สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

PEER-TO-PEER COMMUNICATION FOR DISTRIBUTED LEARNING OBJECT REPOSITORIES

เทวัญ นาคเทวัญ

THEWAN NARKTHEWAN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....110374
วัน,เดือน,ปี.....-1 พ.ย. 2553

b.....
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-IT-M-001-010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PEER-TO-PEER COMMUNICATION FOR DISTRIBUTED LEARNING OBJECT REPOSITORIES

THEWAN NARKTHEWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2010

KMITL-2010-IT-M-001-010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

Peer-To-Peer Communication For Distributed Learning Object Repositories

นักศึกษา นายเทวัญ นาคเทวัญ

รหัสประจำตัว 48066431

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร โชติกกำธร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์บรรจง ปิยชำรง	
รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์	
รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร โชติกกำธร	
ดร.สุขสันต์ พาณิชพาพิบูล	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพุธที่ 2 มิถุนายน 2553 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง M 23 ชั้น M คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

วันที่ 7 **เดือน** มิถุนายน **พ.ศ.** 2553

สำนักทะเบียนและประมวลผล สจล.
วันที่ส่งเล่มวิทยานิพนธ์ฉบับสมบูรณ์
วันที่ 17 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 53
ลงชื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย
นักศึกษา	นายเทวัญ นาคเทวัญ
รหัสนักศึกษา	48066431
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2553
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. นพพร โชติกกำธร

บทคัดย่อ

สื่อเพื่อการเรียนรู้แบบดิจิทัลในรูปแบบที่เรียกว่า "หน่วยเรียนรู้" โดยทั่วไปจะถูกจัดเก็บในคลังหน่วยการเรียนรู้ เพื่อความสะดวกในแง่การเผยแพร่และการนำกลับมาใช้ใหม่ อุปสรรคสำคัญเกิดจากปัญหาในการค้นหาหน่วยการเรียนรู้ที่กระจายอยู่ตามคลังหน่วยการเรียนรู้ ต่างๆ เป็นจำนวนมาก งานวิจัยฉบับนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายของคลังหน่วยการเรียนรู้หรือเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนข้อมูลของคลังหน่วยเรียนรู้ เพื่อประโยชน์ในการสืบค้นหน่วยการเรียนรู้ระหว่างคลังที่อาจไม่ได้รู้จักกันโดยตรง ในงานวิจัยนี้ได้อาศัยการประยุกต์ใช้โพรโทคอล JXTA ในการสื่อสารระหว่างโหนดข้างเคียงเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลสรุปเกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ที่มี และการในส่งต่อคำสั่งสืบค้นหน่วยการเรียนรู้ไปยังโหนดอื่น ๆ ที่อยู่ห่างไกลออกไป ซึ่งการแพร่กระจายคำสั่งสืบค้นนี้ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประยุกต์ใช้แนวคิดของการเลือกเส้นทางจากเนื้อหา โดยอาศัยการสร้างดัชนีเส้นทางในโหนดประเภทรองเดวู เพื่อช่วยลดปริมาณข้อมูลที่ส่งผ่านในระบบ โดยการค้นหาจะกระทำเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่การค้นหารายชื่อและที่อยู่ของคลังที่มีข้อมูลในหมวดหมู่ที่ต้องการ โดยอาศัยกลไกของการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ดังที่กล่าวมาข้างต้น และการค้นหารายชื่อสื่อจากคลังที่เป็นผลมาจากการสืบค้นในขั้นตอนแรก โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำเสนอวิธีการใช้ประโยชน์จากบริการและโพรโทคอลมาตรฐานของ JXTA อันได้แก่การสร้างแอดเวอร์ไทซเม้นท์ประเภทต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการแพร่กระจายและแลกเปลี่ยนข้อมูลสรุปเกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้ที่มีระหว่างโหนดข้างเคียง และการใช้การสื่อสารแบบไปป์ในการส่งคำสั่งและผลของการสืบค้น ตลอดจนวิธีการในการสร้างดัชนีเส้นทาง และขั้นตอนในการเลือกเส้นทางการส่งต่อคำสั่งสืบค้นข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Peer-to-Peer Communication for Distributed Learning Object Repositories
Student	Mr. Thewan Narkthewan
Student ID	48066431
Degree	Master of Science
Programme	Information Technology
Year	2010
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Nopporn Chotikakamthorn

ABSTRACT

In general, digital learning media in a format known as a learning object is stored in a learning object repository. The purpose of such repository is to allow learning objects to be reused. One problem is on how to search for learning objects distributed across many different repositories. This thesis proposes an application of peer-to-peer communication techniques to form a virtual network of learning object repositories and/or their registry servers. This network makes it possible to search for learning objects beyond those stored in known repositories. In this research, JXTA protocol was applied for communication among neighboring nodes in a network. Data exchanged includes summarized information about learning objects stored in each part of a network, as well as propagating a search request. A content routing concept was applied here by creating a routing index on each Rendezvous-type node. The purpose is to reduce network traffic. A learning object search mechanism is divided into two steps. In the first step, a list of repositories containing data under the category of interest is obtained. Based on this information, the actual list of learning objects and their associated meta data is obtained in the second step. In this thesis, how certain standard services in JXTA are applied for learning object search is detailed. Formats of Advertisements for exchange of learning object information are described. A method for sending search request through JXTA Pipe service, as well as a method for creating a routing index, are also detailed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยคำแนะนำจาก รศ.ดร. นพพร โชติกกำธร ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านเป็นอย่างยิ่งและต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ทุกๆ ท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการให้กับข้าพเจ้า

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ รวมถึงกำลังใจอันเปี่ยมล้น ทำให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณนายอนุสรณ์ บรรเทิง ซึ่งคอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาและชี้แนะเกี่ยวกับ JXTA Application และเนื้อหาความรู้อื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณนางสาวปนิตา มักประเสริฐ ซึ่งคอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ห้องวิจัย IME และห้องวิจัยอื่นๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดการจัดทำวิทยานิพนธ์

เทวัญ นาคเทวัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป XI

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตงานวิจัย 2

1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย 3

1.5 การจัดเรียงหัวข้อในการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การค้นหาแบบเฟดเดอเรท (Federated Search) 4

2.2 คอร์ดรา (CORDRA) 4

2.2.1 ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ (Registry System) 4

2.2.2 คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ (Repository) 5

2.3 OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting) 5

2.3.1 Push 6

2.3.2 Pull 6

2.4 การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ 6

2.5 ดัชนีเส้นทาง Routing Indices (RI) 6

2.6 JXTA Protocol 7

บทที่ 3 การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย 8

3.1 สถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย แบบเพียร์-ทู-เพียร์ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 หน้าที่การทำงานของซิมเปิ้ลโหนดบนสถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจายแบบเพียร์-ทู-เพียร์ 10

3.2.1 สร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตา 10

3.2.2 สร้างและประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเอง 10

3.2.3 ตอบรับการร้องขอเมทาดาตาแล้วส่งข้อมูลเมทาดาตาตามรายวิชาที่ร้องขอ 10

3.3 หน้าที่การทำงานของรองเดวูโหนดบนสถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย แบบเพียร์-ทู-เพียร์ 11

3.3.1 สร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่น (Local Metadata Summary Table) 12

3.3.2 สร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวม (Global Metadata Summary Table) 12

3.3.3 สร้างและประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์จากตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวม 13

3.3.4 การสร้างตารางดัชนีเส้นทาง 13

3.3.5 ให้บริการค้นหาเมทาดาตา 14

3.4 การสืบค้นเมทาดาตา 15

3.4.1 การสืบค้นเมทาดาด้วยวิธีการดั้งเดิมของ JXTA 15

3.4.2 การสืบค้นเมทาดาตาตามเนื้อหา (Content Routing) 20

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 23

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง 23

4.2 การจำลองรูปแบบการเชื่อมต่อของเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ในระบบ 24

4.3 การทดลอง 26

4.3.1 การทดลองที่ 1 26

4.3.1.1 วิธีการทดลองที่ 1 26

4.3.1.2 ผลการทดลองตามวิธีการทดลองที่ 1 27

4.3.2 การทดลองที่ 2 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3.2.1 วิธีการทดลองที่ 2 28

4.3.2.2 ผลการทดลองตามวิธีการทดลองที่ 2 28

4.3.3 การทดลองที่ 3 30

4.3.3.1 วิธีการทดลองที่ 3 30

4.3.3.2 ผลการทดลองตามวิธีการทดลองที่ 3 31

บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ 34

บรรณานุกรม 36

ภาคผนวก 37

ภาคผนวก ก. แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของโหนดและตารางผลการทดลอง 38

ก.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของโหนด 38

ก.2 ตารางผลการทดลองที่ 1 40

ก.3 ตารางผลการทดลองที่ 2 44

ก.4 ตารางผลการทดลองที่ 3 61

ภาคผนวก ข. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 68

ประวัติผู้แต่ง 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงโครงสร้างข้อมูลสรุปเมทาดาตาในแต่ละซิมเปิ้ลโหนด 11

3.2 แสดงตัวอย่างแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเอง 11

3.3 แสดงโครงสร้างข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่นของรองเดวูโหนด 12

3.4 แสดงโครงสร้างข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวมของรองเดวูโหนด 13

3.5 แสดงตัวอย่างแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเองที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างรองเดวูโหนด 13

3.6 แสดงโครงสร้างตารางดัชนีเส้นทาง 14

3.7 แสดงเซอร์วิสแอดเวอร์ไทซเม้นท์ สำหรับประกาศการให้บริการ SearchMetadata ของรองเดวูโหนด 15

3.8 แสดงรูปแบบคำร้องขอการค้นหาแอดเวอร์ไทซเม้นท์ 15

3.9 แสดงรูปแบบข้อความตอบรับการค้นหาแอดเวอร์ไทซเม้นท์ 16

3.10 แสดงตัวอย่าง Pipe Advertisement 17

3.11 แสดงตัวอย่าง Pipe Binding Query Message 18

3.12 แสดงตัวอย่าง Pipe Binding Answer Message 18

3.13 แสดงรูปแบบ JXTA Message 18

3.14 แสดงแมสเสจของ JXTA (JXTA Message) ที่ใช้ในการร้องขอเมทาดาตา 19

3.15 แสดงแมสเสจของ JXTA ที่ใช้ในตอบกลับการร้องขอเมทาดาตา 19

3.16 แสดง JXTA Message ที่ใช้ในการค้นหาเมทาดาตา 21

3.17 แสดง JXTA Message ที่ใช้ในการตอบกลับรายชื่อซิมเปิ้ลโหนด 22

4.1 แสดงตัวอย่างเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้จาก cogprints 23

4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า Recall ในผลการทดลองที่ 1 27

4.3 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 2 เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 10 29

4.4 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 2 เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 50 29

4.5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 2 เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 100 30

4.6 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบทั้ง 3 รูปแบบเครือข่าย เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการคือ 10 31

4.7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบทั้ง 3 รูปแบบเครือข่าย เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการคือ 50 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบทั้ง 3 รูปแบบเครือข่าย เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการคือ 100 32
ก.2.1 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Biology 40
ก.2.2 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Biology 40
ก.2.3 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Biology 41
ก.2.4 แสดงผการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Computer Science 41
ก.2.5 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Computer Science 41
ก.2.6 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Computer Science 42
ก.2.7 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Linguistics 42
ก.2.8 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Linguistics 42
ก.2.9 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Linguistics 43
ก.2.10 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Psychology 43
ก.2.11 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Psychology 43
ก.2.12 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Psychology 44
ก.3.1 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Linguistics (Topology 1) 44
ก.3.2 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Linguistics (Topology 1) 45
ก.3.3 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Linguistics (Topology 1) 45
ก.3.4 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Psychology (Topology 1) 46
ก.3.5 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Psychology (Topology 1) 47
ก.3.6 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Psychology (Topology 1) 47
ก.3.7 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Journals (Topology 1) 48
ก.3.8 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Journals (Topology 1) 48
ก.3.9 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Journals (Topology 1) 49
ก.3.10 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Biology (Topology 1) 50
ก.3.11 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Biology (Topology 1) 51
ก.3.12 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Biology (Topology 1) 51
ก.3.13 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Electronic Publishing (Topology 4) 52
ก.3.14 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Electronic Publishing (Topology 4) 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.3.15 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Electronic Publishing (Topology 4) 54

ก.3.16 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Computer Science (Topology 6) 57

ก.3.17 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Computer Science (Topology 6) 57

ก.3.18 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Computer Science (Topology 6) 58

ก.3.19 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Neuroscience (Topology 7) 58

ก.3.20 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Neuroscience (Topology 7) 59

ก.3.21 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Neuroscience (Topology 7) 59

ก.3.22 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Philosophy (Topology 8) 60

ก.3.23 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Philosophy (Topology 8) 60

ก.3.24 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Philosophy (Topology 8) 61

ก.4.1 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Linguistics (Topology 1) 61

ก.4.2 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Linguistics (Topology 1) 61

ก.4.3 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Linguistics (Topology 1) 62

ก.4.4 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Psychology (Topology 2) 62

ก.4.5 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Psychology (Topology 2) 62

ก.4.6 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Psychology (Topology 2) 62

ก.4.7 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Journals (Topology 3) 63

ก.4.8 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Journals (Topology 3) 63

ก.4.9 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Journals (Topology 3) 63

ก.4.10 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Biology (Topology 4) 63

ก.4.11 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Biology (Topology 4) 64

ก.4.12 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Biology (Topology 4) 64

ก.4.13 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Electronic Publishing (Topology 5) 64

ก.4.14 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Electronic Publishing (Topology 5) 64

ก.4.15 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Electronic Publishing (Topology 5) 65

ก.4.16 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Computer Science (Topology 6) 65

ก.4.17 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Computer Science (Topology 6) 65

ก.4.18 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Computer Science (Topology 6) 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.4.19 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Neuroscience (Topology 7) 66
ก.4.20 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Neuroscience (Topology 7) 66
ก.4.21 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Neuroscience (Topology 7) 66
ก.4.22 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Philosophy (Topology 8) 67
ก.4.23 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Philosophy (Topology 8) 67
ก.4.24 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Philosophy (Topology 8) 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงพื้นฐานการทำงานของ OAI-PMH 5

2.2 แสดงโครงสร้างของ JXTA 7

3.1 แสดงสถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย แบบเพียร์-ทู-เพียร์ 9

3.2 แสดงส่วนประกอบของ Rendezvous Node 12

4.1 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-1 25

4.2 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 2-1 25

4.3 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 2 26

ก.1.1 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-2 38

ก.1.2 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-3 38

ก.1.3 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-4 39

ก.1.4 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-5 39

ก.1.5 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-6 39

ก.1.6 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 2-2 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อี-เลิร์นนิ่ง (E-Learning) คือ ระบบเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ดาวเทียม และ อินเทอร์เน็ต) ซึ่งได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายเนื่องจากมีการเข้าใช้งานระบบเครือข่ายที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเป็นที่นิยมของนักวิจัยและผู้ที่กำลังศึกษาในด้านนี้อีกด้วย

ดังนั้นเนื้อหาของสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของหน่วยเรียนรู้ (Learning Object) [1] จึงถูกสร้างขึ้น รวมถึงมีการกำหนดโครงสร้างและมาตรฐานหน่วยเรียนรู้เพื่อจะเพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปใช้ และนำหน่วยเรียนรู้กลับมาใช้ใหม่ ยกตัวอย่างเช่น เครื่องเซิร์ฟเวอร์ซึ่งเป็นคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่ใช้กันทั่วไปนั้น มีหน้าที่จัดเก็บรวมถึงกระจายหน่วย-เรียนรู้ คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้บางแห่งอาจจะยอมให้ผู้ใช้ค้นหาหน่วยเรียนรู้ที่จัดเก็บอยู่

เนื่องจากปัจจุบันมีคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่ให้บริการอยู่ในระบบเครือข่ายมากมาย ทำให้ความต้องการค้นหาหน่วยเรียนรู้ข้ามคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้เกิดขึ้น การค้นหาหน่วยเรียนรู้จากหลายๆ คลังข้อมูลแบบครอบคลุมทั้งเครือข่าย (Global search) ก็ควรจะสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ

ตัวอย่างของระบบอี-เลิร์นนิ่ง ที่สนับสนุนการค้นหาแบบครอบคลุมทั้งเครือข่ายได้แก่ [2], [3] โดยส่วนใหญ่แล้วจะถูกพัฒนาจากแนวคิดการรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นๆ (Metadata harvesting)

ด้วยโพรโทคอล OAI-PMH [4] ซึ่งเป็นมาตรฐานแบบเปิด ทำให้การรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่น และนำมาจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของเครื่องตนเองได้ การรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้นี้สามารถทำได้โดยอัตโนมัติ วิธีดังกล่าวอนุญาตให้ผู้ใช้ของแต่ละเครื่องเซิร์ฟเวอร์ ทำการค้นหาหน่วยเรียนรู้ที่อยู่เครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นได้

อย่างไรก็ดี ในวิธีการทำงานดังกล่าวเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในระบบจำเป็นต้องรู้ที่อยู่ (URL) ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นก่อน เพื่อนำมาตั้งค่าโดยผู้ดูแลระบบ ดังนั้นถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงของเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นในระบบ (เช่น เปลี่ยนชื่อ หรือเพิ่ม/ลด) การรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ให้ครบถ้วนนั้น อาจจะไม่สามารถทำได้ชั่วขณะ

แนวทางหนึ่งในการค้นหาหน่วยเรียนรู้ ภายใต้สภาพแวดล้อมแบบกระจายคือ อาศัยระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ (Registries of Repositories) ในระบบดังกล่าวจะประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่ในการรวบรวมและจัดเก็บทะเบียนข้อมูลของหน่วยเรียนรู้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลังต่างๆ เพื่อให้สามารถสืบค้นหน่วยเรียนรู้ได้จากจุดเดียว ตัวอย่างของมาตรฐานระบบที่อาศัยรูปแบบดังกล่าวได้แก่ คอร์ดรา (CORDRA) [5]

ตามมาตรฐานคอร์ดรา (CORDRA) เซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนหน่วยเรียนรู้จะมีการเชื่อมต่อกันเป็นแบบลำดับชั้น ซึ่งช่วยทำให้การจัดการเครือข่ายมีประสิทธิภาพมากขึ้นคอร์ดรา (CORDRA) และ เฟดคอร์ (FeDCOR) ต่างก็ถูกพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานแนวคิดการรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ ในสองระบบที่กล่าวมานั้นเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ ถูกรวบรวมและจัดเก็บโดยเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบทะเบียน (อาจจะมีเพียงเครื่องเดียวหรือหลายเครื่อง) และเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลางนี้ก็อาจจะเชื่อมต่อกันเป็นแบบลำดับชั้นอัตโนมัติ เพื่อให้ข้อมูลจากทุกเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนมาจัดเก็บรวมอยู่ภายในเครื่องเดียว

อย่างไรก็ตาม ที่อยู่ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เป็นคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ก็ยังจำเป็นและต้องเพิ่มเข้าไปในรายการที่อยู่เพื่อใช้รวบรวมเมทาดาตาในระบบ

ในบทความฉบับนี้จึงขอนำเสนอโครงสร้างและรูปแบบการทำงานที่แตกต่างออกไป โดยใช้การติดต่อระหว่างเครื่องแบบเพียร์-ทู-เพียร์ เพื่อเชื่อมต่อคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้กับเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนและเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนเข้าด้วยกัน วิธีการนี้จะส่งผลให้การค้นหาแบบครอบคลุมทั้งเครือข่าย ไม่จำเป็นต้องรู้ที่อยู่ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทุกเครื่องในเครือข่ายอีกต่อไป

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงการนำเอา JXTA [6] ซึ่งเป็นโพรโทคอลแบบเพียร์-ทู-เพียร์เข้ามาประยุกต์ใช้ ทว่าโพรโทคอลนี้ก็ยังมีจุดด้อยตรงที่วิธีการติดต่อเป็นแบบบอร์ดคาส (Broadcast) เพื่อจะลดการใช้แบนวิธด้วยวิธีการติดต่อดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการทำดัชนีเส้นทาง (Routing Indices) [8] เข้ามาใช้ร่วม

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีการนำโพรโทคอลแบบเพียร์-ทู-เพียร์ (JXTA) และเทคนิคการค้นหาเส้นทางตามเนื้อหาโดยการทำดัชนีเส้นทางเข้ามาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

2. เพื่อวางกรอบการทำงานในการนำโพรโทคอลแบบเพียร์-ทู-เพียร์ (JXTA) และเทคนิคการค้นหาเส้นทางตามเนื้อหาโดยการทำดัชนีเส้นทางเข้ามาประยุกต์ใช้ในการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ใช้แอดเวอร์ไทซเม้นท์ (Advertisement) แบบกำหนดเอง (Custom) ที่เพิ่มใหม่ในโพรโตคอล JXTA ในการแจ้งข้อมูลสรุปจำนวนเมทาดาตาแก่รองเดวูโหนด (Rendezvous Node)

2. สร้างตารางดัชนีเส้นทาง (Routing Indices Table) จากข้อมูลแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเองที่มีอยู่ในระบบ แล้วใช้ข้อมูลจากตารางดัชนีเส้นทางนี้ในการค้นหาโหนดที่มีเอกสารในชื่อวิชา (Subject) ที่ต้องการมากที่สุด

3. ในการทดลองใช้การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์แทนการพัฒนาระบบจริง

1.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

2. ออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบแนวคิดของการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

3. ดำเนินการทดลอง

4. สรุปผลการทดลอง

5. เรียบเรียงเอกสารประกอบวิทยานิพนธ์

1.5 การจัดเรียงหัวข้อในการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาความสำคัญของงานวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับมาตรฐานต่างๆ ที่จำเป็นต่อการประยุกต์ใช้โพรโตคอลแบบเพียร์-ทู-เพียร์ (JXTA) และเทคนิคการค้นหาเส้นทางตามเนื้อหาโดยการทำดัชนีเส้นทาง ในการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

บทที่ 3 กล่าวถึงรูปแบบ ขั้นตอน โครงสร้างของระบบการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

บทที่ 4 กล่าวถึงผลทดลองและสรุปผล

บทที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปภาพรวมของวิทยานิพนธ์ ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี มาตรฐานต่างๆ ที่เป็นพื้นฐานและเกี่ยวข้องกับในงานวิจัย ได้แก่ การค้นหาแบบเฟดเดอเรท (Federated Search) คอร์ดรา (CORDRA) โอเอไอ-พีเอ็มเอช (OAI-PMH) การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ ดัชนีเส้นทาง (Routing Indices) และโพรโทคอล JXTA

2.1 การค้นหาแบบเฟดเดอเรท (Federated Search)

การค้นหาแบบเฟดเดอเรท (Federated Search) [9] เป็นการค้นหาข้อมูลโดยมีเครื่องที่เป็นตัวกลางในการค้นหาข้อมูลจากหลายๆ คลังจัดเก็บข้อมูลที่กระจายอยู่ในระบบ ผู้ใช้ทำการป้อนคำค้นสำหรับการค้นหาจากเครื่องที่ทำหน้าที่รับการค้นหา ระบบจะทำการส่งข้อความค้นหาไปยังคลังจัดเก็บข้อมูลที่ระบบรู้จัก และคืนคำตอบกลับมายังผู้ใช้งาน

จากลักษณะของการทำงานข้างต้น ถึงแม้ผู้ใช้จะได้รับความสะดวกในการค้นหาข้อมูลจากที่เดียว แต่ถ้าเกิดจำนวนของคลังจัดเก็บขยายเพิ่มมากขึ้น ในการค้นหาและคืนคำตอบกลับมายังผู้ใช้นั้นระบบจำเป็นที่จะต้องมีการประมวลผลที่หนักขึ้น และทำให้เกิดความล่าช้าในการค้นหาข้อมูลและได้รับคำตอบกลับมา

2.2 คอร์ดรา (CORDRA)

CORDRA (Content Object Repository Discovery and Registration/Resolution Architecture) เป็นโมเดลสำหรับออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อการค้นหา แบ่งปัน แลกเปลี่ยน และนำเนื้อหาของทรัพยากรการเรียนกลับมาใช้ได้ใหม่ ผ่านทางคลังเก็บเนื้อหาการเรียนรู้ที่ได้รับการพัฒนาให้สามารถใช้ร่วมกันได้

แนวคิดของคอร์ดราเกิดจากปัญหาของการค้นหาข้อมูลแบบเฟดเดอเรท ดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงให้มีการลงทะเบียนเมทาดาตาจากคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่กระจายอยู่ ทำให้การค้นหาข้อมูลไม่ต้องส่งข้อความการค้นหาออกไปในระบบ ส่วนสำคัญของคอร์ดรามีด้วยกัน 2 ส่วนคือ

2.2.1 ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ (Registry System)

ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ (Registry) นี้ จะจัดเก็บเมทาดาที่มาลงทะเบียนไว้สำหรับให้ผู้ใช้งานทำการสืบค้นข้อมูล โดยที่คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ซึ่งกระจายกันอยู่จะต้องมาลงทะเบียนเมทาดาตา ซึ่งจากที่ระบบรองรับการลงทะเบียนจากหลายคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ เมื่อผู้ใช้งานทำการสืบค้นข้อมูลจากที่เดียวแต่มีข้อมูลให้สืบค้นเท่ากับหลายคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ (Repository)

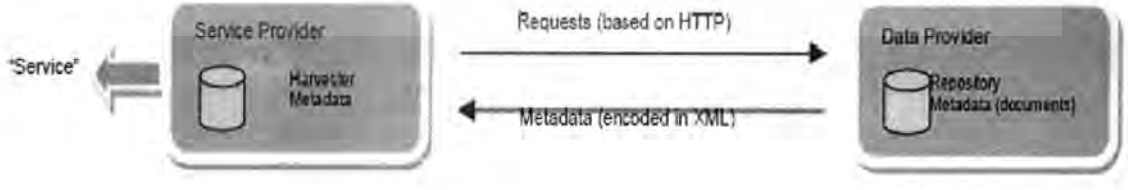
คลังที่จัดเก็บหน่วยเรียนรู้ (Repository) จะมีทั้งเอกสารเนื้อหาการเรียนรู้ตัวจริง และเมทา-ดาตาที่เป็นตัวแทนของข้อมูลเหล่านั้น เมทาดาตาซึ่งมีเขตข้อมูลที่บอกถึงที่อยู่จริงๆ ของหน่วยเรียนรู้ ในการค้นหาข้อมูลสามารถทำได้ที่คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้โดยตรง หรือทำการค้นหาผ่านทางระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ที่ได้ไปลงทะเบียนไว้ก็ได้

การที่ผู้ใช้งานค้นหาข้อมูลจากระบบทะเบียนหน่วยเรียนรู้ที่มีข้อมูลเมทาดาตาจำนวนมากนั้น ระบบจำเป็นจะต้องมีการลงทะเบียนระหว่างเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนหน่วยเรียนรู้กับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ ซึ่งการลงทะเบียนนี้จำเป็นต้องทราบที่อยู่ของคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ อาจจะทำให้เกิดข้อจำกัดในการขยายขนาดของระบบได้

2.3 OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting)

OAI-PMH เป็นโพรโทคอลสำหรับบริการการแลกเปลี่ยนเมทาดาตาระหว่างคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้กับเครื่องระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ โดยการติดต่อสื่อสารระหว่างกันจะอยู่ในรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) ผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี (HTTP) โดยที่สถาปัตยกรรมของ OAI จะอยู่ในรูปแบบของการบริการระหว่างไคลเอนต์ (Client) และเซิร์ฟเวอร์ (Server) โดยมีผู้จัดเตรียมข้อมูล หรือ Data provider เช่น แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ (Repositories) ต่างๆ และผู้ให้บริการ หรือ Service provider เช่น ผู้ใช้บริการการสืบค้นเมทาดาตา เป็นต้น

ปกติผู้จัดเตรียมข้อมูลจะจัดเตรียมบริการที่มีกลไกสำหรับการเข้าถึงเมทาดาตา และผู้ให้บริการจะใช้ OAI-PMH Interfaces ที่จัดเตรียมไว้ให้ผู้บริการข้อมูลเข้ามาดึงเอาเมทาดาตาเหล่านั้นมาใช้



รูปที่ 2.1 แสดงพื้นฐานการทำงานของ OAI-PMH

รูปแบบการร้องขอข้อมูลในโปรโตคอลโอเอไอ-พีเอ็มเอชนั้น จะทำการส่งคำร้องขอผ่านทางยูอาร์แอล (URL) และจะส่งข้อมูลที่ได้จากการร้องขอกลับมาในรูปแบบของเอกสารเอ็กซ์เอ็มแอล การร้องขอข้อมูลเมทาดาตาสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 Push

การร้องขอข้อมูลแบบพุช (Push) ใช้ในลักษณะของการอัพเดตข้อมูลเมื่อข้อมูลในคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยทำการส่งข้อมูลเมทาดาตาไปยังระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้เพื่ออัพเดตข้อมูล ในการส่งข้อมูลไปนี้ถ้าเกิดมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลหรือมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยๆ ก็อาจจะส่งผลทำให้เครื่องระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ต้องมีการประมวลผลรวมถึงมีการส่งข้อมูลในเครือข่ายบ่อยครั้งขึ้น

2.3.2 Pull

การร้องขอข้อมูลแบบพูล (Pull) ใช้ในลักษณะการอัพเดตข้อมูล ที่มีการตั้งเวลาในการไปขอข้อมูลมาเก็บไว้ เช่น ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ มีการกำหนดเวลาในการเก็บเกี่ยวข้อมูลเมทาดาตาจากคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ทุกๆ 15 วัน แต่การร้องขอข้อมูลแบบ Pull นี้มีข้อด้อย คือ ข้อมูลที่อยู่ในระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้จะไม่อัพเดตเท่ากับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้

2.4 การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์

การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ เป็นการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นระบบเครือข่ายโดยไม่มีเครื่องศูนย์กลาง ทุกโหนดในระบบมีสถานะเท่าเทียมกัน การเชื่อมต่อแบบนี้โหนดสามารถส่งต่อข้อความสอบถามไปยังโหนดอื่นๆ ในระบบได้โดยที่แต่ละโหนดไม่จำเป็นต้องมีการลงทะเบียนระหว่างกัน การขยายขนาดของเครือข่ายก็สามารถทำได้โดยง่ายเพราะไม่ต้องไปลงทะเบียนกับเครื่องใดในระบบ

ในการค้นหาข้อมูล เมื่อมีการส่งข้อความค้นจากจากโหนดในระบบก็จะมีการส่งต่อความความไปยังโหนดเพื่อนบ้านทุกโหนด จึงเป็นข้อเสียในเรื่องของการใช้ทราฟฟิคเป็นจำนวนมาก

2.5 ดัชนีเส้นทาง Routing Indices (RI)

Routing Indices (RI) คือ การอนุญาตให้หนึ่งโหนดเลือกโหนดเพื่อนบ้านที่ดีที่สุดเพื่อที่จะทำการส่งคำถามสำหรับการค้นหาหรือ Query โดยการเลือกโหนดเพื่อนบ้านนี้จะหาได้จากการนำข้อมูลในตารางที่ผ่านการสรุปแล้วของแต่ละโหนดมาคำนวณเพื่อนหาค่า Goodness [9] ข้อมูลสรุปได้จากจำนวนเอกสารที่แยกตามหมวดหมู่รายวิชา การหาค่า Goodness หาได้จากวิธีคำนวณดังนี้

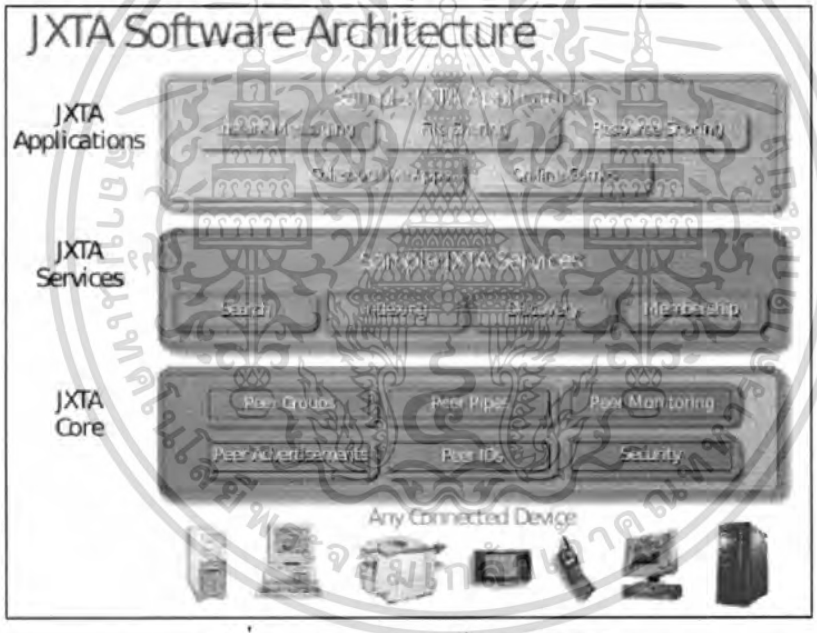
$$Goodness = Number\ Of\ Documents \times \prod_i \frac{CRI(S_i)}{NumberOfDocuments} \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำข้อมูลในตารางดัชนีมาใช้เลือกเส้นทางในการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์นั้น ก็เพื่อแก้ปัญหาในการกระจายข้อความสอบถามไปยังทุกโหนด (Flooding) ในระบบ ซึ่งจะทำให้เกิดปริมาณทราฟฟิคจำนวนมาก

2.6 JXTA Protocol

โพรโทคอล JXTA เป็นกลุ่มของโพรโทคอลที่ใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์พีดีเอแบบพกพา ให้เครื่องสามารถเชื่อมต่อกันเป็นระบบเครือข่ายแบบเพียร์-ทู-เพียร์ เนื่องด้วยการสร้างและพัฒนาระบบ JXTA นั้นทำด้วยภาษาจาวา (Java) จึงทำให้โพรโทคอล JXTA ไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์มและสามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ การสื่อสารของตัวโพรโทคอลจะทำผ่านมาตรฐานของโพรโทคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) และ เอชทีทีพี (HTTP)



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ JXTA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

ในการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย ผู้วิจัยได้ออกแบบกรอบการทำงานของระบบให้เครื่องหรือโหนดในเครือข่าย มีการเชื่อมต่อกับแบบเพียร์-ทู-เพียร์เพื่อแก้ปัญหาของคอร์ดราที่คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ (Repository) ทั้งหมดในระบบ ต้องลงทะเบียนกับเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ (Registry) เท่านั้น ถึงจะสามารถเข้าร่วมเครือข่ายและดำเนินการค้นหาแบบครอบคลุมทั้งระบบ (Global Search) ได้ โดยศึกษาการทำงานโพรโทคอล JXTA ในการนำไปสร้างเครือข่ายการเชื่อมต่อของระบบ และนำเทคนิคการค้นหาเส้นทางตามเนื้อหา (Content Routing) โดยการทำดัชนีเส้นทาง (Routing Indices) มาใช้ เพื่อช่วยลดการส่งข้อความแบบบอร์ดคาสสำหรับการค้นหาเมทาดาตาในระบบแบบเพียร์-ทู-เพียร์

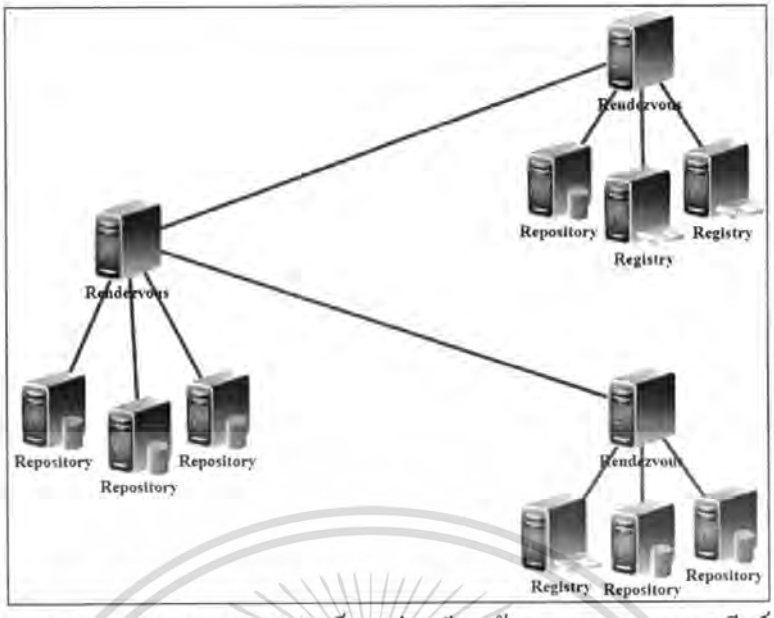
3.1 สถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย แบบเพียร์-ทู-เพียร์

การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์เป็นสถาปัตยกรรมรูปแบบหนึ่งบนระบบเครือข่าย ลักษณะเด่นคือ ไม่มีเครื่องใดเครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องศูนย์กลางไว้รองรับการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่าย และมีกลไกที่ทำให้เครื่องหรือโหนดต่างๆ รู้จักกันได้

หนึ่งในโพรโทคอลเพียร์-ทู-เพียร์ ได้แก่ JXTA ซึ่งอนุญาตให้โหนดสามารถส่งข้อความสอบถามไปยังโหนดอื่นที่ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงได้ผ่านทางกลไกโพรโทคอล การนำโพรโทคอลดังกล่าวมาใช้ในการเชื่อมโยงระบบ ทำให้ไม่จำเป็นต้องอาศัยเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้กลางในการค้นหา ผู้ใช้ในระบบสามารถที่จะค้นหาข้อมูลเมทาดาตาในเครื่องที่ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงหรือไม่ได้รู้จักมาก่อนได้

สถาปัตยกรรมระบบที่เสนอในงานวิจัยนี้ เครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ในระบบ จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันบนโพรโทคอลแบบเพียร์-ทู-เพียร์ ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงสถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย แบบเพียร์-ทู-เพียร์

จากรูปที่ 3.1 สามารถจำแนกประเภทของโหนดในระบบได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. จำแนกตามบทบาทในระบบการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ของ JXTA ได้แก่ ซิมเปิ้ลโหนด (Simple Node) และ รองเดวูโหนด (Rendezvous Node)

- ซิมเปิ้ลโหนด เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ หมายถึงโหนดที่ไม่สามารถค้นหาในลักษณะครอบคลุมทั้งระบบและไม่สามารถส่งต่อข้อมูลการค้นหาได้

- รองเดวูโหนด เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ หมายถึงโหนดที่มีบริการการค้นหาในลักษณะครอบคลุมทั้งระบบและสามารถส่งต่อข้อมูลการค้นหาได้

2. จำแนกตามข้อมูลที่จัดเก็บ ได้แก่ คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ (Repository) และ เซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนหน่วยเรียนรู้ (Registry)

- คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ คือ เครื่องที่จัดเก็บหน่วยเรียนรู้และทะเบียนข้อมูลของหน่วยเรียนรู้ (เมทาดาตา)

- เซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนหน่วยเรียนรู้ คือ เครื่องที่รวบรวมและจัดเก็บทะเบียนข้อมูลของหน่วยเรียนรู้จากคลังต่างๆ

ในงานวิจัยฉบับนี้เพื่อความกระชับในการนำเสนอ ซิมเปิ้ลโหนด หมายถึง เครื่องที่เป็นระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ ส่วนรองเดวูโหนดนั้นไม่ได้มีข้อมูลเมทาดาตาใดๆ จัดเก็บอยู่ แต่จะทำหน้าที่บริการการค้นหาแบบครอบคลุมทั้งระบบและส่งต่อข้อมูลการค้นหาเพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ดีในทางปฏิบัติ รองเดวูโหนดสามารถทำหน้าที่เป็นระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบเพียร์-ทู-เพียร์โดยใช้โปรโตคอลของ JXTA แต่ในการที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ทำการเก็บเกี่ยวหน่วยเรียนรู้จากหลายๆ คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้นั้นจะทำผ่านทางโปรโตคอลโอเอไอ-พีเอ็มเฮช ในลักษณะเดียวกันกับสถาปัตยกรรมแบบคอร์ดรา

สถาปัตยกรรมในรูปที่ 3.1 เป็นการแสดงการเชื่อมต่อในระดับแอพพลิเคชั่น ซึ่งเหนือระดับของเครือข่ายขึ้นมา เส้นที่แสดงในรูปเป็นเส้นที่แสดงว่าโหนดต่างๆ เหล่านั้นรู้จักกัน และสามารถเข้าถึงกันได้โดยไม่ต้องผ่านโหนดอื่นในระบบ

ข้อดีของสถาปัตยกรรมข้างต้นคือ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องติดต่อหรือรู้จักกันทั้งระบบ แต่จะทำความรู้จักเฉพาะโหนดที่เป็นเพื่อนบ้าน หรือเชื่อมต่อกันโดยตรงเท่านั้น นอกจากนี้เครื่องที่เป็นคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ก็สามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบโดยไม่จำเป็นต้องลงทะเบียนกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้เหมือนกับระบบคอร์ดรา

3.2 หน้าที่การทำงานของซิมเปิ้ลโหนดบนสถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจายแบบเพียร์-ทู-เพียร์

3.2.1 สร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตา

ซิมเปิ้ลโหนดในสถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย ต้องทำการสรุปข้อมูลจำนวนเมทาดาตาในเครื่องของตน แยกตามประเภท Subject ซึ่งเป็นหนึ่งในเซตข้อมูลของดับลิน-คอร์ (Dublin Core) [7] จัดเก็บลงในตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตา (Metadata Summary Table) ซึ่งมีโครงสร้างข้อมูลดังตารางที่ 3.1

3.2.2 สร้างและประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเอง

เมื่อสร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแล้ว ซิมเปิ้ลโหนดจะต้องนำข้อมูลในตารางดังกล่าวไปสร้างแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเอง ในรูปแบบที่แสดงดังตารางที่ 3.2 แล้วทำการประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเองนี้แก่รองเควูโหนด

3.2.3 ตอบรับการร้องขอเมทาดาตาแล้วส่งข้อมูลเมทาดาตาตามรายวิชาที่ร้องขอ

ในส่วนของการค้นหาเมทาดาตา เมื่อรองเควูเลือกโหนดที่จะเป็นผู้ให้เมทาดาตาแล้ว ซิม-เปิ้ลโหนดที่ถูกเลือกจะได้รับการร้องขอเมทาดาตาจากรองเควู และซิมเปิ้ลโหนดนั้นจะต้องส่งข้อมูลเมทาดาตาตามชื่อรายวิชาที่ตรงกับการร้องขอ ที่อยู่ในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอลแมสเสจ (XML Message) ผ่านทางไปป์ที่เชื่อมไปยังรองเควูที่เชื่อมต่ออยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงโครงสร้างข้อมูลสรุปเมทาดาตาในแต่ละซิมเปิ้ลโหนด

เขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
Subject	variable character (100)	ชื่อวิชา
Number	integer	จำนวนเมทาดาตาที่มีในซิมเปิ้ลโหนดนั้นตามชื่อวิชา

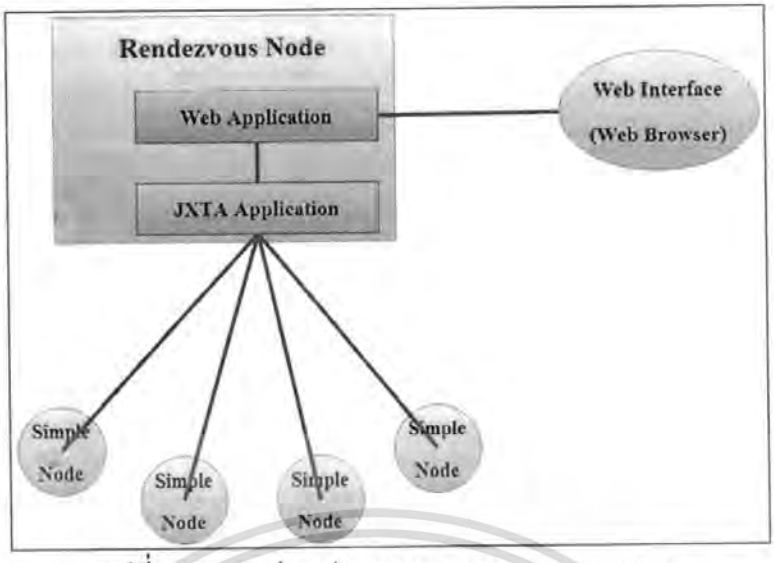
ตารางที่ 3.2 แสดงตัวอย่างแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเอง

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE jxta:ContentNumAdvertisement>
<jxta:ContentNumAdvertisement xml:space="default">
    <PeerID>
        urn:jxta:uuid-59616261646162614E504720503250334D792053696D406CA520D065657203
    </PeerID>
    <PeerName>My Simple Peer</PeerName>
    <Subject>
        <Name>Journals</Name>
        <Number>20</Number>
    </Subject>
    <Subject>
        <Name>Biology</Name>
        <Number>40</Number>
    </Subject>
</jxta:ContentNumAdvertisement>
```

3.3 หน้าที่การทำงานของรองเดวูโหนดบนสถาปัตยกรรมคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย แบบเพียร์-ทู-เพียร์

รองเดวูโหนดจะมี JXTA แอพพลิเคชันซึ่งเป็นแอพพลิเคชันที่จัดการบริการที่มีในระบบ อันได้แก่ การสร้างและประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์ การสร้างและแก้ไขตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตา และการให้บริการในการค้นหาเมทาดาตาที่ต้องการ (Metadata Search Service) ซึ่ง JXTA แอพพลิเคชันนี้จะเรียกใช้บริการหลักของ JXTA (JXTA Core) ซึ่งเป็นกลุ่มของคลาสที่ให้บริการในการเชื่อมต่อ และบริการพื้นฐานต่างๆ ในระบบเพียร์-ทู-เพียร์ ในส่วนของผู้ใช้งานนั้นจะใช้งานผ่านเว็บบราวเซอร์เพื่อเรียกหน้าเว็บอินเทอร์เฟส (Web Interface) จากเว็บเซิร์ฟเวอร์ใดเว็บเซิร์ฟเวอร์หนึ่ง แสดงดังรูปที่ 3.2 หน้าที่ของรองเดวูโหนดโดยละเอียดนั้น อธิบายได้ดังหัวข้อย่อยต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนประกอบของ Rendezvous Node

3.3.1 สร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่น (Local Metadata Summary Table)

รองเดวูโหนดจะได้รับข้อมูลจำนวนเมทาดาตาของแต่ละซิมเปิ้ลโหนด ผ่านทางแอดเวอร์-ไทซเม้นท์ที่ประกาศออกมา ข้อมูลจะถูกรวบรวมเพื่อจัดเก็บลงในตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่น (Local Metadata Summary Table) ซึ่งจะมีข้อมูลจำนวนเมทาดาตาของแต่ละซิมเปิ้ลโหลดที่เชื่อมต่อกับรองเดวูโหนดนี้แยกตามชื่อวิชา โดยมีโครงสร้างดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงโครงสร้างข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่นของรองเดวูโหนด

เขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
PeerID	variable character (64)	หมายเลข uid ของซิมเปิ้ลโหนด
Subject	variable character (100)	ชื่อวิชา
Number	integer	จำนวนเมทาดาตาที่มีในซิมเปิ้ลโหนดนั้นตามชื่อวิชา

3.3.2 สร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวม (Global Metadata Summary Table)

หลังจากได้ตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่น ซึ่งเป็นข้อมูลของทุกๆ ซิมเปิ้ลโหนดเรียบร้อยแล้ว รองเดวูโหนดจะทำการรวมจำนวนเมทาดาตาของแต่ละรายวิชาจากซิมเปิ้ลโหนดทั้งหมด แล้วนำข้อมูลนี้มาสร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวม (Global Metadata Summary Table) ซึ่งมีโครงสร้างแสดงดังตารางที่ 3.4 โดยจะเป็นข้อมูลที่ใช้แสดงจำนวนเมทาดาตารวมของทุกซิมเปิ้ลโหนดที่เชื่อมต่อกับรองเดวูนี้แยกตามรายวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงโครงสร้างข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวมของรองเดวูโหนด

เขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
Subject	variable character (100)	ชื่อวิชา
Number	integer	จำนวนเมทาดาตาทั้งหมดจากทุกซิมเปิ้ลโหนดที่เชื่อมต่อกับรองเดวูโหนดนี้ตามชื่อวิชา

3.3.3 สร้างและประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์จากตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวม

แต่ละรองเดวูโหนดที่เชื่อมต่อกันอยู่จะต้องแลกเปลี่ยนข้อมูลจากตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวมของตนเองผ่านทางแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเอง ซึ่งคล้ายคลึงกับแอดเวอร์ไทซเม้นท์ในตารางที่ 3.2 แต่เนื่องจากแอดเวอร์ไทซเม้นท์นี้ใช้เพื่อการแลกเปลี่ยนข้อมูลของแต่ละรองเดวูโหนด จึงต้องกำหนดประเภทของแอดเวอร์ไทซเม้นท์ที่ต่างไปจากเดิม ซึ่งแสดงตัวอย่างของแอดเวอร์ไทซเม้นท์ในตาราง 3.5 ดังนั้นจึงต้องนำข้อมูลจากตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวมมาจัดรูปแบบ XML ตามรูปแบบในตาราง 3.5 แล้วประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์นี้ให้กับรองเดวูโหนดอื่นที่เชื่อมต่อกับรองเดวูโหนดนี้

ตารางที่ 3.5 แสดงตัวอย่างแอดเวอร์ไทซเม้นท์แบบกำหนดเองที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างรองเดวูโหนด

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE jxta:RdvContentNumAdvertisement>
<jxta:RdvContentNumAdvertisement xml:space="default">
    <PeerID>
        urn:jxta:uuid-78626271646362614AE04720503250334D792053696D406CA520D0A5658114
    </PeerID>
    <PeerName>RDV1</PeerName>
    <Subject>
        <Name>Journals</Name>
        <Number>150</Number>
    </Subject>
    <Subject>
        <Name>Biology</Name>
        <Number>240</Number>
    </Subject>
</jxta:RdvContentNumAdvertisement>
```

3.3.4 สร้างตารางดัชนีเส้นทาง

เมื่อแต่ละรองเดวูโหนดได้รับข้อมูลจากแอดเวอร์ไทซเม้นท์ที่สร้างในหัวข้อ 3.3.3 แล้วก็จะนำข้อมูลนั้นมาสร้างหรือแก้ไขตารางดัชนีเส้นทาง (Routing Indices Table) ซึ่งจะเป็นตารางที่รองเดวูโหนดใช้ในการเลือกรองเดวูโหนดอื่นที่จะส่งต่อคำร้องขอการค้นหา เมื่อจำนวนของเมทาดาตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่รองเดวูโหนดนั้นมีไม่เพียงกับคำร้องขอการค้นหาที่ส่งมา โดยโครงสร้างของตารางดัชนีเส้นทางแสดงไว้ในตารางที่ 3.6 ซึ่งจะเป็นข้อมูลจำนวนรวมของแต่ละรองเดวูแยกตามชื่อวิชา

ตารางที่ 3.6 แสดงโครงสร้างตารางดัชนีเส้นทาง

เขตข้อมูล	ประเภท	คำอธิบาย
RdvID	variable character (64)	หมายเลข uid ของรองเดวูโหนดอื่น
Subject	variable character (100)	ชื่อวิชา
Number	integer	จำนวนเมทาดาตาจากรองเดวูอื่น ตามชื่อวิชา

3.3.5 ให้บริการค้นหาเมทาดาตา

รองเดวูโหนดจะเป็นผู้ให้บริการในการค้นหาเมทาดาตาที่ต้องการผ่านทาง JXTA แอพพลิเคชัน ส่วนเครื่องผู้ใช้ที่จะทำการค้นหาเอกสารในระบบเพียร์-ทู-เพียร์นั้น ไม่จำเป็นต้องเป็นเครื่องที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบเพียร์-ทู-เพียร์ เนื่องจากการเรียกใช้บริการค้นหานั้นจะกระทำผ่านทางเว็บอินเตอร์เฟสโดยใช้โปรแกรมเว็บบราวเซอร์ที่มีอยู่ในเครื่องผู้ใช้ การจะให้บริการในลักษณะนี้ได้นั้นรองเดวูโหนดจะต้องติดตั้งเว็บเซิร์ฟเวอร์ และจัดทำเว็บแอพพลิเคชันที่ใช้ติดต่อกับ JXTA แอพพลิเคชันที่ทำงานอยู่ในเครื่องรองเดวูนั้นๆ

โปรแกรมเว็บแอพพลิเคชันดังกล่าวจึงมีหน้าที่ในการรับคำร้องขอจากผู้ใช้ทางหน้าเว็บเพจแล้วนำคำร้องดังกล่าวส่งต่อไปให้กับ JXTA แอพพลิเคชันเพื่อเรียกใช้บริการค้นหาเมทาดาตา (Metadata Search Service) ที่มีอยู่ในรองเดวู ซึ่งการที่รองเดวูโหนดจะให้บริการค้นหาได้นั้น รองเดวูโหนดต้องสร้างบริการ (Service) ขึ้นมา และทำการประกาศบริการนี้โดยใช้เซอร์วิสแอดเวอร์ไทซเม้นท์ โดยโครงสร้างของแอดเวอร์ไทซเม้นท์นี้แสดงในตารางที่ 3.7 กำหนดชื่อของบริการนี้ว่า MetaDataSearch ในแท็ก Name ของโครงสร้างแอดเวอร์ไทซเม้นท์

เมื่อรองเดวูได้รับคำร้องขอการค้นหาเมทาดาตาจากผู้ใช้ รองเดวูจะให้บริการโดยการค้นหาเมทาดาตาที่ตรงกับรายวิชาที่ระบุ (รายละเอียดการค้นหาแสดงในหัวข้อ 3.4) เมื่อได้ผลลัพธ์ซึ่งเป็นรายการซิมเปิ้ลโหนดที่ต้องติดต่อเพื่อขอเมทาดาตาแล้ว รองเดวูโหนดจะเป็นผู้เชื่อมต่อกับซิมเปิ้ลโหนดเหล่านั้นแทนเครื่องผู้ใช้ เพราะเครื่องผู้ใช้ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งในระบบเพียร์-ทู-เพียร์ จึงไม่สามารถติดต่อกับโหนดในระบบได้ เมื่อรองเดวูโหนดได้เมทาดาตาจากแต่ละซิมเปิ้ลโหนดมาครบถ้วนแล้ว รองเดวูโหนดจะนำข้อมูลที่ได้ (ซึ่งอยู่ในรูปแบบเอ็กซ์เอ็มแอล) มาจัดรูปแบบการแสดงผลให้อยู่ในรูปเอชทีเอ็มแอล ก่อนจะส่งข้อมูลนั้นไปที่เว็บแอพพลิเคชันเพื่อแสดงผลแก่ผู้ใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงเซอร์วิสแอดเวอร์ไทซเม้นท์ สำหรับประกาศการให้บริการ SearchMetadata ของรองเดวูโหนด

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE jxta:ServiceAdvertisement>
<jxta:ServiceAdvertisement xml:space="default">
    <PeerID>
      urn:jxta:uuid-59616261646162614E50472050325033 4D792053696D406CA520D065657203
    </PeerID>
    <Type>JxtaUnicast</Type>
    <Name>MetadataSearch</Name>
</jxta:ServiceAdvertisement>
```

3.4 การสืบค้นเมทาดาตา

3.4.1 การสืบค้นเมทาดาด้วยวิธีการดั้งเดิมของ JXTA

โดยปกติแล้วการค้นหาเมทาดาตาในระบบเพียร์-ทู-เพียร์โดยใช้ JXTA นั้น จะทำได้เพียงกำหนดประเภทของแอดเวอร์ไทซเม้นท์ที่ต้องการค้นหาและเงื่อนไขในการค้นหา ซึ่งจะเป็นข้อมูลในเขตข้อมูลอันใดอันหนึ่งที่มีอยู่ในแอดเวอร์ไทซเม้นท์ เช่น ค้นหาตามชื่อรายวิชาที่กำหนด ค้นหาตามวันเดือนปีของเอกสาร ซึ่งการค้นหาในลักษณะนี้จะต้องค้นหาไปยังทุกโหนดที่เชื่อมต่ออยู่ในระบบเพียร์-ทู-เพียร์ โดยรองเดวูโหนดจะเป็นผู้ส่งต่อคำร้องขอไปให้กับซิมเปิ้ลโหนดที่อยู่ในแต่ละเครือข่ายย่อย โดยรูปแบบของคำร้องขอการค้นหาแอดเวอร์ไทซเม้นท์นี้จะเป็นดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงรูปแบบคำร้องขอการค้นหาแอดเวอร์ไทซเม้นท์

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<jxta:DiscoveryQuery>
    <Type>...</Type>
    <Threshold>...</Threshold>
    <PeerAdv>...</PeerAdv>
    <Attr>...</Attr>
    <Value>...</Value>
</jxta:DiscoveryQuery>
```

Type	หมายถึง	ชนิดของแอดเวอร์ไทซเม้นท์
Threshold	หมายถึง	จำนวนแอดเวอร์ไทซเม้นท์ที่ต้องการ
PeerAdv	หมายถึง	ชื่อแอดเวอร์ไทซเม้นท์ที่ต้องการค้นหา
Attr	หมายถึง	ชื่อแอทริบิวต์ที่ต้องการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการค้นหา
Value	หมายถึง	ค่าของแอทริบิวต์ที่ต้องการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซิมเปิ้ลโหนดใดที่มีการประกาศแอดเวอร์ไทซเม้นท์ตามที่ร้องขอและมีข้อมูลในแอดเวอร์-ไทซเม้นท์ตรงตามเงื่อนไขในการค้นหา ก็จะส่งข้อความตอบรับกลับมา ดังแสดงในตาราง 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงรูปแบบข้อความตอบรับการค้นหาแอดเวอร์ไทซเม้นท์

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<jxta:DiscoveryResponse>
    <Type>...</Type>
    <Count>...</count>
    <PeerAdv>...</PeerAdv>
    <Attr>...</Attr>
    <Value>...</Value>
</jxta:DiscoveryResponse>
```

Type หมายถึง ชนิดของแอดเวอร์ไทซเม้นท์

Count หมายถึง จำนวนแอดเวอร์ไทซเม้นท์ที่ค้นพบ

PeerAdv หมายถึง ชื่อแอดเวอร์ไทซเม้นท์ที่ต้องการค้นหา

Attr หมายถึง ชื่อแอทริบิวต์ที่ต้องการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการค้นหา

Value หมายถึง ค่าของแอทริบิวต์ที่ต้องการกำหนดเป็นเงื่อนไขในการค้นหา

เมื่อได้แอดเวอร์ไทซเม้นท์ของซิ้มเปิ้ลโหนดที่มีเมทาดาตาที่ต้องการแล้ว โหนดที่ค้นหาก็จะต้องทำการเชื่อมต่อกับซิ้มเปิ้ลโหนดที่มีเอกสารผ่านทางไปป์ที่ถูกสร้างขึ้น แล้วส่งคำร้องขอเมทาดาตาในรูปแบบที่ต้องการไปยังซิมเปิ้ลโหนด จากนั้นซิมเปิ้ลโหนดที่มีเอกสาร ก็จะส่งเมทาดาตาซึ่งอยู่ในรูปของแมสเสจของ JXTA เช่นเดียวกันกลับไปยังโหนดที่ร้องขอผ่านทางไปป์

ไปป์นั้นเป็นกลไกในการเชื่อมต่อโหนดตั้งแต่สองโหนดขึ้นไปเข้าด้วยกัน เปรียบเสมือนเป็นช่องทางในการเชื่อมต่อเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลประเภทใดๆ ให้กับโหนดที่ต้องการ ในการสร้างไปป์นั้นจะสามารถสร้างได้หลายประเภททั้งไปป์นำเข้า (Input Pipe) ที่ใช้ในการนำเข้าแมสเสจของ JXTA, ไปป์ส่งออก (Output Pipe) ที่ใช้ในการส่งออกแมสเสจของ JXTA, ไปป์แบบสองทาง (Bidirectional Pipe) ที่สามารถใช้ได้ทั้งการนำเข้าและส่งออกแมสเสจของ JXTA โดยเมื่อสร้างไปป์ขึ้นมาแล้ว โหนดนั้นๆ ก็จะต้องสร้างไปป์แอดเวอร์ไทซเม้นท์ด้วยเพื่อประกาศให้โหนดอื่นๆ ได้รู้จักไปป์นั้นๆ เมื่อไปป์จากโหนดแต่ละโหนดได้รับแอดเวอร์ไทซเม้นท์ของกันและกันแล้ว โหนดทั้งสองนั้นจะสามารถเชื่อมต่อกันได้ ตาราง 3.10 แสดงตัวอย่างของไปป์แอดเวอร์ไทซเม้นท์ตัวหนึ่งที่ชื่อ Talk to Me

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 3.10 แสดงตัวอย่าง Pipe Advertisement

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE jxta:PipeAdvertisement>
<jxta:PipeAdvertisement xmlns:jxta="http://jxta.org">
  <Id>urn:jxta:uuid-094AB61B99C14AB694D5BFD56C66E512FF7980EA1E6F4C238A268B362B34D1F104</Id>
  <Type>JxtaUnicast</Type>
  <Name>Talk to Me!</Name>
</jxta:PipeAdvertisement>
```

Id หมายถึง uid ของไปป์

Type หมายถึง ชนิดของการเชื่อมต่อโดยใช้ไปป์ จะมี 3 ประเภทคือ JxtaUnicast, JxtaUnicastSecure และ JxtaPropagate

Name หมายถึง ชื่อของไปป์

การสร้างไปป์เริ่มต้นที่โหนดต้นทางและปลายทางสร้างไปป์ และประกาศไปป์แอดเวอร์-ไทซเม้นท์ จากนั้นส่ง Pipe Binding Query Message (แสดงตัวอย่าง Pipe Binding Query Message ดังตารางที่ 3.11) เพื่อค้นหาโหนดที่มีโหนดไอดีตรงกับระบุไว้ในไปป์แอดเวอร์ไทซเม้นท์ โหนดที่มีไอดีตรงกันจะตอบกลับด้วย Pipe Binding Answer Message (แสดงตัวอย่าง Pipe Binding Answer Message ดังตารางที่ 3.12) จากนั้นกลไกของ Pipe Binding Protocol จะทำการเชื่อมปลายไปป์ทั้งสองเข้าด้วยกัน

ตารางที่ 3.11 แสดงตัวอย่าง Pipe Binding Query Message

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<jxta:PipeResolver>
 <MsgType>Query</MsgType>
 <PipeId> . . . </PipeId>
 <Type> . . . </Type>
 <Cached> . . . </Cached>
 <Peer> . . . </Peer>
</jxta:PipeResolver>
```

MsgType หมายถึง ประเภทของ Pipe Binding Message (Query หรือ Answer)

PipeId หมายถึง หมายเลข uid ของไปป์

Type หมายถึง ประเภทของไปป์

Cached หมายถึง ในการค้นหาไปป์จะใช้ข้อมูลที่อยู่ในแคชหรือไม่ (True หรือ False)

Peer หมายถึง หมายเลข uid ของเพียร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

110374

ตารางที่ 3.12 แสดงตัวอย่าง Pipe Binding Answer Message

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<jxta:PipeResolver>
 <MsgType>Answer</MsgType>
 <PipeId> . . . </PipeId>
 <Type> . . . </Type>
 <Peer> . . . </Peer>
 <Found>true</Found>
 <PeerAdv> . . . </PeerAdv>
</jxta:PipeResolver>
```

MsgType	หมายถึง	ประเภทของ Pipe Binding Message (Query หรือ Answer)
PipeId	หมายถึง	หมายเลข uid ของไปป์
Type	หมายถึง	ประเภทของไปป์
Peer	หมายถึง	หมายเลข uid ของเพียร์
Found	หมายถึง	พบไปป์ไอดีที่กำหนดเจอหรือไม่
PeerAdv	หมายถึง	แอดเวอร์ไทซ์เม้นท์ของเพียร์ที่ค้นหาเจอ

เมื่อไปป์เชื่อมต่อโหนดทั้งสองเข้าด้วยกันสำเร็จแล้ว โหนดของผู้ใช้สามารถส่งคำร้องขอเอกสารที่ต้องการได้ โดยคำร้องขอดังกล่าวจะต้องถูกจัดให้อยู่ในรูปแมสเสจของ JXTA เสียก่อน โดยแมสเสจของ JXTA นั้นเป็นแพคเก็ตที่ใช้ในการส่งข้อมูลชนิดใดๆ ผ่านทางไปป์ โดยแมสเสจของ JXTA นั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ Binary Message และ XML Message โดยแบบแรกจะส่งข้อมูลในรูปของไบนารีแพคเก็ตที่มนุษย์ไม่สามารถอ่านเข้าใจได้ ในขณะที่แบบหลังข้อมูลจะส่งในรูปแบบข้อความที่จัดโครงสร้างแบบเอ็กซ์เอ็มแอล ที่มนุษย์สามารถอ่านและทำความเข้าใจได้ ซึ่งในที่นี้จะเลือกใช้แมสเสจแบบเอ็กซ์เอ็มแอล

แมสเสจของ JXTA แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ นั่นคือส่วนที่เป็น Header และส่วนที่เป็น Body ส่วนที่เป็น Header นั้นจะเป็น Header ของโปรโตคอลที่เลือกใช้ (เนื่องจากเราสามารถใช้โปรโตคอลได้หลายแบบในการส่ง) หากเลือกใช้โปรโตคอลทีซีพีในส่วน Header นี้ก็จะเป็นไปตามมาตรฐานของโปรโตคอลทีซีพีโดยทั่วไป และในส่วน Body นั้นจะเป็นส่วนที่ JXTA ออกแบบขึ้นมา เพื่อใช้อธิบายแมสเสจและจัดเก็บข้อมูลที่ต้องการส่ง ดังตัวอย่างที่แสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 แสดงรูปแบบ JXTA Message

TCP Header	Body (XML Message in JXTA)

ภายในแมสเสจแบบเอ็กซ์เอ็มแอลนั้นจะประกอบไปด้วยแท็ก Element ที่ใช้แอททริบิวต์ Name ในการอธิบายว่าข้อมูลที่ภายใต้แท็กนี้คืออะไร เช่น SourceAddress ใช้บอกพอร์ตและหมายเลข IP Address ของผู้ส่งแมสเสจ ซึ่งการออกแบบแท็กนี้สามารถทำได้อย่างอิสระ โดยจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างบริการ (Service) เพื่อมารองรับการนำข้อมูลในแท็กต่างๆ เหล่านี้ไปใช้งาน ในที่นี้ได้ออกแบบให้แท็ก Element ซึ่งมีแอททริบิวต์เป็น RequestMetadata ใช้ในการส่ง Request Message เพื่อร้องขอเม-ทาดาตาจากโหนดที่ได้สร้างไปป์เชื่อมต่อเอาไว้ ดังแสดงในตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 แสดงแมสเสจของ JXTA (JXTA Message) ที่ใช้ในการร้องขอเมทาดาตา

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE Message>
<Message version="0">
 <Element name="jxta:SourceAddress" mime_type="text/plain">
          tcp://123.456.205.212
 </Element>
 <Element name="RequestMetadata" mime_type="text/plain">
          <Subject>Biology</Subject>
</Element>
</Message>
```

แท็ก Subject ใช้ระบุชื่อรายวิชาที่ต้องการ เมื่อโหนดที่มีเมทาดาตาตามที่ร้องขอ ได้รับแมสเสจก็จะส่งข้อมูลของเมทาดาตาที่อยู่ในรายวิชาตามที่ต้องการกลับมายังโหนดที่ร้องขอ โดยจะต้องนำข้อมูลเมทาดาตามาจัดให้อยู่ในรูปแบบแมสเสจของ JXTA เช่นเดียวกัน เพียงแต่เปลี่ยนแอททริบิวต์ของแท็ก Element เป็น ResponseMetadata เพื่ออธิบายให้ทราบว่านี่คือแมสเสจตอบกลับการร้องขอเมทาดาตา ส่วนที่อยู่ภายในแท็กนี้ก็คือเมทาดา-ตาที่ส่งมานั่นเอง ดังแสดงในตาราง 3.15

ตารางที่ 3.15 แสดงแมสเสจของ JXTA ที่ใช้ในตอบกลับการร้องขอเมทาดาตา

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE Message>
<Message version="0">
 <Element name="jxta:SourceAddress" mime_type="text/plain">
          tcp://123.456.205.213
 </Element>
 <Element name="ResponseMetadata" mime_type="text/xml">
     <title>The biopsychology of maternal behavior in nonhuman
mammals</title>
     <creator>Kristal, Dr. Mark B.</creator>
     <subject>Biology</subject>
     <subject>Behavioral Biology</subject>
     <description>None</description>
     <publisher>National Research Council of the National
Academies</publisher>
     <date>2009</date>
     <type>Journal (Paginated)</type>
     <typePeerReviewed</type>
     <format>application/pdf</format>
     <identifier>http://cogprints.org/6341/1/maternal.pdf</identifier>
     <identifier>Kristal, Dr. Mark B. (2009) The biopsychology of maternal
behavior in nonhuman mammals. [Journal (Paginated)]</identifier>
     <relation>http://cogprints.org/6341/</relation>
</Element>
</Message>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในรูปแบบดั้งเดิมนี้ ถึงจะให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องครบถ้วน แต่จะมีข้อเสียในเรื่องของการเพิ่มความคับคั่งของการจราจรในเครือข่าย (Traffic) รวมไปถึงการเพิ่มความล่าช้า (Delay) ของการส่งแพคเก็ตไปยังโหนดต่างๆ เนื่องจากในครั้งแรกนั้นโหนดที่ค้นหาจะต้องส่งคำร้องขอในการค้นหา (Discovery Message) ข้อมูลในแอดเวอร์ไทซเม้นท์ ซึ่งใช้ระบุว่าแต่ละโหนดมีจำนวนของเมทาดาตาในแต่ละรายวิชาเป็นจำนวนเท่าไหร่ การส่งในครั้งนี้จะเป็นการส่งไปยังทุกๆ โหนดที่เชื่อมต่อในเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์ เพราะโหนดที่ค้นหานั้นไม่สามารถทราบได้ว่าแต่ละละโหนดจะมีเมทาดาตาที่ต้องการหรือไม่ แล้วมีจำนวนเพียงพอกับความต้องการหรือเปล่า จึงจำเป็นต้องสอบถามไปยังทุกโหนด โดยจะมีรองเดวูโหนดช่วยส่งต่อคำร้องขอไปยังโหนดที่อยู่ในเครือข่ายย่อยอื่นๆ ซึ่งเมื่อได้ผลลัพธ์จากทุกโหนดมาแล้ว โหนดที่ร้องขอก็จะเลือกเอาเฉพาะบางโหนดที่รวมจำนวนผลลัพธ์แล้วเพียงพอต่อความต้องการ ก่อนที่จะสร้างไปป์แล้วส่งแมสเสจของ JXTA เพื่อขอเมทาดาตาต่อไป และเมื่อได้เมทาดาตากลับมายังโหนดที่ร้องขอแล้ว โหนดนั้นก็ยังสามารถที่จะเลือกเฉพาะผลลัพธ์ที่ต้องการโดยละเอียดขึ้น โดยใช้คำค้นหา ซึ่งในงานวิจัยนี้เนื่องจากข้อมูลเมทาดาตาเป็นข้อมูลที่ถูกจัดหมวดหมู่มาเป็นอย่างดีแล้ว จึงใช้ชื่อรายวิชาย่อย (Sub Subject) เป็นคำค้นหา เพื่อให้สามารถวัดความถูกต้องของเอกสารที่ค้นคืนมาได้อย่างแม่นยำ

3.4.2 การสืบค้นเมทาดาตาตามเนื้อหา (Content Routing)

จากปัญหาในการสืบค้นเมทาดาตาในเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบดั้งเดิมนั้น ทำให้เกิดความคับคั่งในการจราจรบนเครือข่าย รวมทั้งความล่าช้าในการติดต่อกับโหนดทุกโหนด งานวิจัยชิ้นนี้จึงใช้ข้อมูลในตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่น ตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวมและตารางดัชนีเส้นทาง ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.3.1, 3.3.2 และ 3.3.4 ตามลำดับ เป็นกลไกในการที่จะทำให้ได้ข้อมูลว่าแต่ละโหนดนั้นมีเมทาดาตาที่ต้องการหรือไม่เป็นจำนวนเท่าไหร่ โดยที่ไม่ต้องส่งคำร้องขอไปยังทุกๆ โหนด

เริ่มจากแต่ละซิมเปิ้ลโหนดในระบบเพียร์-ทู-เพียร์ จะต้องสร้างและแก้ไขตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาของตนเอง จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างแอดเวอร์ไทซเม้นท์แล้วประกาศไปให้กับรองเดวูโหนด (รายละเอียดในหัวข้อ 3.2) ส่วนรองเดวูโหนดนั้นรวบรวมข้อมูลจากทุกซิมเปิ้ลโหนดที่เชื่อมต่ออยู่แล้วนำมาสร้างตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่น และตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวม จากนั้นนำข้อมูลมาสร้างแอดเวอร์ไทซเม้นท์แล้วนำไปประกาศให้กับรองเดวูข้างเคียง ซึ่งจะทำให้แต่ละรองเดวูมีข้อมูลสรุปเมทาดาตาจากรองเดวูข้างเคียงด้วย ข้อมูลดังกล่าวจะจัดเก็บไว้ในตารางดัชนีเส้นทาง (รายละเอียดในหัวข้อ 3.3)

ผู้ใช้ที่ต้องการค้นหาข้อมูลเมทดาตา จะต้องส่งแมสเสจของ JXTA ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชัน เพื่อร้องขอการใช้บริการในการค้นหาเมทาดาตา (Meta Data Search Service)ไปยังรองเดวูโหนดที่เชื่อมต่ออยู่ โดยการส่งแมสเสจของ JXTA จะทำผ่านไปป์ที่ได้สร้างขึ้น ซึ่งเมื่อรองเดว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหนดได้รับคำร้องขอดังกล่าว โปรแกรมที่ทำงานในรองเดวูโหนดจะไปเรียกบริการ ค้นหาเมทาดาตามาทำงาน โดยการรับแมสเสจของ JXTA แล้วแยกเอาเฉพาะข้อมูลในการค้นหา ซึ่งได้แก่รายชื่อวิชาที่ต้องการและจำนวน รายละเอียดของ JXTA Message ที่ใช้ในการค้นหาแสดงในตาราง 3.16

ตารางที่ 3.16 แสดง JXTA Message ที่ใช้ในการค้นหาเมทาดาตา

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE Message>
<Message version="0">
 <Element name="jxta:SourceAddress" mime_type="text/plain">
          tcp://123.456.205.212
 </Element>
 <Element name="QueryMetadata" mime_type="text/plain">
          <Subject>Biology</Subject>
          <Number>50</Number>
 </Element>
</Message>
```

แอทริบิวต์ name ใช้กำหนดประเภทของ message ในที่นี้กำหนดเป็น QueryMetaData แท็ก Subject ใช้กำหนดชื่อรายวิชาที่ต้องการค้นหาและแท็ก Number ใช้ในการกำหนดจำนวนที่ต้องการ จากนั้นเมื่อรองเดวูโหนดได้รับ JXTA Message ดังกล่าวก็จะค้นหาข้อมูลในตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวมของตนเอง ว่ามีจำนวนเมทาดาตาตามรายชื่อวิชาที่ต้องการเพียงพอหรือไม่ ถ้ามีเพียงพอ รองเดวูโหนดก็จะค้นหาข้อมูลในตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาท้องถิ่น เพื่อที่จะเลือกซิมเปิ้ลโหนดที่มีจำนวนเมทาดาตาตามรายวิชาจากจำนวนมากที่สุดไปยังน้อยที่สุดจนกว่าจะครบตามจำนวนที่ต้องการ จากนั้นรองเดวูโหนดจะสร้างไปป์เพื่อไปเชื่อมต่อกับแต่ละซิมเปิ้ลโหนดที่ถูกเลือก เพื่อส่งคำร้องขอเมทาดาตา และเมื่อโหนดที่ถูกเลือกได้รับคำร้องขอดังกล่าว ก็จะส่งเมทาดาตาตามรายชื่อวิชานั้นกลับไป (รายละเอียดได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อ 3.4.1)

แต่ในกรณีที่รองเดวูโหนดที่ได้รับคำร้องขอเป็นรายแรกนั้นมีจำนวนเมทาดาตารวมไม่เพียงต่อความต้องการ รองเดวูโหนดจะต้องค้นหาข้อมูลในตารางดัชนีเส้นทางที่ได้แลกเปลี่ยนข้อมูลกับรองเดวูโหนดข้างเคียงเอาไว้ เพื่อดูว่ามีรองเดวูโหนดอื่นที่มีจำนวนเมทาดาตาตามที่ต้องการหรือไม่ ถ้ามีก็จะส่งต่อคำร้องขอไปยังรองเดวูโหนดนั้น ซึ่งเมื่อรองเดวูโหนดนั้นได้รับคำร้องขอมา ก็จะต้องมาตรวจดูกับตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาโดยรวมของตนเองก่อนว่า มีเมทาดาตาที่ต้องการหรือไม่ ถ้ามีก็จะค้นหาในตารางข้อมูลสรุปเมทาดาตาแบบท้องถิ่นเพื่อหาซิมเปิ้ลโหนดที่มีจำนวนเมทาดาตาตามที่ต้องการมากที่สุด จากนั้นก็ส่งรายชื่อซิมเปิ้ลโหนดที่ถูกเลือกเหล่านี้กลับไปยังรองเดวูโหนดที่ร้องขอมา ดังแสดงในตาราง 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.17 แสดง JXTA Message ที่ใช้ในการตอบกลับรายชื่อซิมเปิ้ลโหนด

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE Message>
<Message version="0">
 <Element name="jxta:SourceAddress" mime_type="text/plain">
          tcp://123.456.205.212
 </Element>
 <Element name="ResponseMetadata" mime_type="text/plain">
 <PeerID>urn:jxta:uuid-786262716463626l4AE04720503250334D792053696D406CA520D0A5658114
 </PeerID>
 <Subject>Biology</Subject>
 <Number>50</Number>
 </Element>
</Message>
```

แอทริบิวต์ name ใช้กำหนดประเภทของ message ในที่นี้กำหนดเป็น ResponseMetaData แท็ก PeerID แสดงหมายเลข uid ของโหนดที่ถูกเลือก แท็ก Subject ใช้กำหนดชื่อรายวิชาที่ต้องการค้นหา และแท็ก Number ใช้ในการกำหนดจำนวนที่ต้องการ

ถ้าหากจำนวนเมทาดาตาจากทั้งสองรองเดวูโหนดนั้นยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ รองเดวูโหนดที่รับคำร้องขอจากโหนดค้นหา ก็จะต้องเข้าไปดูในตารางดัชนีเส้นทางเพื่อส่งต่อคำร้องขอไปยังรองเดวูโหนดที่ 3 ซึ่งขั้นตอนการทำงานจะเป็นเช่นนี้เรื่อยไปจนกว่าจะได้จำนวนเมทา-ดาตาตามที่ผู้ใช้ต้องการ หรือจนกว่าจะส่งคำร้องขอไปยังรองเดวูโหนดที่มีข้อมูลตามต้องการจนครบทุกโหนดที่มีตารางดัชนีเส้นทางแล้ว

ด้วยวิธีการที่ปรับปรุงใหม่นี้ จะทำให้การส่งคำร้องขอเพื่อค้นหาว่ามีโหนดใดบ้างที่มีเมทา-ดาตาตามต้องการนั้น เป็นการส่งไปยังรองเดวูโหนดเท่านั้น เพราะรองเดวูโหนดจะมีข้อมูลสรุปของทุกซิมเปิ้ลโหนดที่เชื่อมต่ออยู่ นอกจากนี้ยังมีข้อมูลสรุปจากรองเดวูโหนดข้างเคียงด้วยทำให้ไม่จำเป็นต้องส่งคำร้องขอดังกล่าวไปยังทุกๆ ซิมเปิ้ลโหนดเหมือนกับวิธีการแบบดั้งเดิม แต่เมื่อได้รายชื่อโหนดที่มีเมทาดาตาตามต้องการแล้ว โหนดที่ทำการค้นหาก็จะต้องติดต่อกับโหนดที่ถูกเลือกเหล่านั้นเพื่อร้องขอข้อมูลเมทาดาตาต่อไป ซึ่งขั้นตอนนี้จะเหมือนกับวิธีการแบบดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการทดลอง ผลการทดลอง การสืบค้นเมทาดาตาในระบบเพียร์-ทู-เพียร์ดังที่ได้อธิบายในบทที่ 3 และข้อมูลเมทาดาตาที่นำมาใช้ในการทดลอง โดยการทดลองจะใช้การจำลองการทำงานของระบบในระดับแอพพลิเคชั่นเลเยอร์

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ในการจำลองระบบการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจายนั้น ข้อมูลที่อยู่ในระบบเป็นเมทาดาตาของเอกสารเหล่านั้น ซึ่งนับได้ว่าเป็นตัวแทนของเอกสารต่างๆ เมทาดาตาที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ได้เก็บเกี่ยวข้อมูลมาจาก http://cogprints.org ซึ่งเป็นเว็บไซต์ของคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยเซาท์แธมตัน มีจำนวนทั้งสิ้น 8,016 เรคคอร์ด เมทาดาตาถูกจัดกลุ่มตามวิชาหลักและวิชาย่อย ซึ่งทางผู้จัดทำได้แบ่งเมทาดาตาออกเป็น 8 วิชาหลัก 81 รายวิชาย่อย ตามแบบที่เจ้าของข้อมูลได้แบ่งไว้ตัวอย่างเมทาดาตาในการทดลอง ซึ่งเก็บรวบรวมจากคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้มหาวิทยาลัยเซาท์แธมตัน แสดงดังตาราง 4.1

หลังจากดาวน์โหลดเมทาดาตาในรูปแบบของมาตรฐานดับลินคอร์ จากเว็บไซต์ของคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลเมทาดาตาที่ได้มานั้นจัดเก็บลงในฐานข้อมูลที่ออกแบบให้มีแอทริบิวต์ (Attribute) ตามเขตข้อมูลของมาตรฐานดับบลินคอร์ สำหรับนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อทดลองสมมติฐานการทดลองที่ 1 และ 2

ตารางที่ 4.1 แสดงตัวอย่างเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้จาก Cogprints

```
<title>The biopsychology of maternal behavior in nonhuman mammals</title>
<creator>Kristal, Dr. Mark B.</creator>
<subject>Behavioral Biology</subject>
<subject>Neuroendocrinology</subject>
<subject>Psychobiology</subject>
<subject>Physiological Psychology</subject>
<subject>Behavioral Neuroscience</subject>
<subject>Animal Behavior</subject>
<subject>Comparative Psychology</subject>
<subject>Neurochemistry</subject>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<description>The term "maternal behavior," when applied to nonhuman mammals, includes the behaviors exhibited in preparation for the arrival of newborn, in the care and protection of the newly arrived young, and in the weaning of those young, and represents a complex predictable pattern that is often regarded as a single, comprehensive, species-specific phenomenon. Although the delivering first-time mammalian mother is immediately and appropriately maternal, a maternal "virgin" with no prior exposure to young does not show immediate and appropriate behavior toward foster young. Nevertheless, the virgin female, and indeed the male, possess the neural circuitry that underlies the pattern referred to as maternal behavior, despite not exhibiting the pattern under normal circumstances. At parturition, or after extensive exposure to young, what emerges appears to be a single stereotyped maternal behavior pattern. </description>

<publisher>National Research Council of the National Academies</publisher>

<date>2009</date>

<type>Journal (Paginated)</type>

<type>PeerReviewed</type>

<format>application/pdf</format>

<identifier>http://cogprints.org/6341/1/maternal.pdf</identifier>

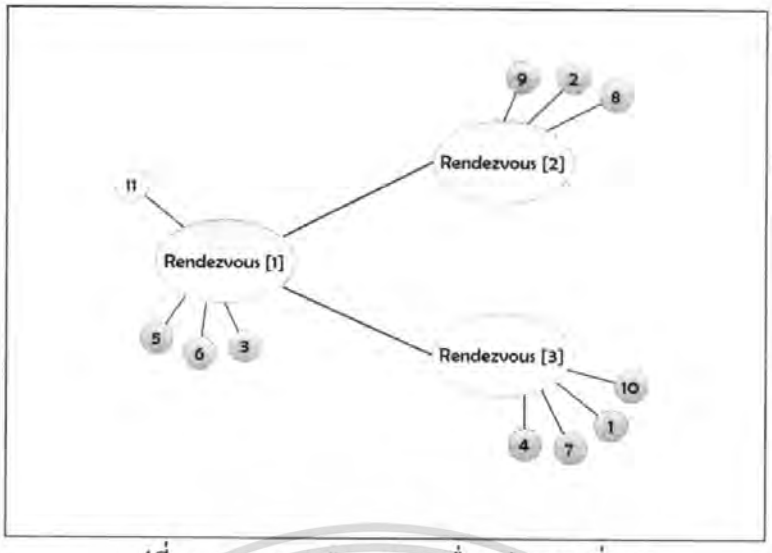
<identifier>Kristal, Dr. Mark B. (2009) The biopsychology of maternal behavior in nonhuman mammals. [Journal (Paginated)]</identifier>

<relation>http://cogprints.org/6341/</relation>

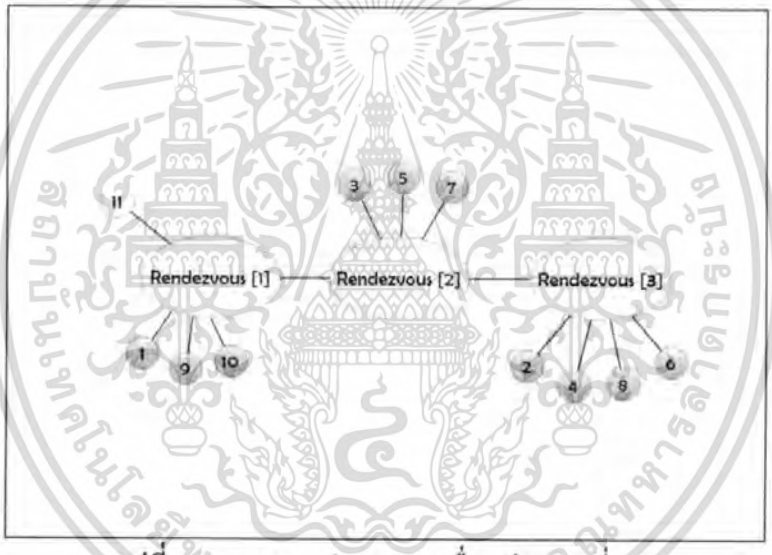
4.2 การจำลองรูปแบบการเชื่อมต่อของเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ในระบบ

ผู้วิจัยได้ออกแบบการทดลองให้ระบบมีเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนจำนวน 10 เครื่อง และกำหนดให้มีเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นรองเดวูโหนดจำนวน 3 เครื่อง โดยการสุ่มเลือกเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ที่เชื่อมต่อกับเครื่องรองเดวูโหนด และสุ่มเลือกข้อมูลจากหัวข้อ 4.1 ไปจัดเก็บที่แต่ละเครื่อง รูปแบบการเชื่อมต่อของโหนดต่างๆ ในระบบ จะแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ แสดงดังรูปที่ 4.1, 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ ส่วนการเชื่อมต่ออื่นๆ แสดงในภาคผนวก ก.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



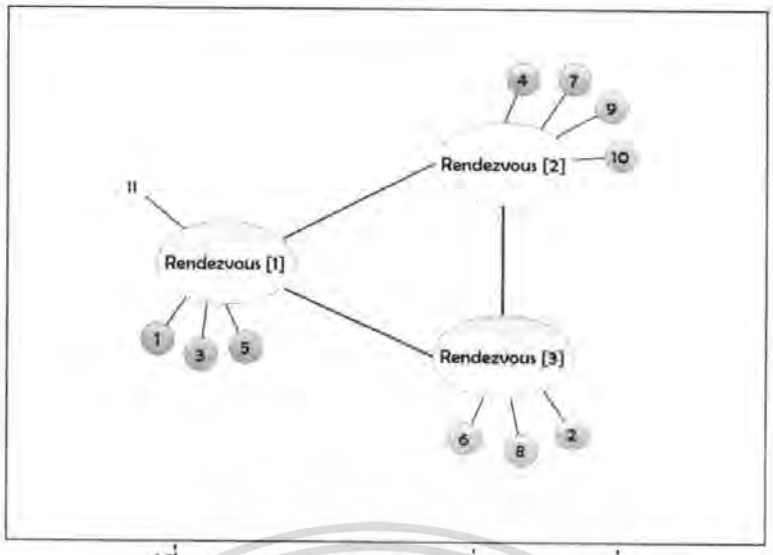
รูปที่4.1 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-1



รูปที่ 4.2 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 2-1

จากรูปที่ 4.1 กำหนดให้เครื่องหมายเลข 11 ต้องการทำการค้นหาข้อมูลภายในระบบ โดยที่เชื่อมต่อมายังเครื่องรองเดวูโหนดที่ 1 เพื่อค้นหาเมทาดาตาตาม Subject ที่ต้องการ โดยการเชื่อมต่อของรองเดวูโหนด เป็นแบบธรรมดา การเชื่อมต่อระหว่างรองเดวูโหนด ในรูปที่ 4.2 เป็นแบบเส้นตรง และการเชื่อมต่อของรองเดวูโหนด ในรูปที่ 4.3 นั้นจะเป็นแบบลูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 3

4.3 การทดลอง

เพื่อตรวจสอบสมมติฐานว่าการเลือกเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject ที่ต้องการมากที่สุดจะให้เอกสารที่ผู้ใช้ต้องการมากที่สุดด้วย ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและทำการการทดลองที่ 1 เพื่อยืนยันแนวคิดดังกล่าว

4.3.1 การทดลองที่ 1

ในงานวิจัยจำลองลักษณะการสืบค้นโดยใช้ Subject เป็นคำค้นที่ 1 และ Sub Subject เป็นคำค้นที่ 2 เนื่องจากข้อมูลถูกจัดหมวดหมู่เอาไว้แล้ว จึงสามารถคำนวณค่า Recall มาช่วยยืนยันความถูกต้องได้เลย โดยที่ไม่ต้องอาศัยผู้ใช้มาตัดสินใจว่าข้อมูลที่ค้นคืนมานั้นสอดคล้องกับคำค้นหรือไม่

ในการทดลองที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบสมมติฐานของการใช้ดัชนีเส้นทาง โดยเลือกส่งต่อคำค้นหาไปยังเครื่องที่มีจำนวนเอกสารใน Subject ที่ผู้ใช้ต้องการมากที่สุด มีความน่าจะเป็นที่จะมีเอกสารที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดด้วย

4.3.1.1 วิธีการทดลองที่ 1 ในการทดลองที่ 1 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- สุ่มเลือก Subject ที่ต้องการใช้ในการทดลอง เนื่องจากชุดข้อมูลเมทาดาตา cogprint ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลหลักในการทดลองมีเพียง 8 วิชาหลัก ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบ 4 วิชาหลักซึ่งเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมด ทำการคำนวณทั้งหมด 4 รอบเพื่อหาค่าเฉลี่ย

- เมื่อได้ Subject ที่จะใช้ในรอบการทดลองแล้ว ให้ตรวจสอบดูว่า เครื่องใดในระบบจำลองมีจำนวนเมทาดาตาใน Subject ดังกล่าวมากที่สุด เลือกขึ้นมาจำนวน 3 เครื่อง เพื่อแยกเป็น 3 การทดลองย่อยโดยเรียงลำดับจากเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตามากที่สุด เครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตารองเป็นอันดับหนึ่ง และเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตารองเป็นอันดับสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตามากที่สุด ดำเนินการสุ่มเลือก Sub Subject ใน Subject ที่กำลังพิจารณาขึ้นมาทดสอบ สุ่มเลือกขึ้นมาเป็นจำนวน 7 Sub Subject คำนวณหาค่า Recall ในแต่ละ Sub Subject ที่ได้สุ่มเลือกขึ้นมา

- ในเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตามากรองเป็นอันดับหนึ่ง ดำเนินการสุ่มเลือก Sub Subject ใน Subject ที่กำลังพิจารณาขึ้นมาทดสอบ สุ่มเลือกขึ้นมาเป็นจำนวน 7 Sub Subject คำนวณหาค่า recall ในแต่ละ Sub Subject ที่ได้สุ่มเลือกขึ้นมา

- ในเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตามากรองเป็นอันดับสอง ดำเนินการสุ่มเลือก Sub Subject ใน Subject ที่กำลังพิจารณาขึ้นมาทดสอบ สุ่มเลือกขึ้นมาเป็นจำนวน 7 Sub Subject คำนวณหาค่า recall ในแต่ละ Sub Subject ที่ได้สุ่มเลือกขึ้นมา

- นำค่า Recall ในแต่ละ Sub Subject ของการทดลองย่อยที่ 1 (เครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject มากที่สุด) การทดลองย่อยที่ 2 (เครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject มากรองเป็นอันดับหนึ่ง) และการทดลองย่อยที่ 3 (เครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject มากรองเป็นอันดับสอง) มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่า recall แสดงผลการคำนวณทั้ง 3 การทดลองย่อย ใน Subject ทั้ง 4 ของชุดข้อมูล ดังตาราง 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 และ 4.9

4.3.1.2 ผลการทดลองตามวิธีการทดลองที่ 1 แสดงผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าเฉลี่ยของค่า Recall ในผลการทดลองที่ 1

	Peer ที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject ที่ต้องการสูงสุด	**Peer ที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject รองเป็นอันดับหนึ่ง**	**Peer ที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject รองเป็นอันดับสอง**
Sub Subject ที่ 1	0.110	0.126	0.081
Sub Subject ที่ 2	0.149	0.089	0.137
Sub Subject ที่ 3	0.109	0.098	0.090
Sub Subject ที่ 4	0.112	0.106	0.104
Sub Subject ที่ 5	0.142	0.101	0.109
Sub Subject ที่ 6	0.109	0.135	0.145
Sub Subject ที่ 7	0.099	0.109	0.077
เฉลี่ย	**0.118**	**0.109**	**0.106**

จากผลลัพธ์ในตาราง 4.1 แสดงให้เห็นว่า การเลือกเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject ที่ต้องการมากที่สุด จะให้เอกสารที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด โดยค่า Recall เฉลี่ยซึ่งปรากฏในตาราง 4.14 ของเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject ที่ต้องการสูงที่สุดมีค่าอยู่ที่ 0.118 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Recall ของเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject ที่ต้องการสูงรองเป็นอันดับหนึ่งอยู่ที่ 0.109 และค่า Recall ของเครื่องที่มีจำนวนเมทาดาตาใน Subject ที่ต้องการสูงรองเป็นอันดับสองอยู่ที่ 0.106

4.3.2 การทดลองที่ 2

ในการทดสอบเพื่อพิจารณาว่าจำนวนเอกสารที่ผู้ใช้ต้องการ (น้อย, กลาง, มาก) มีผลต่อค่าทราฟฟิค, ดีเลย์ และความถูกต้องของเอกสารอย่างไร เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการทดลองการประยุกต์ใช้การทำดัชนีเส้นทางด้วยเนื้อหาบนเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์เป็นหลักมิได้เน้นการทดลองในด้านเครือข่าย ผู้วิจัยจึงขอแทนค่าดีเลย์ที่เกิดขึ้นด้วยจำนวนฮอป (Hop) ที่ใช้ในการค้นหา และกำหนดค่าทราฟฟิคตลอดเส้นทางเท่ากับ 1

4.3.2.1 วิธีการทดลองที่ 2 ในการทดลองที่ 2 จะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 รอบ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- เลือก Subject ในการคำนวณแต่ละรอบ การทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับทั้ง 8 Subject ในชุดข้อมูล
- กำหนดจำนวนเอกสารซึ่งเป็นตัวแปรในการทดลอง ที่นี้ใช้เป็น จำนวนน้อย = 10, จำนวนปานกลาง = 50 และจำนวนมาก = 100
- สุ่มเลือก Topology ที่จะใช้ในการทดลองแต่ละรอบการคำนวณ
- เลือกเส้นทางการค้นคืนเอกสารตามจำนวนพารามิเตอร์ที่กำหนด สิ่งที่ได้จากการทดลองในรอบแรกคือจำนวนทราฟฟิค, จำนวนดีเลย์และรายชื่อเครื่องโดยเรียงลำดับตามการส่งต่อข้อความค้นหา
- เมื่อได้รายชื่อเครื่องตามลำดับการส่งต่อข้อความค้นหาในการทดลองรอบแรกแล้ว นำรายชื่อเครื่องเหล่านั้นไปทำการทดลองรอบสองด้วยวิธีการทดลองที่ 1 เพื่อดูความครบถ้วนของเอกสารที่ค้นคืนกลับมา

4.3.2.2 ผลการทดลองที่ 2 แสดงผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 2 เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 10

Traffic			**Delay**			**Server**		
4			2			1		
2.1	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**2.6**	**2.7**	**2.7**	**เฉลี่ย**
0.102	0.039	0.210	0.135	0.100	0.123	0.166	0.118	0.124
0.122	0.134	0.000	0.066	0.214	0.109	0.083	0.139	0.108
0.081	0.055	0.113	0.118	0.121	0.122	0.079	0.127	0.102
0.000	0.095	0.166	0.104	0.045	0.127	0.062	0.187	0.098
0.167	0.142	0.000	0.142	0.100	0.103	0.085	0.093	0.104
0.135	0.062	0.000	0.000	0.214	0.096	0.107	0.097	0.089
0.278	0.078	0.118	0.136	0.121	0.105	0.087	0.118	0.130
ผลเฉลี่ยค่า Recall เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 10								**0.108**

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 2 เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 50

Traffic			**Delay**			**Server**		
6			2.6			1.5		
2.1	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**2.6**	**2.7**	**2.7**	**เฉลี่ย**
0.102	0.039	0.316	0.135	0.417	0.123	0.166	0.118	0.177
0.122	0.134	0.111	0.066	0.500	0.109	0.083	0.139	0.158
0.081	0.055	0.227	0.118	0.364	0.122	0.079	0.127	0.147
0.000	0.095	0.167	0.104	0.500	0.127	0.062	0.187	0.155
0.167	0.142	0.000	0.142	0.417	0.103	0.085	0.093	0.143
0.135	0.062	0.000	0.000	0.500	0.096	0.107	0.097	0.125
0.278	0.078	0.230	0.136	0.364	0.105	0.087	0.118	0.049
ผลเฉลี่ยค่า Recall เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 50								**0.136**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 2 เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 100

Traffic			Delay			Server		
9			3.5			2.5		
2.1	**2.2**	**2.3**	**2.4**	**2.5**	**2.6**	**2.7**	**2.7**	**เฉลี่ย**
0.265	0.039	0.526	0.135	0.800	0.123	0.166	0.118	0.272
0.255	0.134	0.222	0.066	0.857	0.109	0.083	0.139	0.233
0.108	0.055	0.364	0.118	0.848	0.122	0.079	0.127	0.228
0.125	0.095	0.323	0.104	0.909	0.127	0.062	0.187	0.242
0.250	0.142	0.000	0.142	0.800	0.103	0.085	0.093	0.202
0.243	0.062	0.000	0.000	0.857	0.096	0.107	0.097	0.183
0.333	0.078	0.296	0.136	0.848	0.105	0.087	0.118	0.250
ผลเฉลี่ยค่า Recall เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการเป็น 50								**0.230**

จากตาราง 4.3 ตาราง 4.4 และตาราง 4.5 แสดงถึงผลสรุปผลของจำนวนเอกสารที่ต้องการในจำนวน 10, 50 และ 100 พบว่ายิ่งจำนวนเอกสารที่ต้องการค้นคืนมากขึ้น ขอบเขตการค้นหาก็ยิ่งกว้างขึ้น (ดูจากลำดับการติดต่อเครื่องที่อยู่ในเครือข่าย) ความครบถ้วนของเอกสารจะยิ่งเพิ่มขึ้น แต่ค่าทราฟฟิคและค่าดีเลย์ก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

4.3.3 การทดลองที่ 3

เพื่อตรวจสอบค่าดีเลย์และทราฟฟิคที่จะเกิดขึ้นในเครือข่าย จากการค้นหาเมทาดาตาตามจำนวนที่ผู้ใช้ต้องการ เปรียบเทียบกันระหว่างการค้นหาในเครือข่าย CORDRA โมเดล, การค้นหาในเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบไม่ใช้ตารางดัชนีเส้นทาง (ระบบ JXTA แบบเดิม) และการค้นหาในเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้ตารางดัชนีเส้นทาง (ระบบ JXTA แบบโมดิฟายตัวโพรโทคอลบางส่วนให้รองรับเทคนิคการค้นหาเส้นทางตามเนื้อหาโดยการทำดัชนีเส้นทาง)

4.3.3.1 วิธีการทดลองที่ 3 ในการทดลองที่ 3 มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- เลือก Subject ที่ใช้ในการคำนวณแต่ละรอบ การทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับทั้ง 8 Subject ในชุดข้อมูลเมทาดาตา
- กำหนดจำนวนเอกสารซึ่งเป็นตัวแปรในการทดลอง ที่นี้ใช้เป็น จำนวนน้อย = 10, จำนวนปานกลาง = 50 และจำนวนมาก = 100
- เลือก Topology ที่จะใช้ในการทดลองแต่ละรอบการคำนวณ
- ให้ค่า Header TCP ของแต่ละข้อความการค้นหามีขนาด 20 byte
- กำหนดการนับค่าดีเลย์จากจำนวนฮอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกเส้นทางการค้นคืนเอกสารตามจำนวนพารามิเตอร์ที่กำหนด เพื่อคำนวณหาขนาดของทราฟฟิค (หน่วย Kilobyte), ค่าดีเลย์ที่เกิดขึ้นจากการค้นหา และรายชื่อเครื่องที่ถูกค้นหาโดยเรียงลำดับตามการส่งต่อข้อความค้นหา

Delay = จำนวน hop ที่ใช้ในการค้นหาเมทาดาตาที่ต้องการจากโหนดต่างๆ

Traffic = D1 + R1 + D2 + R2

D1 = ขนาดของ Message ที่ใช้ในการการค้นหาโหนดที่มีข้อมูลเมทาดาตาตามต้องการ (ขนาด header + ขนาดของข้อมูลการร้องขอ)

R1 = ขนาดของ Message ที่ได้รับกลับมาการการค้นหา (ขนาด header + ขนาดของข้อมูลที่เป็นรายชื่อโหนด)

D2 = ขนาดของ Message ที่ใช้ในการร้องขอเมทาดาตา (ขนาด header + ขนาดของข้อมูลการร้องขอ)

R2 = ขนาดของ Message ที่ได้รับกลับมาซึ่งเป็นข้อมูลเมทาดาตาที่ต้องการ (ขนาด header + ขนาดเมทาดาตาจากทุกโหนดที่ร้องขอ)

- การคำนวณค่าทราฟฟิคที่เกิดขึ้นในการค้นหาในเครือข่าย CORDRA คำนวณจากปริมาณข้อมูลที่เกิดจากการส่งเมทาดาตาทั้งหมดที่ตรงกับคำค้นคืนกลับมา

- การคำนวณค่าทราฟฟิคที่เกิดขึ้นในการค้นหาในเครือข่ายแบบเพียร์-ทู-เพียร์แบบไม่ใช้ตารางดัชนีเส้นทาง คำนวณจากปริมาณข้อมูลที่เกิดจากการขอรายชื่อโหนดที่มีเมทาดาตาที่ต้องการ รวมกับปริมาณข้อมูลที่เกิดจากการส่งเมทาดาตาทั้งหมดที่ตรงกับคำค้นคืนกลับมา

- การคำนวณค่าทราฟฟิคที่เกิดขึ้นในการค้นหาในเครือข่ายแบบเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้ตารางดัชนีเส้นทาง คำนวณจากปริมาณข้อมูลที่เกิดจากการขอรายชื่อโหนดที่มีเมทา-ดาตาที่ต้องการ รวมกับปริมาณข้อมูลที่เกิดจากการส่งเมทาดาตาทั้งหมดที่ตรงกับที่คำค้นคืนกลับมา

สำหรับค่า Overhead ที่ใช้ในการประมวลผลที่ตัวรองเควโหนด ไม่ได้ถูกนำมาคิดคำนวณรวมด้วย เนื่องจากทำการทดลองน้อยเกินไป โดยจะตัดค่า Overhead ดังกล่าวออกจากทั้ง 3 รูปแบบเครือข่ายที่นำมาเปรียบเทียบกัน

4.3.3.2 ผลการทดลองตามวิธีการทดลองที่ 3 แสดงผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบทั้ง 3 รูปแบบเครือข่าย เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการคือ 10

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 291 KB	Traffic: 544 KB	Traffic: 327 KB
Delay: 1	Delay: 2.25	Delay: 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบทั้ง 3 รูปแบบเครือข่าย เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการคือ 50

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 286 KB Delay: 1	Traffic: 552 KB Delay: 2.25	Traffic: 335 KB Delay: 1

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเฉลี่ยผลการทดลองที่ 3 เปรียบเทียบทั้ง 3 รูปแบบเครือข่าย เมื่อจำนวนเอกสารที่ต้องการคือ 100

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 331 KB Delay: 1	Traffic: 640 KB Delay: 2.25	Traffic: 429 KB Delay: 1.125

จากตารางแสดงค่าเฉลี่ยที่ 4.6, 4.7 และ 4.8 ที่จำนวนเอกสารที่ต้องการค้นคืนเท่ากับ 10, 50, 100 ตามลำดับ และเปรียบเทียบกัน 3 รูปแบบเครือข่ายของวิธีการได้แก่ CORDRA โมเดล, เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์ โดยใช้ JXTA แบบเดิม, เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้การทำตารางดัชนีเส้นทาง ใช้เครือข่าย JXTA แบบโมดิฟายตัวโพรโทคอลบางส่วนให้รองรับเทคนิคการค้นหาเส้นทางตามเนื้อหาโดยการทำดัชนีเส้นทาง สามารถสรุปได้ดังนี้

1. เมื่อจำนวนคำตอบที่ต้องการเท่ากับ10
   - เครือข่าย CORDRA มีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์น้อยที่สุด
   - เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์มีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์มากที่สุด
   - เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้ตารางดัชนีเส้นทาง มีปริมาณทราฟฟิคเป็นอันดับสองน้อยที่สุดและค่าดีเลย์เท่ากับเครือข่าย CORDRA
2. เมื่อจำนวนคำตอบที่ต้องการเท่ากับ 50
   - เครือข่าย CORDRA มีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์น้อยที่สุด
   - เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์มีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์มากที่สุด
   - เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้ตารางดัชนีเส้นทาง มีปริมาณทราฟฟิคเป็นอันดับสองและค่าดีเลย์เท่ากับเครือข่าย CORDRA
3. เมื่อจำนวนคำตอบที่ต้องการเท่ากับ 100
   - เครือข่าย CORDRA มีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์น้อยที่สุด
   - เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์มีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้ตารางดัชนีเส้นทาง มีปริมาณทราฟฟิคเป็นอันดับสอง และค่าดีเลย์รองลงมาจากเครือข่าย CORDRA

สรุปแล้วการค้นหาเมทาดาตาในเครือข่ายแบบ CORDRA มีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์น้อยที่สุด รองลงมาคือเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้การทำตารางดัชนีเส้นทาง และเครือข่ายแบบเพียร์-ทู-เพียร์ปกติมีปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์มากที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อจำนวนคำตอบที่ต้องการมีจำนวนน้อย ความแตกต่างระหว่างปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์นั้นจะน้อยลง เนื่องจากมีจำนวนโหนดที่ต้องส่งคำร้องขอการค้นหาและตอบกลับน้อยลง ในทำนองเดียวกันเมื่อจำนวนคำตอบที่ต้องการมีจำนวนมาก และแต่ละโหนดมีจำนวนคำตอบไม่มากนัก จะทำให้ความแตกต่างของค่าทราฟฟิคและดีเลย์ระหว่างเครือข่ายแบบ CORDRA และเพียร์-ทู-เพียร์มีมากขึ้น เนื่องจากแบบเพียร์-ทู-เพียร์ต้องติดต่อกับโหนดจำนวนมากขึ้นนั่นเอง และยังส่งผลทำให้ค่าทราฟฟิคและดีเลย์ของระบบเพียร์-ทู-เพียร์แบบปกติและแบบที่ใช้ตารางดัชนีเส้นทางนั้นใกล้เคียงกันมากขึ้น ในด้านของความครบถ้วนของเอกสารนั้นการค้นหาในเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์ แบบไม่ใช้ตารางดัชนีเส้นทาง จะมีความครบถ้วนสูงกว่าการค้นหาในเครือข่ายเพียร์-ทู-เพียร์แบบใช้ตารางดัชนีเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการเชื่อมต่อเครือข่ายแบบเพียร์-ทู-เพียร์ โดยใช้โพรโทคอล JXTA กับเครื่องระบบทะเบียนคลังหน่วยเรียนรู้ คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ ซึ่งเป็นซิมเปิ้ลโหนดในระบบและรองเดวูโหนด ศึกษาการทำดัชนีเส้นทางจากข้อมูลสรุปเพื่อช่วยในการลดปริมาณทราฟฟิคอันเกิดจากการส่งข้อมูลในเครือข่ายแบบเพียร์-ทู-เพียร์เดิม ซึ่งจะส่งข้อความสอบถามไปยังทุกโหนดในระบบ (Flooding)

ในการค้นหาข้อมูลผู้ใช้ทำการป้อนข้อความสอบถามผ่านเว็บเบราเซอร์ ซึ่งเครื่องรองเดวูโหนดมีการรันเว็บเซอร์วิสไว้ เมื่อรองเดวูโหนดได้รับข้อความสอบถามจะทำการค้นหาข้อมูลตาม Subject ว่ามีคำตอบหรือจำนวนตามความต้องการหรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอก็จะใช้ข้อมูลในตารางดัชนีเส้นทาง เพื่อเลือกเส้นทางในการส่งต่อข้อความสอบถาม ว่าเครื่องรองเดวูเพื่อนบ้านเครื่องไหนมีข้อมูลสรุปตาม Subject ที่ค้นหามากที่สุด เมื่อได้คำตอบระบบจะคืนคำตอบแต่ผู้ใช้เป็นรายชื่อของเครื่องที่มีคำตอบ และใช้คำค้นสำคัญเพิ่มเติมคือ Sub subject ในการค้นหาคำตอบที่ตรงกับความต้องการ

จากการทดลองที่ 1 ในบทที่ 4 ชี้ให้เห็นว่าการส่งต่อการค้นหาไปยังเครื่องที่มี Subject ที่ผู้ใช้ต้องการเป็นจำนวนมากที่สุด จะให้เอกสารที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดเช่นกัน จากการวัดด้วยค่ารีคอล (Recall) และจากผลการทดลองที่ 2 ของงานวิจัยแสดงให้ทราบว่าเมื่อขอบเขตการค้นหาเมทาดาตาภายในเครือข่ายขยายวงกว้าง ความครบถ้วนของเอกสารในการค้นคืนจะยิ่งสูงทว่าค่าทราฟฟิคและดีเลย์ที่เกิดขึ้นจากการค้นคืนนั้นๆ ก็เพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

จากการทดลองที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการที่ศึกษามาคือ คอร์ดรา โมเดล, การเชื่อมต่อแบบเพียร์-ทู-เพียร์, และการเชื่อมต่อแบบเพียร์-ทู-เพียร์โดยใช้การทำดัชนีเส้นทางของเนื้อหาเพื่อเลือกส่งข้อความการค้นหาข้อมูล สามารถสรุปได้ดังนี้

1. คอร์ดราโมเดล ซึ่งมีการเชื่อมต่อ 2 ส่วนคือ ระบบทะเบียนคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้สำหรับรับการลงทะเบียนข้อมูลเมทาดาตาจาก Repositories และ Repositories ซึ่งเก็บเมทาดาตาไว้ ผู้ใช้ค้นหาข้อมูลจากระบบทะเบียนคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่เดียว แต่สามารถค้นหาข้อมูลเมทาดาตาจากหลายคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่มาลงทะเบียนไว้ ซึ่งข้อดีคือ ปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์ จะมีจำนวนน้อยที่สุด ระหว่างระบบทะเบียนคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้และทุกคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้จำเป็นที่จะต้องมีการลงทะเบียนเครื่องและลงทะเบียนเมทาดาตา ผู้ใช้จึงจะมีข้อมูลเมทาดาตาให้สืบค้นในปริมาณมาก ทว่าปริมาณคำตอบจะถูกจำกัดเฉพาะคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่มาลงทะเบียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับเซิร์ฟเวอร์ระบบทะเบียนคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้เท่านั้น นอกจากนั้นเมื่อต้องการเพิ่มข้อมูลเมทาดาตาใหม่ ก็จะต้องทำการลงทะเบียนตัวเมทาดาตาใหม่ ซึ่งมีความยุ่งยาก

2. การเชื่อมต่อแบบเพียร์-ทู-เพียร์ การเชื่อมต่อของระบบแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ รองเดวูโหนด และซิมเปิ้ลโหนด อีกส่วนเป็นการเชื่อมต่อระหว่างรองเดวูโหนดด้วยกัน ในการค้นหาข้อมูลใช้วิธีการบรอดคาสข้อความสอบถามไปยังทุกโหนดในเครือข่าย แล้วจึงส่งคำตอบกลับมายังเครื่องผู้ใช้ ข้อดีคือ แต่ละเครื่องไม่ต้องรู้จักกันทั้งหมดแต่สามารถส่งต่อข้อความสอบถามจากผู้ใช้ไปยังทุกโหนดในระบบได้และยังได้คำตอบที่ครบถ้วนด้วย ข้อเสียคือ เนื่องจากการส่งข้อความสอบถามด้วยวิธีการบรอดคาสไปยังทุกโหนดและวิ่งผ่านเส้นทางจำนวนมาก จึงทำให้ปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์สูงที่สุด

3. การเชื่อมต่อแบบเพียร์-ทู-เพียร์ โดยใช้เทคนิคการทำดัชนีเส้นทางของเนื้อหาเพื่อเลือกส่งข้อความการค้นหาข้อมูล การเชื่อมต่อเป็นเช่นเดียวกับข้อที่ 2 แต่แตกต่างกันตรงที่การส่งข้อความสอบถามนั้น จะไม่ใช้วิธีการบรอดคาสไปยังทุกโหนดในระบบ แต่จะใช้ข้อมูลสรุปในตารางของการทำดัชนีเส้นทางเพื่อเลือกส่งไปยังโหนดที่มีข้อมูลสรุปตาม Subject ที่ค้นหามากที่สุด โดยตั้งสมมติฐานว่า เครื่องที่มีข้อมูลสรุปตาม Subject ที่ค้นหานี้ ก็จะมีจำนวนคำตอบที่ตรงกับความต้องการมากด้วยเช่นกัน ข้อดีคือ จากการเลือกส่งข้อความสอบถามไปยังโหนดที่มีข้อมูลสรุปตาม Subject มากที่สุด แทนการส่งข้อความสอบถามไปยังทุกโหนด ทำให้ปริมาณทราฟฟิคและค่าดีเลย์น้อยกว่าระบบในข้อที่ 2 ข้อเสียคือ เนื่องจากการส่งข้อความสอบถามนั้น ไม่ได้ส่งไปยังทุกโหนดในระบบ ทำให้ความครบถ้วนของคำตอบที่ได้รับกลับมาไม่เท่ากับ 100%

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้ ในระบบเครือข่ายแบบเพียร์-ทู-เพียร์ เมื่อมีการเชื่อมต่อระหว่างโหนดเพิ่มมากขึ้นอาจจะมีบางส่วนที่เชื่อมต่อกันเป็นลูป ทำให้เกิดปัญหาตามมาจากการใช้ข้อมูลสรุปในตารางดัชนีเส้นทางดังนั้น เพื่อให้ตารางดัชนีเส้นทางมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นนอกจากมีข้อมูลสรุปตาม Subject และรายชื่อเครื่องแล้ว ควรมีการบอกจำนวนเครื่องหรือฮอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเพิ่มเติมว่าควรส่งข้อความสอบถามไปยังเส้นทางไหนที่มีข้อมูลสรุปมากที่สุดแล้วนำจำนวนเครื่องในเส้นทางนั้นไปหาร หรือเลือกเส้นทางที่มีจำนวนฮอบน้อยกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] W. David. "Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, A Metaphor, and A Taxonomy." in Wiley, David A. (DOC), The Instructional Use of Learning Objects: Online Version, http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc, retrieved 2008-04-29.

[2] S. Pinfield, et.al., OpenDOAR, [Online]. Available: http://www.opendoar.org

[3] P. Barker et al., JICC CETIS, [Online]. Available: http://jisc.cetis.ac.uk

[4] V. Sompel, M. Nelson, C. Lagoze, C. Lagoze, "Resource Harvesting within the OAI-PMH Framework," in D-Lib Magazine, Vol. 10, No. 12, December 2004.

[5] M. Giridhar, J. Henry, N. Michael, "FeDCOR: An Institutional CORDRA Registry," in D-Lib Magazine, vol. 12, Febuary 2006.

[6] J. Gradecki, "Mastering JXTA: Building Java Peer-to-Peer Applications," John Wiley & Sons, 2002.

[7] H. Wang, D. Liu, W. Sun, "Dublin Core-Based Metadata Extracting Algorithm from RDF-Based Information Elements," in Knowledge Discovery and Data Mining, 2008. WKDD 2008.

[8] C. Arturo, G. Hector, "Routing Indices For Peer-to-Peer Systems," in Proceedings of the International Conference on Distributed Computing Systems, July 2002.

[9] P. Vidal, J. Broisin, E. Duval, S. Ternier, "Learning Objects Interoperability: The Ariagne Experience," in IFIP International Federation for Information Processing, Vol. 156/2004, Pages 551 - 556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

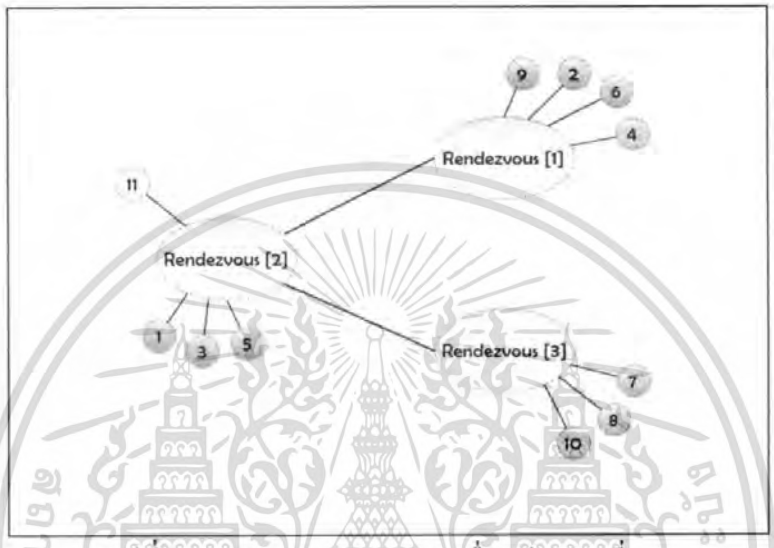
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

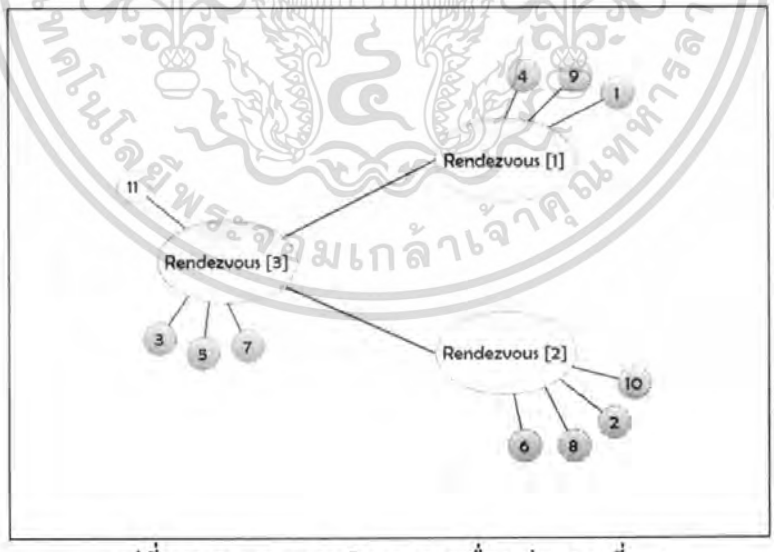
ภาคผนวก ก.

แสดงรูปแบบการเชื่อมต่อของโหนดและตารางผลการทดลอง

ก.1 รูปแบบการเชื่อมต่อของโหนด

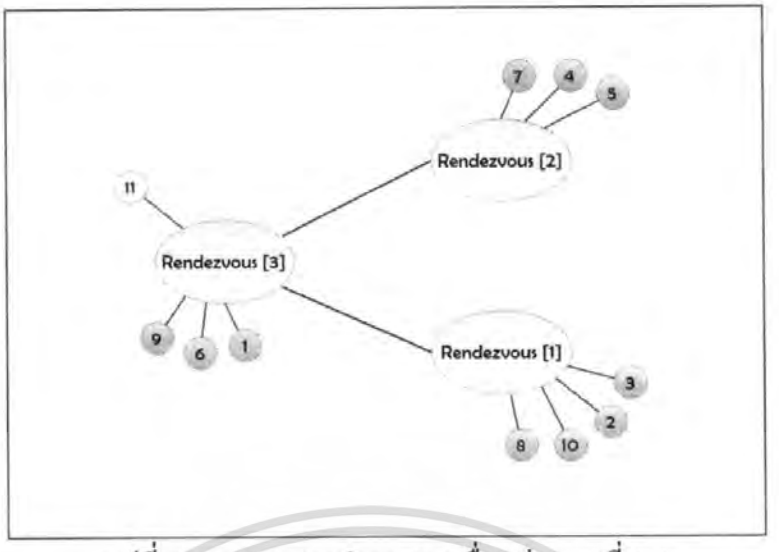


รูปที่ ก.1.1 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-2

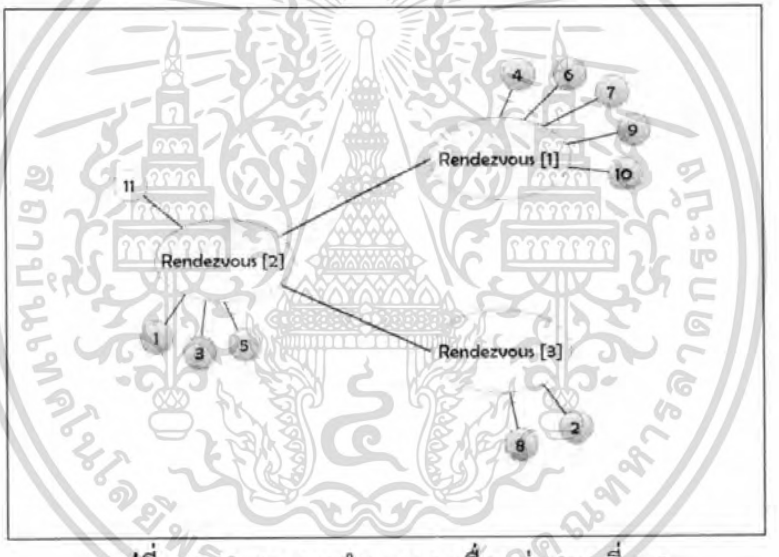


รูปที่ ก.1.2 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-3

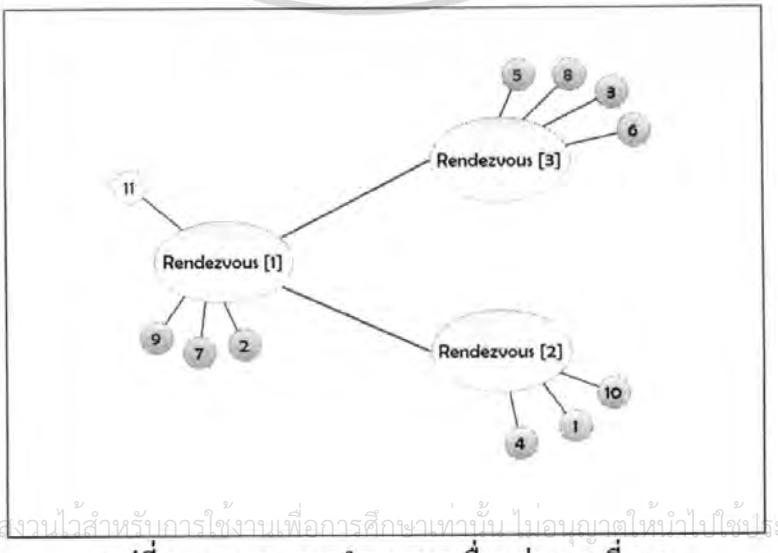
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1.3 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-4

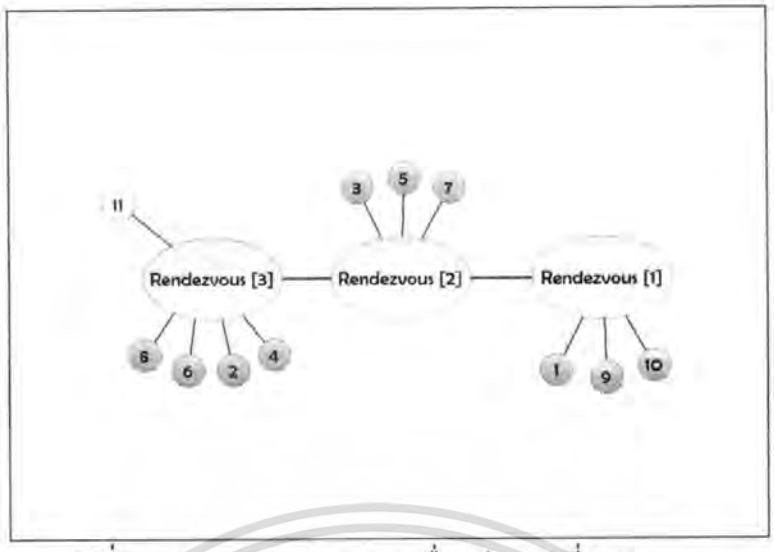


รูปที่ ก.1.4 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-5



รูปที่ ก.1.5 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 1-6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1.6 แสดงการจำลองการเชื่อมต่อแบบที่ 2-2

ก.2 ตารางผลการทดลองที่ 1

ตารางที่ ก.2.1 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Biology

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.1.1	Peer 3	Evolution	24/177	0.135
		Animal Behavior	18/132	0.136
		Theoretical Biology	15/143	0.105
		Population Biology	2/14	0.142
		Ecology	3/15	0.200
		Primatology	2/30	0.066
		Ethology	7/75	0.093

ตารางที่ ก.2.2 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Biology

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.1.2	Peer 1	Behavioral Biology	14/88	0.159
		Sociobiology	8/61	0.131
		Ethology	7/75	0.093
		Evolution	22/177	0.124
		Ecology	2/15	0.133
		Theoretical Biology	14/143	0.097
		Population Biology	1/14	0.071

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.3 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Biology

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.1.3	Peer 8	Animal Behavior	13/132	0.098
		Behavioral Biology	17/88	0.193
		Animal Cognition	8/118	0.067
		Ecology	2/15	0.133
		Theoretical Biology	13/143	0.090
		Animal Cognition	8/118	0.067
		Cognitive Archeology	0/2	0.000

ตารางที่ ก.2.4 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Computer Science

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.2.1	Peer 5	Neural Nets	25/246	0.101
		Machine Learning	34/205	0.165
		Robotics	18/211	0.085
		Dynamical Systems	11/151	0.072
		Language	15/155	0.096
		Human Computer Interaction	8/62	0.129
		Robotics	18/211	0.085

ตารางที่ ก.2.5 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Computer Science

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.2.2	Peer 6	Robotics	27/211	0.127
		Statistical Models	11/119	0.092
		Language	10/155	0.064
		Human Computer Interaction	3/62	0.048
		Dynamical Systems	19/151	0.125
		Speech	4/26	0.153
		Neural Nets	29/246	0.117

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.6 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Computer Science

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.2.3	Peer 9	Dynamical Systems	14/151	0.092
		Complexity Theory	16/131	0.122
		Machine Vision	8/65	0.123
		Human Computer Interaction	6/62	0.096
		Neural Nets	26/246	0.105
		Robotics	27/211	0.127
		Language	16/155	0.103

ตารางที่ ก.2.7 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Linguistics

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.3.1	Peer 3	Semantics	12/148	0.081
		Computational Linguistics	14/87	0.160
		Historical Linguistics	4/26	0.153
		Pragmatics	12/98	0.122
		Morphology	2/12	0.166
		Phonology	5/37	0.135
		Syntax	5/49	0.081

ตารางที่ ก.2.8 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Linguistics

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.3.2	Peer 4	Pragmatics	11/98	0.112
		Morphology	1/12	0.083
		Phonology	5/37	0.135
		Syntax	7/49	0.142
		Historical Linguistics	1/26	0.038
		Learnability	5/24	0.208
		Computational Linguistics	11/87	0.126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.9 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Linguistics

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.3.3	Peer 7	Computational Linguistics	5/87	0.057
		Pragmatics	12/98	0.122
		Phonology	3/37	0.081
		Learnability	2/24	0.083
		Morphology	2/12	0.166
		Syntax	11/49	0.224
		Pragmatics	12/98	0.122

ตารางที่ ก.2.10 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Psychology

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.4.1	Peer 2	Psycholinguistics	18/144	0.125
		Clinical Psychology	14/101	0.138
		Perceptual Cognitive Psychology	17/178	0.095
		Evolutionary Psychology	24/209	0.114
		Developmental Psychology	20/186	0.107
		Cognitive Psychology	83/782	0.106
		Applied Cognitive Psychology	16/115	0.139

ตารางที่ ก.2.11 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Psychology

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.4.2	Peer 4	Cognitive Psychology	85/782	0.108
		Psychophysics	4/79	0.050
		Developmental Psychology	19/186	0.102
		Applied Cognitive Psychology	13/115	0.113
		Clinical Psychology	11/101	0.108
		Perceptual Cognitive Psychology	15/178	0.084
		Evolutionary Psychology	26/209	0.124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.2.12 แสดงผลการทดลองที่ 1 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Psychology

การทดลองที่	ชื่อเครื่อง	Sub Subject	Recall	
1.4.3	Peer 10	Developmental Psychology	15/186	0.080
		Psychophysiology	2/18	0.111
		Psychobiology	10/109	0.091
		Cognitive Psychology	82/782	0.104
		Evolutionary Psychology	16/209	0.076
		Applied Cognitive Psychology	19/115	0.165
		Perceptual Cognitive Psychology	15/178	0.084

ก.3 ตารางผลการทดลองที่ 2

ตารางที่ ก.3.1 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Linguistics (Topology 1)

2.1.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P3	P11-->RDV[1]-->P3	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P3					
2.1.1.1	Subsubject =	Syntax		5/49	0.102
2.1.1.2	Subsubject =	Pragmatics		12/98	0.122
2.1.1.3	Subsubject =	Semantics		12/148	0.081
2.1.1.4	Subsubject =	Learnability		0/24	0.000
2.1.1.5	Subsubject =	Morphology		2/12	0.167
2.1.1.6	Subsubject =	Phonology		5/37	0.135
2.1.1.7	Subsubject =	Comparative Linguistics		5/18	0.278

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.2 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Linguistics (Topology 1)

2.1.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P3	P11-->RDV[1]-->P3	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P3					
2.1.2.1	Subsubject =	Syntax		5/49	0.102
2.1.2.2	Subsubject =	Pragmatics		12/98	0.122
2.1.2.3	Subsubject =	Semantics		12/148	0.081
2.1.2.4	Subsubject =	Learnability		0/24	0.000
2.1.2.5	Subsubject =	Morphology		2/12	0.167
2.1.2.6	Subsubject =	Phonology		5/37	0.135
2.1.2.7	Subsubject =	Comparative Linguistics		5/18	0.278

ตารางที่ ก.3.3 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Linguistics (Topology 1)

2.1.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	2	3	P3,P6	P11-->RDV[1]-->P3 P11-->RDV[1]-->P6	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P3					
2.1.3.1	Subsubject =	Syntax		5/49	0.102
2.1.3.2	Subsubject =	Pragmatics		12/98	0.122
2.1.3.3	Subsubject =	Semantics		12/148	0.081
2.1.3.4	Subsubject =	Learnability		0/24	0.000
2.1.3.5	Subsubject =	Morphology		2/12	0.167
2.1.3.6	Subsubject =	Phonology		5/37	0.135
2.1.3.7	Subsubject =	Comparative Linguistics		5/18	0.278
P6					
2.1.3.8	Subsubject =	Syntax		8/49	0.163
2.1.3.9	Subsubject =	Pragmatics		13/98	0.132
2.1.3.10	Subsubject =	Semantics		14/148	0.094

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.11	Subsubject =	Learnability	3/24	0.125
2.1.3.12	Subsubject =	Morphology	1/12	0.083
2.1.3.13	Subsubject =	Phonology	4/37	0.108
2.1.3.14	Subsubject =	Comparative Linguistics	1/18	0.055
ค่าเฉลี่ย P3 และ P6				
	Subsubject =	Syntax	0.265	
	Subsubject =	Pragmatics	0.255	
	Subsubject =	Semantics	0.108	
	Subsubject =	Learnability	0.125	
	Subsubject =	Morphology	0.250	
	Subsubject =	Phonology	0.243	
	Subsubject =	Comparative Linguistics	0.333	

ตารางที่ ก.3.4 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Psychology (Topology 1)

2.2.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P6	P11-->RDV[1]-->P6	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P6					
2.2.1.1	Subsubject =	Clinical Psychology		4/101	0.039
2.2.1.2	Subsubject =	Developmental Psychology		25/186	0.134
2.2.1.3	Subsubject =	Psychophysiology		1/18	0.055
2.2.1.4	Subsubject =	Evolutionary Psychology		20/209	0.095
2.2.1.5	Subsubject =	Behavioral Analysis		8/56	0.142
2.2.1.6	Subsubject =	Psycholinguistics		9/144	0.062
2.2.1.7	Subsubject =	Perceptual Cognitive Psychology		14/178	0.078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.5 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Psychology (Topology 1)

2.2.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P6	P11-->RDV[1]-->P6	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P6					
2.2.2.1	Subsubject =	Clinical Psychology		4/101	0.039
2.2.2.2	Subsubject =	Developmental Psychology		25/186	0.134
2.2.2.3	Subsubject =	Psychophysiology		1/18	0.055
2.2.2.4	Subsubject =	Evolutionary Psychology		20/209	0.095
2.2.2.5	Subsubject =	Behavioral Analysis		8/56	0.142
2.2.2.6	Subsubject =	Psycholinguistics		9/144	0.062
2.2.2.7	Subsubject =	Perceptual Cognitive Psychology		14/178	0.078

ตารางที่ ก.3.6 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Psychology (Topology 1)

2.2.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P6	P11-->RDV[1]-->P6	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P6					
2.2.3.1	Subsubject =	Clinical Psychology		4/101	0.039
2.2.3.2	Subsubject =	Developmental Psychology		25/186	0.134
2.2.3.3	Subsubject =	Psychophysiology		1/18	0.055
2.2.3.4	Subsubject =	Evolutionary Psychology		20/209	0.095
2.2.3.5	Subsubject =	Behavioral Analysis		8/56	0.142
2.2.3.6	Subsubject =	Psycholinguistics		9/144	0.062
2.2.3.7	Subsubject =	Perceptual Cognitive Psychology		14/178	0.078

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.7 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Journals (Topology 1)

2.3.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P1	P11-->RDV[1]-->P1	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P1					
2.3.1.1	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences		4/19	0.210
2.3.1.2	Subsubject =	Calicut Medical Journal		0/9	0.000
2.3.1.3	Subsubject =	Medical Education Online		5/44	0.113
2.3.1.4	Subsubject =	Psycoloquy		1/6	0.166
2.3.1.5	Subsubject =	Internet Health		0/2	0.000
2.3.1.6	Subsubject =	South African Journal of Philosophy		0/6	0.000
2.3.1.7	Subsubject =	Online Journal of Health and Allied Sciences		18/152	0.118

ตารางที่ ก.3.8 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Journals (Topology 1)

2.3.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	2	3	P1, P3	P11-->RDV[1]-->P1 P11-->RDV[1]-->P3	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P1					
2.3.2.1	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences		4/19	0.210
2.3.2.2	Subsubject =	Calicut Medical Journal		0/9	0.000
2.3.2.3	Subsubject =	Medical Education Online		5/44	0.113
2.3.2.4	Subsubject =	Psychology		1/6	0.166
2.3.2.5	Subsubject =	Internet Health		0/2	0.000
2.3.2.6	Subsubject =	South African Journal		0/6	0.000
2.3.2.7	Subsubject =	Online Journal of Health		18/152	0.118
P3					
2.3.2.8	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences		2/19	0.105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.9	Subsubject =	Calicut Medical Journal	1/9	0.111
2.3.2.10	Subsubject =	Medical Education Online	5/44	0.113
2.3.2.11	Subsubject =	Psychology	0/6	0.000
2.3.2.12	Subsubject =	Internet Health	0/2	0.000
2.3.2.13	Subsubject =	South African Journal	0/6	0.000
2.3.2.14	Subsubject =	Online Journal of Health	17/152	0.111
ค่าเฉลี่ย P1 และ P3				
	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences	0.316	
	Subsubject =	Calicut Medical Journal	0.111	
	Subsubject =	Medical Education Online	0.227	
	Subsubject =	Psycoloquy	0.167	
	Subsubject =	Internet Health	0.000	
	Subsubject =	South African Journal	0.000	
	Subsubject =	Online Journal of Health	0.230	

ตารางที่ ก.3.9 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Journals (Topology 1)

2.3.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	3	4	P1, P3,P5	P11-->RDV[1]-->P1 P11-->RDV[1]-->P3 P11-->RDV[1]-->P5	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P1					
2.3.3.1	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences		4/19	0.210
2.3.3.2	Subsubject =	Calicut Medical Journal		0/9	0.000
2.3.3.3	Subsubject =	Medical Education Online		5/44	0.113
2.3.3.4	Subsubject =	Psychology		1/6	0.166
2.3.3.5	Subsubject =	Internet Health		0/2	0.000
2.3.3.6	Subsubject =	South African Journal		0/6	0.000
2.3.3.7	Subsubject =	Online Journal of Health		18/152	0.118
P3					
2.3.3.8	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences		2/19	0.105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.9	Subsubject =	Calicut Medical Journal	1/9	0.111
2.3.3.10	Subsubject =	Medical Education Online	5/44	0.113
2.3.3.11	Subsubject =	Psychology	0/6	0.000
2.3.3.12	Subsubject =	Internet Health	0/2	0.000
2.3.3.13	Subsubject =	South African Journal	0/6	0.000
2.3.3.14	Subsubject =	Online Journal of Health	17/152	0.111
P5				
2.3.3.15	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences	4/19	0.210
2.3.3.16	Subsubject =	Calicut Medical Journal	1/9	0.111
2.3.3.17	Subsubject =	Medical Education Online	6/44	0.136
2.3.3.18	Subsubject =	Psychology	1/6	0.166
2.3.3.19	Subsubject =	Internet Health	0/2	0.000
2.3.3.20	Subsubject =	South African Journal	0/6	0.000
2.3.3.21	Subsubject =	Online Journal of Health	10/152	0.065
ค่าเฉลี่ย P1, P3 และ P5				
	Subsubject =	Behavioral & Brain Sciences	0.526	
	Subsubject =	Calicut Medical Journal	0.222	
	Subsubject =	Medical Education Online	0.364	
	Subsubject =	Psychology	0.323	
	Subsubject =	Internet Health	0.000	
	Subsubject =	South African Journal	0.000	
	Subsubject =	Online Journal of Health	0.296	

ตารางที่ ก.3.10 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Biology (Topology 1)

2.4.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P3	P11-->RDV[1]-->P3	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P3					
2.4.1.1	Subsubject =	Evolution		24/177	0.135
2.4.1.2	Subsubject =	Primatology		2/30	0.066
2.4.1.3	Subsubject =	Animal Cognition		14/118	0.118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.4	Subsubject =	Theoretical Biology	15/143	0.104
2.4.1.5	Subsubject =	Population Biology	2/14	0.142
2.4.1.6	Subsubject =	Cognitive Archeology	0/2	0.000
2.4.1.7	Subsubject =	Behavioral Biology	12/88	0.136

ตารางที่ ก.3.11 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Biology (Topology 1)

2.4.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P3	P11-->RDV[1]-->P3	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P3					
2.4.2.1	Subsubject =	Evolution		24/177	0.135
2.4.2.2	Subsubject =	Primatology		2/30	0.066
2.4.2.3	Subsubject =	Animal Cognition		14/118	0.118
2.4.2.4	Subsubject =	Theoretical Biology		15/143	0.104
2.4.2.5	Subsubject =	Population Biology		2/14	0.142
2.4.2.6	Subsubject =	Cognitive Archeology		0/2	0.000
2.4.2.7	Subsubject =	Behavioral Biology		12/88	0.136

ตารางที่ ก.3.12 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Biology (Topology 1)

2.4.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P3	P11-->RDV[1]-->P3	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P3					
2.4.3.1	Subsubject =	Evolution		24/177	0.135
2.4.3.2	Subsubject =	Primatology		2/30	0.066
2.4.3.3	Subsubject =	Animal Cognition		14/118	0.118
2.4.3.4	Subsubject =	Theoretical Biology		15/143	0.104
2.4.3.5	Subsubject =	Population Biology		2/14	0.142
2.4.3.6	Subsubject =	Cognitive Archeology		0/2	0.000
2.4.3.7	Subsubject =	Behavioral Biology		12/88	0.136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.13 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Electronic Publishing

(Topology 4)

2.5.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P1	P11-->RDV[3]-->P1	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P1					
2.5.1.1	Subsubject =	Archives		6/60	0.100
2.5.1.2	Subsubject =	Copyright		3/14	0.214
2.5.1.3	Subsubject =	Economics		4/33	0.121
2.5.1.4	Subsubject =	Peer Review		1/22	0.045
2.5.1.5	Subsubject =	Archives		6/60	0.100
2.5.1.6	Subsubject =	Copyright		3/14	0.214
2.5.1.7	Subsubject =	Economics		4/33	0.121

ตารางที่ ก.3.14 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Electronic Publishing

(Topology 4)

2.5.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50				
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**
	4	6	P2, P8, P3, P10	P11-->RDV[3]-->P1 P11-->RDV[1]-->P2 P11-->RDV[1]-->P8 P11-->RDV[1]-->P3 P11-->RDV[1]-->P10
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**
P1				
2.5.1.1	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.1.2	Subsubject =	Copyright	3/14	0.214
2.5.1.3	Subsubject =	Economics	4/33	0.121
2.5.1.4	Subsubject =	Peer Review	1/22	0.045
2.5.1.5	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.1.6	Subsubject =	Copyright	3/14	0.214

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.7	Subsubject =	Economics	4/33	0.121
P2				
2.5.2.1	Subsubject =	Archives	8/60	0.133
2.5.2.2	Subsubject =	Copyright	3/14	0.214
2.5.2.3	Subsubject =	Economics	3/33	0.090
2.5.2.4	Subsubject =	Peer Review	5/22	0.227
2.5.2.5	Subsubject =	Archives	8/60	0.133
2.5.2.6	Subsubject =	Copyright	3/14	0.214
2.5.2.7	Subsubject =	Economics	3/33	0.090
2.5.2.1	Subsubject =	Archives	8/60	0.133
P8				
2.5.2.8	Subsubject =	Archives	5/60	0.083
2.5.2.9	Subsubject =	Copyright	2/14	0.142
2.5.2.10	Subsubject =	Economics	4/33	0.121
2.5.2.11	Subsubject =	Peer Review	4/22	0.181
2.5.2.12	Subsubject =	Archives	5/60	0.083
2.5.2.13	Subsubject =	Copyright	2/14	0.142
2.5.2.14	Subsubject =	Economics	4/33	0.121
P3				
2.5.2.15	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.2.16	Subsubject =	Copyright	1/14	0.071
2.5.2.17	Subsubject =	Economics	4/33	0.121
2.5.2.18	Subsubject =	Peer Review	1/22	0.045
2.5.2.19	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.2.20	Subsubject =	Copyright	1/14	0.071
2.5.2.21	Subsubject =	Economics	4/33	0.121
P10				
2.5.2.22	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.2.23	Subsubject =	Copyright	1/14	0.071
2.5.2.24	Subsubject =	Economics	1/33	0.030
2.5.2.25	Subsubject =	Peer Review	1/22	0.045
2.5.2.26	Subsubject =	Archives	6/60	0.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.27	Subsubject =	Copyright	1/14	0.071
2.5.2.28	Subsubject =	Economics	1/33	0.030
ค่าเฉลี่ย P2, P8, P3 และ P10				
	Subsubject =	Archives	0.417	
	Subsubject =	Copyright	0.500	
	Subsubject =	Economics	0.364	
	Subsubject =	Peer Review	0.500	
	Subsubject =	Archives	0.417	
	Subsubject =	Copyright	0.500	
	Subsubject =	Economics	0.364	

ตารางที่ ก.3.15 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Electronic Publishing (Topology 4)

2.5.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100				
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**
	8	11	P1, P6, P9	P11-->RDV[3]-->P1
			P2, P8	P11-->RDV[3]-->P6
			P5, P7, P4	P11-->RDV[3]-->P9
				P11-->RDV[1]-->P2
				P11-->RDV[1]-->P8
				P11-->RDV[2]-->P5
				P11-->RDV[2]-->P7
				P11-->RDV[2]-->P4
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**
P1				
2.5.3.1	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.3.2	Subsubject =	Copyright	3/14	0.214
2.5.3.3	Subsubject =	Economics	4/33	0.121
2.5.3.4	Subsubject =	Peer Review	1/22	0.045
2.5.3.5	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.3.6	Subsubject =	Copyright	3/14	0.214
2.5.3.7	Subsubject =	Economics	4/33	0.121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P6				
2.5.3.8	Subsubject =	Archives	7/60	0.116
2.5.3.9	Subsubject =	Copyright	1/14	0.071
2.5.3.10	Subsubject =	Economics	2/33	0.666
2.5.3.11	Subsubject =	Peer Review	1/22	0.045
2.5.3.12	Subsubject =	Archives	7/60	0.116
2.5.3.13	Subsubject =	Copyright	1/14	0.071
2.5.3.14	Subsubject =	Economics	2/33	0.666
P9				
2.5.3.15	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.3.16	Subsubject =	Copyright	0/14	0.000
2.5.3.17	Subsubject =	Economics	1/33	0.030
2.5.3.18	Subsubject =	Peer Review	3/22	0.136
2.5.3.19	Subsubject =	Archives	6/60	0.100
2.5.3.20	Subsubject =	Copyright	0/14	0.000
2.5.3.21	Subsubject =	Economics	1/33	0.030
P2				
2.5.3.22	2.5.3.43	2.5.3.43	2.5.3.43	2.5.3.43
2.5.3.23	2.5.3.44	2.5.3.44	2.5.3.44	2.5.3.44
2.5.3.24	2.5.3.45	2.5.3.45	2.5.3.45	2.5.3.45
2.5.3.25	2.5.3.46	2.5.3.46	2.5.3.46	2.5.3.46
2.5.3.26	2.5.3.47	2.5.3.47	2.5.3.47	2.5.3.47
2.5.3.27	2.5.3.48	2.5.3.48	2.5.3.48	2.5.3.48
2.5.3.28	2.5.3.49	2.5.3.49	2.5.3.49	2.5.3.49
P8				
2.5.3.29	2.5.3.50	2.5.3.50	2.5.3.50	2.5.3.50
2.5.3.30	2.5.3.51	2.5.3.51	2.5.3.51	2.5.3.51
2.5.3.31	2.5.3.52	2.5.3.52	2.5.3.52	2.5.3.52
2.5.3.32	2.5.3.53	2.5.3.53	2.5.3.53	2.5.3.53
2.5.3.33	2.5.3.54	2.5.3.54	2.5.3.54	2.5.3.54
2.5.3.34	2.5.3.55	2.5.3.55	2.5.3.55	2.5.3.55
2.5.3.35	2.5.3.56	2.5.3.56	2.5.3.56	2.5.3.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P5				
2.5.3.36	2.5.3.22	2.5.3.22	2.5.3.22	2.5.3.22
2.5.3.37	2.5.3.23	2.5.3.23	2.5.3.23	2.5.3.23
2.5.3.38	2.5.3.24	2.5.3.24	2.5.3.24	2.5.3.24
2.5.3.39	2.5.3.25	2.5.3.25	2.5.3.25	2.5.3.25
2.5.3.40	2.5.3.26	2.5.3.26	2.5.3.26	2.5.3.26
2.5.3.41	2.5.3.27	2.5.3.27	2.5.3.27	2.5.3.27
2.5.3.42	2.5.3.28	2.5.3.28	2.5.3.28	2.5.3.28
P7				
2.5.3.43	2.5.3.29	2.5.3.29	2.5.3.29	2.5.3.29
2.5.3.44	2.5.3.30	2.5.3.30	2.5.3.30	2.5.3.30
2.5.3.45	2.5.3.31	2.5.3.31	2.5.3.31	2.5.3.31
2.5.3.46	2.5.3.32	2.5.3.32	2.5.3.32	2.5.3.32
2.5.3.47	2.5.3.33	2.5.3.33	2.5.3.33	2.5.3.33
2.5.3.48	2.5.3.34	2.5.3.34	2.5.3.34	2.5.3.34
2.5.3.49	2.5.3.35	2.5.3.35	2.5.3.35	2.5.3.35
P4				
2.5.3.50	2.5.3.36	2.5.3.36	2.5.3.36	2.5.3.36
2.5.3.51	2.5.3.37	2.5.3.37	2.5.3.37	2.5.3.37
2.5.3.52	2.5.3.38	2.5.3.38	2.5.3.38	2.5.3.38
2.5.3.53	2.5.3.39	2.5.3.39	2.5.3.39	2.5.3.39
2.5.3.54	2.5.3.40	2.5.3.40	2.5.3.40	2.5.3.40
2.5.3.55	2.5.3.41	2.5.3.41	2.5.3.41	2.5.3.41
2.5.3.56	2.5.3.42	2.5.3.42	2.5.3.42	2.5.3.42
ค่าเฉลี่ย P1, P6, P9, P2, P8, P5, P7 และ P4				
	Subsubject =	Archives	0.800	
	Subsubject =	Copyright	0.857	
	Subsubject =	Economics	0.848	
	Subsubject =	Peer Review	0.909	
	Subsubject =	Archives	0.800	
	Subsubject =	Copyright	0.857	
	Subsubject =	Economics	0.848	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.16 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Computer Science (Topology 6)

2.6.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P9	P11-->RDV[1]-->P9	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P9					
2.6.1.1	Subsubject =	Machine Vision		8/65	0.123
2.6.1.2	Subsubject =	Statistical Models		13/119	0.109
2.6.1.3	Subsubject =	Complexity Theory		16/131	0.122
2.6.1.4	Subsubject =	Robotics		27/211	0.127
2.6.1.5	Subsubject =	Language		16/155	0.103
2.6.1.6	Subsubject =	Human Computer Interaction		6/62	0.096
2.6.1.7	Subsubject =	Neural Nets		26/246	0.105

ตารางที่ ก.3.17 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Computer Science (Topology 6)

2.6.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P9	P11-->RDV[1]-->P9	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P9					
2.6.2.1	Subsubject =	Machine Vision		8/65	0.123
2.6.2.2	Subsubject =	Statistical Models		13/119	0.109
2.6.2.3	Subsubject =	Complexity Theory		16/131	0.122
2.6.2.4	Subsubject =	Robotics		27/211	0.127
2.6.2.5	Subsubject =	Language		16/155	0.103
2.6.2.6	Subsubject =	Human Computer Interaction		6/62	0.096
2.6.2.7	Subsubject =	Neural Nets		26/246	0.105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.18 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Computer Science (Topology 6)

2.6.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P9	P11-->RDV[1]-->P9	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P9					
2.6.3.1	Subsubject =	Machine Vision		8/65	0.123
2.6.3.2	Subsubject =	Statistical Models		13/119	0.109
2.6.3.3	Subsubject =	Complexity Theory		16/131	0.122
2.6.3.4	Subsubject =	Robotics		27/211	0.127
2.6.3.5	Subsubject =	Language		16/155	0.103
2.6.3.6	Subsubject =	Human Computer Interaction		6/62	0.096
2.6.3.7	Subsubject =	Neural Nets		26/246	0.105

ตารางที่ ก.3.19 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Neuroscience (Topology 7)

2.7.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P9	P11-->RDV[1]-->P9	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P9					
2.7.1.1	Subsubject =	Neuropharmacology		6/36	0.166
2.7.1.2	Subsubject =	Neuroendocrinology		2/24	0.083
2.7.1.3	Subsubject =	Neural Modelling		11/139	0.079
2.7.1.4	Subsubject =	Biophysics		3/48	0.062
2.7.1.5	Subsubject =	Computational Neuroscience		14/164	0.085
2.7.1.6	Subsubject =	Neurochemistry		6/56	0.107
2.7.1.7	Subsubject =	Behavioral Neuroscience		19/218	0.087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.20 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Neuroscience (Topology 7)

2.7.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P9	P11-->RDV[1]-->P9	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P9					
2.7.1.1	Subsubject =	Neuropharmacology		6/36	0.166
2.7.1.2	Subsubject =	Neuroendocrinology		2/24	0.083
2.7.1.3	Subsubject =	Neural Modelling		11/139	0.079
2.7.1.4	Subsubject =	Biophysics		3/48	0.062
2.7.1.5	Subsubject =	Computational Neuroscience		14/164	0.085
2.7.1.6	Subsubject =	Neurochemistry		6/56	0.107
2.7.1.7	Subsubject =	Behavioral Neuroscience		19/218	0.087

ตารางที่ ก.3.21 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Neuroscience (Topology 7)

2.7.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P9	P11-->RDV[1]-->P9	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P9					
2.7.1.1	Subsubject =	Neuropharmacology		6/36	0.166
2.7.1.2	Subsubject =	Neuroendocrinology		2/24	0.083
2.7.1.3	Subsubject =	Neural Modelling		11/139	0.079
2.7.1.4	Subsubject =	Biophysics		3/48	0.062
2.7.1.5	Subsubject =	Computational Neuroscience		14/164	0.085
2.7.1.6	Subsubject =	Neurochemistry		6/56	0.107
2.7.1.7	Subsubject =	Behavioral Neuroscience		19/218	0.087

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.22 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Philosophy (Topology 8)

2.8.1 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 10					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P2	P11-->RDV[1]-->P2	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P2					
2.8.1.1	Subsubject =	Philosophy of Science		26/220	0.118
2.8.1.2	Subsubject =	Epistemology		21/151	0.139
2.8.1.3	Subsubject =	Ethics		6/47	0.127
2.8.1.4	Subsubject =	Decision Theory		3/16	0.187
2.8.1.5	Subsubject =	Metaphysics		8/86	0.093
2.8.1.6	Subsubject =	Philosophy of Mind		51/525	0.097
2.8.1.7	Subsubject =	Logic		11/93	0.118

ตารางที่ ก.3.23 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Philosophy (Topology 8)

2.8.2 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 50					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P2	P11-->RDV[1]-->P2	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P2					
2.8.1.1	Subsubject =	Philosophy of Science		26/220	0.118
2.8.1.2	Subsubject =	Epistemology		21/151	0.139
2.8.1.3	Subsubject =	Ethics		6/47	0.127
2.8.1.4	Subsubject =	Decision Theory		3/16	0.187
2.8.1.5	Subsubject =	Metaphysics		8/86	0.093
2.8.1.6	Subsubject =	Philosophy of Mind		51/525	0.097
2.8.1.7	Subsubject =	Logic		11/93	0.118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.3.24 แสดงผลการทดลองที่ 2 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Philosophy (Topology 8)

2.8.3 จำนวนเอกสารที่ต้องการ:: 100					
	Traffic	**Delay**	**Server**	**เส้นทางการส่งข้อความสอบถาม**	
	1	2	P2	P11-->RDV[1]-->P2	
การทดลองรอบที่ 2				**Recall**	
P2					
2.8.1.1	Subsubject =	Philosophy of Science		26/220	0.118
2.8.1.2	Subsubject =	Epistemology		21/151	0.139
2.8.1.3	Subsubject =	Ethics		6/47	0.127
2.8.1.4	Subsubject =	Decision Theory		3/16	0.187
2.8.1.5	Subsubject =	Metaphysics		8/86	0.093
2.8.1.6	Subsubject =	Philosophy of Mind		51/525	0.097
2.8.1.7	Subsubject =	Logic		11/93	0.118

ก.4 ตารางผลการทดลองที่ 3

ตารางที่ ก.4.1 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Linguistics (Topology 1)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 181 KB Delay: 1	Traffic: 434KB Delay: 2	Traffic: 217 KB Delay: 1 P11-->RDV[1] -->P3

ตารางที่ ก.4.2 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Linguistics (Topology 1)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 180 KB Delay: 1	Traffic: 433 KB Delay: 2	Traffic: 216 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4.3 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Linguistics (Topology 1)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 283 KB Delay: 1	Traffic: 560 KB Delay: 2	Traffic: 343 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P3 P11-->RDV[1]-->P6

ตารางที่ ก.4.4 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Psychology (Topology 2)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 593 KB Delay: 1	Traffic: 846 KB Delay: 2	Traffic: 629 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P5

ตารางที่ ก.4.5 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Psychology (Topology 2)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 535 KB Delay: 1	Traffic: 788 KB Delay: 2	Traffic: 571 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P5

ตารางที่ ก.4.6 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Psychology (Topology 2)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 624 KB Delay: 1	Traffic: 877 KB Delay: 2	Traffic: 660 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4.7 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Journals (Topology 3)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 112 KB Delay: 1	Traffic: 365 KB Delay: 2	Traffic: 148 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P1

ตารางที่ ก.4.8 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Journals (Topology 3)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 201 KB Delay: 1	Traffic: 478 KB Delay: 2	Traffic: 261 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P1 P11-->RDV[1]-->P3

ตารางที่ ก.4.9 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Journals (Topology 3)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 340 KB Delay: 1	Traffic: 641 KB Delay: 2	Traffic: 424 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P1 P11-->RDV[1]-->P3 P11-->RDV[1]-->P5

ตารางที่ ก.4.10 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Biology (Topology 4)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 264 KB Delay: 1	Traffic: 517 KB Delay: 2	Traffic: 300 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4.11 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Biology (Topology 4)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 270 KB Delay: 1	Traffic: 523 KB Delay: 2	Traffic: 306 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P3

ตารางที่ ก.4.12 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Biology (Topology 4)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 225 KB Delay: 1	Traffic: 478 KB Delay: 2	Traffic: 261 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P3

ตารางที่ ก.4.13 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Electronic Publishing (Topology 5)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 42 KB Delay: 1	Traffic: 296 KB Delay: 2	Traffic: 78 KB Delay: 1 P11-->RDV[3]-->P1

ตารางที่ ก.4.14 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Electronic Publishing (Topology 5)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 148 KB Delay: 1	Traffic: 474 KB Delay: 2	Traffic: 257 KB Delay: 1 P11-->RDV[3]-->P2 P11-->RDV[3]-->P8 P11-->RDV[3]-->P3 P11-->RDV[3]-->P10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4.15 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Electronic Publishing (Topology 5)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 96 KB Delay: 1	Traffic: 680 KB Delay: 2	Traffic: 512 KB Delay: 2 P11-->RDV[1]-->P1 P11-->RDV[1]-->P6 P11-->RDV[1]-->P9 P11-->RDV[2]-->P5 P11-->RDV[2]-->P7 P11-->RDV[2]-->P4 P11-->RDV[3]-->P2 P11-->RDV[3]-->P8

ตารางที่ ก.4.16 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Computer Science (Topology 6)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 425 KB Delay: 1	Traffic: 679 KB Delay: 2	Traffic: 462 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P5

ตารางที่ ก.4.17 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Computer Science (Topology 6)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 333 KB Delay: 1	Traffic: 586 KB Delay: 2	Traffic: 369 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4.18 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Computer Science (Topology 6)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 377 KB Delay: 1	Traffic: 630 KB Delay: 2	Traffic: 413 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P5

ตารางที่ ก.4.19 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Neuroscience (Topology 7)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 366 KB Delay: 1	Traffic: 619 KB Delay: 3	Traffic: 402 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P9

ตารางที่ ก.4.20 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Neuroscience (Topology 7)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 316 KB Delay: 1	Traffic: 569 KB Delay: 3	Traffic: 352 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P9

ตารางที่ ก.4.21 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Neuroscience (Topology 7)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 366 KB Delay: 1	Traffic: 619 KB Delay: 3	Traffic: 402 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4.22 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 1 วิชา Philosophy (Topology 8)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 10		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 345 KB Delay: 1	Traffic: 598 KB Delay: 3	Traffic: 381 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P2

ตารางที่ ก.4.23 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 2 วิชา Philosophy (Topology 8)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 50		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 312 KB Delay: 1	Traffic: 565 KB Delay: 3	Traffic: 348 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P2

ตารางที่ ก.4.24 แสดงผลการทดลองที่ 3 การทดลองย่อยที่ 3 วิชา Philosophy (Topology 8)

จำนวนเอกสารที่ต้องการ :: 100		
CORDRA	**Original JXTA**	**Modified JXTA**
Traffic: 383 KB Delay: 1	Traffic: 636 KB Delay: 3	Traffic: 419 KB Delay: 1 P11-->RDV[1]-->P2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. เทวัญ นาคเทวัญ, นพพร โชติกกำธร, "**การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับระบบทะเบียนข้อมูลของคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย**," The 6th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2010), Makkasan, Bangkok, THAILAND, June 3-5, 2010, หน้า 454-458.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dear Thewan Narkthewan and Nopporn Chotikakamthorn.

Congratulations!

This is an official letter to inform you that your paper ID: **NCCIT2010-111** entitled: "**Peer-To-Peer Communication for Registries of Distributed Learning Object Repositories**" has been ACCEPTED for ORAL presentation at the NCCIT2010.

Information of NCCIT2010 are available on the conference web site http://www.nccit.net and more will come very soon. The conference information will be updated shortly to include the full technical program.

CRITICAL INFORMATION: At least one author MUST REGISTER for the conference by May 7, 2010 for EARLY BIRD Registration (4,000 Baht) or by May 17, 2010 for REGULAR Registration (4,500 Baht). Note that ONE regular registration will cover only ONE paper. Failure to have one such registration will result in removal of the paper from the Technical Program.

Additionally, the paper MUST be presented at the conference by one of the authors.

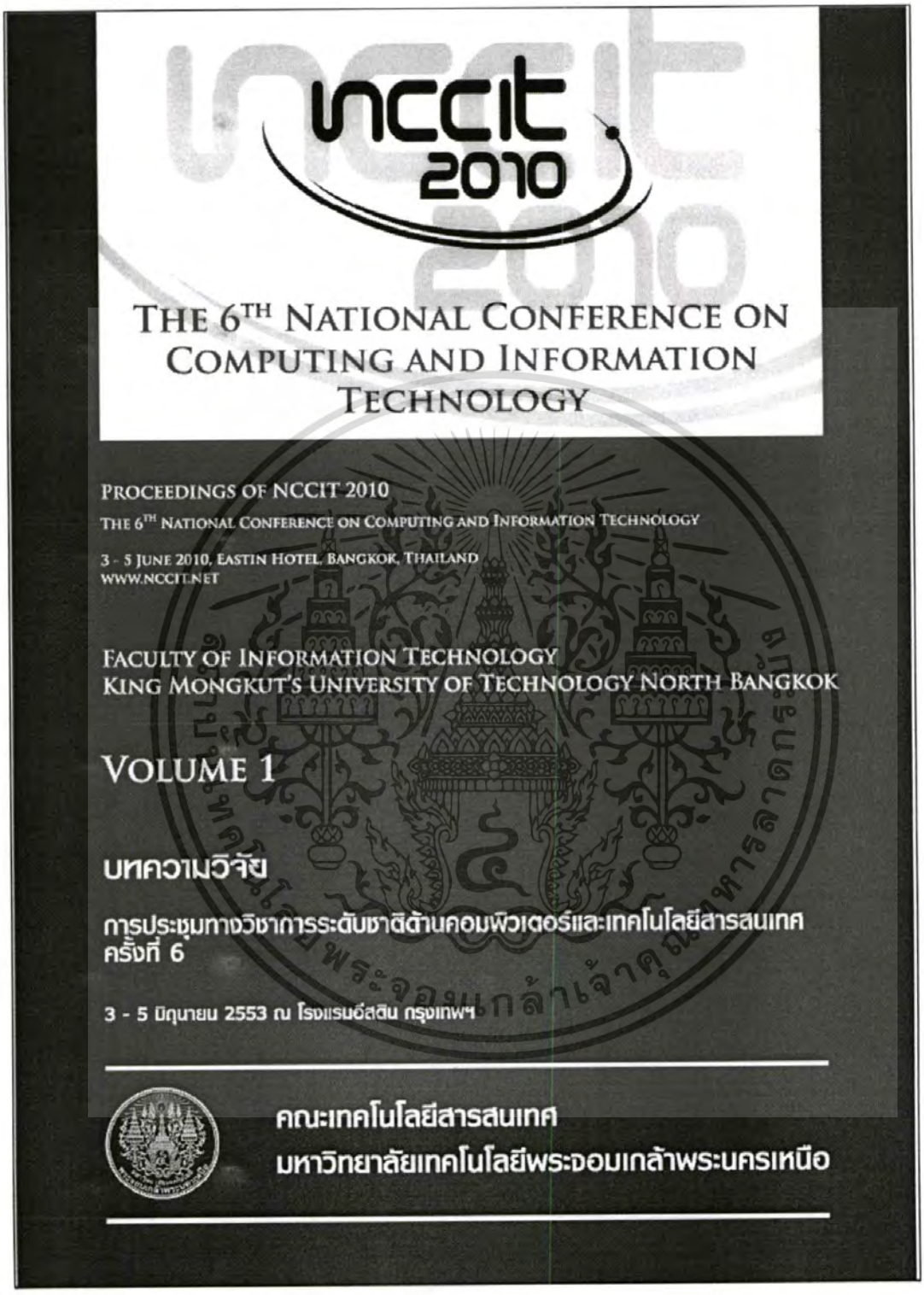
For your oral presentation, you must prepare PowerPoint slides to present your work to the audiences about 20 minutes (15-17 min talk and 3-5 min for questions).

We look forward to welcoming you on 3-5 June 2010 at NCCIT2010, Eastin Makkasan Hotel, Bangkok, Thailand.

Sincerely,

Associate Professor Dr. Monchai Tiantong
NCCIT2010 Chair
nccit2010@gmail.com, monchai@kmutnb.ac.th
http://www.nccit.net

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE 6TH NATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING AND INFORMATION TECHNOLOGY

NCCIT 2010-111

การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับระบบทะเบียนข้อมูลของคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

Peer-To-Peer Communication for Registries of Distributed Learning Object Repositories

เทวัญ นาคเทวัญ (Thewan Narkthewan)[1] และ *นพพร โชติกำธร (Nopporn Chotikakamthorn)*[2]

[1,2] *คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง*

thewan_kob@hotmail.com, nopporn@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันแนวโน้มของสื่อเพื่อการเรียนรู้แบบดิจิทัล จะอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า "หน่วยเรียนรู้" เพื่อประโยชน์ในการนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งโดยทั่วไปหน่วยเรียนรู้จะถูกจัดเก็บในคลังหน่วยการเรียนรู้ ปัญหาการค้นหาหน่วยการเรียนรู้เกิดจากการที่มีคลังหน่วยการเรียนรู้กระจายอยู่ตามที่ต่างๆ เป็นจำนวนมาก บทความฉบับนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับการเชื่อมต่อระบบทะเบียนข้อมูลของคลังหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย โดยอาศัยโมเดลคอร์ดรา (CORDRA) ในการเชื่อมต่อระหว่างระบบทะเบียนข้อมูล คับคลังหน่วยการเรียนรู้ และใช้โปรโตคอลกนุเทลลา (Gnutella) ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบทะเบียนข้อมูล ปัญหาเรื่องการกระจายคำสั่ง เพื่อการสืบค้นในระบบของกนุเทลลาได้รับการแก้ไขบางส่วน โดยประยุกต์เอาเทคนิคการทำดัชนีเส้นทางเข้ามาช่วยในการเลือกเส้นทาง เพื่อส่งต่อการสอบถาม แทนการส่งกระจายไปให้ทุกเครื่อง คล้ายในระบบกนุเทลลาโดยทั่วไป

คำสำคัญ: เพียร์-ทู-เพียร์ กนุเทลลา โปรโตคอล ดัชนีเส้นทาง หน่วยเรียนรู้แบบกระจาย

Abstract

Current trends in media for digital learning will be in a format called Learning Objects for the purpose of reusable. In general, learning objects will be stored in the repository. Problem of finding learning objects, those that have spread to many repositories. This article presents the technique applied Peer-to-peer Communication for Registries of Distributed Learning Object Repositories. The Cordra model used in the connection between the registries of repositories, and Gnutella protocol for the connection between the local computer registries. Problems in the flooding order to search the Gnutella system has been some modified by applying Routing Indices technique to help in choosing the path to forward the query instead of sending to all of the distribution system, such as general Gnutella.

Keyword: Peer-to-Peer, Gnutella Protocol, Routing Indices, Distributed Learning Object

1. บทนำ

อี-เลิร์นนิ่ง (E-Learning) คือ ระบบเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ดาวเทียม และ อินเทอร์เน็ต) ซึ่งได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีการเข้าใช้งานระบบเครือข่ายที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเป็นที่นิยมของนักวิจัยและผู้ที่กำลังศึกษาในด้านนี้อีกด้วย

ดังนั้นเนื้อหาของสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของหน่วยเรียนรู้ (Learning Object) [1] จึงถูกสร้างขึ้น รวมถึงมีการกำหนดโครงสร้างและมาตรฐานหน่วยเรียนรู้ [2] เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเพิ่มประสิทธิภาพในการนำไปใช้ และนำหน่วยเรียนรู้กลับมาใช้ใหม่ ยกตัวอย่างเช่น เครื่องเซิร์ฟเวอร์ซึ่งเป็นคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่ใช้กันทั่วไปนั้น มีหน้าที่จัดเก็บรวบรวมถึงกระจายหน่วย-เรียนรู้ คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้บางแห่งอาจจะยอมให้ผู้ใช้ค้นหาหน่วยเรียนรู้ที่จัดเก็บอยู่

เนื่องจากปัจจุบันมีคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่ให้บริการอยู่ในระบบเครือข่ายมากมาย ทำให้ความต้องการค้นหาหน่วยเรียนรู้ข้ามคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้เกิดขึ้น การค้นหาหน่วยเรียนรู้จากหลายๆ คลังข้อมูลแบบครอบคลุมทั้งเครือข่าย (Global search) ก็ควรจะสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ

ตัวอย่างของระบบอี-เลิร์นนิ่ง ที่สนับสนุนการค้นหาแบบครอบคลุมทั้งเครือข่ายได้แก่ [3], [4] โดยส่วนใหญ่แล้วจะถูกพัฒนาจากแนวคิดการรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นๆ (Metadata harvesting)

โดยอาศัยโปรโตคอล OAI-PMH [5] ซึ่งเป็นมาตรฐานแบบเปิด โปรแกรมดีสเปซ (DSpace) ซอฟท์แวร์สำหรับสร้างคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ สามารถรวบรวมเมทาดาตาของหน่วย-เรียนรู้จากเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่น และนำมาจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลของเครื่องตนเองได้ การรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้นี้สามารถทำได้โดยอัตโนมัติ วิธีดังกล่าวอนุญาตให้ผู้ใช้ของแต่ละเครื่องเซิร์ฟเวอร์ดีสเปซ ทำการค้นหาหน่วยเรียนรู้ที่อยู่เครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นได้

อย่างไรก็ดี ในวิธีการทำงานดังกล่าวเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่อยู่ในระบบจำเป็นต้องรู้ที่อยู่ (URL) ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นก่อน เพื่อนำมาตั้งค่าโดยผู้ดูแลระบบ ดังนั้นถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงของเครื่องเซิร์ฟเวอร์อื่นในระบบ (เช่น เปลี่ยนชื่อ หรือเพิ่มเติม) การรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ให้ครบถ้วนนั้น อาจจะไม่สามารถทำได้ชั่วขณะ

แนวทางหนึ่งในการค้นหาหน่วยเรียนรู้ ภายใต้สภาพแวดล้อมแบบกระจายคือ อาศัยระบบทะเบียนของคลังหน่วยเรียนรู้ (Registries of Repositories) ในระบบดังกล่าวจะประกอบไปด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่ทำหน้าที่ในการรวบรวมและจัดเก็บทะเบียนข้อมูลของหน่วยเรียนรู้จากคลังต่างๆ เพื่อให้สามารถสืบค้นหน่วยเรียนรู้ได้จากจุดเดียว ตัวอย่างของมาตรฐานระบบที่อาศัยรูปแบบดังกล่าวได้แก่ CORDRA [6]

ตามมาตรฐาน CORDRA เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้จะมีการเชื่อมต่อกันเป็นแบบลำดับขั้น ซึ่งช่วยทำให้การจัดการเครือข่ายมีประสิทธิภาพมากขึ้น CORDRA และ FeDCOR ต่างก็ถูกพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานแนวคิดการรวบรวมเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ ในสองระบบที่กล่าวมานั้นเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ ถูกรวบรวมและจัดเก็บโดยเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบทะเบียน (อาจจะมีเพียงเครื่องเดียวหรือหลายเครื่อง) และเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลางนี้ก็อาจจะเชื่อมต่อกันเป็นแบบลำดับขั้นอัตโนมัติ เพื่อให้ข้อมูลจากทุกเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนมาจัดเก็บรวมอยู่ภายในเครื่องเดียว ดังเช่นวิธีการที่ใช้กันในระบบดีสเปซ

อย่างไรก็ตาม ที่อยู่ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เป็นคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ก็ยังจำเป็น และต้องเพิ่มเข้าไปในรายการที่อยู่เพื่อใช้รวบรวมเมทาดาตาในระบบ

ในบทความฉบับนี้จึงขอนำเสนอโครงสร้างและรูปแบบการทำงานที่แตกต่างออกไป โดยใช้การติดต่อระหว่างเครื่องแบบเพียร์-ทู-เพียร์ เพื่อเชื่อมต่อคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้กับเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนและเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนเข้าด้วยกัน วิธีการนี้จะส่งผลให้การค้นหาแบบครอบคลุมทั้งเครือข่าย ไม่จำเป็นต้องรู้ที่อยู่ของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทุกเครื่องในเครือข่ายอีกต่อไป

เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงการนำเอาโปรโตคอลกนุเทลลา [7] ซึ่งเป็นโปรโตคอลแบบเพียร์-ทู-เพียร์เข้ามาประยุกต์ใช้ หากโปรโตคอลนี้ยังมีจุดด้อยตรงที่วิธีการติดต่อเป็นแบบบอร์คาส (Broadcast) เพื่อจะลดการใช้แบนวิธด้วยวิธีการติดต่อดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำเทคนิคการทำดัชนีเส้นทาง (Routing Indices) เข้ามาใช้ร่วม

หัวข้อที่ ๒ ของบทความนั้นจะอธิบายถึงแนวคิดพื้นฐานของการติดต่อในแบบเพียร์-ทู-เพียร์ และเทคนิคการทำดัชนีเส้นทาง หัวข้อที่ ๓ อธิบายถึงการนำแนวคิดพื้นฐานจากหัวข้อที่ ๒ ไปประยุกต์เพื่อสร้างเครื่องข่ายจำลองของเซิร์ฟเวอร์ทะเบียน และคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการประยุกต์ใช้เพียร์-ทู-เพียร์โปรโตคอลใน ระบบ CORDRA

CORDRA เป็นระบบที่เชื่อมโยงเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนข้อมูลหน่วยเรียนรู้ที่เก็บไว้ในคลังต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการค้นหาข้อมูล โดยที่เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้จะมีหน้าที่จัดเก็บข้อมูลเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ จากคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่กระจายกันอยู่หลายๆ แห่ง สำหรับการนำหน่วยเรียนรู้เข้ามาอ้างเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นระบบลงทะเบียนนั้น สามารถทำได้สองวิธีกล่าวคือ การลงทะเบียนหน่วยเรียนรู้ด้วยวิธี (push) และการนำหน่วยเรียนรู้เข้ามา (pull) ในกรณีที่มีเซิร์ฟเวอร์ในลักษณะดังกล่าวเป็นจำนวนมาก

ระบบ FeDCOR [8] ถูกพัฒนาต่อยอดมาจาก CORDRA เพื่อจะเชื่อมโยงเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนเข้าด้วยกัน โดยใช้เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนข้อมูลกลางคือข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนข้อมูลต่างๆ มาไว้ที่เดียวกัน เพื่อให้สามารถสืบค้นหน่วยเรียนรู้ได้ทั้งระบบจากแห่งเดียว

การทำงานของระบบการสืบค้นดังที่กล่าวมานั้น เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้จำเป็นจะต้องรู้จักกับคลังต่างๆ นอกจากนี้หากมีหลายๆ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ก็จำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์กลาง ซึ่งต้องทำการลงทะเบียน โดยเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ต่างๆ ก่อน จึงจะสามารถจัดเก็บข้อมูลมาไว้ที่เซิร์ฟเวอร์กลางดังกล่าวได้ [9] นอกจากนี้ การจัดเก็บข้อมูลไว้ที่จุดเดียวทำให้จำเป็นต้องจัดทำระบบรองรับเพื่อไม่ให้เซิร์ฟเวอร์กลางดังกล่าวหยุดทำงานจากปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับตัวระบบ

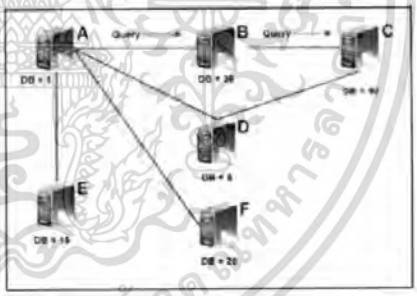
การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ เป็นสถาปัตยกรรมรูปแบบหนึ่งบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ลักษณะเด่นคือไม่มีเครื่องศูนย์กลางไว้รองรับการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่าย และมีกลไกที่ทำให้เครื่องหรือโหนดต่างๆ รู้จักกันได้

หนึ่งในโปรโตคอลเพียร์-ทู-เพียร์ ได้แก่ กนูเทลลา ซึ่งในระบบที่ใช้โปรโตคอลสำหรับแบ่งปันไฟล์ข้อมูลแบบกระจายนี้ อนุญาตให้โหนดสามารถส่งข้อความสอบถามไปยังโหนดอื่นๆที่ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงได้ผ่านทางกลไกโปรโตคอล การประยุกต์ใช้โปรโตคอลดังกล่าวเพื่อเชื่อมโยงเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ ทำให้ไม่จำเป็นต้องอาศัยเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้กลาง และทำให้เซิร์ฟเวอร์ต่างๆสามารถค้นหาข้อมูลเมทาดาตาในเซิร์ฟเวอร์อื่นๆ ที่ไม่ได้รู้จักมาก่อนได้

การติดต่อแบบเพียร์-ทู-เพียร์ ของเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้อธิบายได้ดังภาพที่ 1 จากภาพเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนจะทำการเก็บเกี่ยวหน่วยเรียนรู้จากหลายๆ คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้เหมือนกับกรณีของระบบ CORDRA แตกต่างกันตรงที่เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้นั้น เชื่อมต่อระหว่างกันแบบเพียร์-ทู-เพียร์ (ซึ่งในที่นี้ใช้โปรโตคอลกนูเทลลา) ด้วยการเชื่อมต่อโดยโปรโตคอลดังกล่าว เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องติดต่อหรือรู้จักกันทั้งระบบ แต่จะทำความทำความรู้จักเฉพาะเครื่องหรือโหนดที่เป็นเพื่อนบ้าน หรือเครื่องอื่นที่เชื่อมต่อกันโดยตรงถึงกันเท่านั้น

ในส่วนการสืบค้นนั้น จะใช้วิธีกระจายข้อความหรือส่งต่อข้อความผ่านกันไปเรื่อยๆ และจากการไม่มีเครื่องใดทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบดังภาพที่ 1 จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการสืบค้นเมทาดาตาหากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ล่ม

ตัวอย่างเช่น (ดูภาพประกอบ) เครื่อง A สามารถที่จะสืบค้นข้อมูลจากเครื่อง C โดยการส่งข้อความสอบถามผ่านทางเครื่อง B ตามทิศทางของลูกศรดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลงทะเบียนเมทาดาตาในระบบ

3. การค้นหาเส้นทางตามเนื้อหา (Content routing) ในระบบทะเบียนหน่วยการเรียนรู้แบบเพียร์-ทู-เพียร์

ด้วยการนำแนวคิดโปรโตคอลกนูเทลลา เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการประยุกต์ใช้เพียร์-ทู-เพียร์โปรโตคอลใน ระบบ CORDRA

CORDRA เป็นระบบที่เชื่อมโยงเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนข้อมูลหน่วยเรียนรู้ที่เก็บไว้ในคลังต่างๆ เพื่อประโยชน์ในการค้นหาข้อมูล โดยที่เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้จะมีหน้าที่จัดเก็บข้อมูลเมทาดาตาของหน่วยเรียนรู้ จากคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้ที่กระจายกันอยู่หลายๆ แห่ง สำหรับการนำหน่วยเรียนรู้เข้ามายังเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นระบบลงทะเบียนนั้น สามารถทำได้สองวิธีกล่าวคือ การลงทะเบียนหน่วยเรียนรู้ด้วยวิธี (push) และการนำหน่วยเรียนรู้เข้ามา (pull) ในกรณีที่มีเซิร์ฟเวอร์ในลักษณะดังกล่าวเป็นจำนวนมาก

ระบบ FeDCOR [8] ถูกพัฒนาต่อยอดมาจาก CORDRA เพื่อจะเชื่อมโยงเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนเข้าด้วยกัน โดยใช้เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนข้อมูลกลางดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนข้อมูลต่างๆ มาไว้ที่เดียวกัน เพื่อให้สามารถสืบค้นหน่วยเรียนรู้ได้ทั้งระบบจากแห่งเดียว

การทำงานของระบบการสืบค้นดังที่กล่าวมานั้น เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้จำเป็นจะต้องรู้จักกับคลังต่างๆ นอกจากนี้หากมีหลายๆ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ ก็จำเป็นต้องมีเซิร์ฟเวอร์กลาง ซึ่งต้องทำการลงทะเบียน โดยเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ต่างๆ ก่อน จึงจะสามารถจัดเก็บข้อมูลมาไว้ที่เซิร์ฟเวอร์กลางดังกล่าวได้ [9] นอกจากนี้ การจัดเก็บข้อมูลไว้ที่จุดเดียวทำให้จำเป็นต้องจัดทำระบบรองรับเพื่อไม่ให้เซิร์ฟเวอร์กลางดังกล่าวหยุดทำงานจากปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นกับตัวระบบ

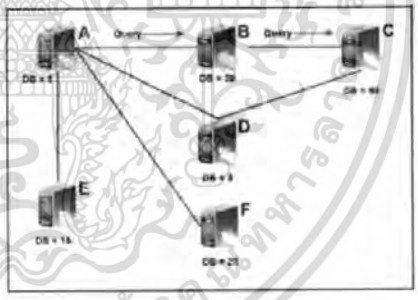
การสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ เป็นสถาปัตยกรรมรูปแบบหนึ่งบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ลักษณะเด่นคือไม่มีเครื่องศูนย์กลางไว้รองรับการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่าย และมีกลไกที่ทำให้เครื่องหรือโหนดต่างๆ รู้จักกันได้

หนึ่งในโปรโตคอลเพียร์-ทู-เพียร์ ได้แก่ กนุเทลลา ซึ่งในระบบที่ใช้โปรโตคอลสำหรับแบ่งปันไฟล์ข้อมูลแบบกระจายนี้ อนุญาตให้โหนดสามารถส่งข้อความสอบถามไปยังโหนดอื่นๆที่ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงได้ผ่านทางกลไกโปรโตคอล การประยุกต์ใช้โปรโตคอลดังกล่าวเพื่อเชื่อมโยงเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ ทำให้ไม่จำเป็นต้องอาศัยเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้กลาง และทำให้เซิร์ฟเวอร์ต่างๆสามารถค้นหาข้อมูลเมทาดาตาในเซิร์ฟเวอร์อื่นๆ ที่ไม่ได้รู้จักมาก่อนได้

การติดต่อแบบเพียร์-ทู-เพียร์ ของเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้อธิบายได้ดังภาพที่ 1 จากภาพเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนจะทำการเก็บเกี่ยวหน่วยเรียนรู้จากหลายๆ คลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้เหมือนกับกรณีของระบบ CORDRA แตกต่างกันตรงที่เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้นั้น เชื่อมต่อระหว่างกันแบบเพียร์-ทู-เพียร์ (ซึ่งในที่นี้ใช้โปรโตคอลกนุเทลลา) ด้วยการเชื่อมต่อโดยโปรโตคอลดังกล่าว เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องคิดต่อหรือรู้จักกันทั้งระบบ แต่จะทำความรู้จักเฉพาะเครื่องหรือโหนดที่เป็นเพื่อนบ้าน หรือเครื่องอื่นที่เชื่อมต่อกันโดยตรงเท่านั้น

ในส่วนการสืบค้นนั้น จะใช้วิธีกระจายข้อความหรือส่งต่อข้อความผ่านกันไปเรื่อยๆ และจากการไม่มีเครื่องใดทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของระบบดังภาพที่ 1 จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการสืบค้นเมทาดาตาจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ล่ม

ตัวอย่างเช่น (ดูภาพประกอบ) เครื่อง A สามารถที่จะสืบค้นข้อมูลจากเครื่อง C โดยการส่งข้อความสอบถามผ่านทางเครื่อง B ตามทิศทางของลูกศรดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องลงทะเบียนเมทาดาตาในระบบ

3. การค้นหาสืบทางตามเนื้อหา (Content routing) ในระบบทะเบียนหน่วยการเรียนรู้แบบเพียร์-ทู-เพียร์

ด้วยการนำแนวคิดโปรโตคอลกนุเทลลา เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ได้รับคำสั่งค้นหา (Query) จากผู้ใช้ จะเริ่มด้วยการค้นหาเมทาดาตาในฐานข้อมูลของตนเองก่อน ถ้าไม่พบคำตอบตรงตามที่ต้องการ หรือได้คำตอบในจำนวนที่ไม่พอเพียงแก่ความต้องการ เซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้นั้นจะส่งต่อคำสั่งค้นหาไปยังเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้อื่นๆ ที่เป็นโหนดเพื่อนบ้าน ด้วยการกระจายข้อความสอบถามให้กับทุกโหนด (Flooding Query) วิธีการนี้จะทำให้ได้คำตอบที่ครบถ้วนจากทุกโหนดในระบบ

หว่าการกระจายข้อความสอบถามก็จะก่อให้เกิดปัญหาเรื่องการใช้แบนด์วิธตามมา การแก้ปัญหาขั้นต้นคือการจำกัดจำนวนฮอพ (Hop) ในการกระจายข้อความสอบถาม แม้ว่าจะช่วยลดเรื่องการใช้แบนด์วิธได้ หว่าก็ทำให้การค้นหาไม่ได้คำตอบที่ครบถ้วนจากทุกโหนด หรือหากคำตอบที่ต้องการจริงๆ อยู่ในโหนดที่อยู่ถัดหลังจากการจำกัดฮอพ ก็อาจส่งผลให้ผู้ใช้ไม่ได้คำตอบตรงตามที่ต้องการ

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการค้นหาเส้นทางตามเนื้อหา (Content Routing) โดยการทำดัชนีเส้นทาง (Routing Indices) เพื่อช่วยในการคัดเลือกเส้นทางหรือโหนดที่คำสั่งค้นหาจะถูกส่งต่อไป แทนการส่งออกไปยังทุกๆ โหนด ข้อดีของเทคนิคดังกล่าวคือช่วยลดการใช้แบนด์วิธของเครือข่าย ในขณะที่การสืบค้นยังได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับการสืบค้นแบบกระจายไปทุกโหนด

เทคนิคการทำดัชนีเส้นทางนั้น เริ่มจากการกำหนดให้ทุกเครื่องที่อยู่ในเครือข่าย สรุปข้อมูลเมทาดาตาจากฐานข้อมูลของตนเอง โดยอาจจะเลือกสรุปข้อมูลเมทาดาตาตามเซตข้อมูลในมาตรฐาน Dublin Core อาทิเช่น Subject หรือ Keyword ตัวอย่างการแบ่งตามเซตข้อมูล Subject ได้แก่ Multimedia, Database, Network, Theory

จากนั้นให้ทำการนับจำนวนหน่วยเรียนรู้ของแต่ละวิชาเพื่อ เก็บข้อมูลไว้ในตารางสรุปเมทาดาตา ซึ่งมีโครงสร้างของตารางตามแบบตารางที่ 1 เมื่อได้ข้อมูลสรุปตามข้อกำหนดแล้วแต่ละโหนดในเครือข่าย จะต้องทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลสรุปของเมทาดาตานี้กับเครื่อง (โหนด) เพื่อนบ้านที่เชื่อมต่ออยู่ด้วย

ตารางที่ 1: ตัวอย่างตารางสรุปข้อมูลเมทาดาตา

เครื่อง	Metadata	Metadata with Subject:			
		Multimedia	DB	Thai	Mining
A	55	0	5	20	5
B	250	50	30	125	25
D	100	70	5	5	20
E	56	20	15	10	11
F	76	15	20	22	19

การตัดสินใจเลือกเส้นทางเพื่อส่งข้อความสอบถาม ว่าควรส่งต่อไปยังเครื่องเพื่อนบ้านเครื่องใดนั้น พิจารณาเลือกเส้นทางที่ดีที่สุดในการส่ง โดยการคำนวณหาค่า Goodness [10] ที่ได้จากข้อมูลในตารางสรุปข้อมูลเมทาดาตากับสมการที่ 1

$$Goodness = Number\ Of\ Documents \times \prod_{i} \frac{CRI(s_i)}{Number\ Of\ Documents} \quad (1)$$

$CRI(s_i)$ หมายถึง ตัวเลขในคอลัมน์ของ Subject ที่ต้องการคำนวณในแต่ละแถวของข้อมูลสรุปจากเพื่อนบ้านในตารางที่ 1

ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ A ต้องการค้นหาเมทาดาตาที่มีหัวเรื่องวิชาว่า "DB" เป็นจำนวน 50 คำตอบในเครือข่าย อันดับแรก A จะทำการค้นหาเมทาดาตาตามข้อความสอบถามที่ฐานข้อมูลของตัวเองก่อน จากข้อมูลในตารางที่ 1 เครื่อง A พบคำตอบไม่เกิน 5 คำตอบ นั่นหมายความว่าจำนวนคำตอบยังไม่ครบตามที่ต้องการ

เครื่อง A จึงต้องส่งข้อความสอบถามไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนอื่นที่เชื่อมต่ออยู่ โดยการคัดสินใจว่าจะส่งไปให้เครื่องใดนั้น จะใช้ผลการคำนวณ Goodness มาประกอบการพิจารณา

จากการคำนวณค่า Goodness ด้วยสมการ (1) พบว่าเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยการเรียนรู้ B D E และ F มีค่า Goodness เท่ากับ 30, 5, 15 และ 20 ตามลำดับ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ B มีค่า Goodness มากกว่าเครื่องอื่น นั่นหมายถึงเครื่อง B มีข้อมูลเมทาดาตาที่มี Subject ที่ชื่อว่า "DB" มากกว่าเครื่อง D, E, F ดังนั้นเครื่อง A จึงส่งข้อความสอบถามต่อไปยังเครื่อง B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุป

ในงานวิจัยเรื่องการสื่อสารแบบเพียร์-ทู-เพียร์ สำหรับระบบทะเบียนข้อมูลของคลังจัดเก็บหน่วยเรียนรู้แบบกระจาย ผู้วิจัยได้ศึกษาการนำโปรโตคอลกนุเทลลาเข้ามาประยุกต์ใช้ สำหรับการเชื่อมต่อระหว่างเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้ เพื่อแลก-เปลี่ยนข้อมูลเมทาดาตา, จัดทำข้อมูลสรุปและค้นหาเมทาดาตาโดยใช้เทคนิคการทำดัชนีเส้นทาง

ด้านสถาปัตยกรรมของงานวิจัย เครือข่ายของระบบไม่เป็นแบบเข้าสู่ศูนย์กลาง (Centralize) กล่าวคือ ไม่มีเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการดำเนินงานทั้งหมดในระบบ ไม่ได้จัดเก็บข้อมูลเมทาดาตาไว้ที่เครื่องใดเครื่องหนึ่งเพียงเครื่องเดียว ทำให้จัดปัญหาเรื่องการล่ม หรือหยุดทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่จะทำให้ไม่สามารถค้นหาข้อมูลแบบครอบคลุมทั้งระบบ

จุดเด่นของระบบอยู่ที่การค้นหาเมทาดาตา เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนหน่วยเรียนรู้สามารถส่งต่อ (Forward) ข้อความสอบถามไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ทะเบียนอื่นๆ ในเครือข่าย ทำให้สามารถค้นหาข้อมูลเมทาดาตาแบบครอบคลุมทั้งระบบได้ โดยที่เครื่องเหล่านั้นไม่จำเป็นต้องรู้จักหรือเชื่อมต่อกันทั้งหมด

แต่กนุเทลลานั้นถูกออกแบบและพัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในระบบแบ่งปันไฟล์หรือไฟล์แชร์ริ่งเป็นหลัก ซึ่งยังมีอีกโปรโตคอลหนึ่งชื่อ JXTA [11] และเป็นโปรโตคอลแบบเพียร์ทูเพียร์แบบเปิดเผยซอสโค้ด ซึ่งได้ถูกการออกแบบมาเพื่อใช้ในการสร้างระบบการติดต่อสื่อสารในระบบแบบเพียร์ทูเพียร์ โดยไม่ได้จำกัดเพียงแค่นำไปใช้ในระบบไฟล์แชร์ริ่ง ขณะนี้ผู้วิจัยกำลังศึกษาการนำ JXTA โปรโตคอลเข้ามาใช้แทนกนุเทลลา

สำหรับการเลือกเส้นทางเพื่อส่งข้อความสอบถาม ผู้วิจัยได้นำแนวคิดเรื่องการทำดัชนีเส้นทาง ในการสร้างตารางจัดเก็บข้อมูลสรุปและคำนวณหาค่า Goodness มาช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการส่งข้อความสอบถาม ให้เครื่องส่งต่อข้อความไปยังเส้นทางที่ดีที่สุด โดยที่ไม่จำเป็นต้องส่งออกข้อความไปยังทุกๆ เครื่องในระบบ แนวคิดนี้นอกจากจะช่วยลดแบนด์วิธในระบบเครือข่ายแล้ว ยังช่วยทำให้ได้จำนวนคำตอบกลับมาใกล้เคียงกับคำตอบที่มีอยู่จริงในระบบด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] W. David, "Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, A Metaphor, and A Taxonomy," in Wiley, David A. (DOC). The Instructional Use of Learning Objects. Available online at:http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc, retrieved 2008-04-29

[2] S. Michael, "(Contextual and Mutated) Learning Objects in the Context of Design, Learning and (Re)Use", Teaching and Learning with Technology, Available online at http://www.shawmultimedia.com/edtechoct03.html, 2003.

[3] S. Punfield, et al., OpenDOAR, Available online at: http://www.opendoar.org

[4] P. Barker et al., JISC CETIS, Available online at: http://jisc.cetis.ac.uk/

[5] V. Sompel, M. Nelson, C. Lagoze, C. Lagoze, "Resource Harvesting within the OAI-PMH Framework," in *D-Lib Magazine*, vol. 10, Number 12, December 2004.

[6] D. Reluk, P.Dodds, L.Lannom "A Model and Infrastructure for Federated Learning Content Repositories," WWW 2005, May 2005.

[7] M. Ripeanu, "Peer-to-peer architecture case study: Gnutella network," Peer-to-peer Computing, 2001

[8] M. Gindhar, J. Henry, N. Michael, "FeDCOR: An Institutional CORDRA Registry," in *D-Lib Magazine*, vol. 12, February 2006

[9] D. Schoder, K. Fischbach, "Core Concepts in Peer-to-Peer (P2P) Networking," in Subramanian, P. Goodman, B. (eds.), P2P Computing: The Evolution of a Disruptive Technology, Idea Group Inc, Hershey, 2005.

[10] C. Arturo, G. Hector, "Routing Indices For Peer-to-Peer Systems," in Proceedings of *the International Conference on Distributed Computing Systems*, July 2002.

[11] J. Gradecki, "Mastering JXTA: Building Java Peer-to-Peer Applications," John Wiley & Sons, 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายเทวัญ นาคเทวัญ เกิดเมื่อ 23 เมษายน ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีสารสนเทศศาสตรบัณฑิต สาขาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ จากสำนักวิชาสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ในปีการศึกษา 2547

จากนั้นเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้