การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ

นางสาววริญทร เจนชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2554

THE DEVELOPMENT OF A CLASS ATTENDANCE RECORDING SYSTEM VIA BLUETOOTH

Varinthorn Janchai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Information Science in Information Technology

Suranaree University of Technology

Academic Year 2011

การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____

(อาจารย์ ดร.ศุภกฤษฏิ์ นิวัฒนากูล)
ประธานกรรมการ

_____

(อาจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล)
กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)

_____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
กรรมการ

_____

(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิมปิจำนงค์)
รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

_____

(อาจารย์ ดร.พีรศักดิ์ สิริโยธิน)
คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วริญทร เจนชัย : การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ (THE DEVELOPMENT OF A CLASS ATTENDANCE RECORDING SYSTEM VIA BLUETOOTH) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล, 116 หน้า.

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธและออกแบบพัฒนาระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ ในการศึกษามุ่งเน้นที่การนำเทคโนโลยีบูลทูธที่มีอยู่ในโทรศัพท์เคลื่อนที่และคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้

ผลการศึกษาความสามารถในการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาพบว่า โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 85.29 มีระยะทางในการตรวจพบที่ 8 -16 เมตร และจากการทดสอบเปรียบเทียบหากมีการใช้งานในห้องเรียนจริงพบว่าระบบบลูการ์ดมีความสามารถในการตรวจสอบรายชื่อครอบคลุมถึงร้อยละ 90.62 ในห้องขนาดสูงสุด 150 ที่นั่ง ซึ่งครอบคลุมการใช้ประโยชน์ถึงร้อยละ 83.79 ของการใช้ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบจากผู้เชี่ยวชาญใน 2 มิติ คือ 1) การใช้แบบสอบถาม พบว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพึงพอใจมากที่สุดด้านประสิทธิภาพของระบบ ในส่วนของการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็วช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้ และการจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งานซึ่งเป็นคุณลักษณะของระบบตรวจสอบรายชื่อที่แตกต่างจากระบบอื่น และ 2) การสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่า ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจต่อระบบมาก เนื่องจากระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้จริง สามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาได้ในเบื้องต้น และระบบมีการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี

สถาบันการศึกษาสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียนและติดตามพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในห้องเรียน ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อลงได้ รวมถึงสนับสนุนวิธีการเก็บรวมรวมข้อมูลพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนในกลุ่มตัวอย่างปริมาณมากและเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในชั้นเรียน

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2554 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

VARINTHORN JANCHAI : THE DEVELOPMENT OF A CLASS ATTENDANCE RECORDING SYSTEM VIA BLUETOOTH. THESIS ADVISOR : THARA ANGSKUN, Ph.D., 116 PP.

BLUETOOTH, CELL PHONE, CLASS ATTENDANCE

This research was aimed to design and development of a class attendance recording system via Bluetooth (called BlueCARD) and a class attendance management system via the website. The study focus on using Bluetooth technology widely used in cell phones and computers.

The evaluation results indicated that 85.29% of sampling cell phones has the detection range between 8 and 16 meters. The mapping between detection range and actual classroom environments reveal that BlueCARD systems can detect at least 90.62% of student's devices in classroom sizes up to 150 seats, which cover 83.79% of all classroom utilization of Suranaree University of Technology. The usability evaluation has been conducted with experts via two methods. The first method is to conduct by questionnaire. The results indicate that overall user's satisfaction is in the highest level. The most satisfied criteria are effectiveness of the system, which is reducing class attendance checking time and an ability to detect students for the entire class period which is different from other existing systems. The second method is to conduct by in-depth interview. Overall experts are very satisfied with the system because it is able to reduce time to check class attendance, able to student behavior and very good in processing and display data.

An academic institution can applied this research for class attendance, checking student's behavior and participation in the classroom. The BlueCARD can

reduce the time to check the class attendance. It can support collecting large amount of behavioral data and the benefits to the classroom action research.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Information Technology Student's Signature _____

Academic Year 2011 Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ด้วยความกรุณาและดูแลเอาใจใส่อย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร.ธรา อั่งสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้การสนับสนุนคำปรึกษา แนะนำแนวทางการแก้ปัญหาในทุก ๆ ด้าน อันเป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์และการดำรงชีวิต ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากูล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่าในการพิจารณาและให้คำแนะนำในการแก้ไข ปรับปรุงวิทยานิพนธ์ เสนอความรู้และข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้อย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ ดร.จิติมนต์ อั่งสกุล ที่ให้ความรู้ และคำปรึกษาที่ดีต่องานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ บัณฑิตศึกษาทุกคน ที่ให้การสนับสนุน ช่วยเหลือ สร้างความทรงจำที่ดีร่วมกันอันเป็นกำลังใจสำคัญที่ช่วยให้อุปสรรคทั้งหลายผ่านไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา พี่สาว ที่ให้การอบรมเลี้ยงดูและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดีมาโดยตลอด เป็นแรงผลักดันสำคัญให้สามารถผ่านพ้นอุปสรรคต่าง ๆ และประสบความสำเร็จในชีวิต คุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา และครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา

วริญทร เจนชัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....ก

บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ง

สารบัญ.....จ

สารบัญตาราง.....ช

สารบัญรูป.....ฌ

บทที่

1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.3 สมมติฐานการวิจัย.....3

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

1.7 คำอธิบายศัพท์.....4

2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบลูทูธ.....6

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....9

3 วิธีดำเนินการวิจัย.....22

3.1 วิธีวิจัย.....22

3.1.1 ศึกษาและรวบข้อมูลระบบที่เกี่ยวข้อง.....23

3.1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ.....24

3.1.3 พัฒนาระบบ.....28

3.1.4 ทดสอบระบบ.....29

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 31
3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 31
3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินระบบ 32
3.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ 33
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 36
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 36
4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 38
4.1 ผลการพัฒนาระบบ 38
4.1.1 ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ 40
4.1.2 ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ 42
4.2 ผลการประเมินความถูกต้องของการตรวจสอบรายชื่อ 52
4.3 ผลการประเมินระบบ 61
4.3.1 ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถาม 62
4.3.2 ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึก 73
5 สรุปและข้อเสนอแนะ 75
5.1 สรุปผลการวิจัย 75
5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย 77
5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย 77
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป 78
รายการอ้างอิง 79
ภาคผนวก….. 84
ภาคผนวก ก แบบสำรวจข้อมูลการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ 84
ภาคผนวก ข แบบประเมินแบบสอบถาม 86
ภาคผนวก ค แบบสอบถามการวิจัย 91
ภาคผนวก ง คู่มือผู้ใช้ระบบ 98
ประวัติผู้เขียน 116

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
3.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อ 23
3.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและผลลัพธ์ที่ได้จากระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ 25
3.3 การแสดงความคิดเห็นเชิงพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ต่อแบบประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธ 34
3.4 การแสดงความคิดเห็นเชิงพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ต่อแบบประเมินระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ 35
4.1 จำนวนรุ่นและยี่ห้อของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบระบบ 52
4.2 จำนวนเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างในแต่ละรุ่นที่ใช้ในการทดสอบระบบ 53
4.3 แสดงค่าน้ำหนักและค่าความน่าจะเป็นของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างในกรณีค่าเฉลี่ย .. 57
4.4 แสดงค่าน้ำหนักและค่าความน่าจะเป็นของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างในกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ 57
4.5 ข้อมูลขนาดของห้อง จำนวนชั่วโมงรวมการใช้งานห้อง และผลการทดสอบ 60
4.6 ปัญหาและข้อเสนอแนะจากการทดสอบการใช้งานจริง 61
4.7 ประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ 63
4.8 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ 64
4.9 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ 64
4.10 ผลการประเมินระบบด้านประสิทธิภาพของระบบ 65
4.11 ผลการประเมินระบบด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ 66
4.12 ผลการประเมินระบบด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ 66
4.13 ประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ 68
4.14 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ 70

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ 70
4.16 ผลการประเมินระบบด้านประสิทธิภาพของระบบ 71
4.17 ผลการประเมินระบบด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ 72
4.18 ผลการประเมินระบบด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ 72
ข.1 ตารางแบบประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล 89
ค.1 ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจที่มีต่อระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบูลทูธ 93
ค.2 ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธ บนเว็บ..... 95

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงเครือข่ายการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ 7
2.2 โครงสร้างโพรโทคอลของบลูทูธ 9
3.1 แบบจำลองขั้นตอนการวิจัย 22
3.2 กระบวนการทำงานของระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบูลทูธ 26
4.1 หน้าจอระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) 39
4.2 หน้าจอการทำงานส่วนการป้อนรหัสวิชาและเลือกจัดเก็บแฟ้มข้อมูล 39
4.3 หน้าจอการทำงานส่วนการแสดงข้อมูลอุปกรณ์ของเครื่องที่ทำการตรวจสอบ 40
4.4 หน้าจอการทำงานส่วนการเพิ่มข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากแผงแป้นอักขระ 40
4.5 หน้าจอการทำงานส่วนการแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อ 41
4.6 ตัวอย่างข้อความแสดงบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ 41
4.7 หน้าจอแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) 42
4.8 หน้าจอการใช้งานหน้าแรก 43
4.9 หน้าจอการลงทะเบียนเข้าใช้งาน 44
4.10 หน้าจอแสดงรายวิชาทั้งหมดของผู้ใช้ 44
4.11 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ 45
4.12 หน้าจอการสร้างรายวิชาใหม่ 45
4.13 หน้าจอการนำเข้าข้อมูลนักศึกษา 46
4.14 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อ 47
4.15 หน้าจอแสดงรายละเอียดการตรวจสอบรายชื่อในแต่ละรอบ 47
4.16 หน้าจอการแสดงผลการตรวจสอบสถานะ 48
4.17 หน้าจอการแสดงผลแบบกราฟ 48
4.18 หน้าจอแสดงรายชื่อนักศึกษา 49
4.19 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลรายวิชา 49
4.20 หน้าจอแสดงการยืนยันการลบรายวิชา 50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.21 หน้าจอแสดงรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียน 50
4.22 หน้าจอแสดงการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา 50
4.23 หน้าจอแสดงข้อมูลการเข้าชั้นเรียนโดยสรุป 51
4.24 หน้าจอแสดงการค้นหารายวิชา 51
4.25 หน้าจอแสดงรายวิชาที่ค้นหาได้และเลือกลงทะเบียน 51
4.26 ร้อยละของจำนวนรุ่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการตรวจพบสัญญาณบลูทูธ 54
4.27 ร้อยละของจำนวนเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการตรวจพบสัญญาณบลูทูธ 55
4.28 ภาพประกอบแสดงการคำนวณระยะทางในมุมทแยงจากหน้าห้อง 58
4.29 ภาพประกอบแสดงการคำนวณระยะทางในมุมทแยงจากจุดกึ่งกลางห้อง 59
4.30 ภาพรวมของผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) 67
4.31 ภาพรวมของผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ 73
ง.1 รูปแสดงไฟล์ BlueCARD.rar 101
ง.2 แสดงรายการไฟล์ที่ได้จากการแยกไฟล์ BlueCARD.rar 101
ง.3 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนการเปิดใช้งานบูลทูธ 102
ง.4 หน้าจอระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) 102
ง.5 หน้าจอการทำงานส่วนการป้อนรหัสวิชาและเลือกจัดเก็บข้อมูล 103
ง.6 หน้าจอการควบคุมการตรวจสอบรายชื่อและการแสดงข้อมูลอุปกรณ์ของเครื่องที่ทำการตรวจสอบ 103
ง.7 หน้าจอการทำงานส่วนการเพิ่มข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากแผงแป้นอักขระ 104
ง.8 หน้าจอการทำงานส่วนการแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อ 104
ง.9 หน้าจอแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) 105
ง.10 หน้าจอการใช้งานหน้าแรก 106
ง.11 หน้าจอการลงทะเบียนเข้าใช้งาน 107

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

ง.12 หน้าจอแสดงรายวิชาทั้งหมดของผู้ใช้ 108
ง.13 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ 108
ง.14 หน้าจอแสดงรายวิชาที่ผู้ใช้เข้าใช้งานครั้งแรก 109
ง.15 หน้าจอการสร้างรายวิชาใหม่ 109
ง.16 หน้าจอการนำเข้าข้อมูลนักศึกษา 109
ง.17 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อ 110
ง.18 หน้าจอแสดงรายละเอียดการตรวจสอบรายชื่อในแต่ละรอบ 111
ง.19 หน้าจอการแสดงผลการตรวจสอบสถานะ 111
ง.20 หน้าจอการแสดงผลแบบกราฟ 112
ง.21 หน้าจอแสดงรายชื่อนักศึกษา 112
ง.22 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลรายวิชา 113
ง.23 หน้าจอแสดงการยืนยันการลบรายวิชา 113
ง.24 หน้าจอแสดงรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียน 113
ง.25 หน้าจอแสดงการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา 114
ง.26 หน้าจอแสดงข้อมูลการเข้าชั้นเรียนโดยสรุป 114
ง.27 หน้าจอแสดงการค้นหารายวิชา 114
ง.28 หน้าจอแสดงรายวิชาที่ค้นหาได้และเลือกลงทะเบียน 115

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษานับว่าเป็นแรงผลักดันหลักในการพัฒนาประเทศ จึงได้รับการส่งเสริมจากภาครัฐให้ประชาชนได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานอย่างทั่วถึง อีกทั้งยังสนับสนุนให้มีการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีมากขึ้น (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543: 7-8) นอกจากนี้รูปแบบการเรียนการสอนยังมีความหลากหลายขึ้น นอกจากการเรียนในรูปแบบปกติแล้วยังมีการเรียนการสอนทางไกล และการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการเรียนดังกล่าวบางครั้งไม่มีอาจารย์คอยควบคุมให้นักศึกษาเข้าเรียน ทำให้นักศึกษาสามารถเดินเข้าออกห้องเรียนได้อย่างอิสระส่งผลให้นักศึกษาประสบปัญหาในการเรียนอย่างมากซึ่งจากการศึกษาการเข้าชั้นเรียนพบว่า นักศึกษาไม่ประสบปัญหาในการเรียนมากเท่าเดิมหากนักศึกษาเข้าชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ (นภาภรณ์ จันทรศัพท์, 2548: 101-110)

การไม่เข้าชั้นเรียนและการเข้าชั้นเรียนไม่ตรงเวลา เป็นปัญหาที่มาจากพฤติกรรมของนักศึกษาที่เกิดขึ้นตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน สถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั้งระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และมหาวิทยาลัย ต่างได้ตระหนักถึงการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาว่าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากการไม่มีส่วนร่วมในห้องเรียนทำให้ขาดโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ ขาดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับวิชาที่เรียน และการเข้าชั้นเรียนไม่ตรงเวลา ทำให้ความรู้บางส่วนขาดหายไป การเรียนรู้ไม่ต่อเนื่อง และรบกวนเพื่อนที่กำลังตั้งใจเรียน ซึ่งจากพฤติกรรมดังกล่าวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน นักศึกษา (เติมศักดิ์ คทวณิช, 2549: 48-65; ปิยะรัตน์ ดีกลาง, 2550: 159-165; อัจฉรา เพ่งเล็งผล, เวธนี กรีทอง และพาสนา จุลรัตน์, 2551: 98-107)

การศึกษาโดยการถ่ายทอดความรู้จากอาจารย์ผู้สอนในชั้นเรียนเป็นสิ่งสำคัญมาก การตรวจสอบรายชื่อการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาจึงเป็นส่วนหนึ่งในการกระตุ้นให้นักศึกษาได้รับความรู้จากอาจารย์ ตัวอย่างเช่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีกำหนดให้นักศึกษาจะต้องมีเวลาเรียนในรายวิชาใดวิชาหนึ่ง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ของเวลาเรียนทั้งหมดของรายวิชา จึงสามารถมีสิทธิ์สอบในวิชานั้น ๆ ได้ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2546: 70) แต่เนื่องจากจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มมากขึ้นทำให้การตรวจสอบรายชื่อใช้เวลานาน อีกทั้งระบบการลงลายมือชื่อเพื่อตรวจสอบรายชื่อนักศึกษานั้นไม่มีประสิทธิภาพเพราะนักศึกษาสามารถลงลายมือชื่อแทนเพื่อนได้และการตรวจสอบรายชื่ออาจไม่ถูกต้องครบถ้วนตามจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียนจริง เนื่องจากเอกสารที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อ

อาจเกิดการสูญหายระหว่างการจัดเก็บ ส่วนการใช้บัตรที่มีบาร์โค้ดต้องใช้เครื่องอ่านบัตรและต้องอ่านบัตรในระยะใกล้กับเครื่องอ่าน (Jithunsa, S., 1999: 75-80) ทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน ในขณะที่การใช้บัตรระบบอาร์เอฟไอดียังมีข้อจำกัดในด้านอุปกรณ์เครื่องอ่านที่มีราคาแพง (เศรษฐพงค์ มะลิสุวรรณ, 2547: 102-103) และต้องใช้ต้นทุนสูงสำหรับค่าบัตรอาร์เอฟไอดีของนักศึกษาทุกคน นอกจากนั้นยังอาจเกิดปัญหานักศึกษาสามารถฝากบัตรมากับเพื่อนเพื่อตรวจสอบรายชื่อแทนได้ การใช้เทคโนโลยีการตรวจสอบลายนิ้วมือ เพื่อตรวจสอบรายชื่อเข้าเรียนของนักศึกษา (วิชาญ เพชรมณี และขจรศักดิ์ พงศ์ธนา, 2552: 1-6) สามารถป้องกันการตรวจสอบรายชื่อแทนเพื่อนได้ แต่เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือค่อนข้างนานและอุปกรณ์ตรวจสอบลายนิ้วมือยังมีราคาค่อนข้างแพง(สุธรรม จินดาอุดม, จตุพร ชู่ช่วย, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว และอนันต์ ผลเพิ่ม, 2010: 81-86)

เทคโนโลยีบลูทูธเป็นการใช้สัญญาณความถี่วิทยุในการสื่อสารแบบไร้สายระยะสั้น บลูทูธถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์เคลื่อนที่ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีบลูทูธเริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญในวงการธุรกิจและชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น เนื่องจากบลูทูธสามารถอำนวยความสะดวกให้กับเครื่องมือสื่อสารและอุปกรณ์เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่มีอุปกรณ์ต่อพ่วง โดยไม่จำเป็นต้องมีสายสื่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์หลักกับอุปกรณ์ต่อพ่วงเหล่านั้น ทำให้การเคลื่อนย้ายหรือการใช้อุปกรณ์หลักและอุปกรณ์ต่อพ่วงมีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น และทำให้เราสามารถใช้อุปกรณ์ต่อพ่วงกับอุปกรณ์หลักชนิดใดก็ได้ อีกทั้งในปัจจุบันเทคโนโลยีบลูทูธได้ถูกนำมาติดตั้งเป็นอุปกรณ์เสริมในโทรศัพท์เคลื่อนที่อย่างแพร่หลาย ตัวอย่างเช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อโนเกีย ซึ่งครองส่วนแบ่งทางการตลาดเป็นอันดับ 1 (Nokia Corporation, 2009: 2-24) มีโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธมาพร้อมกับตัวเครื่องจำนวน 37 รุ่น ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 80.85 ของรุ่นที่วางจำหน่ายล่าสุดของยี่ห้อโนเกียจำนวน 47 รุ่น

ด้วยคุณสมบัติที่กล่าวมานี้ประกอบกับโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นสิ่งที่คนทั่วไปนิยมใช้อยู่แล้ว ทำให้เทคโนโลยีบลูทูธจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยบริหารจัดการการตรวจสอบรายชื่อเข้าชั้นเรียน นอกจากนี้บลูทูธยังสามารถบันทึกเวลาการเข้าออกระหว่างเวลาเรียนได้อีกด้วย ซึ่งเทคโนโลยีอื่นค่อนข้างยุ่งยากในทางปฏิบัติ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบขั้นตอนวิธีและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ เพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการใช้วิธีการตรวจสอบแบบอื่น ๆ อีกทั้งอุปกรณ์บลูทูธถูกติดตั้งมาพร้อมกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์เพิ่ม ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบรายชื่อ และยังช่วยลดปัญหาการฝากบัตรและการลงลายมือชื่อแทนเพื่อนได้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ

1.2.2 เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธช่วยให้ผู้ใช้ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อได้อย่างถูกต้องและสามารถติดตามพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในห้องเรียนได้ตามช่วงเวลาที่เปิดใช้ระบบ

1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.4.1 อาจารย์ต้องมีอุปกรณ์บลูทูธในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะติดตั้งระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องส่งสัญญาณบลูทูธในการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาต้องตั้งชื่อเรียกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการตรวจสอบรายชื่อ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือ เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา เป็นรหัสประจำตัวนักศึกษา

1.4.2 นักศึกษาต้องเปิดอุปกรณ์บลูทูธตลอดเวลาในการเข้าเรียน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยออกแบบขั้นตอนวิธีและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ เพื่อจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา ซึ่งข้อมูลที่จัดเก็บ ได้แก่ ข้อมูลนักศึกษา ข้อมูลรายวิชา หมายเลขบลูทูธของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ และเวลาในการเข้าห้องเรียนตามช่วงเวลาที่ระบบกำหนดไว้ โดยใช้อุปกรณ์บลูทูธเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบสัญญาณ

งานวิจัยนี้ได้กำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อไว้ ณ ช่วงเวลาหนึ่งที่ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อและจัดเก็บข้อมูลเสร็จสิ้นในแต่ละรอบ ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมในการตรวจสอบ ได้แก่ จำนวนนักศึกษา ขนาดของห้องเรียน และประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ

ในการตรวจสอบรายชื่อการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษานั้น หากนักศึกษามีการฝากโทรศัพท์เคลื่อนที่มากับเพื่อนเพื่อตรวจสอบรายชื่อแทน ระบบยังไม่สามารถตรวจสอบการฝากโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้และจะถือว่าอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยนี้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาจากบลูทูธที่มีประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างถูกต้อง ในการตรวจสอบรายชื่อและบันทึกเวลาการเข้าห้องเรียนของนักศึกษาได้ตามช่วงเวลาที่เปิดใช้ระบบ

1.6.2 ได้วิธีการเก็บรวมรวมข้อมูลพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนในกลุ่มตัวอย่างปริมาณมากและเป็น ประโยชน์ต่อการวิจัยในชั้นเรียนในอนาคต

1.7 คำอธิบายศัพท์

1.7.1 เทคโนโลยีบลูทูธ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สัญญาณความถี่วิทยุในการเชื่อมโยงสื่อสารสัญญาณ ไร้สายในระยะสั้นที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก บลูทูธถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์เคลื่อนที่ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น แฟ้มข้อมูลรูปภาพ แฟ้มข้อมูลเสียง และโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ

1.7.2 โทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นอุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย มีขนาดเล็กสะดวกแก่การพกพา โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่จะใช้คลื่นวิทยุในการติดต่อกับเครือข่ายผู้ให้บริการโทรศัพท์ผ่านสถานีฐาน เครือข่ายผู้ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ในประเทศไทยได้แก่ เอไอเอส ทรูมูฟ และดีแทค ซึ่งเป็นผู้ให้บริการในระบบจีเอสเอ็ม (Global System for Mobile Communications) 1800 ซึ่งได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางทั่วโลก รวมทั้งประเทศไทยด้วยเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่มีคุณภาพเสียงที่ดีมากและมีการบริหารการเข้าถึงช่องสัญญาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Malisuwan, S., Kasemsan, Malisuwan, U., and Phuangthong, 2005: 641-645)

โทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้มีความสามารถเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนอกจากจะมีคุณสมบัติในการสื่อสารทางเสียงแล้วยังมีความสามารถอื่นอีก เช่น สนับสนุนการสื่อสารด้วยข้อความ (SMS) สื่อผสม (MMS) การเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต รวมไปถึงความสามารถในการรองรับแอปพลิเคชันของจาวา เช่น เกมส์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งระบบปฏิบัติการที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในปัจจุบันได้แก่ ระบบปฏิบัติการซิมเบี้ยน (Symbian) ส่วนใหญ่ใช้ในอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ของบริษัท โนเกีย; วินโดวส์โมบาย ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล (Personal Digital Assistant: PDA) ; แอนดรอยด์ (Android) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการในโทรศัพท์เคลื่อนที่มีพื้นฐานการทำงานมาจากระบบปฏิบัติการลีนุกซ์ ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมในกลุ่มบริษัทผู้ผลิตโทรศัพท์เคลื่อนที่และลูกค้าเนื่องจากลิขสิทธิ์การนำแอนดรอยด์ไปใช้งานเป็นลักษณะของซอฟต์แวร์เสรี อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถพัฒนาได้อย่างอิสระและผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ยังสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมต่างๆ มาใช้งานได้ฟรีอีกด้วย; และระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) ที่ได้รับ

ความนิยมในปัจจุบัน คือระบบปฏิบัติการที่พัฒนาโดยบริษัท แอปเปิ้ล มีการพัฒนาความสามารถใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่องออกมาภายใต้ชื่อสินค้าไอโฟน (iPhone)

1.7.3 หมายเลขอุปกรณ์บลูทูธ (Bluetooth Address) คือ หมายเลขเฉพาะที่ใช้อ้างถึงอุปกรณ์เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยอุปกรณ์บลูทูธแต่ละอุปกรณ์จะมีหมายเลขที่ไม่ซ้ำกัน ตัวเลขเหล่านั้นประกอบด้วยอักขระจำนวน 12 หลัก ตัวอย่างเช่น 00FE3467B092 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับหมายเลขฮาร์ดแวร์แอดเดรส (MAC Addresses) ของการ์ดเครือข่าย ซึ่งหมายเลขเหล่านั้นถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์บลูทูธ

1.7.4 ชื่อเรียกอุปกรณ์ (Friendly Name) คือ ชื่อของอุปกรณ์ที่ผู้ใช้กำหนดให้แก่อุปกรณ์บลูทูธที่ใช้งานอยู่ ซึ่งในอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่และอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ นั้นผู้ใช้สามารถตั้งชื่อได้เองตามต้องการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้กล่าวถึง แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ ประกอบด้วยความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบลูทูธ เช่น พัฒนาการของบลูทูธ หลักการทำงานของบลูทูธ โพรโทคอลของบลูทูธ งานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบโดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์บลูทูธ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบลูทูธ

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับบลูทูธกล่าวถึงพัฒนาการของบูลทูธซึ่งมีการพัฒนารุ่นใหม่ ๆ ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลักการทำงานของบูลทูธ และโครงสร้างโพรโทคอล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 พัฒนาการของบลูทูธ

เทคโนโลยีบลูทูธ เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สัญญาณความถี่วิทยุในการเชื่อมโยงสื่อสารสัญญาณไร้สายในระยะสั้นที่ไม่มีความซับซ้อนมากนัก บลูทูธยังถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์เคลื่อนที่ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่น แฟ้มข้อมูลรูปภาพ แฟ้มข้อมูลเสียง และโปรแกรมประยุกต์ต่าง ๆ บลูทูธรุ่น 1.0 มีอัตราความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลที่ 1 เมกกะบิตต่อวินาที (ในเวลาหนึ่งวินาทีสามารถส่งข้อมูลได้หนึ่งล้านบิต) และมีการพัฒนาเทคโนโลยีการส่งข้อมูลเป็นแบบอีดีอาร์ (EDR: Enhanced Data Rate) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ปรับปรุงให้บลูทูธสามารถสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายได้เร็วขึ้น เรียกว่า บลูทูธ 2.0+EDR ซึ่งสามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็ว 3 เมกกะบิตต่อวินาที

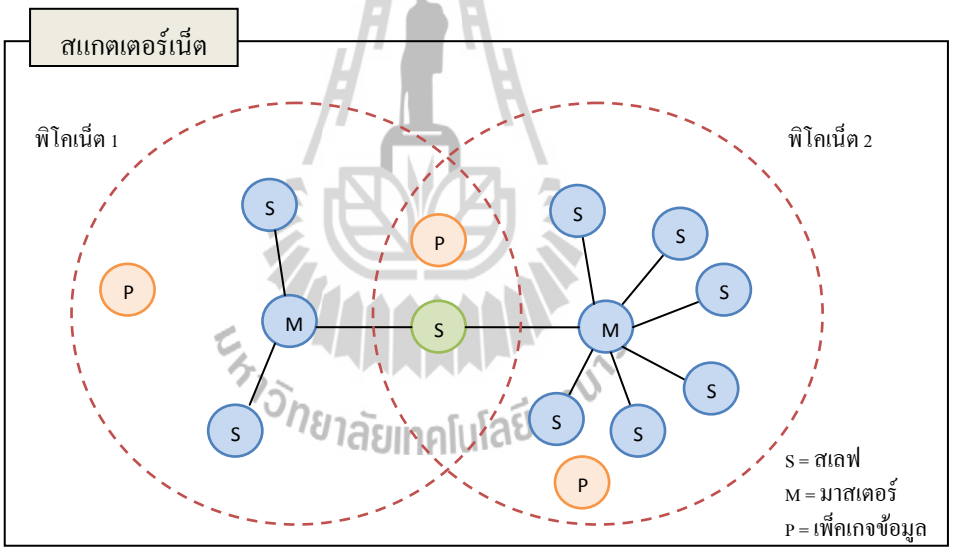
ในปี พ.ศ. 2552 บลูทูธได้รับการออกแบบและพัฒนาเป็นบลูทูธ 3.0 ที่สามารถส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็วถึง 24 เมกกะบิตต่อวินาที ทำให้สามารถส่งแฟ้มข้อมูลวิดีโอจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ได้ โดยใช้มาตรฐานไอทริปเปิลอี 802.11 (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers) (Bluetooth SIG, 2009: 17-18)

นอกจากนี้การใช้พลังงานและระยะทางในการรับส่งข้อมูลโดยใช้บลูทูธกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ยังมีความแตกต่างกัน แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว อุปกรณ์ต่าง ๆ จะใช้บลูทูธที่มีกำลังส่ง 10 มิลลิวัตต์ และส่งสัญญาณได้ในระยะ 10 เมตรขึ้นไป เพราะใช้พลังงานค่อนข้างน้อย ซึ่งอุปกรณ์ในกลุ่มนี้ได้แก่ ชุดอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Bluetooth SIG, 2004: 20)

ปัจจุบันบลูทูธได้รับการพัฒนาเป็น บลูทูธ 4.0 โดยมีการปรับให้ประหยัดพลังงาน สามารถส่งข้อมูลในระยะ 100 เมตร และมีการเข้ารหัสแบบเออีเอส (AES)-128 ทำให้มีความรวดเร็วและปลอดภัยในการส่งข้อมูลมากขึ้นอีกด้วย (Bluetooth SIG, 2010: 121)

2.1.2 การทำงานของบลูทูธ

ในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลนั้น บลูทูธจะใช้ช่วงความถี่ที่ 2.4000 - 2.4835 กิกะเฮิรซ์ (Bluetooth SIG, 2004: 18) โดยมีระยะการทำงานในช่วง 0.1-100 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวส่งสัญญาณและผู้ให้บริการในการเชื่อมต่อ ในรูปที่ 2.1 แสดงเครือข่ายการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ โดยการติดต่อสื่อสารในการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์นั้นจะยอมให้มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ในการติดต่อสื่อสารกันได้สูงสุดถึง 8 อุปกรณ์พร้อมกัน เรียกว่าพิโคเน็ต (Persso and Smeets, 2000: 32-43) โดยพิโคเน็ตนั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ที่แสดงตัวเป็นมาสเตอร์ และอุปกรณ์ต่อพ่วงแสดงตัวเป็น สเลฟ



รูปที่ 2.1 แสดงเครือข่ายการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์

อุปกรณ์มาสเตอร์ทำหน้าที่ในการกำหนดรูปแบบความถี่ในการส่งสัญญาณ ซึ่งเป็นตัวเริ่มต้นในการสื่อสาร ขณะที่อุปกรณ์ต่อพ่วงที่เป็นสเลฟจะสามารถส่งสัญญาณได้ทั้งแบบจุดต่อจุด (Point-to-Point) เมื่อมีอุปกรณ์บลูทูธเพียงแค่ 2 ตัว หรือแบบจุดต่อหลายจุด (Point-to-Multipoint) เมื่อมีอุปกรณ์บลูทูธมากกว่า 2 ตัว นอกจากนี้อุปกรณ์ที่เป็นสเลฟที่เชื่อมต่ออยู่ในแต่ละพิโคเน็ตยังสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นที่อยู่ต่าง พิโคเน็ตกันได้ ซึ่งทำให้เกิดการทำงานเหลื่อมทับกัน ดังนั้นการเชื่อมต่ออุปกรณ์กันนั้นจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงการเกิดคลื่นรบกวนของแต่ละอุปกรณ์ด้วย โดยจะเรียก

การทำงานของพิโคเน็ตที่มีการทำงานเหลื่อมทับกันแต่ปราศจากการรบกวนของแต่ละอุปกรณ์ว่า สแกตเตอร์เน็ต (Scatternet) (Persso and Smeets, 2000: 32-43)

การส่งสัญญาณคลื่นวิทยุในการติดต่อสื่อสารกันของบลูทูธจะใช้การกระโดดเปลี่ยนความถี่ โดยทำการแบ่งช่องสัญญาณในช่วงความถี่ระหว่าง 2.400 – 2.4835 กิกะเฮิรซ์ ออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งนี้ในการส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที เช่น มีการใช้ช่องที่ 1 ช่องที่ 2 จนไปถึงช่องที่ 79 แล้ววนซ้ำมาช่องที่ 1 อีกครั้ง จนครบ 1,600 ครั้ง โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง และระบบมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ

2.1.3 โครงสร้างโพรโทคอล

บูลทูธมีโครงสร้างโพรโทคอลดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยแต่ละชั้นของโมเดลบูลทูธมีชื่อและหน้าที่การทำงานดังนี้

ชั้นที่ 1 วิทยุ (Radio) เป็นส่วนที่เกิดการรับและส่งคลื่นวิทยุจริง ๆ เป็นส่วนวงจรฮาร์ดแวร์ภาค ส่งและรับคลื่นวิทยุที่ถูกควบคุมจากชั้นแถบความถี่ฐาน (Baseband) ไม่ว่าจะเป็นความถี่และระดับความแรงของสัญญาณที่ใช้รวมไปถึงเฟรมข้อมูลที่จะส่ง

ชั้นที่ 2 แถบความถี่ฐาน (Baseband Link Controller) ควบคุมการเชื่อมโยงแถบความถี่ฐาน หน้าที่หลักคือ ควบคุมการเชื่อมต่อพื้นฐานของบลูทูธทั้งหมด รวมถึงสถานะของอุปกรณ์และโหมดการทำงานควบคุมวงจรภาคส่งและรับคลื่นวิทยุที่อยู่ชั้นล่างสุดและการเลือกช่องความถี่ในการรับส่งข้อมูลให้ตรงกันระหว่างอุปกรณ์มาสเตอร์ (Master) และอุปกรณ์ที่เป็นสเลฟ (Slave) ที่ต้องมีการกระโดดไปในรูปแบบเดียวกัน

ชั้นที่ 3 โพรโทคอลจัดการการเชื่อมโยง (Link Manager Protocol) ทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมโยงของสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ โดยแปลงคำสั่งที่ได้รับจากชั้นบนเป็นลำดับหน้าที่การทำงานที่ชั้นล่างรู้จักและคอยส่งคำสั่งลงไปควบคุมการทำงานของชั้นล่างทั้งหมด

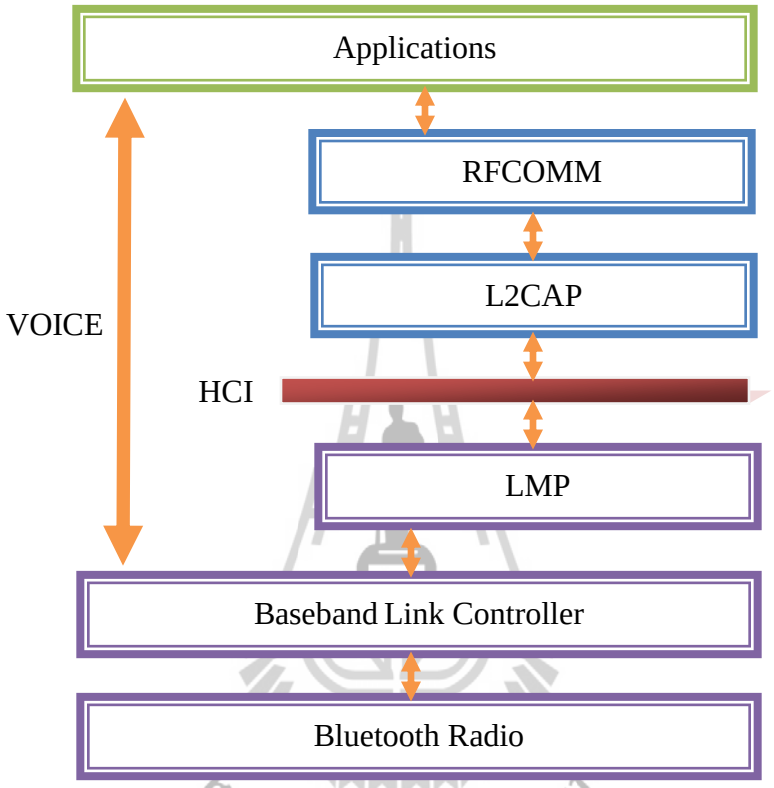
ชั้นที่ 4 เอชซีไอ (Host Control Interface) เป็นส่วนติดต่อเพื่อเข้าใช้งานกับฮาร์ดแวร์เชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมที่ทำงานอยู่บนระบบกับส่วนควบคุมการทำงานของบลูทูธ ทำให้โปรแกรมรู้จักคำสั่งควบคุมอุปกรณ์บลูทูธ

ชั้นที่ 5 แอลทูแคป (L2CAP: Logical Link Control and Adaptation Protocol) ทำหน้าที่รวมข้อมูลและส่งสัญญาณออกไปพร้อมกัน (Multiplex) จากชั้นบนซึ่งอาจจะมีการทำงานของโปรแกรมหลายโปรแกรมพร้อมกันและจัดแบ่งข้อมูลตามกลุ่มข้อมูล

ชั้นที่ 6 อาร์เอฟคอม (RFCOMM: Radio Frequency Communication) เป็นโพรโทคอลเสมือนที่ทำให้โปรแกรมประยุกต์ด้านบน มองบลูทูธเป็นเหมือนพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ทั่วไป ส่วนเอสดีพี (SDP: Service Discovery Protocol) เป็นโพรโทคอลที่ช่วยค้นหาบริการจากอุปกรณ์บลูทูธตัวอื่นที่

อยู่ในขอบเขตพิโคเน็ตเดียวกัน

ชั้นที่ 7 โปรแกรมประยุกต์ (Applications) เป็นชั้นที่อยู่บนสุดของกระบวนการรับส่งข้อมูลเป็น ส่วนของโปรแกรมทำหน้าที่ติดต่อรับหรือส่งข้อมูลกับผู้ใช้ โดยจะรับคำสั่งต่าง ๆ จากผู้ใช้ส่งให้คอมพิวเตอร์แปลความหมาย และทำงานตามคำสั่งที่ได้รับในระดับโปรแกรมประยุกต์



รูปที่ 2.2 โครงสร้างโพรโทคอลของบลูทูธ

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาระบบโดยประยุกต์ใช้อุปกรณ์บลูทูธ

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์บลูทูธในการออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ หลากหลาย ดังนี้

2.2.1.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้บลูทูธเพื่อการศึกษา

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้อุปกรณ์บลูทูธเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา การแลกเปลี่ยนข้อมูล ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ได้แก่ การใช้เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายของบลูทูธสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของนักเรียนในห้องเรียน พร้อมทั้งนำเสนอการออกแบบกรอบแนวคิดสำหรับนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาที่สามารถสร้างขึ้นได้โดยเทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย โดยใช้กรณีศึกษาในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้เป็นห้องเรียนเคลื่อนที่โดย

ขณะที่มีการเรียนในภาคบรรยาย นักเรียนสามารถดาวน์โหลดคำถามด้วยอุปกรณ์ที่ติดตั้งบลูทูธ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์แบบพกพา ฯลฯ ได้ ซึ่งขณะที่เรียนในภาคบรรยายอาจารย์ผู้สอนจะแจ้งตัวเลือกในการตอบคำถามให้ทราบ ให้นักเรียนป้อนหมายเลขประจำตัวนักเรียน และเลือกคำตอบหลังจากเรียนจบในภาคบรรยาย จากนั้นส่งคำตอบกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของอาจารย์ผู้สอน ซึ่งระบบนี้จะช่วยลดการใช้กระดาษ มีความสะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังมีราคาถูกเนื่องจากนักเรียนทุกคนมีโทรศัพท์เคลื่อนที่อยู่แล้ว (Davidrajuh, 2005: 33-38)

ชางและคณะ (Zhang, et al, 2006: 951-955) ศึกษาการใช้บลูทูธในระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่หลากหลายเช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ พีดีเอ คอมพิวเตอร์พกพา โดยใช้เทคโนโลยีสื่อสารไร้สายของบลูทูธในการรับส่งข้อมูลเมื่อเปิดใช้ระบบบลูทูธจะค้นหาสัญญาณและเลือกบริการที่ต้องการเชื่อมต่อ จากนั้นผู้ใช้ต้องเข้าสู่ระบบด้วยชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อทำการเชื่อมต่อสัญญาณบลูทูธ ระบบช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในห้องเรียนโดยสามารถตอบคำถามของผู้สอนผ่านระบบได้ ซึ่งข้อมูลคำถามจะแสดงบนหน้าจอของนักเรียนที่ทำการเชื่อมต่อเข้าสู่ระบบแล้ว และข้อมูลคำตอบของนักเรียนจะแสดงบนหน้าจอของผู้สอนให้ทราบโดยทันที

จุงและคณะ (Jung, et al, 2007: 609-634) พัฒนาระบบบลูทอร์เร็นท์ (BlueTorrent) ขึ้นมาเพื่อให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลภาพและเสียงผ่านอุปกรณ์ที่ติดตั้งบลูทูธ เช่น พีดีเอ (PDA) โทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งเป็นการติดต่อสื่อสารในลักษณะของการโอนถ่ายข้อมูลของระหว่างสองเครื่อง โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องให้บริการเว็บเป็นตัวกลางในการโอนถ่ายข้อมูลแต่จะกระจายการจัดเก็บข้อมูลตามแหล่งต่าง ๆ และให้ผู้ใช้บริการเปิดให้บริการและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ (P2P: Peer To Peer) นอกจากนี้กลุ่มผู้วิจัยได้ศึกษาถึงช่วงเวลาที่ใช้ในการดาวน์โหลดข้อมูลและการตั้งค่าระยะเวลาที่ดีที่สุดในการค้นหาและเชื่อมต่อ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูลที่ส่งอีกด้วย

มารอนและเควิน (Maron and Kevin, 2007: 84-90) นำเสนอเครือข่ายกระจายข้อมูลซึ่งพัฒนาเป็นระบบชื่อว่า แคมปัส นิวส์ (CAMPUS NEWS) โดยใช้การเชื่อมต่อบลูทูธเป็นเครือข่ายการส่งข้อมูลข่าวสาร กิจกรรมพิเศษภายในมหาวิทยาลัย ผู้ใช้ที่เป็นเจ้าหน้าที่จะทำหน้าที่ปรับปรุงข้อมูล เพิ่มข่าวใหม่ ๆ ในแต่ละวัน ข้อมูลจะกระจายไปยังจุดรับส่งข้อมูลที่ติดตั้งอยู่ในอาคารต่าง ๆ ผู้ใช้ที่เป็นนักศึกษาต้องเข้าสู่ระบบด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีบลูทูธเลือกยี่ห้อและรุ่นของโทรศัพท์ที่ใช้งานจากนั้นเลือกหัวข้อข่าวที่สนใจเพื่อเลือกรับเฉพาะข้อมูลที่ต้องการได้

เดียแมนและคณะ (Dearman, et al, 2009: 97-100) ศึกษากรอบแนวคิดบลูโทน (BlueTone) เพื่อพัฒนาเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถแสดงผลข้อมูลจำนวนมากได้โดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ลงบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ของผู้ใช้ ซึ่งอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่และจอแสดงผลเชื่อมต่อกันโดยบลูทูธ รองรับการติดต่อสื่อสารสัญญาณเสียงแบบหลายความถี่ที่อุปกรณ์แสดงผลสามารถเข้าถึงได้

2.2.1.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้บลูทูธเพื่อการท่องเที่ยวและการเดินทาง

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้อุปกรณ์บลูทูธเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยว การแลกเปลี่ยนข้อมูล อำนวยความสะดวกแก่นักท่องเที่ยว ส่งเสริมและสนับสนุนการท่องเที่ยวได้แก่ ทักรอยหริและคณะ (Takrouri, et al, 2008: 460-463) ได้ศึกษาระบบนำทางการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ผ่านบลูทูธ เพื่อนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่และแนะนำการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์ โดยระบบมีเครื่องให้บริการเว็บทำหน้าที่เก็บข้อมูลในแต่ละส่วนของพิพิธภัณฑ์ ที่แตกต่างกันและใช้อุปกรณ์บลูทูธในการค้นหาสัญญาณบลูทูธจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้เข้าชมและส่งข้อมูลเมื่อผู้เข้าชมเคลื่อนที่เข้ามาใกล้สถานที่สำคัญต่าง ๆ ที่อยู่ภายในพิพิธภัณฑ์ โดยไม่ต้องมีการติดตั้งซอฟต์แวร์ใด ๆ เพิ่มเติมให้กับอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้เข้าชม ทำให้สะดวกและง่ายในการใช้งาน เช่นเดียวกับ เดลกาโดมาทาและคณะ (Delgado-Mata, et al, 2010: 243-248) พัฒนาระบบนำทางการเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์แบบเสมือนจริง การพัฒนาแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ส่วนของผู้ใช้ พัฒนาสำหรับติดตั้งบนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ และส่วนผู้ให้บริการเว็บ ทำหน้าที่รับข้อมูลคำขอจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้และส่งข้อมูลกลับมาให้ผู้ใช้ทราบตามข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ทำหน้าที่ในการรับข้อส่งข้อมูล โดยเชื่อมต่อการระบุตำแหน่งจากจีพีเอส และอาร์เอฟไอดี ผ่านบลูทูธ และเชื่อมต่อเครือข่ายเข้าสู่ฐานข้อมูลกลางด้วยเทคโนโลยีสื่อสารไร้สายผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ (EDGE: Enhanced Data rates for GSM Evolution) จากแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยได้พัฒนาต้นแบบการใช้งานขึ้นโดยติดตั้งในรถเข็นพร้อมกล้องและแท่นควบคุมเพื่อให้สามารถรับข้อมูลเส้นทางและบังคับทิศทางตามต้องการได้

โซซาและคณะ (Souza, et al, 2005: 33-38) ศึกษาและพัฒนาระบบโดยใช้ชื่อว่า วีจีบี (VGB: Bluetooth Village Guide Book) ใช้งานในศูนย์รวมเชื่อมโยงการเรียนรู้สู่วิสาหกิจการค้าการลงทุนในประเทศออสเตรเลีย (Kelvin Grove Urban Village) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลรูปภาพ ฟังข้อความเสียงและอ่านข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานที่ต่าง ๆ ได้ผ่านทางอุปกรณ์เคลื่อนที่ของผู้ใช้ โดยมีจุดส่งข้อมูลมากกว่า 2 จุด เพื่อรองรับการเข้าถึงข้อมูลจากผู้ใช้ที่เข้าใช้งานพร้อมกันได้จำนวนมากจากเครื่องบริการเว็บที่เป็นศูนย์กลาง โพรโทคอลของหนังสือแนะนำในรูปแบบของสื่อประสมใช้โพรโทคอลบลูทูธในการรับส่งข้อมูลระหว่างจุดส่งข้อมูลกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ของผู้ใช้

โบโหโนสและคณะ (Bohonos, et al, 2007: 83-87) พัฒนาระบบช่วยนำทางในการเดินทางผู้พิการทางสายตาด้วยบูลทูธในโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยพัฒนาทั้งซอฟต์แวร์ตัวกลางเชื่อมต่อกับส่วนการควบคุมสัญญาณไฟจราจรเพื่อส่งสัญญาณเตือนไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณไฟจราจร และพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อติดตั้งในโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากจุดส่งข้อมูลได้

2.2.1.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้บลูทูธเพื่ออุตสาหกรรม

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้อุปกรณ์บลูทูธเพื่อใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม การแลกเปลี่ยนข้อมูล ส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงานภาคธุรกิจ ได้แก่ บริษัทชั้นนำด้านการขนส่งสินค้าได้นำเทคโนโลยีบลูทูธมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บริษัทเฟดเอ็กซ์ (FedEx) ใช้เทคโนโลยีบลูทูธในการติดตามสถานะของสินค้า; บริษัทยูพีเอส (UPS) ซึ่งเป็นคู่แข่งสำคัญของเฟดเอ็กซ์ ได้นำเทคโนโลยีบลูทูธมาช่วยในการส่งข้อมูลบาร์โค้ดของสินค้าที่ได้จากเครื่องอ่านบาร์โค้ด และส่งข้อมูลไปยังเครื่องรับสัญญาณที่อยู่ใกล้ ๆ เพื่อนำข้อมูลไปประมวลผลต่อไป ช่วยเพิ่มความรวดเร็วและลดต้นทุนได้เป็นอย่างมาก; และบริษัทดีเอชเอล (DHL) ซึ่งร่วมมือกับบริษัทโนเกีย (Nokia) ในการนำอุปกรณ์ปากกาดิจิทัล (Nokia Digital Pen) มาใช้ในการติดต่อสื่อสารและจัดเก็บข้อมูลเพื่อลดการใช้กระดาษและเน้นการทำงานและการส่งข้อมูลแบบทันที (Real time)โดยข้อมูลจะบันทึกในหน่วยความจำของอุปกรณ์และถ่ายโอนข้อมูลผ่านบลูทูธ (Tarn, Pang, Yen, and Chen, 2009: 48-55)

การพัฒนาระบบบี-แมด (B-MAD) เพื่อใช้งานการโฆษณาภายในพื้นที่ด้วยการตรวจสอบกลุ่มเป้าหมายที่อยู่ในพื้นที่ที่ต้องการส่งข้อความโฆษณาด้วยสัญญาณบลูทูธ โดยบลูทูธจะค้นหาสัญญาณของอุปกรณ์บลูทูธที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง จากนั้นจะส่งหมายเลขบลูทูธพร้อมการระบุตำแหน่งผ่านเครือข่ายไร้สายไปยังเครื่องให้บริการโฆษณา (Ad Server) เครื่องให้บริการโฆษณาจะตรวจสอบหมายเลขของผู้ใช้กับฐานข้อมูลว่ามีการตอบรับข้อความโฆษณาหรือไม่ หากมีการตอบรับระบบจะส่งข้อความโฆษณาไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ใช้ผ่านเครือข่ายไร้สาย (Aalto, Gothlin, Korhonen and Ojala, 2004: 49-58) กระบวนการบรรจุหีบห่ออัตโนมัติในอุตสาหกรรมปัจจุบันต้องการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีความฉลาดและตอบสนองการทำงานได้มากขึ้น การใช้อุปกรณ์ที่ติดต่อสื่อสารโดยใช้สายทำให้ขาดความยืดหยุดและคล่องตัวในการทำงาน จึงประยุกต์ใช้บลูทูธในการติดต่อสื่อสารกับโปรแกรมควบคุมหลักในการตั้งค่าการเปลี่ยนแปลงข้อมูลในเครื่องบรรจุหีบห่อ โดยใช้หลักการทำงานในการสร้างการเชื่อมต่อของบลูทูธที่มีการทำงานเหลื่อมทับกันแต่ปราศจากการรบกวนของแต่ละอุปกรณ์ (Scatternets) เพื่อเชื่อมต่อการส่งคำสั่งไปยังแต่ละจุดที่มีการทำงานของเครื่องจักร (Maga, 2008: 304-307) เช่นเดียวกับ งานวิจัยของคาเปลลาและคณะ (Capella, et al, 2004: 824-829) ได้ศึกษาการนำเทคโนโลยีการสื่อสารของบลูทูธมาใช้ในระบบการควบคุมแบบกระจายในอุตสาหกรรม โดยประยุกต์ใช้ในระบบการควบคุมการทำงานของสายเชื่อมต่อปั้นจั่นซึ่งใช้การติดต่อสื่อสารส่งข้อมูลคำสั่งผ่านบลูทูธ

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียน

การศึกษาพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนจัดทำโดยกระบวนการวิจัยในชั้นเรียนซึ่งครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนและนำผลมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดียิ่งขึ้นทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับผู้เรียน (สุวิมล ว่องวาณิช, 2552: 21) ซึ่งการศึกษาพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียน การมาสาย การขาดเรียน เป็นแนวทางที่ช่วยให้ทราบถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยครูผู้วิจัยสามารถเลือกใช้แหล่งข้อมูลทั้งจากการจัดเก็บข้อมูลของโรงเรียนและจัดเก็บข้อมูลโดยครูผู้วิจัยเอง เช่น สถิติโรงเรียน การเข้าชั้นเรียน เกรด วิชาที่มีการลงทะเบียน เป็นต้น (สุวิมล ว่องวาณิช, 2552: 74-75)

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียน การปรับพฤติกรรมการไม่เข้าห้องเรียน และการมาเรียนสายของนักศึกษา (นฤมล ฝางคำ, 2547: 1-7; มาลีรัตน์ เทียมฉัตร: 1-4; นัยนา หิรัญญชาติธาดา: 1-6, 2005) พบว่าในการเก็บรวบรวมข้อมูลการเข้าเรียนของนักเรียนนักศึกษานั้น ผู้วิจัยใช้แบบสังเกตพฤติกรรมความรับผิดชอบของนักศึกษาและสมุดบันทึกการเข้าเรียนเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งวิธีการเหล่านี้เหมาะสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณไม่มาก ดังนั้นหากต้องการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่มีปริมาณมากต้องใช้เครื่องมือที่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมและสมุดบันทึกการเข้าเรียน

ทิพย์วัลย์ อภิวัฒนนันท์ (2553: 83-95) วิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมโดยใช้กิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้แบบบรูณาการ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ใช้การสังเกตการณ์ มอบหมายงาน แบบประเมินโครงการ แบบประเมินตนเอง บันทึกข้อวิจารณ์และแบบทดสอบกลางภาค พบว่าผู้เข้ารับการอบรมมีความรู้ความเข้าใจและสามารถเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบบรูณาการซึ่งประกอบด้วย วิธีการสอนที่หลากหลาย กิจกรรมที่บูรณาการความรู้ในเนื้อหาและทักษะชีวิต และเครื่องมือประเมินผลต่าง ๆ ได้ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่มีคะแนนผ่านเกณฑ์การรอบรู้เชิงปริมาณของคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ในด้าน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและการคิดวิเคราะห์ ด้านความตระหนักรู้ และในด้านพฤติกรรมการเรียนพบว่าผู้เรียนมีความสนใจในกิจกรรมการเรียนการสอน สามารถตอบคำถามและมีส่วนร่วมในห้องเรียน

จากงานวิจัยข้างต้นเกี่ยวกับการศึกษาพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนสามารถสรุปได้ว่าการเข้าชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอของนักศึกษามีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการเข้าชั้นเรียนอยู่ในรูปแบบของการจดบันทึก ซึ่งไม่สะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมาก

2.2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อ

ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อในรูปแบบและวิธีการต่าง ๆ ดังนี้

ในงานวิจัยของ สุธรรม จินดาอุดม, จตุพร ชู่ช่วย, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว และอนันต์ ผลเพิ่ม (2553: 81-86) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบเช็คชื่อและรายงานผลแบบเวลาจริงผ่านเครือข่ายไร้สายโดยใช้อาร์เอฟไอดี (RFID: Radio Frequency Identification) โดยตระหนักถึงความสำคัญในการเข้าชั้นเรียน และใช้วิธีการเช็คชื่อในการชักจูงให้นักศึกษาเข้าชั้นเรียน และเพื่อป้องกันการลงลายมือชื่อแทนสามารถตรวจสอบจากภาพขณะตรวจสอบชื่อได้ นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถเข้าดูข้อมูลการเข้าเรียนผ่านระบบบัญชีเครือข่ายได้อย่างรวดเร็วแบบเวลาจริง ในส่วนของการพัฒนาระบบคณะผู้วิจัยได้พัฒนาระบบเช็คชื่อและรายงานผลแบบเวลาจริงผ่านเครือข่ายไร้สาย โดยพัฒนาชุดอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีชนิดความถี่ 125 กิโลเฮิร์ต ทำงานร่วมกับระบบการแสดงผลด้วยจอแอลซีดี (LCD: Liquid Crystal Display) ซึ่งระบบจะบันทึกหมายเลขอาร์เอฟไอดีของผู้ใช้งานพร้อมกับบันทึกภาพด้วยกล้องเว็บแคม (Webcam) และแสดงชื่อของผู้เข้าใช้ระบบเพื่อเป็นการยืนยันกับผู้ใช้งานว่าเป็นการลงเวลาที่ถูกต้อง ข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บในส่วนความจำของแอกเซสพอยต์ ซึ่งจะทำการโอนถ่ายข้อมูลไปยังเครื่องบริการหลักผ่านเครือข่ายไร้สายโดยอัตโนมัติเมื่อมีการเชื่อมต่อ ทำให้ผู้ใช้ระบบสามารถตรวจสอบการเข้าใช้งานได้ทันทีจากเว็บไซต์ ในส่วนของอาจารย์ผู้สอนสามารถกำหนดค่าเวลาเริ่มเรียนของแต่ละรายวิชา และเวลาเข้าห้องเรียนที่ถือว่าเป็นการเข้าเรียนสายได้ตามความต้องการของผู้สอน หากผู้ใช้งานลืมบัตรประจำตัวหรือการไม่มาเรียนในกรณีฉุกเฉินหรือเจ็บป่วยระบบอนุญาติให้ผู้สอนทำการปรับปรุงฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องเพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งานมากขึ้นอีกด้วย

สแกนแลน (Scanlan, 2009: 19-29) ศึกษาและพัฒนาระบบติดตามการเข้าชั้นเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีโดยผู้วิจัยชี้ว่าการพัฒนาระบบติดตามการเข้าชั้นเรียนด้วยอาร์เอฟไอดีมีราคาถูกเนื่องจากใช้ส่วนประกอบเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจากผู้ค้าส่งในราคา 55.25 ดอลล่าสหรัฐ ($) และบัตรอาร์เอฟไอดีในราคา 71 เซ็นต์ (Cents) ต่อชิ้น ในรุ่นทดลองใช้ผู้ใช้จะได้รับการสนับสนุนด้านซอฟต์แวร์ฟรี ซึ่งระบบสามารถใช้งานได้ในคอมพิวเตอร์แบบพกพา ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์ วินโดว์ 2000 เอกซ์พีหรือวิสต้าได้ โดยระบบสามารถติดตามการเข้าชั้นเรียนของนักเรียนแต่ละคนสำหรับแต่ละรายวิชาได้โดยผู้ใช้ทำการป้อนรหัสวิชา และข้อมูลส่วนตัวของนักเรียน จากนั้นทำการเลือกรายวิชาที่ต้องการติดตามการเข้าชั้น ระบบจะดำเนินการติดตามการเข้าชั้นเรียนเมื่อเสร็จสิ้นผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลพร้อมทั้งสามารถแก้ไขรายการต่าง ๆ ในฐานข้อมูลได้ พร้อมทั้งส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์บันทึกรายงานการเข้าชั้นเรียนและข้อความไปยังนักเรียนทุกคน ระบบรองรับหมายเลข 5 หลักสำหรับใช้ในการทำแบบทดสอบและรายงานเกรด นอกจากนี้ระบบยังสามารถติดตามการส่งคืนข้อสอบเพื่อ

ป้องกันการนำข้อสอบออกไปนอกห้องสอบได้ โดยการรับข้อสอบแต่ละครั้งต้องสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีของนักเรียนและบันทึกเวลาที่รับข้อสอบเข้าไปในระบบ เมื่อมีการคืนข้อสอบให้นักเรียนสแกนบัตรอาร์เอฟไอดีอีกครั้งและบันทึกเวลาคืนเข้าไปในระบบ ซึ่งระบบแสดงรายงานให้ผู้ใช้ทราบว่ามีการคืนข้อสอบเกินเวลาที่กำหนด ขาดสอบ หรือไม่ส่งข้อสอบคืนได้

ซาบรีและคณะ (Sabri, et al, 2007: 1-4) ศึกษาและพัฒนาระบบติดตามการเข้าชั้นเรียนอัฉริยะโดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลอาร์เอฟไอดี ซึ่งทำการจัดเก็บข้อมูลรายวิชาและรายชื่อของนักเรียนในฐานข้อมูลเมื่อเริ่มทำการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนระบบจะทำการยืนยันรายชื่อจากแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีและตรวจสอบรายชื่อกับฐานข้อมูลและบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนไว้ในระบบ ซึ่งสามารถเรียกดูข้อมูลได้ในเวลาต่อมา

เชนและชาง (Chen and Chang, 2008: 568-572) พัฒนาระบบติดตามการมาเรียนและหลีกเลี่ยงเส้นทางจราจรที่คับคั่งในบริเวณโรงเรียนอนุบาลโดยใช้เทคโนโลยีอาร์เอฟไอดีและเทคโนโลยีไร้สายจีเอสเอ็ม (GSM: Global System for Mobile Communications) ในการส่งข้อความไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้ปกครอง เพื่อรายงานข้อมูลความปลอดภัยของเด็กเมื่อเดินทางมาถึงโรงเรียน นอกจากนี้ระบบยังสามารถรายงานการจราจรในบริเวณโรงเรียนและชี้แนะการหลีกเลี่ยงการจราจรที่ติดขัดได้ เพื่อช่วยให้ผู้ปกครองเดินทางมารับเด็กได้ทันเวลาเลิกเรียน ในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบประกอบด้วย เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี (RFID Reader) ทำหน้าที่เขียนหรืออ่านข้อมูลจากแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดี (RFID Tag) ด้วยสัญญาณความถี่วิทยุ ซึ่งแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีจะทำหน้าที่ในการรับส่งสัญญาณเพื่อติดต่อกับเครื่องอ่าน อุปกรณ์จีพีอาร์เอสโมเด็ม (GPRS Modem) ทำหน้าที่ในการติดตามตำแหน่งของรถเพื่อรายงานการจราจร

อย่างไรก็ตามแม้ว่าระบบจะมีการใช้งานได้จริงแต่ยังพบข้อบกพร่องในการทำงานคือ 1) การตอบสนองของสัญญาณในระยะทางที่จำกัด ซึ่งจะเกิดปัญหาหากผู้ใช้ขับรถเข้าไปในบริเวณซอยแคบ ๆ ขณะเดินทาง; 2) สภาพอากาศที่เปียกชื้นมีผลต่อการอ่านข้อมูลของเครื่องอ่าน หากเครื่องอ่านเปียกอาจทำให้ระบบทั้งหมดไม่ทำงาน; 3) อัตราความเร็วในการอ่านข้อมูล ซึ่งหากผู้ใช้ขับรถเร็วอาจมีผลต่อการตอบสนองในการอ่านข้อมูลจากแผ่นป้ายอาร์เอฟไอดีของเครื่องอ่าน; 4) การเปลี่ยนรถของผู้ใช้ ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ว่าผู้ใช้จะใช้รถคันเดิมตลอดเวลา ทำให้รถไม่ได้รับการยืนยันข้อมูลในการระบุตัวตน

จากการทดลองใช้ในกลุ่มผู้ใช้จำนวน 200 คน พบว่าปัญหาหลักจากผู้ใช้คือความเป็นส่วนตัว เนื่องจากผู้ปกครองหลายคนไม่ต้องการให้รถถูกติดตามขณะใช้งานในชีวิตประจำวันที่นอกเหนือจากการเดินทางมาส่งเด็ก ๆ ที่โรงเรียนและต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นในการซื้ออุปกรณ์ติดตั้งระบบ

นอกจากนี้ยังพบว่างานของเออวาสติและคณะ (Ervasti, et al, 2009: 22-30) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบติดตามการเข้าชั้นเรียนสำหรับเด็กในระดับอนุบาล เพื่อติดตามการเข้าชั้นเรียนอย่างปลอดภัยของเด็ก ๆ และรายงานการเข้าชั้นเรียนให้ผู้ปกครองทราบ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการรับส่งข้อมูลสื่อสารไร้สายระยะใกล้ (NFC: Near Field Communication) ในวงรัศมี 10 เซนติเมตร ที่ติดตั้งในโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งผู้วิจัยใช้บัตรสมาร์ทการ์ดในการบรรจุข้อมูลรหัสประจำตัวและชื่อของนักเรียน เมื่อเด็ก ๆ เดินทางมาถึงห้องเรียนให้ทำการลงทะเบียนเข้าเรียนโดยนำบัตรสมาร์ทการ์ดประจำตัวมาสัมผัสกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบจะทำการอ่านข้อมูลบนบัตรและบันทึกข้อมูลพร้อมทั้งเวลาในการเข้าเรียน

อย่างไรก็ตามเทคโนโลยีนี้เหมาะสำหรับใช้งานในกลุ่มเล็ก ๆ ยังไม่เหมาะกับการทำงานในกลุ่มคนจำนวนมาก เนื่องจากไม่สามารถอ่านข้อมูลได้หลาย ๆ รายการในเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดความล่าช้าในการใช้งาน

ชางและคณะ (Zhang, et al, 2007: 606-609) ศึกษาการออกแบบและพัฒนาระบบจัดการการเข้าเรียนโดยใช้สถาปัตยกรรมของบี/เอสและซี/เอส เป็นพื้นฐานในการพัฒนา ระบบการจัดการการเรียนเดิมประกอบด้วย ระบบการลงทะเบียนเรียน การวางแผนการเรียน การจัดการรายวิชา และการจัดการคะแนน แต่ยังขาดการจัดการการเข้าชั้นเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาและพัฒนาส่วนของการจัดการการเข้าชั้นเรียนเพิ่มเข้าไปในระบบเดิม ในการออกแบบและพัฒนาผู้วิจัยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) สถาปัตยกรรมบี/เอส เป็นส่วนของการจัดการข้อมูลทั้งหมดโดยเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบสามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล เรียกดูข้อมูลของห้องเรียน จัดการตารางเวลาเรียนทั้งหมดและข้อมูลส่วนตัวของนักศึกษาได้ อาจารย์สามารถเรียกดูข้อมูลสถิติการเลือกเรียนรายวิชาของนักศึกษา และตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา นอกจากนี้นักศึกษาแต่ละคนยังสามารถตรวจสอบการขาดเรียนของตนได้ด้วย โดยเรียกใช้งานระบบผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์ 2) สถาปัตยกรรมซี/เอส เป็นส่วนของการนำเข้าข้อมูลการเข้าชั้นเรียนจากห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องใช้เครื่องอ่านบัตรในการระบุตัวตนของนักศึกษาจากบัตรประจำตัวนักศึกษา และบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาจัดเก็บในฐานข้อมูล โดยติดตั้งระบบในเครื่องคอมพิวเตอร์ประจำห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ กระบวนการตรวจสอบรายชื่อด้วยบัตรประจำตัวจะจัดเก็บที่อยู่ห้องเรียนและชื่อ จากนั้นจะตรวจสอบข้อมูลกับฐานข้อมูลเพื่อยืนยันข้อมูลการเข้าชั้นเรียน ซึ่งระบบจะสามารถบอกได้ว่านักศึกษามาสาย ขาดเรียน หรือออกจากห้องเรียนก่อนระยะเวลาที่กำหนดได้

งานวิจัยของกัสเชนนีและคณะ (Gatsheni, et al, 2007: 1-5) ศึกษาและพัฒนาระบบลงทะเบียนการเข้าชั้นเรียนอัตโนมัติด้วยอาร์เอฟไอดี โดยระบบจะตรวจสอบและบันทึกข้อมูลนักศึกษาจากบัตรประจำตัวนักศึกษาซึ่งติดป้ายอาร์เอฟไอดีในบัตรโดยอัตโนมัติเมื่อนักศึกษาเข้ามาในชั้นเรียน ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยเชื่อมต่อผ่านจุดให้บริการอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย (Hotspot) ทำให้ไม่ต้อง

ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการติดตั้งโปรแกรมในแต่ละห้อง สะดวกในการใช้งานมากขึ้น เนื่องจากเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีสามารถอ่านข้อมูลจากบัตรนักศึกษาที่อยู่ในกระเป๋าได้อัตโนมัติทันทีที่เข้าชั้นเรียน

ชิบาตะ (Shibata, 2005: 590-592) ศึกษาและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนโดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ ผู้วิจัยพบว่าปัจจุบันนักเรียนทุกคนมีโทรศัพท์เคลื่อนที่และมีฟังก์ชันการทำงานที่สามารถใช้งานอีเมลล์ และกล้องถ่ายรูปในโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ ประกอบกับระบบการจัดการรายวิชาในการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์มีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน จึงได้พัฒนาให้สามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ในการตรวจสอบชื่อเข้าเรียนได้ โดยใช้การยืนยันจาก 3 ส่วน คือ ยืนยันบุคคล ยืนยันสถานที่ และยืนยันเวลา ถ้านักเรียนให้เพื่อนยืมรหัสเข้าใช้งานจะสามารถใช้งานได้เสมือนเป็นเจ้าของรหัส และหากมีการเข้าใช้งานนอกห้องเรียนการยืนยันสถานที่จะไม่ได้รับการรับรอง ในการใช้งานระบบมี 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ในระหว่างชั่วโมงการเรียนให้นักเรียนถ่ายภาพผู้สอนและกระดานดำหน้าชั้นเรียนด้วยกล้องดิจิทัลในโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักเรียนแต่ละคน 2) นักเรียนส่งอีเมลล์ไปยังอาจารย์ผู้สอน รวมถึงข้อมูลรายวิชา รหัสห้องเรียนที่ตั้งโดยอาจารย์ผู้สอน ชื่อนักเรียนพร้อมทั้งแนบไฟล์รูปภาพที่ถ่ายได้ 3) เมื่อครบชั่วโมงเรียน อาจารย์ผู้สอนจะได้รับอีเมลล์และตรวจสอบการระบุตัวตนของผู้ส่ง ชื่อของนักเรียน เวลา วันที่ของข้อความที่ได้รับ รวมถึงภาพถ่ายในห้องเรียนที่นักเรียนแนบไฟล์มาในอีเมลล์ ซึ่งชื่อผู้ส่งและชื่อนักเรียนจะเป็นสิ่งที่ใช้ในการระบุตัวตนของนักเรียนแต่ละคนได้ วันที่และเวลาในการส่งข้อความในไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ใช้ในการยืนยันเวลา และเนื้อหาของรูปภาพซึ่งสามารถดูรายละเอียดวันที่และเวลาของรูปภาพจากคุณสมบัติของไฟล์ภาพใช้ในการยืนยันสถานที่และเวลา

พีคและคณะ (Paik, et al, 2010: 1-6) พัฒนาระบบติดตามการเข้าใช้งานด้วยข้อมูลทางชีวภาพซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในหน่วยงานในการรายงานเวลาเข้างาน และใช้ในโรงเรียนเพื่อติดตามการเข้าชั้นเรียนได้ ผู้วิจัยพัฒนาโดยใช้เครื่องอ่านลายนิ้วมือในการตรวจสอบการติดตามรายการเข้าพบแพทย์ของผู้ป่วยในประเทศอินเดียเพื่อลดปัญหาในการแจ้งชื่อ ที่อยู่ ข้อมูลส่วนตัวของผู้ป่วย ช่วยลดข้อผิดพลาดในการแจ้งข้อมูล ผู้วิจัยติดตั้งระบบในคอมพิวเตอร์แบบพกพา พร้อมทั้งอุปกรณ์เครื่องอ่านลายนิ้วมือ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ต้นทุนต่ำ โดยผู้ใช้ทำการสแกนลายนิ้วมือที่เครื่องอ่านลายนิ้วมือและข้อมูลรายการการเข้าใช้งานจะถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลกลางด้วยระบบบริการส่งข้อความสั้น ๆ (SMS: Short Message Service) ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่โดยสามารถส่งข้อความไปยังฐานข้อมูลกลางได้พร้อมกันสูงสุดครั้งละ 40 ข้อความ

ซิลวาและคณะ (Silva, et al, 2008: 384 - 389) ศึกษาออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบของการใช้การกระจายอาร์เอฟไอดีผ่านเครือข่ายอีเทอร์เน็ตและจัดการการลงทะเบียนเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาอัตโนมัติโดยใช้อาร์เอฟไอดี โดยติดตั้งป้ายอาร์เอฟไอดีในบัตรประจำตัวนักศึกษา และติดตั้ง

เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี 1 เครื่องต่อห้อง เชื่อมต่อทั้งหมดในเครือข่ายแลนของมหาวิทยาลัย และส่งผลการบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนผ่านบริการทางเว็บไซต์ องค์ประกอบหลักของระบบประกอบด้วย 1) เครื่องบริการอาร์เอฟไอดี ทำหน้าที่ผลการบันทึกการเข้าชั้นเรียน โดยรับข้อมูลจากเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีทุกเครื่องที่ถูกติดตั้งไว้ในห้องเรียนและส่งรายการการเข้าชั้นเรียนจัดเก็บในฐานข้อมูลอาร์เอฟไอดี ซึ่งการประมวลผลขึ้นอยู่กับตัวอ่านข้อมูลที่ถูกสร้างและขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต 2) ฐานข้อมูลอาร์เอฟไอดี ทำหน้าที่จัดเก็บรายการการเข้าชั้นเรียน ข้อมูลที่จัดเก็บได้แก่ จำนวนของนักศึกษา วิชาที่เรียน วันที่ เวลาและหมายเลขที่ใช้ในการระบุเครื่องที่ทำการอ่านข้อมูลจากป้ายอาร์เอฟไอดี พร้อมทั้งจัดเก็บข้อมูลการตั้งค่าที่อยู่ของไอพี (IP address) พอร์ต อาคารเรียนและหมายเลขห้องเรียน 3) บริการเว็บไซต์ (Web Services Server) จัดเตรียมเพื่อให้ผู้ใช้งานภายนอกสามารถเรียกดูข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ 4) ระบบจัดการฐานข้อมูล คือระบบจัดการฐานข้อมูลรวมของมหาวิทยาลัย จัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของนักศึกษา อาจารย์ ห้องเรียนและตารางเวลาการใช้ห้องของแต่ละรายวิชา จากการทดสอบการใช้งานพบว่ายังไม่สามารถรองรับการอ่านข้อมูลจำนวนมากได้ ต้องใช้เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่ผู้ผลิตพัฒนาให้เครื่องอ่านสามารถส่งผ่านข้อมูลที่ต้องการผ่านอีเทอร์เน็ตที่อยู่ในบริเวณต่าง ๆ ได้ ซึ่งราคาค่อนข้างสูง

งานวิจัยของคานและคณะ(Khan, et al, 2007: 1-5) ศึกษาและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนแบบดิจิทัล โดยประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด 8 บิต (AVR ATmega8) ซึ่งข้อมูลการเข้าชั้นเรียนจะถูกจัดเก็บในหน่วยความจำเฟลตของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เรียกว่าอีอีพรอม (EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) จากนั้นระบบจะส่งข้อมูลที่บันทึกได้จัดเก็บในฐานข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านสายนำส่งข้อมูลและแสดงผลรายงานให้ผู้ใช้ทราบ

ระบบมีข้อจำกัดในการใช้งานคือ 1) ชิปหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลมีความจุจำกัดหากต้องการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมดในปริมาณมากหน่วยความจำอาจไม่เพียงพอ 2) แป้นพิมพ์ที่ใช้ในการควบคุมทิศทางของไมโครคอนโทรลเลอร์มีเพียง 4 ปุ่มเท่านั้น ยังไม่สะดวกในการใช้งาน 3) จอแสดงผลสามารถแสดงผลได้เพียง 20 ตัวอักษรเท่านั้น 4) ระบบรองรับสถานะการมาเรียนและการขาดเรียนเท่านั้นยังไม่รองรับการขาดเรียนในรูปแบบอื่น เช่น ไม่สบาย ลาครึ่งวัน หรือมาสาย เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัย	อุปกรณ์	คุณสมบัติของระบบ						
		จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลผ่านเครือข่าย	ทราบเวลาเข้าห้องเรียน	ทราบเวลาออกจากห้องเรียน	นักศึกษาสามารถตรวจสอบผลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์	แสดงผลสรุปการเข้าชั้นเรียน	แจ้งการตรวจสอบรายชื่อได้ตอบกับนักศึกษา	ติดตามการเข้าและออกห้องเรียนได้ตลอดเวลา
สุธรรม จินดาอุดม และคณะ (2010)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	-	✓	✓	-	-
สแกนแลน (2009)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
ซาบรีและคณะ (2007)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	-	✓	✓	-	-
เชนและชาง (2008)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	-	-	-	✓	-
กัสเชนนีและคณะ (2007)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	-	-	-	-	-
ซิลวาและคณะ (2008)	อาร์เอฟไอดี	✓	✓	-	✓	-	-	-
เออวาสติและคณะ (2009)	บัตรสมาร์ทการ์ด	✓	✓	-	-	-	✓	-

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)

ผู้วิจัย	อุปกรณ์	คุณสมบัติของระบบ						
		จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลผ่านเครือข่าย	ทราบเวลาเข้าห้องเรียน	ทราบเวลาออกจากห้องเรียน	นักศึกษาสามารถตรวจสอบผลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์	แสดงผลสรุปการเข้าชั้นเรียน	แจ้งการตรวจสอบรายชื่อโต้ตอบกับนักศึกษา	ติดตามการเข้าและออกห้องเรียนได้ตลอดเวลา
ชางและคณะ (2007)	บัตรประจำตัวนักศึกษา	✓	✓	✓	✓	-	-	-
คานและคณะ (2007)	ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด 8 บิต	-	✓	-	-	✓	-	-
ชิบาตะ (2005)	โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีกล้องดิจิตอล	-	-	-	✓	✓	-	-
พีคและคณะ (2010)	เครื่องตรวจสอบลายนิ้วมือ	✓	✓	-	-	-	-	-
งานวิจัยนี้	บลูทูธ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยพบว่ามีการพัฒนาระบบติดตามการเข้าชั้นเรียนในหลากหลายรูปแบบและเทคโนโลยีที่ใช้แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1 จึงนำมาสู่แนวคิดในการนำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ เรียกชื่อว่า “บลูการ์ด” (BlueCARD: Bluetooth based Class Attendance Recording Device) ขึ้น โดยเชื่อมต่อสัญญาณผ่านอุปกรณ์บลูทูธจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของอาจารย์ที่ติดตั้งระบบกับอุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษา ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลผ่านเครือข่ายได้ พร้อมทั้งบันทึกเวลาในการเข้าและออกจากห้องเรียนและแจ้งผลการตรวจสอบรายชื่อโต้ตอบกับนักศึกษาให้ทราบผลได้ในทันที นักศึกษาสามารถติดตามการตรวจสอบรายชื่อได้ผ่านทางเว็บไซต์ ด้วยระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บเป็นส่วนเสริมการทำงานของระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธพร้อมทั้งแสดงผลสรุปการเข้าชั้นเรียน นอกจากนี้ระบบบลูการ์ดยังสามารถติดตามการเข้าและออกห้องเรียนของนักศึกษาได้ตลอดช่วงเวลาที่ทำการเปิดใช้ระบบ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ระบบอื่น ๆ ยังไม่สามารถทำได้ โดยระบบจะตรวจสอบรายชื่อตามช่วงเวลาที่ระบบกำหนดไว้ เพื่อติดตามการเข้าเรียนของนักศึกษาและป้องกันการออกจากห้องก่อนหมดชั่วโมงเรียน และอาจารย์ประจำวิชาสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาและจัดการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์

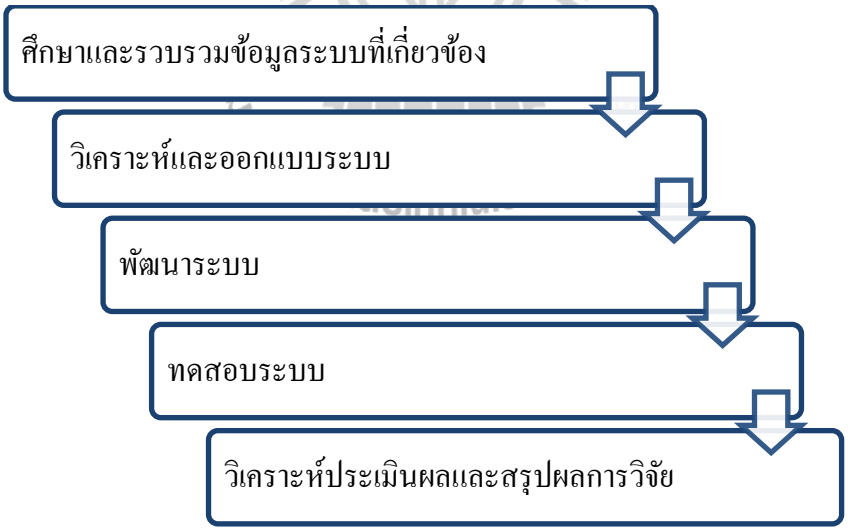
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้กล่าวถึง วิธีวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 วิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ จัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนของนักศึกษาตลอดช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนและบันทึกในฐานข้อมูลเพื่อแสดงข้อมูลการเข้าชั้นเรียนให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางเว็บไซต์ โดยประยุกต์ใช้แนวทางของวงจรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle/SDLC) มีขั้นตอนการวิจัย 5 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แบบจำลองขั้นตอนการวิจัย

3.1.1 ศึกษาและรวบข้อมูลระบบที่เกี่ยวข้อง โดยรวบรวมจากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กับการนำเทคโนโลยีบลูทูธมาใช้ในการอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ และระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ศึกษาปัญหาและการทำงานของระบบ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในบทที่ 2 นำมาซึ่งการค้นคว้าข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อและเปรียบเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์ โดยการสรุปของผู้วิจัยแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อ

อุปกรณ์ / **ประเด็นเปรียบเทียบ**	**บลูทูธ**	**อาร์เอฟไอดี**	**บาร์โค้ด**
รูปแบบการสื่อสาร	สัญญาณวิทยุความถี่สูงระหว่าง 2.4-2.85 GHz	สัญญาณวิทยุแบ่งความถี่ออกเป็นหลายรูปแบบตามลักษณะการใช้งาน ได้แก่ 100-500 kHz 10-15 MHz 850-950 MHz, 2.4-5.8 GHz	ใช้หลักการสะท้อนแสงเลเซอร์
ระยะสัญญาณ	5-100 เมตร ขึ้นอยู่กับเวอร์ชันของบลูทูธ	1-100 เมตร ขึ้นอยู่กับชนิดของป้ายระบุ (Tag) และย่านความถี่ที่ใช้	ต้องการระยะที่มองเห็นได้เพื่ออ่านบาร์โค้ด
อุปกรณ์และงบประมาณ	ติดตั้งมาพร้อมอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ไม่ต้องซื้อเพิ่ม	ต้องซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติม พร้อมทั้งเครื่องอ่าน ราคาแพง (5 บาทต่อ 1 Tag ต่อการสั่งซื้อ 1 ล้าน Tag)	ต้องซื้ออุปกรณ์เพิ่มเติมพร้อมทั้งเครื่องอ่าน ราคาถูกกว่าอาร์เอฟไอดี
การรับส่งข้อมูล	ข้อความ ไฟล์ ภาพ เสียง	ข้อความ	ข้อความ

ตารางที่ 3.1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อ (ต่อ)

อุปกรณ์ / ประเด็นเปรียบเทียบ	บลูทูธ	อาร์เอฟไอดี	บาร์โค้ด
รูปแบบการเชื่อมต่อ	สามารถเชื่อมต่อแบบไร้สายกับอุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ ได้	ใช้ติดต่อเฉพาะกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีเท่านั้น	ใช้ติดต่อเฉพาะกับเครื่องอ่านบาร์โค้ดเท่านั้น
มาตรฐานการเชื่อมต่อ	โพรโทคอลมาตรฐาน	มาตรฐานของผู้ผลิตแตกต่างกัน	มาตรฐานของผู้ผลิตแตกต่างกัน
ความสามารถในการตรวจสอบรายชื่อ	ใช้ตรวจจับการเพิ่มลดของอุปกรณ์ได้ตลอดคาบเวลาเรียน	ตรวจได้ครั้งเดียวต่อคาบเรียน	ตรวจได้ครั้งเดียวต่อคาบเรียน

3.1.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ จากการศึกษารวบรวมข้อมูลระบบที่เกี่ยวข้อง นำมาสู่การวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ เพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์หรือสารสนเทศที่ได้จากการประมวลผล ประกอบด้วยปัจจัย 2 ส่วน คือ 1) ปัจจัยที่ผู้ใช้ต้องกำหนดเป็นส่วนในการนำเข้าข้อมูลจากผู้ใช้ ได้แก่ ชื่อเรียกอุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษาซึ่งผู้ใช้ต้องกำหนดเป็นรหัสนักศึกษา รหัสวิชาของรายวิชาที่ต้องการตรวจสอบรายชื่อซึ่งผู้ใช้ต้องระบุรหัสวิชาทุกครั้งที่ทำการตรวจสอบรายชื่อ ชื่อของอาจารย์ประจำวิชาผู้ใช้ที่เป็นอาจารย์ประจำวิชาต้องทำการสมัครเข้าใช้ระบบในการใช้งานครั้งแรก และข้อมูลนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ต้องการตรวจสอบ เช่น รหัสประจำตัวนักศึกษา ชื่อ นามสกุล สาขาวิชา เป็นต้น; 2) ปัจจัยที่ระบบกำหนดไว้แล้ว เป็นส่วนของการนำเข้าข้อมูลจากระบบซึ่งระบบกำหนดไว้แล้ว ได้แก่ หมายเลขอุปกรณ์บลูทูธ (Bluetooth Address) เป็นหมายเลขเฉพาะที่ใช้อ้างถึงอุปกรณ์บลูทูธเพื่อติดต่อกับอุปกรณ์อื่น ๆ โดยอุปกรณ์บลูทูธแต่ละอุปกรณ์จะมีหมายเลขที่ไม่ซ้ำกัน ประกอบด้วยอักขระจำนวน 12 หลัก ตัวอย่างเช่น 00FE3467B092 และเวลาในการตรวจสอบรายชื่อ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ถูกกำหนดโดยกระบวนการทำงานของระบบเนื่องจากระยะเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบรายชื่อแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับปริมาณของอุปกรณ์บลูทูธที่ใช้ในการตรวจสอบ หากมีปริมาณมากระบบจะใช้เวลาในการตรวจสอบนาน ส่วนของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลคือสารสนเทศที่ได้จากการประมวลผลตามวัตถุประสงค์ ซึ่งหลังจากครบกระบวนการตรวจสอบรายชื่อผู้ใช้จะทราบผลลัพธ์ต่าง ๆ ได้แก่ รายชื่อผู้เข้าชั้นเรียนในแต่ละครั้งของ

รายวิชาที่ตรวจสอบ พฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาในแต่ละครั้งของรายวิชาที่ตรวจสอบ และความถูกต้องในการตรวจสอบรายชื่อ ดังแสดงรายละเอียดสรุปในตารางที่ 3.2

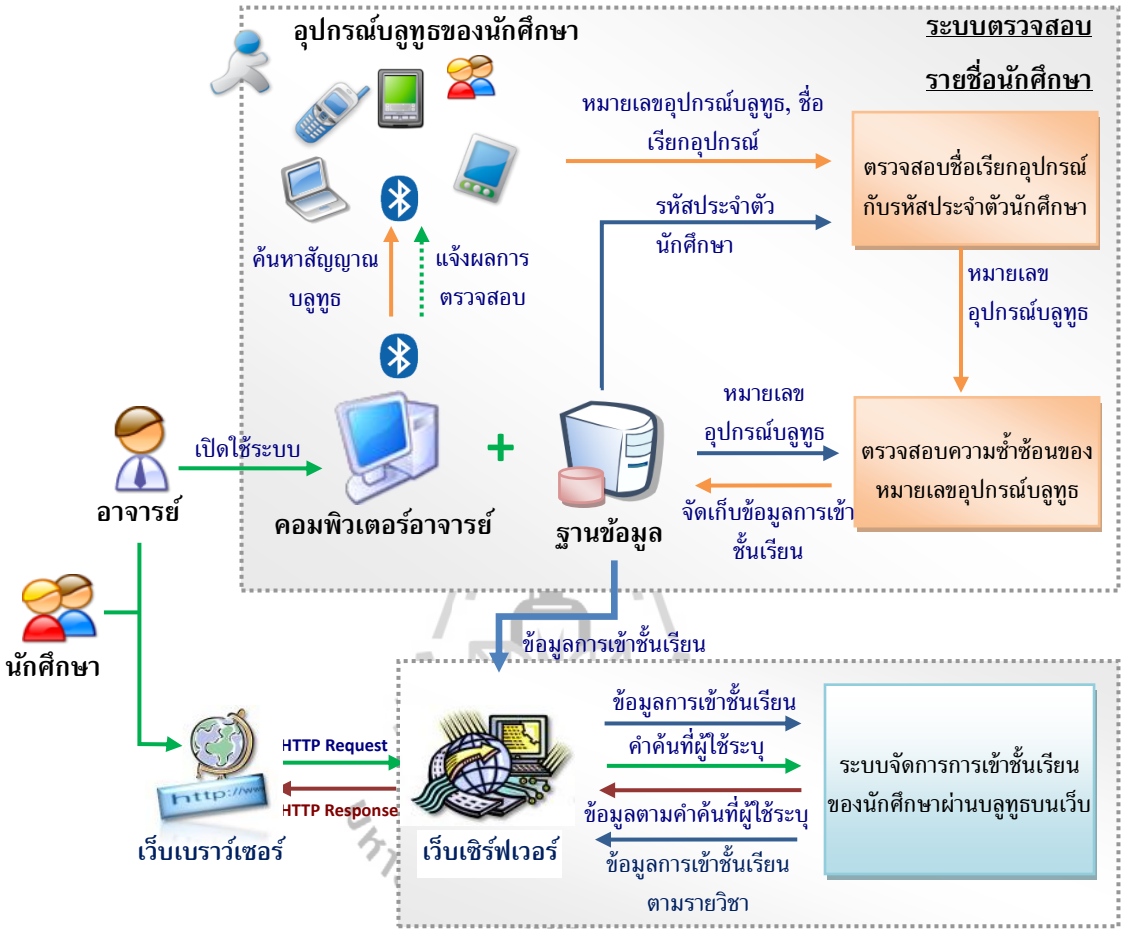
ตารางที่ 3.2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องและผลลัพธ์ที่ได้จากระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	**ผลลัพธ์ที่ได้**
<u>ปัจจัยที่ผู้ใช้ต้องกำหนด (user-defined variables)</u> - ชื่อเรียกอุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษาที่ต้องกำหนดเป็นรหัสนักศึกษา - รหัสวิชาของรายวิชาที่ต้องการตรวจสอบรายชื่อ - ชื่อของอาจารย์ประจำวิชา - ข้อมูลนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ต้องการตรวจสอบ <u>ปัจจัยที่ระบบกำหนดไว้แล้ว (pre-defined variables)</u> - หมายเลขอุปกรณ์บลูทูธ (Bluetooth Address) - เวลาในการตรวจสอบรายชื่อ	- รายชื่อผู้เข้าชั้นเรียนในแต่ละครั้งของรายวิชาที่ตรวจสอบ - พฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาในแต่ละครั้งของรายวิชาที่ตรวจสอบ - ความถูกต้องในการตรวจสอบรายชื่อ

ในส่วนของการออกแบบระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ แบ่งส่วนของการทำงานของระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บลูการ์ด) เป็นส่วนที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของอาจารย์ ต้องติดตั้งระบบก่อนใช้งาน และ 2) ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ เป็นส่วนเสริมการทำงานของระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ เพื่อให้นักศึกษาและอาจารย์ประจำวิชาสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์ ซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดของการออกแบบระบบ ดังนี้

3.1.2.1 ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บลูการ์ด) ในส่วนของสถาปัตยกรรมของระบบตรวจสอบรายชื่อ มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ 1) อุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษา (Student Bluetooth Devices) ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธมาพร้อมกับตัวเครื่อง ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณเพื่อติดต่อกับระบบค้นหาสัญญาณของระบบบลูการ์ด 2) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธและซอฟต์แวร์ระบบบลูการ์ด ซึ่งทำหน้าที่ค้นหาสัญญาณบลูทูธจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาที่เปิดใช้งานบลูทูธอยู่ และ 3) ระบบฐานข้อมูล (Database Server) ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูล

รายชื่อนักศึกษาในแต่ละรายวิชาตามที่นักศึกษาได้ลงทะเบียนเรียนไว้ในแต่ละภาคการศึกษาและจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาในแต่ละรายวิชา โดยกระบวนการทำงานของระบบบลูการ์ด แสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 กระบวนการทำงานของระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบูลทูธ

จากรูปที่ 3.2 กระบวนการทำงานจะเริ่มจากการค้นหาสัญญาณของอุปกรณ์บลูทูธจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งซอฟต์แวร์ระบบบลูการ์ดไว้แล้ว โดยอาจารย์จะเป็นผู้เปิดใช้ระบบ เมื่อพบสัญญาณบลูทูธจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาแล้วระบบจะนำค่าหมายเลขอุปกรณ์บลูทูธ (Bluetooth Address) และชื่อเรียกอุปกรณ์ (Friendly Name) ที่ให้นักศึกษาตั้งเป็นรหัสประจำตัวนักศึกษา ซึ่งในโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น ผู้ใช้สามารถตั้งชื่อของอุปกรณ์ได้เองตามต้องการ จากนั้นระบบจะนำค่าที่เป็นชื่อเรียกอุปกรณ์มาตรวจสอบกับฐานข้อมูลที่จัดเก็บ ชื่อ นามสกุล และรหัสประจำตัว

ของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานั้น ๆ หากพบว่าชื่อเรียกอุปกรณ์หรือรหัสประจำตัวนักศึกษาตรงกับรหัสประจำตัวนักศึกษาที่อยู่ในฐานข้อมูล ระบบจะตรวจสอบเพิ่มเติมว่าหมายเลขอุปกรณ์บลูทูธซ้ำกันหรือไม่ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนชื่อเรียกอุปกรณ์เป็นรหัสของเพื่อนและตรวจสอบรายชื่อแทนเพื่อนที่ไม่เข้าเรียนซึ่งหากหมายเลขอุปกรณ์บลูทูธไม่ซ้ำกันระบบจะตรวจสอบรายชื่อเข้าเรียนให้กับนักศึกษาพร้อมทั้งส่งข้อความกลับไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาเพื่อให้ทราบว่าได้รับการตรวจสอบรายชื่อแล้วและจัดเก็บข้อมูลการเข้าเรียนลงในฐานข้อมูล โดยการทำงานของระบบบลูการ์ดจะวนรอบการทำงานไปเรื่อย ๆ เพื่อบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบรายชื่อตลอดเวลาที่เปิดใช้โปรแกรม โดยช่วงเวลาที่ใช้ในแต่ละรอบขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์บูลทูธที่ทำการตรวจสอบทั้งหมด ซึ่งการวนรอบในการตรวจสอบนี้จะทำให้ระบบสามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าออกห้องเรียนและป้องกันการออกจากห้องเรียนก่อนหมดเวลาเรียนของนักศึกษาได้จากการขาดหายไปของสัญญาณบูลทูธที่ไม่สามารถตรวจสอบเจอในรอบนั้น ๆ ในส่วนของการส่งข้อความกลับไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาจะส่งเฉพาะครั้งแรกที่ตรวจสอบรายชื่อเท่านั้นเพื่อไม่ให้รบกวนเวลาเรียนของนักศึกษา ในกรณีที่นักศึกษาไม่มีอุปกรณ์บลูทูธเพื่อใช้ในการตรวจสอบรายชื่อ ระบบได้เพิ่มช่องทางการตรวจสอบรายชื่อโดยให้อาจารย์สามารถบันทึกข้อมูลการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาเข้าไปในระบบได้เองจากคีย์บอร์ดหรือจากเครื่องยิงบาร์โค้ดสำหรับบัตรนักศึกษาแบบบาร์โค้ดหรือใช้เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีจากบัตรนักศึกษาแบบอาร์เอฟไอดีได้ เพื่อให้การตรวจสอบรายชื่อสามารถจัดเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนและสมบูรณ์ที่สุด

เมื่อครบชั่วโมงเรียนอาจารย์ต้องออกจากระบบ เพื่อหยุดการตรวจสอบรายชื่อและจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลบนเครื่องให้บริการเว็บ โดยเข้าไปที่ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บและบรรจุแฟ้มข้อมูลการเข้าชั้นเรียนที่จัดเก็บโดยระบบตรวจสอบรายชื่อขึ้นไปยังเครื่องให้บริการเว็บเพื่อนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บต่อไป

3.1.2.2 ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ จะทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาแต่ละคน ในรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียนรวมถึงจัดการเวลาในการเข้าเรียนที่บันทึกไว้โดยระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา พร้อมทั้งแสดงรายงานและสถิติการเข้าเรียน การขาดเรียน และการมีสิทธิ์สอบหรือไม่มีสิทธิ์สอบต่อรายวิชานั้น ๆ ให้ผู้ใช้ระบบได้ทราบข้อมูลและทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบให้สามารถจัดการข้อมูลในรายวิชาที่รับผิดชอบได้ โดยนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากระบบบลูการ์ดเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล โดยผู้ใช้ระบบสามารถเข้ามาดูข้อมูลต่างได้ผ่านทางเว็บไซต์

กระบวนการทำงานจะแบ่งกลุ่มผู้ใช้ออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ อาจารย์ และนักศึกษา ซึ่งจะมีบทบาทในการจัดการต่างกัน ดังนี้

1) อาจารย์ ต้องสมัครสมาชิกเพื่อกำหนดรหัสผ่าน จากนั้นจะสามารถเข้าสู่ระบบด้วยรหัสประจำตัวของอาจารย์และรหัสผ่านที่กำหนดไว้ เมื่อเข้าสู่ระบบครั้งแรก อาจารย์จะต้องสร้างรายวิชาที่สอนที่ต้องการตรวจสอบรายชื่อก่อน หลังจากนั้นจะแสดงรายวิชาที่อาจารย์สร้างไว้ทั้งหมดและสามารถเพิ่มรายวิชาใหม่เพิ่มเติมได้ โดยอาจารย์สามารถตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาแต่ละคนในแต่ละครั้งได้โดยคลิกปุ่มรหัสวิชาที่ต้องการตรวจสอบ โดยระบบจะแสดงรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนรายวิชานั้นทั้งหมด ถ้าระบบบลูการ์ดตรวจพบอุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษาหรือนักศึกษาคนนั้นเข้าเรียน จะแสดงผลเป็นร้อยละของการอยู่ในชั้นเรียนของครั้งที่ทำการตรวจสอบ และถ้าระบบบลูการ์ดตรวจไม่พบอุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษาหรือนักศึกษาคนนั้นขาดเรียนหรืออยู่ในชั้นเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 จะแสดงตัวเลขร้อยละที่เป็นตัวสีแดง

อาจารย์สามารถตรวจสอบสถานะของนักศึกษาแต่ละคนว่าคนใดมีสิทธิ์สอบหรือไม่มีสิทธิ์สอบได้ โดยการคำนวณร้อยละของการเข้าเรียนต่อจำนวนครั้งที่ตรวจสอบแล้ว ถ้านักศึกษามาเรียนไม่ถึง 80% แสดงว่าไม่มีสิทธิ์สอบและมากกว่าหรือเท่ากับ 80% แสดงว่ายังปกติ พร้อมกับแสดงจำนวนที่มา และจำนวนที่ขาด ของนักศึกษาแต่ละคนต่อรายวิชานั้น และในการตรวจสอบสถานะของนักศึกษาในแต่ละครั้งนั้นจะแสดงข้อมูลจำนวนครั้งที่ต้องตรวจสอบทั้งหมดและจำนวนครั้งที่ตรวจสอบแล้วตรงแถบล่างสุดของรายชื่อนักศึกษา นอกจากนี้อาจารย์ยังสามารถเพิ่ม ลดนักศึกษาในรายวิชานั้น ๆ แก้ไขข้อมูลรายวิชาและลบรายวิชาได้และเพื่อเพิ่มมุมมองในการแสดงผลระบบสามารถแสดงผลสรุปการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาออกมาเป็นกราฟได้ด้วย

2) นักศึกษา สามารถเข้าสู่ระบบด้วยรหัสประจำตัวนักศึกษาและรหัสผ่านที่เป็นรหัสนักศึกษาซึ่งกำหนดไว้ในครั้งแรกและสามารถเปลี่ยนแปลงรหัสผ่านใหม่ได้ในภายหลัง โดยระบบแสดงรายวิชาที่นักศึกษามีรายชื่ออยู่และสามารถตรวจสอบสถานะการเข้าชั้นเรียนของตนเองและตรวจสอบสถานะการมีสิทธิ์สอบได้

3.1.3 พัฒนาระบบ ในส่วนของการพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ ใช้อุปกรณ์บลูทูธเวอร์ชัน 2.0 ที่ติดตั้งมาพร้อมกับคอมพิวเตอร์แบบพกพา ซึ่งภาษาที่ใช้ในการพัฒนาคือภาษาจาวา (J2SE: Java 2 Platform Standard Edition) เนื่องจากเป็นลักษณะการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุสะดวกแก่การเรียกใช้โปรแกรมประยุกต์และการถ่ายทอดคุณสมบัติ นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียกใช้งานฟังก์ชันของบลูทูธ (Java Application Programming Interface for Bluetooth

Wireless Technology (JABWT หรือ Java API for Bluetooth)) ซึ่งเป็นมาตรฐานของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้บลูทูธ (Hopkins and Antony, 2003: 35-37) และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้พัฒนาเจเอสอาร์ (JSR 82: Java Specification Request) เพื่อสนับสนุนการใช้งานโพรโทคอลที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารของบลูทูธ ซึ่งมีอยู่ 3 โพรโทคอล ได้แก่ โอเบค (OBEX: Object Exchange Protocol) เป็นโพรโทคอลที่ใช้ในการสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ เช่น ข้อมูลภาพ ข้อมูลเสียงและการรับส่งไฟล์ เป็นต้น; อาร์เอฟคอม (RFCOMM: Radio Frequency Communication) เป็นโพรโทคอลเสมือนที่ทำให้โปรแกรมประยุกต์ด้านบน มองบลูทูธเป็นเหมือนพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ทั่วไป; และแอลทูแคป (L2CAP: Logical Link Control and Adaptation Protocol) ทำหน้าที่มัลติเพล็กซ์ข้อมูล จากชั้นบนซึ่งอาจจะมีการทำงานของโปรแกรมหลายโปรแกรมพร้อมกันและจัดแบ่งข้อมูลออกเป็นเพ็คเกจ (Huang and Rudolph, 2007: 137-150)

ในการติดต่อกับบลูทูธเป็นการติดต่อแบบเข้าถึงข้อมูลทั่วไปของบลูทูธ (Generic Access Profile) เช่น อุปกรณ์ท้องถิ่น (Local Device), อุปกรณ์ทางไกล (Remote Device), ที่อยู่บลูทูธ (Bluetooth Address) และ การค้นหาอุปกรณ์ (Device Discovery) (Hui, 2004: 26) ภายใต้เจเอบีดับเบิ้ลยูที (JABWT) ประกอบด้วยจาวาเพ็คเกจ 2 เพ็คเกจ คือ จาแว็กด็อทบลูทูธ (javax.bluetooth) เป็นเพ็คเกจหลักสำหรับเรียกใช้งานอุปกรณ์บลูทูธ และ จาแว็กด็อทโอเบ็ค (javax.obex) เป็นเพ็คเกจสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Thompson, 2008: 35-37) ซึ่งในงานวิจัยนี้ต้องค้นหาสัญญาณบลูทูธเพื่อเข้าถึงข้อมูลทั่วไปของอุปกรณ์บลูทูธ เพื่อนำหมายเลขอุปกรณ์บลูทูธและชื่อเรียกอุปกรณ์ เข้ามาในระบบเพื่อประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาต่อไป

การพัฒนาระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ ประยุกต์ใช้ภาษาทางโปรแกรม ได้แก่ พีเอชพี (PHP) และเอชทีเอ็มแอล (HTML) จัดการฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมมายซีเควล (MySQL)

3.1.4 ทดสอบระบบ ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ มีการทดสอบขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ที่ได้เสนอ ในแง่ของความถูกต้องในการตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษา เนื่องจากขั้นตอนวิธีหรือกระบวนการในการตรวจสอบรายชื่อ ถือได้ว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของระบบ เพื่อนำผลการประเมินที่ได้รับไปวิเคราะห์และปรับปรุงระบบให้ดียิ่งขึ้นต่อไป การทดสอบระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง และการทดสอบในห้องเรียนจริง

3.1.4.1 การทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง โดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 48 เครื่อง 36 รุ่น เพื่อทำการทดสอบการตรวจพบสัญญาณและทดสอบระยะทางของการตรวจพบสัญญาณ โดยมีกระบวนการทดสอบดังนี้

1) แจกแบบสอบถามเพื่อบันทึกข้อมูลยี่ห้อและรุ่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ทดสอบ

2) ปรับตั้งค่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ ได้แก่

- ตั้งค่าการเปิดบลูทูธให้พร้อมแก่การแลกเปลี่ยนข้อมูล
- ตั้งค่าการมองเห็นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ระบบตรวจสอบรายชื่อสามารถตรวจพบสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละเครื่องได้
- ตั้งค่าชื่อเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในการทดสอบนี้กำหนดให้ตั้งชื่อเป็น M001-M048 เพื่อความสะดวกแก่การติดตามหมายเลขที่ขาดหายไประหว่างการตรวจสอบระบบ

3) การทดสอบระบบ การทดสอบการตรวจพบสัญญาณและวัดระยะสัญญาณเพื่อหาระยะทางที่เหมาะสมที่โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างสามารถตรวจพบสัญญาณได้ตลอดเวลาที่ทำการตรวจสอบ โดยเปิดใช้โปรแกรมตรวจสอบรายชื่อด้วยบลูทูธ กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัวอย่างจำนวน 48 เครื่อง 36 รุ่น ทดสอบครั้งละ 10 เครื่อง โดยกระจายโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งระยะห่างระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัวอย่างกับเครื่องที่เปิดใช้งานระบบบูลการ์ดเริ่มต้นที่ 12 เมตร เปิดใช้งานระบบบลูการ์ดและบันทึกผลการตรวจสอบสัญญาณ โดยกำหนดจำนวนรอบในการทดสอบไว้ที่ 50 รอบ หากพบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัวอย่างเครื่องไหนมีการขาดหายของสัญญาณ ในการทดสอบรอบต่อไปให้ลดระยะทางในการตรวจสอบลงครั้งละ 2 เมตร และโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่มีการขาดหายของสัญญาณให้ทำการเพิ่มระยะทางในการตรวจสอบขึ้นครั้งละ 2 เมตร เพื่อหาระยะทางที่โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างทุกเครื่องสามารถตรวจสอบสัญญาณได้ครบทุกรอบ

3.1.4.2 การทดสอบเปรียบเทียบในห้องเรียนจริง จากการทดสอบการใช้งานของระบบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง ทำให้ทราบถึงขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์ก่อนดำเนินการทดสอบระบบ เพื่อความถูกต้องในการตรวจสอบรายชื่อได้อย่างครบถ้วนในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนและวิธีการในการทดสอบความถูกต้องของระบบ ดังนี้

1) ออกแบบเอกสารบันทึกข้อมูลการตรวจสอบจำนวนนักศึกษาและจำนวนอุปกรณ์บลูทูธเบื้องต้น เพื่อให้ทราบจำนวนที่แท้จริงของนักศึกษาที่มีอุปกรณ์บลูทูธในการตรวจสอบรายชื่อในแต่ละครั้งที่ทดสอบ โดยข้อมูลที่จัดเก็บได้แก่ รหัสนักศึกษา ยี่ห้อ รุ่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ สถานะมีอุปกรณ์บลูทูธหรือไม่ เป็นต้น

2) ให้นักศึกษาปรับตั้งค่าบลูทูธให้พร้อมแก่การแลกเปลี่ยนข้อมูล ตั้งค่าการมองเห็นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ระบบตรวจสอบรายชื่อสามารถตรวจพบสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่แต่ละเครื่องได้ และตั้งค่าชื่อเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่ให้เป็นรหัสประจำตัวนักศึกษา

3) เปิดใช้ระบบบลูการ์ดพร้อมทั้งเฝ้าสังเกตุการเข้าออกห้องเรียนของนักศึกษาในขณะที่อาจารย์กำลังสอน พร้อมทั้งบันทึกในเอกสารควบคู่กัน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

3.2.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธมาพร้อมกับตัวเครื่อง เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาจากบลูทูธ และการจัดการฐานข้อมูลทั้งหมด โดยในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา ยี่ห้อเลโนโว่ (Lenovo) รุ่น Y410 หน่วยประมวลผล Intel Core 2 Duo ความเร็วหน่วยประมวลผลกลาง 2 จิกะเฮิรตซ์ ขนาดหน่วยความจำ 3 จิกะไบต์ มีความจุฮาร์ดดิสก์ 150 จิกะไบต์ ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 7 และอุปกรณ์บลูทูธเวอร์ชั่น 2.0 ที่ติดตั้งมาในตัวเครื่อง

3.2.1.2 โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธมาพร้อมกับตัวเครื่อง เพื่อใช้ในการทดสอบการเชื่อมต่อสัญญาณและการทำงานของระบบในเบื้องต้น

3.2.1.3 ภาษาทางโปรแกรมและซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาระบบที่สำคัญ ได้แก่

1) ภาษาพีเอชพี (PHP Hypertext Preprocessor) เป็นภาษาสคริปต์ที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบเอชทีเอ็มแอล (HTML) มีจุดเด่นคือสามารถสร้างหรือแก้ไขเนื้อหาภายในหน้าเอกสารได้โดยอัตโนมัติ เป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

2) ระบบจัดการฐานข้อมูลมายซีเควล (MySQL) เพื่อให้สามารถใช้งานฐาน ข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้

3) โปรแกรมเน็ตบีน (NetBeans 6.0) เป็นเครื่องมือในการพัฒนาจาวา เนื่องจากทำงานแยกส่วนต่าง ๆ ออกจากกันเป็นโมดูล จึงทำให้สามารถนำโมดูล ต่าง ๆ ที่มีผู้ที่ได้พัฒนาต่อเติมมาติดตั้งเพิ่มเติมในภายหลังได้

4) บลูเคิฟ (Bluecove 2.0) เป็นคลังโปรแกรมภาษาจาวา (Java library; JSR 82)สำหรับบลูทูธ โดยพัฒนาขึ้นมาเพื่อติดต่อกับโพรโทคอลของบลูทูธและควบคุมการต่าง ๆ ของอุปกรณ์บลูทูธ (Awodele, Dibia, Onoruvie, and Okoruwa, 2008: 27-37)

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินระบบ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างและสังเกตการณ์ร่วมด้วย โดยสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ จำนวน 5 ท่าน และสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ ใช้แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจในความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ระบบ โดยแบ่งการประเมินระบบออกเป็น 2 ส่วน คือ ประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธ และประเมินระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ ในแบบสอบถามแบ่งการประเมินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

3.2.2.1 ส่วนที่ 1 ข้อมูลความคิดเห็นเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อระบบ มีลักษณะเป็นคำถามปลายปิด โดยผู้วิจัยจำแนกหลักเกณฑ์ในการประเมินความพึงพอใจต่อระบบที่ผู้ตอบแบบสอบถามได้เข้าใช้งาน ออกเป็น 5 ด้าน (Nielsen, www., 2003) ดังนี้

1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ สอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้การใช้งานระบบ เช่น ระยะเวลาในการเริ่มต้านเรียนรู้ระบบใหม่ และความสามารถในการใช้งานระบบได้ด้วยตนเอง

2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ สอบถามเกี่ยวกับความง่ายในรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบ และความสามารถในการใช้งานระบบได้เมื่อกลับมาใช้อีกครั้ง

3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ สอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อฟังก์ชั่นการทำงานในด้านต่าง ๆ ของระบบ เช่น ความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า ความสามารถในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลในโปรแกรม เป็นต้น

4) ด้านข้อผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ สอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อการทำงานของระบบได้อย่างถูกต้องขณะใช้งาน

5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ สอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อส่วนต่อประสานผู้ใช้และการใช้งานได้ของผู้ใช้ เช่น ความเหมาะสมในการใช้ภาษาสื่อความหมาย การใช้ภาพกราฟิกและโทนสี การจัดโครงสร้างของระบบ เป็นต้น

โดยแบบสอบถามในส่วนนี้ใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

5	หมายถึง	มากที่สุด
4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2	หมายถึง	น้อย
1	หมายถึง	น้อยที่สุด

การแปลผลแบบสอบถามวัดระดับความความพึงพอใจ แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยมีเกณฑ์พิจารณาความพึงพอใจจากค่าคะแนนเฉลี่ยในแต่ละระดับชั้น ด้วยการคำนวณอันตรภาคชั้น ดังนี้

$$\text{สูตรการคำนวณอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด - คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}}$$

$$= \frac{5 - 1}{5}$$

ค่าอันตรภาคชั้นที่ได้ = 0.80

จากการคำนวณข้างต้น สามารถกำหนดระดับความพึงพอใจได้ดังนี้

คะแนน 4.21 - 5.00 หมายถึงผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

คะแนน 3.41 - 4.20 หมายถึงผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในระดับมาก

คะแนน 2.61 - 3.40 หมายถึงผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

คะแนน 1.81 - 2.60 หมายถึงผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในระดับน้อย

คะแนน 1.00 - 1.80 หมายถึงผู้ใช้ระบบมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.2.2.2 ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญแสดงความคิดเห็นที่มีต่อระบบเกี่ยวกับการปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต

3.3 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ เป็นการประเมินแบบสอบถามเพื่อทดสอบหาความเที่ยงตรง (Validity) ของคำถามที่นำมาใช้ในการวัดระดับความพึงพอใจในความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ระบบ โดยนำแบบสอบถามที่ใช้ในการประเมินระบบทั้ง 2 ส่วน คือ ประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธ และประเมินระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ และผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของคำถามการวิจัย (IOC : Index of Item Objective Congruence) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง +1 ถึง – 1 ข้อคำถามที่มีความตรงตามเนื้อหาจะมีค่า IOC เข้าใกล้

1.00 ถ้าข้อใดมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรจะปรับปรุงข้อคำถามใหม่ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด ก่อนนำไปใช้เก็บข้อมูลจริง

การหาค่าความเที่ยงตรง ใช้สูตร ดังนี้

$$IOC, IC = \frac{\sum R}{N}$$

IOC, IC = ดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (Index Conference)

$\sum R$ = ผลรวมของความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญแต่ละข้อ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ 3.3 การแสดงความคิดเห็นเชิงพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ต่อแบบประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3	ค่า IOC
1	1	1	0	0.67
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	0	0.67
6	1	1	1	1.00
7	1	1	0	0.67
8	1	1	1	1.00
9	1	1	1	1.00
10	1	1	-1	0.34
11	1	0	1	0.67
12	1	1	1	1.00
13	1	1	0	0.67
14	1	1	1	1.00
15	1	1	1	1.00

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการทดสอบค่าความเที่ยงตรงในตารางที่ 3.3 พบว่า แบบสอบถามที่ใช้มีดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามในแต่ละข้อมีค่า 0.67 และ 1.00 ซึ่งเข้าใกล้ 1 และมากกว่า 0.5 ทำให้อธิบายได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัยนี้ มีความเที่ยงตรงและความสอดคล้องกันของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด มีเพียงข้อคำถามที่ 10 มีค่าเป็น 0.34 ควรปรับปรุงข้อคำถามใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว สามารถนำข้อคำถามมาใช้เก็บข้อมูลจริงได้

ตารางที่ 3.4 การแสดงความคิดเห็นเชิงพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ต่อแบบประเมินระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ

ข้อคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่ 3	ค่า IOC
1	1	1	0	0.67
2	1	1	1	1.00
3	1	1	1	1.00
4	1	1	1	1.00
5	1	1	-1	0.34
6	1	1	0	0.67
7	1	1	0	0.67
8	1	1	-1	0.34
9	1	1	0	0.67
10	1	1	1	1.00
11	1	1	1	1.00
12	1	1	-1	0.34
13	1	1	1	1.00
14	1	0	1	0.67
15	1	1	1	1.00
16	1	1	0	0.67
17	1	1	1	1.00
18	1	1	1	1.00

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

จากการทดสอบค่าความเที่ยงตรงในตารางที่ 3.3 พบว่า แบบสอบถามที่ใช้มีดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามในแต่ละข้อมีค่า 0.67 และ 1.00 ซึ่งเข้าใกล้ 1 และมากกว่า 0.5 ทำให้อธิบาย

ได้ว่า เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีความเที่ยงตรงและความสอดคล้องกันของข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด มีเพียงข้อคำถามที่ 5, 8 และ 12 มีค่าเป็น 0.34 ควรปรับปรุงข้อคำถามใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้แก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว สามารถนำข้อคำถามมาใช้เก็บข้อมูลจริงได้

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบระบบ และการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบระบบ

1) รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ใช้ในการทดสอบระบบจากแบบสำรวจ โดยจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับยี่ห้อ รุ่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ และสถานะการมีบูลทูธติดตั้งมาพร้อมกับตัวเครื่อง เพื่อนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดสอบการทดสอบเบื้องต้นและการทดสอบการใช้งานในห้องเรียนจริง

2) รวบรวมข้อมูลการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างเลือกใช้โทรศัพท์ เคลื่อนที่ที่มีความหลากหลายรุ่นและยี่ห้อ จำนวน 48 เครื่อง 36 รุ่น เพื่อให้ได้ผลการใช้งานที่หลากหลาย จัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และประมวลผลลัพธ์

3) รวบรวมข้อมูลจากการทดสอบการใช้งานในห้องเรียนจริง รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการ ทดสอบระบบจากห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนจริงในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในรายวิชา 204111 การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย นักศึกษาจำนวน 187 คน และรายวิชา 204228 ความมั่นคงปลอดภัยของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร นักศึกษาจำนวน 49 คน และคัดเลือกเฉพาะโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีอุปกรณ์บูลทูธติดตั้งมาพร้อมกับตัวเครื่องในการทดสอบระบบ และจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และประมวลผลลัพธ์

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ เก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจในความสามารถด้านปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ โดยรวบรวมจากกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้ที่เป็นอาจารย์ ซึ่งเป็นผู้ทดสอบการใช้งานระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาจากบลูทูธและระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บจำนวน 5 ท่าน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบเปรียบเทียบการใช้งานในห้องเรียนจริงและการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง ในการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างนั้นวิเคราะห์ความถูกต้องของข้อมูลตามรูปแบบการทดสอบระบบทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ การ

ตรวจพบสัญญาณ การเพิ่มลดของสัญญาณ การวัดระยะสัญญาณ และการส่งข้อความแจ้งผลการตรวจสอบรายชื่อกับผู้ใช้ โดยเปรียบเทียบผลการทดสอบที่ได้จากระบบบลูการ์ดกับข้อมูลจำนวนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เปิดใช้งานอุปกรณ์บลูทูธ บันทึกข้อมูลการทดสอบและรายงานความถูกต้องของการทำงานของระบบบลูการ์ด ประเมินผลค่าความถูกต้องเป็นร้อยละของจำนวนที่เป็นใช้งานจริงกับจำนวนที่ระบบบลูการ์ดตรวจสอบพบ

3.5.2 วิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถาม โดยใช้สถิติเชิงพรรณา ได้แก่ ความถี่ (Frequencies) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ในการวิเคราะห์ บรรยาย สรุปประเด็นจากข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามตามที่จาคอป เนลสัน (Nielsen, www., 2003) ได้จำแนกไว้ 5 ด้าน ดังต่อไปนี้

1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ (Learnability) คือ ผู้ใช้สามารถเรียนรู้การใช้งานของระบบตั้งแต่ครั้งแรกได้ด้วยตนเองหรือไม่

2) ด้านประสิทธิภาพของระบบ (Efficiency) คือ ผู้ใช้สามารถดำเนินการใช้ระบบได้อย่างรวดเร็วและระบบสามารถตอบสนองการดำเนินงานของผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี

3) ด้านความสามารถในการจดจำ (Memorability) คือ ผู้ใช้สามารถจดจำรูปแบบการใช้งานของระบบได้และเมื่อผู้ใช้ย้อนกลับมาใช้ระบบอีกครั้งจะใช้เวลาในการเรียนรู้ระบบที่น้อยกว่าเดิมหรือใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยกว่าการเรียนรู้ครั้งแรก

4) ด้านข้อผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ (Errors) คือ เมื่อผู้ใช้เกิดทำข้อผิดพลาดระหว่างการใช้งานระบบผู้ใช้ระบบสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดที่ตนเองทำขึ้นมาเองนั้นได้

5) ด้านความพึงพอใจ (Satisfaction) คือ เมื่อผู้ใช้ได้ใช้ระบบเพื่อดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานแล้วผู้ใช้รู้สึกชอบหรือพอใจกับระบบอย่างไร

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ ได้ผลการวิจัยและการอภิปรายผลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ผลการพัฒนาระบบ ผลการประเมินการตรวจสอบรายชื่อ ผลการประเมินระบบ โดยมีรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

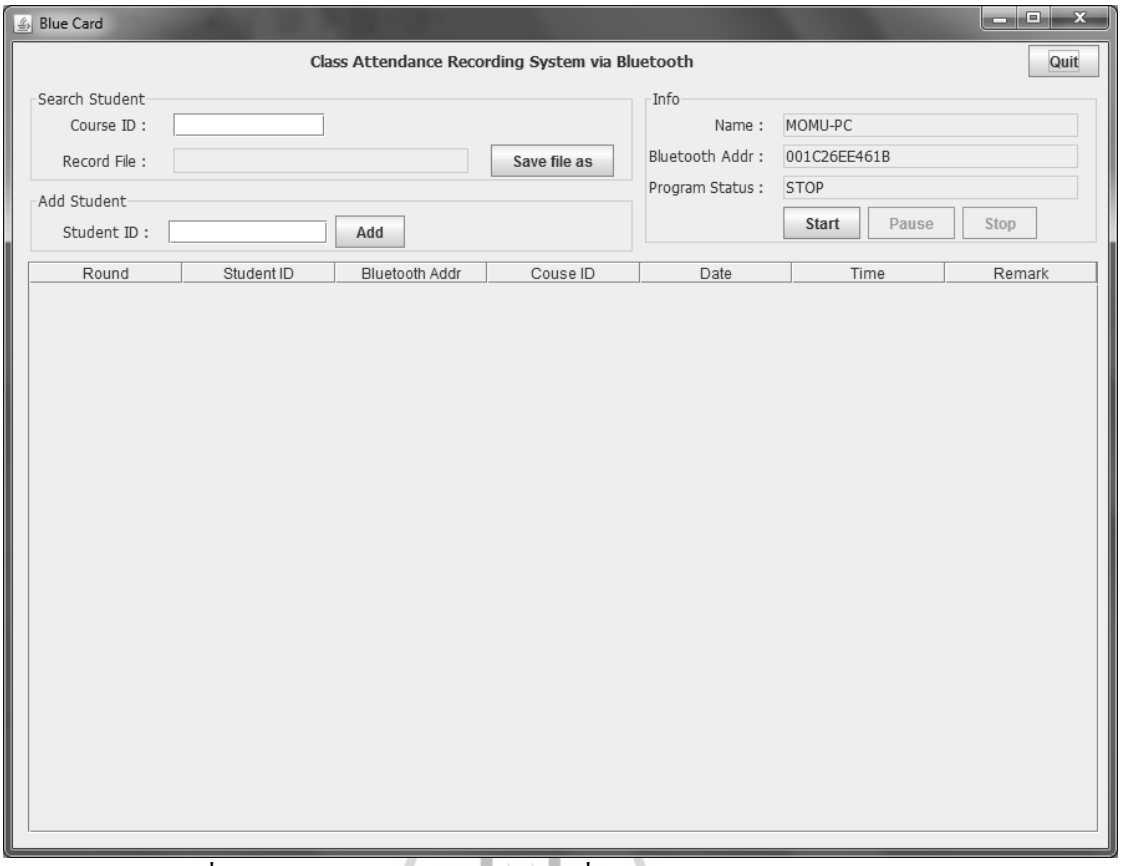
4.1 ผลการพัฒนาระบบ

จากการพัฒนาระบบแบ่งส่วนของผลการพัฒนาระบบออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) และระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละส่วนดังนี้

4.1.1 ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ

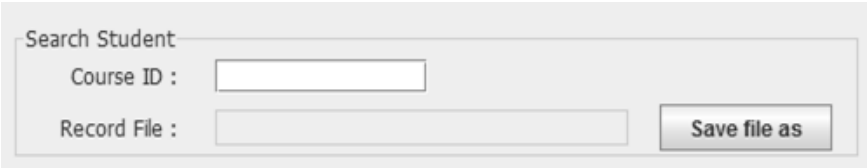
ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) ที่พัฒนาแล้วได้โดยการติดตั้งระบบในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้งาน หน้าจอการใช้งานระบบบูลการ์ดดังแสดงในรูปที่ 4.1

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



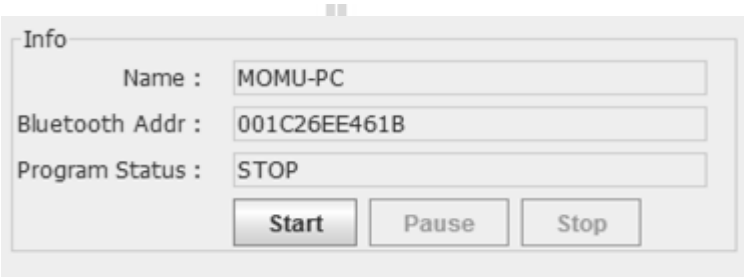
รูปที่ 4.1 หน้าจอระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด)

การใช้งานระบบตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 4.2 เริ่มจากป้อนข้อมูลรหัสวิชาในกล่องข้อความที่ตรงกับช่อง Course ID และเลือกปุ่ม Save file as เพื่อจัดเก็บแฟ้มข้อมูล โดยผู้ใช้สามารถตั้งชื่อแฟ้มข้อมูลได้ตามต้องการ ซึ่งแฟ้มข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บเป็นแฟ้มข้อมูลชนิดข้อความ (Text file) โดยมีนามสกุลเป็น .txt อัตโนมัติ แฟ้มข้อมูลที่จัดเก็บนี้จะบันทึกข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อทั้งหมด เมื่อตรวจสอบรายชื่อครบตามเวลาที่ต้องการแล้วผู้ใช้ต้องบรรจุแฟ้มข้อมูลขึ้นไปยังเครื่องให้บริการเว็บ ซึ่งอยู่ในระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ (ดังแสดงรายละเอียดการทำงานในหัวข้อที่ 4.1.2)



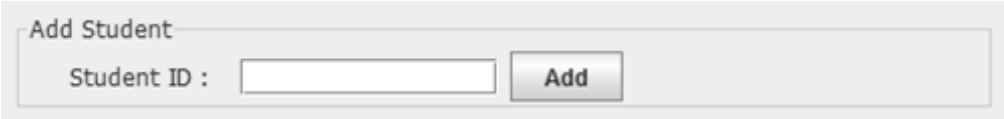
รูปที่ 4.2 หน้าจอการทำงานส่วนการป้อนรหัสวิชาและเลือกจัดเก็บแฟ้มข้อมูล

หลังจากเลือกจัดเก็บแฟ้มข้อมูลแล้วหน้าจอการทำงานจะปรากฏดังรูปที่ 4.3 ให้เลือกที่ปุ่ม Start ซึ่งระบบจะแสดงข้อมูลชื่อเครื่องที่ทำการทดสอบ (Name) หมายเลขบูลทูธ (Bluetooth Addr) และสถานะการทำงานของระบบ (Program Status) ซึ่งมีอยู่ 3 สถานะ ได้แก่ 1) ระบบแสดงสถานะ inquiry device หมายถึง ระบบกำลังค้นหาสัญญาณบลูทูธ ซึ่งระบบจะอยู่ในสถานะนี้เมื่อผู้ใช้เลือกที่ปุ่ม Start 2) ระบบแสดงสถานะ Pause หมายถึง ระบบหยุดการค้นหาสัญญาณชั่วคราวและพร้อมทำการค้นหาสัญญาณต่อเมื่อผู้ใช้เลือกปุ่ม Start อีกครั้ง ซึ่งเป็นการทำงานต่อเนื่องกัน ระบบอยู่ในสถานะนี้เมื่อผู้ใช้เลือกปุ่ม Pause และ 3) ระบบแสดงสถานะ STOP หมายถึง ระบบหยุดการทำงาน เมื่อผู้ใช้เลือกที่ปุ่ม Stop



รูปที่ 4.3 หน้าจอการทำงานส่วนการแสดงข้อมูลอุปกรณ์ของเครื่องที่ทำการตรวจสอบ

ในรูปที่ 4.4 แสดงหน้าจอการทำงานส่วนการเพิ่มข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากแผงแป้นอักขระในกรณีนักศึกษาไม่มีอุปกรณ์บลูทูธหรืออุปกรณ์ไม่สามารถใช้งานในช่วงเวลาที่ตรวจสอบรายชื่อ ผู้ใช้สามารถเพิ่มรายชื่อนักศึกษาเข้าไปในระบบได้โดยการป้อนข้อมูลรหัสนักศึกษาในกล่องข้อความ และเลือกปุ่ม Add ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะไม่ถูกนำไปประมวลผลในการหาค่าร้อยละการอยู่ในชั้นเรียน



รูปที่ 4.4 หน้าจอการทำงานส่วนการเพิ่มข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากแผงแป้นอักขระ

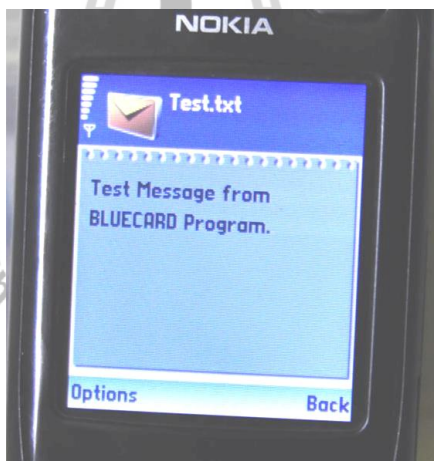
ในรูปที่ 4.5 แสดงผลการตรวจสอบรายชื่อที่ได้จากการค้นหาสัญญาณบลูทูธจากอุปกรณ์บูลทูธของนักศึกษา โดยแสดงข้อมูลออกมาเป็นหมายเลขจำนวนรอบ (Round) รหัสประจำตัวนักศึกษา (Student ID) หมายเลขบูลทูธ (Bluetooth Addr) รหัสวิชา (Course ID) วันที่ (Date) เวลา(Time) และหมายเหตุ (Remark) ตามลำดับ ซึ่ง หมายเหตุจะปรากฏข้อมูลในกรณีที่มีการใช้หมายเลขบลูทูธ

เดียวกันในการตรวจสอบรายชื่อในรอบเดียวกันจะแสดงการซ้ำกันของหมายเลขเป็นการแจ้งเตือนการเปลี่ยนชื่อเครื่องเป็นรหัสนักศึกษาของเพื่อนในการตรวจสอบรายชื่อแทนเพื่อน

Round	Student ID	Bluetooth Addr	Course ID	Date	Time	Remark
7	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:31	
6	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:16	
5	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:1	
4	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:45	

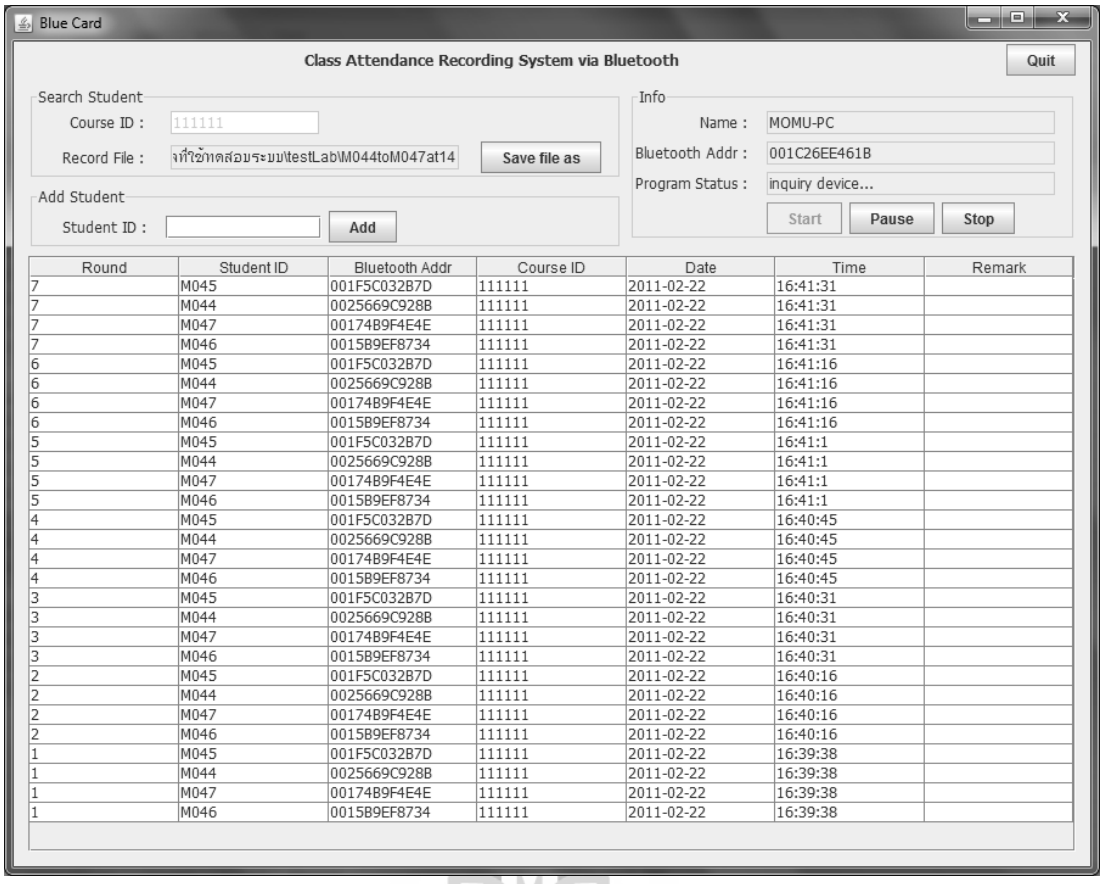
รูปที่ 4.5 หน้าจอการทำงานส่วนการแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อ

เมื่อการตรวจสอบรายชื่อในรอบแรกเสร็จสิ้นระบบจะส่งข้อความโต้ตอบไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษา เพื่อแจ้งให้นักศึกษาทราบว่าได้รับการตรวจสอบรายชื่อแล้ว ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างข้อความแสดงบนหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่

ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของระบบโดยรวมดังแสดงในรูปที่ 4.7 นอกจากนี้เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากระบบผู้สามารถเลือกที่ปุ่ม Quit ในส่วนมุมบนขวาของหน้าจอการทำงานของระบบ



Round	Student ID	Bluetooth Addr	Course ID	Date	Time	Remark
7	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:31	
6	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:16	
5	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:1	
4	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:45	
4	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:40:45	
4	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:40:45	
4	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:40:45	
3	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:31	
3	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:40:31	
3	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:40:31	
3	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:40:31	
2	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:16	
2	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:40:16	
2	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:40:16	
2	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:40:16	
1	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:39:38	
1	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:39:38	
1	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:39:38	
1	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:39:38	

รูปที่ 4.7 หน้าจอแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด)

4.1.2 ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ

ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาแต่ละคนในรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียน รวมถึงจัดการเวลาในการเข้าเรียนที่บันทึกไว้โดยระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา พร้อมทั้งแสดงรายงานและสถิติการเข้าเรียน การขาดเรียน และการมีสิทธิ์สอบหรือไม่มีสิทธิ์สอบต่อรายวิชานั้น ๆ ให้ผู้ใช้ระบบได้ทราบข้อมูล และทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบให้สามารถจัดการข้อมูลในรายวิชาที่รับผิดชอบได้ โดยนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากระบบบลูการ์ด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล ซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการตรวจสอบรายชื่อระบบแสดงผลเป็นร้อยละของการอยู่ในชั้นเรียน ตัวเลขสีแดงหมายถึงนักศึกษาขาดเรียน เนื่องจากตรวจพบว่านักศึกษาอยู่ในชั้นเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 โดยผู้ใช้ระบบสามารถดูข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ได้

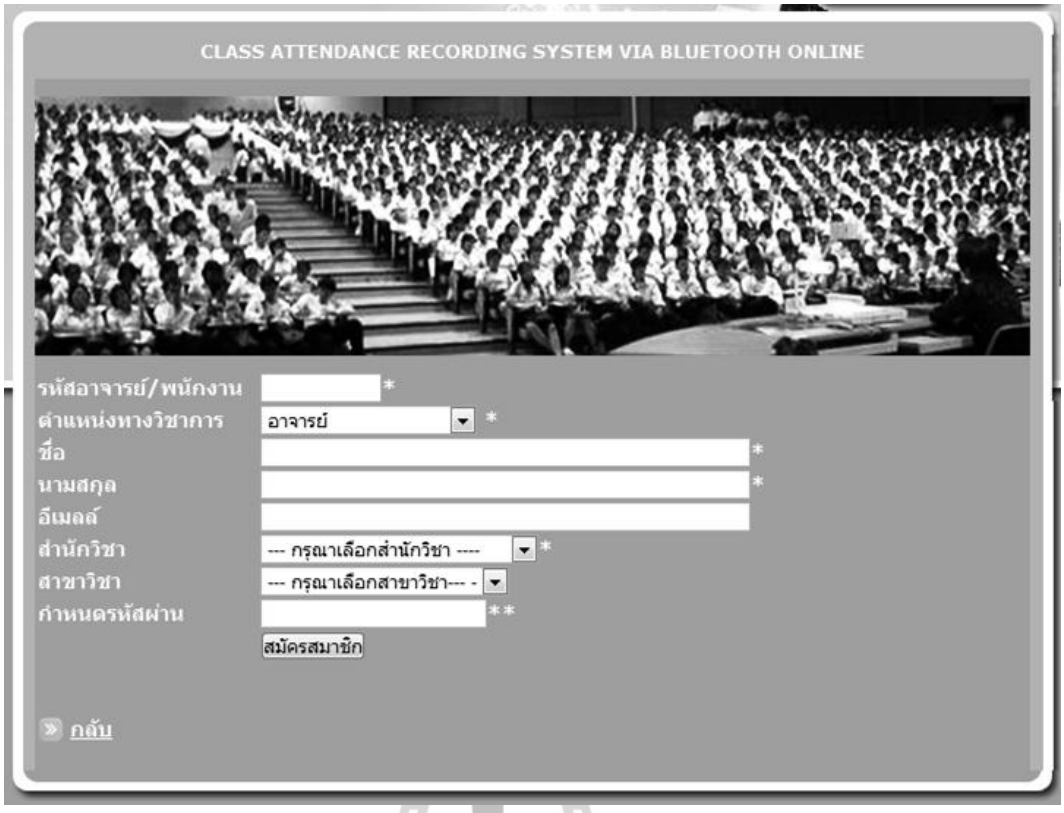
ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ แบ่งส่วนของการเข้าใช้งานของผู้ใช้ 2 ส่วน คือ การเข้าใช้งานของอาจารย์ และการเข้าใช้งานของนักศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การเข้าใช้งานของอาจารย์

หน้าจอการใช้งานหน้าแรกของอาจารย์ แสดงดังรูปที่ 4.8 เมื่อผู้ใช้เปิดเข้าใช้งานระบบต้องเข้าสู่ระบบโดยมีรหัสผู้ใช้ซึ่งกำหนดเป็นรหัสประจำตัวและรหัสผ่านตามที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการลงทะเบียน หากผู้ใช้เริ่มเข้าใช้งานครั้งแรกสามารถสมัครเข้าใช้งานระบบได้โดยเลือกเมนู T-REGISTER

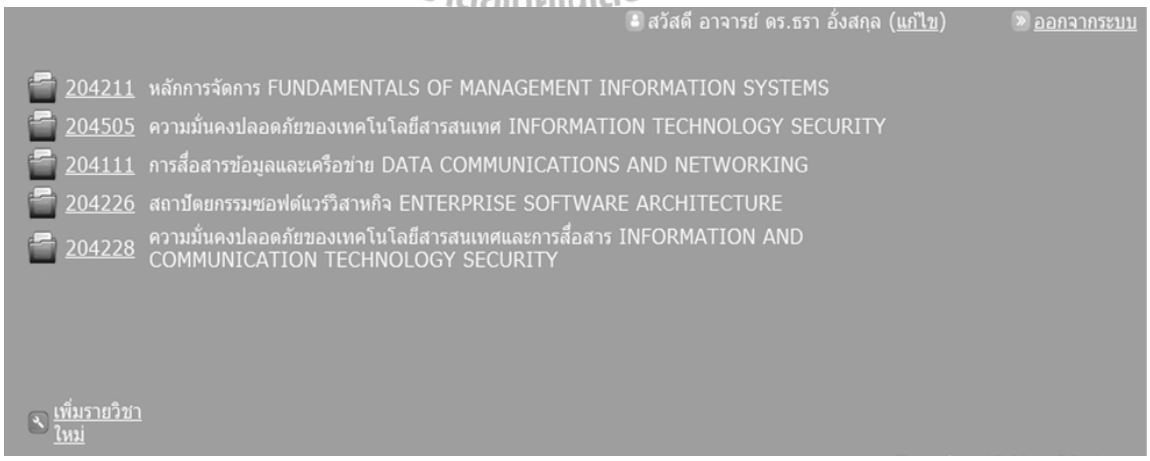
รูปที่ 4.8 หน้าจอการใช้งานหน้าแรก

ตัวอย่างการลงทะเบียนเข้าใช้งานแสดงในรูปที่ 4.9 ผู้ใช้ป้อนข้อมูลส่วนตัวตามที่ปรากฏในหน้าจอ ส่วนสำคัญคือการป้อนข้อมูลรหัสประจำตัว และรหัสผ่าน ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในส่วนของการเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 4.9 หน้าจอการลงทะเบียนเข้าใช้งาน

หลังจากสมัครสมาชิกเสร็จสิ้นระบบจะกลับมาหน้าจอเข้าสู่ระบบอัตโนมัติ หากมีรายวิชาที่สร้างไว้แล้วจะแสดงผลรายวิชาที่สร้างไว้ ดังตัวอย่างรูปที่ 4.10 เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบจะสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้โดยเลือกที่เมนู “แก้ไข” ที่อยู่ส่วนท้ายของชื่อผู้ใช้



รูปที่ 4.10 หน้าจอแสดงรายวิชาทั้งหมดของผู้ใช้

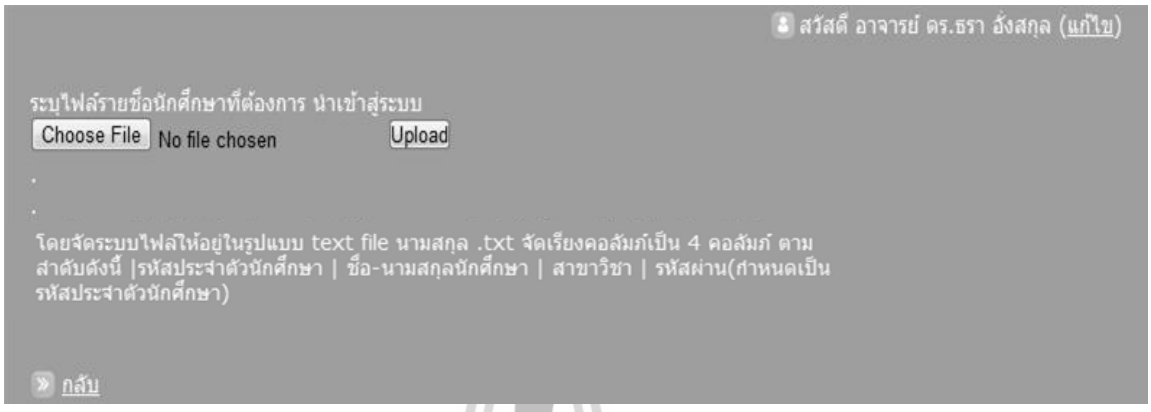
เมื่อผู้ใช้เลือกแก้ไขข้อมูลจะเข้าสู่หน้าจอดังแสดงในรูปที่ 4.11 ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ รวมทั้งรหัสผ่านได้จากส่วนนี้

รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้

หลังจากเข้าสู่ระบบ หากมีรายวิชาที่สร้างไว้แล้วจะแสดงผลรายวิชาที่สร้างไว้ ดังตัวอย่างรูปที่ 4.10 ผู้ใช้สามารถเลือกที่รหัสวิชาเพื่อเข้าไปดูรายละเอียดการตรวจสอบรายชื่อได้ หากผู้ใช้ยังไม่มีรายวิชาที่จะแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อ ผู้ใช้ต้องสร้างรายวิชาใหม่ โดยเลือกที่ข้อความ “เพิ่มรายวิชาใหม่” จะปรากฏหน้าจอดังตัวอย่างหน้าจอรูปที่ 4.12 ให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาในกล่องข้อความ ได้แก่ รหัสวิชา ชื่อวิชาภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา จำนวนหน่วยกิต และจำนวนครั้งที่ต้องการตรวจสอบรายชื่อในรายวิชา ซึ่งจำนวนครั้งนี้สามารถแก้ไขเพิ่มเติมได้ในภายหลัง

รูปที่ 4.12 หน้าจอการสร้างรายวิชาใหม่

หลังจากสร้างรายวิชาใหม่ระบบจะนำผู้ใช้เข้าสู่หน้าจอการนำเข้าข้อมูลนักศึกษาทันที ดังตัวอย่างหน้าจอแสดงในรูปที่ 4.13 ให้ผู้ใช้เลือกที่ปุ่ม Choose File และเลือกแฟ้มข้อมูลรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดังกล่าวและจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปของแฟ้มข้อมูลชนิดข้อความ (Text File) โดยเรียงลำดับสดมภ์จาก รหัสประจำตัวนักศึกษา ชื่อนามสกุล สาขาวิชา และรหัสผ่าน (กำหนดเป็นรหัสประจำตัวนักศึกษา) ตามลำดับ

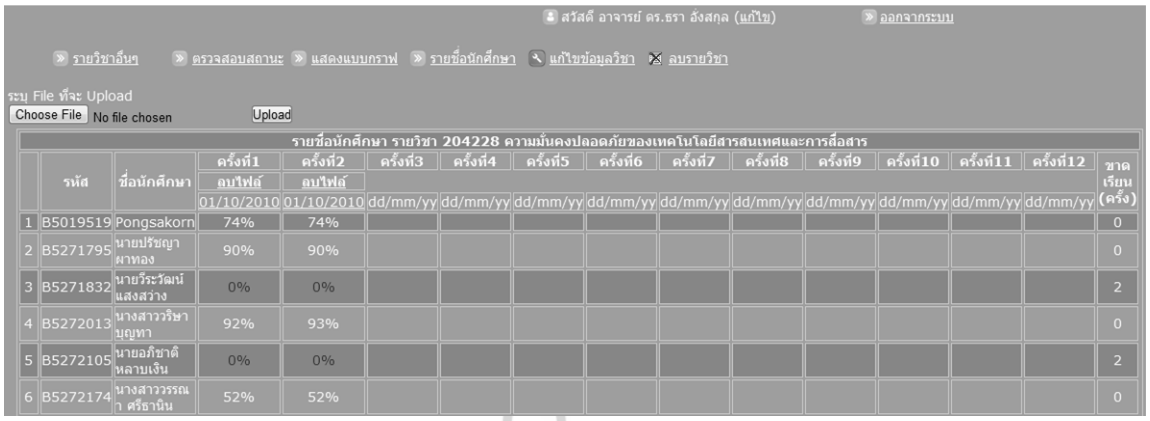


รูปที่ 4.13 หน้าจอการนำเข้าข้อมูลนักศึกษา

หลังจากนำเข้าข้อมูลนักศึกษาจะกลับเข้าสู่หน้าจอรายวิชาดังแสดงในรูปที่ 4.10 ผู้ใช้สามารถเลือกที่รหัสวิชาเพื่อเข้าสู่รายวิชาที่ต้องการดูผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อได้ดังแสดงในรูปที่ 4.14 ซึ่งแสดงหน้าจอการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อ โดยแสดงผลข้อมูลแต่ละครั้งที่ทำการตรวจสอบรายชื่อ ซึ่งระบบแสดงผลเป็นร้อยละของการอยู่ในชั้นเรียน ตัวเลขสีแดงหมายถึงนักศึกษาขาดเรียน เนื่องจากตรวจพบว่านักศึกษาอยู่ในชั้นเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 ซึ่งการประมวลผลข้อมูลผู้ใช้ต้องนำเข้าแฟ้มข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อซึ่งเป็นแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา ผ่านบลูทูธ (บลูการ์ด) โดยเลือกที่ปุ่ม Choose File เพื่อทำการระบุชื่อแฟ้มข้อมูลข้อมูลที่จัดเก็บไว้ และเลือกปุ่ม Upload เพื่อนำเข้าข้อมูล จากนั้นระบบจะประมวลผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อให้ผู้ใช้ทราบ

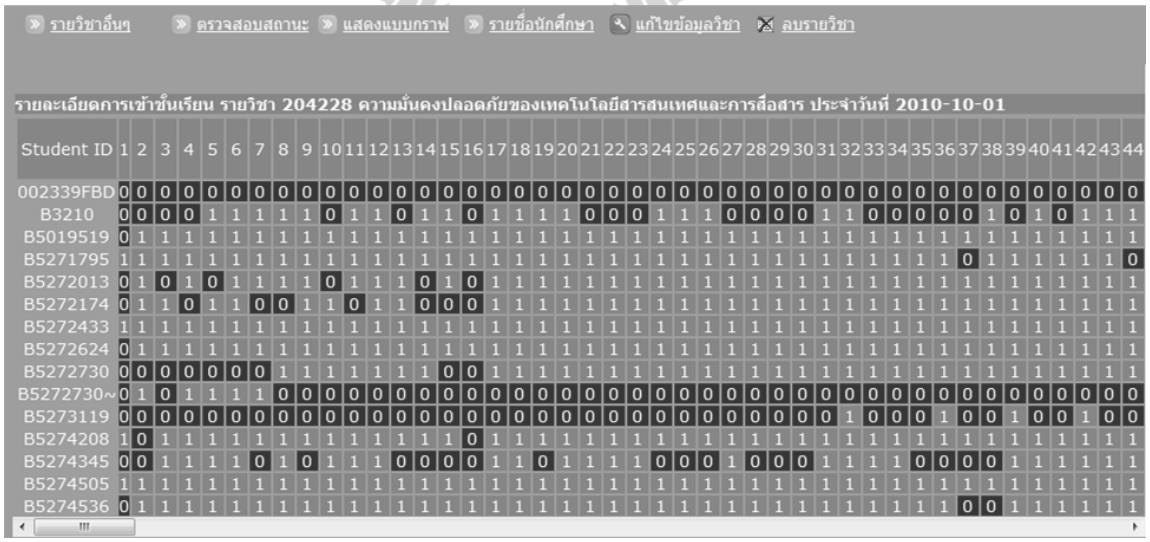
โดยการประมวลผล มีกระบวนการป้องกันการตรวจสอบรายชื่อแทนเพื่อน ในกรณีที่นักศึกษาเปลี่ยนรหัสนักศึกษาเป็นรหัสนักศึกษาของเพื่อนเพื่อตรวจสอบรายชื่อแทนได้ โดยมีการคัดกรองจากหมายเลขบลูทูธและรหัสประจำตัวนักศึกษาในการตรวจสอบว่าแต่ละรอบที่มีการตรวจสอบรายชื่อนั้นมีการใช้หมายเลขบลูทูธหมายเลขเดียวกันแต่มีรหัสนักศึกษาต่างกันหรือไม่ ถ้ามีระบบจะไม่จัดเก็บข้อมูลรายการดังกล่าวในการเข้าชั้นเรียน

นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถลบข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อในกรณีที่ทำการนำเข้าข้อมูลซ้ำซ้อนจากข้อมูลที่เคยนำเข้าไปแล้ว หรือเกิดจากความผิดพลาดของการนำเข้าข้อมูลที่ไม่ต้องการได้ โดยเลือกที่ “ลบไฟล์” ในช่องที่ต้องการลบ



รูปที่ 4.14 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อ

ผู้ใช้สามารถเลือก วันที่ เพื่อดูรายละเอียดของการตรวจสอบรายชื่อในแต่ละรอบดังแสดงในรูปที่ 4.15 เลขศูนย์ที่แสดงเป็นแถบสีแดงหมายถึงตรวจไม่พบอุปกรณ์บูลทูธของนักศึกษาในรอบนั้น



รูปที่ 4.15 หน้าจอแสดงรายละเอียดการตรวจสอบรายชื่อในแต่ละรอบ

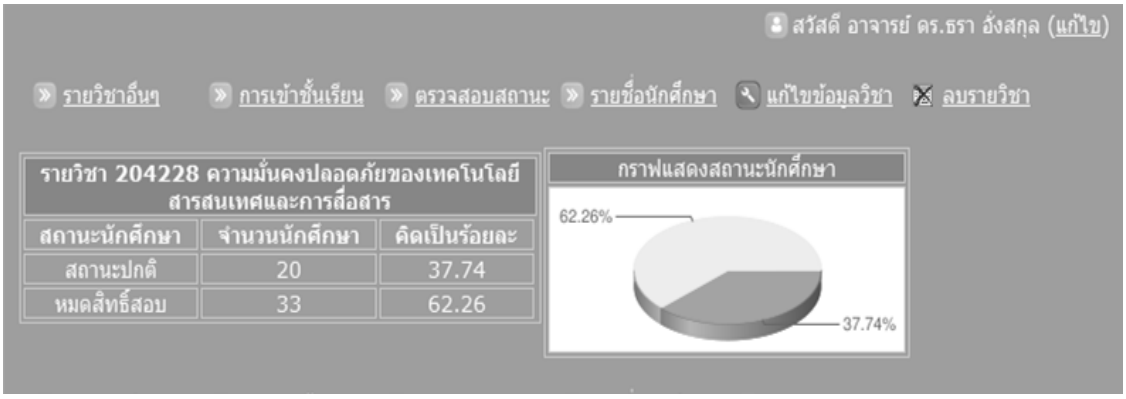
นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถเลือกเมนู “ตรวจสอบสถานะ” เพื่อตรวจสอบรายงานข้อมูลการมาเรียนของนักศึกษาโดยรายงานเป็น จำนวนครั้งที่เข้าเรียน จำนวนครั้งที่ขาดเรียน ร้อยละของการขาดเรียนคิดเป็นร้อยละจากจำนวนครั้งที่ตรวจสอบรายชื่อไปแล้ว และสถานะปัจจุบัน คือแจ้งข้อมูลว่านักศึกษายังมีสถานะการเข้าเรียนในระดับปกติหรือไม่มีสิทธิ์สอบได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.16

รายชื่อนักศึกษา รายวิชา 204228 ความมั่นคงปลอดภัยของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

	รหัส	ชื่อนักศึกษา	จำนวนครั้งที่มา (ครั้ง)	จำนวนครั้งที่ขาด (ครั้ง)	ร้อยละของการขาดต่อจำนวนครั้งที่เช็คแล้ว	สถานะปัจจุบัน
1	B5019519	นายพงศกร รุ่งศิริยืนยง	1	0	0.00	ปกติ
2	B5271795	นายปรัชญา ผาทอง	1	0	0.00	ปกติ
3	B5271832	นายวีระวัฒน์ แสงสว่าง	0	1	100.00	หมดสิทธิ์สอบ
4	B5272013	นางสาววริษา บุญทา	1	0	0.00	ปกติ
5	B5272105	นายอภิชาติ หลาบเงิน	0	1	100.00	หมดสิทธิ์สอบ
6	B5272174	นางสาววรรณา ศรีธานิน	1	0	0.00	ปกติ
7	B5272228	นางสาวปนัดดา ชาชำนาญ	0	1	100.00	หมดสิทธิ์สอบ
8	B5272235	นางสาวพิศสุภางค์ ชาญศิลป์	0	1	100.00	หมดสิทธิ์สอบ
9	B5272297	นางสาวสุปราณี ศรีสุวรรณ	0	1	100.00	หมดสิทธิ์สอบ
10	B5272433	นางสาวอริสา ปะเภระตา	1	0	0.00	ปกติ
11	B5272525	นางสาวสุมาลิน เนขุนทด	0	1	100.00	หมดสิทธิ์สอบ
12	B5272624	นางสาวสิริประภา พงษ์จะโปะ	1	0	0.00	ปกติ
13	B5272716	นายชลัมพล โพธิสว่าง	0	1	100.00	หมดสิทธิ์สอบ
14	B5272730	นางสาวสลิลดา วิเชียร	1	0	0.00	ปกติ

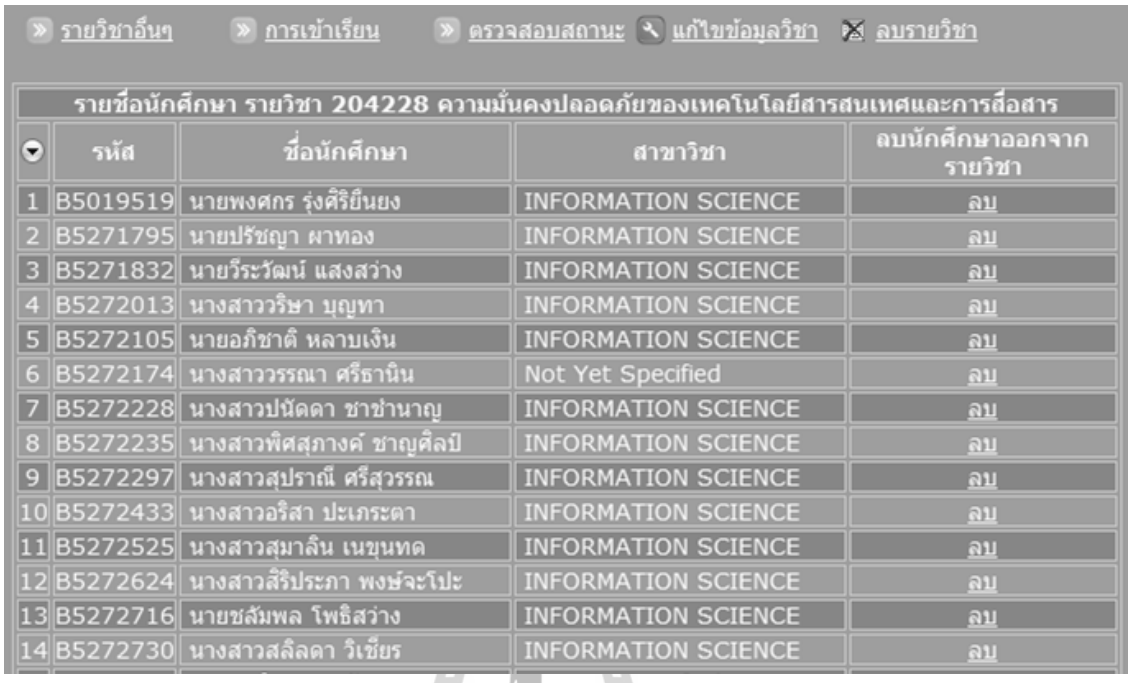
รูปที่ 4.16 หน้าจอการแสดงผลการตรวจสอบสถานะ

เมนู “แสดงแบบกราฟ” แสดงดังรูปที่ 4.17 หน้าจอการแสดงผลแบบกราฟคือรูปแบบการแสดงผลข้อมูลจำนวนนักศึกษาที่มีสถานะการเข้าเรียนในระดับปกติ และสถานะที่ไม่มีสิทธิ์สอบคิดเป็นร้อยละ โดยสรุปออกมาในรูปแบบของแผนภูมิวงกลม



รูปที่ 4.17 หน้าจอการแสดงผลแบบกราฟ

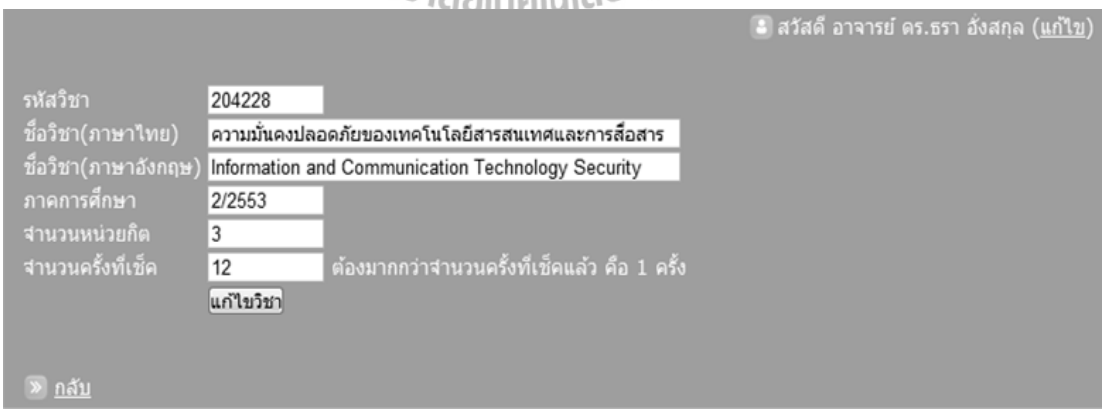
เมนู “รายชื่อนักศึกษา” แสดงดังรูปที่ 4.18 แสดงรายชื่อนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนในรายวิชา ซึ่งสามารถลบนักศึกษาออกจากรายวิชาได้



	รหัส	ชื่อนักศึกษา	สาขาวิชา	ลบนักศึกษาออกจากรายวิชา
1	B5019519	นายพงศกร รุ่งศิริยืนยง	INFORMATION SCIENCE	ลบ
2	B5271795	นายปรัชญา ผาทอง	INFORMATION SCIENCE	ลบ
3	B5271832	นายวีระวัฒน์ แสงสว่าง	INFORMATION SCIENCE	ลบ
4	B5272013	นางสาววริษา บุญทา	INFORMATION SCIENCE	ลบ
5	B5272105	นายอภิชาติ หลาบเงิน	INFORMATION SCIENCE	ลบ
6	B5272174	นางสาววรรณา ศรีธานิน	Not Yet Specified	ลบ
7	B5272228	นางสาวปนัดดา ชาชำนาญ	INFORMATION SCIENCE	ลบ
8	B5272235	นางสาวพิศสุภางค์ ชาญศิลป์	INFORMATION SCIENCE	ลบ
9	B5272297	นางสาวสุปราณี ศรีสุวรรณ	INFORMATION SCIENCE	ลบ
10	B5272433	นางสาวอริสา ปะเภระตา	INFORMATION SCIENCE	ลบ
11	B5272525	นางสาวสุมาลิน เนขุนทด	INFORMATION SCIENCE	ลบ
12	B5272624	นางสาวสิริประภา พงษ์จะโปะ	INFORMATION SCIENCE	ลบ
13	B5272716	นายชลัมพล โพธิสว่าง	INFORMATION SCIENCE	ลบ
14	B5272730	นางสาวสลิลดา วิเชียร	INFORMATION SCIENCE	ลบ

รูปที่ 4.18 หน้าจอแสดงรายชื่อนักศึกษา

เมนู “แก้ไขข้อมูลวิชา” แสดงดังรูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลรายวิชา เพื่อแก้ไขข้อมูลที่ผู้ใช้อาจป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้องต่าง ๆ เกี่ยวกับรายวิชาและต้องการแก้ไข โดยเฉพาะข้อมูลของจำนวนครั้งที่ต้องการตรวจสอบรายชื่อซึ่งหากผู้ใช้กำหนดไว้ไม่เพียงพอต่อจำนวนครั้งที่ต้องการผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ในส่วนนี้



รูปที่ 4.19 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลรายวิชา

เมนู “ลบรายวิชา” หากผู้ใช้ต้องการลบรายวิชาที่ไม่ต้องการใช้งานออกไปจากระบบ ระบบจะถามเพื่อยืนยันการลบข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 4.20

รูปที่ 4.20 หน้าจอแสดงการยืนยันการลบรายวิชา

2) การเข้าใช้งานและตรวจสอบสถานะของนักศึกษา

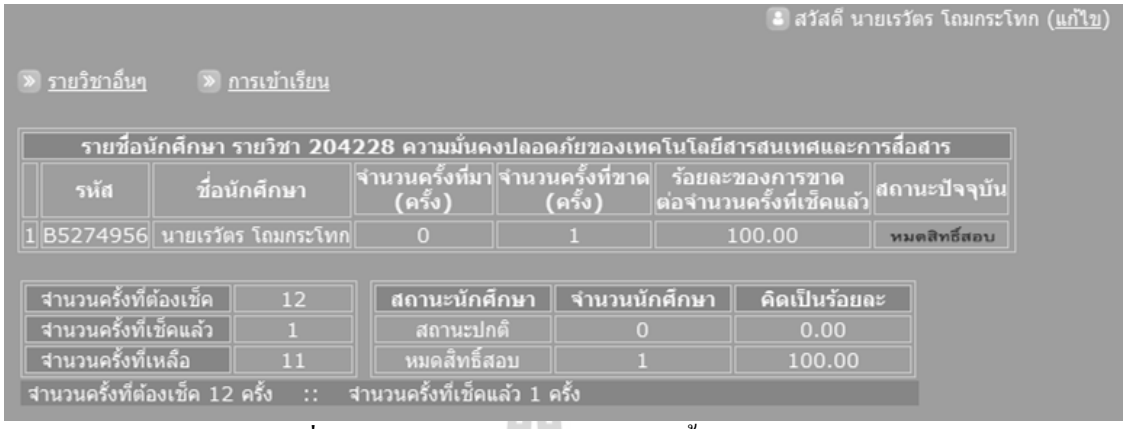
การเข้าใช้งานและตรวจสอบสถานะของนักศึกษาเป็นส่วนการใช้งานของนักศึกษา ซึ่งสามารถเข้าใช้งานระบบได้โดยใช้รหัสประจำตัวนักศึกษา เป็นรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าใช้งานครั้งแรก ซึ่งสามารถแก้ไขรหัสผ่านได้ในภายหลัง เมื่อนักศึกษาเข้าสู่ระบบ ระบบจะแสดงรายวิชาที่นักศึกษามีรายชื่ออยู่ในรายวิชาที่อาจารย์สร้างรายวิชาไว้ดังแสดงในรูปที่ 4.21

รูปที่ 4.21 หน้าจอแสดงรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียน

นักศึกษาสามารถเลือกรหัสวิชาเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนในแต่ละครั้งที่มีการตรวจสอบรายชื่อ โดยจะแสดงร้อยละการอยู่ในชั้นเรียน ดังแสดงในรูปที่ 4.22

รูปที่ 4.22 หน้าจอแสดงการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา

เมนู “ตรวจสอบสถานะ” ดังแสดงในรูปที่ 4.23 แสดงข้อมูลการเข้าชั้นเรียนโดยสรุป จำนวนครั้งที่เข้าเรียน จำนวนครั้งที่ขาดเรียน ร้อยละของการขาดเรียนต่อจำนวนครั้งที่ตรวจสอบรายชื่อแล้ว และสถานะการมีสิทธิ์สอบโดยคิดจากร้อยละ 80 ของการเข้าชั้นเรียนทั้งภาคการศึกษา



รูปที่ 4.23 หน้าจอแสดงข้อมูลการเข้าชั้นเรียนโดยสรุป

นอกจากนี้นักศึกษายังสามารถ “ค้นหารายวิชา” เพื่อเลือกวิชาที่ต้องการเพิ่มรายชื่อเข้าไปในรายวิชา โดยป้อนข้อมูลรหัสวิชาเข้าไปในกล่องข้อความ และเลือกที่ปุ่ม “ค้นหารายวิชา” ดังแสดงในรูปที่ 4.24

รูปที่ 4.24 หน้าจอแสดงการค้นหารายวิชา

แสดงรายวิชาที่ตรงกับการค้นหาในรูปที่ 4.25 และเลือกที่ปุ่ม “ลงทะเบียน” เพื่อให้นักศึกษาเลือกลงทะเบียนในรายวิชา

รูปที่ 4.25 หน้าจอแสดงรายวิชาที่ค้นหาได้และเลือกลงทะเบียน

4.2 ผลการประเมินความถูกต้องของการตรวจสอบรายชื่อ

ผลการประเมินความถูกต้องของการตรวจสอบรายชื่อแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง และผลการทดสอบเปรียบเทียบในห้องเรียนจริง

4.2.1 ผลการทดสอบเบื้องต้นกับโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง ในเบื้องต้นได้ทดสอบความถูกต้องในการตรวจสอบรายชื่อ โดยติดตั้งโปรแกรมบลูการ์ด ในคอมพิวเตอร์แบบพกพา ยี่ห้อ Lenovo รุ่น Y410 หน่วยประมวลผล Intel Core 2 Duo หน่วยความจำ 3 กิกะไบต์ ระบบปฏิบัติการ Windows 7 และอุปกรณ์บลูทูธเวอร์ชั่น 2.0 ที่ติดตั้งมาในตัวเครื่องผลิตโดย Broadcom Corporation โดยใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 รุ่น จำนวนเครื่องทั้งหมด 48 เครื่อง ในการทดสอบระยะทางของการตรวจพบสัญญาณ ซึ่งมีความหลากหลายในรุ่นและยี่ห้อโดยแสดงรายละเอียดจำนวนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรุ่นและยี่ห้อต่าง ๆ ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนรุ่นและยี่ห้อของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ยี่ห้อ	จำนวน (รุ่น)	ยี่ห้อ	จำนวน (รุ่น)
โนเกีย	20	โมโตโรล่า	1
ซัมซุง	9	เอสเคจี	1
แอลจี	2	แบล็คเบอร์รี่	1
ไอโมบาย	1	โซนีอีริคสัน	1
รวม			36

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

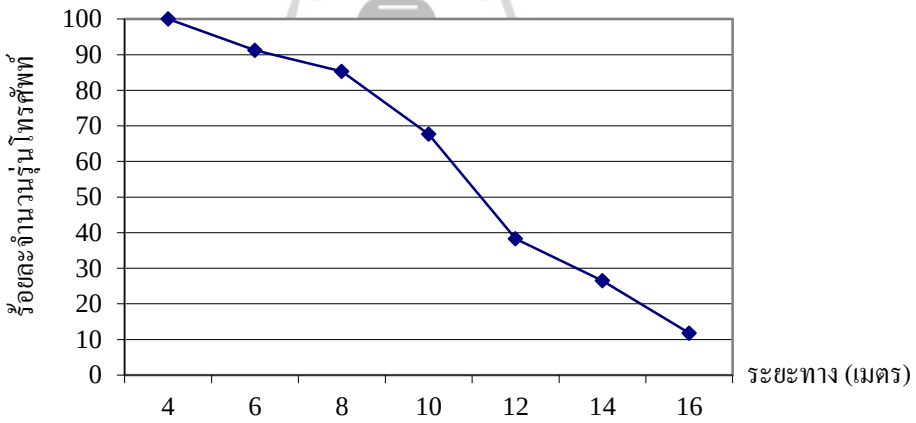
ข้อมูลแสดงรายละเอียดจำนวนของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรุ่นและยี่ห้อต่าง ๆ ของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างของแต่ละยี่ห้อที่ใช้ในการทดสอบระบบ แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างในแต่ละรุ่นที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ยี่ห้อ	รุ่น	จำนวนเครื่อง	ยี่ห้อ	รุ่น	จำนวนเครื่อง
โนเกีย	2600	2	โนเกีย	N8	1
โนเกีย	5233	3	โนเกีย	N81	2
โนเกีย	5800	3	ซัมซุง	B7722	1
โนเกีย	6200	1	ซัมซุง	D730	1
โนเกีย	6300	2	ซัมซุง	D900i	1
โนเกีย	6600	1	ซัมซุง	GT-B3410	1
โนเกีย	6630	1	ซัมซุง	GT-i5503	1
โนเกีย	6680	1	ซัมซุง	S365	1
โนเกีย	7610	1	ซัมซุง	S5200	1
โนเกีย	C3	2	ซัมซุง	U900	1
โนเกีย	E63 v500	1	ซัมซุง	wave525	1
โนเกีย	E63 v410	1	แอลจี	GD510	1
โนเกีย	E71	1	แอลจี	kp500	1
โนเกีย	E72	2	ไอโมบาย	IE3210	1
โนเกีย	N70 Classic	3	โมโตโรล่า	V8	1
โนเกีย	N70 Music Edition	1	เอสเคจี	n/a	1
โนเกีย	N72	2	แบล็คเบอร์รี่	Bold9000	1
โนเกีย	N73	1	โซนีอีริคสัน	E700	1
รวมทั้งหมด 48 เครื่อง					

การทดสอบระบบในระยะทางที่แตกต่างกันกำหนดระยะทางระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างกับเครื่องที่เปิดใช้งานระบบบูลการ์ดเริ่มต้นที่ 12 เมตร เปิดใช้งานระบบบลูการ์ดและบันทึกผลการตรวจสอบสัญญาณ โดยกำหนดจำนวนรอบในการทดสอบไว้ที่ 50 รอบ หากพบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัวอย่างเครื่องใดมีการขาดหายของสัญญาณมากกว่าร้อยละ 80 ในการทดสอบรอบต่อไปให้ลดระยะทางในการตรวจสอบลงครั้งละ 2 เมตร และโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่มีการขาดหายของสัญญาณให้ทำการเพิ่มระยะทางในการตรวจสอบขึ้นครั้งละ 2 เมตร เพื่อหาระยะทางที่โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างทุกเครื่องสามารถตรวจสอบสัญญาณได้โดยมีการขาดหายของสัญญาณไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80

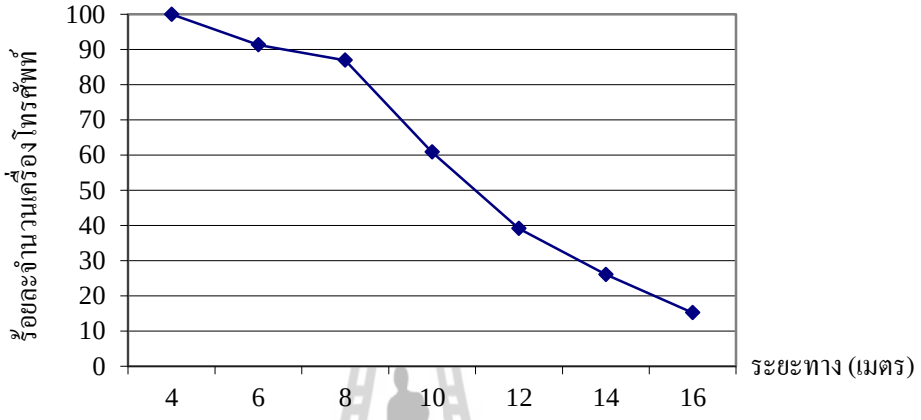
รูปที่ 4.26 แสดงกราฟของประสิทธิภาพการตรวจสอบสัญญาณบลูทูธ โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางระหว่างเครื่องที่เปิดใช้งานระบบบูลการ์ดกับจำนวนรุ่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่สามารถตรวจพบได้ พบว่าในระยะ 4 เมตร โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างทุกเครื่องถูกตรวจพบสัญญาณได้ ระยะ 8 เมตร มีโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่สามารถถูกตรวจพบได้ร้อยละ 85.29 ระยะ 10 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 67.65 ระยะ 12 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 38.24 ระยะ 14 ถึง 16 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างรวมร้อยละ 26.47 ตามลำดับ ซึ่งเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงสุดถึงเพียงแค่ 4 เมตรเป็นเครื่องรุ่นเก่า เช่น โนเกีย 2600 และยี่ห้อที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก เช่น เอสเคจี (SKG) และจากการทดสอบพบว่ามีอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 รุ่น ได้แก่ ยี่ห้อซัมซุง รุ่น GT-i5503 และยี่ห้อโมโตโรล่า รุ่น V8 ไม่สามารถระบุการตรวจพบสัญญาณบูลทูธที่แน่นอนได้ เนื่องจากโทรศัพท์เคลื่อนที่มีการจำกัดระยะเวลาในการค้นหาอุปกรณ์บูลทูธ ผู้วิจัยจึงไม่นับรวมโทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 รุ่นดังกล่าวในการคำนวณค่าร้อยละการตรวจสอบในกลุ่มตัวอย่าง จะนำมาคำนวณค่าเพียง 34 รุ่นและจำนวนเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวน 46 เครื่องเท่านั้น



รูปที่ 4.26 ร้อยละของจำนวนรุ่นของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการตรวจพบสัญญาณบลูทูธ

รูปที่ 4.27 แสดงกราฟของประสิทธิภาพการตรวจสอบสัญญาณบลูทูธ โดยแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางระหว่างเครื่องที่เปิดใช้งานระบบบูลการ์ดกับจำนวนเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่สามารถตรวจพบได้ พบว่าในระยะ 4 เมตร โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างทุกเครื่องถูกตรวจพบสัญญาณได้ ระยะ 8 เมตร มีโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างที่สามารถถูกตรวจพบได้ร้อยละ 86.96 ระยะ 10 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 60.87 ระยะ

12 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 39.13 ระยะ 14 ถึง 16 เมตร ตรวจพบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างรวมร้อยละ 26.09 ตามลำดับ โดยโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่วนใหญ่ถูกตรวจพบสัญญาณได้มากที่สุดที่ระยะทาง 8-10 เมตร ซึ่งเป็นระยะทางมาตรฐานที่อุปกรณ์บลูทูธในโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถถูกตรวจพบสัญญาณได้ดีที่สุด



รูปที่ 4.27 ร้อยละของจำนวนเครื่องของโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการตรวจพบสัญญาณบลูทูธ

4.2.2 ผลการทดสอบเปรียบเทียบในห้องเรียนจริง หากมีการนำระบบมาใช้งานในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงของห้องเรียนอาคารเรียนรวมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งข้อมูลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.5 เป็นข้อมูลสถิติการใช้ห้องเรียนในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2553 ประกอบด้วยข้อมูลขนาดที่นั่งของห้อง ขนาดความกว้างของห้อง จำนวนห้อง และจำนวนชั่วโมงรวมในการใช้ห้อง ซึ่งห้องแต่ละขนาดจะมีอัตราการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยสรุปเป็นร้อยละของการใช้ประโยชน์ ส่วนสุดท้าย คือ ผลการทดสอบ แสดงเป็นร้อยละในการครอบคลุมการใช้ประโยชน์ของห้องขนาดต่าง ๆ ตามระยะทางที่ได้จากการทดสอบโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือเครื่องทดสอบอยู่หน้าห้องหมายถึงการวางเครื่องทดสอบที่ติดตั้งระบบบลูการ์ดซึ่งเป็นเครื่องที่จะทำการจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อไว้โต๊ะอาจารย์หน้าห้องและเครื่องทดสอบอยู่กลางห้องคือการวางเครื่องทดสอบที่ติดตั้งระบบบลูการ์ดซึ่งเป็นเครื่องที่จะทำการจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อไว้จุดกึ่งกลางห้องเพื่อขยายรัศมีในการค้นหาอุปกรณ์

การคำนวณค่าร้อยละของการตรวจพบสัญญาณ คำนวณโดยนำค่าน้ำหนักของแต่ละกลุ่ม (Weight) มาคูณกับค่าความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่ม (Probability) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีค่าเฉลี่ย (Average Case) และกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ (Worst Case) โดยสมการคำนวณคือ

ค่าร้อยละการตรวจพบสัญญาณ = ((Weight1 * Probability1)
+ (Weight2 * Probability2) +...
+ (Weight N * ProbabilityN)) * 100

ซึ่งค่าน้ำหนักของแต่ละกลุ่มตัวอย่างที่สามารถตรวจสอบได้ไกลที่สุด (Weight) แบ่งออกเป็น 7 กลุ่มตามการวัดระยะรัศมีในการตรวจสอบสัญญาณที่ระยะรัศมี 4 เมตร 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 เมตร ตามลำดับ เช่น กลุ่มของเครื่องที่สามารถตรวจสอบได้ในระยะรัศมี 10 เมตร มีจำนวนเครื่องที่สามารถถูกตรวจพบได้จำนวน 10 เครื่อง จาก 34 เครื่อง คิดเป็นค่าน้ำหนักเท่ากับ 10 ใน 34 หรือ 0.29 กลุ่มของเครื่องที่ระยะรัศมี 12 เมตร มีจำนวนเครื่องที่สามารถถูกตรวจพบได้จำนวน 4 เครื่อง จาก 34 เครื่อง คิดเป็นค่าน้ำหนักเท่ากับ 4 ใน 34 หรือ 0.12 เป็นต้น ซึ่งค่าน้ำหนักของทุกกลุ่มรวมกันจะมีค่าเท่ากับ 1.00

ค่าความน่าจะเป็นของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง (Probability) แบ่งเป็น 2 กรณี คือ กรณีค่าเฉลี่ย (Average Case) ซึ่งหมายถึงค่าเฉลี่ยของกรณีที่ทุกคนนั่งในทุกตำแหน่งของห้อง และกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ (Worst Case) ซึ่งหมายถึงกรณีที่ทุกคนนั่งตำแหน่งที่ไกลที่สุดของห้อง ตัวอย่างเช่น ในห้องที่มีขนาดความยาว 6 เมตร ในกลุ่มตัวอย่างที่ 1 (กลุ่มที่ตรวจสอบได้ในระยะรัศมีไม่เกิน 4 เมตร) ค่าความถูกต้องของกรณีค่าเฉลี่ย (Average Case) คำนวณได้จากความน่าจะเป็นที่ทุกคนจะนั่งในตำแหน่งต่าง ๆ ในห้องและสามารถถูกตรวจสอบพบได้ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4 ใน 6 (0.66) หรือร้อยละ 66 และในกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้ (Worst Case) มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0 กล่าวคือทุกคนในกลุ่มนี้นั่งในตำแหน่งไกลที่สุดของห้องที่ระยะ 6 เมตรซึ่งเกินระยะตรวจสอบพบ 4 เมตรของกลุ่มตัวอย่างนี้ ซึ่งทำให้ไม่มีเครื่องใดในกลุ่มนี้สามารถตรวจพบได้ ซึ่งรายละเอียดของทั้ง 2 กรณีแสดงดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าน้ำหนักและค่าความน่าจะเป็นของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างในกรณีค่าเฉลี่ย

กลุ่ม	**ระยะ ทาง (เมตร)**	**จำนวนรุ่นที่ตรวจพบสูงสุด**	**ค่าน้ำหนักของแต่ละกลุ่ม (Weight)**	**ค่าความน่าจะเป็นของระยะทาง** (Probability)						
				4	6	8	10	12	14	16
1	4	3	0.09	1	0.66	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25
2	6	2	0.06	1	1	0.75	0.60	0.50	0.43	0.38
3	8	6	0.18	1	1	1	0.80	0.67	0.57	0.50
4	10	10	0.29	1	1	1	1	0.83	0.71	0.63
5	12	4	0.12	1	1	1	1	1	0.86	0.75
6	14	5	0.15	1	1	1	1	1	1	0.88
7	16	4	0.12	1	1	1	1	1	1	1
รวม		34 รุ่น	1.00							

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าน้ำหนักและค่าความน่าจะเป็นของโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างในกรณีที่แย่ที่สุดที่จะเป็นไปได้

กลุ่ม	**ระยะ ทาง (เมตร)**	**จำนวนรุ่นที่ตรวจพบสูงสุด**	**ค่าน้ำหนักของแต่ละกลุ่ม (Weight)**	**ค่าความน่าจะเป็นของระยะทาง** (Probability)						
				4	6	8	10	12	14	16
1	4	3	0.09	1	0	0	0	0	0	0
2	6	2	0.06	1	1	0	0	0	0	0
3	8	6	0.18	1	1	1	0	0	0	0
4	10	10	0.29	1	1	1	1	0	0	0
5	12	4	0.12	1	1	1	1	1	0	0
6	14	5	0.15	1	1	1	1	1	1	0
7	16	4	0.12	1	1	1	1	1	1	1
รวม		34 รุ่น	1.00							

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระยะทางของห้องในการคำนวณร้อยละการตรวจพบสัญญาณใช้การคำนวณระยะทางของห้องจากข้อมูลขนาดของห้องในตารางที่ 4.5 โดยคำนวณที่ระยะไกลที่สุดของห้องแต่ละห้องในมุมทแยงโดยการวางเครื่องทดสอบไว้โต๊ะอาจารย์หน้าห้อง ดังแสดงรูปตัวอย่างในรูปที่ 4.28 และมีสมการในการคำนวณดังนี้

ระยะทางของห้องกรณีเครื่องทดสอบอยู่หน้าห้อง $\mathbf{Z} = \sqrt{\left(\frac{x}{2}\right)^2 + y^2}$

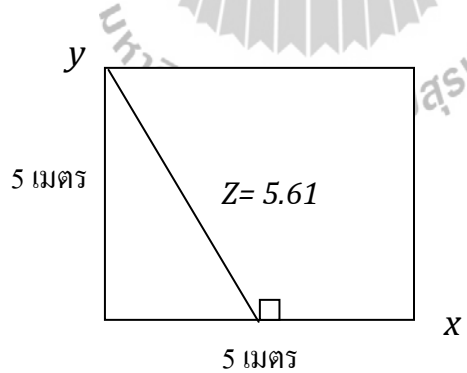
โดยที่ Z คือ ระยะทางของห้องในมุมทแยง

X คือ ความกว้างของห้อง

Y คือ ความยาวของห้อง

ตัวอย่างเช่น ห้องที่มีขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตรแทนค่าในสมการได้ดังนี้

$$\mathbf{Z} = \sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 + 5^2} = 5.61$$



รูปที่ 4.28 ภาพประกอบแสดงการคำนวณระยะทางในมุมทแยงจากหน้าห้อง

การคำนวณระยะทางของห้องในมุมทแยงโดยการวางเครื่องทดสอบไว้จุดกึ่งกลางห้อง แสดงรูปตัวอย่างในรูปที่ 4.29 และมีสมการในการคำนวณดังนี้

ระยะทางของห้องกรณีเครื่องทดสอบอยู่กลางห้อง $\mathbf{Z} = \sqrt{\left(\frac{x}{2}\right)^2 + \left(\frac{y}{2}\right)^2}$

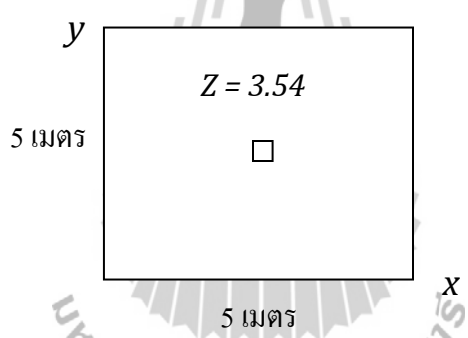
โดยที่ Z คือ ระยะทางของห้องในมุมทแยง

X คือ ความกว้างของห้อง

Y คือ ความยาวของห้อง

ตัวอย่างเช่น ห้องที่มีขนาดความกว้าง 5 เมตร ยาว 5 เมตรแทนค่าในสมการได้ดังนี้

$$\mathbf{Z} = \sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 + \left(\frac{5}{2}\right)^2} = 3.54$$



รูปที่ 4.29 ภาพประกอบแสดงการคำนวณระยะทางในมุมทแยงจากจุดกึ่งกลางห้อง

ผลการทดสอบเปรียบเทียบในห้องเรียนจริง หากมีการนำระบบมาใช้งานในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงของห้องเรียนอาคารเรียนรวมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลขนาดของห้อง จำนวนชั่วโมงรวมการใช้งานห้องและผลการทดสอบ

ห้องเรียน			จำนวนชั่วโมงรวม	ร้อยละการใช้ประโยชน์			ร้อยละการตรวจพบสัญญาณ			
							เครื่องทดสอบอยู่หน้าห้อง		เครื่องทดสอบอยู่กลางห้อง	
ขนาดที่นั่ง	ขนาดห้อง (เมตร)	จำนวนห้อง					Average Case	Worst Case	Average Case	Worst Case
ห้องสัมมนา	5x5	4	989			4.01	97.47	91.18	100.00	100.00
30 ที่นั่ง	5x5	3	1,025			4.16	97.47	91.18	100.00	100.00
45 ที่นั่ง	6x6	4	1,639	58.35%		6.65	95.81	85.29	99.50	91.18
60 ที่นั่ง	6x8	10	3,829		83.79%	15.54	95.08	85.29	98.24	91.18
90 ที่นั่ง	8x14	16	6,900			27.99	85.83	38.24	93.92	67.65
120 ที่นั่ง	12x8	10	2,442			9.91	77.62	26.47	95.08	85.29
150 ที่นั่ง	12x14	8	3,829			15.53	73.06	26.47	90.62	67.65
300 ที่นั่ง	16x15	8	3,369			13.67	58.92	0.00	72.59	38.24
600 ที่นั่ง	27x34	1	311			1.26	32.63	0.00	47.96	0.00
1,500 ที่นั่ง	37x44	1	316			1.28	24.19	0.00	36.23	0.00

จากผลการทดสอบความสามารถในการตรวจพบสัญญาณข้างต้นหากนำไปใช้ในห้องเรียนจริง โดยการนำเครื่องที่ติดตั้งระบบบูลการ์ดจัดวางในตำแหน่งโต๊ะอาจารย์หน้าห้องเรียน พบว่าในกรณีค่าเฉลี่ยมีโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถตรวจพบได้ร้อยละ 85 ขึ้นไปในห้องขนาดไม่เกิน 90 ที่นั่ง ครอบคลุมร้อยละการใช้ประโยชน์ที่ร้อยละ 58.35 และหากวางเครื่องที่ติดตั้งระบบบูลการ์ดไว้จุดกึ่งกลางของห้อง พบว่า ในกรณีค่าเฉลี่ยมีโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถใช้งานได้ร้อยละ 90 ขึ้นไปในห้องขนาดไม่เกิน 150 ที่นั่ง ซึ่งครอบคลุมการใช้ประโยชน์ถึงร้อยละ 83.79 ของการใช้ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.2.3 ปัญหาและข้อเสนอแนะจากการทดสอบการใช้งานจริง การทดสอบการใช้งานในรายวิชา 204111 การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนทั้งหมดจำนวน 187 คน มีนักศึกษาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีอุปกรณ์บลูทูธจำนวน 165 คน และรายวิชา 204228 ความมั่นคงปลอดภัยของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนทั้งหมดจำนวน 49 คน มีนักศึกษาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่มีอุปกรณ์บลูทูธจำนวน 37 คน จากการทดสอบการใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมการใช้งานจริง พบว่าเกิดปัญหาอุปสรรคในการใช้งานระบบที่มีผลต่อความคาดเคลื่อนของผลลัพธ์ที่ได้รับ และข้อจำกัดต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงในการใช้งานจริง ดังแสดงในตารางที่ 4.6 ได้แสดงถึงปัญหาที่พบจากการทดสอบใช้งาน และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการดำเนินงาน

ตารางที่ 4.6 ปัญหาและข้อเสนอแนะจากการทดสอบการใช้งานจริง

ปัญหาที่พบ	ข้อเสนอแนะ
นักศึกษาลืมเปิดอุปกรณ์บลูทูธ	แจ้งเตือนนักศึกษาก่อนเริ่มทำการตรวจสอบรายชื่อทุกครั้ง
นักศึกษาไม่ทราบวิธีการตั้งค่าการค้นหาอุปกรณ์บลูทูธให้สามารถตรวจพบได้	เข้าพบนักศึกษาเฉพาะกลุ่มที่มีปัญหาและแนะนำวิธีการตรวจสอบ
นักศึกษาลืมเอาโทรศัพท์เคลื่อนที่มา	ยกเลิกการตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธของนักศึกษาดังกล่าวในช่วงเวลานั้น และใช้การเพิ่มข้อมูลเข้าไปในระบบผ่านทางแป้นพิมพ์อักขระ
การตั้งชื่อเครื่องของอุปกรณ์มีการเว้นช่องว่างหรือเพิ่มเติมสัญลักษณ์พิเศษอื่น ๆ ซึ่งไม่อยู่ในขอบเขตที่ระบบกำหนดไว้	แจ้งเตือนไปยังนักศึกษาเมื่อตรวจพบชื่อเครื่องที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด พร้อมทั้งแสดงตัวอย่างการตั้งชื่อเครื่องที่ถูกต้อง
แบตเตอรี่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาหมดขณะกำลังตรวจสอบรายชื่อ	ให้นักศึกษาแจ้งก่อนเริ่มทำการตรวจสอบรายชื่อเพื่อยกเลิกการตรวจสอบรายชื่อผ่านบลูทูธของนักศึกษาดังกล่าวในช่วงเวลานั้น
ตำแหน่งการกระจายการนั่งของนักศึกษามีความแตกต่างกันซึ่งมีผลต่อการตรวจพบสัญญาณ	ทดลองการกระจายของโทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มเติมในการทดลองโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง
มีการเข้าชั้นเรียนหลังจากได้เริ่มทำการตรวจสอบรายชื่อไปแล้ว	กำหนดช่วงเวลาที่เริ่มต้นตรวจสอบรายชื่อให้ชัดเจน ถ้ามาเข้าเรียนหลังเวลาดังกล่าวถือว่ามาสาย
นักศึกษาเปลี่ยนโทรศัพท์เคลื่อนที่ใหม่ มีผลให้ยี่ห้อ รุ่น ที่บันทึกไว้มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งมีผลต่อการวิเคราะห์ผลของผู้วิจัย	ให้นักศึกษาแจ้งเพื่อบันทึกการเปลี่ยนแปลง

4.3 ผลการประเมินระบบ

ผู้วิจัยทำการประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) และระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ เป็นการประเมินความคิดเห็นจากการใช้งานระบบของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยประเมินใน 2 มิติ คือ การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถามการวิจัย และการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึก มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถาม

ผู้วิจัยทำการประเมินระบบทั้ง 2 ส่วน คือระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) และระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบลูทูธบนเว็บ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1.1 ผลการประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด)

การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) จากแบบสอบถามมีประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ ปรากฏผลตามตารางที่ 4.7

จากตารางที่ 4.7 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว ระบบสามารถเข้าใช้งานได้ง่าย และระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 5.00, *S.D.* = 0.00) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นศูนย์ หมายถึงผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อประเด็นดังกล่าวตรงกันไปในทางเดียวกัน รองลงมาคือระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 4.40 -4.80 ที่มีการกระจายของคะแนนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.45 - 0.89 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันแสดงว่าเจตคติเป็นไปในทางเดียวกัน ได้แก่ การเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่ใช้เวลาไม่นาน การจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ผู้เชี่ยวชาญสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากบลูทูธได้ถูกต้อง ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้ ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้ และการจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม และในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 4.00 - 4.20 ได้แก่ ความสามารถในการใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม

ดังนั้นสรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่าการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบรายชื่อนักศึกษา ผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.53, *S.D.* = 0.51) และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อระบบไปในทางเดียวกัน

ตารางที่ 4.7 ประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับประเมินของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับ
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ	4.20	0.84	มาก
3. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
4. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ระบบเข้าใช้งานได้ง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากบลูทูธได้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
7. ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว	5.00	0.00	มากที่สุด
8. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
10. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.40	0.55	มากที่สุด
11. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน	4.20	0.45	มาก
12. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม	4.00	0.71	มาก
13. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม	4.00	0.71	มาก
14. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม	4.20	1.10	มาก
15. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
โดยภาพรวมทั้งหมด	**4.53**	**0.51**	**มากที่สุด**

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังทำการวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานได้ของระบบออกเป็นรายด้าน โดยประเด็นคำถามแยกออกเป็น 5 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ 2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ 3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ 4) ด้าน

ความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ และ 5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ มีรายละเอียดแต่ละด้าน ดังนี้

1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.8 พบว่า ผู้ใช้ใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, *S.D.* = 0.55) และผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20, *S.D.* = 0.84) ดังนั้นสรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ด้านความสามารถในการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.40, *S.D.* = 0.69) ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับการเรียนรู้ที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.8 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ	4.20	0.84	มาก
โดยรวม	**4.40**	**0.69**	**มากที่สุด**

2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.9 พบว่า ผู้ใช้สามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.80, *S.D.* = 0.45) และเมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน ($\bar{x}$ = 4.60, *S.D.* = 0.55) สรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.70, *S.D.* = 0.50) ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับความสามารถที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.9 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
2. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
โดยรวม	**4.70**	**0.50**	**มากที่สุด**

3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.10 พบว่า ผู้ใช้มีความพึงพอใจต่อประสิทธิภาพของระบบ ในด้านการระบบเข้าใช้งานได้ง่าย ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว และระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน อยู่ในระดับมากที่สุดและมีเจตคติตรงกัน ($\bar{x}$ = 5.00, *S.D.* = 0.00) และระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากบลูทูธได้ถูกต้อง ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้ และระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของผู้ใช้ได้ อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน สรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินระบบด้านประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.83, *S.D.* = 0.24) ซึ่งถือได้ว่าประสิทธิภาพของระบบเป็นระดับที่น่าพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 4.10 ผลการประเมินระบบด้านประสิทธิภาพของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ระบบเข้าใช้งานได้ง่าย	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากบลูทูธได้ถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
6. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.40	0.55	มากที่สุด
โดยรวม	**4.83**	**0.24**	**มากที่สุด**

4) ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.11 พบว่า ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20, *S.D.* = 0.45) และระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสมอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ($\bar{x}$ = 4.00, *S.D.* = 0.71) สรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.10, *S.D.* = 0.58) ซึ่ง

หมายถึงระบบมีข้อผิดพลาดน้อยและมีระบบการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสมถือได้ว่าเป็นระดับที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.11 ผลการประเมินระบบด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับ
1. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน	4.20	0.45	มาก
2. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม	4.00	0.71	มาก
โดยรวม	**4.10**	**0.58**	**มาก**

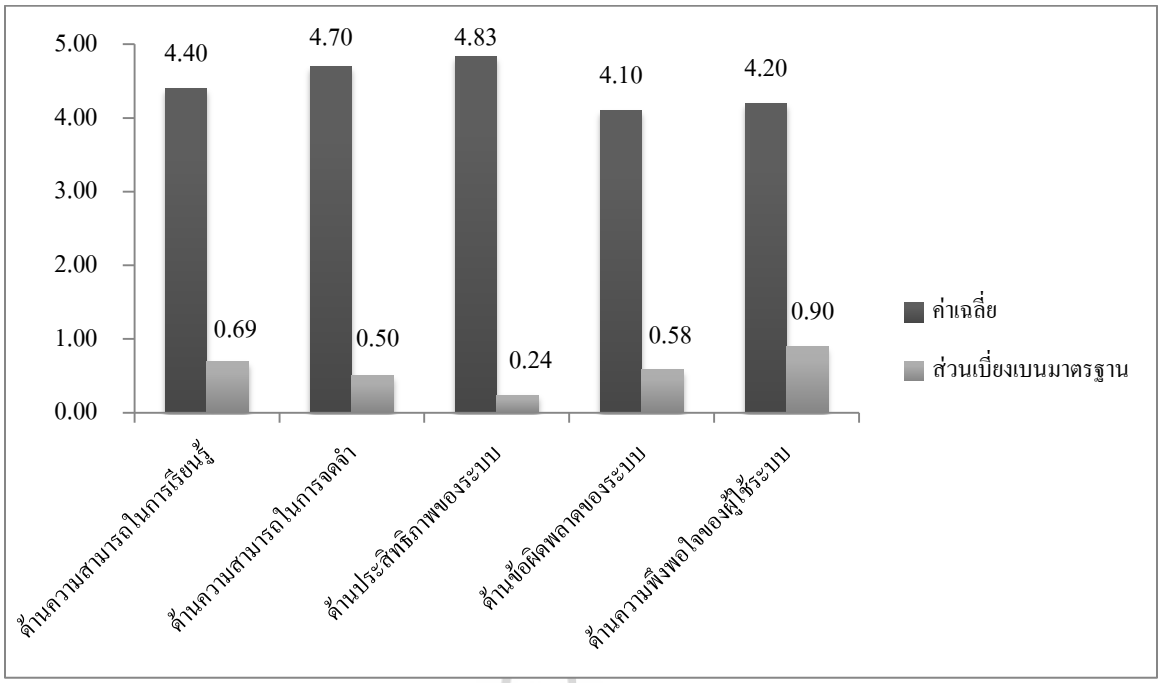
5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.12 พบว่า การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.40, *S.D.* = 0.89) และภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20, *S.D.* = 1.10) ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ($\bar{x}$ = 4.00, *S.D.* = 0.71) สรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบในการออกแบบระบบ การใช้ภาษาสื่อความหมายและรูปแบบการจัดวาง อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20, *S.D.* = 0.90) ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.12 ผลการประเมินระบบด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับ
1. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม	4.00	0.71	มาก
2. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม	4.20	1.10	มาก
3. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
โดยรวม	**4.20**	**0.90**	**มาก**

สรุปภาพรวมของผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) ทั้ง 5 ด้านได้ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ภาพรวมของผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด)

4.3.1.2 ผลการประเมินระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ

การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บจากแบบสอบถามมีประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับประเมินของระบบ ปรากฏผลตามตารางที่ 4.13

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 4.13 ประเด็นคำถามและผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินผลจาก ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับประเมินของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับ
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่	4.40	0.55	มากที่สุด
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ	4.00	0.71	มาก
3. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
4. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
5. ระบบสามารถรองรับการสมัครเข้าใช้งานของท่านได้	4.80	0.45	มากที่สุด
6. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มรายวิชาใหม่ของท่านได้	4.40	0.89	มากที่สุด
7. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาของท่านได้	4.40	0.89	มากที่สุด
8. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.40	0.55	มากที่สุด
9. ระบบสามารถรองรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้	4.40	0.55	มากที่สุด
10. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้	4.80	0.45	มากที่สุด
11. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้	4.60	0.89	มากที่สุด
12. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.80	0.45	มากที่สุด
13. ระบบมีคู่มือการใช้ระบบเพื่อช่วยเหลือเมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
14. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน	4.00	1.00	มาก
15. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม	4.20	0.45	มาก
16. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม	4.20	0.84	มาก
17. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
18. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
โดยภาพรวมทั้งหมด	**4.46**	**0.67**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.13 ผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า ผู้ใช้สามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย ระบบสามารถรองรับการสมัครเข้าใช้งานของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้ และระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.80, *S.D.* = 0.45) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากันที่ 0.45 หมายถึงผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อประเด็นดังกล่าวตรงกันไปในทางเดียวกัน รองลงมาพบว่าภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.60) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ระหว่าง 0.55 - 0.89 มีดังนี้คือ เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้งผู้ใช้สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ ระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้ และระบบมีคู่มือการใช้ระบบเพื่อช่วยเหลือเมื่อผู้ใช้ประสบปัญหาในการใช้งาน ภาพรวมในระดับมากที่สุดที่มีระดับคะแนนรองลงมามีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.40) และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ระหว่าง 0.55 - 0.89 มีดังนี้ คือ ผู้ใช้ใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่ ระบบสามารถรองรับการเพิ่มรายวิชาใหม่ของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้ ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม และการจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม รองลงมาคือภาพรวมในระดับมากที่มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ระหว่าง 4.00 - 4.20 และมีการกระจายของคะแนนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ระหว่าง 0.45 - 1.00 ได้แก่ ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม และภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม

ดังนั้นสรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่าการประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.46, *S.D.* = 0.67) และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านมีเจตคติต่อระบบไปในทางเดียวกัน

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังทำการวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานได้ของระบบออกเป็นรายด้าน โดยประเด็นคำถามแยกออกเป็น 5 ด้าน คือ 1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ 2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ 3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ 4) ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ และ 5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ มีรายละเอียดแต่ละด้าน ดังนี้

1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.14 พบว่า ผู้ใช้ใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.40, *S.D.* = 0.55) และผู้ใช้สามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.00, *S.D.* = 0.71) ดังนั้นสรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ด้านความสามารถในการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20, *S.D.* = 0.63) ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับการเรียนรู้ที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.14 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่	4.40	0.55	มากที่สุด
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ	4.00	0.71	มาก
โดยรวม	**4.20**	**0.63**	**มาก**

2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.15 พบว่า ผู้ใช้สามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.80, *S.D.* = 0.45) และเมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่ อยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน ($\bar{x}$ = 4.60, *S.D.* = 0.55) สรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.70, *S.D.* = 0.50) ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับความสามารถที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.15 ผลการประเมินระบบด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
2. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่	4.60	0.55	มากที่สุด
โดยรวม	**4.70**	**0.50**	**มากที่สุด**

3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.16 พบว่า ระบบสามารถรองรับการสมัครเข้าใช้งานของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้ ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของผู้ใช้ได้ อยู่ในระดับมากที่สุดและมีเจตคติตรงกัน ($\bar{x}$ = 4.80, *S.D.* = 0.45) ระดับมากที่สุดที่มีระดับคะแนนรองลงมา ($\bar{x}$ = 4.60, *S.D.* = 0.55) และ ($\bar{x}$ = 4.60, *S.D.* = 0.89) คือระบบมีคู่มือการใช้ระบบเพื่อช่วยเหลือเมื่อผู้ใช้ประสบปัญหาในการใช้งาน และระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้ ตามลำดับ และระดับมากที่สุดที่มีระดับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 4.40, *S.D.* = 0.55) และ ($\bar{x}$ = 4.40, *S.D.* = 0.89) คือระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้ และระบบสามารถรองรับการเพิ่มรายวิชาใหม่ของผู้ใช้ได้ ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาของผู้ใช้ได้ ตามลำดับ ดังนั้นสรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินระบบด้านประสิทธิภาพของระบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.58, *S.D.* = 0.63) ซึ่งถือได้ว่าประสิทธิภาพของระบบเป็นระดับที่น่าพอใจมากที่สุด

ตารางที่ 4.16 ผลการประเมินระบบด้านประสิทธิภาพของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ระบบสามารถรองรับการสมัครเข้าใช้งานของท่านได้	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มรายวิชาใหม่ของท่านได้	4.40	0.89	มากที่สุด
3. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาของท่านได้	4.40	0.89	มากที่สุด
4. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.40	0.55	มากที่สุด
5. ระบบสามารถรองรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้	4.40	0.55	มากที่สุด
6. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้	4.80	0.45	มากที่สุด
7. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้	4.60	0.89	มากที่สุด
8. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ระบบมีคู่มือการใช้ระบบเพื่อช่วยเหลือเมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
โดยรวม	**4.58**	**0.63**	**มากที่สุด**

4) ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.17 พบว่า ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20, *S.D.* = 0.45) และระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งานอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ($\bar{x}$ = 4.00, *S.D.* = 1.00) สรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.10, *S.D.* = 0.72) ซึ่งหมายถึงระบบมีข้อผิดพลาดน้อยและมีระบบการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสมถือได้ว่าเป็นระดับที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.17 ผลการประเมินระบบด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน	4.00	1.00	มาก
2. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม	4.20	0.45	มาก
โดยรวม	**4.10**	**0.72**	**มาก**

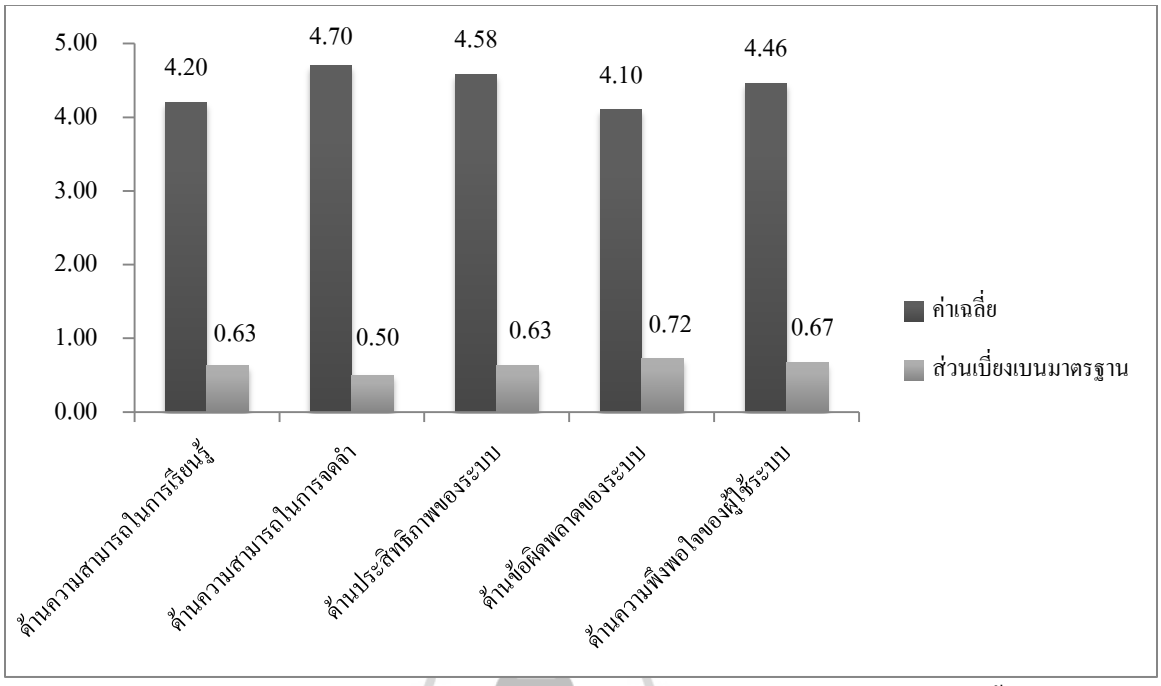
5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ผลการประเมินจากตารางที่ 4.18 พบว่า การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม และภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.40, *S.D.* = 0.89) รองลงมาคือภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.20, *S.D.* = 0.84) สรุปในภาพรวมทั้งหมด พบว่า การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบในการออกแบบระบบ การใช้ภาษาสื่อความหมายและรูปแบบการจัดวาง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.46, *S.D.* = 0.67) ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับที่น่าพอใจ

ตารางที่ 4.18 ผลการประเมินระบบด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ประเด็นคำถาม	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับ
1. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม	4.20	0.84	มาก
2. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
3. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม	4.40	0.89	มากที่สุด
โดยรวม	**4.46**	**0.67**	**มากที่สุด**

สรุปภาพรวมของผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บทั้ง 5 ด้านได้ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 ภาพรวมของผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ

4.3.2 ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

การวิเคราะห์ความสามารถในการใช้งานระบบทั้ง 2 ส่วนจากการสัมภาษณ์เชิงลึก พบว่าผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ พบว่าผู้ใช้ใช้เวลาไม่นานในการเรียนรู้ การใช้งาน เนื่องจากการใช้งานระบบไม่มีความซับซ้อนสามารถเรียนรู้ได้ง่ายแต่ในการใช้งานครั้งแรกผู้ใช้ยังต้องการคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานระบบมากกว่าการศึกษาเองจากคู่มือ

2) ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ พบว่าผู้ใช้แต่ละท่านมีความ สามารถในการจดจำการใช้งานได้เป็นอย่างดีเมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ซึ่งผู้ใช้แต่ละท่านมีความคุ้นเคยในการใช้งานคอมพิวเตอร์อยู่แล้วทำให้ไม่ประสบปัญหาในการใช้งานระบบ

3) ด้านประสิทธิภาพของระบบ นอกจากความสามารถของระบบที่สามารถตอบสนองการใช้งานได้เป็นอย่างดีที่ผู้วิจัยได้พัฒนาไว้แล้วพบว่ามีประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญให้คำแนะนำเพิ่มเติม ดังนี้

- การแสดงผลของระบบ ในการแสดงผลลัพธ์ควรแยกการแสดงผลออกเป็นภาคการศึกษาเพื่อความสะดวกในการเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง และรองรับการตรวจสอบรายชื่อในรายวิชาเดียวกันแต่ต่างปีการศึกษาหรือต่างภาคการศึกษาได้

- การป้องกันความผิดพลาดอันเกิดจากผู้ใช้ โดยระบบควรมีการออกแบบเพื่อป้องกันการทำงานผิดขั้นตอนที่อาจส่งผลต่อการประมวลผล และให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลที่ไม่ต้องการหรือเกิดจากการทำงานผิดพลาดได้

- การเพิ่มความสามารถของระบบ ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของระบบเพิ่มเติมในส่วนของการส่งข้อคำถาม คำตอบระหว่างนักศึกษากับอาจารย์ผู้สอนในห้องเรียนได้ โดยใช้การส่งข้อความผ่านบลูทูธ เพื่อให้นักศึกษามีส่วนร่วมในห้องเรียน

4) ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ พบว่าในระหว่างการ ใช้งานระบบยังมีข้อผิดพลาดอันเนื่องมาจากไม่มีการป้องกันข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากการใช้งานของผู้ใช้ระบบผิดขั้นตอน เช่น ไม่มีการแจ้งเตือนหากกรอกข้อมูลไม่ครบ หรือการแจ้งเตือนการใช้งานหากมีการเพิ่มข้อมูลที่มีอยู่แล้ว ซึ่งข้อผิดพลาดที่พบผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแก้ไขระบบเพิ่มเติมแล้ว

5) ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ พบว่าควรมีการปรับภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายของระบบให้ชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้ทราบขั้นตอนการใช้ระบบได้โดยไม่ต้องศึกษาคู่มือเพิ่มเติม ควรมีภาษาที่เป็นสากลให้อาจารย์ชาวต่างชาติสามารถใช้งานระบบได้ และควรมีการเน้นข้อความสำคัญให้มองเห็นได้ชัดเจน เช่น หัวตาราง ชื่อวิชา รหัสวิชา เป็นต้น

โดยภาพรวมผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความพึงพอใจในการใช้งานระบบเป็นอย่างมาก เนื่องจากระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้จริง สามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาได้ในเบื้องต้น ระบบมีการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี หากมีการนำมาใช้งานจริงต้องมีการปรับปรุงให้มีความยืดหยุ่นต่อผู้ใช้ซึ่งเป็นกลุ่มบุคคลที่หลากหลาย และศึกษาความเป็นไปได้ของการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อให้ครอบคลุมการใช้ประโยชน์สูงสุด

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

รายละเอียดเนื้อหาในบทนี้กล่าวถึง สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัย การประยุกต์ผลการวิจัย และข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียด ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบขั้นตอนวิธีและพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ และเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง จัดเก็บข้อมูลพฤติกรรมการเข้าเรียนของนักศึกษาตลอดช่วงเวลาที่มีการเรียนการสอนโดยเชื่อมต่อสัญญาณผ่านอุปกรณ์บลูทูธจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของอาจารย์ที่ติดตั้งระบบไว้แล้วกับอุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษา พร้อมทั้งบันทึกเวลาในการเข้าและออกจากห้องเรียนในการติดตามการเข้าเรียนของนักศึกษาและป้องกันการออกจากห้องก่อนหมดชั่วโมงเรียน โดยผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมข้อมูลและแบ่งส่วนของการทำงานของระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บลูการ์ด) เป็นส่วนทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ของอาจารย์ ต้องติดตั้งระบบก่อนใช้งาน มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ อุปกรณ์บลูทูธของนักศึกษา (Student Bluetooth Devices) ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์บลูทูธมาพร้อมกับตัวเครื่อง ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณเพื่อติดต่อกับระบบค้นหาสัญญาณของระบบบลูการ์ด พัฒนาโดยใช้โปรแกรมภาษา Java 2 Platform Standard Edition (J2SE) 2) ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ เป็นส่วนเสริมการทำงานของระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ เพื่อให้นักศึกษาและอาจารย์ประจำวิชาสามารถเข้ามาตรวจสอบข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ผ่านทางเว็บไซต์ ประยุกต์ใช้ภาษา พีเอชพี (PHP) และจัดการฐานข้อมูลด้วยโปรแกรมมายซีเควล (MySQL) ในการพัฒนาระบบ

การประเมินความถูกต้องของการตรวจสอบรายชื่อ ในการทดสอบระยะทางของการตรวจพบสัญญาณจากโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่าง 36 รุ่น ในระยะทางที่แตกต่างกันกำหนดระยะทางระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างกับเครื่องที่เปิดใช้งานระบบบูลการ์ดเริ่มต้นที่ 12 เมตร เปิดใช้งานระบบบลูการ์ดและบันทึกผลการตรวจสอบสัญญาณ โดยกำหนดจำนวนรอบในการทดสอบไว้ที่

50 รอบ หากพบว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่ตัวอย่างเครื่องใดมีการขาดหายของสัญญาณมากกว่าร้อยละ 80 ในการทดสอบรอบต่อไปให้ลดระยะทางในการตรวจสอบลงครั้งละ 2 เมตร และโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ไม่มีการขาดหายของสัญญาณให้ทำการเพิ่มระยะทางในการตรวจสอบขึ้นครั้งละ 2 เมตร เพื่อหาระยะทางที่โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างทุกเครื่องสามารถตรวจสอบสัญญาณได้โดยมีการขาดหายของสัญญาณไม่ต่ำกว่าร้อยละ 80 พบว่า โทรศัพท์เคลื่อนที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 85.29 มีระยะทางในการตรวจพบที่ ระยะ 8-16 เมตร ซึ่งเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงสุดถึงเพียงแค่ 4 เมตรเป็นเครื่องรุ่นเก่า เช่น โนเกีย 2600 และยี่ห้อที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก เช่น เอสเคจี (SKG) และจากการทดสอบพบว่ามีอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่ 2 รุ่น ได้แก่ ยี่ห้อซัมซุง รุ่น GT-i5503 และยี่ห้อโมโตโรล่า รุ่น V8 ไม่สามารถระบุการตรวจพบสัญญาณบูลทูธที่แน่นอนได้ เนื่องจากโทรศัพท์เคลื่อนที่มีการจำกัดระยะเวลาในการค้นหาอุปกรณ์บูลทูธ และจากการทดสอบระบบเปรียบเทียบหากมีการนำมาใช้ในสภาพแวดล้อมการทำงานจริงของห้องเรียนอาคารเรียนรวมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี พบว่าระบบบลูการ์ด มีความสามารถในการตรวจสอบรายชื่อครอบคลุมถึงร้อยละ 90 ในห้องขนาดสูงสุด 150 ที่นั่ง ซึ่งครอบคลุมการใช้ประโยชน์ถึงร้อยละ 83.79 ของการใช้ห้องเรียนในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2553

การประเมินความสามารถในการใช้งานได้ของระบบจากผู้เชี่ยวชาญใน 2 มิติ คือ การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถามการวิจัย และการประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึก

การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถามการวิจัย ผลการประเมินระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) ในภาพรวมผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพึงพอใจมากที่สุดด้านประสิทธิภาพของระบบ ในส่วนของการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว และการจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งานซึ่งเป็นคุณลักษณะของระบบตรวจสอบรายชื่อที่แตกต่างจากระบบอื่น ผลการประเมินการใช้งานระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ ในภาพรวมผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยพึงพอใจมากที่สุดด้านประสิทธิภาพของระบบในการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อและระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้ ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบเป็นส่วนที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจน้อยที่สุดเนื่องจากระหว่างการทดสอบระบบผู้ใช้ยังพบข้อผิดพลาดบางประการอันเกิดจากผู้วิจัยและพัฒนาระบบไม่ได้เขียนโปรแกรมเพื่อป้องกันการทำงานผิดขั้นตอนที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการใช้งานจริง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ แล้ว

การประเมินความสามารถในการใช้งานระบบจากการสัมภาษณ์เชิงลึก ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ในภาพรวมมีความพึงพอใจต่อระบบมากเนื่องจากระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อได้จริง สามารถติดตามพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาได้ในเบื้องต้น และระบบมีการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ได้เป็นอย่างดี

ดังนั้นการพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธจึงช่วยให้ผู้ใช้ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อได้อย่างถูกต้องและสามารถติดตามพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในห้องเรียนได้ตามช่วงเวลาที่เปิดใช้ระบบ ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย

5.2 ข้อจำกัดของการวิจัย

ผู้วิจัยพบข้อจำกัดจากการดำเนินการวิจัย ดังนี้

5.2.1 ปัญหาจากการใช้งานอุปกรณ์ของกลุ่มเป้าหมาย (ในงานวิจัยนี้คือนักศึกษา) ที่เกิดจากอุป - สรรคส่วนตัวเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้และเป็นอุปสรรคต่อการใช้งานระบบ เช่น การลืมโทรศัพท์เคลื่อนที่ การเปลี่ยนโทรศัพท์เคลื่อนที่ใหม่ หรือแบตเตอรี่หมดโดยที่นักศึกษาไม่ทราบมาก่อน

5.2.2 แบตเตอรี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ลดลงมีผลต่อความสามารถในการตรวจพบสัญญาณซึ่งเป็นปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้

5.2.3 การพัฒนาระบบในส่วนของการส่งข้อความโต้ตอบกับอุปกรณ์บลูทูธของกลุ่มเป้าหมายในงานวิจัยนี้รองรับการส่งข้อความโต้ตอบกับอุปกรณ์บลูทูธของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อโนเกียเท่านั้น จึงยังไม่สามารถรองรับการโต้ตอบกับยี่ห้ออื่น ๆ ได้

5.2.4 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถในการใช้งานด้านปฏิสัมพันธ์ของระบบอาจมีความแตกต่างกัน ตามประสบการณ์การใช้งานและความเชี่ยวชาญส่วนบุคคล

5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย

5.3.1 จากการพัฒนาระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ และออกพัฒนาระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ สถาบันการศึกษาสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้เพื่อตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาในการเข้าชั้นเรียนและติดตามพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในห้องเรียนได้ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อลงได้

5.3.2 สนับสนุนวิธีการเก็บรวมรวมข้อมูลพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนในกลุ่มตัวอย่างปริมาณมาก และเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในชั้นเรียน เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการบันทึกการเข้าชั้นเรียน

ดังกล่าวสามารถนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ต่าง ๆ ได้ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนมีผลต่อผลการเรียนหรือไม่ เป็นต้น

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.4.1 เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ในห้องที่มีขนาดใหญ่และครอบคลุมระยะทางในการตรวจ พบสัญญาณได้มากขึ้นควรปรับปรุงระบบโดยการเพิ่มจุดรับสัญญาณบูลทูธ หรือทำการทดลองเพิ่มเสาขยายสัญญาณเพื่อกระจายการค้นหาสัญญาณให้ครอบคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้น และจะได้ผลลัพธ์ที่ดีขึ้นในบลูทูธเวอร์ชั่น 4.0 เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ในระยะไกลครอบคลุมถึง 100 เมตร

5.4.2 พัฒนาระบบให้สามารถส่งข้อความโต้ตอบกับอุปกรณ์บลูทูธของกลุ่มเป้าหมายได้ครอบ- คลุมในอุปกรณ์ทุกรุ่นทุกยี่ห้อ เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

5.4.3 เพื่อให้การทดสอบครอบคลุมการใช้งานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ดียิ่งขึ้นในการทดลองควรมีการควบคุมสภาพแวดล้อมในการทดสอบระบบในด้านของการกระจายการนั่งและตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่เนื่องจากตำแหน่งการนั่งของนักศึกษามีผลต่อความเข้มของสัญญาณและควบคุมปัจจัยด้านแบตเตอรี่ของโทรศัพท์เคลื่อนที่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายการอ้างอิง

คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพมหานคร: พริกหวานกราฟฟิค.

เติมศักดิ์ คทวณิช. (2549). ปัจจัยบางประการที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. **วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์**. 7(3): 48-65.

ทิพย์วัลย์ อภิวัฒนนันท์. (2553). การพัฒนาผู้เรียนด้วยกิจกรรมที่เน้นการเรียนรู้แบบบรูณาการในรายวิชาจิตวิทยาทั่วไป มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. **วารสารพฤติกรรมศาสตร์**. 16(2): 83-95.

นภาภรณ์ จันทรศัพท์. (2548). **ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำของนักศึกษามหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

นฤมล ฝางคำ. (2547). การปรับปรุงพฤติกรรมการเข้าชั้นเรียนให้ตรงต่อเวลาโดยใช้สัญญาการเรียนกับนักเรียนชั้น ปวช. 1 สาขาวิชาคหกรรมที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานวิทยาลัยอาชีวศึกษาอุบลราชธานี ประจำภาคเรียนที่1/2547. ใน **การประชุมวิชาการ: การพัฒนาผลงานทางวิชาการด้านอาชีวศึกษา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นัยนา หิรัญญชาติธาดา. (2005). การปรับพฤติกรรมนักศึกษาขาดความรับผิดชอบต่อการเรียนวิชา เห็ดเพื่อ การค้ารหัส 3502-2211 โดยการสอนแบบร่วมแรงร่วมใจและปรับพฤติกรรมแบบยอมรับ. ใน **การประชุมวิชาการ: การพัฒนาผลงานทางวิชาการด้านอาชีวศึกษา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยะรัตน์ ดีกลาง. (2550). ปัจจัยที่ส่งผลต่อแรงจูงใจในการมาเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 1 โรงเรียนธนากรสงเคราะห์ จังหวัดหนองคาย. **วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์**. 8(3): 159-165.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2546). **ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ว่าด้วยการศึกษาขั้นปริญญาตรี พ.ศ. 2546**. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มาลีรัตน์ เทียมฉัตร. (2005). การปรับพฤติกรรมไม่เข้าห้องเรียน วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นชั้น ปวช. 1 กลุ่ม1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลังโดยการเรียนการสอนแบบร่วมแรงใจ และเรียนรู้อย่างเป็นระบบ. ใน **การประชุมวิชาการ: การพัฒนาผลงานทางวิชาการด้านอาชีวศึกษา**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชาญ เพชรมณี และขจรศักดิ์ พงศ์ธนา. (2552). ระบบบันทึกเวลาอัตโนมัติด้วยลายนิ้วมือแบบไร้สาย. **วารสาร ICT เพื่อพัฒนาการเรียนรู้**. 1(1): 1-6.

เศรษฐพงค์ มะลิสุวรรณ. (2547). ระบบการชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ RFID. **วารสารบิสิเนสดอดคอม**. 102-103.

สุธรรม จินดาอุดม, จตุพร ชู่ช่วย, อภิรักษ์ จันทร์สร้าง, ชัยพร ใจแก้ว และอนันต์ ผลเพิ่ม. (2553). ระบบเช็คชื่อและรายงานผลแบบเวลาจริงผ่านเครือข่ายไร้สาย. ใน **การประชุมวิชาการงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 2**, 10 พฤษภาคม 2553 (หน้า 81-86). ปทุมธานี: สมาคมวิชาการไฟฟ้าคอมพิวเตอร์ โทรคมนาคมและสารสนเทศประเทศไทย.

สุวิมล ว่องวาณิช. (2552). **การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ราชวิทยาลัย.

อัจฉรา เพ่งเล็งผล, เวธนี กรีทอง และพาสนา จุลรัตน์. (2551). ปัจจัยที่ส่งผลต่อนิสัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 โรงเรียนเบญจมราชาลัย เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร. **วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์**. 9(1): 98-107.

Aalto, L., Gothlin, N., Korhonen, J. and Ojala, T. (2004). Bluetooth and WAP Push Based Location-Aware Mobile Advertising System. In **Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services** (pp.49-58). New York: ACM.

Awodele, O., Dibia, V., Onoruvie, O. and Okoruwa, S. (2008). Services Provisioning on Mobile Devices via Bluetooth in a Localized Setting using a Proposed System – BTServ. In **Proceedings of the Informing Science & IT Education Conference (InSITE) 2008** (pp. 27-37). California: Informing Science Institute.

Bluetooth SIG. (2004). **Specification of the Bluetooth System: Bluetooth Specification Version 2.1+EDR** (Vols. 0-3). (n. p.).

Bluetooth SIG. (2009). **Specification of the Bluetooth System: Bluetooth Specification Version 3.0+HS** (Vols. 0-5). (n. p.).

Bluetooth SIG. (2010). **Specification of the Bluetooth system: Bluetooth specification version 4.0**. (Vols. 0-6). (n. p.).

Bohonos, S., Lee, A., Malik, A., Thai, C. and Manduchi, R. (2007). Universal Real-Time Navigational Assistance (URNA): an Urban Bluetooth Beacon for the Blind. In **Proceedings of the 1st ACM SIGMOBILE International Workshop on Systems and Networking Support for Healthcare and Assisted Living Environments** (pp.83-87). New York: ACM.

Capella, J.V., Bonastre, A. and Ors, R. (2004). Industrial Applications of Wireless Networks: a Bridge Crane Distributed Control System Based on Bluetooth. In **IEEE International**

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Conference on Industrial Technology (pp. 824 - 829). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Chen, W. D. and Chang, H. P. (2008). Using RFID Technology to Develop an Attendance System and Avoid Traffic Congestion around Kindergartens. In **Ubi-Media Computing, 1st IEEE International Conference** (pp. 568 – 572). China: Lanzhou University.

Davidrajuh, R. (2005). Java Bluetooth Wireless Technology for Evaluating Student Performance in Classroom. **Communications of the IIMA**. 5(4): 33-38.

Dearman, D. and Truong, K. N. (2009). BlueTone: a Framework for Interacting with Public Displays using Dual-tone Multi-frequency through Bluetooth. In **Proceedings of the 11th International Conference on Ubiquitous Computing** (pp.97-100). New York: ACM.

Delgado-Mata, C., Velazquez, R., Pooley, R.J., Aylett, R. and Robertson, J. (2010). MPISTE: A Mobile, Personalised, Interactive Story Telling Environment Electronics. In **Proceeding of the Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA), 2010** (pp. 243 - 248). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Ervasti, M., Isomursu, M. and Kinnula, M. (2009). Experiences from NFC Supported School Attendance Supervision for Children. In **the 3rd International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies** (pp. 22 – 30). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Gatsheni, B.N., Kuriakose, R.B. and Aghdasi, F. (2007). Automating a Student Class Attendance Register using Radio Frequency Identification in South Africa. In **Mechatronics, 4th IEEE International Conference** (pp. 1 – 5). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Hopkins, B. and Antony, R. (2003). **Bluetooth for Java**. New York: Apress.

Huang, A. S. and Rudolph, L. (2007). **Bluetooth Essentials for Programmers**. New York: Cambridge University Press.

Hui, B. (2004). Go Wild Wirelessly with Bluetooth and Java: Developing Portable Bluetooth Apps. **Java Developer Journal**. 9(2): 23-30.

Jithunsa, S. (1999). **Implementation of the Bar-coding System in Material Management for an Automotive Part industry**. M. S. thesis, Chulalongkorn University.

Jung, S., Lee, U., Chang, A., Cho, D. K. and Gerla, M. (2007). BlueTorrent: Cooperative Content Sharing for Bluetooth Users. **Pervasive and Mobile Computing**. 3: 609-634.

Khan, A.A., Ahmed, S.F., Abeer, A.N., Afzal, A. and Malik, K. (2007). Digital Attendance Recording System. In **Information and Emerging Technologies, International Conference** (pp. 1 – 5). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Leong, C.Y., Ong, K.C., Tan, K.K. and Gan, O.P. (2006). Near Field Communication and Bluetooth Bridge System for Mobile Commerce. In **IEEE International Conference on Industrial Informatics** (pp. 50 - 55). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Maga, I. O. (2008). Self Organizing Bluetooth Networks for the Packaging Industry. In **IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics** (pp. 304 - 307). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Malisuwan, S., Kasemsan, K., Malisuwan, U. and Phuangthong, D. (2005). A Preliminary Research Model of Thai Mobile Market Structure. In **Proceeding of the 5th International Business Information Management Association Conference**, Cairo, Egypt (pp. 641-645). Cairo: IBIMA Publishing.

Maron, M. and Kevin Read, K. (2007). CAMPUS NEWS: an Intelligent Bluetooth-based Mobile Information Network. In **Proceedings of the 4th International Conference on Mobile Technology, Applications, and Systems and the 1st International Symposium on Computer Human Interaction in Mobile Technology** (pp. 84-90). New York: ACM.

Nielsen, J. (2003). Usability101: Introduction to Usability [Online]. Available: http://www.useit.com/alertbox/ 20030825.html

Nokia Corporation. (2009). **Interim report**. Helsinki: Nokia.

Paik, M. and Other. (2010). A Biometric Attendance Terminal and its Application to Health Programs in India. In **Proceedings of the 4th ACM Workshop on Networked Systems for Developing Regions** (pp. 1-6). San Francisco: ACM.

Persso, J., and Smeets, B. (2000). Bluetooth Security an Overview. Information Security Technical Report. 5(3): 32-43.

Sabri, M.K., Aziz, M.Z., Shah, M.S. and Kadir, M.F. (2007). Smart Attendance System by using RFID. In **Proceedings of Asia-Pacific Conference** (pp. 1 – 4). Australia: Australian Computer Society.

Scanlan, D. A. (2009). An Inexpensive RFID Attendance System. **Journal of Computing Sciences in Colleges**. 25(2): 19-29.

Shibata, H. (2005). An Attendance Management System using Mobile Phones. In **Communications, Computers and Signal Processing 2005, IEEE Pacific Rim Conference** (pp. 590 - 592). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Silva, F., Filipe, V. and Pereira, A. (2008). Automatic Control of Students Attendance in Classrooms using RFID. In **Systems and Networks Communications 2008, 3rd International Conference** (pp. 384 – 389). USA: IEEE Conference Publishing Services.

Souza, M., Postula, A., Bergmann, N. and Ros, M. (2005). A Multimedia Guidebook Implementation using a Bluetooth Wireless Information Point Network. In **Proceedings of the 3rd ACM International Workshop on Wireless mobile Applications and Services on WLAN Hotspots** (pp.33-38). New York: ACM.

Takrouri, B. and Other. (2008). Mobile HolstenTour: Contextualized Multimedia Museum Guide. In **Proceedings of the 6th International Conference on Advances in Mobile Computing and Multimedia** (pp. 460-463). New York: ACM.

Tarn, J. M., Pang, C., Yen, D. C. and Chen, J. (2009). Exploring the Implementation and Application of Bluetooth Technology in the Shipping Industry. **Computer Standards & Interfaces**. 31: 48-55.

Thompson, T. J., Kline, P. J. and Kumar, C. B. (2008). **Bluetooth Application Programming with the Java APIs**. New York: Morgan Kaufmann publishers.

Zhang, Y., Zhang, S., Vuong, S. and Malik, K. (2006). Mobile Learning with Bluetooth-based E-learning System. In **Proceedings of the 2006 International Conference on Wireless Communications and Mobile Computing** (pp.951-955). New York: ACM.

Zhang, Z., Gong, P., Cao, L., and Chen, Y. (2007). Design and Implementation of Educational Administration Attendance Management System Based on B/S and C/S. In **Information Technologies and Applications in Education 2007, 1st IEEE International Symposium** (pp. 606 - 609). USA: IEEE Conference Publishing Services.

ภาคผนวก ก

แบบสำรวจข้อมูลการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสำรวจข้อมูลการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่

1. เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ

☐ 15-17 ปี ☐ 17-19 ปี ☐ 19-21 ปี ☐ 21-23 ปี ☐ อื่น ๆ _____

3. ระดับการศึกษา

☐ ปริญญาตรี ☐ ปริญญาโท ☐ อื่น ๆ _____

4. ข้อมูลเกี่ยวกับโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.1 ยี่ห้อโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ท่านใช้อยู่ในปัจจุบัน

☐ BlackBerry รุ่น……

☐ HTC รุ่น……

☐ iPhone รุ่น……

☐ I-mobile รุ่น……

☐ LG รุ่น……

☐ Nokia รุ่น……

☐ Samsung รุ่น……

☐ Sony Ericson รุ่น……

☐ อื่น ๆ ยี่ห้อ……รุ่น……

4.2 โทรศัพท์ที่ท่านใช้อยู่มีบลูทูธหรือไม่

☐ มีบลูทูธ (ทำต่อข้อ 5) ☐ ไม่มีบลูทูธ (กรอกรหัสนักศึกษาเพื่อเช็คชื่อ)

5. ให้นักศึกษาทำการเปลี่ยนชื่อเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ของนักศึกษาเป็นรหัสนักศึกษา (<u>ขึ้นต้นด้วย B อักษรตัวใหญ่</u>)

รหัสนักศึกษา คือ <u>B</u> _ _ _ _ _ _ _

6. ระบุเลขที่นั่งหรือหมายเลขใกล้เคียง_____ระบุเลขที่แถว_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

แบบประเมินแบบสอบถามการวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบประเมินแบบสอบถาม

แบบประเมินแบบสอบถามนี้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความตรงของแบบสอบถาม โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อคำถามที่ปรากฏในแบบสอบถาม แล้วนำมาหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC : Item Objective Congruency Index) มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง – 1 ข้อคำถามที่มีความตรงตามเนื้อหาจะมีค่า IOC เข้าใกล้ 1.00 ถ้าข้อใดมีค่า IOC ต่ำกว่า 0.5 ควรจะปรับปรุงข้อคำถามใหม่ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณา ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของข้อคำถาม กับวัตถุประสงค์ ดังนี้

1	หมายถึง	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
0	หมายถึง	ข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์
-1	หมายถึง	ข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธ

<u>คำชี้แจง</u>

1. แบบสอบถามการวิจัยนี้ เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์ของระบบ
2. ส่วนประกอบของแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อระบบ ซึ่งประเมินทั้งหมด 5 ด้าน คือ
    - ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ
    - ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ
    - ด้านประสิทธิภาพของระบบ
    - ด้านข้อผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ
    - ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

ขอความกรุณาจากท่านพิจารณาและตอบคำถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์ เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการวิจัยต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัย และจะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่ท่านได้กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นางสาววริญทร เจนชัย

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แบบประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล</u>

ตารางที่ ข.1 ตารางแบบประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล

วัตถุประสงค์	ประเด็นคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
1. สามารถหาข้อมูลด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ	1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่			
	2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ			
2. สามารถหาข้อมูลด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ	1. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย			
	2. เมื่อท่านกลับมาใช้ระบบ ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่			
3. สามารถหาข้อมูลด้านประสิทธิภาพของระบบ	1. ระบบสามารถเข้าใช้งานได้ง่าย			
	2. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากบลูทูธได้ถูกต้อง			
	3. ระบบสามารถประมวลผลได้รวดเร็ว			
	4. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้			
	5. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน			
	6. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของผู้ใช้ได้			
	7. ระบบสามารถสมัครเข้าใช้งานได้			
	8. ระบบสามารถเพิ่มรายวิชาใหม่ได้			
	9. ระบบสามารถนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาได้			
	10. ระบบสามารถนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อได้			
	11. ระบบสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้			
	12. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้			
	13. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้			
	14. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของผู้ใช้ได้			

ตารางที่ ข.1 ตารางแบบประเมินความสอดคล้อง ระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ในการเก็บข้อมูล (ต่อ)

วัตถุประสงค์	ประเด็นคำถาม	คะแนนการพิจารณา		
		1	0	-1
4. สามารถหาข้อมูลด้านความผิดพลาด ความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ	1. ท่านไม่พบข้อผิดพลาดในการใช้งานระบบ			
	2. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม			
5. สามารถหาข้อมูลด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ	1. ระบบสามารถใช้ภาษาสื่อความหมายได้เหมาะสม			
	2. ระบบสามารถใช้ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลได้เหมาะสม			
	3. ระบบสามารถจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพได้เหมาะสม			

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค

แบบสอบถามการวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง การพัฒนาระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามการวิจัยนี้ เป็นการประเมินความคิดเห็นของผู้ใช้ระบบระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อความสามารถด้านการปฏิสัมพันธ์ของระบบ
2. ส่วนประกอบของแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อระบบ ซึ่งประเมินทั้งหมด 5 ด้าน คือ
    - ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ
    - ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ
    - ด้านประสิทธิภาพของระบบ
    - ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ
    - ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ
3. ผู้ตอบแบบสอบถามต้องเป็นผู้ที่เคยเข้าใช้งานระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธ ซึ่งผู้วิจัยพัฒนาขึ้นแล้วเท่านั้น

ขอความกรุณาจากท่านพิจารณาและตอบคำถามให้ครบทุกข้อตามความเป็นจริง เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์ เป็นข้อมูลเพื่อประกอบการวิจัยต่อไป ทั้งนี้ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้จะนำไปใช้ประโยชน์ในงานวิจัย และจะนำเสนอในภาพรวมเท่านั้น

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งที่ท่านได้กรุณาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

นางสาววริญทร เจนชัย

ผู้วิจัย

แบบสอบถามประเมินระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธ

โปรดประเมินความพึงพอใจ โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องวัดระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความเป็นจริงของท่านเพียงข้อเดียว

ตารางที่ ค.1 ส่วนที่ 1 ความพึงพอใจที่มีต่อระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบูลทูธ

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ					
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่					
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ					
ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ					
3. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย					
4. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่					
ด้านประสิทธิภาพของระบบ					
5. ระบบเข้าใช้งานได้ง่าย					
6. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากบลูทูธได้ถูกต้อง					
7. ระบบสามารถตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาได้รวดเร็ว					
8. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มข้อมูลตรวจสอบรายชื่อของนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บลูทูธได้					
9. ระบบสามารถจัดเก็บข้อมูลการเข้าชั้นเรียนได้ตลอดช่วงเวลาที่เปิดใช้งาน					
10. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้					
ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ					
11. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน					
12. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม					
ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ					
13. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม					
14. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม					
15. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม					

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาระบบ

ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ

1. _____

2. _____

ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ

3. _____

_____

4. _____

_____

ด้านประสิทธิภาพของระบบ

5. _____

_____

6. _____

_____

7. _____

_____

8. _____

_____

9. _____

_____

10. _____

_____

ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ

11. _____

12. _____

ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

13. _____

14. _____

15. _____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ ค.2 ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาผ่านบูลทูธบนเว็บ

ประเด็นคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ					
1. ท่านใช้เวลาไม่นานในการเริ่มต้นเรียนรู้ระบบใหม่					
2. ท่านสามารถใช้งานระบบได้เป็นอย่างดีด้วยตนเอง โดยไม่ต้องใช้ผู้ชำนาญในการช่วยเหลือ					
ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ					
3. ท่านสามารถจดจำรูปแบบและวิธีการใช้งานระบบได้โดยง่าย					
4. เมื่อกลับมาใช้ระบบอีกครั้ง ท่านสามารถใช้งานได้ทันที โดยไม่ต้องเรียนรู้ใหม่					
ด้านประสิทธิภาพของระบบ					
5. ระบบสามารถรองรับการสมัครเข้าใช้งานของท่านได้					
6. ระบบสามารถรองรับการเพิ่มรายวิชาใหม่ของท่านได้					
7. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลรายชื่อนักศึกษาของท่านได้					
8. ระบบสามารถรองรับการนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้					
9. ระบบสามารถรองรับการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้และข้อมูลรายวิชาได้					
10. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลการตรวจสอบรายชื่อได้					
11. ระบบสามารถแสดงการประมวลผลข้อมูลสรุปในรูปแบบแผนภูมิได้					
12. ระบบสามารถช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบรายชื่อของท่านได้					
13. ระบบมีคู่มือการใช้ระบบเพื่อช่วยเหลือเมื่อท่านประสบปัญหาในการใช้งาน					
ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ					
14. ระบบไม่มีข้อผิดพลาดในระหว่างการใช้งาน					
15. ระบบมีการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม					
ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ					
16. ภาษาที่ใช้สื่อความหมายของระบบมีความเหมาะสม					
17. ภาพกราฟิกและโทนสีในการแสดงผลของระบบมีความเหมาะสม					
18. การจัดวางตำแหน่งและองค์ประกอบบนจอภาพของระบบมีความเหมาะสม					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาระบบ

ด้านความสามารถในการเรียนรู้ของผู้ใช้ระบบ

1. _____

2. _____

ด้านความสามารถในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ระบบ

3. _____

4. _____

ด้านประสิทธิภาพของระบบ

5. _____

_____

6. _____

_____

7. _____

_____

8. _____

_____

9. _____

_____

10. _____

_____

11. _____

_____

12. _____

_____

13. _____

_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ด้านความผิดพลาดและความปลอดภัยในการใช้งานของระบบ

14. _____

_____

15. _____

_____

ด้านความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

16. _____

_____

17. _____

_____

18. _____

_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ง

คู่มือผู้ใช้ระบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คู่มือผู้ใช้

ระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ

โดย นางสาววริญทร เจนชัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
1. ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ	
1.1 การเข้าใช้งานระบบ	101
1.2 การเลือกจัดเก็บข้อมูล	103
1.3 การควบคุมการตรวจสอบรายชื่อ	103
1.4 การเพิ่มรายชื่อนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บูลทูธ	104
2. ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ	
2.1 การเข้าใช้งานระบบ	105
2.2 การจัดการสมาชิก	107
2.3 การจัดการรายวิชาและตรวจสอบรายชื่อ	108
2.4 การเข้าใช้งานและตรวจสอบสถานะของนักศึกษา	113

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ระบบบันทึกการเข้าชั้นเรียนผ่านบลูทูธ แบ่งส่วนการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด) และระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ โดยมีรายละเอียดแนะนำการใช้งานดังนี้

1. ระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ

มีรายละเอียดการทำงาน 4 ส่วน ได้แก่

1.1 การเข้าใช้งานระบบ

1.2 การเลือกจัดเก็บข้อมูล

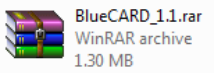
1.3 การควบคุมการตรวจสอบรายชื่อ

1.4 การเพิ่มรายชื่อนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บูลทูธ

โดยมีรายละเอียดการแนะนำการใช้งาน ดังนี้

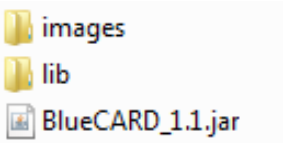
1.1 การเข้าใช้งานระบบ

1.1.1 ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดโปรแกรมในส่วนของเมนู BLUECARD ได้จากเว็บไซต์ http://iri.sut.ac.th/~m5120390/BlueCARD/login.php จะได้ไฟล์ชื่อว่า BlueCARD_1.1.rar ดังรูปที่ ง.1

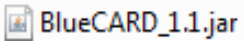


รูปที่ ง.1 รูปแสดงไฟล์ BlueCARD_1.1.rar

1.1.2 ให้ผู้ใช้ทำการแยกไฟล์ออกมา (Extract File) จะได้รายการไฟล์ข้อมูลทั้งหมด ดังรูปที่ ง.2

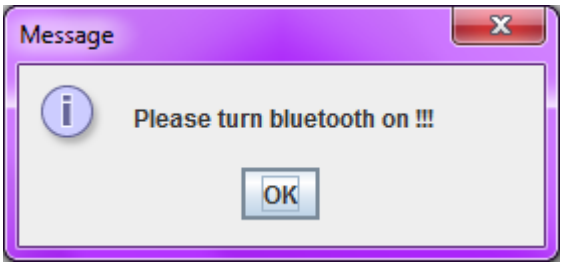


รูปที่ ง.2 แสดงรายการไฟล์ที่ได้จากการแยกไฟล์ BlueCARD_1.1.rar

1.1.3 ให้ผู้ใช้ดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอน 

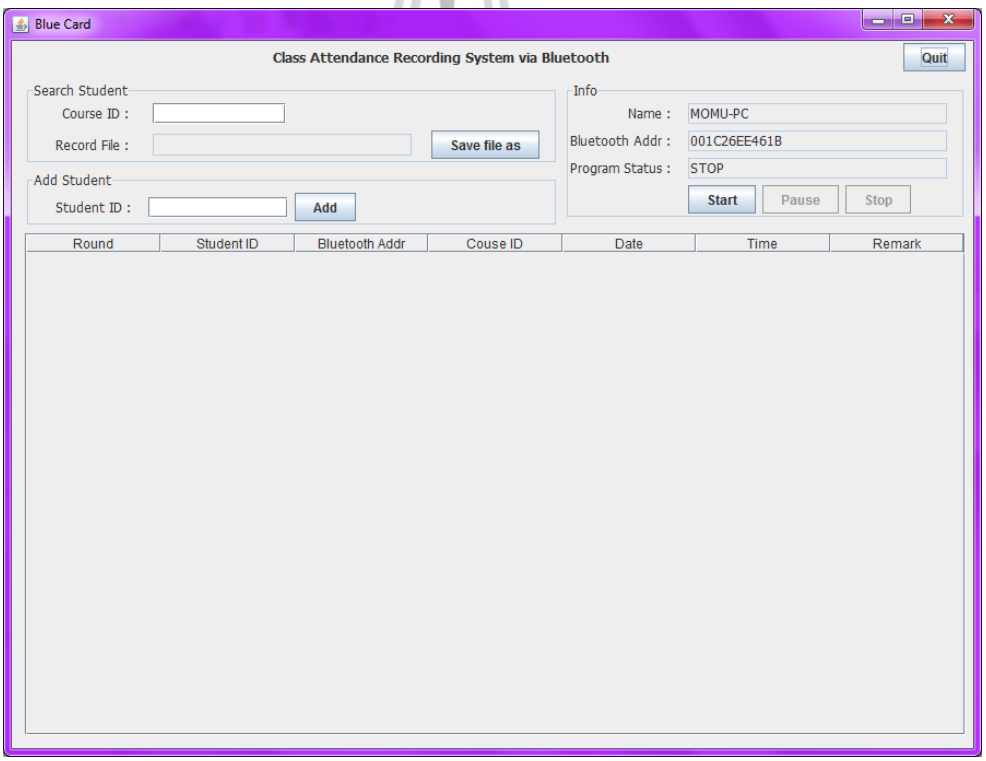
เพื่อเริ่มเข้าใช้งานระบบ

1.1.4 ในการเข้าใช้งานระบบผู้ใช้ต้องทำการเปิดการใช้งานบลูทูธในเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานก่อน หากยังไม่ได้เปิดบลูทูธระบบจะมีการแจ้งเตือนดังแสดงในหน้าจอรูปที่ ง.3



รูปที่ ง.3 หน้าจอแสดงการแจ้งเตือนการเปิดใช้งานบูลทูธ

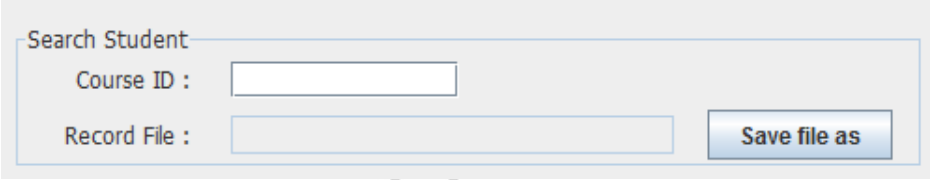
1.1.5 หน้าจอการใช้งานระบบบูลการ์ดดังแสดงในรูปที่ ง.4 เป็นหน้าจอการใช้งานระบบที่ถูกแสดงขึ้นมาเมื่อเริ่มเปิดใช้ระบบ



รูปที่ ง.4 หน้าจอระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด)

1.2 การเลือกจัดเก็บข้อมูล

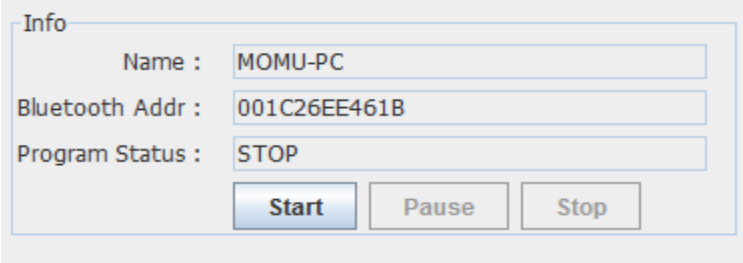
การเลือกจัดเก็บข้อมูล แสดงดังรูปที่ ง.5 ผู้ใช้ป้อนข้อมูลรหัสวิชาในกล่องข้อความที่ตรงกับช่อง Course ID และคลิกเลือกปุ่ม Save file as เพื่อเลือกจัดเก็บข้อมูลและผู้ใช้สามารถตั้งชื่อไฟล์ได้ตามต้องการซึ่งไฟล์จะถูกจัดเก็บเป็นไฟล์ชนิดข้อความ (Text file) มีนามสกุลเป็น .txt อัตโนมัติ โดยไฟล์ที่เลือกจัดเก็บนี้จะบันทึกข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อทั้งหมด เมื่อตรวจสอบรายชื่อครบตามเวลาที่ต้องการแล้วผู้ใช้ต้องบรรจุไฟล์ขึ้นไปยังเครื่องให้บริการเว็บ ซึ่งอยู่ในระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ (การทำงานในหัวข้อที่ 2)



รูปที่ ง.5 หน้าจอการทำงานส่วนการป้อนรหัสวิชาและเลือกจัดเก็บข้อมูล

1.3 การควบคุมการตรวจสอบรายชื่อ

การควบคุมการตรวจสอบรายชื่อ เป็นส่วนของการควบคุมการทำงานในการสั่งให้ระบบเริ่มทำการตรวจสอบรายชื่อ หยุดชั่วคราว และการสิ้นสุดการทำงาน และการแสดงข้อมูลอุปกรณ์ของเครื่องที่ทำการตรวจสอบ โดยมีหน้าจอการทำงานดังรูปที่ ง.6



รูปที่ ง.6 หน้าจอการควบคุมการตรวจสอบรายชื่อและการแสดงข้อมูลอุปกรณ์ของเครื่องที่ทำการตรวจสอบ

หลังจากเลือกจัดเก็บไฟล์ข้อมูลแล้วคลิกเลือกที่ปุ่ม Start ระบบจะแสดงข้อมูลชื่อเครื่องที่ทำการทดสอบ (Name) หมายเลขบูลทูธ (Bluetooth Addr) และสถานะการทำงานของระบบ (Program Status) ซึ่งมีอยู่ 3 สถานะ ได้แก่

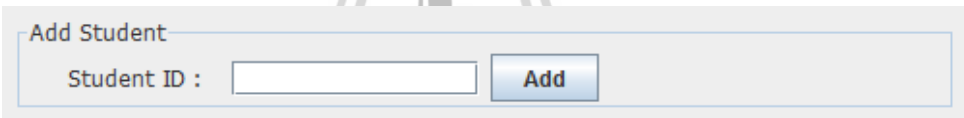
1) ระบบแสดงสถานะ inquiry device หมายถึง ระบบกำลังค้นหาสัญญาณบลูทูธ ซึ่งระบบจะอยู่ในสถานะนี้เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกที่ปุ่ม Start

2) ระบบแสดงสถานะ Pause หมายถึง ระบบหยุดการค้นหาสัญญาณชั่วคราวและพร้อมทำการค้นหาสัญญาณต่อเมื่อผู้ใช้คลิกเลือกปุ่ม Start อีกครั้ง ซึ่งเป็นการทำงานต่อเนื่องกัน ระบบอยู่ในสถานะนี้เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกปุ่ม Pause

3) ระบบแสดงสถานะ STOP หมายถึง ระบบหยุดการทำงาน เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกที่ปุ่ม Stop

1.4 การเพิ่มรายชื่อนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บูลทูธ

การเพิ่มรายชื่อนักศึกษาสำหรับนักศึกษาที่ไม่มีอุปกรณ์บูลทูธในการตรวจสอบรายชื่อหรืออุปกรณ์ไม่สามารถใช้งานงานในช่วงเวลาที่ทำการตรวจสอบรายชื่อ ผู้ใช้สามารถเพิ่มรายชื่อนักศึกษาเข้าไปในระบบได้โดยการป้อนข้อมูลรหัสนักศึกษาในกล่องข้อความ และคลิกเลือกปุ่ม Add ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้จะไม่ถูกนำไปประมวลผลในการหาค่าร้อยละการอยู่ในชั้นเรียน แสดงตัวอย่างในรูปที่ ง.7 แสดงหน้าจอการทำงานส่วนการเพิ่มข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากแผงแป้นอักขระในกรณีนักศึกษาไม่มีอุปกรณ์บลูทูธ



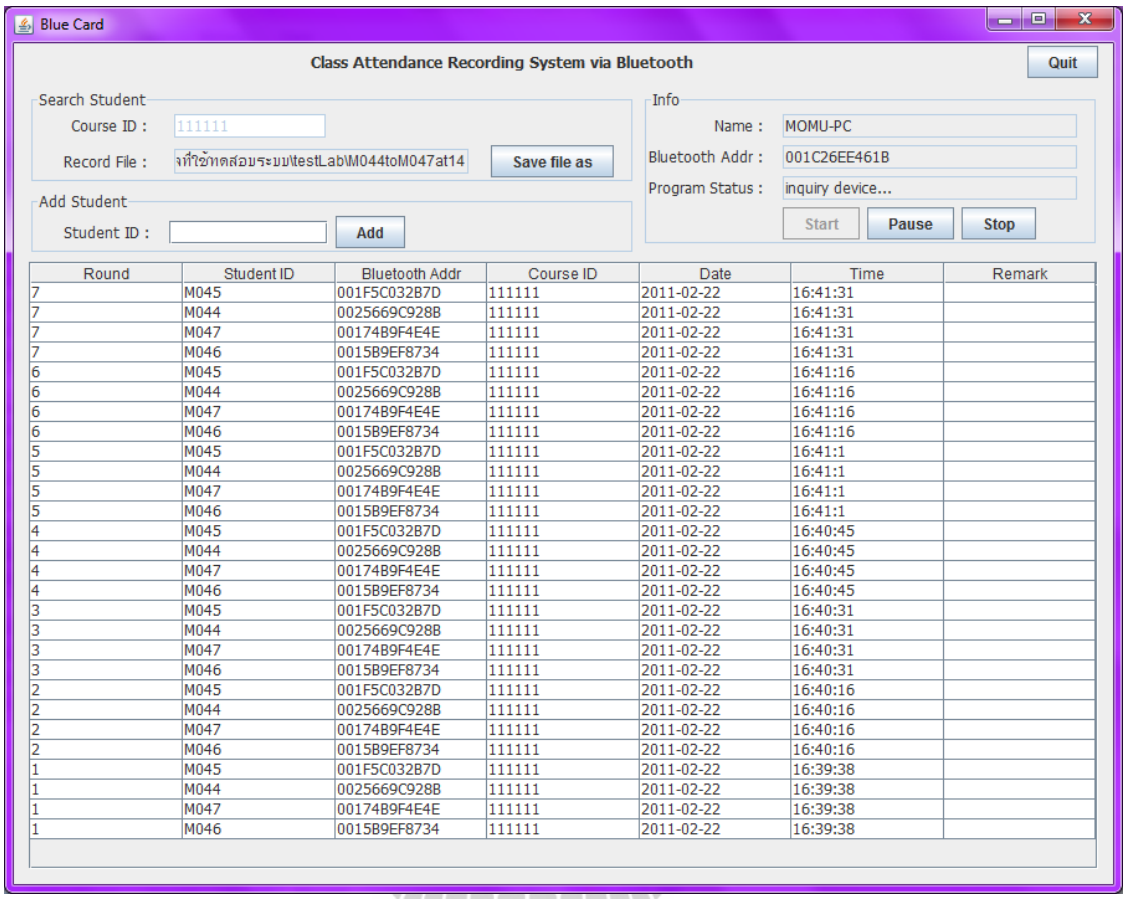
รูปที่ ง.7 หน้าจอการทำงานส่วนการเพิ่มข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากแผงแป้นอักขระ

ผลการตรวจสอบรายชื่อที่ได้จากการค้นหาสัญญาณบลูทูธจากอุปกรณ์บูลทูธของนักศึกษาแสดงดังรูปที่ ง.8 โดยแสดงข้อมูลออกมาเป็นหมายเลขจำนวนรอบ (Round) รหัสประจำตัวนักศึกษา (Student ID) หมายเลขบูลทูธ (Bluetooth Addr) รหัสวิชา (Course ID) วันที่ (Date) เวลา(Time) และหมายเหตุ (Remark) ตามลำดับ

Round	Student ID	Bluetooth Addr	Course ID	Date	Time	Remark
7	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:31	
6	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:16	
5	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:1	
4	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:45	

รูปที่ ง.8 หน้าจอการทำงานส่วนการแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อ

ตัวอย่างหน้าจอการทำงานของระบบโดยรวมดังแสดงในรูปที่ ง.9 นอกจากนี้เมื่อผู้ใช้ต้องการออกจากระบบผู้สามารถคลิกเลือกที่ปุ่ม Quit ในส่วนมุมบนขวาของหน้าจอการทำงานของระบบ



Round	Student ID	Bluetooth Addr	Course ID	Date	Time	Remark
7	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:31	
7	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:31	
6	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:16	
6	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:16	
5	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:41:1	
5	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:41:1	
4	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:45	
4	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:40:45	
4	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:40:45	
4	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:40:45	
3	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:31	
3	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:40:31	
3	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:40:31	
3	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:40:31	
2	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:40:16	
2	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:40:16	
2	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:40:16	
2	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:40:16	
1	M045	001F5C032B7D	111111	2011-02-22	16:39:38	
1	M044	0025669C928B	111111	2011-02-22	16:39:38	
1	M047	00174B9F4E4E	111111	2011-02-22	16:39:38	
1	M046	0015B9EF8734	111111	2011-02-22	16:39:38	

รูปที่ ง.9 หน้าจอแสดงผลการตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บูลการ์ด)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. ระบบจัดการการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษาบนเว็บ

ทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาแต่ละคนในรายวิชาที่ลงทะเบียนเรียน รวมถึงจัดการเวลาในการเข้าเรียนที่บันทึกไว้โดยระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษา พร้อมทั้งแสดงรายงานและสถิติการเข้าเรียน การขาดเรียน และการมีสิทธิ์สอบหรือไม่มีสิทธิ์สอบต่อรายวิชานั้น ๆ ให้ผู้ใช้ระบบได้ทราบข้อมูลและทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบให้สามารถจัดการข้อมูลในรายวิชาที่รับผิดชอบได้ โดยนำเข้าข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อจากระบบบลูการ์ด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล ซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการตรวจสอบรายชื่อระบบแสดงผลเป็นร้อยละของการอยู่ในชั้นเรียน ตัวเลขสีแดงหมายถึงนักศึกษาขาดเรียน เนื่องจากตรวจพบว่านักศึกษาอยู่ในชั้นเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 โดยผู้ใช้ระบบสามารถดูข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ได้

มีรายละเอียดการทำงาน 3 ส่วน ได้แก่

2.1 การเข้าใช้งานระบบ

2.2 การจัดการสมาชิก

2.3 การจัดการรายวิชาและการตรวจสอบรายชื่อ

2.4 การเข้าใช้งานและตรวจสอบสถานะของนักศึกษา

โดยมีรายละเอียดการแนะนำการใช้งาน ดังนี้

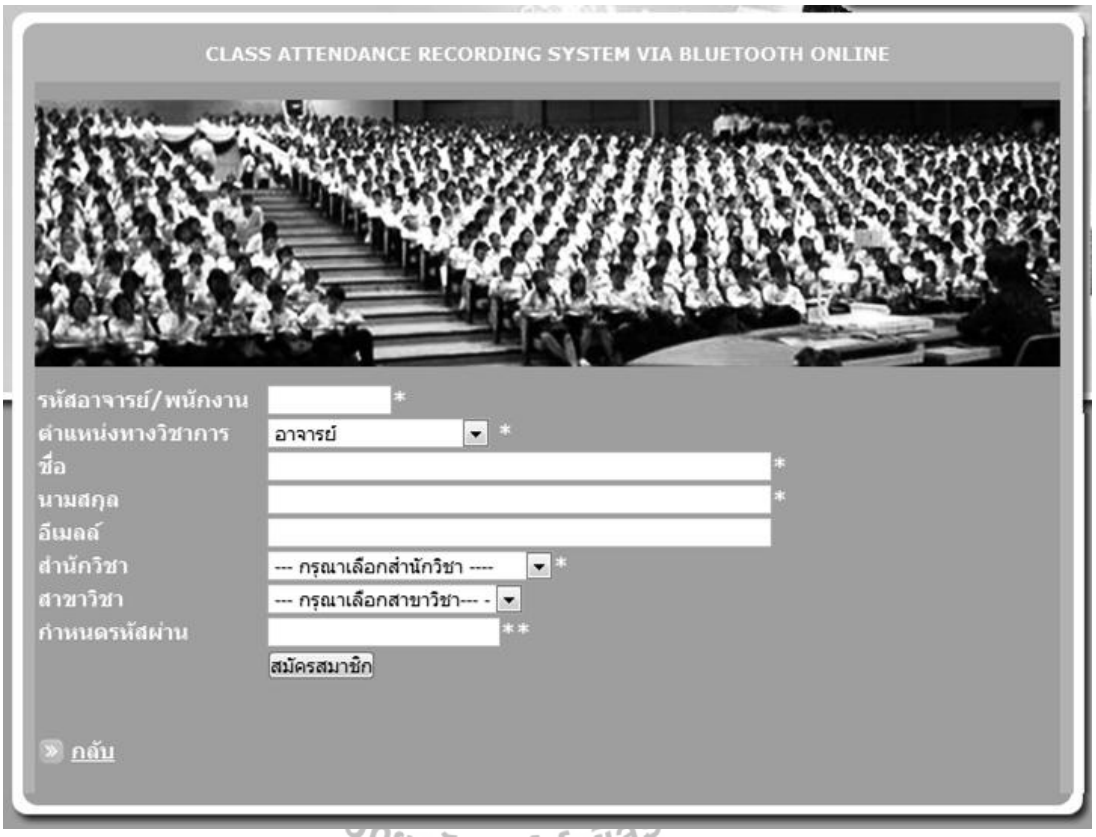
2.1 การเข้าใช้งานระบบ

ผู้ใช้เข้าใช้งานระบบได้จากเว็บไซต์ http://iri.sut.ac.th/~m5120390/BlueCARD/login.php หน้าจอการใช้งานหน้าแรกแสดงในรูปที่ ง.10 เมื่อผู้ใช้เปิดเข้าใช้งานระบบต้องเข้าสู่ระบบโดยมีรหัสผู้ใช้ซึ่งกำหนดเป็นรหัสประจำตัวและรหัสผ่านตามที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการลงทะเบียน หากผู้ใช้เริ่มเข้าใช้งานครั้งแรกสามารถสมัครเข้าใช้งานระบบได้โดยเลือกเมนู T-REGISTER

รูปที่ ง.10 หน้าจอการใช้งานหน้าแรก

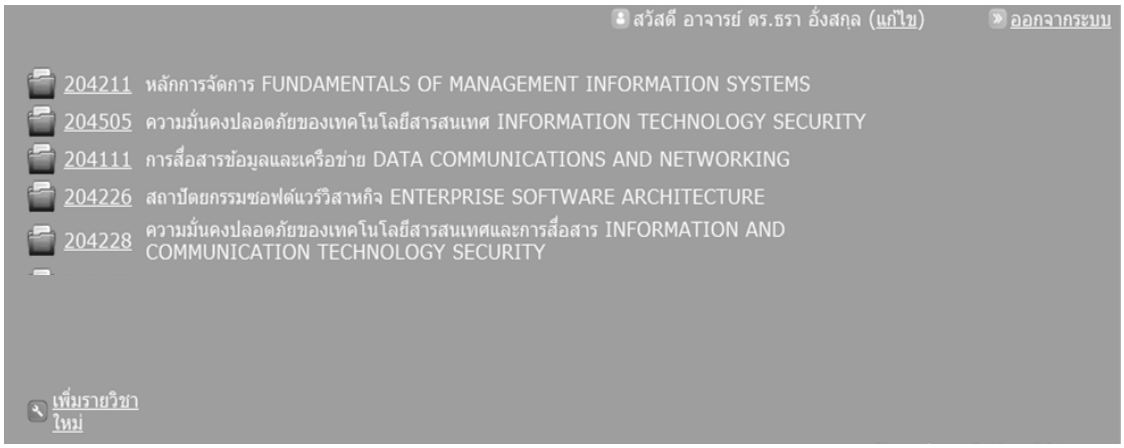
2.2 การจัดการสมาชิก

การเข้าใช้งานครั้งแรกผู้ใช้ต้องสมัครสมาชิกก่อนเพื่อให้ได้รับชื่อและรหัสผ่านในการเข้าใช้งานระบบ โดยเลือกเมนู T-REGISTER ตัวอย่างการลงทะเบียนเข้าใช้งานดังแสดงในรูปที่ ง.11 ผู้ใช้ป้อนข้อมูลส่วนตัวตามที่ปรากฏในหน้าจอ ส่วนสำคัญคือการป้อนข้อมูลรหัสประจำตัว และรหัสผ่าน ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในส่วนของการเข้าสู่ระบบ



รูปที่ ง.11 หน้าจอการลงทะเบียนเข้าใช้งาน

หลังจากสมัครสมาชิกเสร็จสิ้นระบบจะกลับมาหน้าจอเข้าสู่ระบบอัตโนมัติ หากมีรายวิชาที่สร้างไว้แล้วจะแสดงผลรายวิชาที่สร้างไว้ ดังตัวอย่างรูปที่ ง.12 เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบจะสามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวได้โดยคลิกเลือกที่เมนู “แก้ไข” ที่อยู่ส่วนท้ายของชื่อผู้ใช้



รูปที่ ง.12 หน้าจอแสดงรายวิชาทั้งหมดของผู้ใช้

เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกแก้ไขข้อมูลจะเข้าสู่หน้าจอดังแสดงในรูปที่ ง.13 ผู้ใช้สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้ รวมทั้งรหัสผ่านได้จากส่วนนี้

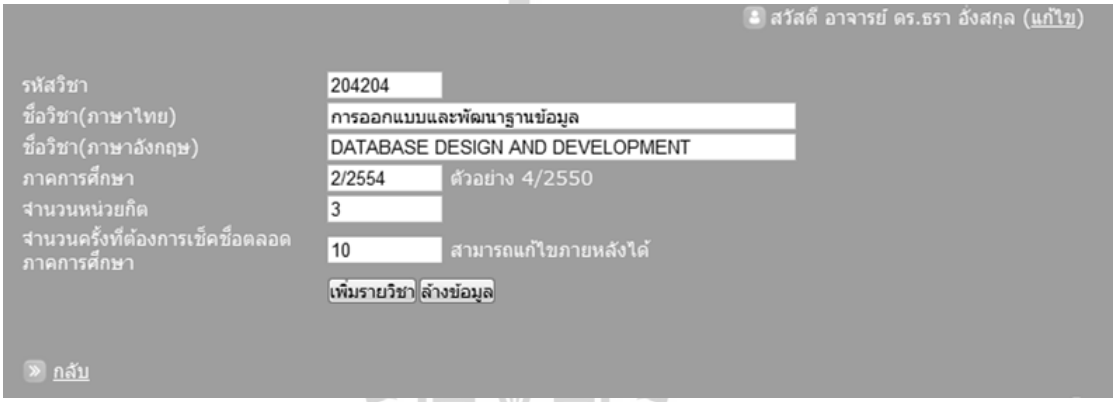
รูปที่ ง.13 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลส่วนตัวผู้ใช้

2.3 การจัดการรายวิชาและการตรวจสอบรายชื่อ

เมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบหากมีรายวิชาที่สร้างไว้แล้วจะแสดงผลรายวิชาที่สร้างไว้ ดังตัวอย่างรูปที่ ง.12 ผู้ใช้สามารถคลิกเลือกที่รหัสวิชาเพื่อเข้าไปดูรายละเอียดการตรวจสอบรายชื่อได้ หากผู้ใช้ยังไม่มีรายวิชาดังแสดงในรูปที่ ง.14 ผู้ใช้ต้องสร้างรายวิชาใหม่ โดยคลิกเลือกที่ข้อความ “เพิ่มรายวิชาใหม่”

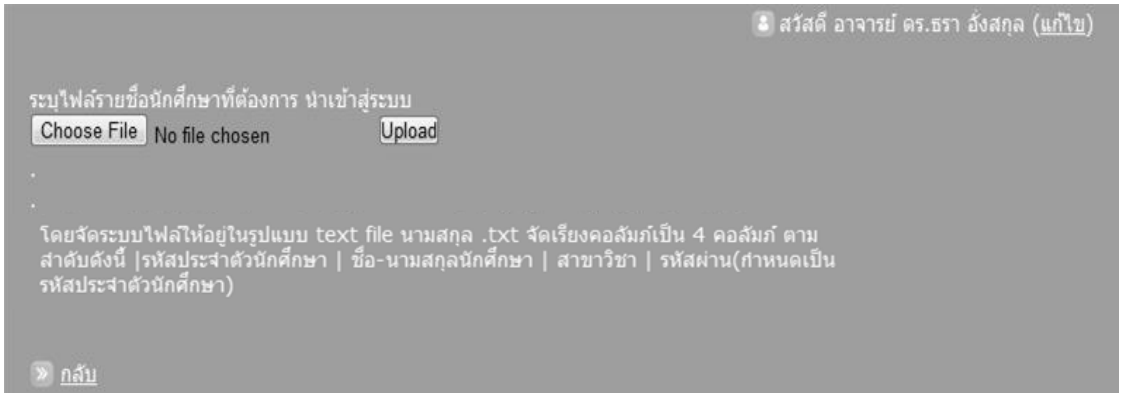
รูปที่ ง.14 หน้าจอแสดงรายวิชาที่ผู้ใช้เข้าใช้งานครั้งแรก

หน้าจอตัวอย่างการสร้างรายวิชาใหม่ในรูปที่ ง.15 ให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาในกล่องข้อความ ได้แก่ รหัสวิชา ชื่อวิชาภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา จำนวนหน่วยกิจ และจำนวนครั้งที่ต้องการตรวจสอบรายชื่อในรายวิชา ซึ่งจำนวนครั้งนี้สามารถแก้ไขเพิ่มเติมได้ในภายหลัง



รูปที่ ง.15 หน้าจอการสร้างรายวิชาใหม่

หลังจากสร้างรายวิชาใหม่ระบบจะนำผู้ใช้เข้าสู่หน้าจอการนำเข้าข้อมูลนักศึกษาทันที ตัวอย่างหน้าจอรูปที่ ง.16 ให้ผู้ใช้คลิกเลือกที่ปุ่ม Choose File และเลือกไฟล์ข้อมูลรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาดังกล่าวและจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปของไฟล์ข้อความ (Text File) โดยเรียงลำดับสดมภ์จาก รหัสประจำตัวนักศึกษา ชื่อนามสกุล สาขาวิชา และรหัสผ่าน (กำหนดเป็นรหัสประจำตัวนักศึกษา) ตามลำดับ



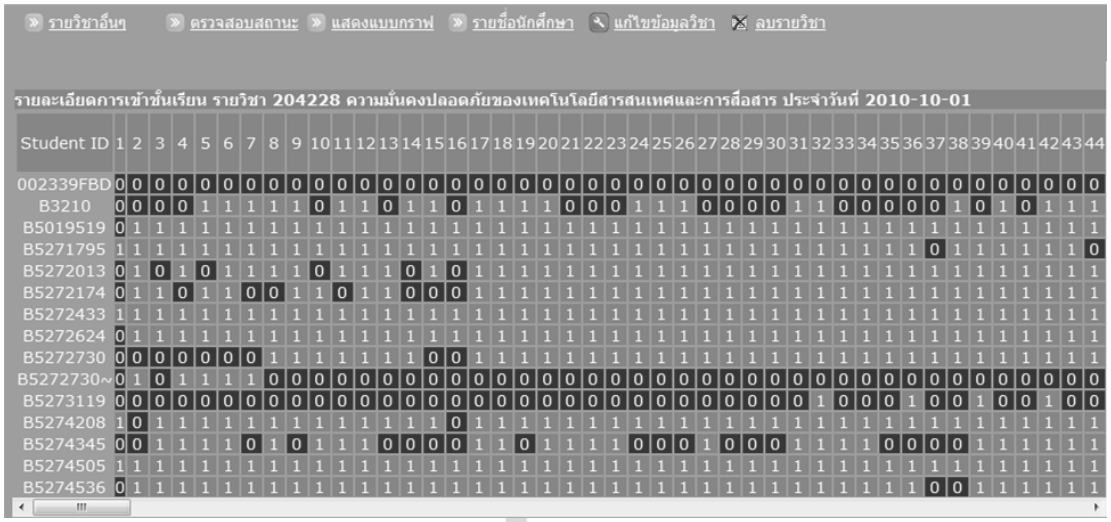
รูปที่ ง.16 หน้าจอการนำเข้าข้อมูลนักศึกษา

หลังจากนำเข้าข้อมูลนักศึกษาจะกลับเข้าสู่หน้าจอรายวิชารูปที่ ง.12 ผู้ใช้สามารถคลิกเลือกที่รหัสวิชาเพื่อเข้าสู่รายวิชาที่ต้องการดูผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อได้ แสดงดังรูปที่ ง.17 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อ เมื่อผู้ใช้คลิกเลือกที่รหัสวิชาจากรูปที่ ง.12 จะเข้ามายังรายวิชาที่ต้องการแสดงผลข้อมูลแต่ละครั้งที่ทำการตรวจสอบรายชื่อระบบแสดงผลเป็นร้อยละของการอยู่ในชั้นเรียน ตัวเลขสีแดงหมายถึงนักศึกษาขาดเรียน เนื่องจากตรวจพบว่านักศึกษาอยู่ในชั้นเรียนไม่ถึงร้อยละ 50 ซึ่งการประมวลผลข้อมูลผู้ใช้ต้องนำเข้าไฟล์ข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อซึ่งเป็นไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบตรวจสอบรายชื่อนักศึกษาผ่านบลูทูธ (บลูการ์ด) โดยคลิกเลือกที่ปุ่ม Choose File เพื่อทำการระบุชื่อไฟล์ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ และคลิกเลือกปุ่ม Upload เพื่อนำเข้าข้อมูล จากนั้นระบบจะประมวลผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อให้ผู้ใช้ทราบ

นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถลบข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อในกรณีที่ทำการนำเข้าข้อมูลซ้ำซ้อนจากข้อมูลที่เคยนำเข้าไปแล้ว หรือเกิดจากความผิดพลาดของการนำเข้าข้อมูลที่ไม่ต้องการได้ โดยเลือกที่ “ลบไฟล์” ในช่องที่ต้องการลบ

รูปที่ ง.17 หน้าจอการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบรายชื่อ

ผู้ใช้สามารถคลิกเลือก วันที่ เพื่อดูรายละเอียดของการตรวจสอบรายชื่อในแต่ละรอบดังแสดงในรูปที่ ง.18

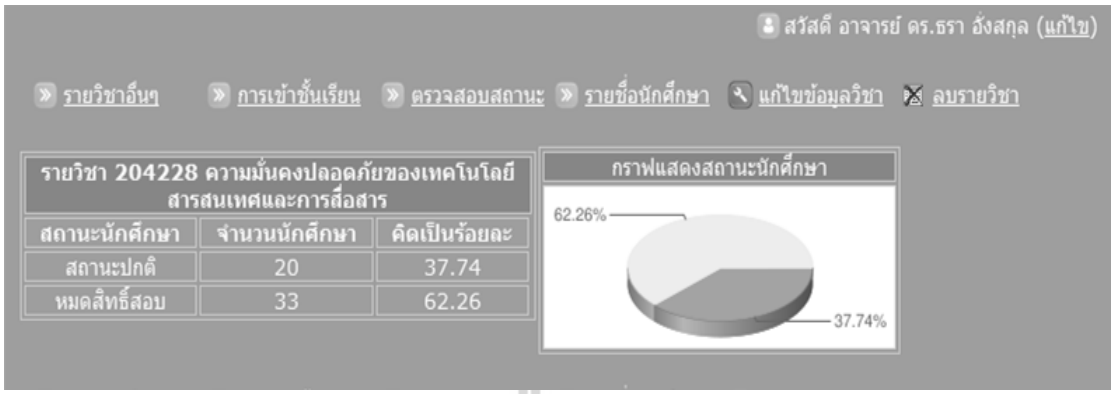


รูปที่ ง.18 หน้าจอแสดงรายละเอียดการตรวจสอบรายชื่อในแต่ละรอบ

นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถคลิกเลือกเมนู “ตรวจสอบสถานะ” เพื่อตรวจสอบรายงานข้อมูลการมาเรียนของนักศึกษาโดยรายงานเป็น จำนวนครั้งที่มา จำนวนครั้งที่ขาด ร้อยละของการขาดเรียนคิดเป็นร้อยละจากจำนวนครั้งที่ตรวจสอบรายชื่อไปแล้ว และสถานะปัจจุบัน คือแจ้งข้อมูลว่านักศึกษายังมีสถานะการเข้าเรียนในระดับปกติหรือไม่มีสิทธิ์สอบได้ ดังแสดงในรูปที่ ง.19

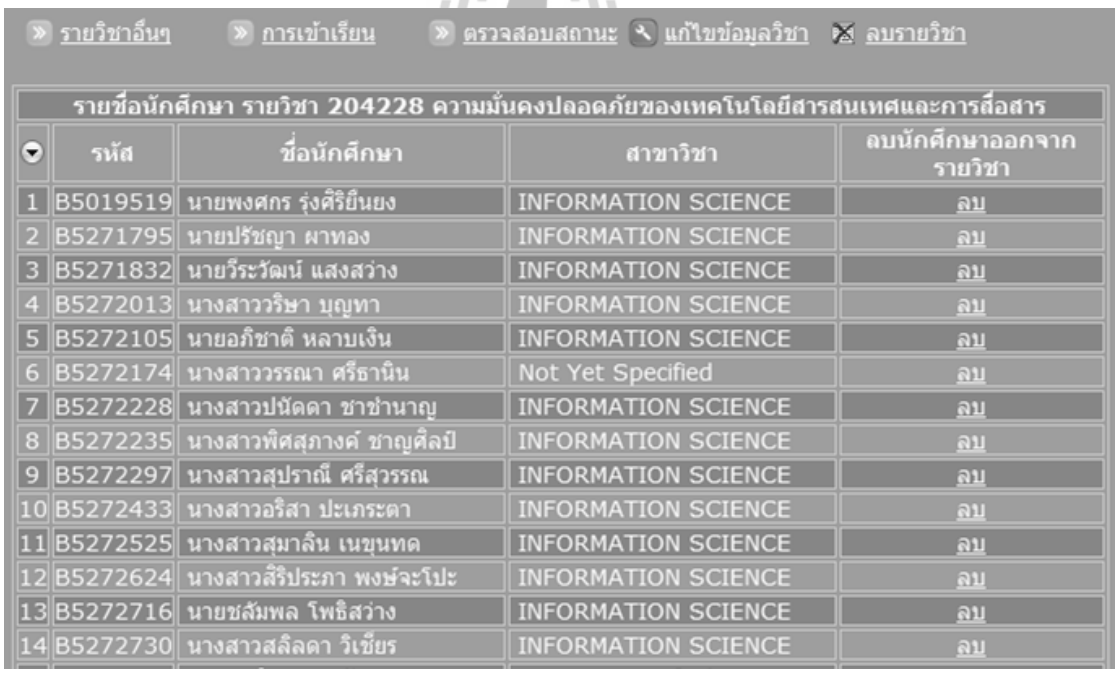
รูปที่ ง.19 หน้าจอการแสดงผลการตรวจสอบสถานะ

คลิกเลือกที่เมนู “แสดงแบบกราฟ” แสดงดังรูปที่ ง.20 หน้าจอการแสดงผลแบบกราฟคือรูปแบบการแสดงผลข้อมูลจำนวนนักศึกษาที่มีสถานะการเข้าเรียนในระดับปกติ และสถานะที่ไม่มีสิทธิ์สอบคิดเป็นร้อยละ โดยสรุปออกมาในรูปแบบของแผนภูมิวงกลม



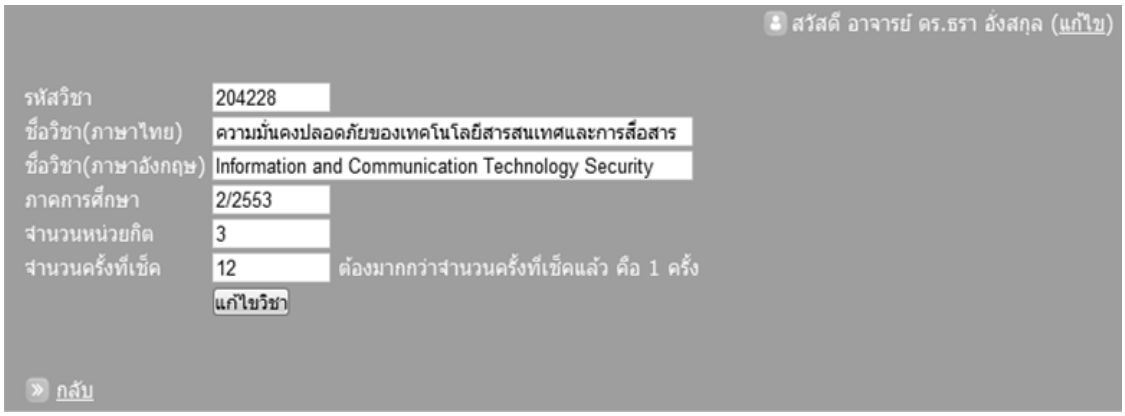
รูปที่ ง.20 หน้าจอการแสดงผลแบบกราฟ

เมนู “รายชื่อนักศึกษา” แสดงดังรูปที่ ง.21 แสดงรายชื่อนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนในรายวิชา ซึ่งสามารถลบนักศึกษาออกจากรายวิชาได้



รูปที่ ง.21 หน้าจอแสดงรายชื่อนักศึกษา

เมนู “แก้ไขข้อมูลวิชา” แสดงดังรูปที่ ง.22 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลรายวิชา เพื่อแก้ไขข้อมูลที่ผู้ใช้อาจป้อนข้อมูลที่ไม่ถูกต้องต่าง ๆ เกี่ยวกับรายวิชาและต้องการแก้ไข โดยเฉพาะข้อมูลของจำนวนครั้งที่ต้องการตรวจสอบรายชื่อซึ่งหากผู้ใช้กำหนดไว้ไม่เพียงพอต่อจำนวนครั้งที่ต้องการผู้ใช้สามารถแก้ไขได้ในส่วนนี้



รูปที่ ง.22 หน้าจอแสดงการแก้ไขข้อมูลรายวิชา

เมนู “ลบรายวิชา” หากผู้ใช้ต้องการลบรายวิชาที่ไม่ต้องการใช้งานออกไปจากระบบ ระบบจะถามเพื่อยืนยันการลบข้อมูลดังแสดงในรูปที่ ง.23

รูปที่ ง.23 หน้าจอแสดงการยืนยันการลบรายวิชา

2.4 การเข้าใช้งานและตรวจสอบสถานะของนักศึกษา

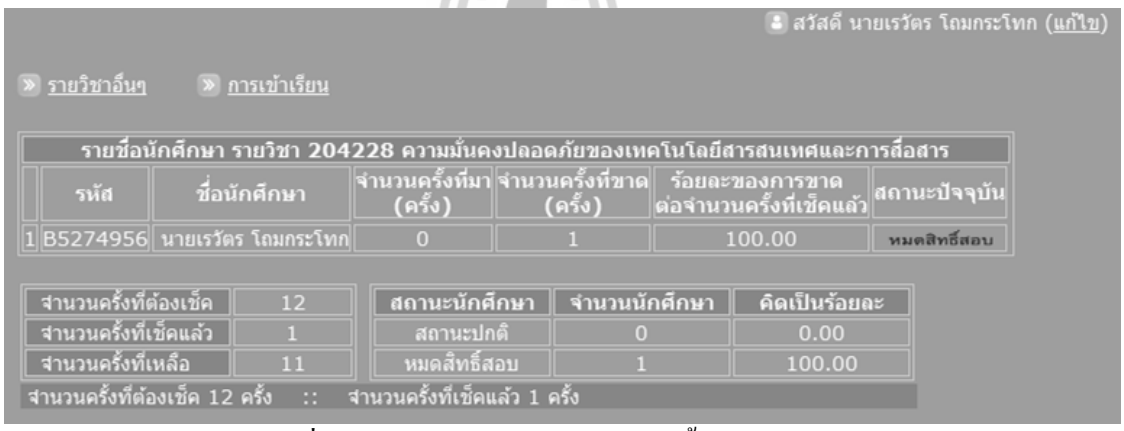
เป็นส่วนการใช้งานของนักศึกษาซึ่งสามารถเข้าใช้งานระบบได้โดยใช้รหัสประจำตัวนักศึกษา เป็นรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านในการเข้าใช้งานครั้งแรก ซึ่งสามารถแก้ไขรหัสผ่านได้ในภายหลัง เมื่อนักศึกษาเข้าสู่ระบบจะแสดงรายวิชาที่นักศึกษามีรายชื่ออยู่ในรายวิชาที่อาจารย์สร้างรายวิชาไว้ดังรูปที่ ง.24

รูปที่ ง.24 หน้าจอแสดงรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียน

นักศึกษาสามารถคลิกเลือกรหัสวิชาเพื่อตรวจสอบการเข้าชั้นเรียนในแต่ละครั้งที่มีการตรวจสอบรายชื่อ โดยจะแสดงออกมาเป็นร้อยละการอยู่ในชั้นเรียน ดังรูปที่ ง.25

รูปที่ ง.25 หน้าจอแสดงการเข้าชั้นเรียนของนักศึกษา

เมนู “ตรวจสอบสถานะ” ดังรูปที่ ง.26 แสดงข้อมูลการเข้าชั้นเรียนโดยสรุป จำนวนครั้งที่มา จำนวนครั้งที่ขาดเรียน ร้อยละของการขาดเรียนต่อจำนวนครั้งที่ตรวจสอบรายชื่อแล้ว และสถานะการมีสิทธิ์สอบโดยคิดจากร้อยละ 80 ของการเข้าชั้นเรียนทั้งภาคการศึกษา



รูปที่ ง.26 หน้าจอแสดงข้อมูลการเข้าชั้นเรียนโดยสรุป

นอกจากนี้นักศึกษายังสามารถ “ค้นหารายวิชา” เพื่อเลือกวิชาที่ต้องการเพิ่มรายชื่อเข้าไปในรายวิชา โดยป้อนข้อมูลรหัสวิชาเข้าไปในกล่องข้อความ และคลิกที่ปุ่ม “ค้นหารายวิชา” ดังรูปที่ ง.27

รูปที่ ง.27 หน้าจอแสดงการค้นหารายวิชา

รูปที่ ง.28 แสดงรายวิชาที่ตรงกับการค้นหาและคลิกที่ปุ่ม “ลงทะเบียน” เพื่อให้นักศึกษาเลือกลงทะเบียนในรายวิชา

รูปที่ ง.28 หน้าจอแสดงรายวิชาที่ค้นหาได้และเลือกลงทะเบียน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้เขียน

นางสาววริญทร เจนชัย เกิดเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2525 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2547 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2551โดยขณะศึกษาได้รับทุนวิจัยจากแหล่งทุนภายนอก จากกองทุนสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ และปฏิบัติงานเป็นผู้ช่วยสอนและวิจัยในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี