นของสัดส่วนประชากรผู้สูงอายุ ปี พ.ศ. 2493-2593 (United Nation, 2002)

สำหรับประเทศไทย ซึ่งอยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ได้กำหนดความเป็นผู้สูงอายุ ตามพระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546 ว่าผู้สูงอายุ คือ ประชากรที่มีสัญชาติไทยซึ่งมีอายุเกิน 60 ปี บริบูรณ์ขึ้นไป (กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 2553) ข้อมูลสถิติสำมะโนประชากรและเคหะปี พ.ศ. 2553 ของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่าประเทศไทยมีประชากรจำนวน 65.98 ล้านคน (กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 2547) และจากการสำรวจประชากรผู้สูงอายุ ปี พ.ศ. 2557 พบว่าผู้สูงอายุในประเทศไทยมีจำนวน 10,014,705 คน เป็นชาย 4,514,815 คน และหญิง 5,499,890 คน ในขณะที่อัตราการเกิดของคนมีจำนวนน้อยลง และประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งในอาเซียนที่เข้าสู่ ‘สังคมของผู้สูงวัย’ แล้ว (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2557ก) และคาดว่าจะภายในปี พ.ศ.2564 จะมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมากถึงร้อยละ 20 ทำให้เป็น ‘สังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์’ (Complete Aged Society) และในอีกไม่ถึง 20 ปีข้างหน้า ประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปมีสัดส่วนถึงร้อยละ 28 ของประชากรทั้งหมด ประเทศไทยจะเป็น ‘สังคมสูงวัยระดับสุดยอด’ (Super Aged Society) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ‘ประชากรรุ่นเกดล้าน’ ที่เกิดในช่วงปี พ.ศ.2506-2526 ซึ่งมีอายุสูงขึ้นเรื่อย ๆ กลายเป็นผู้สูงอายุอย่างเต็มตัว (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2557, น.6-7) ก็จะทำให้มีผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอีกเป็นจำนวนมาก

Walker And Masnard (2011) ทำการสำรวจผู้สูงอายุจำนวน 2,947 คน ใน 23 ประเทศ พบว่าผู้สูงอายุ มีการใช้เทคโนโลยีประเภทโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile phone) หรือโทรศัพท์มือถือมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 87 ในขณะที่การสำรวจประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยของสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่า ผู้สูงอายุมีการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อการติดต่อสื่อสาร เกินกว่าร้อยละ 80 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2557ข) และสื่อสังคม (social media) เป็นกิจกรรมที่ผู้สูงอายุนิยมใช้งานเป็นอันดับหนึ่งคิดเป็นร้อยละ 89.8 โดยโปรแกรมประยุกต์ไลน์ (Line) เป็นโปรแกรมประยุกต์สื่อสารที่ผู้สูงอายุนิยมใช้งานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 91.5 (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559, น.57,72) จากความต้องการในการเข้าถึงข้อมูลที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องของกลุ่มผู้สูงอายุอาจกล่าวได้ว่าการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่และอินเทอร์เน็ต ผ่านโปรแกรมประยุกต์ที่หลากหลาย เช่น ไลน์ หรือเฟซบุ๊ก เป็นต้น ทำให้สื่อสังคมออนไลน์กลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการใช้งาน ก่อให้เกิดความสะดวกและง่ายต่อการสื่อสารมากขึ้น (กุศล สุนทรธาดา, 2556, น.1)

ผู้สูงอายุสามารถใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ง่ายกว่าเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่ต้องอาศัยความรู้ และความเข้าใจที่ซับซ้อนกว่า (ธีระพงษ์ สันติภพ, 2553, น.212) เนื่องจากผู้สูงอายุส่วนใหญ่ยังไม่เป็นผู้รู้คอมพิวเตอร์ (computer literate) รวมทั้งไม่สนใจเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ อาจเนื่องจาก

สำนักงานสถิติแห่งชาติได้เริ่มดำเนินการจัดทำสำมะโนประชากรและเคหะ เมื่อปี พ.ศ. 2503 และต่อมาในปี 2523 2533 2543 และ 2553 โดยในการทำสำมะโนประชากรและเคหะครั้งต่อไป จะจัดทำในปี พ.ศ. 2563 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2559)

ความยากในการใช้งาน (สมาน ลอยฟ้า, 2554, น.56) นอกเหนือจากการใช้งานได้ตามหน้าที่พื้นฐานของโทรศัพท์ทั่วไป โทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันยังสามารถทำงานบางรูปแบบได้เสมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต การแลกเปลี่ยนข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้ เป็นต้น อีกทั้งยังมีคุณสมบัติเด่น คือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา เป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้ง่าย ใช้พลังงานค่อนข้างน้อย (สุชาดา พลาชัยภิมย์ศิลป์, 2554) เมื่อผู้สูงอายุเห็นถึงประโยชน์ ความง่าย และความสนุกจากการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้สูงอายุหันมาใช้งานเทคโนโลยี รวมถึงการเกิดประสบการณ์ที่ดีในการใช้เทคโนโลยีของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีความกล้าทดลองใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะตามมาในอนาคตได้ง่ายขึ้น (ณัฐนันท์ ศิริเจริญ, 2558, น.104)

อย่างไรก็ตาม ปัญหาของประชากรผู้สูงอายุมีหลายมิติ ทั้งด้านสุขภาพร่างกาย ที่พบว่ามี การเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ได้แก่ (1) ความรู้สึกและการรับรู้มีประสิทธิภาพลดลง เช่น การรับรส การได้ยิน การฟัง และการมองเห็น เป็นต้น (2) กระบวนการคิด ความจำ และความสนใจของผู้สูงอายุลดลงไปตามอายุ และ (3) การควบคุมความเคลื่อนไหว การตอบสนองของผู้สูงอายุช้าลง ทำให้แนวโน้มของผู้สูงอายุในด้านความแม่นยำในการเคลื่อนไหวลดลง (Fisk et al., 2009) และนอกจากปัญหาด้านสุขภาพแล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงด้านสังคมอีกด้วย (วันเพ็ญ วงจันทร์, 2539) ซึ่งเป็นปัญหาที่ผู้สูงอายุต้องเผชิญ ไม่เหมือนกับประชากรในวัยหนุ่มสาวที่ยังไม่ประสบกับปัญหาเหล่านี้

สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2557ก) เสนอผลสำรวจพบว่าผู้สูงอายุประสบปัญหาในด้านการใช้สายตามีอัตราสูงถึงร้อยละ 47.2 ในขณะที่ผู้สูงอายุประสบปัญหาด้านการได้ยินในอัตราร้อยละ 16.2 ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้สูงอายุมีปัญหาในด้านการมองเห็นมากกว่าด้านการได้ยิน ส่งผลให้เกิดปัญหาการใช้งานแป้นพิมพ์โทรศัพท์ที่มีขนาดเล็กที่ผู้สูงอายุต้องใช้สายตาเพ่ง (กิริยา สมวาทสรณ์ และกุลทิพย์ ศาสตรระรุจิ, 2559, น.21) และหากเพ่งหน้าจอนานเป็นระยะเวลาสั้น ๆ อาจเกิดอาการดวงตาตึงเครียด แสบตา มองภาพได้ไม่ชัดเจน ก่อให้เกิดอาการของโรคคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรม (Computer Vision Syndrome) หรือ โรค ซีวีเอส ขึ้นได้ แม้ว่าอาการไม่รุนแรงนัก แต่ก็ทำให้เกิดความรำคาญ และประสิทธิภาพของการใช้งานลดลง (บุษปรีรัตน์ การะโชติ, 2559, น.17-18) และเมื่อพิมพ์ข้อความแล้วผิดบ้างถูกบ้าง ทำให้เสียเวลาและเกิดความยุ่งยากในการใช้งาน (กิริยา สมวาทสรณ์ และกุลทิพย์ ศาสตรระรุจิ, 2559, น.21) แต่ปัญหาของผู้สูงอายุด้านการมองเห็นที่เกิดจากความเสื่อมตามวัย เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาด้านการให้บริการโทรคมนาคม (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และ สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ, 2552, น.31) โดยการแก้ปัญหาที่เกิดระหว่างการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้สูงอายุใช้วิธีการเรียนรู้และขอความช่วยเหลือจากลูกหลาน เพื่อนร่วมงานและคนรู้จัก (กิริยา สมวาทสรณ์ และกุลทิพย์ ศาสตรระรุจิ, 2559, น.14, 21, 22)



อย่างไรก็ตามผู้สูงอายุเพียงส่วนน้อยที่ดำเนินการแก้ปัญหาการใช้งานด้วยตนเอง และจากการศึกษานำร่องของผู้วิจัยด้วยวิธีการสัมภาษณ์ผู้สูงอายุที่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่พบว่า ส่วนใหญ่ใช้ปุ่มตัวเลขเพื่อบันทึกหมายเลขใหม่พร้อมรายชื่อลงในเมนูรายการชื่อ (list of contacts) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่เพียงครั้งเดียว หลังจากนั้นจะใช้การค้นหาชื่อจากรายการชื่อเพื่อโทรติดต่อ นอกจากนี้การใช้งานแบบใส่รหัสผ่าน (password) หรือการกดปุ่มตัวเลขเมนูจากระบบตอบรับอัตโนมัติ (auto attendant) ก็ล้วนมีความจำเป็นต่อการใช้งานปุ่มตัวเลขจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เช่นกัน ในส่วนการใช้งานอินเทอร์เน็ตและสื่อสังคม แม้ว่าผู้สูงอายุจะนิยมใช้งานโปรแกรมประยุกต์ไลน์ มากที่สุดในการติดต่อสื่อสาร (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2559, น.57) แต่ผู้สูงอายุกลับไม่นิยมใช้งานความสามารถในด้านอื่น ๆ เช่น การสนทนาผ่านข้อความเสียง ร้านค้าบนโปรแกรมประยุกต์ไลน์ การส่งลิงก์วีดีโอยูทูบ (Youtube) สาเหตุเพราะความยุ่งยาก และความซับซ้อนในขั้นตอนการใช้งาน (กิริณา สมวาทธรรม์ และกุลทิพย์ ศาสตรระจุก, 2559, น.23-24)

ปัญหาด้านการใช้งานหน้าจอสัมผัส (touch screen) ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นปัญหาสำคัญของผู้สูงอายุ ที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการใช้งานมากที่สุด (ณรงค์ศักดิ์ ปันดิษฐโต และพจนกร ประกายบุญทวี, 2555, น.45-48; จันทวรรณ ศรีสุวรรณ, วีรพงษ์ พลนิกกรกิจ และหนึ่งหทัย ขอผลกลาง, 2554, น.103) โดยองค์ประกอบหรือส่วน โปรแกรม (components) บน หน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้แก่ ปุ่ม (buttons) ข้อความ (text) และเมนู (menus) (Kurniawan, 2008, pp.893-894) ส่วนมีส่วนประกอบของการออกแบบ (elements of design) ได้แก่ ขนาด (size) รูปร่าง (shape) และสี (color) (Han et al., 2004, p.15; Kurniawan, 2008, pp.893-894) โดยตัวอย่างของขนาด ที่เป็นปัญหาสำคัญสำหรับผู้สูงอายุ เช่น ขนาดของตัวอักษรที่เล็กและบาง (Slavicek, Balta, and Mikovec, 2014, p.110) ทำให้ผู้สูงอายุประสบปัญหาในด้านการมองเห็น เป็นอุปสรรคต่อการใช้งาน (สามารถ สุขเจริญ และเบญจพร ศักดิ์ศิริ, 2555, น.45) นอกจากนี้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับขนาดของตัวอักษรทั่วไปที่ปรากฏบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้ว ยังรวมถึงปัญหาขนาดของตัวอักษรที่ปรากฏบนปุ่ม (Yusof, Romli, and Yusof, 2014, p.30) และขนาดที่เล็กของปุ่ม ก็เป็นอีกสาเหตุของความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการกดปุ่มตัวเลขอีกด้วย (Yusof, Romli, and Yusof, 2014, p.29)

รูปร่างของส่วนโปรแกรมบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีลักษณะเหมือนกันทำให้เกิดปัญหาความยากในการแยกความแตกต่าง (Choi, 2012, p.59) ซึ่งผู้ใช้สามารถแยกแยะความต่างของปุ่ม หรือส่วนอื่น ๆ บนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ หากมีการสร้างความแตกต่างอย่างเด่นชัดด้วยกระบวนการด้านการออกแบบ (Irie, Matsunaga and Nagano, 2004) นอกจากนี้รูปร่างก็ยังมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพ ความเร็ว ความง่าย และความสะดวกในการใช้งานหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกด้วย (Mcgookin, Brewster, and Jiang, 2008 ; Kim, Sekiyama, and Fukuda, 2008, p.578)

ความแตกต่างของสี เป็นอีกปัญหาที่มีผลกระทบต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ เช่น การเปลี่ยนแปลงระดับความแตกต่างของสีน้ำเงิน รวมถึงระดับของสีที่อยู่ระหว่างสีแดงและสีม่วง ก่อให้เกิดความยากต่อการแยกแยะสีของผู้สูงอายุ (Slavicek, Balta, and Mikovec, 2014, p.109) ซึ่งสีจัดเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญต่อการแยกความแตกต่างของวัตถุที่มองเห็นได้ (Caprani et al., 2012, pp.101-102) โดยระดับความแตกต่างของสีที่ต่ำ เป็นอีกหนึ่งปัญหาด้านสีสำหรับผู้สูงอายุ (Slavicek, Balta, and Mikovec, 2014, p.110) ทำให้ผู้สูงอายุไม่สามารถแยกแยะ หรือบ่งบอกสีได้อย่างชัดเจน เหมือนคนในวัยหนุ่มสาว (Carmien and Manzanares, 2014)

ปัญหาในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface Design: UID) ส่วนใหญ่คือ การออกแบบที่มีเป้าหมายเพื่อการใช้งานสำหรับคนทุกกลุ่ม (Nilsson, 2009, p.1319) ซึ่งในการใช้งานจริง ผู้สูงอายุก็นมีความแตกต่างที่หลากหลายเช่นเดียวกับประชากรในกลุ่มอื่น ๆ แม้ผู้สูงอายุจะอยู่ในวัยเดียวกันก็ตาม (กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์, 2547, น.68) เช่น ขนาดปุ่มและอักษรที่ถูกออกแบบมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ (Operating System: OS) อาจไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ทุกคน จึงควรให้ผู้ใช้สามารถปรับเปลี่ยนขนาดและแบบอักษรได้ด้วยตนเอง (Carmien and Manzanares, 2014) แต่ก็เป็นที่ยากสำหรับผู้สูงอายุที่จะทำการปรับเปลี่ย การตั้งค่าต่าง ๆ ที่ซับซ้อนบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยตนเอง (Abascal and Civit, 2001, as cited in Plaza et al., 2011, p.1979)

จากข้อจำกัดและปัญหาต่าง ๆ ของผู้สูงอายุที่กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันถูกออกแบบสำหรับการใช้งานเพื่อกลุ่มบุคคลทั่วไป โดยไม่ได้คำนึงถึงกลุ่มผู้สูงอายุ ดังนั้นเมื่อผู้สูงอายุใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบทั่วไปอาจเกิดความยุ่งยากต่อการใช้งานสำหรับผู้สูงอายุได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายและจิตใจของผู้สูงอายุแต่ละบุคคล ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้มีความยืดหยุ่น เพื่อลดข้อจำกัดต่าง ๆ ดังที่กล่าวมา ซึ่งปัญญาประดิษฐ์เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นด้วยการปรับเปลี่ยนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามการใช้งานของผู้สูงอายุ

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) คือ ความฉลาดเทียม ปัญญาเทียม หรือปัญญาประดิษฐ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นสำหรับสิ่งไม่มีชีวิตโดยใช้กระบวนการคิด การให้เหตุผล และการปรับตัวหรือการอนุมาน เพื่อพัฒนาปัญญาประดิษฐ์สำหรับระบบคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำหน้าที่คล้ายคลึงกับสติปัญญาของมนุษย์มากที่สุดสำหรับการแก้ปัญหานั้น ๆ (บุญเสริม กิจศิริกุล, 2548) ซึ่งมีวิธีการทางปัญญาประดิษฐ์หลายวิธีการที่นำมาช่วยมนุษย์ในการแก้ปัญหาคำนวณด้านต่าง ๆ (ณัฐ อรุณ, 2553, น.169) เช่น ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (Fuzzy logic) หรือฟัซซีลอจิก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบฟัซซี (Fuzzy system) ที่ถูกนำมาเพื่อช่วยในการตัดสินใจ เมื่อมีความไม่แน่นอน

เกิดขึ้น (Munakata, 2008, pp.121-122) ตัวอย่างเช่น ผู้ใช้สามารถบอกขนาดของปุ่มได้ว่ามีขนาดเล็กหรือใหญ่ แต่ก็ยากที่จะระบุเป็นตัวเลขออกมาได้อย่างชัดเจน หรือผู้ใช้งานบางคนอาจบอกว่าขนาด ก. เป็นขนาดเล็ก แต่ผู้ใช้อีกคนหนึ่งอาจบอกว่าขนาด ก. เป็นขนาดค่อนข้างใหญ่ ซึ่งความไม่แน่นอนนี้จะมีอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าเครื่องมือวัดขนาดจะมีความเที่ยงตรงเพียงใด (สันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล, 2547, น.1)

นอกจากนี้ จากการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่และผู้สูงอายุในประเทศไทย พบว่ามีงานวิจัยเพียงจำนวนหนึ่งที่ศึกษาด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ด้านเว็บไซต์ เกม และระบบสัมผัสบนแท็บเล็ต แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่มีการศึกษาด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะในด้านการออกแบบ ซึ่งยังไม่พบงานวิจัยศึกษาด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ สำหรับผู้สูงอายุในประเทศไทย

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาและพัฒนาการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุด้วยระบบพีซี โดยศึกษาการใช้งานและพัฒนาแบบจำลองพีซีเพื่อให้ได้ผลการตัดสินใจเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม โดยศึกษาส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของการออกแบบ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และเกิดความพึงพอใจที่ดีต่อการใช้งาน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 1) เพื่อศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ
- 2) เพื่อพัฒนาแบบจำลองพีซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ
- 3) เพื่อประเมินผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

- 1) แบบจำลองพีซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ผลการประเมินค่าความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของแบบจำลองพีซีเข้าใกล้ค่า 0 (สายชล สันสมบูรณ์ทอง, 2558, น.418) และผลการประเมินค่าดัชนีประสิทธิผลของแบบจำลองพีซีเข้าใกล้ค่า 1 (ราชวณิชย์ ชำนาญ, 2556, น.71)

2) ประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ได้ค่าเวลาของการใช้งานเข้าใกล้ค่า 0 และประสิทธิผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ได้ค่าผลลัพธ์เข้าใกล้ค่า 1 (Chiou, Lin, Perng, and Tsai, 2009, p.563) รวมทั้งความพึงพอใจ (Maguire, 2001, p.603) ต่อการใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุได้ระดับค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 ได้ความพึงพอใจในระดับมากขึ้นไป (ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2553, น.75)

#### 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

งานวิจัยนี้ศึกษาและออกแบบแบบจำลองพีชชีสำหรับออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) รุ่น 4.0 ขึ้นไป และมีขนาดหน้าจอ 5.5 นิ้ว เฉพาะส่วน โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม โดยศึกษาข้อมูลของผู้สูงอายุ ในเขตจังหวัดนครราชสีมาและในเขตกรุงเทพมหานคร ที่มีอายุตั้ง 55 ปีขึ้นไป

#### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาแบบจำลองพีชชีสำหรับออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ด้วยแนวคิดด้านปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ เทคนิคตรรกศาสตร์คลุมเครือ ร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ (feature selection) เพื่อให้ได้แบบจำลองพีชชีสำหรับออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีความเหมาะสมกับผู้ใช้ โดยประเมินผลความสามารถในการใช้งานต่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุทั้ง 3 ด้าน ประกอบด้วย ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และความพึงพอใจ

#### 1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) ได้แบบจำลองพีชชีสำหรับออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันตามคุณลักษณะของตัวแปรนำเข้าที่เปลี่ยนแปลง
- 2) ได้แนวทางการออกแบบส่วน โปรแกรมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุที่ใช้โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม โดยเฉพาะด้านขนาด รูปร่าง และสี

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หมายถึง ส่วนโปรแกรม ได้แก่ ปุ่ม (buttons) ข้อความ (text) และเมนู (menu) และส่วนประกอบ ได้แก่ ขนาด (size) รูปร่าง (shape) และสี (color) ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม
- 2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หมายถึง ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอการโทร และหน้าจอการบันทึกการโทรของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์
- 3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หมายถึง ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอห้องแชท หน้าจอไทม์ไลน์เมนู และหน้าจอโพสต์ของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม
- 4) แบบจำลองพีชชี หมายถึง แบบจำลองที่พัฒนาด้วยระบบพีชชีสำหรับออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้กฎพีชชีหรือกฎเพื่อการตัดสินใจในการออกแบบเพื่อปรับการแสดงผลส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้เหมาะสมกับผู้ใช้
- 5) ผู้สูงอายุ หมายถึง บุคคลผู้มีอายุตั้งแต่ 55 ปี ขึ้นไป ที่อาศัยอยู่ในเขตจังหวัดนครราชสีมา และเขตกรุงเทพมหานคร ที่ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสัมผัส
- 6) โทรศัพท์เคลื่อนที่ หมายถึง โทรศัพท์ที่มีหน้าจอแบบสัมผัส ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และมีหน้าจอขนาดหน้าจอตั้งแต่ 5.5 นิ้ว
- 7) การประเมินผลความสามารถในการใช้งาน หมายถึง การทดสอบความสามารถในการใช้งาน (usability test) ได้แก่ ประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และความพึงพอใจ ที่มีต่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ
- 8) ส่วนโปรแกรม หมายถึง องค์ประกอบหรือส่วนโปรแกรมที่ใช้งานบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้แก่ ปุ่ม ข้อความ และเมนู
- 9) ส่วนประกอบ หมายถึง ส่วนประกอบในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง และสี
- 10) ประชากรศาสตร์ หมายถึง อายุ เพศ และการศึกษาของผู้สูงอายุ
- 11) มนุษยปัจจัย หมายถึง สภาพร่างกายของผู้สูงอายุ ได้แก่ สภาพสายตา โรคทางตา การมองเห็นและแยกแยะสี ระดับสายตา ความจำและการเคลื่อนไหว และประสบการณ์การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

## บทที่ 2

### ปรัชญ์นัวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร ตำรา และบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองพีชซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับ ผู้สูงอายุ โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

#### 2.1 มนุษยปัจจัยและผู้สูงอายุ

- 2.1.1 ความหมายของมนุษย์ปัจจัย
- 2.1.2 มนุษยปัจจัยกับผู้ใช้
- 2.1.3 ประเภทของผู้ใช้
- 2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับผู้สูงอายุ
- 2.1.5 ความเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ

#### 2.2 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่

- 2.2.1 ความหมายของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 2.2.2 ส่วนประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่
- 2.2.3 ประเภทของโปรแกรมประยุกต์บน โทรศัพท์เคลื่อนที่
- 2.2.4 ส่วนโปรแกรมของโปรแกรมประยุกต์บน โทรศัพท์เคลื่อนที่
- 2.2.5 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 2.2.6 หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 2.2.7 ส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 2.2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบส่วนต่อประสานสำหรับผู้สูงอายุ

#### 2.3 ปัญญาประดิษฐ์: พีชซีลอจิกและการคัดเลือกคุณลักษณะ

- 2.3.1 คุณลักษณะของปัญญาประดิษฐ์
- 2.3.2 ประเภทของปัญญาประดิษฐ์
- 2.3.3 พีชซีลอจิก
- 2.3.4 การคัดเลือกคุณลักษณะ
- 2.3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อการออกแบบสำหรับผู้สูงอายุ

#### 2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

## 2.1 มนุษยปัจจัยและผู้สูงอายุ

### 2.1.1 ความหมายของมนุษย์ปัจจัย

คำว่า “มนุษย์ปัจจัย” (human factors) ถูกใช้อย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกับคำว่า ergonomics หรือการยศาสตร์ ที่ใช้ในยุโรป และอเมริกา (Harvey, 2009, p.2) โดยคำว่า “การยศาสตร์” มาจากภาษากรีก คือ “ergon” ที่หมายถึง งาน (Work) ส่วน “ergonomics” หมายถึง กฎของงาน (law of work) และได้ถูกบัญญัติศัพท์ในพจนานุกรมเป็นครั้งแรกโดย วอยส์ไซเอส จาสเซโบว์สกี (Wojciech Jastrzebowski) นักวิทยาศาสตร์ชาวโปแลนด์ (ระหว่างปี พ.ศ. 2342-2425) โดยประเทศต่าง ๆ ได้ให้ความสำคัญต่อมนุษย์ปัจจัย ด้วยการจัดตั้งเป็นกลุ่มองค์กร ดังนี้ ใน พ.ศ. 2492 มีการจัดตั้งสมาคมการยศาสตร์ (Ergonomics Research Society) ในยุโรป และในพ.ศ. 2500 มีการจัดตั้ง สมาคมมนุษย์ปัจจัย (Human Factors Society) ขึ้นในอเมริกาเหนือ แต่ในปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น สมาคมมนุษย์ปัจจัยและการยศาสตร์ (Human Factor and Ergonomics Society) จนกระทั่งปี พ.ศ. 2504 ได้มีการจัดตั้ง สมาคมการยศาสตร์ระหว่างประเทศ (The International Ergonomics Association, IEA) ขึ้น สำหรับประเทศในกลุ่มอาเซียน ได้ร่วมกันจัดตั้งสมาคมการยศาสตร์เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South East Asian Ergonomics Society, SEAES) สำหรับประเทศไทยได้มีการจัดตั้งสมาคมการยศาสตร์ไทย (Ergonomics Society of Thailand) ขึ้นในปี พ.ศ. 2544 (ปีติ พูนไชยศรี, 2551, น.6-8)

สมาคมการจัดการแห่งประเทศไทยได้บัญญัติคำศัพท์สำหรับคำ Ergonomics โดยใช้คำว่า “สมรรถยศาสตร์” มีความหมาย คือ ศาสตร์ที่เกี่ยวกับความสามารถในการปฏิบัติงานของมนุษย์ ต่อมาคณะอนุกรรมการบัญญัติศัพท์วิศวกรรมศาสตร์ สาขาเครื่องกลและอุตสาหกรรมราชบัณฑิตยสถาน ได้บัญญัติศัพท์คำ Ergonomics เป็นคำว่า “การยศาสตร์” โดยให้ความหมายว่า คือ ระบบวิชาและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่หรืองาน (กิตติ อินทรานนท์, 2553, น.2)

นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการให้ความหมายและคำอธิบาย ดังนี้

สุทธิ ศรีบูรพา (2540, น.11) ได้ให้ความหมายคำว่า “วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย” คือ ศาสตร์ด้านการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องจักร เครื่องมือ สถานที่ทำงาน สิ่งแวดล้อม และระบบ รวมถึงผลิตภัณฑ์ โดยนำเรื่องความสามารถของมนุษย์จากลักษณะทางกายภาพ สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ และจิตวิทยา มาเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับพิจารณาการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในระบบงาน ขณะเดียวกันก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย สุขภาพอนามัย และความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ปฏิบัติงานในระบบงานนั้น ๆ ไปพร้อมกัน

วิฑูรย์ สิมะโชคดีและกฤษฎา ชัยกุล (2540, น.4-5) ให้ความหมายของ วิทยาการจัดการสภาพงาน ว่าเป็นความรู้จากการศึกษาด้านความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับงาน รวมถึงด้านสภาวะ สิ่งแวดล้อมในการทำงาน โดยใช้หลักการและความรู้จากหลายสาขาวิชา เช่น คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ กายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา รวมทั้งพฤติกรรมศาสตร์และจิตวิทยา เป็นต้น

ปีติ พูนไชยศรี (2551, น.9) ได้ให้ความหมายคำว่า “การยศาสตร์” คือ ศาสตร์หรือวิชาการที่ช่วยปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสภาพการทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยศึกษาผู้ปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมการทำงานนั้นอย่างเป็นระบบ

สราวุธ สุทธมาสา และคณะ (2554, น.6) ได้ให้ความหมายคำว่า “เออร์กอนอมิกส์” คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน จากนั้นนำไปปรับปรุงหรือประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพงานของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพ และมีสุขอนามัยที่ดีของผู้ปฏิบัติงาน

อย่างไรก็ตามนอกจากการให้ความหมายในภาษาไทยข้างต้นแล้ว คำว่า “มนุษย์ปัจจัย” ยังมีการใช้อีกหลายคำ เช่น การยศาสตร์ เออร์กอนอมิกส์ ปัจจัยมนุษย์ องค์ประกอบมนุษย์ สมรรถยศาสตร์ วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย วิศวกรรมมนุษย์ วิทยาการจัดการสภาพงาน กลศาสตร์ชีวภาพ จิตวิทยาวิศวกรรม วิศวกรรมชีวภาพ และวิศวกรรมชีววิทยาการแพทย์ เป็นต้น

นอกจากนี้ Gosbee and Gosbee (2005) ได้ให้ความหมายของมนุษย์ปัจจัย คือ การศึกษาเพื่อทำความเข้าใจในคุณลักษณะของผู้ใช้ วิธีการที่ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งรอบตัว เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบให้มีประสิทธิภาพ สะดวกสบายและมีความปลอดภัย

คณะกรรมการบริหารความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสุขภาพในการทำงาน (Occupational safety and Health Administration, OSHA) (2000) กล่าวว่า การยศาสตร์เป็นการหาวิธีการเพื่อปรับงานให้เหมาะกับคน (put the right job to the right man) เพื่อป้องกันการทำงานที่ไม่ปลอดภัยหรือไม่เหมาะสม และเพื่อป้องกันการปวดหรือเมื่อยล้าของระบบการทำงานของกระดูกและกล้ามเนื้อโดยออกแบบสถานที่ทำงาน สิ่งแวดล้อม กระบวนการผลิต เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้อย่างสบายโดยไม่มีการปวดหรือเมื่อยล้า (ปีติ พูนไชยศรี, 2551, น.9)

องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Organization, ILO) กล่าวว่า การยศาสตร์เป็นการประยุกต์ใช้วิชาด้าน ชีววิทยา และวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับคน ระบบงานและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เพื่อให้เกิดความพึงพอใจในการทำงาน และได้ผลิตผลที่มีประสิทธิภาพสูง (ปีติ พูนไชยศรี, 2551, น.9)

สมาคมการยศาสตร์ระหว่างประเทศ (International Ergonomics Association, IEA) ได้ให้คำจำกัดความว่า “การยศาสตร์ (หรือมนุษย์ปัจจัย) เป็นแนวทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจการปฏิสัมพันธ์ในมนุษย์และองค์ประกอบอื่น ๆ ของระบบที่ใช้ทฤษฎี หลักการข้อมูลและวิธีการในการออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยรวม” (Harvey, 2009, p.3)

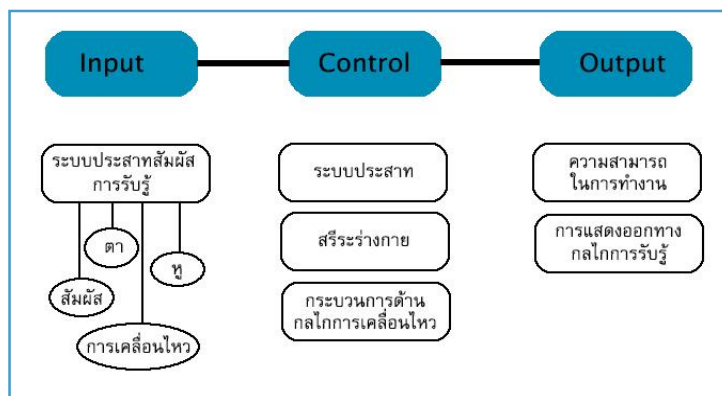


จากความหมายและคำอธิบายของมนุษย์ปัจจัย สามารถสรุปได้ว่า มนุษย์ปัจจัย คือ ศาสตร์ที่ศึกษาเพื่อทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถของมนุษย์ เช่น ลักษณะทางกายภาพ สรีรวิทยา กลศาสตร์ชีวภาพ และจิตวิทยา กับสิ่งที่ต้องออกแบบ เช่น งาน อุปกรณ์ผลิตภัณฑ์ สภาพแวดล้อม และระบบ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้และปรับปรุงสภาพการทำงานให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเพิ่มขึ้น รวมทั้งความปลอดภัยและความเหมาะสมต่อผู้ใช้ ให้เกิดความสะดวกสบายและมีสุขอนามัยที่ดี โดยใช้หลักการและความรู้จากศาสตร์ในแขนงวิชาต่าง ๆ

### 2.1.2 มนุษย์ปัจจัยกับผู้ใช้

Fisk et al. (2009, p.13) ได้กล่าววามมนุษย์ปัจจัยมีเป้าหมายหลักคือ การทำให้การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และระบบสามารถทำงานร่วมกันได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด มีความสะดวกสบายและปลอดภัย รวมทั้งมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตามเป้าหมายเหล่านั้นยังมีข้อจำกัดหนึ่งคือ ความสามารถของมนุษย์ในการใช้งานระบบ ซึ่งประกอบด้วยข้อจำกัด 2 ด้าน คือ สรีรวิทยา (physiology) และพฤติกรรมของมนุษย์ (human behavior) โดยด้านสรีรวิทยา คือ การทำงานทางชีวภาพของร่างกายมนุษย์ เช่น ระบบประสาท กล้ามเนื้อ และสมอง ส่วนด้านพฤติกรรมมนุษย์ คือ กิจกรรม หรือการกระทำเฉพาะบุคคล เช่น ความสนใจ การรับรู้ ความจำ การรู้คิด การตัดสินใจ การเรียนรู้ การตอบสนอง และแรงจูงใจ (Nemeth, 2004, p.33-34) นอกจากนี้ระบบประสาทจัดเป็นระบบหนึ่งในร่างกายมนุษย์ มีหน้าที่ควบคุมให้เกิดพฤติกรรมเกือบทุกชนิด เช่น ความรู้สึก การเรียนรู้ การจำ และการเคลื่อนไหว เป็นต้น (ไถ่ออน ชินธเนศ, 2540, น.26)

สราวุธ สุธรรมมาสา, จรวยพร ธรณินทร์ และจักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ (2544, น.29) ได้เสนอแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของร่างกายและกระบวนการคิดของมนุษย์ โดยเปรียบเทียบกับกระบวนการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยนำเข้า (input) การควบคุม (control) และปัจจัยผลลัพธ์ (output) ดังรูปที่ 2.1 ทั้งนี้ความสัมพันธ์ดังกล่าวได้นำมาวางระบบที่ไม่มีควมจำเป็นต่อกระบวนการทำงานออก เช่น ระบบทางเดินอาหาร และระบบต่อมไร้ท่อ เป็นต้น



**รูปที่ 2.1** การวิเคราะห์ การทำงานของร่างกาย และกระบวนการคิดของมนุษย์  
(สราวุธ สุธรรมมาสา, จรวยพร ธรณินทร์ และจักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2544, น. 29)

รูปที่ 2.1 แสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์ของกระบวนการทำงานและมนุษย์ปัจจัยของผู้ใช้ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงาน (สราวุธ สุธรรมมาสา, จรวยพร ธรณินทร์ และจักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2544, น.29-30) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ปัจจัยนำเข้า ในขั้นตอนการทำงานนี้ มนุษย์ต้องอาศัยระบบประสาทสัมผัสที่ทำให้เกิดการรับรู้ (perceptual process) ประกอบด้วย การรับรู้ด้วยตา หู การเคลื่อนไหว และการสัมผัส เป็นต้น

2) การควบคุม เป็นการทำงานของระบบกลไกในร่างกายมนุษย์ ประกอบด้วยระบบที่สำคัญ 3 ระบบ ได้แก่

2.1) กระบวนการของระบบประสาท (nervous system process) ทำหน้าที่ควบคุมความคิดและการวิเคราะห์ของผู้ใช้ ประกอบด้วย หน่วยความจำระยะสั้น หน่วยความจำระยะยาว เพื่อให้การตัดสินใจ การเรียนรู้ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานมีประสิทธิภาพ

2.2) กระบวนการด้านกลไกการเคลื่อนไหว (basic motor process) ประกอบด้วย การเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง การเคลื่อนที่ซ้ำ ปฏิริยาตอบสนอง และการทำงานด้วยมือ เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้ตรงตามการตัดสินใจ ที่เป็นไปตามความคิดและการวิเคราะห์ของผู้ใช้

2.3) กระบวนการของระบบสรีระของร่างกายพื้นฐาน (basic physiological process) ประกอบด้วย ระบบหายใจ และสัดส่วนของร่างกาย รวมถึงความแข็งแรง ซึ่งเป็นส่วนพื้นฐานที่สำคัญของร่างกายมนุษย์ เพื่อให้ระบบประสาทและการเคลื่อนไหวสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) ปัจจัยผลลัพธ์ ในขั้นตอนการทำงานของมนุษย์ คือ พฤติกรรมที่ถูกแสดงออก ประกอบด้วย

3.1) ความสามารถในการทำงาน (work capacity) ประกอบด้วย การทำงานในลักษณะที่ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของระบบ เช่น การกดปุ่มเพื่อเลือกตัวเลข หรือ การเคลื่อนไหว่นิ้วมือเพื่อเลื่อนเนื้อหาบนหน้าจอกอมพิวเตอร์ เป็นต้น

3.2) การแสดงออกทางกลไกการรับรู้ (perceptual motor performance) ประกอบด้วย การแสดงปฏิกิริยา การตีความ เป็นต้น ทั้งนี้การแสดงออกทางกลไกการรับรู้นี้ต้องอาศัยปัจจัยอื่น ๆ เป็นสิ่งที่มากระตุ้น เช่น แรงจูงใจ ความวิตกกังวล อายุ เป็นต้น

เป้าหมายหลักของมนุษย์ปัจจัย คือ การทำให้มนุษย์และระบบงานมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมเพื่อการปฏิบัติงานให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงระบบต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ ดังนั้นในกระบวนการเริ่มต้นของการออกแบบระบบ ส่วนใหญ่มักเริ่มด้วยการวิเคราะห์ผู้ใช้ ซึ่งเป็นการทำความเข้าใจผู้ใช้ระบบ (กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล และพนิดา พานิชกุล, 2550, น.198) งานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญกับมนุษย์ปัจจัยด้วยการวิเคราะห์ผู้ใช้ซึ่งเป็นผู้สูงอายุ โดยเฉพาะการวิเคราะห์ด้านระบบประสาทสัมผัสการรับรู้ กระบวนการของระบบประสาท กระบวนการของกลไกการเคลื่อนไหว ความสามารถในการทำงาน และการแสดงออกของกลไกการรับรู้

### 2.1.3 ประเภทของผู้ใช้

นักออกแบบที่ประสบความสำเร็จ คือ ผู้ที่ตระหนักว่าผู้ใช้ (user) ระบบมีความแตกต่างและหลากหลาย ทั้งด้านการเรียนรู้ ทักษะ และประสบการณ์ ดังนั้นการเข้าใจลักษณะของผู้ใช้จึงเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบแทบทุกระบบ (จรณิต แก้วกิ่งवाल, 2540, น.179) Shneiderman และ Plaisant (2010, pp.81-82) ได้แบ่งผู้ใช้ตาม ความรู้ บทบาท และประสบการณ์ ในการใช้ระบบงาน เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ผู้ใช้มือใหม่ หรือผู้ใช้ที่ไม่มีประสบการณ์ (novice/first-time users)

ผู้ใช้ประเภทนี้มีจำนวน 2 กลุ่ม ประกอบด้วย (1) ผู้ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรก มีความรู้เกี่ยวกับการใช้งานส่วนต่อประสานน้อย เนื่องจากไม่มีประสบการณ์ในการใช้งานระบบ และ (2) กลุ่มผู้ใช้มือใหม่ มีความรู้เพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับการใช้งานระบบ ทั้งสองกลุ่มต่างมีความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเรียนรู้ระบบงานและการใช้คอมพิวเตอร์ ดังนั้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้และใช้งานระบบได้ จึงควรมีการแนะนำการใช้งานด้วยข้อความ หรือตัวอย่างที่เป็นขั้นตอน และควรให้ผู้ใช้เริ่มต้นการใช้งานแบบง่าย ๆ เพราะเมื่อผู้ใช้มือใหม่ใช้งานระบบประสบความสำเร็จในงานแรก ก็จะเกิดความมั่นใจ ช่วยลดความวิตกกังวล และมีการตอบสนองต่อระบบที่ดีขึ้น ในกรณีที่ผู้ใช้ทำงานผิดพลาด ก็ควรมีการแจ้งเตือนพร้อมคำแนะนำ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขปัญหาด้วยตนเองได้

2) ผู้ใช้ระดับกลาง หรือผู้ใช้ที่มีความรู้ (knowledgeable intermittent users)

ผู้ใช้ประเภทนี้อาจมีความรู้ในระบบงานที่ทำคืออยู่แล้ว แต่ก็มีความรู้เมื่อต้องไปใช้งานในระบบงานอื่น ดังนั้นการออกแบบเพื่อช่วยผู้ใช้ประเภทนี้ คือ การกำหนดคำสั่งอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดความคงที่ของคำสั่ง ไม่เปลี่ยนแปลงได้โดยง่าย อาจใช้รูปแบบคำสั่งจัดกลุ่มการใช้งานหรือเป็นภาพคำสั่งหรือสัญลักษณ์คำสั่ง เช่น เมนูคำสั่งสัญลักษณ์ (icon) เป็นต้น การเตือนเมื่อเกิดความผิดพลาดจะช่วยให้ผู้ใช้ระดับกลางทำงาน ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้การมีเมนูช่วยเหลือให้ผู้ใช้เรียกใช้ได้เมื่อต้องการ จะช่วยเรียกคืนความทรงจำของผู้ใช้ได้ดี

3) ผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ใช้ประจำ (experts frequent users)

ผู้ใช้ประเภทนี้มีความรู้ในระบบงานอย่างเชี่ยวชาญลึกซึ้ง และมีความสามารถในการทำงาน ได้อย่างถูกต้อง ทำให้ต้องการเวลาตอบสนอง (response time) ที่รวดเร็วขึ้น จึงต้องการระบบการตอบกลับที่สั้นได้ใจความและไม่ทำให้เสียเวลา ดังนั้นการดำเนินการต่าง ๆ ไม่จำเป็นต้องผ่านหลายกระบวนการ แต่เป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนสั้นและกระชับขึ้น

การออกแบบระบบงานเพื่อผู้ใช้กลุ่มใดกลุ่มหนึ่งเป็นเรื่องง่าย แต่การออกแบบระบบสำหรับผู้ใช้ต่างกลุ่มหรือหลายกลุ่มให้สามารถใช้งานร่วมกันได้เป็นเรื่องยาก นอกจากนี้ผู้ใช้อีกยังมีพัฒนาการภายในตนเอง โดยสามารถเปลี่ยนจากผู้ที่ไม่มีความรู้สู่การเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญได้เช่นกัน (จรัมพร แก้วกั้งวาล, 2540, น.181) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการศึกษาและการออกแบบการใช้งานระบบจึงควรศึกษาผู้ใช้ทั้ง 3 ประเภทเพื่อให้เข้าใจถึงปัจจัยในด้านต่าง ๆ ของมนุษย์ อันจะนำไปสู่การออกแบบระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 2.1.4 แนวคิดเกี่ยวกับผู้สูงอายุ

มนุษย์มีการเปลี่ยนแปลงของสรีระและจิตใจ เริ่มตั้งแต่วัยเจริญเติบโต (development period) เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (reproductive maturity period) และเข้าสู่วัยชรา (aging period) สำหรับการเปลี่ยนแปลงในระยะเริ่มต้นของวัยชราตรวจวัดได้ยาก และมีความเป็นปัจเจกบุคคลสูง (individual variation) โดยลักษณะการเปลี่ยนแปลงบางอย่างของผู้สูงอายุจะปรากฏชัดเจนขึ้น เมื่อผ่านไประยะเวลาหนึ่ง เช่น ผมหงอก ความสูงลด ผิวหนังเหี่ยวย่น สายตาเปลี่ยน การเคลื่อนไหวช้าลง เป็นต้น (สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล, 2542, น.10)

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (ราชบัณฑิตยสถาน, 2546, น.347) ให้ความหมายคำว่า “ชรา คือ แก่ด้วยอายุ ชำรุดทรุดโทรม” ซึ่งบุคคลเมื่อเข้าสู่วัยชรา ถูกเรียกได้หลากหลายคำเรียก เช่น คนแก่ คนชรา ผู้เฒ่า ผู้อาวุโส ผู้สูงอายุ เป็นต้น (บรรลุ ศิริพานิช, 2550, น.6) แต่คำว่า ชรา ไม่เป็นที่นิยมใช้เรียกบุคคล เพราะก่อให้เกิดความท้อถอย หดหู่ใจ และความสิ้นหวัง จากผลการประชุมระหว่างแพทย์อาวุโสและผู้สูงอายุจากวงการต่าง ๆ โดย พล.ต.ต.หลวงอรรถสิทธิสุนทร

เป็นประธาน ได้กำหนดคำเรียกบุคคลที่อยู่ใน “วัยชรา” ว่า “ผู้สูงอายุ” (elderly) เมื่อวันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ.2505 เป็นต้นมา ซึ่งคำนี้ให้ความหมายที่ยกย่องให้เกียรติแก่ผู้ชราภาพ เป็นผู้สูงส่ง ทั้งวัยวุฒิ คุณวุฒิ และประสบการณ์ (นักกานต์ แสงพิทักษ์, 2555, น.10; สุรกุล เจนอบรม, 2541, น.5)

ในอดีตการกำหนดการเป็นผู้สูงอายุมีหลายวิธีด้วยกัน ตัวอย่างเช่น การใช้บทบาทผู้นำที่มีความรับผิดชอบสูงในสังคมเป็นเกณฑ์ ส่วนในปัจจุบันมักใช้อายุเป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเป็นผู้สูงอายุ แต่ก็มี ความแตกต่างกันไปแต่ละประเทศ เช่น บางประเทศกำหนด 55 ปี บางประเทศกำหนด 65 ปีหรือ 70 ปี (สุรกุล เจนอบรม, 2541, น.6) โดยนิยามตามสภาพร่างกาย โดยผู้หญิงสูงอายุกำหนดช่วง 45-55 ปี และผู้ชายสูงอายุกำหนดที่ช่วง 55-75 ปี (Rakowski, 1992 อ้างถึงใน มินตรา สารระักษ์, 2558) ส่วนการกำหนดผู้สูงอายุในทฤษฎีทางจิตวิทยา ได้แบ่งผู้สูงอายุเป็น 2 กลุ่มตามทฤษฎีของเพค (Peck's Theory) คือ ผู้สูงอายุตอนต้น อายุ 55-75 ปี และผู้สูงอายุตอนปลาย อายุ 75 ปีขึ้นไป (Peck, 1968, pp.88-92) เห็นได้ว่ามี การใช้เกณฑ์กำหนดความเป็นผู้สูงอายุไว้มากมายและยากที่จะยอมรับกัน โดยเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งในทุกประเทศ ดังนั้นที่ประชุมสมัชชาโลก ว่าด้วยผู้สูงอายุ (World Assembly on Aging) จึงได้กำหนดให้ผู้มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ถือเป็น ผู้สูงอายุ และให้ใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก (United Nations, 1983) เกณฑ์ดังกล่าวนี้ประเทศไทยก็ใช้ด้วย

พระราชบัญญัติผู้สูงอายุแห่งชาติ พ.ศ. 2546 กำหนดว่าประชาชนผู้มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป คือ ผู้สูงอายุ นอกจากนี้ผู้สูงอายุยังถูกแบ่งออกเป็นช่วงระดับ หรือกลุ่มต่าง ๆ กุลยา ดันดิผลาชีวะ (2528, น.2) ได้แบ่งระดับของผู้สูงอายุเป็น 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 อายุระหว่าง 60-75 ปี เป็นวัยเริ่มมีอายุ (young old) และระดับที่ 2 อายุตั้งแต่ 75 ปีขึ้นไป เป็นวัยที่มีอายุเต็มที่ (old หรือ really old) ในขณะที่นภาพร ชโยวรรณ (2545, น.11) ได้แบ่งกลุ่มอายุของผู้สูงอายุได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 อายุระหว่าง 60-69 ปี เรียกว่าผู้สูงอายุอายุน้อย (young old) กลุ่มที่ 2 อายุระหว่าง 70-79 ปี เรียกว่าผู้สูงอายุอายุปานกลาง (medium old) และกลุ่มที่ 3 อายุ 80 ปีขึ้นไป เรียกว่าผู้สูงอายุอายุมาก (old old, oldest old) หรือเรียกว่าผู้สูงอายุที่สุด (oldest old) (ปราโมทย์ ประสาทกุล และคณะ, 2542)

การกำหนดการเป็นผู้สูงอายุที่ไม่ใช่เกณฑ์อายุ บรรลุ ศิริพานิช (2550, น.6-7) ได้กำหนดกลุ่มบุคคลผู้สูงอายุด้วย 3 ลักษณะ คือ (1) กำหนดจากอายุจริงที่สูงขึ้นตามปีปฏิทิน (2) กำหนดตามสภาวะของชีววิทยาและกายภาพของร่างกาย และ (3) กำหนดตามสถานภาพทางสังคม ขณะที่ Hervonen และ Ruth (1983, as cited in Ozer-Kemppainen, 2006, p.21) ได้กำหนดเกณฑ์ความเป็นผู้สูงอายุด้วย 3 องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ (1) ชีววิทยา (biological age) (2) จิตวิทยา (psychological age) และ (3) สังคม (social age)

สรุปจากนักวิชาการทั้ง 2 ท่าน พบว่าเกณฑ์กำหนดการเป็นผู้สูงอายุที่ไม่ใช่เกณฑ์อายุมีทั้งหมด 4 เกณฑ์ ประกอบด้วย (1) ความเป็นผู้สูงอายุจากอายุจริงที่ปรากฏ (chronological aging)

กำหนดความเป็นผู้สูงอายุจากจำนวนปี โดยเริ่มตั้งแต่ปีที่เกิดหรืออายุที่ปรากฏจริงตามปีปฏิทิน โดยไม่ใช้ความรู้สึกหรือสภาพที่มองเห็นมาใช้ในการกำหนด (2) ความเป็นผู้สูงอายุจากการเปลี่ยนแปลงทางร่างกายหรือชีววิทยา (physiological aging หรือ biological aging) กำหนดความเป็นผู้สูงอายุ จากการที่ร่างกายเปลี่ยนแปลงไป เช่น สายตามีการเปลี่ยนแปลง การได้ยินลดลง การเคลื่อนไหวที่ช้า และการรับรู้ด้านสัมผัสที่เสื่อมลง รวมถึงภาวะสมองเสื่อมที่เกิดจากการสูญเสียเซลล์สมอง เป็นต้น (3) ความเป็นผู้สูงอายุจากการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ (psychological aging) กำหนดความเป็นผู้สูงอายุจากการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ พิจารณาได้จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงด้านความรู้ สติปัญญา การรับรู้และการเรียนรู้ รวมถึงความจำที่ถดถอยลง ซึ่งแสดงออกให้เห็นจากระดับความสามารถในการเข้าใจ กระบวนการรับรู้ เวลาในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มากกระทบ ความเร็วและความถูกต้องแม่นยำในการเคลื่อนไหว เป็นต้น (4) ความเป็นผู้สูงอายุจากบทบาททางสังคม (sociological aging) กำหนดความเป็นผู้สูงอายุ จากบทบาทหน้าที่ทางสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การมีปฏิสัมพันธ์กับกลุ่มบุคคลอื่น รวมไปถึงครอบครัว และเพื่อน ตลอดจนบทบาทและการทำงานทางสังคมในด้านอื่น ๆ

อย่างไรก็ตามนอกจากการใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อการแบ่งความเป็นผู้สูงอายุแล้ว ยังมีมติการแบ่งความเป็นผู้สูงอายุในลักษณะอื่นอีก นภาพรณ์ หะวานนท์ และ ธีวัลย์ วรรณโนทัย (2552, น.83-85) กล่าวว่าผู้สูงอายุในชุมชนนอกเขตเมือง ไม่ได้แบ่งโดยใช้เกณฑ์ด้วยตัวเลขของอายุ เพราะความสูงอายุมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป แต่มีการแบ่งช่วงอายุของชีวิตด้วยความทรงจำ เช่น ช่วงวัยทำงานที่ยากลำบาก ช่วงวัยที่ความแข็งแรงของร่างกายลดลง โดยผู้สูงอายุจะเชื่อมโยงความชราเข้ากับหลายปัจจัย เช่น (1) ความสามารถในการทำงาน (2) ความสามารถในการใช้ชีวิตประจำวัน (3) การเปลี่ยนแปลงของร่างกาย และ (4) ประสบการณ์ชีวิต

จากเกณฑ์การจำแนกความเป็นผู้สูงอายุที่กล่าวมาแล้วข้างต้น งานวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์ร่วมกันระหว่างเกณฑ์ความเป็นผู้สูงอายุจากอายุจริงที่ปรากฏกับเกณฑ์ความเป็นผู้สูงอายุจากการเปลี่ยนแปลงสภาพร่างกาย จึงกำหนดเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่อายุ 55 ปีขึ้นไป เพื่อให้สามารถศึกษาความเป็นผู้สูงอายุได้ครอบคลุมทั้งสองมิติดังกล่าว

### 2.1.5 ความเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ

ทุกชีวิตล้วนมีความแก่ชราเป็นปกติตามธรรมชาติ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความชราเกิดขึ้นได้ทั้งทางกายวิภาค และสรีรวิทยา แต่ไม่จำเป็นต้องเกิดกับทุกอวัยวะของระบบในร่างกาย (สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล, 2542, น.11) แต่สิ่งที่สำคัญที่เราควรตระหนักคือ เมื่อเข้าสู่การเป็นผู้สูงอายุแล้วจะเกิดความเปลี่ยนแปลงหลายด้าน ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ สิ่งแวดล้อมและสังคม เพราะ

ทุกสิ่งมีความสัมพันธ์ต่อการรับรู้ของผู้สูงอายุอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นก่อนเข้าสู่ผู้สูงอายุ ถ้ามีการเตรียมตัวที่ดี ผู้สูงอายุก็น่าจะสามารถปรับตัวให้เหมาะสมกับช่วงวัยนี้ได้เป็นอย่างดี (นันทศักดิ์ ธรรมานวัตร และกฤษณา ตรียมณีรัตน์, 2554, น.14)

นันทศักดิ์ ธรรมานวัตร และกฤษณา ตรียมณีรัตน์ (2554, น.10-14) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงในทางเสื่อมของระบบร่างกายและอวัยวะของผู้สูงอายุ 9 ประการ ได้แก่ (1) โครงสร้างของร่างกาย (2) สมองและระบบประสาท (3) ต่อมไร้ท่อ (4) หัวใจและหลอดเลือด (5) ระบบหายใจ (6) ช่องปากและระบบบดเคี้ยว (7) ทางเดินอาหาร (8) ทางเดินปัสสาวะ และ (9) ระบบภูมิคุ้มกัน

Fisk et al. (2009) ได้กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุ ได้แก่ (1) ความรู้สึกและการรับรู้ เช่น การรับรส การได้กลิ่น การฟัง และการมองเห็น ซึ่งผู้สูงอายุจะมีประสิทธิภาพต่อการรับรู้ที่ลดลง (2) กระบวนการคิด ความจำ และความสนใจของผู้สูงอายุก็น่าจะลดลงไปตามอายุ และ (3) การควบคุมความเคลื่อนไหว การตอบสนองของผู้สูงอายุก็น่าจะช้าลง ทำให้ความแม่นยำในการเคลื่อนไหวของผู้สูงอายุมิแนวมืดมนที่จะลดลงด้วย

Caprani, O'Connor and Gurrin (2012, p.96) กล่าวถึงคุณลักษณะที่สำคัญของความเป็นผู้สูงอายุที่มีผลต่อการใช้งานเทคโนโลยี ได้แก่ (1) การรับรู้ ในด้านภาพและเสียง (2) การควบคุมความเคลื่อนไหวของร่างกาย (3) การรู้จัก ในด้านความจำและความคิด และ (4) ด้านกายภาพต่าง ๆ

Pak and McLaughlin (2011, p.8) กล่าวถึงความเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ และมีผลกระทบต่อ การรับรู้ข้อมูลข่าวสารของผู้สูงอายุ ผ่านทางส่วนแสดงผลและส่วนต่อประสาน (display and interface) ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ (1) การมองเห็น (vision) (2) การได้ยิน (hearing) (3) การเคลื่อนไหว (movement) และ (4) การรู้จัก (cognition) ซึ่งมีความสอดคล้องกับ Slavicek, Balata and Mikovec (2014, pp.109-111) ที่กล่าวถึงความเปลี่ยนแปลงที่สำคัญของผู้สูงอายุที่มีผลต่อการใช้งานส่วนต่อประสานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่

ความเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุในด้านต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ผู้สูงอายุก็น่ามีความเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ 4 ด้าน ประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงด้านการมองเห็น การเปลี่ยนแปลงด้านความรู้สึก การเปลี่ยนแปลงด้านการเคลื่อนไหว และ การเปลี่ยนแปลงด้านการได้ยิน ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 2.1.5.1 การเปลี่ยนแปลงด้านการมองเห็น

ผู้ที่มียุมากขึ้น โดยเฉพาะเมื่อมีอายุใกล้ 40 ปีหรืออายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป มักจะมีผลกระทบในด้านการมองเห็น เช่น เมื่ออ่านหนังสือนาน ๆ จะรู้สึกตาพร่า มีอาการปวดกระบอกตา และรู้สึกเมื่อยล้าตาเหมือนง่วงนอน หรือเมื่ออ่านหนังสือติดต่อกันโดยไม่พักสายตาจะรู้สึกแสบตาจนน้ำตาไหล อาการเหล่านี้จะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามวัย ในช่วงแรกผู้สูงอายุก็น่าไม่รู้สึกตัว เพราะตาปรับภาพได้ แต่เมื่อปรับภาพอยู่เป็นระยะเวลาานาน ๆ ก็จะเกิดอาการเมื่อยล้า ถ้าไม่แก้ไขจะ

ทำให้มีอาการปวดศีรษะต่อเนื่องได้ (สุรพงษ์ ดวงรัตน์, 2544, น. 57-58) อีกทั้งเมื่ออายุเพิ่มขึ้นความยืดหยุ่นของเลนส์ตา (lens) จะลดลง เพราะเมื่อแสงผ่านเข้าสู่ตา เลนส์ตาต้องมีความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนแปลง และความใสของเลนส์ตาจะลดลงจนเปลี่ยนไปเป็นสีเหลืองได้ เลนส์ตาสีเหลืองนี้จะดูดซับแสงสีฟ้าเอาไว้ ทำให้การมองเห็นสีฟ้าลดลง และมองเห็นสีเหลืองมากขึ้น จึงทำให้ยากต่อการแยกความแตกต่างระหว่างเฉดสี ที่มีสีฟ้าและสีเหลืองอยู่คู่กัน แต่ในกรณีที่อาการรุนแรงอาจเกิดความยากในการแยกแยะสีแดงและสีม่วงได้ (Pak and McLaughlin, 2011, p.17-19) รวมถึงเรื่องความคมชัดของภาพที่ต่ำทำให้ผู้สูงอายุประสบปัญหาในการมอง หรือการแยกแยะความแตกต่างระหว่างไอคอนที่มีความคล้ายกันของภาพมีความคมชัดที่ต่ำได้ยาก (Slavicek, Balata, & Mikovec, 2014, p.109-110)

### 2.1.5.2 การเปลี่ยนแปลงด้านความรู้คิด

ความรู้คิด อาจจะเป็นตัวแปรที่คนส่วนใหญ่มักจะมองข้ามในการออกแบบ ซึ่งเราได้สังเกตเห็นว่าเมื่อการแสดงผลที่ถูกออกแบบมาไม่ดีสำหรับความรู้ความเข้าใจผู้ใช้ ผู้ใช้ก็มีแนวโน้มที่จะตำหนิตัวเองก่อน มากกว่าตำหนิส่วนเชื่อมประสาน (Pak and McLaughlin, 2011, p.65) และถึงแม้จะออกแบบปุ่มให้มีขนาดใหญ่หรือภาพที่มีความคมชัดสูงก็ไม่ได้ช่วยให้เกิดความเข้าใจที่เพิ่มขึ้น (Slavicek, Balata, & Mikovec, 2014, p.110) ดังนั้นเมื่อมีการออกแบบส่วนแสดงผลและส่วนเชื่อมประสานผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุ จึงมีความจำเป็นต้องเข้าใจในความสามารถและข้อจำกัดในการรู้คิด ความสามารถในการรู้คิดนี้รวมไปถึงความจำระยะสั้นหรือความจำส่วนทำงาน (working memory) ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (spatial abilities) ซึ่งเป็นความสามารถในการแปลความหมายของรูปแบบนามธรรม และความเร็วในการรับรู้ (perceptual speed) (Pak and McLaughlin, 2011, p.65)

### 2.1.5.3 การเปลี่ยนแปลงด้านการเคลื่อนไหว

โดยปกติทั่วไปแล้วผู้สูงอายุต้องใช้เวลามากกว่า 1 หรือ 2 เท่า เมื่อเทียบกับผู้มีอายุต่ำกว่า 30 ปีในการทำงานชิ้นหนึ่งให้สำเร็จ เพราะผู้สูงอายุต้องใช้เวลาในการคิดก่อนที่จะเคลื่อนไหว หรือทำกิจกรรมใด ๆ ต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากความรู้เดิมที่เคยมีมา (Jastrzembski and Charness, 2007, p.224) ซึ่งเวลาส่วนใหญ่ที่ใช้ไป ความจริงแล้วไม่ได้มาจากเวลาของการเคลื่อนไหว แต่มาจากเวลาของคิดมากกว่า เพราะเมื่อวัฏระยะเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนไหวจริงก็มีอัตราที่เท่ากับคนในวัยหนุ่มสาว ซึ่งการใช้งานส่วนต่อประสานในบางลักษณะต้องการการเคลื่อนไหวที่ดีของผู้ใช้เพื่อการใช้งานที่ไม่เกิดข้อผิดพลาด เช่น การคลิกเมาส์ เพราะหากเกิดข้อผิดพลาดจากการลากไฟล์เอกสาร หรือไอคอนที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดการสูญหายของไฟล์เอกสารได้ (Slavicek, Balata, & Mikovec, 2014, p.110)



#### 2.1.5.4 การเปลี่ยนแปลงด้านการได้ยิน

การได้ยินมีส่วนช่วยได้อย่างมากในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เพราะผู้สูงอายุมักจะคาดหวังว่าเมื่อกดแป้นพิมพ์เสมือนจริงจะมีเสียงเตือนกำกับ เพื่อให้แน่ใจว่าได้มีการกดปุ่มนั้นไปแล้ว (Slavicek, Balata, & Mikovec, 2014, p.110) แต่การได้ยินของผู้สูงอายุไม่สามารถใช้งานได้ดีในระดับเสียงที่ต่ำหรือสูงมาก ๆ ได้ ซึ่งระดับเสียงเตือนที่มีการใช้งานกันจะมีระดับความดังขั้นต่ำอยู่ที่ 10 เดซิเบล ซึ่งผู้สูงอายุมักจะไม่ได้ยินเสียง ในขณะที่คนทั่วไปได้ยินเสียงปกติที่ความดังเพียง 70 เดซิเบลเท่านั้น (Aazh and Moore, 2007, p.101) โดยผู้สูงอายุบางคนที่สามารถได้ยินต้องการเสียงที่มีความดังอย่างน้อย 90 เดซิเบล (Dorman et al., 1985, p.669)

จากการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ของผู้สูงอายุดังกล่าวข้างต้นทำให้พบถึงความเสื่อมทางร่างกายของผู้สูงอายุ เช่น กล้ามเนื้อส่งผลกระทบต่อการทำงานของหัวใจ (Fisk et al., 2009) และความเสื่อมทางด้านสมองและระบบประสาท ทำให้ความสามารถในด้านต่าง ๆ เช่น การรับรู้ความจำและประสาทสัมผัสลดลง (Caprani, O'Connor and Gurrin, 2012, p.96) รวมถึงการเปลี่ยนแปลงของระบบต่าง ๆ ของอวัยวะภายในร่างกาย ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของร่างกายโดยรวมได้ แต่ปัญหาที่พบบ่อยในผู้สูงอายุ คือ ปัญหาในด้านสายตา (Pak and McLaughlin, 2011, p.8) จากผลสำรวจผู้สูงอายุไทยในด้านปัญหาการใช้สายตาพบว่า มีอัตราสูงถึงร้อยละ 47.2 ในขณะที่ผลสำรวจการได้ยินของผู้สูงอายุ พบว่าประสบปัญหาด้านการได้ยินในอัตราร้อยละ 16.2 (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2557ก) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ผู้สูงอายุมีปัญหาในการมองเห็นมากกว่าด้านการได้ยิน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาความสัมพันธ์ของร่างกายด้านสายตา ความจำ รวมถึงการทำงานของหัวใจของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะการทำงานของหัวใจของร่างกายในส่วนที่สัมผัสกับโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยตรงคือ นิ้วมือ

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงศึกษามนุษย์ปัจจัยของผู้ใช้ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไป ที่มีปัญหาจากความเสื่อมของสภาพร่างกายด้านสายตา ความจำ และการทำงานของหัวใจนิ้วมือของผู้สูงอายุ โดยวิเคราะห์ด้านต่าง ๆ ประกอบด้วย (1) ระบบประสาทสัมผัสการรับรู้ คือ สภาพทางสายตา (2) กระบวนการของระบบประสาทและการทำงานของหัวใจ คือ ความจำระยะสั้นและการทำงานของหัวใจ และ (3) ความสามารถในการทำงานและการแสดงออกของกลไกการรับรู้ คือ ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ได้จากความสามารถในการทำงานของผู้สูงอายุ นอกจากนี้ยังศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์ของผู้สูงอายุ ได้แก่ อายุ เพศ และระดับการศึกษา รวมทั้งประสบการณ์การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

## 2.2 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

### 2.2.1 ความหมายของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เปลี่ยนแปลงมาจากคำภาษาอังกฤษว่า user interface ตามความหมายของศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ พ.ศ.2540 คำว่า interface หมายถึง ต่อประสาน ตัวต่อประสาน ส่วนต่อประสาน และ โปรแกรมต่อประสาน ส่วนคำว่า user interface หมายถึง ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

เออี พูยิตะ (2539, น.194) ให้ความหมาย user interface โดยเรียกอีกอย่างว่า man-machine interface ว่าเป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้เพื่อการแลกเปลี่ยนสื่อสารระหว่างกัน ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างสะดวกง่ายดาย

นิสาชล จันทศิริ (2541) อธิบายว่า ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เป็นการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้ขณะค้นคืนข้อมูลหรือใช้ระบบคอมพิวเตอร์ มีองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ มนุษย์เป็นผู้ใช้ระบบ และคอมพิวเตอร์เป็นระบบที่ปฏิบัติตามความต้องการของผู้ใช้ โดยติดต่อสื่อสารผ่านอุปกรณ์รับและแสดงผล เช่น หน้าจอสัมผัส

ทักษิณา สนวนานนท์ และฐานิสรา เกียรติบริม (2546, น.683) นิยามว่า ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ว่า คือ อุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ หรือสัญลักษณ์ที่ใช้เชื่อมประสานระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งถ้าอยู่ในระบบปฏิบัติการหรือโปรแกรมประยุกต์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ หมายถึง สัญลักษณ์ (icon) ถ้าเป็นฮาร์ดแวร์ หมายถึง จอภาพ หรือเมาส์ (mouse)

วรพจน์ คำณวิวัฒน์ (2550) กล่าวถึง ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หมายถึง องค์ประกอบหนึ่งของคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ หรือโปรแกรม ที่รวมถึงลักษณะการติดต่อในการรับและแสดงผลข้อมูลหรือภาพของโปรแกรมที่ปรากฏทางจอแสดงผล โดยอนุญาตให้ผู้ใช้ติดต่อกับคอมพิวเตอร์ เข้าถึงโปรแกรม และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานประมวลผลให้สำเร็จและได้ตอบกลับมายังผู้ใช้ได้

เกรียงติประภม ลินรุ่งเรืองกุล (2553, น.413) กล่าวว่า user interface เป็นคำที่นิยมเรียกทับศัพท์ ซึ่งหมายถึง การโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับหน้าจอแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างการเปิดใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ของผู้ใช้ ซึ่งมีการโต้ตอบตลอดเวลา เช่น คลิกเมาส์เรียกใช้คำสั่งแก้ไขภาพที่เมนูคำสั่ง โปรแกรม Adobe Photoshop ก็จะดำเนินการแสดงผลลัพท์ในทันที เป็นต้น

Galitz (2007, p.4) ให้ความหมายของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์ มีองค์ประกอบหลัก 2 ประการ คือ การนำเข้า (input) และการส่งออก (output) การนำเข้าเป็นวิธีการสื่อสารความต้องการหรือความปรารถนาของมนุษย์ที่จะใช้คอมพิวเตอร์ ผ่านแป้นพิมพ์ เมาส์ และแท็บเล็ต รวมถึงนิ้วมือ (ระบบหน้าจอสัมผัส) และเสียง (ระบบสั่งงานด้วยเสียง) ส่วนการส่งออกเป็นวิธีการที่คอมพิวเตอร์แสดงผลของการคำนวณ และการร้องขอส่งถึงผู้ใช้ โดยผ่านการส่งออก คือ หน้าจอแสดงผล (display screen)

Lauesen (2005, p.4) ให้ความหมายว่า ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เป็นส่วนหนึ่งของระบบที่ผู้ใช้สามารถเห็น ได้ยิน และรู้สึก จากส่วนอื่น ๆ ของระบบที่ถูกซ่อนไว้ เช่น ข้อมูลจากฐานข้อมูลที่อยู่เบื้องหลังการทำงานที่เห็นได้จากหน้าจอแสดงผล

จากความหมายของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ สรุปได้ว่า ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เป็น การสื่อสารและการเชื่อมประสานระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้ใช้โดยผ่าน 2 องค์ประกอบหลัก คือ (1) ส่วนการนำเข้า เพื่อใช้สื่อสารความต้องการของผู้ใช้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์ต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น เมาส์ หรือหน้าจอแบบสัมผัส เพื่อการประมวลผล และ (2) ส่วนการส่งออก ที่ใช้ระบบตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ด้วยการแสดงผลผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เช่น หน้าจอแสดงผล เป็นต้น

### 2.2.2 ส่วนประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

พัฒนาการของโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีพัฒนาการเริ่มต้นตั้งแต่ยุคที่ 1 the Brick Era (พ.ศ. 2516-2531) โทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคแรกมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ยุคที่ 2 the Candy Bar Era (พ.ศ. 2531-2541) โทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคต่อมามีรูปทรงยาวและขนาดที่เล็กลง สามารถพกพาได้สะดวกขึ้น ยุคที่ 3 the Feature Phone Era (พ.ศ. 2541-2551) โทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคนี้มีรูปทรง และขนาดที่เล็กลงมาก มีหน้าจอแสดงผลที่กว้างและชัดเจนขึ้น และยุคที่ 4 the Smartphone Era (พ.ศ. 2545-ปัจจุบัน) โทรศัพท์เคลื่อนที่ในยุคสมาร์ทโฟนนี้ มีคุณสมบัติการใช้งานเทียบเท่ากับ โทรศัพท์มือถือทั่วไป ทั้งการโทรการส่งข้อความสั้น การถ่ายรูป รวมทั้งการเข้าถึงเว็บไซต์ได้ แต่ สมาร์ทโฟนมีความโดดเด่นในเรื่องของหน้าจอขนาดใหญ่กว่าโทรศัพท์มือถือทั่วไป สมาร์ทโฟน บางรุ่นอาจมีคีย์บอร์ดแบบ QWERTY หรือปากกา stylus (Fling, 2009, pp.4-8)

จากคุณสมบัติของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในแต่ละยุคที่กล่าวมาข้างต้น สามารถจำแนก ลักษณะของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ได้เป็น 3 ยุค ได้แก่ ยุคที่ 1 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบแบทช์ (Batch Interface) ยุคที่ 2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชุดคำสั่ง หรือคอมมานด์ไลน์ (Command Line Interface: CLI) และยุคที่ 3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบรูปภาพหรือกราฟิก (Graphical User Interface: GUI) (Raymon and Landley, 2004) ทั้งนี้พบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ใน ยุคที่ 4 นั้นเทียบเท่ากับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในยุคที่ 3 แต่มีความฉลาดในการประมวลผลของ คอมพิวเตอร์มากขึ้น ทำให้พัฒนาการส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เปลี่ยนเป็นยุคที่ 4 เรียกว่ายุคส่วนต่อ ประสานกับผู้ใช้แบบธรรมชาติ (Natural User Interface: NUI) (Wigdor and Wixon, 2011, p.10)

คำว่า “ธรรมชาติ” ในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบธรรมชาติ เป็นสิ่งที่แทนความหมาย ของโลกแห่งความเป็นจริง ที่เกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์และความรู้สึกจากประสบการณ์ในการ มีปฏิสัมพันธ์กับส่วนต่อประสานมากกว่าที่จะเกี่ยวข้องกับร่างกายของมนุษย์ (Wigdor and Wixon, 2011, p.10) การพัฒนาของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบธรรมชาติ มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ใช้รู้สึกเป็น

ธรรมชาติ และรู้สึกเหมือนกับเป็นผู้เชี่ยวชาญมากกว่ารู้สึกว่าเป็นผู้เริ่มต้นใช้ ซึ่งผู้ใช้สามารถปฏิสัมพันธ์ได้โดยตรงกับอุปกรณ์ ผ่านรูปแบบการทำงานที่เป็นธรรมชาติของมนุษย์ เช่น ระบบมัลติทัช (multitouch) เป็นส่วนเชื่อมประสานแบบหลายสัมผัส ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลโดยใช้งานได้หลายนิ้วมือ สามารถสัมผัสรายการบนหน้าจอสามารถขยายข้อความหรือรูปภาพด้วยการลากนิ้วมือบนหน้าจอ หรือการใช้ท่าทางในอากาศ (in-air gesturing) วิธีการดังกล่าวถูกนำมาใช้ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์ และแท็บเล็ต (tablet) ที่รองรับการใช้งานด้านต่าง ๆ นอกจากนี้ คำสั่งเสียง (voice command) ที่ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้เสียงเพื่อสั่งการได้โดยตรงกับคอมพิวเตอร์ เช่น การเปิดไฟล์เพื่อเล่นเพลง การปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (Wigdor and Wixon, 2011, pp.9-12; Heikkinen and Porras, 2010) โดยในปี พ.ศ. 2550 บริษัทแอปเปิลได้นำเสนอ iPhone โทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile phone) ระบบสัมผัสเต็มรูปแบบ ซึ่งกลายเป็นนวัตกรรมที่ได้รับความนิยมในศตวรรษที่ 21 และการพัฒนาระบบปฏิบัติการ iOS สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยเฉพาะทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงมากมายในอุตสาหกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Fling, 2009, pp.10-11)

จากวิวัฒนาการของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในทุกยุคที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปในภาพรวมได้ว่า ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ มีพัฒนาการที่เป็นลำดับไปพร้อมกับความง่ายในการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เริ่มจากมีการสร้างคอมพิวเตอร์เครื่องแรก ที่ใช้แป้นพิมพ์ป้อนคำสั่งด้วยภาษาเครื่องโดยตรง เพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลและแสดงผลออกทางเครื่องพิมพ์ ซึ่งผู้ใช้งานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้และเชี่ยวชาญด้านคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นจึงนำจอภาพมาใช้ในการแสดงผลแทนเครื่องพิมพ์ ต่อมาได้มีการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ในแบบรูปภาพแทนการป้อนคำสั่งภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้เมาส์เป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้ทำการสั่งงานง่ายขึ้นและรับทราบถึงผลการทำงานผ่านหน้าจอแสดงผลภาพ (Butow, 2007, pp.27-32) ในขณะที่คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและระบบปฏิบัติการมีพัฒนาการมากขึ้นเป็นลำดับเช่นกัน นั่นคือเริ่มต้นจากเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะสู่เครื่องคอมพิวเตอร์แบบเคลื่อนที่ ในขณะที่เดียวกันมีการสร้างโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบสัมผัส ทำให้เกิดการใช้งานส่วนประสานผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นธรรมชาติโดยใช้ส่วนของร่างกายมนุษย์ เช่น นิ้วมือเพื่อสัมผัสหน้าจอแสดงผลเพื่อปฏิสัมพันธ์กับระบบได้โดยตรง ทำให้การสั่งงานสามารถทำได้ง่ายดาย สะดวกสบายและเป็นธรรมชาติมากยิ่งขึ้น

### 2.2.3 ประเภทของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์เคลื่อนที่

จักรชัย โสอินทร์, พงษ์ศร จันทร์ช้อย และณัฐนิชา วีระมงคลเลิศ (2555, น.5) และ Meier (2009, pp.15-16) ได้กล่าวว่าโครงสร้างในสถาปัตยกรรมโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile phone application) เป็นชั้นบนสุด ซึ่งเป็นชั้นที่มีโปรแกรมประยุกต์ (application) ต่าง ๆ เช่น โปรแกรมโทรศัพท์ โปรแกรมรับส่งอีเมล โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ เป็นต้น ได้จัดแบ่งประเภท ดังนี้

Meier (2009, pp.13-14) ได้แบ่งประเภทของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่  
ได้เป็น 3 ประเภท คือ (1) โปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ (native application) (2)  
โปรแกรมประยุกต์บุคคลภายนอก (third party application) และ (3) โปรแกรมประยุกต์นักพัฒนา  
(developer application)

Flora, Wang, and Chande (2014, p.22) ได้แบ่งประเภทของโปรแกรมประยุกต์บน  
โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เป็น 4 ประเภท คือ (1) โปรแกรมประยุกต์เบราว์เซอร์ (browser access application)  
(2) โปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ (native application) (3) โปรแกรมประยุกต์ลูกผสม  
แบบเว็บ (hybrid application: web) และ (4) โปรแกรมประยุกต์ลูกผสมแบบมิกซ์ (hybrid  
application: mixed)

Merrick (2016) ได้แบ่งประเภทของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้เป็น  
7 ประเภท คือ (1) โปรแกรมประยุกต์อรรถประโยชน์ (utilities application) (2) โปรแกรมประยุกต์  
การบันเทิง (entertainment application) (3) โปรแกรมประยุกต์เกม (games application) (4) โปรแกรม  
ประยุกต์ข่าว (news application) (5) โปรแกรมประยุกต์โปรดักทิวิตี (productivity application)  
(6) โปรแกรมประยุกต์ไลฟ์สไตล์ (lifestyle application) และ (7) โปรแกรมประยุกต์สังคมเครือข่าย  
(social networking application)

Dabner et al. (2014, p.170) ได้แบ่งประเภทของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่  
ออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ (1) โปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ (2) โปรแกรมประยุกต์  
เว็บ (web application) และ (3) โปรแกรมประยุกต์เว็บออฟไลน์ (web application offline) ในขณะที่  
Banga and Weinhold (2014, pp.82-84) ได้จัดประเภทของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่  
ออกได้เป็น 3 ประเภทเช่นกัน ซึ่งมีความแตกต่างเล็กน้อยในประเภทที่ 3 เรียกว่า โปรแกรมประยุกต์  
ลูกผสม (hybrid application) ที่นำรูปแบบการแสดงผลเนื้อหาของโปรแกรมประยุกต์เว็บและการ  
ทำงานของโปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการมารวมเข้าไว้ด้วยกัน (Anand and Wasmer, n.d.,  
p.15) โดยประเภททั้งหมดเป็นการจัดประเภทในเชิงเทคนิคการพัฒนา

ทั้งนี้ นักวิจัยได้แบ่งประเภทของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทั้งเหมือนกัน  
และแตกต่างกันไปในบางองค์ประกอบ อย่างไรก็ตามกล่าวได้ว่าโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่  
สามารถจำแนกประเภทของโปรแกรมประยุกต์ได้เป็นกลุ่มใหญ่ 2 กลุ่ม ได้แก่ (1) โปรแกรม  
ประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ และ (2) โปรแกรมประยุกต์บุคคลภายนอก ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 1) โปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ

โปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ เป็นโปรแกรมประยุกต์ ที่ถูกเขียนขึ้นมา  
เพื่อทำงานบนระบบปฏิบัติการใดระบบหนึ่งโดยเฉพาะ เช่น ไอโอเอส (iOS) แอนดรอยด์  
(Android) หรือ วินโดวส์ (Windows) เป็นต้น นักออกแบบโปรแกรมประยุกต์ต้องทำงานร่วมกับ

โปรแกรมเมอร์ และนักออกแบบอาจต้องทำงานร่วมกับผู้ใช้ หรือผู้ผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น ๆ เพื่อให้แนวทางการออกแบบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งสิ่งที่กล่าวมานั้นอาจยากเกินความสามารถของนักออกแบบ ดังนั้นนักออกแบบควรเน้นไปที่การสร้างประสบการณ์ให้กับผู้ใช้ และสร้างความสม่ำเสมอในการออกแบบ โปรแกรมประยุกต์ทั้งหมด (Dabner, 2014, p.170) ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ เช่น โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ โปรแกรมประยุกต์เครื่องคิดเลข และโปรแกรมประยุกต์ปฏิทิน เป็นต้น

## 2) โปรแกรมประยุกต์ของบุคคลภายนอก

โปรแกรมประยุกต์บุคคลภายนอก เป็นโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาโดยบริษัทอื่นที่ไม่ใช่บริษัทผู้พัฒนาระบบปฏิบัติการ หรืออีกด้านหนึ่งคือโปรแกรมประยุกต์ที่ไม่ได้พัฒนาโดยบริษัท แอปเปิ้ล (Apple Inc.) หรือ กูเกิล (Google Inc.) จะถูกเรียกว่าโปรแกรมประยุกต์บุคคลภายนอก (Christensson, 2014) ซึ่งโปรแกรมประยุกต์บุคคลภายนอกอาจมีลักษณะเป็นโปรแกรมประยุกต์ลูกผสมได้ด้วย Anand and Wasmer (n.d., pp.11, 15-16) กล่าวว่าโปรแกรมประยุกต์ลูกผสมเป็นโปรแกรมประยุกต์ ที่รวมคุณสมบัติของโปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการ และโปรแกรมประยุกต์เว็บเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้การทำงานตามแบบของระบบปฏิบัติการ ร่วมกับการแสดงผลแบบเว็บเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้โปรแกรมประยุกต์ลูกผสมมีความสามารถในการใช้งานโปรแกรมข้ามแพลตฟอร์มที่แตกต่างกันได้ ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ของบุคคลภายนอก เช่น โปรแกรมประยุกต์ไลน์ (Line application) และ โปรแกรมประยุกต์สภาพอากาศ (weather application) เป็นต้น

ทั้งโปรแกรมประยุกต์ของระบบปฏิบัติการและของบุคคลภายนอก เหมาะสมที่จะเป็นรูปแบบในการศึกษาการใช้งานส่วนต่อประสานของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์หลักของระบบปฏิบัติการ มีหน้าจอ (screen) และฟังก์ชันการใช้งาน (function) ของหน้าจอ นั้น ๆ ที่แตกต่างกันไป เช่น หน้าจอการโทร มีฟังก์ชันเป็นตัวเลข ฟังก์ชันโทรออก ฟังก์ชันลบหมายเลข เป็นต้น รายละเอียดดังตารางที่ 2.1 และเลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ของบุคคลภายนอก ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาโปรแกรมในแพลตฟอร์มแบบสังคมเครือข่ายมากยิ่งขึ้น ทำให้รูปแบบการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่และการส่งข้อความแบบเดิมเปลี่ยนไป (Levinson et al., 2011) โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้โปรแกรมประยุกต์ไลน์เป็นต้นแบบสำหรับโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมในการศึกษา ซึ่งมีหน้าจอ (screen) และฟังก์ชันการใช้งาน (function) เช่น หน้าจอห้องแชท ฟังก์ชันสติ๊กเกอร์ ฟังก์ชันแป้นพิมพ์ เป็นต้น ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ฟังก์ชันต่าง ๆ ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์

	เมนู (Menu)	ระดับที่ 1 (Level 1)		ระดับที่ 2 (Level 2)	
		หน้าจอ (Screen)	ฟังก์ชัน (Function)	หน้าจอ (Screen)	ฟังก์ชัน (Function)
โทรศัพท์ (Phone)	Dial (out)	การโทร	เป็นตัวเลข		
			โทรออก	สนทนา**	วางสาย
			ลบตัวอักษร/หมายเลข		ปิด/เปิดลำโพง
			เพิ่มรายชื่อผู้ติดต่อ		ปิด/เปิดไมโครโฟน
			ซ่อนปุ่ม		เพิ่มรายชื่อผู้ติดต่อ
					Bluetooth/Headset
					เป็นตัวเลข
	Dial (in)	รับการโทร	รับการโทร		
			ยกเลิกการโทร		
	Contacts	รายชื่อ	โทรออก	สนทนา**	**
			เพิ่มรายชื่อผู้ติดต่อ		
			เพิ่มรายละเอียดการติดต่อ		
	Call logs	ประวัติการโทร	โทรออก	สนทนา**	**
	Group	กลุ่มรายชื่อผู้ติดต่อ	โทรออก	สนทนา**	**

จากตารางที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ โดยแบ่งเมนูการใช้งาน (menu) เป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย การโทร (dial) รายชื่อ (contacts) ประวัติการโทร (call logs) และ กลุ่มรายชื่อผู้ติดต่อ (group) โดยมีระดับการเข้าถึงฟังก์ชันการใช้งานในแต่ละเมนู แบ่งได้เป็น 2 ระดับ โดยแต่ละระดับ ประกอบด้วยหน้าจอแสดงผล (screen) และฟังก์ชันการใช้งาน (function) ในแต่ละหน้าจอ

ตารางที่ 2.2 ฟังก์ชันต่าง ๆ ของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม

เมนู (Menu)	ระดับที่ 1 (Level 1)		ระดับที่ 2 (Level 2)	
	หน้าจอ (Screen)	ฟังก์ชัน (Function)	หน้าจอ (Screen)	ฟังก์ชัน (Function)
Friends	รายชื่อเพื่อน	เลือกเพื่อนสนทนา	การโทร	โทรฟรี
				โทรด้วยวิดีโอ
		เพิ่มเพื่อน	เมนูการตั้งค่า**	
		แก้ไขรายชื่อเพื่อน	แก้ไขรายชื่อเพื่อน	บล็อก/ปลดบล็อก
Chats	แชท	เลือกเพื่อนสนทนา	ห้องแชท	ย้อนกลับ
				สติ๊กเกอร์
				เป็นพิมพ์
				ข้อความเสียง
			เมนูช่วยการใช้งาน	เลือกรูป
				กล้อง
				เลือกวิดีโอ
				ข้อความเสียง
				ข้อมูลติดต่อ
				แชร์ตำแหน่งที่อยู่
				Keep
				LINE pay
				Gift shop
				ตารางนัด
			โทรออก	โทรฟรี
				โทรด้วยวิดีโอ
			เมนูช่วยเหลือ	เชิญเพื่อน
				เปิด/ปิดการแจ้งเตือน
				บล็อก/ปลดบล็อก
				แก้ไขชื่อ
				โน้ต
				อัมบิม
				รูป
				แก้ไขข้อความ
				การตั้งค่า
Timeline	ไทม์ไลน์	โพสต์ข้อความ	โพสต์	สติ๊กเกอร์
				เป็นพิมพ์
				เลือกรูป
				เลือกวิดีโอ
				แชร์ตำแหน่งที่อยู่
More	อื่นๆ	เมนูการตั้งค่า**		

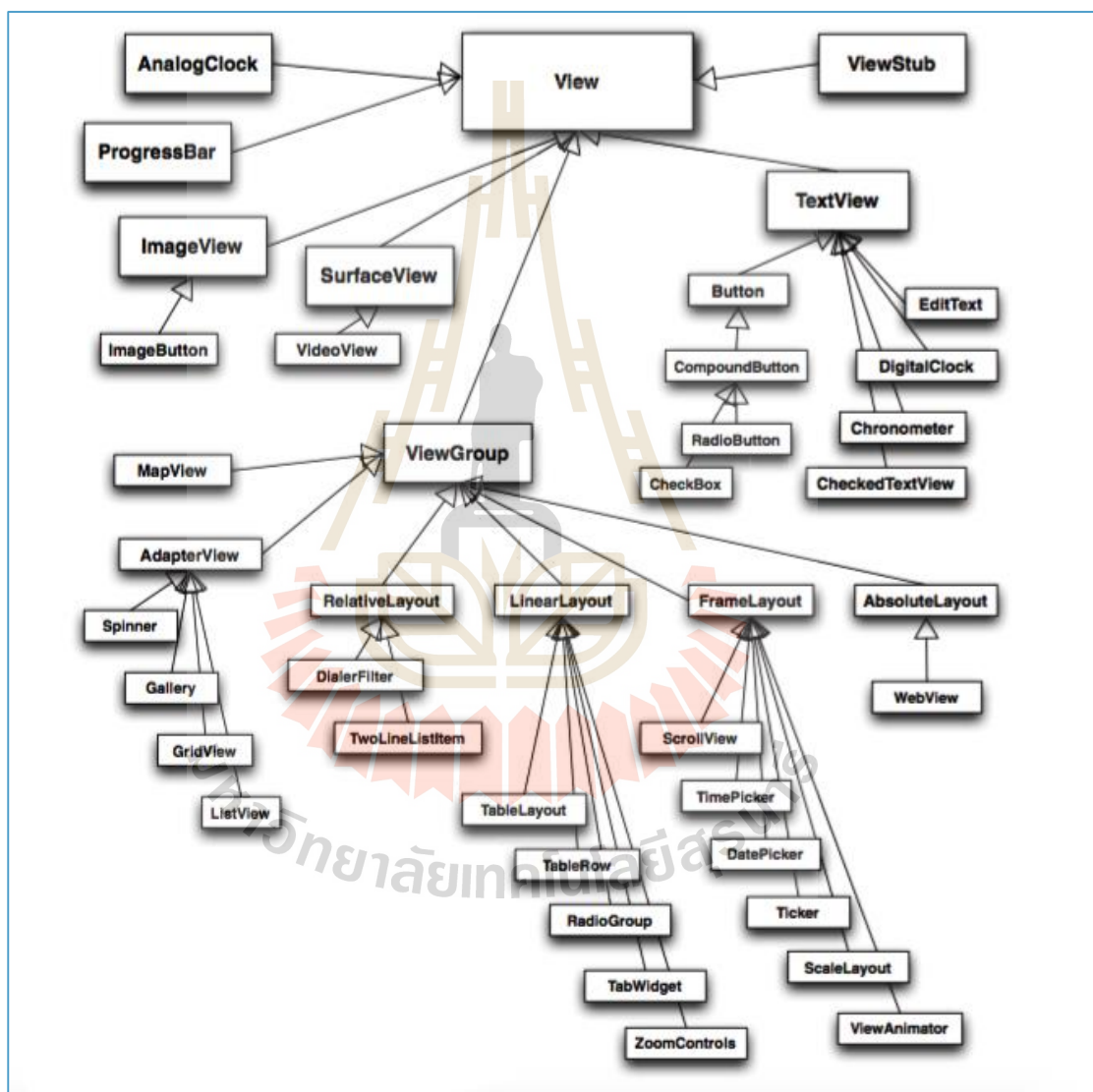
จากตารางที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม โดยแบ่งเมนูการใช้งานเป็น 4 ส่วน ประกอบด้วย รายชื่อเพื่อน (friends) แชท (chats) ไทม์ไลน์ (timeline) และอื่น ๆ (more) โดยมีระดับการเข้าถึงฟังก์ชันการใช้งานในแต่ละเมนู แบ่งได้เป็น 2 ระดับ โดยแต่ละระดับ ประกอบด้วยหน้าจอแสดงผล และฟังก์ชันการใช้งานในแต่ละหน้าจอ

#### 2.2.4 ส่วนโปรแกรมของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร (2555, น.15) กล่าวว่า ส่วนโปรแกรม (component) ของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ (mobile phone application) มีหลายส่วน ตัวอย่างเช่น ส่วนโปรแกรมจากโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเรียกส่วนโปรแกรมในการสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ว่า ระบบทรนนะ (view system) ที่ประกอบด้วยส่วนโปรแกรมต่าง ๆ เช่น ข้อความ ปุ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีนักวิชาการอีกหลายท่านได้กล่าวถึงส่วนโปรแกรมของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ดังนี้



Ableson, Sen, King, and Ortiz (2011, pp.75-76) ได้กล่าวถึงระบบทฤษฎีสำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในระบบแอนดรอยด์ ว่าประกอบด้วยส่วนโปรแกรม 7 ส่วน ได้แก่ (1) AnalogClock (2) ProgressBar (3) ImageView (4) SurfaceView (5) ViewGroup (6) TextView และ (7) ViewStub ดังรูปที่ 2.2 โดยส่วนของโปรแกรมเหล่านี้ยังมีส่วนโปรแกรมย่อยอีก เช่น TextView มี 5 ส่วนย่อย ประกอบด้วย Button, EditText, DigitalClock, Chronometer และ CheckedTextView



รูปที่ 2.2 ส่วนโปรแกรมในระบบทฤษฎีของแอนดรอยด์

(Ableson, Sen, King, and Ortiz, 2011, p.76)

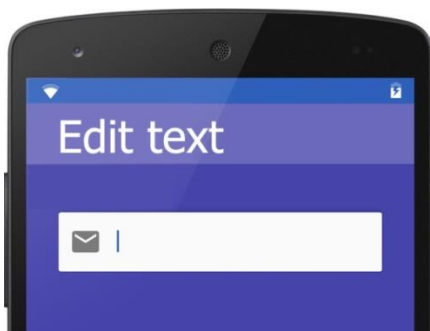
Lehtimaki (2012, pp.156-168) ได้อธิบายถึงส่วน โปรแกรมของระบบแอนดรอยด์ที่สำคัญบน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ที่เป็นส่วนที่ติดต่อโดยตรงระหว่างผู้ใช้และโทรศัพท์เคลื่อนที่ ประกอบด้วย 9 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อความ (text) (2) ปุ่ม (buttons) (3) ทอกเกิล (toggle) (4) การคัดเลือก (selection) (5) วัน เดือน ปี และเวลา (date and time) (6) โพรเกรสบาร์ (progress bars) (7) มีเดียวิดเจ็ต (media widgets) (8) สไลดิง ดรอเวอร์ (sliding drawer) และ (9) รายการ (lists)

Tutorialspoint (n.d.) ได้แบ่งส่วน โปรแกรมของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็น 13 ส่วน ประกอบด้วย (1) ทรศนะข้อความ (text view) (2) ขอบเขตข้อความ (edit text) (3) เติมข้อความอัตโนมัติ (autocomplete text view) (4) ปุ่ม (buttons) (5) ปุ่มภาพ (image buttons) (6) กดองเลือก (checkbox) (7) ปุ่มทอกเกิล (toggle buttons) (8) ปุ่มเรดิโอ (radio buttons) (9) เรดิโอกรุป (radio group) (10) โพรเกรสบาร์ (progress bars) (11) สปินเนอร์ (spinner) (12) พิกเกอร์เวลา (time picker) และ (13) พิกเกอร์วัน เดือน ปี (date picker)

อย่างไรก็ตาม Kurniawan (2008, p.893-894) กล่าวว่า ส่วนโปรแกรมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีผลกระทบต่อการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนหน้าจอ โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ได้แก่ ข้อความ ปุ่ม และเมนู ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

### 1) ข้อความ

ข้อความเป็นส่วน โปรแกรมที่เป็นพื้นฐานมากที่สุด ในส่วนเชื่อมประสานผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์ โดยข้อความมีส่วน โปรแกรมที่สำคัญ ประกอบด้วย (1) ทรศนะข้อความ (text view) ซึ่งเป็นส่วนแสดงผลข้อมูลให้ปรากฏบนหน้าจอ และ (2) แก้ไขข้อความ (edit text) เป็นส่วนสำคัญเพื่อแสดงการแก้ไขข้อมูล ผ่านทางขอบเขตข้อความ ผู้ใช้สามารถเพิ่มข้อความที่เป็นตัวอักษร หรือตัวเลขก็ได้ ซึ่งค่าโดยปริยาย (default) จะแสดงแบบ 1 บรรทัด แต่ผู้ใช้สามารถกำหนดเพิ่มเป็นแบบหลายบรรทัดได้ ซึ่งการเพิ่มจำนวนบรรทัดจะเพิ่ม โดยการกำหนดคุณสมบัติในส่วนของแอตทริบิวต์บรรทัด (line attribute) ว่าเป็นแบบ 1 บรรทัด หรือแบบหลายบรรทัดก็ได้ และการกำหนดประเภทค่าข้อมูลนำเข้า (input type) จะทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานการเพิ่มข้อมูลได้ง่ายขึ้น (Lehtimaki, 2012, pp.156-168; Tutorialspoint, n.d.) ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างส่วนโปรแกรมแบบข้อความ

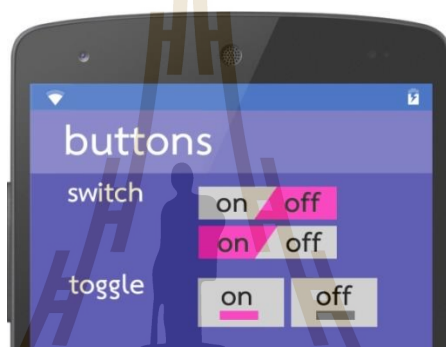
ข้อเสนอแนะในการออกแบบข้อความที่เป็นตัวอักษรและตัวเลข มี 3 ข้อ คือ (1) ความเข้าใจและรับรู้ง่าย เช่น การวางโครงสร้างเนื้อหาอย่างเป็นระบบ การเว้นวรรคตอนและกำหนดช่องว่างระหว่างคำ เป็นต้น (2) ความเด่นชัด เช่น ตัวหนังสือต้องมีขนาดใหญ่ อ่านง่าย หรือการใช้สีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน เป็นต้น และ (3) ความแตกต่าง เช่น การใช้อักษรตัวหนา ตัวเอน ตัวขีดเส้นใต้ ตัวยก หรือตัวห้อย เพื่อให้การอ่านเกิดความชัดเจน เป็นต้น โดยการออกแบบความกว้างของตัวอักษรจะขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นที่หน้าจอลักษณะที่ใช้งาน (สุทธิ ศรีบูรพา, 2540, น.432-443; พสุ โลหารชุน, 2544, น.292) สำหรับหน่วยขนาดอักษรโดยทั่วไปจะวัดในหน่วย พอยต์ (point) แต่สามารถวัดในหน่วยมิลลิเมตร หรือเป็นนิ้วได้ โดยวัดตั้งแต่ยอดปลายหางอักษรที่ชี้ขึ้นบน ถึงสุดปลายหางอักษรที่ชี้ลงล่าง (ธวัชชัย ศรีสุเทพ, 2549)

## 2) ปุ่ม

ปุ่มเป็นส่วน โปรแกรมพื้นฐานของการใช้งานที่มีอยู่ในส่วนเชื่อมประสานผู้ใช้ในทุกแพลตฟอร์ม (platforms) ซึ่งผู้ใช้โทรศัพท์จะรู้และเข้าใจการใช้งานปุ่มเป็นอย่างดี โดยปุ่มของแอนดรอยด์จะมีสถานะการแสดงผลที่ครบถ้วนสำหรับการใช้งานบน โทรศัพท์เคลื่อนที่ประกอบด้วย (1) ปุ่มภาพ (image button) เป็นส่วนขยายเพิ่มเติมจากคำโดยปริยายของปุ่ม โดยใช้รูปภาพเพื่อทำหน้าที่แทนปุ่ม หรือการเพิ่มรูปภาพเข้าไปบนหน้าปุ่มก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.4 (2) ปุ่มแบบทอกเกิล (toggle button) เป็นชื่อเรียกที่มีลักษณะเป็นนัย บ่งบอกถึงลักษณะการใช้งานที่มีความเหมือนจริง โดยปุ่มมีลักษณะแสดงถึงสถานะเปิดและสถานะปิด ดังรูปที่ 2.5 และ (3) สวิตช์ (switch) มีลักษณะการใช้งานที่คล้ายกับ ปุ่มแบบทอกเกิล แต่มีความแตกต่างกันมากกว่า โดย สวิตช์ ถูกออกแบบให้มีลักษณะที่แสดงให้เห็นความแตกต่างของสถานะเปิดและปิด ได้อย่างชัดเจน (Lehtimaki, 2012, pp.156-168; Tutorialspoint, n.d.) ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างส่วนโปรแกรมแบบปุ่มภาพ



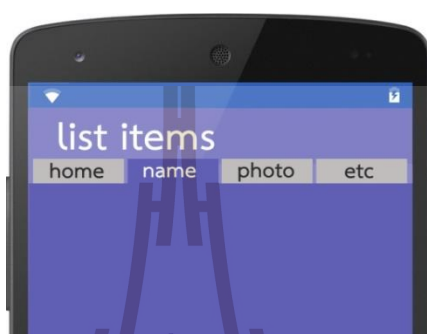
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างส่วนโปรแกรมแบบทอกเกิลและแบบสวิตช์

ปุ่ม มีความแตกต่างกันในแต่ละบริบทการใช้งาน ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเริ่มต้นใช้งานหรือสั่งการในงานส่วนนั้น ๆ ได้ทันที โดยปุ่มเป็นส่วนโปรแกรมที่พบมากที่สุด ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ และถูกใช้งานในทุกระบบปฏิบัติการ โดยรูปแบบหรือลักษณะการทำงานคล้ายกับลิงก์เชื่อมโยง (link) สามารถใช้งานแทนกันได้ ซึ่งการออกแบบปุ่มในระบบสัมผัสที่จะต้องสังเกตเห็นได้ง่าย มีความชัดเจนด้วยการใช้สีพื้นหลังช่วยให้เกิดความเด่นชัด และขนาดของปุ่มควรมีขนาดเป็นสองเท่าของขนาดข้อความในหน้าเริ่มต้น แต่โดยให้ปุ่มทั่วไปมีขนาดเล็กลงเพื่อใช้งานในส่วนรายการ หรือส่วนที่สำคัญลดหลั่นกันลงมา ส่วนความกว้างของปุ่มอาจงที่หรือยืดหยุ่นตามขนาดของข้อความบนปุ่ม แต่ขนาดปุ่มที่อยู่ในแนวตั้งต้องมีขนาดที่เท่ากัน (Hoolber and Berkman, 2012)

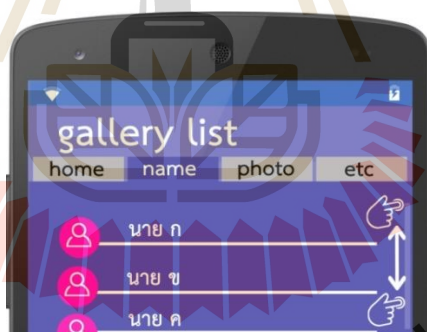
### 3) เมนู

เมนู เป็นส่วนโปรแกรมที่มีรูปแบบการใช้งานเหมือนรายการ (list) ถูกใช้ในแพลตฟอร์มของแอนดรอยด์ เพื่อการใช้งานแบบให้เลือกตามที่ต้องการ ทำให้เกิดความยืดหยุ่น และมีความหลากหลายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย (1) รายการไอเท็ม (list items) คือ ฟังหรือเลย์เอ๊าท์ (layout) แบบง่าย ที่สามารถกำหนดให้เป็นรายการแบบคงที่ได้โดยไม่ต้องใช้การ

เลื่อน (non-scrolling) แต่ต้องระวังไม่ให้การวางตำแหน่งของรายการไปขวางการทำงานของส่วนการแสดงผลอื่น ๆ ดังรูปที่ 2.6 (2) รายการแกลเลอรี (gallery list) โดย แกลเลอรี คือ รายการที่เลื่อนได้ในแนวนอนหรือแนวขวางขณะที่มีการเลือกหัวข้อซึ่งอยู่ตำแหน่งกลางของรายการ มีวิธีการทำงานคล้ายกับรายการไอเท็ม โดยแกลเลอรีสามารถกำหนดไอเท็มได้อย่างอิสระ (Lehtimaki, 2012, pp.156-168; Tutorialspoint, n.d.) ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างรายการไอเท็ม



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างรายการแกลเลอรี

จากรูปแบบการใช้งานส่วน โปรแกรมและข้อเสนอแนะด้านการออกแบบส่วนโปรแกรม 3 ส่วนที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกศึกษาส่วนโปรแกรมทั้ง 3 ส่วน ได้แก่ ข้อความ ปุ่ม และเมนู เพราะเป็นส่วนโปรแกรมที่มีผลต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ และนำข้อเสนอแนะในด้านการออกแบบส่วนโปรแกรมใช้เป็นแนวทางในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้นวัตกรรมเคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

### 2.2.5 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (user interface design) เป็นกระบวนการสำคัญในการผลิตซอฟต์แวร์ เพราะมีหน้าที่ประสานการทำงานระหว่างผู้ใช้กับระบบ ซึ่งส่งผลมากต่อการตัดสินใจของผู้ใช้ ในการเลือกซอฟต์แวร์ใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แสดงผลผ่านจอแสดงผลมีหลายจุดประสงค์ เช่น เพื่อสื่อความหมาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับระบบได้ อีกทั้งช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่ายขึ้น ด้วยความชัดเจน (กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล และพนิดา พานิชกุล, 2550, น.188)

นันทิยา ยะประดิษฐ์ (2554, น.9) กล่าวว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ คือ การออกแบบการส่วนติดต่อบetweenผู้ใช้กับระบบ โดยมุ่งเน้นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้มีการออกแบบการโต้ตอบเพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้ โดยใช้ 2 วิธีการ คือ (1) วิธีการในเชิงจิตวิทยาของมนุษย์ คือ การที่ผู้ใช้ต้องมีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กับระบบคอมพิวเตอร์ และ (2) วิธีการในเชิงคอมพิวเตอร์ คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการประมวลผลข้อมูลให้ได้สารสนเทศตามที่ต้องการ

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์ (2549, น.294) กล่าวว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ คือ การออกแบบส่วนต่อประสานที่มุ่งเน้นวิธีการปฏิสัมพันธ์เพื่อการใช้งานระหว่างผู้ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ โดยมี 2 ส่วนสำคัญ คือ (1) การเรียนรู้ของผู้ใช้ และ (2) การโต้ตอบของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ เพื่อให้ผู้ใช้เกิดความสนใจ

กิตติ ภัคดีวัฒน์กุล และพนิดา พานิชกุล (2550, น.188,381) กล่าวว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า การออกแบบจอภาพ (screen design) หมายถึง การออกแบบส่วนต่อประสานระหว่างผู้ใช้และ โปรแกรมประยุกต์ เพื่อนำเสนอข้อมูล และใช้งานโปรแกรมประยุกต์ด้วยการโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ โดยให้จอคอมพิวเตอร์เป็นสื่อที่ใช้เชื่อมประสานกับผู้ใช้

จรณิต แก้วกั้งวาล (2540, น.24) กล่าวถึงแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ว่าเป็นการออกแบบที่ผสมผสาน 2 ศาสตร์ คือ ด้านจิตวิทยาและด้านคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน ซึ่งมีพื้นฐานแนวคิดที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ด้านจิตวิทยาเน้นเกี่ยวกับคน ขณะที่ด้านคอมพิวเตอร์จะเน้นเกี่ยวกับอุปกรณ์ หรือ โปรแกรมประยุกต์

Johnson (2007, p.334) กล่าวว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เป็นการออกแบบการปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับการทำงานของซอฟต์แวร์ และเกี่ยวกับผู้ใช้ในเรื่องความสะดวก รวมไปถึงความง่ายในการเรียนรู้ของผู้ใช้ต่อการใช้งาน

Glitz (2007, p.4) อธิบายถึงการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ว่าเป็นส่วนหนึ่งของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ (Human-Computer Interface: HCI) ซึ่งการออกแบบส่วนต่อประสานที่เหมาะสม ต้องผสมผสานการออกแบบทั้งในส่วนนำเข้า (input) และส่วนส่งออก (output) ของข้อมูล บนพื้นฐานของความต้องการ ความสามารถและข้อจำกัดของผู้ใช้ ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพการใช้งาน ซึ่งส่วนต่อประสานที่ดีจะต้องให้ความสำคัญกับข้อมูลและการใช้งาน โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเห็นถึงกลไกการทำงานของระบบ

Stone (2005, p.89,628) กล่าวว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ คือ การออกแบบกิจกรรมที่เกี่ยวกับการปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบและผู้ใช้ อีกทั้งกล่าวถึงความสำคัญสองประการที่ต้องรู้ในการออกแบบส่วนต่อประสาน ประกอบด้วย สารสนเทศ และความรู้ในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยด้านสารสนเทศได้จากงาน และกิจกรรม ส่วนด้านความรู้ในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ได้จากประสบการณ์การทำงานของผู้ใช้ และได้จากแนวคิดทฤษฎี เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยาการรู้คิด เป็นต้น

McKay (2013, p.3,129) กล่าวว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ คือ การออกแบบการสื่อสารกับผู้ใช้เพื่อให้สามารถใช้งานได้ โดยเน้นไปที่การสื่อสารเพื่อการใช้งาน และเพื่อการตัดสินใจ เช่น การเลือกตัวควบคุม การออกแบบไอคอน สี แพนผัง เป็นต้น นอกจากนี้ McKay กล่าวเพิ่มเติมว่ามีหลายคนมักสับสนระหว่างคำว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ กับการออกแบบกราฟิก ซึ่งการออกแบบกราฟิกเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่สำคัญของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ในขณะที่การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ มีการออกแบบปฏิสัมพันธ์เป็นส่วนสำคัญ

จากความหมายข้างต้นของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สรุปได้ว่า คือ การผสมผสานส่วนนำเข้าและส่วนส่งออกข้อมูล โดยอาศัยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้และคอมพิวเตอร์รวมเข้าด้วยกัน คือ ศาสตร์ด้านจิตวิทยา ซึ่งเน้นการออกแบบการโต้ตอบ เพื่อดึงดูดความสนใจจากผู้ใช้ และช่วยให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การโต้ตอบได้ และศาสตร์ด้านคอมพิวเตอร์ ที่เน้นการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และการทำงานของซอฟต์แวร์ เพื่อประมวลผลข้อมูลสารสนเทศให้ได้ผลลัพธ์ตามความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้มีเป้าหมายเพื่อให้เกิดความสะดวก และความง่ายในการเรียนรู้การใช้งาน โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเห็นกลไกการทำงานของระบบ งานวิจัยนี้เน้นที่การศึกษาเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

### 2.2.6 หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

ปีติ พูนไชยศรี และคณะ (2534, น.73-79) และสุทธิ ศรีบุรพา (2540, น.463-466) ได้กล่าวถึงหลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบที่เหมาะสม เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) ที่อาจเกิดขึ้น 3 ประการ ดังนี้

1) หลักความสะดวกและชัดเจน (clear and compatible principle) เป็นการจัดวางส่วนควบคุมและส่วนต่อประสาน ให้อยู่ในระยะเวลาที่สามารถควบคุมการใช้งานได้สะดวกและสายตาสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

2) หลักความเคยชิน หรือหลักสามัญสำนึก (population stereotype) เป็นการออกแบบตามหลักความเคยชิน มีลักษณะการตอบสนองแบบทันทีทันใดด้วยสัญชาตญาณที่เกิดจากจิตใต้สำนึกของมนุษย์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ลดเวลาในการเรียนรู้ ลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น และลดความเครียดที่อาจจะเกิดขึ้น

3) หลักการจัดเป็นกลุ่มอุปกรณ์และส่วนต่อประสาน (coding methods) เป็นการจัดกลุ่มอุปกรณ์ ซึ่งเป็นวิธีที่ทำให้การปฏิบัติงานง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น เพราะการออกแบบส่วนควบคุมไม่สามารถใช้หลักความเคยชินหรือหลักสามัญสำนึกในการออกแบบได้ทั้งหมด อีกทั้งบางระบบการทำงาน และบางสถานการณ์ไม่สนับสนุนการใช้งาน โดยแบ่งการจัดกลุ่มเป็น 7 รูปแบบ ดังนี้

3.1) การจัดกลุ่มตามขนาด (size) ขนาดที่มีความแตกต่างกันจะช่วยแยกแยะการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละประเภทได้

3.2) การจัดกลุ่มตามตำแหน่ง (location) ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์เป็นสิ่งที่ป้องกันการใช้งานที่อาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

3.3) การจัดกลุ่มตามรูปร่าง (shape) อุปกรณ์ควบคุมที่มีรูปร่างแตกต่างกันช่วยให้ผู้ใช้เกิดความชัดเจนจากการใช้สายตามองอุปกรณ์ควบคุม

3.4) การจัดกลุ่มตามพื้นผิว (texture) คุณลักษณะของพื้นผิว สามารถช่วยลดความสับสนรวมถึงป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานได้

3.5) การจัดกลุ่มตามสี (color) สีถูกนำมาใช้ในการจัดกลุ่ม รวมทั้งช่วยกำหนดความหมายสามารถให้ข้อมูลได้เป็นอย่างดี เช่น สีแดง หมายถึง หยุดการทำงาน สีเหลือง หมายถึง เฝ้าระวังหรือเตรียมตัว เป็นต้น

3.6) การจัดกลุ่มตามป้ายฉลาก (label) เป็นการจัดกลุ่มที่ใช้มากที่สุด แต่ไม่ควรใช้ข้อความที่ยาวเกินไปหรือต้องอาศัยการเรียนรู้เพิ่มเติม ควรกำหนดข้อความหรือรายละเอียดที่สั้น กระชับและเข้าใจง่าย ให้เกิดความสอดคล้องกับส่วนต่อประสานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง



3.7) การจัดกลุ่มตามวิธีการใช้งาน (operation) ควรวางส่วนแสดงผลให้อยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยตำแหน่งที่เหมาะสม คือ ตำแหน่งด้านล่าง หรือด้านขวาของอุปกรณ์ควบคุม

Shneiderman and Plaisant (2010, p.88-89) และจรณิต แก้วกั้งวาล (2540, น.229-231) ได้กำหนดหลักการออกแบบสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสาน 8 ประการ ดังนี้

1) กำหนดความคงที่ (strive for consistency) การกำหนดความคงที่สำหรับการออกแบบส่วนต่าง ๆ ของเมนู สัญลักษณ์ และรูปแบบอักษรต่าง ๆ ควรมีความสม่ำเสมอเพื่อให้มีรูปแบบเดียวกัน เพราะผู้ใช้เกิดความสับสนจากการออกแบบที่ใช้รูปแบบที่มีหลากหลายมากเกินไป

2) การใช้งานที่ครอบคลุม (cater to universal usability) การออกแบบเพื่อสร้างความเหมาะสมและเกิดความพึงพอใจต่อการใช้งานให้ครอบคลุมกับผู้ใช้ทุกกลุ่ม ตั้งแต่ผู้ใช้มือใหม่จนถึงผู้เชี่ยวชาญ เช่น กำหนดคำอธิบายการใช้งานโปรแกรม สำหรับผู้ใช้มือใหม่ ขณะเดียวกันก็สามารถเลือกข้ามคำอธิบายโปรแกรมได้ สำหรับผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น

3) ตอบกลับอย่างมีความหมาย (offer informative feedback) ควรให้มีข้อมูลป้อนกลับทุกครั้งที่มีการปฏิสัมพันธ์ อาจให้ข้อมูลป้อนกลับสั้น ๆ สำหรับงานที่ไม่สำคัญมาก เช่น เมื่อมีการส่งอีเมลจะได้ข้อมูลป้อนกลับว่า “it has been sent” เป็นต้น แต่ถ้าเป็นงานที่ไม่ได้ทำบ่อยหรือเป็นกิจกรรมที่สำคัญ ข้อมูลป้อนกลับควรอธิบายให้ชัดเจน ซึ่งข้อมูลป้อนกลับจะเป็นตัวเร้าที่ดีสำหรับผู้ใช้ทำให้ผู้ใช้มีความรู้สึกว่าการได้ควบคุมและโต้ตอบกับระบบอยู่

4) ออกแบบการโต้ตอบถึงจุดสิ้นสุด (design dialogs to yield closure) ออกแบบให้ขั้นตอนการทำกิจกรรมมีจุดเริ่มต้น ระหว่างดำเนินการ และจุดสิ้นสุด ซึ่งการให้คำอธิบายเพื่อดำเนินการ เช่น ข้อมูลป้อนกลับว่า “file saving” เพื่อแสดงการทำงานของระบบในการบันทึกข้อมูล และ ข้อมูลป้อนกลับว่า “file saved” เพื่อบอกการสิ้นสุดของการทำงาน เป็นต้น ทำให้ผู้ใช้พอใจและไม่เกิดความสับสน

5) ป้องกันความผิดพลาด (prevent errors) ระบบควรมีระบบป้องกันและกระบวนการจัดการแก้ไขความผิดพลาดจากผู้ใช้อย่างชัดเจน ควรสื่อสารให้ผู้ใช้เข้าใจว่าต้องทำอะไรต่อไป เช่น เมื่อมีการกดปุ่มผิดที่ หรือป้อนข้อมูลผิดพลาด ระบบจะมีข้อความเตือนผู้ใช้ว่า “ป้อนข้อมูลผิดพลาด” ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มความถูกต้องมากขึ้น

6) อนุญาตให้แก้ไขกลับอย่างง่าย (permit easy reversal of actions) ในการดำเนินการกับระบบ หากเกิดข้อผิดพลาด ควรให้ผู้ใช้สามารถย้อนกลับเพื่อแก้ไขได้ง่าย ทำให้ผู้ใช้ไม่รู้สึกกลัวและกังวลกับการใช้งานระบบ ทำให้ผู้ใช้เกิดความกล้าในการทดลองใช้งานในระบบใหม่ ๆ โดยจะกำหนดให้เป็นการแก้ไขกลับแบบขั้นตอนเดียว หรือแบบหลายขั้นตอนก็ได้

7) สนับสนุนการควบคุมระบบจากภายใน (support internal locus of control) เมื่อผู้ที่มีประสบการณ์การใช้งานมานาน ย่อมต้องการเป็นผู้ควบคุมการทำงานระบบด้วยตัวผู้ใช้อเอง ระบบที่ดีจึงควรมีการออกแบบให้เกิดการตอบสนองต่อการดำเนินการของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้เป็นผู้เริ่มการใช้งานระบบด้วยตนเอง ไม่ใช่เป็นเพียงผู้ตอบสนองต่อระบบ

8) ลดภาระความจำระยะสั้น (reduce short-term memory load) ความจำระยะสั้นของมนุษย์มีความจำกัด การนำเสนอการแสดงผลจึงต้องทำให้เรียบง่ายไม่ซับซ้อน ตัวเลือกบนหน้าจอมีขนาดพอเหมาะไม่มากเกินไป ลดความยาวของเวลาที่นำเสนอเนื้อหาเพื่ออำนวยความสะดวกกับความจำระยะสั้นของผู้ใช้

ขณะที่ Mandel (1997, p.3-27 อ้างถึงใน กิตติ ภัคดีวัฒนะกุลและพนิดา พาณิชกุล, 2550, น.189-191) ได้กำหนดกฎ 3 ประการในการออกแบบส่วนต่อประสาน คือ (1) ให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุม (2) ลดภาระความจำของผู้ใช้ และ (3) สร้างส่วนต่อประสานที่สอดคล้องกัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) กำหนดผู้ใช้เป็นผู้ควบคุม (place the user in control) เป็นหลักการที่อนุญาตให้ผู้ใช้มีอิสระในการควบคุมระบบและแก้ไขระบบได้ในบางส่วนของระบบตามต้องการ รายละเอียดดังนี้

1.1) ผู้ใช้โต้ตอบกับระบบ เฉพาะส่วนที่จำเป็น เช่น โปรแกรมตรวจสอบคำผิด เมื่อโปรแกรมตรวจพบ ก็อนุญาตให้ผู้ใช้ดำเนินการแก้ไขเอง โดยไม่ต้องบังคับผู้ใช้ให้เข้าไปใช้งานในส่วนที่ผู้ใช้ไม่ได้เกี่ยวข้อง เป็นต้น

1.2) ความยืดหยุ่นของผู้ใช้ในการโต้ตอบกับระบบ โดยผู้ใช้สามารถใช้เมาส์ คีย์บอร์ด ปากกาแสง หรือเสียง สำหรับสั่งงานระบบได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการใช้งานนั้น เช่น ใช้คีย์บอร์ดในการพิมพ์เอกสาร หรือใช้ปากกาแสงในการวาดรูป เป็นต้น

1.3) ผู้ใช้สามารถสลับงานและยกเลิกงานบางอย่างได้ เช่น ผู้ใช้กำลังใช้งานโปรแกรมพิมพ์งานเอกสาร ก็สามารถสลับการทำงานไปยังโปรแกรมวาดภาพเพื่อนำงานภาพมาไว้ในงานเอกสาร หรือหยุดการทำงานของโปรแกรมก็ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลหรือการสูญหายของงาน เป็นต้น

1.4) เตรียมเครื่องมือสร้างการทำงานแบบอัตโนมัติให้กับผู้ใช้ เช่น โปรแกรมควรมีทางเลือกสำหรับผู้ใช้ที่มีทักษะสูง แต่ต้องทำงานเดิมซ้ำ ๆ สามารถรวมคำสั่งที่ต้องทำซ้ำ ไว้ภายใต้ปุ่มคำสั่ง เพื่อลดการทำงานที่ซ้ำซ้อนและซึ่งจะช่วยให้ทำงานได้รวดเร็วขึ้น เป็นต้น

1.5) หลีกเลี่ยงการใช้งานด้านเทคนิคกับผู้ใช้ทั่วไป การใช้คำสั่งเชิงโปรแกรมในการติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์โดยตรงไม่จำเป็นสำหรับผู้ใช้โดยทั่วไป หากจำเป็นต้องติดต่อกับระบบคอมพิวเตอร์ อาจแก้ไขโดยกำหนดให้โปรแกรมช่วยเหลือสำหรับผู้ใช้ทั่วไปแทน เพื่อให้การติดต่อกับระบบเป็นไปอย่างสะดวกและง่ายขึ้น เป็นต้น

1.6) ผู้ใช้สามารถทำงานโดยตรงกับชิ้นงานได้ทันที เช่น ผู้ใช้สามารถปรับขนาดรูป การพิมพ์ข้อความ หรือการคำนวณตัวเลขที่เห็นผลลัพธ์ได้ในขณะใช้งาน เป็นต้น

2) ลดภาระความจำของผู้ใช้ (reduce the user's memory load) หลักการออกแบบที่ดีควรให้ระบบหรือโปรแกรมจัดเก็บรายละเอียด การโต้ตอบที่เกิดจากการใช้งานของผู้ใช้เอาไว้ เพื่อเตือนความจำ ไม่ควรให้ผู้ใช้จดจำรายละเอียดในการใช้งานมากเกินไป เพราะหากผู้ใช้ต้องจดจำรายละเอียดทุกอย่างของการทำงานมากเกินไป อาจทำให้ผู้ใช้เสี่ยงต่อความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1) ควรลดการจำการใช้งานก่อนหน้าขณะที่ใช้โปรแกรมนั้นอยู่ เช่น ควรมีลำดับรายการของงานเดิมที่ผู้ใช้เคยใช้แล้ว เพื่อการตรวจสอบ โดยไม่ต้องนึกย้อนด้วยตัวเอง

2.2) ควรกำหนดค่าเริ่มต้นการใช้งานกับผู้ใช้ทั่วไปให้เหมาะสม เช่น กำหนดคำสั่งให้กลับสู่ค่าเริ่มต้นหรือกลับสู่เมนูหลัก รวมทั้งมีตัวเลือกอื่นให้ผู้ใช้ปรับแต่งการใช้งานเองได้

2.3) ควรสื่อความหมายของคีย์ลัดให้จดจำง่ายและชัดเจน เช่น คำสั่ง `ctrl+s` ที่ใช้อักษรย่อแทนคำที่ใช้อยู่โดยปกติ หมายถึง การบันทึก หรือ save

2.4) ควรแสดงสถานะการทำงานของผู้ใช้ โดยระบุเครื่องหมายหรือข้อความบอกสถานะการทำงานของผู้ใช้ในขณะนั้นว่าดำเนินการถึงขั้นตอนใดแล้ว เช่น การใช้สัญลักษณ์นาฬิกาทราย เพื่อบอกสถานะการรอคอย เป็นต้น

2.5) ควรแสดงรายละเอียดการใช้งานพอสังเขปในเบื้องต้น เช่น การใช้งานเมนูบันทึกข้อมูลที่มีเมนูย่อย หากผู้ใช้ต้องการบันทึกข้อมูลในลักษณะอื่น สามารถคลิกเลือกเมนูย่อยจากปุ่มลูกศรได้

3) สร้างส่วนต่อประสานที่สอดคล้องกัน (make the interface consistent) ส่วนต่อประสานต้องสอดคล้องเชื่อมโยงกัน ในทุกส่วนของการทำงานภายใต้โปรแกรมเดียวกันหรือโปรแกรมที่อยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกัน อีกทั้งต้องมีส่วนนำทางการใช้งานสำหรับผู้ใช้รายละเอียดดังนี้

3.1) ส่วนประกอบหลักของการทำงานบนหน้าจอภาพจะต้องสอดคล้องกัน เช่น บนหน้าจอแสดงผลต้องให้ผู้ใช้ทราบเสมอว่ากำลังดำเนินงานอยู่ในขั้นตอนใด

3.2) โปรแกรมที่อยู่ในกลุ่มผลิตภัณฑ์เดียวกัน ต้องมีส่วนต่อประสานที่เหมือนกัน และสอดคล้องกัน เช่น โปรแกรมไมโครซอฟท์ ออฟฟิศ (Microsoft Office) ที่ประกอบด้วยโปรแกรมเวิร์ด (Word) เอ็กเซล (Excel) แอคเซส (Access) และเพาเวอร์พอยต์ (Powerpoint) แต่ก็มีลักษณะการออกแบบส่วนต่อประสาน และการใช้งานพื้นฐานคล้ายกันที่สามารถใช้งานร่วมกันได้

3.3) ไม่ควรเปลี่ยนลักษณะการโต้ตอบกับระบบที่โปรแกรมส่วนใหญ่นิยมใช้งาน เช่น คำสั่ง `ctrl+s` ใช้แทนการบันทึกข้อมูล แต่หากผู้พัฒนาเปลี่ยนคำสั่งไปใช้เพื่อการเปิดข้อมูลแทนก็จะทำให้ผู้ใช้เกิดความสับสนได้

จากหลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีนักวิชาการได้กล่าวเอาไว้ข้างต้น สามารถสรุปหลักการออกแบบส่วนต่อประสานได้เป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ควบคุมโดยผู้ใช้ (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ลดภาระความจำของผู้ใช้ และ (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีความสอดคล้องคงที่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ควบคุมโดยผู้ใช้ เป็นหลักการที่ทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของระบบในบางส่วนได้โดยสะดวกและมองเห็นได้อย่างความชัดเจน โดยมีหลักการดังนี้ (1) อนุญาตให้แก้ไขกลับได้ง่าย และ (2) สนับสนุนการควบคุมจากภายใน

2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ลดภาระความจำของผู้ใช้ เป็นหลักการที่ใช้หลักความเคยชิน หรือหลักสามัญสำนึกที่เกิดจากจิตใต้สำนึก ซึ่งจะช่วยลดความผิดพลาด ความสับสนในการใช้งานและเวลาในการเรียนรู้ของผู้ใช้ลง โดยมีหลักการดังนี้ (1) ความพอใจต่อการใช้งานที่ครอบคลุม (2) เสนอข้อมูลป้อนกลับอย่างมีความหมาย (3) ออกแบบการโต้ตอบถึงจุดสิ้นสุด (4) ป้องกันความผิดพลาด และ (5) ลดภาระความจำระยะสั้น

3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีความสอดคล้องคงที่ เป็นหลักการของการจัดกลุ่มตามคุณลักษณะของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ได้แก่ ขนาด ตำแหน่ง รูปร่าง พื้นผิว สี ป้ายฉลาก และวิธีการใช้งาน โดยมีหลักการดังนี้ (1) ดำรงความคงที่ และ (2) ออกแบบการโต้ตอบถึงจุดสิ้นสุด

ในงานวิจัยนี้ใช้หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ข้างต้น เพื่อออกแบบและพัฒนารูปแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.2.7 ส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

Bertin (1989) ได้สกัดส่วนประกอบของการออกแบบมาจากตัวแปรของการมองเห็น (visual variables) หรือตัวแปรทางสายตา (retinal variables) ทั้งนี้ตัวแปรดังกล่าวเกิดจากการเปรียบเทียบจากสิ่งที่ตามองเห็นโดยไม่ต้องมีการประมวลผลที่ส่วนการรู้คิด (cognitive processor) แต่ใช้ส่วนประมวลผลการรับรู้ (perceptual processor) ผ่านการมองด้วยสายตาเท่านั้น มีทั้งหมด 6 ส่วน ได้แก่ รูปร่าง (shape) ขนาด (size) ค่าหรือน้ำหนัก (value) พื้นผิว (texture) สีแท้ (hue of color) และทิศทาง (orientation)

Feldman (1992, p.207) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของการออกแบบว่าประกอบด้วย เส้น (line) รูปร่าง แสงมืดและสว่าง (light and dark) สี (color) และพื้นผิว

Hashimoto and Clayton (2009, p.1) มองในภาพรวมของการออกแบบว่าประกอบด้วย เส้น รูปร่าง ที่ว่าง (Space) ค่าหรือน้ำหนัก ปริมาตร (volume) สี และพื้นผิว ซึ่งทั้งหมดต่างเป็นส่วนประกอบของการออกแบบ (element of design)

Gatto, Porter and Selleck (2011) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของการออกแบบว่า ประกอบด้วย เส้น สี รูปร่าง รูปทรง (form) ค่าหรือน้ำหนัก ที่ว่าง และพื้นผิว

Landa (2011, p.16) ได้แบ่งส่วนประกอบของการออกแบบในลักษณะเฉพาะที่เป็นสองมิติ เป็น 5 ส่วน คือ เส้น รูปร่าง สี ที่ว่าง และพื้นผิว

Sharin (2012, p.54) ได้แบ่งส่วนประกอบสำหรับการออกแบบเป็น 3 ส่วนหลัก ประกอบด้วย เส้น จุด และรูปร่าง และส่วนประกอบสำหรับการออกแบบในส่วนเสริมอื่นอีก อาทิ สี เป็นต้น

Evans and Thomas (2013, p.18) ได้แบ่งส่วนประกอบเพื่อการออกแบบ เป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) ส่วนประกอบที่มองเห็นได้ชัดเจน (tangible elements) ประกอบด้วย เส้น พื้นผิว รูปร่าง ที่ว่าง และอักษร (typeface) และ (2) ส่วนเสริมของแต่ละส่วนประกอบ (examples of elements) ประกอบด้วย ขนาด สี ค่าหรือน้ำหนัก และปริมาตร

เครือจิต ศรีบุญนาค และคณะ (2542, น.32,73) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของการออกแบบ สำหรับการมองเห็นของมนุษย์ ประกอบด้วย ตำแหน่ง (position) ขนาด สี รูปร่าง เส้น พื้นผิว และความหนาแน่น (density) แต่หากแบ่งส่วนประกอบของการออกแบบ โดยใช้เกณฑ์การรับรู้ทางทัศนศิลป์ จะประกอบด้วย สี น้ำหนัก เส้น ผิว รูปร่าง รูปทรง และที่ว่าง

วิรุณ ตั้งเจริญ (2539, น.21) ได้แบ่งส่วนประกอบของการออกแบบ ได้แก่ จุด เส้น รูปร่างและรูปทรง มวลและปริมาตร ลักษณะผิว บริเวณที่ว่าง สี และน้ำหนักสี

สุชาติ เกาทอง (2539, น.44-58) ได้กล่าวถึงส่วนประกอบของการออกแบบการเห็นของมนุษย์ ประกอบด้วย 7 ส่วนพื้นฐาน ได้แก่ จุด เส้น น้ำหนัก สี ผิว รูปร่างและรูปทรง และที่ว่าง

เลอสม สถาปิตานนท์ (2537, น.29-36) ได้แบ่งประเภทของการออกแบบเพื่อช่วยในการสื่อสารความหมายด้วยภาษาภาพ (visual language) เป็น 4 ประเภท คือ (1) ส่วนประกอบในความนึกคิด (2) ส่วนประกอบที่มองเห็นได้ (3) ส่วนประกอบที่สัมพันธ์กัน และ (4) ส่วนประกอบที่นำมาใช้ประโยชน์ โดยมีส่วนประกอบพื้นฐานในการออกแบบที่ได้จากแนวคิด 2 ด้าน คือ ด้านกายภาพที่เห็นจริง และด้านความรู้สึกที่เกิดขึ้นในจิตใจ ซึ่งประกอบด้วย จุด เส้น ระนาบ (plane) ปริมาตร สี ผิว สัมผัส และที่ว่าง

จากการทบทวนแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบของการออกแบบที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าส่วนประกอบของการออกแบบ ประกอบด้วย รูปร่าง ขนาด สี น้ำหนัก พื้นผิว ทิศทาง เส้น ตำแหน่ง ที่ว่าง ปริมาตร และจุด สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ประกอบกับผลการวิจัยของ Han et al. (2004, p.15) และ Kurniawan (2008, p.893-894) พบว่า ส่วนประกอบของการออกแบบ

ได้แก่ ขนาด รูปร่าง และสี เป็นส่วนประกอบการออกแบบที่เป็นปัญหาสำคัญต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงใช้ส่วนประกอบของการออกแบบดังกล่าวเป็นตัวแปรสำหรับการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแต่ละส่วนประกอบมีรายละเอียดย่อๆ ดังนี้

**2.2.7.1 ขนาด** เลอสม สถาปิตานนท์ (2537, น.32-34, 55-57) กล่าวว่า ขนาด แสดงระยะจริงของรูปทรง (form) ที่ประกอบด้วย ความยาว ความกว้าง และความสูง ซึ่งสามารถวัดได้จากระยะ โดยระยะสามารถกำหนดสัดส่วน (proportion) ของรูปทรงได้อีก รวมทั้งระยะห่างจากรูปทรง ยังทำให้ขนาดของรูปทรงมีความแตกต่างกันออกไป เช่น ระยะใกล้รูปทรงจะดูเล็กลง ระยะไกลรูปทรงจะดูใหญ่ขึ้น ดังรูปที่ 2.8 ดังนั้นกล่าวได้ว่า ส่วนประกอบที่เห็นเป็นรูปทรงจะมีขนาดเพื่อแสดงความเล็กหรือใหญ่ โดยรูปทรงจะเปลี่ยนลักษณะไปบ้างตามสภาพของแสง (light) และพื้นภาพ (picture plane) โดยสภาพแสงและพื้นภาพที่แตกต่างกัน จะทำให้รูปทรงของส่วนประกอบเดียวกัน เกิดการเปลี่ยนแปลงได้



รูปที่ 2.8 ขนาด

วิรุณ ตั้งเจริญ (2539, น.40, 58) กล่าวว่า ขนาดที่แตกต่างกัน หมายถึง ขนาดของรูปทรง ซึ่งมีผลต่อความรู้สึกต่อการมองเห็น โดยขนาดของวัตถุที่ใหญ่จะให้ความรู้สึกหนักและแข็งแรง ตรงข้ามกับขนาดของวัตถุที่เล็กจะให้ความรู้สึกละเบาและอ่อนกว่า นอกจากนี้ขนาดรูปทรงยังให้ผลต่อความรู้สึกเกี่ยวกับแรง (force) ที่ส่งผลต่อความรู้สึกของการเคลื่อนไหว โดยรูปทรงขนาดใหญ่จะให้ความรู้สึกที่เกี่ยวกับแรงมากกว่ารูปทรงขนาดเล็ก ทั้งนี้ขนาดรูปทรงแล้วยังมีขนาดของบริเวณและพื้นที่ด้วย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า ขนาด คือระยะที่วัดได้ และขนาดสามารถเล็กหรือใหญ่ขึ้นได้จากระยะที่ไกลหรือใกล้ของรูปทรง อีกทั้งยังขึ้นกับสภาพแสงและพื้นภาพที่อาจทำให้ขนาดมีความเปลี่ยนแปลงไป และขนาด ยังส่งผลต่อความรู้สึกในด้านสัมผัส และการเคลื่อนไหวอีกด้วย

Lee and Zhai กล่าวว่า ขนาดต่ำสุดสำหรับการออกแบบขนาดปุ่ม (button size) บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ข้อมรับได้ คือ ขนาด 10 มม. (2009) หากเป็นผู้ใช้สูงอายุ ขนาดปุ่มขั้นต่ำที่ข้อมรับได้ คือ 11.43 มม. และปุ่มขนาดใหญ่ที่ควรใช้ คือ 19.05 มม. เพราะจะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานมากขึ้น แต่หากมีพื้นที่ขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่จำกัด ปุ่มขนาด 16.51 มม. ถือว่าเป็น

ขนาดที่ยอมรับได้ (Jin, Plocher, and Kiff, 2009) สำหรับการออกแบบขนาดแบบชุดอักษร (font) ของเว็บไซต์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ขนาด 21.5 นิ้ว การวิจัยของ Kamollimsakul, Petrie, and Power (2014) พบว่าผู้สูงอายุพึงพอใจแบบชุดอักษรขนาด 16 พอยท์ (point) มากที่สุด รองลงมา คือ ขนาด 14 พอยท์ โดยขนาด 12 พอยท์ เป็นขนาดที่ผู้สูงอายุพึงพอใจน้อยที่สุด

**2.2.7.2 รูปร่าง** สวนศรี ศรีแพงพงษ์ (2534, น.86) กล่าวว่า รูปร่าง คือพื้นที่ภายในเส้นขอบเขตที่มีลักษณะเป็น 2 มิติ ที่วัตถุไม่มีความหนา มีลักษณะแบนเป็นระนาบ ส่วนรูปทรง คือ ปริมาตรภายในเส้นที่มีขอบเขต ในลักษณะเป็น 3 มิติ ที่มีความกว้าง ความยาวและความสูง ขณะที่ เลอสม สถาปิตานนท์ (2537, น.47-50) กล่าวถึง รูปร่างหรือกลุ่มของจุด เป็นแนวเส้นที่เชื่อมโยงต่อเนื่อง ปิดกันพื้นที่ที่เป็นขอบเขต มีลักษณะของระนาบ (plane) ทั้งรูปร่างแบบเรขาคณิต (geometric) ที่ประกอบด้วย วงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม เป็นต้น และรูปร่างธรรมชาติ (organic) ซึ่งประกอบด้วยเส้นโค้ง และเส้นตรง ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กันทางเรขาคณิต รวมถึง รูปอิสระ (hand drawn) เป็นการเขียนด้วยมือด้วยธรรมชาติของแต่ละคน และอุบัติเหตุ (accidental) ที่เกิดขึ้นโดยไม่ตั้งใจ ดังตัวอย่างรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 รูปร่างและรูปทรง

รูปทรงเรขาคณิต (geometric form) เป็นรูปพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบ ซึ่งมีความหลากหลาย เช่น รูปวงกลม รูปวงรี รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยมและรูปแปดเหลี่ยม โดยพบว่ารูปทรงที่ใช้ในการออกแบบปุ่มเพื่อการใช้งานจะมี 2 รูปแบบ คือ (1) รูปวงกลม โดยรายละเอียดที่เติมเข้าไปในวงกลมควรเข้ากันกับส่วนโค้งของวงกลม เพื่อเกิดความกลมกลืน แต่ควรระวังการเปลี่ยนมุมมองของรูป อาจทำให้การสื่อสารผิดรูปแบบที่ตั้งใจไว้ และ (2) รูปสี่เหลี่ยม สามารถแยกได้อีกเป็น 2 ลักษณะ คือ (2.1) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีลักษณะเหมือนกล่องด้านเท่า ที่มีขนาดเท่ากันทุกด้าน และเมื่อองศาของสี่เหลี่ยมจัตุรัสเปลี่ยนแปลงจะได้รูปลักษณะใหม่ เช่น สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน หรือสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด ที่สื่อความรู้สึกถึงความเคลื่อนไหว และ (2.2) รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีลักษณะเหมือนป้ายหรือกล่องเช่นเดียวกับสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีด้านยาวเท่ากันสองด้านและด้านกว้างที่เท่ากันสองด้านในทิศตรงกันข้าม (โกสุม สายใจ และบำรุง อิศรกุล,

2541) รูปร่างปุ่ม (button shape) ที่ออกแบบใช้งานมีหลายลักษณะ เช่น รูปร่างสี่เหลี่ยม รูปร่างกลม รูปร่างรี รูปร่างขอบมน รูปร่างสามเหลี่ยม (Feeney, 2002) โดยพบว่าผู้ชายจะชอบปุ่มรูปร่างเหลี่ยม หรือปุ่มสี่เหลี่ยมมากกว่า ในขณะที่ผู้หญิงจะชอบปุ่มทรงโค้งเว้าหรือปุ่มวงกลมมากกว่า (Han et al., 2004, p.15) โดยปุ่มที่มีลักษณะโค้งมนจะทำให้ปุ่มมีความน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น (Looijesteijn, 2009)

เลอสม สถาปิตานนท์ (2537, น.47-50) กล่าวเพิ่มเติมว่า รูปร่าง ทำให้เห็นถึง รูปทรงหรือรูปลักษณะต่าง ๆ โดยรูปร่าง มีผลมาจากขอบของรูปทรงและพื้นผิวนั้น สอดคล้องกับ วิรุณ ตั้งเจริญ (2539, น. 22) กล่าวว่า รูปร่าง (shape) และรูปทรง (form) มีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก โดยทั้งรูปร่าง และรูปทรง เป็นส่วนประกอบสำคัญในการออกแบบ ซึ่งทำให้เกิดงาน ลักษณะต่าง ๆ ตัวอย่างเช่นการมองสิ่งต่าง ๆ เช่น ขวด เรามองเห็นส่วนที่ใช้บรรจุเป็นทรงกระบอก คอขวดเล็กสูง และปากขวดเป็นเกลียว ซึ่งสิ่งที่เห็นทั้งหมด คือ รูปทรง ส่วนที่เห็นเป็นเส้นรอบนอก หรือส่วนที่ตัดกันพื้นที่ว่าง มีลักษณะคดโค้ง และตัดตรง นั่นคือ รูปร่าง ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า รูปร่าง และรูปทรง เป็นส่วนประกอบสำคัญที่แยกจากกัน ได้ยาก และมีความสัมพันธ์เป็นส่วนประกอบเดียวกัน

**2.2.7.3 สี** ส่วนประกอบการมองเห็นที่สำคัญอีกอย่าง คือ สี ซึ่งจะช่วยให้เห็นความชัดเจน สีที่เราเห็นแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ 2 กลุ่ม คือ (1) สีตามธรรมชาติ เช่น สีดอกไม้ สีเปลือกไม้ สีท้องฟ้า และ (2) สีที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น สีในงานวาดเขียน สีน้ำมัน สีหลอดไฟ เป็นต้น ทั้งสองกลุ่มนี้ล้วนเกี่ยวข้องกับแสงสว่างทั้งสิ้น โดยมนุษย์จะมองความเข้มของสี หรือน้ำหนักอ่อนแก่ (value) ซึ่งการจัดลำดับน้ำหนักแตกต่างกัน บางแห่งก็จัดน้ำหนักอ่อนแก่ 9 ระดับหรือมากกว่า (เครือจิต ศรีบุญนาค และคณะ, 2542, น.33) โดยนิยามในภาษาไทย คำว่า “น้ำหนัก” หรือในภาษาอังกฤษ value ยังมีการใช้อีกหลายคำ เช่น ค่า หรือคุณค่า เป็นต้น ซึ่งสวนศรี ศรีแพงพงษ์ (2534, น.85) กล่าวว่า คุณค่า คือ ค่าของแสงเงา เกิดจากแสงสว่างที่ค่อย ๆ มีดลง โดยค่าของแสงช่วยทำให้งานนั้นมีชีวิต มีความสมจริงขึ้น เครือจิต ศรีบุญนาค และคณะ (2542, น.33) สรุปว่าการที่เรามองเห็นสีขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสี 3 ประการ คือ สี หรือสีแท้ (hue) น้ำหนักอ่อนแก่ของสี และความเข้มของสี คุณสมบัติเหล่านี้จะทำให้ผู้ชมเกิดความรู้สึกตื่นเต้น เมื่อใช้สีโทนอุ่น หรือให้ความรู้สึกสงบเย็น เมื่อใช้สีโทนเย็น ซึ่งสีช่วยสร้างความประทับใจให้เกิดการรับรู้ทางการเห็นได้

ศุภกรณ์ ดิษฐพันธุ์ (2539, น.12) กล่าวว่า “การใช้สีอย่างเดียวกันก็เท่าใช้ ส่วนประกอบศิลป์ทั้งหมดมารวมกัน เพราะสีมีลักษณะเป็นทั้งจุด เป็นเส้น เป็นพื้นผิว และให้น้ำหนักอ่อนแก่ ทำให้เกิดความรู้สึกเป็น 3 มิติ” ในขณะที่ เลอสม สถาปิตานนท์ (2537, น.87) เสนอว่า “การเพิ่มหรือลด โทนสี (tone) เป็นรูปแบบการจัดส่วนประกอบที่นำไปสู่งาน 3 มิติ วัตถุที่ทาสีแดงจะดูว่าอยู่ใกล้ ส่วนสีน้ำเงินจะใช้กับวัตถุที่อยู่ไกล ลักษณะเช่นนี้ใช้กับสีร้อนและเย็นได้ เช่นเดียวกัน เป็นการช่วยให้ภาพโดดเด่นออกมาหรือถอยลึกเข้าไป” ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าไม่ได้มี



เพียง สีแท้ เท่านั้น ที่ทำให้เกิดการรับรู้ถึงความรู้สึกได้ แต่ความเข้มของสีหรือกำลังส่องสว่าง หรือน้ำหนักที่แตกต่างกันของสี ต่างก็เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการสร้างความรู้สึกทางการมองเห็นได้ รวมทั้งอาจใช้แทนส่วนประกอบของการออกแบบอื่นได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สรุปได้ว่า ส่วนประกอบของการออกแบบ (elements of design) เช่น ขนาด รูปร่าง และสี (Kurniawan, 2008, p.893-894; Han et al., 2004, p.15) เป็นปัญหาต่อการใช้งานของผู้สูงอายุในหลายด้าน เช่น ด้านขนาดของแบบชุดอักษรที่เล็กและบางทำให้ยากต่อการมองเห็น (Slavicek, Balata, and Mikovec, 2014, p.110) รวมถึงปัญหาขนาดของตัวอักษรที่ปรากฏบนปุ่ม (button) (Yusof, Romli, and Yusof, 2014, p.30) ส่วนรูปร่างของปุ่มที่มีลักษณะเหมือนกัน ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องการแยกแยะความแตกต่าง (Choi, 2012, p.59) อีกทั้งความแตกต่างของสี ที่ทำให้ผู้สูงอายุเกิดความยากต่อการแยกแยะสี (Slavicek, Balata, and Mikovec, 2014, p.109) ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ

### 2.2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุ

ปฎิบัติ ปรีชาวงศากุล (2554) ได้ศึกษาเรื่องการออกแบบเกมดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบส่วนต่อประสานเกมบนไอแพด (iPad) ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิจัยนี้ เป็นผู้สูงอายุที่มีอายุระหว่าง 60-70 ปี จำนวน 20 คน ที่ชอบเล่นเกมคอมพิวเตอร์ ประเด็นที่ศึกษาประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพของผู้สูงอายุ การออกแบบส่วนต่อประสาน และเทคโนโลยีของแท็บเล็ต การวิจัยเชิงทดลองนี้ใช้เกมที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบ

ผลการศึกษาพบว่า หลักการออกแบบส่วนต่อประสานเกมดิจิทัลมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมส่วนใหญ่ของผู้สูงอายุที่อ้างอิงจากข้อมูลสุขภาพและความเสื่อมถอยของประสิทธิภาพร่างกาย แต่ก็พบปัญหาด้านความยากในการเรียนรู้วิธีเล่นและความพึงพอใจในการอ่านตัวอักษร จากนั้นนำผลที่ได้มาสรุปเป็นหลักการออกแบบเกมสำหรับผู้สูงอายุ 7 ด้าน ได้แก่ (1) ออกแบบระบบการเล่น (2) การใช้สีและความชัดเจนของภาพ (3) การใช้ภาษา (4) การออกแบบปุ่ม (5) การเคลื่อนไหวและปฏิสัมพันธ์กับส่วนต่อประสาน (6) การออกแบบหน้าเมนูและลำดับการใช้ และ (7) การใช้เสียง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนะรูปแบบเกมที่ควรหลีกเลี่ยงเพื่อให้เหมาะสมกับการเสื่อมถอยของผู้สูงอายุ เช่น รูปแบบเกมที่มีการเคลื่อนไหวรวดเร็ว หรือเกมที่ต้องสังเกตความแตกต่างของจุดเล็ก ๆ บนหน้าจอ ไม่เหมาะกับผู้สูงอายุที่มีความเสื่อมถอยด้านการมองเห็น

อภิวรรณ โชติวินิจชัย (2557) ได้ศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานระบบสัมผัสหลายจุดบนแท็บเล็ตที่มีขนาดหน้าจอต่างกันสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานระบบสัมผัสหลายจุดบนแท็บเล็ตที่มีขนาดหน้าจอแตกต่างกัน

ได้แก่ 7 นิ้ว 8 นิ้ว และ 10 นิ้ว การวิจัยเชิงทดลองนี้ได้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เกมจิ๊กซอว์เป็นเครื่องมือเพื่อการทดลองสำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ ที่มีอายุระหว่าง 60-79 ปี จำนวน 30 คน ผลการศึกษาในด้านเวลาและด้านการใช้งานพบว่า ในด้านเวลา ผู้สูงอายุใช้งาน โปรแกรมประยุกต์บนแท็บเล็ตที่มีขนาดหน้าจอต่างกันด้วยเวลาที่ไม่มีแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของเวลาในด้านการใช้งานพบว่า แท็บเล็ตขนาดหน้าจอ 10 นิ้ว มีค่าเฉลี่ยเวลาน้อยที่สุด โดยพิจารณาจากจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนบนหน้าจอและความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน พบว่าหน้าจอขนาด 10 นิ้ว มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดเช่นกัน

ณัฐกานต์ บุญรอด (2557) ได้ศึกษาเรื่องแนวทางในการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์เครือข่ายสังคมออนไลน์สำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแนวทางในการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์สำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน ที่มีประสบการณ์การใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต เพื่อประเมินความสามารถในการใช้งานใน 5 ลักษณะ ประกอบด้วย ประสิทธิภาพในการใช้งาน ความสามารถในการจดจำ ความยากง่ายในการเรียนรู้ ความผิดพลาด และความพึงพอใจของผู้ใช้ โดยการวิจัยเชิงทดลองนี้ใช้เว็บไซต์เครือข่ายออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นและเว็บไซต์เครือข่ายออนไลน์เดิมเป็นเครื่องมือในการทดลองเปรียบเทียบการใช้งาน เช่น การโพสต์และการนำเสนอสไลด์ การแสดงรายชื่อเพื่อน เป็นต้น

ผลการศึกษาที่ได้จากการทดลองพบว่า การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งาน ความสามารถในการจดจำ ความยากง่ายในการเรียนรู้ ความผิดพลาด และความพึงพอใจของผู้สูงอายุในการใช้งานเว็บไซต์เครือข่ายออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีการใช้งานดีกว่าเว็บไซต์เครือข่ายออนไลน์ที่มีอยู่แต่เดิม โดยพบว่ารูปแบบการโพสต์ข้อมูลในเครือข่ายออนไลน์เดิมจะวางโพสต์ไว้ร่วมกับข้อมูลอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องมากมาย ทำให้เกิดความสับสนในการใช้งานและเลือกใช้งานไม่ถูกซึ่งเว็บไซต์เครือข่ายออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นจะแสดงข้อมูลเฉพาะหน้าที่โพสต์ และบอกรายละเอียดข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องกรอกเท่านั้น โดยมีการจัดโพสต์ให้พอดีกับหน้าจอ ไม่ต้องเลื่อนไปมาให้เกิดความยุ่งยากและสับสนต่อการใช้งาน

ปิติสันท์ อินทพิชัย (2557) ได้ศึกษาแนวทางการออกแบบเว็บไซต์การท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อพัฒนาแนวทางการออกแบบเว็บไซต์ด้านการท่องเที่ยวสำหรับผู้สูงอายุที่มีประสบการณ์การใช้งานอินเทอร์เน็ต (2) เพื่อประเมินความสามารถในการใช้งาน 5 ลักษณะ ประกอบด้วย ประสิทธิภาพในการใช้งาน ความสามารถในการจดจำ ความยากง่ายในการเรียนรู้ ความผิดพลาด และความพึงพอใจของผู้ใช้ (3) เพื่อเสนอแนวทางในการออกแบบเว็บไซต์สำหรับผู้สูงอายุด้านการท่องเที่ยว ได้แก่ การจัดวางรูปแบบเว็บไซต์ ตัวอักษร แนวทางการนำเสนอเนื้อหาและการวางแผนการท่องเที่ยว โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน โดยการวิจัยเชิงทดลองนี้ใช้เว็บไซต์ที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือในการทดลอง

ผลการศึกษาที่ได้จากการทดลองพบว่าการใช้งานเว็บไซต์การท่องเที่ยวที่พัฒนาขึ้น มีการใช้งานดีกว่าเว็บไซต์การท่องเที่ยวที่มีอยู่เดิม ในด้านประสิทธิภาพและการเรียนรู้ ส่วนในด้าน การจดจำ พบว่าในบางขั้นตอนผู้สูงอายุเกิดความสับสนกับเว็บไซต์การท่องเที่ยวที่พัฒนาขึ้นใหม่ จึงต้องใช้เวลาในการเข้าถึงข้อมูล ในด้านความผิดพลาดนั้น ฟังก์ชันการวางแผนเที่ยวด้วยตนเอง ยากที่สุด เพราะไม่มีสิ่งเตือนความจำให้กับผู้สูงอายุว่าได้เลือกสถานที่ท่องเที่ยวใดไปแล้วบ้าง จำนวนเข้าถึงข้อมูลก็หลายขั้นและซับซ้อน ตำแหน่งสำหรับเลือกหัวข้อไม่เป็นจุดเด่น และในด้าน ความพึงใจ พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี เพราะสามารถเข้าถึงข้อมูลสำคัญได้รวดเร็ว และพึงพอใจ ในระบบวางแผนอัตโนมัติทำให้การวางแผนด้วยตนเองเป็นเรื่องง่าย

Leung (2011) ได้ศึกษาเรื่องการเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ของผู้สูงอายุ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของไอคอนที่มีผลต่ออายุของผู้ใช้ และทำความเข้าใจในวิธีการออกแบบส่วนต่อประสานที่ช่วยสนับสนุนการใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ โดยการสำรวจเบื้องต้นเพื่อกำหนดคุณลักษณะของไอคอน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างวัยหนุ่มสาวอายุระหว่าง 20-27 และผู้สูงอายุ อายุ 65 ปีขึ้นไป จำนวน 36 คน แบ่งเป็นกลุ่มละ 18 คน ทั้งนี้ ผู้เข้าร่วมกันทดลองทุกคนต้องมีการมองเห็นที่ดี และมีประสบการณ์การใช้คอมพิวเตอร์ โดยงานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพและการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้การออกแบบส่วนต่อประสาน 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) แบบไม่มีเลเยอร์ (control (none-layered) interface) (2) แบบหลายเลเยอร์ (multilayer interface) เพื่อใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพ และใช้ไอคอนจำนวน 3 ชุด ชุดละ 20 แบบ ในการวิจัยเชิงทดลองเพื่อทดลองจับคู่ไอคอน กับฟังก์ชันการทำงานโดยไม่ใช้ป้ายกำกับไอคอนเพื่ออธิบาย โดยใช้ไอคอนที่ใช้งานจริงจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปเป็นต้นแบบ

ผลที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์การใช้งานส่วนต่อประสานทั้ง 2 รูปแบบ ในกิจกรรมที่กำหนด พบว่าส่วนต่อประสานแบบไม่มีเลเยอร์หรือแบบเดิมที่ใช้งานอยู่ มีความยุ่งยากต่อการใช้งานสำหรับผู้สูงอายุมากกว่าเพราะหน้าจอเปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบทำให้ รู้สึกซับซ้อน แต่สำหรับส่วนต่อประสานแบบหลายเลเยอร์ที่มีลักษณะการเรียกใช้หน้าจอซ้อนเพิ่ม เข้ามาในหน้าจอเดิม ช่วยให้ผลการเรียนรู้ของผู้สูงอายุดีกว่าแบบเดิม สำหรับผลที่ได้จากการวิจัยเชิงทดลองพบว่า การระบุความหมายของไอคอนของผู้สูงอายุมีความถูกต้องน้อยกว่าเมื่อเทียบกับวัยหนุ่มสาว รวมทั้งผู้สูงอายุมีความเข้าใจในไอคอนแบบนามธรรม (abstract icons) น้อยกว่าไอคอนแบบรูปธรรม (concrete icons) โดยข้อสรุปที่ได้ถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงความสามารถในการเรียนรู้โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

ผลที่ได้จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่า การออกแบบส่วนต่อประสานที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุควรสอดคล้องกับพฤติกรรมและความเสื่อมถอยด้านร่างกายของผู้สูงอายุ ผลการวิจัยยังได้ให้ข้อเสนอแนะในการออกแบบสื่อใหม่ดังนี้ เว็บไซต์ ควรหลีกเลี่ยงรูปแบบการใช้งานโปรแกรม

ประยุกต์บนหน้าจอแสดงผลที่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว สำหรับการเล่นเกมดิจิทัลบนแท็บเล็ต ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัตถุที่มีขนาดเล็กที่ยากต่อการจำแนก โดยควรจัดวางตำแหน่งการแสดงผล ข้อมูลให้พอดีกับหน้าจอ และควรออกแบบไอคอนแบบรูปธรรม และสำหรับเว็บไซต์เครือข่ายออนไลน์ควรให้หน้าจอนิ่งไม่เลื่อนไปมา รวมทั้งการเข้าถึงข้อมูลไม่ควรมีหลายขั้นตอนและซับซ้อน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงศึกษาการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ โดยพิจารณาหลักการออกแบบเพื่อจัดองค์ประกอบการออกแบบด้วยสายตา และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มี 2 องค์ประกอบ คือ การสื่อสารของผู้ใช้ผ่านประสาทสัมผัส และระบบตอบสนองผู้ใช้ผ่านหน้าจอแสดงผล โดยใช้หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ผสมผสานศาสตร์ที่เกี่ยวข้องระหว่างผู้ใช้ คือ การมองเห็นและการใช้นิ้วมือเพื่อสัมผัส กับโทรศัพท์เคลื่อนที่คือ การทำงานของซอฟต์แวร์เข้าด้วยกันรวมทั้งผลการวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อการใช้งานโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม โดยเลือก (1) ส่วนโปรแกรม ได้แก่ ข้อความปุ่ม และเมนู ที่มีผลต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ ควบคู่กับการใช้ (2) ส่วนประกอบ คือ ขนาด รูปร่าง และสี ซึ่งเป็นส่วนประกอบของการออกแบบที่เป็นปัญหาสำคัญต่อการใช้งานของผู้สูงอายุอีกด้วย

## 2.3 ปัญญาประดิษฐ์: พืชซีลอจิกและการคัดเลือกคุณลักษณะ

### 2.3.1 คุณลักษณะของปัญญาประดิษฐ์

ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ถูกคาดการณ์ว่าเริ่มต้นจากการศึกษาของ Alan Turing นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ที่ได้เริ่มศึกษาเรื่อง ความฉลาดและตัวเลขที่ถูกคำนวณโดยเครื่องจักรกล ในปี พ.ศ.2493 และได้ประดิษฐ์เครื่องคำนวณอัตโนมัติสำหรับใช้ในการถอดรหัส ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 อีกทั้งยังได้พัฒนาการทดสอบของทัวริง (Turing test) เพื่อทดสอบความเป็นปัญญาประดิษฐ์ (Negnevitsky, 2005, p.2; Jones, 2008, p.3) อีก 6 ปีต่อมา John McCarthy ได้ศึกษาเรื่องปัญญาของเครื่องจักรกล และเครือข่ายประสาทเทียม ทำให้เกิดวิชาการสาขาปัญญาประดิษฐ์ขึ้น (Negnevitsky, 2005, p.6)

ก่อนเกิดดิ เก่งสกุล และบุญเจริญ ศิริเนาวกุล (2521, น.13,27) ได้กล่าวว่าปัญญาประดิษฐ์เป็นศาสตร์ทางด้านคอมพิวเตอร์ ที่เน้นทำความเข้าใจ ในขั้นตอนวิธีเพื่อทำให้คอมพิวเตอร์แสดงคุณสมบัติได้คล้ายมนุษย์ เช่น การทำงาน การหาเหตุผล การประมวลผล การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ เป็นต้น

บุญเสริม กิจศิริกุล (2548, น.1) ได้กล่าวถึงปัญญาประดิษฐ์ว่าเป็นวิชาที่ศึกษาถึงความฉลาดของระบบที่เป็นไปได้ เพื่อทำการสร้างระบบที่มีความฉลาดในด้านต่าง ๆ มาใช้ทำงานแทนมนุษย์

Jackson (1985, p.1) ได้ให้ความหมายว่าปัญญาประดิษฐ์ คือ ความสามารถของเครื่องจักรที่ทำตามคำสั่งของมนุษย์ที่เรียกว่าเป็นความฉลาด โดยการวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์มีความพยายามที่จะค้นหาและอธิบายถึงความฉลาดของมนุษย์ เพื่อที่จะจำลองความฉลาดของมนุษย์เก็บไว้ในเครื่องจักร

Winston (1992, p.5) ได้กล่าวว่า ปัญญาประดิษฐ์ คือ ชุดของการคำนวณที่ทำงานในช่วงเวลาหนึ่ง ที่ช่วยผู้ใช้ในการรับรู้ข้อมูล การให้เหตุผลและการทำงาน ภายใต้การควบคุมของอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ หรือหุ่นยนต์ เป็นต้น

Luger (2005, p.1) ได้กล่าวว่า ปัญญาประดิษฐ์ อาจอธิบายได้ว่าเป็นสาขาหนึ่งของวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่สนใจเกี่ยวกับพฤติกรรมความฉลาดของเครื่องจักรอัตโนมัติ

Negnevitsky (2005, p.18) นิยามต่างจาก Luger และ ก่อเกียรติ เก่งสกุล และบุญเจริญ ศิริเนาวกุล ที่เห็นว่า ปัญญาประดิษฐ์เป็นศาสตร์ทางคอมพิวเตอร์โดยกล่าวว่าปัญญาประดิษฐ์เป็นวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งและอธิบายเพิ่มเติมว่าปัญญาประดิษฐ์กำหนดเป้าประสงค์ให้เครื่องจักรมีความฉลาดและสามารถในการทำงานได้เหมือนกับความสามารถของมนุษย์

จากคำอธิบายข้างต้น กล่าวได้ว่า ปัญญาประดิษฐ์ เป็นสาขาวิชาหนึ่งทางด้านคอมพิวเตอร์หรือวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่ศึกษาถึงวิธีการและความฉลาดของระบบ ทำให้ระบบหรือชุดคำนวณภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์หรือเครื่องจักรมีความฉลาดคล้ายมนุษย์ โดยการจำลองความฉลาดของมนุษย์เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานแทนมนุษย์ได้

### 2.3.2 ประเภทของปัญญาประดิษฐ์

การประยุกต์ใช้งานปัญญาประดิษฐ์มีมากในหลายสาขาวิชา แต่ในการวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ จะเน้นไปที่การสร้างเครื่องมือ (บุญเจริญ ศิริเนาวกุล, 2550, น.17) โดยเกี่ยวข้องกับความฉลาดที่เลียนแบบมนุษย์จากพฤติกรรม เช่น การเรียนรู้และเข้าใจจากประสบการณ์ ความสามารถในการคิดและใช้เหตุผล การตอบสนองต่อความคลุมเครือ ซึ่งปัญญาประดิษฐ์ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เช่น การทำเหมืองข้อมูล (data mining) ด้วยวิธีการคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจากข้อมูลที่แฝงอยู่ในฐานข้อมูล (บุญเสริม กิจศิริกุล, 2548, น.1-3) การแสดงความรู้ (knowledge representation) ในรูปของกฎ ที่ใช้ “if นิพจน์ then นิพจน์” (บุญเจริญ ศิริเนาวกุล, 2550, น.22) หรือการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลด้วยวิธีการหาความสัมพันธ์ (ไพชยน คงไชย, 2554, น.7) มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงการนำเทคนิคทางด้านปัญญาประดิษฐ์ไปประยุกต์ใช้ในงานประเภทต่าง ๆ ดังนี้

บุญเสริม กิจศิริกุล (2548, น.3-4) ได้แบ่งปัญญาประดิษฐ์ออกเป็น 8 ด้าน ดังนี้ (1) การประมวลผลภาษาธรรมชาติ (natural language processing) คือ การประมวลผลข้อความในรูปแบบภาษามนุษย์ เช่น การแปลงภาษาเพื่อการสื่อสารด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (2) การทำเหมือง

ข้อมูล (data mining) คือ การค้นคืนความรู้จากฐานข้อมูล เช่น การหาความสัมพันธ์จากข้อมูลลูกค้าเพื่อการขายและการตลาด เป็นต้น (3) ระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) คือ การทำหน้าที่เสมือนผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง เช่น การจำลองความรู้ของแพทย์เพื่อการวินิจฉัยโรค เป็นต้น (4) วิทยาการหุ่นยนต์ (robotics) คือ การจำลองความฉลาดของมนุษย์ให้กับหุ่นยนต์ เช่น หุ่นยนต์สามารถตัดสินใจทำงานที่กำหนดได้ เป็นต้น (5) ปัญหาทางมโนทัศน์ (perception problem) คือ การแก้ปัญหาในระบบการรับรู้ของหุ่นยนต์ เช่น การเดินของหุ่นยนต์ผ่านหรือหลบหลีกสิ่งกีดขวาง เป็นต้น (6) การโปรแกรมอัตโนมัติ (automatic programming) คือ การเขียนโปรแกรมให้ทำงานตามข้อกำหนด เช่น เมื่อโปรแกรมนำเข้าข้อมูลแบบ ก จะให้ผลลัพธ์ข้อมูลแบบ ข โดยอัตโนมัติ เป็นต้น (7) การพิสูจน์ทฤษฎี (theorem proving) คือ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิชาการ เช่น เพื่อแก้ปัญหาทางทฤษฎีด้วยวิธีการทางคอมพิวเตอร์ เป็นต้น และ (8) ปัญหาการจัดตาราง (scheduling problem) คือ ปัญหาด้านการจัดการตารางเวลา เช่น การจัดตารางเพื่อกำหนดการใช้ช่วงเวลาต่าง ๆ ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เป็นต้น

Munakata (2005) ได้แบ่งเทคนิคทางด้านปัญญาประดิษฐ์ ออกได้เป็น 5 ด้าน คือ (1) โครงข่ายประสาทเทียม (neural Networks) เป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์เพื่อใช้งานในงานประเภทต่าง ๆ เช่น การทำงานของหุ่นยนต์ เป็นต้น (2) วิธีการเชิงพันธุกรรม (genetic algorithms) เป็นเทคนิคสำหรับค้นหาคำตอบ โดยอาศัยหลักการจากทฤษฎีวิวัฒนาการทางชีววิทยา เช่น สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุด เป็นต้น (3) ตรรกศาสตร์คลุมเครือ (fuzzy system) เป็นการใช้เหตุผลแบบประมาณการ ไม่เด็ดขาด มีลักษณะคลุมเครือ เช่น สร้างแบบจำลองเพื่อการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญต่อปัญหาที่ซับซ้อน เป็นต้น (4) การเซตอย่างหยาบ (rough set) เป็นรูปแบบของทฤษฎีเซตทางคณิตศาสตร์ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ปัญหา เช่น วิเคราะห์ระบบสารสนเทศเพื่อประมาณการผลลัพธ์ที่ต้องการ เป็นต้น และ (5) ความไร้ระเบียบ (chaos) เป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีที่อธิบายถึงลักษณะพฤติกรรมของระบบที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น สถานะที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อยของ 2 ระบบ ที่เกือบจะเหมือนกัน เมื่อระบบมีการเปลี่ยนไประยะหนึ่ง สถานะของทั้ง 2 ระบบ จะสังเกตเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน เป็นต้น

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีเป้าหมายที่จะแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ ซึ่งมีปัญหาสำคัญ คือ ความเสื่อมสภาพของร่างกายด้านสายตา ความจำ และการเคลื่อนไหวนิ้วมือของผู้สูงอายุ จากปัญหานี้ประกอบกับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ถูกออกแบบมาเพื่อคนทุกกลุ่ม ไม่ได้ ออกแบบเพื่อกลุ่มผู้สูงอายุ โดยเฉพาะ ในขณะที่ส่วนประกอบของการออกแบบ คือ ขนาด รูปร่าง และสี และส่วนโปรแกรม คือ ข้อความ ปุ่ม และเมนู ที่เป็นปัญหาสำคัญในการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

ของผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคนิคด้านปัญญาประดิษฐ์ 2 ส่วน ประกอบด้วย ฟัซซีลอจิก (fuzzy logic) และการคัดเลือกคุณลักษณะ (feature selection) เพื่อช่วยแก้ปัญหาการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) **ฟัซซีลอจิก** ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาเรื่องการติดต่อกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ ที่มีความไม่แน่นอน (uncertainty) ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดข้อผิดพลาดเนื่องจากข้อมูลที่ได้รับไม่ครบถ้วน เช่น หากต้องการตัดสินใจ วิเคราะห์หรือพยากรณ์เหตุการณ์ในอนาคตแต่ข้อมูลไม่ครบ อาจทำให้เกิดความผิดพลาดได้ ตัวอย่างของความไม่แน่นอนที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น ขนาดปุ่ม ผู้ใช้สามารถบอกได้ว่าเป็นขนาดเล็ก แต่ผู้ใช้บางคนอาจบอกว่าเป็นขนาดใหญ่ ซึ่งยากที่จะวัดค่าออกมาเป็นขนาดตัวเลขได้อย่างชัดเจน จึงเป็นความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา (ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล, 2556, น.1) ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาเรื่องความไม่แน่นอน จึงนำทฤษฎีความน่าจะเป็นมาใช้ ซึ่งก็คือ ฟัซซีลอจิกที่เป็นเทคนิคด้านตรรกะ แสดงข้อมูลระหว่างเรื่องจริงกับเรื่องเท็จ โดยตรรกศาสตร์จะให้ค่าความจริงหรือค่าความเท็จนั้น มีความแตกต่างหลายระดับ (Munakata, 2008, pp.3-5) หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือฟัซซีลอจิก ถูกนำมาใช้เพื่อเชื่อมโยงการทำงานที่แตกต่างกัน 2 ส่วน คือ การทำงานระหว่างมนุษย์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่อาจเกิดความคลุมเครือจากการแปลความหมายของตัวแปรต่าง ๆ (ชูพันธุ์ รัตน โภคา, 2559, น.186) ดังเช่นภาษาพูดของมนุษย์ที่ไม่ได้กำหนดค่าที่แน่นอนอย่างชัดเจน เช่น การเคลื่อนไหวก้าวเร็ว ขนาดสิ่งของเล็ก-ใหญ่ เป็นต้น (บุญเจริญ ศิรินาวกุล, 2550, น.252, 259) ดังนั้นฟัซซีลอจิก จึงมีประโยชน์ในการจัดการรูปแบบที่ซับซ้อนแต่สามารถสังเกตได้โดยมนุษย์ในรูปแบบภาษาธรรมชาติ และนำมารวมเข้ากับกฎฟัซซีเพื่อควบคุมค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น (ชูพันธุ์ รัตน โภคา, 2559, น.182; บุญเจริญ ศิรินาวกุล, 2550, น.252, 259)

2) **การคัดเลือกคุณลักษณะ** ถูกนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านข้อมูลนำเข้า เพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าสู่กระบวนการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ โดยการคัดเลือกคุณลักษณะ เป็นเทคนิคหนึ่งของการทำเหมืองข้อมูล โดยเหมืองข้อมูลเป็นกระบวนการสกัดข้อมูล (extract data) จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (สายชล สตินสมบูรณ์ทอง, 2558, น.1) หรือเป็นการค้นหาสิ่งที่มีประโยชน์จากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ (เอกสิทธิ์ พัชรวงศ์ศักดิ์, 2557, น.9) เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะนี้เป็นขั้นตอนแรกของการจัดเตรียมข้อมูล โดยมีขั้นตอนวิธีหลายขั้นตอน ได้แก่ การคัดเลือกข้อมูล การเตรียมข้อมูล การแปลงข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการประเมินผลการวิเคราะห์ข้อมูลในเบื้องต้นก่อน (สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล, 2559, น.1)

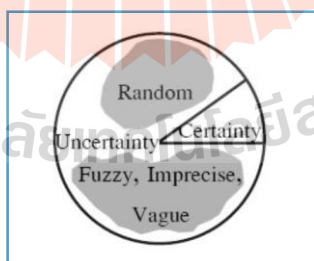
ดังนั้น กล่าวได้ว่าวิธีการแก้ปัญหาด้วยฟัซซีลอจิก และการคัดเลือกคุณลักษณะ จะช่วยในการแก้ปัญหาเรื่องความไม่แน่นอนของข้อมูล และการเตรียมข้อมูลนำเข้าสู่กระบวนการ

ออกแบบ ซึ่งสามารถประยุกต์เทคนิคดังกล่าวใช้กับกระบวนการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในการหาคำตอบที่ต้องการสำหรับใช้ในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุได้

### 2.3.3 ฟัซซีลอจิก

ฟัซซีลอจิกหรือตรรกศาสตร์คลุมเครือ คิดค้นโดย Lotfi Aliasker Zadeh ในปี ค.ศ. 1965 (บุญเจริญ ศิริเนาวกุล, 2550, น. 252) ฟัซซีลอจิกเป็นตรรกะที่อยู่บนฐานความจริงที่ว่า บนโลกแห่งความเป็นจริงไม่ใช่ว่าทุกสิ่งมีเฉพาะความแน่นอนเท่านั้น แต่มีอีกหลายสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างไม่แน่นอน อาจเป็นสิ่งที่มีความคลุมเครือ ไม่ชัดเจน (พวง มีสัจ, 2557, น.2) ซึ่งเกิดขึ้นได้ในมนุษย์ จากวิถีคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์ ที่ใช้หลักเหตุและผลในการตัดสินใจ

พวง มีสัจ (2557, น.10) ได้อธิบายถึง ฟัซซี ว่าเป็นการใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์แสดงถึงความคลุมเครือ ซึ่งมีส่วนประกอบของความไม่แน่นอนแบบสุ่ม มีลักษณะคล้ายคลึงกับความคิดความรู้สึกรของมนุษย์ เพราะปัญหาส่วนมากของมนุษย์เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจ ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งคันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล (2547, น.3) ได้กล่าวเพิ่มเติมว่าทฤษฎีของฟัซซีจะไม่ขึ้นกับเหตุการณ์ แต่จะขึ้นกับแนวคิด (concept) เช่น ความสูง ความเตี้ย ความอ้วน ความหนาว เป็นต้น โดยฟัซซี มีองค์ประกอบตั้งแต่ ฟัซซีเซต ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ตัวแปรภาษา โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี และขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



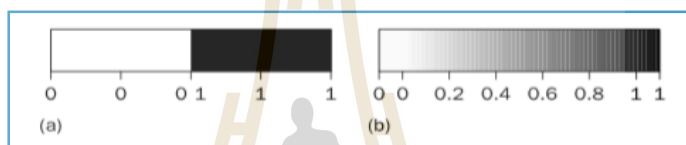
รูปที่ 2.10 ความไม่แน่นอนจากระบบฟัซซีและโครงข่ายประสาทเทียม

(พวง มีสัจ, 2557, น.11)



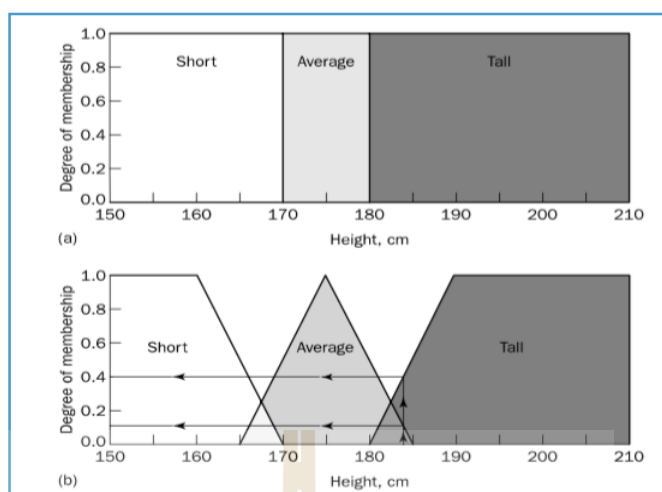
### 2.3.3.1 ฟัซซีเซต

Zadeh ได้แนะนำฟัซซีเซต (fuzzy set) ซึ่งมีความแตกต่างไปจากเซตแบบดั้งเดิมหรือคริสป์เซต (classical set or crisp set) ซึ่งเป็นตรรกะแบบจริงเท็จ (boolean logic) ที่มีเพียงแค่ค่าจริง (1) กับค่าเท็จ (0) แต่ฟัซซีเซตเป็นแนวคิดที่มีการขยายขอบเขตในส่วนของความจริงโดยกำหนดค่าหรือดีกรีของความเป็นสมาชิก (degree of membership) จะอยู่ระหว่างค่าจริงกับค่าเท็จซึ่งมีขอบเขตไม่แน่นอน แสดงอยู่ในรูปของภาษาที่คลุมเครือ เช่น หากกำหนดเซตของคนสูงตั้งแต่ 1.80 เมตรขึ้นไป ก็ยากที่จะพิจารณาความสูงของคนทีระดับ 1.79 เมตร เพราะคนสูง 1.79 เมตรกับคนสูง 1.80 เมตร มีระดับความแตกต่างกันน้อยมาก (โสภณ นัทรวิฒนานนท์, 2543, น.17; พยุง มีสัจ, 2557, น.10-11) ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ตรรกะแบบจริงเท็จ กับตรรกะแบบฟัซซี  
(Negnevitsky, 2005, p.89)

ทฤษฎีฟัซซีเซตจะครอบคลุมทฤษฎีเซตแบบดั้งเดิม จากตัวอย่างเกี่ยวกับลักษณะความสูง การนิยามคำว่าคนสูงในเซตดั้งเดิม อาจกำหนดให้คนที่มีความสูงต่ำกว่า 170 เซ็นติเมตร (centimeter) เป็นคนเตี้ย กำหนดให้คนที่มีความสูงตั้งแต่ 170 เซ็นติเมตร ถึง 180 เซ็นติเมตร เป็นคนสูงปานกลาง และ กำหนดให้คนที่มีความสูงตั้งแต่ 180 เซ็นติเมตรขึ้นไปเป็นคนสูงมาก แต่การนิยามแบบฟัซซีเซต อาจกำหนดให้คนที่มีความสูง 184 เซ็นติเมตร มีระดับความเป็นสมาชิก 0.1 ในเซตคนสูงปานกลาง และมีระดับความเป็นสมาชิก 0.4 ในเซตคนสูงมากด้วย ทำให้คนสูง 184 เซ็นติเมตร เป็นสมาชิกได้ทั้ง 2 เซต ซึ่งเป็นการให้นิยามที่แสดงถึงขอบเขตที่ไม่แน่นอน (Negnevitsky, 2005, p.92) ดังรูปที่ 2.12



**รูปที่ 2.12** การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตดั้งเดิมและเซตแบบฟัซซี  
(Negnevitsky, 2005, p.93)

### 2.3.3.2 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (membership function) เป็นฟังก์ชันที่กำหนดระดับความเป็นสมาชิกของตัวแปร ซึ่งเป็นตัวแทนหรือปัจจัยที่มีลักษณะคลุมเครือ มีความไม่ชัดเจน และไม่แน่นอน รูปร่างของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เป็นส่วนสำคัญต่อการดำเนินการของฟัซซี ทั้งในส่วนของกระบวนการคิด และการแก้ไขปัญหา (พยุง มีสัจ, 2557, น.19; ศันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล, 2547)

การแก้ไขข้อจำกัดของเซตแบบดั้งเดิมสามารถทำได้โดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต โดยฟัซซีเซตให้ค่าของความเป็นสมาชิก แสดงค่าระหว่างตัวเลข 0 และ 1 เขียนเป็นสัญลักษณ์  $[0, 1]$  โดยตัวเลข 0 หมายถึง ไม่เป็นสมาชิกในเซต ตัวเลข 1 หมายถึง เป็นสมาชิกในเซต และค่าระหว่างตัวเลข 0 กับ 1 หมายถึง เป็นสมาชิกบางส่วนในเซต สำหรับจำนวนระดับความเป็นสมาชิกสามารถมีค่าต่อเนื่องเป็นอนันต์ได้ ในช่วงตั้งแต่ 0.0 ถึง 1.0 (พยุง มีสัจ, 2557, น.14-15)

### 2.3.3.3 ชนิดของฟังก์ชันความเป็นสมาชิก

ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่ใช้งาน โดยทั่วไปมีหลายชนิด เช่น ฟังก์ชันสามเหลี่ยม (triangular membership function) ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal membership function) ฟังก์ชันระฆังคว่ำ (bell-shaped membership function) ฟังก์ชันเกาส์เซียน (gaussian membership function) ฟังก์ชันตัวเอส (smooth membership function) และ ฟังก์ชันตัวแซด (Z-membership function) ควรเลือกฟังก์ชันความเป็นสมาชิกตามคุณลักษณะของข้อมูลนำเข้า ให้เหมาะสมกับการใช้งาน (พยุง มีสัจ, 2557, น.25) โดยในงานวิจัยนี้จะนำเสนอฟังก์ชันความเป็น

สมาชิกที่ลดความซับซ้อนและช่วยประหยัดเวลาในการคำนวณให้มากขึ้นเพื่อความรวดเร็วในการทำงานได้ จำนวน 2 ชนิด ประกอบด้วย ฟังก์ชันสามเหลี่ยม และฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู มีรูปแบบดังนี้

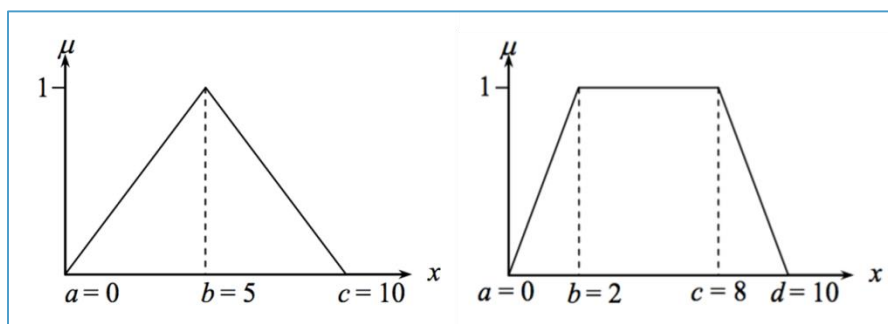
1) ฟังก์ชันสามเหลี่ยม ดังรูปที่ 2.13 มีทั้งหมด 3 พารามิเตอร์คือ  $\{a, b, c\}$  ดังสูตรที่ (2-1)

$$\text{triangular}(x : a, b, c) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x \leq b \\ (c-x)/(c-b) & b \leq x \leq c \\ 0 & x > c \end{cases} \quad (2-1)$$

2) ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู ดังรูปที่ 2.13 มีทั้งหมด 4 พารามิเตอร์คือ  $\{a, b, c, d\}$  ดังสูตรที่ (2-2)

$$\text{trapezoidal}(x : a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & x < a \\ (x-a)/(b-a) & a \leq x < b \\ 1 & b \leq x < c \\ (d-x)/(d-c) & c \leq x < d \\ 0 & x \geq d \end{cases} \quad (2-2)$$

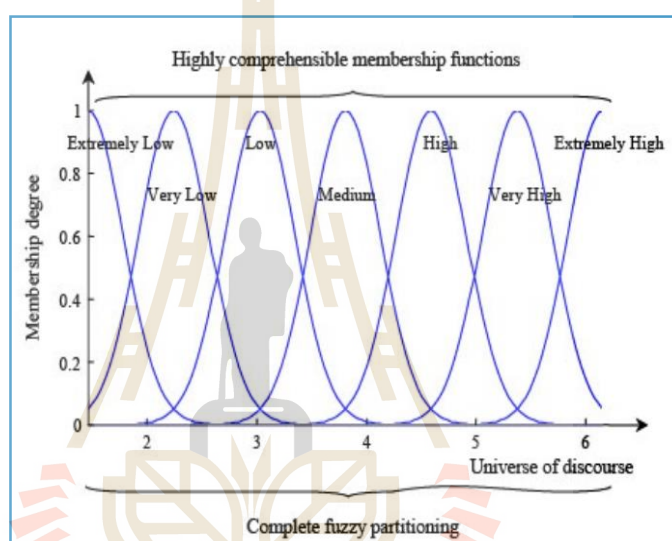
เพื่อให้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกมีความเหมาะสมกับการประมวลผล สามารถกำหนดความเป็นสมาชิกได้หลายค่า โดยฟังก์ชันความเป็นสมาชิกสามารถแก้ไขและเปลี่ยนแปลงได้ตามความต้องการ แต่ควรให้เหมาะกับรูปแบบการใช้งานนั้น ๆ (พยุง มีสังข์, 2557, น.25)



รูปที่ 2.13 ฟังก์ชันสามเหลี่ยม และ ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (พยุง มีสังข์, 2557, น.20)

### 2.3.3.4 ตัวแปรภาษา

เซตแบบฟัซซีสามารถนำไปใช้แทนแนวคิดของภาษาเพื่ออธิบายค่าของตัวแปร เช่น ‘Very Low’ ‘Low’ ‘Medium’ ‘High’ เป็นต้น ซึ่งเรียกว่าเป็นตัวแปรภาษา (linguistic variable) (คันสนีย์ เอื้อพันธ์วีริยะกุล, 2547, น.81) ช่วยกำหนดค่าของสิ่งที่จะอธิบายทั้งในเชิงคุณภาพ โดยใช้พจน์ภาษา (linguistic term) สำหรับการแสดงแนวคิดและความหมายเพื่อการสื่อสารของมนุษย์ และในเชิงปริมาณ โดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตแบบฟัซซี สำหรับแสดงระดับความเป็นสมาชิก ซึ่งมีประโยชน์ในการจัดการกับข้อมูลนำเข้าเชิงตัวเลข (พยุง มีสัง, 2557, น.30)



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างตัวแปรภาษาจากระบบฟัซซี (พยุง มีสัง, 2557, น.30)

ตัวแปรภาษา คือ การนำตัวแปรสัญลักษณ์ (symbolic variable) และตัวแปรเชิงเลข (numerical variable) มาประกอบเข้าด้วยกัน ตัวอย่างของตัวแปรสัญลักษณ์ เช่น “รูปร่างเป็น ทรงกลม” (shape = sphere) คำว่า “รูปร่าง” เป็นตัวแปรที่แสดงถึงรูปร่างของวัตถุ ส่วนตัวอย่างของตัวแปรเชิงเลข เช่น “ความสูงเท่ากับ 5 มิลลิเมตร” (high = 5 mm.) โดยรูปที่ 2.14 แสดงการรวมตัวแปรเชิงเลขกับตัวแปรสัญลักษณ์เข้าด้วยกัน ได้แก่ Extremely Low, Very Low, Low, Medium, High, Very High และ Extremely High ซึ่งเป็นลักษณะของตัวแปรภาษาของฟัซซีเซต (พยุง มีสัง, 2557, น.30-31)

### 2.3.3.5 โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี

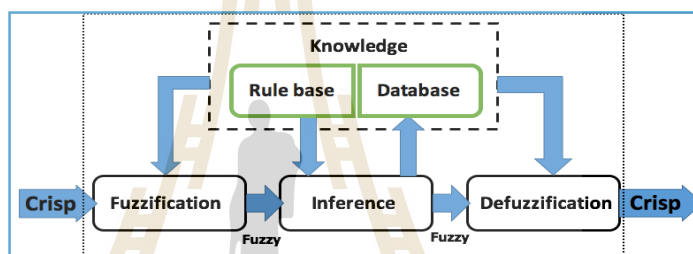
โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน (พยุง มีสัง, 2557, น.66-67; นันทชัย กานตานันทะ, 2555, น.38) ดังรูปที่ 2.15 ดังนี้

1) การแปลงค่าข้อมูลนำเข้าเป็นค่าตัวแปรนำเข้าแบบฟัซซี (fuzzification) เป็นส่วนที่แปลงข้อมูลนำเข้า (crisp input) เพื่อเปลี่ยนเป็นการนำเข้าข้อมูลแบบตัวแปรภาษา (linguistic variable)

2) ฐานความรู้ (knowledge base) เป็นส่วนจัดเก็บรวบรวมข้อมูลในการควบคุมประกอบ 2 ส่วนคือ ฐานกฎ (rule base) และฐานข้อมูล (database)

2.1) ฐานกฎ (rule base) เป็นส่วนของการกำหนดวิธีการควบคุม ซึ่งได้จากผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของชุดข้อมูลแบบกฎของภาษา (linguistic rule)

2.2) ฐานข้อมูล (database) เป็นส่วนการจัดเตรียมส่วนที่จำเป็นเพื่อที่จะใช้ในการกำหนดคกฎการควบคุม และการจัดการข้อมูลของฟัซซีลอจิก



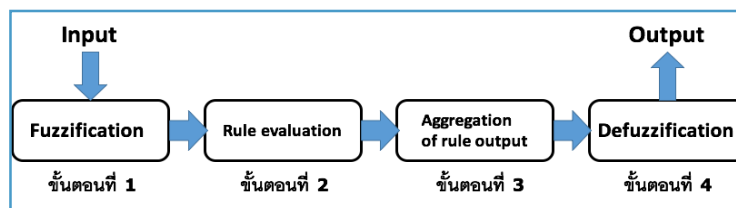
รูปที่ 2.15 โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี

3) การอนุมานหรือการตีความ (fuzzy inferencing) เป็นส่วนทำหน้าที่ตรวจสอบข้อเท็จจริง เพื่อใช้ในการตีความหาเหตุผลผ่านกฎฟัซซีที่กำหนดขึ้น เหมือนกลไกควบคุมการใช้ความรู้สำหรับแก้ไขปัญหา โดยกฎฟัซซีที่ใช้คือ กฎฟัซซีแบบถ้า-แล้ว (fuzzy if-then rule) ด้วยหลักการเหตุและผล

4) การแปลงข้อมูลส่งออกให้เป็นค่าปกติ (defuzzification) เป็นการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบฟัซซีให้เป็นค่าปกติหรือข้อมูลผลลัพธ์ (crisp output)

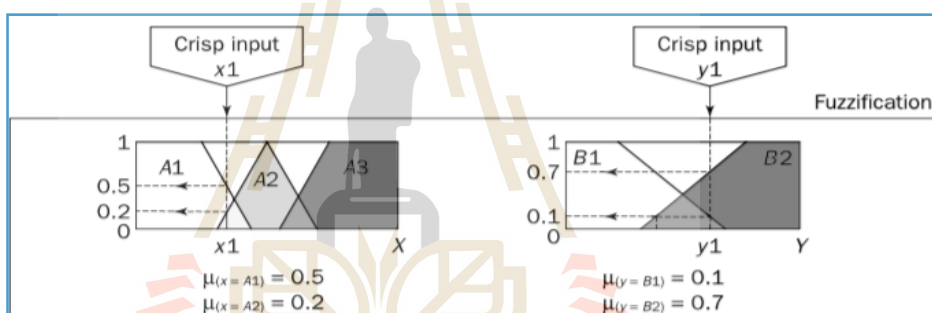
### 2.3.3.6 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิกมีรูปแบบการทำงานเป็น 4 ส่วน (พวงมีสัง, 2557, น.67-68; Negnevitsky, 2005, pp.107-111) แสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการแปลงข้อมูลนำเข้าแบบดั้งเดิมเปลี่ยนเป็นตัวแปรนำเข้าแบบฟัซซี โดยการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกไม่จำเป็นต้องมีลักษณะเดียวกัน ขึ้นกับคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละข้อมูลนำเข้าและมีความสัมพันธ์ต่อข้อมูลผลลัพธ์ โดยฟังก์ชันจะกำหนดตัวแปรภาษา ให้เหมาะสมต่อการเป็นข้อมูลนำเข้าแบบฟัซซี ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ข้อมูลนำเข้าแบบฟัซซีลอจิก (Negnevitsky, 2005, p.108)

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการประเมินค่ากฎของฟัซซี (rule evaluation) คือการประเมินค่าตัวแปรนำเข้าทั้งหมดในกฎของฟัซซี เพื่อให้ได้ข้อมูลผลลัพธ์ โดยอาศัยหลักการของเหตุและผล ด้วยการเขียนเป็นกฎฟัซซีเพื่อควบคุมระบบ (rules) ซึ่งมีรูปแบบ IF-THEN ถ้า (if) และ (and) หรือ (or) ซึ่งเป็นภาษาแบบเงื่อนไข เมื่อนำกฎทั้งหมดมาประมวลผลรวมกันได้เป็นผลลัพธ์ตัวเลข เพื่อนำไปประเมินผลต่อจาก ดังนั้น (then) เพื่อการหารูปแบบการตัดสินใจที่เหมาะสม โดยอาศัยการเก็บข้อมูลจากการทดลอง หรือการคาดการณ์จากการตัดสินใจของมนุษย์

### 1) รูปแบบกฎฟัซซี

ในระบบฟัซซี การแสดงรูปประโยคของความรู้ได้ดังนี้

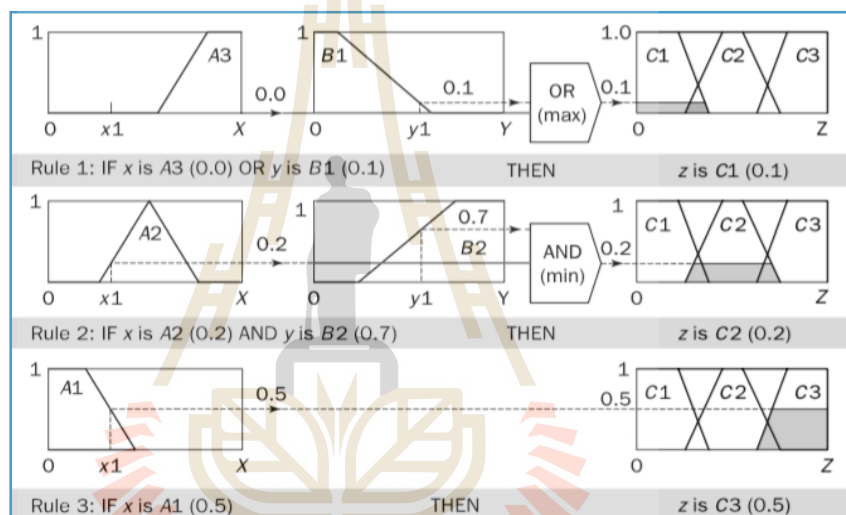
ถ้า ข้อตั้ง (ข้อนำ) ดังนั้น ข้อยุติ (ข้อตาม)

IF premise (antecedent), THEN conclusion (consequent)

ข้อความข้างต้นเป็นที่รู้จักกันในนาม “รูปแบบฐานกฎถ้า-ดังนั้น” (IF-THEN rule-based form) ระบบกฎฟัซซีเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในการจัดรูปแบบของระบบที่ซับซ้อนที่สามารถสังเกตได้โดยมนุษย์ เพราะระบบเหล่านี้สามารถแสดงด้วยตัวแปรภาษาในข้อนำและข้อตามของกฎได้

### 2) กฎฟัซซี

ฟัซซีลอจิกมีรูปแบบและวิทยาการเพื่อการตัดสินใจให้เหตุและผลที่เหมาะสมจำนวนมาก แต่ที่นิยมประยุกต์ใช้งานมากที่สุด คือ กฎฟัซซี (fuzzy rules) แบบถ้า-แล้ว ตัวอย่างการใช้กฎฟัซซี ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ตัวอย่างรูปแบบการจัดกลุ่มด้วยกฎฟัซซี (Negnevitsky, 2005, p.108)

จากรูปที่ 2.18 สามารถเขียนเป็นกฎในรูปประโยคภาษาได้ดังนี้

- กฎข้อ 1: ถ้า  $x$  มีค่า  $A_3$  (0.0) หรือ  $y$  มีค่า  $B_1$  (0.1) แล้ว  $z$  มีค่าเป็น  $C_1$  (0.1)
- กฎข้อ 2: ถ้า  $x$  มีค่า  $A_2$  (0.2) และ  $y$  มีค่า  $B_2$  (0.7) แล้ว  $z$  มีค่าเป็น  $C_2$  (0.2)
- กฎข้อ 3: ถ้า  $x$  มีค่า  $A_1$  (0.5) แล้ว  $z$  มีค่าเป็น  $C_3$  (0.5)

เมื่อ  $x, y$  = ค่าข้อมูลนำเข้า  $A, B$

$z$  = ค่าข้อมูลส่งออก  $C$

$A_1, A_2, A_3, B_1, B_2$  และ  $B_3$  = พจน์ภาษาของข้อมูลนำเข้า

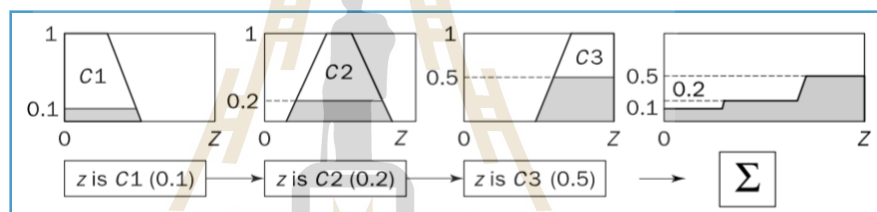
(0.0)-(1.0) = ค่าหรือดีกรีของความเป็นสมาชิก

$C_1, C_2$  และ  $C_3$  = พจน์ภาษาของข้อมูลส่งออก

### 3) การอนุมานแบบแมมดานิ

ในการประมาณค่าฟังก์ชัน (function approximation) ระบบกฎฟัซซีที่ใช้รูปแบบแมมดานิ (Mamdani) โดยรวมผลการอนุมานของกฎ (inference) โดยวิธีการซ้อนทับ (superimposition) จากกฎหลาย ๆ ข้อ ซึ่งไม่ใช่วิธีแบบบวกรวมกัน จึงเรียกระบบแบบนี้ว่าเป็น none-additive rule model แต่ใช้วิธีการเฉลี่ยค่า โดยใช้วิธีการประมวลผลจากกฎทุกกฎรวมกัน

ระบบกฎฟัซซีแบบแมมดานิเป็นระบบหนึ่งที่นิยมใช้มาก การหาผลรวมข้อมูลผลลัพธ์ทำได้ด้วยวิธีการจัดองค์ประกอบแบบค่าสูงสุด-ต่ำสุด (max-min composition) โดยใช้ตัวดำเนินการค่าต่ำสุด (minimum operator) สำหรับการเชื่อมประโยคแบบ “and” และใช้ตัวดำเนินการค่าสูงสุด (maximum operator) สำหรับการเชื่อมประโยคแบบ “or” โดยวิธีการจัดองค์ประกอบแบบค่าสูงสุด-ต่ำสุด ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 กราฟิกวิธีการอนุมานแบบ Mamdani (Negnevitsky, 2005, p.108)

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการหาข้อมูลผลลัพธ์แบบฟัซซี (aggregation of rule output) โดยเป็นการนำกฎการควบคุมที่สร้างขึ้น ในขั้นตอนที่ 2 มาประมวลผลกับการข้อมูลนำเข้าแบบฟัซซี โดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้มาประมวลผล ซึ่งวิธีการที่นิยมใช้ในการตีความหาเหตุผลเลือกใช้แบบ max-min method และ max-dot method

ขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนการสรุปเหตุผลแบบฟัซซี (defuzzification) โดยจะเปลี่ยนข้อมูลผลลัพธ์แบบฟัซซีให้เป็นข้อมูลผลลัพธ์แบบคริสป์เซต ด้วยวิธีการทำค่าฟัซซีให้เป็นค่าปกติ ด้วยวิธีการเลือกค่าสูงสุดหรือสรุปหาเหตุผลจากหลาย ๆ เซตเหลือเพียงค่าเดียว ซึ่งเป็นการใช้ค่าสูงสุดของค่าระดับการเป็นสมาชิกจากการดำเนินการหลายแบบ และเลือกการดำเนินการเพียงหนึ่งรูปแบบ ซึ่งวิธีการหาจุดศูนย์กลางถ่วง (Central of Gravity: COG) เป็นวิธีเฉลี่ยผลที่ได้จากการคำนวณจุดศูนย์กลางถ่วงที่รวมค่าทั้งหมดที่ได้ด้วยการประมาณค่า เพื่อการตีความหาเหตุ จากสูตรที่ 2-4



$$COG = \frac{\sum_{i=1}^N \alpha_i w_i}{\sum_{i=1}^N \alpha_i} \quad (2-4)$$

โดยสูตร ได้กำหนดค่าของตัวแปร ดังนี้

COG = ค่าของจุดศูนย์กลางถ่วง (Central of Gravity)

N = ค่าตั้งแต่ตำแหน่งที่ 1 ถึงตำแหน่งที่ i

$\alpha_i$  = ค่าพีชชีของตัวแปรผลลัพธ์แบบพีชชีตำแหน่งที่ i

$w_i$  = พื้นที่ใต้โค้งของพีชชีเซตตำแหน่งที่ i

#### 2.3.4 การคัดเลือกคุณลักษณะ

การคัดเลือกคุณลักษณะเป็นเทคนิคหนึ่งของการทำเหมืองข้อมูล ถูกนำมาใช้เพื่อการจัดเตรียมข้อมูลซึ่งมีขั้นตอนต่าง ๆ แบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การคัดเลือกข้อมูล การจัดเตรียมข้อมูลก่อนประมวลผล และการแปลงข้อมูล ในการทำเหมืองข้อมูลมีหลายเทคนิคใช้งาน เช่น การแบ่งส่วนฐานข้อมูล การสร้างตัวแบบในการทำนาย และการวิเคราะห์การเชื่อมต่อ เป็นต้น (สายชล สตินสมบูรณ์ทอง, 2558, น.2-3) สำหรับงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่ต้องการใช้งาน

การคัดเลือกคุณลักษณะหรือการลดมิติข้อมูล ถูกนำมาใช้เพื่อลดปริมาณของจำนวนตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องออกให้เหลือเฉพาะคุณลักษณะที่สัมพันธ์กันเท่านั้น (นิธินันท์ มาตา, แสงดาว นพพิทักษ์, ศิโรรัตน์ กุลวงศ์ และเปรม อิงคเวชากุล, 2558, น.353) โดยการคัดเลือกคุณลักษณะมีพื้นฐานการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับกลุ่มเป้าหมาย อาจรวมถึงการได้คุณลักษณะใหม่จากวิเคราะห์คุณลักษณะเดิม (นิเวศ จิระวิจิตชัย, 2553, น.15) ซึ่งการคัดเลือกคุณลักษณะนี้มีอยู่หลายวิธี เช่น การคัดเลือกคุณลักษณะโดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูล (correlation based feature selection) การคัดเลือกคุณลักษณะโดยใช้วิธีอัตราส่วนเกน (gain ratio feature selection) การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะโดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลเพราะเป็นวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อให้ได้กลุ่มคุณลักษณะข้อมูลของค่าพยากรณ์ (Ting, Ip, and Tsang, 2011, p.39; Karegowda, Manjunath, and Jayaram, 2010, p.272)

การคัดเลือกคุณลักษณะ โดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูล มีรายละเอียด ดังนี้

1) **การคัดเลือกคุณลักษณะ** การคัดเลือกคุณลักษณะ โดยใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูล เป็นวิธีการคัดเลือกกลุ่มคุณลักษณะอย่างง่ายและรวดเร็ว (Hall, 2000) โดยการคำนวณค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะย่อยต่อค่าพยากรณ์ และตัดส่วนที่ไม่มีความสัมพันธ์กับค่าพยากรณ์ทิ้งไป เพื่อให้ได้กลุ่มคุณลักษณะข้อมูลที่มีขนาดเล็กที่สุด (นิเวศ จิระวิจิตชัย, 2553, น.16) ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation) และมีการจัดอันดับตามค่าความสัมพันธ์เพื่อประเมินความสามารถในการพยากรณ์ของแต่ละคุณสมบัติ อีกทั้งการคัดเลือกกลุ่มของคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติย่อยกันเองภายในกลุ่มต่ำ เพื่อลดความซ้ำซ้อนการพยากรณ์ที่อาจเกิดขึ้น (Hall and Smith, 1998, อ้างถึงใน นิภาพร ชนะมาร และพรธณี สิทธิเดช, 2557, น.34)

2) **การตรวจสอบ** การตรวจสอบค่าความผิดพลาดในการพยากรณ์ของโมเดล ใช้วิธีการตรวจสอบการไขว้กัน (cross validation) โดยพื้นฐานของวิธีการตรวจสอบการไขว้กัน คือ การสุ่มตัวอย่าง (resampling) โดยเริ่มจากการแบ่งข้อมูลออกเป็น ส่วน ๆ จากนั้นนำข้อมูลแต่ละส่วน จากชุดข้อมูลมาตรวจสอบ โดยผลลัพธ์จากการตรวจสอบไขว้กัน มักถูกใช้เป็นตัวเลือกในการ กำหนดโมเดล เช่น โมเดลในการคัดแยกประเภท (classification model) เป็นต้น โดยการทำให้ k-fold cross validation เป็นวิธีการแบ่งข้อมูลออกเป็น k ชุด เท่า ๆ กัน และทำการคำนวณค่าความผิดพลาดจำนวน k รอบ ซึ่งแต่ละรอบจะทำการคำนวณข้อมูลชุดหนึ่งจากข้อมูลจำนวน k ชุด โดย ชุดข้อมูลหนึ่งชุดจะถูกเลือกออกมาเพื่อเป็นข้อมูลทดสอบ และข้อมูลอีก k-1 ชุด จะถูกใช้เป็นข้อมูล สำหรับการเรียนรู้ (ภรณ์ยา อามฤครัตน์ และพยุง มีสัจ, 2553, น.62) เช่น 10-fold cross validation (k=10) ชุดข้อมูล หลังจากแบ่งข้อมูลให้เป็นข้อมูลย่อยเท่า ๆ กัน จำนวน 10 ชุดข้อมูล จากนั้นทำการ คำนวณค่าความผิดพลาดจำนวน 10 รอบ โดยแต่ละรอบจะใช้ชุดข้อมูล 1 ชุดเป็นข้อมูลทดสอบและ อีก 9 ชุดเป็นข้อมูลสำหรับเรียนรู้ โดยชุดข้อมูลทดสอบในแต่ละรอบจะไม่ซ้ำกัน

### 2.3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านปัญญาประดิษฐ์เพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ สำหรับผู้สูงอายุ

Kim and Foley (1993) ได้ศึกษาเรื่องการควบคุมระดับสูงและการช่วยเหลือผู้เชี่ยวชาญ ในการออกแบบการนำเสนอส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยสร้างเครื่องมือให้ นักออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เพื่อใช้ในการจัดวางตำแหน่งส่วน โปรแกรมได้ง่ายและ รวดเร็วขึ้น เครื่องมือช่วยออกแบบดังกล่าวประกอบด้วย 2 ส่วนโปรแกรม คือ กล่องโต้ตอบ (dialog box) และโครงสร้างเมนู (menu structuring) งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อการพัฒนา (development research) โดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (decision tree) เพื่อกำหนดกฎถ้า-แล้ว (if-then) ในการสร้าง แพลนผัง (layout) ของส่วนโปรแกรม ช่วยให้โปรแกรมดำเนินการออกแบบอัตโนมัติตามกฎที่ได้

กำหนดเอาไว้ จากนั้นทำการประเมินผลการออกแบบด้วยการใช้สูตรคำนวณหาความสมมาตร ความสมดุล ขนาดและอัตราส่วนกล่องโต้ตอบ อัตราร้อยละของพื้นที่ว่าง เพื่อใช้สำหรับประเมินผล จากการออกแบบของโปรแกรม

ผลการศึกษาพบว่า การทำงานของโปรแกรมเป็นไปตามรูปแบบที่กำหนด โดย โปรแกรมจะทำการออกแบบโดยการใช้กฎเพื่อการจัดเรียงลำดับกล่องโต้ตอบที่เหมาะสมที่สุดแล้ว ทำการจัดอันดับพร้อมแสดงผลการคำนวณค่า ความสมมาตร ความสมดุล ขนาดและอัตราส่วน กล่องโต้ตอบ อัตราร้อยละของพื้นที่ว่าง ซึ่งนักออกแบบยังคงต้องพิจารณาการออกแบบอีกครั้ง โดยสามารถปรับน้ำหนักของกฎได้ เพื่อให้ได้การออกแบบที่ถูกต้อง และเหมาะสมกับหลักการ ออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้มากที่สุด

Liang et al. (2015) ได้ศึกษาเรื่องพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับแผงหน้าปัด รถจักรยานยนต์สำหรับผู้สูงอายุโดยใช้ตรรกศาสตร์คลุมเครือ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจการ ออกแบบส่วนต่อประสานที่เหมาะสมสำหรับแผงหน้าปัดรถจักรยานยนต์ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุ ที่มีอายุ 50 ปี ขึ้นไป จำนวน 36 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างตามเพศชายและหญิง กลุ่มละ 18 คน และทุกคนมีประสบการณ์การขับรถจักรยานยนต์อย่างน้อย 20 ปี จากนั้นพัฒนาแผงหน้าปัด รถจักรยานยนต์เลียนแบบสำหรับใช้ในทดลองบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการออกแบบ องค์ประกอบของแผงหน้าปัดรถจักรยานยนต์ใช้องค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ความยาวเข็ม (needle lengths) จำนวน 5 ระดับ ความกว้างเข็ม (needle widths) จำนวน 5 ระดับ และขนาดขั้นต่ำของขีด ระดับ (scale marks) จำนวน 5 ระดับ ได้แผงหน้าปัดรถจักรยานยนต์จำนวน 125 รูปแบบ

การวิจัยเชิงทดลองของ Liang ได้ทำการประเมินการออกแบบด้วยลิเคิร์ตสเกล (likert scale) โดยผู้เข้าร่วมทดลองทำการประเมินการออกแบบแผงหน้าปัดรถจักรยานยนต์ทุกรูปแบบ แล้วนำผลการประเมินที่ได้มาแปลงค่าเป็นตัวเลขแบบพิชชี เพื่อใช้ในวิเคราะห์ และเลือก พารามิเตอร์การออกแบบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทำให้ได้มาตรอัตราเร็วบน แผงหน้าปัดรถจักรยานยนต์ที่เหมาะสมที่สุด โดยเข็มมีความยาว 4.5 เซนติเมตร (ซม.) ความกว้าง 2 มิลลิเมตร (มม.) และขีดระดับขั้นต่ำ 20 ระดับ ส่วนมาตรเชื้อเพลิงบนแผงหน้าปัดรถจักรยานยนต์ ที่เหมาะสม ควรมีความยาวเข็ม 3 ซม. ความกว้าง 1.5 มม. และขีดระดับขั้นต่ำ 20 ระดับ รวมทั้ง การประเมินผล ความถูกต้องของการอ่าน เวลาในการตอบสนอง และความพึงพอใจ ส่วนมีผลต่อ ความปลอดภัยในการขับขี่ เพราะการออกแบบที่ดีช่วยให้ผู้สูงอายุไม่ต้องพยายามมากในการตีความ ข้อมูล ทำให้เกิดสมาธิ และลดความกดดันต่อผู้สูงอายุในขณะขับขี่ นอกจากนี้ยังสามารถนำการ ออกแบบพิชชีไปใช้สำหรับงานออกแบบรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กได้ เพราะมีความคล้ายกันของ ระยะเวลาอ่านหน้าปัดรถยนต์

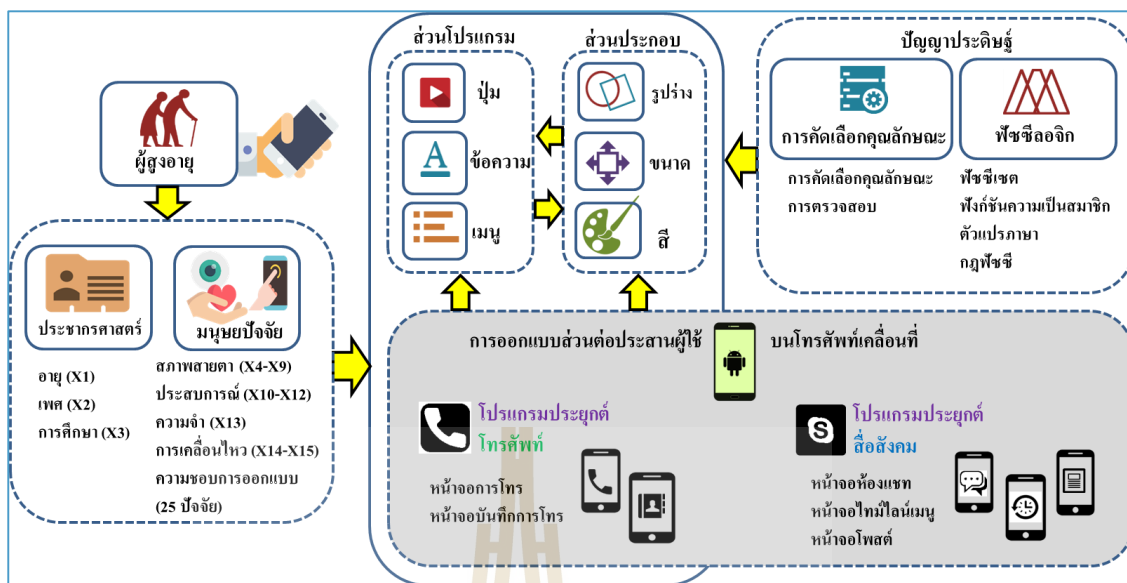
จากการทบทวนงานวิจัยด้านปัญญาประดิษฐ์กับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ สำหรับผู้สูงอายุข้างต้นพบว่า เป็นงานวิจัยด้านการออกแบบและการพัฒนาเครื่องมือสำหรับ

ช่วยเหลือผู้ออกแบบโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจด้วยการสร้างกฎถ้า-แล้ว (if-then) และใช้เทคนิคฟัซซีลอจิก โดยรวมพบว่า นักวิจัยใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้ได้วิธีปรับค่าน้ำหนักของกฎ วิเคราะห์ และเลือกพารามิเตอร์การออกแบบที่ถูกต้องและเหมาะสม

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงใช้ปัญญาประดิษฐ์ด้วยเทคนิคฟัซซีลอจิกในการแก้ปัญหาจากการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ โดยการพัฒนาฟัซซีในลักษณะแบบจำลองฟัซซี เพื่อใช้เป็นต้นแบบสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุที่ใช้หลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เน้นการใช้งานของผู้ใช้ คือ การมองเห็นและนิ้วสัมผัสของผู้สูงอายุ และเน้นที่อุปกรณ์ คือ การทำงานของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยศึกษาเฉพาะส่วนโปรแกรม คือ ข้อความ ปุ่ม และเมนู และส่วนประกอบของการออกแบบ คือ ขนาด รูปร่าง และสี รวมทั้งใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะเพื่อคัดเลือกข้อมูลด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการพัฒนาแบบจำลองฟัซซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

#### 2.4 กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น จึงทำให้ได้กรอบแนวคิดของการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบจำลองฟัซซีเพื่อออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ที่ประกอบด้วย 3 ส่วนที่สำคัญ คือ ข้อมูลผู้สูงอายุ ส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ และเทคนิคทางด้านปัญญาประดิษฐ์ แสดงดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 กรอบแนวคิดของการวิจัย

กรอบแนวคิดข้างต้น มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ข้อมูลผู้ใช้หรือข้อมูลผู้สูงอายุ ประกอบด้วย ข้อมูลทางประชากรศาสตร์ มนุษยปัจจัย และข้อมูลการใช้งานส่วนต่อประสานบน โทรศัพท์เคลื่อนที่
- 2) ส่วนโปรแกรมบน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ประกอบด้วย ปุ่ม ข้อความ และเมนู และส่วนประกอบสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสาน ประกอบด้วย ขนาด รูปร่าง และสี
- 3) เทคนิคทางด้านปัญหาประติษฐ์ ประกอบด้วย การคัดเลือกคุณลักษณะและพีชชีลลจิก

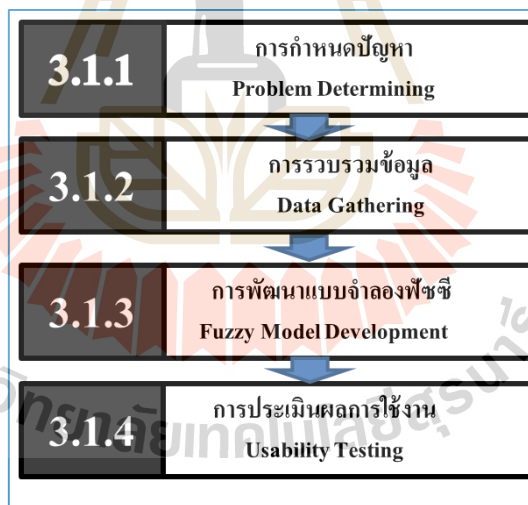
## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยเพื่อการพัฒนา (development research) และการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative research) เพื่อการพัฒนาแบบจำลองฟัซซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้ 3.1 วิธีวิจัย 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และ 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล รายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.1 วิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้วงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ (software development lifecycle) แบบน้ำตก (waterfall model) ในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จากขั้นตอนในรูปที่ 3.1 แสดงลำดับของการวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกันในแต่ละขั้นตอน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 3.1.1 การกำหนดปัญหา

ด้วยการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 โดยเฉพาะมนุษย์บัจจัยของผู้สูงอายุ และการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้พบปัญหาการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุด้านประสาทสัมผัส คือ สายตา การสัมผัสด้วยนิ้วมือ รวมทั้งปัญหาด้านความจำ และพบผลกระทบที่เกิดจากการใช้ส่วนโปรแกรม ได้แก่ ข้อความ ปุ่ม และเมนู และส่วนประกอบของการออกแบบ ได้แก่ ขนาด รูปร่าง และสี ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม

### 3.1.2 การรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาแบบเก็บข้อมูล จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาโครงสร้างและข้อคำถามของแบบเก็บข้อมูล ความเที่ยงตรงของเนื้อหา และภาษาที่ใช้ เพื่อขอคำแนะนำในการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสม จากนั้นได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยในขั้นตอนนี้แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) การพัฒนาโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล และ (2) การดำเนินการเก็บข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การพัฒนาโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาแบบการเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไมโครซอฟต์วิซวล C++ และกำหนดขนาดหน้าจอคอมพิวเตอร์สำหรับติดตั้งโปรแกรมแบบเก็บข้อมูลที่ขนาดจอ 13 นิ้ว ความละเอียด (Resolution) 1280x768 พิกเซล (pixel) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้สูงอายุ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ (1) ชุดข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ (ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย)<sup>1</sup> (2) ชุดข้อมูลด้านมนุษย์บัจจัย และ (3) ชุดข้อมูลส่วน โปรแกรมและข้อมูลส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (ข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่) แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.2 แต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

<sup>1</sup> ผู้วิจัยปรับภาษาเพื่อสื่อสารกับทีมผู้ช่วยเก็บข้อมูลให้เข้าใจได้ง่าย จึงเปลี่ยนจากคำว่า ‘ลักษณะทางประชากรศาสตร์’ เป็น ‘ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมวิจัย’ และคำว่า ‘ข้อมูลส่วน โปรแกรมและข้อมูลส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม’ เป็น ‘ข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่’

**แบบเก็บข้อมูล**  
 การพัฒนาสื่อดูประกอบสำหรับผู้ใช้เองปรับด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

แบบเก็บข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ร่วมวิจัย

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

เริ่มเก็บข้อมูล

### รูปที่ 3.2 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าจอแนะนำ

1.1) ชุดข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ ประกอบด้วยชุดข้อมูลหรือตัวแปรด้านอายุ เพศ และการศึกษา โดยเก็บข้อมูลดังกล่าวจากกลุ่มตัวอย่างตามแบบเก็บข้อมูลที่กำหนดไว้ นอกจากนี้โปรแกรมแบบเก็บข้อมูลยังเพิ่มช่องหมายเหตุ เพื่อให้ผู้ช่วยเก็บข้อมูลสามารถเก็บข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัยหรือกลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติมอื่น ๆ เช่น ข้อสังเกตหรือปัญหาของผู้สูงอายุ เป็นต้น ได้ ในหน้าที่ 1 แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.3

เลขที่แบบสอบถาม# 145
บันทึก

หน้า 1
หน้า 2
หน้า 3
หน้า 4

1. อายุ

ระบุอายุ (ปี)  ปี หรือ ระบุ พ.ศ. เกิด

2. เพศ

ชาย  หญิง

3. การศึกษา

ป.6 หรือต่ำกว่า  ม. 1 - ม. 3  ม. 4 - ม. 6  ปริญญาตรี ขึ้นไป

4. การได้ยิน

ปกติ  มีปัญหา แก้ไขโดยใช้

หูฟัง  พุดเสียงดัง  ภาษามือ  การเขียน

5. สภาพสายตา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ปกติ  สายตาสั้น  สายตายาว  สายตาเอียง

หมายเหตุ:

### รูปที่ 3.3 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 1

1.2) ชุดข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย ประกอบด้วยชุดข้อมูลหรือตัวแปรด้านการได้ยิน (การเก็บข้อมูลส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าการได้ยินเป็นปัญหาหนึ่งของผู้สูงอายุในการ



ใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หรือไม่) สภาพสายตา โรคทางสายตา สีที่มองเห็น การแยกความแตกต่างของสี การวัดระดับสายตา ประสบการณ์การใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ ขนาดหน้าจอ โทรศัพท์เคลื่อนที่ ประสบการณ์การใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยี แบบทดสอบความจำ แบบทบทวนความจำ และวิธีการจำของกลุ่มตัวอย่าง แสดงรายละเอียด โปรแกรมแบบเก็บข้อมูลหน้าที่ 2-3 ดังรูปที่ 3.4 ถึง รูปที่ 3.7 ดังนี้

หน้า 1 หน้า 2 หน้า 3 หน้า 4

1. ท่านเป็นโรคเกี่ยวกับสายตา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ไม่มีโรคใด ๆ  ภาวะตาแห้ง  ต้อกระจก  ต้อหิน

จอประสาทตาเสื่อม  เบาหวานขึ้นตา  ตาบอดสี  อื่น ๆ

2. สีที่ท่านมองเห็น

สีฟ้า  สีเหลือง  สีฟ้าปน เหลือง  อื่น ๆ

3. จงเลือก "สีม่วง" จากสีที่กำหนดให้ ต่อไปนี้

4. การวัดระดับสายตา

เปิดแบบทดสอบ [F2]

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 2

คำแนะนำ

ผู้เข้าร่วมวิจัย โปรดนั่งจากแผ่นทดสอบนี้ในระยะ 1-1.5 ฟุต หรือ 30-45 เซนติเมตร โดยประมาณ

\*\*\*ให้ทำเครื่องหมาย  ในช่องที่ตอบถูก

95 Distance equivalent 20 800

874 20 400

284379 20 200

638947 14 pt. 210 20 100

835792 10 pt. 27 20 70

352786 8 pt. 25 20 50

835962 5 pt. 22 20 30

374258 4 pt. 21 20 20

แผ่นทดสอบสายตาเจเกอร์ชาร์ตขนาดเท่าตัวจริง

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 2 การวัดระดับสายตา

หน้า 1 หน้า 2 หน้า 3 หน้า 4

1. ท่านใช้โทรศัพท์แบบจอสัมผัสมานานเท่าใด  
ระยะเวลา  ปี  เดือน
2. ขนาดหน้าจอโทรศัพท์แบบสัมผัสของท่าน  
 5.5 นิ้ว  4.7 นิ้ว  4.5 นิ้ว  4 นิ้ว  อื่น ๆ
3. ความจำ : แสดงภาพที่ไม่สัมพันธ์กัน 3 ภาพ  
 เปิดแบบทดสอบความจำ รายละเอียด
4. เคยใช้งานอุปกรณ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)  
 คอมพิวเตอร์  แท็บเล็ต  ไร้โมโทรโฟน  
 กล้องดิจิทัล  ไร้โมโทรโฟน/ฟลลิม  ไม่มีประสบการณ์
5. ทบทวนความจำ : ให้เลือกภาพ 3 ภาพเดิมอีกครั้ง จากกลุ่มภาพ  
5.1  เปิดแบบทดสอบความจำ รายละเอียด  
5.2 วิธีการจำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)  
 สี  รูปร่าง  ตำแหน่ง  อื่น ๆ

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้า 3



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้า 3 แบบทดสอบความจำและแบบทบทวนความจำ

ชุดข้อมูลหรือตัวแปรด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยดังกล่าวเป็นชุดข้อมูลนำเข้า สำหรับขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองฟัซซี่ ดังตารางที่ 3.1 ซึ่งจะกล่าวต่อไป

ตารางที่ 3.1 ชุดข้อมูลด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัย: ชุดข้อมูลนำเข้า

ข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัย	ชุดข้อมูลนำเข้า
ประชากรศาสตร์	อายุ
	เพศ
	การศึกษา
สภาพสายตา	สภาพสายตา
	การสวมแว่น ขณะเก็บข้อมูล
	โรคทางตา
	การมองเห็นสีฟ้า
	การแยกแยะสี
	การวัดระดับสายตา
ประสบการณ์	ขนาดจอ
	ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์
	ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี
ความจำและการเคลื่อนไหว	วิธีการจดจำ
	ประสิทธิภาพการจำ
	ประสิทธิผลการจำ

1.3) ชุดข้อมูลส่วน โปรแกรมและข้อมูลส่วนประกอบของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ในส่วนนี้โปรแกรมเก็บข้อมูลถูกกำหนดขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ สำหรับการออกแบบด้วยขนาดจอ 5.5 นิ้ว ความละเอียด 480x800 พิกเซล ทั้งนี้จำแนกข้อมูลตามโปรแกรมเก็บข้อมูล หน้าที 4 คือ (1) โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ และ (2) โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที 4

โปรแกรมเก็บข้อมูลออกแบบเพื่อใช้เก็บข้อมูลส่วน โปรแกรมและข้อมูลส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคม ภายในประกอบด้วย 5 หน้าจอแสดงผล ได้แก่ (1) โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอการโทร แสดงดังรูปที่ 3.9 (2) โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอบันทึกการโทร แสดงดังรูปที่ 3.10 (3) โปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคม หน้าจอห้องแชท แสดงดังรูปที่ 3.11 (4) โปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคม หน้าจอไทม์ไลน์เมนู แสดงดังรูปที่ 3.12 และ (5) โปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคม หน้าจอโพสต์ แสดงดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอการโทร



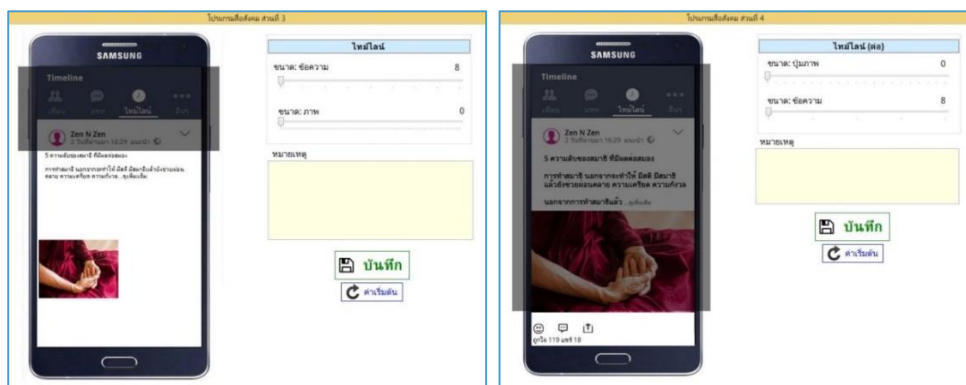
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอบันทึกการโทร



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคม หน้าจอห้องแชท



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคม หน้าจอไทม์ไลน์เมนู



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอโพสต์

2) การดำเนินการเก็บข้อมูล เริ่มต้นจากการเตรียมการเก็บข้อมูลก่อนดำเนินการเก็บข้อมูล ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ (1) จัดทำเอกสารประกอบการเก็บข้อมูล (2) ประกาศรับสมัครทีมผู้ช่วยเก็บข้อมูล (3) ฝึกอบรมทีมผู้ช่วยเก็บข้อมูล (4) ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และ (5) วางแผนการเก็บข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

2.1) จัดทำเอกสารประกอบการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจัดทำเอกสารข้อเสนอแนะสำหรับผู้ช่วยเก็บข้อมูลผู้สูงอายุ ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม วิธีการใช้งานโปรแกรมเก็บข้อมูล และคำแนะนำในการเก็บข้อมูล (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข)

2.2) ประกาศรับสมัครทีมผู้ช่วยเก็บข้อมูล ผู้วิจัยประกาศรับสมัครทีมผู้ช่วยเก็บข้อมูลผ่านทางเฟสบุ๊กกลุ่มนักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี (<https://web.facebook.com/ITSuranaree/>) และอีเมลกลุ่มนักศึกษา สำนักเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยกำหนดคุณสมบัติ (1) ต้องมีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาขนาดหน้าจอ 13 นิ้วขึ้นไป ที่เป็นระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ 7 ขึ้นไป เพื่อใช้สำหรับเก็บข้อมูล และ (2) ความสามารถในการเก็บข้อมูลภายใต้เงื่อนไข เช่น มารยาท และการแสดงออกต่อผู้สูงอายุ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข) ซึ่งมีผู้สมัครทั้งสิ้น 10 คน

2.3) ฝึกอบรมทีมผู้ช่วยเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้นัดหมายผู้สมัครทั้งหมดมาประชุมพร้อมกัน จากนั้นผู้วิจัยจึงเริ่มต้นด้วยการให้ผู้ช่วยเก็บข้อมูลแต่ละคนติดตั้งโปรแกรมเก็บข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์พกพา ในลำดับถัดมาผู้วิจัยสาธิตการเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรมเก็บข้อมูลแก่ทีมผู้ช่วยเก็บข้อมูล แล้วจึงให้ผู้ช่วยเก็บข้อมูลแต่ละคนแสดงหรือทำการทดลองเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรมเก็บข้อมูลกับผู้วิจัยแบบตัวต่อตัว ซึ่งเป็นช่วงที่ผู้วิจัยทำการประเมินทักษะการสื่อสาร ความสามารถและความเหมาะสมของผู้ช่วยเก็บข้อมูล หลังจากนั้นผู้วิจัยได้แจ้งผลการคัดเลือกผู้ช่วยเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล ซึ่งมีผู้ผ่านการอบรมจำนวน 3 คน

2.4) ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยดำเนินการติดต่อ 6 หน่วยงานสำคัญ ประกอบด้วย (1) สมาคมสภาผู้สูงอายุแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ประจำจังหวัดนครราชสีมา (2) พุทธสมาคม จังหวัดนครราชสีมา (3) สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปภรณ์ วัฒนวง (หญิง) และบ้านโพธิ์กลาง (ชาย) (4) โรงพยาบาลสาธารณสุขตำบลในสังกัด อำเภอเมืองนครราชสีมา (5) ชมรมครูเกษียณ จังหวัดนครราชสีมา และ (6) ชมรมผู้สูงอายุแห่งอื่น ๆ ที่ได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากหน่วยงานข้างต้น จากนั้นผู้วิจัยขอให้สาขาวิชา ทำบันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ซึ่งหน่วยงานบางแห่งก็ติดต่อประสานงานกันด้วยวาจา จึงไม่ได้ทำบันทึกขอความอนุเคราะห์ให้แก่หน่วยงาน

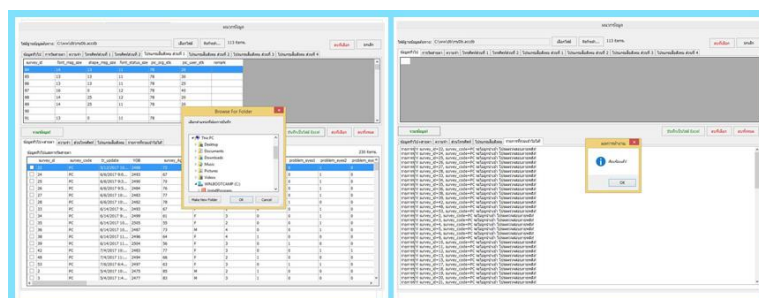
2.5) วางแผนการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดวัน เวลาและสถานที่ที่ต้องเดินทางไปเก็บข้อมูลจากผู้สูงอายุ และกำหนดจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการในแต่ละครั้ง ในขณะที่เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดบันทึกข้อมูลในหนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย (Informed Consent Form: EC-IRD-8) เพื่อแสดงความสมัครใจให้ทดสอบและให้ข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้

ภายหลังเสร็จสิ้นการเตรียมการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูล ตามแผนการที่กำหนดไว้ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2560 รวมเป็นระยะเวลา 3 เดือน จำนวนทั้งสิ้น 21 ครั้ง แสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แผนการเก็บข้อมูลของผู้สูงอายุ

ลำดับ	วัน	เวลา	ผู้ประสานงาน	หน่วยงาน	จำนวน
1	6/6/1960	9.00-12.00	สุภาภรณ์ ไชยศักดิ์	สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์ ณ วัดม่วง	15
2	14/6/60	9.00-12.00	แม่แดง จิตตรา	สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์ ณ โพธิ์กลาง	15
3	3/7/1960	9.00-12.00	แม่แดง จิตตรา	สถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์ ณ วัดม่วง	5
4	6/7/1960	18.00-20.00	เสด็จ เขียวแดง	ชมรมผู้สูงอายุ ณ หมู่บ้าน โคราชคฤหาสน์ทอง	10
5	7/7/1960	9.00-12.00	กัลยา กลิ่นแจ่มใส (ผู้ใหญ่บ้านหมู่2)	โรงเรียนผู้สูงอายุ (สามยอด)	5
6	12/7/1960	9.00-12.00	แม่แดง จิตตรา	ชมรมตำรวจเกษียณ ณ วัดสุทธจินดา	10
7	12/7/1960	13.00-15.00	ชาญ คำริห์	พุทธสมาคม นครราชสีมา	5
8	12/7/1960	16.00-18.00	เสด็จ เขียวแดง	ชมรมผู้สูงอายุ ณ หมู่บ้าน โคราชคฤหาสน์ทอง	10
9	18/7/60	9.00-12.00	สิริัญญา ไมตรีจิตต์ (ผอ. รพ. สด. หนองปรู)	รพ. สด. หนองปรู หมู่ 5 ณ ม. สุรนารีวิลล์	10
10	18/7/60	13.00-15.00		รพ. สด. หนองปรู หมู่ 5 ณ ศูนย์สาธารณสุขตลาด	10
11	19/7/60	9.00-12.00		รพ. สด. หนองปรู หมู่ 4 ณ อบต. หนองจะบก	15
12	20/7/60	13.30-16.00	เสด็จ เขียวแดง	ชมรมผู้สูงอายุ ณ หมู่บ้าน โคราชคฤหาสน์ทอง	10
13	26/7/60	9.00-12.00	ชาญ คำริห์	พุทธสมาคม นครราชสีมา	15
14	27/7/60	9.00-12.00	แจ่ม สกรอมะเริง	รพ. สด. พलगมะนาว หมู่ 7 ณ ศาลาเบิ่งแสนสุข	15
15	3/8/1960	9.00-12.00	ภมร หมั่นคำ	รพ. สด. พलगมะนาว หมู่ 2 ณ บ้านหนองไผ่	20
16	7/8/1960	9.00-12.00	--	ที่ทำการ รพ. สด. พलगมะนาว	15
17	9/8/1960	10.00-12.00	ภัทราวรรณ สากำปิง	ที่ทำการ รพ. สด. พलगมะนาว	5
18	10/8/1960	8.00-11.00	ประนัย เพทกมล	ที่ทำการ รพ. สด. พलगมะนาว	10
19	17/8/60	9.00-12.00		รพ. สด. พलगมะนาว หมู่ 1	20
20	23/8/60	8.00-11.00	แจ่ม สกรอมะเริง	ที่ทำการ รพ. สด. พलगมะนาว	5
21	24/8/60	9.00-12.00	แม่แดง จิตตรา	ชมรมครูเกษียณ ณ สำนักงาน สกสค. โคราช	20

ภายหลังการดำเนินการเก็บข้อมูลแล้วเสร็จ โดยผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ไมโครซอฟต์วิซวล C++ เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมรวบรวมฐานข้อมูล จากโปรแกรมแบบเก็บข้อมูลทั้งหมด เพื่อจัดระเบียบข้อมูลในเบื้องต้น แสดงดังรูปที่ 3.14 เพื่อใช้ในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองฟัซซี่



รูปที่ 3.14 ตัวอย่างโปรแกรมรวบรวมฐานข้อมูล



### 3.1.3 การพัฒนาแบบจำลองฟัซซี

การพัฒนาแบบจำลองฟัซซีแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การเตรียมชุดข้อมูลนำเข้า (2) การสร้างแบบจำลองฟัซซี และ (3) การประเมินแบบจำลองฟัซซี มีรายละเอียดดังนี้

1) การเตรียมชุดข้อมูลนำเข้า จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้านประชากรศาสตร์และด้านมนุษยปัจจัยของผู้สูงอายุดังกล่าวแล้วทำให้ได้ชุดข้อมูลนำเข้าหรือตัวแปรนำเข้า 15 ตัวแปร ได้แก่ อายุ (X1) เพศ (X2) การศึกษา (X3) สภาพสายตา (X4) การสวมแว่น (X5) โรคทางตา (X6) การมองเห็นสีฟ้า (X7) การแยกแยะสี (X8) การวัดระดับสายตา (X9) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) วิธีการจดจำ (X13) ประสิทธิภาพความจำ (X14) และประสิทธิผลความจำ (X15) ซึ่งไม่นำข้อมูลการได้ยินมารวมไว้ในชุดข้อมูลนำเข้านี้ เนื่องจากจากการเก็บรวบรวมข้อมูลพบว่ามีกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุมีปัญหาด้านการได้ยิน จำนวน 2 คน ผู้วิจัยจึงตัดข้อมูลนี้ออกจากชุดข้อมูลนำเข้า อนึ่ง ผู้วิจัยได้กำหนดรหัสเพื่อให้การรายงานผลกระชับขึ้น ซึ่งเป็นรหัสเดียวกันกับรหัสที่ปรากฏในกรอบแนวคิดการวิจัย ดังตารางที่ 3.3

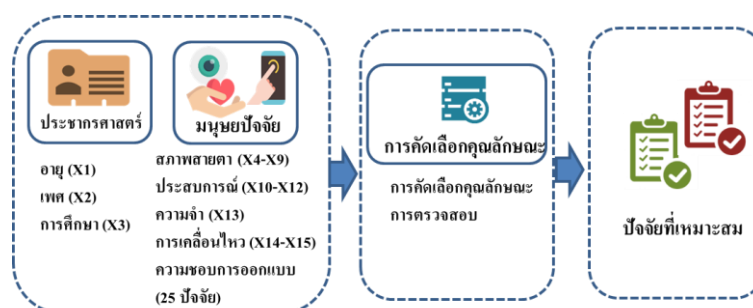
ตารางที่ 3.3 ตัวแปรนำเข้าด้านประชากรศาสตร์และด้านมนุษยปัจจัย

	ตัวแปรนำเข้า	รหัส
1	อายุ (Age)	X1
2	เพศ (Gender)	X2
3	การศึกษา (Education)	X3
4	สภาพสายตา (Problem eye)	X4
5	การสวมแว่น ขณะเก็บข้อมูล (Glass)	X5
6	โรคทางตา (DX eyes)	X6
7	การมองเห็นสีฟ้า (Blue color)	X7
8	การแยกแยะสี (Color split)	X8
9	การวัดระดับสายตา (Optical)	X9
10	ขนาดจอ (Screen size)	X10
11	ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (Phone Experience)	X11
12	ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (Technology Experience)	X12
13	วิธีการจดจำ (Memorize)	X13
14	ประสิทธิภาพการจำ (Memory effectiveness)	X14
15	ประสิทธิผลการจำ (Memory efficiency)	X15

จากนั้นผู้วิจัยใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ (feature selection) แบบ Correlation-based Feature Selection (CFS) ด้วยโปรแกรมเวกา (Waikato Environment for Knowledge Analysis: WEKA) รุ่น 3.6 ในการคัดเลือกคุณลักษณะจากตัวแปรนำเข้าด้านประชากรศาสตร์และด้านมนุษยปัจจัย เพื่อให้ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสมกับข้อมูลส่วน โปรแกรมและข้อมูลส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หรือตัวแปรผลลัพธ์ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดรหัส ดังตารางที่ 3.4 และรูปที่ 3.15

ตารางที่ 3.4 ตัวแปรผลลัพธ์ส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม

	ตัวแปรผลลัพธ์	รหัส	หน้าจอ	โปรแกรมประยุกต์
1	ขนาดตัวเลขแสดงผล (Display Number Size)	A1	การโทร (Dial)	โทรศัพท์ (Phone)
2	ขนาดปุ่มลบ (BTT Del Size)	A2		
3	ขนาดกรอบปุ่มเลข (Pad Number Size)	A3		
4	รูปร่างกรอบปุ่มเลข (Pad Number Shape)	A4		
5	ขนาดตัวเลข (Number Size)	A5		
6	ขนาดอักษร (Text Size)	A6		
7	รูปร่างปุ่มโทร (BTT phone Shape)	A7		
8	ขนาดปุ่มโทร (BTT phone Size)	A8		
9	ขนาดรายชื่อ (ListName Size)	B1	บันทึกการโทร (Call logs)	สื่อสังคม (Social media)
10	ขนาดรายการโทร (Log Size)	B2		
11	ขนาดสัญลักษณ์รายการโทร (Pict Log Size)	B3		
12	ขนาดรูปในรายชื่อ (ListName Pict Size)	B4		
13	รูปร่างรูปในรายชื่อ (ListName Pict Shape)	B5		
14	ขนาดข้อความ (Msg Size)	C1	ห้องแชท (Chat room)	
15	รูปร่างกรอบข้อความ (Msg Shape)	C2		
16	ขนาดข้อความสถานะ (Status Size)	C3	ไทม์ไลน์เมนู (Timeline menu)	
17	ขนาดสติ๊กเกอร์ (Sticker Size)	C4		
18	ขนาดชื่อหัวข้อ (Header Size)	D1		
19	ขนาดสัญลักษณ์รูป (Icon Size)	D2		
20	สี (Color)	D3	โพสต์ (Post)	
21	ขนาดป้ายชื่อ (Label Size)	D4		
22	ขนาดข้อความ (Text Size)	E1		
23	ขนาดภาพ (Picture Size)	E2		
24	ขนาดป้ายชื่อ (Label Size)	E3		
25	ขนาดสัญลักษณ์รูป (Icon Size)	E4		



รูปที่ 3.15 ขั้นตอนการเตรียมชุดข้อมูลนำเข้าจากนั้นผู้วิจัยนำชุดข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองฟัซซี

## 2) การสร้างแบบจำลองฟuzzy ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

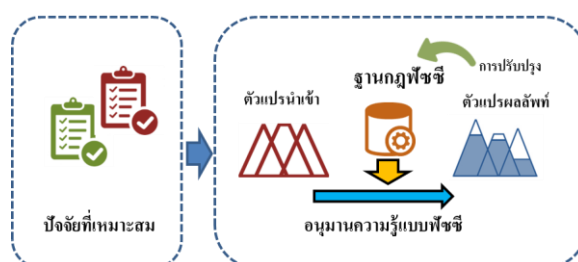
2.1) ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เป็นขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิกฟuzzy และกำหนดจำนวนสมาชิกฟuzzyเซตของตัวแปรนำเข้า (input variable) และตัวแปรผลลัพธ์ (output variable) ที่ได้จากการเตรียมชุดข้อมูล ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีการจัดกลุ่มข้อมูล (cluster analysis) ด้วยเทคนิคการตรวจสอบไขว้กัน (K- fold cross validation) โดยกำหนดค่า K=10 ร่วมกับวิธีการใช้กฎฮาดิแกน (Hatigan's rule) เพื่อกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสม (Chiang and Mirkin, 2010) สำหรับการกำหนดจำนวนสมาชิกของฟuzzyเซต

2.2) ขั้นตอนออกแบบฟuzzyเซต เป็นขั้นตอนของการนำตัวแปรนำเข้าและตัวแปรผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก มาทำการออกแบบฟuzzyเซต ด้วยโปรแกรมแมตแล็บ (Matrix Laboratory: MATLAB) รุ่น R2014a โดยการเลือกสมการหรือกราฟของฟuzzyที่เหมาะสมกับตัวแปรแต่ละตัว ซึ่งตัวแปรทุกตัวแทนค่าด้วยตัวเลขก่อนนำไปแทนค่าในกราฟ จากนั้นจึงกำหนดตัวแปรเชิงภาษา (linguistic variable) โดยปรับเปลี่ยนข้อมูลต่าง ๆ ให้มีความสอดคล้องกันระหว่างตัวแปรในกราฟ ทั้งนี้ตัวแปรทุกตัวถูกดำเนินการแบบเดียวกันในขั้นตอนนี้

2.3) ขั้นตอนสร้างฐานกฎฟuzzy เป็นขั้นตอนของการสร้างกฎฟuzzy จากความสัมพันธ์ของตัวแปรนำเข้าและตัวแปรผลลัพธ์ในฟuzzyเซต เพื่อใช้เป็นฐานความรู้ (knowledge base) โดยผู้วิจัยทำการตรวจสอบและจัดความซ้ำซ้อนของกฎที่ได้ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นผู้วิจัยนำกฎที่ได้ไปบันทึกลงใน โปรแกรมแมตแล็บเพื่อเป็นฐานกฎฟuzzy

2.4) ขั้นตอนอนุมานความรู้แบบฟuzzy เป็นขั้นตอนการตีความตามแนวทางของการอนุมานความรู้แบบฟuzzy เพื่อให้ได้ค่าผลลัพธ์ของการออกแบบ โดยผู้วิจัยใช้โปรแกรมแมตแล็บ เพื่อนำกฎจากฐานกฎฟuzzyมาใช้สำหรับการอนุมานความรู้แบบฟuzzyเพื่อออกแบบส่วนประกอบและส่วนโปรแกรมของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม

ขั้นตอนการสร้างระบบฟuzzyสำหรับออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม แสดงได้ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การสร้างแบบจำลองฟuzzy

3) การประเมินแบบจำลองพีชชี ผู้วิจัยประเมินแบบจำลองพีชชีด้วยข้อมูล 2 ชุด คือ (1) ข้อมูลชุดเรียนรู้ สำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง (training data) สักส่วนร้อยละ 70 และ (2) ข้อมูลชุดทดสอบ สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการเรียนรู้ของเครื่อง (test data) สักส่วนร้อยละ 30 ดังรูปที่ 3.17

ข้อมูลชุดเรียนรู้					ข้อมูลชุดทดสอบ			
	age	know	exp	size	age	know	exp	size
1	55	3	2	3	56	3	1	?
2	58	4	3	4	57	2	3	?
3	59	5	3	5	59	5	3	?
4	61	2	2	4	62	2	3	?
5	63	1	3	3	67	2	1	?
6	65	3	2	4	69	3	2	?
7	69	2	1	5	70	4	4	?
8	71	3	1	4				
9	73	1	2	3				

รูปที่ 3.17 การเตรียมชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ของเครื่อง

โดยนำชุดข้อมูลข้างต้นมาประเมินความแม่นยำและความถูกต้องของการใช้งานแบบจำลองพีชชี ด้วยการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลชุดทดสอบด้วยค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) เพื่อประเมินความใกล้เคียงกันระหว่างค่าพยากรณ์ของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุจากแบบจำลองพีชชี กับค่าข้อมูลจริงว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด หากค่าค่อนข้างน้อยแสดงว่าค่าที่พยากรณ์ได้มีความใกล้เคียงกับค่าข้อมูลจริงพอสมควร วิธีการหาค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (สายชล สีนสมบูรณ์ทอง, 2558, น.418, น.418) แสดงดังสูตรที่ 3-1 และค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: EI) เพื่อประเมินความถูกต้องของการพยากรณ์ ซึ่งถ้าผลการทดสอบค่า EI มีค่ามากเข้าใกล้ค่า 1 แสดงว่ามีความถูกต้องมาก (ราชวณิชย์ ชำนาญ, 2556, น.71) แสดงดังสูตรที่ 3-2

$$MAE = \frac{\sum |e_t|}{n} \quad (3-1)$$

$$EI = \frac{\sum (T_i - \bar{T})^2 - \sum (T_i - O_i)^2}{\sum (T_i - \bar{T})^2} \quad (3-2)$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนตัวอย่าง

$$e_i = |T_i - O_i|$$

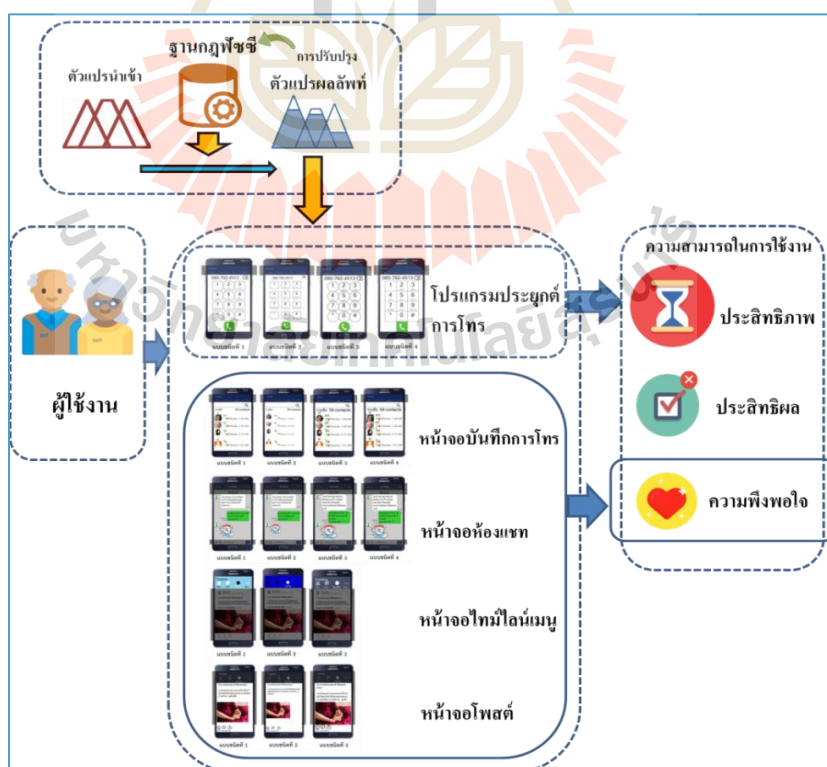
$O_i$  = ค่าข้อมูลพยากรณ์

$T_i$  = ค่าข้อมูลจริง

$T$  = ค่าเฉลี่ยข้อมูลจริง

### 3.1.4 การประเมินผลความสามารถในการใช้งาน

การประเมินผลความสามารถในการใช้งาน เป็นส่วนที่ผู้วิจัยนำแบบจำลองพีชชีที่ถูกพัฒนาด้วยชุดข้อมูลนำเข้า ดังนี้ (1) อายุระหว่าง 60-69 ปี (2) ประสบการณ์ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นระยะเวลา 1 ปีขึ้นไป และ (3) สภาพสายตาต่ำกว่าระดับปกติ มาออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุที่มีคุณลักษณะดังกล่าว ได้ทดลองใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ที่ขนาดหน้าจอ 5.5 นิ้ว จากนั้นผู้วิจัยทำการประเมินผลความสามารถในการใช้งาน (usability testing) ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การประเมินผลความสามารถในการใช้งาน

ในการประเมินผลความสามารถในการใช้งานนั้น มีหลายเกณฑ์ประเมิน Nielsen กล่าวว่า ความสามารถในการใช้งานมีคุณลักษณะที่ชัดเจนสำหรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการใช้งานได้มากกว่าคุณลักษณะของความเป็นมิตรกับผู้ใช้ (user friendly) (1993, p.42) Nielsen (1993, p.26), Preece (2002, p.14) และ Quesenbery (2003, p.7) ได้กล่าวถึงความสามารถในการใช้งาน ในมุมมองที่เหมือนและแตกต่างกันไป แต่สรุปได้ว่าความสามารถในการใช้งานมี 5 ด้าน ประกอบด้วย ประสิทธิภาพในการใช้งาน (task efficiency) ความง่ายในการเรียนรู้ (easy to learn) อัตราความผิดพลาด (rate of error) ความสามารถในการจดจำ (memorability) และความพึงพอใจ (satisfaction) ในขณะที่ มาตรฐาน ISO 9241-11 ที่ได้กำหนดเกณฑ์การศึกษาความสามารถในการใช้งานไว้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสิทธิภาพ (efficiency) ด้านประสิทธิผล (effectiveness) และด้านความพึงพอใจ (satisfaction) (Green and Pearson, 2006, p.67; Bevan, 1999, p.92) เนื่องจากการวิจัยนี้ เน้นการใช้งานจริงจากการใช้งาน โปรแกรมประยุกต์การโทรบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ และประเมินความพึงพอใจต่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ความสามารถในการใช้งาน 3 ด้าน ตามมาตรฐาน ISO 9241-11 รายละเอียดดังนี้

1) **ประสิทธิภาพ** คือ การวัดค่าความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยค่าประสิทธิภาพวัดได้จากเวลาในการทำงานให้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย (Maguire, 2001, p.603) รวมถึงเวลาในแต่ละช่วงของการทำงาน และเวลาทั้งหมดในการทำงานให้สำเร็จ โดยเวลาของการใช้งานที่ลดลงแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้งานที่สูงขึ้น หากเวลาของการใช้งานมากขึ้นประสิทธิภาพของการใช้งานจะลดลง (Chiou, Lin, Perng, and Tsai, 2009, p.563)

2) **ประสิทธิผล** คือ การวัดผลจากการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยค่าประสิทธิผลวัดจากระดับความสำเร็จของงานที่ได้รับมอบหมาย (Maguire, 2001, p.603) กำหนดให้อัตราความสำเร็จต่อการใช้งานวัดได้จากอัตราส่วนความสำเร็จของงานคุณอัตราส่วนความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมายจากการใช้งานจริง (Chiou, Lin, Perng, and Tsai, 2009, p.563) แสดงดังสูตรที่ 3-3

$$\text{Task accomplished ratio} = \frac{\sum A}{TA} \times \frac{\sum C}{TC} \quad (3-3)$$

- เมื่อ A เป็น ค่าเฉลี่ยจำนวนความสำเร็จของงานจริง  
 C เป็น ค่าเฉลี่ยจำนวนความถูกต้องของงานจริง  
 TA เป็น จำนวนความสำเร็จของงานที่กำหนด  
 TC เป็น จำนวนความถูกต้องของงานที่กำหนด

3) **ความพึงพอใจ** คือ การวัดโดยใช้รูปแบบการประเมินค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ด้วยการวัดเจตคติของลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) หรือมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (ชานินทร์ ศิลป์จารุ, 2553, น.75) ซึ่งความพึงพอใจเป็นการวัดค่าคะแนนทัศนคติในด้านการยอมรับและความสะดวกต่อการใช้งาน (Maguire, 2001, p.603) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1) กำหนดค่าคะแนนให้กับระดับความพึงพอใจ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ	กำหนดคะแนน
มีความพึงพอใจมากที่สุด	5
มีความพึงพอใจมาก	4
มีความพึงพอใจปานกลาง	3
มีความพึงพอใจน้อย	2
มีความพึงพอใจน้อยที่สุด	1

3.2) วิเคราะห์ข้อมูลระดับความพึงพอใจต่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคมของผู้สูงอายุ ด้วยการหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

3.3) แปลความหมายระดับความพึงพอใจต่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคมของผู้สูงอายุ โดยใช้เกณฑ์ระดับค่าเฉลี่ย ดังนี้

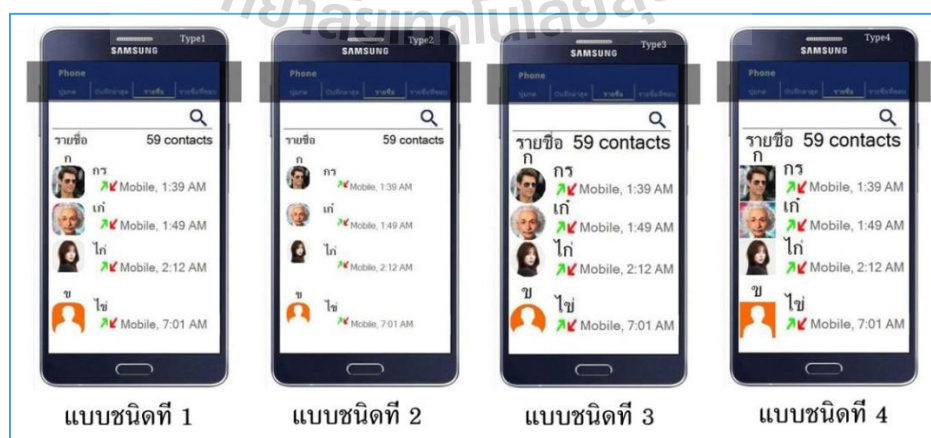
ระดับค่าเฉลี่ย	การแปลความหมาย
4.50 – 5.00	มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	มีความพึงพอใจในระดับมาก
2.50 – 3.49	มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	มีความพึงพอใจในระดับน้อย
1.00 – 1.49	มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้การประเมินผลความสามารถในการใช้งาน ทั้ง 3 ด้าน คือ ประสิทธิภาพ ประสิทธิผลและความพึงพอใจในส่วนของโปรแกรมประยุกต์การโทร (dial application) บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ จำนวน 4 แบบชนิด (type) ที่ออกแบบเพื่อทดสอบและประเมินด้านขนาดตัวเลขแสดงผล ขนาดปุ่มลบ ขนาดกรอบปุ่มตัวเลข ขนาดตัวเลข ขนาดอักษร รูปร่างปุ่ม และขนาดปุ่มโทร แสดงดังรูปที่ 3.19 โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่าง กดปุ่มตัวเลขบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามที่กำหนดให้ จากตัวเลขสุ่ม แบบไม่ซ้ำกัน ซึ่งตัวเลขแต่ละชุดสำหรับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วยเลข 0 ถึงเลข 9 จำนวน 10 เลข เพื่อจำลองสถานการณ์การใช้งานจริง โดยกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมทดสอบสามารถกดปุ่มลบตัวเลขได้เมื่อต้องการแก้ไขตัวเลข รวมถึงสามารถหยุดพัก และยกเลิกการทดสอบได้ตามต้องการ



รูปที่ 3.19 โปรแกรมประยุกต์การโทร แบบชนิดที่ 1-4

ในส่วนของหน้าจอบันทึกการโทร หน้าจอห้องแชท หน้าจอไทม์ไลน์เมนู และหน้าจอโพสต์ ผู้วิจัยเลือกประเมินเฉพาะความพึงพอใจของผู้ใช้ รายละเอียดดังนี้ (1) หน้าจอบันทึกการโทร จำนวน 4 แบบชนิด ที่ออกแบบเพื่อประเมินด้าน ขนาดรายชื่อ ขนาดรายการโทร ภาพสัญลักษณ์รายการโทร ขนาดรูปในรายชื่อ และรูปร่างรูปในรายชื่อ แสดงดังรูปที่ 3.20 (2) หน้าจอห้องแชท จำนวน 4 แบบชนิด ที่ออกแบบเพื่อประเมินด้าน ขนาดข้อความ รูปร่างกรอบข้อความ ขนาดข้อความสถานะ และขนาดสติ๊กเกอร์ แสดงดังรูปที่ 3.21 (3) หน้าจอไทม์ไลน์เมนู จำนวน 3 แบบชนิด ที่ออกแบบเพื่อประเมินด้าน ขนาดชื่อหัวข้อ ขนาดสัญลักษณ์รูป สี และขนาดป้ายชื่อ แสดงดังรูปที่ 3.22 และ (4) หน้าจอโพสต์ จำนวน 3 แบบชนิด ที่ออกแบบเพื่อประเมินด้าน ขนาดข้อความ ขนาดภาพ ขนาดป้ายชื่อ และขนาดสัญลักษณ์รูป แสดงดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.20 หน้าจอบันทึกการโทร แบบชนิดที่ 1-4





รูปที่ 3.21 หน้าจอห้องแชท แบบชนิดที่ 1-4



รูปที่ 3.22 หน้าจอไทม์ไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1-3



รูปที่ 3.23 หน้าจอโพสต์ แบบชนิดที่ 1-3

การวิจัยขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสังเกต (obsercation method) และการสัมภาษณ์ (interview method) ร่วมด้วย ผู้วิจัยดำเนินการประเมินแบบรายบุคคล และ เข้าร่วมในเหตุการณ์ เสมือนเป็นสมาชิกในกลุ่มตัวอย่าง โดยดำเนินการประเมินผลระหว่างวันที่ 18-24 มกราคม 2561 และ 16-20 เมษายน 2561 รวมเป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 12 วัน

### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ มีจำนวน 2 กลุ่ม คือ ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนการรวบรวมข้อมูล และขั้นตอนการประเมินผลความสามารถในการใช้งาน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในขั้นตอนรวบรวมข้อมูล

1) *ประชากรเป้าหมาย* คือ ประชาชนไทยที่มีอายุตั้งแต่ 55 ปีขึ้นไป ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรสูงอายุมากที่สุดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ระบบสถิติทางการทะเบียน, 2559)

2) *ขนาดกลุ่มตัวอย่าง* คือ ผู้สูงอายุ จำนวน 200 คน กำหนดจากเกณฑ์การวิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis) เนื่องจากข้อมูลประกอบด้วย 40 ปัจจัย เมื่อคูณ 5 จึงได้เท่ากับ 200 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างควรมีขนาดอย่างน้อย 5 เท่าของจำนวนตัวแปร (Hair et al., 2014, p.100) และกำหนดวิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบบอกต่อ (snowball sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มที่ไม่กำหนดว่าจะเลือกใครไว้ล่วงหน้าแต่อาศัยลักษณะการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มตัวอย่าง (ชานินทร์ ศิลป์จารุ, 2553, น.64) ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างต้องสมัครใจในการให้ข้อมูล

#### 3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ในขั้นตอนการประเมินผลความสามารถในการใช้งาน

1) *ประชากรเป้าหมาย* คือ ประชาชนไทยที่มีอายุ 60-69 ปี ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรสูงอายุมากที่สุดในพื้นที่ภาคกลาง (ระบบสถิติทางการทะเบียน, 2559)

2) *ขนาดกลุ่มตัวอย่าง* คือ ผู้สูงอายุ จำนวน 25 คน เป็นเพศชาย จำนวน 11 คนและเพศหญิง จำนวน 14 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างมีอายุ 60-69 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่อยู่ใน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวัยเริ่มมีอายุ (กุลยา ตันติผลชีวะ, 2528, น.2) และกลุ่มผู้สูงอายุอายุน้อย (นภาพร ชโยวรรณ, 2545, น.11) ที่มีประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ระยะเวลา 1 ปีขึ้นไปและมีสภาพสายตาต่ำกว่าระดับปกติ ทั้งนี้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการทดสอบต้องสมัครใจในการให้ข้อมูล

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการรวบรวมข้อมูลได้ใช้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามลำดับการดำเนินการวิจัย ดังนี้

#### 3.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ ใช้โปรแกรมแบบเก็บข้อมูลเป็นเครื่องมือในการวิจัย ซึ่งได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 3.1.2 โดยโปรแกรมแบบเก็บข้อมูลดังกล่าว ประกอบด้วยรายการคำถามจำนวน 40 ข้อ แบ่งออกเป็นคำถามแบบเลือกตอบจำนวน 15 ข้อ และคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าจำนวน 25 ข้อ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค)

#### 3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองฟัซซี่

ในขั้นตอนการพัฒนาแบบจำลองฟัซซี่ มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยสรุปดังนี้

##### 1) เครื่องคอมพิวเตอร์ มีคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลางชนิดอินเทล คอร์ไอโฟท์ โพรเซสเซอร์ (Intel core i5) ความถี่ 1.80 กิกะเฮิร์ตซ์ (1.80 GHz)

- หน่วยความจำหลัก ขนาด 8.0 กิกะไบต์ (8.0 GB)

- หน่วยความจำรอง ขนาด 500 กิกะไบต์ (500 GB)

- ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ 10 โพร แบบ 64 บิต (Microsoft Windows 10 Pro 64-bit)

- อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น เช่น เม้าส์ แป้นพิมพ์ เครื่องพิมพ์

##### 2) โปรแกรมเวกา (Waikato Environment for Knowledge Analysis: WEKA) รุ่น 3.6 ขึ้นไป

##### 3) โปรแกรมแมตแล็บ (Matrix Laboratory: MATLAB) รุ่น R2014a

##### 4) โปรแกรมแบบเก็บข้อมูล สำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์

##### 5) โปรแกรมไมโครซอฟท์ออฟฟิศ 2010 (MS-Office 2010)

#### 3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนการประเมินความสามารถในการใช้งาน

ในขั้นตอนการประเมินผลความสามารถในการใช้งานมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยสรุปดังนี้

##### 1) โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบสัมผัส มีคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผลกลางชนิด ควอลคอมม์ เอ็มเอสเอ็ม 8916 สแนปดราگون 410 (Qualcomm MSM8916 Snapdragon 410) ความถี่ 1.2 กิกะเฮิร์ตซ์ (1.2 GHz)

- จอแสดงผลแบบทีเอฟที แอลซีดี คาปาซิทีฟ ทัชสกรีน (TFT LCD Capacitive Touchscreen) 16.7 ล้านสี ขนาด 5.5 นิ้ว (5.5 inch)
  - หน่วยความจำหลัก ขนาด 1.0 กิกะไบต์ (1.0 GB)
  - หน่วยความจำรอง ขนาด 8 กิกะไบต์ (8 GB)
  - ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ รุ่น 4.4 คิทแคท (Android OS version 4.4 KitKat)
- 2) โปรแกรมประยุกต์การโทร สำหรับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 3) แบบประเมินความสามารถในการทำงาน ต่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมของผู้สูงอายุ (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง)

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ได้จำแนกการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (quantitative data analysis) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

#### 3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบเก็บข้อมูล

ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1) การแปลงรหัสข้อมูลของตัวแปรที่มีมาตรการวัดในระดับนามบัญญัติ (nominal scale) เรียงลำดับ (ordinal scale) อันตรภาคชั้น (interval scale) เป็นตัวเลขตามความเหมาะสมของข้อมูล เช่น เช่น ข้อมูลเพศ กำหนดเลข “1” แทนเพศชาย และเลข “2” แทนเพศหญิง ข้อมูลระดับการศึกษา กำหนดเลข “1” แทนประถมศึกษา เลข “2” แทนมัธยมศึกษาตอนต้น เลข “3” แทนมัธยมศึกษาตอนปลาย และเลข “4” แทนปริญญาตรีขึ้นไป หรือเลข “99” แทนค่าข้อมูลที่หายหรือไม่สมบูรณ์ (missing value) เป็นต้น เพื่อบันทึกโปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ทางสถิติ

2) การอธิบายคุณลักษณะของประชากร ใช้สถิติพรรณนา (descriptive statistics) ได้แก่ ความถี่ (frequency) และค่าร้อยละ (percentage)

#### 3.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ

ดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

1) สถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation) เพื่อทดสอบค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ ที่ระดับ 0.01 โดยกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แสดงดังสูตรที่ 3-4 ดังนี้

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (3-4)$$

เมื่อ  $r_{xy}$  เป็น ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

$\sum X$  เป็น ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1 (X)

$\sum Y$  เป็น ผลรวมของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2 (Y)

$\sum XY$  เป็น ผลรวมของผลคูณระหว่างข้อมูลตัวแปรที่ 1 และ 2

$\sum X^2$  เป็น ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 1

$\sum Y^2$  เป็น ผลรวมของกำลังสองของข้อมูลที่วัดได้จากตัวแปรตัวที่ 2

$N$  เป็น ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

1.1) ค่า  $r$  เป็นลบ แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม

1.2) ค่า  $r$  เป็นบวก แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน

1.3) ค่า  $r$  เข้าใกล้ -1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามและมีความสัมพันธ์กันมาก

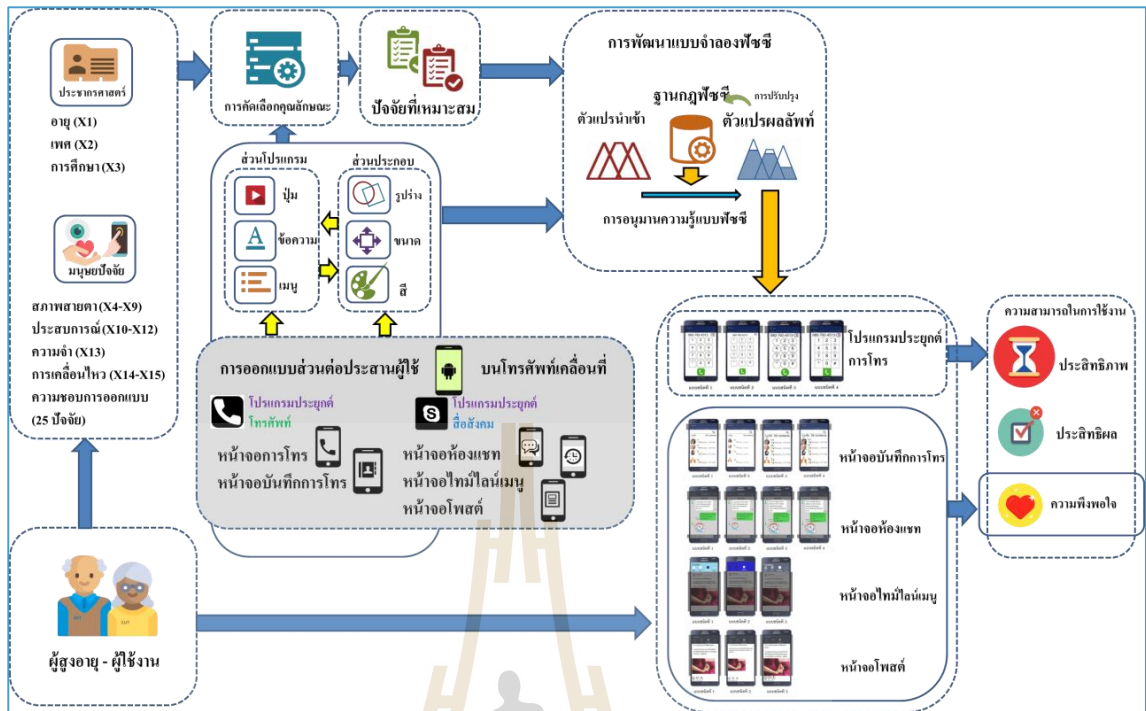
1.4) ค่า  $r$  เข้าใกล้ 1 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กันมาก

1.5) ค่า  $r$  เท่ากับ 0 แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กัน

2) การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $r$ ) โดยใช้เกณฑ์ระดับ ดังนี้

ระดับ	การแปลความหมาย
$\pm 0.81$ ถึง $\pm 1.00$	มีความสัมพันธ์ระดับสูงมาก
$\pm 0.61$ ถึง $\pm 0.80$	มีความสัมพันธ์ระดับสูง
$\pm 0.41$ ถึง $\pm 0.60$	มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง
$\pm 0.21$ ถึง $\pm 0.40$	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ
$\pm 0.00$ ถึง $\pm 0.20$	มีความสัมพันธ์ระดับต่ำมาก

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ สามารถแสดงภาพรวมการดำเนินการวิจัยได้เป็นกรอบการดำเนินการวิจัย แสดงในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 กรอบการดำเนินการวิจัย

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย มีหัวข้อดังต่อไปนี้ 4.1 การศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ 4.2 การพัฒนาแบบจำลองพีชซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ และ 4.3 การประเมินผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ แสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.1 การศึกษาลักษณะทางประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ เป็นข้อมูลด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 220 คน โดยข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์มีจำนวนทั้งสิ้น 40 ปัจจัย แบ่งออกเป็น ข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ จำนวน 15 ปัจจัย และข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม จำนวน 25 ปัจจัย ดังได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

##### 4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลอายุ (X1) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุระหว่าง 65-69 ปี จำนวน 57 คน คิดเป็นร้อยละ 25.91 อายุระหว่าง 60-64 ปี จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 23.64 อายุระหว่าง 55-59 ปี จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 20.45 อายุระหว่าง 70-74 ปี จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 15.45 อายุระหว่าง 75-79 ปี จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 9.55 และอายุระหว่าง 80-85 ปี จำนวน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 5.00 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลอายุ

ลำดับ	อายุ	จำนวน	ร้อยละ
1	65-69	57	25.91
2	60-64	52	23.64
3	55-59	45	20.45
4	70-74	34	15.45
5	75-79	21	9.55
6	80-85	11	5.00
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพศ (X2) พบว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นหญิง จำนวน 158 คน คิดเป็นร้อยละ 71.80 และเป็นชาย จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 28.20 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเพศ

ลำดับ	เพศ	จำนวน	ร้อยละ
1	หญิง	158	71.80
2	ชาย	62	28.20
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษา (X3) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับการศึกษาปริญญาตรีขึ้นไปหรือเทียบเท่า จำนวน 73 คน คิดเป็นร้อยละ 33.20 ระดับการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึงปีที่ 6 หรือเทียบเท่า จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 25.50 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หรือระดับการศึกษาที่ต่ำกว่า จำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 25.50 และระดับการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ถึงปีที่ 3 หรือเทียบเท่า จำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 15.90 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลการศึกษา

ลำดับ	การศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
1	ปริญญาตรีขึ้นไป	73	33.20
2	ม.4-ม.6	56	25.50
3	ป.6 หรือต่ำกว่า	56	25.50
4	ม.1-ม.3	35	15.90
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษา (X4) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีสายตายาว จำนวน 139 คน คิดเป็นร้อยละ 63.20 สายตาสั้น จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 17.30 สายตาทั้งสั้นและยาว จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 10.50 สายตาสั้น จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 8.20 และสายตาเอียง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.90 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4



ตารางที่ 4.4 ข้อมูลสายตา

ลำดับ	สภาพสายตา	จำนวน	ร้อยละ
1	สายตาวัว	139	63.20
2	ปกติ	38	17.30
3	สั้นและยาว	23	10.50
4	สายตาสั้น	18	8.20
5	สายตาเอียง	2	0.90
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการสวมแว่น (X5) พบว่ากลุ่มตัวอย่างไม่สวมแว่น จำนวน 116 คน คิดเป็นร้อยละ 52.70 สวมแว่น จำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 36.40 และมีการสวมแว่นไม่แน่นอน จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 10.90 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลการสวมแว่น

ลำดับ	การสวมแว่น	จำนวน	ร้อยละ
1	ไม่สวมแว่น	116	52.70
2	สวมแว่น	80	36.40
3	ไม่แน่นอน	24	10.90
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโรคทางตา (X6) พบว่ากลุ่มตัวอย่างอาการปกติ จำนวน 108 คน คิดเป็นร้อยละ 49.10 อาการโรคทางสายตา จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 37.70 เริ่มต้นมีอาการโรคทางตา จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 10.90 และอาการตาเลือนราง จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 2.30 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลโรคทางตา

ลำดับ	โรคทางตา	จำนวน	ร้อยละ
1	ปกติ	108	49.10
2	มีอาการ	83	37.70
3	เริ่มต้นอาการ	24	10.90
4	ตาเลือนราง	5	2.30
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการมองเห็นสีฟ้า (X7) พบว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นสีฟ้า จำนวน 193 คน คิดเป็นร้อยละ 87.70 เห็นสีฟ้าปนเหลือง จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 9.50 และเห็นสีฟ้าปนเขียว จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.40 ยังมีจำนวนเท่ากับกลุ่มตัวอย่างที่มองเห็นสีเขียว จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.40 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ข้อมูลการมองเห็นสีฟ้า

ลำดับ	การมองเห็นสีฟ้า	จำนวน	ร้อยละ
1	สีฟ้า	193	87.70
2	สีฟ้าปนเหลือง	21	9.50
3	สีฟ้าปนเขียว	3	1.40
4	สีเขียว	3	1.40
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการแยกแยะสี (X8) พบว่ากลุ่มตัวอย่างแยกแยะสีได้ จำนวน 212 คน คิดเป็นร้อยละ 96.40 และแยกแยะสีไม่ได้ จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 3.60 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลการแยกแยะสี

ลำดับ	การแยกแยะสี	จำนวน	ร้อยละ
1	ได้	212	96.40
2	ไม่ได้	8	3.60
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวัดระดับสายตา (X9) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีระดับสายตาดี จำนวน 146 คน คิดเป็นร้อยละ 66.40 ระดับสายตาแย่มากหรือต่ำกว่าระดับปกติ จำนวน 47 คน คิดเป็นร้อยละ 21.4 และระดับสายตาปกติ จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 12.3 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลการวัดระดับสายตา

ลำดับ	การวัดระดับสายตา	จำนวน	ร้อยละ
1	ดี	146	66.40
2	แย่มากหรือต่ำกว่าระดับปกติ	47	21.40
3	ปกติ	27	12.30
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ (X10) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.5 นิ้ว จำนวน 81 คน คิดเป็นร้อยละ 36.82 ขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4.7-5.3 นิ้ว จำนวน 68 คน คิดเป็นร้อยละ 30.91 ขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5.5 นิ้ว จำนวน 62 คน คิดเป็นร้อยละ 28.18 และขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ 5.7 นิ้วขึ้นไป จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 4.09 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลขนาดหน้าจอ

ลำดับ	ขนาดหน้าจอ	จำนวน	ร้อยละ
1	ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.5 นิ้ว	81	36.82
2	4.7 - 5.3 นิ้ว	68	30.91
3	5.5 นิ้ว	62	28.18
4	5.7 นิ้วขึ้นไป	9	4.09
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประสบการณ์ใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ (X11) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมี ประสบการณ์ใช้งานตั้งแต่ 5 ปีขึ้นไป จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 26.36 ประสบการณ์ใช้งานมากกว่า 2 ปีแต่ต่ำกว่า 3 ปี จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 22.73 ประสบการณ์ใช้งานมากกว่า 1 ปีแต่ต่ำกว่า 2 ปี จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 17.73 ประสบการณ์ใช้งานมากกว่า 3 ปีแต่ต่ำกว่า 4 ปี จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 13.64 ประสบการณ์ใช้งานต่ำกว่า 1 ปี จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 11.82 และประสบการณ์ใช้งานมากกว่า 4 ปีแต่ต่ำกว่า 5 ปี จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 4.09 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่

ลำดับ	ประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์	จำนวน	ร้อยละ
1	5 ปีขึ้นไป (60 เดือนขึ้นไป)	58	26.36
2	มากกว่า 2 ปี - ต่ำกว่า 3 ปี (25-36 เดือน)	50	22.73
3	มากกว่า 1 ปี - ต่ำกว่า 2 ปี (13-24 เดือน)	39	17.73
4	มากกว่า 3 ปี - ต่ำกว่า 4 ปี (37-48 เดือน)	30	13.64
5	ต่ำกว่า 1 ปี (1-12 เดือน)	26	11.82
6	มากกว่า 4 ปี - ต่ำกว่า 5 ปี (49-60 เดือน)	9	4.09
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประสบการณ์ใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยี (X12) ประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต ทีวี โทรทัศน์ กล้องดิจิทัล ทีวี อินเตอร์เน็ต/พีดม พบว่ากลุ่มตัวอย่างมี ประสบการณ์ใช้งานอุปกรณ์เทคโนโลยี 2 อุปกรณ์ จำนวน 117 คน คิดเป็นร้อยละ 53.18 ประสบการณ์ใช้งาน 4 อุปกรณ์ขึ้นไป จำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 34.09 ประสบการณ์ใช้งาน 1 อุปกรณ์ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 11.36 และไม่เคยมีประสบการณ์ใช้งานเลย จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.36 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี

ลำดับ	ประสบการณ์ใช้งานเทคโนโลยี	จำนวน	ร้อยละ
1	ใช้งาน 2 อุปกรณ์	117	53.18
2	ใช้งาน 4 อุปกรณ์ขึ้นไป	75	34.09
3	ใช้งาน 1 อุปกรณ์	25	11.36
4	ไม่เคยใช้งานเลย	3	1.36
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิธีการจดจำเพื่อใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ (X13) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีวิธีการจดจำจากรูปร่าง จำนวน 127 คน คิดเป็นร้อยละ 57.70 วิธีการจดจำจากสีและรูปร่าง จำนวน 50 คน คิดเป็นร้อยละ 22.70 วิธีการจดจำจากสี จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 12.70 วิธีการจดจำจากสี ตำแหน่งและรูปร่าง จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 3.60 วิธีการจดจำจากสีและตำแหน่ง จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.40 เท่ากับวิธีการจดจำที่เกิดจากประสบการณ์เดิม จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.40 และวิธีการจดจำจากตำแหน่ง จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 0.50 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลวิธีการจดจำ

ลำดับ	วิธีการจดจำ	จำนวน	ร้อยละ
1	รูปร่าง	127	57.70
2	สีและรูปร่าง	50	22.70
3	สี	28	12.70
4	รวม	8	3.60
5	สีและตำแหน่ง	3	1.40
6	ประสบการณ์เดิม	3	1.40
7	ตำแหน่ง	1	0.50
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพการจำ (X14) พบว่ากลุ่มตัวอย่างใช้ระยะเวลาจำ 1-10 วินาที จำนวน 165 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ใช้ระยะเวลาจำ 11-20 วินาที จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 18.64 ใช้ระยะเวลาจำ 21-30 วินาที จำนวน 12 คน คิดเป็นร้อยละ 5.45 และใช้ระยะเวลาจำ 31 วินาทีขึ้นไป จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.91 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลประสิทธิภาพการจำ

ลำดับ	ประสิทธิภาพการจำ	จำนวน	ร้อยละ
1	1-10 วินาที	165	75.00
2	11-20 วินาที	41	18.64
3	21-30 วินาที	12	5.45
4	31 วินาทีขึ้นไป	2	0.91
	รวม	220	100.00

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิผลการจำ (X15) พบว่ากลุ่มตัวอย่างได้คะแนนการจำ 5 คะแนน จำนวน 176 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ได้คะแนนการจำ 3 คะแนน จำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 12.27 ได้คะแนนการจำ 4 คะแนน จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 3.64 ได้คะแนนการจำ 2 คะแนน จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 1.82 ได้คะแนนการจำ 1 คะแนน จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 1.36 และได้คะแนนการจำ 0 คะแนน จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 0.91 ปรากฏผลดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลประสิทธิผลการจำ

ลำดับ	ประสิทธิผลการจำ	จำนวน	ร้อยละ
1	5 คะแนน	176	80.00
2	3 คะแนน	27	12.27
3	4 คะแนน	8	3.64
4	2 คะแนน	4	1.82
5	1 คะแนน	3	1.36
6	0 คะแนน	2	0.91
	รวม	220	100.00

#### 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมของผู้สูงอายุ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม จำนวน 25 ตัวแปร เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์ จำนวน 300 คู่ พบว่ามีข้อมูลจำนวน 53 คู่ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบในระดับสูง แสดงดังตารางที่ 4.16



ตารางที่ 4.16 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์มือถือสังคม (ต่อ)

Correlations		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D1	D2	D3	D4	E1	E2	E3	E4
Header Size	r	.620**	.627**	.557**	.141*	.594**	.341**	.187**	.576**	.722**	.635**	.552**	.698**	.151*	.697**	0.12	.369**	.535**	1.00	.679**	.208**	.695**	.702**	.538**	.413**	.658**
	Sig.	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.08	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Icon Pict Size	r	.430**	.497**	.356**	0.08	.411**	.264**	.144*	.422**	.573**	.498**	.482**	.576**	0.08	.640**	0.10	.460**	.510**	.679**	1.00	.182**	.633**	.712**	.415**	.493**	.638**
	Sig.	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Color	r	-.07	-.11	-.211**	-.12	-.176**	-.06	-.12	-.09	-.168*	-.12	-.07	-.213**	-.11	-.13	-.07	-.07	-.12	.208**	1.00	.246**	1.00	.238**	-.153*	-.011	
	Sig.	0.28	0.12	0.00	0.08	0.01	0.40	0.08	0.17	0.01	0.09	0.32	0.00	0.09	0.07	0.31	0.29	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	
Label Size	r	.610**	.541**	.532**	0.10	.539**	.230**	.235**	.587**	.657**	.593**	.556**	.703**	.195**	.609**	.202	.418**	.593**	.695**	.633**	1.00	.246**	1.00	.604**	.588**	.383**
	Sig.	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Text Msg Size	r	.523**	.539**	.484**	0.04	.550**	.406**	.135*	.501**	.672**	.587**	.479**	.646**	0.12	.733**	.141*	.437**	.582**	.702**	1.00	.190**	.604**	1.00	.479**	.511**	.660**
	Sig.	0.00	0.00	0.00	0.58	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	
Pict Size	r	.523**	.438**	.502**	.170*	.533**	.161*	.278**	.493**	.580**	.562**	.426**	.643**	.206**	.431**	.230**	.253**	.533**	.538**	1.00	.238**	.588**	.479**	1.00	.230**	.525**
	Sig.	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Label Size	r	.275**	.275**	.288**	0.04	.247**	.399**	0.02	.303**	.368**	.294**	.231**	.353**	0.03	.481**	0.03	.400**	.389**	.413**	1.00	.493**	.153*	.383**	.511**	.230**	1.00
	Sig.	0.00	0.00	0.00	0.59	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.67	0.00	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
Icon Pict Size	r	.521**	.548**	.467**	.153*	.516**	.314**	.191**	.518**	.629**	.614**	.552**	.618**	.175**	.630**	.153*	.469**	.524**	.658**	1.00	.660**	1.00	.660**	.525**	.498**	1.00
	Sig.	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

เมื่อวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์ โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมที่มีลักษณะการออกแบบเหมือนกัน หรือใกล้เคียงกัน พบว่ามีจำนวน 15 คู่ โดยแบ่งความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

**4.1.2.1 ผลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของ โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์** แบ่งความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบ ออกเป็นจำนวน 7 คู่ ประกอบด้วย

1) ผลที่ได้จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล พบว่าขนาดตัวเลข แสดงผล (A1) กับขนาดตัวเลข (A5) ของหน้าจอการโทร มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.72 ซึ่งเป็นค่า บวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดตัวเลขแสดงผล กับข้อมูลขนาดตัวเลข มี ความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

2) ขนาดตัวเลขแสดงผล (A1) ของหน้าจอการ โทร กับขนาดรายชื่อ (B1) ของหน้าจอบันทึกการ โทร มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.70 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดตัวเลขแสดงผล กับขนาดรายชื่อ มีความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

3) ขนาดตัวเลข (A5) ของหน้าจอการ โทร กับขนาดรายชื่อ (B1) ของหน้าจอบันทึกการ โทรมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.62 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ ว่า ข้อมูลขนาดตัวเลข กับขนาดรายชื่อ มีความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทาง เดียวกัน

4) ขนาดกรอบปุ่มเลข (A3) กับขนาดกรอบปุ่มโทร (A8) ของหน้าจอการ โทร มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูล ขนาดกรอบปุ่มเลข กับขนาดกรอบปุ่ม โทร มีความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปใน ทิศทางเดียวกัน

5) ขนาดตัวเลข (A5) กับขนาดอักษร (A6) ของหน้าจอการ โทร มีค่า ความสัมพันธ์เท่ากับ 0.40 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาด ตัวเลข กับขนาดอักษร มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

6) รูปร่างปุ่มโทร (A7) ของหน้าจอการ โทร กับรูปร่างรูปในรายชื่อ (B5) ของหน้าจอบันทึกการ โทร มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.42 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลรูปร่างปุ่มโทร กับรูปร่างรูปในรายชื่อ มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน และ

7) ขนาดรายการ โทร (B2) กับขนาดภาพสัญลักษณ์รายการ โทร (B3) ของ หน้าจอบันทึกการ โทร มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.59 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถ แปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดรายการ โทร กับขนาดภาพสัญลักษณ์รายการ โทร มีความสัมพันธ์ระดับ ปานกลาง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.17



ตารางที่ 4.17 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรม  
ประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมที่มีลักษณะการออกแบบเหมือนกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้				
<b>1</b>	<b>โปรแกรมประยุกต์ : โทรศัพท์ (phone)</b>	<b>r</b>	<b>Sig</b>	<b>ระดับ</b>
1.1)	ขนาดตัวเลขแสดงผล (A1) กับขนาดตัวเลข (A5)	0.72	0.00	สูง
1.2)	ขนาดตัวเลขแสดงผล (A1) กับขนาดรายชื่อ (B1)	0.70	0.00	สูง
1.3)	ขนาดตัวเลข (A5) กับขนาดรายชื่อ (B1)	0.62	0.00	สูง
1.4)	ขนาดกรอบปุ่มเลข (A3) กับขนาดกรอบปุ่มโทร (A8)	0.76	0.00	สูง
1.5)	ขนาดตัวเลข (A5) กับขนาดอักษร (A6)	0.40	0.00	ต่ำ
1.6)	รูปร่างปุ่มโทร (A7) กับรูปร่างรูปในรายชื่อ (B5)	0.42	0.00	ปานกลาง
1.7)	ขนาดรายการโทร (B2) กับขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร (B3)	0.59	0.00	ปานกลาง
<b>2</b>	<b>โปรแกรมประยุกต์ : สื่อสังคม (social media)</b>	<b>r</b>	<b>Sig</b>	<b>ระดับ</b>
2.1)	ขนาดข้อความ (C1) กับขนาดข้อความ (E1)	0.73	0.00	สูง
2.2)	ขนาดสติ๊กเกอร์ (C4) กับขนาดภาพ (E2)	0.53	0.00	ปานกลาง
2.3)	ขนาดภาพสัณฐานรูป (D2) กับขนาดป้ายชื่อ (E3)	0.49	0.00	ปานกลาง
2.4)	ขนาดภาพสัณฐานรูป (D2) กับขนาดป้ายชื่อ (D4)	0.63	0.00	สูง
2.5)	ขนาดภาพสัณฐานรูป (D2) กับขนาดภาพสัณฐานรูป (E4)	0.64	0.00	สูง
2.6)	ขนาดป้ายชื่อ (D4) กับขนาดภาพสัณฐานรูป (E4)	0.66	0.00	สูง
<b>3</b>	<b>โปรแกรมประยุกต์ : โทรศัพท์ (phone) กับสื่อสังคม (social media)</b>	<b>r</b>	<b>Sig</b>	<b>ระดับ</b>
3.1)	รูปร่างปุ่มโทร (A7) กับรูปร่างกรอบข้อความ (C2)	0.40	0.00	ต่ำ
3.2)	รูปร่างรูปในรายชื่อ (B5) กับรูปร่างกรอบข้อความ (C2)	0.31	0.00	ต่ำ

4.1.2.2 ผลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม แบ่งความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบออกเป็นจำนวน 6 คู่ ประกอบด้วย

1) ขนาดข้อความ (C1) ของหน้าจอห้องแชท กับขนาดข้อความ (E1) ของหน้าจอโพสต์ มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.73 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดข้อความ กับขนาดข้อความ มีความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

2) ขนาดสติ๊กเกอร์ (C4) ของหน้าจอห้องแชท กับขนาดภาพ (E2) ของหน้าจอโพสต์ มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.53 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดสติ๊กเกอร์ กับขนาดภาพ มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

3) ขนาดสัญญาณ (D2) ของหน้าจอทีวีไลน์เมนู กับขนาดป้ายชื่อ (E3) ของหน้าจอโพสต์ มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.49 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดสัญญาณ กับขนาดป้ายชื่อมีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

4) ขนาดสัญญาณ (D2) กับขนาดป้ายชื่อ (D4) ของหน้าจอทีวีไลน์เมนู มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.63 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดสัญญาณ กับขนาดป้ายชื่อ มีความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

5) ขนาดสัญญาณ (D2) ของหน้าจอทีวีไลน์เมนู กับขนาดสัญญาณ (E4) ของหน้าจอโพสต์ มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.64 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดสัญญาณ กับขนาดสัญญาณ มีความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันและ

6) ขนาดป้ายชื่อ (D4) ของหน้าจอทีวีไลน์เมนู กับขนาดสัญญาณ (E4) ของหน้าจอโพสต์ มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.66 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลขนาดป้ายชื่อ กับขนาดสัญญาณ มีความสัมพันธ์ระดับสูง และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.17

**4.1.2.3 ผลความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์กับสื่อสังคม แบ่งความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วน โปรแกรมและส่วนประกอบออกเป็นจำนวน 2 คู่ ประกอบด้วย**

1) รูปร่างปุ่มโทร (A7) ของหน้าจอการโทร กับรูปร่างกรอบข้อความ (C2) ของหน้าจอห้องแชท มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.40 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลรูปร่างปุ่มโทร กับรูปร่างกรอบข้อความ มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน

2) รูปร่างรูปในรายชื่อ (B5) ของหน้าจอบันทึกการโทร กับรูปร่างกรอบข้อความ (C2) ของหน้าจอห้องแชท มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.31 ซึ่งเป็นค่าบวก และมีค่าเข้าใกล้ 1 สามารถแปลผลได้ว่า ข้อมูลรูปร่างรูปในรายชื่อ กับรูปร่างกรอบข้อความ มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน รายละเอียดปรากฏผลดังตารางที่ 4.17

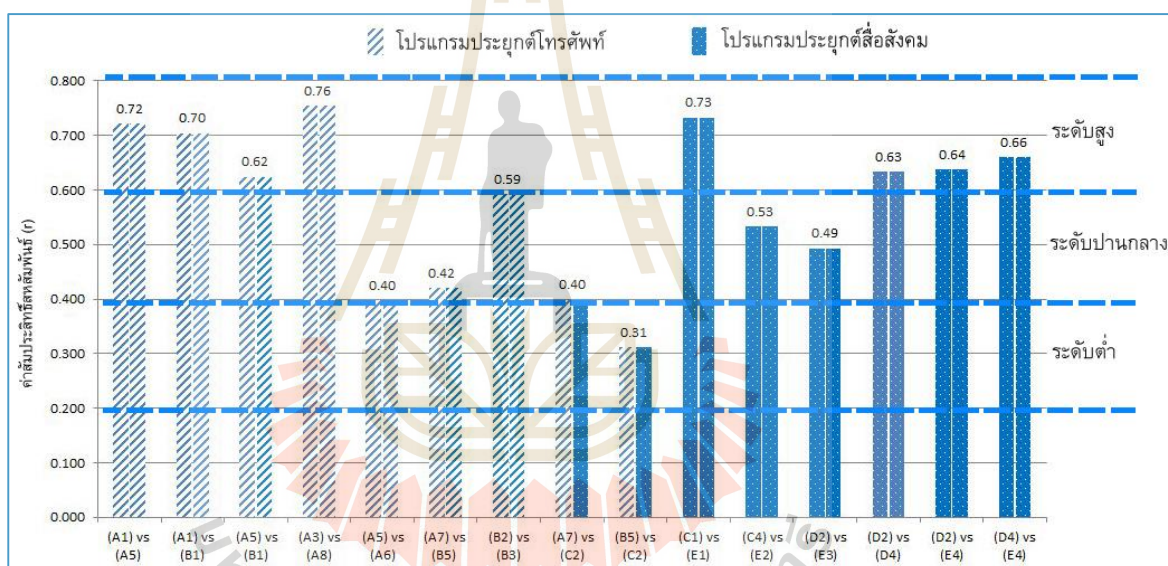
สำหรับผลการวิเคราะห์ที่ได้พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้มีความสัมพันธ์ 3 ระดับ ประกอบด้วย

- ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์ระดับสูง จำนวน 8 คู่ ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (1.1) A1 กับ A5 (1.2) A1 กับ B1 (1.3) A5 กับ B1 (1.4) A3 กับ A8 (1.5) C1 กับ E1 (1.6) D2 กับ D4 (1.7) D2 กับ E4 และ (1.8) D4 กับ E4

- ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง จำนวน 4 คู่ ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (2.1) A7 กับ B5 (2.2) B2 กับ B3 (2.3) C4 กับ E2 และ (2.4) D2 กับ E3 และ

- ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ จำนวน 3 คู่ ประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (3.1) A5 กับ A6 (3.2) A7 กับ C2 และ (3.3) B5 กับ C2

ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์ระดับสูง จำนวน 8 คู่ ความสัมพันธ์ระหว่างส่วน โปรแกรมและส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง จำนวน 4 คู่ และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลส่วน โปรแกรมและส่วนประกอบที่มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ จำนวน 3 คู่ รายละเอียดปรากฏผลดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ 3 ระดับ ระหว่างข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

#### 4.2 การพัฒนาแบบจำลองพีชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

ในการพัฒนาแบบจำลองพีชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ โดยปัญญาประดิษฐ์ ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบจำลองพีชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ จากนั้น ผู้วิจัยพัฒนาแบบจำลองพีชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) การเตรียมชุดข้อมูลนำเข้า (2) การสร้างแบบจำลองพีชชี และ (3) การประเมินแบบจำลองพีชชี ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.2.1 การเตรียมชุดข้อมูลนำเข้า

การเตรียมชุดข้อมูลนำเข้า แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ส่วน แบ่งตามหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ประกอบด้วย (1) หน้าจอการโทร (dial screen) (2) หน้าจอบันทึกการโทร (call logs screen) (3) หน้าจอห้องแชท (chat room screen) (4) หน้าจอไทม์ไลน์เมนู (timeline menu screen) และ (5) หน้าจอโพสต์ (post screen) โดยมีข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุทั้งสิ้น 15 ปัจจัย ประกอบด้วย อายุ (X1) เพศ (X2) การศึกษา (X3) สภาพสายตา (X4) การสวมแว่น (X5) โรคทางตา (X6) การมองสีฟ้า (X7) การแยกแยะสี (X8) การวัดระดับสายตา (X9) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) วิธีการจดจำ (X13) ประสิทธิภาพความจำ (X14) และประสิทธิผลความจำ (X15) รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 4.1-4.15

ผลจากการคัดเลือกคุณลักษณะตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทร สามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ข้อมูล ประกอบด้วย (1) ขนาดตัวเลขแสดงผล (Display Number Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X5 X7 X8 X9 และ X13 (2) ขนาดปุ่มลบ (BTT Del Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 6 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X6 X7 X9 X10 และ X13 (3) ขนาดกรอบปุ่มเลข (Pad Number Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 6 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X7 X8 X9 X11 และ X13 (4) รูปร่างกรอบปุ่มเลข (Pad Number Shape) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 4 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X7 X8 และ X11 (5) ขนาดตัวเลข (Number Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 7 ปัจจัย ประกอบด้วย X5 X7 X8 X9 X10 X11 และ X15 (6) ขนาดอักษร (Text Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 4 ปัจจัย ประกอบด้วย X3 X5 X7 X8 และ X13 (7) รูปร่างปุ่มโทร (BTT phone Shape) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X7 X10 X11 และ X15 และ (8) ขนาดปุ่มโทร (BTT phone Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 8 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X5 X8 X9 X10 X11 X13 และ X14

ผลที่ได้พบว่าข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอการโทร จำนวน 12 ปัจจัย ประกอบด้วย การศึกษา (X3) สภาพสายตา (X4) การสวมแว่น (X5) โรคทางตา (X6) การมองสีฟ้า (X7) การแยกแยะสี (X8) การวัดระดับสายตา (X9) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) วิธีการจดจำ (X13) ประสิทธิภาพความจำ (X14) และ ประสิทธิผลความจำ (X15) โดยข้อมูลที่ไม่ถูกเลือกมีจำนวน 3 ปัจจัย ประกอบด้วย อายุ (X1) เพศ (X2) และประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวแปรนำเข้าที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอการโทร มีจำนวน 12 ปัจจัย และตัวแปรนำเข้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอการโทร มีจำนวน 3 ปัจจัย รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอการโทร

ข้อมูลหน้าจอการโทร																
ฟังก์ชัน	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	รวม
1.ขนาดตัวเลขแสดงผล					1		1	1	1				1			5
2.ขนาดปุ่มลบ				1		1	1		1	1			1			6
3.ขนาดกรอบปุ่มเลข				1			1	1	1		1		1			6
4.รูปร่างกรอบปุ่มเลข				1			1	1			1					4
5.ขนาดตัวเลข					1		1	1	1	1	1				1	7
6.ขนาดอักษร			1		1		1	1					1			5
7.รูปร่างปุ่มโทร				1			1			1	1				1	5
8.ขนาดปุ่มโทร				1	1			1	1	1	1		1	1		8
รวม	0	0	1	5	4	1	7	6	5	4	5	0	5	1	2	

ผลจากการคัดเลือกคุณลักษณะตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอบันทึกการโทร สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ข้อมูล ประกอบด้วย (1) ขนาดรายชื่อ (ListName Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 7 ปัจจัย ประกอบด้วย X3 X5 X7 X9 X10 X12 และ X13 (2) ขนาดรายการโทร (Log Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 6 ปัจจัย ประกอบด้วย X2 X5 X7 X10 X13 และ X15 (3) ภาพสัญลักษณ์รายการโทร (Pict Log Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 6 ปัจจัย ประกอบด้วย X2 X3 X5 X10 X13 และ X15 (4) ขนาดรูปในรายชื่อ (Listname Pict Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X2 X5 X7 X10 และ X13 และ (5) รูปร่างรูปในรายชื่อ (ListName Pict Shape) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 6 ปัจจัย ประกอบด้วย X5 X9 X11 X12 X13 และ X15

ผลที่ได้พบว่า ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร จำนวน 10 ปัจจัย ประกอบด้วย เพศ (X2) การศึกษา (X3) การสวมแว่น (X5) การมองเห็น (X7) การวัดระดับสายตา (X9) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) วิธีการจดจำ (X13) และประสิทธิผลความจำ (X15) โดยข้อมูลที่ไม่ถูกเลือกมีจำนวน 5 ปัจจัย ประกอบด้วย อายุ (X1) สภาพสายตา (X4) โรคทางตา (X6) การแยกแยะสี (X8) และประสิทธิภาพความจำ (X14) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวแปรนำเข้าที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร มีจำนวน 10 ปัจจัย และตัวแปรนำเข้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร มีจำนวน 5 ปัจจัย รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอบันทึกการโทร

ข้อมูลหน้าจอบันทึกการโทร																
ฟังก์ชัน	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	รวม
1. ขนาดรายชื่อ			1		1		1		1	1		1	1			7
2. ขนาดรายการโทร		1			1		1			1			1		1	6
3. ภาพสัญลักษณ์รายการโทร		1	1		1					1			1		1	6
4. ขนาดรูปในรายชื่อ		1			1		1			1			1			5
5. รูปร่างรูปในรายชื่อ					1				1		1	1	1		1	6
รวม	0	3	2	0	5	0	3	0	2	4	1	2	5	0	3	

ผลจากการคัดเลือกคุณลักษณะตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอห้องแซทสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ข้อมูล ประกอบด้วย (1) ขนาดข้อความ (Msg Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 8 ปัจจัย ประกอบด้วย X3 X4 X7 X8 X10 X12 X13 และ X14 (2) รูปร่างกรอบข้อความ (Msg Shape) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 4 ปัจจัย ประกอบด้วย X6 X8 X11 และ X13 (3) ขนาดข้อความสถานะ (Status Msg Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X5 X8 X9 X10 และ X13 และ (4) ขนาดสติ๊กเกอร์ (Sticker Size) ได้ตัวแปรนำเข้าที่เหมาะสม 8 ปัจจัย ประกอบด้วย X2 X3 X6 X10 X11 X12 X13 และ X14

สำหรับผลที่ได้พบว่าข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอห้องแซทจำนวน 13 ปัจจัย ประกอบด้วย เพศ (X2) การศึกษา (X3) สภาพสายตา (X4) การสวมแว่น (X5) โรคทางตา (X6) การมองเห็นสีฟ้า (X7) การแยกแยะสี (X8) การวัดระดับสายตา (X9) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) วิธีการจดจำ (X13) และประสิทธิภาพความจำ (X14) โดยข้อมูลที่ไม่ถูกเลือกมีจำนวน 2 ปัจจัย ประกอบด้วย อายุ (X1) และประสิทธิภาพความจำ (X15) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวแปรนำเข้าที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร มีจำนวน 13 ปัจจัย และตัวแปรนำเข้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร มีจำนวน 2 ปัจจัย รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอห้องแซท

ข้อมูลหน้าจอห้องแซท																
ฟังก์ชัน	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	รวม
1. ขนาดข้อความ			1	1			1	1		1		1	1	1		8
2. รูปร่างกรอบข้อความ						1		1			1		1			4
3. ขนาดข้อความสถานะ					1			1	1	1			1			5
4. ขนาดสติ๊กเกอร์		1	1			1				1	1	1	1	1		8
รวม	0	1	2	1	1	2	1	3	1	3	2	2	4	2	0	

ผลจากการคัดเลือกคุณลักษณะตัวแปรนำเข้าสู่สำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอลินน์เมนู สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ข้อมูล ประกอบด้วย (1) ขนาดชื่อหัวข้อ (Header Size) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X3 X5 X7 X10 และ X13 (2) ขนาดสัญลักษณ์รูป (Icon Pict Size) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X5 X7 X10 X12 และ X13 (3) สี (Color) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 6 ปัจจัย ประกอบด้วย X3 X5 X8 X10 X11 และ X13 และ (4) ขนาดป้ายชื่อ (Label Size) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X7 X10 X12 และ X15

ผลที่ได้พบว่าได้ข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอลินน์เมนู จำนวน 10 ปัจจัย ประกอบด้วย การศึกษา (X3) สภาพสายตา (X4) การสวมแว่น (X5) การมองเห็นสีฟ้า (X7) การแยกแยะสี (X8) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) วิธีการจดจำ (X13) และประสิทธิภาพความจำ (X15) โดยข้อมูลที่ไม่ถูกเลือกมีจำนวน 5 ปัจจัย ประกอบด้วย อายุ (X1) เพศ (X2) โรคทางตา (X6) การวัดระดับสายตา (X9) และประสิทธิภาพความจำ (X14) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวแปรนำเข้าสู่ที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอลินน์เมนู มีจำนวน 10 ปัจจัย และตัวแปรนำเข้าสู่ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอลินน์เมนู มีจำนวน 5 ปัจจัย รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอลินน์เมนู

ข้อมูลหน้าจอลินน์																
ฟังก์ชัน	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	รวม
1. ขนาดชื่อหัวข้อ			1		1		1			1			1			5
2. ขนาดสัญลักษณ์รูป					1		1			1		1	1			5
3. สี			1		1			1		1	1		1			6
4. ขนาดป้ายชื่อ				1			1			1		1			1	5
รวม	0	0	2	1	3	0	3	1	0	4	1	2	3	0	1	

ผลจากการคัดเลือกคุณลักษณะตัวแปรนำเข้าสู่สำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอโพสต์สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ข้อมูล ประกอบด้วย (1) ขนาดข้อความ (Text Size) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 7 ปัจจัย ประกอบด้วย X2 X3 X5 X7 X10 X12 และ X13 (2) ขนาดภาพ (Picture Size) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X7 X8 X10 และ X11 (3) ขนาดป้ายชื่อ (Label Size) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 6 ปัจจัย ประกอบด้วย X3 X4 X7 X10 X12 และ X13 และ (4) ขนาดสัญลักษณ์รูป (Icon Pict Size) ได้ตัวแปรนำเข้าสู่ที่เหมาะสม 5 ปัจจัย ประกอบด้วย X4 X8 X10 X12 และ X13

ผลที่ได้พบว่าข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอโพสต์ จำนวน 10 ปัจจัย ประกอบด้วย เพศ (X2) การศึกษา (X3) สภาพสายตา (X4) การสวมแว่น (X5) การมองสีฟ้า (X7) การแยกแยะสี (X8) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) และวิธีการจดจำ (X13) โดยข้อมูลที่ไม่ถูกเลือกมีจำนวน 5 ปัจจัย ประกอบด้วย อายุ (X1) โรคทางตา (X6) การวัดระดับสายตา (X9) และประสิทธิภาพความจำ (X14) และประสิทธิภาพผลความจำ (X15) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าตัวแปรนำเข้าที่มีความเกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอไลน์เมนู มีจำนวน 10 ปัจจัย และตัวแปรนำเข้าที่ไม่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร มีจำนวน 5 ปัจจัย รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 การคัดเลือกคุณลักษณะของหน้าจอ โพสต์

ข้อมูลหน้าจอโพสต์																
ฟังก์ชัน	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	รวม
1. ขนาดข้อความ		1	1		1		1			1		1	1			7
2. ขนาดภาพ				1			1	1		1	1					5
3. ขนาดป้ายชื่อ			1	1			1			1		1	1			6
4. ขนาดภาพสัญลักษณ์				1				1		1		1	1			5
รวม	0	1	2	3	1	0	3	2	0	4	1	3	3	0	0	

ผลสรุปที่ได้เมื่อนำข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุมาคัดเลือกคุณลักษณะ ได้ตัวแปรนำเข้าที่มีความเหมาะสมสำหรับการออกแบบทุกหน้าจอ จำนวน 14 ปัจจัย ประกอบด้วย เพศ (X2) การศึกษา (X3) สภาพสายตา (X4) การสวมแว่น (X5) โรคทางตา (X6) การมองสีฟ้า (X7) การแยกแยะสี (X8) การวัดระดับสายตา (X9) ขนาดจอ (X10) ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11) ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12) วิธีการจดจำ (X13) ประสิทธิภาพความจำ (X14) และประสิทธิภาพผลความจำ (X15) โดยตัวแปรนำเข้าที่ไม่ถูกเลือกมีจำนวน 1 ปัจจัย คือ อายุ (X1) จากนั้นนำตัวแปรนำเข้าที่ผ่านการคัดเลือกคุณลักษณะจำนวน 14 ปัจจัย เข้าสู่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองฟัซซีต่อไป

#### 4.2.2 การสร้างแบบจำลองฟัซซี

การสร้างแบบจำลองฟัซซี มี 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย (1) ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก และออกแบบฟัซซีเซตตัวแปรนำเข้า (2) ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก และออกแบบฟัซซีเซตตัวแปรผลลัพธ์ และ (3) ขั้นตอนสร้างฐานกฎฟัซซีและการอนุมานความรู้แบบฟัซซี แสดงรายละเอียดดังนี้



#### 4.2.2.1 ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก และออกแบบฟังก์ชันเซตตัวแปรนำเข้า

ในการกำหนดตัวแปรนำเข้าจากข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุที่ถูกคัดเลือกด้วยกระบวนการคัดเลือกคุณลักษณะ ได้จำนวนตัวแปรทั้งสิ้น 14 ตัวแปร โดยแสดงตัวแปรนำเข้า พิสัย ตัวแปรภาษา และค่าของตัวแปร เพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ตัวแปรนำเข้า

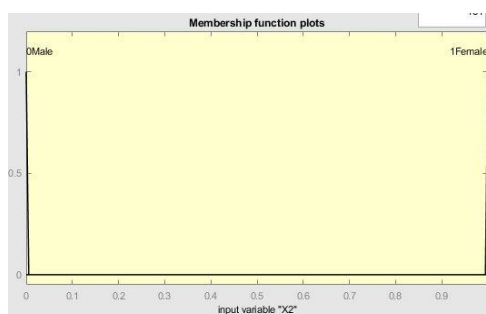
ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า		พิสัย	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์
1	เพศ	X2	0-1	ชาย	{0; 0; 0; 0}
				หญิง	{1; 1; 1; 1}
2	การศึกษา	X3	1-4	ป.6 หรือต่ำกว่า	{1; 1; 1; 1}
				ม.1-ม.3	{2; 2; 2; 2}
				ม.4-ม.6	{3; 3; 3; 3}
				ปริญญาตรีขึ้นไป	{4; 4; 4; 4}
3	สภาพสายตา	X4	1-5	ปกติ	{1; 1; 1; 1}
				สายตาสั้น	{2; 2; 2; 2}
				สายตายาว	{3; 3; 3; 3}
				สายตาเอียง	{4; 4; 4; 4}
				สั้นและยาว	{5; 5; 5; 5}
4	การสวมแว่น	X5	0-2	ไม่สวมแว่น	{0; 0; 0; 0}
				สวมแว่น	{1; 1; 1; 1}
				ไม่แน่นอน	{2; 2; 2; 2}
5	โรคทางตา	X6	0-3	ปกติ	{0; 0; 0; 0}
				เริ่มต้นอาการ	{1; 1; 1; 1}
				มีอาการ	{2; 2; 2; 2}
				ตาเลือนราง	{3; 3; 3; 3}
6	การมองเห็นสีฟ้า	X7	0-3	สีฟ้า	{0; 0; 0; 0}
				สีฟ้าปนเหลือง	{1; 1; 1; 1}
				สีฟ้าปนเขียว	{2; 2; 2; 2}
				สีเขียว	{3; 3; 3; 3}
7	การแยกแยะสี	X8	0-1	ไม่ได้	{0; 0; 0; 0}
				ได้	{1; 1; 1; 1}
8	การวัดระดับสายตา	X9	1-3	แย่ หรือต่ำกว่าระดับปกติ	{1; 1; 1; 1}
				ปกติ	{2; 2; 2; 2}
				ดีเยี่ยม	{3; 3; 3; 3}
9	ขนาดจอ	X10	3-11	แสดงผลดังตารางที่ 4.26	

ตารางที่ 4.23 ตัวแปรนำเข้า (ต่อ)

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า	พิสัย	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์	
10	ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์	X11	0-5.9	แสดงผลคั่งตารางที่ 4.27	
11	ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี	X12	0-5	แสดงผลคั่งตารางที่ 4.28	
12	วิธีการจดจำ	X13	1-7	ดี	{1; 1; 1; 1}
				รูปร่าง	{2; 2; 2; 2}
				ตำแหน่ง	{3; 3; 3; 3}
				ดีและรูปร่าง	{4; 4; 4; 4}
				ดีและตำแหน่ง	{5; 5; 5; 5}
				รวม	{6; 6; 6; 6}
	ประสบการณ์เดิม	{7; 7; 7; 7}			
13	ประสิทธิภาพการจำ	X14	3-40.5	แสดงผลคั่งตารางที่ 4.29	
14	ประสิทธิผลการจำ	X15	0-5	แสดงผลคั่งตารางที่ 4.30	

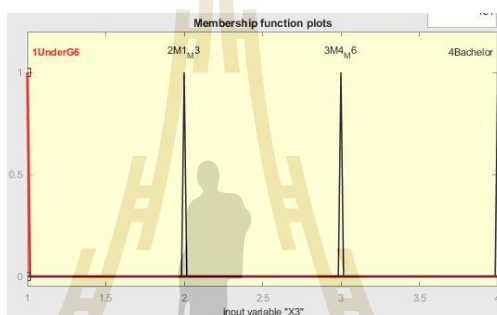
การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าข้อมูลแต่ละตัวแปร ต้องสัมพันธ์กับตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์สำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยตัวแปรนำเข้าจำนวน 14 ตัวแปร สามารถกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าข้อมูลได้ดังนี้

1) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรเพศ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoidal membership function) สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน (crisp set) จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 2 ตัวแปรภาษา คือ (1) ชาย (male) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {0; 0; 0; 0} และ (2) หญิง (female) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {1; 1; 1; 1} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-1 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.2



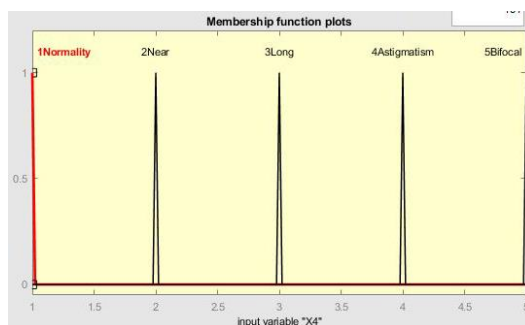
รูปที่ 4.2 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรเพศ (X2)

2) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าการศึกษา แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวแปรภาษา คือ (1) ป.6 หรือต่ำกว่า (underG6) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{1; 1; 1; 1\}$  (2) ม.1-ม.3 (M1\_M3) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{2; 2; 2; 2\}$  (3) ม.4-ม.6 (M4\_M6) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{3; 3; 3; 3\}$  และ (4) ปริญญาตรีขึ้นไป (bachelor) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{4; 4; 4; 4\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 1-4 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.3



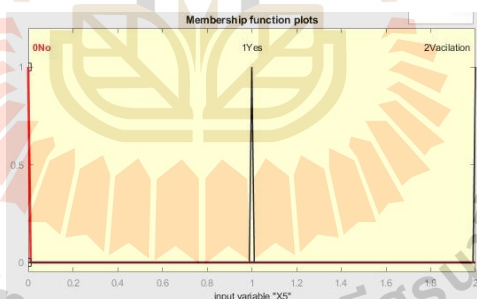
รูปที่ 4.3 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าการศึกษา (X3)

3) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าสภาพสายตา แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 5 ตัวแปรภาษา คือ (1) ปกติ (normality) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{1; 1; 1; 1\}$  (2) สายตาสั้น (Near) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{2; 2; 2; 2\}$  (3) สายตายาว (long) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{3; 3; 3; 3\}$  (4) สายตาเอียง (astigmatism) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{4; 4; 4; 4\}$  และ (5) สายตาสั้นและยาว (bifocal) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{5; 5; 5; 5\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 1-5 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.4



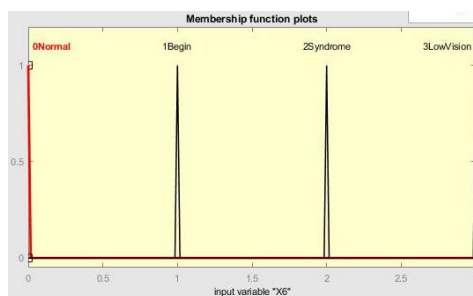
รูปที่ 4.4 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าสภาพสายตา (X4)

4) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าการสวมแว่น แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 3 ตัวแปรภาษา คือ (1) ไม่สวมแว่น (no) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{0; 0; 0; 0\}$  (2) สวมแว่น (yes) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{1; 1; 1; 1\}$  และ (3) ไม่แน่นอน (vacilation) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{2; 2; 2; 2\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-2 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.5



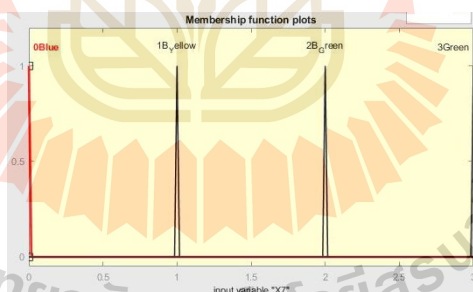
รูปที่ 4.5 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การสวมแว่น (X5)

5) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าโรคทางตา แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวแปรภาษา คือ (1) ปกติ (Normal) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{0; 0; 0; 0\}$  (2) เริ่มต้นอาการ (Begin) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{1; 1; 1; 1\}$  (3) มีอาการ (Syndrome) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{2; 2; 2; 2\}$  และ (4) ตาเลือนราง (Lowvision) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{3; 3; 3; 3\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-3 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.6



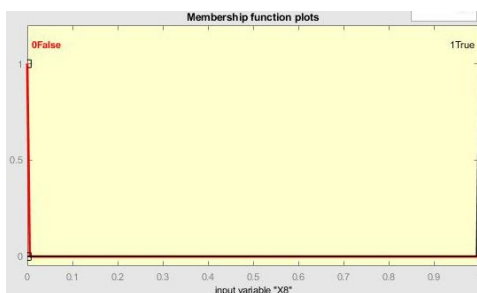
รูปที่ 4.6 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า โรคทางตา (X6)

6) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าการมองเห็นสีฟ้า แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 4 ตัวแปรภาษา คือ (1) สีฟ้า (blue) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{0; 0; 0; 0\}$  (2) สีฟ้าปนเหลือง (B\_Yellow) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{1; 1; 1; 1\}$  (3) สีฟ้าปนเขียว (B\_Green) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{2; 2; 2; 2\}$  และ (4) สีเขียว (green) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{3; 3; 3; 3\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-3 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.7



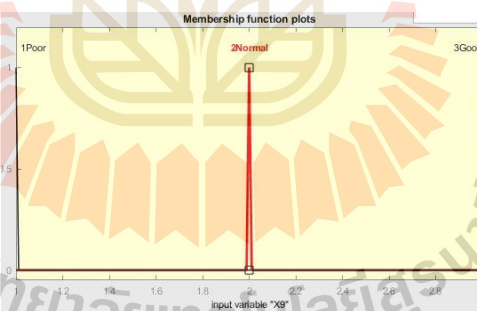
รูปที่ 4.7 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การมองเห็นสีฟ้า (X7)

7) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าการแยกแยะสี แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 2 ตัวแปรภาษา คือ (1) ไม่ได้ (false) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{0; 0; 0; 0\}$  และ (2) ได้ (True) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{1; 1; 1; 1\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-1 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การแยกแยะสี (X8)

8) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าการวัดระดับสายตา แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 3 ตัวแปรภาษา คือ (1) แย่ (poor) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {1; 1; 1; 1} (2) ปกติ (normal) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {2; 2; 2; 2} และ (3) ดี (good) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {3; 3; 3; 3} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 1-3 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า การวัดระดับสายตา (X9)

9) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าขนาดหน้าจอล แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซี (fuzzy set) ได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก โดยค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าขนาดหน้าจอล สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ แสดงรายละเอียดดังนี้

9.1) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 1 ตัวแปรภาษา คือ เล็ก (small) โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าขนาดหน้าจอ สำหรับตัวแปรผลลัพธ์ 8 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) ขนาดรายการโทร (2) ขนาดรูปในรายชื่อ (3) ขนาดข้อความสถานะ (4) ขนาดสติ๊กเกอร์ (5) ขนาดชื่อหัวข้อ (6) ขนาดสัญรูป (7) ขนาดป้ายชื่อ และ (8) ขนาดข้อความ โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 3-11 ดังปรากฏในตารางที่ 4.24 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.10

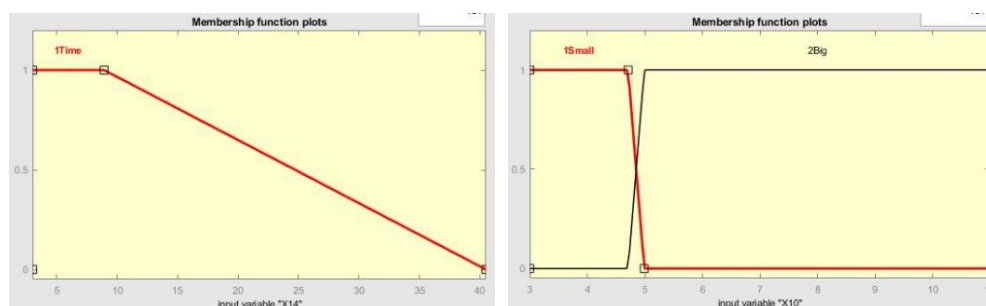
9.2) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 2 ตัวแปรภาษา คือ (1) เล็ก และ (2) ใหญ่ (big) โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าขนาดหน้าจอ สำหรับตัวแปรผลลัพธ์จำนวน 11 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) ขนาดปุ่มลบ (2) ขนาดตัวเลข (3) รูปร่างปุ่มโทร (4) ขนาดปุ่มโทร (5) ขนาดรายชื่อ (6) ภาพสัญลักษณ์รายการโทร (7) ขนาดข้อความ (8) ลี (9) ขนาดภาพ (10) ขนาดป้ายชื่อ และ (11) ขนาดสัญรูป โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 3-11 ดังปรากฏในตารางที่ 4.24 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.10

ตารางที่ 4.24 ตัวแปรนำเข้าขนาดหน้าจอ และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า: ขนาดหน้าจอ (X10); พิสัย: 3-11		จำนวน ตัวแปร	ตัวแปรผลลัพธ์	
	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์			
1	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.81; 11}	1	ขนาดรายการโทร	B2
2	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.81; 11}	1	ขนาดรูปในรายชื่อ	B4
3	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.89; 11}	1	ขนาดข้อความสถานะ	C3
4	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.81; 11}	1	ขนาดสติ๊กเกอร์	C4
5	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.93; 11}	1	ขนาดชื่อหัวข้อ	D1
6	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.92; 11}	1	ขนาดภาพสัญรูป	D2
7	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.88; 11}	1	ขนาดป้ายชื่อ	D4
8	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.81; 11}	1	ขนาดข้อความ	E1

ตารางที่ 4.24 ตัวแปรนำเข้าขนาดหน้าจอ และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์ (ต่อ)

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า: ขนาดหน้าจอ (X10); พิสัย: 3-11		จำนวน ตัวแปร	ตัวแปรผลลัพธ์	
	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์			
9	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.71; 4.99}	2	ขนาดปุ่มลบ	A2
	ใหญ่ (Big)	{4.71; 4.99; 11; 11}			
10	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.79; 5.15}	2	ขนาดตัวเลข	A5
	ใหญ่ (Big)	{4.79; 5.15; 11; 11}			
11	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.87; 4.94}	2	รูปร่างปุ่มโทร	A7
	ใหญ่ (Big)	{4.87; 4.94; 11; 11}			
12	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.79; 5.18}	2	ขนาดปุ่มโทร	A8
	ใหญ่ (Big)	{4.79; 5.18; 11; 11}			
13	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.55; 5.21}	2	ขนาดรายชื่อ	B1
	ใหญ่ (Big)	{4.55; 5.21; 11; 11}			
14	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.36; 5.28}	2	ภาพสัญลักษณ์รายการโทร	B3
	ใหญ่ (Big)	{4.36; 5.28; 11; 11}			
15	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.66; 5.15}	2	ขนาดข้อความ	C1
	ใหญ่ (Big)	{4.66; 5.15; 11; 11}			
16	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.71; 5.22}	2	สี	D3
	ใหญ่ (Big)	{4.71; 5.22; 11; 11}			
17	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.75; 5.08}	2	ขนาดภาพ	E2
	ใหญ่ (Big)	{4.75; 5.08; 11; 11}			
18	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.59; 5.26}	2	ขนาดป้ายชื่อ	E3
	ใหญ่ (Big)	{4.59; 5.26; 11; 11}			
19	เล็ก (Small)	{3; 3; 4.56; 5.18}	2	ขนาดภาพสัญลักษณ์รูป	E4
	ใหญ่ (Big)	{4.56; 5.18; 11; 11}			



รูปที่ 4.10 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ขนาดจอ (X10)



10) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้  
 ตรีโกศัพธ์ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู และฟังก์ชันสามเหลี่ยม (triangular membership  
 function) สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มใน  
 ลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก โดยค่า  
 ความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้ตรีโกศัพธ์ สามารถแบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ แสดง  
 รายละเอียดดังนี้

10.1) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 1 ตัวแปรภาษา คือ น้อย (little)  
 โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้ตรีโกศัพธ์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 1 ตัว  
 แปร คือ รูปร่างกรอบปุ่มเลข โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-5.9 ดังปรากฏในตารางที่ 4.25 และ  
 สามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.11

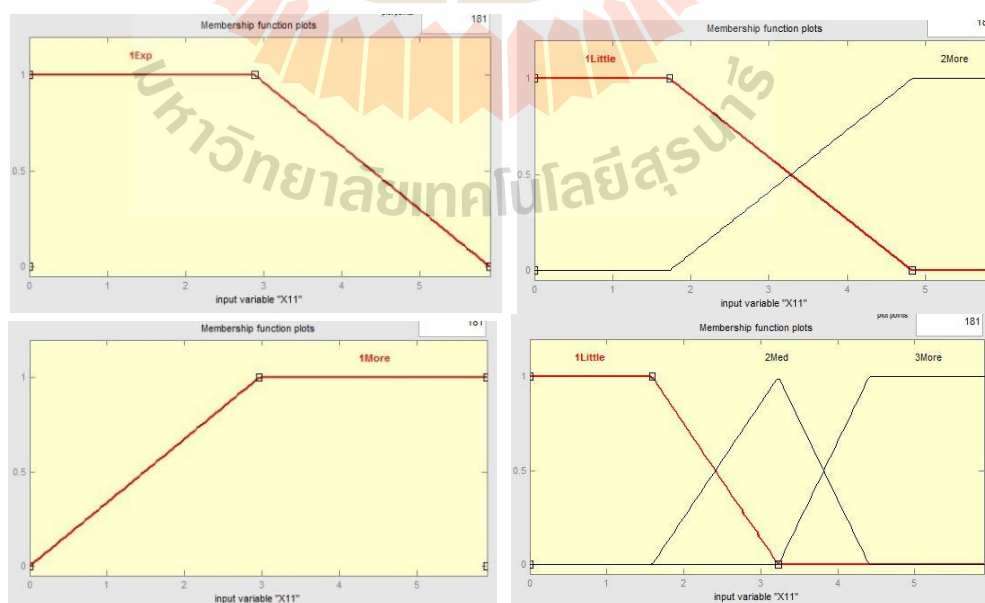
10.2) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 1 ตัวแปรภาษา คือ มาก (more)  
 โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้ตรีโกศัพธ์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 1 ตัว  
 แปร คือ สี โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-5.9 ดังปรากฏในตารางที่ 4.25 และสามารถแสดงรูปแบบ  
 ความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.11

10.3) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 2 ตัวแปรภาษา คือ (1) น้อย  
 และ (2) มาก โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้ตรีโกศัพธ์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์  
 จำนวน 6 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) ขนาดกรอบปุ่มเลข (2) ขนาดตัวเลข (3) รูปร่างปุ่มโทร (4)  
 ขนาดปุ่มโทร (5) รูปร่างรูปในรายชื่อ และ (6) ขนาดภาพ โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-5.9 ดัง  
 ปรากฏในตารางที่ 4.25 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.11

10.4) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 3 ตัวแปรภาษา คือ (1) น้อย (2)  
 ปานกลาง (med) และ (3) มาก โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้ตรีโกศัพธ์  
 สำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 1 ตัวแปร คือ รูปร่างกรอบข้อความ โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-5.9  
 ดังปรากฏในตารางที่ 4.25 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.11

ตารางที่ 4.25 ตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า: ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11); พิสัย: 0-5.9		จำนวน ตัวแปร	ตัวแปรผลลัพธ์	
	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์			
1	น้อย (Little)	{0; 0; 2.89; 5.9}	1	รูปร่างกรอบปุ่มเลข	A4
2	มาก (More)	{0; 2.96; 5.9; 5.9}	1	สี	D3
3	น้อย (Little)	{0; 0; 1.73; 4.83}	2	ขนาดกรอบปุ่มเลข	A3
	มาก (More)	{1.73; 4.83; 5.9; 5.9}			
4	น้อย (Little)	{0; 0; 1.64; 4.66}	2	ขนาดตัวเลข	A5
	มาก (More)	{1.64; 4.66; 5.9; 5.9}			
5	น้อย (Little)	{0; 0; 1.82; 4.69}	2	รูปร่างปุ่มโทร	A7
	มาก (More)	{1.82; 4.69; 5.9; 5.9}			
6	น้อย (Little)	{0; 0; 1.81; 4.64}	2	ขนาดปุ่มโทร	A8
	มาก (More)	{1.81; 4.64; 5.9; 5.9}			
7	น้อย (Little)	{0; 0; 2.38; 3.31}	2	รูปร่างรูปในรายชื่อ	B5
	มาก (More)	{2.38; 3.31; 5.9; 5.9}			
8	น้อย (Little)	{0; 0; 1.74; 4.84}	2	ขนาดภาพ	E2
	มาก (More)	{1.74; 4.84; 5.9; 5.9}			
9	น้อย (Little)	{0; 0; 1.59; 3.23}	3	รูปร่างกรอบข้อความ	C2
	ปานกลาง (Med)	{1.59; 3.23; 4.41}			
	มาก (More)	{3.23; 4.41; 5.9; 5.9}			



รูปที่ 4.11 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสบการณ์ใช้โทรศัพท์ (X11)

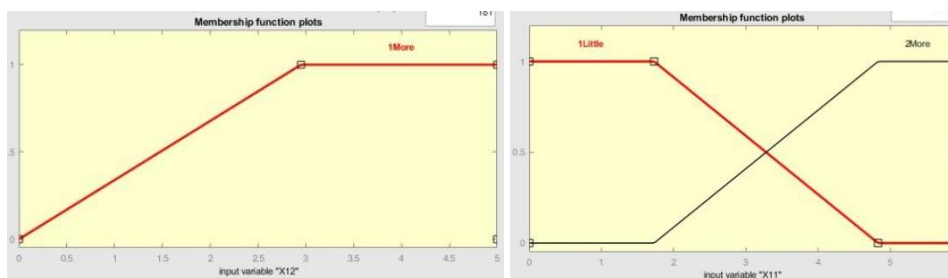
11) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู และฟังก์ชันสามเหลี่ยม สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชคณิตได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก โดยค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ แสดงรายละเอียดดังนี้

11.1) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 1 ตัวแปรภาษา คือ มาก โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้เทคโนโลยีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 6 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) ขนาดรายชื่อ (2) รูปร่างรูปในรายชื่อ (3) ขนาดสติ๊กเกอร์ (4) ขนาดสัญลักษณ์ (5) ขนาดข้อความ และ (6) ขนาดป้ายชื่อ โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-5 ดังปรากฏในตารางที่ 4.26 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.12

11.2) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 2 ตัวแปรภาษา คือ (1) น้อย และ (2) มาก โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้เทคโนโลยีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 3 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) ขนาดข้อความ (2) ขนาดป้ายชื่อ และ (3) ขนาดสัญลักษณ์ โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-5 ดังปรากฏในตารางที่ 4.26 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.12

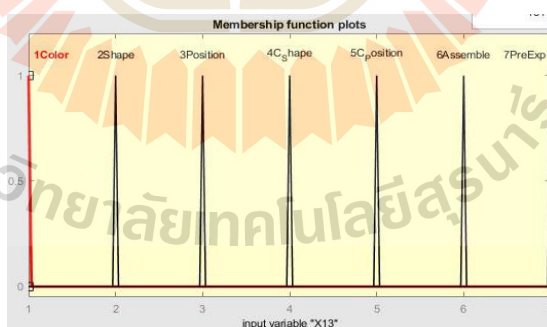
ตารางที่ 4.26 ตัวแปรนำเข้าประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี และค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า: ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12); พิสัย: 0-5		จำนวนตัวแปร	ตัวแปรผลลัพธ์	
	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์			
1	มาก (More)	{0; 2.95; 5; 5}	1	ขนาดรายชื่อ	B1
2	มาก (More)	{0; 2.9; 5; 5}	1	รูปร่างรูปในรายชื่อ	B5
3	มาก (More)	{0; 2.99; 5; 5}	1	ขนาดสติ๊กเกอร์	C4
4	มาก (More)	{0; 2.93; 5; 5}	1	ขนาดภาพสัญลักษณ์	D2
5	มาก (More)	{0; 2.97; 5; 5}	1	ขนาดข้อความ	E1
6	มาก (More)	{0; 2.93; 5; 5}	1	ขนาดป้ายชื่อ	E3
7	น้อย (Little)	{0; 0; 2.08; 4.3}	2	ขนาดข้อความ	C1
	มาก (More)	{2.08; 4.3; 5; 5}			
8	น้อย (Little)	{0; 0; 1.85; 4.26}	2	ขนาดป้ายชื่อ	D4
	มาก (More)	{1.85; 4.26; 5; 5}			
9	น้อย (Little)	{0; 0; 1.86; 4.67}	2	ขนาดภาพสัญลักษณ์	E4
	มาก (More)	{1.86; 4.67; 5; 5}			



รูปที่ 4.12 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสบการณ์ใช้เทคโนโลยี (X12)

12) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าวิธีการจดจำ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล ข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งประกอบด้วย 7 ตัวแปรภาษา คือ (1) สี (color) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {1; 1; 1; 1} (2) รูปร่าง (shape) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {2; 2; 2; 2} (3) ตำแหน่ง (position) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {3; 3; 3; 3} (4) สีและรูปร่าง (C\_Shape) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {4; 4; 4; 4} (5) สีและตำแหน่ง (C\_Position) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {5; 5; 5; 5} (6) โดยภาพรวม (assemble) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {6; 6; 6; 6} และ (7) ประสบการณ์เดิม (pre\_Exp) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {7; 7; 7; 7} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 1-7 ดังปรากฏในตารางที่ 4.22 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิก ได้ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า วิธีการจดจำ (X13)

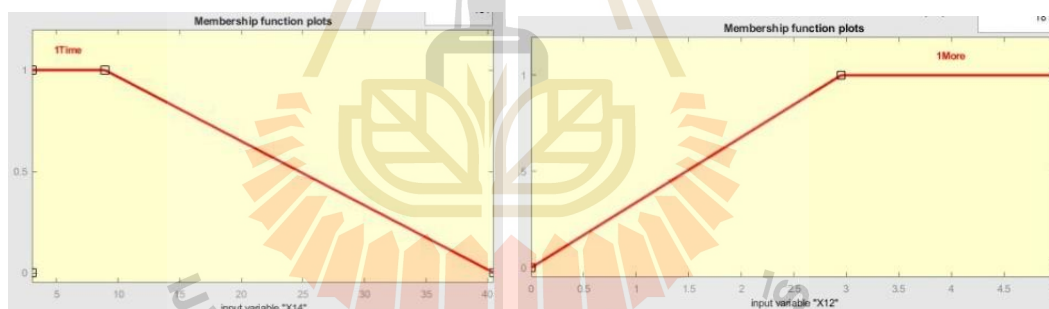
13) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าประสิทธิภาพการจำ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก โดยค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าประสิทธิภาพการจำ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ แสดงรายละเอียดดังนี้

13.1) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 1 ตัวแปรภาษา คือ มาก โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสิทธิภาพการจำสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 1 ตัวแปร คือ ขนาดปุ่มโทร โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 3-40.5 ดังปรากฏในตารางที่ 4.27 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.14

13.2) ค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 1 ตัวแปรภาษา คือ น้อย โดยค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสิทธิภาพการจำสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 2 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) ขนาดข้อความ และ (2) ขนาดสติ๊กเกอร์ โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 3-40.5 ดังปรากฏในตารางที่ 4.27 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.14

ตารางที่ 4.27 ตัวแปรนำเข้าประสิทธิภาพการจำและค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า: ประสิทธิภาพการจำ (X14); พิสัย: 3-40.5		จำนวนตัวแปร	ตัวแปรผลลัพธ์	
	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์			
1	มาก (More)	{3; 8.92; 40.5; 40.5}	1	ขนาดปุ่มโทร	A8
2	น้อย (Little)	{3; 3; 8.73; 40.5}	1	ขนาดข้อความ	C1
3	น้อย (Little)	{0; 0; 1.82; 4.69}	1	ขนาดสติ๊กเกอร์	C4

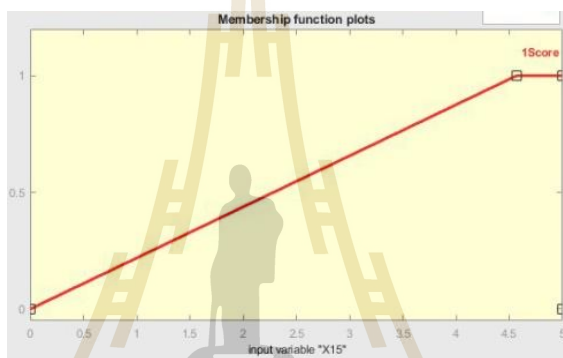


รูปที่ 4.14 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสิทธิภาพการจำ (X14)

14) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้าประสิทธิผลการจำ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก โดยค่าความเป็นสมาชิกประกอบด้วย 1 ตัวแปรภาษา คือ มาก ซึ่งค่าพารามิเตอร์ของตัวแปรนำเข้าประสิทธิผลการจำสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 6 ตัวแปร ประกอบด้วย (1) ขนาดตัวเลข (2) รูปร่างปุ่มโทร (3) ขนาดปุ่มโทร (4) ภาพสัญลักษณ์รายการโทร (5) รูปร่างรูปในรายชื่อ และ (6) ขนาดภาพ โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-5 ดังปรากฏในตารางที่ 4.28 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.15

ตารางที่ 4.28 ตัวแปรนำเข้าประสิทธิภาพการจำและค่าพารามิเตอร์สำหรับตัวแปรผลลัพธ์

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า: ประสิทธิภาพการจำ (X15); พิสัย: 0-5		จำนวนตัวแปร	ตัวแปรผลลัพธ์	
	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์			
1	มาก (More)	{0; 4.57; 5; 5}	1	ขนาดตัวเลข	A5
2	มาก (More)	{0; 4.55; 5; 5}	1	รูปร่างปุ่มโทร	A7
3	มาก (More)	{0; 4.51; 5; 5}	1	ขนาดปุ่มโทร	B2
4	มาก (More)	{0; 4.56; 5; 5}	1	ภาพสัญลักษณ์รายการโทร	B3
5	มาก (More)	{0; 4.57; 5; 5}	1	รูปร่างรูปในรายชื่อ	B5
6	มาก (More)	{0; 4.6; 5; 5}	1	ขนาดภาพ	D4



รูปที่ 4.15 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรนำเข้า ประสิทธิภาพการจำ (X15)

#### 4.2.2.2 ขั้นตอนการสร้างฟังก์ชันความเป็นสมาชิก และออกแบบพีชชีเซตตัวแปรผลลัพธ์

การกำหนดตัวแปรผลลัพธ์จากข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม จำนวน 25 ตัวแปร แบ่งได้เป็นจำนวน 5 หน้าจอ โดยแต่ละหน้าจอสามารถกำหนดตัวแปรผลลัพธ์ ได้ดังนี้

##### 1) ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทร

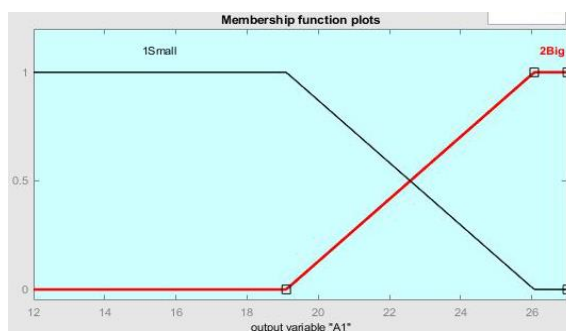
สำหรับการกำหนดตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทร สามารถกำหนดตัวแปรได้ตามฟังก์ชันหน้าจอการโทร ประกอบด้วย 8 ตัวแปร โดยแสดงตัวแปรผลลัพธ์ พิสัย ตัวแปรภาษา และค่าพารามิเตอร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทร

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอการโทร	พิสัย	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์	
1	ขนาดตัวเลขแสดงผล	A1	12-27	เล็ก (Small)	{12; 12; 19.1; 26.07}
				ใหญ่ (Big)	{19.1; 26.07; 27; 27}
2	ขนาดปุ่มลบ	A2	14-18	เล็ก (Small)	{14; 14; 15.27; 16.97}
				ใหญ่ (Big)	{15.27; 16.97; 18; 18}
3	ขนาดกรอบปุ่มเลข	A3	11-17.4	เล็ก (Small)	{11; 11; 12.87; 16.9}
				ใหญ่ (Big)	{12.87; 16.9; 17.4; 17.4}
4	รูปร่างกรอบปุ่มเลข	A4	0-40	เหลี่ยม (Square)	{0; 0; 2.08; 36.92}
				กลม (Round)	{2.08; 36.92; 40; 40}
5	ขนาดตัวเลข	A5	10-32	เล็ก (Small)	{10; 10; 20.3; 28.12}
				ใหญ่ (Big)	{20.3; 28.12; 32; 32}
6	ขนาดอักษร	A6	9-13	เล็ก (Small)	{9; 9; 10.83; 12.73}
				ใหญ่ (Big)	{10.83; 12.73; 13; 13}
7	รูปร่างปุ่มโทร	A7	0-40	เหลี่ยม (Square)	{0; 0; 17.27; 40}
8	ขนาดปุ่มโทร	A8	11-18.2	เล็ก (Small)	{11; 11; 13.31; 16.37}
				ใหญ่ (Big)	{13.31; 16.37; 18.2; 18.2}

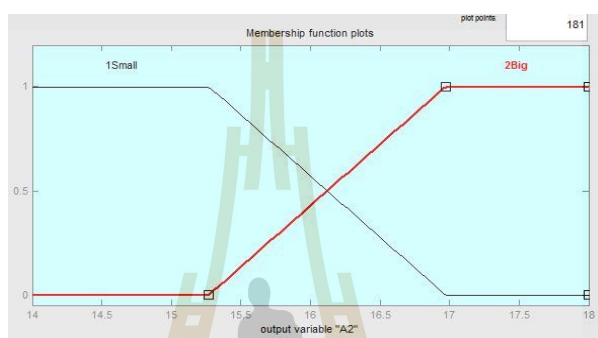
การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทรแต่ละตัวแปร สามารถกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ได้ดังนี้

1.1) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดตัวเลขแสดงผล แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {12; 12; 19.1; 26.07} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {19.1; 26.07; 27; 27} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 12-27 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.16



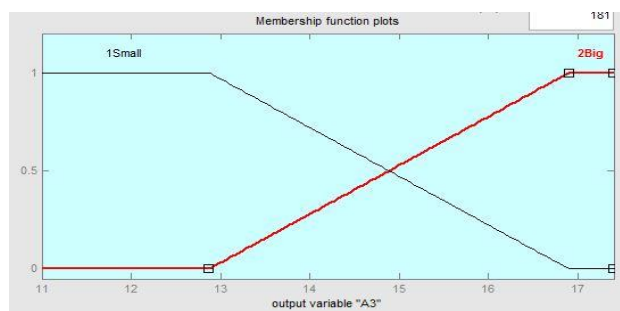
รูปที่ 4.16 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดตัวเลขแสดงผล (A1)

1.2) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้อน แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {14; 14; 15.27; 16.97} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {15.27; 16.97; 18; 18} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 14-18 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้อน (A2)

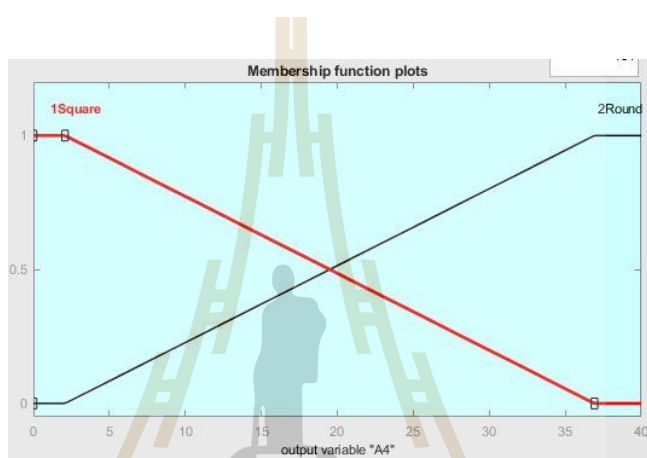
1.3) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดกรอบป้อนตัวเลข แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {11; 11; 12.87; 16.9} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {12.87; 16.9; 17.4; 17.4} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 11-17.4 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดกรอบป้อนตัวเลข (A3)

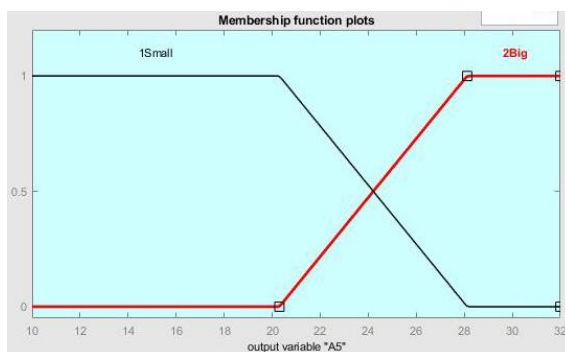


1.4) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) สี่เหลี่ยม (square) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{0; 0; 2.08; 36.92\}$  และ (2) วงกลม (round) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{2.08; 36.92; 40; 40\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-40 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.19



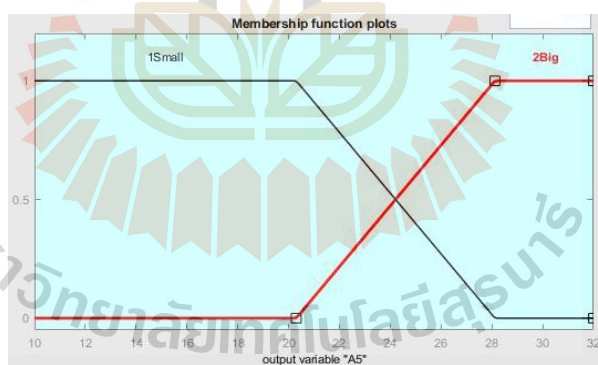
รูปที่ 4.19 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข (A4)

1.5) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดตัวเลข แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{10; 10; 20.3; 28.12\}$  และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{20.3; 28.12; 32; 32\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 10-32 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.20



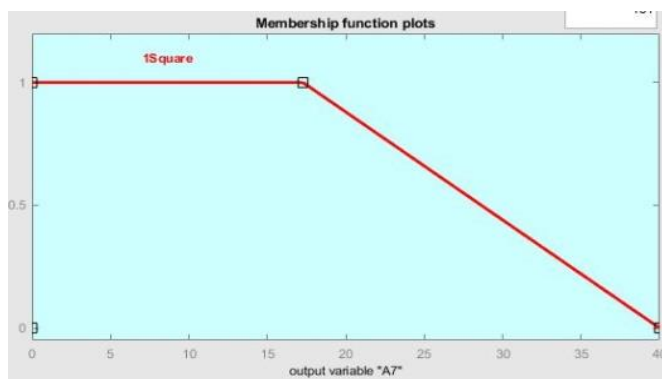
รูปที่ 4.20 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดตัวเลข (A5)

1.6) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดอักษร แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซี ได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {9; 9; 10.83; 12.73} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {10.83; 12.73; 13; 13} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 9-13 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.21



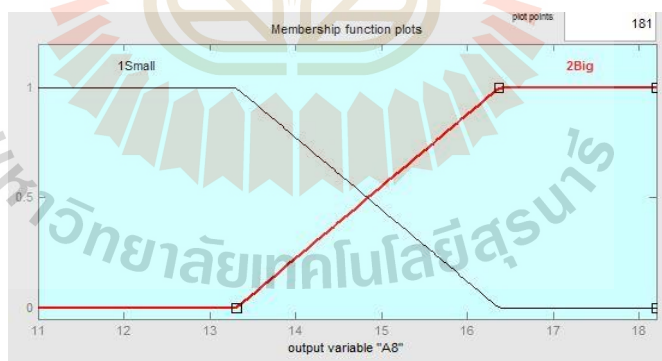
รูปที่ 4.21 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดอักษร (A6)

1.7) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างปุ่มโทร แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซี ได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 1 ตัวแปรภาษา คือ สี่เหลี่ยม ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {0; 0; 17.27; 40} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-40 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างปุ่มโทร (A7)

1.8) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดปุ่มโทร แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {11; 11; 13.31; 16.37} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {13.31; 16.37; 18.2; 18.2} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 11-18.2 ดังปรากฏในตารางที่ 4.29 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดปุ่มโทร (A8)

## 2) ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอบันทึกการโทร

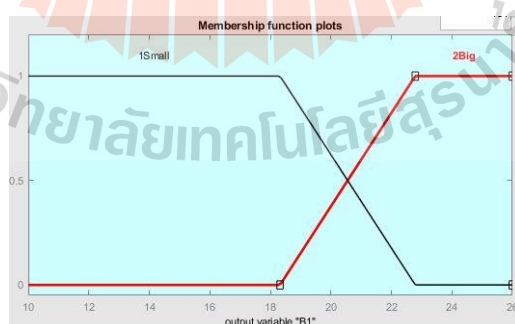
การกำหนดตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอบันทึกการโทร สามารถกำหนดตัวแปรได้ตามฟังก์ชันหน้าจอบันทึกการโทร ประกอบด้วยตัวแปร 5 ตัวแปร โดยแสดงตัวแปรผลลัพธ์พิสัย ตัวแปรภาษา และค่าพารามิเตอร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอบันทึกการโทร

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์:หน้าจอบันทึกการโทร	พิสัย	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์	
1	ขนาดรายชื่อ	B1	10-26	เล็ก (Small)	{10; 10; 18.32; 22.79}
				ใหญ่ (Big)	{18.32; 22.79; 26; 26}
2	ขนาดรายการโทร	B2	9-18	เล็ก (Small)	{9; 9; 13.68; 14.25}
				ใหญ่ (Big)	{13.68; 14.25; 18; 18}
3	ภาพสัญลักษณ์รายการโทร	B3	11-16	เล็ก (Small)	{11; 11; 12.88; 14.11}
				ใหญ่ (Big)	{12.88; 14.11; 16; 16}
4	ขนาดรูปในรายชื่อ	B4	17-24	เล็ก (Small)	{17; 17; 21.33; 21.74}
				ใหญ่ (Big)	{21.33; 21.74; 24; 24}
5	รูปร่างรูปในรายชื่อ	B5	0-40	เหลี่ยม (Square)	{0; 0; 16.39; 40}

การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์หน้าจอบันทึกการโทรแต่ละตัวแปร สามารถกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ได้ดังนี้

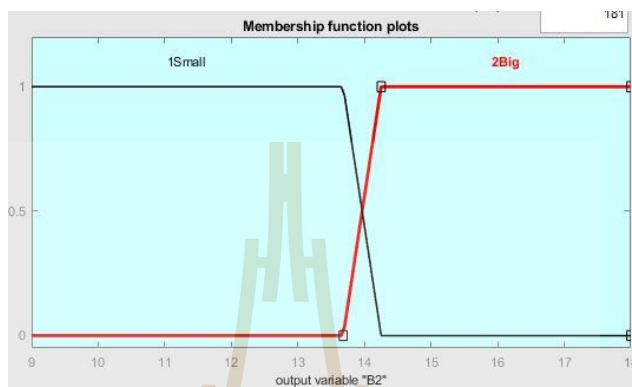
2.1) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรายชื่อ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซี ได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {10; 10; 18.32; 22.79} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {18.32; 22.79; 26; 26} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 10-26 ดังปรากฏในตารางที่ 4.30 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรายชื่อ (B1)

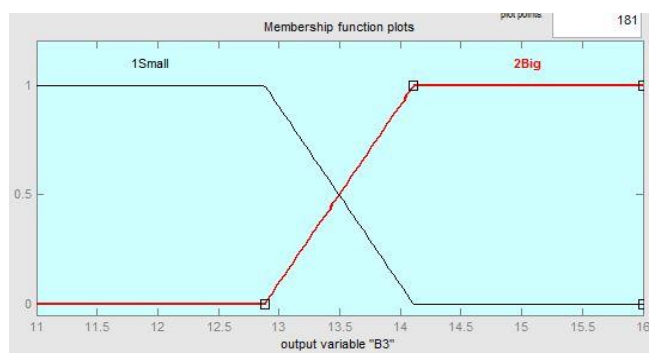
2.2) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรายการโทร แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซี ได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการ

จัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {9; 9; 13.68; 14.25} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {13.68; 14.25; 18; 18} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 9-18 ดังปรากฏในตารางที่ 4.30 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.25



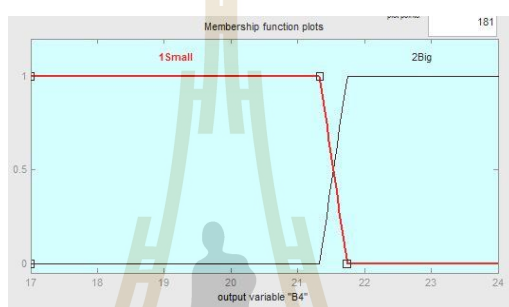
รูปที่ 4.25 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรายการ โทร (B2)

2.3) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชี ได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {11; 11; 12.88; 14.11} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {12.88; 14.11; 16; 16} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 11-16 ดังปรากฏในตารางที่ 4.30 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.26



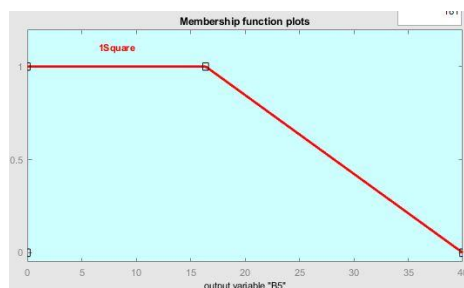
รูปที่ 4.26 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดภาพสัญลักษณ์รายการ โทร (B3)

2.4) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรูปในรายชื่อ แสดง โดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของ ข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่าน การจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์ เท่ากับ {17; 17; 21.33; 21.74} และ 2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {21.33; 21.74; 24; 24} โดย กำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 17-24 ดังปรากฏในตารางที่ 4.30 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิก ได้ดังรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดรูปในรายชื่อ (B4)

2.5) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างรูปในรายชื่อ แสดง โดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของ ข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่าน การจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 1 ตัวแปรภาษา คือ สี่เหลี่ยม ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {0; 0; 16.39; 40} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-40 ดังปรากฏในตารางที่ 4.30 และสามารถแสดงรูปแบบ ความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างรูปในรายชื่อ (B5)

### 3) ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอห้องแซท

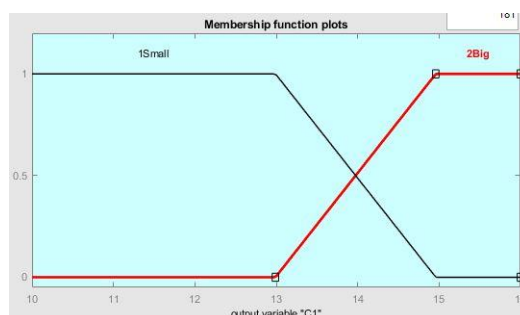
การกำหนดตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอห้องแซท สามารถกำหนดตัวแปรได้ตามฟังก์ชันหน้าจอห้องแซท ประกอบด้วยตัวแปร 4 ตัวแปร โดยแสดงตัวแปรผลลัพธ์ พิลัย ตัวแปรภาษา และค่าพารามิเตอร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอห้องแซท

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอห้องแซท	พิลัย	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์	
1	ขนาดข้อความ	C1	10-16	เล็ก (Small)	{10; 10; 12.99; 14.96}
				ใหญ่ (Big)	{12.99; 14.96; 16; 16}
2	รูปร่างกรอบข้อความ	C2	0-25	เหลี่ยม (Square)	{0; 0; 9.94; 25}
3	ขนาดข้อความสถานะ	C3	8-12	ใหญ่ (Big)	{8; 10.74; 12; 12}
4	ขนาดสติ๊กเกอร์	C4	26.6-38.6	เล็ก (Small)	{26.6; 26.6; 31.84; 34.09}
				ใหญ่ (Big)	{31.84; 34.09; 38.6; 38.6}

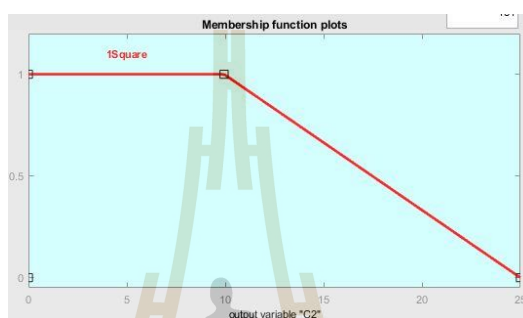
การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์หน้าจอห้องแซท แต่ละตัวแปร สามารถกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ได้ดังนี้

3.1) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดข้อความ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {10; 10; 12.99; 14.96} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {12.99; 14.96; 16; 16} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 10-16 ดังปรากฏในตารางที่ 4.31 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.29



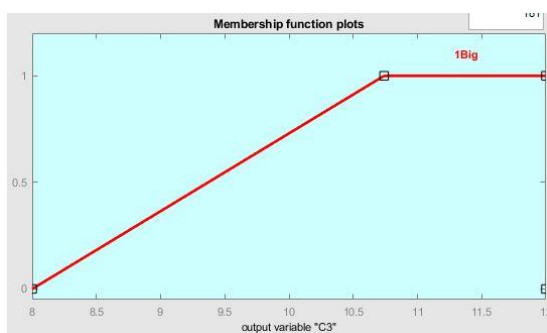
รูปที่ 4.29 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดข้อความ (C1)

3.2) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างกรอบข้อความ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 1 ตัวแปรภาษา คือ สี่เหลี่ยม ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{0; 0; 9.94; 25\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-25 ดังปรากฏในตารางที่ 4.31 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรรูปร่างกรอบข้อความ (C2)

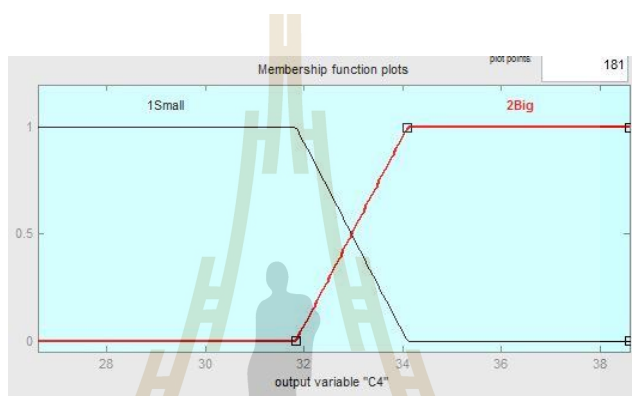
3.3) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดข้อความสถานะ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 1 ตัวแปรภาษา คือ ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ  $\{8; 10.74; 12; 12\}$  โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 8-12 ดังปรากฏในตารางที่ 4.31 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดข้อความสถานะ (C3)



3.4) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสติกเกอร์ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {26.6; 26.6; 31.84; 34.09} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {31.84; 34.09; 38.6; 38.6} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 26.6-38.6 ดังปรากฏในตารางที่ 4.31 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสติกเกอร์ (C4)

#### 4) ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอตารางไลน์เมนู

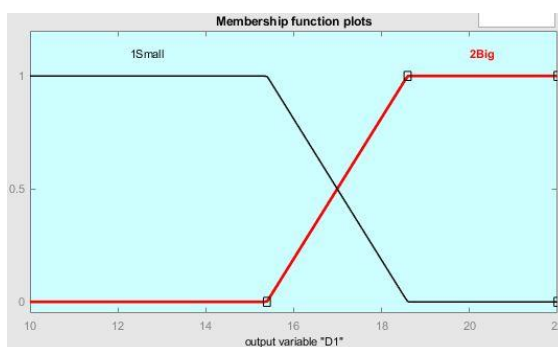
การกำหนดตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอตารางไลน์เมนู สามารถกำหนดตัวแปรได้ตามฟังก์ชันหน้าจอตารางไลน์เมนู ประกอบด้วยตัวแปร 4 ตัวแปร โดยแสดงตัวแปรผลลัพธ์ พิสัยตัวแปรภาษา และค่าพารามิเตอร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.32

ตารางที่ 4.32 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอกำหนดเมนู

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอกำหนดเมนู	พิสัย	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์	
1	ขนาดชื่อหัวข้อ	D1	10-22	เล็ก (Small)	{10; 10; 15.39; 18.59}
				ใหญ่ (Big)	{15.39; 18.59; 22; 22}
2	ขนาดสัญลักษณ์	D2	17.4-20.4	เล็ก (Small)	{17.4; 17.4; 18.47; 19.9}
				ใหญ่ (Big)	{18.47; 19.9; 20.4; 20.4}
3	สีแสง	D3	(-30)-330	แดง (Red)	{-60; 0; 60}
				เหลือง (Yellow)	{0; 60; 120}
				เขียว (Green)	{60; 120; 180}
				ฟ้า (Cyan)	{120; 180; 240}
				น้ำเงิน (Blue)	{180; 240; 300}
				ม่วง (Purple)	{240; 300; 360}
	ระดับสี	D3	0-255	ดำ (Black)	{0; 0; 128}
				เทา (Gray)	{0; 128; 255}
4	ขนาดป้ายชื่อ	D4	9-15	เล็ก (Small)	{9; 9; 11.63; 14.09}
				ใหญ่ (Big)	{11.63; 14.09; 15; 15}

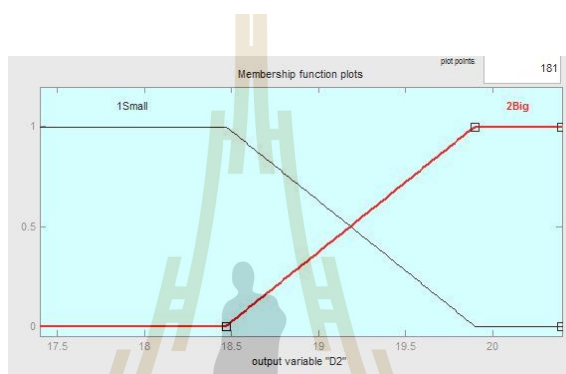
การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์หน้าจอกำหนดเมนูแต่ละตัวแปร สามารถกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ได้ดังนี้

4.1) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดชื่อหัวข้อ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {10; 10; 15.39; 18.59} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {15.39; 18.59; 22; 22} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 10-22 ดังปรากฏในตารางที่ 4.32 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดชื่อหัวข้อ (D1)

4.2) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสัญญาณรูป แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {17.4; 17.4; 18.47; 19.9} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {18.47; 19.9; 20.4; 20.4} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 17.4-20.4 ดังปรากฏในตารางที่ 4.32 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.34

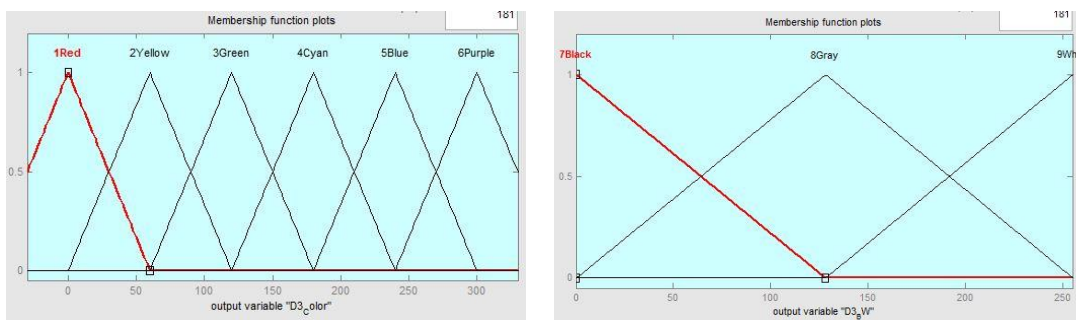


รูปที่ 4.34 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสัญญาณรูป (D2)

4.3) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรสี แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสามเหลี่ยม สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลเป็นค่าแบบชัดเจน จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและแสดงผลความเป็นสมาชิก ซึ่งสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จำนวน 2 กลุ่ม คือ สีแสง (light color) และระดับสี (color level) ดังนี้

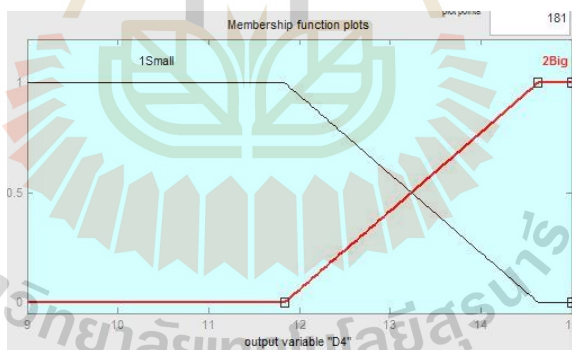
4.3.1) สีแสง มีจำนวน 6 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) แดง (Red) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {-60; 0; 60} (2) เหลือง (Yellow) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {0; 60; 120} (3) เขียว (Green) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {60; 120; 180} (4) ฟ้า (Cyan) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {120; 180; 240} (5) น้ำเงิน (Blue) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {180; 240; 300} และ (6) ม่วง (Purple) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {240; 300; 360} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น (-30)-330 ดังปรากฏในตารางที่ 4.32 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.35

4.3.2) ระดับสี มีจำนวน 3 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) ดำ (Black) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {0; 0; 128} (2) เทา (Gray) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {0; 128; 255} และ (3) ขาว (White) ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {128; 255; 255} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 0-255 ดังปรากฏในตารางที่ 4.32 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.35



รูปที่ 4.35 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรสีแสง (D3a) และระดับสี (D3b)

4.4) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {9; 9; 11.63; 14.09} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {11.63; 14.09; 15; 15} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 9-15 ดังปรากฏในตารางที่ 4.32 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ (D4)

### 5) ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอโพสต์

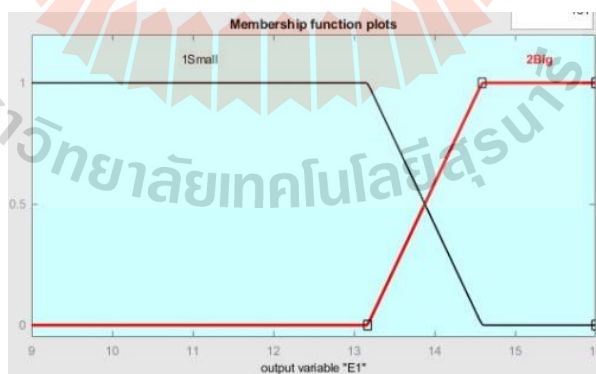
การกำหนดตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอโพสต์ สามารถกำหนดตัวแปรได้ตามฟังก์ชันหน้าจอโพสต์ ประกอบด้วยตัวแปร 4 ตัวแปร โดยแสดงตัวแปรผลลัพธ์ พิสัย ตัวแปรภาษา และค่าพารามิเตอร์ เพื่อนำไปสู่การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.33

ตารางที่ 4.33 ตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอโพสต์

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอโพสต์	พิสัย	ตัวแปรภาษา	ค่าพารามิเตอร์	
1	ขนาดข้อความ	E1	9-16	เล็ก (Small)	{9; 9; 13.17; 14.59}
				ใหญ่ (Big)	{13.17; 14.59; 16; 16}
2	ขนาดภาพ	E2	41-71.6	เล็ก (Small)	{41; 41; 49.49; 69.03}
				ใหญ่ (Big)	{49.49; 69.03; 71.6; 71.6}
3	ขนาดป้ายชื่อ	E3	8-12	เล็ก (Small)	{8; 8; 10.16; 11.74}
				ใหญ่ (Big)	{10.16; 11.74; 12; 12}
4	ขนาดภาพสัญลักษณ์	E4	19-23	เล็ก (Small)	{19; 19; 20.37; 22.03}
				ใหญ่ (Big)	{20.37; 22.03; 23; 23}

การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรกลุ่มผลลัพธ์หน้าจอโพสต์แต่ละตัวแปร สามารถกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรผลลัพธ์ได้ดังนี้

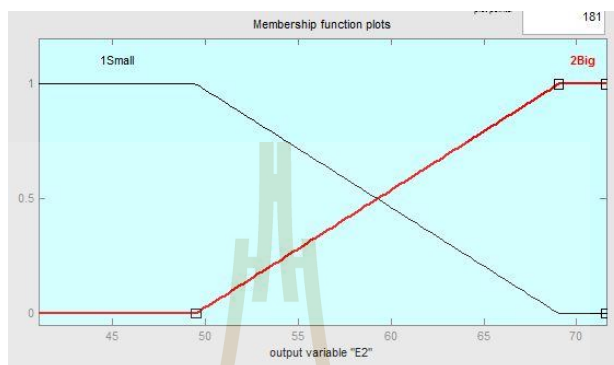
5.1) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {9; 9; 13.17; 14.59} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {13.17; 14.59; 16; 16} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 9-16 ดังปรากฏในตารางที่ 4.33 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.37 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ (E1)

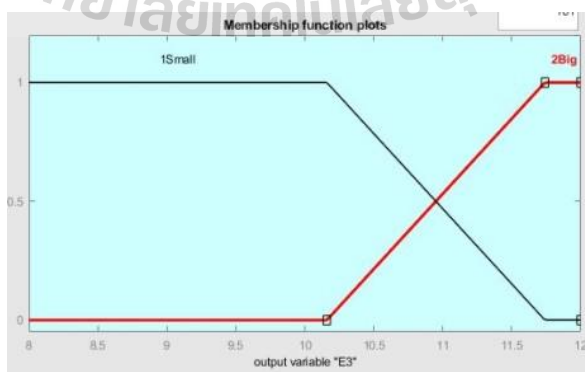
5.2) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดภาพ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัด

กลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {41; 41; 49.49; 69.03} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {49.49; 69.03; 71.6; 71.6} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 41-71.6 ดังปรากฏในตารางที่ 4.33 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.38



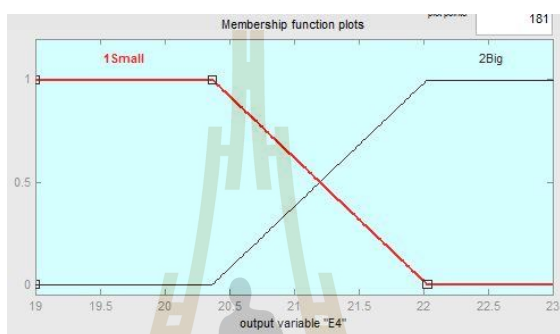
รูปที่ 4.38 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดภาพ (E2)

5.3) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะพีชชีได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {8; 8; 10.16; 11.74} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {10.16; 11.74; 12; 12} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 8-12 ดังปรากฏในตารางที่ 4.33 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.39



รูปที่ 4.39 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดป้ายชื่อ (E3)

5.4) การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสัญญาณรูป แสดงโดยใช้ฟังก์ชันสี่เหลี่ยมคางหมู สำหรับระบุความเป็นสมาชิกของข้อมูล เนื่องจากลักษณะของข้อมูลสามารถจัดกลุ่มในลักษณะฟัซซี ได้ จึงเลือกใช้ฟังก์ชันที่เหมาะสมต่อการกำหนดและเมื่อผ่านการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วพบว่า ได้ผลลัพธ์เป็น 2 ตัวแปรภาษา ประกอบด้วย (1) เล็ก ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ {19; 19; 20.37; 22.03} และ (2) ใหญ่ ค่าพารามิเตอร์เท่ากับ { 20.37; 22.03; 23; 23} โดยกำหนดให้ค่าพิสัยเป็น 19-23 ดังปรากฏในตารางที่ 4.33 และสามารถแสดงรูปแบบความเป็นสมาชิกได้ดังรูปที่ 4.40



รูปที่ 4.40 ค่าความเป็นสมาชิกของตัวแปรขนาดสัญญาณรูป (E4)

#### 4.2.2.3 ขั้นตอนสร้างฐานกฎฟัซซีและการอนุมานความรู้แบบฟัซซี

การสร้างฐานกฎฟัซซีสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ได้จากข้อมูลตัวแปรนำเข้าที่ผ่านการคัดเลือกคุณลักษณะ และข้อมูลตัวแปรผลลัพธ์ อีกทั้งเปลี่ยนข้อมูลเชิงตัวเลขให้เป็นข้อมูลเชิงฟัซซีเซตในแต่ละมิติ จากนั้นสร้างกฎฟัซซีจากความสัมพันธ์ของตัวแปรนำเข้าและตัวแปรผลลัพธ์ในฟัซซีเซต และขจัดแถวของข้อมูล (record) ที่ซ้ำซ้อนออก ทำให้ได้กฎฟัซซี (fuzzy rules) โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยค พร้อมทั้งการอนุมานความรู้แบบฟัซซีจนได้ผลลัพธ์จากการทำงานของกฎฟัซซี ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถแบ่งได้เป็นจำนวน 5 หน้าจอ โดยแต่ละหน้าจอสามารถสร้างกฎฟัซซีได้ดังนี้

##### 1) กฎฟัซซีเพื่อการออกแบบหน้าจอการโทร

ผลที่ได้จากการสร้างกฎฟัซซีเพื่อการออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอการโทร สามารถแบ่งได้เป็น 8 ตัวแปร ประกอบด้วย

1.1) ขนาดตัวเลขแสดงผล ได้กฎฟัซซีจำนวน 49 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X5 X7 X8 X9 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลขแสดงผล ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.34

ตารางที่ 4.34 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอการโทร

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอการโทร	จำนวนกฎ
1	X5, X7, X8, X9 และ X13	ขนาดตัวเลขแสดงผล	A1 49
2	X4, X6, X7, X9, X10 และ X13	ขนาดปุ่มลบ	A2 97
3	X4, X7, X8, X9, X11 และ X13	ขนาดกรอบปุ่มเลข	A3 68
4	X4, X7, X8 และ X11	รูปร่างกรอบปุ่มเลข	A4 14
5	X5, X7, X8, X9, X10, X11 และ X15	ขนาดตัวเลข	A5 48
6	X3, X5, X7, X8 และ X13	ขนาดอักษร	A6 59
7	X4, X7, X10, X11 และ X15	รูปร่างปุ่มโทร	A7 27
8	X4, X5, X8, X9, X10, X11, X13 และ X14	ขนาดปุ่มโทร	A8 111

โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชชีในรูปแบบประโยคภาษา จากตารางที่ 4.35 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 0 with FalseColorSplit and X9 is 2 with NormalOptical and X13 is 2 with ShapeMem , then A1 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 0 with FalseColorSplit and X9 is 3 with ExcellentOptical and X13 is 4 with ColorShapeMem , then A1 is 1 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X13 is 1 with Color, then A1 is 1 with Big Size.

ตารางที่ 4.35 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลขแสดงผล หน้าจอการโทร

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 1)

RULEs	x5	x7	x8	x9	x13	A1 Rule
1	0	0	0	2	2	1
2	0	0	0	3	4	2
3	0	0	1	1	1	2
48	2	1	1	3	2	1
49	2	2	0	3	6	2

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าพีชชีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชชีปรากฏดังตารางที่ 4.36 ดังนี้



ตารางที่ 4.36 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลขแสดงผลหน้าจอการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 1)

x5	x7	x8	x9	x13	A1 Result
0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	17.4
0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	24.4
0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	24.4

1.2) ขนาดปุ่มลบ ได้กฎฟัซซีจำนวน 97 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X6 X7 X9 X10 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มลบ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.34 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.37 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X6 is 0 with NormalDX and X7 is 0 with Blue and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 2 with ShapeMem , then A2 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X6 is 0 with NormalDX and X7 is 0 with Blue and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 4 with ColorShapeMem , then A2 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 3: If X4 is 1 with NormalEye and X6 is 0 with NormalDX and X7 is 0 with Blue and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 2 with BigSize and X13 is 2 with ShapeMem , then A2 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.37 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มลบ หน้าจอการโทร (รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 2)

RULEs	x4	x6	x7	x9	x10	x13	A2 Rule
1	1	0	0	1	1	2	1
2	1	0	0	1	1	4	1
3	1	0	0	1	2	2	2
96	5	2	0	3	2	5	2
97	5	2	2	2	2	2	1

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.38 ดังนี้

ตารางที่ 4.38 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มลบน หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 2)

x4	x6	x7	x9	x10	x13	A2 Result
3.0	2.0	0.0	3.0	4.5	2.0	15.1
2.0	1.0	0.0	3.0	4.7	2.0	17.0
1.0	2.0	0.0	3.0	5.5	2.0	17.0

1.3) ขนาดกรอบปุ่มตัวเลข ได้กฎฟuzzyจำนวน 68 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X7 X8 X9 X11 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดกรอบปุ่มตัวเลขปรากฏ รายละเอียดดังตารางที่ 4.34 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟuzzyในรูปแบบประโยคภาษา จากตารางที่ 4.39 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 1 with ColorMem , then A3 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 2 with ShapeMem , then A3 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then A3 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.39 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดกรอบปุ่มตัวเลข หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 3)

RULEs	x4	x7	x8	x9	x11	x13	A3 Rule
1	1	0	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	2	2
3	1	0	1	1	1	4	2
67	5	1	1	2	2	2	1
68	5	2	0	2	2	2	1

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟuzzyผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟuzzyปรากฏดังตารางที่ 4.40 ดังนี้

ตารางที่ 4.40 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดกรอบปุ่มตัวเลข  
หน้าจอการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 3)

x4	x7	x8	x9	x11	x13	A3 Result
3.0	0.0	1.0	3.0	2.0	2.0	13.2
2.0	0.0	1.0	3.0	3.6	2.0	14.5
3.0	0.0	1.0	2.0	0.1	4.0	15.9

1.4) รูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข ได้กฎฟuzzyจำนวน 14 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X7 X8 และ X11 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข ปกติ รายละเอียดดังตารางที่ 4.41 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟuzzyในรูปแบบประโยคภาษา จากตารางที่ 4.41 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X11 is 1 with LittlePhoneExp, then A4 is 2 with Round Shape.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 3 with Green and X8 is 1 with TrueColorSplit and X11 is 1 with LittlePhoneExp, then A4 is 2 with Round Shape.

กฎข้อ 3: If X4 is 2 with NearEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X11 is 1 with LittlePhoneExp, then A4 is 1 with Square Shape.

ตารางที่ 4.41 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 4)

RULEs	x4	x7	x8	x11	A4 Rule
1	1	0	1	1	2
2	1	3	1	1	2
3	2	0	1	1	1
13	5	1	1	1	1
14	5	2	0	1	2

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟuzzyผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟuzzyปรกติดังตารางที่ 4.42 ดังนี้

ตารางที่ 4.42 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข ๗ หน้าจอการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 4)

x4	x7	x8	x11	A4 Result
3.0	0.0	1.0	5.1	16.2
2.0	0.0	1.0	3.6	12.9
1.0	0.0	1.0	1.0	27.4

1.5) ขนาดตัวเลข ได้กฎฟัซซีจำนวน 48 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X5 X7 X8 X9 X10 X11 และ X15 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลข ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.34 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.43 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 0 with FalseColorSplit and X9 is 2 with NormalOptical and X10 is 2 with BigSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then A5 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 0 with FalseColorSplit and X9 is 3 with ExcellentOptical and X10 is 2 with BigSize and X11 is 2 with MorePhoneExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then A5 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 3: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then A5 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.43 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลข หน้าจอการโทร (รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ก ตารางที่ 5)

RULEs	x5	x7	x8	x9	x10	x11	x15	A5 Rule
1	0	0	0	2	2	1	1	1
2	0	0	0	3	2	2	1	2
3	0	0	1	1	1	1	1	2
47	2	1	1	3	2	1	1	1
48	2	2	0	3	2	2	1	1

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.44 ดังนี้

ตารางที่ 4.44 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตัวเลข หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 5)

x5	x7	x8	x9	x10	x11	x15	A5 Result
0.0	0.0	1.0	3.0	4.7	5.1	5.0	17.2
1.0	0.0	1.0	3.0	4.5	2.0	5.0	17.4
0.0	0.0	1.0	1.0	4.7	1.8	3.0	26.3

1.6) ขนาดอักษร ได้กฎฟuzzyจำนวน 59 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X3 X5 X7 X8 และX13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดอักษร ปกติรายละเอียดดังตารางที่ 4.34 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟuzzyในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.45 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X13 is 1 with ColorMem , then A6 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X13 is 2 with ShapeMem , then A6 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X13 is 4 with ColorShapeMem , then A6 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.45 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดอักษร หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 6)

RULEs	x3	x5	x7	x8	x13	A6 Rule
1	1	0	0	1	1	1
2	1	0	0	1	2	2
3	1	0	0	1	4	2
58	4	2	0	1	4	2
59	4	2	2	0	6	2

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟuzzyผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟuzzyปรกติดังตารางที่ 4.46 ดังนี้

ตารางที่ 4.46 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดอักษร หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 6)

x3	x5	x7	x8	x13	A6 Result
3.0	0.0	0.0	1.0	2.0	10.4
2.0	1.0	0.0	1.0	2.0	12.3
1.0	0.0	0.0	1.0	4.0	12.3

1.7) รูปร่างปุ่มโทร ได้กฎฟuzzyจำนวน 27 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X7 X10 X11 และ X15 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างปุ่มโทร ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.34 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟuzzyในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.47 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then A7 is 1 with Square Shape.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 2 with MorePhoneExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then A7 is 1 with Square Shape.

กฎข้อ 3: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 2 with BigSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then A7 is 1 with Square Shape.

ตารางที่ 4.47 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างปุ่มโทร หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 7)

RULEs	x4	x7	x10	x11	x15	A7 Rule
1	1	0	1	1	1	1
2	1	0	1	2	1	1
3	1	0	2	1	1	1
26	5	1	2	2	1	1
27	5	2	2	2	1	1

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟuzzyผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟuzzyปรากฏดังตารางที่ 4.48 ดังนี้

ตารางที่ 4.48 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างปุ่มโทร หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 7)

x4	x7	x10	x11	x15	A7 Result
3.0	0.0	4.7	5.1	5.0	15.0
3.0	0.0	4.5	2.0	5.0	15.2
2.0	0.0	4.7	3.6	5.0	16.6

1.8) ขนาดปุ่มโทร ได้กฎฟัซซีจำนวน 111 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X5 X8 X9 X10 X13 และ X14 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มโทร ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.34 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.49 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 1 with ColorMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness, then A8 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 2 with ShapeMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness, then A8 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X4 is 1 with NormalEye and X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 4 with ColorShapeMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness, then A8 is 1 with Small Size.

ตารางที่ 4.49 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มโทร หน้าจอการโทร  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 8)

RULEs	x4	x5	x8	x9	x10	x11	x13	x14	A8 Rule
1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
2	1	0	1	1	1	1	2	1	2
3	1	0	1	1	1	1	4	1	1
110	6	0	1	1	1	1	2	1	1
111	6	0	1	3	2	2	5	1	2

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าพีชคณิตจากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชคณิตปรากฏดังตารางที่ 4.50 ดังนี้

ตารางที่ 4.50 ผลการทำงานของกฎพีชคณิตสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดปุ่มโทร หน้าจอการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 8)

x4	x5	x8	x9	x10	x11	x13	x14	A8 Result
3.0	0.0	1.0	3.0	4.7	5.1	2.0	7.0	13.0
3.0	1.0	1.0	3.0	4.5	2.0	2.0	5.0	13.0
3.0	0.0	1.0	1.0	4.7	1.8	4.0	25.5	16.1

## 2) กฎพีชคณิตเพื่อการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร

ผลที่ได้จากการสร้างกฎพีชคณิตเพื่อการออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอบันทึกการโทร สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ตัวแปร ประกอบด้วย

2.1) ขนาดรายชื่อ ได้กฎพีชคณิตจำนวน 103 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X3 X5 X7 X9 X10 X12 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรายชื่อ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.51

ตารางที่ 4.51 กฎพีชคณิตสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอบันทึกการโทร

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอบันทึกการโทร	จำนวนกฎ
1	X3, X5, X7, X9, X10, X12 และ X13	ขนาดรายชื่อ	B1 103
2	X2, X5, X7, X10, X13 และ X15	ขนาดรายการโทร	B2 36
3	X2, X3, X5, X10, X13 และ X15	ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร	B3 81
4	X2, X5, X7, X10 และ X13	ขนาดรูปในรายชื่อ	B4 36
5	X5, X9, X11, X12, X13 และ X15	รูปร่างรูปในรายชื่อ	B5 51

โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชคณิตในรูปแบบประโยค ภาษามาตรฐานที่ 4.52 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with MoreTechExp and X13 is 1 with ColorMem , then B1 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with MoreTechExp and X13 is 2 with ShapeMem , then B1 is 2 with Big Size.



กฎข้อ 3: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with MoreTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then B1 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.52 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 9)

<i>RULEs</i>	x3	x5	x7	x9	x10	x12	x13	B1 Rule
<b>1</b>	1	0	0	1	1	1	1	1
<b>2</b>	1	0	0	1	1	1	2	2
<b>3</b>	1	0	0	1	1	1	4	2
<b>102</b>	4	2	0	1	2	1	2	2
<b>103</b>	4	2	2	3	2	1	6	2

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟuzzyผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟuzzyปรากฏดังตารางที่ 4.53 ดังนี้

ตารางที่ 4.53 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร

(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 9)

x3	x5	x7	x9	x10	x12	x13	Result B1
3.0	0.0	0.0	3.0	4.7	4.0	2.0	15.5
2.0	1.0	0.0	3.0	4.5	5.0	2.0	15.3
1.0	0.0	0.0	1.0	4.7	2.0	4.0	22.9

2.2) ขนาดรายการโทร ได้กฎฟuzzyจำนวน 36 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X2 X5 X7 X10 X13 และX15 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรายการโทร ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.51 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟuzzyในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.54 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X2 is 0 with Male and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 1 with ColorMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then B2 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X2 is 0 with Male and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 2 with ShapeMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then B2 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 3: If X2 is 0 with Male and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 4 with ColorShapeMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then B2 is 1 with Small Size.

ตารางที่ 4.54 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรายการโทร หน้าจอบันทึกการโทร

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 10)

RULEs	x2	x5	x7	x10	x13	x15	B2 Rule
1	0	0	0	1	1	1	2
2	0	0	0	1	2	1	1
3	0	0	0	1	4	1	1
35	1	2	0	1	6	1	2
36	1	2	1	1	2	1	2

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.55 ดังนี้

ตารางที่ 4.55 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรายการโทร หน้าจอบันทึกการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 10)

x2	x5	x7	x10	x13	x15	B2 Result
1.0	0.0	0.0	4.7	2.0	5.0	11.5
0.0	1.0	0.0	4.5	2.0	5.0	16.0
1.0	0.0	0.0	4.7	4.0	3.0	16.0

2.3) ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร ได้กฎฟัซซีจำนวน 81 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X2 X3 X5 X10 X13 และ X15 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับแสดงผลตัวแปรผลลัพธ์ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.51 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.56 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 1 with ColorMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then B3 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 4 with ColorShapeMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then B3 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X10 is 2 with BigSize and X13 is 2 with ShapeMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then B3 is 1 with Small Size.

ตารางที่ 4.56 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร หน้าจอบันทึกการโทร (รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 11)

<i>RULEs</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x5</i>	<i>x10</i>	<i>x13</i>	<i>x15</i>	<b>B3 Rule</b>
<i>1</i>	0	1	0	1	2	1	2
<i>2</i>	0	1	0	1	4	1	2
<i>3</i>	0	1	0	2	2	1	1
<i>80</i>	1	4	1	2	4	1	1
<i>81</i>	1	4	2	2	2	1	1

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.57 ดังนี้

ตารางที่ 4.57 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร หน้าจอบันทึกการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 11)

<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x5</i>	<i>x10</i>	<i>x13</i>	<i>x15</i>	<b>B3 Result</b>
1.0	3.0	0.0	4.7	2.0	5.0	12.4
0.0	2.0	1.0	4.5	2.0	5.0	14.7
1.0	1.0	0.0	4.7	4.0	3.0	12.4

2.4) ขนาดรูปในรายชื่อ ได้กฎฟัซซีจำนวน 36 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X2 X5 X7 X10 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรูปในรายชื่อ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.51 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.58 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X2 is 0 with Male and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 1 with ColorMem , then B4 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X2 is 0 with Male and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 2 with ShapeMem , then B4 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 3: If X2 is 0 with Male and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 4 with ColorShapeMem , then B4 is 1 with Small Size.

ตารางที่ 4.58 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 12)

<i>RULEs</i>	x2	x5	x7	x10	x13	<b>B4 Rule</b>
<b>1</b>	0	0	0	1	1	1
<b>2</b>	0	0	0	1	2	1
<b>3</b>	0	0	0	1	4	1
<b>35</b>	1	2	0	1	6	2
<b>36</b>	1	2	1	1	2	2

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.59 ดังนี้

ตารางที่ 4.59 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 12)

x2	x5	x7	x10	x13	<b>B4 Result</b>
1.0	0.0	0.0	4.7	2.0	19.3
0.0	1.0	0.0	4.5	2.0	22.7
1.0	0.0	0.0	4.7	4.0	22.7

2.5) รูปปร่างรูปในรายชื่อ ได้กฎฟัซซีจำนวน 51 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X5 X9 X11 X12 X13 และ X15 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปปร่างรูปในรายชื่อ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.51 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษา จากตารางที่ 4.60 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X5 is 0 with NoGlassWear and X9 is 1 with BadOptical and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 1 with ColorMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then B5 is 1 with Square Shape.

กฎข้อ 2: If X5 is 0 with NoGlassWear and X9 is 1 with BadOptical and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then B5 is 1 with Square Shape.

กฎข้อ 3: If X5 is 0 with NoGlassWear and X9 is 1 with BadOptical and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem and X15 is 1 with LittleMemEfficiency, then B5 is 1 with Square Shape.

ตารางที่ 4.60 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 13)

RULEs	x5	x9	x11	x12	x13	x15	B5 Rule
1	0	1	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	2	1	1
3	0	1	1	1	4	1	1
50	2	3	2	1	4	1	1
51	2	3	2	1	6	1	1

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟuzzyผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟuzzyปรากฏดังตารางที่ 4.61 ดังนี้

ตารางที่ 4.61 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างรูปในรายชื่อ หน้าจอบันทึกการโทร (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 13)

x5	x9	x11	x12	x13	x15	B5 Result
0.0	3.0	5.1	4.0	2.0	5.0	14.8
1.0	3.0	2.0	5.0	2.0	5.0	14.8
0.0	1.0	1.8	2.0	4.0	3.0	16.3

### 3) กฎฟuzzyเพื่อการออกแบบหน้าจอห้องแชท

ผลที่ได้จากการสร้างกฎฟuzzyเพื่อการออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอห้องแชท สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ตัวแปร ประกอบด้วย

3.1 ขนาดข้อความ ได้กฎฟuzzyจำนวน 102 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X3 X4 X7 X8 X10 X12 X13 และ X14 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.62

ตารางที่ 4.62 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอห้องแชท

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอห้องแชท	จำนวนกฎ
1	X3, X4, X7, X8, X10, X12, X13 และ X14	ขนาดข้อความ	C1 102
2	X6, X8, X11 และ X13	รูปร่างกรอบข้อความ	C2 42
3	X5, X8, X9, X10 และ X13	ขนาดข้อความสถานะ	C3 38
4	X2, X3, X6, X10, X11, X12, X13 และ X14	ขนาดสติ๊กเกอร์	C4 64

โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.63 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X3 is 1 with UnderG6 and X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 1 with ColorMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness , then C1 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X3 is 1 with UnderG6 and X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness , then C1 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X3 is 1 with UnderG6 and X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness , then C1 is 2 with Big Size.

**ตารางที่ 4.63** กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความ หน้าจอห้องแซท

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ก ตารางที่ 14)

RULEs	x3	x4	x7	x8	x10	x12	x13	x14	C1 Rule
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
2	1	1	0	1	1	1	2	1	2
3	1	1	0	1	1	1	4	1	2
101	4	5	0	1	2	2	4	1	1
102	4	5	2	0	2	2	2	1	1

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.64 ดังนี้

**ตารางที่ 4.64** ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความ หน้าจอห้องแซท

(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 14)

x3	x4	x7	x8	x10	x12	x13	x14	C1 Result
3.0	3.0	0.0	1.0	4.7	4.0	2.0	7.0	14.3
2.0	3.0	0.0	1.0	4.5	5.0	2.0	5.0	14.9
1.0	3.0	0.0	1.0	4.7	2.0	4.0	25.5	14.7

3.2) *รูปร่างกรอบข้อความ* ได้กฎพีชชีจำนวน 42 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X6 X8 X11 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างกรอบข้อความ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.62 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชชีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.65 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X6 is 0 with NormalDX and X8 is 0 with FalseColorSplit and X11 is 3 with MorePhoneExp and X13 is 2 with ShapeMem , then C2 is 1 with Square Shape.

กฎข้อ 2: If X6 is 0 with NormalDX and X8 is 0 with FalseColorSplit and X11 is 3 with MorePhoneExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then C2 is 1 with Square Shape.

กฎข้อ 3: If X6 is 0 with NormalDX and X8 is 1 with TureColorSplit and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 1 with ColorMem , then C2 is 1 with Square Shape.

ตารางที่ 4.65 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างกรอบข้อความ หน้าจอห้องแซท (รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ก ตารางที่ 15)

RULEs	x6	x8	x11	x13	C2 Rule
1	0	0	3	2	1
2	0	0	3	4	1
3	0	1	1	1	1
41	3	1	3	2	1
42	3	1	3	6	1

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าพีชชีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชชีปรากฏดังตารางที่ 4.66 ดังนี้

ตารางที่ 4.66 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์รูปร่างกรอบข้อความ หน้าจอห้องแซท (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 15)

x6	x8	x11	x13	C2 Result
0.0	1.0	5.1	2.0	9.2
2.0	1.0	2.0	2.0	9.9
0.0	1.0	1.8	4.0	9.5

3.3) *ขนาดข้อความสถานะ* ได้กฎพีชชีจำนวน 38 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X5 X8 X9 X10 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความสถานะ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.62 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชชีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.67 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 0 with FalseColorSplit and X9 is 2 with NormalOptical and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 2 with ShapeMem , then C3 is 1 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 0 with FalseColorSplit and X9 is 3 with ExcellentOptical and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 4 with ColorShapeMem , then C3 is 1 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 1 with TrueColorSplit and X9 is 1 with BadOptical and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 1 with ColorMem , then C3 is 1 with Big Size.

ตารางที่ 4.67 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความสถานะ หน้าจอห้องแชท

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ก ตารางที่ 16)

<i>RULEs</i>	x5	x8	x9	x10	x13	C3 Rule
1	0	0	2	1	2	1
2	0	0	3	1	4	1
3	0	1	1	1	1	1
37	2	1	3	1	4	1
38	2	1	3	1	6	1

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าพีชชีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชชีปรากฏดังตารางที่ 4.68 ดังนี้

ตารางที่ 4.68 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความสถานะ

หน้าจอห้องแชท (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 16)

x5	x8	x9	x10	x13	C3 Result
0.0	1.0	3.0	4.7	2.0	10.6
1.0	1.0	3.0	4.5	2.0	10.6
0.0	1.0	1.0	4.7	4.0	10.6

3.4) ขนาดสติกเกอร์ ได้กฎพีชชีจำนวน 64 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X2 X3 X6 X10 X11 X12 X13 และ X14 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดสติกเกอร์ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.62 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชชีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.69 ดังนี้



กฎข้อ 1: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X6 is 0 with NormalDX and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness, then C4 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X6 is 0 with NormalDX and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness, then C4 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X6 is 2 with SyndromeDX and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem and X14 is 1 with LittleMemEffectiveness, then C4 is 2 with Big Size.

**ตารางที่ 4.69** กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตึกเกอร์ หน้าจอห้องเซท

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ก ตารางที่ 17)

RULEs	x2	x3	x6	x10	x11	x12	x13	x14	C4 Rule
1	0	1	0	1	1	1	2	1	2
2	0	1	0	1	1	1	4	1	2
3	0	1	2	1	1	1	2	1	2
63	1	4	2	1	1	1	2	1	1
64	1	4	2	1	1	1	4	1	1

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าพีชชีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชชีปรากฏดังตารางที่ 4.70 ดังนี้

**ตารางที่ 4.70** ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดตึกเกอร์ หน้าจอห้องเซท

(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 17)

x2	x3	x6	x10	x11	x12	x13	x14	C4 Result
1.0	3.0	0.0	4.7	5.1	4.0	2.0	7.0	29.8
0.0	2.0	2.0	4.5	2.0	5.0	2.0	5.0	35.6
1.0	1.0	0.0	4.7	1.8	2.0	4.0	25.5	35.6

#### 4) กฎฟัซซีเพื่อการออกแบบหน้าจอไอทีไลน์เมนู

ผลที่ได้จากการสร้างกฎฟัซซีเพื่อการออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอไอทีไลน์เมนู สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ตัวแปร ประกอบด้วย

4.1) ขนาดชื่อหัวข้อ ได้กฎฟัซซีจำนวน 54 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X3 X5 X7 X10 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดชื่อหัวข้อ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.71

ตารางที่ 4.71 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอไอทีไลน์เมนู

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอไอทีไลน์เมนู		จำนวนกฎ
1	X3, X5, X7, X10 และ X13	ขนาดชื่อหัวข้อ	D1	54
2	X4, X7, X10, X12 และ X15	ขนาดสัญลักษณ์	D2	19
3	X3, X5, X8, X10, X11 และ X13	สี	D3	67
4	X5, X7, X10, X12 และ X13	ขนาดป้ายชื่อ	D4	26

โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยค ภาษาจากตารางที่ 4.72 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 1 with ColorMem , then D1 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 2 with ShapeMem , then D1 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X13 is 4 with ColorShapeMem , then D1 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.72 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดชื่อหัวข้อ หน้าจอไอทีไลน์เมนู

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ก ตารางที่ 18)

RULEs	x3	x5	x7	x10	x13	D1 Rule
1	1	0	0	1	1	2
2	1	0	0	1	2	2
3	1	0	0	1	4	2
53	4	2	0	1	4	2
54	4	2	2	1	6	2

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.73 ดังนี้

ตารางที่ 4.73 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดซื้อหัวข้อ

หน้าจอ โทม่ไลน์เมนู (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 18)

x3	x5	x7	x10	x13	D1 Result
3.0	0.0	0.0	4.7	2.0	19.4
2.0	1.0	0.0	4.5	2.0	19.4
1.0	0.0	0.0	4.7	4.0	19.4

4.2) ขนาดสัญญา/ ได้กฎฟัซซีจำนวน 19 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X7 X10 X12 และ X15 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดสัญญา ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.71 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.74 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then D2 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 2 with MoreTechExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then D2 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 3: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 3 with Green and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X15 is 1 with LittleMemEfficiency , then D2 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.74 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดสัญญา หน้าจอ โทม่ไลน์เมนู

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 19)

RULEs	x4	x7	x10	x12	x15	D2 Rule
1	1	0	1	1	1	2
2	1	0	1	2	1	1
3	1	3	1	1	1	2
18	5	1	1	1	1	1
19	5	2	1	2	1	2

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.75 ดังนี้

ตารางที่ 4.75 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดสัณฐานรูป หน้าจอใหม่ไลน์เมนู (รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 19)

x4	x7	x10	x12	x15	D2 Result
3.0	0.0	4.7	4.0	5.0	19.7
3.0	0.0	4.7	2.0	3.0	19.6
2.0	0.0	4.7	2.0	5.0	18.3

4.3 สี ได้กฎฟัซซีจำนวน 67 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X3 X5 X8 X10 X11 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์สี ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.71 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.76 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 1 with ColorMem , then D3 is 4 with Cyan Color.

กฎข้อ 2: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 2 with ShapeMem , then D3 is 4 with Cyan Color.

กฎข้อ 3: If X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize X11 is 1 with LittlePhoneExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then D3 is 4 with Cyan Color.

ตารางที่ 4.76 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์สี หน้าจอใหม่ไลน์เมนู (รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 20)

RULEs	x3	x5	x8	x10	x11	x13	D3
1	1	0	1	1	1	1	4
2	1	0	1	1	1	2	4
3	1	0	1	1	1	4	4
66	4	2	1	1	1	4	7
67	4	2	1	2	1	2	2

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.77 ดังนี้

ตารางที่ 4.77 ผลการทำงานของกฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์สี หน้าจอใหม่ไลน์เมนู  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 20)

x3	x5	x8	x10	x11	x13	D3 Result
3.0	0.0	1.0	4.7	5.1	2.0	60.0
2.0	1.0	1.0	4.5	2.0	2.0	120.0
1.0	0.0	1.0	4.7	1.8	4.0	180.0

4.4) ขนาดป้ายชื่อ ได้กฎฟัซซีจำนวน 26 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X5 X7 X10 X12 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดป้ายชื่อ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.71 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟัซซีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.78 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 1 with ColorMem , then D4 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem , then D4 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then D4 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.78 กฎฟัซซีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดป้ายชื่อ หน้าจอใหม่ไลน์เมนู  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 21)

RULEs	x5	x7	x10	x12	x13	D4 Rule
1	0	0	1	1	1	2
2	0	0	1	1	2	2
3	0	0	1	1	4	2
25	2	1	1	1	2	2
26	2	2	1	1	6	1

วิธีการคำนวณ โดยแปลงค่าฟัซซีผลลัพธ์ จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟัซซีปรากฏดังตารางที่ 4.79 ดังนี้

ตารางที่ 4.79 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดป้ายชื่อ หน้าจอใหม่ไลน์เมนู  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 21)

x5	x7	x10	x12	x13	D4 Result
0.0	0.0	4.7	4.0	2.0	14.0
1.0	0.0	4.5	5.0	2.0	11.2
0.0	0.0	4.7	2.0	4.0	13.8

### 5) กฎฟuzzyเพื่อการออกแบบหน้าจอโพสต์

ผลที่ได้จากการสร้างกฎฟuzzyเพื่อการออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอโพสต์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ตัวแปร ประกอบด้วย

5.1) ขนาดข้อความ ได้กฎฟuzzyจำนวน 69 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X2 X3 X5 X7 X10 X12 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.80

ตารางที่ 4.80 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์หน้าจอโพสต์

ลำดับ	ตัวแปรนำเข้า	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอโพสต์	จำนวนกฎ
1	X2, X3, X5, X7, X10, X12 และ X13	ขนาดข้อความ	E1 69
2	X4, X7, X8, X10 และ X11	ขนาดภาพ	E2 32
3	X3, X4, X7, X10, X12 และ X13	ขนาดป้ายชื่อ	E3 79
4	X4, X8, X10, X12 และ X13	ขนาดภาพสัญลักษณ์	E4 52

โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎฟuzzyในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.81 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem , then E1 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 0 with NoGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then E1 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X2 is 0 with Male and X3 is 1 with UnderG6 and X5 is 1 with YesGlassWear and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then E1 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.81 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความ หน้าจอโพสต์  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 22)

RULEs	x2	x3	x5	x7	x10	x12	x13	E1 Rule
1	0	1	0	0	1	1	2	2
2	0	1	0	0	1	1	4	2
3	0	1	1	0	1	1	4	2
68	1	4	1	0	1	1	4	2
69	1	4	2	0	1	1	2	2

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าพีชชีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชชีปรากฏดังตารางที่ 4.82 ดังนี้

ตารางที่ 4.82 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดข้อความ หน้าจอโพสต์  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 22)

x2	x3	x5	x7	x10	x12	x13	E1 Result
1.0	3.0	0.0	0.0	4.7	4.0	2.0	11.4
0.0	2.0	1.0	0.0	4.5	5.0	2.0	14.9
1.0	1.0	0.0	0.0	4.7	2.0	4.0	14.8

5.2) ขนาดภาพ ได้กฎพีชชีจำนวน 32 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X7 X8 X10 และ X11 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดภาพ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.80 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชชีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.83 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp , then E2 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X11 is 2 with MorePhoneExp , then E2 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 3: If X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 2 with BigSize and X11 is 1 with LittlePhoneExp , then E2 is 2 with Big Size.

ตารางที่ 4.83 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดภาพ หน้าจอโพสต์

(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 23)

<i>RULEs</i>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>E2 Rule</b>
<i>1</i>	1	0	1	1	1	2
<i>2</i>	1	0	1	1	2	1
<i>3</i>	1	0	1	2	1	2
<i>31</i>	6	0	1	2	2	2
<i>32</i>	6	1	1	1	1	1

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าพีชชีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชชีปรากฏดังตารางที่ 4.84 ดังนี้

ตารางที่ 4.84 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดภาพ หน้าจอโพสต์

(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 23)

<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>E2 Result</b>
3.0	0.0	1.0	4.7	5.1	64.2
3.0	0.0	1.0	4.5	2.0	64.0
2.0	0.0	1.0	4.7	3.6	52.2

5.3) ขนาดป้ายชื่อ ได้กฎพีชชีจำนวน 79 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X3 X4 X7 X10 X12 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดป้ายชื่อ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.80 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชชีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.85 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X3 is 1 with UnderG6 and X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 1 with ColorMem , then E3 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 2: If X3 is 1 with UnderG6 and X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem , then E3 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X3 is 1 with UnderG6 and X4 is 1 with NormalEye and X7 is 0 with Blue and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem , then E3 is 2 with Big Size.



ตารางที่ 4.85 กฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดป้ายชื่อ หน้าจอโพสต์  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 24)

<i>RULEs</i>	x3	x4	x7	x10	x12	x13	E3 Rule
1	1	1	0	1	1	1	2
2	1	1	0	1	1	2	2
3	1	1	0	1	1	4	2
78	4	5	0	2	1	4	1
79	4	5	2	2	1	2	1

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าพีชชีผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎพีชชีปรากฏดังตารางที่ 4.86 ดังนี้

ตารางที่ 4.86 ผลการทำงานของกฎพีชชีสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดป้ายชื่อ หน้าจอโพสต์  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 24)

x3	x4	x7	x10	x12	x13	E3 Result
3.0	3.0	0.0	4.7	4.0	2.0	9.6
2.0	3.0	0.0	4.5	5.0	2.0	11.4
1.0	3.0	0.0	4.7	2.0	4.0	11.3

5.4) ขนาดสัญญาณ ได้กฎพีชชีจำนวน 52 กฎ ซึ่งมีตัวแปร X4 X8 X10 X12 และ X13 เป็นตัวแปรนำเข้าสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดสัญญาณปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.80 โดยแสดงตัวอย่างตารางกฎและแสดงกฎพีชชีในรูปแบบประโยคภาษาจากตารางที่ 4.87 ดังนี้

กฎข้อ 1: If X4 is 1 with NormalEye and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 1 with ColorMem, then E4 is 1 with Small Size.

กฎข้อ 2: If X4 is 1 with NormalEye and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 2 with ShapeMem, then E4 is 2 with Big Size.

กฎข้อ 3: If X4 is 1 with NormalEye and X8 is 1 with TrueColorSplit and X10 is 1 with SmallSize and X12 is 1 with LittleTechExp and X13 is 4 with ColorShapeMem, then E4 is 1 with Small Size.

ตารางที่ 4.87 กฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดสัญญาณ หน้าจอโพสต์  
(รายละเอียดตารางกฎในภาคผนวก ค ตารางที่ 25)

<i>RULEs</i>	<b>x4</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>E4 Rule</b>
<b>1</b>	1	1	1	1	1	1
<b>2</b>	1	1	1	1	2	2
<b>3</b>	1	1	1	1	4	2
<b>51</b>	5	1	2	2	2	1
<b>52</b>	5	1	2	2	4	1

วิธีการคำนวณโดยแปลงค่าฟuzzyผลลัพธ์จากกฎทุกข้อ เพื่อให้เป็นค่าจริง ซึ่งแสดงตัวอย่างผลการทำงานของกฎฟuzzyปรากฏดังตารางที่ 4.88 ดังนี้

ตารางที่ 4.88 ผลการทำงานของกฎฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ขนาดสัญญาณ หน้าจอโพสต์  
(รายละเอียดตารางผลลัพธ์ในภาคผนวก ง ตารางที่ 25)

<b>x4</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>E4 Result</b>
3.0	1.0	4.7	4.0	2.0	20.5
3.0	1.0	4.7	2.0	4.0	21.6
2.0	1.0	4.7	2.0	2.0	21.6

#### 4.2.3 ผลการประเมินแบบจำลองฟuzzy

ในการประเมินแบบจำลองฟuzzyสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลอง โดยนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน ร้อยละ 30 มาทดสอบกับแบบจำลอง สำหรับหาผลลัพธ์จากการคำนวณ คือ ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (Mean Absolute Error: MAE) เพื่อประเมินความคลาดเคลื่อนของค่าพยากรณ์ และ ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: EI) สำหรับแสดงถึงความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยแบบกฎฟuzzy ผลการประเมินแบบจำลองฟuzzyสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ แบ่งได้เป็น 5 หน้าจอ แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

##### 4.2.3.1 ผลการประเมินแบบจำลองฟuzzyสำหรับการออกแบบหน้าจอการโทร

ผลที่ได้จากการประเมินแบบจำลองฟuzzyสำหรับการออกแบบตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอการโทร จากข้อมูลทดสอบ จำนวน 66 ตัวอย่าง โดยแบ่งได้ 8 ตัวแปรผลลัพธ์ ประกอบด้วย (1) ขนาดอักษร ได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.44 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.42 (2) ขนาดปุ่มลบ ได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.35 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.52 (3) ขนาดตัวเลข ได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.77 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.56 (4) ขนาดตัวเลขแสดงผล ได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 1.89 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.34 (5) ขนาดกรอบปุ่มตัวเลข ได้ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ

2.58 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.55 (6) ขนาดปุ่มโทร ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 2.88 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.59 (7) รูปร่างปุ่มโทร ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 7.61 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.35 และ (8) รูปร่างกรอบปุ่มตัวเลข ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 8.12 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.22 ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.89

**ตารางที่ 4.89** ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับตัวแปรผลลัพธ์

หน้าจอ การโทร

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอการโทร	จำนวนทดสอบ	ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ย	ค่าดัชนีประสิทธิผล	
1	ขนาดอักษร	A6	66	0.44	0.42
2	ขนาดปุ่มลบ	A2	66	1.35	0.52
3	ขนาดตัวเลข	A5	66	1.77	0.56
4	ขนาดตัวเลขแสดงผล	A1	66	1.89	0.34
5	ขนาดปุ่มโทร	A8	66	2.58	0.55
6	ขนาดกรอบปุ่มเลข	A3	66	2.88	0.59
7	รูปร่างปุ่มโทร	A7	66	7.61	0.35
8	รูปร่างกรอบปุ่มเลข	A4	66	8.12	0.22

**4.2.3.2 ผลการประเมินแบบจำลองฟิชชีสำหรับการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร**

ผลที่ได้จากการประเมินแบบจำลองฟิชชีสำหรับการออกแบบตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอบันทึกการโทร จากข้อมูลทดสอบ จำนวน 66 ตัวอย่าง โดยแบ่งได้ 5 ตัวแปรผลลัพธ์ ประกอบด้วย (1) ขนาดรายการโทร ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 0.92 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.18 (2) ขนาดรายชื่อ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 1.05 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.57 (3) ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 1.73 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.37 (4) ขนาดรูปในรายชื่อ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 3.68 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.32 และ (5) รูปร่างรูปในรายชื่อ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 8.70 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.21 ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.90

**ตารางที่ 4.90** ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับตัวแปรผลลัพธ์

หน้าจอบันทึกการโทร

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอบันทึกการโทร	จำนวนทดสอบ	ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ย	ค่าดัชนีประสิทธิผล	
1	ขนาดรายการโทร	B2	66	0.92	0.18
2	ขนาดรายชื่อ	B1	66	1.05	0.57
3	ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร	B3	66	1.73	0.37
4	ขนาดรูปในรายชื่อ	B4	66	3.68	0.32
5	รูปร่างรูปในรายชื่อ	B5	66	8.70	0.21

#### 4.2.3.3 ผลการประเมินแบบจำลองพีชชีสำหรับการออกแบบหน้าจอห้องเซพ

ผลที่ได้จากการประเมินแบบจำลองพีชชีสำหรับการออกแบบตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอห้องเซพ จากข้อมูลทดสอบ จำนวน 66 ตัวอย่าง โดยแบ่งได้ 4 ตัวแปรผลลัพธ์ ประกอบด้วย (1) ขนาดข้อความ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 0.24 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.79 (2) ขนาดข้อความสถานะ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 0.48 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.35 (3) รูปร่างกรอบข้อความ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 3.61 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.33 และ (4) ขนาดสติ๊กเกอร์ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 5.65 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.29 ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.91

ตารางที่ 4.91 ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอห้องเซพ

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอห้องเซพ	จำนวนทดสอบ	ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ย	ค่าดัชนีประสิทธิผล	
1	ขนาดข้อความ	C1	66	0.24	0.79
2	ขนาดข้อความสถานะ	C3	66	0.48	0.35
3	รูปร่างกรอบข้อความ	C2	66	3.61	0.33
4	ขนาดสติ๊กเกอร์	C4	66	5.65	0.29

#### 4.2.3.4 ผลการประเมินแบบจำลองพีชชีสำหรับการออกแบบหน้าจอไทม์ไลน์เมนู

ผลที่ได้จากการประเมินแบบจำลองพีชชีสำหรับการออกแบบตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอไทม์ไลน์เมนู จากข้อมูลทดสอบ จำนวน 66 ตัวอย่าง โดยแบ่งได้ 4 ตัวแปรผลลัพธ์ ประกอบด้วย (1) ขนาดสัญลักษณ์ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 0.64 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.09 (2) ขนาดชื่อหัวข้อ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 1.12 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.21 (3) สี ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 1.27 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.63 และ (4) ขนาดป้ายชื่อ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 2.05 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.17 ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.92

ตารางที่ 4.92 ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ หน้าจอไทม์ไลน์เมนู

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพธ์: หน้าจอไทม์ไลน์	จำนวนทดสอบ	ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ย	ค่าดัชนีประสิทธิผล	
1	ขนาดสัญลักษณ์	D2	66	0.64	0.09
2	ขนาดชื่อหัวข้อ	D1	66	1.12	0.21
3	สี	D3	66	1.27	0.33
4	ขนาดป้ายชื่อ	D4	66	2.05	0.17

#### 4.2.3.5 ผลการประเมินแบบจำลองพีชชีสำหรับการออกแบบหน้าจอโพสต์

ผลที่ได้จากการประเมินแบบจำลองพีชชีสำหรับการออกแบบตัวแปรผลลัพท์ หน้าจอโพสต์ จากข้อมูลทดสอบ จำนวน 66 ตัวอย่าง โดยแบ่งได้ 4 ตัวแปรผลลัพท์ ประกอบด้วย (1) ขนาดป้ายชื่อ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 0.24 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.50 (2) ขนาดข้อความ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 0.44 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.60 (3) ขนาดสัญลักษณ์ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 1.48 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.43 และ (4) ขนาดภาพ ได้ค่าความคาดเคลื่อนเท่ากับ 20.07 และค่าดัชนีประสิทธิผล 0.41 ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.93

ตารางที่ 4.93 ผลการประเมินความคาดเคลื่อนและค่าดัชนีประสิทธิผลสำหรับตัวแปรผลลัพท์ หน้าจอ โพสต์

ลำดับ	ตัวแปรผลลัพท์: หน้าจอโพสต์	จำนวนทดสอบ	ค่าความคาดเคลื่อนเฉลี่ย	ค่าดัชนีประสิทธิผล	
1	ขนาดป้ายชื่อ	E3	66	0.24	0.50
2	ขนาดข้อความ	E1	66	0.44	0.60
3	ขนาดภาพสัญลักษณ์	E4	66	1.48	0.43
4	ขนาดภาพ	E2	66	20.07	0.41

### 4.3 การประเมินผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

การประเมินผลความสามารถในการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลและทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 คน (N=25) โดยแบ่งการทดสอบได้เป็น 2 กลุ่ม ประกอบด้วย เพศชาย จำนวน 11 คน และเพศหญิง จำนวน 14 คน ผลประเมินความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย (1) ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งาน (2) ผลการประเมินประสิทธิผลความสามารถในการใช้งาน และ (3) ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งาน

การประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่โปรแกรมประยุกต์การ โทร กับกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งการประเมินประสิทธิภาพเป็น 2 ส่วน คือ (1) การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4 และ (2) การประเมินประสิทธิภาพการใช้งานรูปร่างปุ่ม มีผลการประเมินรายละเอียดดังนี้

1) ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4

การประเมินประสิทธิภาพนี้ใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์การโทรแบบชนิดที่ 1-4 ที่ได้จากแบบจำลองพีชซี โดยผลลัพธ์ของประสิทธิภาพความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบ่งได้ 4 แบบชนิดประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 (type1) เพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานเท่ากับ 1.12 วินาที และ 1.13 วินาทีตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 1.12 วินาที (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 3 (type3) เพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานเท่ากับ 1.10 วินาที และ 1.39 วินาทีตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 1.26 วินาที (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 4 (type4) เพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานเท่ากับ 1.52 วินาทีและ 1.37 วินาที ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 1.44 วินาที และ (4) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 2 (type2) เพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานเท่ากับ 1.47 วินาทีและ 1.44 วินาทีตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 1.46 วินาที ปรากฏรายละเอียดดังรูปที่ 4.41 และตารางที่ 4.94 โดยแสดงภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4 และผลจากการออกแบบจากแบบจำลองพีชซีได้ดังรูปที่ 4.42 และตารางที่ 4.95



รูปที่ 4.41 ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4

ตารางที่ 4.94 แสดงค่าประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4

ลำดับ	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface)	ค่าประสิทธิภาพ (efficiency)		
		ชาย	หญิง	รวม
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	1.10	1.13	1.12
2	แบบชนิดที่ 3 (type3)	1.10	1.39	1.26
3	แบบชนิดที่ 4 (type4)	1.52	1.37	1.44
4	แบบชนิดที่ 2 (type2)	1.47	1.44	1.46



รูปที่ 4.42 ผลการประเมินประสิทธิภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์การโทรแบบชนิดที่ 1-4

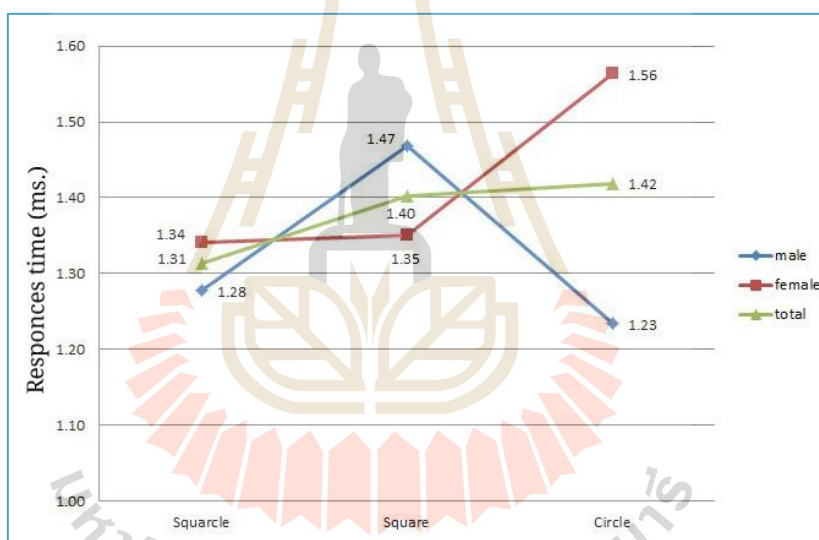
ตารางที่ 4.95 แสดงผลการออกแบบจากแบบจำลองพีชชี

ผลการออกแบบจากแบบจำลองพีชชี					
หน้าจอการโทร	A set	Type 1	Type 3	Type 4	Type 2
1.ขนาดตัวเลขแสดงผล	A1	24 pt	27 pt	27 pt	17 pt
2.ขนาดปุ่มลบ	A2	17 mm	18 mm	18 mm	15 mm
3.ขนาดกรอบปุ่มเลข	A3	15.6 mm	17.4 mm	17.4 mm	13.2 mm
4.รูปร่างกรอบปุ่มเลข	A4	16 r	40 r	0 r	12 r
5.ขนาดตัวเลข	A5	25 pt	32 pt	32 pt	19 pt
6.ขนาดอักษร	A6	12 pt	13 pt	13 pt	11 pt
7.รูปร่างปุ่มโทร	A7	19 r	40 r	0 r	16 r
8.ขนาดปุ่มโทร	A8	16.2 mm	17.4 mm	17.4 mm	14 mm

pt=point, mm=millimeter, r=radius sweep

## 2) ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม

การประเมินประสิทธิภาพสามารถแบ่งตามรูปร่างปุ่ม ได้เป็น 3 แบบชนิด ประกอบด้วย (1) ปุ่มแบบสี่เหลี่ยมขอบมน (squircle button) เพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานเท่ากับ 1.28 วินาทีและ 1.34 วินาทีตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 1.31 วินาที (2) ปุ่มแบบสี่เหลี่ยม (square button) เพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานเท่ากับ 1.47 วินาทีและ 1.35 วินาที ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 1.40 วินาที และ (3) ปุ่มแบบวงกลม (circle button) เพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานเท่ากับ 1.23 วินาทีและ 1.56 วินาทีตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 1.42 วินาที ปรากฏรายละเอียดดังรูปที่ 4.43 และตารางที่ 4.96 โดยแสดงภาพรูปร่างปุ่ม ดังรูปที่ 4.44

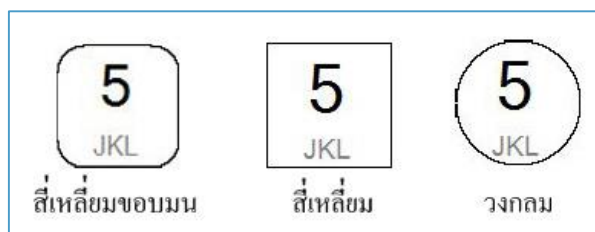


รูปที่ 4.43 ผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม

ตารางที่ 4.96 แสดงค่าประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม

ลำดับ	รูปร่างปุ่ม (button shape)	ค่าประสิทธิภาพ (efficiency)		
		ชาย	หญิง	รวม
1	สี่เหลี่ยมขอบมน (squircle)	1.28	1.34	1.31
2	สี่เหลี่ยม (square)	1.47	1.35	1.40
3	วงกลม (circle)	1.23	1.56	1.42





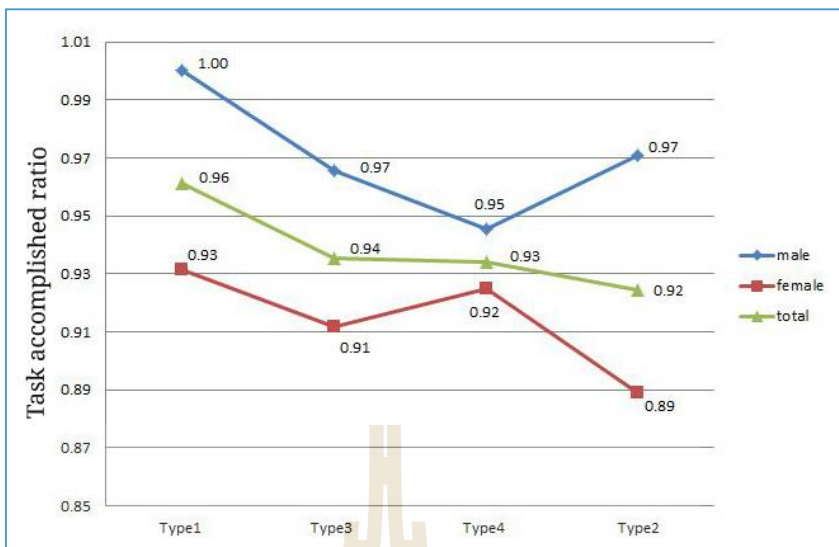
รูปที่ 4.44 ผลการประเมินรูปร่างปุ่ม

#### 4.3.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพผลความสามารถในการใช้งาน

การประเมินประสิทธิภาพผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้นี้ ใช้แบบทดสอบและ โปรแกรมประยุกต์เช่นเดียวกับหัวข้อ 4.3.1 การประเมินประสิทธิภาพนี้แบ่งได้เป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย (1) การประเมินประสิทธิภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4 และ (2) การประเมินประสิทธิภาพรูปร่างปุ่ม มีรายละเอียดดังนี้

1) ผลการประเมินประสิทธิภาพผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4

การประเมินประสิทธิภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4 ที่ได้จากแบบจำลองพีชชี แบ่งได้ 4 แบบชนิด ประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 เพศชายและเพศหญิง มีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานเท่ากับ 1.00 และ 0.93 ตามลำดับ และมีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 0.96 (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 3 เพศชายและเพศหญิง มีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานเท่ากับ 0.97 และ 0.91 ตามลำดับ และมีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 0.94 (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 4 เพศชายและเพศหญิง มีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานเท่ากับ 0.95 และ 0.92 ตามลำดับ และมีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 0.93 และ (4) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 2 เพศชายและเพศหญิง มีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานเท่ากับ 0.97 และ 0.89 ตามลำดับ และมีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 0.92 ปรากฏรายละเอียดดังรูปที่ 4.45 และตารางที่ 4.97 และผลจากการออกแบบจากแบบจำลองพีชชีได้ดังรูปที่ 4.46 และตารางที่ 4.95



รูปที่ 4.45 ผลการประเมินประสิทธิภาพผลความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4

ตารางที่ 4.97 แสดงค่าประสิทธิภาพผลความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1-4

ลำดับ	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface)	ค่าประสิทธิภาพ (effectiveness)		
		ชาย	หญิง	รวม
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	1.00	0.93	0.96
2	แบบชนิดที่ 3 (type3)	0.97	0.91	0.94
3	แบบชนิดที่ 4 (type4)	0.95	0.92	0.93
4	แบบชนิดที่ 2 (type2)	0.97	0.89	0.92

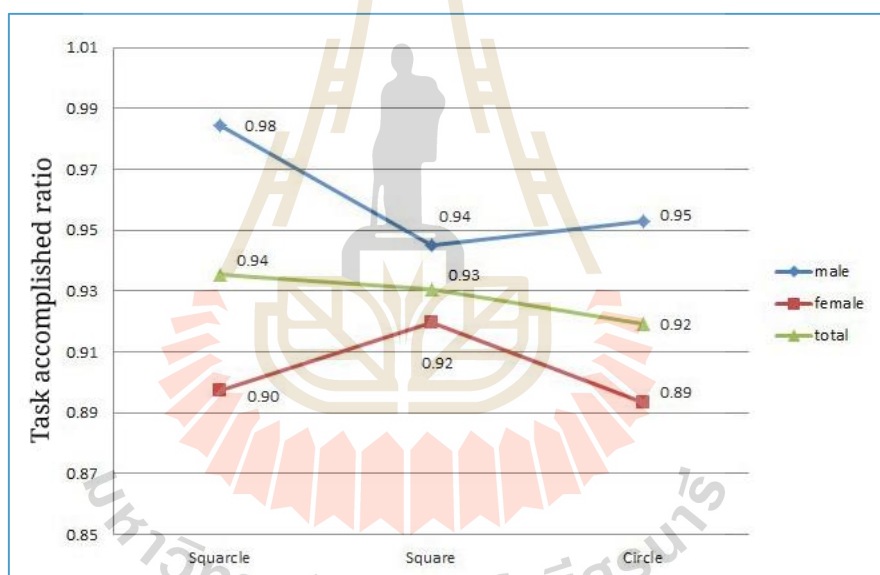


รูปที่ 4.46 ผลการประเมินประสิทธิภาพผลส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์การโทร

แบบชนิดที่ 1-4

2) ผลการประเมินประสิทธิผลความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม

การประเมินประสิทธิผลความสามารถในการใช้งานปุ่ม แบ่งตามรูปร่างปุ่มได้ 3 แบบ ประกอบด้วย (1) ปุ่มแบบสี่เหลี่ยมขอบมน เพศชายและเพศหญิง มีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานเท่ากับ 0.98 และ 0.90 ตามลำดับ และมีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 0.94 (2) ปุ่มแบบสี่เหลี่ยม เพศชายและเพศหญิง มีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานเท่ากับ 0.94 และ 0.92 ตามลำดับ และมีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 0.93 และ (3) ปุ่มแบบวงกลม เพศชายและเพศหญิง มีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานเท่ากับ 0.95 และ 0.89 ตามลำดับ และมีอัตราความสำเร็จต่อการใช้งานโดยรวมเท่ากับ 0.92 ปราบภูรายละเอียดดังรูปที่ 4.47 และตารางที่ 4.98 โดยแสดงภาพรูปร่างปุ่ม ดังรูปที่ 4.44



รูปที่ 4.47 ผลการประเมินประสิทธิผลความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม

ตารางที่ 4.98 แสดงค่าประสิทธิผลของความสามารถในการใช้งานรูปร่างปุ่ม

ลำดับ	รูปร่างปุ่ม (button shape)	ค่าประสิทธิผล (effectiveness)		
		ชาย	หญิง	รวม
1	สี่เหลี่ยมขอบมน (squarcle)	0.98	0.90	0.94
2	วงกลม (circle)	0.95	0.89	0.92
3	สี่เหลี่ยม (square)	0.94	0.91	0.92

### 4.3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

การประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุที่ได้จากแบบจำลองพีชซี แบ่งการประเมินผลตามหน้าจอ ได้ 5 ส่วน ประกอบด้วย (1) หน้าจอการโทร (2) หน้าจอบันทึกการโทร (3) หน้าจอห้องแชท (4) หน้าจอไทม์ไลน์เมนู และ (5) หน้าจอโพสต์ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วย 4 แบบชนิดที่ 1-4 (type 1-4) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.3.3.1 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอการโทร

ผลลัพธ์ความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอการโทร แบ่งได้ 4 แบบชนิด ประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรเท่ากับ 4.87 และ 4.70 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรโดยรวมเท่ากับ 4.77 (ระดับมากที่สุด) (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 3 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรเท่ากับ 3.77 และ 3.83 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรโดยรวมเท่ากับ 3.80 (ระดับมาก) (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 4 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรเท่ากับ 3.53 และ 2.38 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรโดยรวมเท่ากับ 2.89 (ระดับปานกลาง) และ (4) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรเท่ากับ 2.24 และ 2.81 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอการโทรโดยรวมเท่ากับ 2.56 (ระดับปานกลาง) ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.99 โดยแสดงภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอการโทรแบบชนิดที่ 1-4 และผลจากการออกแบบจากแบบจำลองพีชซีได้ดังรูปที่ 4.48 และตารางที่ 4.95

ตารางที่ 4.99 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอการโทร

ลำดับ	ผลการประเมินความพึงพอใจ หน้าจอการโทร	ชาย		หญิง		รวม		แปลผล
		X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	4.87	0.30	4.70	0.37	4.77	0.34	มากที่สุด
2	แบบชนิดที่ 3 (type3)	3.77	0.69	3.83	1.60	3.80	1.26	มาก
3	แบบชนิดที่ 4 (type4)	3.53	0.66	2.38	1.30	2.89	1.20	ปานกลาง
4	แบบชนิดที่ 2 (type2)	2.24	0.82	2.81	0.53	2.56	0.72	ปานกลาง



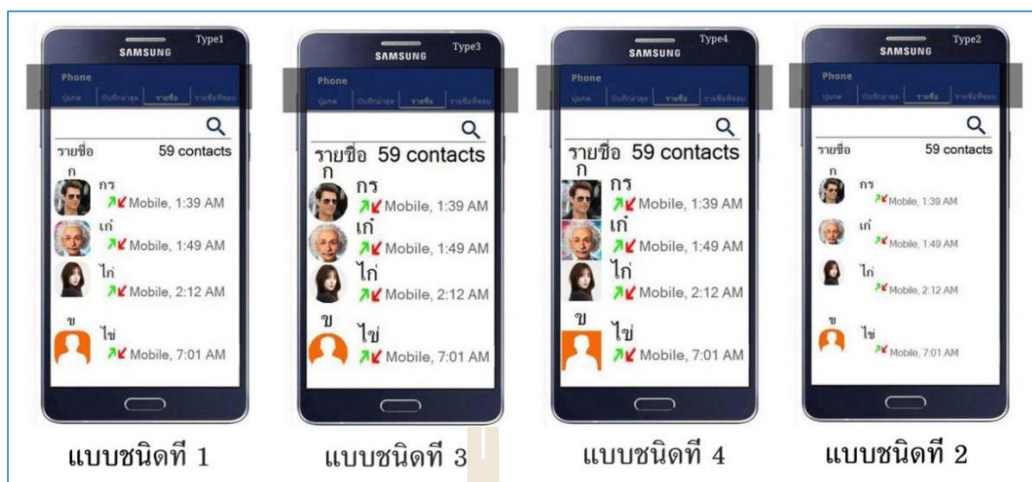
รูปที่ 4.48 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอการ โทร แบบชนิดที่ 1-4

#### 4.3.3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอบันทึกการโทร

ผลลัพธ์ความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอบันทึกการโทร แบ่งได้ 4 แบบชนิด ประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทร เท่ากับ 4.19 และ 3.88 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทร โดยรวมเท่ากับ 4.02 (ระดับมาก) (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 3 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทร เท่ากับ 3.80 และ 4.03 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทร โดยรวมเท่ากับ 3.93 (ระดับมาก) (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 4 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทรเท่ากับ 3.77 และ 3.53 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทร โดยรวมเท่ากับ 3.63 (ระดับมาก) และ (4) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทรเท่ากับ 1.91 และ 2.36 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอบันทึกการ โทร โดยรวมเท่ากับ 2.16 (ระดับน้อย) ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.100 โดยแสดงภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอบันทึกการ โทรแบบชนิดที่ 1-4 และผลจากการออกแบบจากแบบจำลองพีชซีได้ดังรูปที่ 4.49 และตารางที่ 4.101

ตารางที่ 4.100 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอบันทึกการ โทร

ลำดับ	ผลการประเมินความพึงพอใจ หน้าจอบันทึกการโทร	ชาย		หญิง		รวม		แปลผล
		X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	4.19	0.77	3.88	0.63	4.02	0.70	มาก
2	แบบชนิดที่ 3 (type3)	3.80	0.87	4.03	1.20	3.93	1.06	มาก
3	แบบชนิดที่ 4 (type4)	3.77	0.59	3.53	1.41	3.63	1.11	มาก
4	แบบชนิดที่ 2 (type2)	1.91	0.60	2.36	0.59	2.16	0.62	น้อย



รูปที่ 4.49 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอบันทึกการโทร แบบชนิดที่ 1-4

ตารางที่ 4.101 แสดงผลการออกแบบหน้าจอบันทึกการโทร จากแบบจำลองพีซีซี

ผลการออกแบบจากแบบจำลองพีซีซี					
หน้าจอบันทึกการโทร	B set	Type 1	Type 3	Type 4	Type 2
1. ขนาดรายชื่อ	B1	18 pt	26 pt	26 pt	16 pt
2. ขนาดรายการโทร	B2	16 pt	18 pt	18 pt	12 pt
3. ภาพสัญลักษณ์รายการโทร	B3	14.6 mm	16 mm	17 mm	12.4 mm
4. ขนาดรูปในรายชื่อ	B4	28.8 mm	24 mm	24 mm	19.4 mm
5. รูปร่างรูปในรายชื่อ	B5	16 r	40 r	0 r	16 r

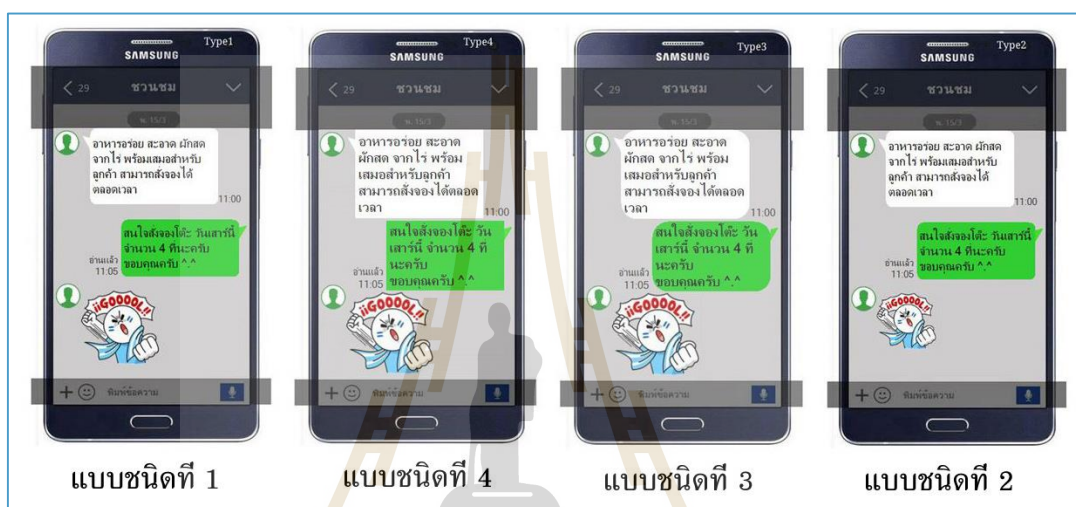
pt=point, mm=millimeter, r=radius sweep

#### 4.3.3.3 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอห้องแชท

ผลลัพธ์ความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอห้องแชท แบ่งได้ 4 แบบชนิด ประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชทเท่ากับ 3.48 และ 3.75 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชทโดยรวมเท่ากับ 3.63 (ระดับมาก) (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 4 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชท เท่ากับ 3.77 และ 3.48 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชทโดยรวมเท่ากับ 3.61 (ระดับมาก) (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 3 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชท เท่ากับ 3.35 และ 3.76 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชทโดยรวมเท่ากับ 3.58 (ระดับมาก) และ (4) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชทเท่ากับ 3.18 และ 2.50 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอห้องแชทโดยรวมเท่ากับ 2.80 (ระดับปานกลาง) ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.102 โดยแสดงภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอบันทึกการโทรแบบชนิดที่ 1-4 และผลจากการออกแบบจากแบบจำลองพีซีซีได้ดังรูปที่ 4.50 และตารางที่ 4.103

ตารางที่ 4.102 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอห้องแซท

ลำดับ	ผลการประเมินความพึงพอใจ หน้าจอห้องแซท	ชาย		หญิง		รวม		แปลผล
		X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	3.48	0.87	3.75	0.82	3.63	0.83	มาก
2	แบบชนิดที่ 4 (type4)	3.77	1.34	3.48	1.38	3.61	1.34	มาก
3	แบบชนิดที่ 3 (type3)	3.35	0.90	3.76	1.00	3.58	0.96	มาก
4	แบบชนิดที่ 2 (type2)	3.18	1.12	2.50	0.58	2.80	0.91	ปานกลาง



รูปที่ 4.50 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอห้องแซท แบบชนิดที่ 1- 4

ตารางที่ 4.103 แสดงผลการออกแบบหน้าจอห้องแซท จากแบบจำลองพีชซี

ผลการออกแบบจากแบบจำลองพีชซี					
หน้าจอห้องแซท	C set	Type 1	Type 3	Type 4	Type 2
1. ขนาดข้อความ	C1	14 pt	16 pt	16 pt	14 pt
2. รูปร่างกรอบข้อความ	C2	10 r	25 r	0 r	10 r
3. ขนาดข้อความสถานะ	C3	11 pt	12 pt	12 pt	11 pt
4. ขนาดสติ๊กเกอร์	C4	35.8 mm	38.6 mm	38.6 mm	29.9 mm

pt=point, mm=millimeter, r=radius sweep

#### 4.3.3.4 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอตารางเมนู

ผลลัพธ์ความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอตารางเมนู แบ่งได้ 3 แบบชนิด ประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอตารางเมนูเท่ากับ 3.59 และ 4.34 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอตารางเมนูโดยรวมเท่ากับ 4.01 (ระดับมาก) (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 3 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอตารางเมนูเท่ากับ 4.28 และ 2.82 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอตารางเมนูโดยรวมเท่ากับ 3.46 (ระดับปานกลาง) และ (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอตารางเมนูเท่ากับ 2.18 และ 2.31 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอตารางเมนูโดยรวมเท่ากับ 2.25 (ระดับน้อย) ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.104 โดยแสดงภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอบันทึกการโทรแบบชนิดที่ 1-3 และผลจากการออกแบบจากแบบจำลองพีชชีได้ดังรูปที่ 4.51 และตารางที่ 4.105

ตารางที่ 4.104 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอตารางเมนู

ลำดับ	ผลการประเมินความพึงพอใจ หน้าจอตารางเมนู	ชาย		หญิง		รวม		
		X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	แปลผล
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	3.59	1.24	4.34	1.34	4.01	1.33	มาก
2	แบบชนิดที่ 3 (type3)	4.28	0.81	2.82	0.77	3.46	1.07	ปานกลาง
3	แบบชนิดที่ 2 (type2)	2.18	0.58	2.31	0.63	2.25	0.60	น้อย

ตารางที่ 4.105 แสดงผลการออกแบบหน้าจอตารางเมนู จากแบบจำลองพีชชี

ผลการออกแบบจากแบบจำลองพีชชี				
หน้าจอตารางเมนู	D set	Type 1	Type 2	Type 3
1. ขนาดชื่อหัวข้อ	D1	19 pt	19 pt	22 pt
2. ขนาดสัญลักษณ์รูป	D2	19.6 mm	18.8 mm	20.4 mm
3. สี - สีแสง	D3	180°	240°	
3. สี - ระดับสี				128 bit
4. ขนาดป้ายชื่อ	D4	14 pt	12 pt	15 pt

pt=point, mm=millimeter, r=radius sweep





รูปที่ 4.51 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอตารางเมนู แบบชนิดที่ 1–3

#### 4.3.3.5 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอโพสต์

ผลลัพธ์ความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอโพสต์ แบ่งได้ 3 แบบชนิด ประกอบด้วย (1) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอโพสต์เท่ากับ 4.85 และ 4.04 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอโพสต์โดยรวมเท่ากับ 4.40 (ระดับมาก) (2) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 3 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอโพสต์ เท่ากับ 3.76 และ 4.09 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอโพสต์โดยรวมเท่ากับ 3.94 (ระดับมาก) และ (3) ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2 เพศชายและเพศหญิง มีความพึงพอใจต่อหน้าจอโพสต์เท่ากับ 2.39 และ 2.73 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจต่อหน้าจอโพสต์โดยรวมเท่ากับ 2.58 (ระดับปานกลาง) ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 4.106 โดยแสดงภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอบันทึกการโทรแบบชนิดที่ 1-3 และผลจากการออกแบบจากแบบจำลองพีชชีได้ดังรูปที่ 4.52 และตารางที่ 4.107

ตารางที่ 4.106 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอโพสต์

ลำดับ	ผลการประเมินความพึงพอใจ หน้าจอโพสต์	ชาย		หญิง		รวม		แปลผล
		X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	4.85	0.32	4.04	0.50	4.40	0.59	มาก
2	แบบชนิดที่ 3 (type3)	3.76	0.39	4.09	1.32	3.94	1.01	มาก
3	แบบชนิดที่ 2 (type2)	2.39	0.77	2.73	0.39	2.58	0.60	ปานกลาง



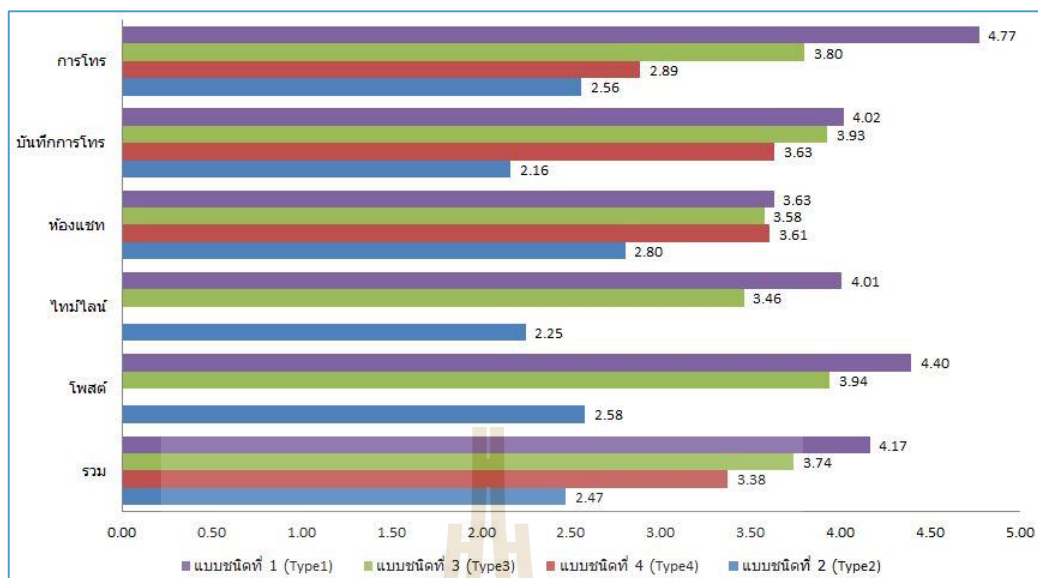
รูปที่ 4.52 ผลการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอโพสต์ แบบชนิดที่ 1- 3

ตารางที่ 4.107 แสดงผลการออกแบบหน้าจอโพสต์ จากแบบจำลองพีซีซี

ผลการออกแบบจากแบบจำลองพีซีซี				
หน้าจอโพสต์	E set	Type 1	Type 2	Type 3
1. ขนาดข้อความ	E1	15 pt	12 pt	16 pt
2. ขนาดภาพ	E2	64 mm	51.4 mm	71.6 mm
3. ขนาดป้ายชื่อ	E3	12 pt	10 pt	12 pt
4. ขนาดสัญลักษณ์รูป	E4	21.4 mm	20.2 mm	23 mm

pt=point, mm=millimeter, r=radius sweep

สรุปผลความพึงพอใจในภาพรวมของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 4 แบบชนิด โดยเรียงลำดับจากค่ามากไปหาค่าน้อย ประกอบด้วย ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 แบบชนิดที่ 3 แบบชนิดที่ 4 และแบบชนิดที่ 2 โดยมีค่าความพึงพอใจโดยรวมเท่ากับ 4.17 (ระดับมาก) 3.74 (ระดับมาก) 3.38 (ระดับปานกลาง) และ 2.47 (ระดับน้อย) ตามลำดับ ซึ่งพบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1 (type1) มากที่สุดของหน้าจอทุกหน้าจอ เมื่อเรียงลำดับจากค่าความพึงพอใจจากมากไปหาค่าน้อย คือ หน้าจอการโทร หน้าจอโพสต์ หน้าจอบันทึกการโทร หน้าจอใหม่ไลน์เมนู และหน้าจอห้องแชท โดยมีค่าความพึงพอใจเท่ากับ 4.77 4.40 4.02 4.01 และ 3.63 ตามลำดับ และผู้ใช้มีความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2 (type2) น้อยที่สุดของหน้าจอทุกหน้าจอ ปรากฏรายละเอียดดังรูปที่ 4.53 และตารางที่ 4.108



รูปที่ 4.53 ความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในภาพรวม

ตารางที่ 4.108 ผลการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในภาพรวม

ลำดับ	ผลประโยชน์ ความพึงพอใจ	การโทร		บันทึกการ		ห้องแชท		โหมไลน์เมนู		โพสต์		รวม		แปลผล
		X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	X	S.D.	
1	แบบชนิดที่ 1 (type1)	4.77	0.34	4.02	0.70	3.63	0.83	4.01	1.33	4.40	0.59	4.17	0.76	มาก
2	แบบชนิดที่ 3 (type3)	3.80	1.26	3.93	1.06	3.58	0.96	3.46	1.07	3.94	1.01	3.74	1.07	มาก
3	แบบชนิดที่ 4 (type4)	2.89	1.20	3.63	1.11	3.61	1.34					3.38	0.73	ปานกลาง
4	แบบชนิดที่ 2 (type2)	2.56	0.72	2.16	0.62	2.80	0.91	2.25	0.60	2.58	0.60	2.47	0.69	น้อย

#### 4.3.4 ผลจากการสังเกตและการสัมภาษณ์

กลุ่มตัวอย่างแสดงความคิดเห็นขณะทำการประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบชนิดที่ 1 – แบบชนิดที่ 4 กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นที่แตกต่างกันไป โดยขณะที่ทำการประเมิน โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอการ โทร แบบชนิดที่ 1 กลุ่มตัวอย่างบางคนเน้นว่าอยากได้การออกแบบที่ใช้ตัวเลขขนาดใหญ่ แต่สำหรับหน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 4 กลุ่มตัวอย่างบางคนให้ความเห็นว่าปุ่มมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่เห็นช่องว่างระหว่างปุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานที่พบว่าส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 มีประสิทธิภาพดีที่สุด และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 4 มีประสิทธิภาพด้อยที่สุด

ส่วนหน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 3 กำหนดเป็นแบบปุ่มวงกลมขนาดใหญ่ติดกัน กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่าปุ่มรูปร่างวงกลมมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้กลุ่มตัวอย่างรู้สึกเมื่อย ทยตา เหมือนคุณภาพดวงตา รวมถึงตัวเลขที่ดูใหญ่เกินไป ทำให้การออกแบบดูไม่ทันสมัย และไม่

สอดคล้องกับเทคโนโลยี สอดคล้องกันบางส่วนกับผลประเมินประสิทธิภาพความสามารถในการใช้งานที่พบว่า ปุ่มรูปร่างวงกลม ได้ค่าประเมินอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อเทียบกับปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมนที่ได้ค่าประเมินในระดับดีที่สุด ขณะที่ทำการทดสอบโปรแกรมประยุกต์การโทร ผู้วิจัยสังเกตว่ากลุ่มตัวอย่างบางคนรู้สึกกังวลใจในการกดปุ่มหน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 4 ซึ่งเป็นปุ่มสี่เหลี่ยม กลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นภายหลังว่า ปุ่มวงกลมดีกว่าปุ่มสี่เหลี่ยม เพราะปุ่มวงกลมมีขอบพื้นที่ว่าง สามารถแบ่งขอบเขตของปุ่มวงกลมได้ชัดเจนมากกว่าปุ่มสี่เหลี่ยม โดยปุ่มสี่เหลี่ยมมีข้อเสียที่พบคือเมื่อปุ่มมีขนาดใหญ่ทำให้ปุ่มชิดติดกันจนแยกขอบเขตได้ยาก เส้นแบ่งระหว่างปุ่มมีลักษณะที่บางมากจนแทบมองไม่เห็น ซึ่งสอดคล้องกับผลประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่พบว่า ปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมได้ค่าประเมินอยู่ในระดับที่น้อยที่สุด

ความเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอห้องแชท แบบชนิดที่ 3 และ 4 ในส่วนขนาดตัวอักษรที่กำหนดขนาดให้ใหญ่ที่สุด กลุ่มตัวอย่างรู้สึกอึดอัดและกล่าวว่าตัวอักษรชิดแน่นเกินไป โดยกลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นเพิ่มเติมอีกว่าชอบตัวอักษรขนาดใหญ่ แต่ถ้าขนาดอักษรใหญ่เกินไปอาจทำให้ไม่เกิดความสมดุล ดูไม่สวยงามน่าใช้งาน หากลดขนาดอักษรลงอีกเล็กน้อยจะทำให้เกิดความเหมาะสมและสมดุลดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกันบางส่วนกับผลประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ที่พบว่าส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอห้องแชทแบบชนิดที่ 3 และ 4 ได้ค่าประเมินอยู่ในระดับปานกลาง

สำหรับโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอไทม์ไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1 กลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นว่าภาพและอักษรมีความคมชัดเพราะกำหนดสีฟ้าเป็นสีพื้นหลัง ซึ่งสีฟ้าเป็นสีอ่อนในขณะที่ตัวอักษรที่กำหนดเป็นสีเข้ม ทำให้มองเห็นตัวอักษรได้อย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นอีกว่าหน้าจอไทม์ไลน์เมนู แบบชนิดที่ 2 ภาพและอักษรมีความคมชัดลดลงเพราะกำหนดสีน้ำเงิน ซึ่งมีสีเข้มเป็นสีพื้นหลัง ทำให้ตัวอักษรที่กำหนดเป็นสีอ่อนมองเห็นไม่ชัดเจนเท่ากับแบบชนิดที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลประเมินความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ที่พบว่าส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าจอไทม์ไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1 และ 2 ได้ค่าประเมินอยู่ในระดับดีที่สุดและด้อยที่สุดตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นเพิ่มเติมว่าชอบสีอ่อนมากกว่าสีเข้ม เพราะทำให้เกิดความรู้สึกสบายตาและสบายใจมากกว่า ขณะเดียวกันกลุ่มตัวอย่างให้ความเห็นอีกทางหนึ่งว่าไม่ได้สนใจที่สี แต่สนใจที่ความคมชัดของภาพและอักษรมากกว่า ชอบสีพื้นสีอ่อนเพราะทำให้อักษรสีเข้มอ่านได้สบายตา เพราะทำให้ตัวอักษรเกิดความชัดเจนและเด่นชัดมากที่สุด

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง พัฒนาแบบจำลองพีซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้สรุปและการอภิปรายผลการวิจัย โดยมีหัวข้อดังต่อไปนี้

5.1 สรุปและอภิปรายผล และ 5.2 ข้อเสนอแนะ มีรายละเอียดดังนี้

#### 5.1 สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ (2) พัฒนาแบบจำลองพีซีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ และ (3) ประเมินผลความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งผลการศึกษาศึกษาสามารถสรุปและอภิปรายผลได้ ดังนี้

##### 5.1.1 สรุปและอภิปรายผลการศึกษาด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ

จากการศึกษาด้านประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 220 คน พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุช่วง 65-69 ปี เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย และ การศึกษาระดับปริญญาตรีมีจำนวนมากที่สุด สำหรับการศึกษาด้านมนุษย์ปัจจัยของผู้สูงอายุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีสภาพสายตาวามมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสุรพงษ์ ดวงรัตน์ ที่กล่าวว่าผู้สูงอายุส่วนใหญ่ที่มีอายุมากกว่า 40 ปีขึ้นไป สภาพสายตาจะเริ่มเปลี่ยนแปลง และเกิดผลกระทบด้านการมองเห็น (2544, น.57-58) โดยปัญหาการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุส่วนมากขึ้นอยู่กับขนาดของสิ่งที่มองเห็น นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการใช้ขนาดหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ ขนาดต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.5 นิ้วมากที่สุด ดังนั้นผู้ออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ควรตระหนักในข้อจำกัดของพื้นที่หน้าจอที่มีขนาดต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.5 นิ้ว ในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

สำหรับประสบการณ์การใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับมากกว่า 5 ปีขึ้นไปมีจำนวนมากที่สุด อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างมีประสบการณ์การใช้งานเทคโนโลยี จำนวน 2 ชนิดอุปกรณ์มากที่สุด รองลงมาคือใช้ 4 ชนิดอุปกรณ์ขึ้นไป ได้แก่ แท็บเล็ต ริโมท โทรศัพท์ กึ่งอิตัลดีจิตอล ริโมทแอร์/พัดลม ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีระบบการใช้งานชัดเจนไม่เปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับจรนิต แก้วกั้ววาล ที่กล่าวว่าสำหรับผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์การใช้งานส่วนต่อประสาน ในการออกแบบควรกำหนดรูปแบบการใช้งานอย่างเป็นระบบ (2540, น.179) ดังนั้นการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุ จึงควรมีรูปแบบที่คงที่ เปลี่ยนแปลงได้ยาก เพื่อไม่ให้เป็นการระงับการจดจำของผู้สูงอายุ

อย่างไรก็ตามการศึกษาพบว่า วิธีการจดจำรูปร่างเป็นปัจจัยที่ผู้สูงอายุเลือกมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของรูปร่างที่มีผลต่อการจดจำของผู้สูงอายุ อีกทั้งประสิทธิภาพการจำของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดี ซึ่งสนับสนุนงานวิจัยของ Kim Sekiyama และ Fukuda ที่พบว่า รูปร่างมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพ ความเร็ว ความง่าย และความสะดวกในการใช้งาน โทรศัพท์เคลื่อนที่ (2008, p.578) นอกจากนี้การศึกษายังพบว่าประสิทธิภาพการจำของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับดีมาก โดยกลุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพการจำได้เร็วมากที่เวลา 1-10 วินาที (จำนวนร้อยละ 75.00) และประสิทธิภาพการจำ 5 คะแนน (จำนวนร้อยละ 80.00) ทั้งนี้เพราะกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มากกว่า 1 ปี รองลงมาคือมากกว่า 5 ปี และยังมีประสบการณ์การใช้เทคโนโลยีจำนวน 2 ชนิดอุปกรณ์ขึ้นไป (ร้อยละ 53.18) ประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการจำรูปร่างมากที่สุด (ร้อยละ 57.70) แต่ถ้าวรวมวิธีการจดจำสีและรูปร่าง (ร้อยละ 22.70) มีจำนวนรวมทั้งหมดมากที่สุดของวิธีการจดจำ (ร้อยละ 81.10)

สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม จำนวน 15 คู่ พบว่าข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันระดับสูง เป็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์ประเภทเดียวกัน จำนวน 8 คู่ ประกอบด้วยโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ จำนวน 4 คู่ และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม จำนวน 4 คู่ โดยพบว่า ขนาดเป็นปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน เช่น เมื่อปัจจัยขนาดตัวเลขแสดงผลมีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดตัวเลข (ในปุ่ม) จะมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าถ้าขนาดตัวเลขเพิ่มขึ้น ขนาดปุ่มควรเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อให้การออกแบบมีความสัมพันธ์กัน

นอกจากนี้ผลการศึกษาข้อมูลความสัมพันธ์ของส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์กับสื่อสังคม ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์ต่างประเภทกัน จำนวน 2 คู่ มีความสัมพันธ์กันระดับต่ำ โดยพบว่ารูปร่างเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ กล่าวคือ ไม่จำเป็นต้องใช้รูปร่างวงกลมกับทุกรูปแบบการใช้งาน ซึ่งผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการออกแบบรูปร่างจะขึ้นอยู่กับรูปแบบการใช้งานของโปรแกรมประยุกต์ประเภทนั้น ๆ

สำหรับข้อมูลขนาดตัวเลขและขนาดอักษร (ในปุ่ม) ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ อีก 1 คู่ มีความสัมพันธ์ระดับต่ำ กล่าวได้ว่าแม้จะเป็นปัจจัยด้านขนาดเหมือนกันแต่ไม่จำเป็นต้องมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันเสมอไป ขึ้นอยู่กับการใช้งานของส่วนโปรแกรมนั้น ๆ ซึ่งพบว่าผู้ใช้ละเลยการใช้งานในส่วนขนาดอักษร(ในปุ่ม) เพราะไม่ทราบถึงประโยชน์และวิธีการใช้งานของอักษร (ในปุ่ม) ทำให้ขนาดตัวเลขและขนาดอักษรมีความสัมพันธ์ระดับต่ำ

### 5.1.2 สรุปและอภิปรายผลการพัฒนาแบบจำลองพีชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

ข้อค้นพบหลักที่ได้จากขั้นตอนการคัดเลือกคุณลักษณะของข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัย จำนวน 15 ปัจจัย สำหรับการออกแบบโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม พบว่ามีข้อมูลที่ถูกคัดเลือกทั้งสิ้น จำนวน 14 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ไม่ถูกเลือก คือ ข้อมูลอายุ (X1) แสดงให้เห็นว่าอายุไม่มีผลต่อการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แม้บรรลุ ศิริพานิช กล่าวว่าการกำหนดความเป็นสูงอายุ สามารถกำหนดได้หลายลักษณะ โดยกำหนดได้จากอายุจริงตามปฏิทิน และกำหนดได้จากสภาพของร่างกาย (2550, น.6-7)

สำหรับปัจจัยที่ถูกเลือกจำนวน 14 ปัจจัย พบว่าปัจจัยที่ถูกเลือกมากที่สุดของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ มีจำนวน 3 ปัจจัย คือ ข้อมูลการสวมแว่น (X5) ข้อมูลการมองสีฟ้า (X7) และข้อมูลวิธีการจดจำ (X13) และปัจจัยที่ถูกเลือกมากที่สุดของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม มีจำนวน 2 ปัจจัย คือ ข้อมูลขนาดจอ (X10) และข้อมูลวิธีการจดจำ (X13) จากข้อมูลที่พบ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลวิธีการจดจำ (X13) เป็นปัจจัยสำคัญที่ปรากฏในโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ได้อย่างรวดเร็ว และใช้วิธีการจดจำสั่งให้นิ้วมือเคลื่อนไหว ซึ่งสนับสนุนความเชื่อของ Jastrzembski และ Charness กับ Slavicek Balata และ Mikovec ที่ว่าผู้สูงอายุต้องใช้เวลาคิดในการเคลื่อนไหว เพราะเวลาที่เคลื่อนไหวส่วนใหญ่ ความจริงแล้วมาจากเวลาของการคิดมากกว่า (2007, p.224; 2014, p.110) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าข้อมูลวิธีการจดจำ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีความสัมพันธ์ทั้งด้านการคิดและการเคลื่อนไหว สำหรับข้อมูลการมองสีฟ้า (X7) ยังเป็นปัจจัยสำคัญของผู้สูงอายุ สอดคล้องกับ Pak และ McLaughlin ที่กล่าวถึงการเสื่อมสภาพของเลนส์ตาผู้สูงอายุ โดยความใสของเลนส์ตาลดลงจนขุ่นเป็นสีเหลือง เกิดการดูดซับแสงสีฟ้าไว้ ทำให้มองเห็นสีฟ้าได้ลดลง ส่งผลให้เกิดความยากในการแยกความแตกต่างระหว่างเฉดสีได้ (2011, p.17-19)

การกำหนดกลุ่มตัวแปรนำเข้าข้อมูลที่ได้จากการคัดเลือกคุณลักษณะของข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษย์ปัจจัย เพื่อกำหนดรูปแบบความเป็นสมาชิก จำนวน 14 ตัวแปร แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ (1) ข้อมูลแบบชัดเจน จำนวน 9 ตัวแปร และ (2) ข้อมูลแบบพีชชี จำนวน 5 ตัวแปร สำหรับกำหนดกลุ่มตัวแปรผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลส่วนโปรแกรมและส่วนประกอบของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม เพื่อกำหนดรูปแบบความเป็นสมาชิก จำนวน 25 ตัวแปร โดยแบ่งตามตัวแปรผลลัพธ์การใช้งานได้เป็น 5 หน้าจอแสดงผล ได้แก่ (1) หน้าจอการโทร มี 8 ตัวแปร (2) หน้าจอบันทึกการโทร มี 5 ตัวแปร (3) หน้าจอห้องแชท มี 4 ตัวแปร (4) หน้าจอไทม์ไลน์เมนู มี 4 ตัวแปร และ (5) หน้าจอโพสต์ มี 4 ตัวแปร

การสร้างแบบจำลองฟิชชีเพื่อการออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ จำนวน 13 ตัวแปร พบว่ามีจำนวนกฎทั้งสิ้น 780 กฎ และตัวแปรผลลัพธ์ของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม จำนวน 12 ตัวแปร พบว่ามีจำนวนกฎทั้งสิ้น 644 กฎ และเมื่อรวมกฎฟิชชีเพื่อการออกแบบสำหรับตัวแปรผลลัพธ์ของทั้งโปรแกรมประยุกต์การโทรและโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม จำนวน 25 ตัวแปร พบว่ามีจำนวนกฎทั้งสิ้น 1,424 กฎ

จากผลสรุปการประเมินค่าความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยของแบบจำลองฟิชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์ โดยพบว่าตัวแปรผลลัพธ์ที่มีค่าความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยค่าน้อยหรือค่าที่ดีที่สุดของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานบางส่วนมีจำนวน 9 ตัวแปร ประกอบด้วยขนาดตัวเลขแสดงผล (A1) ขนาดปุ่มลบ (A2) ขนาดกรอบปุ่มเลข (A3) ขนาดตัวเลข (A5) ขนาดอักษร (A6) ขนาดปุ่มโทร (A8) ขนาดรายชื่อ (B1) ขนาดรายการโทร (B2) และขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร (B3) และไม่เป็นไปตามสมมติฐานจำนวน 4 ตัวแปร ประกอบด้วยรูปร่างกรอบปุ่มเลข (A4) รูปร่างปุ่มโทร (A7) ขนาดรูปในรายชื่อ (B4) และ รูปร่างรูปในรายชื่อ (B5) อีกทั้งพบว่าตัวแปรผลลัพธ์ที่มีค่าความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยดีที่สุดของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมมีจำนวน 7 ตัวแปร ประกอบด้วยขนาดข้อความ (C1) ขนาดข้อความสถานะ (C3) ขนาดชื่อหัวข้อ (D1) ขนาดสัญรูป (D2) ลี (D3) ขนาดข้อความ (E1) และขนาดป้ายชื่อ (E3) และไม่เป็นไปตามสมมติฐาน จำนวน 5 ตัวแปร ประกอบด้วยรูปร่างกรอบข้อความ (C2) ขนาดสติ๊กเกอร์ (C4) ขนาดป้ายชื่อ (D4) ขนาดภาพ (E2) และขนาดภาพสัญรูป (E4) โดยค่าที่ได้มีความคาดเคลื่อนต่ำเข้าใกล้ค่า 0 ทำให้คาดหมายได้ว่าตัวแปรด้านขนาด สามารถนำไปกำหนดเป็นแบบจำลองฟิชชีสำหรับการออกแบบได้ โดยฟังก์ชันด้านขนาดจะเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยดีที่สุด รวมเป็นจำนวน 14 ตัวแปร จากจำนวนทั้งหมด 25 ตัวแปรของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม

เมื่อพิจารณาผลสรุปการประเมินค่าดัชนีประสิทธิผลของแบบจำลองฟิชชีเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์ โดยพบว่าตัวแปรผลลัพธ์ที่มีค่าดัชนีประสิทธิผลดีที่สุดของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานบางส่วน มีจำนวน 5 ตัวแปร ประกอบด้วยขนาดปุ่มลบ (A2) ขนาดกรอบปุ่มเลข (A3) ขนาดตัวเลข (A5) ขนาดปุ่มโทร (A8) และขนาดรายชื่อ (B1) และไม่เป็นไปตามสมมติฐาน จำนวน 8 ตัวแปร ประกอบด้วยขนาดตัวเลขแสดงผล (A1) รูปร่างกรอบปุ่มเลข (A4) ขนาดอักษร (A6) รูปร่างปุ่มโทร (A7) ขนาดรายการโทร (B2) ขนาดภาพสัญลักษณ์รายการโทร (B3) ขนาดรูปในรายชื่อ (B4) และรูปร่างรูปในรายชื่อ (B5) และตัวแปรผลลัพธ์ที่มีค่าดัชนีประสิทธิผลดีที่สุดของโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมมีจำนวน 3 ตัวแปร ประกอบด้วยขนาดข้อความ (C1) ขนาดข้อความ (E1) และขนาดป้ายชื่อ (E3) และไม่เป็นไปตามสมมติฐาน จำนวน 9 ตัวแปร ประกอบด้วยรูปร่างกรอบข้อความ (C2) ขนาดข้อความ



สถานะ (C3) ขนาดสติ๊กเกอร์ (C4) ขนาดชื่อหัวข้อ (D1) ขนาดสัญลักษณ์ (D2) สี (D3) ขนาดป้ายชื่อ (D4) ขนาดภาพ (E2) และขนาดภาพสัญลักษณ์ (E4) ทั้งนี้ตัวแปรที่เป็นไปตามสมมติฐาน เพราะค่าดัชนีประสิทธิผลสูงเข้าใกล้ค่า 1 โดยพบว่าตัวแปรด้านขนาดจะเป็นฟังก์ชันที่ให้ค่าดัชนีประสิทธิผลดีที่สุดในจำนวน 8 ตัวแปรจากจำนวนทั้งหมด 25 ตัวแปรของ โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ในขณะที่ฟังก์ชันด้านรูปร่างทั้งหมดจะเป็นฟังก์ชันที่มีค่าดัชนีประสิทธิผลระดับต่ำ

ข้อมูลจากการศึกษาในส่วนนี้สรุปได้ว่า ตัวแปรด้านขนาด เป็นตัวแปรที่สามารถพัฒนาด้วยแบบจำลองพีชคณิตเพื่อการออกแบบได้ความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและมีดัชนีประสิทธิผลในระดับดี สามารถใช้งานเพื่อการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับผู้สูงอายุได้ แต่ตัวแปรด้านรูปร่าง เป็นตัวแปรที่ต้องปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อจำกัดด้านจำนวนกลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ หรือเป็นข้อจำกัดของเทคนิคพีชคณิตที่นำมาใช้ในการวิจัย ซึ่งหากมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างมากขึ้นหรือนำเอาเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์อื่น ๆ มาใช้ อาจทำให้ได้ความคาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยและมีดัชนีประสิทธิผลในระดับดียิ่งขึ้น

### 5.1.3 สรุปและอภิปรายผลการประเมินความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

จากการเลือกคุณลักษณะของผู้สูงอายุ ที่กำหนดให้ (1) อายุระหว่าง 60-69 ปี (2) ประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นระยะเวลา 1 ปีขึ้นไป และ (3) สภาพสายตาต่ำกว่าระดับปกติ สำหรับออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคมบน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ เพื่อประเมินประสิทธิภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้จำนวน 4 แบบชนิด พบว่าส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 1 (type1) มีประสิทธิผลดีที่สุดใน และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 2 (type2) ประสิทธิภาพต่ำที่สุด แสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ หน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 1 และแบบชนิดที่ 2

จากสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผล พบว่าส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 (type1) ของผู้ใช้เพศชายและหญิงมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดีที่สุด เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 ที่มีขนาดปุ่มใหญ่กว่าขนาดตัวเลขที่แสดงในปุ่ม 2 เท่าโดยประมาณ สอดคล้องกับ Hoolber และ Berkman ที่กล่าวว่าขนาดปุ่มควรมีขนาด 2 เท่าของขนาดข้อมูล (2012) ขณะที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 4 (type4) ของผู้ใช้เพศชายมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่ำ เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากผู้ใช้เพศหญิงที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 2 (type2) มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่ำเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

เมื่อพิจารณาในภาพรวมพบว่า ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 มีประสิทธิภาพด้านเวลาที่ต่ำที่สุด โดยพบว่าส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 และแบบชนิดที่ 2 แสดงดังรูปที่ 5.1 มีประสิทธิภาพด้านเวลาแตกต่างกันเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานบางส่วน ได้แก่ ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 และแบบชนิดที่ 2 เพราะมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อผู้ใช้เพศชายและหญิง ผลการวิจัยในส่วนนี้ที่ศึกษาขนาดปุ่มและข้อความบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิวรรณ โชติวินิจัย ที่ศึกษาการใช้งานแท็บเล็ตที่มีขนาดหน้าจอแตกต่างกันของผู้สูงอายุ พบว่าผู้สูงอายุมีประสิทธิภาพด้านเวลาแตกต่างกันน้อย (2557) ในขณะที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 3 และ 4 ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างแสดงความเห็นว่า เป็นผู้ไม่ชำนาญหรือเชี่ยวชาญในการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งสนับสนุนงานวิจัยของ Pak และ McLaughlin ที่กล่าวว่าผู้ใช้อักทำหน้าตัวเองมากกว่าจะดำเนินการออกแบบที่ไม่ดีของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (2011, p.17-19)

เมื่อประเมินประสิทธิภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ตามรูปร่างของปุ่ม ในภาพรวมพบว่า ปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมน (squirrel button) มีประสิทธิภาพดีที่สุด และปุ่มรูปร่างวงกลม (circle button) มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด และเมื่อพิจารณาด้านประสิทธิภาพพบว่าปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมน มีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพผลดี เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมกับปุ่มรูปร่างวงกลมมีประสิทธิภาพและประสิทธิภาพผลต่ำ ในระดับใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาในด้านเพศของผู้ใช้ พบว่า เพศชายใช้ปุ่มรูปร่างวงกลมมีประสิทธิภาพดีที่สุด และเพศหญิงใช้ปุ่มรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมนมีประสิทธิภาพดีที่สุด ดังรูปที่ 5.2 แต่ผลประเมินพบว่าปุ่มแบบสี่เหลี่ยมขอบมนผู้ใช้เพศหญิงมีประสิทธิภาพด้อยที่สุด ซึ่งผลวิจัยที่ได้ขัดแย้งกับงานวิจัยของ Han และคณะที่พบว่า ผู้หญิงจะชอบปุ่มทรงโค้งเว้าหรือปุ่มวงกลมมากกว่า และผู้ชายจะชอบปุ่มรูปร่างเหลี่ยมหรือปุ่มสี่เหลี่ยมมากกว่า (2004)



รูปที่ 5.2 ประสิทธิภาพปุ่มตามตัวแปรเพศ

จากสรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ พบว่าผู้ใช้เพศชายมีค่าความพึงพอใจดีที่สุด สำหรับหน้าจอการโทรและหน้าจอโพสต์ แบบชนิดที่ 1 (type1) และพบว่าหน้าจอการโทร แบบชนิดที่ 1 ของผู้ใช้เพศชายและหญิง มีค่าความพึงพอใจในระดับมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นไปตามสมมติฐานบางส่วน ที่ว่าผู้ใช้เพศชายและหญิง มีความพึงพอใจในระดับมากขึ้นไป กับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 4 ของหน้าจอการโทร หน้าจอห้องแชท และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 3 ของหน้าจอการโทร หน้าจอบันทึกการโทร หน้าจอห้องแชท หน้าจอโพสต์ และส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 ของทุกหน้าจอ ในขณะที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจออื่นนอกจากที่กล่าวนี้ไม่เป็นไปตามสมมติฐาน

กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจสำหรับหน้าจอบันทึกการโทร แบบชนิดที่ 2 (type2) ในระดับน้อยที่สุด มีค่าความพึงพอใจสำหรับหน้าจอบันทึกการโทรและหน้าจอไทม์ไลน์เมนู แบบชนิดที่ 2 ในระดับน้อย และมีค่าความพึงพอใจสำหรับหน้าจอห้องแชท และหน้าจอโพสต์ แบบชนิดที่ 2 ในระดับปานกลาง เมื่อสรุปผลการประเมินความพึงพอใจต่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ใน

ภาพรวมทุกหน้าจอพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าความพึงพอใจสำหรับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 1 มากที่สุด แสดงดังรูปที่ 5.3 ขณะที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แบบชนิดที่ 2 ได้ค่าความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุด แสดงดังรูปที่ 5.4

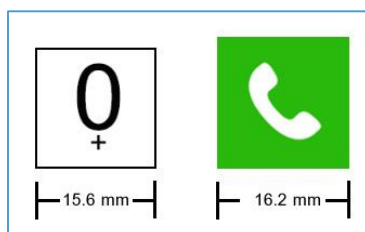


รูปที่ 5.3 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 1



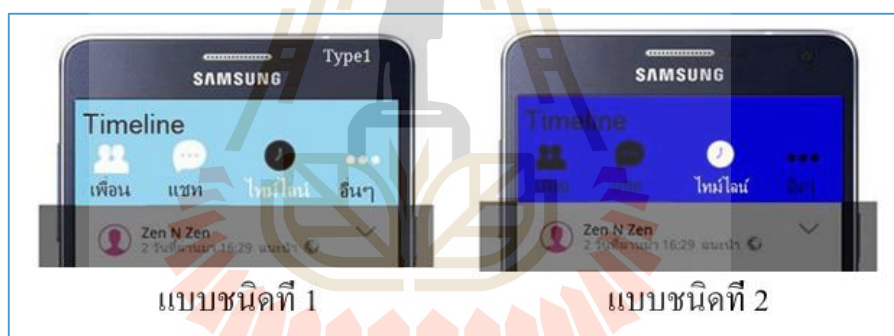
รูปที่ 5.4 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แบบชนิดที่ 2

กล่าวได้ว่า กลุ่มตัวอย่างพึงพอใจมากต่อโปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ หน้าจอการโทรแบบชนิดที่ 1 เพราะปุ่มเลขมีขนาด 15.6 มม. (มิลลิเมตร) และปุ่มโทรมีขนาด 16.2 มม. ซึ่งมีขนาดเหมาะสมต่อการมองเห็นและการใช้งานกับผู้ใช้ แสดงดังรูปที่ 5.5 สอดคล้องกับ Jim et al. ที่พบว่าปุ่มขนาด 16.51 มม. เป็นขนาดที่ยอมรับได้ถ้าหน้าจอมีพื้นที่จำกัด (2007) กลุ่มตัวอย่างยังพึงพอใจต่อรูปร่างปุ่มสี่เหลี่ยมขอบมนที่ไม่ก่อให้เกิดความสับสนขณะใช้งาน อีกทั้งให้ความรู้สึกน่าใช้งาน ซึ่งผลการวิจัยสนับสนุนความเชื่อของ Looijesteijn ที่ว่าลักษณะของปุ่มที่โค้งมนจะทำให้ปุ่มมีความน่าใช้งานมากยิ่งขึ้น (2009, p.56)



รูปที่ 5.5 ขนาดปุ่มเลขและขนาดปุ่มโทร

จากการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างพึงพอใจมากสำหรับ โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1 เพราะพื้นสีอ่อนทำให้ตัวอักษรที่มีสีเข้มมองเห็นได้เด่นชัด และให้ความรู้สึกสบายตา นำใช้งาน ขณะที่กลุ่มตัวอย่างพึงพอใจน้อยต่อหน้าจอไลน์เมนู แบบชนิดที่ 2 เพราะภาพและอักษรมีความคมชัดลดลงจากใช้สีเข้มเป็นสีพื้นหลัง ข้อความที่กำหนดเป็นสีอ่อนจึงมองเห็นไม่ชัดเจนเท่ากับแบบชนิดที่ 1 แสดงดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 หน้าจอไลน์เมนู แบบชนิดที่ 1 และ 2

กลุ่มตัวอย่างพึงพอใจน้อยต่อโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม หน้าจอห้องแชท แบบชนิดที่ 3 และ 4 ที่มีข้อความขนาด 16 พอยท์ (point) เพราะข้อความที่มีขนาดใหญ่เกินไปบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ขนาด 5.5 นิ้ว แต่พึงพอใจมากกับข้อความขนาด 14 พอยท์ บนหน้าจอห้องแชทแบบชนิดที่ 1 และ 2 ขัดแย้งกับข้อค้นพบของ Kamollimsakul, Petrie, and Power (2014) ที่ว่าผู้สูงอายุพึงพอใจกับแบบชุดอักษรขนาด 16 พอยท์ มากที่สุด และพึงพอใจน้อยกับแบบชุดอักษรขนาด 14 พอยท์ แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างดังกล่าวส่วนหนึ่งเกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษากล่าวคือ การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาหน้าจอของอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ ในขณะที่ Kamollimsakul, Petrie, and Power (2014) ศึกษาหน้าจอของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ข้อค้นพบที่แตกต่างดังกล่าวยังเกี่ยวข้องกับการจัดวางและวรรคตอน ซึ่งข้อค้นพบจากการศึกษาครั้งนี้ สอดคล้องกับ

สุทธิ ศรีบูรพา และพสุ โลหารชุน ที่กล่าวว่า การออกแบบตัวอักษร ควรวางเนื้อหาและเว้นวรรคตอนให้มีช่องว่างพอเหมาะ เพราะเมื่อมีที่ว่างพอเหมาะทำให้เห็นข้อความที่เด่นชัด (2540, น.432-443; 2544, น.292)

ดังนั้น กล่าวได้ว่าในการออกแบบหน้าจอแสดงผล ผู้ออกแบบควรพิจารณาขนาดของข้อความที่ประกอบด้วยตัวอักษรและตัวเลข รวมทั้งการจัดวางและการเว้นวรรคตอน เพราะหากข้อความมีขนาดใหญ่มากเกินไป และการวางเนื้อหาและเว้นวรรคตอนไม่เหมาะสม อาจทำให้เกิดความไม่สมดุล จึงควรปรับลดขนาดเพื่อให้เกิดความสมดุลกับหน้าจอแสดงผลของอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์ที่ใช้งาน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1 ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1) แบบจำลองพีชชีสามารถใช้ออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ซึ่งการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ ต้องกำหนดคุณลักษณะของผู้ใช้ให้ตรงกับตัวแปรนำเข้าของแบบจำลองพีชชี เพราะแบบจำลองพีชชีถูกสร้างมาเพื่อเปลี่ยนวิธีการออกแบบ จากการออกแบบที่ได้จากนักออกแบบเพียงคนเดียว หรือกลุ่ม มาเป็นการออกแบบที่อาศัยข้อมูลจากผู้ใช้ที่ถูกคัดเลือก ร่วมกับวิธีการวิจัยและหลักการทางปัญญาประดิษฐ์เพื่อให้ได้ผลการออกแบบที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

2) การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุที่มีอายุระหว่าง 60-69 ปี มีประสบการณ์ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นระยะเวลา 1 ปีขึ้นไป และมีสภาพสายตาต่ำกว่าระดับปกติ มีข้อคำนึงถึง ดังนี้

2.1) กรอบปุ่มเลข ขนาด 15.6 มม. และปุ่มโทรมีขนาด 16.2 มม. รวมทั้งข้อความขนาด 14 พอยท์ และตัวเลขขนาด 25 พอยท์ บน โทรศัพท์เคลื่อนที่ขนาดหน้าจอ 5.5 นิ้ว มีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นการออกแบบกรอบปุ่มโทรควรมีขนาดใหญ่กว่ากรอบปุ่มเลขเล็กน้อย และการกำหนดขนาดตัวเลขบนปุ่มควรมีขนาดใหญ่กว่าการกำหนดขนาดตัวอักษรที่มีลักษณะเป็นข้อความสำหรับการอ่าน

2.2) รูปร่างปุ่มสี่เหลี่ยมขอบมน มีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น โดยควรหลีกเลี่ยงการใช้รูปร่างปุ่มวงกลมขนาดใหญ่ หากออกแบบให้ปุ่มวงกลมมีขนาดใหญ่เต็มหน้าจอแสดงผล ทำให้ขอบของปุ่มวงกลมชิดกัน ทำให้ผู้ใช้รู้สึกสับสน รวมทั้งควรหลีกเลี่ยงการใช้รูปร่างปุ่มสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ หากออกแบบให้ปุ่มสี่เหลี่ยมมีขนาดใหญ่เต็มหน้าจอแสดงผล อาจทำให้ขอบของปุ่มชิดกัน ไม่มีขอบเขตหรือช่องว่าง ทำให้ผู้ใช้รู้สึกไม่มั่นใจในการ

ใช้งาน ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดพลาดในการใช้งานปุ่ม ดังนั้นกล่าวได้ว่า การออกแบบรูปร่างปุ่ม ควรออกแบบด้วยรูปร่างสี่เหลี่ยมขอบมน โดยเฉพาะสำหรับผู้ใช้งานพิเศษ

2.3) สีพื้นหลังของเมนูที่ใช้สีอ่อน ได้แก่ สีฟ้า ต้องประกอบด้วยตัวอักษรหรือสัญลักษณ์สีเข้มหรือสีดำ เพื่อให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น และจากผลการวิจัยพบอีกว่าหากสีพื้นหลังของเมนูเป็นสีเข้ม ได้แก่ สีน้ำเงิน ต้องประกอบด้วยตัวอักษรหรือสัญลักษณ์สีอ่อนหรือสีขาว เพราะสีที่ขัดแย้งกันจะทำให้สีตัดกันชัดเจนมองเห็นวัตถุได้เด่นชัด ดังนั้นกล่าวได้ว่า การออกแบบสีพื้นหลังควรใช้สีอ่อนและตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ควรเป็นสีเข้ม

### 5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษามนุษยปัจจัยและการใช้งานของผู้สูงอายุ สำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน โปรแกรมประยุกต์แบบต่าง ๆ เช่น โปรแกรมประยุกต์ด้านการแพทย์ โปรแกรมประยุกต์ด้านการเงินและการลงทุน โปรแกรมประยุกต์ด้านการศึกษา และโปรแกรมประยุกต์ด้านการสื่อสารและสื่อบันเทิง เป็นต้น รวมทั้งควรศึกษาวิธีการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานในลักษณะอื่นเพิ่มเติม เช่น การใช้เสียง การใช้สายตา และการใช้ลักษณะท่าทาง (gestures) ของผู้สูงอายุ เป็นต้น และใช้เทคนิคทางด้านปัญญาประดิษฐ์แบบอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น โครงข่ายประสาทเทียม (neural network) เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพด้านการออกแบบและการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน โปรแกรมประยุกต์ดังกล่าว ตลอดจนการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับผู้สูงอายุทั้งด้านร่างกาย ด้านจิตใจและอารมณ์ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม และด้านจิตปัญญา และจิตวิญญาณ

## รายการอ้างอิง

- กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์. (2547). **สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2547** [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://www.m-society.go.th/document/edoc/edoc\\_895.pdf](http://www.m-society.go.th/document/edoc/edoc_895.pdf)
- \_\_\_\_\_. (2553). **พระราชบัญญัติผู้สูงอายุ พ.ศ. 2546**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทพเพ็ญวานิชย์.
- กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2559). **รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2559 (Thailand Internet User Profile 2016)**. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์ (องค์การมหาชน).
- กฤษณพร สุริยะบรรเทิง และกมล เกียรติเรืองภมลา. (2557). **การสร้างแบบจำลองการขายผลิตภัณฑ์ประกันภัยให้กับลูกค้าผู้สูงอายุกลุ่มบัญชีออมทรัพย์โดยการทำเหมืองข้อมูล** [ออนไลน์]. ได้จาก : <http://www.citu.tu.ac.th/uploads/research/file/20141008/thcdhrtuyz013.pdf>
- ก่อเกียรติ เก่งสกุล และบุญเจริญ สิริเนาวกุล. (2521). **ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานปัญญาประดิษฐ์และระบบผู้เชี่ยวชาญ**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- กิตติ ภัคดีวัฒนกุล และพินดา พานิชกุล. (2550). **วิศวกรรมซอฟต์แวร์: Software Engineering**. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด.
- กิตติ อินทรานนท์ (2553). **การยศาสตร์ (Ergonomics)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กิริณา สมวาทสรร์ และกุลทิพย์ ศาสตรระจิจิ. (2559). **การศึกษาพฤติกรรมการสื่อสาร กับการส่งต่อข้อมูลผ่านแอปพลิเคชันไลน์ของผู้สูงอายุ. ใน เอกสารการประชุมสัมมนาวิชาการระดับชาติ ประจำปี 2559**. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.
- กุลยา ตันติผลาชีวะ. (2528). **การรักษาสุขภาพในวัยสูงอายุ**. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.
- กุศล สุนทรธาดา. (2556). **สูงวัยกับไฮเทค. สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล**. 33(6), สิงหาคม-กันยายน 2556, 1-2.
- เกียรติประถม สีนรุ่งเรืองกุล. (2553). **ศัพท์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสมัยใหม่ (ฉบับชาวบ้าน)**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- โกสุม สายใจ และบำรุง อิศรกุล. (2540). **การออกแบบนิเทศศิลป์ 2**. กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต.



- เครือจิต ศรีบุญนาถ, เกษม รักษาเคน, ลัดดา พันสนอก, วีระพันธุ์ ชงตะทาบ, ธวัช ตราฐู และเจริญ โชติพันธ์. (2542). **สุนทรียภาพของชีวิต**. กรุงเทพฯ: เวิร์คเวฟ เอ็ดดูเคชั่น.
- จรณิต แก้วกั้งวาล. (2540). **วิศวกรรมซอฟต์แวร์ หลักการออกแบบพัฒนาระบบเชิงวิศวกรรมและองค์ประกอบมนุษย์**. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- จักรชัย โสอินทร์, พงษ์ศร จันทร์ยอย และณัฐนิชา วีระมงคลเลิศ. (2555). **Android App Development ฉบับสมบูรณ์**. นนทบุรี: ไอดีซี.
- จันทรวรรณ ศรีสุวรรณ, วีรพงษ์ พลนิกกิจ และหนึ่งหทัย ขอผลกลาง. (2554). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการใช้งานไอคอนบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ. **Suranaree Journal Social Science**. 2(5), December 2011, 93-107.
- ชูพันธุ์ รัตนโกศา. (2559). 'บทที่ 8 ธรรมชาติศาสตร์กำกับ'. ใน **เอกสารคำสอน วิชา ความรู้เบื้องต้นทางปัญญาประดิษฐ์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ญาดา ชวาลกุล. (2546). **แบบเรียนที่ว่าง**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณรงค์ศักดิ์ ปันดิษฐ์โต และพจนกร ปรังกายบุญทวี. (2555). **พฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจในการเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือของผู้สูงอายุ ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี**. หลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณัฐ อรุณ. (2553). **ปัญญาประดิษฐ์กับการประยุกต์ใช้งาน**. วารสารนักบริหาร (**Executive Journal**). 30 (4), 167-171.
- ณัฐกานต์ บุญรอด. (2557). **แนวทางในการออกแบบการสร้างเนื้อหาบนเว็บไซต์ เครื่องข่ายสังคมออนไลน์สำหรับผู้สูงอายุ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐนันท์ ศิริเจริญ. (2558). **กรณีศึกษาการใช้สื่อใหม่ผ่านโซเชียลมีเดียในโทรศัพท์มือถือเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตสำหรับผู้สูงอายุกับสมาชิกในครอบครัว ณ ประเทศนิวซีแลนด์**. **Veridian E-Journal ฉบับภาษาไทย**. สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ. 8 (3), กันยายน-ธันวาคม 2558, 96-117.
- ไถ้ออน ชินธเนศ. (2540). 'บทที่ 2 สรีรวิทยาของระบบประสาท'. ใน **เอกสารประกอบการสอน วิชา สรีรวิทยา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทักษิณา สวานานนท์ และ สุานิสรา เกียรติบารมี. (2546). **พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ต ฉบับปรับปรุงใหม่**. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: บริษัท ดวงกลมสมัย จำกัด.
- เทวิน ธนะวงษ์. (2558). **ระบบผู้เชี่ยวชาญช่วยแนะนำโภชนาการและการทำกายภาพบำบัดสำหรับผู้ป่วยโรคเรื้อรังสูงวัยบนอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่**. นนทบุรี: สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข.

- ชวิชัย ศรีสุเทพ. (2549). **ฟอนต์ไหนดี?**. กรุงเทพฯ: มาร์คมายเว็บ.
- ชานินทร์ ศิลป์จารุ. (2553). **การวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS**. พิมพ์ครั้งที่ 11. กรุงเทพฯ: บิตซิเนสตาร์แอนด์ดี.
- ธีระพงศ์ สันติภพ. (2553). **ผู้สูงอายุกับการเข้าถึงระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ**. ใน สุชาดา ทวีสิทธิ์ และสวรัย บุญขมานนท์. **ประชากรและสังคม 2553: คุณค่าผู้สูงอายุในสายตาสังคมไทย**. เอกสาร วิชาการสถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล หมายเลข 372. นครปฐม: สำนักพิมพ์ประชากรและสังคม.
- นภาพร ชโยวรรณ. (2545). **บทที่ 2 ประชากรสูงอายุไทย**. ใน สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล, นภาพร ชโยวรรณ, ศิวัฒน์ ยอดเพชร. **ผู้สูงอายุในประเทศไทย: รายงานทบทวน องค์ความรู้และสถานการณ์ในปัจจุบันตลอดจนข้อเสนอแนะทางนโยบายและการวิจัย**. สาขาเวชศาสตร์ผู้สูงอายุและพดวาทวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพรณี หะวานนท์ และธีวัลย์ วรรณ โนนทัย. (2552). **ทิศทางใหม่ในการพัฒนาการอยู่อาศัยสำหรับผู้สูงอายุในสังคมไทย**. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- นัญญกานต์ แสงพิทักษ์. (2555). **ความต้องการสวัสดิการของผู้สูงอายุในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลแสมสาร จังหวัดชลบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นันทศักดิ์ ธรรมานวัตร์ และกฤษณา ตรียมณีรัตน์. (2554). **‘เมื่อเข้าสู่การเป็นผู้สูงอายุ’**. ใน **การดูแลสุขภาพผู้สูงอายุแบบบูรณาการ (ฉบับปรับปรุง)**. กรุงเทพฯ: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์.
- นันทชัย กานตานันท์. (2555). **การพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เชิงสาเหตุ**. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์**. 4(1), 35-48, DOI:10.4186/ejth.2012.4.1.33
- นันทิยา ยะประดิษฐ์. (2554). **การออกแบบอินเตอร์เฟซเพื่อผู้พิการทางสายตาประเภทมองเห็นเลือนราง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาการออกแบบนิเทศศิลป์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิธินันท์ มาตา, แสงดาว นพพิทักษ์, ศิโรรัตน์ กุลวงศ์ และเปรม อิงคเวชกุล. (2558). **การค้นหาล้างใจเพื่อสร้างโมเดลสำหรับพยากรณ์การควบคุมประตูละบายน้ำ**. **การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 7 (NCIT 7th)**, 352-357.
- นภาพร ชนะมาร และพรณี สิทธิเดช. (2557). **การวิเคราะห์ปัจจัยการเรียนรู้ด้วยการคัดเลือกคุณสมบัติและการพยากรณ์**. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร**. 6(12), กรกฎาคม - ธันวาคม 2557, 31-45.

- นิเวศ จิระวิจิตรชัย. (2553). การค้นหาเทคนิคเหมืองข้อมูลเพื่อสร้างโมเดลการวิเคราะห์โรค  
อัตโนมัติ. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- นิเวศ จิระวิจิตรชัย, ปริญญา สงวนศักดิ์ และพยุง มีสัจ. (2554). การพัฒนาประสิทธิภาพการจัด  
หมวดหมู่เอกสารภาษาไทยแบบอัตโนมัติ. *NIDA Development Journal*. 51(3), 187-205.
- นิตาชล จำนงศรี. (2541). การศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบการเชื่อมประสานกับผู้ใช้  
(User Interfaces) ของระบบ OPAC ของโปรแกรมห้องสมุดอัตโนมัติ DYNIX:  
กรณีศึกษาศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- บรรลุ ศิริพานิช. (2550). **คู่มือผู้สูงอายุ: ฉบับเตรียมตัวก่อนสูงอายุ (เตรียมตัวก่อนเกษียณการทำงาน).**  
กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.
- บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. (2550). **ปัญญาประดิษฐ์.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ท็อป.
- บุญเสริม กิจศิริกุล. (2548). **ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence).** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย.
- บุษปรีรัตน์ การะโชติ. (2559). โรคคอมพิวเตอร์วิชั่นซินโดรม (Computer vision syndrome).  
วารสารองค์การเภสัชกรรม. 23(1), มกราคม - มีนาคม 2559, 17-18.
- ปฏิบัติ ปรียาวงสากุล. (2554). การออกแบบเกมดิจิทัลสำหรับผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต ภาควิชาออกแบบนิเทศศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปราณี ทองคำ. (2539). **เครื่องมือวัดผลทางการศึกษา.** ปัตตานี: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ปราโมทย์ ประสาทกุล, อัญชลี วรางค์รัตน์, ปัทมา ว่าพัฒน์วงศ์ และมาตี กาญจนกิจสกุล. (2542).  
โครงสร้างอายุและเพศของประชากรสูงอายุในประเทศไทย. เอกสารทางวิชาการ  
หมายเลข 242. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ปิติสัมพันธ์ อินทพิชัย. (2557). การพัฒนาแนวทางการออกแบบเว็บไซต์ด้านการท่องเที่ยวสำหรับ  
ผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมพระนครเหนือ.
- ปิติ พูนไชยศรี. (2551). หน่วยที่ 1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการยศาสตร์'. ใน เอกสารการสอนชุดวิชา  
หน่วยที่ 1-5 การยศาสตร์ Ergonomics. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ปิติ พูนไชยศรี, กฤษณา ชัยกุล และวรวรรณ ใจเมือง. (2534). 'หน่วยที่ 7 อุปกรณ์ควบคุมในระบบ  
การทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร'. ใน เอกสารการสอนชุดวิชา หน่วยที่ 6-10 เออร์گونอ  
มิกส์ และจิตวิทยาในการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.

- พยูง มีสีจ. (2557). ระบบพีชชีและโครงข่ายประสาทเทียม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. (2555). คู่มือการเขียนแอป Android สำหรับผู้เริ่มต้น. กรุงเทพฯ: โปรวิชั่น.
- พลู โลหารชุน. (2544). 'หน่วยที่ 6 ข้อมูลข่าวสารและสื่อแสดงที่ใช้ในการทำงาน'. ใน เอกสารการสอนชุดวิชา หน่วยที่ 1-7 เอร็กรอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- ไพชยนต์ คงไชย. (2554). การค้นหากฎหมายสัมพันธ์ด้วยการเขียนโปรแกรมเชิงตรรกะด้วยเงื่อนไขบังคับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2557). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย พ.ศ. 2557 [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://thaitgri.org/?p=36746>
- ระบบสถิติทางการทะเบียน. (2559). จำนวนประชากรแยกอายุ เดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 [ออนไลน์]. ได้จาก: [http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat\\_age\\_disp.php](http://stat.dopa.go.th/stat/statnew/upstat_age_disp.php)
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2546). พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ: นานมีบุ๊คส์พับลิเคชั่นส์.
- ราชวณิชย์ ชำนาญ. (2556). วิธีหาค่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดการเงินคงคลังของศูนย์เอทีเอ็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เลอสม สถาปิตานนท์. (2537). การออกแบบคืออะไร ?. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรพงศ์ วรชาติอุดมพงศ์. (2535). บทความรู้ทางการออกแบบพาณิชย์ศิลป์ ออกแบบกราฟิก. กรุงเทพฯ: ศิลปบรรณาการ.
- วรพจน์ คำนวิวัฒน์. (2550). สถานะทางกฎหมายของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (USER INTERFACE). วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันเพ็ญ วงศ์จันทร์. (2539). แบบแผนสุขภาพของผู้สูงอายุในสถานสงเคราะห์คนชราบ้านธรรมปกรณ์จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วิเชียร ชูติมาสกุล, นิพนธ์ เจริญกิจการ, โจนานาน โสอิน ชาน, ประเสริฐ คันธมานนท์, วชิรศักดิ์ วานิชชา, ชาศริดา นุกุลกิจ และคณะ. (2557). การวิจัยเพื่อการวางรากฐานและพัฒนา ระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตในสังคมผู้สูงอายุ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

- วิฑูรย์ สิมะโชคดี และกฤษฎา ชัยกุล. (2540). **เออร์คอนอมิกส์ วิทยาการจัดสภาพงานเพื่อเพิ่มผลผลิตและความปลอดภัย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). กรุงเทพฯ: บริษัท ดวงกลมสมัย จำกัด.
- วิรุณ ตั้งเจริญ. (2539). **การออกแบบ**. กรุงเทพฯ: โอ.เอ.พรินต์.
- คันสนีย์ เอื้อพันธ์วิริยะกุล. (2547). **กระบวนวิชาหัวข้อพิเศษสำหรับวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 1 (ทฤษฎีพีซีเซต)**. เอกสารประกอบการสอน กระบวนวิชา 261494. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- \_\_\_\_\_. (2556). **บทนำความฉลาดเชิงคำนวณสำหรับวิศวกรรม คอมพิวเตอร์ Introduction to Computational Intelligence for Computer Engineering**. เอกสารประกอบการสอน กระบวนวิชา 261456. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศุภกรณ์ ดิษฐพันธุ์. (2539). **การสร้างสรรคและการพัฒนาพฤติกรรมสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ. (2552). **รายงานการศึกษา แนวทางการให้บริการโทรคมนาคมสำหรับคนพิการและผู้สูงอายุในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ: สถาบันคุ้มครองผู้บริโภคในกิจการโทรคมนาคม.
- สมาน ลอยฟ้า. (2554). ผู้สูงอายุกับเทคโนโลยีสารสนเทศ. **วารสารสนเทศศาสตร์**. 9 (2), พฤษภาคม-สิงหาคม 2554, 53-64.
- สรารุช สุธรรมาสา, จรวยพร ธรณินทร์ และจักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ. (2544). 'หน่วยที่ 1 ความรู้เกี่ยวกับเออร์คอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน'. ใน **เอกสารการสอนชุดวิชา หน่วยที่ 1-7 เออร์คอนอมิกส์และจิตวิทยาในการทำงาน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สวนศรี ศรีแพงพงษ์. (2534). **สุนทรียะทางทัศนศิลป์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- สามารถ สุขเจริญ และเบญจพร ศักดิ์ศิริ. (2555). การประเมินผลโปรแกรมประยุกต์ภาพสื่อความหมายสำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะ Motor Aphasia บนอุปกรณ์แท็บเล็ต. **วารสารวิทยาลัยราชสุดาเพื่อการวิจัยและพัฒนาคนพิการ**. 9(12), 35-49.
- สายชล สีนสมบูรณ์ทอง. (2558). **การทำเหมืองข้อมูล Data mining**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2557ก). **การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2557**. กรุงเทพฯ: บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.

- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2557). รายงานผลเบื้องต้น การสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2557. กรุงเทพฯ: สำนักสถิติพยากรณ์.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2559). สัมมะโนประชากรและเคหะ พ.ศ. 2553 [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://popcensus.nso.go.th/>
- สุชาดา พลาชัยภิรมย์ศิลป์. (2554). แนวโน้มการใช้โมบายแอปพลิเคชัน. วารสารนักบริหาร (Executive Journal). 31(4), 110-115.
- สุชาติ เกาทอง. (2539). หลักการทัศนศิลป์. กรุงเทพฯ: บริษัท วิทย์พัฒน จำกัด.
- สุทธิชัย จิตะพันธ์กุล. (2542). หลักสำคัญของเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. สาขาเวชศาสตร์ผู้สูงอายุและ พญญาวิทยา ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุทธิ ศรีบูรพา. (2540). เออร์กอนอมิกส์: วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- สุรกุล เจนอบรม. (2541). วิสัยทัศน์ผู้สูงอายุและการศึกษานอกระบบสำหรับผู้สูงอายุไทย. กรุงเทพฯ: นิชินแอคเอดเวอรี่ไทซ์กรุ๊ป.
- สุรพงษ์ ดวงรัตน์. (2544). ดวงตาน่าถนอม. กรุงเทพฯ: หมอชาวบ้าน.
- สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล. (2559). การทำเหมืองข้อมูล Data mining. กรุงเทพฯ: สถาบันบัณฑิต พัฒนบริหารศาสตร์.
- โสภณ นัตถวัฒน์านนท์. (2543). การประยุกต์ใช้ทฤษฎีฟuzzyเซตในการวิเคราะห์การทดแทน เครื่องจักร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์.
- อภิวรรณ โชติวินิจัย. (2557). การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานระบบสัมผัสหลายจุดบน แท็บเล็ตที่มีขนาดหน้าจอต่างกันสำหรับผู้สูงอายุ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- เอกสิทธิ์ พัทธวงศ์ศักดิ์. (2557). การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคดาต้า ไม่นิ่งเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: เอเชีย ดิจิตอลการพิมพ์.
- เอย์ ฟูยิตะ. (2539). คู่มือศัพท์คอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 5. แปลโดย วิเชียร เบญจวัฒนาผล. กรุงเทพฯ: บริษัท ดวงกมลสมัย จำกัด.
- โอบาส เอี่ยมสิริวงศ์. (2549). การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- Aazh, H., and Moore, B. C. (2007). Dead Regions in the Cochlea at 4 kHz in Elderly Adults: Relation to Absolute Threshold, Steepness of Audiogram, and Pure-tone Average. **Journal of the American Academy of Audiology**, 18(2), 97-106.
- Ableson, F., Sen, R., King, C., and Ortiz, C.E. (2011). **Android in Action** (3rd ed.). Shelter Island: Manning Publication.

- Anand, I., and Wasmer, D. (n.d.). **Native vs Web vs Hybrid How to Select the Right Platform for Your Enterprise's Mobile Apps** [On-line]. Available: [https://mymoodle.lnu.se/pluginfile.php/908007/mod\\_resource/content/1/moovweb-kinvey-native-vs-web-vs-hybrid.pdf](https://mymoodle.lnu.se/pluginfile.php/908007/mod_resource/content/1/moovweb-kinvey-native-vs-web-vs-hybrid.pdf)
- Banga, C., and Weinhold, J. (2014). **Essential Mobile Interaction Design: Perfecting Interface Design in Mobile Apps**. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley.
- Bertin, J. (1983). **Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps**. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Bevan, N. (1999). Quality in use: Meeting user needs for quality. **Journal of Systems and Software**, 49(1), 89-96.
- Butow, E. (2007). **User Interface Design for Mere Mortals**. Indiana: Pearson Education, Inc.
- Caprani, N., O'Connor, N. E., and Gurrin, C. (2012). **Touch Screens for the Older User**. In Auat Cheein, Fernando, (Ed.) *Assistive Technologies*. InTech, (pp.95-118).
- Carmien, S., and Manzanares, A. G. (2014, June). Elders using smartphones—A set of research based heuristic guidelines for designers. In **International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction** (pp. 26-37). Springer International Publishing.
- Chiang, M. M. T., and Mirkin, B. (2010). Intelligent choice of the number of clusters in k-means clustering: an experimental study with different cluster spreads. **Journal of classification**, 27(1), 3-40.
- Chiou, W. C., Lin, C. C., Perng, C., and Tsai, J. T. (2009, March). E-learning Usability Measurement-Using Technology Acceptance Model and Usability Test. In **Proceedings of the 10th Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference** (pp. 558-569).
- Choi, J. (2012). **Creating an Evaluation System for a Mobile Application Design to Enhance Usability and Aesthetics**. M.S. Thesis, Iowa State University.
- Christensson, P. (2014, December 11). **Developer Definition** [On-line]. Available: <https://techterms.com/definition/developer>
- Dabner, D., Stewart, S., and Zempol, E. (2014). **Graphic Design School: The Principles and Practice of Graphic Design**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

- Dorman, M. F., Marton, K., Hannley, M. T., and Lindholm, J. M. (1985). Phonetic Identification by Elderly Normal and Hearing-Impaired Listeners. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 77(2), 664-670.
- Evans, P., and Thomas, M. (2013). **Exploring the Elements of Design** (3rd ed.). Delmar, NY: Cengage Learning.
- Feeney, K. K. (2012). **Encouraging Collaboration Through App Inventor**. M.A. in Interdisciplinary Computer Science Thesis, Mills College, Oakland, United States.
- Feldman, E. B. (1992). **Varieties of Visual Experience** (4th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, Inc.
- Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, Sara J., and Sharit, J. (2009). **Designing for Older Adults: Principles and Creative Human Factors Approaches** (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press.
- Fling, B. (2009). **Mobile Design and Development**. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.
- Flora, H. K., Wang, X., and Chande, S. V. (2014). An Investigation on the Characteristics of Mobile Applications: A Survey Study. **International Journal of Information Technology and Computer Science (IJITCS)**, 6(11), 21.
- Galitz, W.O. (2007). **The Essential Guide to User Interface Design** (3rd ed.). Indiana: John Wiley & Sons, Inc.
- Gatto, J. A., Porter, A. W., and Selleck, J. (2011). **Exploring Visual Design: The Elements and Principles** (4th ed.). Worcester, MA: Davis Publications.
- Gosbee, J. W. and Gosbee, L. L. (2005). **Using Human Factors Engineering to Improve Patient Safety**. Oakbrook Terrace, IL: Joint Commission Resources.
- Green, D., and Pearson, J. M. (2006). Development of a Web Site Usability Instrument Based on ISO 9241-11. **Journal of Computer Information Systems**, 47(1), 66-72.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. & Anderson, R.E. (2014). **Multivariate Data Analysis: A Global Perspective** (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.
- Han, S. H., Kim, K. J., Yun, M. H., Hong, S. W., and Kim, J. (2004). Identifying Mobile Phone Design Features Critical to User Satisfaction. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**. 14(1), 15-29.



- Harvey, R. S. (2009). 'Human Factors and Cost Benefits'. in Carl Sandom and Roger S. Harvey (Eds). **Human Factor for Engineers**. the Institution of Engineering and Technology, London, United Kingdom.
- Hashimoto, A. and Clayton, M. (2009). **Visual Design Fundamentals: A Digital Approach** (3rd ed.). Boston: Charles River Media.
- Heikkinen, K. and Porras, J. (2010). **White Paper: UIs Past, Present and Future** [On-line]. Available: [http://www.wwrf.ch/files/wwrf/content/files/publications/outlook/WWRF\\_outlook\\_10.pdf](http://www.wwrf.ch/files/wwrf/content/files/publications/outlook/WWRF_outlook_10.pdf)
- Hooper, S., and Berkman, E. (2012). **Designing Mobile Interfaces**. Sebastopol, Canada: O'Reilly Media, Inc.
- International Organization for Standardization. (1998). **ISO 9241-11: Ergonomic Requirements for Office Work with Visual Display Terminals (VDTs): Part 11: Guidance on Usability**.
- Irie, T., Matsunaga, K., and Nagano, Y. (2005). Universal Design Activities for Mobile Phone: Raku Raku PHONE. **Fujitsu Scientific & Technical Journal**. 41(1), 78-85.
- Jackson, P.C. (1985). **Introduction to Artificial Intelligence** (2nd ed.). Mineola, NY: Dover Publications, Inc.
- Jastrzembski, T. S., and Charness, N. (2007). The Model Human Processor and the Older Adult: Parameter Estimation and Validation within a Mobile Phone Task. **Journal of Experimental Psychology: Applied**. 13(4), 224.
- Jin, Z., Plocher, T., Kiff, L. (2007). Touch Screen User Interfaces for Older Adults: Button Size and Spacing. In **C. Stephanidis (Ed.), HCI 2007**. LNCS, vol.4554, (pp. 933-941). Heidelberg: Springer.
- Johnson, J. (2007). **GUI bloopers 2.0: Common User Interface Design don'ts and dos**. San Francisco, CA: Morgan-Kaufmann Publishers.
- Jones, M.T. (2008). **Artificial Intelligence: A Systems Sproach**. Hingham, MA: Infinity Science Press LLC.
- Kamollimsakul, S., Petrie, H., and Power, C. (2014, July). Web accessibility for older readers: effects of font type and font size on skim reading webpages in Thai. In **International Conference on Computers for Handicapped Persons** (pp. 332-339). Springer, Cham.

- Kim, S.H., Sekiyama, K., and Fukuda, T. (2008). Pattern Adaptive and Finger Image-guided Keypad Interface for In-vehicle Information Systems. **International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems**. 1(3), 572-591.
- Kim, W.C., & Foley, J.D. (1993, May). Providing high-level control and expert assistance in the user interface presentation design. In **Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 Conference on Human Factors in Computing Systems**. (pp. 430-437). ACM.
- Kurniawan, S. (2008). Older People and Mobile Phones: A Multi-method Investigation. **International Journal of Human-Computer Studies**. 66(12), 889-901.
- Landa, R. (2011). **Graphic Design Solutions** (4th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.
- Lauesen, S. (2005). **User Interface Design: A Software Engineering Perspective**. Essex, England: Pearson Education, Inc.
- Lee, C., and Lee, G. G. (2006). Information Gain and Divergence-based Feature Selection for Machine Learning-based Text categorization. **Information Processing & Management**, 42(1), 155-165.
- Lee, S., and Zhai, S. (2009). The Performance of Touch Screen Soft Buttons. In **Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2009)** (pp.309-318). New York: ACM Press.
- Lehtimaki, J. (2012). **Smashing Magazine Book Series: Smashing Android UI**. Somerset, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Leung, R.A. (2011). **Improving the Learnability of Mobile Devices for Older Adults**. Doctoral Dissertation, The University of British Columbia, Vancouver.
- Levinson, A., Stackpole, B., and Johnson, D. (2011, January). Third Party Application Forensics on Apple Mobile Devices. In **System Sciences (HICSS), 2011 44th Hawaii International Conference on** (pp.1-9). IEEE.
- Liang, Y. W., Lee, A. S., and Liu, S. F. (2016). Optimal Parameters of Motorcycle Instrument Panels Design for the Elderly by Using Fuzzy Logic. **Computers & Electrical Engineering**. 54 (2015), August 2016, 106–118.
- Looijesteijn, K. (2009). **The Design of a Deaf-to-Hearing Communication Aid For South Africans**. M.Sc. thesis, Delft University of Technology, Delft, Netherlands.
- Luger, G.F. (2005). **Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving** (5th ed.). London: Addison-Wesley.

- Maguire, M. (2001). Methods to Support Human-Centred Design. **International Journal of Human-Computer Studies**, 55(4), 587-634.
- Mandel, T. (1997). 'Chapter 5: The Golden Rules of User Interface Design'. In **The Elements of User Interface Design**. Indiana: John Wiley & Sons, Inc.
- McGookin, D., Brewster, S., and Jiang, W. (2008, October). Investigating Touchscreen Accessibility for People with Visual Impairments. In **Proceedings of the 5th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Building Bridges** (pp. 298-307). ACM.
- McKay, E.N. (2013). **UI is Communication: How to Design Intuitive**. Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
- Meier, R. (2012). **Professional Android 4 Application Development**. Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- Merrick, L. (2016, March). **Different Types of Apps That App Developers Need To Know About** [On-line]. Available: <http://www.buzinga.com.au/buzz/how-many-app-types-are-there/>
- Munakata, T. (2008). **Fundamentals of the New Artificial Intelligence: Neural, Evolutionary, Fuzzy and More** (2nd ed.). London: Springer-Verlag London Limited.
- Negnevitsky, M. (2005). **A Guide to Intelligent System** (2nd ed.). England: Addison-Wesley.
- Nemeth, C. P. (2004). **Human Factors Methods for Design Making Systems Human-Centered**. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Nielsen, J. (1993). **Usability Engineering**. Boston, MA: Academic Press.
- Nilsson, E.G. (2009). Design Patterns for User Interface for Mobile Applications. **Advances in Engineering Software**. 40 (2009), 1318–1328.
- Nudelman, G. (2013). **Android Design Patterns**. Indiana: John Wiley & Sons, Inc.
- Occupational Safety and Health Administration, US Department of Labor. (2000). **Ergonomics: The Study of Work** [On-line]. Available: <https://www.osha.gov/Publications/osha3125.pdf>
- Özer-Kemppainen, Ö. (2006). **Alternative Housing Environments for the Elderly in the Information Society: The Finnish experience**. Ph.D. Dissertation, University of Oulu, Finland.
- Pak, R., and McLaughlin, A. (2010). **Designing Displays for Older Adults**. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Peck R. (1968). Psychological Developments in the Second Half of Life. In: Neugarten, B. (Ed.), **Middle Age and Aging**. Chicago: University of Chicago Press.
- Plaza, I., Martin, L., Martin, S., and Medrano, C. (2011). Mobile Applications in an Ageing Society: Status and Trends. **The Journal of Systems and Software**. 84(2011), 1977-1988.

- Preece, J., Rogers, Y., and Sharp, H. (2002). **Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction**. New York: Wiley & Sons.
- Quesenbery, W. and Design, W. I. (2003, June). Dimensions of Usability: Defining the Conversation, Driving the Process. In **Proceedings of the UPA 2003 Conference** (pp.23-27).
- Raymon, Eric S. and Landley, Rob W. (2004). **The Art of Unix Usability** [On-line]. Available: <http://www.catb.org/~esr/writings/taouu/html/ch02.html>
- Sadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. **Information and Control**. 8 (3), June 1965, 338-353.
- Sharin, A. (2012). **Design Elements: Color Fundamentals**. Gloucester, MA: Rockport Publishers.
- Shneiderman, B. and Plaisant, C. (2010). **Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction** (5th ed.). Boston, MA: Addison-Wesley.
- Slavicek, T., Balata, J., and Mikovec, Z. (2014, November). Designing Mobile Phone Interface for Active Seniors: User study in Czech Republic. In **Cognitive Infocommunications (CogInfoCom), 2014 5th IEEE Conference on** (pp.109-114). IEEE.
- Stone, D., Jarrett, C., Woodroffe, M., and Minocha, S. (2005). **User Interface Design and Evaluation**. Burlington, San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Tosine, A. (2010). **Remote Medical Monitoring Decision Support System and User Interface Usability**. Doctoral Dissertation, Carleton University, Ottawa.
- Tutorialspoint.com. (n.d.). **Android Tutorial: Simply Easy Learning** [On-line]. Available: [http://www.tutorialspoint.com/android/android\\_tutorial.pdf](http://www.tutorialspoint.com/android/android_tutorial.pdf)
- United Nations. (1983). **Vienna International Plan of Action on Aging** [On-line]. Available: <http://www.un.org/es/globalissues/ageing/docs/vipaa.pdf>
- \_\_\_\_\_. (2002). **World Population Ageing: 1950-2050**. United Nations Population Division (UNPD), p.11.
- Walker, M. and Masnard, X. (2011). **What Do Mature Consumers Want?**. Virginia: A.T. Kearney.
- Wigdor, D. and Wixon, D. (2011). **Brave NUI world: Designing Natural User Interfaces for Touch and Gesture**. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.
- Winston, P. (1992). **Artificial Intelligence** (3rd ed.). England: Addison-Wesley.
- Yusof, M. F. M., Romli, N., and Yusof, M. F. M. (2014). Design for Elderly Friendly: Mobile Phone Application and Design that Suitable for Elderly. **International Journal of Computer Applications**. 95(3), 28-31.



ภาคผนวก ก

หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



EC-IRD-8

## หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Informed Consent Form)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้า..... อายุ.....ปี  
อาศัยอยู่บ้านเลขที่..... ถนน..... แขวง/ตำบล.....  
เขต/อำเภอ..... จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์.....  
โทรศัพท์ .....

**ขอแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เชิงปรับตัวบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ**

โดยข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและจุดมุ่งหมายในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของการวิจัย และความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมการวิจัย รวมทั้งแนวทางป้องกันและแก้ไขหากเกิดอันตรายขึ้น อีกทั้งทราบว่าไม่มีค่าตอบแทนที่จะได้รับและค่าใช้จ่ายที่ข้าพเจ้าจะต้องรับผิดชอบเอง โดยข้าพเจ้าได้อ่านข้อความที่มีรายละเอียดอยู่ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด อีกทั้งยังได้รับคำอธิบายและตอบข้อสงสัยจากหัวหน้าโครงการวิจัยเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ โดยไม่มีการบังคับขู่เข็ญแต่ประการใด

หากข้าพเจ้ามีข้อข้องใจเกี่ยวกับขั้นตอนของการวิจัย หรือหากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยขึ้นกับข้าพเจ้า ข้าพเจ้าจะสามารถติดต่อกับ นายไววิทย์ จันทร์วิเมลิอง (หัวหน้าโครงการวิจัย) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เลขที่ 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต. สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทร 085-088-9805

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ข้าพเจ้าทราบโดยรวดเร็วและไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของข้าพเจ้าจะถูกเก็บรักษาไว้โดยไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวมโดยไม่สามารถระบุข้อมูลรายบุคคลได้ ข้อมูลของผู้เข้าร่วม

การวิจัยเป็นรายบุคคลอาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย สถาบัน หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ รวมถึงคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เป็นต้น

ข้าพเจ้าได้ทราบถึงสิทธิ์ที่ข้าพเจ้าจะได้รับข้อมูลเพิ่มเติมทั้งทางด้านประโยชน์และโทษจากการเข้าร่วมการวิจัย และสามารถถอนตัวหรือขอเข้าร่วมการวิจัยได้ทุกเมื่อ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อ การบริการและการรักษาพยาบาลที่ข้าพเจ้าจะได้รับต่อไปในอนาคต และยินยอมให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูล ส่วนตัวของข้าพเจ้าที่ได้รับจากการวิจัย แต่จะไม่เผยแพร่ต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล โดยจะนำเสนอ เป็นข้อมูลโดยรวมจากการวิจัยเท่านั้น

หากข้าพเจ้าได้รับการปฏิบัติที่ไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจง ข้าพเจ้าสามารถแจ้ง ให้คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ทราบได้ที่ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัย เทคโนโลยี สุรนารี เลขที่ 111 ถ.มหาวิทยาลัย ด.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ 044-224757 โทรสาร 044-224750

ข้าพเจ้าได้เข้าใจข้อความในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยและหนังสือแสดงเจตนายินยอม นี้ ตลอดจนข้อดี ข้อเสียที่จะได้รับจากการเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้ รวมทั้งทราบว่าทรัพย์สินทาง ปัญญาที่เกิดจากการวิจัยและพัฒนาในปัจจุบันและในอนาคต ข้าพเจ้าไม่สามารถเรียกร้องสิทธิต่าง ๆ หรือผลประโยชน์ตอบแทนต่าง ๆ ที่เกิดจากงานวิจัยและพัฒนาดังกล่าวได้

ข้าพเจ้ายินยอมที่จะเข้าร่วมใน โครงการดังกล่าว จึงลงลายมือชื่อไว้และข้าพเจ้าจะได้รับ สำเนาที่ลงชื่อของเอกสารนี้เพื่อเก็บรักษาไว้ 1 ฉบับ

ลงชื่อ.....ผู้เข้าร่วมการวิจัย/ผู้แทนโดยชอบธรรม/วันที่.....  
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ให้ข้อมูลและขอความยินยอม/หัวหน้าโครงการวิจัย/วันที่.....  
(.....)

ในกรณีผู้เข้าร่วมการวิจัยอ่านหนังสือไม่ออก ผู้ที่อ่านข้อความทั้งหมดแทนผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ.....

จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นพยาน

ลงชื่อ..... พยาน/วันที่.....  
(.....)



ภาคผนวก ข

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ช่วยเก็บข้อมูล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



## ข้อเสนอแนะ

### สำหรับผู้ช่วยเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล

“ผู้เก็บข้อมูลควรอ่านคำถามให้ผู้สูงอายุฟังแบบไม่เป็นทางการ ไม่ใช่คำศัพท์ทางคอมพิวเตอร์ ไม่เร่งรัด หรือกดดันผู้สูงอายุ ควรใช้คำสุภาพ และแสดงท่าทีที่เคารพพบน้อม เพื่อให้ได้รับคำตอบถูกต้อง และครบถ้วนตามที่กำหนดไว้”

### ข้อเสนอแนะทั่วไป

- 1) ควรปรับขนาดหน้าจอคอมพิวเตอร์ให้เป็นขนาด Resolution 1280x768
- 2) โปรแกรมแบบเก็บข้อมูลผู้สูงอายุ มีจำนวนทั้งหมด 4 หน้า (Tab) (ดังภาพที่ 1) โดยหน้าที่ 1-หน้าที่ 3 จะเก็บข้อมูลทั่วไป แต่หน้าที่ 4 (ดังภาพที่ 2) จะเก็บข้อมูลที่เน้นด้านการออกแบบหน้าจอโทรศัพท์มือถือแบบสัมผัส

ภาพที่ 1 โปรแกรมแบบเก็บข้อมูลหน้าที่ 1-4

ภาพที่ 2 โปรแกรมแบบเก็บข้อมูลหน้าที่ 4

### ข้อเสนอแนะ สำหรับโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล

- 1) สำหรับคำถามในแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 2 ข้อ 4: ช่วยเตือนผู้สูงอายุ ให้นั่งในระยะห่างที่กำหนด (ประมาณ 1-1.5 ฟุต) ด้วยความสุภาพ

- 2) สำหรับคำถามในแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3 ข้อ 3 และข้อ 5.1: คอยสังเกตและช่วยเตือนผู้สูงอายุ ให้มองภาพที่จะปรากฏขึ้นมาทีละภาพ จนครบทั้ง 3 ภาพ และ แจ้งเตือนผู้สูงอายุ ให้เลือกภาพจากกลุ่มภาพโดยให้ผู้สูงอายุสัมผัสที่หน้าจอ (ผู้เก็บข้อมูลต้องคลิกภาพให้ทัน พร้อมกันกับการสัมผัสบนหน้าจอของผู้สูงอายุ และไม่ควรบอกผู้สูงอายุว่ามีการจับเวลา เพื่อให้ผู้สูงอายุมีความผ่อนคลาย) หากผู้สูงอายุทำไม่ครบ แนะนำให้ส้อมเคาได้จับครบทั้ง 3 ภาพ

#### ข้อเสนอแนะ (เฉพาะโปรแกรมแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 4)

- 1) สำหรับคำถามในแบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 4: (ดังภาพที่ 2) แจ้งผู้สูงอายุว่า ทำการเก็บข้อมูล เพื่อนำไปออกแบบหน้าจอโทรศัพท์มือถือแบบสัมผัส สำหรับแต่ละบุคคล ผู้เก็บข้อมูลอาจใช้ประโยคนี้นในการอธิบายเบื้องต้นอย่างง่าย ๆ เช่น “คุณน้ำ ช่วยแนะนำการออกแบบหน้าจอโทรศัพท์มือถือสำหรับคุณน้ำเอง ที่คุณน้ำชอบที่สุดด้วยครับ” (ผู้เก็บข้อมูลสามารถปรับเปลี่ยนคำได้อิสระตามวิธีการพูดของแต่ละคน)
- 2) ตัวอย่าง สำหรับคำถามในแบบเก็บข้อมูล ส่วนที่ 1 หน้าที่ 4: สำหรับแถบปรับ “ขนาด-กรอบปุ่มหมายเลข” (ดังภาพที่ 3) ผู้เก็บข้อมูลอาจใช้ลำดับคำถามนี้ ในการเก็บข้อมูล สำหรับการออกแบบหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ดังนี้
  - a. เลื่อนแถบปรับ ขนาดของ ‘กรอบปุ่ม’ ให้ผู้สูงอายุดูว่ามีขนาด ทั้งเล็ก-ใหญ่ จำนวน 2 รอบโดยประมาณ และใช้นิ้วชี้ที่ตำแหน่งนั้นประคบ เพื่อให้ผู้สูงอายุ สังเกตเห็น ‘กรอบปุ่ม’ ได้ง่ายขึ้น
  - b. เลื่อนแถบปรับ ขนาดของ ‘กรอบปุ่ม’ ไปที่ขนาดใหญ่ที่สุด แล้วค่อยๆ ลดขนาดลง โดยทำการแจ้งก่อนว่า หากผู้สูงอายุชอบหรือพอใจ ‘ขนาด-กรอบปุ่ม’ ใดมากที่สุด ให้ผู้สูงอายุบอกว่า ‘หยุด’ หรือ ‘พอ’ หรือการยกมือห้าม (โดยขึ้นกับข้อตกลงร่วมกัน)
  - c. หากผู้สูงอายุบอกว่า ‘หยุด’ หรือ ‘พอ’ แล้ว อาจถามซ้ำอีกครั้งว่าจะให้ ‘ลดขนาดลง’ หรือ ‘เพิ่มขนาดขึ้น’ หรือไม่



### ภาพที่ 3

- 3) ตัวอย่าง สำหรับคำถามในแบบเก็บข้อมูล ส่วนที่ 1 ในตัวปรับ “รูปร่าง-กรอบปุ่มหมายเลข” (ดังภาพที่ 3) ผู้เก็บข้อมูลอาจใช้ลำดับการถามนี้ ในการเก็บข้อมูลสำหรับการออกแบบหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ดังนี้
- เลื่อนแถบปรับ ‘รูปร่างกรอบปุ่ม’ ให้ผู้สูงอายุคว่ำมีรูปร่าง 3 รูปแบบ คือ สี่เหลี่ยม สี่เหลี่ยมขอบมน และวงกลม จำนวน 2 รอบโดยประมาณ และใช้นิ้วชี้ที่ตำแหน่งนั้นประกอบ เพื่อให้ผู้สูงอายุสังเกตเห็น ‘รูปร่างกรอบปุ่ม’ ได้ง่ายขึ้น
  - เลื่อนแถบปรับรูปร่างของ ‘กรอบปุ่ม’ จากความชอบของผู้สูงอายุ เช่น “ชอบสี่เหลี่ยมขอบมน” แล้วค่อยๆ ถามว่าอยากจะเปลี่ยนรูปร่างลงมาเป็นสี่เหลี่ยมมากกว่า หรือเปลี่ยนรูปร่างขึ้นไปเป็นวงกลม โดยแจ้งก่อนว่า หากผู้สูงอายุชอบหรือพอใจ ‘รูปร่าง-กรอบปุ่ม’ มากที่สุด ให้ผู้สูงอายุบอกว่า ‘หยุด’ หรือ ‘พอ’ หรือการยกมือห้าม (ทั้งนี้ขึ้นกับการตกลงร่วมกันระหว่างผู้สูงอายุ กับผู้เก็บข้อมูล)
  - หากผู้สูงอายุบอกว่า ‘หยุด’ หรือ ‘พอ’ แล้ว อาจถามย้ำอีกครั้งว่าจะให้ ‘ลดลง’ หรือ ‘เพิ่มขึ้น’ ไซ้หรือไม่ เพื่อความแน่ใจ ก่อนดำเนินการในขั้นต่อไป

#### การติดตั้งโปรแกรม

- อุปกรณ์และติดตั้งโปรแกรมเบื้องต้น ประกอบด้วย
  - ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟท์วินโดวส์ (MS-Windows) 7.0 ขึ้นไป
  - โปรแกรม ไมโครซอฟท์ออฟฟิศ 2010 (MS-Office 2010)
- ไฟล์โปรแกรม
  - ไฟล์ setup v.1.zip : ทำการติดตั้ง setup v.1 (กรณีใช้งานเป็นครั้งแรก)
  - ไฟล์ 1280x64\_64bit.zip (ในกรณีเป็นวินโดวส์ 64bit) หรือ ไฟล์ 1280x86\_32bit.zip (ในกรณีเป็นวินโดวส์ 32bit)

โดยเลือกไฟล์ `ww_app.exe` ใน `1280x64_64bit.zip` หรือ `1280x86_32bit.zip` เพื่อทับแทนที่ไฟล์เดิมใน `c:\ww` เพื่อแก้ปัญหา error จาก framework เดิมในระบบปฏิบัติการที่ไม่ตรงกัน และทำการปรับ resolution ของหน้าจอให้เป็น 1280x768



ภาคผนวก ค

ตารางกฎพีชชี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดตัวเลขแสดงผล (A1) จำนวน 49 กฎ

RULEs	x5	x7	x8	x9	x13	A1 Rule
1	0	0	0	2	2	1
2	0	0	0	3	4	2
3	0	0	1	1	1	2
4	0	0	1	1	2	2
5	0	0	1	1	4	1
6	0	0	1	1	6	1
7	0	0	1	2	1	1
8	0	0	1	2	2	2
9	0	0	1	2	4	1
10	0	0	1	2	7	1
11	0	0	1	3	1	2
12	0	0	1	3	2	1
13	0	0	1	3	4	2
14	0	0	1	3	5	1
15	0	0	1	3	6	2
16	0	1	1	1	1	2
17	0	1	1	1	2	1
18	0	1	1	3	1	1
19	0	1	1	3	2	1
20	0	1	1	3	4	2
21	0	2	0	2	2	2
22	0	3	1	1	1	1
23	0	3	1	1	2	1
24	1	0	0	1	4	2
25	1	0	1	1	2	2
26	1	0	1	1	3	2
27	1	0	1	1	4	2
28	1	0	1	2	4	1
29	1	0	1	3	1	1
30	1	0	1	3	2	1
31	1	0	1	3	4	2
32	1	0	1	3	5	1
33	1	0	1	3	6	1
34	1	1	1	1	4	2
35	2	0	0	2	1	1
36	2	0	0	2	4	2
37	2	0	1	1	1	2
38	2	0	1	1	2	2
39	2	0	1	1	4	2

<b>40</b>	2	0	1	1	5	1
<b>41</b>	2	0	1	2	2	1
<b>42</b>	2	0	1	2	4	2
<b>43</b>	2	0	1	3	2	1
<b>44</b>	2	0	1	3	4	2
<b>45</b>	2	0	1	3	6	1
<b>46</b>	2	1	0	1	2	2
<b>47</b>	2	1	1	2	2	1
<b>48</b>	2	1	1	3	2	1
<b>49</b>	2	2	0	3	6	2



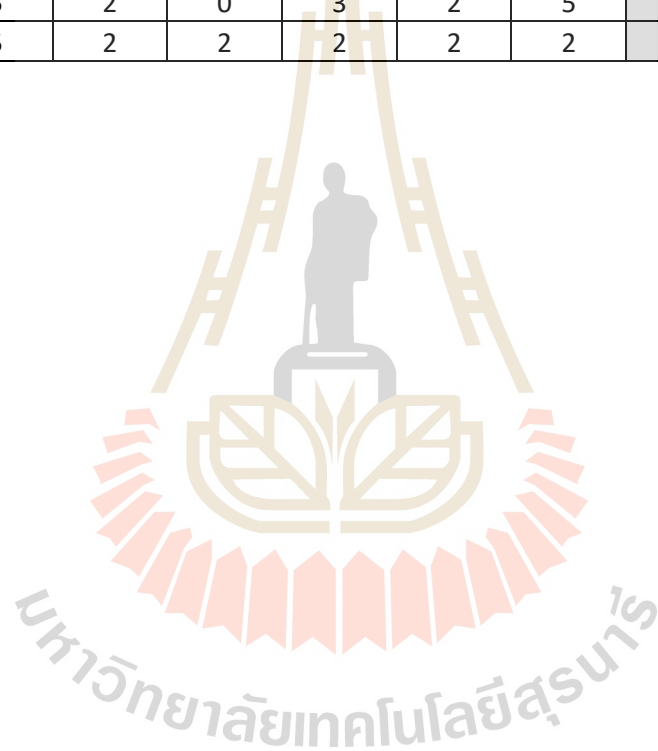
ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดปุ่มลบ (A2) จำนวน 97 กฎ

RULEs	x4	x6	x7	x9	x10	x13	A2 Rule
1	1	0	0	1	1	2	1
2	1	0	0	1	1	4	1
3	1	0	0	1	2	2	2
4	1	0	0	1	2	4	2
5	1	0	0	2	1	1	2
6	1	0	0	2	1	2	2
7	1	0	0	2	2	1	1
8	1	0	0	2	2	2	2
9	1	0	0	2	2	4	1
10	1	0	0	3	1	1	1
11	1	0	0	3	1	2	1
12	1	0	0	3	1	4	1
13	1	0	0	3	2	1	2
14	1	0	0	3	2	2	2
15	1	0	0	3	2	4	2
16	1	1	3	1	1	1	2
17	1	2	0	1	1	1	1
18	1	2	0	1	1	4	2
19	1	2	0	1	2	2	2
20	1	2	0	2	1	1	2
21	1	2	0	2	1	2	1
22	1	2	0	3	1	1	2
23	1	2	0	3	2	2	2
24	2	0	0	3	2	2	2
25	2	0	1	1	1	4	2
26	2	1	0	3	1	2	2
27	2	2	0	1	1	3	2
28	2	2	0	3	1	1	1
29	2	2	0	3	1	4	2
30	2	2	0	3	2	4	2
31	2	2	1	1	1	1	2
32	2	2	3	1	2	2	1
33	2	3	0	1	1	1	1
34	3	0	0	1	1	1	1
35	3	0	0	1	1	4	1
36	3	0	0	1	1	6	2
37	3	0	0	1	2	2	2
38	3	0	0	1	2	4	2
39	3	0	0	2	1	2	2

<b>40</b>	3	0	0	2	1	4	2
<b>41</b>	3	0	0	2	2	4	1
<b>42</b>	3	0	0	3	1	1	2
<b>43</b>	3	0	0	3	1	2	2
<b>44</b>	3	0	0	3	1	4	2
<b>45</b>	3	0	0	3	1	6	1
<b>46</b>	3	0	0	3	2	2	2
<b>47</b>	3	0	0	3	2	4	2
<b>48</b>	3	0	0	3	2	6	1
<b>49</b>	3	0	1	1	2	2	2
<b>50</b>	3	1	0	1	1	2	1
<b>51</b>	3	1	0	2	2	2	1
<b>52</b>	3	1	0	3	1	1	2
<b>53</b>	3	1	0	3	1	4	2
<b>54</b>	3	1	0	3	2	1	1
<b>55</b>	3	1	0	3	2	2	1
<b>56</b>	3	1	0	3	2	4	2
<b>57</b>	3	1	0	3	2	5	1
<b>58</b>	3	1	1	3	2	4	2
<b>59</b>	3	1	2	3	2	6	2
<b>60</b>	3	2	0	1	1	1	2
<b>61</b>	3	2	0	1	1	2	2
<b>62</b>	3	2	0	1	1	4	1
<b>63</b>	3	2	0	1	1	5	2
<b>64</b>	3	2	0	1	2	1	1
<b>65</b>	3	2	0	1	2	2	1
<b>66</b>	3	2	0	2	1	2	1
<b>67</b>	3	2	0	2	1	4	1
<b>68</b>	3	2	0	2	1	7	1
<b>69</b>	3	2	0	2	2	2	1
<b>70</b>	3	2	0	2	2	4	2
<b>71</b>	3	2	0	3	1	1	1
<b>72</b>	3	2	0	3	1	2	1
<b>73</b>	3	2	0	3	1	4	2
<b>74</b>	3	2	0	3	2	2	1
<b>75</b>	3	2	0	3	2	4	1
<b>76</b>	3	2	0	3	2	6	2
<b>77</b>	3	2	1	1	2	2	1
<b>78</b>	3	2	1	3	1	1	1
<b>79</b>	3	2	1	3	1	2	1
<b>80</b>	3	2	1	3	2	2	2
<b>81</b>	3	3	0	1	1	2	1
<b>82</b>	3	3	0	1	2	4	1
<b>83</b>	3	3	0	2	2	1	1



<b>84</b>	3	3	0	3	1	6	2
<b>85</b>	4	0	0	3	2	2	1
<b>86</b>	5	0	0	3	2	2	2
<b>87</b>	5	0	0	3	2	4	2
<b>88</b>	5	0	1	1	1	2	1
<b>89</b>	5	0	1	2	2	2	1
<b>90</b>	5	1	0	3	2	4	1
<b>91</b>	5	2	0	1	1	2	2
<b>92</b>	5	2	0	1	1	4	1
<b>93</b>	5	2	0	3	1	1	2
<b>94</b>	5	2	0	3	1	4	1
<b>95</b>	5	2	0	3	2	4	2
<b>96</b>	5	2	0	3	2	5	2
<b>97</b>	5	2	2	2	2	2	1



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดกรอบปุ่มเลข (A3) จำนวน 68 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x9</b>	<b>x11</b>	<b>x13</b>	<b>A3 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	1	1	1	1	1
<b>2</b>	1	0	1	1	1	2	2
<b>3</b>	1	0	1	1	1	4	2
<b>4</b>	1	0	1	1	2	1	2
<b>5</b>	1	0	1	1	2	2	1
<b>6</b>	1	0	1	1	2	4	2
<b>7</b>	1	0	1	2	1	1	1
<b>8</b>	1	0	1	2	1	2	2
<b>9</b>	1	0	1	2	1	4	1
<b>10</b>	1	0	1	2	2	1	1
<b>11</b>	1	0	1	3	1	1	2
<b>12</b>	1	0	1	3	1	2	1
<b>13</b>	1	0	1	3	2	1	2
<b>14</b>	1	0	1	3	2	2	1
<b>15</b>	1	0	1	3	2	4	2
<b>16</b>	1	3	1	1	2	1	2
<b>17</b>	2	0	1	1	1	1	1
<b>18</b>	2	0	1	1	1	3	2
<b>19</b>	2	0	1	3	1	2	1
<b>20</b>	2	0	1	3	2	1	2
<b>21</b>	2	0	1	3	2	2	2
<b>22</b>	2	0	1	3	2	4	2
<b>23</b>	2	1	1	1	1	4	2
<b>24</b>	2	1	1	1	2	1	2
<b>25</b>	2	3	1	1	1	2	1
<b>26</b>	3	0	0	1	2	4	2
<b>27</b>	3	0	0	2	1	1	1
<b>28</b>	3	0	0	2	1	2	1
<b>29</b>	3	0	0	2	1	4	2
<b>30</b>	3	0	0	3	2	4	2
<b>31</b>	3	0	1	1	1	1	2
<b>32</b>	3	0	1	1	1	2	2
<b>33</b>	3	0	1	1	1	4	2
<b>34</b>	3	0	1	1	1	6	2
<b>35</b>	3	0	1	1	2	1	2
<b>36</b>	3	0	1	1	2	2	2
<b>37</b>	3	0	1	1	2	4	2
<b>38</b>	3	0	1	1	2	5	2
<b>39</b>	3	0	1	2	1	2	1
<b>40</b>	3	0	1	2	1	4	2

<b>41</b>	3	0	1	2	2	2	2
<b>42</b>	3	0	1	2	2	7	1
<b>43</b>	3	0	1	3	1	1	1
<b>44</b>	3	0	1	3	1	2	1
<b>45</b>	3	0	1	3	1	4	1
<b>46</b>	3	0	1	3	1	6	2
<b>47</b>	3	0	1	3	2	1	1
<b>48</b>	3	0	1	3	2	2	2
<b>49</b>	3	0	1	3	2	4	2
<b>50</b>	3	0	1	3	2	5	1
<b>51</b>	3	0	1	3	2	6	1
<b>52</b>	3	1	0	1	2	2	2
<b>53</b>	3	1	1	1	1	2	1
<b>54</b>	3	1	1	3	1	1	2
<b>55</b>	3	1	1	3	1	2	1
<b>56</b>	3	1	1	3	2	4	2
<b>57</b>	3	2	0	3	2	6	2
<b>58</b>	4	0	1	3	1	2	1
<b>59</b>	5	0	1	1	1	2	2
<b>60</b>	5	0	1	1	1	4	2
<b>61</b>	5	0	1	3	1	1	1
<b>62</b>	5	0	1	3	1	2	1
<b>63</b>	5	0	1	3	1	4	1
<b>64</b>	5	0	1	3	2	4	1
<b>65</b>	5	0	1	3	2	5	2
<b>66</b>	5	1	1	1	1	2	1
<b>67</b>	5	1	1	2	2	2	1
<b>68</b>	5	2	0	2	2	2	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างกรอบปุ่มเลข (A4) จำนวน 14 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x11</b>	<b>A4 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	1	1	2
<b>2</b>	1	3	1	1	2
<b>3</b>	2	0	1	1	1
<b>4</b>	2	1	1	1	1
<b>5</b>	2	3	1	1	1
<b>6</b>	3	0	0	1	2
<b>7</b>	3	0	1	1	1
<b>8</b>	3	1	0	1	2
<b>9</b>	3	1	1	1	1
<b>10</b>	3	2	0	1	1
<b>11</b>	4	0	1	1	1
<b>12</b>	5	0	1	1	1
<b>13</b>	5	1	1	1	1
<b>14</b>	5	2	0	1	2

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดตัวเลข (A5) จำนวน 48 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x5</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x9</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>x15</b>	<b>A5 Rule</b>
<b>1</b>	0	0	0	2	2	1	1	1
<b>2</b>	0	0	0	3	2	2	1	2
<b>3</b>	0	0	1	1	1	1	1	2
<b>4</b>	0	0	1	1	1	2	1	1
<b>5</b>	0	0	1	1	2	1	1	2
<b>6</b>	0	0	1	1	2	2	1	1
<b>7</b>	0	0	1	2	1	1	1	1
<b>8</b>	0	0	1	2	1	2	1	1
<b>9</b>	0	0	1	2	2	1	1	1
<b>10</b>	0	0	1	2	2	2	1	1
<b>11</b>	0	0	1	3	1	1	1	2
<b>12</b>	0	0	1	3	1	2	1	1
<b>13</b>	0	0	1	3	2	1	1	1
<b>14</b>	0	0	1	3	2	2	1	1
<b>15</b>	0	1	1	1	1	1	1	1
<b>16</b>	0	1	1	1	1	2	1	2
<b>17</b>	0	1	1	1	2	1	1	1
<b>18</b>	0	1	1	3	1	1	1	2
<b>19</b>	0	1	1	3	2	2	1	2
<b>20</b>	0	2	0	2	2	2	1	1
<b>21</b>	0	3	1	1	1	2	1	1
<b>22</b>	0	3	1	1	2	1	1	1
<b>23</b>	1	0	0	1	1	2	1	2
<b>24</b>	1	0	1	1	1	1	1	2
<b>25</b>	1	0	1	1	1	2	1	1
<b>26</b>	1	0	1	1	2	1	1	2
<b>27</b>	1	0	1	2	1	1	1	1
<b>28</b>	1	0	1	2	2	1	1	1
<b>29</b>	1	0	1	3	1	1	1	1
<b>30</b>	1	0	1	3	1	2	1	1
<b>31</b>	1	0	1	3	2	1	1	1
<b>32</b>	1	0	1	3	2	2	1	1
<b>33</b>	1	1	1	1	1	1	1	2
<b>34</b>	2	0	0	2	2	1	1	1
<b>35</b>	2	0	1	1	1	1	1	2
<b>36</b>	2	0	1	1	1	2	1	1
<b>37</b>	2	0	1	1	2	1	1	2
<b>38</b>	2	0	1	1	2	2	1	2
<b>39</b>	2	0	1	2	1	1	1	2

<b>40</b>	2	0	1	2	2	1	1	2
<b>41</b>	2	0	1	3	1	1	1	1
<b>42</b>	2	0	1	3	1	2	1	2
<b>43</b>	2	0	1	3	2	1	1	1
<b>44</b>	2	0	1	3	2	2	1	1
<b>45</b>	2	1	0	1	2	2	1	2
<b>46</b>	2	1	1	2	2	2	1	1
<b>47</b>	2	1	1	3	2	1	1	1
<b>48</b>	2	2	0	3	2	2	1	1



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดอักษร (A6) จำนวน 59 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x3</b>	<b>x5</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x13</b>	<b>A6 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	0	1	1	1
<b>2</b>	1	0	0	1	2	2
<b>3</b>	1	0	0	1	4	2
<b>4</b>	1	0	0	1	6	2
<b>5</b>	1	0	1	1	1	2
<b>6</b>	1	0	1	1	2	2
<b>7</b>	1	1	0	0	4	2
<b>8</b>	1	1	0	1	2	2
<b>9</b>	1	1	0	1	4	2
<b>10</b>	1	1	0	1	6	2
<b>11</b>	1	2	0	1	1	2
<b>12</b>	1	2	0	1	2	2
<b>13</b>	1	2	0	1	4	1
<b>14</b>	1	2	0	1	5	2
<b>15</b>	1	2	1	0	2	2
<b>16</b>	1	2	1	1	2	1
<b>17</b>	2	0	0	1	1	1
<b>18</b>	2	0	0	1	2	2
<b>19</b>	2	0	0	1	4	1
<b>20</b>	2	0	0	1	6	1
<b>21</b>	2	1	0	1	1	1
<b>22</b>	2	1	0	1	2	2
<b>23</b>	2	1	0	1	3	1
<b>24</b>	2	1	0	1	4	2
<b>25</b>	2	1	0	1	6	2
<b>26</b>	2	2	0	1	4	2
<b>27</b>	2	2	0	1	6	2
<b>28</b>	3	0	0	1	1	1
<b>29</b>	3	0	0	1	2	1
<b>30</b>	3	0	0	1	4	2
<b>31</b>	3	0	0	1	5	1
<b>32</b>	3	0	0	1	6	2
<b>33</b>	3	0	0	1	7	2
<b>34</b>	3	0	1	1	2	2
<b>35</b>	3	0	3	1	1	1
<b>36</b>	3	1	0	1	1	2
<b>37</b>	3	1	0	1	2	2
<b>38</b>	3	1	0	1	4	1

<b>39</b>	3	1	1	1	4	2
<b>40</b>	3	2	0	0	1	2
<b>41</b>	3	2	0	0	4	2
<b>42</b>	3	2	0	1	2	1
<b>43</b>	3	2	0	1	4	2
<b>44</b>	4	0	0	0	2	1
<b>45</b>	4	0	0	0	4	2
<b>46</b>	4	0	0	1	1	1
<b>47</b>	4	0	0	1	2	1
<b>48</b>	4	0	0	1	4	1
<b>49</b>	4	0	1	1	2	1
<b>50</b>	4	0	1	1	4	1
<b>51</b>	4	0	2	0	2	1
<b>52</b>	4	0	3	1	2	1
<b>53</b>	4	1	0	1	1	1
<b>54</b>	4	1	0	1	2	2
<b>55</b>	4	1	0	1	4	2
<b>56</b>	4	1	0	1	5	2
<b>57</b>	4	2	0	1	2	2
<b>58</b>	4	2	0	1	4	2
<b>59</b>	4	2	2	0	6	2





ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างปุ่มโทร (A7) จำนวน 27 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>x15</b>	<b>A7 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	1	1	1	1
<b>2</b>	1	0	1	2	1	1
<b>3</b>	1	0	2	1	1	1
<b>4</b>	1	0	2	2	1	1
<b>5</b>	1	3	1	2	1	1
<b>6</b>	2	0	1	1	1	1
<b>7</b>	2	0	1	2	1	1
<b>8</b>	2	0	2	1	1	1
<b>9</b>	2	0	2	2	1	1
<b>10</b>	2	1	1	1	1	1
<b>11</b>	2	1	1	2	1	1
<b>12</b>	2	3	2	1	1	1
<b>13</b>	3	0	1	1	1	1
<b>14</b>	3	0	1	2	1	1
<b>15</b>	3	0	2	1	1	1
<b>16</b>	3	0	2	2	1	1
<b>17</b>	3	1	1	1	1	1
<b>18</b>	3	1	2	1	1	1
<b>19</b>	3	1	2	2	1	1
<b>20</b>	3	2	2	2	1	1
<b>21</b>	4	0	2	1	1	1
<b>22</b>	5	0	1	1	1	1
<b>23</b>	5	0	2	1	1	1
<b>24</b>	5	0	2	2	1	1
<b>25</b>	5	1	1	1	1	1
<b>26</b>	5	1	2	2	1	1
<b>27</b>	5	2	2	2	1	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดปุ่มโทร (A8) จำนวน 111 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x4</b>	<b>x5</b>	<b>x8</b>	<b>x9</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>x13</b>	<b>x14</b>	<b>A8 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<b>2</b>	1	0	1	1	1	1	2	1	2
<b>3</b>	1	0	1	1	1	1	4	1	1
<b>4</b>	1	0	1	1	1	2	1	1	2
<b>5</b>	1	0	1	1	1	2	2	1	1
<b>6</b>	1	0	1	1	1	2	4	1	2
<b>7</b>	1	0	1	1	2	1	2	1	2
<b>8</b>	1	0	1	1	2	2	4	1	2
<b>9</b>	1	0	1	2	1	1	1	1	1
<b>10</b>	1	0	1	2	1	1	2	1	2
<b>11</b>	1	0	1	2	1	2	1	1	2
<b>12</b>	1	0	1	2	2	1	2	1	1
<b>13</b>	1	0	1	2	2	1	4	1	1
<b>14</b>	1	0	1	2	2	2	1	1	1
<b>15</b>	1	0	1	3	1	1	1	1	1
<b>16</b>	1	0	1	3	1	1	2	1	1
<b>17</b>	1	0	1	3	1	2	1	1	1
<b>18</b>	1	0	1	3	1	2	2	1	1
<b>19</b>	1	0	1	3	1	2	4	1	1
<b>20</b>	1	0	1	3	2	1	2	1	2
<b>21</b>	1	0	1	3	2	2	4	1	2
<b>22</b>	1	1	1	3	2	1	1	1	2
<b>23</b>	1	1	1	3	2	1	2	1	2
<b>24</b>	2	0	1	1	1	1	1	1	1
<b>25</b>	2	0	1	1	1	2	1	1	2
<b>26</b>	2	0	1	1	2	1	2	1	1
<b>27</b>	2	0	1	3	1	2	2	1	2
<b>28</b>	2	0	1	3	1	2	4	1	2
<b>29</b>	2	0	1	3	2	1	2	1	1
<b>30</b>	2	0	1	3	2	2	4	1	2
<b>31</b>	2	1	1	1	1	1	3	1	2
<b>32</b>	2	1	1	1	1	1	4	1	2
<b>33</b>	2	1	1	3	1	2	1	1	1
<b>34</b>	2	1	1	3	2	2	2	1	2
<b>35</b>	3	0	0	2	2	1	2	1	1
<b>36</b>	3	0	0	3	2	2	4	1	1
<b>37</b>	3	0	1	1	1	1	1	1	2
<b>38</b>	3	0	1	1	1	1	2	1	1

<b>39</b>	3	0	1	1	1	1	4	1	2
<b>40</b>	3	0	1	1	1	1	6	1	2
<b>41</b>	3	0	1	1	1	2	1	1	2
<b>42</b>	3	0	1	1	2	1	2	1	1
<b>43</b>	3	0	1	1	2	1	4	1	1
<b>44</b>	3	0	1	1	2	2	2	1	1
<b>45</b>	3	0	1	2	1	1	2	1	1
<b>46</b>	3	0	1	2	1	1	4	1	1
<b>47</b>	3	0	1	2	1	2	2	1	2
<b>48</b>	3	0	1	2	1	2	7	1	1
<b>49</b>	3	0	1	3	1	1	1	1	2
<b>50</b>	3	0	1	3	1	1	2	1	1
<b>51</b>	3	0	1	3	1	1	4	1	2
<b>52</b>	3	0	1	3	1	2	1	1	2
<b>53</b>	3	0	1	3	1	2	2	1	1
<b>54</b>	3	0	1	3	1	2	4	1	2
<b>55</b>	3	0	1	3	1	2	6	1	1
<b>56</b>	3	0	1	3	2	1	1	1	2
<b>57</b>	3	0	1	3	2	1	2	1	1
<b>58</b>	3	0	1	3	2	2	1	1	1
<b>59</b>	3	0	1	3	2	2	2	1	1
<b>60</b>	3	0	1	3	2	2	4	1	2
<b>61</b>	3	0	1	3	2	2	6	1	2
<b>62</b>	3	1	0	1	1	2	4	1	2
<b>63</b>	3	1	1	1	1	2	2	1	1
<b>64</b>	3	1	1	1	1	2	4	1	2
<b>65</b>	3	1	1	1	2	1	2	1	2
<b>66</b>	3	1	1	2	1	1	4	1	1
<b>67</b>	3	1	1	2	2	1	4	1	1
<b>68</b>	3	1	1	3	1	1	1	1	1
<b>69</b>	3	1	1	3	1	1	2	1	1
<b>70</b>	3	1	1	3	1	2	1	1	1
<b>71</b>	3	1	1	3	1	2	4	1	2
<b>72</b>	3	1	1	3	1	2	6	1	1
<b>73</b>	3	1	1	3	2	1	2	1	1
<b>74</b>	3	1	1	3	2	1	4	1	1
<b>75</b>	3	1	1	3	2	1	6	1	2
<b>76</b>	3	1	1	3	2	2	2	1	1
<b>77</b>	3	1	1	3	2	2	4	1	1
<b>78</b>	3	1	1	3	2	2	5	1	1
<b>79</b>	3	1	1	3	2	2	6	1	1
<b>80</b>	3	2	0	1	2	2	2	1	2
<b>81</b>	3	2	0	2	2	1	1	1	1
<b>82</b>	3	2	0	2	2	1	4	1	2

<b>83</b>	3	2	0	3	2	2	6	1	1
<b>84</b>	3	2	1	1	1	1	2	1	2
<b>85</b>	3	2	1	1	1	1	4	1	1
<b>86</b>	3	2	1	1	1	2	5	1	2
<b>87</b>	3	2	1	1	2	1	1	1	2
<b>88</b>	3	2	1	1	2	1	4	1	2
<b>89</b>	3	2	1	1	2	2	2	1	2
<b>90</b>	3	2	1	2	1	1	4	1	1
<b>91</b>	3	2	1	2	2	1	2	1	1
<b>92</b>	3	2	1	3	1	1	4	1	1
<b>93</b>	3	2	1	3	1	2	2	1	1
<b>94</b>	3	2	1	3	2	1	2	1	1
<b>95</b>	3	2	1	3	2	1	6	1	2
<b>96</b>	3	2	1	3	2	2	4	1	1
<b>97</b>	4	0	1	3	2	1	2	1	1
<b>98</b>	4	2	1	3	2	1	2	1	1
<b>99</b>	5	0	0	2	2	2	2	1	1
<b>100</b>	5	0	1	3	1	1	4	1	1
<b>101</b>	5	0	1	3	2	1	4	1	2
<b>102</b>	5	1	1	1	1	1	2	1	2
<b>103</b>	5	1	1	1	1	1	4	1	1
<b>104</b>	5	1	1	3	1	1	1	1	1
<b>105</b>	5	1	1	3	2	1	2	1	1
<b>106</b>	5	1	1	3	2	1	4	1	1
<b>107</b>	5	1	1	3	2	2	4	1	1
<b>108</b>	5	2	1	2	2	2	2	1	1
<b>109</b>	5	2	1	3	2	1	2	1	1
<b>110</b>	6	0	1	1	1	1	2	1	1
<b>111</b>	6	0	1	3	2	2	5	1	2

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดรายชื่อ (B1) จำนวน 103 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x3</b>	<b>x5</b>	<b>x7</b>	<b>x9</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>B1 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	0	1	1	1	1	1
<b>2</b>	1	0	0	1	1	1	2	2
<b>3</b>	1	0	0	1	1	1	4	2
<b>4</b>	1	0	0	1	1	1	6	1
<b>5</b>	1	0	0	1	2	1	2	1
<b>6</b>	1	0	0	2	1	1	2	1
<b>7</b>	1	0	0	2	2	1	4	1
<b>8</b>	1	0	0	3	1	1	1	1
<b>9</b>	1	0	0	3	1	1	2	1
<b>10</b>	1	0	0	3	1	1	4	1
<b>11</b>	1	0	0	3	2	1	2	1
<b>12</b>	1	0	1	1	1	1	1	2
<b>13</b>	1	0	1	3	1	1	1	2
<b>14</b>	1	0	1	3	1	1	2	1
<b>15</b>	1	1	0	1	1	1	2	2
<b>16</b>	1	1	0	1	1	1	4	1
<b>17</b>	1	1	0	3	1	1	2	1
<b>18</b>	1	1	0	3	2	1	2	1
<b>19</b>	1	1	0	3	2	1	4	2
<b>20</b>	1	1	0	3	2	1	6	1
<b>21</b>	1	2	0	1	1	1	2	2
<b>22</b>	1	2	0	1	1	1	5	1
<b>23</b>	1	2	0	1	2	1	1	2
<b>24</b>	1	2	0	2	1	1	4	2
<b>25</b>	1	2	0	2	2	1	2	1
<b>26</b>	1	2	0	3	1	1	2	1
<b>27</b>	1	2	0	3	1	1	4	2
<b>28</b>	1	2	1	1	2	1	2	2
<b>29</b>	1	2	1	2	2	1	2	1
<b>30</b>	1	2	1	3	2	1	2	1
<b>31</b>	2	0	0	1	1	1	2	1
<b>32</b>	2	0	0	1	2	1	2	1
<b>33</b>	2	0	0	1	2	1	4	2
<b>34</b>	2	0	0	2	1	1	1	2
<b>35</b>	2	0	0	2	1	1	2	1
<b>36</b>	2	0	0	2	1	1	4	1
<b>37</b>	2	0	0	3	1	1	1	1
<b>38</b>	2	0	0	3	1	1	2	1
<b>39</b>	2	0	0	3	1	1	4	1
<b>40</b>	2	0	0	3	1	1	6	1

41	2	0	0	3	2	1	2	1
42	2	1	0	1	1	1	3	1
43	2	1	0	3	1	1	1	1
44	2	1	0	3	1	1	2	1
45	2	1	0	3	1	1	6	2
46	2	1	0	3	2	1	2	2
47	2	1	0	3	2	1	4	2
48	2	2	0	1	2	1	4	2
49	2	2	0	3	2	1	6	2
50	3	0	0	1	1	1	1	1
51	3	0	0	1	1	1	2	1
52	3	0	0	1	1	1	4	2
53	3	0	0	1	2	1	2	1
54	3	0	0	1	2	1	4	2
55	3	0	0	2	1	1	7	1
56	3	0	0	2	2	1	1	1
57	3	0	0	3	1	1	1	1
58	3	0	0	3	1	1	2	1
59	3	0	0	3	1	1	4	1
60	3	0	0	3	2	1	1	2
61	3	0	0	3	2	1	2	1
62	3	0	0	3	2	1	4	1
63	3	0	0	3	2	1	5	2
64	3	0	0	3	2	1	6	2
65	3	0	1	1	1	1	2	1
66	3	0	3	1	1	1	1	2
67	3	1	0	1	1	1	2	1
68	3	1	0	1	1	1	4	1
69	3	1	0	1	2	1	2	2
70	3	1	0	2	2	1	4	1
71	3	1	0	3	1	1	1	2
72	3	1	0	3	1	1	4	2
73	3	1	0	3	2	1	1	2
74	3	1	0	3	2	1	2	1
75	3	1	0	3	2	1	4	2
76	3	1	1	1	1	1	4	2
77	3	2	0	2	2	1	1	1
78	3	2	0	2	2	1	4	2
79	3	2	0	3	1	1	2	1
80	3	2	0	3	2	1	2	1
81	3	2	0	3	2	1	4	2
82	4	0	0	1	1	1	2	1
83	4	0	0	1	2	1	2	1
84	4	0	0	2	1	1	1	1

<b>85</b>	4	0	0	2	1	1	2	1
<b>86</b>	4	0	0	2	2	1	2	2
<b>87</b>	4	0	0	3	1	1	1	1
<b>88</b>	4	0	0	3	1	1	2	1
<b>89</b>	4	0	0	3	1	1	4	2
<b>90</b>	4	0	0	3	2	1	2	1
<b>91</b>	4	0	0	3	2	1	4	2
<b>92</b>	4	0	1	1	2	1	2	1
<b>93</b>	4	0	1	3	2	1	4	1
<b>94</b>	4	0	2	2	2	1	2	1
<b>95</b>	4	0	3	1	2	1	2	1
<b>96</b>	4	1	0	2	1	1	4	1
<b>97</b>	4	1	0	3	1	1	1	1
<b>98</b>	4	1	0	3	2	1	2	2
<b>99</b>	4	1	0	3	2	1	4	1
<b>100</b>	4	1	0	3	2	1	5	1
<b>101</b>	4	2	0	1	1	1	4	2
<b>102</b>	4	2	0	1	2	1	2	2
<b>103</b>	4	2	2	3	2	1	6	2



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดรายการโทร (B2) จำนวน 36 กฎ

RULEs	x2	x5	x7	x10	x13	x15	B2 Rule
1	0	0	0	1	1	1	2
2	0	0	0	1	2	1	1
3	0	0	0	1	4	1	1
4	0	0	0	1	7	1	1
5	0	0	1	1	2	1	2
6	0	0	2	1	2	1	2
7	0	0	3	1	1	1	2
8	0	1	0	1	1	1	1
9	0	1	0	1	2	1	2
10	0	1	0	1	4	1	1
11	0	1	0	1	5	1	2
12	0	1	1	1	4	1	2
13	0	2	0	1	2	1	2
14	0	2	0	1	4	1	2
15	0	2	1	1	2	1	1
16	0	2	2	1	6	1	2
17	1	0	0	1	1	1	1
18	1	0	0	1	2	1	1
19	1	0	0	1	4	1	2
20	1	0	0	1	5	1	2
21	1	0	0	1	6	1	2
22	1	0	1	1	1	1	2
23	1	0	1	1	2	1	2
24	1	0	1	1	4	1	2
25	1	0	3	1	2	1	1
26	1	1	0	1	1	1	2
27	1	1	0	1	2	1	2
28	1	1	0	1	3	1	2
29	1	1	0	1	4	1	2
30	1	1	0	1	6	1	2
31	1	2	0	1	1	1	2
32	1	2	0	1	2	1	2
33	1	2	0	1	4	1	2
34	1	2	0	1	5	1	1
35	1	2	0	1	6	1	2
36	1	2	1	1	2	1	2



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดสัญลักษณ์รายการโทร (B3) จำนวน 81 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>	<b>x5</b>	<b>x10</b>	<b>x13</b>	<b>x15</b>	<b>B3 Rule</b>
<b>1</b>	0	1	0	1	2	1	2
<b>2</b>	0	1	0	1	4	1	2
<b>3</b>	0	1	0	2	2	1	1
<b>4</b>	0	1	1	1	4	1	2
<b>5</b>	0	1	2	1	2	1	1
<b>6</b>	0	1	2	2	2	1	1
<b>7</b>	0	2	0	1	1	1	2
<b>8</b>	0	2	0	1	4	1	1
<b>9</b>	0	2	0	2	2	1	2
<b>10</b>	0	2	0	2	4	1	2
<b>11</b>	0	2	1	1	2	1	2
<b>12</b>	0	2	1	2	4	1	2
<b>13</b>	0	3	0	1	1	1	2
<b>14</b>	0	3	0	1	2	1	1
<b>15</b>	0	3	0	1	4	1	2
<b>16</b>	0	3	0	1	7	1	1
<b>17</b>	0	3	0	2	1	1	1
<b>18</b>	0	3	0	2	2	1	2
<b>19</b>	0	3	0	2	4	1	1
<b>20</b>	0	3	1	1	4	1	2
<b>21</b>	0	3	1	2	4	1	2
<b>22</b>	0	4	0	1	2	1	2
<b>23</b>	0	4	0	1	4	1	2
<b>24</b>	0	4	0	2	2	1	2
<b>25</b>	0	4	1	1	1	1	1
<b>26</b>	0	4	1	2	5	1	1
<b>27</b>	0	4	2	1	4	1	2
<b>28</b>	0	4	2	2	6	1	2
<b>29</b>	1	1	0	1	1	1	2
<b>30</b>	1	1	0	1	2	1	2
<b>31</b>	1	1	0	1	4	1	1
<b>32</b>	1	1	0	1	6	1	2
<b>33</b>	1	1	0	2	2	1	2
<b>34</b>	1	1	0	2	4	1	1
<b>35</b>	1	1	1	1	2	1	2
<b>36</b>	1	1	1	1	4	1	2
<b>37</b>	1	1	1	2	2	1	2
<b>38</b>	1	1	1	2	4	1	1
<b>39</b>	1	1	1	2	6	1	2
<b>40</b>	1	1	2	1	2	1	2
<b>41</b>	1	1	2	1	4	1	2

42	1	1	2	1	5	1	1
43	1	1	2	2	1	1	2
44	1	1	2	2	2	1	2
45	1	2	0	1	2	1	1
46	1	2	0	1	4	1	1
47	1	2	0	1	6	1	2
48	1	2	0	2	2	1	1
49	1	2	0	2	4	1	2
50	1	2	1	1	1	1	2
51	1	2	1	1	3	1	2
52	1	2	1	1	6	1	2
53	1	2	1	2	2	1	1
54	1	2	2	2	4	1	2
55	1	2	2	2	6	1	1
56	1	3	0	1	1	1	1
57	1	3	0	1	2	1	1
58	1	3	0	2	1	1	1
59	1	3	0	2	2	1	1
60	1	3	0	2	4	1	2
61	1	3	0	2	5	1	2
62	1	3	0	2	6	1	2
63	1	3	1	1	1	1	2
64	1	3	1	1	2	1	1
65	1	3	1	1	4	1	2
66	1	3	1	2	1	1	2
67	1	3	1	2	2	1	1
68	1	3	1	2	4	1	2
69	1	3	2	1	2	1	2
70	1	3	2	2	1	1	1
71	1	3	2	2	2	1	1
72	1	3	2	2	4	1	2
73	1	4	0	1	1	1	1
74	1	4	0	1	2	1	2
75	1	4	0	2	2	1	1
76	1	4	0	2	4	1	2
77	1	4	1	1	1	1	2
78	1	4	1	1	4	1	1
79	1	4	1	2	2	1	2
80	1	4	1	2	4	1	1
81	1	4	2	2	2	1	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดรูปในรายชื่อ (B4) จำนวน 36 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x2</b>	<b>x5</b>	<b>x7</b>	<b>x10</b>	<b>x13</b>	<b>B4 Rule</b>
<b>1</b>	0	0	0	1	1	1
<b>2</b>	0	0	0	1	2	1
<b>3</b>	0	0	0	1	4	1
<b>4</b>	0	0	0	1	7	1
<b>5</b>	0	0	1	1	2	1
<b>6</b>	0	0	2	1	2	1
<b>7</b>	0	0	3	1	1	2
<b>8</b>	0	1	0	1	1	2
<b>9</b>	0	1	0	1	2	2
<b>10</b>	0	1	0	1	4	1
<b>11</b>	0	1	0	1	5	1
<b>12</b>	0	1	1	1	4	2
<b>13</b>	0	2	0	1	2	2
<b>14</b>	0	2	0	1	4	2
<b>15</b>	0	2	1	1	2	1
<b>16</b>	0	2	2	1	6	2
<b>17</b>	1	0	0	1	1	1
<b>18</b>	1	0	0	1	2	1
<b>19</b>	1	0	0	1	4	2
<b>20</b>	1	0	0	1	5	2
<b>21</b>	1	0	0	1	6	2
<b>22</b>	1	0	1	1	1	2
<b>23</b>	1	0	1	1	2	2
<b>24</b>	1	0	1	1	4	1
<b>25</b>	1	0	3	1	2	1
<b>26</b>	1	1	0	1	1	2
<b>27</b>	1	1	0	1	2	1
<b>28</b>	1	1	0	1	3	1
<b>29</b>	1	1	0	1	4	2
<b>30</b>	1	1	0	1	6	1
<b>31</b>	1	2	0	1	1	1
<b>32</b>	1	2	0	1	2	1
<b>33</b>	1	2	0	1	4	2
<b>34</b>	1	2	0	1	5	1
<b>35</b>	1	2	0	1	6	2
<b>36</b>	1	2	1	1	2	2

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างรูปในรายชื่อ (B5) จำนวน 51 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x5</b>	<b>x9</b>	<b>x11</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>x15</b>	<b>B5 Rule</b>
<b>1</b>	0	1	1	1	1	1	1
<b>2</b>	0	1	1	1	2	1	1
<b>3</b>	0	1	1	1	4	1	1
<b>4</b>	0	1	1	1	6	1	1
<b>5</b>	0	1	2	1	1	1	1
<b>6</b>	0	1	2	1	2	1	1
<b>7</b>	0	1	2	1	4	1	1
<b>8</b>	0	2	1	1	1	1	1
<b>9</b>	0	2	1	1	2	1	1
<b>10</b>	0	2	1	1	4	1	1
<b>11</b>	0	2	2	1	1	1	1
<b>12</b>	0	2	2	1	2	1	1
<b>13</b>	0	2	2	1	7	1	1
<b>14</b>	0	3	1	1	1	1	1
<b>15</b>	0	3	1	1	2	1	1
<b>16</b>	0	3	1	1	4	1	1
<b>17</b>	0	3	2	1	1	1	1
<b>18</b>	0	3	2	1	2	1	1
<b>19</b>	0	3	2	1	4	1	1
<b>20</b>	0	3	2	1	5	1	1
<b>21</b>	0	3	2	1	6	1	1
<b>22</b>	1	1	1	1	2	1	1
<b>23</b>	1	1	1	1	4	1	1
<b>24</b>	1	1	2	1	2	1	1
<b>25</b>	1	1	2	1	3	1	1
<b>26</b>	1	1	2	1	4	1	1
<b>27</b>	1	2	1	1	4	1	1
<b>28</b>	1	3	1	1	1	1	1
<b>29</b>	1	3	1	1	2	1	1
<b>30</b>	1	3	1	1	4	1	1
<b>31</b>	1	3	1	1	6	1	1
<b>32</b>	1	3	2	1	1	1	1
<b>33</b>	1	3	2	1	2	1	1
<b>34</b>	1	3	2	1	4	1	1
<b>35</b>	1	3	2	1	5	1	1
<b>36</b>	1	3	2	1	6	1	1
<b>37</b>	2	1	1	1	1	1	1
<b>38</b>	2	1	1	1	2	1	1
<b>39</b>	2	1	1	1	4	1	1
<b>40</b>	2	1	2	1	2	1	1

<b>41</b>	2	1	2	1	5	1	1
<b>42</b>	2	2	1	1	1	1	1
<b>43</b>	2	2	1	1	2	1	1
<b>44</b>	2	2	1	1	4	1	1
<b>45</b>	2	2	2	1	2	1	1
<b>46</b>	2	3	1	1	2	1	1
<b>47</b>	2	3	1	1	4	1	1
<b>48</b>	2	3	1	1	6	1	1
<b>49</b>	2	3	2	1	2	1	1
<b>50</b>	2	3	2	1	4	1	1
<b>51</b>	2	3	2	1	6	1	1

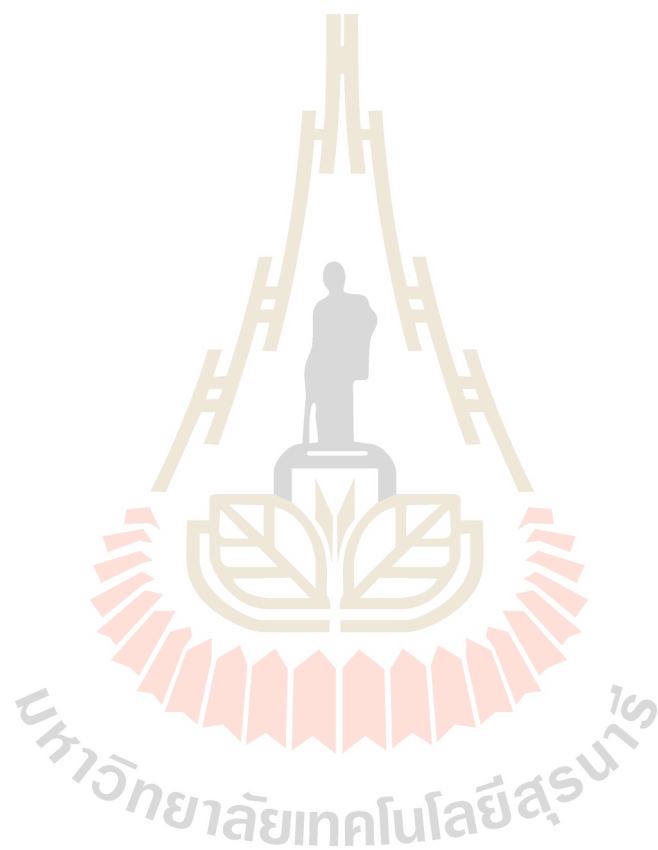


ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อความ (C1) จำนวน 102 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x3</b>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>x14</b>	<b>C1 Rule</b>
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
2	1	1	0	1	1	1	2	1	2
3	1	1	0	1	1	1	4	1	2
4	1	1	0	1	2	1	2	1	2
5	1	1	0	1	2	1	4	1	1
6	1	2	0	1	2	1	2	1	1
7	1	2	1	1	1	2	1	1	2
8	1	3	0	0	1	2	4	1	2
9	1	3	0	1	1	1	1	1	1
10	1	3	0	1	1	1	2	1	2
11	1	3	0	1	1	1	4	1	2
12	1	3	0	1	1	1	6	1	2
13	1	3	0	1	1	2	5	1	1
14	1	3	0	1	2	1	1	1	2
15	1	3	0	1	2	1	2	1	1
16	1	3	0	1	2	1	6	1	1
17	1	3	0	1	2	2	2	1	1
18	1	3	0	1	2	2	6	1	2
19	1	3	1	0	2	2	2	1	2
20	1	3	1	1	1	1	1	1	1
21	1	3	1	1	1	1	2	1	2
22	1	3	1	1	2	1	2	1	2
23	1	5	0	1	1	1	2	1	2
24	1	5	0	1	2	1	4	1	2
25	1	5	1	1	2	1	2	1	1
26	2	1	0	1	1	1	1	1	2
27	2	1	0	1	1	2	2	1	1
28	2	1	0	1	2	1	4	1	2
29	2	1	0	1	2	2	2	1	2
30	2	1	0	1	2	2	4	1	2
31	2	2	0	1	1	1	2	1	2
32	2	2	0	1	1	2	3	1	1
33	2	3	0	1	1	1	2	1	2
34	2	3	0	1	1	1	4	1	1
35	2	3	0	1	1	1	6	1	2
36	2	3	0	1	1	2	1	1	1
37	2	3	0	1	1	2	2	1	2
38	2	3	0	1	2	1	2	1	2
39	2	3	0	1	2	1	4	1	2
40	2	3	0	1	2	1	6	1	2
41	2	3	0	1	2	2	2	1	1
42	2	3	0	1	2	2	4	1	2
43	2	5	0	1	1	1	4	1	2
44	3	1	0	1	1	1	1	1	1
45	3	1	0	1	1	1	4	1	2

46	3	1	0	1	1	2	1	1	2
47	3	1	0	1	2	1	1	1	2
48	3	1	0	1	2	1	2	1	2
49	3	1	0	1	2	1	4	1	2
50	3	1	0	1	2	2	4	1	2
51	3	1	3	1	1	1	1	1	2
52	3	2	0	1	1	2	1	1	1
53	3	2	0	1	2	1	4	1	2
54	3	2	1	1	1	1	4	1	2
55	3	3	0	0	2	1	1	1	2
56	3	3	0	0	2	1	4	1	2
57	3	3	0	1	1	1	1	1	2
58	3	3	0	1	1	1	2	1	1
59	3	3	0	1	1	1	4	1	2
60	3	3	0	1	1	1	7	1	1
61	3	3	0	1	1	2	1	1	2
62	3	3	0	1	1	2	2	1	2
63	3	3	0	1	2	1	1	1	2
64	3	3	0	1	2	1	2	1	2
65	3	3	0	1	2	1	4	1	1
66	3	3	0	1	2	2	2	1	1
67	3	3	0	1	2	2	4	1	2
68	3	3	0	1	2	2	6	1	2
69	3	4	0	1	2	1	2	1	2
70	3	5	0	1	1	1	4	1	2
71	3	5	0	1	2	1	2	1	2
72	3	5	0	1	2	1	4	1	2
73	3	5	0	1	2	1	5	1	2
74	3	5	1	1	1	1	2	1	1
75	4	1	0	1	1	1	1	1	1
76	4	1	0	1	1	1	2	1	2
77	4	1	0	1	1	2	2	1	2
78	4	1	0	1	2	1	2	1	2
79	4	2	0	1	1	1	4	1	2
80	4	2	0	1	1	2	1	1	1
81	4	2	0	1	2	2	2	1	2
82	4	2	3	1	2	2	2	1	1
83	4	3	0	0	2	1	2	1	1
84	4	3	0	0	2	2	4	1	1
85	4	3	0	1	1	1	1	1	1
86	4	3	0	1	1	1	2	1	2
87	4	3	0	1	1	1	4	1	2
88	4	3	0	1	1	2	2	1	1
89	4	3	0	1	1	2	4	1	1
90	4	3	0	1	2	1	2	1	2
91	4	3	0	1	2	1	4	1	2
92	4	3	0	1	2	2	2	1	1
93	4	3	0	1	2	2	4	1	2

<b>94</b>	4	3	0	1	2	2	5	1	2
<b>95</b>	4	3	1	1	2	2	2	1	1
<b>96</b>	4	3	1	1	2	2	4	1	1
<b>97</b>	4	3	2	0	2	2	6	1	2
<b>98</b>	4	4	0	1	2	2	2	1	2
<b>99</b>	4	5	0	1	1	2	1	1	2
<b>100</b>	4	5	0	1	2	2	2	1	2
<b>101</b>	4	5	0	1	2	2	4	1	1
<b>102</b>	4	5	2	0	2	2	2	1	1





ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างกรอบข้อความ (C2) จำนวน 42 กฎ

RULEs	x6	x8	x11	x13	C2 Rule
1	0	0	3	2	1
2	0	0	3	4	1
3	0	1	1	1	1
4	0	1	1	2	1
5	0	1	1	4	1
6	0	1	1	6	1
7	0	1	2	1	1
8	0	1	2	2	1
9	0	1	2	4	1
10	0	1	3	1	1
11	0	1	3	2	1
12	0	1	3	4	1
13	0	1	3	6	1
14	1	0	2	2	1
15	1	0	3	6	1
16	1	1	1	1	1
17	1	1	1	2	1
18	1	1	1	4	1
19	1	1	2	2	1
20	1	1	3	1	1
21	1	1	3	4	1
22	1	1	3	5	1
23	2	0	2	4	1
24	2	0	3	2	1
25	2	1	1	1	1
26	2	1	1	2	1
27	2	1	1	4	1
28	2	1	1	6	1
29	2	1	2	1	1
30	2	1	2	2	1
31	2	1	2	3	1
32	2	1	3	1	1
33	2	1	3	2	1
34	2	1	3	4	1
35	2	1	3	5	1
36	2	1	3	6	1
37	2	1	3	7	1
38	3	0	1	1	1
39	3	1	1	1	1
40	3	1	1	4	1
41	3	1	3	2	1
42	3	1	3	6	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อความสถานะ (C3) จำนวน 38 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x5</b>	<b>x8</b>	<b>x9</b>	<b>x10</b>	<b>x13</b>	<b>C3 Rule</b>
<b>1</b>	0	0	2	1	2	1
<b>2</b>	0	0	3	1	4	1
<b>3</b>	0	1	1	1	1	1
<b>4</b>	0	1	1	1	2	1
<b>5</b>	0	1	1	1	4	1
<b>6</b>	0	1	1	1	6	1
<b>7</b>	0	1	2	1	1	1
<b>8</b>	0	1	2	1	2	1
<b>9</b>	0	1	2	1	4	1
<b>10</b>	0	1	2	1	7	1
<b>11</b>	0	1	3	1	1	1
<b>12</b>	0	1	3	1	2	1
<b>13</b>	0	1	3	1	4	1
<b>14</b>	0	1	3	1	5	1
<b>15</b>	0	1	3	1	6	1
<b>16</b>	1	0	1	1	4	1
<b>17</b>	1	1	1	1	2	1
<b>18</b>	1	1	1	1	3	1
<b>19</b>	1	1	1	1	4	1
<b>20</b>	1	1	2	1	4	1
<b>21</b>	1	1	3	1	1	1
<b>22</b>	1	1	3	1	2	1
<b>23</b>	1	1	3	1	4	1
<b>24</b>	1	1	3	1	5	1
<b>25</b>	1	1	3	1	6	1
<b>26</b>	2	0	1	1	2	1
<b>27</b>	2	0	2	1	1	1
<b>28</b>	2	0	2	1	4	1
<b>29</b>	2	0	3	1	6	1
<b>30</b>	2	1	1	1	1	1
<b>31</b>	2	1	1	1	2	1
<b>32</b>	2	1	1	1	4	1
<b>33</b>	2	1	1	1	5	1
<b>34</b>	2	1	2	1	2	1
<b>35</b>	2	1	2	1	4	1
<b>36</b>	2	1	3	1	2	1
<b>37</b>	2	1	3	1	4	1
<b>38</b>	2	1	3	1	6	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดสติกเกอร์ (C4) จำนวน 64 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x2</b>	<b>x3</b>	<b>x6</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>x14</b>	<b>C4 Rule</b>
1	0	1	0	1	1	1	2	1	2
2	0	1	0	1	1	1	4	1	2
3	0	1	2	1	1	1	2	1	2
4	0	2	0	1	1	1	1	1	1
5	0	2	0	1	1	1	2	1	2
6	0	2	0	1	1	1	4	1	2
7	0	2	2	1	1	1	1	1	2
8	0	2	2	1	1	1	2	1	2
9	0	3	0	1	1	1	1	1	1
10	0	3	0	1	1	1	2	1	2
11	0	3	0	1	1	1	4	1	2
12	0	3	1	1	1	1	1	1	2
13	0	3	1	1	1	1	4	1	2
14	0	3	2	1	1	1	1	1	2
15	0	3	2	1	1	1	2	1	2
16	0	3	2	1	1	1	4	1	2
17	0	3	2	1	1	1	7	1	1
18	0	4	0	1	1	1	2	1	1
19	0	4	0	1	1	1	4	1	2
20	0	4	1	1	1	1	5	1	1
21	0	4	1	1	1	1	6	1	1
22	0	4	2	1	1	1	1	1	1
23	0	4	2	1	1	1	2	1	1
24	0	4	2	1	1	1	4	1	2
25	1	1	0	1	1	1	1	1	2
26	1	1	0	1	1	1	2	1	1
27	1	1	0	1	1	1	4	1	2
28	1	1	0	1	1	1	6	1	2
29	1	1	1	1	1	1	4	1	1
30	1	1	2	1	1	1	1	1	2
31	1	1	2	1	1	1	2	1	2
32	1	1	2	1	1	1	5	1	2
33	1	1	2	1	1	1	6	1	1
34	1	2	0	1	1	1	1	1	1
35	1	2	0	1	1	1	2	1	1
36	1	2	0	1	1	1	4	1	2
37	1	2	0	1	1	1	6	1	2
38	1	2	1	1	1	1	2	1	2
39	1	2	2	1	1	1	2	1	1
40	1	2	2	1	1	1	3	1	2
41	1	2	2	1	1	1	4	1	1
42	1	2	2	1	1	1	6	1	2
43	1	2	3	1	1	1	4	1	2
44	1	2	3	1	1	1	6	1	1
45	1	3	0	1	1	1	1	1	2

46	1	3	0	1	1	1	2	1	1
47	1	3	0	1	1	1	4	1	2
48	1	3	1	1	1	1	1	1	2
49	1	3	1	1	1	1	4	1	2
50	1	3	2	1	1	1	1	1	2
51	1	3	2	1	1	1	2	1	2
52	1	3	2	1	1	1	4	1	1
53	1	3	2	1	1	1	5	1	2
54	1	3	2	1	1	1	6	1	2
55	1	3	3	1	1	1	1	1	1
56	1	3	3	1	1	1	2	1	1
57	1	4	0	1	1	1	1	1	1
58	1	4	0	1	1	1	2	1	1
59	1	4	0	1	1	1	4	1	1
60	1	4	1	1	1	1	2	1	1
61	1	4	1	1	1	1	4	1	2
62	1	4	2	1	1	1	1	1	1
63	1	4	2	1	1	1	2	1	1
64	1	4	2	1	1	1	4	1	1



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อหัวข้อ (D1) จำนวน 54 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x3</b>	<b>x5</b>	<b>x7</b>	<b>x10</b>	<b>x13</b>	<b>D1 Rule</b>
1	1	0	0	1	1	2
2	1	0	0	1	2	2
3	1	0	0	1	4	2
4	1	0	0	1	6	2
5	1	0	1	1	1	1
6	1	0	1	1	2	2
7	1	1	0	1	2	2
8	1	1	0	1	4	2
9	1	1	0	1	6	2
10	1	2	0	1	1	2
11	1	2	0	1	2	2
12	1	2	0	1	4	2
13	1	2	0	1	5	2
14	1	2	1	1	2	2
15	2	0	0	1	1	2
16	2	0	0	1	2	2
17	2	0	0	1	4	2
18	2	0	0	1	6	2
19	2	1	0	1	1	1
20	2	1	0	1	2	2
21	2	1	0	1	3	1
22	2	1	0	1	4	2
23	2	1	0	1	6	2
24	2	2	0	1	4	2
25	2	2	0	1	6	2
26	3	0	0	1	1	2
27	3	0	0	1	2	2
28	3	0	0	1	4	2
29	3	0	0	1	5	2
30	3	0	0	1	6	2
31	3	0	0	1	7	1
32	3	0	1	1	2	1
33	3	0	3	1	1	2
34	3	1	0	1	1	2
35	3	1	0	1	2	1
36	3	1	0	1	4	2
37	3	1	1	1	4	2
38	3	2	0	1	1	1
39	3	2	0	1	2	1
40	3	2	0	1	4	2
41	4	0	0	1	1	1
42	4	0	0	1	2	1
43	4	0	0	1	4	2
44	4	0	1	1	2	1
45	4	0	1	1	4	1

<b>46</b>	4	0	2	1	2	1
<b>47</b>	4	0	3	1	2	1
<b>48</b>	4	1	0	1	1	2
<b>49</b>	4	1	0	1	2	1
<b>50</b>	4	1	0	1	4	1
<b>51</b>	4	1	0	1	5	2
<b>52</b>	4	2	0	1	2	2
<b>53</b>	4	2	0	1	4	2
<b>54</b>	4	2	2	1	6	2



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดสัญญาณ (D2) จำนวน 26 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x5</b>	<b>x7</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>D2 Rule</b>
<b>1</b>	0	0	1	1	1	2
<b>2</b>	0	0	1	1	2	2
<b>3</b>	0	0	1	1	4	2
<b>4</b>	0	0	1	1	5	2
<b>5</b>	0	0	1	1	6	2
<b>6</b>	0	0	1	1	7	1
<b>7</b>	0	1	1	1	1	1
<b>8</b>	0	1	1	1	2	1
<b>9</b>	0	1	1	1	4	1
<b>10</b>	0	2	1	1	2	2
<b>11</b>	0	3	1	1	1	2
<b>12</b>	0	3	1	1	2	1
<b>13</b>	1	0	1	1	1	2
<b>14</b>	1	0	1	1	2	1
<b>15</b>	1	0	1	1	3	2
<b>16</b>	1	0	1	1	4	1
<b>17</b>	1	0	1	1	5	2
<b>18</b>	1	0	1	1	6	2
<b>19</b>	1	1	1	1	4	2
<b>20</b>	2	0	1	1	1	2
<b>21</b>	2	0	1	1	2	2
<b>22</b>	2	0	1	1	4	2
<b>23</b>	2	0	1	1	5	2
<b>24</b>	2	0	1	1	6	2
<b>25</b>	2	1	1	1	2	2
<b>26</b>	2	2	1	1	6	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ สี (D3) จำนวน 67 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x3</b>	<b>x5</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>x13</b>	<b>D3</b>
1	1	0	1	1	1	1	4
2	1	0	1	1	1	2	4
3	1	0	1	1	1	4	4
4	1	0	1	1	1	6	5
5	1	0	1	2	1	2	3
6	1	0	1	2	1	4	3
7	1	1	0	1	1	4	3
8	1	1	1	1	1	2	4
9	1	1	1	1	1	4	1
10	1	1	1	2	1	2	3
11	1	1	1	2	1	4	5
12	1	1	1	2	1	6	3
13	1	2	0	2	1	2	6
14	1	2	1	1	1	2	3
15	1	2	1	1	1	4	5
16	1	2	1	1	1	5	1
17	1	2	1	2	1	1	5
18	1	2	1	2	1	2	2
19	2	0	1	1	1	1	3
20	2	0	1	1	1	2	4
21	2	0	1	1	1	4	2
22	2	0	1	1	1	6	3
23	2	0	1	2	1	2	4
24	2	0	1	2	1	4	3
25	2	1	1	1	1	1	1
26	2	1	1	1	1	2	3
27	2	1	1	1	1	3	8
28	2	1	1	1	1	6	8
29	2	1	1	2	1	2	3
30	2	1	1	2	1	4	5
31	2	2	1	2	1	4	1
32	2	2	1	2	1	6	5
33	3	0	1	1	1	1	4
34	3	0	1	1	1	2	2
35	3	0	1	1	1	4	1
36	3	0	1	1	1	7	5
37	3	0	1	2	1	1	3
38	3	0	1	2	1	2	3
39	3	0	1	2	1	4	3
40	3	0	1	2	1	5	1
41	3	0	1	2	1	6	6
42	3	1	1	1	1	1	2
43	3	1	1	1	1	2	4
44	3	1	1	1	1	4	3
45	3	1	1	2	1	1	1



46	3	1	1	2	1	2	3
47	3	1	1	2	1	4	4
48	3	2	0	2	1	1	3
49	3	2	0	2	1	4	1
50	3	2	1	1	1	2	3
51	3	2	1	2	1	2	1
52	3	2	1	2	1	4	5
53	4	0	0	2	1	2	6
54	4	0	0	2	1	4	1
55	4	0	1	1	1	1	1
56	4	0	1	1	1	2	4
57	4	0	1	1	1	4	4
58	4	0	1	2	1	2	3
59	4	0	1	2	1	4	2
60	4	1	1	1	1	1	3
61	4	1	1	1	1	4	2
62	4	1	1	2	1	2	5
63	4	1	1	2	1	4	4
64	4	1	1	2	1	5	5
65	4	2	0	2	1	6	7
66	4	2	1	1	1	4	7
67	4	2	1	2	1	2	2



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดป้ายชื่อ (D4) จำนวน 19 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x15</b>	<b>D4 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	1	1	1	2
<b>2</b>	1	0	1	2	1	1
<b>3</b>	1	3	1	1	1	2
<b>4</b>	2	0	1	1	1	1
<b>5</b>	2	0	1	2	1	1
<b>6</b>	2	1	1	1	1	2
<b>7</b>	2	1	1	2	1	2
<b>8</b>	2	3	1	2	1	1
<b>9</b>	3	0	1	1	1	2
<b>10</b>	3	0	1	2	1	2
<b>11</b>	3	1	1	1	1	2
<b>12</b>	3	1	1	2	1	1
<b>13</b>	3	2	1	2	1	1
<b>14</b>	4	0	1	1	1	2
<b>15</b>	4	0	1	2	1	2
<b>16</b>	5	0	1	1	1	1
<b>17</b>	5	0	1	2	1	2
<b>18</b>	5	1	1	1	1	1
<b>19</b>	5	2	1	2	1	2

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อความ (E1) จำนวน 69 กฎ

RULEs	x2	x3	x5	x7	x10	x12	x13	E1 Rule
1	0	1	0	0	1	1	2	2
2	0	1	0	0	1	1	4	2
3	0	1	1	0	1	1	4	2
4	0	1	2	0	1	1	2	2
5	0	1	2	1	1	1	2	1
6	0	2	0	0	1	1	1	2
7	0	2	0	0	1	1	2	2
8	0	2	0	0	1	1	4	2
9	0	2	1	0	1	1	2	2
10	0	2	1	0	1	1	4	2
11	0	3	0	0	1	1	1	1
12	0	3	0	0	1	1	2	2
13	0	3	0	0	1	1	4	2
14	0	3	0	0	1	1	7	1
15	0	3	0	1	1	1	2	2
16	0	3	0	3	1	1	1	2
17	0	3	1	0	1	1	4	1
18	0	3	1	1	1	1	4	2
19	0	4	0	0	1	1	2	2
20	0	4	0	0	1	1	4	2
21	0	4	0	1	1	1	2	1
22	0	4	0	2	1	1	2	1
23	0	4	1	0	1	1	1	1
24	0	4	1	0	1	1	5	2
25	0	4	2	0	1	1	4	2
26	0	4	2	2	1	1	6	1
27	1	1	0	0	1	1	1	2
28	1	1	0	0	1	1	2	1
29	1	1	0	0	1	1	4	2
30	1	1	0	0	1	1	6	2
31	1	1	0	1	1	1	1	2
32	1	1	0	1	1	1	2	2
33	1	1	1	0	1	1	2	2
34	1	1	1	0	1	1	4	2
35	1	1	1	0	1	1	6	2
36	1	1	2	0	1	1	1	2
37	1	1	2	0	1	1	2	2
38	1	1	2	0	1	1	4	2
39	1	1	2	0	1	1	5	2
40	1	1	2	1	1	1	2	2
41	1	2	0	0	1	1	2	2
42	1	2	0	0	1	1	4	2
43	1	2	0	0	1	1	6	2
44	1	2	1	0	1	1	1	1
45	1	2	1	0	1	1	2	2

46	1	2	1	0	1	1	3	1
47	1	2	1	0	1	1	6	2
48	1	2	2	0	1	1	4	2
49	1	2	2	0	1	1	6	2
50	1	3	0	0	1	1	1	2
51	1	3	0	0	1	1	2	1
52	1	3	0	0	1	1	4	2
53	1	3	0	0	1	1	5	2
54	1	3	0	0	1	1	6	1
55	1	3	1	0	1	1	1	2
56	1	3	1	0	1	1	2	1
57	1	3	1	0	1	1	4	2
58	1	3	2	0	1	1	1	2
59	1	3	2	0	1	1	2	2
60	1	3	2	0	1	1	4	2
61	1	4	0	0	1	1	1	1
62	1	4	0	0	1	1	2	1
63	1	4	0	0	1	1	4	1
64	1	4	0	1	1	1	4	1
65	1	4	0	3	1	1	2	1
66	1	4	1	0	1	1	1	2
67	1	4	1	0	1	1	2	1
68	1	4	1	0	1	1	4	2
69	1	4	2	0	1	1	2	2



ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดภาพ (E2) จำนวน 32 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x11</b>	<b>E2 Rule</b>
<b>1</b>	1	0	1	1	1	2
<b>2</b>	1	0	1	1	2	1
<b>3</b>	1	0	1	2	1	2
<b>4</b>	1	0	1	2	2	1
<b>5</b>	1	3	1	1	2	1
<b>6</b>	2	0	1	1	1	1
<b>7</b>	2	0	1	1	2	1
<b>8</b>	2	0	1	2	1	1
<b>9</b>	2	0	1	2	2	2
<b>10</b>	2	1	1	1	1	1
<b>11</b>	2	1	1	1	2	2
<b>12</b>	2	3	1	2	1	1
<b>13</b>	3	0	0	1	2	1
<b>14</b>	3	0	0	2	1	1
<b>15</b>	3	0	0	2	2	1
<b>16</b>	3	0	1	1	1	2
<b>17</b>	3	0	1	1	2	2
<b>18</b>	3	0	1	2	1	2
<b>19</b>	3	0	1	2	2	2
<b>20</b>	3	1	0	2	2	1
<b>21</b>	3	1	1	1	1	1
<b>22</b>	3	1	1	2	1	1
<b>23</b>	3	1	1	2	2	1
<b>24</b>	3	2	0	2	2	2
<b>25</b>	4	0	1	2	1	1
<b>26</b>	5	0	1	1	1	2
<b>27</b>	5	0	1	2	1	1
<b>28</b>	5	0	1	2	2	1
<b>29</b>	5	1	1	2	2	1
<b>30</b>	5	2	0	2	2	2
<b>31</b>	6	0	1	2	2	2
<b>32</b>	6	1	1	1	1	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดป้ายชื่อ (E3) จำนวน 79 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x3</b>	<b>x4</b>	<b>x7</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>E3 Rule</b>
1	1	1	0	1	1	1	2
2	1	1	0	1	1	2	2
3	1	1	0	1	1	4	2
4	1	1	0	2	1	2	2
5	1	1	0	2	1	4	2
6	1	2	0	2	1	2	2
7	1	2	1	1	1	1	2
8	1	3	0	1	1	1	1
9	1	3	0	1	1	2	2
10	1	3	0	1	1	4	2
11	1	3	0	1	1	5	2
12	1	3	0	1	1	6	2
13	1	3	0	2	1	1	2
14	1	3	0	2	1	2	1
15	1	3	0	2	1	6	2
16	1	3	1	1	1	1	2
17	1	3	1	1	1	2	2
18	1	3	1	2	1	2	2
19	1	5	0	1	1	2	2
20	1	5	0	2	1	4	2
21	1	5	1	2	1	2	1
22	2	1	0	1	1	1	2
23	2	1	0	1	1	2	1
24	2	1	0	2	1	2	2
25	2	1	0	2	1	4	2
26	2	2	0	1	1	2	2
27	2	2	0	1	1	3	2
28	2	3	0	1	1	1	1
29	2	3	0	1	1	2	2
30	2	3	0	1	1	4	1
31	2	3	0	1	1	6	2
32	2	3	0	2	1	2	2
33	2	3	0	2	1	4	2
34	2	3	0	2	1	6	2
35	2	5	0	1	1	4	2
36	3	1	0	1	1	1	2
37	3	1	0	1	1	4	2
38	3	1	0	2	1	1	2
39	3	1	0	2	1	2	2
40	3	1	0	2	1	4	2
41	3	1	3	1	1	1	1
42	3	2	0	1	1	1	1
43	3	2	0	2	1	4	2
44	3	2	1	1	1	4	2
45	3	3	0	1	1	1	2

<b>46</b>	3	3	0	1	1	2	1
<b>47</b>	3	3	0	1	1	4	2
<b>48</b>	3	3	0	1	1	7	2
<b>49</b>	3	3	0	2	1	1	2
<b>50</b>	3	3	0	2	1	2	2
<b>51</b>	3	3	0	2	1	4	2
<b>52</b>	3	3	0	2	1	6	2
<b>53</b>	3	4	0	2	1	2	1
<b>54</b>	3	5	0	1	1	4	2
<b>55</b>	3	5	0	2	1	2	2
<b>56</b>	3	5	0	2	1	4	1
<b>57</b>	3	5	0	2	1	5	2
<b>58</b>	3	5	1	1	1	2	2
<b>59</b>	4	1	0	1	1	1	2
<b>60</b>	4	1	0	1	1	2	2
<b>61</b>	4	1	0	2	1	2	2
<b>62</b>	4	2	0	1	1	1	1
<b>63</b>	4	2	0	1	1	4	2
<b>64</b>	4	2	0	2	1	2	2
<b>65</b>	4	2	3	2	1	2	2
<b>66</b>	4	3	0	1	1	1	2
<b>67</b>	4	3	0	1	1	2	2
<b>68</b>	4	3	0	1	1	4	2
<b>69</b>	4	3	0	2	1	2	1
<b>70</b>	4	3	0	2	1	4	2
<b>71</b>	4	3	0	2	1	5	2
<b>72</b>	4	3	1	2	1	2	1
<b>73</b>	4	3	1	2	1	4	1
<b>74</b>	4	3	2	2	1	6	2
<b>75</b>	4	4	0	2	1	2	1
<b>76</b>	4	5	0	1	1	1	1
<b>77</b>	4	5	0	2	1	2	1
<b>78</b>	4	5	0	2	1	4	1
<b>79</b>	4	5	2	2	1	2	1

ตารางกฎตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดสัญญาณ (E4) จำนวน 52 กฎ

<b>RULEs</b>	<b>x4</b>	<b>x8</b>	<b>x10</b>	<b>x12</b>	<b>x13</b>	<b>E4 Rule</b>
1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	2
3	1	1	1	1	4	2
4	1	1	1	2	1	1
5	1	1	1	2	2	2
6	1	1	2	1	1	1
7	1	1	2	1	2	1
8	1	1	2	1	4	2
9	1	1	2	2	2	1
10	1	1	2	2	4	2
11	2	1	1	1	2	2
12	2	1	1	1	4	2
13	2	1	1	2	1	1
14	2	1	1	2	3	2
15	2	1	2	1	2	1
16	2	1	2	1	4	2
17	2	1	2	2	2	2
18	3	0	1	2	4	1
19	3	0	2	1	1	1
20	3	0	2	1	2	1
21	3	0	2	1	4	2
22	3	0	2	2	2	2
23	3	0	2	2	4	1
24	3	0	2	2	6	1
25	3	1	1	1	1	1
26	3	1	1	1	2	1
27	3	1	1	1	4	2
28	3	1	1	1	6	1
29	3	1	1	1	7	1
30	3	1	1	2	1	2
31	3	1	1	2	2	1
32	3	1	1	2	4	1
33	3	1	1	2	5	1
34	3	1	2	1	1	1
35	3	1	2	1	2	2
36	3	1	2	1	4	1
37	3	1	2	1	6	2
38	3	1	2	2	2	1
39	3	1	2	2	4	1
40	3	1	2	2	5	1
41	3	1	2	2	6	2
42	4	1	2	1	2	1
43	4	1	2	2	2	1
44	5	0	2	2	2	1
45	5	1	1	1	2	2



<b>46</b>	5	1	1	1	4	2
<b>47</b>	5	1	1	2	1	1
<b>48</b>	5	1	2	1	2	1
<b>49</b>	5	1	2	1	4	2
<b>50</b>	5	1	2	1	5	1
<b>51</b>	5	1	2	2	2	1
<b>52</b>	5	1	2	2	4	1

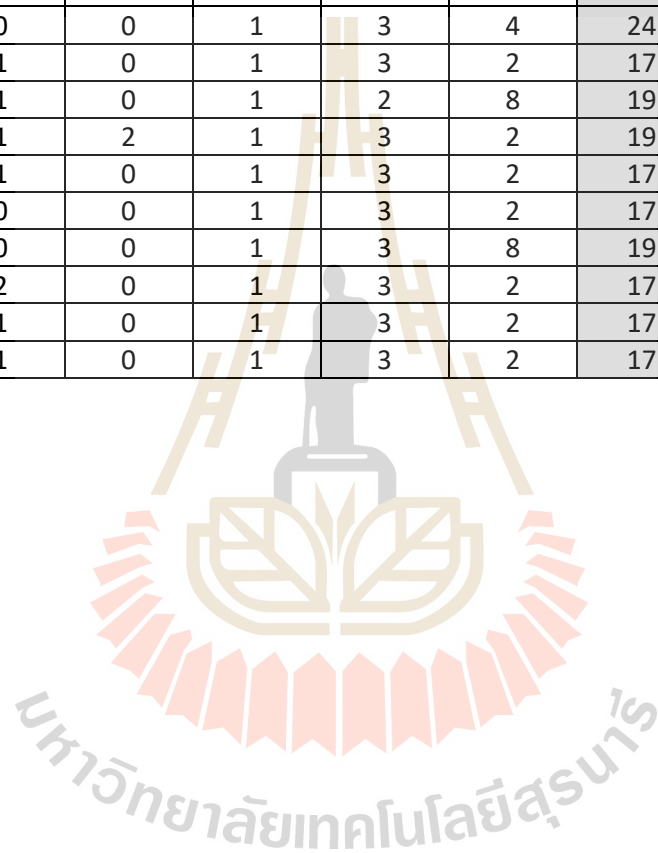




## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดตัวเลขแสดงผล (A1)

id	x5	x7	x8	x9	x13	A1 ans
1	0	0	1	3	2	17.4
2	0	0	1	3	2	17.4
3	1	1	1	2	2	19.5
4	2	0	1	3	2	17.4
5	0	0	1	3	2	17.4
6	2	0	1	3	1	19.5
7	1	0	1	1	2	24.4
8	1	0	1	2	2	19.5
9	1	1	1	3	2	19.5
10	1	0	1	3	2	17.4
11	1	0	1	3	2	17.4
12	1	0	1	3	2	17.4
13	0	1	1	3	2	17.4
14	0	0	1	3	2	17.4
15	0	0	1	3	2	17.4
16	1	0	1	1	4	24.4
17	1	1	1	3	2	19.5
18	0	0	1	1	4	17.4
19	0	0	1	3	2	17.4
20	0	0	1	2	1	17.4
21	1	0	1	3	2	17.4
22	0	0	1	3	2	17.4
23	0	1	1	3	2	17.4
24	0	0	1	3	4	24.4
25	1	0	1	3	2	17.4
26	0	0	1	3	2	17.4
27	0	1	1	1	2	17.4
28	1	0	1	3	2	17.4
29	0	0	1	3	2	17.4
30	1	1	1	3	2	19.5
31	1	0	1	3	2	17.4
32	1	0	1	3	2	17.4
33	0	3	1	3	4	19.5
34	1	0	1	3	2	17.4
35	0	0	1	3	2	17.4
36	1	0	1	3	2	17.4
37	1	0	1	3	2	17.4
38	1	0	1	3	2	17.4
39	1	0	1	3	2	17.4
40	1	0	1	3	1	17.4
41	1	0	1	3	2	17.4
42	0	0	1	3	2	17.4
43	1	0	1	3	2	17.4
44	1	0	1	3	2	17.4
45	1	0	1	3	2	17.4

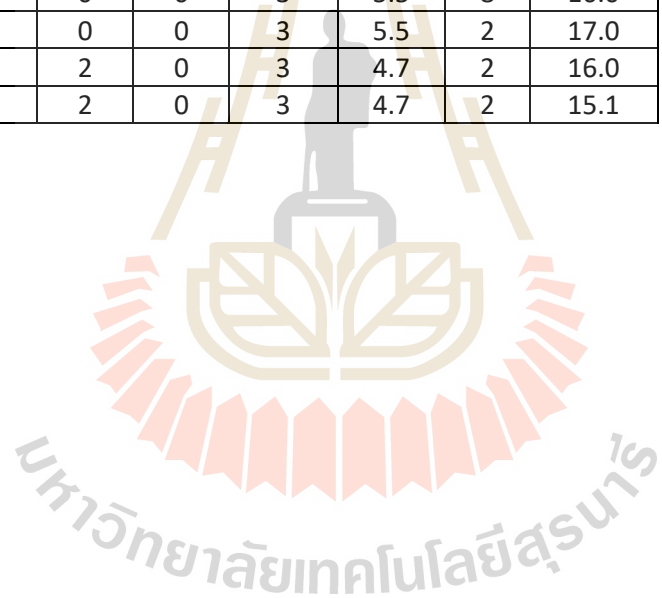
46	1	0	1	3	4	24.4
47	1	1	1	3	2	19.5
48	1	1	1	2	2	19.5
49	1	0	1	3	2	17.4
50	0	0	1	3	2	17.4
51	0	0	1	3	2	17.4
52	0	1	1	3	2	17.4
53	0	0	1	3	2	17.4
54	0	1	1	3	2	17.4
55	1	0	1	3	2	17.4
56	1	0	1	3	2	17.4
57	0	0	1	3	4	24.4
58	1	0	1	3	2	17.4
59	1	0	1	2	8	19.5
60	1	2	1	3	2	19.5
61	1	0	1	3	2	17.4
62	0	0	1	3	2	17.4
63	0	0	1	3	8	19.5
64	2	0	1	3	2	17.4
65	1	0	1	3	2	17.4
66	1	0	1	3	2	17.4



ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดปุ่มลบ (A2)

id	x4	x6	x7	x9	x10	x13	A2 mm
1	3	1	0	3	4.0	2	16.0
2	1	0	0	3	5.0	2	17.0
3	5	2	1	2	5.5	2	16.0
4	3	2	0	3	5.0	2	15.1
5	3	0	0	3	4.7	2	17.0
6	2	2	0	3	4.0	1	15.1
7	3	2	0	1	5.0	2	15.1
8	5	2	0	2	4.7	2	16.0
9	3	0	1	3	4.5	2	16.0
10	2	0	0	3	5.5	2	17.0
11	3	2	0	3	4.0	2	15.1
12	3	0	0	3	5.5	2	17.0
13	3	2	1	3	5.5	2	17.0
14	3	0	0	3	5.5	2	17.0
15	3	0	0	3	4.0	2	17.0
16	5	2	0	1	4.7	4	15.1
17	3	0	1	3	5.0	2	16.0
18	2	2	0	1	5.2	4	16.0
19	1	0	0	3	4.7	2	15.1
20	3	0	0	2	5.0	1	16.0
21	3	0	0	3	5.0	2	17.0
22	1	0	0	3	4.5	2	15.1
23	1	0	1	3	4.0	2	16.0
24	3	2	0	3	5.0	4	15.1
25	2	2	0	3	5.0	2	16.0
26	3	2	0	3	5.0	2	15.1
27	3	2	1	1	5.0	2	15.1
28	3	1	0	3	3.5	2	16.0
29	1	0	0	3	5.7	2	17.0
30	3	2	1	3	5.5	2	17.0
31	3	2	0	3	4.5	2	15.1
32	3	0	0	3	4.7	2	17.0
33	3	2	3	3	5.0	4	16.0
34	3	1	0	3	5.5	2	15.1
35	2	0	0	3	5.0	2	17.0
36	3	2	0	3	5.5	2	15.1
37	3	2	0	3	3.0	2	15.1
38	3	2	0	3	5.5	2	15.1
39	3	2	0	3	7.9	2	15.1
40	3	2	0	3	3.5	1	15.1
41	3	0	0	3	4.5	2	17.0
42	3	0	0	3	5.0	2	17.0
43	2	2	0	3	4.5	2	16.0
44	3	0	0	3	5.5	2	17.0
45	5	0	0	3	4.5	2	16.0

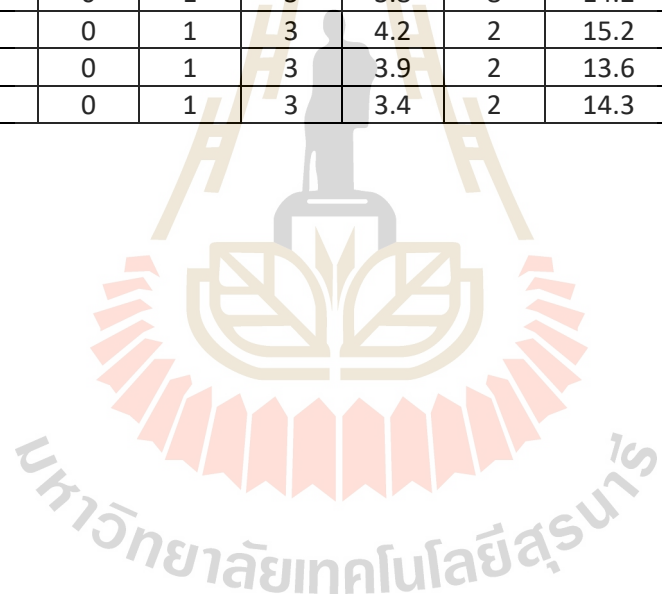
46	5	2	0	3	4.0	4	15.1
47	3	1	1	3	4.5	2	16.0
48	3	2	1	2	4.7	2	16.0
49	3	0	0	3	4.5	2	17.0
50	3	0	0	3	4.5	2	17.0
51	5	2	0	3	4.5	2	16.0
52	3	0	1	3	5.5	2	16.0
53	3	0	0	3	4.5	2	17.0
54	5	0	1	3	4.0	2	16.0
55	3	0	0	3	4.5	2	17.0
56	3	1	0	3	5.5	2	15.1
57	1	0	0	3	4.0	4	15.1
58	2	0	0	3	4.5	2	16.0
59	3	0	0	2	4.5	8	16.0
60	5	0	2	3	4.5	2	16.0
61	3	0	0	3	4.7	2	17.0
62	1	1	0	3	5.5	2	16.0
63	1	0	0	3	5.5	8	16.0
64	3	0	0	3	5.5	2	17.0
65	5	2	0	3	4.7	2	16.0
66	3	2	0	3	4.7	2	15.1



ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดกรอบปั๊มเลข (A3)

id	x4	x7	x8	x9	x11	x13	A3 mm
1	3	0	1	3	1.1	2	13.1
2	1	0	1	3	1.9	2	13.1
3	5	1	1	2	3.7	2	13.4
4	3	0	1	3	2.3	2	13.4
5	3	0	1	3	2.9	2	13.8
6	2	0	1	3	3.8	1	15.7
7	3	0	1	1	2.9	2	15.7
8	5	0	1	2	2.1	2	14.2
9	3	1	1	3	3.1	2	13.4
10	2	0	1	3	3.2	2	14.1
11	3	0	1	3	2.3	2	13.4
12	3	0	1	3	5.1	2	15.9
13	3	1	1	3	4.3	2	13.8
14	3	0	1	3	3.3	2	14.2
15	3	0	1	3	3.0	2	13.9
16	5	0	1	1	2.2	4	15.8
17	3	1	1	3	2.9	2	13.4
18	2	0	1	1	3.9	4	14.2
19	1	0	1	3	5.1	2	13.1
20	3	0	1	2	1.9	1	14.2
21	3	0	1	3	4.2	2	15.2
22	1	0	1	3	1.1	2	13.1
23	1	1	1	3	2.2	2	14.2
24	3	0	1	3	2.8	4	13.8
25	2	0	1	3	2.2	2	13.3
26	3	0	1	3	3.2	2	14.1
27	3	1	1	1	2.3	2	13.2
28	3	0	1	3	0.1	2	13.1
29	1	0	1	3	4.9	2	13.1
30	3	1	1	3	0.3	2	13.1
31	3	0	1	3	2.8	2	13.8
32	3	0	1	3	5.1	2	15.9
33	3	3	1	3	1.7	4	14.2
34	3	0	1	3	4.3	2	15.3
35	2	0	1	3	5.3	2	15.9
36	3	0	1	3	2.1	2	13.3
37	3	0	1	3	0.9	2	13.1
38	3	0	1	3	5.1	2	15.9
39	3	0	1	3	5.2	2	15.9
40	3	0	1	3	1.1	1	13.1
41	3	0	1	3	3.8	2	14.7
42	3	0	1	3	0.2	2	13.1
43	2	0	1	3	4.2	2	15.2
44	3	0	1	3	5.9	2	15.9
45	5	0	1	3	3.8	2	13.6

46	5	0	1	3	1.8	4	13.1
47	3	1	1	3	3.4	2	13.5
48	3	1	1	2	3.4	2	14.2
49	3	0	1	3	1.3	2	13.1
50	3	0	1	3	2.0	2	13.2
51	5	0	1	3	5.2	2	14.2
52	3	1	1	3	1.3	2	13.1
53	3	0	1	3	2.8	2	13.8
54	5	1	1	3	3.9	2	14.2
55	3	0	1	3	2.8	2	13.8
56	3	0	1	3	5.3	2	15.9
57	1	0	1	3	2.3	4	15.3
58	2	0	1	3	3.1	2	14.0
59	3	0	1	2	5.3	8	13.1
60	5	2	1	3	5.1	2	14.2
61	3	0	1	3	2.8	2	13.8
62	1	0	1	3	4.4	2	13.2
63	1	0	1	3	3.8	8	14.2
64	3	0	1	3	4.2	2	15.2
65	5	0	1	3	3.9	2	13.6
66	3	0	1	3	3.4	2	14.3





ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างกรอบปุ่มเลข (A4)

id	x4	x7	x8	x11	A4 ans
1	3	0	1	1.1	12.2
2	1	0	1	1.9	27.4
3	5	1	1	3.7	13.1
4	3	0	1	2.3	12.2
5	3	0	1	2.9	12.2
6	2	0	1	3.8	13.3
7	3	0	1	2.9	12.2
8	5	0	1	2.1	12.2
9	3	1	1	3.1	12.4
10	2	0	1	3.2	12.4
11	3	0	1	2.3	12.2
12	3	0	1	5.1	16.2
13	3	1	1	4.3	14.2
14	3	0	1	3.3	12.5
15	3	0	1	3.0	12.3
16	5	0	1	2.2	12.2
17	3	1	1	2.9	12.2
18	2	0	1	3.9	13.4
19	1	0	1	5.1	23.3
20	3	0	1	1.9	12.2
21	3	0	1	4.2	14.0
22	1	0	1	1.1	27.4
23	1	1	1	2.2	20.0
24	3	0	1	2.8	12.2
25	2	0	1	2.2	12.2
26	3	0	1	3.2	12.4
27	3	1	1	2.3	12.2
28	3	0	1	0.1	12.2
29	1	0	1	4.9	23.9
30	3	1	1	0.3	12.2
31	3	0	1	2.8	12.2
32	3	0	1	5.1	16.2
33	3	3	1	1.7	20.0
34	3	0	1	4.3	14.2
35	2	0	1	5.3	16.7
36	3	0	1	2.1	12.2
37	3	0	1	0.9	12.2
38	3	0	1	5.1	16.2
39	3	0	1	5.2	16.4
40	3	0	1	1.1	12.2
41	3	0	1	3.8	13.3
42	3	0	1	0.2	12.2
43	2	0	1	4.2	14.0
44	3	0	1	5.9	20.0
45	5	0	1	3.8	13.3

46	5	0	1	1.8	12.2
47	3	1	1	3.4	12.7
48	3	1	1	3.4	12.7
49	3	0	1	1.3	12.2
50	3	0	1	2.0	12.2
51	5	0	1	5.2	16.4
52	3	1	1	1.3	12.2
53	3	0	1	2.8	12.2
54	5	1	1	3.9	13.4
55	3	0	1	2.8	12.2
56	3	0	1	5.3	16.7
57	1	0	1	2.3	27.4
58	2	0	1	3.1	12.4
59	3	0	1	5.3	16.7
60	5	2	1	5.1	20.0
61	3	0	1	2.8	12.2
62	1	0	1	4.4	25.1
63	1	0	1	3.8	26.3
64	3	0	1	4.2	14.0
65	5	0	1	3.9	13.4
66	3	0	1	3.4	12.7



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดตัวเลข (A5)

id	x5	x7	x8	x9	x10	x11	x15	A5 ans
1	0	0	1	3	4.0	1.1	5.0	27.8
2	0	0	1	3	5.0	1.9	5.0	20.2
3	1	1	1	2	5.5	3.7	5.0	21.0
4	2	0	1	3	5.0	2.3	5.0	19.1
5	0	0	1	3	4.7	2.9	5.0	21.9
6	2	0	1	3	4.0	3.8	5.0	23.5
7	1	0	1	1	5.0	2.9	5.0	21.9
8	1	0	1	2	4.7	2.1	5.0	17.5
9	1	1	1	3	4.5	3.1	5.0	21.0
10	1	0	1	3	5.5	3.2	5.0	18.0
11	1	0	1	3	4.0	2.3	3.0	17.8
12	1	0	1	3	5.5	5.1	4.5	17.3
13	0	1	1	3	5.5	4.3	4.5	27.7
14	0	0	1	3	5.5	3.3	5.0	18.0
15	0	0	1	3	4.0	3.0	5.0	21.5
16	1	0	1	1	4.7	2.2	5.0	24.8
17	1	1	1	3	5.0	2.9	3.0	21.0
18	0	0	1	1	5.2	3.9	5.0	18.8
19	0	0	1	3	4.7	5.1	5.0	17.2
20	0	0	1	2	5.0	1.9	5.0	17.9
21	1	0	1	3	5.0	4.2	5.0	17.9
22	0	0	1	3	4.5	1.1	5.0	27.8
23	0	1	1	3	4.0	2.2	5.0	27.6
24	0	0	1	3	5.0	2.8	5.0	20.2
25	1	0	1	3	5.0	2.2	3.0	17.9
26	0	0	1	3	5.0	3.2	5.0	20.5
27	0	1	1	1	5.0	2.3	5.0	19.1
28	1	0	1	3	3.5	0.1	5.0	17.2
29	0	0	1	3	5.7	4.9	5.0	17.2
30	1	1	3	5.5	0.3	3.0	21.0	
31	1	0	1	3	4.5	2.8	5.0	17.9
32	1	0	1	3	4.7	5.1	5.0	17.2
33	0	3	1	3	5.0	1.7	3.0	21.0
34	1	0	1	3	5.5	4.3	4.5	17.4
35	0	0	1	3	5.0	5.3	5.0	17.9
36	1	0	1	3	5.5	2.1	5.0	17.5
37	1	0	1	3	3.0	0.9	3.0	17.8
38	1	0	1	3	5.5	5.1	5.0	17.2
39	1	0	1	3	7.9	5.2	5.0	17.2
40	1	0	1	3	3.5	1.1	5.0	17.2
41	1	0	1	3	4.5	3.8	3.0	17.8
42	0	0	1	3	5.0	0.2	5.0	20.2
43	1	0	1	3	4.5	4.2	3.0	17.8
44	1	0	1	3	5.5	5.9	5.0	17.2
45	1	0	1	3	4.5	3.8	5.0	17.7

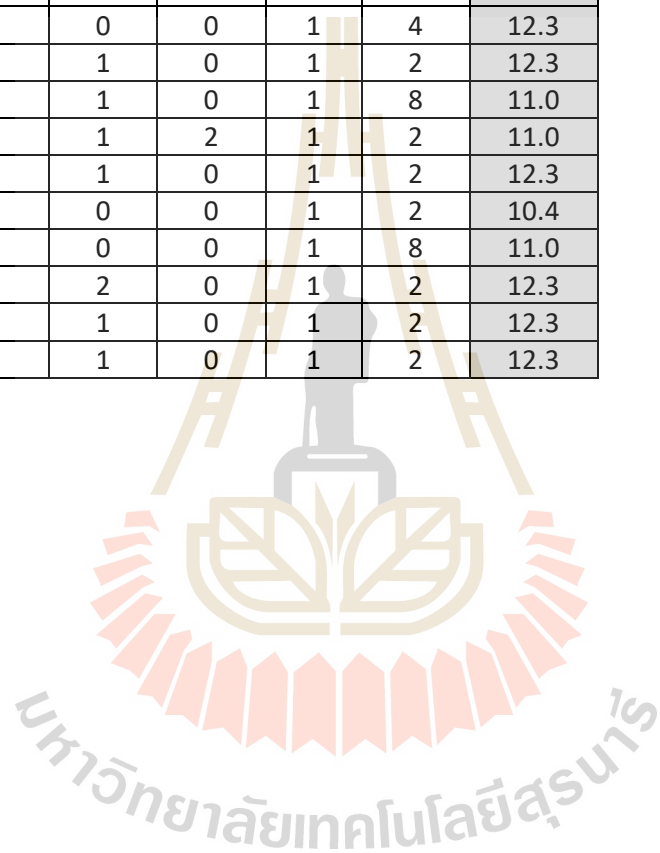
46	1	0	1	3	4.0	1.8	5.0	17.3
47	1	1	1	3	4.5	3.4	5.0	21.0
48	1	1	1	2	4.7	3.4	3.0	21.0
49	1	0	1	3	4.5	1.3	5.0	17.2
50	0	0	1	3	4.5	2.0	5.0	25.8
51	0	0	1	3	4.5	5.2	5.0	17.2
52	0	1	1	3	5.5	1.3	5.0	21.0
53	0	0	1	3	4.5	2.8	5.0	22.3
54	0	1	1	3	4.0	3.9	4.5	26.7
55	1	0	1	3	4.5	2.8	5.0	17.9
56	1	0	1	3	5.5	5.3	5.0	17.2
57	0	0	1	3	4.0	2.3	3.0	24.0
58	1	0	1	3	4.5	3.1	5.0	18.0
59	1	0	1	2	4.5	5.3	5.0	21.0
60	1	2	1	3	4.5	5.1	5.0	21.0
61	1	0	1	3	4.7	2.8	5.0	17.9
62	0	0	1	3	5.5	4.4	5.0	17.4
63	0	0	1	3	5.5	3.8	5.0	17.7
64	2	0	1	3	5.5	4.2	5.0	17.5
65	1	0	1	3	4.7	3.9	3.0	17.8
66	1	0	1	3	4.7	3.4	3.0	17.9



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดอักษร (A6)

id	x3	x5	x7	x8	x13	A6 ans
1	1	0	0	1	2	12.3
2	1	0	0	1	2	12.3
3	4	1	1	1	2	11.0
4	4	2	0	1	2	12.3
5	4	0	0	1	2	12.3
6	2	2	0	1	1	11.0
7	4	1	0	1	2	12.3
8	4	1	0	1	2	12.3
9	4	1	1	1	2	11.0
10	3	1	0	1	2	12.3
11	3	1	0	1	2	12.3
12	4	1	0	1	2	12.3
13	4	0	1	1	2	10.4
14	4	0	0	1	2	10.4
15	4	0	0	1	2	10.4
16	3	1	0	1	4	10.4
17	3	1	1	1	2	11.0
18	2	0	0	1	4	10.4
19	3	0	0	1	2	10.4
20	1	0	0	1	1	10.4
21	3	1	0	1	2	12.3
22	4	0	0	1	2	10.4
23	4	0	1	1	2	10.4
24	4	0	0	1	4	10.4
25	1	1	0	1	2	12.3
26	1	0	0	1	2	12.3
27	1	0	1	1	2	12.3
28	4	1	0	1	2	12.3
29	3	0	0	1	2	10.4
30	4	1	1	1	2	11.0
31	4	1	0	1	2	12.3
32	4	1	0	1	2	12.3
33	3	0	3	1	4	11.0
34	4	1	0	1	2	12.3
35	4	0	0	1	2	10.4
36	2	1	0	1	2	12.3
37	2	1	0	1	2	12.3
38	4	1	0	1	2	12.3
39	1	1	0	1	2	12.3
40	4	1	0	1	1	10.4
41	1	1	0	1	2	12.3
42	2	0	0	1	2	12.3
43	1	1	0	1	2	12.3
44	2	1	0	1	2	12.3
45	1	1	0	1	2	12.3

46	2	1	0	1	4	12.3
47	4	1	1	1	2	11.0
48	1	1	1	1	2	11.0
49	3	1	0	1	2	12.3
50	3	0	0	1	2	10.4
51	1	0	0	1	2	12.3
52	1	0	1	1	2	12.3
53	1	0	0	1	2	12.3
54	2	0	1	1	2	11.0
55	2	1	0	1	2	12.3
56	3	1	0	1	2	12.3
57	1	0	0	1	4	12.3
58	3	1	0	1	2	12.3
59	4	1	0	1	8	11.0
60	3	1	2	1	2	11.0
61	2	1	0	1	2	12.3
62	4	0	0	1	2	10.4
63	4	0	0	1	8	11.0
64	4	2	0	1	2	12.3
65	4	1	0	1	2	12.3
66	4	1	0	1	2	12.3



ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างปุ่มโทร (A7)

id	x4	x7	x10	x11	x15	A7 ans
1	3	0	4.0	1.1	5.0	15.0
2	1	0	5.0	1.9	5.0	15.1
3	5	1	5.5	3.7	5.0	16.5
4	3	0	5.0	2.3	5.0	15.7
5	3	0	4.7	2.9	5.0	16.6
6	2	0	4.0	3.8	5.0	16.3
7	3	0	5.0	2.9	5.0	16.6
8	5	0	4.7	2.1	5.0	15.4
9	3	1	4.5	3.1	5.0	16.9
10	2	0	5.5	3.2	5.0	17.1
11	3	0	4.0	2.3	3.0	16.4
12	3	0	5.5	5.1	4.5	15.0
13	3	1	5.5	4.3	4.5	15.5
14	3	0	5.5	3.3	5.0	17.1
15	3	0	4.0	3.0	5.0	16.8
16	5	0	4.7	2.2	5.0	15.5
17	3	1	5.0	2.9	3.0	16.6
18	2	0	5.2	3.9	5.0	16.1
19	1	0	4.7	5.1	5.0	15.0
20	3	0	5.0	1.9	5.0	15.1
21	3	0	5.0	4.2	5.0	15.7
22	1	0	4.5	1.1	5.0	15.0
23	1	1	4.0	2.2	5.0	20.0
24	3	0	5.0	2.8	5.0	16.4
25	2	0	5.0	2.2	3.0	16.4
26	3	0	5.0	3.2	5.0	17.1
27	3	1	5.0	2.3	5.0	15.7
28	3	0	3.5	0.1	5.0	15.0
29	1	0	5.7	4.9	5.0	15.0
30	3	1	5.5	0.3	3.0	16.4
31	3	0	4.5	2.8	5.0	16.4
32	3	0	4.7	5.1	5.0	15.0
33	3	3	5.0	1.7	3.0	20.0
34	3	0	5.5	4.3	4.5	15.5
35	2	0	5.0	5.3	5.0	15.0
36	3	0	5.5	2.1	5.0	15.4
37	3	0	3.0	0.9	3.0	16.4
38	3	0	5.5	5.1	5.0	15.0
39	3	0	7.9	5.2	5.0	15.0
40	3	0	3.5	1.1	5.0	15.0
41	3	0	4.5	3.8	3.0	16.4
42	3	0	5.0	0.2	5.0	15.0
43	2	0	4.5	4.2	3.0	16.4
44	3	0	5.5	5.9	5.0	15.0
45	5	0	4.5	3.8	5.0	18.2

46	5	0	4.0	1.8	5.0	15.0
47	3	1	4.5	3.4	5.0	17.5
48	3	1	4.7	3.4	3.0	17.5
49	3	0	4.5	1.3	5.0	15.0
50	3	0	4.5	2.0	5.0	15.2
51	5	0	4.5	5.2	5.0	20.0
52	3	1	5.5	1.3	5.0	15.0
53	3	0	4.5	2.8	5.0	16.4
54	5	1	4.0	3.9	4.5	18.4
55	3	0	4.5	2.8	5.0	16.4
56	3	0	5.5	5.3	5.0	15.0
57	1	0	4.0	2.3	3.0	16.4
58	2	0	4.5	3.1	5.0	16.9
59	3	0	4.5	5.3	5.0	15.0
60	5	2	4.5	5.1	5.0	20.0
61	3	0	4.7	2.8	5.0	16.4
62	1	0	5.5	4.4	5.0	15.4
63	1	0	5.5	3.8	5.0	16.3
64	3	0	5.5	4.2	5.0	15.7
65	5	0	4.7	3.9	3.0	18.4
66	3	0	4.7	3.4	3.0	17.0





ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดปุ่มโทร (A8)

id	x4	x5	x8	x9	x10	x11	x13	x14	A8 mm
1	3	0	1	3	4.0	1.1	2	10.0	13.0
2	1	0	1	3	5.0	1.9	2	6.5	14.7
3	5	1	1	2	5.5	3.7	2	10.0	14.6
4	3	2	1	3	5.0	2.3	2	5.5	13.3
5	3	0	1	3	4.7	2.9	2	9.5	13.2
6	2	2	1	3	4.0	3.8	1	10.0	14.6
7	3	1	1	1	5.0	2.9	2	7.0	14.9
8	5	1	1	2	4.7	2.1	2	3.5	14.6
9	3	1	1	3	4.5	3.1	2	5.5	13.3
10	2	1	1	3	5.5	3.2	2	5.5	16.1
11	3	1	1	3	4.0	2.3	2	13.5	13.1
12	3	1	1	3	5.5	5.1	2	3.0	13.0
13	3	0	1	3	5.5	4.3	2	3.0	13.1
14	3	0	1	3	5.5	3.3	2	4.5	13.3
15	3	0	1	3	4.0	3.0	2	4.0	13.3
16	5	1	1	1	4.7	2.2	4	6.0	13.1
17	3	1	1	3	5.0	2.9	2	10.0	13.3
18	2	0	1	1	5.2	3.9	4	6.0	14.6
19	1	0	1	3	4.7	5.1	2	6.0	13.0
20	3	0	1	2	5.0	1.9	1	6.5	14.6
21	3	1	1	3	5.0	4.2	2	5.5	13.3
22	1	0	1	3	4.5	1.1	2	5.5	13.0
23	1	0	1	3	4.0	2.2	2	3.5	13.1
24	3	0	1	3	5.0	2.8	4	7.5	16.1
25	2	1	1	3	5.0	2.2	2	7.5	15.9
26	3	0	1	3	5.0	3.2	2	5.0	13.3
27	3	0	1	1	5.0	2.3	2	7.5	13.3
28	3	1	1	3	3.5	0.1	2	6.0	13.0
29	1	0	1	3	5.7	4.9	2	4.0	14.6
30	3	1	1	3	5.5	0.3	2	8.0	13.0
31	3	1	1	3	4.5	2.8	2	5.5	13.2
32	3	1	1	3	4.7	5.1	2	5.0	14.6
33	3	0	1	3	5.0	1.7	4	9.5	16.1
34	3	1	1	3	5.5	4.3	2	5.5	13.1
35	2	0	1	3	5.0	5.3	2	10.0	16.1
36	3	1	1	3	5.5	2.1	2	5.0	13.1
37	3	1	1	3	3.0	0.9	2	13.0	13.1
38	3	1	1	3	5.5	5.1	2	3.0	13.0
39	3	1	1	3	7.9	5.2	2	4.0	13.0
40	3	1	1	3	3.5	1.1	1	3.5	13.0
41	3	1	1	3	4.5	3.8	2	18.5	13.4
42	3	0	1	3	5.0	0.2	2	6.0	13.3
43	2	1	1	3	4.5	4.2	2	5.0	14.6
44	3	1	1	3	5.5	5.9	2	7.0	13.0
45	5	1	1	3	4.5	3.8	2	5.5	14.6

46	5	1	1	3	4.0	1.8	4	3.5	14.6
47	3	1	1	3	4.5	3.4	2	5.0	13.3
48	3	1	1	2	4.7	3.4	2	12.5	14.6
49	3	1	1	3	4.5	1.3	2	5.5	13.0
50	3	0	1	3	4.5	2.0	2	4.5	13.0
51	5	0	1	3	4.5	5.2	2	7.5	14.6
52	3	0	1	3	5.5	1.3	2	7.0	13.0
53	3	0	1	3	4.5	2.8	2	10.0	13.2
54	5	0	1	3	4.0	3.9	2	12.0	14.6
55	3	1	1	3	4.5	2.8	2	12.0	13.2
56	3	1	1	3	5.5	5.3	2	4.5	13.0
57	1	0	1	3	4.0	2.3	4	7.5	13.5
58	2	1	1	3	4.5	3.1	2	7.5	14.6
59	3	1	1	2	4.5	5.3	8	12.0	14.6
60	5	1	1	3	4.5	5.1	2	5.5	14.6
61	3	1	1	3	4.7	2.8	2	28.5	13.4
62	1	0	1	3	5.5	4.4	2	4.5	15.8
63	1	0	1	3	5.5	3.8	8	4.0	14.6
64	3	2	1	3	5.5	4.2	2	5.0	13.6
65	5	1	1	3	4.7	3.9	2	12.5	14.6
66	3	1	1	3	4.7	3.4	2	9.0	13.3



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดรายข้อ (B1)

id	x3	x5	x7	x9	x10	x12	x13	B1 ans
1	1	0	0	3	4.0	4	2	15.3
2	1	0	0	3	5.0	3	2	15.6
3	4	1	1	2	5.5	4	2	18.0
4	4	2	0	3	5.0	4	2	18.0
5	4	0	0	3	4.7	5	2	15.5
6	2	2	0	3	4.0	3	1	18.0
7	4	1	0	1	5.0	2	2	18.0
8	4	1	0	2	4.7	2	2	18.0
9	4	1	1	3	4.5	2	2	18.0
10	3	1	0	3	5.5	3	2	15.3
11	3	1	0	3	4.0	2	2	18.0
12	4	1	0	3	5.5	4	2	23.2
13	4	0	1	3	5.5	5	2	18.0
14	4	0	0	3	5.5	4	2	15.3
15	4	0	0	3	4.0	4	2	15.3
16	3	1	0	1	4.7	5	4	15.5
17	3	1	1	3	5.0	3	2	15.6
18	2	0	0	1	5.2	3	4	23.2
19	3	0	0	3	4.7	1	2	16.0
20	1	0	0	2	5.0	3	1	18.0
21	3	1	0	3	5.0	3	2	15.6
22	4	0	0	3	4.5	2	2	15.6
23	4	0	1	3	4.0	4	2	18.0
24	4	0	0	3	5.0	5	4	22.9
25	1	1	0	3	5.0	3	2	15.6
26	1	0	0	3	5.0	2	2	15.6
27	1	0	1	1	5.0	3	2	18.0
28	4	1	0	3	3.5	3	2	18.0
29	3	0	0	3	5.7	4	2	15.3
30	4	1	1	3	5.5	5	2	18.0
31	4	1	0	3	4.5	5	2	18.0
32	4	1	0	3	4.7	4	2	22.4
33	3	0	3	3	5.0	2	4	18.0
34	4	1	0	3	5.5	5	2	23.2
35	4	0	0	3	5.0	4	2	15.6
36	2	1	0	3	5.5	3	2	23.2
37	2	1	0	3	3.0	3	2	15.3
38	4	1	0	3	5.5	5	2	23.2
39	1	1	0	3	7.9	2	2	15.6
40	4	1	0	3	3.5	4	1	15.3
41	1	1	0	3	4.5	3	2	15.3
42	2	0	0	3	5.0	2	2	15.6
43	1	1	0	3	4.5	2	2	15.6
44	2	1	0	3	5.5	3	2	23.2
45	1	1	0	3	4.5	2	2	15.6

46	2	1	0	3	4.0	3	4	18.0
47	4	1	1	3	4.5	4	2	18.0
48	1	1	1	2	4.7	2	2	18.0
49	3	1	0	3	4.5	3	2	18.0
50	3	0	0	3	4.5	1	2	16.0
51	1	0	0	3	4.5	2	2	15.6
52	1	0	1	3	5.5	2	2	18.0
53	1	0	0	3	4.5	1	2	16.0
54	2	0	1	3	4.0	1	2	18.0
55	2	1	0	3	4.5	1	2	16.0
56	3	1	0	3	5.5	4	2	15.3
57	1	0	0	3	4.0	2	4	15.6
58	3	1	0	3	4.5	1	2	18.0
59	4	1	0	2	4.5	2	8	18.0
60	3	1	2	3	4.5	2	2	18.0
61	2	1	0	3	4.7	3	2	16.3
62	4	0	0	3	5.5	3	2	15.3
63	4	0	0	3	5.5	5	8	18.0
64	4	2	0	3	5.5	3	2	18.0
65	4	1	0	3	4.7	3	2	22.4
66	4	1	0	3	4.7	5	2	22.4



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดรายการโทร (B2)

id	x2	x5	x7	x10	x13	x15	B2 ans
1	0	0	0	4.0	2	5.0	11.5
2	1	0	0	5.0	2	5.0	11.5
3	0	1	1	5.5	2	5.0	13.5
4	0	2	0	5.0	2	5.0	16.0
5	0	0	0	4.7	2	5.0	11.5
6	1	2	0	4.0	1	5.0	16.0
7	1	1	0	5.0	2	5.0	16.0
8	0	1	0	4.7	2	5.0	16.0
9	1	1	1	4.5	2	5.0	13.5
10	1	1	0	5.5	2	5.0	16.0
11	0	1	0	4.0	2	3.0	16.0
12	1	1	0	5.5	2	4.5	16.0
13	0	0	1	5.5	2	4.5	16.0
14	0	0	0	5.5	2	5.0	11.5
15	1	0	0	4.0	2	5.0	11.5
16	1	1	0	4.7	4	5.0	16.0
17	1	1	1	5.0	2	3.0	13.5
18	0	0	0	5.2	4	5.0	11.5
19	1	0	0	4.7	2	5.0	11.5
20	1	0	0	5.0	1	5.0	11.5
21	1	1	0	5.0	2	5.0	16.0
22	1	0	0	4.5	2	5.0	11.5
23	1	0	1	4.0	2	5.0	16.0
24	1	0	0	5.0	4	5.0	16.0
25	1	1	0	5.0	2	3.0	16.0
26	1	0	0	5.0	2	5.0	11.5
27	1	0	1	5.0	2	5.0	16.0
28	1	1	0	3.5	2	5.0	16.0
29	1	0	0	5.7	2	5.0	11.5
30	1	1	1	5.5	2	3.0	13.5
31	0	1	0	4.5	2	5.0	16.0
32	1	1	0	4.7	2	5.0	16.0
33	0	0	3	5.0	4	3.0	13.5
34	1	1	0	5.5	2	4.5	16.0
35	0	0	0	5.0	2	5.0	11.5
36	1	1	0	5.5	2	5.0	16.0
37	1	1	0	3.0	2	3.0	16.0
38	1	1	0	5.5	2	5.0	16.0
39	1	1	0	7.9	2	5.0	15.9
40	1	1	0	3.5	1	5.0	16.0
41	1	1	0	4.5	2	3.0	16.0
42	1	0	0	5.0	2	5.0	11.5
43	1	1	0	4.5	2	3.0	16.0
44	1	1	0	5.5	2	5.0	16.0
45	1	1	0	4.5	2	5.0	16.0

46	1	1	0	4.0	4	5.0	16.0
47	0	1	1	4.5	2	5.0	13.5
48	1	1	1	4.7	2	3.0	13.5
49	1	1	0	4.5	2	5.0	16.0
50	1	0	0	4.5	2	5.0	11.5
51	0	0	0	4.5	2	5.0	11.5
52	1	0	1	5.5	2	5.0	16.0
53	1	0	0	4.5	2	5.0	11.5
54	1	0	1	4.0	2	4.5	16.0
55	1	1	0	4.5	2	5.0	16.0
56	1	1	0	5.5	2	5.0	16.0
57	0	0	0	4.0	4	3.0	11.5
58	1	1	0	4.5	2	5.0	16.0
59	0	1	0	4.5	8	5.0	13.5
60	1	1	2	4.5	2	5.0	13.5
61	0	1	0	4.7	2	5.0	16.0
62	1	0	0	5.5	2	5.0	11.5
63	0	0	0	5.5	8	5.0	11.5
64	1	2	0	5.5	2	5.0	16.0
65	0	1	0	4.7	2	3.0	16.0
66	1	1	0	4.7	2	3.0	16.0



ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ภาพสัญลักษณ์รายการโทร (B3)

id	x2	x3	x5	x10	x13	x15	B3 mm
1	0	1	0	4.0	2	5.0	14.7
2	1	1	0	5.0	2	5.0	14.7
3	0	4	1	5.5	2	5.0	13.5
4	0	4	2	5.0	2	5.0	13.5
5	0	4	0	4.7	2	5.0	14.6
6	1	2	2	4.0	1	5.0	13.5
7	1	4	1	5.0	2	5.0	14.7
8	0	4	1	4.7	2	5.0	13.5
9	1	4	1	4.5	2	5.0	14.5
10	1	3	1	5.5	2	5.0	12.3
11	0	3	1	4.0	2	3.0	13.5
12	1	4	1	5.5	2	4.5	14.7
13	0	4	0	5.5	2	4.5	14.7
14	0	4	0	5.5	2	5.0	14.7
15	1	4	0	4.0	2	5.0	14.7
16	1	3	1	4.7	4	5.0	14.6
17	1	3	1	5.0	2	3.0	12.4
18	0	2	0	5.2	4	5.0	14.5
19	1	3	0	4.7	2	5.0	12.4
20	1	1	0	5.0	1	5.0	14.5
21	1	3	1	5.0	2	5.0	12.3
22	1	4	0	4.5	2	5.0	14.4
23	1	4	0	4.0	2	5.0	14.7
24	1	4	0	5.0	4	5.0	14.7
25	1	1	1	5.0	2	3.0	14.6
26	1	1	0	5.0	2	5.0	14.7
27	1	1	0	5.0	2	5.0	14.7
28	1	4	1	3.5	2	5.0	13.5
29	1	3	0	5.7	2	5.0	12.3
30	1	4	1	5.5	2	3.0	14.6
31	0	4	1	4.5	2	5.0	13.5
32	1	4	1	4.7	2	5.0	14.6
33	0	3	0	5.0	4	3.0	13.0
34	1	4	1	5.5	2	4.5	14.7
35	0	4	0	5.0	2	5.0	14.7
36	1	2	1	5.5	2	5.0	12.3
37	1	2	1	3.0	2	3.0	13.5
38	1	4	1	5.5	2	5.0	14.7
39	1	1	1	7.9	2	5.0	14.7
40	1	4	1	3.5	1	5.0	14.7
41	1	1	1	4.5	2	3.0	14.6
42	1	2	0	5.0	2	5.0	12.3
43	1	1	1	4.5	2	3.0	14.6
44	1	2	1	5.5	2	5.0	12.3
45	1	1	1	4.5	2	5.0	14.7

46	1	2	1	4.0	4	5.0	13.5
47	0	4	1	4.5	2	5.0	13.5
48	1	1	1	4.7	2	3.0	14.6
49	1	3	1	4.5	2	5.0	12.3
50	1	3	0	4.5	2	5.0	12.3
51	0	1	0	4.5	2	5.0	14.4
52	1	1	0	5.5	2	5.0	14.6
53	1	1	0	4.5	2	5.0	14.7
54	1	2	0	4.0	2	4.5	12.3
55	1	2	1	4.5	2	5.0	12.5
56	1	3	1	5.5	2	5.0	12.3
57	0	1	0	4.0	4	3.0	14.6
58	1	3	1	4.5	2	5.0	12.3
59	0	4	1	4.5	8	5.0	13.5
60	1	3	1	4.5	2	5.0	12.3
61	0	2	1	4.7	2	5.0	14.6
62	1	4	0	5.5	2	5.0	12.3
63	0	4	0	5.5	8	5.0	13.5
64	1	4	2	5.5	2	5.0	12.3
65	0	4	1	4.7	2	3.0	13.5
66	1	4	1	4.7	2	3.0	14.6





ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดรูปในรายชื่อ (B4)

id	x2	x5	x7	x10	x13	B4 mm
1	0	0	0	4.0	2	19.3
2	1	0	0	5.0	2	19.3
3	0	1	1	5.5	2	20.5
4	0	2	0	5.0	2	22.8
5	0	0	0	4.7	2	19.3
6	1	2	0	4.0	1	19.3
7	1	1	0	5.0	2	19.3
8	0	1	0	4.7	2	22.8
9	1	1	1	4.5	2	20.5
10	1	1	0	5.5	2	19.3
11	0	1	0	4.0	2	22.8
12	1	1	0	5.5	2	19.3
13	0	0	1	5.5	2	19.3
14	0	0	0	5.5	2	19.3
15	1	0	0	4.0	2	19.3
16	1	1	0	4.7	4	22.8
17	1	1	1	5.0	2	20.5
18	0	0	0	5.2	4	19.3
19	1	0	0	4.7	2	19.3
20	1	0	0	5.0	1	19.3
21	1	1	0	5.0	2	19.3
22	1	0	0	4.5	2	19.3
23	1	0	1	4.0	2	22.8
24	1	0	0	5.0	4	22.8
25	1	1	0	5.0	2	19.3
26	1	0	0	5.0	2	19.3
27	1	0	1	5.0	2	22.8
28	1	1	0	3.5	2	19.3
29	1	0	0	5.7	2	19.3
30	1	1	1	5.5	2	20.5
31	0	1	0	4.5	2	22.8
32	1	1	0	4.7	2	19.3
33	0	0	3	5.0	4	20.5
34	1	1	0	5.5	2	19.3
35	0	0	0	5.0	2	19.3
36	1	1	0	5.5	2	19.3
37	1	1	0	3.0	2	19.3
38	1	1	0	5.5	2	19.3
39	1	1	0	7.9	2	19.3
40	1	1	0	3.5	1	22.8
41	1	1	0	4.5	2	19.3
42	1	0	0	5.0	2	19.3
43	1	1	0	4.5	2	19.3
44	1	1	0	5.5	2	19.3
45	1	1	0	4.5	2	19.3

46	1	1	0	4.0	4	22.8
47	0	1	1	4.5	2	20.5
48	1	1	1	4.7	2	20.5
49	1	1	0	4.5	2	19.3
50	1	0	0	4.5	2	19.3
51	0	0	0	4.5	2	19.3
52	1	0	1	5.5	2	22.8
53	1	0	0	4.5	2	19.3
54	1	0	1	4.0	2	22.8
55	1	1	0	4.5	2	19.3
56	1	1	0	5.5	2	19.3
57	0	0	0	4.0	4	19.3
58	1	1	0	4.5	2	19.3
59	0	1	0	4.5	8	20.5
60	1	1	2	4.5	2	20.5
61	0	1	0	4.7	2	22.8
62	1	0	0	5.5	2	19.3
63	0	0	0	5.5	8	19.3
64	1	2	0	5.5	2	19.3
65	0	1	0	4.7	2	22.8
66	1	1	0	4.7	2	19.3



ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างรูปในรายชื่อ (B5)

id	x5	x9	x11	x12	x13	x15	B5 ans
1	0	3	1.1	4	2	5.0	14.8
2	0	3	1.9	3	2	5.0	14.8
3	1	2	3.7	4	2	5.0	20.0
4	2	3	2.3	4	2	5.0	14.8
5	0	3	2.9	5	2	5.0	16.8
6	2	3	3.8	3	1	5.0	20.0
7	1	1	2.9	2	2	5.0	16.8
8	1	2	2.1	2	2	5.0	20.0
9	1	3	3.1	2	2	5.0	16.2
10	1	3	3.2	3	2	5.0	15.3
11	1	3	2.3	2	2	3.0	16.3
12	1	3	5.1	4	2	4.5	14.9
13	0	3	4.3	5	2	4.5	14.9
14	0	3	3.3	4	2	5.0	14.9
15	0	3	3.0	4	2	5.0	16.3
16	1	1	2.2	5	4	5.0	14.8
17	1	3	2.9	3	2	3.0	16.8
18	0	1	3.9	3	4	5.0	14.8
19	0	3	5.1	1	2	5.0	17.9
20	0	2	1.9	3	1	5.0	14.8
21	1	3	4.2	3	2	5.0	14.8
22	0	3	1.1	2	2	5.0	16.2
23	0	3	2.2	4	2	5.0	14.8
24	0	3	2.8	5	4	5.0	16.9
25	1	3	2.2	3	2	3.0	16.3
26	0	3	3.2	2	2	5.0	16.2
27	0	1	2.3	3	2	5.0	14.8
28	1	3	0.1	3	2	5.0	14.8
29	0	3	4.9	4	2	5.0	14.8
30	1	3	0.3	5	2	3.0	16.3
31	1	3	2.8	5	2	5.0	16.9
32	1	3	5.1	4	2	5.0	14.8
33	0	3	1.7	2	4	3.0	16.3
34	1	3	4.3	5	2	4.5	14.9
35	0	3	5.3	4	2	5.0	14.8
36	1	3	2.1	3	2	5.0	14.8
37	1	3	0.9	3	2	3.0	16.3
38	1	3	5.1	5	2	5.0	14.8
39	1	3	5.2	2	2	5.0	16.2
40	1	3	1.1	4	1	5.0	14.8
41	1	3	3.8	3	2	3.0	16.3
42	0	3	0.2	2	2	5.0	16.2
43	1	3	4.2	2	2	3.0	16.3
44	1	3	5.9	3	2	5.0	14.8
45	1	3	3.8	2	2	5.0	16.2

46	1	3	1.8	3	4	5.0	14.8
47	1	3	3.4	4	2	5.0	14.8
48	1	2	3.4	2	2	3.0	20.0
49	1	3	1.3	3	2	5.0	14.8
50	0	3	2.0	1	2	5.0	17.9
51	0	3	5.2	2	2	5.0	16.2
52	0	3	1.3	2	2	5.0	16.2
53	0	3	2.8	1	2	5.0	17.9
54	0	3	3.9	1	2	4.5	17.9
55	1	3	2.8	1	2	5.0	17.9
56	1	3	5.3	4	2	5.0	14.8
57	0	3	2.3	2	4	3.0	16.3
58	1	3	3.1	1	2	5.0	17.9
59	1	2	5.3	2	8	5.0	20.0
60	1	3	5.1	2	2	5.0	16.2
61	1	3	2.8	3	2	5.0	16.9
62	0	3	4.4	3	2	5.0	14.8
63	0	3	3.8	5	8	5.0	20.0
64	2	3	4.2	3	2	5.0	14.8
65	1	3	3.9	3	2	3.0	16.3
66	1	3	3.4	5	2	3.0	16.3



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อความ (C1)

id	x3	x4	x7	x8	x10	x12	x13	x14	C1 ans
1	1	3	0	1	4.0	4	2	10.0	14.6
2	1	1	0	1	5.0	3	2	6.5	14.8
3	4	5	1	1	5.5	4	2	10.0	13.0
4	4	3	0	1	5.0	4	2	5.5	12.3
5	4	3	0	1	4.7	5	2	9.5	12.0
6	2	2	0	1	4.0	3	1	10.0	13.0
7	4	3	0	1	5.0	2	2	7.0	14.8
8	4	5	0	1	4.7	2	2	3.5	13.0
9	4	3	1	1	4.5	2	2	5.5	13.0
10	3	2	0	1	5.5	3	2	5.5	13.0
11	3	3	0	1	4.0	2	2	13.5	12.1
12	4	3	0	1	5.5	4	2	3.0	12.2
13	4	3	1	1	5.5	5	2	3.0	12.0
14	4	3	0	1	5.5	4	2	4.5	12.2
15	4	3	0	1	4.0	4	2	4.0	12.2
16	3	5	0	1	4.7	5	4	6.0	13.0
17	3	3	1	1	5.0	3	2	10.0	13.0
18	2	2	0	1	5.2	3	4	6.0	13.0
19	3	1	0	1	4.7	1	2	6.0	14.6
20	1	3	0	1	5.0	3	1	6.5	13.5
21	3	3	0	1	5.0	3	2	5.5	13.2
22	4	1	0	1	4.5	2	2	5.5	14.9
23	4	1	1	1	4.0	4	2	3.5	13.0
24	4	3	0	1	5.0	5	4	7.5	13.6
25	1	2	0	1	5.0	3	2	7.5	12.2
26	1	3	0	1	5.0	2	2	5.0	12.5
27	1	3	1	1	5.0	3	2	7.5	14.8
28	4	3	0	1	3.5	3	2	6.0	13.2
29	3	1	0	1	5.7	4	2	4.0	14.6
30	4	3	1	1	5.5	5	2	8.0	12.0
31	4	3	0	1	4.5	5	2	5.5	12.0
32	4	3	0	1	4.7	4	2	5.0	12.2
33	3	3	3	1	5.0	2	4	9.5	13.0
34	4	3	0	1	5.5	5	2	5.5	12.0
35	4	2	0	1	5.0	4	2	10.0	14.8
36	2	3	0	1	5.5	3	2	5.0	13.2
37	2	3	0	1	3.0	3	2	13.0	14.8
38	4	3	0	1	5.5	5	2	3.0	12.0
39	1	3	0	1	7.9	2	2	4.0	12.0
40	4	3	0	1	3.5	4	1	3.5	13.0
41	1	3	0	1	4.5	3	2	18.5	14.8
42	2	3	0	1	5.0	2	2	6.0	14.8
43	1	2	0	1	4.5	2	2	5.0	13.0
44	2	3	0	1	5.5	3	2	7.0	13.2
45	1	5	0	1	4.5	2	2	5.5	14.9

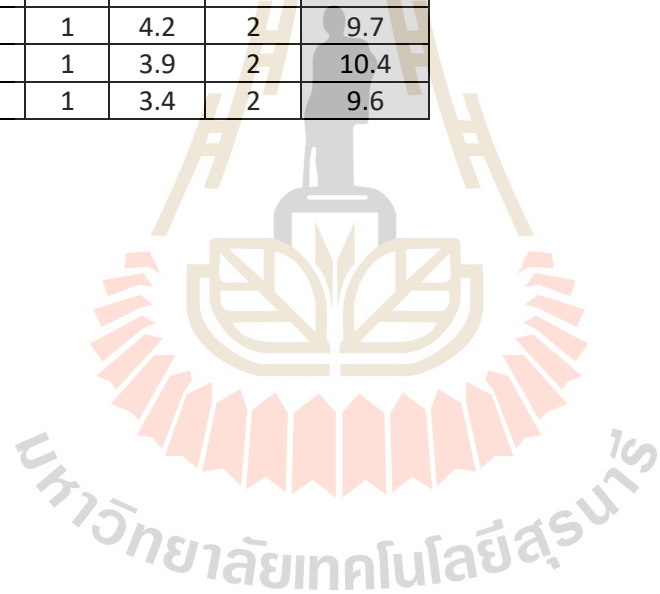
46	2	5	0	1	4.0	3	4	3.5	14.8
47	4	3	1	1	4.5	4	2	5.0	13.0
48	1	3	1	1	4.7	2	2	12.5	14.9
49	3	3	0	1	4.5	3	2	5.5	12.8
50	3	3	0	1	4.5	1	2	4.5	12.0
51	1	5	0	1	4.5	2	2	7.5	14.9
52	1	3	1	1	5.5	2	2	7.0	14.9
53	1	3	0	1	4.5	1	2	10.0	14.9
54	2	5	1	1	4.0	1	2	12.0	13.0
55	2	3	0	1	4.5	1	2	12.0	14.9
56	3	3	0	1	5.5	4	2	4.5	12.2
57	1	1	0	1	4.0	2	4	7.5	14.9
58	3	2	0	1	4.5	1	2	7.5	13.0
59	4	3	0	1	4.5	2	8	12.0	13.0
60	3	5	2	1	4.5	2	2	5.5	13.0
61	2	3	0	1	4.7	3	2	28.5	14.1
62	4	1	0	1	5.5	3	2	4.5	14.8
63	4	1	0	1	5.5	5	8	4.0	13.0
64	4	3	0	1	5.5	3	2	5.0	13.2
65	4	5	0	1	4.7	3	2	12.5	14.6
66	4	3	0	1	4.7	5	2	9.0	12.0



ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ รูปร่างกรอบข้อความ (C2)

id	x6	x8	x11	x13	C2 ans
1	1	1	1.1	2	9.2
2	0	1	1.9	2	9.7
3	2	1	3.7	2	10.3
4	2	1	2.3	2	10.4
5	0	1	2.9	2	9.8
6	2	1	3.8	1	10.6
7	2	1	2.9	2	9.8
8	2	1	2.1	2	10.1
9	0	1	3.1	2	9.4
10	0	1	3.2	2	9.3
11	2	1	2.3	2	10.4
12	0	1	5.1	2	9.2
13	2	1	4.3	2	9.5
14	0	1	3.3	2	9.4
15	0	1	3.0	2	9.6
16	2	1	2.2	4	10.3
17	0	1	2.9	2	9.8
18	2	1	3.9	4	10.4
19	0	1	5.1	2	9.2
20	0	1	1.9	1	9.7
21	0	1	4.2	2	9.7
22	0	1	1.1	2	9.2
23	0	1	2.2	2	10.3
24	2	1	2.8	4	11.5
25	2	1	2.2	2	10.3
26	2	1	3.2	2	9.3
27	2	1	2.3	2	10.4
28	1	1	0.1	2	9.2
29	0	1	4.9	2	9.2
30	2	1	0.3	2	9.2
31	2	1	2.8	2	9.9
32	0	1	5.1	2	9.2
33	2	1	1.7	4	9.4
34	1	1	4.3	2	12.1
35	0	1	5.3	2	9.2
36	2	1	2.1	2	10.1
37	2	1	0.9	2	9.2
38	2	1	5.1	2	9.2
39	2	1	5.2	2	9.2
40	2	1	1.1	1	9.2
41	0	1	3.8	2	10.6
42	0	1	0.2	2	9.2
43	2	1	4.2	2	9.7
44	0	1	5.9	2	9.2
45	0	1	3.8	2	10.6

46	2	1	1.8	4	9.5
47	1	1	3.4	2	9.6
48	2	1	3.4	2	9.6
49	0	1	1.3	2	9.2
50	0	1	2.0	2	9.9
51	2	1	5.2	2	9.2
52	0	1	1.3	2	9.2
53	0	1	2.8	2	9.9
54	0	1	3.9	2	10.4
55	0	1	2.8	2	9.9
56	1	1	5.3	2	12.5
57	0	1	2.3	4	10.4
58	0	1	3.1	2	9.4
59	0	1	5.3	8	12.5
60	0	1	5.1	2	9.2
61	0	1	2.8	2	9.9
62	1	1	4.4	2	12.4
63	0	1	3.8	8	12.5
64	0	1	4.2	2	9.7
65	2	1	3.9	2	10.4
66	2	1	3.4	2	9.6





ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อความสถานะ (C3)

id	x5	x8	x9	x10	x13	C3 ans
1	0	1	3	4.0	2	10.6
2	0	1	3	5.0	2	10.6
3	1	1	2	5.5	2	10.0
4	2	1	3	5.0	2	10.6
5	0	1	3	4.7	2	10.6
6	2	1	3	4.0	1	10.0
7	1	1	1	5.0	2	10.6
8	1	1	2	4.7	2	10.0
9	1	1	3	4.5	2	10.6
10	1	1	3	5.5	2	10.5
11	1	1	3	4.0	2	10.6
12	1	1	3	5.5	2	10.5
13	0	1	3	5.5	2	10.5
14	0	1	3	5.5	2	10.5
15	0	1	3	4.0	2	10.6
16	1	1	1	4.7	4	10.6
17	1	1	3	5.0	2	10.6
18	0	1	1	5.2	4	10.6
19	0	1	3	4.7	2	10.6
20	0	1	2	5.0	1	10.6
21	1	1	3	5.0	2	10.6
22	0	1	3	4.5	2	10.6
23	0	1	3	4.0	2	10.6
24	0	1	3	5.0	4	10.6
25	1	1	3	5.0	2	10.6
26	0	1	3	5.0	2	10.6
27	0	1	1	5.0	2	10.6
28	1	1	3	3.5	2	10.6
29	0	1	3	5.7	2	10.5
30	1	1	3	5.5	2	10.5
31	1	1	3	4.5	2	10.6
32	1	1	3	4.7	2	10.6
33	0	1	3	5.0	4	10.6
34	1	1	3	5.5	2	10.5
35	0	1	3	5.0	2	10.6
36	1	1	3	5.5	2	10.5
37	1	1	3	3.0	2	10.6
38	1	1	3	5.5	2	10.5
39	1	1	3	7.9	2	10.3
40	1	1	3	3.5	1	10.6
41	1	1	3	4.5	2	10.6
42	0	1	3	5.0	2	10.6
43	1	1	3	4.5	2	10.6
44	1	1	3	5.5	2	10.5
45	1	1	3	4.5	2	10.6

46	1	1	3	4.0	4	10.6
47	1	1	3	4.5	2	10.6
48	1	1	2	4.7	2	10.0
49	1	1	3	4.5	2	10.6
50	0	1	3	4.5	2	10.6
51	0	1	3	4.5	2	10.6
52	0	1	3	5.5	2	10.5
53	0	1	3	4.5	2	10.6
54	0	1	3	4.0	2	10.6
55	1	1	3	4.5	2	10.6
56	1	1	3	5.5	2	10.5
57	0	1	3	4.0	4	10.6
58	1	1	3	4.5	2	10.6
59	1	1	2	4.5	8	10.0
60	1	1	3	4.5	2	10.6
61	1	1	3	4.7	2	10.6
62	0	1	3	5.5	2	10.5
63	0	1	3	5.5	8	10.0
64	2	1	3	5.5	2	10.5
65	1	1	3	4.7	2	10.6
66	1	1	3	4.7	2	10.6



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดสติกเกอร์ (C4)

id	x2	x3	x6	x10	x11	x12	x13	x14	C4 mm
1	0	1	1	4.0	1.1	4	2	10.0	32.6
2	1	1	0	5.0	1.9	3	2	6.5	30.0
3	0	4	2	5.5	3.7	4	2	10.0	29.8
4	0	4	2	5.0	2.3	4	2	5.5	29.9
5	0	4	0	4.7	2.9	5	2	9.5	29.8
6	1	2	2	4.0	3.8	3	1	10.0	32.6
7	1	4	2	5.0	2.9	2	2	7.0	30.0
8	0	4	2	4.7	2.1	2	2	3.5	30.0
9	1	4	0	4.5	3.1	2	2	5.5	30.0
10	1	3	0	5.5	3.2	3	2	5.5	29.8
11	0	3	2	4.0	2.3	2	2	13.5	35.6
12	1	4	0	5.5	5.1	4	2	3.0	29.8
13	0	4	2	5.5	4.3	5	2	3.0	29.8
14	0	4	0	5.5	3.3	4	2	4.5	29.8
15	1	4	0	4.0	3.0	4	2	4.0	29.8
16	1	3	2	4.7	2.2	5	4	6.0	29.9
17	1	3	0	5.0	2.9	3	2	10.0	29.8
18	0	2	2	5.2	3.9	3	4	6.0	32.6
19	1	3	0	4.7	5.1	1	2	6.0	30.1
20	1	1	0	5.0	1.9	3	1	6.5	35.6
21	1	3	0	5.0	4.2	3	2	5.5	29.8
22	1	4	0	4.5	1.1	2	2	5.5	30.1
23	1	4	0	4.0	2.2	4	2	3.5	29.9
24	1	4	2	5.0	2.8	5	4	7.5	29.8
25	1	1	2	5.0	2.2	3	2	7.5	35.6
26	1	1	2	5.0	3.2	2	2	5.0	35.6
27	1	1	2	5.0	2.3	3	2	7.5	35.6
28	1	4	1	3.5	0.1	3	2	6.0	30.3
29	1	3	0	5.7	4.9	4	2	4.0	29.9
30	1	4	2	5.5	0.3	5	2	8.0	30.3
31	0	4	2	4.5	2.8	5	2	5.5	29.8
32	1	4	0	4.7	5.1	4	2	5.0	29.8
33	0	3	2	5.0	1.7	2	4	9.5	35.6
34	1	4	1	5.5	4.3	5	2	5.5	29.8
35	0	4	0	5.0	5.3	4	2	10.0	29.8
36	1	2	2	5.5	2.1	3	2	5.0	30.0
37	1	2	2	3.0	0.9	3	2	13.0	30.2
38	1	4	2	5.5	5.1	5	2	3.0	29.8
39	1	1	2	7.9	5.2	2	2	4.0	35.6
40	1	4	2	3.5	1.1	4	1	3.5	30.1
41	1	1	0	4.5	3.8	3	2	18.5	29.9
42	1	2	0	5.0	0.2	2	2	6.0	30.3
43	1	1	2	4.5	4.2	2	2	5.0	35.6
44	1	2	0	5.5	5.9	3	2	7.0	29.8
45	1	1	0	4.5	3.8	2	2	5.5	30.0

46	1	2	2	4.0	1.8	3	4	3.5	30.0
47	0	4	1	4.5	3.4	4	2	5.0	32.6
48	1	1	2	4.7	3.4	2	2	12.5	35.6
49	1	3	0	4.5	1.3	3	2	5.5	30.1
50	1	3	0	4.5	2.0	1	2	4.5	30.1
51	0	1	2	4.5	5.2	2	2	7.5	35.6
52	1	1	0	5.5	1.3	2	2	7.0	30.1
53	1	1	0	4.5	2.8	1	2	10.0	30.1
54	1	2	0	4.0	3.9	1	2	12.0	30.1
55	1	2	0	4.5	2.8	1	2	12.0	30.1
56	1	3	1	5.5	5.3	4	2	4.5	32.6
57	0	1	0	4.0	2.3	2	4	7.5	35.6
58	1	3	0	4.5	3.1	1	2	7.5	30.1
59	0	4	0	4.5	5.3	2	8	12.0	32.6
60	1	3	0	4.5	5.1	2	2	5.5	30.0
61	0	2	0	4.7	2.8	3	2	28.5	35.4
62	1	4	1	5.5	4.4	3	2	4.5	29.8
63	0	4	0	5.5	3.8	5	8	4.0	32.6
64	1	4	0	5.5	4.2	3	2	5.0	29.8
65	0	4	2	4.7	3.9	3	2	12.5	29.8
66	1	4	2	4.7	3.4	5	2	9.0	29.8



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อหัวข้อ (D1)

id	x3	x5	x7	x10	x13	D1 ans
1	1	0	0	4.0	2	19.4
2	1	0	0	5.0	2	19.4
3	4	1	1	5.5	2	16.0
4	4	2	0	5.0	2	19.4
5	4	0	0	4.7	2	13.5
6	2	2	0	4.0	1	16.0
7	4	1	0	5.0	2	13.5
8	4	1	0	4.7	2	13.5
9	4	1	1	4.5	2	16.0
10	3	1	0	5.5	2	13.5
11	3	1	0	4.0	2	13.5
12	4	1	0	5.5	2	13.6
13	4	0	1	5.5	2	13.6
14	4	0	0	5.5	2	13.6
15	4	0	0	4.0	2	13.5
16	3	1	0	4.7	4	19.4
17	3	1	1	5.0	2	16.0
18	2	0	0	5.2	4	19.4
19	3	0	0	4.7	2	19.4
20	1	0	0	5.0	1	19.4
21	3	1	0	5.0	2	13.5
22	4	0	0	4.5	2	13.5
23	4	0	1	4.0	2	13.5
24	4	0	0	5.0	4	19.4
25	1	1	0	5.0	2	19.4
26	1	0	0	5.0	2	19.4
27	1	0	1	5.0	2	19.4
28	4	1	0	3.5	2	13.5
29	3	0	0	5.7	2	19.4
30	4	1	1	5.5	2	16.0
31	4	1	0	4.5	2	13.5
32	4	1	0	4.7	2	13.5
33	3	0	3	5.0	4	16.0
34	4	1	0	5.5	2	13.6
35	4	0	0	5.0	2	13.5
36	2	1	0	5.5	2	19.4
37	2	1	0	3.0	2	19.4
38	4	1	0	5.5	2	13.6
39	1	1	0	7.9	2	19.1
40	4	1	0	3.5	1	19.4
41	1	1	0	4.5	2	19.4
42	2	0	0	5.0	2	19.4
43	1	1	0	4.5	2	19.4
44	2	1	0	5.5	2	19.4
45	1	1	0	4.5	2	19.4

46	2	1	0	4.0	4	19.4
47	4	1	1	4.5	2	16.0
48	1	1	1	4.7	2	16.0
49	3	1	0	4.5	2	13.5
50	3	0	0	4.5	2	19.4
51	1	0	0	4.5	2	19.4
52	1	0	1	5.5	2	19.4
53	1	0	0	4.5	2	19.4
54	2	0	1	4.0	2	16.0
55	2	1	0	4.5	2	19.4
56	3	1	0	5.5	2	13.6
57	1	0	0	4.0	4	19.4
58	3	1	0	4.5	2	13.5
59	4	1	0	4.5	8	16.0
60	3	1	2	4.5	2	16.0
61	2	1	0	4.7	2	19.4
62	4	0	0	5.5	2	13.6
63	4	0	0	5.5	8	16.0
64	4	2	0	5.5	2	19.4
65	4	1	0	4.7	2	13.5
66	4	1	0	4.7	2	13.5



ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดสัญญาณ (D2)

id	x4	x7	x10	x12	x15	D2 mm
1	3	0	4.0	4	5.0	19.7
2	1	0	5.0	3	5.0	18.9
3	5	1	5.5	4	5.0	18.6
4	3	0	5.0	4	5.0	19.7
5	3	0	4.7	5	5.0	19.7
6	2	0	4.0	3	5.0	18.5
7	3	0	5.0	2	5.0	19.7
8	5	0	4.7	2	5.0	18.4
9	3	1	4.5	2	5.0	19.6
10	2	0	5.5	3	5.0	18.5
11	3	0	4.0	2	3.0	19.7
12	3	0	5.5	4	4.5	19.7
13	3	1	5.5	5	4.5	18.4
14	3	0	5.5	4	5.0	19.7
15	3	0	4.0	4	5.0	19.7
16	5	0	4.7	5	5.0	19.7
17	3	1	5.0	3	3.0	18.9
18	2	0	5.2	3	5.0	18.5
19	1	0	4.7	1	5.0	19.7
20	3	0	5.0	3	5.0	19.6
21	3	0	5.0	3	5.0	19.6
22	1	0	4.5	2	5.0	19.6
23	1	1	4.0	4	5.0	18.9
24	3	0	5.0	5	5.0	19.7
25	2	0	5.0	3	3.0	18.5
26	3	0	5.0	2	5.0	19.7
27	3	1	5.0	3	5.0	18.9
28	3	0	3.5	3	5.0	19.6
29	1	0	5.7	4	5.0	18.4
30	3	1	5.5	5	3.0	18.4
31	3	0	4.5	5	5.0	19.7
32	3	0	4.7	4	5.0	19.7
33	3	3	5.0	2	3.0	18.9
34	3	0	5.5	5	4.5	19.7
35	2	0	5.0	4	5.0	18.4
36	3	0	5.5	3	5.0	19.6
37	3	0	3.0	3	3.0	19.6
38	3	0	5.5	5	5.0	19.7
39	3	0	7.9	2	5.0	19.6
40	3	0	3.5	4	5.0	19.7
41	3	0	4.5	3	3.0	19.6
42	3	0	5.0	2	5.0	19.7
43	2	0	4.5	2	3.0	18.4
44	3	0	5.5	3	5.0	19.6
45	5	0	4.5	2	5.0	18.4

46	5	0	4.0	3	5.0	18.3
47	3	1	4.5	4	5.0	18.4
48	3	1	4.7	2	3.0	19.5
49	3	0	4.5	3	5.0	19.3
50	3	0	4.5	1	5.0	18.9
51	5	0	4.5	2	5.0	18.4
52	3	1	5.5	2	5.0	19.6
53	3	0	4.5	1	5.0	19.7
54	5	1	4.0	1	4.5	18.3
55	3	0	4.5	1	5.0	19.7
56	3	0	5.5	4	5.0	19.7
57	1	0	4.0	2	3.0	19.5
58	2	0	4.5	1	5.0	18.3
59	3	0	4.5	2	5.0	19.7
60	5	2	4.5	2	5.0	19.5
61	3	0	4.7	3	5.0	19.6
62	1	0	5.5	3	5.0	18.9
63	1	0	5.5	5	5.0	18.4
64	3	0	5.5	3	5.0	19.6
65	5	0	4.7	3	3.0	18.9
66	3	0	4.7	5	3.0	19.7





## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ สี (D3)

id	x3	x5	x8	x10	x11	x13	D3 ans
1	1	0	1	4.0	1.1	2	180
2	1	0	1	5.0	1.9	2	147
3	4	1	1	5.5	3.7	2	240
4	4	2	1	5.0	2.3	2	60
5	4	0	1	4.7	2.9	2	180
6	2	2	1	4.0	3.8	1	150
7	4	1	1	5.0	2.9	2	240
8	4	1	1	4.7	2.1	2	150
9	4	1	1	4.5	3.1	2	150
10	3	1	1	5.5	3.2	2	120
11	3	1	1	4.0	2.3	2	180
12	4	1	1	5.5	5.1	2	240
13	4	0	1	5.5	4.3	2	120
14	4	0	1	5.5	3.3	2	180
15	4	0	1	4.0	3.0	2	180
16	3	1	1	4.7	2.2	4	120
17	3	1	1	5.0	2.9	2	147
18	2	0	1	5.2	3.9	4	117
19	3	0	1	4.7	5.1	2	60
20	1	0	1	5.0	1.9	1	180
21	3	1	1	5.0	4.2	2	147
22	4	0	1	4.5	1.1	2	180
23	4	0	1	4.0	2.2	2	180
24	4	0	1	5.0	2.8	4	114
25	1	1	1	5.0	2.2	2	147
26	1	0	1	5.0	3.2	2	147
27	1	0	1	5.0	2.3	2	147
28	4	1	1	3.5	0.1	2	150
29	3	0	1	5.7	4.9	2	120
30	4	1	1	5.5	0.3	2	128
31	4	1	1	4.5	2.8	2	150
32	4	1	1	4.7	5.1	2	150
33	3	0	1	5.0	1.7	4	128
34	4	1	1	5.5	4.3	2	240
35	4	0	1	5.0	5.3	2	147
36	2	1	1	5.5	2.1	2	120
37	2	1	1	3.0	0.9	2	120
38	4	1	1	5.5	5.1	2	240
39	1	1	1	7.9	5.2	2	120
40	4	1	1	3.5	1.1	1	120
41	1	1	1	4.5	3.8	2	180
42	2	0	1	5.0	0.2	2	180
43	1	1	1	4.5	4.2	2	180
44	2	1	1	5.5	5.9	2	120
45	1	1	1	4.5	3.8	2	180

46	2	1	1	4.0	1.8	4	150
47	4	1	1	4.5	3.4	2	150
48	1	1	1	4.7	3.4	2	180
49	3	1	1	4.5	1.3	2	180
50	3	0	1	4.5	2.0	2	60
51	1	0	1	4.5	5.2	2	180
52	1	0	1	5.5	1.3	2	120
53	1	0	1	4.5	2.8	2	180
54	2	0	1	4.0	3.9	2	180
55	2	1	1	4.5	2.8	2	120
56	3	1	1	5.5	5.3	2	120
57	1	0	1	4.0	2.3	4	180
58	3	1	1	4.5	3.1	2	180
59	4	1	1	4.5	5.3	8	150
60	3	1	1	4.5	5.1	2	180
61	2	1	1	4.7	2.8	2	120
62	4	0	1	5.5	4.4	2	120
63	4	0	1	5.5	3.8	8	150
64	4	2	1	5.5	4.2	2	60
65	4	1	1	4.7	3.9	2	150
66	4	1	1	4.7	3.4	2	150



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดป้ายชื่อ (D4)

id	x5	x7	x10	x12	x13	D4 ans
1	0	0	4.0	4	2	14.0
2	0	0	5.0	3	2	13.9
3	1	1	5.5	4	2	12.0
4	2	0	5.0	4	2	13.9
5	0	0	4.7	5	2	14.0
6	2	0	4.0	3	1	14.0
7	1	0	5.0	2	2	11.4
8	1	0	4.7	2	2	11.4
9	1	1	4.5	2	2	12.0
10	1	0	5.5	3	2	11.2
11	1	0	4.0	2	2	11.4
12	1	0	5.5	4	2	11.2
13	0	1	5.5	5	2	11.2
14	0	0	5.5	4	2	13.9
15	0	0	4.0	4	2	14.0
16	1	0	4.7	5	4	11.2
17	1	1	5.0	3	2	12.0
18	0	0	5.2	3	4	13.9
19	0	0	4.7	1	2	13.7
20	0	0	5.0	3	1	13.9
21	1	0	5.0	3	2	11.2
22	0	0	4.5	2	2	13.8
23	0	1	4.0	4	2	11.2
24	0	0	5.0	5	4	13.9
25	1	0	5.0	3	2	11.2
26	0	0	5.0	2	2	13.8
27	0	1	5.0	3	2	11.2
28	1	0	3.5	3	2	11.2
29	0	0	5.7	4	2	13.9
30	1	1	5.5	5	2	12.0
31	1	0	4.5	5	2	11.2
32	1	0	4.7	4	2	11.2
33	0	3	5.0	2	4	12.0
34	1	0	5.5	5	2	11.2
35	0	0	5.0	4	2	13.9
36	1	0	5.5	3	2	11.2
37	1	0	3.0	3	2	11.2
38	1	0	5.5	5	2	11.2
39	1	0	7.9	2	2	11.5
40	1	0	3.5	4	1	14.0
41	1	0	4.5	3	2	11.2
42	0	0	5.0	2	2	13.8
43	1	0	4.5	2	2	11.4
44	1	0	5.5	3	2	11.2
45	1	0	4.5	2	2	11.4

46	1	0	4.0	3	4	11.2
47	1	1	4.5	4	2	12.0
48	1	1	4.7	2	2	12.0
49	1	0	4.5	3	2	11.2
50	0	0	4.5	1	2	13.7
51	0	0	4.5	2	2	13.8
52	0	1	5.5	2	2	11.4
53	0	0	4.5	1	2	13.7
54	0	1	4.0	1	2	11.6
55	1	0	4.5	1	2	11.6
56	1	0	5.5	4	2	11.2
57	0	0	4.0	2	4	13.8
58	1	0	4.5	1	2	11.6
59	1	0	4.5	2	8	12.0
60	1	2	4.5	2	2	12.0
61	1	0	4.7	3	2	11.2
62	0	0	5.5	3	2	13.9
63	0	0	5.5	5	8	11.2
64	2	0	5.5	3	2	13.9
65	1	0	4.7	3	2	11.2
66	1	0	4.7	5	2	11.2



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดข้อความ (E1)

id	x2	x3	x5	x7	x10	x12	x13	E1 ans
1	0	1	0	0	4.0	4	2	14.9
2	1	1	0	0	5.0	3	2	11.4
3	0	4	1	1	5.5	4	2	12.5
4	0	4	2	0	5.0	4	2	12.5
5	0	4	0	0	4.7	5	2	14.9
6	1	2	2	0	4.0	3	1	12.5
7	1	4	1	0	5.0	2	2	11.5
8	0	4	1	0	4.7	2	2	12.5
9	1	4	1	1	4.5	2	2	12.5
10	1	3	1	0	5.5	3	2	11.5
11	0	3	1	0	4.0	2	2	12.5
12	1	4	1	0	5.5	4	2	11.5
13	0	4	0	1	5.5	5	2	11.5
14	0	4	0	0	5.5	4	2	14.9
15	1	4	0	0	4.0	4	2	11.4
16	1	3	1	0	4.7	5	4	14.9
17	1	3	1	1	5.0	3	2	12.5
18	0	2	0	0	5.2	3	4	14.9
19	1	3	0	0	4.7	1	2	11.7
20	1	1	0	0	5.0	3	1	14.9
21	1	3	1	0	5.0	3	2	11.4
22	1	4	0	0	4.5	2	2	11.5
23	1	4	0	1	4.0	4	2	12.5
24	1	4	0	0	5.0	5	4	11.4
25	1	1	1	0	5.0	3	2	14.9
26	1	1	0	0	5.0	2	2	11.5
27	1	1	0	1	5.0	3	2	14.9
28	1	4	1	0	3.5	3	2	11.4
29	1	3	0	0	5.7	4	2	11.5
30	1	4	1	1	5.5	5	2	12.5
31	0	4	1	0	4.5	5	2	12.5
32	1	4	1	0	4.7	4	2	11.4
33	0	3	0	3	5.0	2	4	12.5
34	1	4	1	0	5.5	5	2	11.5
35	0	4	0	0	5.0	4	2	14.9
36	1	2	1	0	5.5	3	2	14.9
37	1	2	1	0	3.0	3	2	14.9
38	1	4	1	0	5.5	5	2	11.5
39	1	1	1	0	7.9	2	2	14.8
40	1	4	1	0	3.5	4	1	14.9
41	1	1	1	0	4.5	3	2	14.9
42	1	2	0	0	5.0	2	2	14.8
43	1	1	1	0	4.5	2	2	14.8
44	1	2	1	0	5.5	3	2	14.9
45	1	1	1	0	4.5	2	2	14.8

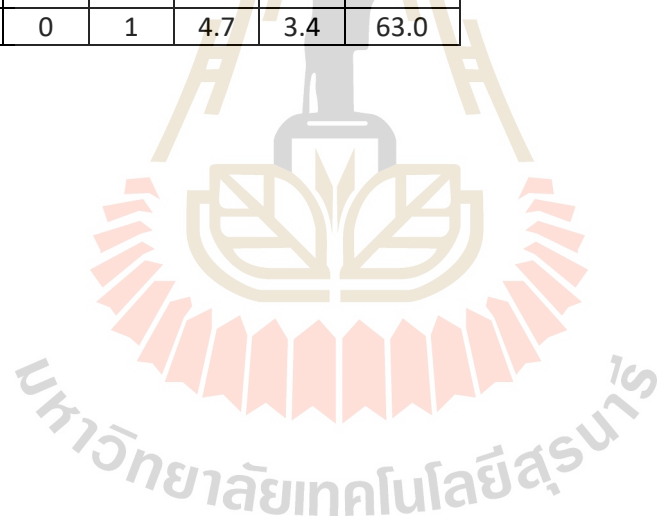
46	1	2	1	0	4.0	3	4	12.5
47	0	4	1	1	4.5	4	2	12.5
48	1	1	1	1	4.7	2	2	12.5
49	1	3	1	0	4.5	3	2	11.4
50	1	3	0	0	4.5	1	2	11.7
51	0	1	0	0	4.5	2	2	14.8
52	1	1	0	1	5.5	2	2	14.8
53	1	1	0	0	4.5	1	2	11.7
54	1	2	0	1	4.0	1	2	12.5
55	1	2	1	0	4.5	1	2	14.7
56	1	3	1	0	5.5	4	2	11.5
57	0	1	0	0	4.0	2	4	14.8
58	1	3	1	0	4.5	1	2	11.7
59	0	4	1	0	4.5	2	8	12.5
60	1	3	1	2	4.5	2	2	12.5
61	0	2	1	0	4.7	3	2	14.9
62	1	4	0	0	5.5	3	2	11.5
63	0	4	0	0	5.5	5	8	12.5
64	1	4	2	0	5.5	3	2	14.9
65	0	4	1	0	4.7	3	2	12.5
66	1	4	1	0	4.7	5	2	11.4



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดภาพ (E2)

id	x4	x7	x8	x10	x11	E2 mm
1	3	0	1	4.0	1.1	64.2
2	1	0	1	5.0	1.9	63.0
3	5	1	1	5.5	3.7	52.2
4	3	0	1	5.0	2.3	63.8
5	3	0	1	4.7	2.9	63.2
6	2	0	1	4.0	3.8	52.0
7	3	0	1	5.0	2.9	63.2
8	5	0	1	4.7	2.1	64.0
9	3	1	1	4.5	3.1	52.4
10	2	0	1	5.5	3.2	55.8
11	3	0	1	4.0	2.3	63.8
12	3	0	1	5.5	5.1	64.2
13	3	1	1	5.5	4.3	51.4
14	3	0	1	5.5	3.3	62.8
15	3	0	1	4.0	3.0	63.2
16	5	0	1	4.7	2.2	64.0
17	3	1	1	5.0	2.9	52.2
18	2	0	1	5.2	3.9	59.4
19	1	0	1	4.7	5.1	51.0
20	3	0	1	5.0	1.9	63.8
21	3	0	1	5.0	4.2	63.8
22	1	0	1	4.5	1.1	64.2
23	1	1	1	4.0	2.2	56.4
24	3	0	1	5.0	2.8	63.4
25	2	0	1	5.0	2.2	52.4
26	3	0	1	5.0	3.2	63.0
27	3	1	1	5.0	2.3	51.6
28	3	0	1	3.5	0.1	64.2
29	1	0	1	5.7	4.9	51.0
30	3	1	1	5.5	0.3	51.0
31	3	0	1	4.5	2.8	63.4
32	3	0	1	4.7	5.1	64.2
33	3	3	1	5.0	1.7	56.4
34	3	0	1	5.5	4.3	63.8
35	2	0	1	5.0	5.3	60.4
36	3	0	1	5.5	2.1	64.0
37	3	0	1	3.0	0.9	64.2
38	3	0	1	5.5	5.1	64.2
39	3	0	1	7.9	5.2	64.2
40	3	0	1	3.5	1.1	64.2
41	3	0	1	4.5	3.8	63.4
42	3	0	1	5.0	0.2	63.8
43	2	0	1	4.5	4.2	51.6
44	3	0	1	5.5	5.9	64.2
45	5	0	1	4.5	3.8	62.2

46	5	0	1	4.0	1.8	64.2
47	3	1	1	4.5	3.4	52.8
48	3	1	1	4.7	3.4	52.8
49	3	0	1	4.5	1.3	64.2
50	3	0	1	4.5	2.0	64.0
51	5	0	1	4.5	5.2	56.4
52	3	1	1	5.5	1.3	51.0
53	3	0	1	4.5	2.8	63.4
54	5	1	1	4.0	3.9	53.6
55	3	0	1	4.5	2.8	63.4
56	3	0	1	5.5	5.3	64.2
57	1	0	1	4.0	2.3	61.4
58	2	0	1	4.5	3.1	52.4
59	3	0	1	4.5	5.3	64.2
60	5	2	1	4.5	5.1	56.4
61	3	0	1	4.7	2.8	63.4
62	1	0	1	5.5	4.4	52.0
63	1	0	1	5.5	3.8	54.0
64	3	0	1	5.5	4.2	63.8
65	5	0	1	4.7	3.9	62.0
66	3	0	1	4.7	3.4	63.0





ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดป้ายชื่อ (E3)

id	x3	x4	x7	x10	x12	x13	E3 ans
1	1	3	0	4.0	4	2	11.4
2	1	1	0	5.0	3	2	11.3
3	4	5	1	5.5	4	2	10.0
4	4	3	0	5.0	4	2	9.8
5	4	3	0	4.7	5	2	10.7
6	2	2	0	4.0	3	1	10.0
7	4	3	0	5.0	2	2	9.8
8	4	5	0	4.7	2	2	9.8
9	4	3	1	4.5	2	2	10.0
10	3	2	0	5.5	3	2	10.0
11	3	3	0	4.0	2	2	9.6
12	4	3	0	5.5	4	2	9.5
13	4	3	1	5.5	5	2	9.5
14	4	3	0	5.5	4	2	9.5
15	4	3	0	4.0	4	2	11.4
16	3	5	0	4.7	5	4	10.7
17	3	3	1	5.0	3	2	10.0
18	2	2	0	5.2	3	4	10.0
19	3	1	0	4.7	1	2	11.2
20	1	3	0	5.0	3	1	10.2
21	3	3	0	5.0	3	2	10.2
22	4	1	0	4.5	2	2	11.3
23	4	1	1	4.0	4	2	10.0
24	4	3	0	5.0	5	4	11.3
25	1	2	0	5.0	3	2	11.3
26	1	3	0	5.0	2	2	9.8
27	1	3	1	5.0	3	2	11.3
28	4	3	0	3.5	3	2	11.4
29	3	1	0	5.7	4	2	11.4
30	4	3	1	5.5	5	2	9.5
31	4	3	0	4.5	5	2	11.4
32	4	3	0	4.7	4	2	10.7
33	3	3	3	5.0	2	4	10.0
34	4	3	0	5.5	5	2	9.5
35	4	2	0	5.0	4	2	11.3
36	2	3	0	5.5	3	2	11.4
37	2	3	0	3.0	3	2	11.4
38	4	3	0	5.5	5	2	9.5
39	1	3	0	7.9	2	2	9.6
40	4	3	0	3.5	4	1	11.4
41	1	3	0	4.5	3	2	11.4
42	2	3	0	5.0	2	2	11.3
43	1	2	0	4.5	2	2	10.0
44	2	3	0	5.5	3	2	11.4
45	1	5	0	4.5	2	2	11.3

46	2	5	0	4.0	3	4	11.4
47	4	3	1	4.5	4	2	10.0
48	1	3	1	4.7	2	2	11.3
49	3	3	0	4.5	3	2	9.5
50	3	3	0	4.5	1	2	9.7
51	1	5	0	4.5	2	2	11.3
52	1	3	1	5.5	2	2	11.3
53	1	3	0	4.5	1	2	11.2
54	2	5	1	4.0	1	2	10.0
55	2	3	0	4.5	1	2	11.2
56	3	3	0	5.5	4	2	11.4
57	1	1	0	4.0	2	4	11.3
58	3	2	0	4.5	1	2	10.0
59	4	3	0	4.5	2	8	10.0
60	3	5	2	4.5	2	2	10.0
61	2	3	0	4.7	3	2	11.4
62	4	1	0	5.5	3	2	11.4
63	4	1	0	5.5	5	8	10.0
64	4	3	0	5.5	3	2	9.5
65	4	5	0	4.7	3	2	9.8
66	4	3	0	4.7	5	2	10.7



## ตารางผลตัวแปรผลลัพธ์ ขนาดสี่รูป (E4)

id	x4	x8	x10	x12	x13	E4 mm
1	3	1	4.0	4	2	20.2
2	1	1	5.0	3	2	20.7
3	5	1	5.5	4	2	20.2
4	3	1	5.0	4	2	20.5
5	3	1	4.7	5	2	20.2
6	2	1	4.0	3	1	20.3
7	3	1	5.0	2	2	21.4
8	5	1	4.7	2	2	21.6
9	3	1	4.5	2	2	20.2
10	2	1	5.5	3	2	20.8
11	3	1	4.0	2	2	20.2
12	3	1	5.5	4	2	20.5
13	3	1	5.5	5	2	20.1
14	3	1	5.5	4	2	20.5
15	3	1	4.0	4	2	20.2
16	5	1	4.7	5	4	20.4
17	3	1	5.0	3	2	21.2
18	2	1	5.2	3	4	21.9
19	1	1	4.7	1	2	21.6
20	3	1	5.0	3	1	20.7
21	3	1	5.0	3	2	21.2
22	1	1	4.5	2	2	22.0
23	1	1	4.0	4	2	22.0
24	3	1	5.0	5	4	20.2
25	2	1	5.0	3	2	20.8
26	3	1	5.0	2	2	21.4
27	3	1	5.0	3	2	21.2
28	3	1	3.5	3	2	20.3
29	1	1	5.7	4	2	20.2
30	3	1	5.5	5	2	20.1
31	3	1	4.5	5	2	20.1
32	3	1	4.7	4	2	20.5
33	3	1	5.0	2	4	20.6
34	3	1	5.5	5	2	20.1
35	2	1	5.0	4	2	21.5
36	3	1	5.5	3	2	21.2
37	3	1	3.0	3	2	20.3
38	3	1	5.5	5	2	20.1
39	3	1	7.9	2	2	21.9
40	3	1	3.5	4	1	21.5
41	3	1	4.5	3	2	20.3
42	3	1	5.0	2	2	21.4
43	2	1	4.5	2	2	22.0
44	3	1	5.5	3	2	21.2

id	x4	x8	x10	x12	x13	E4 mm
45	5	1	4.5	2	2	22.0
46	5	1	4.0	3	4	21.9
47	3	1	4.5	4	2	20.2
48	3	1	4.7	2	2	20.5
49	3	1	4.5	3	2	20.3
50	3	1	4.5	1	2	20.1
51	5	1	4.5	2	2	22.0
52	3	1	5.5	2	2	21.9
53	3	1	4.5	1	2	20.1
54	5	1	4.0	1	2	22.0
55	3	1	4.5	1	2	20.1
56	3	1	5.5	4	2	20.5
57	1	1	4.0	2	4	22.0
58	2	1	4.5	1	2	22.0
59	3	1	4.5	2	8	20.2
60	5	1	4.5	2	2	22.0
61	3	1	4.7	3	2	20.6
62	1	1	5.5	3	2	20.3
63	1	1	5.5	5	8	21.0
64	3	1	5.5	3	2	21.2
65	5	1	4.7	3	2	21.5
66	3	1	4.7	5	2	20.2



ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนรวบรวมข้อมูล  
(โปรแกรมแบบเก็บข้อมูล)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



## โปรแกรมแบบเก็บข้อมูล สำหรับผู้สูงอายุ

### 1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของ โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์และสื่อสังคมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้สูงอายุ

### 2. ผู้วิจัย

นายไววิทย์ จันทน์วิเมตติง

สถานศึกษา: สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

### 3. คำชี้แจง

แบบเก็บข้อมูลนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน จำนวนทั้งหมด 9 หน้า ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ร่วมวิจัย

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

## หน้าจอแสดงผลก่อนเริ่มเก็บข้อมูล

แสดงข้อมูล แบบเก็บข้อมูล ชื่องานวิจัย ชื่อผู้วิจัย วัตถุประสงค์ และคำชี้แจง แสดงดังรูปที่ 1

### แบบเก็บข้อมูล

การพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เชิงปรับตัวบนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

แบบเก็บข้อมูลนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ร่วมวิจัย

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความชอบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

เริ่มเก็บข้อมูล

รูปที่ 1 แบบเก็บข้อมูล

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ร่วมวิจัย หน้าที่ 1 แสดงดังรูปที่ 2

เลขที่แบบสอบถาม# 145 บันทึก

หน้าที่ 1 
  หน้าที่ 2 
  หน้าที่ 3 
  หน้าที่ 4

1. อายุ

    ระบุอายุ (ปี)  ปี หรือ ระบุ พ.ศ. เกิด

2. เพศ

ชาย  หญิง

3. การศึกษา

ป.6 หรือต่ำกว่า  ม. 1 - ม. 3  ม. 4 - ม. 6  ปริญญาตรี ขึ้นไป

4. การได้ยิน

ปกติ  มีปัญหา แก้ไขโดยใช้

หูฟัง  พุดเสียงดัง  ภาษามือ  การเขียน

5. สภาพสายตา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ปกติ  สายตาสั้น  สายตายาว  สายตาเอียง

หมายเหตุ:

## รูปที่ 2 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 1

### ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย หน้าที่ 2 แสดงดังรูปที่ 3

หน้า 1 หน้า 2 หน้า 3 หน้า 4

1. ท่านเป็นโรคเกี่ยวกับสายตา (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

ไม่มีโรคใด ๆ  ภาวะตาแห้ง  ต้อกระจก  ต้อหิน

จอประสาทตาเสื่อม  เบาหวานขึ้นตา  ตาบอดสี  อื่น ๆ

2. สีที่ท่านมองเห็น

สีฟ้า  สีเหลือง  สีฟ้าปน เหลือง  อื่น ๆ

3. จงเลือก "สีม่วง" จากสีที่กำหนดให้ ต่อไปนี้

4. การวัดระดับสายตา

เปิดแบบทดสอบ [F2]

## รูปที่ 3 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 2

### การวัดระดับสายตา จากแบบทดสอบระดับสายตา แสดงดังรูปที่ 4

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

**คำแนะนำ**

ผู้เข้าร่วมวิจัย โปรดนั่งจากแผ่นทดสอบนี้ในระยะ 1-1.5 ฟุต หรือ 30-45 เซนติเมตร โดยประมาณ

\*\*\*ให้ทำเครื่องหมาย  ในช่องที่ตอบถูก

95	Distance equivalent 20 800
874	20 400
2 8 4 3 7 9	20 200
6 3 8 9 4 7	14 pt. J10 20 100
8 3 5 7 9 2	10 pt. J7 20 70
3 5 2 7 8 6	8 pt. J5 20 50
8 3 5 9 6 2	5 pt. J2 20 30
3 7 4 2 5 8	4 pt. J1 20 20

แผ่นทดสอบสายตาเจเกอร์ชาร์ตขนาดเท่าตัวจริง

บันทึก

รูปที่ 4 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 2 หัวข้อแบบทดสอบระดับสายตา  
ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย หน้าที่ 3 แสดงดังรูปที่ 5

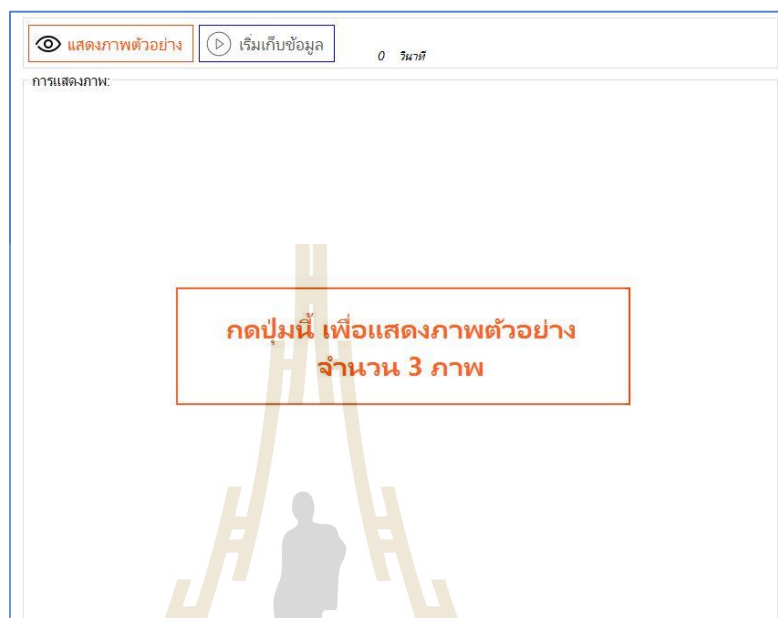
★ หน้าที่ 1
🌐 หน้าที่ 2
🌐 หน้าที่ 3
🌐 หน้าที่ 4

1. ท่านใช้โทรศัพท์แบบจอสัมผัสมานานเท่าใด  
ระยะเวลา  ปี  เดือน
2. ขนาดหน้าจอโทรศัพท์แบบสัมผัสของท่าน  
 5.5 นิ้ว    4.7 นิ้ว    4.5 นิ้ว    4 นิ้ว    อื่น ๆ
3. ความจำ : แสดงภาพที่ไม่สัมพันธ์กัน 3 ภาพ  
 เปิดแบบทดสอบความจำ รายละเอียด
4. เคยใช้งานอุปกรณ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)  
 คอมพิวเตอร์    แท็บเล็ต    ژیโมทโทรศัพท์  
 กล้องดิจิทัล    ژیโมทแอร์/พัดลม    ไม่มีประสบการณ์
5. ทบทวนความจำ : ให้เลือกภาพ 3 ภาพเดิมอีกครั้ง จากกลุ่มภาพ  
 5.1  เปิดแบบทดสอบความจำ รายละเอียด  
 5.2 วิธีการจำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)  
 สี    รูปร่าง    ตำแหน่ง    อื่น ๆ

รูปที่ 5 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3

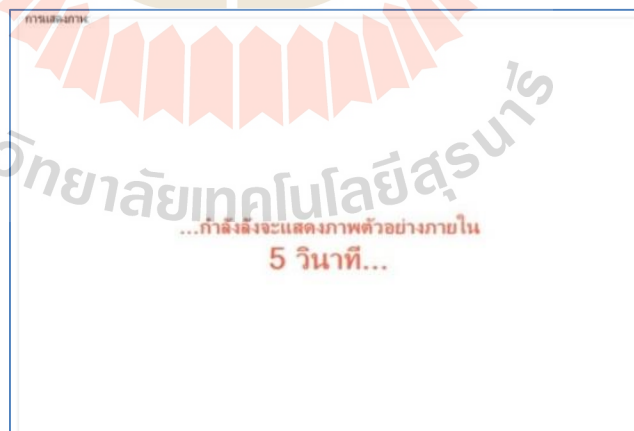


**แบบทดสอบความจำ** แสดงปุ่มกด ก่อนแสดงภาพตัวอย่างจำนวน 3 ภาพ เพื่อให้ผู้ร่วม  
วิจัยจดจำ แสดงดังรูปที่ 6



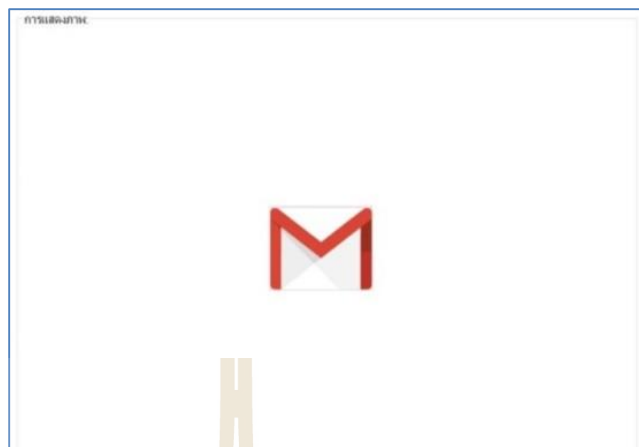
รูปที่ 6 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3 เปิดแบบทดสอบความจำ

โดยแบบทดสอบความจำได้กำหนดเวลาถอยหลัง 5 วินาที ก่อนแสดงภาพตัวอย่างเพื่อทดสอบ  
ความจำ แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3 แสดงเวลาในแบบทดสอบความจำ

แสดงภาพตัวอย่าง จำนวน 3 ภาพ แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3 แสดงภาพในแบบทดสอบความจำ

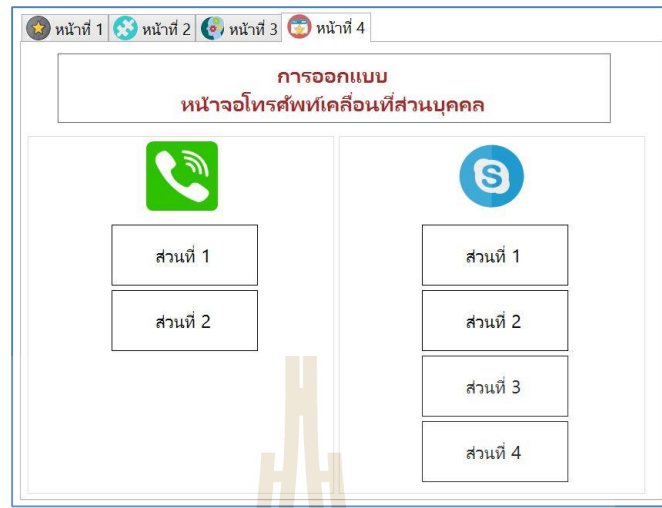
แสดงภาพทั้งหมดเพื่อให้เลือกภาพ จำนวน 3 ภาพ เพื่อให้ผู้ร่วมวิจัยเลือกภาพที่จดจำได้ แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แบบเก็บข้อมูล หน้าที่ 3 แสดงภาพเพื่อเลือกในแบบทดสอบความจำ

**แบบทบทวนความจำ** แสดงภาพทั้งหมดอีกครั้ง เพื่อให้เลือกภาพ จำนวน 3 ภาพ แสดงดังรูปที่ 9

**ส่วนที่ 3** การออกแบบหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่วนบุคคลจากข้อมูลความชอบส่วนตัว ประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ประกอบด้วยหน้าจอ จำนวน 2 ส่วน และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ประกอบด้วยหน้าจอ จำนวน 4 ส่วน แสดงดังรูปที่ 10 ดังนี้



รูปที่ 10 แบบเก็บข้อมูล หน้าที 4 แสดงภาพหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่โปรแกรมประยุกต์ โทรศัพท์และโปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม

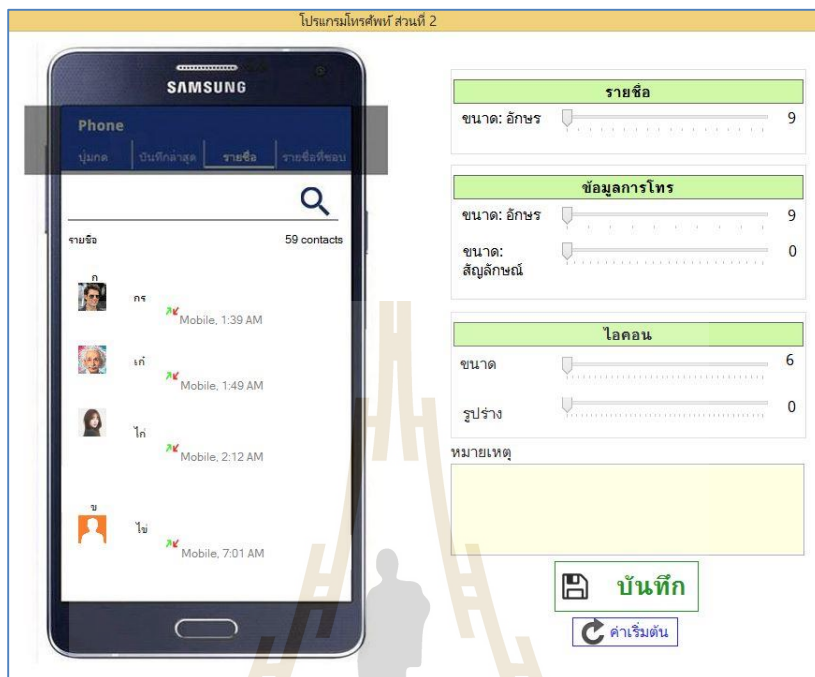
### 3.1) โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ประกอบด้วย หน้าจอ 2 ส่วน ดังนี้

#### 4.1.1) ส่วนที่ 1 หน้าจอการโทร แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 การออกแบบ หน้าจอการโทร

#### 4.1.2) ส่วนที่ 2 หน้าจอประวัติการโทร แสดงดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 การออกแบบ หน้าจอประวัติการโทร

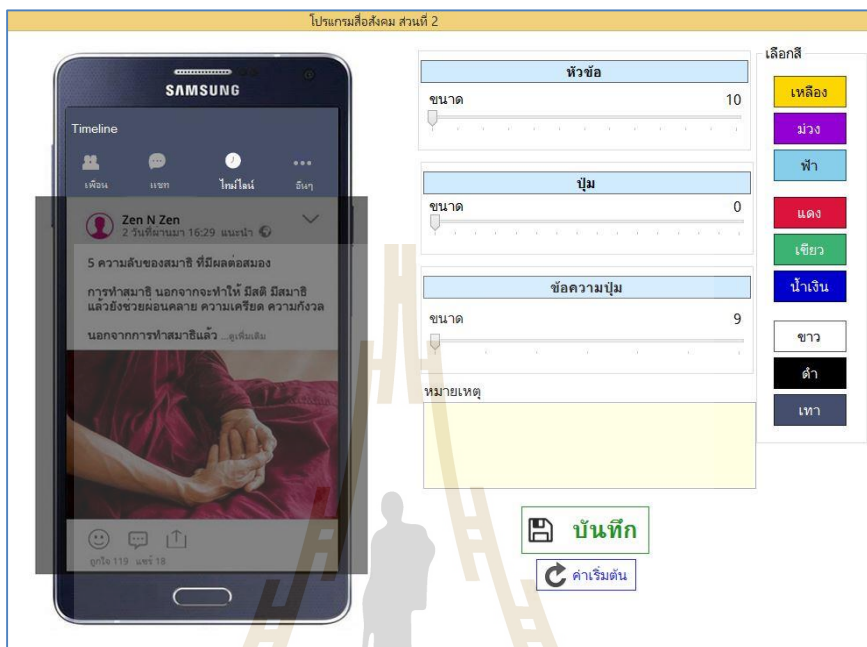
#### 4.2) โปรแกรมประยุกต์สื่อสารสังคม ประกอบด้วยหน้าจอ 4 ส่วน ดังนี้

##### 4.2.1) ส่วนที่ 1 หน้าจอห้องแชท แสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 การออกแบบ หน้าจอห้องแชท

## 4.2.2) ส่วนที่ 2 หน้าจอไทม์ไลน์ ส่วนเมนู และการเลือกสี แสดงดังรูปที่ 14



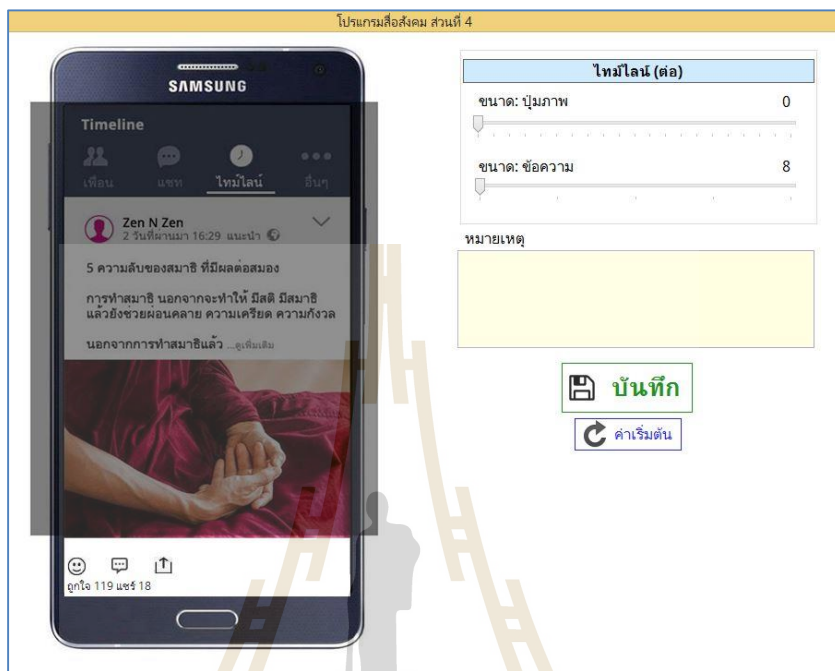
รูปที่ 14 การออกแบบ หน้าจอไทม์ไลน์ ส่วนเมนู และการเลือกสี

## 4.2.3) ส่วนที่ 3 หน้าจอโพสต์ แสดงดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 การออกแบบ หน้าจอโพสต์

#### 4.2.4) ส่วนที่ 4 หน้าจอโพสต์ ส่วนแสดงไอคอน แสดงดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 การออกแบบ หน้าจอโพสต์ ส่วนแสดงไอคอน





ภาคผนวก จ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขั้นตอนการประเมินความสามารถในการใช้งาน



## แบบประเมินผลความสามารถในการทำงาน ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บนโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

### 1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อประเมินผลความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับผู้สูงอายุ

### 2. คำชี้แจง

แบบทดสอบการใช้งาน แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลประชากรศาสตร์ และมนุษย์ปัจจัยของผู้ร่วมทดสอบ (ด้วยแบบเก็บข้อมูล)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์บน

โทรศัพท์เคลื่อนที่

ส่วนที่ 3 แบบทดสอบการใช้งาน: โปรแกรมประยุกต์การโทร

ส่วนที่ 4 ข้อเสนอแนะ

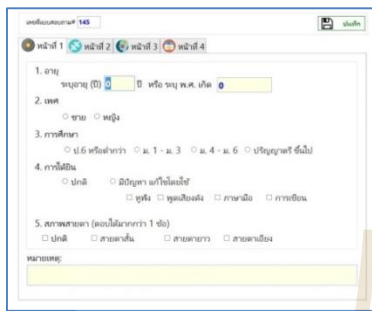
ขอความร่วมมือจากทุกท่านโปรดตอบคำถามให้ครบถ้วน เพื่อประโยชน์ในการวิจัย และขอขอบพระคุณในการอนุเคราะห์ตอบแบบสอบถามนี้



**ส่วนที่ 1 ข้อมูลประชากรศาสตร์และมนุษยปัจจัยของผู้ร่วมทดสอบ (ด้วยแบบเก็บข้อมูล)**

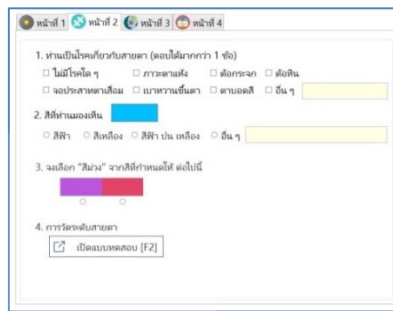
ทำการเก็บข้อมูลประชากรศาสตร์ และมนุษยปัจจัยของผู้ร่วมทดสอบ โดยใช้แบบเก็บข้อมูล เฉพาะ ส่วนที่ 1 ข้อมูลประชากรศาสตร์ และส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย สำหรับเก็บข้อมูลจริง จากผู้ร่วมทดสอบ ดังภาพตัวอย่าง

(1) ข้อมูลประชากรศาสตร์



รูปที่ 1.1 หน้าจอข้อมูลประชากรศาสตร์

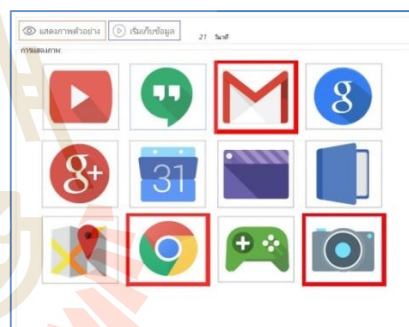
(2) ข้อมูลมนุษยปัจจัย



รูปที่ 1.2 หน้าจอข้อมูลด้านมนุษยปัจจัย



รูปที่ 1.3 หน้าจอแบบทดสอบระดับสายตา



รูปที่ 1.4 หน้าจอแบบทดสอบความจำ

**ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ประกอบด้วย 2 ส่วน ประกอบด้วย**

2.1) โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ประกอบด้วยหน้าจอ 2 ส่วน จำนวน 8 ภาพ

2.2) โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ประกอบด้วย หน้าจอ 3 ส่วน จำนวน 10 ภาพ

โดยกำหนดให้ผู้ร่วมทดสอบดูภาพส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ผู้วิจัยได้เตรียมไว้บน โทรศัพท์เคลื่อนที่ขนาดหน้าจอ 5.5 นิ้ว แล้ว ให้คะแนนความพึงพอใจเพียง 1 ระดับคะแนนต่อ 1 ภาพ โดยทำเครื่องหมาย X ในกระดาษที่เตรียมไว้ และทำการแบ่งระดับคะแนนความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ 1 คือ น้อยที่สุด และ 5 คือ มากที่สุด ดังนี้

	1	2	3	4	5
1A				X	

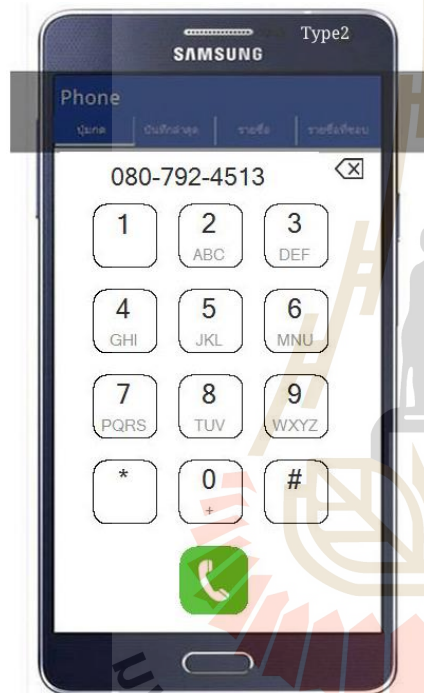
2.1) โปรแกรมประยุกต์โทรศัพท์ ประกอบด้วย หน้าจอ 2 ส่วน ดังนี้

2.1.1) ส่วนที่ 1 หน้าจอการโทร (A set)



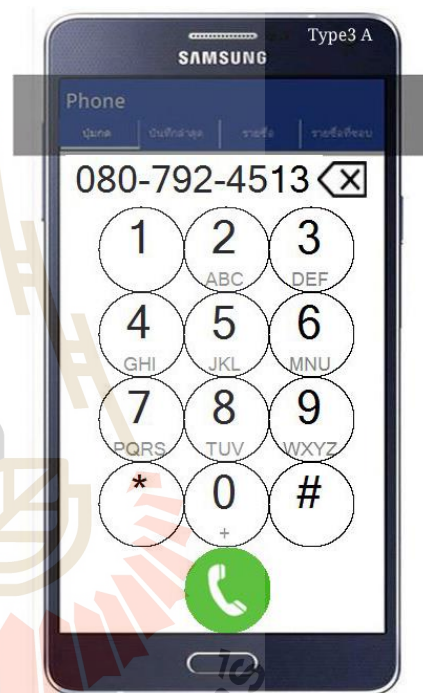
รูปที่ 2.1 หน้าจอ 1A

1A	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.2 หน้าจอ 2A

2A	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.3 หน้าจอ 3A

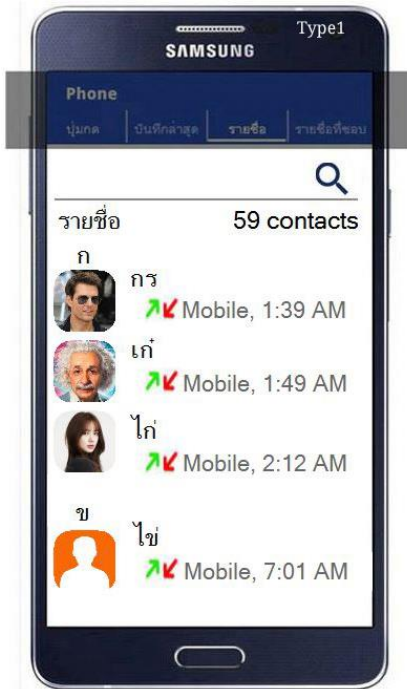
3A	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.4 หน้าจอ 4A

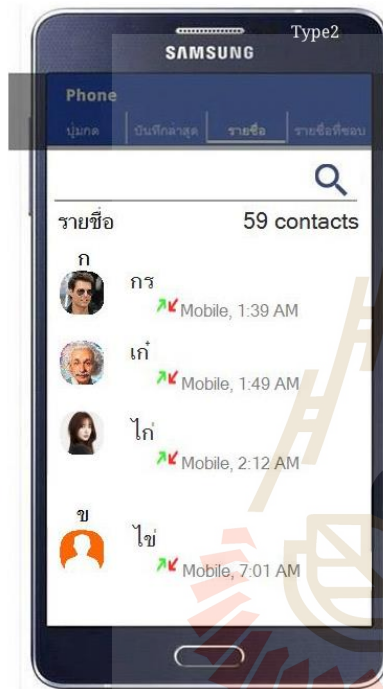
4A	1	2	3	4	5

2.1.2) ส่วนที่ 2 หน้าจอประวัติการ โทร (B set)



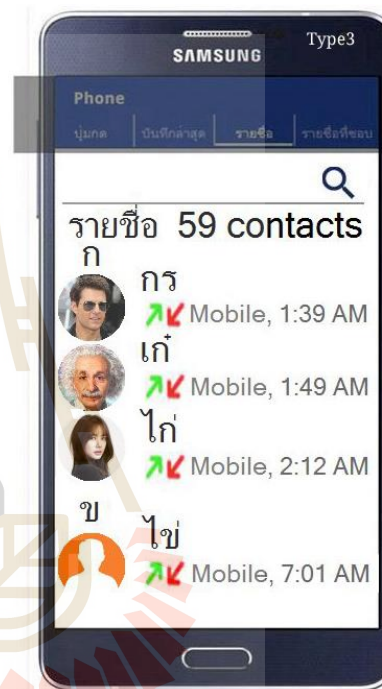
รูปที่ 2.5 หน้าจอ 1B

1B	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.6 หน้าจอ 2B

2B	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.7 หน้าจอ 3B

3B	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.8 หน้าจอ 4B

4B	1	2	3	4	5

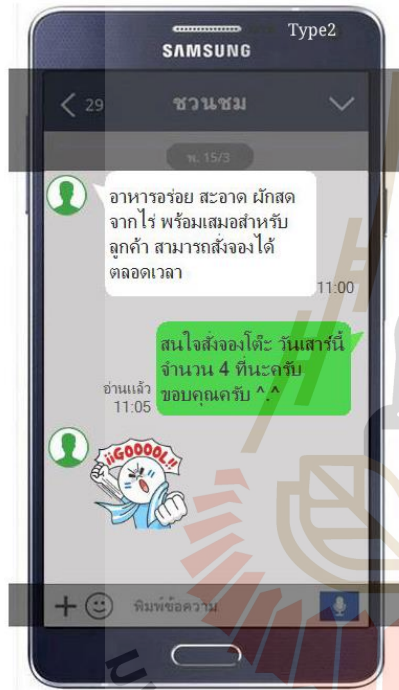
2.2) โปรแกรมประยุกต์สื่อสังคม ประกอบด้วยหน้าจอ 4 ส่วน ดังนี้

2.2.1) ส่วนที่ 1 หน้าจอเซต (C set)



รูปที่ 2.9 หน้าจอ 1C

1C	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.10 หน้าจอ 2C

2C	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.11 หน้าจอ 3C

3C	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.12 หน้าจอ 4C

4C	1	2	3	4	5

2.2.2) ส่วนที่ 2 หน้าจอไทม์ไลน์ (D set)



รูปที่ 2.13 หน้าจอ 1D

1D	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.14 หน้าจอ 2D

2D	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.15 หน้าจอ 3D

3D	1	2	3	4	5

2.2.3) ส่วนที่ 3 หน้าจอโพสต์ (E set)



รูปที่ 2.16 หน้าจอ 1E

1E	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.17 หน้าจอ 2E

2E	1	2	3	4	5



รูปที่ 2.18 หน้าจอ 3E

3E	1	2	3	4	5

**ส่วนที่ 3** แบบทดสอบการใช้งาน: โปรแกรมประยุกต์การโทร


การดำเนินการวิจัยในส่วนที่ 3 นี้ ผู้วิจัยต้องอธิบายรูปแบบและขั้นตอนในการทดสอบการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้กับผู้เข้าร่วมทดสอบ โดยกำหนดให้ใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยได้จัดเตรียมไว้ให้ และระหว่างการทดสอบ หากผู้เข้าร่วมทดสอบเกิดคำถาม หรือไม่เข้าใจในการทำการทดสอบ สามารถซักถามผู้วิจัยได้ตลอด เพื่อให้ผู้เข้าร่วมทดสอบ สามารถทำแบบทดสอบนี้ได้จนสำเร็จ



รูปที่ 3.1 หน้าจอโปรแกรมการโทรบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ 4 แบบ

แบบทดสอบนี้ใช้โปรแกรมการโทร 4 แบบ ดังรูปที่ 3.1 โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** ให้ผู้ร่วมทดสอบ กดตัวเลขตามที่ผู้วิจัยกำหนดให้จากการสุ่มแบบไม่ซ้ำกัน แต่ละชุดประกอบด้วยตัวเลข 0 ถึง 9 จำนวน 10 ตัวเลขเพื่อจำลองสถานการณ์การใช้งานโทรศัพท์บนอุปกรณ์จริง โดยผู้ร่วมทดสอบสามารถกดปุ่มลบ เพื่อแก้ไขหมายเลขได้หากเกิดความผิดพลาดขณะทดสอบ

**ขั้นตอนที่ 2** เมื่อผู้ร่วมทดสอบ กดตัวเลขตามที่ผู้วิจัยกำหนดให้เรียบร้อยแล้ว กดปุ่มโทรออก  ถือเป็นการสิ้นสุดการทดสอบ

**ส่วนที่ 4** ข้อเสนอแนะ

.....  
 .....

## ประวัติผู้เขียน

นายไววิทย์ จันทรวิเมื่อง เกิดวันอาทิตย์ที่ 29 กันยายน พ.ศ. 2517 ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กรุงเทพมหานคร เริ่มเข้าศึกษาระดับปริญญาตรี ที่สาขาวิชาการจัดการสารสนเทศ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2540 และได้ศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สำเร็จการศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2545

ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยรังสิต และปี พ.ศ. 2556 ได้รับทุนพัฒนาบุคลากรจากมหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อศึกษาต่อระดับปริญญาเอก หลักสูตรวิทยาการสารสนเทศดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

