

การพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์

นายสมจิน เปียโคกสูง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2553

**THE DEVELOPMENT OF A KNOWLEDGE  
NAVIGATION SYSTEM FOR ACCESSING CONTENTS  
IN PRINTED MATERIALS**

**Somjin Phiakoksong**

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

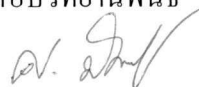
**Suranaree University of Technology**

**Academic Year 2010**

## การพัฒนากระบวนการทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(อาจารย์ ดร.สุภกฤษฎ์ นีวัฒนากุล)

ประธานกรรมการ



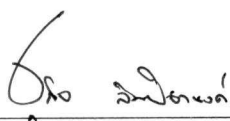
(อาจารย์ ดร.นิสาชล จำนงศรี)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(อาจารย์ ดร.จิตมนต์ อังสกุล)

กรรมการ



(ศาสตราจารย์ ดร.ชูกิจ ลิ้มปิ๋จันงค์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ



(อาจารย์ ดร.พีรศักดิ์ สิริโยชิน)

คณบดีสำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

สมจิน เปีย โศกสูง : การพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์  
(THE DEVELOPMENT OF A KNOWLEDGE NAVIGATION SYSTEM FOR  
ACCESSING CONTENTS IN PRINTED MATERIALS) อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร.  
นิสาชล จันทศรี, 102 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนากระบวนการและระบบนำทาง  
ความรู้ และประเมินประสิทธิภาพของระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในทรัพยากร  
สารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ที่พัฒนาขึ้น การศึกษาครั้งนี้ใช้แหล่งข้อมูลจากรายการสารบัญและ  
บรรณานุกรมของสื่อสิ่งพิมพ์เป็นตัวแทนของประเด็นเนื้อหา โดยประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรมและ  
เวกเตอร์สเปซโมเดลเพื่อสืบค้นข้อความในโมดูลการสืบค้น ใช้โครงสร้างกราฟเอ็มแอลนำเสนอ  
แผนภาพความเชื่อมโยงระหว่างคำสืบค้นกับรายการสิ่งพิมพ์ และความเชื่อมโยงระหว่างคำสืบค้น  
กับคำบรรณานุกรมของสิ่งพิมพ์แต่ละเล่ม การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบแบ่งเป็น 2 ชั้น  
คือ การประเมินด้วยค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์ และการประเมินระดับความ  
พึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ

ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการนำทางความรู้ โดยมีค่าความ  
แม่นยำเฉลี่ยที่ 0.64 ค่าความระลึกลับเฉลี่ยที่ 0.81 และค่าเอฟเมเชอร์เฉลี่ยที่ 0.71 การประเมินระดับ  
ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ พบว่า โดยภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับ  
มาก ที่คะแนนเฉลี่ย 3.72 เมื่อพิจารณาตามลักษณะของกลุ่มผู้ใช้งาน จำแนกตามระดับคะแนนเฉลี่ย  
สะสมและระดับผลการเรียนที่ได้รับ พบว่า ผู้ใช้งานในทุกกลุ่มลักษณะมีความพึงพอใจต่อระบบใน  
ระดับมาก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุกด้าน

SOMJIN PHIAKOKSONG : THE DEVELOPMENT OF A KNOWLEDGE  
NAVIGATION SYSTEM FOR ACCESSING CONTENTS IN PRINTED  
MATERIALS. THESIS ADVISOR : NISACHOL CHAMNONGSRI, Ph.D.,  
102 PP.

KNOWLEDGE NAVIGATION SYSTEM/N-GRAM/VECTOR SPACE MODEL/  
TERM-WEIGHT INDEXING

The purposes of this thesis were to design and develop a knowledge navigation process and system, and to evaluate the efficiency of the system. This study used a table of content and book indexes as the resources of content representation, applied a n-gram technique and a Vector space model to query in search module, and used GraphML structure to present the relations between keywords and list of print materials, and keywords and indexes of each printed material. The evaluation of system efficiency was tested in two steps, using precision recall and F-measure, and evaluating the user satisfaction.

The results of this research found that the develop system has an efficiency in knowledge navigation, the average of precision is 0.64, recall is 0.81 and F-measure is 0.71. The evaluation of user satisfaction found that overall the system are rated in “Good”, the average of user satisfaction is 3.72. When users are separated according to their GPAX and Grading score, it found that users in each group rate the system efficiency as “Good” for all dimensions. There are not significant difference in the perceive efficiency between them at 0.05.

School of Information Technology

Academic Year 2010

Student's Signature

Advisor's Signature



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ทุกประการ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคลต่าง ๆ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลืออย่างยิ่ง ทั้งด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม ที่ให้เงินทุนสนับสนุนทางการศึกษา

ขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.นิสาชล จันทงศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความรู้และคำปรึกษาแนะนำในการทำงานวิจัย และสละเวลาตรวจสอบแก้ไขให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องสมบูรณ์ด้วยความกรุณาเสมอมา

ขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ นาวาอากาศโท ดร.สรวิชัย สุจิตจร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เผด็จ เผ่าละออ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ กระจอกนอก และอาจารย์ทศพล รัตน์นิยมชัย ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และสละเวลาในการประเมินประสิทธิภาพระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ที่พัฒนาขึ้น

ขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ธรา อังสกุล และอาจารย์ ดร.จิตมนต์ อังสกุล ที่นำเสนอโอกาสอันดีในการพัฒนาตนเอง โดยเป็นผู้ชี้แนะให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสนำเสนอบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นครั้งแรก

ขอบพระคุณ คณาจารย์ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน รวมถึงคณาจารย์พิเศษจากภายนอก ที่ได้ทุ่มเทเวลาและให้ความรู้แก่ผู้วิจัยจนทำให้สำเร็จการศึกษา

ขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่เป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยมีความมุ่งมั่นในการศึกษา

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณพ่อและแม่ ผู้ซึ่งมีบุญคุณยิ่งที่ได้ส่งเสริมให้ผู้วิจัย ได้รับความรู้และการศึกษาที่ดี จนสามารถเป็นส่วนหนึ่งของทรัพยากรบุคคลที่มีคุณค่าของสังคมไทย

สมจิน เป็ยโลกสูง

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) .....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง .....	ช
สารบัญรูป .....	ซ
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ .....</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 คำถามนำวิจัย .....	4
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย .....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.7 คำอธิบายศัพท์.....	6
<b>2 ปรัชญ่วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>	<b>7</b>
2.1 การกำหนดคำแทนสาระในเครื่องมือช่วยค้นของห้องสมุด .....	8
2.1.1 แหล่งข้อมูลของทรัพยากรสารสนเทศ.....	8
2.1.2 ความเฉพาเจาะจงของคำแทนสาระ .....	9
2.1.3 ภาษาธรรมชาติ .....	9
2.1.4 ปัญหาของเครื่องมือช่วยค้นของห้องสมุดในปัจจุบัน .....	10
2.2 การนำทางความรู้.....	17
2.2.1 นิยามของการนำทางความรู้.....	18

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำทางความรู้ .....	18
2.3 การเปรียบเทียบและค้นหาข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม .....	22
2.3.1 เทคนิคเอ็นแกรมและลักษณะของเทคนิคเอ็นแกรม .....	23
2.3.2 งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรม .....	25
2.4 เทคนิคการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงความหมาย .....	28
2.4.1 วิธีมิวซวลอินฟอร์เมชัน .....	28
2.4.2 วิธีพอยน์ทไวซ์มิวซวลอินฟอร์เมชัน .....	28
2.4.3 วิธีโค-สแควร์ .....	29
2.5 การกำหนดลำดับความสำคัญ .....	30
2.5.1 การกำหนดน้ำหนักของคำตรรกะนี้ .....	30
2.5.2 ตัวแบบการสืบค้น .....	32
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย .....</b>	<b>38</b>
3.1 วิธีวิจัย .....	38
3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	41
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	42
3.3.1 เครื่องมือในการออกแบบและพัฒนาระบบ .....	43
3.3.2 เครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพระบบ .....	43
3.4 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล .....	45
3.4.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกละ ค่าเอฟเมเซอร์ .....	45
3.4.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ .....	48
<b>4 ผลการวิจัย .....</b>	<b>49</b>
4.1 ผลการพัฒนากระบวนการและระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ .....	50



## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.1 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ .....	50
4.1.2 ขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลภายในระบบ .....	53
4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ .....	74
4.2.1 การประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นและนำทางความรู้ .....	74
4.2.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ... ..	76
<b>5 สรุปและอภิปรายผล .....</b>	<b>84</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	84
5.2 การอภิปรายผล .....	86
5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย .....	88
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป .....	89
<b>รายการอ้างอิง .....</b>	<b>90</b>
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้ เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ .....	98
ภาคผนวก ข ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ.....	100
<b>ประวัติผู้เขียน .....</b>	<b>102</b>

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1	โครงสร้างตารางรายละเอียดผู้แต่ง (AuthorDetail) ..... 51
4.2	โครงสร้างตารางรายละเอียดองค์ประกอบหนังสือ (BookElement)..... 51
4.3	โครงสร้างตารางรายละเอียดหนังสือ (BookDetail) ..... 51
4.4	โครงสร้างตารางรายละเอียดบทที่ของหนังสือ (BookChapter)..... 52
4.5	โครงสร้างตารางรายละเอียดหนังสือและผู้แต่ง (BookAuthor)..... 52
4.6	โครงสร้างตารางรายละเอียดคำสำคัญในหนังสือ (BookNgram) ..... 52
4.7	ค่าน้ำหนักตามระดับที่ปรากฏของคำครรชนิในฐานข้อมูลของระบบ ..... 61
4.8	ตัวอย่างการทำ $tf$ ของระบบ ..... 62
4.9	ตัวอย่างการปรับค่าน้ำหนักข้อมูลของระบบ ..... 62
4.10	ค่าระดับความคล้ายคลึงจากการใช้ค่าน้ำหนักด้วยการประเมินเชิงอัติวิสัย..... 63
4.11	เกณฑ์การแปลความหมายค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าเอฟเมเซอร์..... 74
4.12	ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ โดยภาพรวม..... 78
4.13	ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ จำแนกตามคะแนนเฉลี่ยสะสม ..... 80
4.14	ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ จำแนกตามระดับผลการเรียนที่ได้รับ..... 82

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	แขนงความรู้ที่ก่อให้เกิดความรู้ด้านแมคคาทรอนิกส์.....5
2.1	ความเชื่อมโยงและผสมผสานกันของแขนงความรู้.....10
2.2	ความหลากหลายของเนื้อหาและความรู้ภายในสื่อสิ่งพิมพ์.....11
2.3	ผลการสืบค้นสารสนเทศจากคำที่ปรากฏในระดับประเด็นย่อย.....12
2.4	ปริมาณรายการผลการสืบค้นจำนวนมากจากการสืบค้นตามหัวเรื่องที่วิเคราะห์ใน ระดับกว้าง.....13
2.5	การนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและเนื้อหาประเด็นย่อยที่ต่างกัน.....15
2.6	การแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม.....24
2.7	ตัวอย่างผลต่างเชิงมุมของตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์.....35
2.8	กรอบแนวคิดของงานวิจัย.....37
3.1	กรอบการทำงานของระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์.....40
3.2	ความแม่นยำและความระลึกลับ.....46
4.1	แผนผังความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีของฐานข้อมูลหนังสือ.....50
4.2	โครงสร้างเพิ่มข้อมูลตรรกะนี้คำสำคัญ.....53
4.3	แผนภาพกระแสข้อมูลภาพรวมของระบบ.....54
4.4	แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 ของระบบ.....54
4.5	แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 1 ของส่วนข้อความและการค้นหา.....56
4.6	ขั้นตอนการทำงานของส่วนขยายคำค้น.....57
4.7	แผนภาพกระแสข้อมูลในระดับที่ 1 ของส่วนการคำนวณสารสนเทศ.....59
4.8	โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มในระบบ.....63
4.9	โครงสร้างคำสืบค้นและข้อมูลคำตรรกะนี้ที่ค้นพบ.....64
4.10	โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของสิ่งพิมพ์และระดับความคล้ายคลึง.....65
4.11	โครงสร้างการจัดลำดับรายการสิ่งพิมพ์.....66
4.12	โครงสร้างรายละเอียดสำหรับการแสดงสิ่งพิมพ์.....66

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 แผนภาพกระแสข้อมูลในระดับที่ 1 ของส่วน โครงสร้างการแสดงผล.....	67
4.14 ตัวอย่างโครงสร้างกราฟเอ็มแอลในการเชื่อมโยงข้อมูลคำค้นกับสิ่งพิมพ์.....	68
4.15 ภาพตัวอย่างการเชื่อมโยงคำค้นกับข้อมูลที่พบในระบบ .....	70
4.16 โครงสร้างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลของหนังสือแต่ละเล่ม .....	72
4.17 ตัวอย่างการแสดงผลหนังสือในรูปแบบของไฟล์พีดีเอฟ .....	73
4.18 ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์ของระบบ .....	76
4.19 จำนวนผู้ใช้งานจำแนกตามคะแนนเฉลี่ยสะสมและผลการเรียนที่เคยได้รับ.....	77

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวด 9 มาตรา 64 กำหนดว่า รัฐต้องส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิตและพัฒนาแบบเรียน ตำรา หนังสือทางวิชาการ สื่อสิ่งพิมพ์อื่น วัสดุอุปกรณ์และเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาอื่น โดยเร่งรัดพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต จัดให้มีเงินสนับสนุนการผลิตและมีการให้แรงจูงใจแก่ผู้ผลิต และพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ทั้งนี้โดยเปิดให้มีการแข่งขันโดยเสรีอย่างเป็นธรรม (สำนักนายกรัฐมนตรี, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545, หน้า 37) จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นและความสำคัญของสื่อสิ่งพิมพ์ต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง

สถาบันการศึกษาระดับต่าง ๆ ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค เป็นองค์กรที่มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนและเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ให้แก่ประชาชน โดยจัดให้มีสถาบันที่ให้บริการสารสนเทศ อาทิ ห้องสมุด สำนักวิทยบริการ ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา ฯลฯ ทำหน้าที่ในการจัดหาและรวบรวมทรัพยากรสารสนเทศที่มีการบันทึกในทุกรูปแบบ ได้แก่ วัสดุตีพิมพ์ โสตทัศนวัสดุ สารสนเทศที่บันทึกในรูปเสียง รูปสื่ออิเล็กทรอนิกส์ รูปกราฟิก สื่อสามมิติ และฐานข้อมูลเชิงพาณิชย์ ให้ครบถ้วนตามความจำเป็นอย่างต่อเนื่อง และดำเนินการจัดเก็บทรัพยากรสารสนเทศอย่างมีระบบ ให้สามารถสืบค้นได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี (ทบวงมหาวิทยาลัย, สำนักมาตรฐานอุดมศึกษา, 2544, หน้า 8)

ในปัจจุบันจำนวนของมวลทรัพยากรสารสนเทศต่าง ๆ มีเนื้อหาและปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ ซึ่งถือเป็นหนึ่งในทรัพยากรสารสนเทศหลักของสถาบันที่ให้บริการสารสนเทศ และในบริบทของสถาบันดังกล่าว พบว่า มีการจัดหาทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลพื้นฐานในการศึกษา ค้นคว้าอยู่อย่างสม่ำเสมอ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, ส่วนแผนงาน, www, 2541-2551)

ก่อบริบทในปัจจุบันรูปแบบและพัฒนาการของศาสตร์แขนงต่าง ๆ เกิดการผสมผสานและเชื่อมโยงความรู้จากศาสตร์หลากหลายแขนงเข้าด้วยกัน ในลักษณะของสหวิทยาการ (Interdisciplinary) ก่อให้เกิดวิทยาการแขนงใหม่ ๆ ที่มีได้ตั้งอยู่บนฐานความรู้จากศาสตร์เพียง

แขนงใดแขนงหนึ่ง เช่น การศึกษาด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับศาสตร์ด้านธรรมชาติวิทยา มานุษยวิทยา ศิลปะและสังคมวิทยา (Caviglia-Harris and Hatley , 2004, p.396) เป็นต้น

จาคอบ เฮคคิและเซปโป (Jacob, Heikki and Seppo, 1987 อ้างถึงใน Tarvainen, www, 2006) กล่าวว่า สหวิทยาการมักปรากฏเป็นส่วนหนึ่งในแขนงความรู้ด้านวิศวกรรมศาสตร์ เช่น การพัฒนาด้านไมโครอิเล็กทรอนิกส์ (Microelectronics) ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ความรู้ในด้านเคมีและฟิสิกส์ อีกทั้งยังเชื่อมโยงไปสู่ความรู้ทางเทคโนโลยีในด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการและความเชื่อมโยงกันของศาสตร์แขนงใหม่ อาทิ การสื่อสารและโทรคมนาคม (Telecommunications) และการประมวลผลสัญญาณ (Signal processing)

จากลักษณะของความรู้ที่เปลี่ยนแปลงเข้าสู่รูปแบบของสหวิทยาการ สะท้อนให้เห็นว่า ความรู้ความเชี่ยวชาญในศาสตร์แขนงใดแขนงหนึ่งโดยเฉพาะนั้น ไม่เพียงพอทั้งในการศึกษาและพัฒนาหรือการประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ซึ่งลักษณะการเชื่อมโยงเกี่ยวเนื่องกันของความรู้ ส่งผลให้รูปแบบและเนื้อหาสาระของทรัพยากรสารสนเทศในศาสตร์แขนงต่าง ๆ เกิดความซับซ้อนและหลากหลาย ทำให้ผู้ที่ต้องการศึกษาหาความรู้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องค้นคว้าจากทรัพยากรสารสนเทศในศาสตร์หลากหลายแขนง เพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงเนื้อหาในแขนงวิชานั้น ๆ ได้อย่างถ่องแท้และถูกต้อง ส่งเสริมการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการเข้าถึงสารสนเทศที่มีให้บริการของห้องสมุดนั้น ห้องสมุดได้จัดให้มีเครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศ อย่างไรก็ตาม เครื่องมือดังกล่าวยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศที่มีลักษณะสหวิทยาการ เนื่องจาก

1. คำสำคัญและหัวเรื่องที่ห้องสมุดกำหนดให้เพื่อเป็นคำค้น เป็นคำในระดับกว้าง (General terms) ที่ทำหน้าที่แทนเฉพาะในระดับตัวเล่ม ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถสืบค้นไปในระดับประเด็นย่อย ๆ ที่มีอยู่ภายในเล่มได้

2. คำสืบค้นในระดับกว้างมักเป็นคำศัพท์ควบคุม (Controlled vocabulary) ซึ่งผู้ใช้งานส่วนใหญ่ไม่คุ้นเคยกับคำศัพท์ดังกล่าว ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการสืบค้น (Borgman, 1996, p.497; Sridhar, 2004, pp.184-185 และ สุกรินทร์ วิมุกตายน, www, 2548) ทั้งนี้ ผู้ใช้งานส่วนใหญ่มักสืบค้นด้วยคำศัพท์อิสระซึ่งเป็นคำที่มักปรากฏอยู่ในเนื้อหา (รินฤดี ไชยวิชิตกุล, 2550, หน้า 30) และเป็นศัพท์ที่มีความทันสมัยกว่าศัพท์ควบคุม

3. คำสืบค้นในระดับกว้างส่งผลให้ได้รับรายการสืบค้นจำนวนมาก ซึ่งผู้ใช้งานต้องเสียเวลาในการพิจารณาว่าหนังสือเล่มใดมีเนื้อหาที่ตรงตามความต้องการ และจากพฤติกรรมการสืบค้น พบว่า ผู้ใช้งานส่วนใหญ่พิจารณาไม่เกิน 5 รายการ และร้อยละ 66 พิจารณาไม่เกิน 2-3 รายการของผลการสืบค้น (Jansen and Spink, 2003 อ้างถึงใน วิไลพร เลิศมหาเกียรติ ภูริวัตร คัมภีร์

ภาพพัฒนา และอนิราช มิ่งขวัญ, 2551, หน้า 90) ร้อยละ 81 พิจารณาเฉพาะหน้าจอแรก (Beitzel, Jensen, Chowdhury, Grossman and Frieder, 2004, p.323) และร้อยละ 90 พิจารณาไม่เกิน 3 หน้าจอแรก (iProspect, 2006, p.5)

4. รูปแบบการนำเสนอผลการสืบค้นของเครื่องมือช่วยค้นโดยทั่วไปแสดงเฉพาะชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง และเลขเรียกหนังสือ แม้จะมีการแสดงหัวเรื่อง แต่ยังคงไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาประเด็นย่อยระหว่างสื่อสิ่งพิมพ์ อีกทั้งยังไม่สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นย่อยภายในเล่มเดียวกันได้ ซึ่งไม่สนับสนุนให้เกิดการศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวาง และมีประสิทธิภาพ

จากปัญหาที่ปรากฏอยู่ของระบบการสืบค้นสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีในปัจจุบัน การนำทางความรู้ (Knowledge navigation) เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยสนับสนุนให้ผู้ที่ต้องการความรู้ สามารถรู้และเข้าถึงแหล่งความรู้ได้อย่างถูกต้อง โดยการนำทางความรู้เป็นการเชื่อมโยงระหว่างทรัพยากรสารสนเทศหนึ่งไปยังทรัพยากรสารสนเทศอื่น ๆ ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างเครือข่ายของความรู้ โดยความรู้นั้นหมายรวมถึงแหล่งทรัพยากรสารสนเทศต่าง ๆ อาทิ หนังสือ ตำรา สื่อการเรียนรู้อื่นต่าง ๆ และแสดงถึงความเกี่ยวข้องกันของทรัพยากรสารสนเทศนั้น ๆ (Qiu, Yao, Wang and Wang, 2006, p.586) ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ผู้ที่ต้องการความรู้ เข้าถึง แหล่งความรู้ที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการได้

กระบวนการค้นหาและเปรียบเทียบข้อมูลเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการนำทางความรู้ ซึ่งเทคนิคการค้นหาและเปรียบเทียบข้อมูลหนึ่งที่นิยมใช้ คือ เทคนิคเอ็นแกรม (n-gram) เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่สูง และใช้ทรัพยากรต่ำ สามารถทำงานได้ดีกับข้อมูลที่มีลักษณะการเรียงพิมพ์ผิดพลาด และถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายในกระบวนการค้นคืนสารสนเทศ (Frakes and Baeza-Yates, 1992 อ้างถึงใน Porter and Winkler, 1997, p.192; Tomovic and Janicic, 2007, pp.410-411) ซึ่ง King และ Dehdari (King and Dehdari, www, n.d.) พบว่า การประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรมในการระบุภาษาให้ระดับความแม่นยำสูงกว่าร้อยละ 90 ขณะที่การนำมาประยุกต์ใช้กับการแบ่งวรรคคำอัตโนมัติให้ผลสูงกว่าร้อยละ 80 (Park, Tae and Park, 2006, pp.637-638)

จากประเด็นปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการสืบค้นเพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ซึ่งมีลักษณะเนื้อหาเป็นสหวิทยาการ ดังที่กล่าวมาข้างต้น และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำทางความรู้ ประสิทธิภาพในการประมวลผลของเทคนิคเอ็นแกรม ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้กระบวนการการนำทางความรู้ร่วมกับเทคนิคเอ็นแกรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้น การคัดเลือก การจัดลำดับและการนำเสนอทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ให้สอดคล้องตาม

ความต้องการของผู้สืบค้น พร้อมทั้งแสดงผลการสืบค้นในลักษณะของแผนภาพเพื่อสนับสนุนการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและพัฒนากระบวนการนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์
2. เพื่อพัฒนาระบบการนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์

## 1.3 คำถามนำวิจัย

1. กระบวนการนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ควรเป็นอย่างไร
2. ระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ควรมีลักษณะอย่างไร

## 1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น

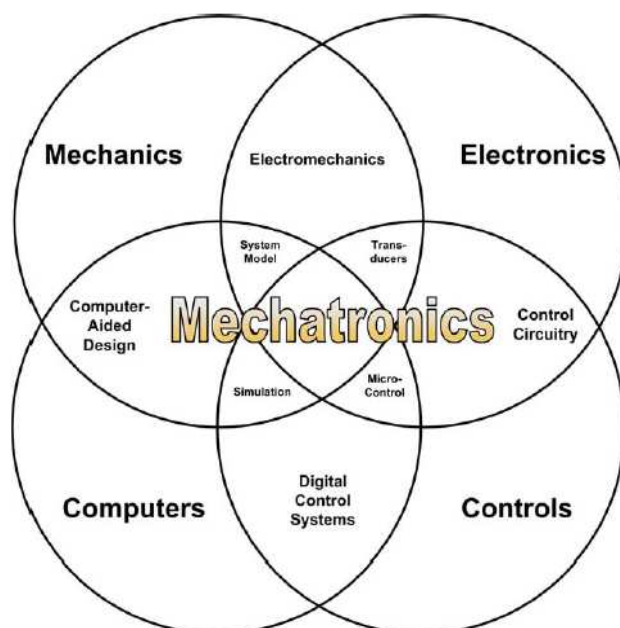
ทรัพยากรสารสนเทศที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการเฉพาะทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีส่วนประกอบของรายการสารบัญและบรรณานุกรม หรือส่วนใดส่วนหนึ่งจากที่กล่าวมา

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ใช้ทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ ประเภทตำราภาษาอังกฤษ ที่มีไว้เพื่อให้บริการภายในศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในสามหมวดหมู่ คือ

- คณิตศาสตร์ และ ฟิสิกส์ ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานในการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์
  - วิศวกรรมไฟฟ้า เรื่อง สนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Fields) ซึ่งเป็นหนึ่งในแขนงความรู้ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าที่มีความเชื่อมโยงกับศาสตร์ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์แขนงอื่น
- ดังรูปที่ 1.1





รูปที่ 1.1 แขนงความรู้ที่ก่อให้เกิดความรู้ด้านเมคคาทรอนิกส์ (Allen, 2006, p.2)

ตัวอย่างในรูปที่ 1.1 ความเกี่ยวข้องกันของความรู้ด้านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและด้านกลศาสตร์ ก่อให้เกิดความรู้ด้านไฟฟ้ากลศาสตร์ (Electromechanics) ซึ่งเป็นพื้นฐานความรู้หนึ่งในการศึกษาด้านเมคคาทรอนิกส์

2. ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ รายการสารบัญ (Table of contents) และครรชนีท้ายเล่ม (Book indexes) ของทรัพยากรสารสนเทศสื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อการจัดทำฐานข้อมูลของระบบนำทางความรู้ เนื่องจากองค์ประกอบดังกล่าวเป็นองค์ประกอบที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้นและบ่งบอกถึงความเกี่ยวเนื่องกันของเนื้อหาภายในสื่อสิ่งพิมพ์ได้เป็นอย่างดี (Mekki and Nazarenko, 2006, p.18; Zhigeng, 2006, p.154)

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้กระบวนการนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงความรู้ในทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์
2. ได้ระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงความรู้ในทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์
3. ห้องสมุดของสถาบันการศึกษาระดับต่าง ๆ สามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้กับระบบการค้นคืนสารสนเทศและความรู้ของห้องสมุดได้

4. หน่วยงานที่มีความเกี่ยวข้องกับการส่งเสริมและสนับสนุนแหล่งทรัพยากรสารสนเทศเพื่อการเรียนรู้ อาทิ ศูนย์วิจัยต่าง ๆ สำนักพิมพ์ หรือศูนย์หนังสือ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนสามารถนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ได้

5. ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถเป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการค้นคืนทรัพยากรสารสนเทศและความรู้

## 1.7 คำอธิบายศัพท์

1. กระบวนการนำทางความรู้ หมายถึง ขั้นตอนและวิธีการในการดำเนินการ สืบค้น คัดเลือกและนำเสนอ และแสดงความเชื่อมโยงของข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างสื่อสิ่งพิมพ์
2. ระบบนำทางความรู้ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการสืบค้น คัดเลือก และนำเสนอ และแสดงความเชื่อมโยงของข้อมูลต่าง ๆ ระหว่างสื่อสิ่งพิมพ์
3. สื่อสิ่งพิมพ์ หมายถึง ทรัพยากรสารสนเทศประเภทหนังสือหรือตำราที่เรียงพิมพ์ด้วยภาษาอังกฤษ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ รายการสารบัญและบรรณานุกรมท้ายเล่ม หรือประกอบด้วยส่วนใดส่วนหนึ่ง

## บทที่ 2

### ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการในการกำหนดค่าแทนสาระของเอกสารในระบบการจัดเก็บและค้นคืนสารสนเทศของห้องสมุด อันนำมาซึ่งปัญหาความไม่สอดคล้องระหว่างค่าแทนสาระที่กำหนดขึ้นกับความต้องการสารสนเทศของผู้ใช้เมื่อเนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศมีลักษณะความเป็นสหวิทยาการมากขึ้น และแนวคิดด้านการนำทางความรู้ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้น การคัดเลือก การจัดลำดับและการนำเสนอทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ให้สอดคล้องตามความต้องการของผู้สืบค้น สนับสนุนการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาการเรียนรู้อันเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งผลจากการปริทัศน์วรรณกรรมจะนำไปใช้ในการกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการศึกษาและพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ โดยจัดแบ่งประเด็นสำคัญเป็น 5 ประเด็น ดังนี้

- 2.1 การกำหนดค่าแทนสาระในเครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศของห้องสมุด
  - 2.1.1 แหล่งข้อมูลของทรัพยากรสารสนเทศ
  - 2.1.2 ความเฉพาะเจาะจงของค่าแทนสาระ
  - 2.1.3 ภาษาพรรณานี้
  - 2.1.4 ปัญหาของเครื่องมือช่วยค้นของห้องสมุดในปัจจุบัน
- 2.2 การนำทางความรู้
  - 2.2.1 นิยามของการนำทางความรู้
  - 2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำทางความรู้
- 2.3 การเปรียบเทียบและค้นหาข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม
  - 2.3.1 เทคนิคเอ็นแกรมและคุณลักษณะของเทคนิคเอ็นแกรม
    - 2.3.1.1 วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลตามเทคนิคเอ็นแกรม
    - 2.3.1.2 ขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม
  - 2.3.2 งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรม
- 2.4 เทคนิคการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงความหมาย
  - 2.4.1 วิธีมิววลอินฟอร์เมชัน (Mutual information)
  - 2.4.2 วิธีพอยท์ไวส์มิววลอินฟอร์เมชัน (Pointwise mutual information)

- 2.4.3 วิธีไค-สแควร์ (Chi-square)
- 2.5 การกำหนดน้ำหนักความสำคัญ
  - 2.5.1 การกำหนดน้ำหนักของคำตรรกะ
    - 2.5.1.1 การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการทำตรรกะ
    - 2.5.1.2 การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล
    - 2.5.1.3 การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการแสดงผลข้อมูล
  - 2.5.2 ตัวแบบการสืบค้น
    - 2.5.2.1 ตัวแบบบูลีน (Boolean model)
    - 2.5.2.2 ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ (Vector space model)
    - 2.5.2.3 ตัวแบบความน่าจะเป็น (Probabilistic relevance model)

## 2.1 การกำหนดคำแทนสาระในเครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศของห้องสมุด

การวิเคราะห์คำแทนสาระ (Verbal subject analysis) เป็นกระบวนการสำคัญเพื่อจัดทำตรรกะ (Indexing) ซึ่งใช้เป็นตัวแทนเนื้อหาของเอกสาร (Information representation) โดยทำการวิเคราะห์จากเนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศ และกำหนดคำหรือวลีเพื่อใช้แทนหรือบ่งบอกเนื้อเรื่องที่สำคัญของทรัพยากรสารสนเทศ (Taylor and Joudrey, 2009, pp.241-242) ผู้สืบค้นสารสนเทศสามารถใช้คำหรือวลีดังกล่าวเพื่อการสืบค้นสารสนเทศในเรื่องที่ต้องการได้ ซึ่งคำตรรกะ (Index terms) ที่มีประสิทธิภาพและบ่งชี้ถึงเนื้อหาสาระของเอกสารได้ดี จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการสืบค้นสารสนเทศให้แก่ระบบสืบค้นสารสนเทศได้เป็นอย่างดี โดยกระบวนการวิเคราะห์คำแทนสาระดังกล่าวเริ่มต้นด้วย

- 1) การวิเคราะห์เนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศ (Conceptual analysis) ได้แก่ การพิจารณาเนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศว่าเป็นเรื่องอะไร และ/หรือเกี่ยวข้องกับเรื่องอะไร
- 2) การแปลงเนื้อหาที่วิเคราะห์ได้ให้อยู่ในกรอบแนวคิด (Conceptual framework) ของระบบหมวดหมู่หรือระบบหัวเรื่องที่หน่วยงานเลือกใช้
- 3) กำหนดสัญลักษณ์แทนหมวดหมู่ของทรัพยากรสารสนเทศ (Classificatory symbols) หรือคำศัพท์เฉพาะ (Specific terminology) ตามระบบการจัดหมวดหมู่และระบบศัพท์ควบคุมที่เลือกใช้

### 2.1.1 แหล่งข้อมูลของทรัพยากรสารสนเทศ

กระบวนการวิเคราะห์คำแทนสาระมีขั้นตอนเริ่มต้นจากการวิเคราะห์เนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศ (Lancaster, 2003, pp.24-25) โดยมีแหล่งข้อมูลในการวิเคราะห์เนื้อหา ดังนี้

- 1) ชื่อเรื่องหลักและชื่อเรื่องรอง
- 2) หน้าสารบัญ
- 3) คำนำและบทนำ
- 4) คำศัพท์ คำครรรชนี วิชา ที่พิมพ์ในลักษณะที่แตกต่างไปจากส่วนอื่น ๆ เช่น พิมพ์ตัวหนา ตัวเอียง อาทิ ชื่อเรื่อง สารบัญ บทนำ ครรรชนีท้ายเล่ม เป็นต้น
- 5) ภาพประกอบ แผนภาพ คำบรรยายภาพ และ ตาราง
- 6) รายการบรรณานุกรม
- 7) เนื้อเรื่อง

### 2.1.2 ความเฉพาะเจาะจงของคำแทนสาระ

เทเลอร์และโจเดรย์ (Taylor and Joudrey, 2009, pp.250-281) กล่าวว่า ความเฉพาะเจาะจงของคำแทนสาระได้แก่ ระดับของความลึกหรือความเฉพาะเจาะจงของการวิเคราะห์เนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศ โดยพิจารณาจากแหล่งข้อมูลของทรัพยากรสารสนเทศที่กล่าวถึงในข้างต้น ระดับความลึกของการวิเคราะห์นั้นจะขึ้นอยู่กับนโยบายของแต่ละหน่วยงาน ซึ่งอาจจำแนกได้เป็น 2 ระดับ ได้แก่

- 1) การวิเคราะห์ในระดับลึก (Depth indexing) จะวิเคราะห์เนื้อหาในทุกประเด็นของเอกสาร ซึ่งรวมถึงการพิจารณาในระดับประเด็นย่อยและเนื้อเรื่องย่อยของเอกสาร
- 2) การวิเคราะห์ในระดับกว้าง (Summarization) จะวิเคราะห์เฉพาะประเด็นหลัก โดยพยายามการกำหนดคำที่สามารถครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดของเอกสารโดยคร่าว ๆ โดยไม่พิจารณาถึงประเด็นย่อยอื่น ๆ

การทำรายการของห้องสมุดโดยทั่วไป การวิเคราะห์ในระดับกว้างจะทำให้กับหนังสือและสิ่งพิมพ์ต่อเนื่อง ส่วนการวิเคราะห์ในระดับลึกจะทำให้กับบทความวารสาร และการวิเคราะห์ในระดับลึกนั้น ส่วนใหญ่มักจะทำโดยหน่วยงานที่หวังผลกำไรเป็นส่วนใหญ่

### 2.1.3 ภาษาครรรชนี

การกำหนดภาษาครรรชนีหรือคำครรรชนี เป็นขั้นตอนการแปลงแนวคิดที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศ ให้อยู่ในรูปของคำศัพท์เพื่อใช้ในการสืบค้น (นฤมล ปราชญ์โยธิน ทวีศักดิ์ กอนันตกุล และเปรมิน จินดาวิมลเลิศ, 2536, หน้า 43-44; Rowley, 1988, pp.48-54 และ Cleveland and Cleveland, 1990, pp.35-47) ซึ่งคำศัพท์ดังกล่าว สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

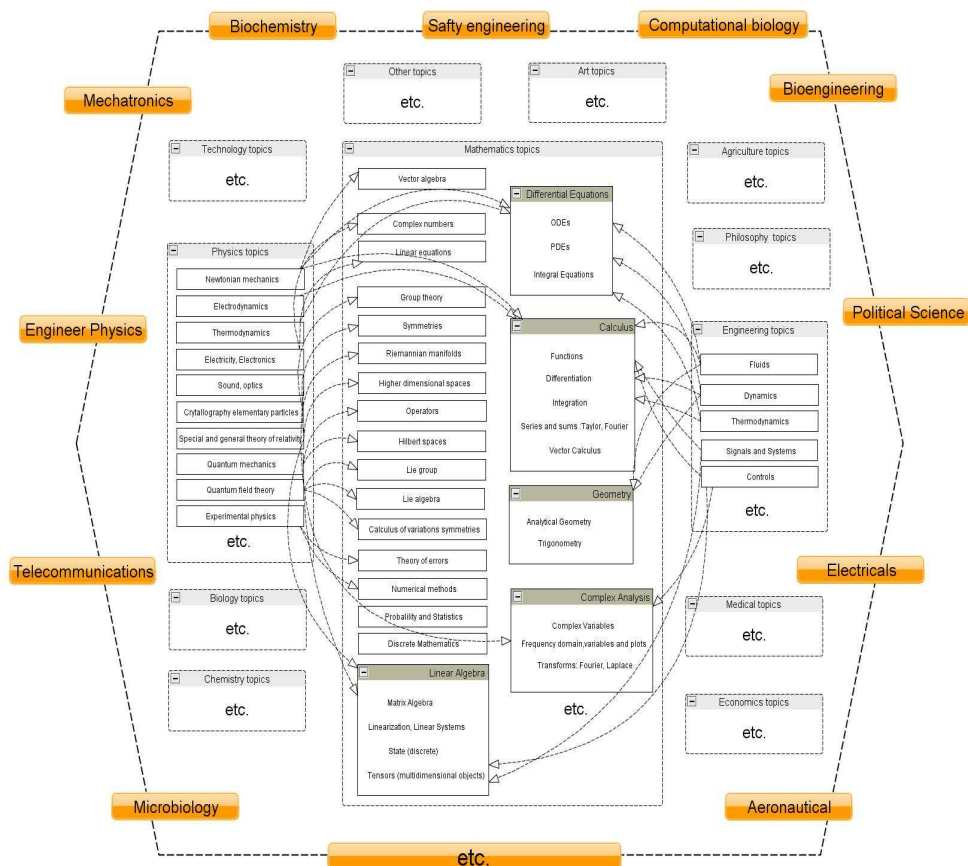
- 1) ศัพท์ควบคุม (Controlled vocabulary) เป็นคำศัพท์ที่ควบคุมตามรูปแบบหรือมาตรฐานที่เลือกใช้ เช่น Library of Congress Subject Heading (LCSH), Medical Subject Heading

(MeSH), Arts and Architecture Thesaurus (AAT) เป็นต้น สามารถจำแนกได้ 3 ประเภท คือ รายการหัวเรื่อง (Subject heading lists) รายการศัพท์สัมพันธ์ (Thesaurus) และออนโทโลยี (Ontology) ซึ่งศัพท์ควบคุมจะช่วยลดปัญหาในการสืบค้นด้วยคำพ้องรูป พ้องเสียง พ้องความหมาย ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการค้นด้วยภาษาธรรมชาติ

2) ศัพท์ที่ไม่ควบคุม (Uncontrolled vocabulary) หรือ ภาษาธรรมชาติ (Natural language) เป็นการดึงคำศัพท์จากเอกสารมาเป็นคำดรชนี เช่น ดรชนีผู้แต่ง (Author index) ดรชนีชื่อเรื่อง (Title index) ดรชนีท้ายเล่ม และดรชนีการอ้างอิงถึง (Citation index) ซึ่งเป็นคำศัพท์ที่ปรากฏในเนื้อเรื่องซึ่งมีความทันสมัย และเฉพาะเจาะจงกับเนื้อหา

### 2.1.4 ปัญหาของเครื่องมือช่วยค้นของห้องสมุดในปัจจุบัน

จากปัญหาความซับซ้อนด้านเนื้อหาของสื่อสิ่งพิมพ์ประเภทตำราวิชาการ อันเป็นผลมาจากพัฒนาการของศาสตร์ต่าง ๆ ที่มีการผสมผสานและเชื่อมโยงองค์ความรู้ข้ามศาสตร์ในลักษณะสหวิทยาการ ดังรูปที่ 2.1 และ 2.2



รูปที่ 2.1 ความเชื่อมโยงและผสมผสานกันของแขนงความรู้

(ดัดแปลงจาก Willcox and Bounova , 2004, p.5; George , www, 2007 และ Malleh, www, 2008)

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data		Chapter 1 • THE CENTRAL DOGMA 2	
<b>Bergeron, Bryan P.</b> Bioinformatics computing / Bryan Bergeron. p. cm. Includes bibliographical references. ISBN 0-13-100825-0 1. Molecular biology--Data processing. 2. Bioinformatics. I. Title.		THE KILLER APPLICATION 4 PARALLEL UNIVERSES 8 WATSON'S DEFINITION 15 TOP-DOWN VERSUS BOTTOM-UP 19	
QH506 .B47 2002 572.8--dc21		<b>Chapter 2 • DATABASES 42</b> DEFINITIONS 48 DATA MANAGEMENT 51 Pharmacogenomics and Aggression 54 Complexity 64	
2002038177			
<b>Chapter 3 • NETWORKS 104</b> GEOGRAPHICAL SCOPE 112 COMMUNICATIONS MODELS 113 TRANSMISSIONS TECHNOLOGY 114 PROTOCOLS 116		<b>Chapter 4 • SEARCH ENGINES 144</b> THE SEARCH PROCESS 148 The Search 152 Results 155 SEARCH ENGINE TECHNOLOGY 155	
<b>Chapter 6 • STATISTICS 216</b> STATISTICAL CONCEPTS 218 Progress 220 MICROARRAYS 222 IMPERFECT DATA 231		<b>Chapter 5 • DATA VISUALIZATION 176</b> SEQUENCE VISUALIZATION 182 Sequence Maps 182 STRUCTURE VISUALIZATION 186 Visualization Tools 187	
<b>Chapter 7 • DATA MINING 260</b> METHODS 264 Selection and Sampling 266 Preprocessing and Cleaning 266 Transformation and Reduction 270		<b>Chapter 8 • PATTERN MATCHING 302</b> FUNDAMENTALS 305 Pairwise Sequence Alignment 306 Local Versus Global Alignment 308 Multiple Sequence Alignment 308	
<b>Chapter 9 • MODELING AND SIMULATION 342</b> DRUG DISCOVERY 348 FUNDAMENTALS 350 Components 350 Process 351		<b>Chapter 10 • COLLABORATION 388</b> COLLABORATION AND COMMUNICATIONS 390 Asynchronous Communications 393 Synchronous Communications 393 Asynchronous Collaboration 394	

## รูปที่ 2.2 ความหลากหลายของเนื้อหาและความรู้ภายในสื่อสิ่งพิมพ์

ตัวอย่างในรูปที่ 2.2 แสดงถึงเนื้อหาต่าง ๆ ในหนังสือเรื่อง “Bioinformatics computing” ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับความรู้ในด้านสถิติ เหมือนข้อมูล การจำลองแบบ ระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

ลักษณะดังกล่าวของสื่อสิ่งพิมพ์ ส่งผลให้เครื่องมือช่วยค้นสารสนเทศของห้องสมุดไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานในการเข้าถึงสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีลักษณะสหวิทยาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากประสบปัญหาในการสืบค้นหลายประการ ดังนี้

1. การสืบค้นสารสนเทศในปัจจุบัน อาศัยจุดเข้าถึงข้อมูล (Access point) ได้แก่ ชื่อเรื่อง (Title) ชื่อผู้แต่ง (Author) ซึ่งจะใช้ก็ต่อเมื่อผู้ใช้ทราบข้อมูลดังกล่าว ส่วนการเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศจากประเด็นเนื้อหาจะกระทำผ่านจุดเข้าถึง หัวเรื่อง (Subject) และคำสำคัญ (Keyword) ซึ่งมักเป็นคำในระดับกว้าง (General terms) อย่างไรก็ตาม คำดังกล่าวใช้แทนเนื้อหาของหนังสือทั้งเล่ม ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถสืบค้นลงไปในระดับประเด็นย่อยที่ปรากฏในเนื้อหาของสื่อสิ่งพิมพ์ได้ ดังรูปที่ 2.3

<b>Chapter 2 • DATABASES</b>		<b>42</b>
DEFINITIONS	48	
DATA MANAGEMENT	51	
<b>Pharmacogenomics and Aggression</b>	<b>54</b>	
Complexity	64	

Search: Pharmacogenomics and Aggression

Did you mean: **non violence and aggression?**

Searched: **Pharmacogenomics and Aggression (no results found)**

Try

- Confirming the spelling of your search words
- Using other words for the subject of your searches
- Providing more letters of the search words if you are using wildcards.

Get more results:

- Academic Search

Searched: **Pharmacogenomics and Aggression (no results found)**

URL : <http://www.car.chula.ac.th/web/>

The Library of Congress >> Go to Library of Congress Authorities

**LIBRARY OF CONGRESS ONLINE CATALOG**

Help Search Search History Headings List Titles List Request an Item Account Info Start Over

DATABASE: Library of Congress Online Catalog

Your search found no results \*

- Check spelling & eliminate punctuation
- Select another search type
- Enter fewer search words
- Clear search limits
- Use the help pages
- Ask a Librarian for assistance or contact

\* Please note: The Library of Congress does not keep a copy of every title ever published.

Your search found no results \*

Basic Search Guided Search

Search Text: Pharmacogenomics and Aggression

Search Type: Keyword (match all words)\*

- Title Keyword\*
- Author/Creator Keyword
- Subject Keyword
- Name/Title Keyword

[\*] indicates search limits available

URL : <http://catalog.loc.gov/>

### รูปที่ 2.3 ผลการสืบค้นสารสนเทศจากคำที่ปรากฏในระดับประเด็นย่อย

ตัวอย่างในรูปที่ 2.3 การสืบค้นโดยใช้คำสืบค้น “Pharmacogenomics and Aggression” เป็นคำที่ปรากฏอยู่ในหนังสือ “Bioinformatics computing” ซึ่งหนังสือเล่มดังกล่าวมีอยู่ในทุกระบบที่ทำการทดสอบ แต่ผลจากการสืบค้นปรากฏว่าไม่พบรายการสารสนเทศจากการสืบค้นด้วยคำดังกล่าว

2. การกำหนดคำแทนสาระ (หัวเรื่อง) โดยใช้คำจากบัญชีศัพท์ควบคุมของห้องสมุด เพื่อช่วยผู้ใช้ในการเข้าถึงประเด็นเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ยังคงเป็นปัญหาสำหรับผู้ใช้นี้ เนื่องจาก ผู้ใช้ไม่คุ้นเคยกับศัพท์ควบคุม เป็นผลให้ผลการสืบค้นส่วนใหญ่ผิดพลาด ไม่ประสบ



ผลสำเร็จในการสืบค้น (Borgman, 1996, p.497; Sridhar, 2004, pp.184-185) และผู้ใช้ไม่สามารถกำหนดคำค้นให้แคบลงได้ (ศุกรินทร์ วิมุกตายน, www, 2548) ซึ่งจากการศึกษาของ รื่นฤดี ไชยวิจิตกุล (2550, หน้า 30) พบว่า ผู้ใช้ส่วนใหญ่มักสืบค้นด้วยศัพท์อิสระซึ่งเป็นศัพท์เทคนิคที่ปรากฏในเนื้อหา มากกว่าศัพท์ควบคุม เนื่องจากผู้ใช้มีความคุ้นเคยกับศัพท์เทคนิคที่มีความหมายเฉพาะ

3. การสืบค้นด้วยหัวเรื่องและคำสำคัญ ซึ่งเป็นคำแทนสาระในระดับกว้างส่งผลให้การสืบค้นมีจำนวนมาก และทำให้ผู้สืบค้นต้องใช้เวลามากในการตรวจสอบดูรายการผลการสืบค้น เพื่อพิจารณาว่าสื่อสิ่งพิมพ์เล่มใดที่มีเนื้อหาที่ตรงตามต้องการ ดังรูปที่ 2.4

**Library of Congress Cataloging-in-Publication Data**  
**Bergeron, Bryan P.**  
 Bioinformatics computing / Bryan Bergeron.  
 p. cm.  
 Includes bibliographical references.  
 ISBN 0-13-100825-0  
 1. Molecular biology--Data processing 2. Bioinformatics I. Title.

QH506 .B47 2002  
 572.8--dc21

2002038177

Database Name: Yale University Library  
 You searched: Keyword Index (and/or/not) = Bioinformatics  
 Search Results: Displaying 1 through 50 of 812 entries.

Sort results by: [v]

#	Author	Full Title	Imprint
[ 1 ]		Advanced data mining technologies in bioinformatics [electronic resource] / Hui-Huang Hsu, editor.	Hershey, Pa. : Idea Group Pub., 2006
Location: Yale Internet Resource		Call Number: None	Status: No item data available

ime: Yale University Library  
 Keyword Index (and/or/not) = Bioinformatics  
 s: Displaying 1 through 50 of 812 entries.

URL : <http://orbis.library.yale.edu/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?DB=local&PAGE=First>

รูปที่ 2.4 ปริมาณรายการผลการสืบค้นจำนวนมากจากการสืบค้นตามหัวเรื่องที่วิเคราะห์ในระดับกว้าง

The Library of Congress >> Go to Library of Congress Authorities

**LIBRARY OF CONGRESS ONLINE CATALOG**

Help New Search Search History Headings List Titles List Request an Item Account Info Start Over

DATABASE: Library of Congress Online Catalog  
 YOU SEARCHED: Subject Keyword = Bioinformatics  
 SEARCH RESULTS: Displaying 1 through 100 of 191.

Library of Congress Online Catalog  
 D: Subject Keyword = Bioinformatics  
 LTS: Displaying 1 through 100 of 191.

Resort results by:

#	Subject Heading	Name: Main Author, Creator, etc.	Full Title	Date
<input type="checkbox"/> [ 1 ]	Bioinformatics.		<a href="#">Advanced computational methods for biocomputing and bioimaging / Tuan D. Pham, Hong Yan and Denis I. Crane, editors.</a>	2007
SELECT TITLE FOR HOLDINGS INFORMATION				
<input type="checkbox"/> [ 2 ]	Bioinformatics.		<a href="#">Advanced data mining technologies in bioinformatics / Hui-Huang Hsu [editor].</a>	2006
SELECT TITLE FOR HOLDINGS INFORMATION				
<input type="checkbox"/> [ 3 ]	Bioinformatics.		<a href="#">Anatomy ontologies for bioinformatics : principles and practice / edited by Albert Burger, Duncan Davidson, Richard Baldock.</a>	2007
ACCESS:				CALL NUMBER:

URL : <http://catalog.loc.gov/>

#### รูปที่ 2.4 ปริมาณรายการผลการสืบค้นจำนวนมากจากการสืบค้นตามหัวเรื่องที่วิเคราะห์ใน ระดับกว้าง (ต่อ)

ตัวอย่างในรูปที่ 2.4 เป็นผลการสืบค้นโดยใช้คำสืบค้น “Bioinformatics” ซึ่งคำดังกล่าวเป็นคำที่ปรากฏอยู่ในคำสำคัญหัวเรื่องตามข้อมูลบัตรรายการ ซึ่งให้ผลการสืบค้นในปริมาณมาก

นอกจากนี้ หากลำดับที่ปรากฏขึ้นของสื่อสิ่งพิมพ์ที่ต้องการในรายการผลการสืบค้นนั้น ไม่ปรากฏอยู่ในลำดับต้น ๆ หรือหน้าจอบริการแรกของผลการสืบค้น อาจส่งผลให้ผู้สืบค้นยกเลิกการค้น เนื่องจากคิดว่าไม่มีสารสนเทศที่ต้องการอยู่ในระบบ ซึ่งสอดคล้องกับ เจนเซนและสปีงก์ (Jansen and Spink, 2003 อ้างถึงใน วิลเลอร์ เลิศมหาเกียรติ ภูริวัตร คัมภีร์ภาพพัฒน และอนิราช มิ่งขวัญ, 2551, หน้า 90) ซึ่งระบุว่า ผู้ใช้เครื่องมือสืบค้นจะดูเอกสารไม่เกิน 5 รายการที่ระบบค้นคืนได้ ร้อยละ 66 ของผู้ใช้ดูเพียง 2-3 รายการ และผู้ใช้ร้อยละ 55 ดูผลลัพธ์เพียง 1 รายการต่อ 1 คำค้น ส่วน เบทเซล เจนเซน ชาวด์สูรี กรอชส์แมนและไฟร์เคอร์ (Beitzel, Jensen, Chowdhury, Grossman and Frieder, 2004, p.323) พบว่า ร้อยละ 81 ของผู้ใช้เครื่องมือสืบค้นดูผลการค้นคืนเฉพาะหน้าแรก และไอ โปรสเปคท์ (iProspect, 2006, p.5) พบว่า ร้อยละ 90 จะพิจารณาผลลัพธ์ของการสืบค้นไม่เกิน 3 หน้าจอบริการเท่านั้น ไม่ว่าระบบจะค้นคืนสารสนเทศมาให้มากเพียงใดก็ตาม

ปัญหาลักษณะดังกล่าว ในส่วนของผู้ทำบรรณานุกรมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้นให้เจาะจงมากยิ่งขึ้น โดยการวิเคราะห์คำแทนสาระในระดับที่ลึกยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์เนื้อหาในระดับลึกนั้น ต้องใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์เนื้อหา และบางครั้งจำเป็นต้อง

ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวนมากหรือผู้ที่มีความรู้ในหลากหลายแขนง เพื่อช่วยในการวิเคราะห์เนื้อหาในลักษณะดังกล่าว และยังคงต้องใช้งบประมาณในการจัดทำที่สูงขึ้น

4. รูปแบบการนำเสนอผลการสืบค้นของระบบโดยทั่วไปจะนำเสนอเฉพาะข้อมูลรายการบรรณานุกรม ได้แก่ ชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง เลขเรียกหนังสือ และคำสำคัญจากหัวเรื่อง จึงยังไม่สามารถสนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ และศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวาง เนื่องจากไม่ได้สะท้อนให้เห็นถึงเนื้อหาประเด็นย่อยภายในสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีอยู่อย่างหลากหลาย แม้ในบางระบบจะแสดงรายการศัพท์สัมพันธ์เพื่อช่วยเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับกว้างกว่า แคบกว่า และในระดับเดียวกัน อย่างไรก็ตาม คำที่ปรากฏในรายการศัพท์สัมพันธ์นั้นเป็นคำศัพท์ควบคุมที่ผู้ใช้ไม่คุ้นเคย และผู้ทำบรรณานุกรมยังใช้ในการกำหนดคำแทนสาระในระดับกว้างเท่านั้น ยังไม่ลงถึงเนื้อหาในประเด็นย่อย

แม้ปัจจุบันจะมีการพัฒนาระบบสืบค้นสารสนเทศสื่อสิ่งพิมพ์ให้สามารถนำเสนอถึงสื่อสิ่งพิมพ์เล่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและแสดงผลในลักษณะของรูปภาพ อาทิ ภาพปกหน้าสารบัญ หรือเนื้อหาบางส่วน ดังรูปที่ 2.5-ก อย่างไรก็ตาม สื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้อง ที่ระบบดังกล่าวนำเสนอ นั้น ยังคงอาศัยข้อมูลจากรายการบรรณานุกรม อาทิ คำสำคัญจากชื่อเรื่อง คำสำคัญจากหัวเรื่อง ซึ่งเป็นคำแทนสาระในระดับกว้าง ในการคัดเลือกและนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้อง การคัดเลือกด้วยวิธีการดังกล่าว ยังคงไม่สามารถคัดเลือกหรือนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์เล่มอื่น ๆ ที่สะท้อนถึงเนื้อหาในระดับของประเด็นย่อยที่ปรากฏในสื่อสิ่งพิมพ์ได้ เนื่องจากสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มนั้น แม้จะมีชื่อเรื่องที่ใกล้เคียงกัน แต่ความครบถ้วนของเนื้อหาประเด็นย่อยของสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มนั้น อาจไม่ครบถ้วนตามประเด็นที่ผู้เรียนต้องการศึกษา ดังรูปที่ 2.5-ข

Searched: Bioinformatics computing

Your results:

Request **Bergeron, Bryan P**  
**Bioinformatics computing** / Bryan Bergeron  
 Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, c2003

Add to cart Library catalog

CHK SHELVES - Sci Biology - QH506 B615b 2003  
 Show all 2 available copies/volumes

Location	Call No.	Status
Sci Biology	QH506 B615b 2003	CHK SHELVES
Pharm	QH506 B47B 2003	CHK SHELVES

More Details  
 Descript:xxii, 439 p. : ill. ; 24 cm  
 Bibliog. Includes bibliographical references (p. 419-4278) and index  
 Subject: Molecular biology -- Data processing  
**Bioinformatics**  
 ISBN 013008250 (pbk.)  
 Marc QH506 B615b 2003  
 CU

Community Tags  
 Add a Tag

Back to results

Bioinformatics computing

Bioinformatics, biocomputing and Perl

Computing for comparative microbial genomics

Bioinformatics

URL : <http://www.car.chula.ac.th/web/>

สืบค้นผ่านระบบของสถาบันที่ให้บริการสารสนเทศ

(2.5-ก) การนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของระบบสืบค้น

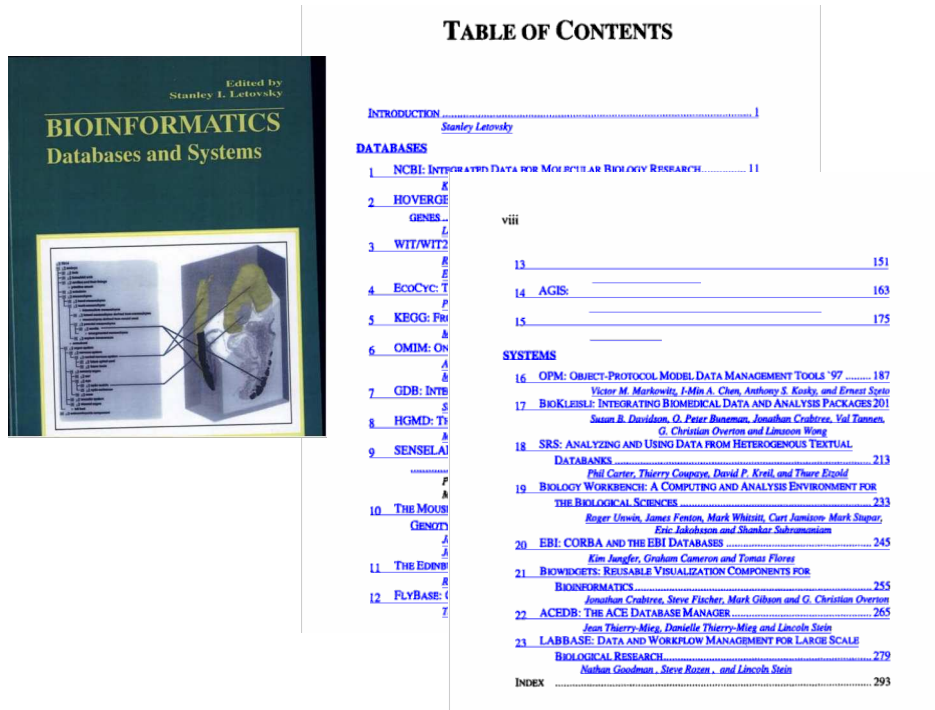


URL : <http://books.google.co.th/books>

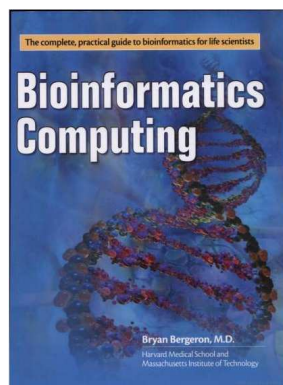
สืบค้นผ่านโปรแกรมค้นหา (Search Engine) : Google Book Search

(2.5-ก) การนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องของระบบสืบค้น (ต่อ)

ตัวอย่างในรูปที่ 2.5-ก การสืบค้นหนังสือ “Bioinformatics computing” โดยผู้แต่ง ไบรอัน พีเบอร์เจอร์รอน (Bryan P. Bergeron) จากระบบของสถาบันที่ให้บริการสารสนเทศ / จากโปรแกรมค้นหา ซึ่งทั้งสองระบบนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์ ที่เกี่ยวข้องโดยพิจารณาจากสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีชื่อเรื่องใกล้เคียงกัน



(2.5-จ) เนื้อหาประเด็นย่อยที่แตกต่างกันของสื่อสิ่งพิมพ์ที่ระบบสืบค้นนำเสนอ



### ing-in-Publication Data

Bryan Bergeron.

ferences.

processing. 2. Bioinformatics. I. Title.

2002038177

### Chapter 4 • SEARCH ENGINES 144

THE SEARCH PROCESS	148
The Search	152
Results	155
SEARCH ENGINE TECHNOLOGY	155

### Chapter 7 • DATA MINING 260

METHODS	264
Selection and Sampling	266
Preprocessing and Cleaning	266
Transformation and Reduction	270

### Chapter 9 • MODELING AND SIMULATION 342

DRUG DISCOVERY	348
FUNDAMENTALS	350
Components	350
Process	351

### Chapter 10 • COLLABORATION 388

COLLABORATION AND COMMUNICATIONS	390
Asynchronous Communications	393
Synchronous Communications	393
Asynchronous Collaboration	394

### Chapter 1 • THE CENTRAL DOGMA 2

THE KILLER APPLICATION	4
PARALLEL UNIVERSES	8
WATSON'S DEFINITION	15
TOP-DOWN VERSUS BOTTOM-UP	19

### Chapter 2 • DATABASES 42

DEFINITIONS	48
DATA MANAGEMENT	51
Pharmacogenomics and Aggression	54
Complexity	64

### Chapter 5 • DATA VISUALIZATION 176

SEQUENCE VISUALIZATION	182
Sequence Maps	182
STRUCTURE VISUALIZATION	186
Visualization Tools	187

### Chapter 6 • STATISTICS 216

STATISTICAL CONCEPTS	218
Progress	220
MICROARRAYS	222
IMPERFECT DATA	231

### Chapter 8 • PATTERN MATCHING 302

FUNDAMENTALS	305
Pairwise Sequence Alignment	306
Local Versus Global Alignment	308
Multiple Sequence Alignment	308

(2.5-ข) เนื้อหาประเด็นย่อยที่แตกต่างกันของสื่อสิ่งพิมพ์ที่ระบบสืบค้นนำเสนอ (ต่อ) ตัวอย่างในรูปที่ 2.5-ข หนังสือที่มีชื่อเรื่องใกล้เคียงกัน แต่มีความแตกต่างในประเด็นย่อยภายในเล่ม อาทิ ประเด็นเรื่องเหมืองข้อมูล (Data mining) ซึ่งปรากฏในหนังสือเล่ม “Bioinformatics Computing” แต่ไม่ปรากฏในหนังสือเล่ม “Bioinformatics Databases and Systems”

รูปที่ 2.5 การนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและเนื้อหาประเด็นย่อยที่ต่างกัน

จากวิธีการกำหนดคำแทนสาระให้กับทรัพยากรสารสนเทศในห้องสมุดในปัจจุบัน อันนำมาซึ่งปัญหาของเครื่องมือช่วยค้นของห้องสมุดที่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีลักษณะโครงสร้างเนื้อหาแบบสหวิทยาการได้ นำไปสู่แนวคิดในการพัฒนากระบวนการในการนำทางความรู้ เพื่อนำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้น และเข้าถึงทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ให้สอดคล้องตามความต้องการของผู้สืบค้น อีกทั้งสนับสนุนการศึกษา ค้นคว้า และพัฒนาการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

## 2.2 การนำทางความรู้

แนวคิดของการนำทางความรู้ถูกนำเสนอขึ้นครั้งแรกโดย จอห์น สคูลเลย์ (John Sculley) ผู้บริหารระดับสูงของบริษัทแอปเปิลคอมพิวเตอร์ โดยกล่าวถึง ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า “โนวเลจจ์ เนวิกเกเตอร์” (Knowledge Navigator) ซึ่งทำหน้าที่เป็นเลขานุการอิเล็กทรอนิกส์ช่วยจัดการงานต่าง ๆ เช่น การจัดการตารางเวลาของผู้ใช้ (Matsumura, Ohsawa and Ishizuka, 2001, p.259) จาก

แนวคิดดังกล่าว ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการวิจัยต่าง ๆ โดยปรากฏในลักษณะของซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการช่วยค้นหา นำเสนอหรือตอบคำถามแก่ผู้ใช้

### 2.2.1 นิยามของการนำทางความรู้

มัทชิมูระ โอซาวาและอิชิซูกะ (Matsumura, Ohsawa and Ishizuka, 2001, p.259) ได้ให้คำจำกัดความของการนำทางความรู้ โดยกล่าวว่า ระบบนำทางความรู้เป็นส่วนหนึ่งของซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการตอบคำถามของผู้ใช้งาน ซึ่งคำถามนั้นสามารถเป็นได้ทั้งในลักษณะของชุดคำถาม หรือประโยคคำถาม

กยู เหยา หวังและหวัง (Qiu, Yao, Wang and Wang, 2006, p.586) ระบุถึงลักษณะของการนำทางความรู้ โดยกล่าวว่า การนำทางความรู้เป็นการนำไปสู่ความรู้ด้วยการสร้างเครือข่ายของความรู้ นำเสนอความรู้ที่มีและเชื่อมโยงไปยังแหล่งทรัพยากรสารสนเทศที่จะช่วยให้ผู้ใช้ได้รับความรู้นั้น ๆ

เลอคาร์ค อูแอดและคีฮาดี (Le-Khac, Aouad and Kechadi, 2007, p.69) การนำทางความรู้ เป็นกระบวนการซึ่งทำหน้าที่ในการชี้แนะให้ผู้ใช้งานที่ยังไม่สามารถระบุถึงความรู้ที่ต้องการได้อย่างแท้จริง สามารถกำหนดหรือเข้าถึงความรู้ที่ต้องการได้

จากคำจำกัดความข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่า การนำทางความรู้ คือ กระบวนการหรือซอฟต์แวร์ลักษณะหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการค้นคืน ชี้นำหรือหาคำตอบให้แก่ผู้ใช้งานโดยการสร้างเครือข่ายของความรู้ที่จะช่วยให้ผู้ใช้ระบุถึงความรู้ที่ต้องการ หรือเข้าถึงแหล่งทรัพยากรสารสนเทศที่สอดคล้องกับความรู้ที่ผู้ใช้งานต้องการได้

### 2.2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำทางความรู้

จากการศึกษาปรากฏงานวิจัยที่ได้้นำแนวคิดของการนำทางความรู้มาประยุกต์ใช้อาทิ

บาร์เลตตาและคลาซซ์ (Barletta and Klahr, 1997, pp.9-14) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการนำทางความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทางธุรกิจ เช่น การวิเคราะห์ปัญหาของผู้ใช้งาน การจัดหาสินค้าให้สอดคล้องตามความต้องการของผู้บริโภค เป็นต้น ซึ่งกระบวนการพัฒนามีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่

- 1) ส่วนการผลิตความรู้ (Knowledge factory) ทำหน้าที่ในการสร้าง ตรวจสอบ บำรุงรักษา และขยายความรู้
- 2) ส่วนการนำทางความรู้ (Knowledge navigation) ทำหน้าที่เข้าถึงและค้นคืนความรู้

3) ส่วนการจัดเก็บความรู้ (Knowledge repository) ทำหน้าที่เป็นแหล่งจัดเก็บความรู้

โดย บาร์เล็ตตาและคลาซซ์ ได้จัดแบ่งความรู้เป็น 5 ลักษณะเพื่อการจัดเก็บไว้ในส่วนการจัดเก็บความรู้ ได้แก่

1) ความรู้โดยอัตโนมัติ (Automated knowledge) ความรู้ในระดับสูงที่มาจากทักษะเฉพาะ มักปรากฏในลักษณะของกฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขต่าง ๆ

2) ผลเฉลยหรือคำตอบ (Solution, Answers) ความรู้ที่ถูกลำเสนอในลักษณะของสถานการณ์ และคำตอบหรือขั้นตอนในการแก้ไขสถานการณ์นั้น ๆ

3) โครงสร้างฐานข้อมูล (Structured database) ระบบฐานข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีโครงสร้างและใช้เพื่อแหล่งข้อมูลเบื้องต้นเพื่อการแก้ปัญหาทางธุรกิจ

4) ข้อมูลส่วนบุคคลและเฉพาะองค์กร (Personal & Corporate libraries) แหล่งทรัพยากรสารสนเทศเฉพาะของหน่วยงานที่จัดเก็บทั้งในรูปแบบของเอกสารการดำเนินการ หนังสือคู่มือต่าง ๆ เป็นต้น

5) ข้อมูลสาธารณะและแหล่งข้อมูลที่บอกรับ (Public domain & Subscription source) แหล่งทรัพยากรสารสนเทศสาธารณะ อาทิ ข้อมูลบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือข่าวสารและบริการต่าง ๆ ที่หน่วยงานบอกรับ

ซึ่งผลการวิจัยของ บาร์เล็ตตาและคลาซซ์ ได้ให้ข้อสรุปว่า กระบวนการวิจัยข้างต้น ที่ทำการวิเคราะห์ จำแนกและจัดเก็บความรู้จากแหล่งความรู้ในหลากหลายรูปแบบ ตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏ ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและนำความรู้มาใช้แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ไมค์และเจโรน (Mike and Jeroen, 1999, pp.13-32) พัฒนาระบบนำทางความรู้ในการสืบค้นทรัพยากรสารสนเทศของสมาพันธ์ห้องสมุดดิจิทัล โดยการจัดทำเครือข่ายของแนวคิด (Concept network) จากการวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ โดยดำเนินการวิเคราะห์จาก

1) คำกรรณีย์

2) กลุ่มของคำกรรณีย์ที่มีการปรากฏขึ้นร่วมกัน (Vocabulary)

3) รายการศัพท์สัมพันธ์ ซึ่งอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ต่อคำศัพท์

4) ออนโทโลยี อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ต่อแนวคิด

5) เครือข่ายของแนวคิดต่าง ๆ (Conceptual network) อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่อแนวคิด

ระบบที่จัดทำขึ้นสนับสนุนให้ผู้ใช้งานสามารถการสืบค้น (Searching) ด้วยคำสำคัญ และค้นหาผ่านกลุ่มหัวข้อเรื่อง (Browsing) จากแนวคิดที่ได้รับการวิเคราะห์ในลักษณะความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น

ซึ่งผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยระบุว่า การนำทางความรู้ที่นำเสนอแนะสามารถตอบสนองผู้ใช้งานในลักษณะเช่นเดียวกับการสืบค้นที่มีผู้เชี่ยวชาญช่วยเหลือ อีกทั้งรองรับการสืบค้นและค้นหาเอกสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

มัทซึมูระ โอซาวาและอิชิซูกะ (Matsumura, Ohsawa and Ishizuka, 2001, pp.258-270) พัฒนาระบบนำทางความรู้มีชื่อว่า “แม็คลอด” (MACLOD : Map of Complementary Links of Documents) ใช้กระบวนการค้นคืนแบบจัดกลุ่ม (Combination retrieval) โดยคัดเลือกเอกสารให้มีจำนวนน้อยและครอบคลุมคำค้นให้มากที่สุด โดยนำเสนอตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของระบบดังนี้

- 1) กำหนด  $Q_g =$  “Does alcohol cause a liver cancer ?”
- 2) ได้ชุดคำ  $G = \{\text{alcohol, liver, cancer}\}$  จาก  $Q_g$
- 3) จากชุดเอกสารในระบบ  $C_{doc}$  เอกสารที่  $D_1, D_2$  และ  $D_3$  ถูกเลือกขึ้นเนื่องจากประกอบด้วยคำสำคัญใน  $G$  ดังนี้

alcohol :- cirrhosis, cell, disease,  $D_1$

liver :- cirrhosis, cell, disease,  $D_1$

alcohol :- marijuana, drug, health,  $D_2$

liver :- marijuana, drug, health,  $D_2$

alcohol :- cell, disease, organ,  $D_3$

cancer :- cell, disease, organ,  $D_3$

- 4) คัดเลือกโดยจัดกลุ่มของเอกสารที่มีจำนวนน้อยที่สุดและครอบคลุมคำค้นให้มากที่สุด

$$S = \{D_1, D_3\} \text{ และ } K = \{\text{cirrhosis, cell, disease, organ}\}$$

สามารถอธิบายได้ว่า ผู้ใช้งานควรศึกษาเอกสาร  $D_1$  และ  $D_3$  เนื่องจากมีกลุ่มคำ “cirrhosis” “cell” “disease” และ “organ” ซึ่งเป็นคำที่เกี่ยวข้องกับคำค้น “alcohol” “liver” และ “cancer” อย่างครบถ้วนและมีจำนวนเอกสารและคำที่เกี่ยวข้องที่น้อยกว่า ชุดเอกสาร  $D_2$  และ  $D_3$  ซึ่งมีคำที่เกี่ยวข้อง “marijuana” “drug” “health” “cell” “disease” และ “organ”

- 5) นำเสนอชุดเอกสารและข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกคัดเลือกแล้ว



งานวิจัยของ มัทชีมูระ โอซาวาและอิชิซูกะ ได้นำเสนอถึงระบบการนำทางความรู้ซึ่งดำเนินการด้วยการประมวลผลเชิงตัวเลข และนำเสนอผลการวิจัยโดยการเปรียบเทียบกับระบบสืบค้นสารสนเทศที่มีชื่อว่า “วีแฟลค” (VFAQ : Vector-based FAQ-finder) ซึ่งผลปรากฏว่า การค้นคืนของระบบแม้คลอດให้จำนวนเอกสารที่ต้องศึกษาน้อยกว่าระบบวีแฟลค จากจำนวนชุดคำค้นเดียวกัน

วู ลิว ชาง ชางและลี (Wu, Liu, Chang, Chang and Li, 2006, pp.427-428) ได้นำเสนอระบบนำทางความรู้ส่วนบุคคล (Personalized knowledge navigation service) ระบบดังกล่าวจะนำเสนอแหล่งสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ โดยอาศัยการประมวลผลจากข้อมูลผลทดสอบต่าง ๆ ของผู้เรียน ได้แก่ ผลการสอบก่อนเรียน (Pre-test) หรือผลการสอบกลางภาค (Midterm) และผลการประเมินตนเอง เพื่อวัดพื้นฐานความรู้ที่มีของผู้เรียน และหาความสัมพันธ์กับโครงสร้างความรู้ของทรัพยากรสารสนเทศ โดยโครงสร้างความรู้ดังกล่าว จำแนกตามระดับพฤติกรรมทางสมอง (Cognitive domain) ของนักจิตวิทยาทางการศึกษา เบนจามิน บลูม แบ่งเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินค่า และการคิดสร้างสรรค์ และนำเสนอแนวทางการศึกษาเอกสารแก่ผู้ใช้งานในลักษณะของแผนภาพที่บอกถึงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างความรู้ในทรัพยากรสารสนเทศกับผลการทดสอบต่าง ๆ ของผู้เรียน

การวิเคราะห์ผลการวิจัยของ วู ลิว ชาง ชางและลี ใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้งาน ซึ่งผลการวิจัยบ่งชี้ว่า ระบบที่นำเสนอดังกล่าวมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับนักศึกษาในการศึกษาและเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างไรก็ตามควรปรับปรุงการตรวจสอบพื้นฐานความรู้ของผู้ใช้งานแต่ละบุคคลให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เนื่องจากระดับความรู้ของบุคคลมีการเปลี่ยนแปลงจากกระบวนการในการเรียนรู้อยู่เสมอ

วูและหวัง (Wu and Wang, 2007, pp.340-349) ใช้แนวทางในการนำทางความรู้เพื่อสนับสนุนการให้บริการด้านลูกค้าสัมพันธ์ ซึ่งจะนำทางความรู้ตามประเภทของความรู้ โดยการใช้แผนที่หัวข้อ (Topic map) สำหรับนำทางความรู้แบบชัดแจ้ง (Explicit knowledge) และใช้การวิเคราะห์เครือข่ายสังคม (Social network analysis) สำหรับนำทางความรู้โดยนัย (Tacit knowledge) โดยแผนที่หัวข้อเป็นเทคโนโลยีมาตรฐานหนึ่ง ซึ่งใช้ในการแสดงโครงสร้างความรู้ (Knowledge structure) พัฒนามาจากหลักการพื้นฐานของการจัดทำดัชนี อภิธานศัพท์ (Glossary) และรายการศัพท์สัมพันธ์ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการค้นหาข้อมูล โดยมีโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ หัวข้อ (Topic) แหล่งที่ปรากฏ (Occurrence) และความสัมพันธ์ร่วมกัน (Association) (Pepper, 2008, pp.7-14)

การวิจัยของ วุและหวัง ดำเนินการใน 2 ส่วน ดังนี้

1) แผนที่หัวข้อ ส่วนของการจัดเก็บความรู้จากคำติชมเกี่ยวกับการบริการต่าง ๆ จากผู้ใช้งาน โดยการคัดสรรและจัดเก็บหัวข้อต่าง ๆ ตามบริการที่มีของบริษัท

2) การวิเคราะห์เครือข่ายสังคม เป็นส่วนของการแสดงถึงความสัมพันธ์และความเชี่ยวชาญต่าง ๆ ระหว่างบุคลากรภายในบริษัทในส่วนงานต่าง ๆ เพื่อช่วยส่งเสริมให้สามารถจัดกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญในการช่วยแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยของ วุและหวัง โดยการสืบค้นคำติชมตามแผนที่หัวข้อ ให้ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) ที่ระดับ 84.64% และ 69.68% ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพของระบบในระดับที่สูง ในส่วนของการวิเคราะห์เครือข่ายสังคม วุและหวัง ได้นำเสนอผลในด้านของความคงที่ในการรวมกลุ่ม (Stability) ความมีบทบาทสำคัญต่อองค์กร (Weight) และความพึงพอใจที่มีต่อบุคลากรในกลุ่ม (Satisfaction) ผลการวิจัยพบว่า สามารถจัดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่มีบทบาทสำคัญในการแก้ปัญหขององค์กรได้ดี กลุ่มผู้เชี่ยวชาญมีความพึงพอใจในการทำงานร่วมกันในระดับดี อย่างไรก็ตาม ความคงที่ในการรวมกลุ่มอยู่ในระดับที่ต่ำ

จากงานวิจัยที่ได้กล่าวถึงในข้างต้น แสดงให้เห็นถึงรูปแบบที่หลากหลายของกระบวนการในการนำทางความรู้ โดยงานวิจัยที่กล่าวมานั้นต่างมุ่งเน้นและส่งเสริมให้ผู้ที่ต้องการความรู้ เข้าถึง และนำเสนอแหล่งความรู้ที่เหมาะสมเพื่อการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยวิธีการต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการพัฒนาระบบนำทางความรู้ อาทิ วิธีการเปรียบเทียบและค้นหาข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม เทคนิคการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงความหมาย และการกำหนดน้ำหนักความสำคัญซึ่งอาจอาศัยกระบวนการกำหนดน้ำหนักของคำตรรกะ หรือรูปแบบโมเดลการสืบค้น เป็นต้น

### 2.3 การเปรียบเทียบและค้นหาข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม

การค้นหาหรือเปรียบเทียบการปรากฏขึ้นของข้อมูลที่ต้องการค้นในข้อมูลอีกชุดหนึ่งนั้น เป็นประเด็นปัญหาที่มักพบในงานด้านการประมวลผลข้อความ (Text processing) นักวิชาการหลายท่านได้พัฒนาขั้นตอนวิธี (Algorithm) ต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบ จับคู่หรือวัดระดับความคล้ายคลึงกันของข้อมูลไว้หลายวิธี สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

- การจับคู่แบบเหมือนกันทั้งหมด (Exact string matching)
- การจับคู่แบบเหมือนกันโดยประมาณ (Approximate string matching) หรือการค้นหาแบบคลุมเครือ (Fuzzy string searching)

การจับคู่แบบเหมือนกันทั้งหมดนั้น จะดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพในกรณีที่ข้อมูลต้นฉบับและข้อมูลที่ต้องการเปรียบเทียบมีการพิมพ์ที่ถูกต้องในทุกตัวอักษร (Baase and Gelder, 2000, pp.504-508) ในกรณีที่ข้อความที่ต้องการเปรียบเทียบอาจมีการพิมพ์ที่ผิดพลาด หรือมีรูปแบบคำเอกพจน์ พหูพจน์ การจับคู่แบบเหมือนกันทั้งหมดนั้นไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการจับคู่แบบเหมือนกันโดยประมาณจึงเป็นขั้นตอนวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของข้อมูลในลักษณะดังกล่าว

### 2.3.1 เทคนิคเอ็นแกรมและลักษณะของเทคนิคเอ็นแกรม

เทคนิคเอ็นแกรมเป็นเทคนิคหนึ่งในการจับคู่แบบเหมือนกันโดยประมาณที่ได้รับความนิยมมาก (Frakes and Baeza-Yates, 1992 อ้างถึงใน Porter and Winkler, 1997, p.192) เทคนิคดังกล่าว มีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่สูง และสามารถทำงานได้ดีกับข้อมูลที่มีลักษณะการพิมพ์ที่ผิดพลาด จึงถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายโดยนักวิชาการที่ทำงานด้านกระบวนการค้นคืนสารสนเทศ

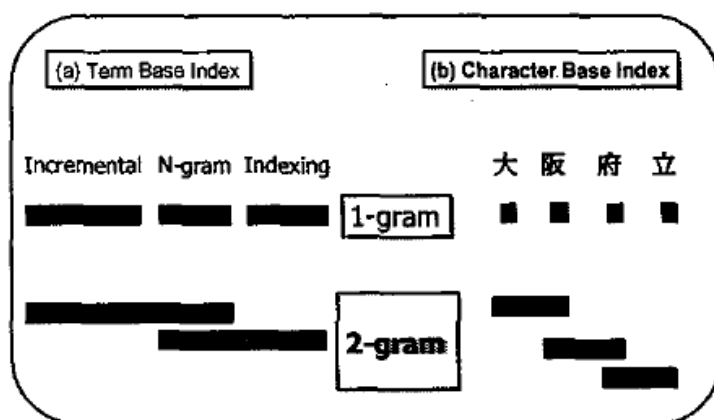
โทโมวิก เจนิซิกและคีเซลจ์ (Tomovic, Janicic and Keselj, 2006, pp.138-139) เอลเบอริชีและแอลโจฮาร์ (Elberrichi and Aljohar, 2007, pp.27-28) และ ซานาน รามมอลและซีริก (Sanan, Rammal and Zreik, 2008, pp.160-161) ระบุถึงจุดเด่นของเทคนิคเอ็นแกรม ไว้ดังนี้

- มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายและสามารถประยุกต์ใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือที่ไม่ใช่ตัวอักษร
- มีประสิทธิภาพในการระบุข้อความที่เป็นรากของคำศัพท์
- ไม่ขึ้นกับลักษณะไวยากรณ์ของภาษา เช่น คำเอกพจน์หรือพหูพจน์ การแบ่งเพศชาย-หญิงของคำศัพท์ในบางภาษา หรือศัพท์ต่าง ๆ กันที่มีพื้นฐานมาจากศัพท์คำเดียวกัน เป็นต้น
- สามารถแก้ปัญหาในรูปแบบการเขียนที่ไม่ถูกต้อง เช่น การสะกดคำหรือการเขียนเว้นวรรคที่ผิดรูปแบบ

โทโมวิกและเจนิซิก (Tomovic and Janicic, 2007, pp.410-411) ระบุว่า เทคนิคเอ็นแกรมสามารถประยุกต์ใช้ในหลายลักษณะ อาทิ การบีบอัดข้อความ (Text compression) การตรวจสอบและแก้ไขการสะกดคำ (Spelling error detection and correction) การค้นคืนสารสนเทศ (Information retrieval) การจัดหมวดหมู่อัตโนมัติ (Automatic text categorization) การค้นหาความคล้ายคลึงของหัวข้อระหว่างเอกสาร (Finding topical similarity between documents) การประมวลผลด้านภูมิคุ้มกันในร่างกาย (Computational immunology) นอกจากนี้ ยังมีการประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่ไม่อยู่ในรูปของข้อความ เช่น ตัวแทนเสียงดนตรี (Music representation) วิเคราะห์ลำดับ

โครงสร้างยีนต์ (Analysis of whole-genome protein sequences) การแบ่งหมวดหมู่และวิวัฒนาการทางโครงสร้างของโปรตีน (Protein classification and phylogenetic tree reconstruction) เป็นต้น

เทคนิคเอ็นแกรมอาศัยกระบวนการประมวลผลตรรกะจากการแบ่งกลุ่มของคำหรือข้อความตามขนาดที่กำหนด ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) ซึ่งเทคนิคเอ็นแกรมนั้นสามารถจัดกระทำได้ใน 2 ลักษณะ คือ แบ่งกลุ่มคำเป็นฐาน (Term-based index) และแบ่งกลุ่มอักษรเป็นฐาน (Character-based index) (Chu, 2003, pp.64-65; Yamamoto, Ohmi and Tsuji, 2003, p.4852) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม (Yamamoto et al., 2003, p.4852)

ซอลตัน (Salton, 1988, quoted in Salton, 1989, pp.425-470) ได้ระบุว่า การเลือกใช้เทคนิคเอ็นแกรมในลักษณะของไบแกรม (Bigrams) ( $n = 2$ ) และไตรแกรม (Trigrams) ( $n = 3$ ) เป็นขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการค้นคืนคำที่มีความคล้ายคลึง ส่วนการใช้ยูนิแกรม (Unigrams) ( $n = 1$ ) จะให้ผลการค้นคืนมากเกินไปและไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างได้ในขณะที่การกำหนดให้  $n$  มีขนาดที่ยาวเกินไป ( $n \geq 4$ ) จะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดได้มากกว่าสำหรับคำที่มีขนาดสั้น

### 2.3.1.1 วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลตามเทคนิคเอ็นแกรม

เทคนิคเอ็นแกรมเป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำชุดข้อมูลที่มีการซ้อนทับกัน (Overlapping) จากชุดข้อมูลหลักที่ต้องการ เช่น

กำหนดให้  $n = 2$  คำว่า method = {me, et, th, ho, od}

$n = 3$  คำว่า method = {met, eth, tho, hod}

จากลักษณะการแบ่งกลุ่มข้อมูลตามลักษณะข้างต้น ไพพ์เฟอร์ พอร์ชและฟุเออร์ (Pfeifer, Poersch and Fuhr, 1995, pp. 262-263) ได้นำเสนออีกวิธีการหนึ่งในการแบ่งกลุ่ม

ข้อมูล โดยเพิ่มช่องว่าง (blank) ไว้ที่ส่วนหัวและท้ายของคำ เช่น method = { \_m, me, et, th, ho, od, d\_ } ซึ่งเป็นการเพิ่มจำนวนข้อมูลเพื่อการเปรียบเทียบส่งผลให้มีค่าความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะในกรณีที่ข้อมูลมีขนาดสั้น อย่างไรก็ตาม ลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อการใช้พื้นที่หน่วยความจำและระยะเวลาในการคำนวณที่เพิ่มขึ้น

### 2.3.1.2 ขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูลด้วยเทคนิคเอ็นแกรม

1. กำหนดให้  $N_1$  และ  $N_2$  เป็นข้อความที่ต้องการเปรียบเทียบ
2. กำหนดค่า  $\varepsilon$  เพื่อใช้เป็นระดับกั้น (Thresholds)
3. สร้างชุดข้อมูลจาก  $N_1$  และ  $N_2$  ตามขนาด  $n$  ที่กำหนด ( $n = 1, 2, 3, \dots$ )
4. หาค่าความคล้ายคลึงระหว่าง  $N_1$  และ  $N_2$  โดยการหาค่ารีเซมบลานซ์

(Resemblance value) ดังสูตร

$$r_w(N_i, N_j) = \frac{|S(N_i, w) \cap S(N_j, w)|}{|S(N_i, w) \cup S(N_j, w)|} \in [0, 1] \quad (\text{Broder, 1997, p.23})$$

เมื่อ  $r$  แทน ระดับความคล้ายคลึงระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ชุด

$w$  แทน ขนาด  $n$  ที่กำหนด

$S(N_k, w)$  แทน ชุดข้อมูลที่ของ  $N_k$  ตามขนาด  $w$

$|S|$  แทน จำนวนสมาชิกของข้อมูล

5. นำค่า  $r$  ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า  $\varepsilon$  โดยพิจารณา ดังนี้

ถ้า  $r \geq \varepsilon$  หมายถึง  $N_1$  เป็นข้อมูลชุดเดียวกับ  $N_2$

ถ้า  $r < \varepsilon$  หมายถึง  $N_1$  เป็นข้อมูลต่างชุดกับ  $N_2$

ในขั้นตอนที่ 4 สามารถใช้สูตรอื่น ๆ อาทิ แจ็คการ์ด-นิตแฮม (Jaccard-Needham), ไดซ์ (Dice), คอร์รีเลชัน (Correlation), ยูล (Yule), โรเจอร์-ทานิโมโตะ (Rogers-Tanimoto) เป็นต้น ซึ่งสูตรต่าง ๆ ที่สามารถใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลได้ถูกนำเสนอในงานวิจัยของ ชอย ชาและชาร์ลส์ (Choi, Cha and Charles, 2010, pp.44-45) ลอเรนโค โลโบและบาเคา (Lourenco, Lobo and Bacao, 2004, pp.6-7) โมเนฟ (Monev, 2004, p.12) และ ชางและซาร์เกอร์ (Zhang and Sargur, www, n.d., pp.2-3)

### 2.3.2 งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรม

จากการศึกษาวิจัยหลายฉบับที่นำเอาเทคนิคเอ็นแกรมมาประยุกต์ใช้ แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานของเทคนิคเอ็นแกรม อาทิ

มูस्ताฟาและอัล-ราไดเดห์ (Mustafa and Al-Radaideh, 2004, pp.1002-1007) ใช้เทคนิคเอ็นแกรมในการค้นหารากศัพท์ของภาษาอาหรับ ซึ่งกระบวนการในการค้นหารากศัพท์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

- แอฟฟิกซ์รีมูฟวอลล์ สเต็มมิง (Affix-removal stemming) เป็นการกำจัดกลุ่มอักษรที่เป็นคำอุปสรรคออกจากคำค้น
- สตริงซิมิลาริตีเมเชอร์ (String similarity measures) เป็นการวัดค่าระดับความคล้ายคลึงกันระหว่างคำที่ต้องการเทียบกับคำค้น
- ซัคเซสเซอร์วาไรตี้เคาน์ (Successor variety counts) เป็นการนับจำนวนตัวอักษรสูงสุดที่จะทำให้คำดังกล่าวสมบูรณ์

มูस्ताฟาและอัล-ราไดเดห์ ได้ระบุว่า เทคนิคเอ็นแกรมจัดอยู่ในลักษณะของสตริงซิมิลาริตีเมเชอร์ (String similarity measures) ซึ่งมีคุณสมบัติที่เด่นที่เหนือกว่าลักษณะแอฟฟิกซ์รีมูฟวอลล์ สเต็มมิง (Affix-removal stemming) หรือซัคเซสเซอร์วาไรตี้เคาน์ (Successor variety counts) ในแง่ของความคงทนต่อรูปแบบการเขียนที่หลากหลายหรือการสะกดคำผิด ในกระบวนการวิจัย มูस्ताฟาและอัล-ราไดเดห์ได้จัดทำฐานข้อมูลจากบทความตัวอย่างขนาด 6,000 คำ ในลักษณะของไบแกรมและไตรแกรม ทำการเปรียบเทียบรายการคำค้นจำนวน 50 รายการกับคำในฐานข้อมูล โดยการหาค่าความคล้ายคลึงกันระหว่างชุดข้อมูล โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์ของไดซ์ (Dice's coefficient) เทียบกับค่าเกณฑ์ระดับต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น

ผลการวิจัยของ มูस्ताฟาและอัล-ราไดเดห์ นำเสนอประสิทธิภาพการทำงานในด้านความแม่นยำและค่าความระลึกลับของไบแกรมและไตรแกรม ทำการเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ที่กำหนดในระดับ 0.4 0.5 0.6 0.7 และ 0.8 ซึ่งผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเลือกใช้เกณฑ์ที่ระดับ 0.6 ได้ค่าระดับความแม่นยำและค่าความระลึกลับที่สูง ส่วนผลจากขนาดของเทคนิคเอ็นแกรม พบว่า ไบแกรมให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกลับโดยเฉลี่ยที่ 0.66 และ 0.62 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าไตรแกรมที่ให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกลับโดยเฉลี่ยที่ 0.47 และ 0.44 ตามลำดับ

ครีแซต (Khreisat, 2006, pp.78-82) ใช้เทคนิคเอ็นแกรมในการจัดหมวดหมู่ของบทความภาษาอาหรับ ซึ่งการจัดหมวดหมู่จะช่วยให้สามารถเข้าถึงกลุ่มข้อมูลที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดหมวดหมู่ของงานวิจัยนี้ อาศัยวิธีทางสถิติในเรื่องความถี่ของเทคนิคเอ็นแกรม (n-gram frequency statistics) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการวัดค่าความคล้ายคลึงกันของข้อมูลด้วยวิธี สัมประสิทธิ์ของไดซ์ และวิธีวัดระยะห่างของแมนฮัตตัน (Manhattan distance) และใช้แหล่งข้อมูลจากคลังข้อมูลหนังสือพิมพ์ออนไลน์ภาษาอาหรับ โดยร้อยละ 40 ของข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำมาเป็นกลุ่มข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ของระบบ (Training class)

ผลการวิจัยของ ครีแซต พบว่า เทคนิคเอ็นแกรมสามารถใช้ในการจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้เป็นอย่างดีในกรณีที่มีเพิ่มข้อมูลมีขนาดใหญ่ (ในกลุ่มของข้อมูลด้านกีฬา และข้อมูลด้านเศรษฐกิจ) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการจัดหมวดหมู่ พบว่า วิธีสัมประสิทธิ์ของโคซ์ ให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกละ 1.00 ทั้งสองค่า ซึ่งให้ประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีวัดระยะห่างของแมนฮัตตัน ที่ให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกละ 0.93 และ 0.88 ตามลำดับ

สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย และศิวาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย (2552, หน้า 307-312) ได้พัฒนาระบบสืบค้นสารสนเทศโดยใช้เทคนิคเอ็นแกรม เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยระบุว่า สิ่งที่เป็นพื้นฐานในการสืบค้น คือ “หน่วยคำ” การหาขอบเขตของคำในภาษาไทยนั้นกระทำยากเนื่องจากไม่มีการใช้ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ใด ๆ ในการแบ่งคำภายในประโยค จากปัญหาดังกล่าว สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย และศิวาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย จึงได้ประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรมร่วมกับเทคนิคการจัดทำฐานข้อมูลวรรณคดี ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบด้วยค่าความแม่นยำและค่าความระลึกละ โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้นต้องมีค่าความระลึกละมากกว่าร้อยละ 60 และนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับผู้ใช้ทั้งหมดไปจำนวน 30 คน

ผลการวิจัยของ สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย และศิวาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย พบว่า ประสิทธิภาพของระบบในด้านค่าความระลึกละโดยเฉลี่ยที่ร้อยละ 78 และค่าเฉลี่ยความแม่นยำโดยเฉลี่ยที่ร้อยละ 78 เมื่อเทียบตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ข้างต้น ระบบดังกล่าวให้ประสิทธิภาพในการสืบค้นที่สูง

บารร์อน-เซเดโนและรอสโซ (Barron-Cedeno and Rosso, 2009, pp.696-700) นำเสนอประสิทธิภาพของเทคนิคเอ็นแกรมในการค้นหาการลอกเลียนบทความ โดยมุ่งทดสอบกับข้อมูลในกรณีการลอกเลียนโดยมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของตำแหน่งของข้อความ หรือการใช้คำที่พ้องความหมาย เป็นกรณีที่สามารถตรวจสอบการลอกเลียนแบบได้ยาก ซึ่งบารร์อน-เซเดโนและรอสโซได้ทดสอบเทคนิคเอ็นแกรม ในระบบที่ใช้ตรวจสอบการลอกเลียนบทความ 2 ระบบ ได้แก่ เฟอร์เรต์ (Ferret) และ พีพีเช็คเกอร์ (PPChecker)

การวิจัยของ บารร์อน-เซเดโนและรอสโซ ได้ทำการทดสอบกับเทคนิคเอ็นแกรมขนาดต่าง ๆ ( $n = 1, 2, 3, 4, 5$ ) ซึ่งผลปรากฏว่า การใช้เทคนิคเอ็นแกรมขนาด 2 ตัวอักษรหรือ 3 ตัวอักษรให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบในระดับที่สูงที่สุด โดยการใช้โปรแกรมให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกละที่ 0.73 และ 0.64 ส่วนการใช้โปรแกรมให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกละที่ 0.74 และ 0.60

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคเอ็นแกรม สามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายลักษณะทั้งในด้านของการสืบค้นหรือการจัดหมวดหมู่ข้อมูล แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการทำงานของเทคนิคเอ็นแกรม ซึ่งงานวิจัยหลายฉบับชี้ให้เห็นว่าการเลือกใช้เทคนิคเอ็นแกรม ขนาด 2 หรือ 3 ตัวอักษร สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกระดับสูง

## 2.4 เทคนิคการตรวจสอบความสัมพันธ์เชิงความหมาย

การวัดความสัมพันธ์เชิงความหมาย (Semantic relatedness) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งช่วยให้การสกัดข้อมูลที่มีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากรความสัมพันธ์ทางความหมายที่แฝงอยู่ระหว่างข้อมูลหรือแนวคิด การหาความสัมพันธ์เชิงความหมายโดยวิธีทางสถิติได้มีการนำเสนอไว้หลายวิธี เช่น วิธีมิวชวลอินฟอร์เมชัน (Mutual information) วิธีพอยท์ไวส์มิวชวลอินฟอร์เมชัน (Pointwise mutual information) หรือวิธีไค-สแควร์ (Chi-square) เป็นต้น

### 2.4.1 วิธีมิวชวลอินฟอร์เมชัน

วิธีมิวชวลอินฟอร์เมชัน เป็นวิธีการซึ่งอาศัยหลักการทางทฤษฎีความน่าจะเป็น โดยพิจารณาจากอัตราส่วนการเกิดขึ้นร่วมกันของชุดข้อมูล 2 ชุด (Chakrabarti, 2003, pp.139-141) ดังนี้

$$MI(X;Y) = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} \Pr(x, y) \log_2 \left( \frac{\Pr(x, y)}{\Pr(x) \Pr(y)} \right)$$

เมื่อ  $MI$  แทน ระดับความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างข้อมูลทั้ง 2 ชุด

$\Pr(x), \Pr(y)$  แทน ค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏขึ้นของ  $x$  หรือ  $y$

$\Pr(x, y)$  แทน ค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏขึ้นร่วมกันของ  $x$  และ  $y$

ในการพิจารณาค่า  $MI$  ที่คำนวณได้ หากใกล้เคียงกับ 0 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองชุดนั้นมีความสัมพันธ์เชิงความหมายในระดับต่ำหรือไม่มีความเกี่ยวข้องกัน ในทางกลับกันหากค่าที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับ 1 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองชุดมีความสัมพันธ์เชิงความหมายในระดับที่สูง

### 2.4.2 วิธีพอยท์ไวส์มิวชวลอินฟอร์เมชัน

วิธีพอยท์ไวส์มิวชวลอินฟอร์เมชันเป็นลักษณะเฉพาะหนึ่งของวิธีมิวชวลอินฟอร์เมชัน ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างคำต่อคำ โดยใช้หลักการคำนวณพื้นฐานเช่นเดียวกับมิวชวลอินฟอร์เมชัน (Mihalcea, Corley and Strapparava, 2006, pp.776-777; Turney, 2001, pp.492-494) ซึ่งใช้ในการพิจารณาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล ดังนี้



$$PMI(x, y) = \log_2 \left( \frac{\Pr(x, y)}{\Pr(x)\Pr(y)} \right)$$

เมื่อ  $PMI$  แทน ระดับความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างข้อมูล 2 ตัว  
 $\Pr(x), \Pr(y)$  แทน ค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏขึ้นของ  $x$  หรือ  $y$   
 $\Pr(x, y)$  แทน ค่าความน่าจะเป็นในการปรากฏขึ้นร่วมกันของ  $x$  และ  $y$   
 ค่า  $PMI$  ที่คำนวณได้สามารถมีค่าทั้งในทางบวกและทางลบ การพิจารณาค่า  $PMI$

ดังกล่าว ดำเนินการในลักษณะเดียวกับค่า  $MI$  ซึ่งค่าที่ต่ำกว่า 0 จะมีความสัมพันธ์เชิงความหมายในระดับที่ต่ำ ในทางกลับกันหากค่าที่ได้มีค่ามากกว่า 0 จะมีความสัมพันธ์เชิงความหมายในระดับที่สูง

วิธีพอยท์ไวส์มิววลอินฟอร์เมชันนี้ได้รับความนิยมและถูกนำมาพัฒนา โดยประยุกต์ใช้กับข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมค้นหา (Bollegala, Matsuo and Ishizuka, 2007, p.759) เรียกว่า วิธีเว็บพอยท์ไวส์มิววลอินฟอร์เมชัน (Web-Pointwise Mutual Information) โดยมีสูตร ดังนี้

$$WebPMI(x, y) = \log_2 \left( \frac{hits(x \& y) / N}{(hits(x) / N)(hits(y) / N)} \right)$$

เมื่อ  $WebPMI$  แทน ระดับความสัมพันธ์เชิงความหมายระหว่างข้อมูล 2 ตัว  
 $hits(x), hits(y)$  แทน จำนวนของหน้าเว็บไซต์ที่ปรากฏขึ้นของ  $x$  หรือ  $y$   
 $hits(x \& y)$  แทน จำนวนของหน้าเว็บไซต์ที่มีปรากฏขึ้นร่วมกันของ  $x$  และ  $y$   
 $N$  แทน จำนวนของหน้าเว็บไซต์ทั้งหมดของเครื่องช่วยค้น

### 2.4.3 วิธีไค-สแควร์

มีสซูโอะ ซากากิ อุชิยามาและอิชิซูกะ (Matsuo, Sakaki, Uchiyama and Ishizuka, 2006, pp.542-550) ได้ประยุกต์ใช้สถิติไค-สแควร์ซึ่งเป็นสถิติทดสอบในการคัดเลือกคำที่มีความสัมพันธ์กันในเชิงความหมายจากข้อมูลของโปรแกรมค้นหา สามารถนำเสนอค่าในตารางการจร (Contingency table) ขนาด  $2 \times 2$  ดังนี้

	$y$	$\neg y$
$x$	$a$	$b$
$\neg x$	$c$	$d$

เมื่อ  $a$  แทน จำนวนของหน้าเว็บไซต์ที่มีปรากฏขึ้นร่วมกันของ  $x$  และ  $y$   
 $b$  แทน จำนวนของหน้าเว็บไซต์ที่ปรากฏขึ้นของ  $x$  แต่ไม่ปรากฏ  $y$   
 $c$  แทน จำนวนของหน้าเว็บไซต์ที่ปรากฏขึ้นของ  $y$  แต่ไม่ปรากฏ  $x$   
 $d$  แทน จำนวนของหน้าเว็บไซต์ที่ไม่ปรากฏขึ้นทั้ง  $x$  และ  $y$   
 จากข้อมูลในตารางข้างต้น นำมาคำนวณตามสูตร ดังนี้

$$\chi^2(x, y) = \frac{N \times (a \times d - b \times c)^2}{(a+b) \times (a+c) \times (b+d) \times (c+d)}, \quad N = a+b+c+d$$

จากค่าที่คำนวณได้นำไปเทียบกับค่าในตารางสถิติไค-สแควร์ หากค่าที่คำนวณได้สูงกว่าค่าในตาราง แสดงว่า ข้อมูล  $x$  และ  $y$  มีความสัมพันธ์กัน

## 2.5 การกำหนดลำดับความสำคัญ

การจัดลำดับความสำคัญของเอกสารอาศัยกระบวนการสำคัญ ได้แก่ การกำหนดน้ำหนักของคำตรรกณี (Term weight) และตัวแบบการสืบค้น (Retrieval model)

### 2.5.1 การกำหนดน้ำหนักของคำตรรกณี

สุธรรม อูมาแสงทองกุล (2541, หน้า 13-15) ได้ปริทัศน์วรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดทำตรรกณีแบบกำหนดน้ำหนัก ซึ่งการทำตรรกณีแบบกำหนดน้ำหนักจำแนกเป็น 2 ประเภทคือ

- 1) การกำหนดน้ำหนักในลักษณะการประเมินเชิงอัตวิสัย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหาเอกสาร
- 2) การกำหนดน้ำหนักโดยการคำนวณทางสถิติในลักษณะการเจงนับทางสถิติ เช่น การนับความถี่ของคำ เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังได้สรุปการใช้ตรรกณีแบบกำหนดน้ำหนักในระบบสืบค้นสารสนเทศ เมื่อจำแนกตามขั้นตอนของการจัดกระทำในระบบจัดเก็บและสืบค้นสารสนเทศ จะมีการใช้ในขั้นตอน ดังนี้

- 1) การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการทำตรรกณี
- 2) การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล
- 3) การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการแสดงผลข้อมูล ด้วยการเรียงลำดับผลลัพธ์ตาม

ค่าน้ำหนัก

### 2.5.1.1 การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการทำดรรรชนี

ฟอสเก็ตต์ (Foskett, 1996, pp.24-25) ได้เสนอการทำดรรรชนีเอกสารที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับสัตว์เลี้ยง ดังนี้

- ถ้าเนื้อหาโดยรวมเป็นเรื่องสัตว์เลี้ยง และเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับสุนัข ให้กำหนดน้ำหนักและค่าดรรรชนี เช่น สัตว์เลี้ยง 10/10, สุนัข 8/10
- ถ้าเนื้อหาเรื่องสุนัขไม่มากนัก ให้กำหนดน้ำหนักลดลง เช่น สัตว์เลี้ยง 10/10, สุนัข 2/10

แลนคาสเตอร์ (Lancaster, 1968 อ้างถึงใน สุธรรม อูมาแสงทองกุล, 2541, หน้า 14) เสนอตัวอย่างการใช้ค่าน้ำหนัก 3 ระดับ เช่น

- ดรรรชนี A B มีเนื้อหาสำคัญและเป็นเนื้อหาแกนกลาง ให้ค่าน้ำหนัก 3
- ดรรรชนี C D มีเนื้อหาสำคัญและไม่เป็นเนื้อหาแกนกลาง ให้ค่าน้ำหนัก 2
- ดรรรชนี E F มีเนื้อหาเป็นเนื้อหาประกอบ ให้ค่าน้ำหนัก 1

### 2.5.1.2 การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูล

แลนคาสเตอร์ (Lancaster, 2003, pp.186-189) แบ่งการสืบค้นตามค่าน้ำหนักเป็น 2 ชนิด ได้แก่

- การสืบค้นโดยกำหนดค่าน้ำหนักแก่คำค้นตามดรรรชนีที่กำหนดไว้ก่อน
- การสืบค้นโดยกำหนดค่าน้ำหนักแก่คำค้นโดยไม่จำเป็นต้องมีดรรรชนีกำหนดค่าน้ำหนักก่อน เช่น

คำสืบค้นที่ใช้	ค่าน้ำหนักที่ผู้สืบค้นกำหนด
A	10
B	10
C	2
D	2
E	1
F	1

ระบุค่าน้ำหนักรวมอย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 20 หรือระดับกันเท่ากับ 20 ซึ่งการสืบค้นที่ได้จะต้องมีผลการสืบค้นที่ประกอบด้วยคำสืบค้น A และ B ซึ่งทำให้ค่าน้ำหนักรวมอย่างน้อยเท่ากับ 20

### 2.5.1.3 การใช้ค่าน้ำหนักในขั้นตอนการแสดงผลข้อมูล

จากตัวอย่างในข้อ 2.5.1.2 ระบบสามารถนำมาจัดเรียงลำดับการแสดงผลตามค่าน้ำหนักที่สืบค้นได้ เช่น

$$\text{รายการที่มี } A(10) + B(10) + C(2) + D(2) + E(1) + F(1) = 26$$

$$\text{รายการที่มี } A(10) \text{ หรือ } B(10) + C(2) + D(2) + E(1) + F(1) = 16$$

$$\text{รายการที่มี } A(10) \text{ หรือ } B(10) + C(2) \text{ หรือ } D(2) + E(1) + F(1) = 14$$

⋮

เป็นต้น

จากการวิจัยของ สุธรรม อูมาแสงทองกุล เกี่ยวกับผลการสืบค้นสารสนเทศที่ใช้เทคนิคดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักที่จัดทำโดยมนุษย์ ทำการเปรียบเทียบระหว่างระบบสืบค้นสารสนเทศที่ใช้ดัชนีแบบไม่กำหนดค่าน้ำหนักและดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนัก โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาและบรรณารักษ์พบว่า ระบบสืบค้นที่ใช้ดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักให้อัตราส่วนจำนวนรายการบรรณานุกรมที่ค้นได้และตรงความต้องการสูงกว่า ระบบสืบค้นที่ใช้ดัชนีแบบไม่กำหนดค่าน้ำหนัก กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อระบบสืบค้นที่ใช้ดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักมากกว่าระบบสืบค้นที่ใช้ดัชนีแบบไม่กำหนดค่าน้ำหนัก และกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นว่าการใช้เกณฑ์กำหนดค่าน้ำหนักกับ ปริมาณเนื้อหาข้อมูลในบทความคำตรรกะมีความชี้เฉพาะตรงกับเนื้อหาในบทความ คำตรรกะนี้ใช้คำตรงกับคำที่ผู้แต่งใช้ ความสั้นยาวของบทความ และวิธีการเขียนและนำเสนอบทความ

ลักษณะการกำหนดน้ำหนักตามที่ได้นำเสนอข้างต้น เป็นการกำหนดน้ำหนักในลักษณะการประเมินเชิงอัตวิสัย โดยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหาเอกสาร ซึ่งอาศัยทักษะของตัวบุคคลในการกำหนดค่าน้ำหนักต่าง ๆ ในกรณีการกำหนดค่าน้ำหนักโดยการคำนวณทางสถิติ สามารถกระทำได้โดยการสร้างตัวแบบการสืบค้น

### 2.5.2 ตัวแบบการสืบค้น

ศุภชัย ตั้งวงศ์สานต์ (2551, หน้า 29) กล่าวว่า ตัวแบบเป็นรูปแบบที่แสดงในเชิงตรรกะ เพื่อจำลองสิ่งของในระบบหรือตัวระบบเอง ซึ่งตัวแบบการสืบค้นนั้นจะมีรูปแบบเป็นการเฉพาะที่แสดงในการจำลองตัวเอกสาร คลังข้อมูลเอกสาร ข้อสารสนเทศหรือคำสอบถามที่ผู้ใช้ต้องการ รวมทั้งปฏิบัติการเทียบเคียง จับคู่เพื่อหาผลลัพธ์ และอื่น ๆ เป็นต้น

ตัวแบบการสืบค้นอาจจะเขียนในเชิงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$[D, Q, F, R(q, d_j)]$$

ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

$D$  เป็นเซตของเอกสารที่แทนด้วยรูปแบบต่าง ๆ  
 $Q$  เป็นเซตของคำสอบถามที่แทนด้วยรูปแบบต่าง ๆ  
 $F$  เป็นโครงสร้างของการจำลองตัวเอกสาร คำสอบถามและความสัมพันธ์ระหว่างกัน

$R(q_i, d_j)$  เป็นฟังก์ชันในการจัดลำดับ (Ranking function) ของตัวเอกสารกับคำสอบถาม โดยคำนวณเป็นตัวเลขจำนวนจริง

ศุภชัย ตั้งวงศ์สานต์ (2551, หน้า 30-50) ชู (Chu, 2003, pp.99-113) และเบซา-เยตส์และรีเบโร-เนโต (Baeza-Yates and Ribeiro-Neto, 1999, pp.24-34) ได้สรุปลักษณะของตัวแบบการสืบค้น โดยแบ่งได้ 3 แบบหลัก ได้แก่

### 2.5.2.1 ตัวแบบบูลีน

ตัวแบบบูลีนเป็นตัวแบบการสืบค้นลักษณะแรกที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยคำต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเอกสาร และเพื่อสะดวกในการสืบค้นจึงสร้างเป็นตรรกะของคำ เมื่อกำหนดคำสอบถามต่าง ๆ การสืบค้นจะทำการจับคู่คำตรรกะกับคำสืบค้นให้ตรงกันทั้งหมด ผลลัพธ์ที่ได้จึงมีเพียง 2 คำตอบ คือ จับคู่ได้ (Match) และ จับคู่ไม่ได้ (No match) เท่านั้น และในส่วนของคำสอบถามสามารถเขียนในลักษณะของตัวปฏิบัติการ และ (AND), หรือ (OR) หรือ นิเสธ (NOT) ซึ่งผลการค้นที่ได้จะอยู่ในลักษณะของการคำนวณตามหลักตรรกศาสตร์บูลีน (Boolean logic) ตามหลักการทางทฤษฎีเซต (Set theory)

### 2.5.2.2 ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์

ต่อมาได้มีการปรับปรุงตัวแบบบูลีนโดยอาศัยวิธีการพีชคณิตของเมทริกซ์ (Matrix algebra) กล่าวคือ จัดรูปตัวแบบของเอกสารให้อยู่ในรูปเมทริกซ์ของคำ (Term-document matrix) แต่ละหน่วยในเมทริกซ์จะมีค่าน้ำหนักที่ขึ้นอยู่กับความถี่ของคำที่ปรากฏในเอกสาร (Term frequency) และความถี่ผกผันของเอกสาร (Inverse document frequency) อัตราส่วนระหว่างจำนวนเอกสารทั้งหมดกับจำนวนเอกสารที่มีค่าน้ำหนักปรากฏ คำสอบถามจะเขียนอยู่ในรูปของเวกเตอร์ที่สอดคล้องกับเมทริกซ์ของเอกสาร คำที่ปรากฏจะมีน้ำหนักแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความสำคัญ หรือเป็น 0 หากไม่ปรากฏ ในการประมวลผลจะให้ค่าโคไซน์ของทีตา ( $\cos \theta$ ) โดยการเปรียบเทียบการทำมุมระหว่างเวกเตอร์ของคำสอบถามกับเวกเตอร์ของเอกสารแต่ละฉบับ เป็นลักษณะการคำนวณทางคณิตศาสตร์โดยการหาผลคูณภายใน (Inner product) ระหว่างเวกเตอร์ ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าว สามารถใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของเอกสารที่เป็นคำตอบตามค่าโคไซน์ที่คำนวณได้ ซึ่งเอกสารหรือคำสอบถามต่าง ๆ สามารถแสดงในลักษณะของเมทริกซ์ ดังนี้

$$d_j = [w_{1,j}, w_{2,j}, w_{3,j}, \dots, w_{M,j}] \quad , \quad w_{i,j} = tf_{i,j} \times idf_i$$

เมื่อ  $tf$  แทน ความถี่ของการปรากฏขึ้นของคำ

$idf$  แทน ค่าความถี่ผกผันของจำนวนเอกสารที่คำนั้นปรากฏ

แม้  $tf$  จะเป็นความถี่ของการปรากฏ แต่ด้วยจำนวนคำในแต่ละเอกสารมี  
 มากน้อยแตกต่างกัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของเอกสาร จึงได้  
 กำหนดให้  $tf$  เป็นอยู่ในรูปแบบบรรทัดฐาน (Normalized form) ดังนี้

$$tf_{i,j} = \frac{f_{i,j}}{\text{Max}_k(f_{k,j})}$$

เมื่อ  $f_{i,j}$  แทน ข้อมูลดิบของความถี่ของคำที่  $i$  ในเอกสารที่  $j$

$\text{Max}_k(f_{k,j})$  แทน ความถี่สูงสุดของคำที่  $i$  จากเอกสารทั้งหมดที่

ปรากฏคำดังกล่าว

ในการคำนวณหา  $idf$  สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

$$idf_i = \log_2 \left( \frac{N}{n_i} \right)$$

เมื่อ  $N$  แทน จำนวนเอกสารทั้งหมดในระบบ

$n_i$  แทน จำนวนเอกสารทั้งหมดที่มีคำที่  $i$  ปรากฏ

สำหรับเอกสารในองค์กรรวมทั้งระบบสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของเมทริกซ์  
 ขนาด  $M \times N$  ได้ ดังนี้

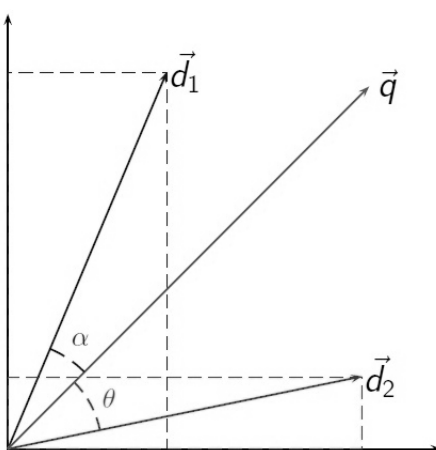
$$D = [d_1, d_2, d_3, \dots, d_N]$$

$$= \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \cdots & w_{1,N} \\ w_{2,1} & w_{2,2} & \cdots & w_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & w_{i,j} & \vdots \\ w_{M,1} & w_{M,2} & \cdots & w_{M,N} \end{bmatrix}$$

ในการประมวลผลของตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์นั้น จะเป็นกระบวนการในการหาค่าระดับความคล้ายคลึงของคำสอบถามกับเอกสาร มากกว่าการหาแบบเหมือนกันทุกประการ (Exact match) ของคำสอบถามกับเอกสาร ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Sim}(q, d_j) &= \frac{q \cdot d_j}{\|q\| \|d_j\|} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^M w_{i,q} \times w_{i,j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^M w_{i,q}^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^M w_{i,j}^2}} \end{aligned}$$

ผลการคำนวณจะค่าในลักษณะของผลต่างเชิงมุมระหว่างเวกเตอร์ของ  $q$  และ  $d_j$  ซึ่งเท่ากับ  $\text{Sim}(q, d_j) = \cos \theta$  ค่าที่ได้จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 กรณีที่  $q$  ไปในแนวทางเดียวกับ  $d_j$  จะทำให้  $\theta$  มีค่าเป็น 0 องศา แล้วค่าโคไซน์ที่คำนวณได้จะมีค่าเป็น 1 แสดงว่าคำสอบถามและเอกสารมีความสอดคล้องกัน ในทางกลับกันหาก  $\theta$  มีค่าเป็น 90 องศา จะทำให้ผลการคำนวณมีค่าเป็น 0 แสดงว่าเอกสารไม่มีความสอดคล้องกับคำสอบถาม ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างผลต่างเชิงมุมของตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์

### 2.5.2.3 ตัวแบบความน่าจะเป็น

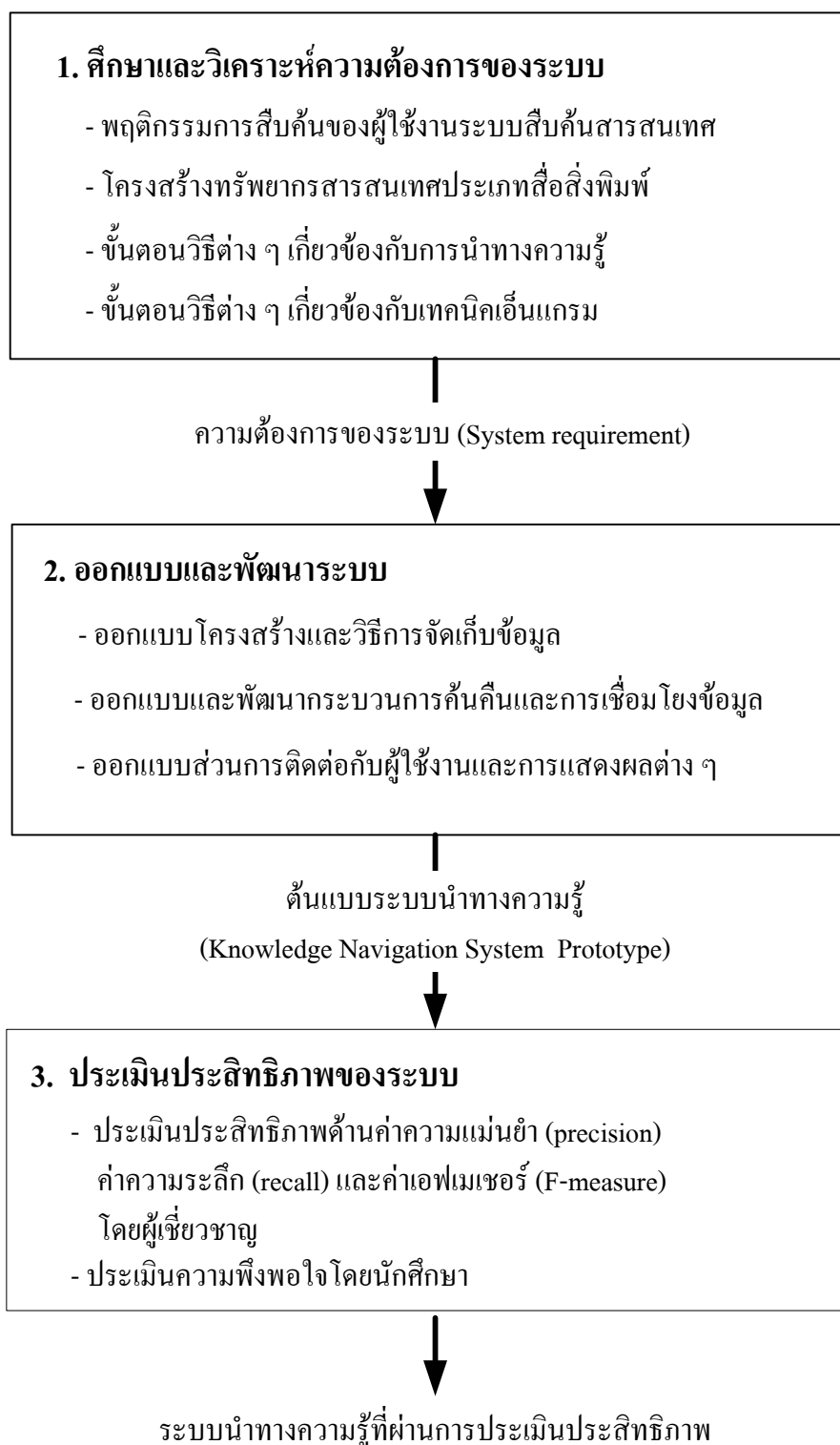
ตัวแบบความน่าจะเป็นได้รับการพัฒนาขึ้นโดยอาศัยทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability theory) ซึ่งมีความแตกต่างจากตัวแบบใน 2 ลักษณะแรกโดยสิ้นเชิง ซึ่งการจับคู่เพื่อการเปรียบเทียบข้อมูลของตัวแบบนี้ จะใช้การเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็น 2 ค่า ซึ่งค่าหนึ่งเป็น

ความน่าจะเป็นที่เอกสารจะเกี่ยวข้องกับคำสอบถามเขียนเป็น  $P(R|q, d_j)$  ส่วนอีกค่าหนึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นที่เอกสารจะไม่เกี่ยวข้องกับคำสอบถาม  $P(\bar{R}|q, d_j)$  ดังนั้น ค่าความสอดคล้องจึงกำหนดเป็น  $P(R|q, d_j) / P(\bar{R}|q, d_j)$

ค่าที่ได้จากการคำนวณสามารถนำมาจัดลำดับความสำคัญของเอกสารที่ระบบค้นคืนได้เช่นเดียวกับตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ อย่างไรก็ตาม จากขั้นตอนต่าง ๆ ของตัวแบบความน่าจะเป็นมีความยุ่งยากซับซ้อนในการประมวลผล ทำให้ตัวแบบความน่าจะเป็นดังกล่าวไม่เป็นที่นิยมในการนำมาใช้เพื่อพัฒนาระบบสืบค้นสารสนเทศ อีกทั้งในเวลาต่อมา ซอลตันและบัคเคย์ (Salton and Buckley, 1988, pp.513-523) ได้แสดงให้เห็นว่า ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพกว่าตัวแบบความน่าจะเป็นในกรณีโดยทั่วไปและเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการ จึงทำให้ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์เป็นที่นิยมในทางปฏิบัติมากกว่าตัวแบบอื่น ๆ (ศุภชัย ตั้งวงศ์สานต์, 2551, หน้า 50)

จากปัญหาที่ของระบบสืบค้นสารสนเทศในปัจจุบัน ที่ยังคงเป็นอุปสรรคต่อผู้ใช้งานในการเข้าถึงความรู้หรือแหล่งความรู้ที่มี พบว่า การนำทางความรู้เป็นเครื่องมือหรือแนวทางหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมให้ผู้ที่ต้องการความรู้หรือสารสนเทศ สามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำทางความรู้ของไมค์และเจโรน (Mike and Jeroen, 1999, pp.13-32) และ มัทซึมูระ โอซาวาและอิชิซูกะ (Matsumura, Ohsawa and Ishizuka, 2001, pp. 258-270) ที่ได้นำเสนอกระบวนการนำทางความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านสื่อสิ่งพิมพ์ พบว่า งานวิจัยดังกล่าวต้องอาศัยกระบวนการวิเคราะห์คำแทนสาระโดยตัวบุคคล เพื่อวิเคราะห์และบ่งบอกถึงความรู้หรือสารสนเทศที่มีอยู่ของทรัพยากรสารสนเทศ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการโดยตัวบุคคลต้องใช้ระยะเวลาและมีค่าใช้จ่ายที่สูง ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาและพัฒนากำหนดแนวทางความรู้โดยอาศัยแหล่งข้อมูลที่มีการบ่งชี้ถึงความรู้จากองค์ประกอบหลักภายในสิ่งพิมพ์ ได้แก่ รายการสารบัญและบรรณานุกรม โดยใช้เทคนิคเอ็นแกรมและตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ซึ่งเป็นเทคนิคและตัวแบบสืบค้นที่มีประสิทธิภาพมาประยุกต์ใช้ในการสืบค้น คัดเลือก จัดลำดับความสำคัญของสิ่งพิมพ์เพื่อนำเสนอสิ่งพิมพ์ที่มีความสอดคล้องกับความรู้หรือสารสนเทศที่ต้องการ โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและนำเสนอกรอบแนวคิดของงานวิจัย ดังรูปที่ 2.8 และนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยตามกรอบแนวคิดดังกล่าว ในบทที่ 3 ต่อไป





รูปที่ 2.8 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษา พัฒนาและออกแบบระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถศึกษา ค้นคว้าและเข้าถึงข้อมูลหรือความรู้ที่ต้องการจากทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเนื้อหาภายในบทนี้จะนำเสนอขั้นตอนและวิธีวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

#### 3.1 วิธีวิจัย

3.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

3.1.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1.3 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

#### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือในการออกแบบและพัฒนาระบบ

3.3.2 เครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพระบบ

#### 3.4 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ประสิทธิภาพของระบบด้านค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์

3.4.2 ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ

### 3.1 วิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ (Applied research) เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ โดยใช้แนวทางของวงจรการพัฒนาแบบ (System Development Life Cycle/SDLC) ใช้เทคนิคเอ็นแกรมร่วมกับตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ ในการค้นคืนสารสนเทศและนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภาพ ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินการวิจัย 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

#### 3.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลและประเด็นปัญหาต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดความต้องการของระบบ (System requirement) และนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบ โดยศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

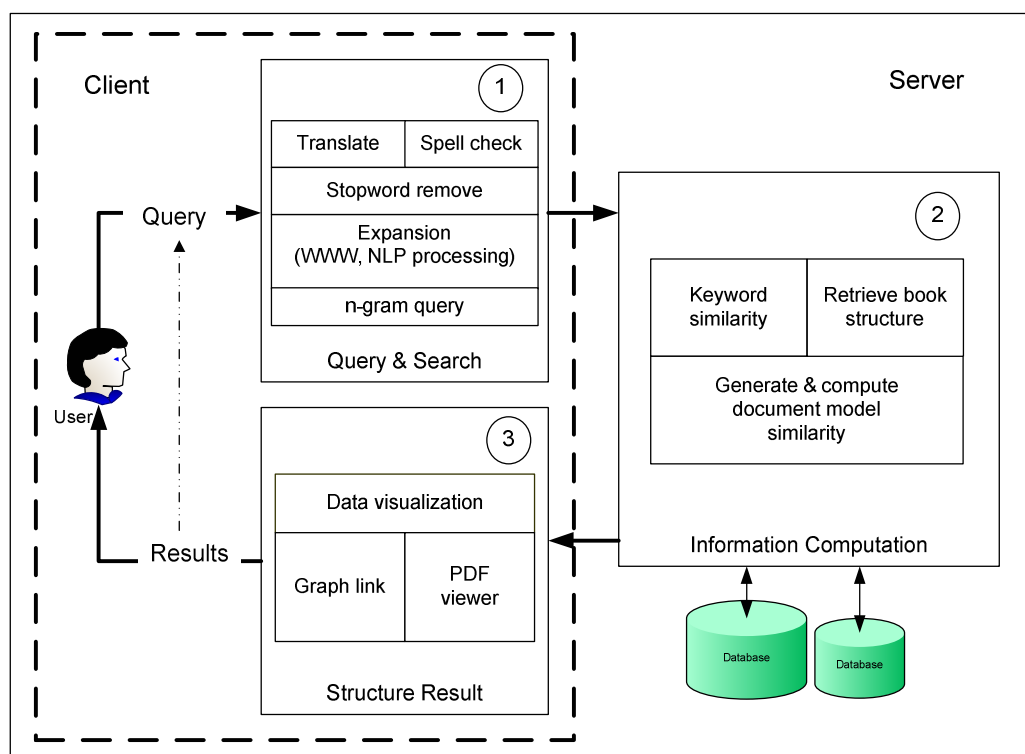
- พฤติกรรมการสืบค้น โดยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสืบค้นของนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่ใช้บริการระบบสืบค้นสารสนเทศของห้องสมุด และพฤติกรรมการสืบค้นสารสนเทศของผู้ใช้งานเครื่องมือช่วยค้นบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- โครงสร้างทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ โดยศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ และองค์ประกอบที่สำคัญของหนังสือ ตำราวิชาการที่ใช้ในกระบวนการกำหนดค่าแทนสาระ
- ขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำทางความรู้ โดยศึกษาลักษณะของการนำทางความรู้ ขั้นตอนการดำเนินการและผลการวิจัยของงานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้การนำทางความรู้
- ขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง与技术เอ็นแกรม โดยศึกษาคุณลักษณะของเทคนิคเอ็นแกรม ขั้นตอนการประมวลผล และประสิทธิภาพการทำงานของเทคนิคเอ็นแกรมในการสืบค้นสารสนเทศ จากเอกสารและงานวิจัยที่มีการประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรม

### 3.1.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

จากการศึกษาความต้องการของระบบ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบ ดังนี้

- ออกแบบโครงสร้างและวิธีการจัดเก็บข้อมูล
- ออกแบบและพัฒนาระบบการค้นคืนและการเชื่อมโยงข้อมูล
- ออกแบบส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งานและการแสดงผลต่าง ๆ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกรอบการทำงานของระบบ (รูปที่ 3.1) และพัฒนาระบบที่ทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในลักษณะของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web application) โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือในการพัฒนาต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบระบบในประเด็นข้างต้น จะได้ต้นแบบระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์



รูปที่ 3.1 กรอบการทำงานของระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์

จากรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายถึงขั้นตอนการทำงานของระบบในเบื้องต้นได้ ดังนี้

1. ผู้ใช้งานป้อนคำสืบค้นผ่านทางเครื่องลูกข่าย (Client)
2. ระบบนำคำสืบค้นเข้าสู่กระบวนการในการสืบค้นข้อมูลและนำทางความรู้ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

2.1) ส่วนข้อคำถามและการค้นหา (Query & Search) ทำหน้าที่

- แปลภาษา (Translation)
- ตรวจสอบการสะกดคำ (Spell check)
- กำจัดคำหยุด (Stopword remove)
- ขยายคำสืบค้น (Expansion)
- สร้างชุดคำค้นในลักษณะของชุดข้อมูลเอ็นแกรม (n-gram query)

2.2) ส่วนการคำนวณสารสนเทศ (Information Computation) ทำหน้าที่

- ค้นหาและเปรียบเทียบคำค้นกับคำสำคัญที่มีในระบบ (Keyword

similarity)

- สร้างตัวแบบการสืบค้นของเอกสารเพื่อการเปรียบเทียบและหาระดับความคล้ายคลึงกับคำค้น (Generate & compute document model similarity)

- ค้นคืนข้อมูลและโครงสร้างของเอกสารที่สอดคล้องกับคำค้น (Retrieve book structure)

### 2.3) ส่วนโครงสร้างการแสดงผล (Structure Result) ทำหน้าที่

- จัดทำโครงสร้างการเชื่อมโยงคำสำคัญระหว่างเอกสารกับคำค้น (Graph link)

- แสดงข้อมูลแผนภาพการเชื่อมโยงต่าง ๆ (Data visualization)

- แสดงไฟล์หนังสือที่ต้องการ (PDF viewer)

3. ส่งผลการสืบค้นและโครงสร้างข้อมูลไปยังเครื่องลูกข่าย

4. เครื่องลูกข่ายแสดงผลการสืบค้นข้อมูล

#### 3.1.3 การประเมินประสิทธิภาพของระบบ

จากระบบต้นแบบที่ได้รับการพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยกำหนดข้อมูลที่จะใช้ในการทดสอบระบบในเรื่อง “สนามแม่เหล็กไฟฟ้า” และประเมินประสิทธิภาพของระบบใน 2 ลักษณะ ดังนี้

- ประเมินประสิทธิภาพด้านค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเชอร์ (F-measure) ของระบบ ซึ่งดำเนินการโดยผู้พัฒนาระบบและผู้เชี่ยวชาญ

- ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาโดยใช้แบบสอบถาม สอบถามใน 3 ประเด็น (ดัดแปลงจาก Ong, Day and Hsu , 2009, pp.397-403) ได้แก่

- 1) ด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ

- 2) ด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้

- 3) ด้านสมรรถนะในการให้บริการของระบบ

ขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพ ดังกล่าวจะช่วยให้สามารถทราบถึงข้อบกพร่องต่าง ๆ ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากขั้นตอนในการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพระบบ ผู้วิจัยได้เลือกประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามลักษณะการประเมินประสิทธิภาพ ดังนี้

### 3.2.1 ประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับ และค่าเอฟเมเชอร์

ผู้เชี่ยวชาญที่เข้าร่วมในการทดสอบระบบ ได้แก่ คณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งเป็นผู้มีความรู้ในด้านเนื้อหาวิชา สนามแม่เหล็กไฟฟ้า จำนวน 4 ท่าน

### 3.2.2 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา

- ประชากร ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 จำนวนทั้งสิ้น 103 คน
- กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 จำนวนทั้งสิ้น 32 คน โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวนดังกล่าว ได้จาก

$$n = \frac{P(1-P)}{\frac{e^2}{Z^2} + \frac{P(1-P)}{N}} \quad (\text{บุญชม ศรีสะอาด, 2538, หน้า 186})$$

เมื่อ	n	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ได้
	N	แทน	จำนวนประชากรทั้งหมด
	P	แทน	สัดส่วนของประชากรที่ผู้วิจัยกำหนดจะสุ่ม
	Z	แทน	ระดับความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยกำหนดไว้
			เมื่อระดับความเชื่อมั่นที่ 95 % (Z = 1.96)
			เมื่อระดับความเชื่อมั่นที่ 99 % (Z = 2.58)
	e	แทน	สัดส่วนของความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เกิดขึ้นได้

- สุ่มตัวอย่างโดยแทนค่าในสูตร ดังนี้

กำหนดให้  $e = 0.05$ ,  $P = 0.03$ ,  $Z = 1.96$  และ  $N = 103$

$$n = \frac{0.03(1-0.03)}{\frac{0.05^2}{1.96^2} + \frac{0.03(1-0.03)}{103}} = 31.17986 \approx 32 \text{ คน}$$

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย โดยใช้เครื่องมือในส่วนของ การออกแบบและพัฒนา และการประเมินประสิทธิภาพระบบ ดังนี้

### 3.3.1 เครื่องมือในการออกแบบและพัฒนาระบบ

กระบวนการในการออกแบบและพัฒนาระบบ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนา ดังนี้

#### 3.3.1.1 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาระบบ

- 1) จาวาดีเวลลอปเม้นต์คิต 6 อัปเดต 20 (Java Development Kit 6 Update 20)
- 2) เน็ตบีนส์ ไคดีอี 6.5.1 (NetBeans IDE 6.5.1)
- 3) อัลเคมีเอพีไอ (AlchemyAPI : Transform text to knowledge)
- 4) กูเกิ้ล เอพีไอ (Google API) ใต้แก่ เอแจ็กซ์ เสิร์จ เอพีไอ (AJAX Search API) สเปนด เช็คเกอร์ เอพีไอ (Spell Checker API) และทรานสเลชัน เอพีไอ (Translation API)
- 5) เจทีดีเอส (jTDS : SQL Server and Sybase JDBC driver)
- 6) จามา (JAMA : A Java Matrix Package)
- 7) พรึฟิวส์ (Prefuse : A Toolkit for Interactive Information Visualization)
- 8) ไอซ์พีดีเอฟ (ICEpdf : open source Java Viewer)

#### 3.3.1.2 เครื่องมือสำหรับออกแบบและจัดการฐานข้อมูล

- 1) ไมโครซอฟต์ ซีคิวล เซิร์ฟเวอร์ 2005 (Microsoft SQL Server 2005)
- 2) ไมโครซอฟต์ ซีคิวล เซิร์ฟเวอร์ แมเนจเม้นต์ สตูดิโอ เอ็กซ์เพรส (Microsoft SQL Server Management Studio Express)
- 3) อาปาเช่ ลูซีน 3.0 (Apache Lucene 3.0)
- 4) ดีบีดีไซน์เนอร์ 4.0.5.6 (DBDesigner 4.0.5.6 : Fabulous Force Database Tools)

#### 3.3.1.3 เครื่องมือในการติดตั้งระบบ

- 1) ไมโครซอฟต์วินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2003 (Microsoft Windows Server 2003)
- 2) อาปาเช่ ทอมแคท 6.0 (Apache Tomcat 6.0)
- 3) จาวารันไทม์เอนไวรอนเม้นต์ 1.6.0\_20 (Java Runtime Environment 1.6.0\_20)

### 3.3.2 เครื่องมือในการประเมินประสิทธิภาพระบบ

กระบวนการในการประเมินประสิทธิภาพระบบ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

### 3.3.2.1 ชุดคำถามของระบบ

เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกละค่าเอฟเมเชอร์ของระบบ ผู้วิจัยใช้ชุดคำถาม ซึ่งกำหนดขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา ใน 3 ลักษณะ จำนวนทั้งสิ้น 15 ชุดคำถาม ได้แก่

- 1) ชุดคำถามขนาด 1-3 คำถามต่อชุด จำนวน 5 ชุด
- 2) ชุดคำถามขนาด 4-6 คำถามต่อชุด จำนวน 5 ชุด
- 3) ประโยคคำถาม จำนวน 5 ประโยค

### 3.3.2.2 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ (ภาคผนวก ก) ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด = 5, มาก = 4, ปานกลาง = 3, น้อย = 2, น้อยที่สุด = 1

ระดับการพิจารณาผล สามารถแบ่งเป็นช่วงคะแนน โดยใช้สูตรความกว้างของชั้น คือ  $\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{ค่าพิสัย/จำนวนชั้น}}{5} = 0.8$  ซึ่งแสดงเป็นช่วงคะแนนได้ ดังนี้

4.21 – 5.00 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

3.41 – 4.20 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก

2.61 – 3.40 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

1.81 – 2.60 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับน้อย

1.00 – 1.80 หมายถึง ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

โดยมีประเด็นที่สอบถาม ได้แก่

- 1) ด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ
- 2) ด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้
- 3) ด้านสมรรถนะในการให้บริการของระบบ

ส่วนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นข้อคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้ใช้งานแสดงความคิดเห็นในการใช้งานเพิ่มเติม เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาระบบ

ทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - coefficient) โดยมีสูตร ดังนี้



$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_r^2} \right) \text{ (บุญชม ศรีสะอาด, 2538, หน้า 174)}$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม
	$k$	แทน	จำนวนข้อคำถามของแบบสอบถาม
	$\sum S_i^2$	แทน	ผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	$S_r^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวม

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้ เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ ทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จำนวน 10 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ระดับ 0.855

### 3.4 การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการใน 2 ส่วน ตามขั้นตอนการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ดังนี้

#### 3.4.1 การประเมินประสิทธิภาพของระบบด้านค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าเอฟเมเชอร์

##### 3.4.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การประเมินประสิทธิภาพของระบบ ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

- 1) กำหนดผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชา ได้แก่ อาจารย์ประจำในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 4 ท่าน
- 2) กำหนดผู้เชี่ยวชาญจำนวน 1 ท่านจาก 4 ท่าน ทำการคัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษา และกำหนดให้สื่อสิ่งพิมพ์ที่คัดเลือกดังกล่าวเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ในกลุ่มของสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีความตรงตามเนื้อหาวิชา จำนวน 18 เล่ม
- 3) ผู้พัฒนาระบบ คัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์อื่น ๆ โดยไม่ซ้ำกับสื่อสิ่งพิมพ์ที่คัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญ และกำหนดให้สื่อสิ่งพิมพ์ดังกล่าวเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่กำหนด จำนวน 12 เล่ม

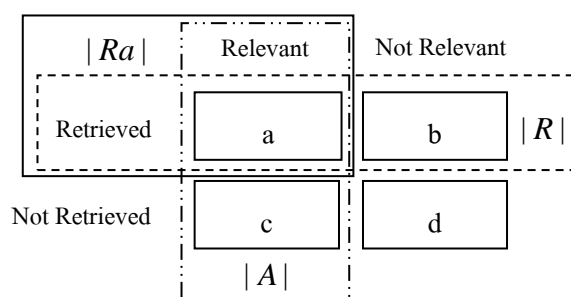
4) ผู้เชี่ยวชาญ สร้างชุดคำค้นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาที่กำหนดใน 3 ลักษณะได้แก่ คำค้นขนาด 1-3 คำค้นต่อชุด จำนวน 5 ชุด คำค้นขนาด 4-6 คำค้นต่อชุด จำนวน 5 ชุด และประโยคคำค้น จำนวน 5 ชุด รวมทั้งสิ้นจำนวน 15 ชุด

5) ผู้เชี่ยวชาญที่เหลืออีก 3 ท่าน ทำการทดสอบระบบโดยการสืบค้นด้วยชุดคำค้นที่กำหนดขึ้นตามข้อ 4

6) ผู้วิจัยนำรายการสืบค้นที่ได้มาทำการคำนวณหาค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าเอฟเมเชอร์ของระบบ จากผลการทดสอบของผู้เชี่ยวชาญตามข้อ 5

### 3.4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการสืบค้นโดยผู้เชี่ยวชาญในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำผลดังกล่าวมาคำนวณหาค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าเอฟเมเชอร์ ดังนี้



รูปที่ 3.2 ความแม่นยำและความระลึก

(ดัดแปลงจาก Boyce, Meadow and Kraft ,1994, pp.180-183 และ Baeza-Yates and Ribeiro-Neto, 1999, p.75)

$$\text{Precision} = \frac{|Ra|}{|R|} \quad \text{และ} \quad \text{Recall} = \frac{|Ra|}{|A|}$$

เมื่อ  $|Ra|$  แทน จำนวนของสื่อสิ่งพิมพ์ที่ระบบค้นคืนได้และเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ  
 $|R|$  แทน จำนวนของสื่อสิ่งพิมพ์ที่ระบบค้นคืนได้  
 $|A|$  แทน จำนวนของสื่อสิ่งพิมพ์ทั้งหมดที่คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ

การวัดค่าเอฟเมเชอร์เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพการสืบค้นของระบบโดยการคำนวณจากค่าความแม่นยำและค่าความระลึกที่วัดได้ มีสูตรดังนี้

$$F_\beta = \frac{(1+\beta^2)pr}{\beta^2(p+r)} \in [0,1] \quad (\text{สุภชัย ตั้งวงศ์สานต์, 2551, หน้า 123})$$

เมื่อ  $r$  แทน ค่าความระลึกที่คำนวณได้

$p$  แทน ค่าความแม่นยำที่คำนวณได้

ส่วน  $\beta$  เป็นค่าน้ำหนักที่กำหนดโดยผู้วัด โดยค่าที่กำหนดของ  $\beta$  เป็นค่าทางบวกขึ้นไป หากผู้วัดกำหนดค่า  $\beta$  มีค่าน้อย หมายความว่า ผู้วัดให้น้ำหนักกับความแม่นยำน้อยกว่าความระลึก ในทางกลับกันหากค่า  $\beta$  มีค่าสูง หมายความว่า ผู้วัดให้น้ำหนักกับความแม่นยำมากกว่าความระลึก ในกรณีที่  $\beta=1$  หมายความว่า ผู้วัดให้น้ำหนักกับความแม่นยำและความระลึกเท่า ๆ กัน ซึ่งมีรูปสมการ ดังนี้

$$F_1 = \frac{2pr}{p+r} \in [0,1]$$

ค่า  $F_\beta$  ที่คำนวณจะมีค่าที่สูงได้ก็ต่อเมื่อทั้งค่าความแม่นยำและค่าความระลึกมีค่าในระดับที่สูงทั้งคู่ หากค่าใดค่าหนึ่งมีค่าต่ำจะส่งผลให้ค่า  $F_\beta$  ที่คำนวณได้มีค่าต่ำไปด้วย

จากสูตรเพื่อการประเมินประสิทธิภาพของระบบในข้างต้น ผู้วิจัยจะนำเสนอตัวอย่างขั้นตอนการคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

1) กำหนดให้มีเอกสารที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 10 เล่ม (เอกสาร A1-A10) รวมกับเอกสารที่ไม่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาทั้งสิ้น 20 เล่ม (เอกสาร B1-B20) รวมเอกสารในฐานข้อมูลทั้งสิ้น 30 เล่ม

2) เมื่อผู้ใช้งานทำการสืบค้น ปรากฏรายการผลการสืบค้น จำนวน 12 เล่ม  
ดังนี้

เอกสาร A3 , A2, A10, B12, A8, A5, B3, A7, B20, A1, B4 และ B8

ซึ่งผลการสืบค้นประกอบด้วยเอกสารที่คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 เล่ม

3) จากสูตรการคำนวณค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกและค่าเอฟเมเชอร์แทนค่าในสูตรต่าง ๆ ดังนี้

$$\text{ค่า Precision} = 7/12 = 0.583$$

$$\text{ค่า Recall} = 7/10 = 0.700 \quad \text{และ}$$

$$\text{ค่า F} = (2 \times 0.583 \times 0.700) / (0.583 + 0.700) = 0.636$$

### 3.4.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ

ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดและขั้นตอนในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ ดังนี้

#### 3.4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- 1) กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 3 จำนวนทั้งสิ้น 32 คน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย
- 2) พบกลุ่มตัวอย่างเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัย แนะนำการใช้งานระบบต้นแบบในเบื้องต้น พร้อมทั้งแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่าง
- 3) กำหนดระยะเวลาเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบระบบในการทดสอบระบบเป็นระยะเวลา 1 สัปดาห์ โดยผู้ใช้งานสามารถสืบค้นด้วยคำค้นต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเรื่อง สนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้อย่างอิสระ
- 4) รวบรวมแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างและตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้รับคืน เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.4.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ ผู้วิจัยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ (%) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบ t-test

จากระเบียบวิธีวิจัยและกระบวนการต่าง ๆ ที่ได้นำเสนอ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ตามกระบวนการข้างต้น ดังรายละเอียดในบทที่ 4 ผลการวิจัยและนำเสนอการอภิปรายผล สรุปและข้อเสนอแนะจากในบทที่ 5 ต่อไป

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

บทนี้จะนำเสนอผลการพัฒนากระบวนการและระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ซึ่งได้ดำเนินการตามกรอบและกระบวนการวิจัยที่ได้นำเสนอไว้ในบทที่ 3 โดยผลการวิจัยจะนำเสนอเป็น 2 ส่วน คือ 4.1 ผลการพัฒนากระบวนการและระบบ ประกอบด้วย การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ และขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลภายในระบบ และ 4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ประกอบด้วย การประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นและนำทางความรู้ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ดังนี้

#### 4.1 ผลการพัฒนากระบวนการและระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์

##### 4.1.1 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ

###### 4.1.1.1 โครงสร้างฐานข้อมูลหนังสือ

###### 4.1.1.2 เพิ่มข้อมูลคำตรรกษณ์ที่สำคัญ

##### 4.1.2 ขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลภายในระบบ

###### 4.1.2.1 ขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลโดยภาพรวม

###### 4.1.2.1.1 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับสูงสุด (Context diagram) ของ

ระบบ

###### 4.1.2.1.2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 (DFD level 0) ของระบบ

###### 4.1.2.2 ขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลระดับที่ 1 (DFD level 1) ของส่วน

ต่าง ๆ

###### 4.1.2.2.1 ส่วนข้อคำถามและการค้นหา

###### 4.1.2.2.2 ส่วนการคำนวณสารสนเทศ

###### 4.1.2.2.3 ส่วนโครงสร้างการแสดงผล

#### 4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

##### 4.2.1 การประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นและนำทางความรู้

##### 4.2.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของ

ระบบ

## 4.1 ผลการพัฒนากระบวนการและระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์

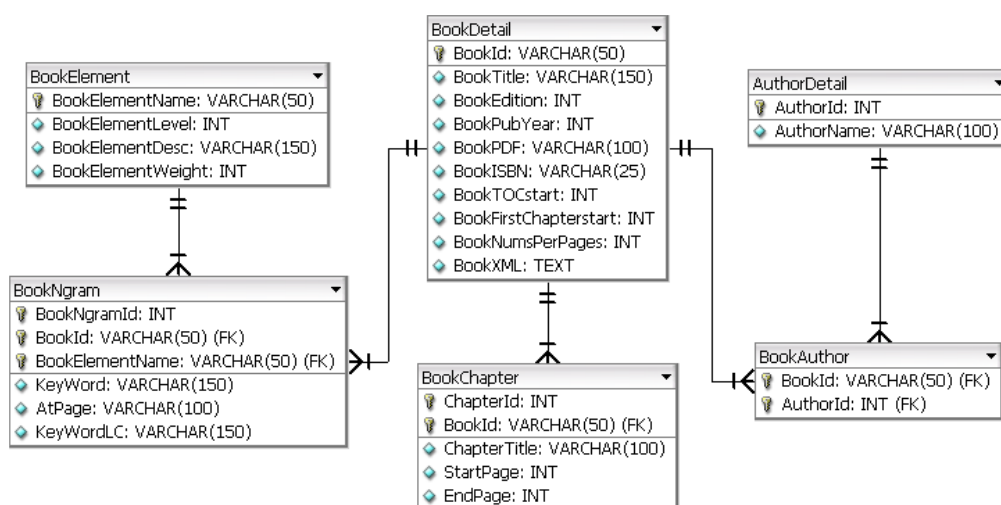
การพัฒนากระบวนการและการสร้างระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ (Knowledge Navigation System for Accessing Content in Printed Materials) หรือระบบ “เคเอ็นซีพี” (KNCP) ผู้วิจัยได้นำเสนอใน 2 ส่วน ได้แก่ การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ และขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลภายในระบบ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

### 4.1.1 การออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ

จากการศึกษางานวิจัยด้านการวิเคราะห์โครงสร้างของทรัพยากรสารสนเทศของห้องสมุด พบว่า แหล่งข้อมูลที่นักสารสนเทศนำมาใช้ในการวิเคราะห์เนื้อหาของทรัพยากรสารสนเทศ ได้แก่ ชื่อเรื่อง หน้าสารบัญ คำนำ บทนำ คำศัพท์ คำครุขณี วลีที่พิมพ์ในลักษณะที่แตกต่างจากส่วนอื่น ๆ คำบรรยายภาพ บรรณานุกรม และเนื้อเรื่อง (Lancaster, 2003, pp.24-25) และพบว่า นอกจากชื่อเรื่องแล้ว รายการสารบัญและครุขณีท้ายเล่มของสิ่งพิมพ์เป็นองค์ประกอบที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสืบค้น บ่งชี้ถึงเนื้อหาและความเกี่ยวเนื่องกันของเนื้อหาภายในสิ่งพิมพ์ได้เป็นอย่างดี (Mekki and Nazarenko, 2006, p.18; Zhigeng, 2006, p.154) จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ ดังนำเสนอในข้อ 4.1.1.1 และ 4.1.1.2

#### 4.1.1.1 โครงสร้างฐานข้อมูลหนังสือ

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างเพื่อจัดเก็บข้อมูลรายการสารบัญและครุขณีท้ายเล่มของทรัพยากรสารสนเทศประเภทสื่อสิ่งพิมพ์ของระบบเคเอ็นซีพี ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนผังความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี (Entity-Relationship) ของฐานข้อมูลหนังสือ

รายละเอียดการออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 โครงสร้างตารางรายละเอียดผู้แต่ง (AuthorDetail)

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	ประเภทกุญแจ
AuthorId	INT	-	รหัสผู้แต่ง	กุญแจหลัก
AuthorName	VARCHAR	100 ตัวอักษร	ชื่อ-สกุลผู้แต่ง	-

ตารางที่ 4.2 โครงสร้างตารางรายละเอียดองค์ประกอบหนังสือ (BookElement)

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	ประเภทกุญแจ
BookElementName	VARCHAR	50 ตัวอักษร	รหัสองค์ประกอบหนังสือ	กุญแจหลัก
BookElementLevel	INT	-	ลำดับความสำคัญขององค์ประกอบ	-
BookElementDesc	VARCHAR	150 ตัวอักษร	คำอธิบายประเภทองค์ประกอบ	-
BookElementWeight	INT	-	ค่าน้ำหนักความสำคัญ	-

ตารางที่ 4.3 โครงสร้างตารางรายละเอียดหนังสือ (BookDetail)

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	ประเภทกุญแจ
BookId	VARCHAR	50 ตัวอักษร	เลขเรียกหนังสือ	กุญแจหลัก
BookTitle	VARCHAR	150 ตัวอักษร	ชื่อหนังสือ	-
BookEdition	INT	-	พิมพ์ครั้งที่	-
BookPubYear	INT	-	ปีที่พิมพ์	-
BookPDF	VARCHAR	100 ตัวอักษร	ชื่อไฟล์พีดีเอฟ (PDF) ของหนังสือ	-
BookISBN	VARCHAR	25 ตัวอักษร	รหัสไอเอสบีเอ็น (ISBN) ของหนังสือ	-
BookTOCstart	INT	-	ตำแหน่งหน้าสารบัญของในไฟล์พีดีเอฟ	-
BookFirstChapterstart	INT	-	ตำแหน่งหน้าแรกของบทที่ 1 ในไฟล์พีดีเอฟ	-

ตารางที่ 4.3 โครงสร้างตารางรายละเอียดหนังสือ (BookDetail) (ต่อ)

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	ประเภท กุญแจ
BookNumsPerPages	INT	-	จำนวนหน้าที่ทำการสแกน	-
BookXML	TEXT	-	โครงสร้างข้อมูลแบบเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) ของหนังสือ	-

ตารางที่ 4.4 โครงสร้างตารางรายละเอียดบทที่ของหนังสือ (BookChapter)

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	ประเภท กุญแจ
ChapterId	INT	-	รหัสลำดับบทที่หนังสือ	กุญแจหลัก
BookId	VARCHAR	50 ตัวอักษร	เลขเรียกหนังสือ	กุญแจภายนอก
ChapterTitle	VARCHAR	100 ตัวอักษร	ชื่อบทที่หนังสือ	-
StarPage	INT	-	หน้าเริ่มของบทในหนังสือ	-
EndPage	INT	-	หน้าสุดท้ายของบทในหนังสือ	-

ตารางที่ 4.5 โครงสร้างตารางรายละเอียดหนังสือและผู้แต่ง (BookAuthor)

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	ประเภท กุญแจ
BookId	VARCHAR	50 ตัวอักษร	เลขเรียกหนังสือ	กุญแจภายนอก
AuthorId	INT	-	รหัสผู้แต่ง	กุญแจภายนอก

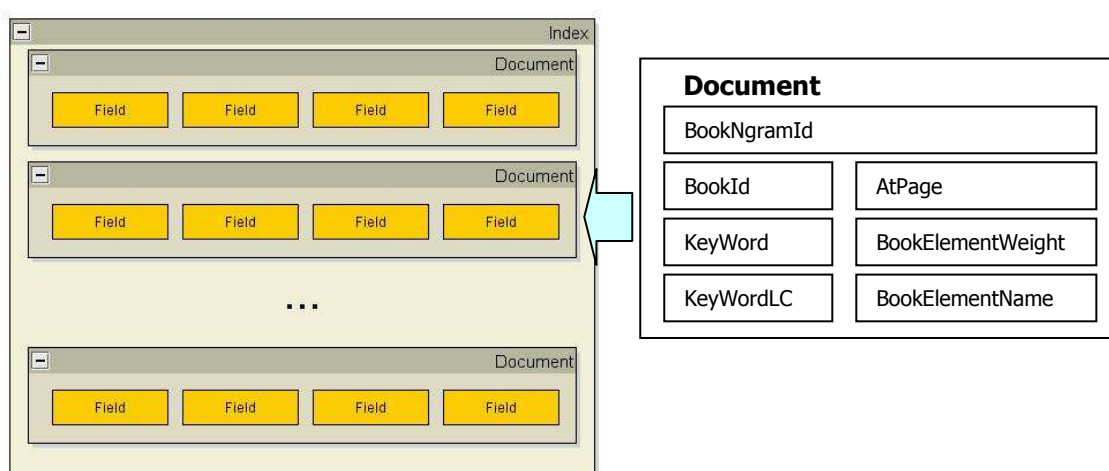
ตารางที่ 4.6 โครงสร้างตารางรายละเอียดคำสำคัญในหนังสือ (BookNgram)

ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ขนาด	คำอธิบาย	ประเภท กุญแจ
BookNgramId	INT	-	รหัสคำสำคัญ	กุญแจหลัก
BookId	VARCHAR	50 ตัวอักษร	เลขเรียกหนังสือ	กุญแจภายนอก
BookElementName	VARCHAR	50 ตัวอักษร	รหัสองค์ประกอบหนังสือ	กุญแจภายนอก
KeyWord	VARCHAR	150 ตัวอักษร	คำสำคัญของหนังสือ	-
AtPage	VARCHAR	100 ตัวอักษร	หน้าที่ปรากฏคำสำคัญ	-
KeyWordLC	VARCHAR	150 ตัวอักษร	คำสำคัญของหนังสือ (แบบอักษรตัวพิมพ์เล็ก)	-



#### 4.1.1.2 เพิ่มข้อมูลรรชนีคำสำคัญ

เพิ่มข้อมูลรรชนีคำสำคัญ ทำหน้าที่เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับอาปาเช่ลูชันในการเปรียบเทียบคำสรรชนีที่มีความสอดคล้องกับชุดคำสืบค้น เพื่อจัดลำดับความสำคัญของคำสรรชนีที่สอดคล้อง โดยเพิ่มข้อมูลดังกล่าวสร้างจากข้อมูลภายในตารางรายละเอียดคำสำคัญในหนังสือ (BookNgram) และตารางรายละเอียดองค์ประกอบหนังสือ (BookElement) ซึ่งมีโครงสร้างเพิ่มข้อมูล ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 โครงสร้างเพิ่มข้อมูลรรชนีคำสำคัญ

#### 4.1.2 ขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลภายในระบบ

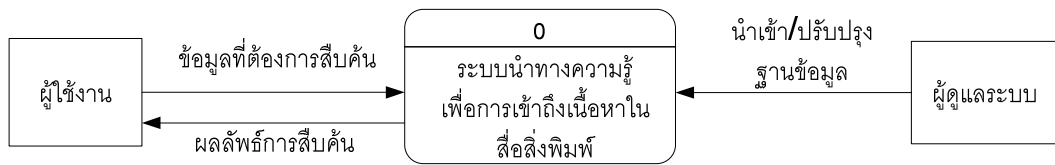
ในขั้นการพัฒนาาระบบเคเอ็นซีพี ผู้วิจัยได้พัฒนาโดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูลเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์และออกแบบระบบ เพื่อแสดงให้เห็นถึงกระบวนการทำงานและกระแสการไหลของข้อมูลเข้าและออกของกระบวนการทำงานต่าง ๆ ดังนี้

##### 4.1.2.1 ขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลโดยภาพรวม

การทำงานและกระแสข้อมูลของระบบเคเอ็นซีพีโดยภาพรวม ผู้วิจัยได้นำเสนอโดยใช้แผนภาพกระแสข้อมูลระดับสูงสุด และแผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 ดังนี้

##### 4.1.2.1.1 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับสูงสุดของระบบ

ระบบเคเอ็นซีพี ได้กำหนดกระบวนการทำงานโดยให้ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลที่ต้องการสืบค้นเข้าสู่ระบบ ระบบทำการประมวลผลตามส่วนต่าง ๆ ที่ได้กำหนดไว้ในระบบ และทำการส่งผลลัพธ์การสืบค้นกลับมายังผู้ใช้งาน ในส่วนของผู้ดูแลระบบจะทำหน้าที่ในการนำเข้าและปรับปรุงข้อมูลภายในฐานข้อมูลของระบบ ซึ่งนำเสนอกระบวนการทำงาน ดังรูปที่ 4.3

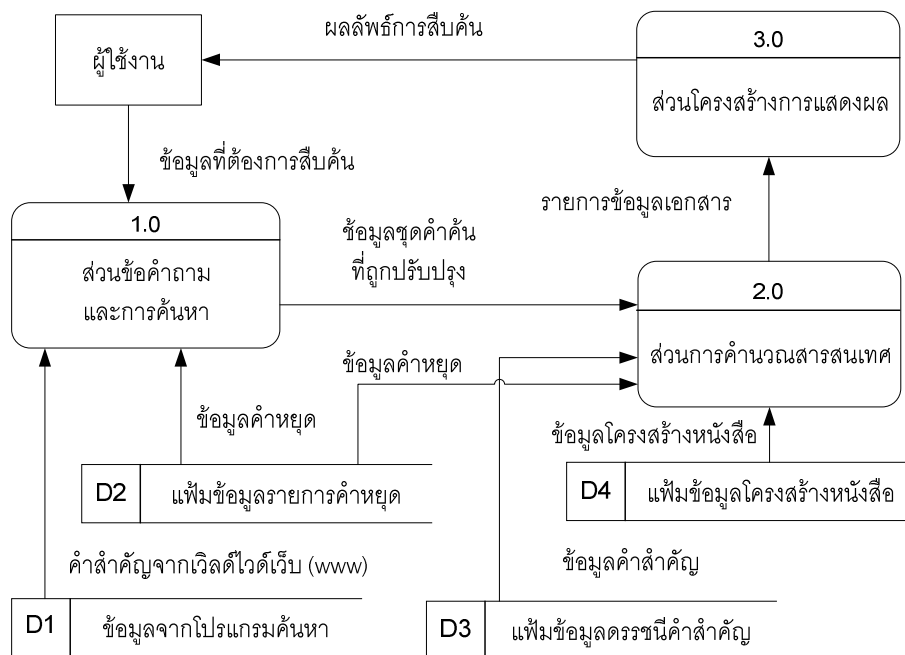


รูปที่ 4.3 แผนภาพกระแสข้อมูลภาพรวมของระบบ

4.1.2.1.2 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 ของระบบ

จากแผนภาพกระแสข้อมูลภาพรวมของระบบ การทำงานของระบบเคเอ็นซีพี ได้ถูกแบ่งกระบวนการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

- ส่วนข้อคำถามและการค้นหา ทำหน้าที่ในการดำเนินการกับคำสืบค้นของผู้ใช้งาน
  - ส่วนการคำนวณสารสนเทศ ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลเพื่อหาความสอดคล้อง จัดลำดับสิ่งพิมพ์ และจัดเตรียมโครงสร้างข้อมูลเพื่อการแสดงผล
  - ส่วนโครงสร้างการแสดงผล ทำหน้าที่ในการแสดงผลโครงสร้างข้อมูลและเชื่อมโยงรายการสิ่งพิมพ์ รายการคำครชนีกับคำสืบค้นของผู้ใช้งาน
- ซึ่งนำเสนอกระบวนการทำงานดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 0 ของระบบ

จากรูปที่ 4.4 ระบบเคเอ็นซีพี มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

1) คำสืบค้นจากผู้ใช้งาน ส่งผ่านมายังส่วนข้อคำถามและการค้นหา ซึ่งจะทำหน้าที่ในการจัดการข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับคำค้น ได้แก่ การแปลภาษา การตรวจสอบการสะกดคำ การกำจัดคำหยุด การขยายคำค้นด้วยการคัดเลือกคำจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สร้างชุดคำค้นในลักษณะของชุดข้อมูลเอ็นแกรม โดยชุดคำค้นที่ถูกปรับปรุงจะถูกนำไปยังส่วนการคำนวณสารสนเทศ

2) จากชุดคำค้นที่ถูกปรับปรุง ส่วนการคำนวณสารสนเทศจะทำการเปรียบเทียบกับชุดคำค้นดังกล่าวกับแฟ้มข้อมูลบรรณานุกรมสำคัญของระบบ พร้อมทั้งดึงรายการคำสำคัญดังกล่าวมาสร้างตัวแบบการสืบค้น และทำการประมวลผลเพื่อคัดเลือก จัดลำดับสิ่งพิมพ์และดึงโครงสร้างสิ่งพิมพ์ที่สอดคล้องกับชุดคำค้นจากฐานข้อมูลโครงสร้างหนังสือ จัดเตรียมชุดข้อมูลเพื่อการแสดงผล และส่งข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผลการสืบค้นไปยังส่วนโครงสร้างการแสดงผล

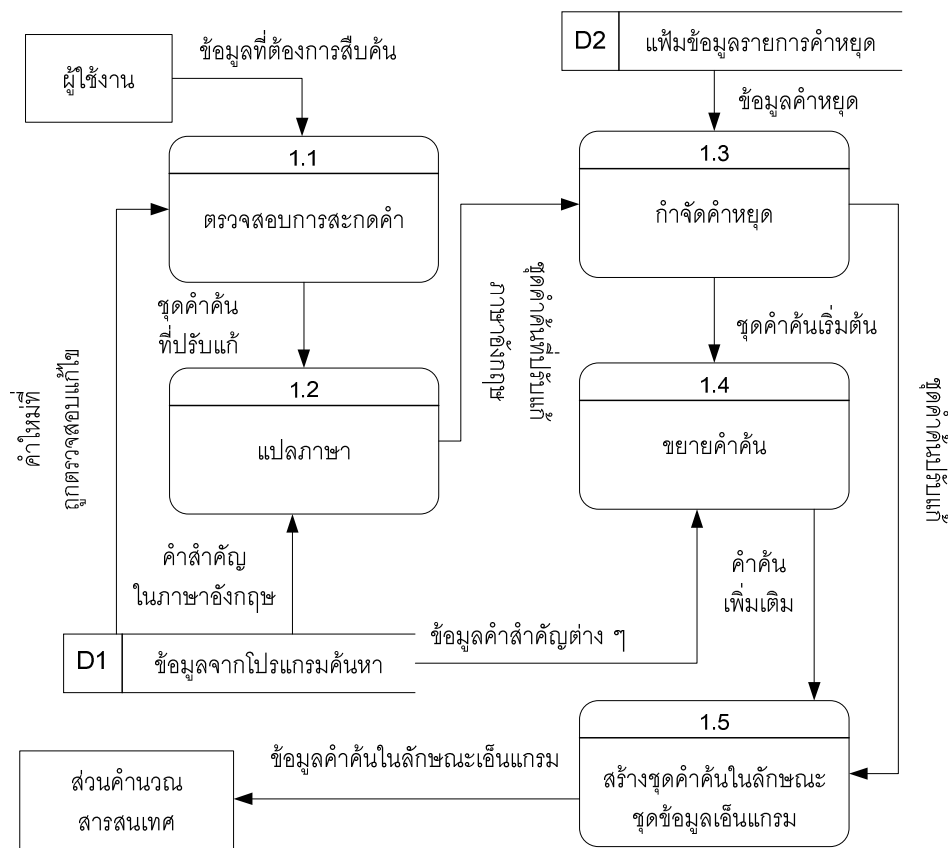
3) ส่วนโครงสร้างการแสดงผล จะทำหน้าที่ในการจัดรูปแบบและนำเสนอข้อมูล รายการคำค้น รายการสิ่งพิมพ์ที่สอดคล้อง รายการคำบรรณานุกรมที่พบและแผนภาพเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ ให้แก่ผู้ใช้งาน

#### 4.1.2.2 ขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลระดับที่ 1 ของส่วนต่าง ๆ

จากส่วนการทำงานหลักทั้ง 3 ส่วนของระบบเคเอ็นซีพี ผู้วิจัยนำเสนอขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลของแต่ละส่วน ดังนี้

##### 4.1.2.2.1 ส่วนข้อคำถามและการค้นหา

ส่วนข้อคำถามและการค้นหา ทำหน้าที่แปลภาษา ตรวจสอบการสะกดคำ กำจัดคำหยุด ขยายคำสืบค้น และสร้างชุดคำค้นในลักษณะของชุดข้อมูลเอ็นแกรม ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แผนภาพกระแสข้อมูลระดับที่ 1 ของส่วนข้อความและการค้นหา

จากภาพที่ 4.5 ขั้นตอนการทำงานของส่วนข้อความและการค้นหา ประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ดังนี้

**1) ส่วนตรวจสอบการสะกดคำ**

ทำหน้าที่รับคำสืบค้นของผู้ใช้ เพื่อทำการตรวจสอบการสะกดคำ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสการตรวจสอบการสะกดคำของกูเกิ้ล สเปล เช็คเกอร์ เอพีไอ (Spell checker API) ซึ่งระบบจะนำเสนอข้อมูลที่ทำการตรวจสอบและแก้ไขเพื่อให้ผู้ใช้งานยืนยันข้อมูลดังกล่าว

**2) ส่วนแปลภาษา**

ทำหน้าที่รับข้อมูลจากส่วนตรวจสอบการสะกดคำ และนำข้อมูลดังกล่าวมาแปลภาษา เพื่อให้อยู่ในรูปของข้อความภาษาอังกฤษ ซึ่งมีสอดคล้องกับรูปแบบภาษาของข้อมูลที่จัดเก็บอยู่ในระบบ โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสการแปลภาษาของกูเกิ้ล ทรานสเลชัน เอพีไอ (Translation API)

### 3) ส่วนกำจัดคำหยุด

ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ได้จากส่วนแปลภาษา ซึ่งเป็นข้อมูลดังกล่าวมีคำหยุดต่าง ๆ เป็นส่วนประกอบ ระบบจะทำการกำจัดคำหยุดดังกล่าวออกจากชุดคำค้นที่มีโดยอาศัยเพิ่มข้อมูลคำหยุดและอาปาเช่ลูชัน ในการแบ่งคำและนำคำมาเปรียบเทียบกับรายการคำหยุด (Stopword list) ซึ่งจะได้คำสืบค้นชุดใหม่ และนำชุดคำสืบค้นดังกล่าวส่งไปยังส่วนสร้างชุดคำค้นในลักษณะชุดข้อมูลเอ็นแกรม

นอกจากนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียกคืนรายการ ส่วนกำจัดคำหยุดดังกล่าว ยังทำหน้าที่ในการตรวจนับจำนวนคำในชุดคำสืบค้นใหม่ที่ได้ หากชุดคำสืบค้นมีจำนวนคำสำคัญน้อยกว่าหรือเท่ากับ 3 คำ ส่วนกำจัดคำหยุดจะส่งชุดคำค้นต้นฉบับไปยังส่วนขยายคำค้น เพื่อเพิ่มเติมคำค้นหรือหาข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับคำค้นดังกล่าว ซึ่งผลการสำรวจของ เลาและโกห์ (Lau and Goh, 2006, pp.1328-1329) บ่งชี้ว่า จำนวนคำสืบค้นที่น้อยกว่า 3 คำต่อการสืบค้นแต่ละครั้งนั้น ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในลักษณะของไม่ปรากฏรายการผลการสืบค้นคิดเป็นร้อยละ 32.56

### 4) ส่วนขยายคำค้น

ทำหน้าที่รับชุดคำค้นที่ยังไม่ได้ผ่านการกำจัดคำหยุด เพื่อนำมาทำการเพิ่มเติมคำสำคัญหรือข้อมูลอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับคำค้น ซึ่งมีขั้นตอน ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการทำงานของส่วนขยายคำค้น

จากภาพที่ 4.6 ส่วนขยายคำค้น มีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

4.1) สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสการสืบค้นของกูเกิ้ล เอแจ็กซ์ เสิร์จ เอพีไอ (AJAX Search API) เพื่อใช้ได้รายการข้อมูลอื่น ๆ ที่อาจจะเกี่ยวข้องจากผลการสืบค้น

4.2) นำผลการสืบค้นมาสกัดคำสำคัญและข้อมูลที่เกี่ยวข้องโดยอาศัยเทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสการสกัดคำของอัลเซมีเอพีไอ และคัดเลือกคำสำคัญที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายด้วยวิธีการเว็บพอยน์ไวจ์มีวอลอินฟอร์เมชัน และนำชุดคำสำคัญเพิ่มเติมดังกล่าวส่งไปยังส่วนสร้างชุดคำค้นในลักษณะชุดข้อมูลเอ็นแกรม ซึ่งการคำนวณค่าเว็บพอยน์ไวจ์มีวอลอินฟอร์เมชัน มีตัวอย่างการคำนวณ ดังนี้

- คำสืบค้นหลัก คือ “finite element”
- คำค้นเพิ่มเติมอื่น ๆ คือ “numerical” “galileo” “newton”
- ขนาดของการจัดทำครรชนพื้นฐานข้อมูลของโปรแกรมค้นหา

กูเกิ้ล (Lenssen, www, 2006) มีค่าประมาณ 25,370,000,000

ผลการนับจำนวนครรชนเว็บไซต์ที่ปรากฏข้อมูลของแต่ละคำ ดังนี้

	finite element	numerical	galileo	newton
<b>n</b>	6,790,000	33,700,000	15,100,000	54,500,000
<b>Pr</b>	0.000267639	0.001328341	0.000595191	0.002148207

การปรากฏร่วมกันระหว่างคำสืบค้นหลักกับคำค้นเพิ่มเติมอื่น ๆ ดังนี้

	numerical	galileo	newton
finite element	2,480,000	23,800	328,000
<b>Pr</b>	9.77533E-05	9.38116E-07	1.29287E-05

นำมาคำนวณตามสูตร  $WebPMI(x, y) = \log_2 \left( \frac{hits(x \& y) / N}{(hits(x) / N)(hits(y) / N)} \right)$  จะได้

ค่า WebPMI	numerical	galileo	newton
finite element	8.103	2.558	4.491

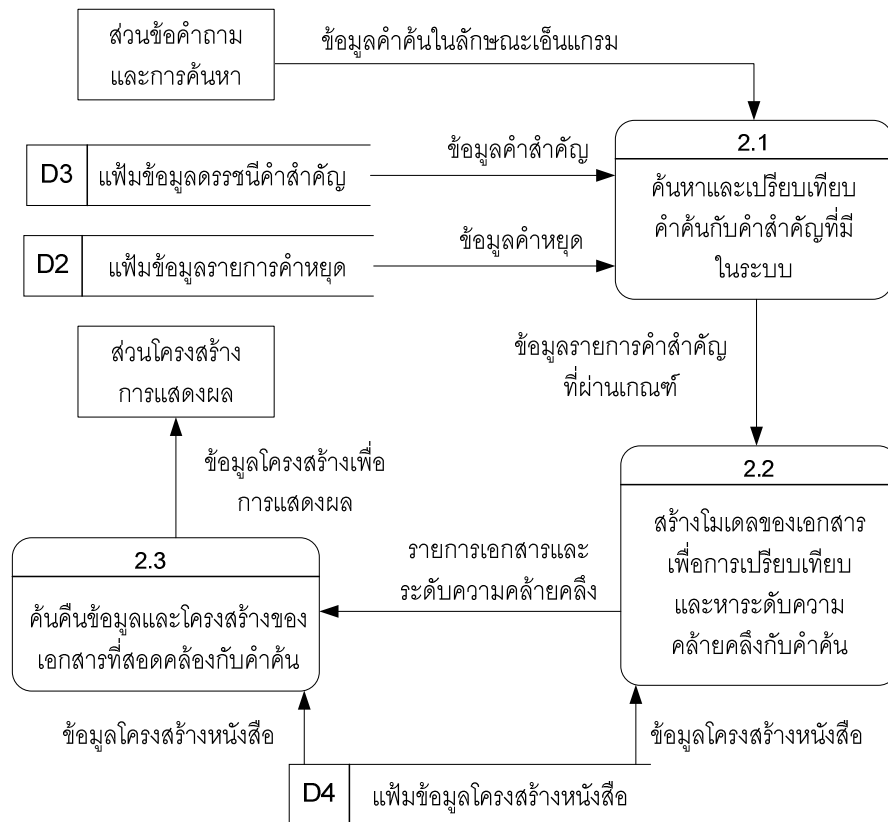
จากผลที่คำนวณได้ สามารถเลือกค่าเพิ่มเติมที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายในเชิงสถิติได้โดยพิจารณาจากค่าเว็บบอยน์ไวซ์มีวาลอินฟอร์เมชัน ที่มีค่าสูงในอันดับต้น ๆ ของผลการคำนวณ

5) ส่วนของการสร้างชุดคำค้นในลักษณะชุดข้อมูลเอ็นแกรม

สร้างชุดคำสืบค้นเอ็นแกรมแบบใช้คำเป็นฐาน โดยการแยกในลักษณะของไบเวิร์ด (Bi-word) (Manning, Raghavan and Schutze, 2008, pp.36-38) เช่น คำว่า “Molecular Dipole Moments” = {“Molecular Dipole”, “Dipole Moments”} เป็นต้น ซึ่งชุดคำค้นในลักษณะชุดข้อมูลเอ็นแกรมจะถูกนำไปยังส่วนการคำนวณสารสนเทศ เพื่อประมวลผลต่อไป

4.1.2.2.2 ส่วนการคำนวณสารสนเทศ

ส่วนการคำนวณสารสนเทศ ทำหน้าที่ในการค้นหาและเปรียบเทียบระดับความคล้ายคลึงกันของคำสำคัญต่าง ๆ จากชุดคำค้นที่ได้รับจากส่วนข้อความและการค้นหา และประมวลผลเพื่อคัดเลือกสิ่งพิมพ์ให้มีความสอดคล้องกับคำค้นที่ได้รับ พร้อมทั้งจัดทำโครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสมในการแสดงผล และส่งไปยังส่วนโครงสร้างการแสดงผล ต่อไป ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แผนภาพกระแสข้อมูลในระดับที่ 1 ของส่วนการคำนวณสารสนเทศ

จากภาพที่ 4.7 ส่วนการคำนวณสารสนเทศ มีขั้นตอนการทำงาน  
ดังนี้

### 1) ส่วนค้นหาและเปรียบเทียบคำค้นกับคำสำคัญที่มีในระบบ

ข้อมูลคำค้นแต่ละคำจากชุดคำค้นจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับ  
แฟ้มบรรณานุกรมคำสำคัญของระบบโดยอาปาเช่ลูซัน และจัดทำรายการคำบรรณานุกรมที่มีความคล้ายคลึงกับชุด  
คำสืบค้น นำรายการคำบรรณานุกรมที่ได้ทำการเปรียบเทียบด้วยเทคนิคเอ็นแกรมโดยอาศัยการแบ่งกลุ่ม  
ของตัวอักษร เช่น เปรียบเทียบคำสืบค้น “Numeric” กับคำบรรณานุกรมของระบบ “Numerical” และ  
“Number” ดังนี้

1.1) ทำชุดข้อมูลเอ็นแกรมของคำค้นและคำบรรณานุกรมใน  
ลักษณะของอักษรตัวพิมพ์เล็ก (กำหนดให้  $n=2$ )

$$\text{Numeric} = \{\text{nu, um, me, er, ri, ic}\}$$

$$\text{Numerical} = \{\text{nu, um, me, er, ri, ic, ca, al}\}$$

$$\text{Number} = \{\text{nu, um, mb, be, er}\}$$

1.2) หาจำนวนของส่วนร่วม (Intersection) และส่วนรวม  
(Union) ของคำค้นและคำบรรณานุกรม ดังนี้

1.2.1) หาจำนวนของส่วนร่วมระหว่างคำค้นกับคำ  
บรรณานุกรม

$$\text{Numeric} \cap \text{Numerical} = \{\text{nu, um, me, er, ri, ic}\} = 6$$

$$\text{Numeric} \cap \text{Number} = \{\text{nu, um, er}\} = 3$$

1.2.2) หาจำนวนของการส่วนรวมระหว่างคำค้นกับคำ  
บรรณานุกรม

$$\text{Numeric} \cup \text{Numerical} = \{\text{nu, um, me, er, ri, ic, ca, al}\} = 8$$

$$\text{Numeric} \cup \text{Number} = \{\text{nu, um, me, er, ri, ic, mb, be}\} = 8$$

1.3) นำมาแทนค่าในสูตร

$$r_w(N_i, N_j) = \frac{|S(N_i, w) \cap S(N_j, w)|}{|S(N_i, w) \cup S(N_j, w)|}$$



$$\text{Numeric , Numerical} = 6 / 8 = 0.750 \text{ (75.0\%)}$$

$$\text{Numeric , Number} = 3 / 8 = 0.375 \text{ (37.5\%)}$$

ผลการคำนวณสามารถอธิบายได้ว่า “Numeric” กับ “Numerical” มีความคล้ายคลึงกันในระดับสูง (คิดเป็นร้อยละ 75.0) ส่วน “Numeric” กับ “Number” มีความคล้ายคลึงกันในระดับต่ำ (คิดเป็นร้อยละ 37.5)

## 2) ส่วนสร้างโมเดลของเอกสารเพื่อการเปรียบเทียบและหาระดับความคล้ายคลึงกับคำค้น

จากผลการเปรียบเทียบดังกล่าว จะได้ชุดข้อมูลที่มีความสอดคล้องกับคำสืบค้นซึ่งระบบจะทำการสร้างตัวแบบการสืบค้นของเอกสาร เพื่อนำมาเปรียบเทียบและจัดลำดับรายการเอกสารโดยใช้ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ และกำหนดค่าน้ำหนักของคำตรรกะนี้ในฐานข้อมูลโดยการกำหนดค่าน้ำหนักด้วยการประเมินเชิงอัตวิสัย ดังนี้

ตารางที่ 4.7 ค่าน้ำหนักตามระดับที่ปรากฏของคำตรรกะนี้ในฐานข้อมูลของระบบ

ระดับที่ปรากฏของคำตรรกะนี้	ค่าน้ำหนัก
ชื่อหนังสือ (BT)	30
ชื่อบทที่ (CH)	25
ชื่อหัวข้อย่อย (SC)	20
ชื่อหัวข้อย่อยระดับที่ 1 (SSC)	15
ชื่อหัวข้อย่อยระดับที่ 2 (SSSC)	10
คำตรรกะนี้ท้ายเล่ม (BI)	1
ชื่อตาราง (TN)	1
ชื่อภาพ (FN)	1

ตัวอย่างการคำนวณในลักษณะของตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ ดังนี้

กำหนดชุดคำสืบค้นเป็น  $Q1 = \{\text{Dipole, Flux, Potential}\}$

กำหนดให้จำนวนเอกสารทั้งหมดในระบบมี 5 เอกสาร

กำหนดคำตรรกะนี้ของระบบ ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอในรูปแบบอย่างง่ายของ “คำตรรกะนี้ (ระดับที่ปรากฏ, ความถี่ที่ปรากฏ)” ดังนี้

D1 : {Faraday (BI,2), Dipole (SSSC,1), Dipole (BI,2), Potential (SC,1) }

D2 : {Flux (SC,1), Flux (BI,2), Dipole (SSC,1), Electronic (BI,2) }

D3 : {Dipole (BI,2), Potential (CH,1), Magnetic (BI,2) }

จากข้อมูลสามารถนำข้อมูลดังกล่าว มาจัดทำตาราง  $tf \times idf$  ได้ ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตัวอย่างการทำ  $tf$  ของระบบ

คำสืบค้น	D1	D2	D3	จำนวนเอกสารที่ปรากฏ
Dipole	10+2	15	2	3
Flux	0	20+2	0	1
Potential	20	0	25	2
ความถี่สูงสุด	20	22	25	

ทำการปรับค่าน้ำหนักของข้อมูลจากตารางที่ 4.8 ด้วยสูตร

$$w_{i,j} = tf_{i,j} \times idf_i$$

$$tf_{i,j} = \frac{f_{i,j}}{\text{Max}_k(f_{k,j})} \quad \text{และ} \quad idf_i = \log_2 \left( \frac{N}{n_i} \right)$$

เพื่อให้ค่าต่าง ๆ ที่ปรากฏสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ พร้อมทั้งคำนวณค่านอร์ม (norm) ของเอกสารแต่ละเล่มจากสูตร

$$\text{norm}(d_i) = \sqrt{w_{1,d_i}^2 + w_{2,d_i}^2 + \dots + w_{n,d_i}^2}$$

จะได้

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างการปรับค่าน้ำหนักข้อมูลของระบบ

คำสืบค้น	D1	D2	D3
Dipole	0.1331	0.1513	0.0177
Flux	0.0000	0.6990	0.0000
Potential	0.3979	0.0000	0.3979
ค่านอร์ม	0.4196	0.7151	0.3983

กำหนดให้เวกเตอร์ของคำสืบค้น  $Q1 = \{1, 1, 1\}$  ซึ่งได้ค่านอร์มเท่ากับ 1.7321 จากนั้นนำค่าต่าง ๆ มาคำนวณหาระดับความคล้ายคลึงกันระหว่างชุดคำค้นกับเอกสาร โดยแทนค่าในสูตร

$$Sim(q, d_j) = \frac{q \cdot d_j}{\|q\| \|d_j\|}$$

ซึ่งผู้วิจัยจะยกตัวอย่างการคำนวณค่าความคล้ายคลึงระหว่าง Q1 กับ D1 ดังนี้

$$\begin{aligned} Sim(Q1, D1) &= 0.5310 / (1.7321 \times 0.4196) \\ &= 0.7307 \end{aligned}$$

ผลการคำนวณปรากฏดังตารางที่ 4.10

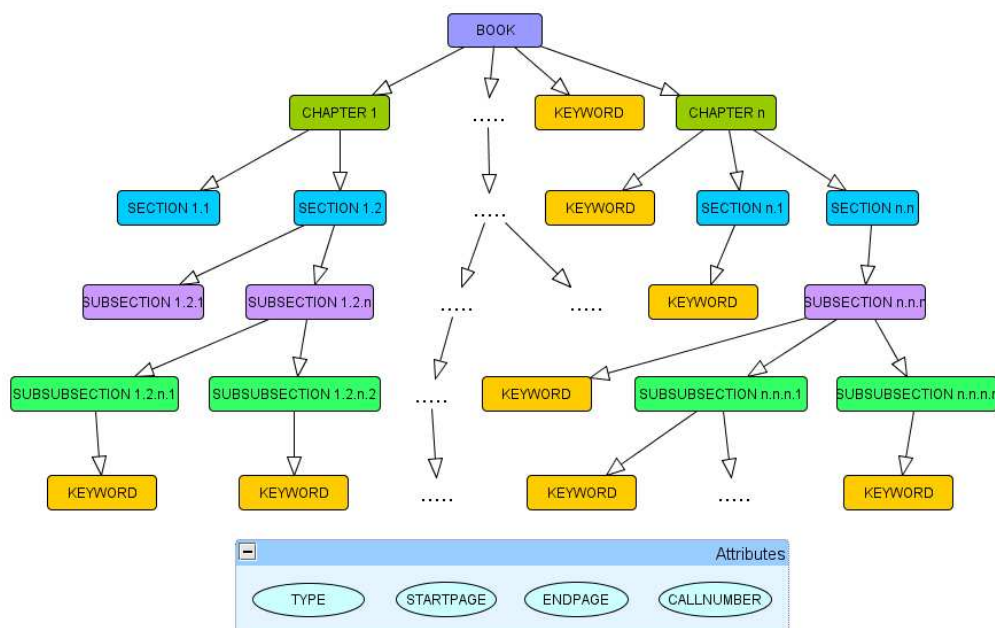
ตารางที่ 4.10 ค่าระดับความคล้ายคลึงจากการใช้ค่าน้ำหนักด้วยการประเมินเชิงอัตวิสัย

ระดับความคล้ายคลึง	D1	D2	D3
Q1	0.7307	0.6864	0.6025

จากข้อมูลค่าระดับความคล้ายคลึงดังกล่าว สามารถนำมาจัดลำดับความสำคัญของเอกสารตามค่าที่คำนวณได้

### 3) ส่วนค้นคืนข้อมูลและโครงสร้างเอกสารที่สอดคล้องกับคำค้น

จากข้อมูลรายการสิ่งพิมพ์ที่สอดคล้อง ส่วนค้นคืนข้อมูลและโครงสร้างเอกสารที่สอดคล้องกับคำค้น ทำหน้าที่ดึงโครงสร้างข้อมูลของเอกสารที่ได้รับการคัดเลือกในลักษณะของไฟล์ข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล โดยกำหนดโครงสร้างไฟล์ข้อมูลให้มีความสอดคล้องกับรายการสารบัญและบรรณานุกรมท้ายเล่ม ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มในระบบ

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <BOOK TYPE="CN" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="0" ENDPAGE="0">
  QA184.W53 2004
- <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="1"
  ENDPAGE="42">
  Systems of Linear Equations
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="2"
    ENDPAGE="15">Matrices and Systems of Linear Equations</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="16"
    ENDPAGE="27">Gauss-Jordan Elimination</SECTION>
- <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="28"
  ENDPAGE="38">
  Curve Fitting,Electrical Networks,and Traffic Flow
  <KEYWORD TYPE="KW" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="28"
    ENDPAGE="39">Systems of linear equations applications
    with</KEYWORD>
  </SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="39"
    ENDPAGE="42">Chapter 1 Review Exercises</SECTION>
</CHAPTER>
- <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="43"
  ENDPAGE="130">
  Matrices
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="44"
    ENDPAGE="60">Addition,Scalar Multiplication,and Multiplication of
    Matrices</SECTION>

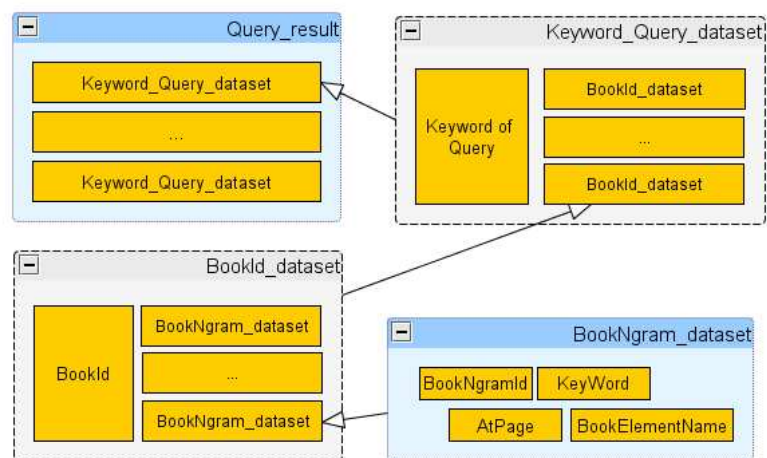
```

รูปที่ 4.8 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มในระบบ (ต่อ)

ส่วนของการค้นคืนข้อมูลและโครงสร้างของเอกสารที่สอดคล้องกับคำค้น ทำหน้าที่ในการส่งชุดข้อมูลเพื่อใช้ในการแสดงผลบนหน้าจอเครื่องลูกข่ายจำนวน 4 ชุด ดังนี้

- 1) ข้อมูลชุดที่ 1 โครงสร้างคำสืบค้นและข้อมูลคำดรชนีที่ค้นพบ

ค้นพบ



รูปที่ 4.9 โครงสร้างคำสืบค้นและข้อมูลคำดรชนีที่ค้นพบ

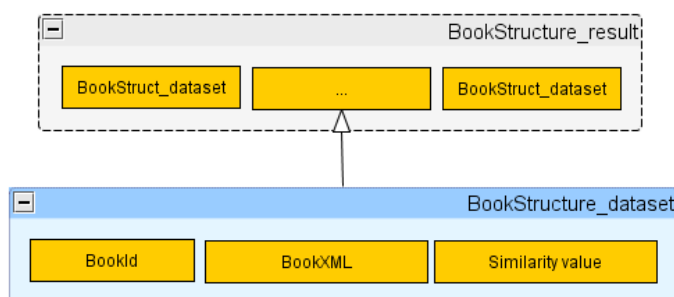
จากรูปที่ 4.9 ข้อมูลจะถูกแบ่งเป็น 4 ระดับโดยข้อมูลในระดับล่างสุด ได้แก่ ชุดข้อมูลคำสำคัญ (BookNgram\_dataset) ประกอบด้วย รหัสคำสำคัญ (BookNgramId) คำสำคัญ (Keyword) หน้าที่ปรากฏ (AtPage) และรหัสองค์ประกอบของหนังสือ (BookElementName)

จากนั้นชุดข้อมูลคำสำคัญ จะถูกนำมาบรรจรวมกับชุดข้อมูลเลขเรียกหนังสือ (BookId\_dataset) ซึ่งประกอบด้วย รหัสเลขเรียกหนังสือ (BookId) และรายการชุดข้อมูลคำสำคัญ

จากชุดข้อมูลเลขเรียกหนังสือ จะถูกนำมาบรรจรวมกับชุดข้อมูลคำสำคัญของชุดคำค้น (Keyword\_Query\_dataset) ซึ่งประกอบด้วย คำสำคัญจากชุดคำค้น (Keyword of Query) และชุดข้อมูลเลขเรียกหนังสือ

และข้อมูลระดับบนสุด คือ ชุดคำสืบค้นทั้งหมด (Query result) ซึ่งประกอบขึ้นจากชุดข้อมูลคำสำคัญของชุดคำค้นแต่ละคำ เพื่อใช้ในการนำเสนอข้อมูลให้แก่ผู้สืบค้น

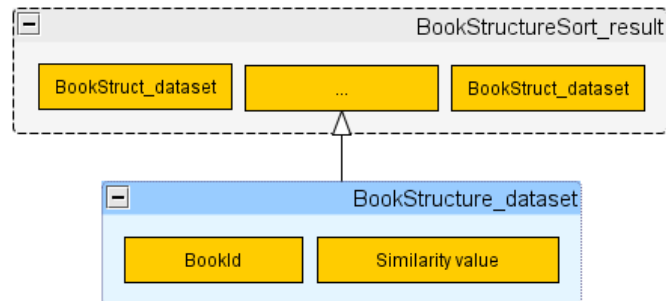
2) ข้อมูลชุดที่ 2 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของสิ่งพิมพ์และระดับความคล้ายคลึง



รูปที่ 4.10 โครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอลของสิ่งพิมพ์และระดับความคล้ายคลึง

จากรูปที่ 4.10 ข้อมูลจะประกอบด้วยเอกสารหลาย ๆ เล่ม (BookStructure\_result) ตามผลการสืบค้นของระบบ ซึ่งแต่ละเล่มจะประกอบด้วย เลขเรียกหนังสือ (BookId) โครงสร้างไฟล์เอกสารในรูปของเอ็กซ์เอ็มแอล (BookXML) และระดับความคล้ายคลึงที่คำนวณได้ (Similarity value)

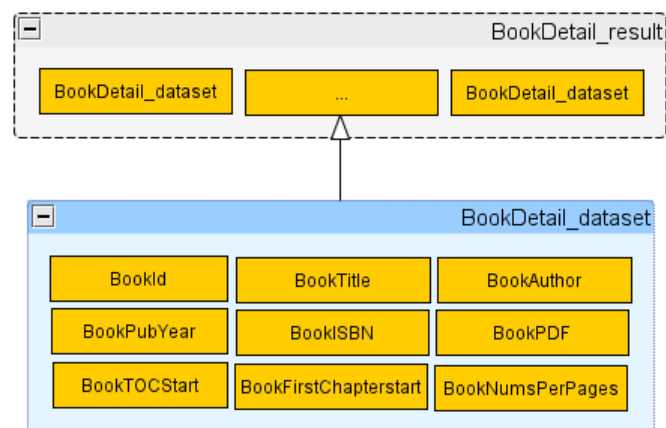
### 3) ข้อมูลชุดที่ 3 โครงสร้างการจัดลำดับรายการสิ่งพิมพ์



รูปที่ 4.11 โครงสร้างการจัดลำดับรายการสิ่งพิมพ์

จากรูปที่ 4.11 โครงสร้างข้อมูลรายการหนังสือที่ได้รับ การจัดเรียงตามระดับความคล้ายคลึงที่คำนวณได้ (BookStructureSort\_result) โดยเรียงจากค่ามาก ไปยังค่าน้อย ซึ่งประกอบด้วย เลขเรียกหนังสือ (BookId) และระดับความคล้ายคลึงที่คำนวณได้ (Similarity value)

### 4) ข้อมูลชุดที่ 4 โครงสร้างรายละเอียดสำหรับการแสดง สิ่งพิมพ์



รูปที่ 4.12 โครงสร้างรายละเอียดสำหรับการแสดงสิ่งพิมพ์

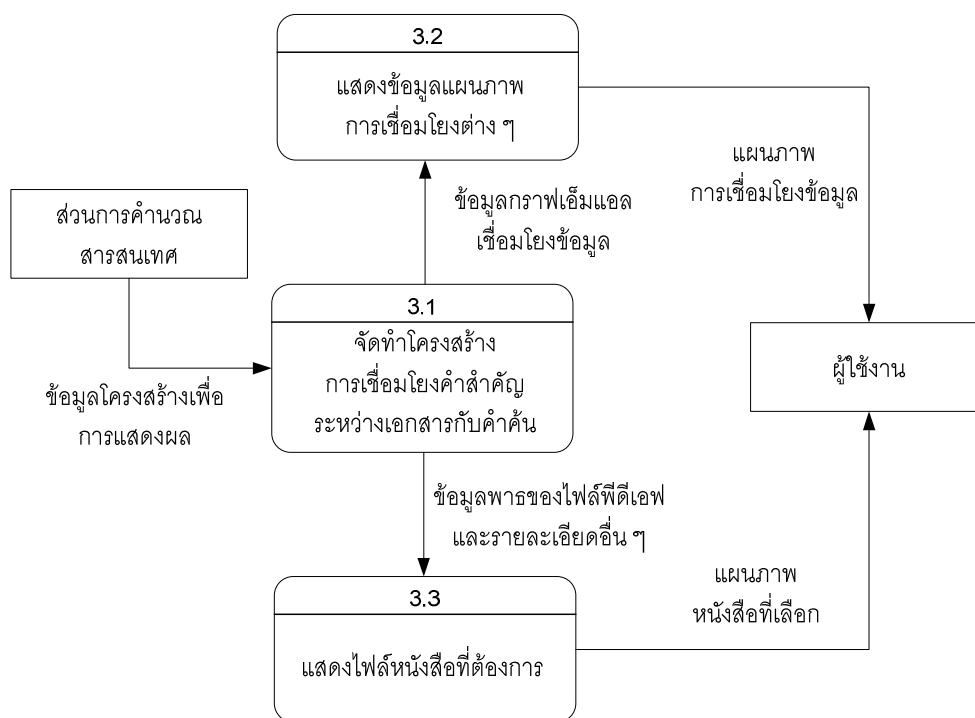
จากรูปที่ 4.12 โครงสร้างรายละเอียดสำหรับการแสดง สิ่งพิมพ์ (BookDetail\_result) ประกอบด้วย เลขเรียกหนังสือ (BookId) ชื่อหนังสือ (BookTitle) ชื่อ ผู้แต่ง (BookAuthor) ปีที่พิมพ์ (BookPubYear) เลขมาตรฐานไอเอสบีเอ็น (BookISBN) ชื่อไฟล์ พีดีเอฟของเอกสาร (BookPDF) ตำแหน่งหน้าแรกของสารบัญในไฟล์พีดีเอฟ (BookTOCStart)

ตำแหน่งหน้าแรกของบทที่หนึ่งในไฟล์พีดีเอฟ (BookFirstChapterstart) และจำนวนหน้าสแกน (BookNumsPerPage)

โครงสร้างข้อมูลทั้ง 4 ชุดที่ได้รับการประมวลผลจากส่วนการคำนวณสารสนเทศ จะถูกนำส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังส่วนโครงสร้างการแสดงผล เพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลการสืบค้นให้แก่ผู้ใช้งานต่อไป

#### 4.1.2.2.3 ส่วนโครงสร้างการแสดงผล

ส่วนดังกล่าวทำหน้าที่ ในการแสดงผลการสืบค้นต่าง ๆ ในรูปของรายการคำค้น รายชื่อหนังสือที่มีความสอดคล้องกับคำค้น และภาพหนังสือในรูปของไฟล์พีดีเอฟ ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แผนภาพกระแสข้อมูลในระดับที่ 1 ของส่วนโครงสร้างการแสดงผล

จากรูปที่ 4.13 ชุดข้อมูลโครงสร้างที่ใช้ในการแสดงผลจากส่วนการคำนวณสารสนเทศ จะถูกส่งมายัง

## 1) ส่วนจัดทำโครงสร้างการเชื่อมโยงคำสำคัญระหว่างเอกสารกับ

### คำค้น

ส่วนดังกล่าวจะทำหน้าที่แสดงรายการคำค้น แสดงรายการหนังสือที่สอดคล้องกับคำค้น สร้างการเชื่อมโยงข้อมูลต่าง ๆ รูปของโครงสร้างกราฟเอ็มแอล (GraphML) (Brandes, Eiglsperger, Lerner and Pich, www, n.d.) ซึ่งประกอบด้วยจุดต่อ (node) และเส้นเชื่อม (edge) โดยมีโครงสร้างตัวอย่าง ดังรูปที่ 4.14

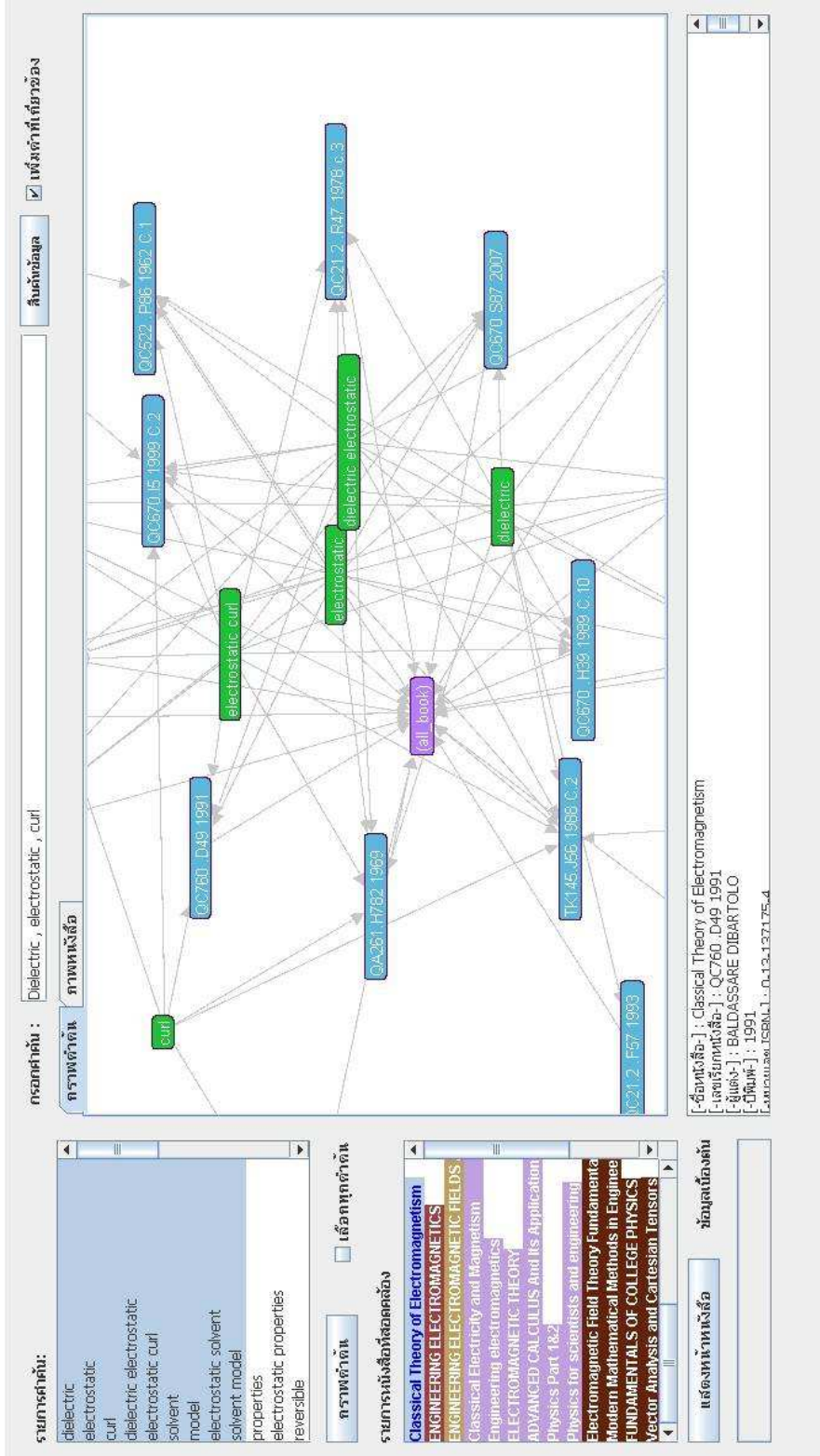
```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <graphml xmlns="http://graphml.graphdrawing.org/xmlns">
- <graph edgedefault="directed">
  <key id="name" for="node" attr.name="name" attr.type="string" />
  <key id="type" for="node" attr.name="type" attr.type="string" />
  <key id="detail" for="node" attr.name="detail" attr.type="string" />
  <key id="label" for="edge" attr.name="label" attr.type="string" />
- <node id="divergence">
  <data key="name">divergence</data>
  <data key="type">keywords</data>
</node>
- <node id="divergence vector">
  <data key="name">divergence vector</data>
  <data key="type">keywords</data>
</node>
- <node id="QA433.B63 1992">
  <data key="name">QA433.B63 1992</data>
  <data key="type">bookindex</data>
  <data key="detail">[-ชื่อเรื่อง-] : Vector Analysis and Cartesian Tensors [-ผู้แต่ง-] : D.E. Bourne, P.C. Kendall</data>
</node>
+ <node id="QC665 .E4 P38 1997">
- <node id="QA433 .D38 1991">
  <data key="name">QA433 .D38 1991</data>
  <data key="type">bookindex</data>
  <data key="detail">[-ชื่อเรื่อง-] : Introduction to Vector Analysis [-ผู้แต่ง-] : Arthur David Snider, Harry F. Davis</data>
</node>
- <edge source="QA433.B63 1992" target="divergence">
  <data key="label">มีปรากฏใน</data>
</edge>
- <edge source="QC665 .E4 P38 1997" target="divergence">
  <data key="label">มีปรากฏใน</data>
</edge>
+ <edge source="QA433 .D38 1991" target="divergence">
+ <edge source="QA261.H782 1969" target="divergence">
+ <edge source="TA330 .M46 1970" target="divergence">
</graph>
</graphml>
```

รูปที่ 4.14 ตัวอย่างโครงสร้างกราฟเอ็มแอลในการเชื่อมโยงข้อมูลคำค้นกับสิ่งพิมพ์



## 2) ส่วนข้อมูลแผนภาพการเชื่อมโยงต่าง ๆ

จากข้อมูลโครงสร้างกราฟเอ็มแอลดังกล่าว จะถูกนำไปแสดงผลยังส่วนการแสดงผลข้อมูลแผนภาพการเชื่อมโยงต่าง ๆ ใน 2 ลักษณะ ได้แก่ เชื่อมโยงระหว่างคำสืบค้นกับรายการสิ่งพิมพ์ (รูปที่ 4.15-ก) และเชื่อมโยงระหว่างคำสืบค้นกับคำตรรกะของสิ่งพิมพ์แต่ละเล่ม (รูปที่ 4.15-ข) โดยประยุกต์ใช้พีพีวส์ ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยในการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของแผนภาพ



(4.15-ก) ตัวอย่างการเชื่อมโยงระหว่างคำค้นกับสิ่งพิมพ์ที่แตกต่างกัน  
 รูปที่ 4.15 ภาพตัวอย่างการเชื่อมโยงคำค้นกับข้อมูลทีพบในระบบโดยใช้คำค้น “Dielectric , electrostatic , curl”

รายการคำค้น: dielectric, electrostatic, curl

ภาพคำค้น: ภาพหนังสือ

เพิ่มคำที่เกี่ยวข้อง  สืบค้นย้อนกลับ

รายการคำค้น: dielectric, electrostatic, curl, solvent model, electrostatic properties, reversible

ภาพคำค้น:  เลือกทุกคำค้น

รายการหนังสือที่สอดคล้อง

- Classical Theory of Electromagnetism
- ENGINEERING ELECTROMAGNETIC FIELDS
- Classical Electricity and Magnetism
- Engineering electromagnetics
- ELECTROMAGNETIC THEORY
- ADVANCED CALCULUS And Its Application
- Physics Part 1&2
- Physics for scientists and engineering
- Electromagnetic Field Theory Fundamentals
- Modern Mathematical Methods in Engineer
- FUNDAMENTALS OF COLLEGE PHYSICS
- Vector Analysis and Cartesian Tensors

แสดงหน้าหนังสือ

ข้อมูลเบื้องต้น

[ชื่อหนังสือ-1] : Classical Theory of Electromagnetism  
 [-เลขเรียกหนังสือ-1] : QC760 .D49 1991  
 [-ผู้แต่ง-1] : BALDASSARE DIBARTOLO  
 [-ปีพิมพ์-1] : 1991  
 [-เลขหนังสือ]-1 : 0-13-127175-4

(4.15-ข) ตัวอย่างแสดงการเชื่อมโยงระหว่างคำค้นกับคำตรรกษณิกภายในลิงกิงพิมพ์แต่ละเล่ม

รูปที่ 4.15 ภาพตัวอย่างการเชื่อมโยงคำค้นกับข้อมูลที่พบในระบบโดยใช้คำค้น “Dielectric , electrostatic , curl” (ต่อ)

### 3) ส่วนแสดงไฟล์หนังสือที่ต้องการ

ส่วนแสดงไฟล์หนังสือที่ต้องการ จะทำหน้าที่แสดงผล สิ่งพิมพ์ที่ต้องการศึกษาในรูปแบบของไฟล์พีดีเอฟ โดยส่วนดังกล่าวจะทำการเชื่อมโยงจากโครงสร้างไฟล์อิเล็กทรอนิกส์แมทริกซ์ (รูปที่ 4.16) ซึ่งบรรยายถึงโครงสร้างของรายการสารบัญและบรรณนิท้ายเล่มกับหน้าเอกสารของไฟล์หนังสือที่ต้องการ โดยหนังสือแต่ละเล่มจะเลือกจากรายการหนังสือที่สอดคล้อง ส่วนการแสดงผลดังกล่าวประยุกต์ใช้ไอซ์พีดีเอฟ เป็นเครื่องมือช่วยในการแสดงผลไฟล์เอกสารพีดีเอฟของหนังสือ ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยสนับสนุนให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษา ค้นคว้า ข้อมูลจากหนังสือเล่มดังกล่าว (รูปที่ 4.17)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <BOOK TYPE="CN" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="0" ENDPAGE="0">
  QA184.W53 2004
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="1" ENDPAGE="42">
- <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="43" ENDPAGE="130">
  Matrices
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="44"
    ENDPAGE="60">Addition, Scalar Multiplication, and Multiplication of
    Matrices</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="61"
    ENDPAGE="73">Algebraic Properties of Matrix Operations</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="74"
    ENDPAGE="85">Symmetric Matrices and Seriation in Archaeology</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="86"
    ENDPAGE="101">The Inverse of a Matrix and Cryptography</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="102"
    ENDPAGE="107">The Leontief Input-Output Model in Economics</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="108"
    ENDPAGE="116">Markov Chains, Population Movements, and Genetics</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="117"
    ENDPAGE="127">A Communication Model and Group Relationships in
    Sociology</SECTION>
  <SECTION TYPE="SC" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="128"
    ENDPAGE="130">Chapter 2 Review Exercises</SECTION>
</CHAPTER>
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="131" ENDPAGE="166">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="167" ENDPAGE="270">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="271" ENDPAGE="312">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="313" ENDPAGE="390">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="391" ENDPAGE="430">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="431" ENDPAGE="476">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="477" ENDPAGE="502">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="503" ENDPAGE="514">
  <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="515"
    ENDPAGE="522">Appendix B Equations of Planes and Lines in Three -Space</CHAPTER>
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="523" ENDPAGE="528">
+ <CHAPTER TYPE="CH" CALLNUMBER="QA184.W53 2004" STARTPAGE="529" ENDPAGE="591">
</BOOK>
```

รูปที่ 4.16 โครงสร้างไฟล์อิเล็กทรอนิกส์แมทริกซ์ของหนังสือแต่ละเล่ม



## 4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

จากการพัฒนาระบบเคเอ็นซีพี โดยประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรม ตัวแบบปฏิภูมิเวกเตอร์ และใช้โครงสร้างกราฟเอ็มแอลในการนำเสนอข้อมูลเป็นแผนภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลและนำทางผู้ใช้งานให้สามารถเข้าถึงความรู้ที่ต้องการในสื่อสิ่งพิมพ์ได้ ในส่วนนี้จะนำเสนอผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบเคเอ็นซีพีที่พัฒนาขึ้น โดยแบ่งการทดสอบประสิทธิภาพเป็น 2 ชั้น คือ การประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นและนำทางความรู้ โดยใช้ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยมีรายละเอียดผลการประเมินประสิทธิภาพ ดังนี้

### 4.2.1 การประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นและนำทางความรู้

การประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นและนำทางความรู้เพื่อทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงของระบบในการสืบค้นและนำทางความรู้ วิธีการวัดประสิทธิภาพที่นิยมใช้ในการทดสอบระบบการสืบค้นข้อมูล คือ การวัดค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับ และค่าเอฟเมเชอร์

ในการพิจารณาความหมายค่าความแม่นยำและค่าความระลึกลับได้ของระบบ ชนกร หวังพิพัฒน์วงศ์ อานนท์ ไกรเสวกวิสัย และ สราวุธ ราษฎร์นิยม (2553, หน้า 5) ได้กำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังตารางที่ 4.11 ผู้วิจัยจึงใช้ค่าเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อการพิจารณาประสิทธิภาพการทำงานของระบบเคเอ็นซีพี

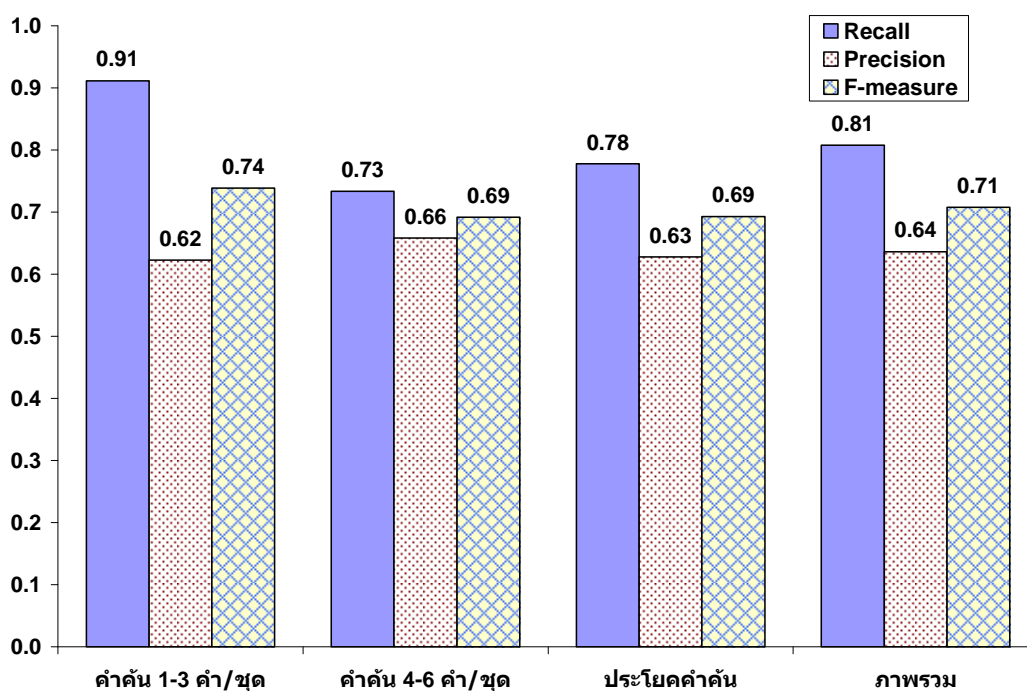
ตารางที่ 4.11 เกณฑ์การแปลความหมายค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์

ระดับ	ความหมาย
0.85-1.00	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดีมาก
0.75-0.84	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี
0.55-0.74	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับปานกลาง
0.35-0.54	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับน้อย
0.00-0.34	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับใช้ไม่ได้

การวิจัยครั้งนี้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 1 ท่าน ทำการคัดเลือกสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง “สนามแม่เหล็กไฟฟ้า” ได้จำนวน 18 เล่ม และผู้วิจัยคัดเลือกสิ่งพิมพ์ที่ไม่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าวเพิ่มเติมอีกจำนวน 12 เล่ม รวมทั้งสิ้น 30 เล่ม และให้ผู้เชี่ยวชาญอีก 3 ท่าน ทำการทดลองสืบค้นด้วยชุดคำค้นที่กำหนดขึ้นใน 3 ลักษณะจำนวน 15 ชุด ได้แก่

- 1) ชุดคำถามขนาด 1-3 คำถามต่อชุด จำนวน 5 ชุด ได้แก่
  - 1.1) Faraday's law , divergence , vector product
  - 1.2) Dielectric , electrostatic , curl
  - 1.3) Maxwell's equations , electromagnetic
  - 1.4) Lorentz force , wave equations
  - 1.5) Dipole , magnetic , magnetization
- 2) ชุดคำถามขนาด 4-6 คำถามต่อชุด จำนวน 5 ชุด ได้แก่
  - 2.1) Maxwell's equation , electromagnetic , plane waves , dielectric
  - 2.2) Dipole , dipole moment , magnetic field , faraday's law
  - 2.3) Lorentz , curl , vector product , magnetization
  - 2.4) Divergence , vector potential , gradient , electrostatic
  - 2.5) Flux , current density , dot product , electric field , Ampere's law
- 3) ประโยคคำถาม จำนวน 5 ประโยค ได้แก่
  - 3.1) What is dipole
  - 3.2) Describe the application of Div Grad and Curl in the electromagnetic field
  - 3.3) Can you explain the plane waves in terms of mathematical relations
  - 3.4) What is current density
  - 3.5) Explain the role of Lorentz force in electromagnetic field

ผลการประเมินประสิทธิภาพด้านความแม่นยำและค่าความระลึกรของระบบ ดังรูปที่



รูปที่ 4.18 ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์ของระบบ

จากรูปที่ 4.18 เมื่อเทียบกับเกณฑ์การพิจารณาที่กำหนด พบว่า โดยภาพรวมระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับปานกลาง โดยมีค่าความแม่นยำในระดับปานกลาง ที่ค่าเฉลี่ย 0.64 ค่าความระลึกลับในระดับดี ที่ค่าเฉลี่ย 0.81 และค่าเอฟเมเชอร์ในระดับปานกลางที่ 0.71 เมื่อพิจารณาจำแนกตามลักษณะของชุดคำค้น พบว่า ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานด้านค่าความแม่นยำในระดับปานกลางทุกลักษณะคำค้น ขณะที่มีความระลึกลับในระดับดีมากในลักษณะคำค้น 1-3 คำต่อชุด ส่วนการค้นในลักษณะคำค้น 4-6 คำต่อชุดและประโยคคำค้น ระบบมีความระลึกลับในระดับดีสำหรับค่าเอฟเมเชอร์ พบว่า ทุกลักษณะคำค้นมีค่าเอฟเมเชอร์อยู่ในระดับปานกลาง

รายละเอียดเพิ่มเติมผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละชุดคำค้น ดังปรากฏในภาคผนวก ข

#### 4.2.2 การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

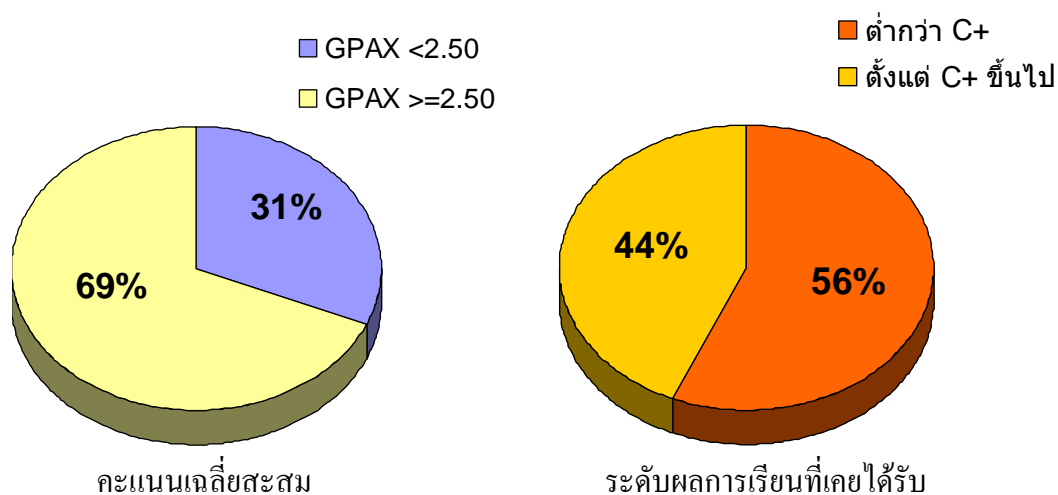
การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่าระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในการนำทางผู้ใช้ไปสู่สารสนเทศและความรู้ที่ต้องการได้หรือไม่ ในการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ผู้วิจัยได้นำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบกับผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าที่เคยลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 429214 สนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยจำแนกผู้ใช้งานใน 2 ลักษณะ ลักษณะละ 2 กลุ่ม คือ



1) จำแนกตามคะแนนเฉลี่ยสะสม (GPAX) ได้แก่ กลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.50 และกลุ่มที่มีคะแนนเฉลี่ยสะสมตั้งแต่ 2.50 ขึ้นไป

2) จำแนกตามระดับผลการเรียนที่ได้รับในรายวิชา สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ กลุ่มที่ได้ผลการเรียนต่ำกว่า C+ และ กลุ่มที่ได้ผลการเรียน C+ ขึ้นไป

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ใช้งานจำแนกตามลักษณะข้างต้น ปรากฏดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 จำนวนผู้ใช้งานจำแนกตามคะแนนเฉลี่ยสะสมและระดับผลการเรียนที่ เคยได้รับ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (ภาคผนวก ก) โดยสอบถามใน 3 ประเด็น ได้แก่

- 1) คุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ
- 2) ประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้
- 3) สมรรถนะในการให้บริการของระบบ

โดยมีเกณฑ์การพิจารณาระดับความพึงพอใจ ดังนี้

- |             |         |   |
|-------------|---------|---|
| 4.21 – 5.00 | หมายถึง | ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด  |
| 3.41 – 4.20 | หมายถึง | ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก        |
| 2.61 – 3.40 | หมายถึง | ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง    |
| 1.81 – 2.60 | หมายถึง | ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับน้อย       |
| 1.00 – 1.80 | หมายถึง | ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด |

ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบ ปรากฏดังตารางที่ 4.12 – 4.14

ตารางที่ 4.12 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์โดยภาพรวม

ข้อคำถาม	<i>n</i>	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
<b>คุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ</b>				
1. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบตรงตามความต้องการที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	32	3.88	0.66	มาก
2. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบมีความละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้า	32	3.63	0.75	มาก
<b>ภาพรวมด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ</b>	<b>32</b>	<b>3.75</b>	<b>0.64</b>	<b>มาก</b>
<b>ประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้</b>				
3. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถสืบค้นและเข้าถึงคำสำคัญในระดับประเด็นย่อย ๆ ภายในสื่อสิ่งพิมพ์ได้ง่าย	32	3.75	1.02	มาก
4. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถขยายขอบเขตของเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี	32	3.94	0.84	มาก
5. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถจำกัดขอบเขต หรือ เจาะลึก เรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี	32	3.75	0.80	มาก
6. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษา ที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์ต่างเล่มกันได้เป็นอย่างดี	31	3.87	0.76	มาก
7. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษา ที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มได้เป็นอย่างดี	32	4.00	0.72	มาก
8. ระบบช่วยผู้ใช้งานในการคัดกรองและนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี	32	3.75	0.84	มาก
9. ระบบช่วยประหยัดเวลาในการพิจารณาคัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์ที่ต้องการศึกษาได้เป็นอย่างดี	31	4.00	0.73	มาก
<b>ภาพรวมด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้</b>	<b>32</b>	<b>3.87</b>	<b>0.58</b>	<b>มาก</b>
<b>สมรรถนะในการให้บริการของระบบ</b>				
10. ระบบมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายต่อการเรียนรู้ (เช่น คำสั่งเข้าใจง่าย หน้าจอการแสดงผลเข้าใจง่าย เป็นต้น)	32	3.56	0.62	มาก
11. ระบบสามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม	30	3.30	0.88	ปานกลาง
12. ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เช่น ไม่ค้างบ่อย, แสดงผลได้สมบูรณ์ เป็นต้น)	32	3.25	0.84	ปานกลาง
<b>ภาพรวมด้านสมรรถนะในการให้บริการของระบบ</b>	<b>32</b>	<b>3.36</b>	<b>0.64</b>	<b>ปานกลาง</b>
<b>ภาพรวมทั้งหมด</b>	<b>32</b>	<b>3.72</b>	<b>0.52</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 3.72 เมื่อพิจารณาในแต่ละด้านพบว่า ด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้และด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 3.87 และ 3.75 ตามลำดับ ส่วนด้านสมรรถนะในการให้บริการของระบบ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 3.36

จากการจำแนกลักษณะของผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานจำแนกตามลักษณะ ผลปรากฏดังนำเสนอในตารางที่ 4.13 และ 4.14

ตารางที่ 4.13 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ จำแนกตามคะแนนเฉลี่ยสะสม

ข้อความ	GPAX < 2.50			GPAX >=2.50			t	p
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ		
<b>คุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ</b>								
1. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบตรงตามความต้องการที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	3.80	0.42	มาก	3.91	0.75	มาก	-0.428	0.672
2. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบมีความละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้า	3.50	0.53	มาก	3.68	0.84	มาก	-0.628	0.535
<b>ภาพรวมด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ</b>	<b>3.65</b>	<b>0.41</b>	<b>มาก</b>	<b>3.80</b>	<b>0.72</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.594</b>	<b>0.557</b>
<b>ประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้</b>								
3. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถสืบค้นและเข้าถึงคำสำคัญในระดับประเด็นย่อย ๆ ภายในสื่อสิ่งพิมพ์ได้ง่าย	3.50	0.85	มาก	3.86	1.08	มาก	-0.937	0.356
4. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถขยายขอบเขตของเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี	3.70	0.48	มาก	4.05	0.95	มาก	-1.362	0.184
5. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถจำกัดขอบเขต หรือ เจาะลึก เรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี	3.70	0.82	มาก	3.77	0.81	มาก	-0.234	0.817
6. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษาที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์ต่างเล่มกัน ได้เป็นอย่างดี	3.60	0.70	มาก	4.00	0.77	มาก	-1.384	0.177
7. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษา ที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่ม ได้เป็นอย่างดี	4.00	0.81	มาก	4.00	0.69	มาก	0.000	1.000
8. ระบบช่วยผู้ใช้งานในการคัดกรองและนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ได้เป็นอย่างดี	3.90	0.32	มาก	3.68	0.99	มาก	0.931	0.360
9. ระบบช่วยประหยัดเวลาในการพิจารณาคัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์ที่ต้องการศึกษาได้เป็นอย่างดี	4.11	0.33	มาก	3.95	0.84	มาก	0.740	0.465
<b>ภาพรวมด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้</b>	<b>3.79</b>	<b>0.35</b>	<b>มาก</b>	<b>3.90</b>	<b>0.66</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.519</b>	<b>0.607</b>
<b>สมรรถนะในการให้บริการของระบบ</b>								
10. ระบบมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายต่อการเรียนรู้ (เช่น คำสั่งเข้าใจง่าย หน้าจอการแสดงผลเข้าใจง่าย เป็นต้น)	3.50	0.53	มาก	3.59	0.66	มาก	-0.380	0.707
11. ระบบสามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม	3.11	0.93	ปานกลาง	3.38	0.86	ปานกลาง	-0.767	0.450
12. ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เช่น ไม่ค้างบ่อย, แสดงผลได้สมบูรณ์ เป็นต้น)	3.00	0.94	ปานกลาง	3.36	0.79	ปานกลาง	-1.137	0.264
<b>ภาพรวมด้านสมรรถนะในการให้บริการของระบบ</b>	<b>3.22</b>	<b>0.69</b>	<b>ปานกลาง</b>	<b>3.43</b>	<b>0.62</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.875</b>	<b>0.389</b>
<b>ภาพรวมทั้งหมด</b>	<b>3.62</b>	<b>0.33</b>	<b>มาก</b>	<b>3.77</b>	<b>0.59</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.729</b>	<b>0.472</b>

\* ระดับสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ 4.13 เมื่อพิจารณาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานจำแนกตามคะแนนเฉลี่ย  
จะสม พบว่า ทั้งโดยภาพรวมและเป็นรายข้อคำถาม ผู้ใช้งานทั้งสองกลุ่มมีความพึงพอใจต่อระบบ  
ในระดับมากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 4.14 ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ จำแนกตามระดับผลการเรียนที่ได้รับ

ข้อคำถาม	ต่ำกว่า C+			ตั้งแต่ C+ ขึ้นไป			t	p
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ		
<b>คุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ</b>								
1. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบตรงตามความต้องการที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า	3.72	0.57	มาก	4.07	0.73	มาก	-1.516	0.140
2. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบมีความละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้า	3.61	0.61	มาก	3.64	0.92	มาก	-0.117	0.908
<b>ภาพรวมด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ</b>	<b>3.67</b>	<b>0.51</b>	<b>มาก</b>	<b>3.85</b>	<b>0.77</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.838</b>	<b>0.409</b>
<b>ประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้</b>								
3. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถสืบค้นและเข้าถึงคำสำคัญในระดับประเด็นย่อย ๆ ภายในสื่อสิ่งพิมพ์ได้ง่าย	3.72	0.89	มาก	3.79	1.18	มาก	-0.173	0.864
4. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถขยายขอบเขตของเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี	3.89	0.75	มาก	4.00	0.96	มาก	-0.366	0.717
5. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถจำกัดขอบเขต หรือ เจาะลึก เรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี	3.61	0.77	มาก	3.93	0.82	มาก	-1.113	0.274
6. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษาที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์ต่างเล่มกัน ได้เป็นอย่างดี	3.83	0.78	มาก	3.92	0.76	มาก	-0.318	0.753
7. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษา ที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่ม ได้เป็นอย่างดี	4.00	0.76	มาก	4.00	0.67	มาก	0.000	1.000
8. ระบบช่วยผู้ใช้งานในการคัดกรองและนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี	3.78	0.64	มาก	3.71	1.06	มาก	0.208	0.836
9. ระบบช่วยประหยัดเวลาในการพิจารณาคัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์ที่ต้องศึกษาได้เป็นอย่างดี	3.94	0.55	มาก	4.07	0.91	มาก	-0.466	0.646
<b>ภาพรวมด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้</b>	<b>3.82</b>	<b>0.50</b>	<b>มาก</b>	<b>3.92</b>	<b>0.67</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.448</b>	<b>0.657</b>
<b>สมรรถนะในการให้บริการของระบบ</b>								
10. ระบบมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายต่อการเรียนรู้ (เช่น คำสั่งเข้าใจง่าย หน้าจอการแสดงผลเข้าใจง่าย เป็นต้น)	3.44	0.51	มาก	3.71	0.72	มาก	-0.123	0.227
11. ระบบสามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม	3.24	0.83	ปานกลาง	3.38	0.96	ปานกลาง	-0.456	0.652
12. ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เช่น ไม่ค้างบ่อย, แสดงผลได้สมบูรณ์ เป็นต้น)	3.17	0.78	ปานกลาง	3.36	0.92	ปานกลาง	-0.628	0.535
<b>ภาพรวมด้านสมรรถนะในการให้บริการของระบบ</b>	<b>3.29</b>	<b>0.58</b>	<b>ปานกลาง</b>	<b>3.46</b>	<b>0.71</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.769</b>	<b>0.448</b>
<b>ภาพรวมทั้งหมด</b>	<b>3.67</b>	<b>0.41</b>	<b>มาก</b>	<b>3.79</b>	<b>0.64</b>	<b>มาก</b>	<b>-0.709</b>	<b>0.484</b>

\* ระดับสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากตารางที่ 4.14 เมื่อพิจารณาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานจำแนกตามระดับผลการเรียนที่ได้รับ พบว่า ทั้งโดยภาพรวมและเป็นรายข้อคำถาม ผู้ใช้งานทั้งสองกลุ่มมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมากไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการออกแบบและพัฒนาระบบเคเอ็นซีพี ซึ่งผู้วิจัยนำเสนอถึงขั้นตอนการทำงานและกระแสข้อมูลในส่วนต่าง ๆ และผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ใน 2 ลักษณะ คือ การประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นและนำทางความรู้ โดยใช้ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์ และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ผู้วิจัยได้สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ดังนำเสนอในบทที่ 5

## บทที่ 5

### สรุปและอภิปรายผล

จากการนำระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ หรือระบบเคเอ็นพีซี ไปปรับใช้เพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ในบทนี้จะนำเสนอข้อสรุปและการอภิปรายผลการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 การอภิปรายผลการวิจัย
- 5.3 การประยุกต์ใช้ผลการวิจัย
- 5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนากระบวนการและระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ และประเมินประสิทธิภาพของระบบดังกล่าว โดยศึกษาความต้องการของระบบจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการสืบค้นสารสนเทศของผู้ใช้งานระบบสืบค้น ลักษณะโครงสร้างที่สำคัญของสื่อสิ่งพิมพ์ ขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนำทางความรู้ และขั้นตอนวิธีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง与技术เอ็นแกรม

การออกแบบและพัฒนากระบวนการนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ ทำการพัฒนาระบบด้วยภาษาจาวา (Java) มีการทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในลักษณะของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ใช้โปรแกรมจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟต์ ซีควิล เซิร์ฟเวอร์ 2005 ในการสร้างฐานข้อมูลโครงสร้างหนังสือ จัดทำเพิ่มข้อมูลรายการบรรณานุกรมสำคัญของระบบด้วยแอปพลิเคชัน 3.0 และประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสและเทคโนโลยีวิธีต่าง ๆ ใน 3 ส่วนหลักของระบบ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ส่วนข้อคำถามและการค้นหา ทำหน้าที่ในการจัดการรูปแบบคำสืบค้น โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสของกูเกิ้ล ได้แก่ เอเจ็ซซ์ เสิร์จ เอพีไอ สเปค เช็คเกอร์ เอพีไอ และทรานสเลชัน เอพีไอ ในกระบวนการสืบค้นและจัดการรูปแบบของคำสืบค้น และใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสอัลเซมีเอพีไอร่วมกับวิธีเว็บพอยท์ไวส์มีวชวลอินฟอร์เมชันในการคัดเลือกรายการสำคัญต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์เชิงความหมายกับคำสืบค้น เพื่อให้ระบบสามารถคัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์ให้สอดคล้องตามความรู้หรือสารสนเทศที่ต้องการ



ส่วนที่ 2 ส่วนการคำนวณสารสนเทศ ทำหน้าที่จัดทำตัวแบบการสืบค้นและเปรียบเทียบ คำค้น โดยใช้เทคนิคเอ็นแกรมในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของคำตรรกะกับคำสืบค้น และใช้ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ร่วมกับการกำหนดค่าน้ำหนักของคำตรรกะโดยการประเมินเชิงอัตวิสัย ตามระดับความสำคัญของโครงสร้างข้อมูล เพื่อคัดเลือกสิ่งพิมพ์ที่สอดคล้องตาม คำสืบค้น

ส่วนที่ 3 ส่วนโครงสร้างการแสดงผล ทำหน้าที่ในแสดงรายการสิ่งพิมพ์และนำเสนอการ เชื่อมโยงข้อมูลระหว่างสิ่งพิมพ์ คำตรรกะและคำค้น โดยใช้โครงสร้างกราฟเอ็มแอลร่วมกับ เครื่องมือพีพีเอส ในการนำเสนอข้อมูลในลักษณะของแผนภาพ และแสดงผลไฟล์พีดีเอฟของ สิ่งพิมพ์โดยใช้เครื่องมือไอซ์พีดีเอฟ

การทดสอบประสิทธิภาพในด้านค่าความแม่นยำ ค่าความระลึกลับและค่าเอฟเมเชอร์โดย ผู้เชี่ยวชาญ สรุปได้ว่า ระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพการทำงานในระดับปานกลาง โดยระบบมีค่าความแม่นยำในระดับปานกลาง ค่าความระลึกลับในระดับดี และมีค่าเอฟเมเชอร์ในระดับปานกลาง เมื่อจำแนกตามลักษณะของ ชุดคำค้น ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานด้านค่าความแม่นยำในระดับปานกลาง ทุกลักษณะคำค้น ด้านค่าความระลึกลับระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับดีมาก ในชุดคำค้น 1-3 คำค้นต่อชุด ส่วนชุดคำค้น 4-6 คำค้นต่อชุด และประโยคคำค้นมีประสิทธิภาพในระดับดี

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อ สิ่งพิมพ์ ได้ทำการประเมินความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สอบถามใน 3 ประเด็น ได้แก่

- 1) คุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ
- 2) ประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้
- 3) สมรรถนะในการให้บริการของระบบ

ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์โดย ภาพรวมในระดับมาก เมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า ด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้ ด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมาก และด้าน สมรรถนะในการให้บริการของระบบ ในระดับปานกลาง

เมื่อจำแนกตามลักษณะของกลุ่มผู้ใช้งาน โดยจำแนกตามคะแนนเฉลี่ยสะสมและระดับผล การเรียนที่ได้รับพบว่า ผู้ใช้งานทั้งสองกลุ่มลักษณะมีความพึงพอใจต่อระบบในด้านประโยชน์ใน การส่งเสริมการเรียนรู้ ด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับอยู่ในระดับมาก และด้าน สมรรถนะในการให้บริการของระบบในระดับปานกลาง

## 5.2 การอภิปรายผล

จากการประเมินประสิทธิภาพการทำงานและการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ ผู้วิจัยนำเสนอการอภิปรายผลการวิจัยในประเด็นหลัก ๆ 2 ประเด็น คือ ประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลของระบบ และประสิทธิภาพด้านการนำทางความรู้ ดังนี้

### 5.2.1 ประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลของระบบ

1) จากการประเมินประสิทธิภาพด้านค่าความแม่นยำและค่าความระลึกโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีผลการประเมินในระดับปานกลาง และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบในด้านคุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับซึ่งมีระดับผลการประเมินในระดับมาก โดยเฉพาะรายข้อคำถามที่ 1) ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบตรงตามความต้องการที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลของระบบที่สามารถทำงานได้ดีจากการประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรมและตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ในการสร้างตัวแบบการสืบค้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ซอลตันและบัคเคย์ (Salton and Buckley, 1988 อ้างถึงใน ศุภชัย ตั้งวงศ์สานต์, 2551, หน้า 50) ที่ระบุว่าตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพในกรณีโดยทั่วไปและเป็นที่ยอมรับในวงวิชาการ อีกทั้งประสิทธิภาพระบบที่พัฒนาขึ้นยังสอดคล้องกับ มุสตาฟาและอัล-ราไดเดห์ (Mustafa and Al-Radaideh, 2004, pp.1002-1007) บาร์รอน-เซเดโน และโรสโซ (Barron-Cedeno and Rosso, 2009, pp.696-700) และ ลีทริโซค ปัญญาฤกษ์ชัย และศิพานิ นุชิตประสิทธิ์ชัย (2552, หน้า 307-312) ซึ่งได้ประยุกต์ใช้เทคนิคเอ็นแกรมในงานวิจัยและให้ค่าความแม่นยำและค่าความระลึกของระบบที่พัฒนาขึ้นในระดับที่สูงกว่า 0.60

เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพจากชุดคำค้นต่าง ๆ พบว่า ระบบให้ค่าความระลึกในระดับที่สูง และให้ค่าความแม่นยำในระดับปานกลาง ในทุกชุดคำค้น ทั้งนี้เนื่องจากการเลือกใช้คำแทนสาระจากรายการสารบัญหรือครรชนี้น้อยเกินไป แม้จะเป็นคำสืบค้นที่ผู้ใช้งานคุ้นเคยและระบุถึงเนื้อหาภายในสิ่งพิมพ์ได้เป็นอย่างดี แต่คำแทนสารระดังกล่าวมีระดับความครอบคลุม (Exhaustivity) ที่มากจนเกินไป ซึ่งส่งผลให้ได้รับค่าความระลึกในระดับที่สูงโดยมีค่าความแม่นยำที่ลดต่ำลง สอดคล้องกับ มัลทบี (Maltby, 1975 อ้างถึงใน Macgregor and McCulloch, 2006, p.292) และ แลนคาสเตอร์ (Lancaster, 1968 อ้างถึงใน สุธรรม อูมาแสงทองกุล, 2541, หน้า 22) ซึ่งระบุว่า คำครรชนีที่มีระดับความครอบคลุมสูงจะส่งผลให้ได้รับค่าความระลึกในระดับที่สูง ขณะที่ค่าความแม่นยำจะลดต่ำลง ในทางกลับกันหากคำครรชนีที่ใช้มีระดับความครอบคลุมที่น้อยลงจะส่งผลให้ค่าความระลึกลดต่ำลงแต่จะให้ค่าความแม่นยำที่สูงขึ้น

2) การทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยใช้ชุดคำค้น 3 ลักษณะ ได้แก่ ชุดคำค้นขนาด 1-3 คำต่อชุด ชุดคำค้นขนาด 4-6 คำต่อชุด และประโยคคำค้น พบว่า โดยภาพรวมระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับปานกลางในทุกลักษณะคำค้น โดยทุกลักษณะคำค้นมีประสิทธิภาพในด้านความแม่นยำและความระลึกใกล้เคียงกัน ยกเว้นการสืบค้นด้วยชุดคำค้น 1-3 คำค้นต่อชุดที่มีค่าความระลึกสูง แสดงให้เห็นว่า ระบบซึ่งใช้ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์เป็นตัวแบบในการสืบค้น สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับที่สูงเมื่อใช้งานร่วมกับการสืบค้นด้วยชุดคำค้นที่มีการระบุถึงคำสำคัญแต่ละคำอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องจาก ตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์มีรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของรายการคำสำคัญและค่าน้ำหนักของคำสำคัญแต่ละคำ (Baeza-Yates and Ribeiro-Neto, 1999, pp.24-34; Chu, 2003, pp.99-113 และ ศุภชัย ตั้งวงศ์สานต์, 2551, หน้า 30-50) ส่วนประโยคคำค้น ซึ่งเป็นลักษณะคำค้นที่มีความหมายแฝงของประโยค ระบบอาจไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพนัก

3) ประสิทธิภาพการให้บริการของระบบ เมื่อพิจารณาจากแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ ในด้านสมรรถนะการให้บริการของระบบ พบว่า ผู้ใช้งานโดยภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาจำแนกตามลักษณะของผู้ใช้งาน จำแนกตามระดับคะแนนเฉลี่ยสะสม และระดับผลการเรียนที่ได้รับ พบว่า ผู้ใช้งานทั้งสองลักษณะมีความเห็นว่าระบบมีสมรรถนะในการให้บริการในระดับปานกลางไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยเฉพาะในรายชื่อที่ 11) ระบบสามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม และข้อที่ 12) ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เช่น ไม่ค้างบ่อย, แสดงผลได้สมบูรณ์ เป็นต้น) พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อระบบอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้เนื่องจาก ระบบเคเอ็นซีพีที่พัฒนาขึ้นอาศัยตัวแบบปริภูมิเวกเตอร์ในการสืบค้น เพื่อคัดเลือกสิ่งพิมพ์ที่มีความสอดคล้อง โดยดำเนินการในลักษณะของการสร้างเมทริกซ์ของค่าครรชนีของสิ่งพิมพ์ ซึ่งรูปแบบการคำนวณดังกล่าวจำเป็นต้องใช้หน่วยความจำที่สูงเพียงพอ

อีกทั้งในกระบวนการทำงานของระบบมีการส่งผ่านข้อมูลขนาดใหญ่ระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อใช้ในการแสดงผลต่าง ๆ ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการส่งผ่านข้อมูลและใช้หน่วยความจำที่สูงเช่นเดียวกัน

### 5.2.2 ประสิทธิภาพด้านการนำทางความรู้

จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบในด้านประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้ พบว่า การนำทางความรู้โดยการนำเสนอแผนภาพความเชื่อมโยงระหว่างคำค้นกับรายการสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มจากรายการสารบัญญและครรชนีท้ายเล่ม โดยใช้โครงสร้างกราฟเอ็มแอลและนำเสนอรายการสื่อสิ่งพิมพ์ที่เกี่ยวข้องตามระดับความสอดคล้อง ระบบสามารถทำงานได้

อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานในข้อที่ 7) ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษา ที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่มได้เป็นอย่างดี และข้อที่ 9) ระบบช่วยประหยัดเวลาในการพิจารณาคัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์ที่ต้องศึกษาได้เป็นอย่างดี โดยมีผลการประเมินความพึงพอใจในระดับมาก ที่ค่าเฉลี่ย 4.00 สอดคล้องกับงานวิจัยของ เคลเลอร์ เกอร์เจตส์ ไชเทอร์และการ์ซอฟฟ์กี (Keller, Gerjets, Scheiter and Garsoffky, 2004, pp.270-271) และ เทอร์แกนและเคลเลอร์ (Tergan and Keller, 2005, p.2) ที่ระบุว่า การนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภาพเป็นเครื่องมือช่วยในการแสดงข้อมูล โครงสร้างข้อมูล หรือแหล่งความรู้ที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน ช่วยลดภาระในการศึกษาเรียนรู้ภายในระยะเวลาอันจำกัดได้เป็นอย่างดี

### 5.3 การประยุกต์ผลการวิจัย

ในการพัฒนาระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ สามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ได้ ดังนี้

1. เทคนิคเอ็นแกรม ตัวแบบการสืบค้นปริภูมิเวกเตอร์และการกำหนดค่านำหนักด้วยการประเมินเชิงอัตวิสัยที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในการพัฒนาระบบนั้น สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกระบวนการสืบค้นสารสนเทศที่อยู่ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การสืบค้นสารสนเทศที่อยู่ในรูปของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวหรือเสียง โดยการแปลงข้อมูลภาพหรือเสียงดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบของสายอักขระที่เหมาะสมกับลักษณะการจัดเก็บข้อมูลและการประมวลผล ของเทคนิคเอ็นแกรมและตัวแบบการสืบค้นปริภูมิเวกเตอร์

2. การนำทางความรู้โดยการนำเสนอแผนภาพความเชื่อมโยงต่าง ๆ โดยใช้โครงสร้างกราฟเอ็มแอล สามารถประยุกต์ใช้ในการนำเสนอข้อมูลความสัมพันธ์ต่าง ๆ เช่น การนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างผู้แต่งกับข้อมูลรายการบรรณานุกรมท้ายเล่มจากสิ่งพิมพ์เล่มต่าง ๆ หรือการนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่มีในสื่อสิ่งพิมพ์ภายในหน่วยงานที่ให้บริการสารสนเทศกับแหล่งความรู้ที่มีปรากฏอยู่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3. โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลของระบบที่ได้นำเสนอ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดแบ่งหมวดหมู่ของสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาหลายด้าน จากข้อมูลของคำสำคัญต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่ในแต่ละส่วนของสื่อสิ่งพิมพ์โดยวิธีแบบอัตโนมัติ กึ่งอัตโนมัติหรือโดยตัวบุคคลได้

4. ระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ ที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการสารสนเทศต่าง ๆ ทั้งในส่วนของภาครัฐและภาคเอกชน อาทิ การจัดเก็บและสืบค้นเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ของศูนย์หรือสถาบันวิจัย การจัดเก็บเอกสารสำคัญ

ของหน่วยงานภาครัฐ เช่น จัดเก็บและสืบค้นประมวลกฎหมายหรือผลการพิจารณาคดีต่าง ๆ หรือใน ส่วนของภาคเอกชน เช่น ศูนย์หนังสือ ร้านหนังสือ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการ ส่งเสริมการขาย เพื่อให้ลูกค้าสามารถทราบถึงสารสนเทศหรือความรู้ของสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีเพื่อ จำหน่ายของหน่วยงานดังกล่าว

#### 5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยขอแนะนำเสนอแนวทางในการศึกษาและวิจัยต่อไป ดังนี้

1. ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน โดยการใช้คำค้นในลักษณะของประโยคคำค้น ซึ่งพบว่า ระบบมีประสิทธิภาพการทำงานในระดับปานกลาง การประยุกต์ใช้กระบวนการด้านการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural language processing) หรือการเปรียบเทียบข้อมูลในเชิงความหมายเพื่อสามารถระบุถึงจุดมุ่งหมายของประโยคคำค้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน ของระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2. การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลในเรื่อง สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ด้านวิศวกรรมไฟฟ้า การวิจัยในครั้งต่อไปควรนำเอาความรู้ในศาสตร์ด้านอื่น ๆ เช่น กลุ่มวิชาทางวิศวกรรมศาสตร์แขนงอื่น ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือด้านมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มาใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งต่อไป

## รายการอ้างอิง

- ทบวงมหาวิทยาลัย, สำนักมาตรฐานอุดมศึกษา. (2544). **ประกาศทบวงมหาวิทยาลัย เรื่อง มาตรฐานห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา พ.ศ. 2544** [ออนไลน์]. ได้จาก [http://library.christian.ac.th/pdf\\_file/Lib\\_standard\\_2544\\_sBook\\_web.pdf](http://library.christian.ac.th/pdf_file/Lib_standard_2544_sBook_web.pdf)
- ธนกร หวังพิพัฒน์วงศ์ อานนท์ ไกรเสวกวิสัย และ สราวุธ ราษฎร์นิยม. (2553). ระบบค้นหารูปภาพโดยใช้หลักการเว็บเชิงความหมาย. **National Conference on Computer Information Technologies 2010 (CIT2010)** (หน้า 1-6). จันทบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี.
- นฤมล ปราชญ์โยธิน ทวีศักดิ์ กอนันตกุล และเปรมิน จินดาวิมลเลิศ. (2536). **ซีเอสอาร์กับระบบสารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: สารมวลชน.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2538). **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 2** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, ส่วนแผนงาน. (2541-2551). **รายงานประจำปี มทส.** [ออนไลน์]. ได้จาก <http://www.sut.ac.th/annualreport>
- รินฤดี ไชยวิชิตกุล. (2550). ความสามารถในการกำหนดคำค้นเพื่อการค้นหาสารสนเทศของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. **วารสารรังสิตสารสนเทศ**. 13(1): 25-35.
- วิไลพร เลิศมหาเกียรติ ภูริวัตร คัมภีร์ภาพพัฒน์ และอนิราช มิ่งขวัญ. (2551). รูปแบบการแสดงผลการค้นคืนของเครื่องมือการสืบค้นสารนิเทศบนอินเทอร์เน็ต. **วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ**. 18(1): 89-98.
- ศุกรินทร์ วิมุกตายน. (2548). **ความสำเร็จและความล้มเหลวในการสืบค้นสารนิเทศจากฐานข้อมูลเครือข่ายสารสนเทศห้องสมุดในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยของนิสิตปริญญาโท (ภาคนอกเวลาราชการ) ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** [ออนไลน์]. ได้จาก <http://www.car.chula.ac.th/culib/v21n2y2548/article3.html>
- ศุภชัย ตั้งวงศ์ศานต์. (2551). **ระบบการจัดเก็บและการสืบค้นสารสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์พิทักษ์การพิมพ์.

- สำนักนายกรัฐมนตรี, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545** [ออนไลน์].  
ได้จาก <http://www.onec.go.th/publication/law2542/law2542.pdf>
- สุธรรม อูมาแสงทองกุล. (2541). การศึกษาผลการสืบค้นสารสนเทศที่ใช้เทคนิครชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักที่จัดทำโดยมนุษย์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สิทธิโชค ปัญญาฤกษ์ชัย และศิพาณี นุชิตประสิทธิ์ชัย. (2552). ระบบการค้นคืนสารสนเทศโดยใช้เทคนิค N-gram. In **Proceedings of The 5th National Conference on Computing and Information Technology** (หน้า 307-312). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- Allen, R. G. (2006). Mechatronics Engineering : A Critical Need for This Interdisciplinary Approach to Engineering Education. In **Proceedings of The 2006 IJME - INTERTECH Conference** (pp.1-6). Walden University: USA.
- Baase, S. and Gelder, A. V. (2000). **Computer algorithms** (3rd ed). New York: Addison-Wesley.
- Baeza-Yates, R. and Ribeiro-Neto, B. (1999). **Modern information retrieval**. New York: Addison-Wesley.
- Barletta, R. and Klahr, P. (1997). Effective Knowledge Navigation For Problem Solving Using Heterogeneous Content Types. In **AAAI Technical Report WS-97-09** (pp.9-14). Providence: Rhode Island.
- Barrón-Cedeño, A. and Rosso, P. (2009). On Automatic Plagiarism Detection based on n-grams Comparison. **Lecture Notes In Computer Science**. 5478: 696-700.
- Beitzel, S. M. ,Jensen, E. C., Chowdhury, A., Grossman, D., and Frieder, O. (2004). Hourly Analysis of a Very Large Topically Categorized Web Query Log. In **Proceeding of the 27th Annual International Conference on Research and Development in Information Retrieval** (pp.321-328). University of Sheffield: United Kingdoms.
- Bollegala, D., Matsuo, Y. and Ishizuka, M. (2007). Measuring Semantic Similarity between Words Using Web Search Engines. In **Proceeding of the 16th International World Wide Web Conference** (pp.757-766). Banff, Alberta: Canada.

- Borgman, C. L. (1996). Why are online catalogs still hard to use?. **Journal of the American Society for Information Science**. 47(7): 493-503.
- Boyce, B. R., Meadow, C. T., and Kraft, D. H. (1994). **Measurement in Information Science**. London: Academic Press Limited.
- Brandes, U., Eiglsperger, M., Lerner, J. and Pich, C. (n.d.). **GraphML Primer** [On-line]. Available : <http://graphml.graphdrawing.org/primer/graphml-primer.html>
- Broder, A. Z. (1997). On the resemblance and containment of documents. In **Proceedings of the Compression and Complexity of Sequences 1997** (pp.21-29). Salerno: Italy.
- Caviglia-Harris, J. L. and Hatley, J. (2004). Interdisciplinary teaching Analyzing consensus and conflict in environmental studies. **International Journal of Sustainability in Higher Education**. 5(4): 395-403.
- Chakrabarti, S. (2003). **Mining the web Discovering Knowledge from Hypertext data**. Morgan Kaufmann publishers: New york.
- Chu, H. (2003). **Information representation and retrieval in the digital age**. Medford, New Jersey: Information Today Incorporation.
- Choi, S., Cha, S. and Charles, C.T. (2010). A Survey of Binary Similarity and Distance Measures. **Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics**. 8(1): 43-48.
- Cleveland, D. B. and Cleveland, A. D. (1990). **Introduction to indexing and abstracting** (2nd ed). Englewood: Libraries Unlimited.
- Elberrichi, Z. and Aljohar, B. (2007). N-grams in Texts Categorization. **Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)**. 8(2): 25-39.
- Foskette, A.C. (1996). **The subject approach to information**. London : Library Association Pub.
- Frakes, W. B., and Baeza-Yates, R. (1992). **Information Retrieval: Data Structures & Algorithms**, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall PTR. Quoted in Porter, E. H., and Winkler, W. E. (1997). Approximate String Comparison and its Effect on an Advanced Record Linkage System. **Advanced Record Linkage System**. **U.S. Bureau of the Census, Research Report**. 190-199.
- George, M. (2007). **Interdisciplinary Programs Involving Mathematics** [On-line]. Available: <http://math.arizona.edu/~atp-mena/conference/presentations/Mary-George.pps>



- iProspect. (2006). **iProspect Search Engine User Behavior Study** [On-line]. Available :  
[http://www.iprospect.com/premiumPDFs/WhitePaper\\_2006\\_SearchEngineUserBehavior.pdf](http://www.iprospect.com/premiumPDFs/WhitePaper_2006_SearchEngineUserBehavior.pdf)
- Jacob, M., Heikki, T., and Seppo, L. (1987). Microelectronics Research Requires Interdisciplinary Approach. In Proceeding SEFI Annual Conference, Interdisciplinarity in Engineering Education. Helsinki University of Technology. Quoted in Tarvainen, M. (2006). **Engineering Education and Interdisciplinary Studies** [On-line]. Available: <http://www.pantaneto.co.uk/issue22/tarvainen.htm>
- Jansen, B. J. and Spink, A. (2003). An Analysis of Web Information Seeking and Use : Documents Retrieved Versus Documents Viewed. In Proceeding of the 4th International conference on Internet Computing. อ้างถึงใน วิไลพร เลิศมหาเกียรติ ภูริวัตร คัมภีร์ ภาพพัฒน และอนิราช มิ่งขวัญ. (2551). รูปแบบการแสดงผลการค้นคืนของเครื่องมือการสืบค้นสารนิเทศบนอินเทอร์เน็ต. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 18(1): 89-98.
- Keller, T., Gerjets, P., Scheiter, K. and Grasofky, B. (2004). Information visualizations as learning tools. In **Special Interest Meeting 2004 of EARLI SIG 6 and SIG 7** (pp.269-280). Tuebingen: Germany.
- Khreisat, L. (2006). Arabic text classification using N-gram frequency statistics: A comparative study. In **Proceedings of the 2006 International Conference on Data Mining** (pp.78-82). Las Vegas: USA.
- King, J. and Dehdari, J. (n.d.). **An n-gram based language identification system** [On-line]. Available: [http://www.cse.ohio-state.edu/~kingjo/grammar/king\\_dehdari.pdf](http://www.cse.ohio-state.edu/~kingjo/grammar/king_dehdari.pdf)
- Lancaster, F. W. (1968). Information retrieval systems: characteristics, testing, and evaluation. New York: John Wiley. อ้างถึงใน สุธรรม อุมาแสงทองกุล. (2541). การศึกษาผลการสืบค้นสารสนเทศที่ใช้เทคนิคดัชนีแบบกำหนดค่าน้ำหนักที่จัดทำโดยมนุษย์. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- Lancaster, F. W. (2003). **Indexing and abstracting in theory and practice** (3rd ed). London: Facet Pub.

- Lau, E. P. and Goh, D. H. (2006). In search of query patterns : A case study of a university OPAC. **Information Processing and Management**. 42(5): 1316-1329.
- Le-Khac, N., Aouad, L. M. and Kechadi, M. (2007). Knowledge Map : Toward a new approach supporting the knowledge management in Distributed Data Mining. In **Proceeding of Third International Conference on Autonomic and Autonomous Systems (ICAS'07)** (pp.67-72). Athens: Greece.
- Lenssen, P. (2006). **Checking Google's Index Size** [On-line]. Available: <http://blogoscoped.com/archive/2006-12-27-n44.html>
- Lourenco, F., Lobo, V. and Bacao F. (2004). Binary-based similarity measures for categorical data and their application in self-organizing maps. In **Proceeding JOCLAD 2004 - XI Jornadas de Classificacao e Anlise de Dados** (pp.1-18). Lisbon: Portugal.
- Macgregor, G. and McCulloch, E. (2006). Collaborative tagging as a knowledge organization and resource discovery tool. **Library Review**. 55(5): 291-300.
- Maltby, A. (1975). Sayers' Manual of Classification for Librarians (5th ed). Andre Deutch: London. Quoted in Macgregor, G. and McCulloch, E. (2006). Collaborative tagging as a knowledge organization and resource discovery tool. **Library Review**. 55(5): 291-300.
- Malles, K. (2008). **Mathematics as the language of Physics** [On-line]. Available: [http://faculty.physics.uni-mysore.ac.in/malles/Mathematics as the language of Physics-lecture.doc](http://faculty.physics.uni-mysore.ac.in/malles/Mathematics%20as%20the%20language%20of%20Physics-lecture.doc)
- Manning, C.D., Raghavan, P. and Schutze, H. (2008). **Introduction to Information Retrieval**. New York: Cambridge University Press.
- Matsumura, N., Ohsawa, Y. and Ishizuka, M. (2001). Knowledge Navigation on Visualizing Complementary Documents. **Lecture Notes in Computer Science**. 2226: 258-270.
- Matsuo, Y., Sakaki, T., Uchiyama, K. and Ishizuka, M. (2006). Graph-based word clustering using a web search engine. In **Proceedings of the 2006 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing** (pp.542-550). Sydney: Australia.
- Mekki, T. and Nazarenko, A. (2006). An application-oriented terminology evaluation : the case of back-of-the book indexes. In **Workshop on Terminology design: quality criteria and evaluation methods (TermEval)** (pp.18-21). Genoa: Italy.

- Mihalcea, R., Corley, C. and Strapparava, C. (2006). Corpus-based and Knowledge-based Measures of Text Semantic Similarity. In **Proceedings of the 21st national conference on Artificial intelligence** (pp.775-780). Boston: Massachusetts.
- Mike, P. and Jeroen, H. (1999). Knowledge Navigation in Networked Digital Libraries. In **Proceedings of the 11th European Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management** (pp.13-32). Dagstuhl Castle: Germany.
- Monev, V. (2004). Introduction to Similarity Searching in Chemistry. **Match-Communications in Mathematical and in Computer Chemistry**. 51: 7-38.
- Mustafa, S. and Al-Radaideh, Q. (2004). Using N-grams for Arabic Text Searching. **Journal of the american society for information science and technology**. 55(11): 1002-1007.
- Ong, C., Day, M. and Hsu, W. (2009). The measurement of user satisfaction with question answering systems. **Information & Management**. 46: 397-403.
- Park, S., Tae, Y. and Park, S. (2006). Self-Organizing n-gram Model for Automatic Word Spacing. In **Proceeding of the 21st International Conference on Computational Linguistics and 44th Annual Meeting of the ACL** (pp.633-640). Sydney: Australia.
- Pepper, S. (2008). Topic Maps. **Encyclopedia of Library and Information Sciences**. 3: 1-37.
- Pfeifer, U., Poersch, T. and Fuhr, N. (1995). Searching proper names in databases. In **Hypertext - Information Retrieval - Multimedia, Synergieeffekte elektronischer Informations systeme, Proceedings HIM '95** (pp.259-276). Konstanz University: Germany.
- Porter, E. H., and Winkler, W. E. (1997). Approximate String Comparison and its Effect on an Advanced Record Linkage System. **Advanced Record Linkage System. U.S. Bureau of the Census, Research Report**. 190-199.
- Qiu, J., Yao, Y., Wang, Y. and Wang, X. (2006). Research of E-Government Knowledge Navigation System Based on XTM. In **Proceedings of the 2006 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IATW'06)** (pp.586-589). Hong Kong: China.
- Rowley, J. E. (1988). **Abstracting and indexing** (2nd ed). London: Bingley.
- Sanan, M., Rammal, M. and Zreik, K. (2008). Arabic supervised learning method using N-gram. **Interactive Technology and Smart Education**. 5(3): 157-169.

- Salton, G., and Buckley, C. (1988). Term-weighting Approaches in Automatic Text Retrieval. **Information Processing & Management**. 24(5): 513-523.
- Salton, G. (1988). Automatic text transformations. Quoted in Salton, G. (1989). **Automatic Text Processing: The Transformation, Analysis, and Retrieval of Information by Computer**. 425–470. Boston, MA: Addison-Wesley.
- Sridhar, M. S. (2004). Subject searching in the OPAC of a special library : problems and issues. **OCLC Systems & Services: International Digital Library Perspectives**. 20(4): 183-191.
- Tarvainen, M. (2006). **Engineering Education and Interdisciplinary Studies** [On-line]. Available: <http://www.pantaneto.co.uk/issue22/tarvainen.htm>
- Taylor, A. G. and Joudrey, D. N. (2009). **The organization of information**. Westport: Libraries Unlimited.
- Tergan, S. O. and Keller, T. (2005). Visualizing Knowledge and Information : An Introduction. Knowledge and Information Visualization. **Lecture Notes in Computer Science**. 3426: 1-23.
- Tomovic, A. and Janicic, P. (2007). A Variant of N-gram Based Language Classification. **Lecture Notes in Artificial Intelligence**. 4733: 410-421.
- Tomovic, A., Janicic, P. and Keselj, V. (2006). n-Gram-based classification and unsupervised hierarchical clustering of genome sequences. **Computer methods and programs in biomedicine**. 81: 137-153.
- Turney, P. (2001). Mining the Web for Synonyms: PMI versus LSA on TOEFL. In **Proceedings of the Twelfth European Conference on Machine Learning (ECML-2001)** (pp.491-502). Freiburg: Germany.
- Willcox, K. and Bounova, G. (2004). Mathematics in Engineering : Identifying, Enhancing and Linking the Implicit Mathematics Curriculum. In **Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual conference & Exposition** (pp.1-13). Salt Lake City: Utah, USA.
- Wu, J. and Wang, X. (2007). A Knowledge Navigation Method for the Domain of Customers' Services of Mobile Communication Corporations in China. **Lecture Notes in Computer Science**. 4682: 340-349.

- Wu, Z., Liu, Y., Chang, M., Chang, A. and Li, M. (2006). Developing Personalized Knowledge Navigation Service for Students Self-Learning based on Interpretive Structural Modeling. In **Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)** (pp.427-428). Kerkrade: Netherlands.
- Yamamoto, H., Ohmi, S. and Tsuji, H. (2003). Entropy-based Indexing Term Selection For N-gram Text Search System. In **IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics (IEEE/SMC 2003)** (pp.4852-4857). Japan.
- Zhang, B. and Sargur, N. S. (n.d.). **Properties of Binary Vector Dissimilarity Measures** [Online]. Available: [http://www.cedar.buffalo.edu/papers/articles/CVPRIP03\\_propbina.pdf](http://www.cedar.buffalo.edu/papers/articles/CVPRIP03_propbina.pdf)
- Zhigeng, W. (2006). Rebuilding the Library OPAC. **Lecture Notes in Computer Science**. 4256: 153-158.

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้  
เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์

## แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึง เนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงตามความคิดเห็นของท่าน

ระดับความคิดเห็น : มากที่สุด (5) มาก (4) ปานกลาง (3) น้อย (2) น้อยที่สุด (1) ไม่แสดงความคิดเห็น (0)

ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ตอบแบบสอบถาม :

รหัสประจำตัวนักศึกษา \_\_\_\_\_ ชั้นปีที่ \_\_\_\_\_ สาขาวิชา \_\_\_\_\_ คะแนน GPAX \_\_\_\_\_

เคยลงทะเบียนเรียนวิชา "สนามแม่เหล็กไฟฟ้า" จำนวน \_\_\_\_\_ ครั้ง เกรดที่ได้รับ \_\_\_\_\_

ความคิดเห็นที่มีต่อระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาในสื่อสิ่งพิมพ์ :

รายการ	ระดับความคิดเห็น					
	5	4	3	2	1	0
<b>คุณภาพความรู้และสารสนเทศที่ได้รับ</b>						
1. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบตรงตามความต้องการที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้า						
2. ความรู้/สารสนเทศที่ได้จากระบบมีความละเอียดเพียงพอต่อการนำไปใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้า						
<b>ประโยชน์ในการส่งเสริมการเรียนรู้</b>						
3. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถสืบค้นและเข้าถึงคำสำคัญในระดับประเด็นย่อย ๆ ภายในสื่อสิ่งพิมพ์ได้ง่าย						
4. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถขยายขอบเขตของเรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี						
5. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้สามารถจำกัดขอบเขต หรือ เจาะลึก เรื่องที่ต้องการศึกษาค้นคว้าได้เป็นอย่างดี						
6. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษา ที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์ต่างเล่มกัน ได้เป็นอย่างดี						
7. ระบบช่วยผู้ใช้งานให้มองเห็นถึงความเชื่อมโยงของความรู้เรื่องที่ต้องการศึกษา ที่บันทึกไว้ในสื่อสิ่งพิมพ์แต่ละเล่ม ได้เป็นอย่างดี						
8. ระบบช่วยผู้ใช้งานในการคัดกรองและนำเสนอสื่อสิ่งพิมพ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดี						
9. ระบบช่วยประหยัดเวลาในการพิจารณาคัดเลือกสื่อสิ่งพิมพ์ที่ต้องศึกษาได้เป็นอย่างดี						
<b>สมรรถนะในการให้บริการของระบบ</b>						
10. ระบบมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายต่อการเรียนรู้ (เช่น คำสั่งเข้าใจง่าย หน้าจอการแสดงผลเข้าใจง่าย เป็นต้น)						
11. ระบบสามารถตอบสนองได้ในระยะเวลาที่เหมาะสม						
12. ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เช่น ไม่ค้างบ่อย, แสดงผลได้สมบูรณ์ เป็นต้น)						

ข้อคิดเห็นอื่น ๆ \_\_\_\_\_

ขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่าน

(นายสมจิน เปี้ยโคกสูง)

นักศึกษาบัณฑิตศึกษา หลักสูตรวิทยาการสารสนเทศมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิชาเทคโนโลยีสังคม

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ



## ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบนำทางความรู้เพื่อการเข้าถึงเนื้อหาใน สื่อสิ่งพิมพ์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ลักษณะชุดคำค้น	คำค้น ที่	ผู้เชี่ยวชาญที่ 1			ผู้เชี่ยวชาญที่ 2			ผู้เชี่ยวชาญที่ 3			เฉลี่ยทั้งหมด		
		R	P	F	R	P	F	R	P	F	R	P	F
1-3 คำค้น/ชุด	1.1	0.94	0.59	0.72	0.94	0.59	0.72	0.94	0.59	0.72	0.94	0.59	0.72
	1.2	0.83	0.60	0.70	0.83	0.60	0.70	0.83	0.60	0.70	0.83	0.60	0.70
	1.3	1.00	0.67	0.80	1.00	0.67	0.80	1.00	0.67	0.80	1.00	0.67	0.80
	1.4	0.89	0.59	0.71	0.89	0.59	0.71	0.89	0.59	0.71	0.89	0.59	0.71
	1.5	0.89	0.67	0.76	0.89	0.67	0.76	0.89	0.67	0.76	0.89	0.67	0.76
<b>เฉลี่ย 1-3 คำค้น/ชุด</b>		<b>0.91</b>	<b>0.62</b>	<b>0.74</b>	<b>0.91</b>	<b>0.62</b>	<b>0.74</b>	<b>0.91</b>	<b>0.62</b>	<b>0.74</b>	<b>0.91</b>	<b>0.62</b>	<b>0.74</b>
4-6 คำค้น/ชุด	2.1	0.78	0.74	0.76	0.78	0.74	0.76	0.78	0.74	0.76	0.78	0.74	0.76
	2.2	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
	2.3	0.61	0.58	0.59	0.61	0.58	0.59	0.61	0.58	0.59	0.61	0.58	0.59
	2.4	0.83	0.63	0.71	0.83	0.63	0.71	0.83	0.63	0.71	0.83	0.63	0.71
	2.5	0.67	0.57	0.62	0.67	0.57	0.62	0.67	0.57	0.62	0.67	0.57	0.62
<b>เฉลี่ย 4-6 คำค้น/ชุด</b>		<b>0.73</b>	<b>0.66</b>	<b>0.69</b>	<b>0.73</b>	<b>0.66</b>	<b>0.69</b>	<b>0.73</b>	<b>0.66</b>	<b>0.69</b>	<b>0.73</b>	<b>0.66</b>	<b>0.69</b>
ประโยคคำค้น	3.1	0.78	0.70	0.74	0.78	0.70	0.74	0.78	0.70	0.74	0.78	0.70	0.74
	3.2	0.78	0.61	0.68	0.78	0.61	0.68	0.78	0.61	0.68	0.78	0.61	0.68
	3.3	0.67	0.57	0.62	0.67	0.57	0.62	0.67	0.57	0.62	0.67	0.57	0.62
	3.4	0.89	0.59	0.71	0.89	0.59	0.71	0.89	0.59	0.71	0.89	0.59	0.71
	3.5	0.78	0.67	0.72	0.78	0.67	0.72	0.78	0.67	0.72	0.78	0.67	0.72
<b>เฉลี่ยประโยคคำค้น</b>		<b>0.78</b>	<b>0.63</b>	<b>0.69</b>	<b>0.78</b>	<b>0.63</b>	<b>0.69</b>	<b>0.78</b>	<b>0.63</b>	<b>0.69</b>	<b>0.78</b>	<b>0.63</b>	<b>0.69</b>
<b>เฉลี่ยทั้งหมด</b>		<b>0.81</b>	<b>0.64</b>	<b>0.71</b>	<b>0.81</b>	<b>0.64</b>	<b>0.71</b>	<b>0.81</b>	<b>0.64</b>	<b>0.71</b>	<b>0.81</b>	<b>0.64</b>	<b>0.71</b>

### คำอธิบายสัญลักษณ์

R	หมายถึง	ค่าความระลึก
P	หมายถึง	ค่าความแม่นยำ
F	หมายถึง	ค่าเอฟเมเชอร์

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายสมจิน เปียโคกสูง
วันเกิด	วันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2520
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	พนักงานองค์การของรัฐ ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถานพัฒนาคณาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2538	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนโคราชพิทยาคม ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
พ.ศ. 2542	ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาการวัดผลทางการศึกษา เกียรตินิยมอันดับ 2 สถาบันราชภัฏนครราชสีมา
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2543	เจ้าหน้าที่ตามสัญญาจ้าง โครงการมิยาซาวา ประจำคณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครราชสีมา
พ.ศ. 2543	พนักงานองค์การของรัฐ ตำแหน่งเจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ประจำส่วนส่งเสริมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี