

บทที่ 5

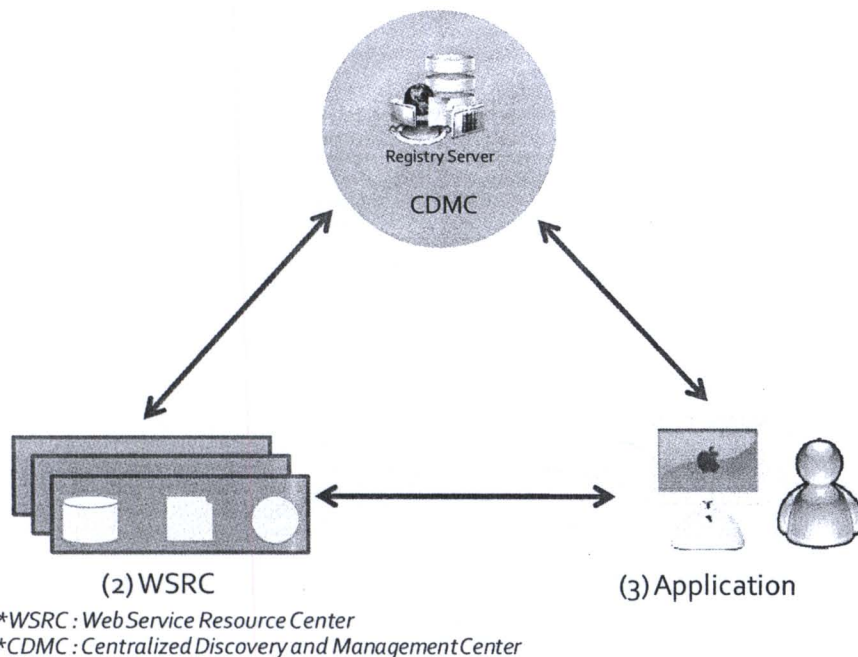
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะอธิบายการประยุกต์ใช้งานระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค โดยได้พัฒนาส่วนติดต่อต้นแบบสำหรับการนำไปใช้งาน โดยจะกล่าวถึงหัวข้อต่อไปนี้ การนำไปใช้งานร่วมกับโครงการฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค บทสรุป และข้อเสนอแนะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การนำไปใช้งานร่วมกับโครงการฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค

1.1 ความต้องการพื้นฐานของระบบบูรณาการของแหล่งข้อมูลเสมือน

ระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนพัฒนาด้วยภาษาจาวารุ่นที่ 1.6 และมีเว็บเซอร์วิสทำงานบนเซิร์ฟเวอร์กลาสฟิชรุ่นที่ 3 (Glassfish Version 3) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังแสดงในภาพที่ 5.1 คือ ศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูล (Centralized Discovery and Management Center) ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส (Web Service Resource Center) และโปรแกรมประยุกต์ (Application) โดยมีรายละเอียดความต้องการพื้นฐานดังนี้



ภาพที่ 5.1 ส่วนประกอบของระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน

1.1.1 ศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูล

เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลควรมี

รายละเอียดดังนี้

(1) ฐานข้อมูล สำหรับบันทึกแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส แหล่งข้อมูลต่าง ๆ และสิทธิการใช้งานของผู้ใช้ โดยระบบนี้ใช้ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอลรุ่นที่ 5 (MySQL Version 5) สำหรับเก็บข้อมูล

(2) เซิร์ฟเวอร์แกลสฟิช สำหรับใช้รันเว็บเซอร์วิสของศูนย์กลางการค้นหและจัดการแหล่งข้อมูล

(3) เว็บเซอร์วิสของศูนย์กลางการค้นหและจัดการแหล่งข้อมูล ที่อยู่ในบทที่ 3

(4) มีการติดตั้งภาษาจาวารุ่นที่ 1.6 ขึ้นไป

(5) ระบบปฏิบัติการ สามารถใช้ระบบปฏิบัติการใด ๆ ก็ได้

1.1.2 ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส

เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสควรมีรายละเอียดดังนี้

(1) แหล่งข้อมูล ซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล ไฟล์ข้อความ ไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล หรือรูปแบบอื่น ๆ ก็ได้

(2) เซิร์ฟเวอร์แกลสฟิช สำหรับใช้รันเว็บเซอร์วิสของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้เซิร์ฟเวอร์แกลสฟิชรุ่นที่ 3

(3) เว็บเซอร์วิสของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส ซึ่งอยู่ในบทที่ 3

(4) มีการติดตั้งภาษาจาวารุ่นที่ 1.6 ขึ้นไป

(5) ระบบปฏิบัติการ สามารถใช้ระบบปฏิบัติการใด ๆ ก็ได้

1.1.3 โปรแกรมประยุกต์

เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับรันโปรแกรมประยุกต์ควรมีรายละเอียดดังนี้

(1) มีการติดตั้งภาษาจาวารุ่นที่ 1.5 ขึ้นไป

(2) ติดตั้งโปรแกรมอะพอลโล่และส่วนติดต่อต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค

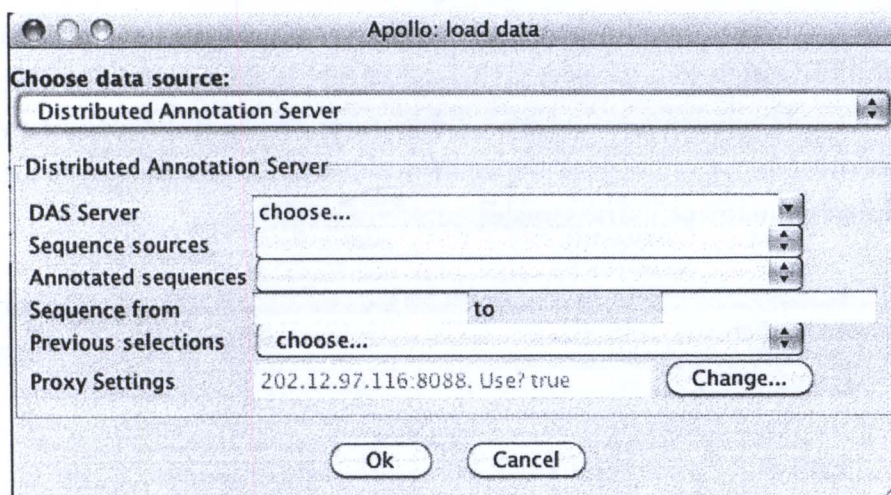
1.2 โปรแกรมประยุกต์สำหรับการใช้งานระบบบูรณาการของแหล่งข้อมูลเสมือน

โครงสร้างข้อมูลกลางในระบบบูรณาการของแหล่งข้อมูลเสมือนใช้โครงสร้างเหมือนแดต และข้อมูลที่ได้รับคามอนุเคราห์จากไบโอเทคอยู่ในรูปแบบของแดตแล้ว สามารถใช้ส่วนติดต่อของแดตที่มีอยู่ในโปรแกรมอะพอลโล่สืบค้นและแสดงผลข้อมูลให้กับผู้ใช้ได้ ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้พัฒนาส่วนติดต่อต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทคให้มีการสืบค้นข้อมูลจากระบบและแสดงผลลัพท์เหมือนกับส่วนติดต่อของแดตที่ใช้เป็นการแสดงผลเปรียบเทียบ โดยใช้การสืบค้นบนชุดข้อมูลยีสต์ในโครโมโซมที่ 1 บนช่วง 1 ถึง 2303 เนื่องจากช่วงนี้ประกอบด้วยชุดข้อมูล 2 ชุด

โดยมีรายละเอียดส่วนติดต่อของแดตในโปรแกรมอะพอลโล่ และส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค ดังนี้

1.2.1 ส่วนติดต่อของแดตในโปรแกรมอะพอลโล่

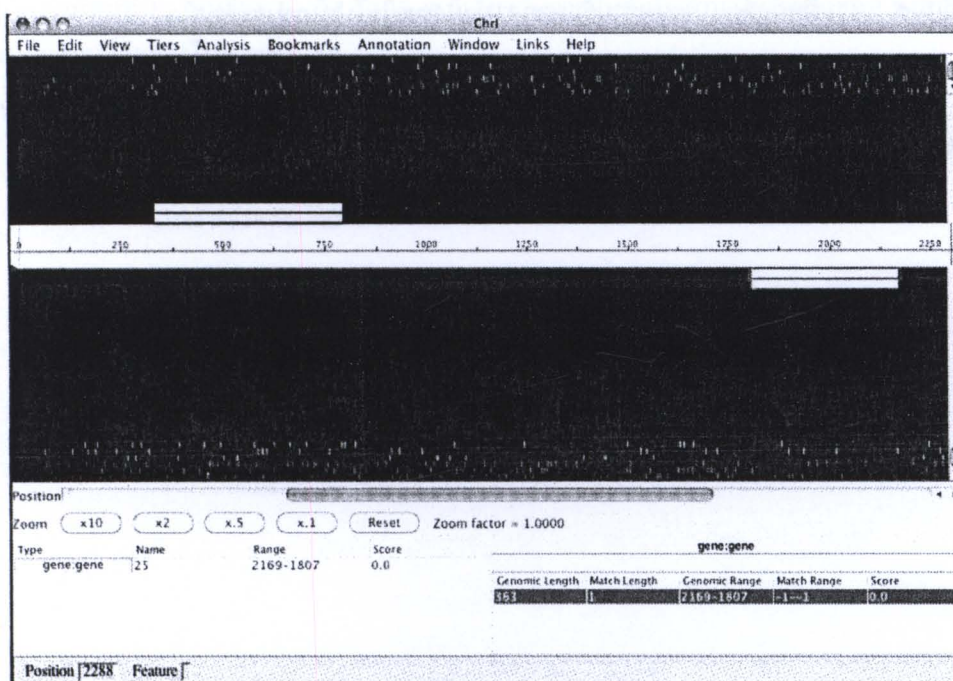
ส่วนติดต่อของแดตในโปรแกรมอะพอลโล่มีลำดับการสืบค้นเหมือนการใช้งานคำสั่งแดตในภาคผนวก ก ดังแสดงในภาพที่ 5.2



ภาพที่ 5.2 ส่วนติดต่อของแดสในโปรแกรมอะพอลโล

จากภาพที่ 5.2 การสืบค้นจะเริ่มจากการระบุเซิร์ฟเวอร์ของแดส (DAS Server) จากนั้นส่วนติดต่อจะไปค้นหาว่าบนเซิร์ฟเวอร์มีแหล่งข้อมูลอะไรบ้าง (Sequence sources) และหลังจากที่ผู้ใช้เลือกแหล่งข้อมูลที่ต้องการ ส่วนติดต่อจะค้นหาชุดข้อมูลที่ต้องการ (Annotated sequences) ซึ่งหลังจากนี้ผู้ใช้จะต้องระบุช่วงที่ต้องการสืบค้น

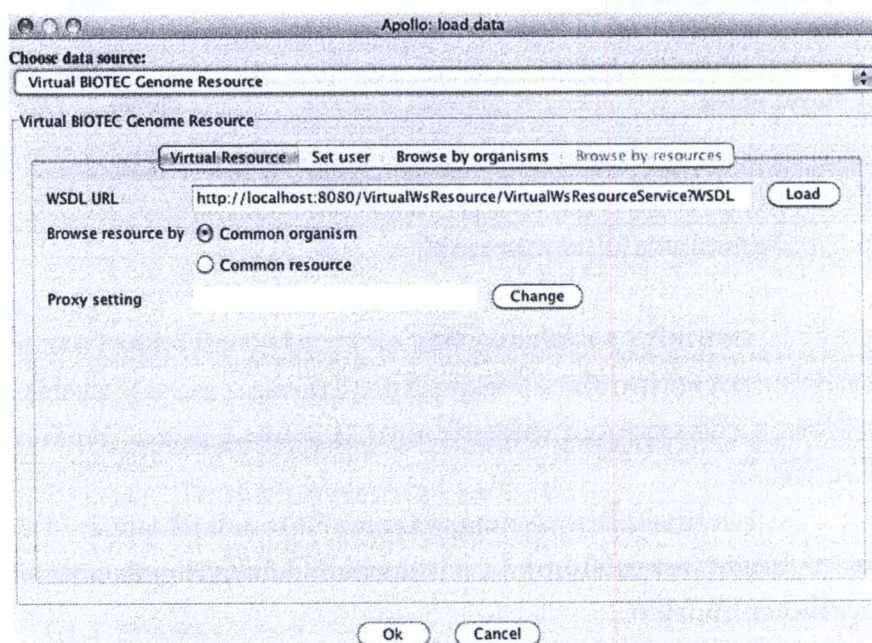
ในการสืบค้นนี้ใช้การสืบค้นบนชุดข้อมูลยีสต์ในโครโมโซมที่ 1 บนช่วง 1 ถึง 2303 ซึ่งได้ผลลัพธ์ที่แสดงบนโปรแกรมอะพอลโลในภาพที่ 5.3 โดยผลลัพธ์ที่ได้เก็บไว้เปรียบเทียบกับส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค



ภาพที่ 5.3 ผลลัพธ์ของการสืบค้นข้อมูลยีสต์บนโครโมโซมที่ 1 ด้วยแดส

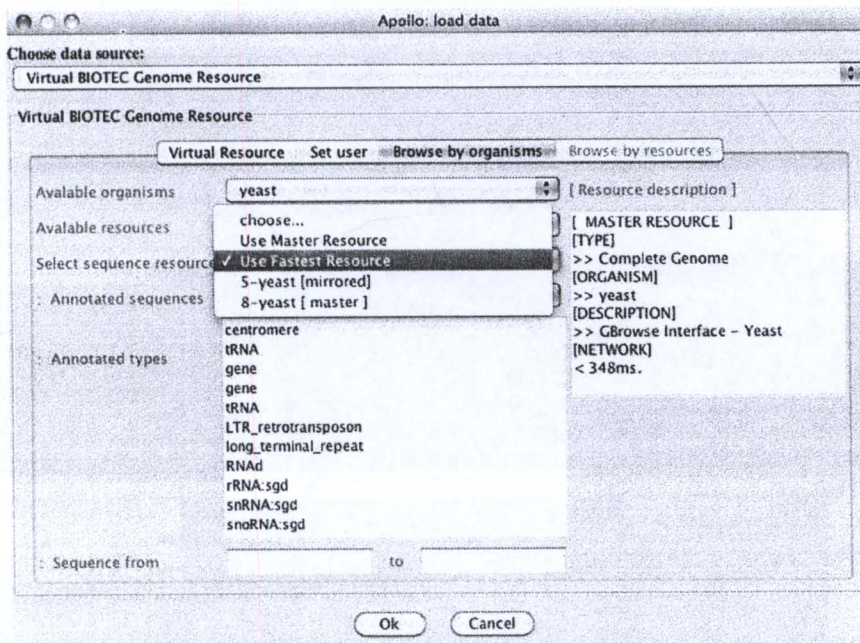
1.2.2 ส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค

วิทยานิพนธ์นี้ได้พัฒนาส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนได้ โดยได้ออกแบบลำดับการใช้งานโปรแกรมไว้ในบทที่ 3 และมีส่วนติดต่อดังแสดงในภาพที่ 5.4 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนติดต่อของแอส จะเปลี่ยนจากการติดต่อเซิร์ฟเวอร์ของแอส เป็นการติดต่อที่ศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลแทน และสามารถระบุบัญชีผู้ใช้เพื่อเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเฉพาะเจาะจงได้ในแทปตั้งค่าบัญชีผู้ใช้



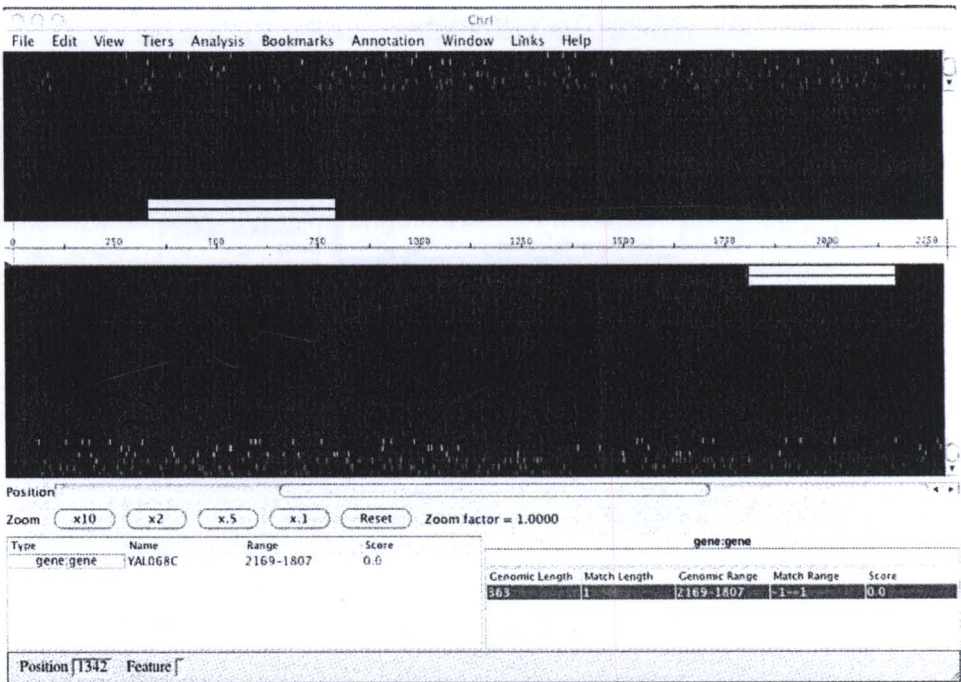
ภาพที่ 5.4 ส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลกลางไบโอเทคในโปรแกรมอะพอลโล

การสืบค้นข้อมูลจะเริ่มจากการโหลดเอกสารรายละเอียดในภาพที่ 5.4.4 โดยผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่า จะเลือกแหล่งข้อมูลที่ต้องการสืบค้นโดยระบบสิ่งมีชีวิตหรือแหล่งข้อมูลที่มีในระบบ



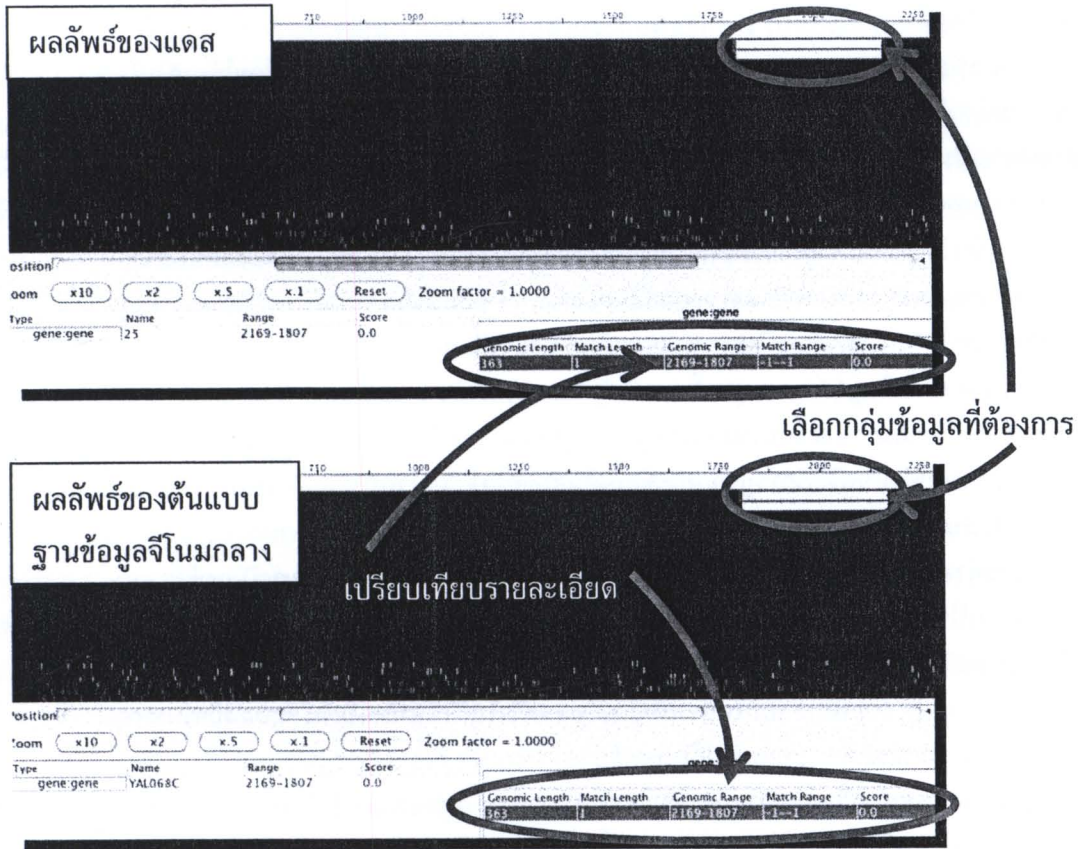
ภาพที่ 5.5 ส่วนติดต่อต้นแบบของฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทคโนโลยีโปรแกรมอะพอลโลแสดงรายละเอียดของแหล่งข้อมูล

หลังจากที่คลิกปุ่มโหลดในภาพที่ 5.4 ส่วนติดต่อจะเปิดแท็บที่ได้เลือกไว้ตั้งแต่ต้น ในกรณีนี้ได้เลือกสืบค้นจากระบบสิ่งมีชีวิตดังแสดงในภาพที่ 5.5 ซึ่งในส่วนนี้ผู้ใช้สามารถระบุได้ว่าจะเข้าถึงชุดข้อมูลยีสต์ด้วยวิธีการใด เช่น เข้าถึงข้อมูลต้นฉบับ เข้าถึงข้อมูลโดยเร็วที่สุด หรือเลือกแหล่งข้อมูลที่ต้องการเข้าถึงโดยตรง จากนั้นผู้ใช้จะต้องระบุช่วงข้อมูลที่ต้องการสืบค้น โดยในการสืบค้นนี้ใช้การสืบค้นบนชุดข้อมูลยีสต์ในโครโมโซมที่ 1 บนช่วง 1 ถึง 2303 เช่นเดียวกับการสืบค้นในส่วนติดต่อของแดส ซึ่งผลลัพธ์บนโปรแกรมอะพอลโลแสดงในภาพที่ 5.66



ภาพที่ 5.6 ผลลัพธ์ของการสืบค้นข้อมูลยีสต์บนโครโมโซมที่ 1 ด้วยต้นแบบฐานข้อมูลกลางไบโอเทค

จากการสืบค้นทั้งสองส่วนติดต่อที่กล่าวมานั้น ได้นำผลลัพธ์ที่แสดงในภาพที่ 5.3 ที่สืบค้นด้วยส่วนติดต่อของแดสเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่แสดงในภาพที่ 5.6 โดยการใช้การเลือกไปยังกลุ่มข้อมูลและดูผลลัพธ์เปรียบเทียบกัน พบว่าผลลัพธ์จากการแสดงผลบนโปรแกรมอะพอลโล่ของทั้งสองส่วนติดต่อ มีความคล้ายคลึงกันทั้งหมด ซึ่งในภาพที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบชุดข้อมูลที่แสดงผลบนโปรแกรมอะพอลโล่ที่ได้จากส่วนติดต่อของแดสและต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค



ภาพที่ 5.7 การเปรียบเทียบชุดข้อมูลที่ได้จากแคสและต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค

จากภาพที่ 5.7 ขยายส่วนที่เปรียบเทียบข้อมูลแสดงผลได้ดังภาพที่ 5.8

gene:gene				
Genomic Length	Match Length	Genomic Range	Match Range	Score
363	1	2169-1807	-1--1	0.0

(ก)

gene:gene				
Genomic Length	Match Length	Genomic Range	Match Range	Score
363	1	2169-1807	-1--1	0.0

(ข)

ภาพที่ 5.8 (ก) ภาพขยายผลลัพธ์จากส่วนติดต่อของแคส

(ข) ภาพขยายผลลัพธ์จากส่วนติดต่อต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค

จากภาพที่ 5.8 เมื่อเปรียบเทียบภาพขยายของผลลัพธ์จากส่วนติดต่อทั้งสอง พบว่าส่วนติดต่อต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค สามารถสืบค้นข้อมูลในระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนที่พัฒนาขึ้นได้เหมือนกับส่วนติดต่อของแคส

2. บทสรุป

การพัฒนากระบวนการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน เป็นการพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสเป็นส่วนติดต่อที่มีโครงสร้างเอกสารกลางในการบูรณาการข้อมูล และใช้หลักการของเพียร์-ทู-เพียร์แบบมีศูนย์กลางเป็นวิธีการจัดการระบบ เพื่อให้สามารถขยายระบบได้ง่าย มีเสถียรภาพในการเข้าถึงแหล่งข้อมูลในกรณีที่บางแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้ หรือในบางกรณีที่ศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูลไม่สามารถให้บริการได้ และผู้ใช้สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้เร็วขึ้น เพราะสามารถเลือกสืบค้นข้อมูลจากเพียร์โหนดที่มีข้อมูลและเข้าถึงได้เร็วที่สุด โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นในระบบยังคงมีความถูกต้องน่าเชื่อถือเมื่อได้ใช้ต้นแบบโปรแกรมประยุกต์ในการแสดงผลลัพธ์เปรียบเทียบ

โครงสร้างพื้นฐานระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนนี้ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ 1) ศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูล 2) ศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส และ 3) โปรแกรมประยุกต์ โดยให้กำหนดให้มีการบูรณาการข้อมูลในส่วนขอโปรแกรมประยุกต์ เพื่อให้ นักวิจัยหรือนักพัฒนาโปรแกรม สามารถนำไปประยุกต์เข้ากับความต้องการของตนเองได้

จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์นี้ คือการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานของระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทค ในการรวบรวมฐานข้อมูลจีโนมที่มีความเป็นอิสระต่อกัน ให้บริการในเครือข่ายที่มีการจราจรของข้อมูลแตกต่างกัน และสามารถกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึงฐานข้อมูลได้ โดยได้ทดสอบในประเด็นของ ความเร็วในการเข้าถึงแหล่งข้อมูล เสถียรภาพของระบบ สิทธิ์ในการเข้าถึงแหล่งข้อมูล และความถูกต้องของข้อมูล

จากการทดสอบและผลการทดสอบระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน โดยใช้ข้อมูลจีโนมของไบโอเทค และจีเบราร์ พิจารณาเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล พบว่าในกรณีมีการเพิ่มโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส และมีการสำเนาข้อมูลไปยังศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสตามโหนดต่าง ๆ จะทำให้ระบบมีเสถียรภาพมากขึ้น และถ้าแหล่งข้อมูลที่เพิ่มเข้ามามีความเร็วมากกว่าแหล่งข้อมูลเดิมที่มีอยู่ในระบบ จะทำให้เวลารวมของระบบเร็วขึ้น ซึ่งระบบยังคงมีเสถียรภาพที่สามารถให้บริการได้ในกรณีที่ศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูล หรือบางโหนดของศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสไม่สามารถให้บริการได้ โดยการแสดงผลลัพธ์ด้วยส่วนติดต่อต้นแบบฐานข้อมูลจีโนมกลางไบโอเทคสามารถแสดงผลข้อมูลได้ถูกต้อง และทุกกรณีให้ผลลัพธ์ตามสิทธิ์การเข้าถึงแหล่งข้อมูลในระดับที่น่าพอใจของชุดข้อมูลทดสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหา 3 ปัญหา ที่พบในงานวิจัยที่ใช้เว็บเซอร์วิสในการบูรณาการข้อมูลชีวสารสนเทศศาสตร์ ดังนี้

(1) การแก้ปัญหาของการใช้เอกสารดีทิตีในการอธิบายชนิดข้อมูล มีบางงานวิจัยใช้เอกสารดีทิตีในการนิยามความหมายของข้อมูลในงานชีวสารสนเทศศาสตร์ ซึ่งการอธิบายชนิดข้อมูลของงานวิจัยนี้ มีความกำกวม และไม่ชัดเจน ทำให้ผู้ที่นำเอกสารดีทิตีไปใช้งานต่อ ต้องไปตีความชนิดข้อมูลและเขียนโปรแกรมจัดการกับข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น เนื่องจากโครงการต่าง ๆ ที่เข้าร่วมกับงานวิจัยนี้มีการตีความชนิดข้อมูลจากเอกสารดีทิตีไม่เหมือนกัน ซึ่งการใช้เอกสารดีทิตีจะไม่สามารถนำไปใช้งานร่วมกับโปรแกรมประเภทสร้างขั้นตอนการทำงานโดยอัตโนมัติได้ทันที

วิทยานิพนธ์นี้จึงได้เสนอการใช้เอกสารอธิบายชนิดข้อมูลที่เรียกว่า “เอ็กซ์เอ็มแอลสกีมา” แทนการใช้ดีทิตี ซึ่งเอกสารนี้สามารถอธิบายข้อมูลได้ละเอียดกว่า อนุญาตให้ผู้สร้างชนิดข้อมูลเองได้ และเป็นที่ยอมรับใช้ในเว็บเซอร์วิสเพื่ออธิบายโครงสร้างบริการและชนิดข้อมูลในปัจจุบัน ในขณะที่เอกสารดีทิตีไม่อนุญาตให้ผู้สร้างชนิดข้อมูลใหม่ได้

(2) การแก้ปัญหาของการค้นหาเว็บเซอร์วิสด้วยระบบศูนย์กลาง เป็นปัญหาที่พบในงานวิจัยที่ใช้เว็บเซอร์วิสในงานชีวสารสนเทศศาสตร์ส่วนใหญ่ ที่มีระบบศูนย์กลางเพื่อค้นหาบริการหรือข้อมูลในระบบ เช่น การใช้ยูทิลิตี้ในการค้นหาเว็บเซอร์วิส ซึ่งการใช้ศูนย์กลางในการค้นหาอาจเกิดปัญหาความล้มเหลวที่จุดเดียวได้ (Single Point of Failure) และปัญหาการเข้าถึงที่จุดเดียวมากเกินไป (Bottleneck) คือ เซิร์ฟเวอร์ยูทิลิตี้ไม่สามารถให้บริการได้ ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถค้นหาเว็บเซอร์วิสที่ต้องการเพื่อเข้าใช้บริการหรือเข้าถึงข้อมูลได้

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอกระบวนการที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการใช้แนวคิดของเพียร์-ทู-เพียร์ช่วยในการกระจายข้อมูลโดยย่อ (Meta-data) ของระบบที่ใช้ในการค้นหาบริการหรือข้อมูลไปยังโหนดต่างๆ อย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาดังกล่าว ผู้ใช้จะสามารถค้นหาบริการหรือข้อมูลได้จากข้อมูลโดยย่อจากโหนดเหล่านั้นแทนศูนย์กลางที่ไม่สามารถให้บริการได้ในขณะนั้น ซึ่งการแก้ปัญหานี้จะช่วยทำให้ระบบมีเสถียรภาพในการให้บริการแก่ผู้ใช้

(3) ปัญหาของการจัดการในการเข้าถึงหรือใช้บริการเว็บเซอร์วิส เป็นปัญหาที่พบในงานวิจัยที่ใช้เว็บเซอร์วิสในงานชีวสารสนเทศศาสตร์ส่วนใหญ่ ที่มีระบบให้บริการและค้นหาข้อมูล ซึ่งในระบบนั้นอาจจะมีบริการหรือแหล่งข้อมูลให้บริการซ้ำกันอยู่ แต่ยังไม่มียานวิจัยใดที่นำเสนอเรื่องการจัดการและแนะนำผู้ใช้เพื่อให้ใช้บริการหรือเข้าถึงแหล่งข้อมูลจากผลลัพธ์การค้นหาให้รวดเร็วที่สุด

การแก้ปัญหานี้ วิทยานิพนธ์ได้นำเสนอกระบวนการตัดสินใจ เพื่อแนะนำเว็บเซอร์วิสที่มีอยู่ซ้ำกันให้ผู้ใช้ได้พิจารณาก่อนตัดสินใจเข้าถึงหรือใช้บริการเว็บเซอร์วิสนั้นๆ

อย่างไรก็ตาม ระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือนยังมีข้อจำกัดในการใช้งานคือ

- ระบบยังไม่มีการแจ้งสถานะว่าศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสโหนดใดที่ไม่สามารถให้บริการได้ ซึ่งต้องเป็นหน้าที่ของโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องตรวจสอบเองว่าศูนย์กลางแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสแหล่งใดไม่สามารถเข้าถึงได้

- การสืบค้นข้อมูลอ้างอิงการใช้งานตามระบบแคสமாகเกินไป ทำให้เสียเวลาในบางส่วนที่ไม่จำเป็น

- ในการสืบค้นข้อมูลที่มีผลลัพธ์ขนาดใหญ่ตั้งแต่ 10 เมกกะไบต์ขึ้นไป อาจจะทำให้การรอข้อมูลนานจนทำให้โปรแกรมไม่ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการได้ เพราะระบบใช้เว็บเซอร์วิสที่ทำงานแบบประสานเวลา (Synchronous Web Service) ซึ่งหากโปรแกรมรอผลลัพธ์เกินกว่าเวลาที่เซิร์ฟเวอร์กำหนดไว้ ก็จะถูกตัดการเชื่อมต่ออัตโนมัติ ทำให้ไม่ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ

- เนื่องจากระบบออกแบบโดยใช้สถาปัตยกรรมโซฟเว็บเซอร์วิส ดังนั้นจึงให้บริการสืบค้นผ่านเว็บเซอร์วิสที่ใช้โซฟเท่านั้น ยังไม่สามารถสืบค้นผ่านยูอาร์แอลเหมือนระบบแคส แต่โดยทั่วไปนักวิจัยจะสืบค้นข้อมูลผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้หรือส่วนของโปรแกรมประยุกต์

โดยสรุป ระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามการทดสอบ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานทางชีวสารสนเทศศาสตร์ด้านอื่นๆ ต่อไปได้ เช่น การเปรียบเทียบจีโนม หรือการนำไปเชื่อมต่อกับโปรแกรมประเภทสร้างการทำงาน (Workflow Application) เป็นต้น

3. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานระบบบูรณาการข้อมูลของแหล่งข้อมูลเสมือน ยังมีข้อบกพร่อง และข้อจำกัดในการใช้งาน ซึ่งสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นและลดข้อจำกัดต่างๆ เช่น

- เพิ่มการแจ้งสถานะการทำงานของแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส เพื่อไม่ให้โปรแกรมประยุกต์รับภาระมากเกินไป
- ลดส่วนเกินในการค้นหาของระบบแสดงผล เพื่อกระชับเวลาในการติดต่อกับศูนย์กลางการค้นหาและจัดการแหล่งข้อมูล และแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิส
- เพิ่มการกระจายชุดคำสั่งสืบค้นในกรณีที่สืบค้นข้อมูลขนาดใหญ่ ไปยังแหล่งบริการข้อมูลเว็บเซอร์วิสโหนดอื่นๆ แล้วนำมารวมกันที่โปรแกรมประยุกต์
- เพิ่มส่วนให้ระบบสามารถใช้งานร่วมกันระบบเดสได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

เนื่องจากระบบที่พัฒนาเกี่ยวข้องกับข้อมูลทางชีวสารสนเทศศาสตร์ ในการพัฒนาส่วนประกอบเพิ่มเติมในระบบ ควรปรึกษาผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในระบบและข้อมูลทางชีวสารสนเทศศาสตร์ควบคู่ไปด้วย