

การรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุโดยการสร้างออนโทโลยีรวมจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส
และการกำกับลงบนแบบจำลอง



นางสาว มนชยา ชมธวัช

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INTEGRATING OBJECT-ORIENTED DATA MODELS BY CONSTRUCTING AN INTEGRATED
ONTOLOGY FROM AN ANALYSIS OF CLASS RELATIONSHIPS
AND ANNOTATING ONTO THE MODELS

Miss Manachaya Jamadhvaja

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Computer Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University


Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

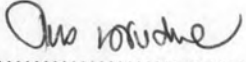
490540

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุโดยการสร้างออนโทโลยีรวม
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส
และการกำกับลงบนแบบจำลอง
โดย นางสาว มนัชยา ชมธวัช
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

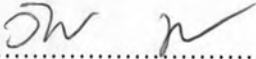

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ยรรยง เต็งอำนวย)

..... ทวิติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)


..... กรรมการ
(อาจารย์ จารุมาต ปันทอง)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชูติมาสกุล)

มนัชยา ชมธวัช : การรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุโดยการสร้างออนโทโลยีรวมจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสและการกำกับลงบนแบบจำลอง. (INTEGRATING OBJECT-ORIENTED DATA MODELS BY CONSTRUCTING AN INTEGRATED ONTOLOGY FROM AN ANALYSIS OF CLASS RELATIONSHIPS AND ANNOTATING ONTO THE MODELS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ทวิติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา, 198 หน้า.

การรวมแบบจำลองข้อมูลเป็นวิธีการอันมีประสิทธิภาพวิธีการหนึ่งที่จะทำให้สามารถใช้งานข้อมูลซึ่งถูกจัดเก็บไว้ในแหล่งข้อมูลต่างแหล่งกันรวมกันได้ ด้วยวิธีการนี้ผู้ใช้จะสามารถเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดได้ในคราวเดียวกันโดยอาศัยการติดต่อที่จุดเดียว อย่างไรก็ตาม ความต่างแบบของข้อมูลที่น่ามารวมทำให้ผู้รวมจะต้องคำนึงถึงความถูกต้องและความต้องการของข้อมูล ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการแก้ปัญหาความขัดแย้งของความต่างแบบระหว่างแบบจำลองก็คือความหมายที่ครบถ้วนของข้อมูลที่ได้รับการแสดงไว้ในแบบจำลอง เนื่องจากแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุแสดงไว้เฉพาะความหมายของข้อมูลในเชิงโครงสร้าง (เช่น คลาส แอททริบิวต์และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส) การจะแสดงความหมายอื่นเพิ่มเติม (เช่น ค่าข้อมูล หน่วยข้อมูล รวมถึงคำที่มีความหมายเหมือนกันและคำที่เป็นคำลูกกลุ่มกัน) จำเป็นต้องอาศัยวิธีการอื่นดังเช่น การอธิบายแบบจำลองข้อมูลด้วยออนโทโลยี

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอแนวคิดใหม่ในการนำออนโทโลยีมาใช้รวมแบบจำลองข้อมูลเรียกว่า "แนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลยี" ซึ่งเป็นวิธีการในการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุสองชุดเข้าด้วยกันโดยอาศัยการวิเคราะห์จากออนโทโลยีที่แสดงแทนแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุด ภายในงานวิจัยได้กำหนดให้นำออนโทโลยีมาใช้อธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละแบบจำลองข้อมูล จากนั้นออนโทโลยีจะถูกนำไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบว่ามีความคล้ายคลึงหรือแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด แล้วนำผลที่ได้มาสร้างเป็นออนโทโลยีรวม เพื่อจะนำมาใช้ในการสอบถามข้อมูลในระบบสารสนเทศรวม

งานวิจัยนี้ตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า หากนำแบบจำลองข้อมูลที่ได้รับการอธิบายและแสดงแทนความหมายในรูปแบบที่เหมาะสมและเพียงพอ มารวมเข้าด้วยกันโดยใช้ขั้นตอนวิธีที่เหมาะสม จะทำให้ได้ระบบสารสนเทศรวมที่ถูกต้องและครบถ้วน

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต..... มนัชยา ชมธวัช
สาขาวิชา...วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา...ทวิติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา
ปีการศึกษา....2549.....

4670439021 : MAJOR COMPUTER ENGINEERING

KEY WORD: ONTOLOGY / ONTOLOGY INTEGRATION / DATA MODEL INTEGRATION / OBJECT-ORIENTED DATA MODEL

MANACHAYA JAMADHVAJA : INTEGRATING OBJECT-ORIENTED DATA MODELS BY CONSTRUCTING AN INTEGRATED ONTOLOGY FROM AN ANALYSIS OF CLASS RELATIONSHIPS AND ANNOTATING ONTO THE MODELS.
 THESIS ADVISOR : ASST. PROF. TWITTIE SENIVONGSE, Ph.D., 198 pp.

Data model integration is an effective method to interoperate data that reside in different sources for the purpose of providing users with a single point of access to those data. Due to data heterogeneity, data correctness and consistency are significant for integration. Richer semantics of data is a major factor in resolving conflicts among heterogeneous data models. As object-oriented data model represents only schema-based semantics of data (e.g. classes, attributes, and class relationships), an alternative method such as ontology is useful for representing additional semantics (e.g. data values, data units, and synonym and hypernym lists).

This thesis proposes a new approach to an ontology-based integration of data models, called "Integrated Multiple Ontology approach", which provides a method for integrating two object-oriented data models by using an analysis of their ontologies. In this work, ontology will be used to describe semantics of data in each data model. Then the ontologies are analysed and compared to determine their similarities and differences. The result of the comparison is used to devise an integrated ontology that will enable querying on the integrated information.

This work is based on an assumption that the combination of a good knowledge representation that describes adequate semantics of the data model and a suitable integration algorithm leads to the correct and consistent integrated information system.

Department.....Computer Engineering..... Student's signature *Manachaya Jamadhva*.....
 Field of study.....Computer Engineering..... Advisor's signature *Twittie Senivongse*.....
 Academic year.....2006.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยคำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวิติย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งคอยชี้แนะแนวทาง ตอบคำถามและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ยรรยง เต็งอำนาจ อาจารย์จรูมาตโร ปิ่นทอง และรองศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชูติมาสกุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งช่วยให้แง่คิดในมุมมองที่หลากหลาย และเพิ่มประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับงานวิจัย ทั้งในระหว่างการสอบโครงร่างและในช่วงการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้อง สมาชิกห้องปฏิบัติการวิศวกรรมระบบสารสนเทศ และในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งนางสาวเนตรนภา สีหารี นางสาวรัศมีทิพย์ วิดา นายกิตติพันธ์ เจียมณภานนท์ นางสาวภัทราภรณ์ อริยปริชากุล และนายจักกนาท วิวัฒน์วารสิน ซึ่งคอยให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในด้านต่างๆ อยู่เสมอ ทำให้การทำงานวิจัยเป็นไปอย่างราบรื่น

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณคุณแม่และคุณพ่อสำหรับความรัก ความเชื่อมั่น โอกาส และการสนับสนุนที่มีให้กับลูกคนนี้อยู่เสมอ ขอขอบคุณพี่และน้องหนุ่มสำหรับกำลังใจและความห่วงใยในหลายต่อหลายครั้ง และขอบคุณดีสำหรับความอดทนต่อเรื่องไม่เป็นเรื่อง และกำลังใจอย่างมากมายเมื่อเกิดปัญหาตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา

หากขาดใครคนใดคนหนึ่งไป วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จสมบูรณ์ได้ถึงขนาดนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ

บทที่

1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	7
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์.....	8
1.7 ผลงานที่ตีพิมพ์จากการวิจัย.....	9
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1.1 ออนโทโลยี.....	10
2.1.2 อาร์ดีเอฟ.....	11
2.1.3 อาวล์.....	11
2.1.4 การอนุมาน.....	14
2.1.5 เมตาโมเดลของนิยามของออนโทโลยี.....	14
2.1.6 โพรเทเจ.....	16
2.1.7 จีนา.....	17
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
2.2.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ.....	18
2.2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการนำออนโทโลยีมาใช้ในการรวมแบบจำลองข้อมูล.....	20
2.2.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการรวมออนโทโลยี.....	24

บทที่	หน้า
3 การสร้างออนโทโลยีเพื่ออธิบายและเพิ่มความหมายให้กับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ.....	28
3.1 อับเปอร์ออนโทโลยี.....	28
3.2 การนำอับเปอร์ออนโทโลยีมาใช้สร้างออนโทโลยีเพื่ออธิบายและเพิ่มความหมายให้กับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ.....	31
3.2.1 ส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลยีเพื่ออธิบายความหมายที่ปรากฏในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ.....	31
3.2.2 ส่วนการเพิ่มเติมความหมายของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุลงในออนโทโลยีที่สร้างไว้...32	32
3.3 การสร้างออนโทโลยีที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลยี.....	31
4 การเปรียบเทียบและการรวมออนโทโลยี.....	41
4.1 การเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยี.....	41
4.1.1 การเปรียบเทียบความหมาย.....	41
4.1.2 การเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์.....	44
4.1.3 การเปรียบเทียบคลาสของคลาส.....	52
4.2 การรวมโลคัลออนโทโลยี.....	54
4.2.1 การรวมความหมาย.....	54
4.2.2 การรวมคลาสของแอททริบิวต์.....	56
4.2.3 การรวมคลาสของคลาส.....	59
4.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบและการรวมโลคัลออนโทโลยี.....	76
4.3.1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยี.....	76
4.3.2 ตัวอย่างการรวมโลคัลออนโทโลยี.....	79
5 เฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลยี.....	81
5.1 แนวคิดในการออกแบบเฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลยี... 81	81
5.2 เฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลยีตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลยี.....	84
5.2.1 ส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลยี.....	84
5.2.2 ส่วนการสร้างออนโทโลยีรวม.....	95
5.2.3 ส่วนการสร้างแมปปีงระหว่างออนโทโลยีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ.....	110
5.3 แผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านการทำงานของเฟรมเวิร์ค.....	113
6 การทดสอบการทำงานเพื่อประเมินความสามารถของเฟรมเวิร์ค.....	117
6.1 การทดสอบผลการสร้างออนโทโลยีรวม.....	117

บทที่	หน้า
6.1.1 การทดสอบผลการสร้างออนโทโลยีรวมด้วยแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุจากงานวิจัย...	118
6.1.2 การทดสอบผลการสร้างออนโทโลยีรวมด้วยแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่ประยุกต์จากแบบจำลองข้อมูลที่ออกแบบเพื่อใช้งานจริง.....	120
6.2 การทดสอบความถูกต้องในการสอบถามข้อมูลผ่านระบบการรวม.....	122
6.2.1 การทดสอบความถูกต้องในการสอบถามข้อมูลผ่านระบบการรวมโดยใช้ออนโทโลยีรวมที่ไม่ผ่านการอนุมาน.....	123
6.2.2 การทดสอบความถูกต้องในการสอบถามข้อมูลผ่านระบบการรวมโดยใช้ออนโทโลยีรวมที่ผ่านการอนุมานแล้ว.....	128
7 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	132
7.1 สรุปผลการวิจัย.....	132
7.1.1 แนวคิดในการนำออนโทโลยีมาใช้ในการรวมข้อมูลแบบรวมหลายออนโทโลยี.....	133
7.1.2 ขั้นตอนวิธีการรวมออนโทโลยีโดยการสร้างออนโทโลยีรวมจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส.....	134
7.1.3 การอธิบายแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลยี.....	135
7.1.4 การกำกับออนโทโลยีรวมลงบนแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุเพื่อใช้ในการสอบถามข้อมูล.....	136
7.1.5 การเปรียบเทียบระหว่างแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลยีกับแนวคิดอื่นที่มีอยู่เดิม...	138
7.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัย.....	140
7.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการทำวิจัยในอนาคต.....	141
รายการอ้างอิง.....	143
ภาคผนวก.....	148
ภาคผนวก ก ตัวอย่างการรวมแบบจำลองข้อมูลคู่ที่ 1.....	149
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการรวมแบบจำลองข้อมูลคู่ที่ 2.....	166
ภาคผนวก ค ผลงานที่ตีพิมพ์จากการวิจัย.....	183
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	198

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 4.1 ค่าความสัมพันธ์ r จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของชื่อความหมาย.....	42
ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของความหมายของ T1 และ T2.....	43
ตารางที่ 4.3 ค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์.....	46
ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 และ C2.....	49
ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคลาสของคลาสแต่ละคู่ พิจารณาจากความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของคลาสร่วมกับความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส.....	53
ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบคลาสของคลาสมายในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และ 2.....	79
ตารางที่ 7.1 การเปรียบเทียบระหว่างแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลยีกับแนวคิดอื่นที่มีอยู่เดิม.....	139

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 แนวคิดในการนำออนโทโลยีมาใช้ในการรวมข้อมูล.....	3
รูปที่ 1.2 แนวคิดในการนำออนโทโลยีมาใช้ในการรวมข้อมูลแบบรวมหลายออนโทโลยี.....	4
รูปที่ 2.1 อาร์ดีเอฟกราฟ.....	11
รูปที่ 2.2 การเขียนแทนออนโทโลยีในรูปของอาร์ดีเอฟกราฟ.....	12
รูปที่ 2.3 การเขียนแทนออนโทโลยีในรูปของอาร์ดีเอฟทริปเปิล.....	12
รูปที่ 2.4 การเขียนแทนออนโทโลยีในรูปของอาร์ดีเอฟ/ เอ็กซ์เอ็มแอล.....	12
รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการแปลงแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ (ก) เป็นออนโทโลยีในรูปของอาร์ดีเอฟกราฟ (ข).....	15
รูปที่ 2.6 ลักษณะของคลาสแบบ Primitive และคลาสแบบ Defined ที่สร้างจากพรอเทจ-อวาล์.....	16
รูปที่ 2.7 หน้าจอการทำงานของโปรแกรมพรอเทจ-อวาล์.....	17
รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการแมปจากลำดับชั้นข้อมูลไปยังโกลบอลออนโทโลยี.....	21
รูปที่ 2.9 องค์ประกอบของระบบตามงานวิจัย OBSERVER.....	22
รูปที่ 2.10 องค์ประกอบของเฟรมเวิร์คของงานวิจัย COIN.....	23
รูปที่ 2.11 ขั้นตอนการทำงานเพื่อสร้างออนโทโลยีรวมของงานวิจัย FCA-MERGE.....	26
รูปที่ 2.12 วิธีการรวมออนโทโลยีที่ใช้งานในแนวคิดเกี่ยวกับการรวมออนโทโลยี.....	27
รูปที่ 3.1 อับเปอร์ออนโทโลยี.....	29
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการนำอับเปอร์ออนโทโลยีมาใช้อธิบายยูเอ็มแอลของคลาสโดอะแกรมในรูปของออนโทโลยี.....	32
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการนำอับเปอร์ออนโทโลยีมาใช้ในการเพิ่มความหมายให้กับคลาสของคลาสและคลาสของแอททริบิวต์ในโลคัลออนโทโลยี.....	34
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ 2 ชุดที่ต้องการนำมารวมกัน.....	34
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างโลคัลออนโทโลยีสำหรับอธิบายแบบจำลองข้อมูลชุดที่ 1 (รูปที่ 3.4(ก)).....	35
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างโลคัลออนโทโลยีสำหรับอธิบายแบบจำลองข้อมูลชุดที่ 2 (รูปที่ 3.4(ข)).....	36
รูปที่ 3.7 การระบุค่าที่มีความหมายเหมือนกันและค่าที่เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันระหว่างแบบจำลองข้อมูลสองชุดในรูปที่ 3.4.....	39
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแมปปีงแสดงการระบุค่าที่มีความหมายเหมือนกันและค่าที่เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันระหว่างโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดจากรูปที่ 3.5 และ 3.6.....	40
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความหมายระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2.....	44
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์เพื่อหาระดับความสัมพันธ์.....	46

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์ระหว่างชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2.....	51
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างคลาสของคลาสและคลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาส C1 และ C2....	55
รูปที่ 4.5 รูปแบบในการรวมคลาสของความหมายเมื่อพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C1 และคลาสของคลาส C2.....	56
รูปที่ 4.6 ขั้นตอนโดยรวมในการรวมคลาส.....	60
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน.....	62
รูปที่ 4.8 การกำจัดเส้นทางการสืบทอดระหว่างคลาสของคลาสที่ซ้ำซ้อน.....	62
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส/ สับคลาส.....	63
รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้อง.....	64
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C3 ที่เกิดจากการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้องและ C4 ที่เป็นซูเปอร์คลาสของคลาสเดิม.....	65
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 เมื่อคลาสของคลาส C2 ถูกกำหนดให้เป็นชนิดข้อมูลของบางคลาสของแอททริบิวต์ในคลาสของคลาส C3.....	66
รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 โดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์.....	68
รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์และคลาสของคลาส.....	69
รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขที่ 1.....	70
รูปที่ 4.16 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขที่ 2.....	71
รูปที่ 4.17 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขที่ 3.....	71
รูปที่ 4.18 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขที่ 4.....	72
รูปที่ 4.19 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขที่ 1.....	73
รูปที่ 4.20 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขที่ 2.....	80

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.21 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่าเป็นค่าลูก กลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขกรณีที่ 3.....	74
รูปที่ 4.22 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่าเป็นค่าลูก กลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขกรณีที่ 4.....	74
รูปที่ 4.23 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 หลังจากพิจารณาตามขั้นตอนการรวมคลาส ของคลาสครบทุกขั้นตอน.....	75
รูปที่ 4.24 ออนโทโลยีรวมที่ได้จากการรวมโลคัลออนโทโลยีที่ 1 ในรูปที่ 3.5 และโลคัลออนโทโลยีที่ 2 ในรูปที่ 3.6.....	77
รูปที่ 5.1 เฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลยีตามแนวคิดแบบรวมหลาย ออนโทโลยี.....	83
รูปที่ 5.2 อับเปอร์ออนโทโลยีในรูปของอาร์ดีเอฟ/ เอ็กซ์เอ็มแอล.....	85
รูปที่ 5.3 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อกำหนดดีฟอลต์เนมสเปซและนำเข้าอับเปอร์ออนโทโลยี.....	87
รูปที่ 5.4 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างคลาสภายในโลคัลออนโทโลยี.....	88
รูปที่ 5.5 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างคลาสต่างๆ ลงในโลคัลออนโทโลยี.....	88
รูปที่ 5.6 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างพรอพเพอร์ตี้ภายในโลคัลออนโทโลยี.....	90
รูปที่ 5.7 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างพรอพเพอร์ตี้ต่างๆ ลงในโลคัลออนโทโลยี.....	91
รูปที่ 5.8 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อเก็บบันทึกไฟล์โลคัลออนโทโลยีแต่ละชุด.....	92
รูปที่ 5.9 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อกำหนดดีฟอลต์เนมสเปซและนำเข้าโลคัลออนโทโลยี.....	93
รูปที่ 5.10 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อระบุว่าเป็นค่าที่มีความหมายเหมือนกันระหว่างโลคัลออนโทโลยี	93
รูปที่ 5.11 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อระบุว่าเป็นค่าที่เป็นค่าลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันระหว่างโลคัล ออนโทโลยี.....	94
รูปที่ 5.12 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการรวมออนโทโลยี.....	96
รูปที่ 5.13 หน้าจอการทำงานของโปรแกรมการรวมออนโทโลยี.....	97
รูปที่ 5.14 หน้าต่างสำหรับเลือกไฟล์โลคัลออนโทโลยีและออนโทโลยีความหมายของโปรแกรมการรวม ออนโทโลยี.....	97
รูปที่ 5.15 หน้าจอโปรแกรมการรวมออนโทโลยีเมื่อระบุไฟล์ออนโทโลยีทั้งสามไฟล์ก่อนดำเนินการ เปรียบเทียบและรวมออนโทโลยี.....	98
รูปที่ 5.16 หน้าจอโปรแกรมการรวมออนโทโลยีแสดงผลลัพธ์เมื่อไฟล์ออนโทโลยีทั้งสามได้รับการป้อน เข้าสู่โปรแกรม.....	98

รูปที่	หน้า
รูปที่ 5.17 หน้าจอโปรแกรมการรวมออนโทโลยีแสดงผลลัพธ์หลังการรวมออนโทโลยีเสร็จสิ้น.....	99
รูปที่ 5.18 บางส่วนของออนโทโลยีรวมเบื้องต้นจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntology.owl.....	99
รูปที่ 5.19 บางส่วนของผลการรวมออนโทโลยีจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntology.txt.....	104
รูปที่ 5.20 หน้าจอโปรแกรมโปรแกรมเพื่อกำหนดเงื่อนไขจำเอนให้กับคลาส.....	107
รูปที่ 5.21 หน้าจอโปรแกรมโปรแกรมเพื่อกำหนดเงื่อนไขจำเอนและเพียงพอให้กับคลาส.....	107
รูปที่ 5.22 หน้าจอโปรแกรมโปรแกรมหลังจากการอนุมานออนโทโลยีรวม.....	108
รูปที่ 5.23 บางส่วนของออนโทโลยีรวมจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Children และคลาสของคลาส Baby ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และ 2 หลังการกำหนดเงื่อนไขและการอนุมาน.....	108
รูปที่ 5.24 ตัวอย่างฟังก์ชันการแปลงค่าจาก "F" เป็น "female" และ "M" เป็น "male".....	111
รูปที่ 5.25 ตัวอย่างฟังก์ชันการแปลงค่าข้อมูลจากหน่วยเซนติเมตรเป็นหน่วยเมตร.....	111
รูปที่ 5.26 ตัวอย่างวิว Student ที่กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่หนึ่ง.....	113
รูปที่ 5.27 ตัวอย่างวิว Student ที่กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่สอง.....	113
รูปที่ 5.28 ตัวอย่างวิว Baby แบบมีเงื่อนไขในข้อคำถามที่กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่หนึ่ง...	113
รูปที่ 5.29 การทำงานของแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านการทำงานของเฟรมเวิร์ค.....	114
รูปที่ 5.30 หน้าจอการระบุข้อคำถามของแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านออนโทโลยีรวม.....	114
รูปที่ 5.31 ตัวอย่างการระบุข้อคำถามลงในแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านออนโทโลยีรวม.....	115
รูปที่ 5.32 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการสอบถามข้อมูลผ่านแผ่นแบบการสอบถามในรูปแบบที่ 5.31.....	116
รูปที่ 6.1 ผลการทดสอบการสอบถามข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูลชุดที่หนึ่ง.....	124
รูปที่ 6.2 ผลการทดสอบการสอบถามข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูลชุดที่สอง.....	125
รูปที่ 6.3 ผลการทดสอบการสอบถามข้อมูลผ่านแผ่นแบบการสอบถามข้อมูล.....	126
รูปที่ 6.4 ผลการทดสอบการสอบถามข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูลชุดที่หนึ่ง.....	130
รูปที่ 6.5 ผลการทดสอบการสอบถามข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูลชุดที่สอง.....	130
รูปที่ 6.6 ผลการทดสอบการสอบถามข้อมูลผ่านแผ่นแบบการสอบถามข้อมูล.....	130