



249308



การบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนโดยใช้เว็บเซอร์วิสและเพียร์-ทู-เพียร์
DATA INTEGRATION OF VIRTUAL RESOURCES USING
WEB SERVICES AND PEER-TO-PEER

นายชัยวัฒน์ บุตรโชน

วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

600253773

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ



การบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนโดยใช้เว็บเซอร์วิสและเพียร์-ทู-เพียร์
DATA INTEGRATION OF VIRTUAL RESOURCES USING
WEB SERVICES AND PEER-TO-PEER



นายชัยวัฒน์ บุตรไชย

วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พ.ศ. 2554

การบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนโดยใช้เว็บเซอวิสและเพียร์-ทู-เพียร์

นายชัยวัฒน์ บุตรไชย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2554

**DATA INTEGRATION OF VIRTUAL RESOURCES USING
WEB SERVICES AND PEER-TO-PEER**

MR. CHAIWAT BOOTCHAI

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
IN COMPUTER ENGINEERING
GRADUATE SCHOOL KHON KAEN UNIVERSITY**

2011



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
หลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ชื่อวิทยานิพนธ์: การบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนโดยใช้เว็บเซอร์วิส
และเพียร์-ทู-เพียร์

ชื่อผู้ทำวิทยานิพนธ์: นายชัยวัฒน์ บุตรไชย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ดร.ศิษณุศ ทองสีมา	ประธานกรรมการ
	ผศ.ดร.กานดา สายแก้ว	กรรมการ
	ดร.กิตติ์ เอียร์ธโนปจัย	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์:

..... ผอ. กิตติ์ อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กานดา สายแก้ว)

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ลำปาง แม่นมัตย์) (รองศาสตราจารย์ ดร. สมนึก อีระกุลพิศุทธิ์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

ชัยวัฒน์ บุตรีไชย. 2554. ระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนโดยใช้เว็บเซอร์วิสและ
เพียร์-ทู-เพียร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: ผศ.ดร. กานดา สายแก้ว

บทคัดย่อ

249308

ปัจจุบันฐานข้อมูลจีโนมในประเทศไทยมีจำนวนมากขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีความเป็นอิสระต่อกัน และใน
จำนวนนี้ มีฐานข้อมูลจีโนมที่ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ไบโอเทค) สนับสนุนอยู่ตาม
หน่วยงานต่าง ๆ ที่มีการดำเนินงาน มีการจราจรข้อมูลทางเครือข่าย โครงสร้างข้อมูล และแอปพลิเคชันเฉพาะ
ในการนำเสนอข้อมูลให้แก่นักวิจัยแตกต่างกัน ดังนั้นหากนักวิจัยต้องการจะบูรณาการข้อมูลจะต้องศึกษาการใช้
แอปพลิเคชันเหล่านั้นและดำเนินการบูรณาการข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งการเข้าถึงข้อมูลของหน่วยงานดังกล่าวอาจ
มีปัญหาในเรื่องของความล่าช้าของข้อมูล ข้อมูลไม่สามารถเข้าถึงได้ หรือความสับสนในรูปแบบข้อมูล เป็นต้น
ดังนั้นการสร้างระบบกลางที่มีมาตรฐานการเข้าถึงที่สะดวกให้กับนักวิจัย จะช่วยให้นักวิจัยสามารถใช้ข้อมูลจีโนม
ในรูปแบบเดียวกัน สามารถเข้าใจง่าย สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้อย่างสะดวก และเป็นประโยชน์ใน
งานวิจัยต่อไปในอนาคต

จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์นี้ คือการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูล
เสมือน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค เพื่อรวบรวมฐานข้อมูลจีโนมที่มีความเป็น
อิสระต่อกัน โดยใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสเป็นส่วนติดต่อที่มีโครงสร้างเอกสารกลางในการบูรณาการข้อมูล และ
ใช้หลักการเพียร์-ทู-เพียร์แบบมีศูนย์กลางเป็นวิธีการจัดการระบบ เพื่อให้ขยายระบบได้ง่าย มีเสถียรภาพใน
การเข้าถึงแหล่งข้อมูล ซึ่งโครงสร้างพื้นฐานนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ศูนย์กลางการค้นหาและจัดการข้อมูล
2) ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส และ 3) โปรแกรมประยุกต์ โดยกำหนดให้มีการบูรณาการข้อมูล
ในส่วน of โปรแกรมประยุกต์ ซึ่งได้ทดสอบกับข้อมูลจีโนมของไบโอเทค โดยพิจารณาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการ
สืบค้นข้อมูล ในประเด็นของ ความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูล เสถียรภาพของระบบ สิทธิ์ในการเข้าถึง
แหล่งข้อมูล และความถูกต้องของข้อมูล

ผลการทดสอบพบว่า 1) การเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส และมีการทำสำเนา
ข้อมูลไปยังศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสตามโหนดต่าง ๆ จะทำให้ระบบมีเสถียรภาพมากขึ้น และถ้า
แหล่งข้อมูลที่เพิ่มเข้ามามีความเร็วมากกว่าแหล่งข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในระบบ จะทำให้เวลารวมของระบบเร็วขึ้น
2) ระบบมีเสถียรภาพที่สามารถให้บริการได้ในกรณีศูนย์กลางการค้นหาและจัดการข้อมูลหรือบางโหนดของ
ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสไม่สามารถให้บริการได้ 3) การแสดงผลด้วยส่วนติดต่อต้นแบบ
ฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทคสามารถแสดงผลข้อมูลได้ถูกต้อง 4) ทุกการทดสอบของชุดคำสั่งสืบค้นให้
ผลลัพธ์ตามสิทธิ์การเข้าถึงแหล่งข้อมูลในระดับที่น่าพอใจตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

Chaiwat Bootchai. 2011. *Data Integration of Virtual Resources using Web Service and Peer-to-Peer*.

Master of Engineering Thesis in Computer Engineering, Graduate School, Khon Kaen University.

Thesis Advisor: Asst. Prof. Dr. Kanda Saikaew

ABSTRACT

249308

Nowadays, Thailand's genome databases have grown continuously and independently. Most of these databases are sponsored by The National Center for Genetic Engineering and Biotechnology (BIOTEC) and stored at various sites that have different architectural operations, network traffic characteristics, data structures and user visualization. Thus, if a researcher wants to integrate data, he has to learn and understands different database schemas and integrates the data from these various sources by himself. In addition, accessing the data from these databases may encounter problems such as data delay, data inaccessibility or ambiguous data format. Having a unified interface will enable researchers to access genomic data with ease and thus increasing the productivity.

The aim of this thesis is to develop the infrastructure of the data integration system of virtual resources as a part of "Consolidation of BIOTEC Genome Databases" project. The infrastructure was developed by using the web service technology as a standard interface for data integration and using peer-to-peer concept as a central data management system. The system consists of three layers: 1) Centralized Discovery and Management Center, 2) Web Service Resource Center and 3) Application. The process of data integration is performed on the application layer. The system was tested with genome data from BIOTEC, the average query time was measured based on the consideration of speed access, stability, right access and data accuracy.

The results showed that 1) when duplicating a resource node of the Web Service Resources Center, the system becomes stable and if the copy node is faster than the existing node, the total access time is faster. 2) The system is very robust even though some of the Centralized Discovery and Management Center or Web Service Resource Center node is unavailable. 3) The application prototype can visualize data from the system correctly. 4) All query instructions can retrieve the data based on the right access to the resources.

แต่บุพการีและคณาจารย์ทุกท่าน

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งภายใต้โครงการการพัฒนาฐานข้อมูลจีโนมกลางของไบโอเทค ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) โดยข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากทีมนักวิจัยของห้องปฏิบัติการชีวสถิติและสารสนเทศ (Biostatistics and Informatics Laboratory) สถาบันจีโนม (Genome Institute) ซึ่งมี ดร.ศิษฏศ ทองสิมา คุณชุมพล งามผิว คุณอรธพงษ์ เรืองฤทธิ์ และทีมนักวิจัยทุก ๆ ท่านที่ช่วยเหลือประสานงาน ให้คำปรึกษา และจัดหาข้อมูลที่เป็นต้องงานวิจัย ทำให้การดำเนินงานเป็นไปได้อย่างราบรื่น ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร.กุลวดี ศรีพานิชกุลชัย นักวิจัยหน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีเครือข่าย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC-NTL) ที่ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาในช่วงเริ่มต้นของการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.กานดา สายแก้ว ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาทางวิชาการทั้งหลายด้วยความอดทน โดยมีได้คำนึงถึงความเหนื่อยยากลำบาก ทั้งยังได้ทุ่มเท แรงกายแรงใจ ดูแลเอาใจใส่ เป็นแบบอย่างในการทำหน้าที่ของตนเองอย่างดียิ่ง และแนะนำแนวความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการศึกษาวิจัยนี้ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์นี้ประสบสัมฤทธิ์ผล ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว และครอบครัวบุญตรไชย รวมถึงคุณสุภารัตน์ อุดมเลิศปรีชา ที่เป็นกำลังใจในการทำงาน และสร้างแรงบันดาลใจให้เกิดความมานะ และอดทน จนกระทั่งมีวันนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบัณฑิตศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ตลอดจนเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่าน ที่กรุณาอำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในกระบวนการดำเนินการทางเอกสารต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ขอขอบพระคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นทุกท่าน และ พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ณ ที่นี้ สำหรับ กำลังใจ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดมา

ชัยวัฒน์ บุตรไชย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
คำอุทิศ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
2. วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์	2
3. ขอบเขตและข้อจำกัดของวิทยานิพนธ์	2
4. สถานที่ทำงานวิจัย	2
5. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	3
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมปริทัศน์	
1. เอกซ์เอ็มแอล (eXtensible Markup Language: XML)	5
2. เว็บเซอร์วิส (Web Services)	8
3. เพียร์-ทู-เพียร์ (Peer-to-Peer)	10
4. การบูรณาการข้อมูล (Data Integration)	11
5. การบูรณาการข้อมูลในงานชีวสารสนเทศศาสตร์	14
บทที่ 3 การพัฒนาระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน	
1. แนวคิดในการพัฒนาระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน	19
2. สถาปัตยกรรมของระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน	20
3. การทำงานของระบบบูรณาการของแหล่งข้อมูลเสมือน	40
บทที่ 4 การวัดประสิทธิภาพของระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน	
1. การทดสอบระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน	51
2. การวัดประสิทธิภาพความเร็วการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในระบบ	64
3. การวัดเสถียรภาพการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในระบบ	73
4. การวัดประสิทธิภาพและเสถียรภาพการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิการใช้งาน	83
5. วิเคราะห์การทดสอบ	97
6. อภิปรายผลการทดสอบ	99
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
1. การนำไปใช้งานในโครงการฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค	101
2. บทสรุป	107
3. ข้อเสนอแนะ	110

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	111
ภาคผนวก	113
ภาคผนวก ก การทำงานและบริการของระบบแอดส	115
ภาคผนวก ข เอกสารอธิบายเว็บเซอวิสและโครงสร้างข้อมูลที่ใช้	
ในระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน	121
ภาคผนวก ค ชุดข้อมูลทดสอบและชุดคำสั่งสืบค้นสำหรับบูรณาการข้อมูล	157
ภาคผนวก ง รายละเอียดผลการทดสอบระบบ	165
การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์	203
ประวัติผู้เขียน	219

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1	ข้อเปรียบเทียบระหว่างดีทีดีและเอกซ์เอ็มแอลสก็ม่า
ตารางที่ 4.1	รายชื่อชุดข้อมูลทดสอบ
ตารางที่ 4.2	ขนาดผลลัพธ์จากการสืบค้นข้อมูลของแต่ละแหล่งข้อมูลที่ใช้ทดสอบ
ตารางที่ 4.3	การกำหนดสิทธิ์ผู้ใช้งานเพื่อใช้ทดสอบในกรณีที่ต้องการสิทธิ์ในการเข้าถึงข้อมูล
ตารางที่ 4.4	การหน่วงเวลาของเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ทดสอบระบบ
ตารางที่ 4.5	ขนาดผลลัพธ์และเวลาในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลของแต่ละแหล่งข้อมูลที่ใช้ทดสอบ
ตารางที่ 4.6	ระบบอ้างอิงในการวัดประสิทธิภาพความเร็วการเข้าถึงแหล่งข้อมูล
ตารางที่ 4.7	ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระบบอ้างอิงการวัดประสิทธิภาพความเร็วการเข้าถึงแหล่งข้อมูล
ตารางที่ 4.8	การตั้งค่าระบบเมื่อมีการเพิ่มชุดข้อมูลสำเนาไว้ที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส
ตารางที่ 4.9	เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบเมื่อมีการเพิ่มชุดข้อมูลสำเนาไว้ที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส
ตารางที่ 4.10	การตั้งค่าระบบเมื่อมีการเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสที่มีการหน่วงเวลา 500 มิลลิวินาที
ตารางที่ 4.11	เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบเมื่อมีการเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสที่มีการหน่วงเวลา
ตารางที่ 4.12	การตั้งค่าระบบเมื่อมีการเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสที่ไม่มีการหน่วงเวลา
ตารางที่ 4.13	เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบเมื่อมีการเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสที่ไม่มีการหน่วงเวลา
ตารางที่ 4.14	เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบทดสอบในตารางที่ 4.11 กับระบบทดสอบในตารางที่ 4.13
ตารางที่ 4.15	การตั้งค่าระบบที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสทุกโหนดมีการหน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้
ตารางที่ 4.16	ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระบบอ้างอิงในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสทุกโหนดมีการหน่วงเวลาและศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้
ตารางที่ 4.17	เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสทุกโหนดมีการหน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้
ตารางที่ 4.18	แหล่งข้อมูลที่ใช้โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ เมื่อระบบที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสทุกโหนดมีการหน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.19 การตั้งค่าระบบที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่มีการ หน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้	77
ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระบบอ้างอิงในกรณีที่แหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส บางโหนดไม่มีการหน่วงเวลาและศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูล ไม่สามารถให้บริการได้	77
ตารางที่ 4.21 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่มีการหน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้	78
ตารางที่ 4.22 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ เมื่อระบบที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่มีการหน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้	79
ตารางที่ 4.23 การตั้งค่าระบบที่แหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่สามารถให้บริการได้	80
ตารางที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระบบอ้างอิง ในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่สามารถให้บริการได้	80
ตารางที่ 4.25 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่สามารถให้บริการได้	81
ตารางที่ 4.26 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ ในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่สามารถให้บริการได้	82
ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระบบอ้างอิงการวัดประสิทธิภาพความเร็ว ในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การเข้าถึงแหล่งข้อมูล	83
ตารางที่ 4.28 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัดประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน ด้วยบัญชีผู้ใช้ทั่วไป	84
ตารางที่ 4.29 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ ในการวัดประสิทธิภาพความเร็ว ในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ทั่วไป	85
ตารางที่ 4.30 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัด ประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์ การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้เครือข่าย	86
ตารางที่ 4.31 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ ในการวัดประสิทธิภาพความเร็ว ในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้เครือข่าย	87
ตารางที่ 4.32 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัด ประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์ การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ชั้วมัน	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4.33 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ ในกรณีการวัดประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ชั่วคราว	89
ตารางที่ 4.34 ค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบระบบอ้างอิงการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงศูนย์กลางแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การเข้าถึงแหล่งข้อมูล	90
ตารางที่ 4.35 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ทั่วไป	91
ตารางที่ 4.36 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ ในกรณีการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ทั่วไป	92
ตารางที่ 4.37 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้บุุตรไซ	92
ตารางที่ 4.38 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ ในกรณีการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้บุุตรไซ	93
ตารางที่ 4.39 เปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ชั่วคราว	94
ตารางที่ 4.40 แหล่งข้อมูลที่โปรแกรมทดสอบเข้าถึงได้ ในกรณีการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งานด้วยบัญชีผู้ใช้ชั่วคราว	95
ตารางที่ 4.41 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละขั้นตอนในการทดสอบ	97
ตารางที่ 4.42 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละขั้นตอนในการทดสอบ ในกรณีศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสทุกโหนดมีการหน่วงเวลาและศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้	97
ตารางที่ 4.43 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของเวลาเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทุกขั้นตอนระหว่างตารางที่ 4.41 กับตารางที่ 4.42	98
ตารางที่ 4.44 รายละเอียดเครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ทดสอบ	99
ตารางที่ 4.45 รายละเอียดการจำลองเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้ทดสอบ	100

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1	ตัวอย่างเอกสารเอกซ์เอ็มแอล
ภาพที่ 2.2	ตัวอย่างของดีทีดีจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอลในภาพที่ 2.1
ภาพที่ 2.3	ตัวอย่างของเอกซ์เอ็มแอลสก็มาจากเอกสารเอกซ์เอ็มแอลในภาพที่ 2.1
ภาพที่ 2.4	การระบุและแสดงผลของทรัพยากรของเรสต์เว็บเซอร์วิส
ภาพที่ 2.5	ภาพรวมสถาปัตยกรรมของโซฟเว็บเซอร์วิส
ภาพที่ 2.6	ภาพรวมของระบบบูรณาการข้อมูล
ภาพที่ 2.7	แนวทางการบูรณาการข้อมูลทั่วไปของสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละระดับ
ภาพที่ 2.8	ลำดับการทำงานของชุดคำสั่งในระบบแคส
ภาพที่ 2.9	แนวคิดในการบูรณาการข้อมูลของแคส
ภาพที่ 3.1	แนวคิดการพัฒนาาระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนโดยใช้เว็บเซอร์วิสและเพียร์-ทู-เพียร์
ภาพที่ 3.2	ภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน
ภาพที่ 3.3	ภาพรวมของสถาปัตยกรรมระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนในมุมมองการใช้งาน
ภาพที่ 3.4	เว็บเซอร์วิสของศูนย์กลางการค้นหาและการจัดการแหล่งข้อมูล
ภาพที่ 3.5	เว็บเซอร์วิสของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส
ภาพที่ 3.6	บริการของเว็บเซอร์วิสแหล่งบริการข้อมูลเสมือน
ภาพที่ 3.7	บริการของเว็บเซอร์วิสแหล่งบริการข้อมูล
ภาพที่ 3.8	บริการของเว็บเซอร์วิสรายละเอียดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส
ภาพที่ 3.9	บริการของเว็บเซอร์วิสปรับปรุงข้อมูลของแหล่งบริการข้อมูลเสมือน
ภาพที่ 3.10	บริการของเว็บเซอร์วิสบริการทะเบียน
ภาพที่ 3.11	กรอบการทำงานของศูนย์กลางการค้นหาและการจัดการแหล่งข้อมูล
ภาพที่ 3.12	กรอบการทำงานของแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส
ภาพที่ 3.13	กรอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์
ภาพที่ 3.14	ภาพรวมการทำงานของระบบบูรณาการของแหล่งข้อมูลเสมือน
ภาพที่ 3.15	การทำงานระหว่างศูนย์กลางการค้นหาและการจัดการแหล่งข้อมูล และโปรแกรมประยุกต์
ภาพที่ 3.16	การทำงานระหว่างศูนย์กลางการค้นหาและการจัดการแหล่งข้อมูลและแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส
ภาพที่ 3.17	การทำงานระหว่างศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส และโปรแกรมประยุกต์
ภาพที่ 3.18	แผนผังการทำงานของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสก่อนพร้อมให้บริการภายหลังจากการประกาศใช้บนเซิร์ฟเวอร์
ภาพที่ 3.19	การทำงานระหว่างศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสกับศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสโหนดอื่น
ภาพที่ 3.20	แผนผังการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.21 ลำดับการทำงานของโปรแกรมประยุกต์	47
ภาพที่ 3.22 ภาพรวมการใช้งานระบบบูรณาการของแหล่งข้อมูลเสมือน	48
ภาพที่ 3.23 ลำดับการใช้งานโดยค้นหาแหล่งข้อมูลจากระบบสิ่งมีชีวิต	49
ภาพที่ 3.24 ผังลำดับการใช้งานโดยค้นหาแหล่งข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีในระบบ	50
ภาพที่ 4.1 ภาพรวมของการทดสอบระบบโดยโปรแกรมประยุกต์	52
ภาพที่ 4.2 แผนผังการทำงานของโปรแกรมทดสอบ	53
ภาพที่ 4.3 ชุดคำสั่งสืบค้นข่าวที่ใช้ในโปรแกรมทดสอบ	55
ภาพที่ 4.4 การสืบค้นข้อมูลของชุดคำสั่งสืบค้นข่าว	56
ภาพที่ 4.5 ชุดคำสั่งสืบค้นกึ่งกลาดำที่ใช้ในโปรแกรมทดสอบ	57
ภาพที่ 4.6 การสืบค้นข้อมูลของชุดคำสั่งสืบค้นกึ่งกลาดำ	58
ภาพที่ 4.7 ชุดคำสั่งสืบค้นยีสต์ที่ใช้ในโปรแกรมทดสอบ	58
ภาพที่ 4.8 การสืบค้นข้อมูลของชุดคำสั่งสืบค้นยีสต์	59
ภาพที่ 4.9 การทำงานของโปรแกรมทดสอบ	61
ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงผลการทดสอบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ เมื่อมีการเพิ่มชุดข้อมูลสำเนาไว้ที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส	68
ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงผลการทดสอบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ เมื่อมีการเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสที่มีการหน่วงเวลา	70
ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงผลการทดสอบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ เมื่อมีการเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสที่ไม่มีการหน่วงเวลา	72
ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเวลาในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลของ การวัดประสิทธิภาพความเร็วการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในระบบ	73
ภาพที่ 4.14 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสทุกโหนดมีการหน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้	75
ภาพที่ 4.15 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่มีการหน่วงเวลา และศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้	79
ภาพที่ 4.16 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีที่ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสบางโหนดไม่สามารถให้บริการได้	81
ภาพที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเวลาในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลของ การวัดเสถียรภาพการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในระบบ	82
ภาพที่ 4.18 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในกรณีการวัดประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน ด้วยบัญชีผู้ใช้ทั่วไป	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.19 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบ ในการวัดประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน ด้วยบัญชีผู้ใช้บุตรชาย	87
ภาพที่ 4.20 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัดประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน ด้วยบัญชีผู้ใช้ชัชวาลน์	88
ภาพที่ 4.21 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัดประสิทธิภาพความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน	89
ภาพที่ 4.22 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน ด้วยบัญชีผู้ใช้ทั่วไป	91
ภาพที่ 4.23 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน ด้วยบัญชีผู้ใช้บุตรชาย	93
ภาพที่ 4.24 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน ด้วยบัญชีผู้ใช้ชัชวาลน์	94
ภาพที่ 4.25 กราฟเปรียบเทียบระหว่างระบบอ้างอิงและระบบทดสอบ ในการวัดเสถียรภาพของระบบในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน	96
ภาพที่ 4.26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเวลาในขั้นตอนการสืบค้นข้อมูลของการวัดประสิทธิภาพ และเสถียรภาพการเข้าถึงแหล่งข้อมูลตามสิทธิ์การใช้งาน	96
ภาพที่ 5.1 ส่วนประกอบของระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน	101
ภาพที่ 5.2 ส่วนติดต่อของแดสในโปรแกรมอะพอลโล	103
ภาพที่ 5.3 ผลลัพธ์ของการสืบค้นข้อมูลยีสต์บนโครโมโซมที่ 1 ด้วยแดส	103
ภาพที่ 5.4 ส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลกลางไบโอเทคในโปรแกรมอะพอลโล	104
ภาพที่ 5.5 ส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทคในโปรแกรมอะพอลโล แสดงรายละเอียดของแหล่งข้อมูล	105
ภาพที่ 5.6 ผลลัพธ์ของการสืบค้นข้อมูลยีสต์บนโครโมโซมที่ 1 ด้วยต้นแบบฐานข้อมูลกลางไบโอเทค	106
ภาพที่ 5.7 การเปรียบเทียบชุดข้อมูลที่ได้จากแดสและต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค	107
ภาพที่ 5.8 (ก) ภาพขยายผลลัพธ์จากส่วนติดต่อของแดส (ข) ภาพขยายผลลัพธ์จากส่วนติดต่อต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค	107