

บทที่ 4

การเปรียบเทียบและการรวมออนโทโลยี

ขั้นตอนวิธีในการสร้างออนโทโลยีรวมเพื่อนำมาใช้ในการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้ ได้รับการออกแบบเพื่อรองรับการรวมโลคัลออนโทโลยีสองชุดที่อธิบายแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่สร้างขึ้นผ่านอ็อบเจกต์ออนโทโลยีตามที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 โดยเน้นการพิจารณาจากความสัมพันธ์ในเชิงความหมายหรือโครงสร้างที่บ่งบอกความหมาย การทำงานจะแบ่งเป็นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเปรียบเทียบออนโทโลยี ซึ่งจะตรวจสอบว่าโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดมีระดับความสัมพันธ์กันอย่างไร หรือเรียกได้ว่าเป็นขั้นตอนการแมปออนโทโลยีในหัวข้อที่ 4.1 และขั้นตอนการรวมออนโทโลยี ซึ่งจะนำค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบออนโทโลยีมาวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นออนโทโลยีรวม หรือเรียกได้ว่าเป็นขั้นตอนการผนวกออนโทโลยีในหัวข้อที่ 4.2 ส่วนหัวข้อที่ 4.3 จะแสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบและการรวมโลคัลออนโทโลยีตามขั้นตอนวิธีที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้

4.1 การเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยี

การเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยีทำได้โดยการแยกเปรียบเทียบส่วนประกอบต่างๆ ภายในโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดทีละคู่เพื่อหาระดับความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละส่วนของออนโทโลยี โดยประยุกต์จากวิธีการเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลในงานวิจัย [20] ซึ่งระดับความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยีนี้จะถูกนำมาพิจารณาเพื่อตัดสินใจรวมออนโทโลยีตามหัวข้อที่ 4.2 วิธีการเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยีในหัวข้อนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย แบ่งตามส่วนประกอบภายในโลคัลออนโทโลยีที่ต้องการเปรียบเทียบคือ การเปรียบเทียบความหมาย การเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์ และการเปรียบเทียบคลาสของคลาส

4.1.1 การเปรียบเทียบความหมาย

ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบส่วนความหมายของคลาสของคลาสหรือคลาสของแอททริบิวต์ภายในโลคัลออนโทโลยี (เทียบได้กับความหมายของคลาสและแอททริบิวต์ในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ) ที่ได้เพิ่มให้กับโลคัลออนโทโลยีแต่ละชุดในหัวข้อที่ 3.2.2 โดยนำค่าวิทยาการศึกษาคำที่ใช้นในงานวิจัย [20] มาใช้กำหนดค่าของผลลัพธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบ ซึ่งค่าวิทยาการศึกษาคำเหล่านี้จะระบุความสัมพันธ์ในเชิงความหมายระหว่างคลาสของคลาส หรือคลาสของแอททริบิวต์ที่นำมาเปรียบเทียบ

เมื่อเลือกคลาสของคลาสหรือคลาสของแอททริบิวต์ที่ต้องการเปรียบเทียบจากโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดแล้ว การเปรียบเทียบความหมายจะทำในสองลักษณะคือ พิจารณาจากคลาสของชื่อความหมาย (SemanticName) และจากคลาสของคำความหมาย (SemanticWord) โดยกำหนดให้

T1 เป็นเทอม (Term) ที่จะพิจารณาเปรียบเทียบความหมายที่อยู่ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่ง (ซึ่งเทอมในที่นี้อาจเป็นได้ทั้งคลาสของคลาสและคลาสของแอททริบิวต์ขึ้นกับว่าต้องการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของคลาสหรือคลาสของแอททริบิวต์)

T2 เป็นเทอมที่จะพิจารณาเปรียบเทียบความหมายที่อยู่ในโลกจำลองโทโลจีซูดที่สอง และให้ α เป็นจำนวนคลาสของชื่อความหมายของ T1

β เป็นจำนวนคลาสของชื่อความหมายของ T2 โดย $\alpha \leq \beta$

การเปรียบเทียบจะทำที่แต่ละคู่ของคลาสของชื่อความหมายเพื่อให้ได้ค่าความสัมพันธ์ r โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างความเหมือนของคลาสของชื่อความหมายกับคลาสของค่าความหมายที่เป็นสับคลาสแต่ละคู่ในสัดส่วน 1:1 ซึ่งกำหนดให้ค่าความเหมือนเป็น 1 หากเหมือนกัน เป็น 0 หากต่างกัน และอยู่ระหว่าง 0-1 หากเหมือนกันบางส่วนหรือเป็นสับเซตกัน และให้ค่า r เป็นผลรวมของค่าอัตราส่วนจากการเปรียบเทียบคลาสของชื่อความหมายและคลาสของค่าความหมายหารด้วย 2 ดังนั้นค่า r จะอยู่ในช่วง 0-1 ซึ่งหากค่า r เป็น 0 จะแสดงว่าคลาสทั้งคู่มีความหมายต่างกัน โดยค่า r ที่เพิ่มขึ้นแสดงว่าความหมายของทั้งคู่มีความเหมือนกันมากขึ้น และหากค่า r เป็น 1 จะแสดงว่าความหมายของทั้งคู่เหมือนกัน

วิทยานิพนธ์นี้ นำค่า r ที่ได้จากงานวิจัย [20] มากำหนดเป็นผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของชื่อความหมายดังที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าความสัมพันธ์ r จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของชื่อความหมาย [20]

กรณี	คลาสของชื่อความหมาย	คลาสของค่าความหมาย	r
1	เหมือนกัน	เหมือนกัน	1
2	เหมือนกัน	เป็นสับเซตกัน	0.8
3	เหมือนกัน	มีบางส่วนซ้อนเหลื่อมกัน (Overlap)	0.8
4	เหมือนกัน	ต่างกัน	0.5
5	ต่างกัน	เป็นค่าใดๆ	0

จากนั้นจะนำค่า r จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของชื่อความหมายภายในเทอม T1 และ T2 มาเก็บไว้ในเวกเตอร์ (Vector) $R = [r_1, r_2, \dots, r_\alpha]$ และให้ $M_s = \sum r_i$ โดย $r_i \in R$ และ $i = 1, \dots, \alpha$ ทั้งนี้ค่า M_s ที่ได้จะแสดงระดับความเหมือนและความสัมพันธ์ระหว่างชุดของคลาสของความหมายของ T1 และ T2 ที่นำมาเปรียบเทียบกันซึ่งยึดตามงานวิจัย [20] ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของความหมายของ T1 และ T2 [20]

กรณี	Ms	ระดับความเหมือน	ความสัมพันธ์	s
1	α ($\alpha=\beta$)	Equivalence	Equivalence	1
2	α ($\alpha<\beta$)	Inclusion	Superclass	1
3	$\geq 3/4\alpha$ ($\alpha=\beta$)	Equivalence	Equivalence	1
4	$\geq 3/4\alpha$ ($\alpha<\beta$)	Inclusion	Superclass	1
5	$\geq 1/2\alpha$	Tight-intersection	Sibling	0.1
6	$< 1/2\alpha$	Loose-intersection	Disjoint	0
7	0	Disjoint	Disjoint	0

หมายเหตุ ค่า s ในตารางเป็นค่าวิทยาการศึกษาศำนึก (Heuristics) ที่ใช้แสดงว่า จะสามารถรวมคำศัพท์ในโลกคลอนโทโลจี้คู่นั้นเข้าด้วยกันได้หรือไม่ ซึ่งนำไปใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบต่อไป

ทั้งนี้ ค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากตารางที่ 4.2 จะถูกนำไปพิจารณาเป็นค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.1.2 และค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของคลาสในหัวข้อที่ 4.1.3 ต่อไป ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเทอม T1 และ T2 จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของความหมายจากตารางที่ 4.2 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ความสัมพันธ์แบบเท่ากัน (Equivalence) หมายถึง T1 และ T2 มีความหมายเหมือนกันทั้งหมด (กรณีที่ 1) หรือมีความหมายส่วนใหญ่เหมือนกัน (กรณีที่ 3)
- ความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส (Superclass) หมายถึง T1 มีความหมายน้อยกว่า T2 และความหมายทั้งหมดของ T1 เหมือนกับความหมายส่วนหนึ่งของ T2 (กรณีที่ 2 และ 4) ทั้งนี้ การที่ T1 เป็นซูเปอร์คลาสของ T2 มีค่าเท่ากับ T2 เป็นสับคลาสของ T1
- ความสัมพันธ์แบบพี่น้อง (Sibling) หมายถึงความหมายบางส่วนของ T1 เหมือนกับความหมายส่วนหนึ่งของ T2 (กรณีที่ 5) หรืออาจเกิดได้จากการที่ T1 และ T2 มีคลาสของชื่อความหมายเหมือนกันหมด แต่คลาสของค่าความหมายต่างกัน
- ความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน (Disjoint) หมายถึง T1 และ T2 มีความหมายส่วนใหญ่ไม่เหมือนกัน (กรณีที่ 6 และ 7)

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบความหมายระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลกคลอนโทโลจี้ที่ 1 (รูปที่ 3.5) และคลาสของคลาส GradStudent ในโลกคลอนโทโลจี้ที่ 2 (รูปที่ 3.6) มีวิธีการดังนี้

กำหนด T1 = Student

T2 = GradStudent

จะได้ $\alpha = 2$ (StudentFacultySemantic, StudentMajorSemantic)

$$\beta = 2 \text{ (GradStudentFacultySemantic, GradStudentMajorSemantic)}$$

เปรียบเทียบระหว่าง StudentFacultySemantic และ GradStudentFacultySemantic

$$r_1 = 0.8 \quad \text{(ตารางที่ 4.1 กรณีที่ 2)}$$

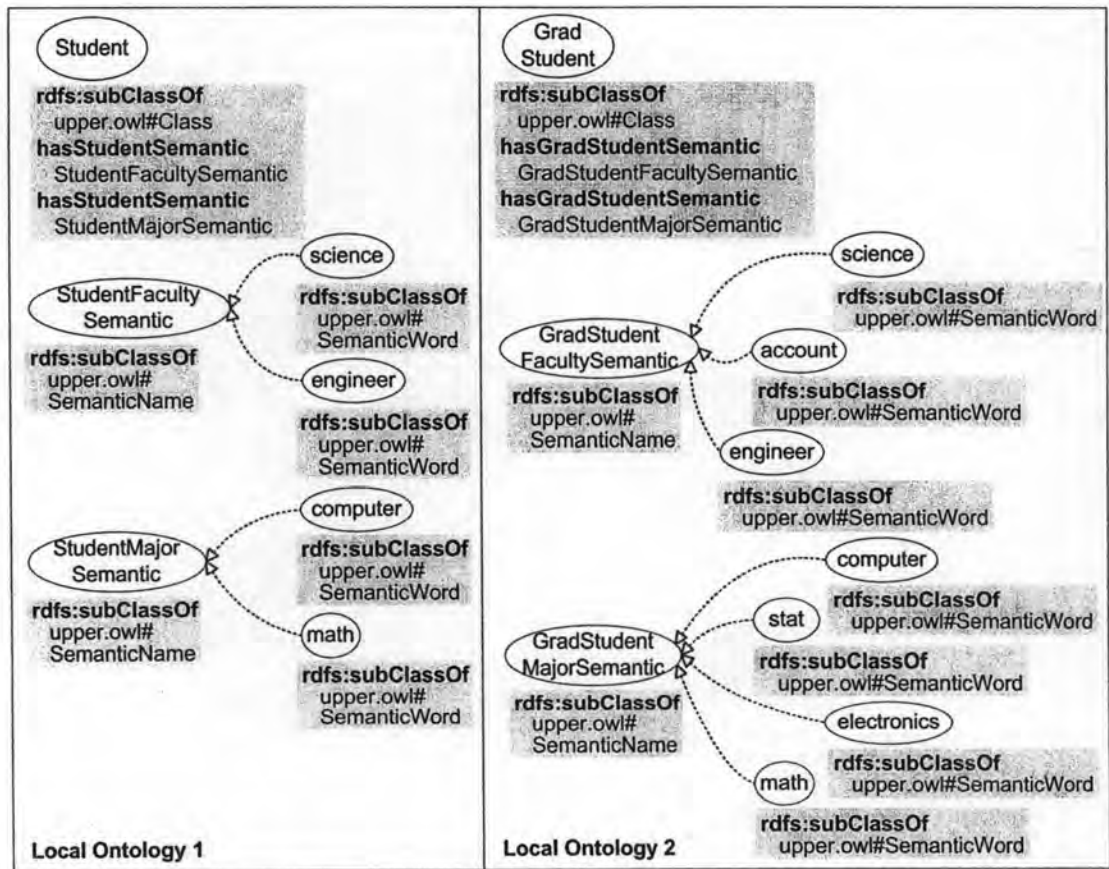
เปรียบเทียบระหว่าง StudentMajorSemantic และ GradStudentMajorSemantic

$$r_2 = 0.8 \quad \text{(ตารางที่ 4.1 กรณีที่ 2)}$$

$$R = [0.8, 0.8] \quad \therefore Ms = 0.8 + 0.8 = 1.6$$

\therefore ระดับความเหมือน = Equivalence, ความสัมพันธ์ = Equivalence และ $s = 1$

(ตารางที่ 4.2 กรณีที่ 3)



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความหมายระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

4.1.2 การเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์

ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบส่วนคลาสของแอททริบิวต์ภายในโลคัลออนโทโลยี (เทียบได้กับแอททริบิวต์ในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ) ตามการอธิบายผ่านอ็อบเจกต์ออนโทโลยีในหัวข้อที่ 3.1 การเปรียบเทียบในหัวข้อนี้จะพิจารณาจากชื่อ ความหมาย และชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ ร่วมกับคลาสของข้อกำหนดคุณภาพของคลาสของคลาสที่กำกับคลาสของแอททริบิวต์นั้นๆ โดยค่าระดับความเหมือนหรือความแตกต่างของคลาสของแอททริบิวต์ และความเป็นไปได้ในการรวมคลาสของแอททริบิวต์

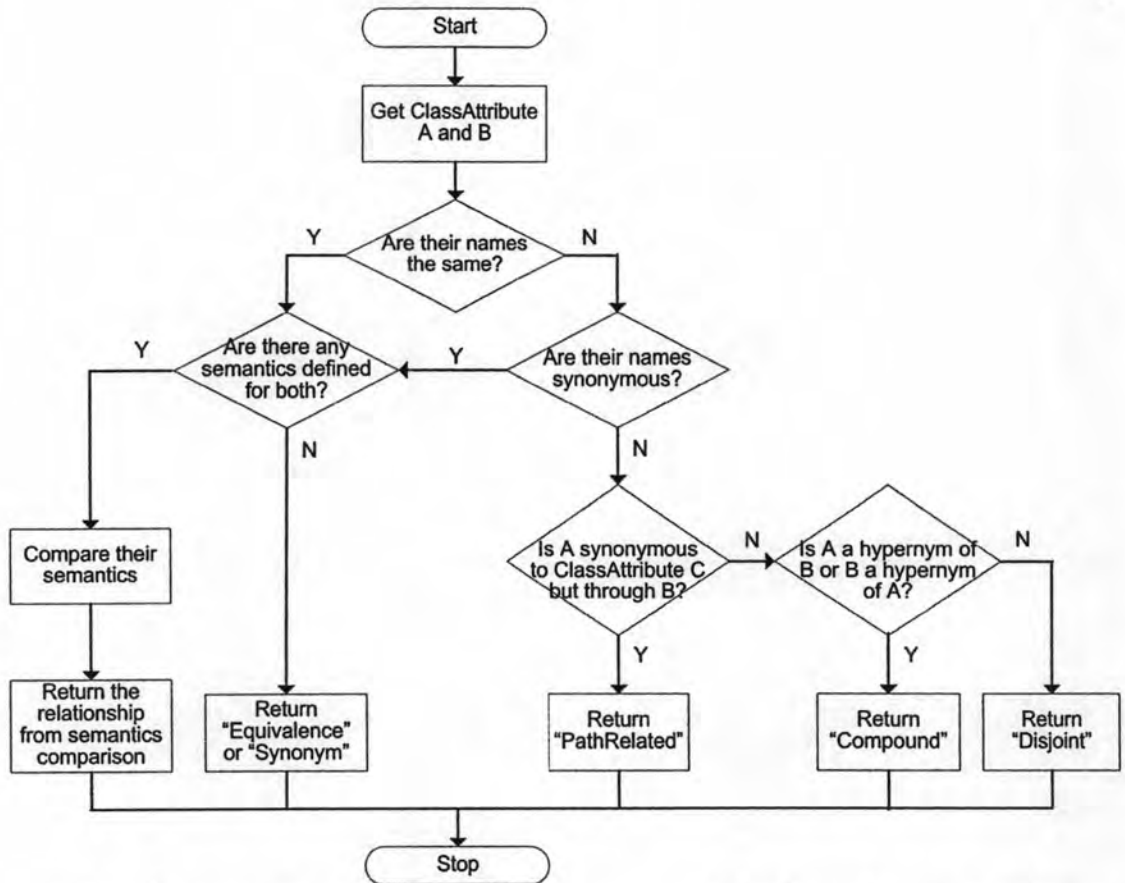
นั้นเข้ากับคลาสของแอททริบิวต์อื่นระหว่างโลคัลออนโทโลยีสองชุดพิจารณาได้จากชื่อ และความหมายของคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่ ซึ่งเป็นการพิจารณาในเชิงความหมายของคลาสของแอททริบิวต์เป็นหลัก ในขณะที่การเปรียบเทียบชนิดข้อมูลและคลาสของชื่อกำหนดบุรณภาพของคลาสของแอททริบิวต์นั้นจะรวบรวมไว้เพื่อนำมาใช้ในขั้นตอนการรวมคลาสของแอททริบิวต์ (หัวข้อที่ 4.2.2) ต่อไป เนื่องจากการเปรียบเทียบดังกล่าวไม่สามารถนำมาบอกได้โดยตรงว่าคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวเหมือนหรือต่างกัน การเปรียบเทียบในขั้นตอนนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อยคือ

4.1.2.1 การหาความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์

ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์คู่ๆ จากโลคัลออนโทโลยีสองชุดว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ โดยพิจารณาจากชื่อคลาสของแอททริบิวต์ คลาสของความหมายที่ระบุเพิ่มให้กับคลาสของแอททริบิวต์ (ถ้ามี) และการระบุค่าที่มีความหมายเหมือนกันหรือเป็นคำลูกกลุ่ม/แม่กลุ่มกัน (ถ้ามี) ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์คู่ที่ต้องการเปรียบเทียบ ขั้นตอนที่ละเอียดของการเปรียบเทียบแสดงได้ในรูปที่ 4.2 โดย A และ B เป็นคลาสของแอททริบิวต์ที่ต้องการเปรียบเทียบจากโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่งและโลคัลออนโทโลยีชุดที่สองตามลำดับ ทั้งนี้ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบคือค่า s ซึ่งเป็นค่าวิทยาการศึกษาสำนักที่อ้างอิงมาจากการวิจัย [20] และระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์ที่เปรียบเทียบ แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 โดยค่า s ที่ได้จะอยู่ในช่วง 0-1 และค่านี้จะเป็นตัวแสดงว่าสามารถรวมคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวเข้าด้วยกันได้หรือไม่ หากค่า s เป็น 0 แสดงว่าคลาสคู่นั้นไม่มีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะรวมเข้าด้วยกัน แต่หากค่า s เป็น 1 แสดงว่าคลาสคู่นั้นมีความสัมพันธ์กันและยอมให้รวมเข้าเป็นคลาสเดียวกันได้

หลังจากนั้น ค่า s ที่ได้จากรายการที่ 4.3 จะถูกนำไปใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในแต่ละคลาสของคลาสในหัวข้อที่ 4.1.2.3 ต่อไป ค่า s และความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่จากรายการที่ 4.3 สามารถอธิบายได้ดังนี้

- ความสัมพันธ์แบบเท่ากัน (Equivalence) แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่เหมือนกัน จะเกิดได้สองแบบคือเมื่อคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสองคลาสได้รับการอธิบายความหมายเพิ่ม และผลจากการเปรียบเทียบความหมาย (ตารางที่ 4.2 หัวข้อที่ 4.1.1) ของคลาสคู่นั้นกลายเป็นความสัมพันธ์แบบเท่ากัน (กรณีที่ 1 และ 2) หรือเมื่อคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสองคลาสมีชื่อเหมือนกันโดยที่ทั้งสองคลาสต่างไม่ได้รับการอธิบายความหมายเพิ่ม (กรณีที่ 3) ทั้งสามกรณีนี้แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่เหมือนกันมากพอที่จะรวมเป็นคลาสเดียวกันได้ และกำหนดให้ค่า $s = 1$



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์เพื่อหาระดับความสัมพันธ์ [20]

ตารางที่ 4.3 ค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์ [20]

กรณี	การเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์	ความสัมพันธ์	s
1	ชื่อคลาสเหมือนกัน และทั้งคู่ได้รับการอธิบายความหมายเพิ่ม	จากตารางที่ 4.2	จากตารางที่ 4.2
2	ชื่อคลาสดูต่างกัน แต่เป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน และทั้งคู่ได้รับการอธิบายความหมายเพิ่ม	จากตารางที่ 4.2	จากตารางที่ 4.2
3	ชื่อคลาสเหมือนกัน แต่ไม่มีการอธิบายความหมายเพิ่ม	Equivalence	1
4	ชื่อคลาสดูต่างกัน แต่เป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน และไม่มีการอธิบายความหมายเพิ่ม	Synonym	1
5	ชื่อคลาสเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกับชื่อคลาสอื่น โดยผ่านทางความสัมพันธ์กับคลาสนำมาเปรียบเทียบ	PathRelated	1
6	ชื่อคลาสเป็นคำที่เป็นคำลูกกลุ่ม / แม่กลุ่มกัน	Compound	1
7	ไม่มีความสัมพันธ์กัน	Disjoint	0

- ความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส (Superclass) แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ได้รับการอธิบายความหมายเพิ่ม และผลจากการเปรียบเทียบความหมาย (ตารางที่ 4.2 หัวข้อที่ 4.1.1) ของคลาสคู่ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส (กรณีที่ 1 และ 2) ในกรณีนี้แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งมีความหมายครอบคลุมอีกคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งทั้งหมด ทำให้สามารถรวมกันเป็นคลาสเดียวที่มีความหมายครอบคลุมทั้งสองคลาสได้ และกำหนดให้ค่า $s = 1$
- ความสัมพันธ์แบบพี่น้อง (Sibling) แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ได้รับการอธิบายความหมายเพิ่ม และผลจากการเปรียบเทียบความหมาย (ตารางที่ 4.2 หัวข้อที่ 4.1.1) ของคลาสคู่ดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์แบบพี่น้อง (กรณีที่ 1 และ 2) ในกรณีนี้แสดงว่าความหมายส่วนหนึ่งของคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งเหมือนกับความหมายบางส่วนของอีกคลาสของแอททริบิวต์หนึ่ง ทำให้สามารถสร้างคลาสใหม่เพื่อแสดงความหมายทั่วไปที่คลาสทั้งคู่ใช้ร่วมกันได้ และกำหนดให้ค่า $s = 1$
- ความสัมพันธ์แบบความหมายเหมือนกัน (Synonym) แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ได้รับการระบุว่า เป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน (กรณีที่ 4) ทำให้สามารถรวมเป็นคลาสเดียวกันได้ และกำหนดให้ค่า $s = 1$
- ความสัมพันธ์แบบการมีเส้นทางเกี่ยวข้อง (PathRelated) เกิดขึ้นจากการที่แอททริบิวต์เดิมในแบบจำลองข้อมูลมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน ส่งผลให้คลาสของแอททริบิวต์ที่อธิบายแอททริบิวต์นั้นในโลกออนไลน์โพลีจิมินิคข้อมูลเป็นคลาสของคลาสซึ่งเกี่ยวข้องกับคลาสของแอททริบิวต์กลุ่มหนึ่ง เมื่อนำคลาสของแอททริบิวต์ดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับคลาสของแอททริบิวต์อีกคลาสหนึ่ง โดยผลการเปรียบเทียบพบว่าคลาสของแอททริบิวต์ที่นำมาเปรียบเทียบมีความสัมพันธ์กับคลาสของแอททริบิวต์อื่นในกลุ่มนั้นผ่านคลาสของแอททริบิวต์แรกที่นำมาเปรียบเทียบ (กรณีที่ 5) ทำให้สามารถรวมกันเป็นคลาสเดียวในลักษณะของความสัมพันธ์แบบความหมายเหมือนกันได้ (โดยวิธีการรวมนี้จะกล่าวในหัวข้อที่ 4.2.3.3) และกำหนดให้ค่า $s = 1$
- ความสัมพันธ์แบบการเป็นส่วนประกอบกัน (Compound) แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ได้รับการระบุว่า เป็นคำที่เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกัน (กรณีที่ 6) ทำให้สามารถรวมกันเป็นคลาสเดียวในลักษณะของการเป็นส่วนประกอบกันได้ และกำหนดให้ค่า $s = 1$
- ความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน (Disjoint) แสดงว่าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ กัน (กรณีที่ 7) ทำให้ไม่สามารถรวมกันได้ และกำหนดให้ค่า $s = 0$

4.1.2.2 การเปรียบเทียบชนิดข้อมูลและค่าที่เป็นไปได้สำหรับคลาสของแอททริบิวต์

เมื่อค่า s และความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์จากหัวข้อที่ 4.1.2.1 แล้ว ขั้นตอนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการรวมคลาสของแอททริบิวต์เหล่านี้ว่า หากมีการ

รวมคลาสคู่ใดๆ เข้าด้วยกันคลาสรวมที่ได้ควรเป็นอย่างไร จะต้องสร้างฟังก์ชันเพิ่มเติมเพื่อแปลงข้อมูลระหว่างคลาสทั้งสองหรือไม่ ซึ่งจะเก็บบันทึกผลการเปรียบเทียบที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนการรวมคลาสของแอททริบิวต์ต่อไป ทั้งนี้หากคลาสของแอททริบิวต์คู่หนึ่งมีความสัมพันธ์กัน (ความสัมพันธ์แบบใดๆ ยกเว้นความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน) จะนำคลาสคู่ดังกล่าวมาเปรียบเทียบชนิดของข้อมูลและค่าที่เป็นไปได้ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสอง โดยมีวิธีการเปรียบเทียบดังนี้

1. การเปรียบเทียบชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ (ClassAttributeType) หากชนิดข้อมูลของคลาสคู่ที่นำมาเปรียบเทียบต่างกัน ขั้นตอนนี้จะบันทึกไว้ว่า ถ้าคลาสทั้งสองถูกรวมกันในขั้นตอนการรวมคลาส ผู้ทำการรวมจะต้องสร้างฟังก์ชันการแปลงเพิ่มเติมสำหรับการแปลงให้คลาสทั้งสองมีชนิดข้อมูลเหมือนกัน
2. การเปรียบเทียบคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพของคลาสของคลาสที่กำกับคลาสของแอททริบิวต์ (ClassIntegrityConstraint) ใช้เพื่อพิจารณาถึงค่าที่เป็นไปได้ของอินสแตนซ์ในคลาสของแอททริบิวต์นั้นซึ่งแสดงไว้ในรูปคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณาภาพ โดยหากคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณาภาพของคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งมีขอบเขตของค่าไม่อยู่ในขอบเขตของค่าของอีกคลาสหนึ่ง ขั้นตอนนี้จะบันทึกไว้ว่า ถ้าคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสองถูกรวมกันในขั้นตอนการรวมคลาสของแอททริบิวต์ ผู้ทำการรวมจะต้องสร้างฟังก์ชันการแปลงเพิ่มเติมสำหรับการแปลงคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณาภาพของอินสแตนซ์ในคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสองให้ตรงกัน

4.1.2.3 การหาความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในแต่ละคลาสของคลาส

จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.1.2.1 จะทำให้ได้ค่า s และระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่ ซึ่งนอกจากจะนำค่า s ดังกล่าวไปใช้ระบุว่าคลาสคู่นั้นสามารถรวมกันได้หรือไม่แล้ว ค่า s ยังถูกนำมาใช้ในขั้นตอนนี้เพื่อหาความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในแต่ละคลาสของคลาสในหัวข้อนี้ โดยชุดของคลาสของแอททริบิวต์ที่จะนำมาเปรียบเทียบกันจะถูกกำหนดตามกลุ่มของแอททริบิวต์ที่อยู่ในภายในคลาสเดียวกันของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุเดิม ซึ่งขั้นตอนนี้จะป็นขั้นตอนสำคัญในการวิเคราะห์โครงสร้างของคลาสภายในโลคัลออนโทโลยีแต่ละชุดที่มีความสัมพันธ์ลักษณะเดียวกัน นั่นคือการเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของคลาสใดคลาสหนึ่ง โดยกำหนดให้

C_1 เป็นคลาสของคลาสที่จะพิจารณาเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสนั้นจากโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่ง

C_2 เป็นคลาสของคลาสที่จะพิจารณาเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสนั้นจากโลคัลออนโทโลยีชุดที่สอง

θ_{C_1} เป็นจำนวนคลาสของแอททริบิวต์ที่มีอยู่จริงภายในคลาสของคลาส C_1

θ_{c_2} เป็นจำนวนคลาสของแอททริบิวต์ที่มีอยู่จริงภายในคลาสของคลาส C2

α เป็นจำนวนคลาสของแอททริบิวต์ทั้งหมดภายในคลาสของคลาส C1

β เป็นจำนวนคลาสของแอททริบิวต์ทั้งหมดภายในคลาสของคลาส C2 โดย $\alpha \leq \beta$

วิธีการคำนวณหาค่า α และ β มีขั้นตอนดังนี้

1. ให้ $\alpha = \theta_{c_1}$ และ $\beta = \theta_{c_2}$
2. ที่คลาสของคลาส C1 ถ้าคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งภายใน C1 เป็นค่าแม่กลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์กลุ่มหนึ่งภายใน C2 ให้ $\alpha = \alpha - 1 +$ จำนวนคลาสของแอททริบิวต์ใน C2 ทั้งหมดที่เป็นค่าลูกกลุ่ม และทำซ้ำสำหรับทุกคลาสของแอททริบิวต์ภายใน C1 ที่มีลักษณะเช่นนี้จนครบ
3. ที่คลาสของคลาส C2 ถ้าคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งภายใน C2 เป็นค่าแม่กลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์กลุ่มหนึ่งภายใน C1 ให้ $\beta = \beta - 1 +$ จำนวนคลาสของแอททริบิวต์ใน C1 ทั้งหมดที่เป็นค่าลูกกลุ่ม และทำซ้ำสำหรับทุกคลาสของแอททริบิวต์ภายใน C1 ที่มีลักษณะเช่นนี้จนครบ

จากนั้นจะนำค่า s จากการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 และ C2 มาเก็บไว้ในเวกเตอร์ $R_{\text{all-ClassAttribute}} = [s_1, s_2, \dots, s_\alpha]$ และให้ $Ms_{\text{all-ClassAttribute}} = \sum s_i$ โดย $s_i \in R_{\text{all-ClassAttribute}}$ และ $i = 1, \dots, \alpha$ ทั้งนี้ค่า $Ms_{\text{all-ClassAttribute}}$ ที่ได้จะแสดงระดับความเหมือนและความสัมพันธ์ระหว่างชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่นำมาเปรียบเทียบกันซึ่งยึดตามงานวิจัย [20] ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 และ C2 [20]

กรณี	$Ms_{\text{all-ClassAttribute}}$	ระดับความเหมือน	ความสัมพันธ์
1	$\alpha (\alpha=\beta)$	Equivalence	Equivalence
2	$\alpha (\alpha<\beta)$	Inclusion	Superclass
3	$\geq 3/4\alpha (\alpha=\beta)$	Equivalence	Equivalence
4	$\geq 3/4\alpha (\alpha<\beta)$	Inclusion	Superclass
5	$\geq 1/2\alpha$	Tight-intersection	Sibling
6	$< 1/2\alpha$	Loose-intersection	Disjoint
7	0	Disjoint	Disjoint

ทั้งนี้ ค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากตารางที่ 4.4 จะถูกนำไปพิจารณาเป็นค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาสแต่ละคู่ในหัวข้อที่ 4.1.3 ต่อไป

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์ระหว่างชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 (รูปที่ 3.5) และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 (รูปที่ 3.6) มีวิธีการดังนี้

กำหนด $C_1 = \text{Student}$

$C_2 = \text{GradStudent}$

จะได้ $\theta_{C_1} = 6$ (StudentName, StudentSex, StudentHeight, StudentAddress, StudentGpa, StudentFaculty)

$\theta_{C_2} = 9$ (GradStudentName, GradStudentGender, GradStudentHeight, GradStudentHomeNo, GradStudentHomeCity, GradStudentFacultyName, GradStudentGpa, GradStudentThesis, GradStudentLabName)

คำนวณค่า $\alpha = 6 - 1 + 2 = 7$

$\beta = 9$

เปรียบเทียบระหว่าง StudentName และ GradStudentName

ความสัมพันธ์ = Equivalence, $s_1 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 3)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentSex และ GradStudentGender

ความสัมพันธ์ = Synonym, $s_2 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 4)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentHeight และ GradStudentHeight

ความสัมพันธ์ = Sibling, $s_3 = 0.1$
(ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 1 และ ตารางที่ 4.2 กรณีที่ 5)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentAddress และ GradStudentHomeNo

ความสัมพันธ์ = Compound, $s_4 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 6)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentAddress และ GradStudentHomeCity

ความสัมพันธ์ = Compound, $s_5 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 6)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentGpa และ GradStudentGpa

ความสัมพันธ์ = Equivalence, $s_6 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 3)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentFaculty และ GradStudentFacultyName

ความสัมพันธ์ = PathRelated, $s_7 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 5)

$R_{\text{all-ClassAttribute}} = [1, 1, 0.1, 1, 1, 1, 1]$ $\therefore Ms_{\text{all-ClassAttribute}} = 1 + 1 + 0.1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 6.1$

\therefore ระดับความเหมือน = Inclusion และ ความสัมพันธ์ = Superclass

(ตารางที่ 4.4 กรณีที่ 4)



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์ระหว่างชุดของคลาสของแอททริบิวต์ ภายในคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

4.1.3 การเปรียบเทียบคลาสของคลาส

ขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบส่วนคลาสของคลาสภายในโลคัลออนโทโลจี (เทียบได้กับคลาสในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ) ตามการอธิบายผ่านอ็อบเจกต์ออนโทโลจีในหัวข้อที่ 3.1 การเปรียบเทียบในหัวข้อนี้จะพิจารณาค่าระดับความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของคลาสในหัวข้อที่ 4.1.1 ร่วมกับค่าระดับความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาสนั้นในหัวข้อที่ 4.1.2.3 โดยเมื่อพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์สองลักษณะข้างต้นร่วมกัน จะได้เป็นระดับความสัมพันธ์ของคลาสของคลาสแต่ละคู่ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดที่นำมาเปรียบเทียบกันดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตัวอย่างที่ 3 จากรูปที่ 4.1 และ 4.3 การเปรียบเทียบคลาสของคลาสระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลจีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่ 2 มีวิธีการดังนี้

จากตัวอย่างที่ 1 ค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของคลาส

= Equivalence

จากตัวอย่างที่ 2 ค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส

= Superclass

∴ ความสัมพันธ์ = Superclass

(ตารางที่ 4.5 กรณีที่ 2)



ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคลาสของคลาสแต่ละคู่ พิจารณาจาก
ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของคลาสร่วมกับ
ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส [20]

กรณี	ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมายของคลาสของคลาส	ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส	ความสัมพันธ์
1	Equivalence	Equivalence	Equivalence
2	Equivalence	Superclass	Superclass
3	Equivalence	Subclass	Subclass
4	Equivalence	Sibling	Sibling
5	Equivalence	Disjoint	Disjoint
6	Superclass	Equivalence	Equivalence
7	Superclass	Superclass	Superclass
8	Superclass	Subclass	Subclass
9	Superclass	Sibling	Sibling
10	Superclass	Disjoint	Disjoint
11	Subclass	Equivalence	Equivalence
12	Subclass	Superclass	Superclass
13	Subclass	Subclass	Subclass
14	Subclass	Sibling	Sibling
15	Subclass	Disjoint	Disjoint
16	Sibling	Equivalence	Equivalence
17	Sibling	Superclass	Sibling
18	Sibling	Subclass	Sibling
19	Sibling	Sibling	Sibling
20	Sibling	Disjoint	Disjoint
21	Disjoint	Equivalence	Disjoint
22	Disjoint	Superclass	Disjoint
23	Disjoint	Subclass	Disjoint
24	Disjoint	Sibling	Sibling
25	Disjoint	Disjoint	Disjoint
26	ไม่มีการระบุความหมาย	Equivalence	Equivalence
27	ไม่มีการระบุความหมาย	Superclass	Superclass
28	ไม่มีการระบุความหมาย	Subclass	Subclass
29	ไม่มีการระบุความหมาย	Sibling	Sibling
30	ไม่มีการระบุความหมาย	Disjoint	Disjoint

4.2 การรวมโลคัลออนโทโลยี

การรวมโลคัลออนโทโลยีเป็นการนำค่าความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่างๆ ภายในโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุด ซึ่งเป็นผลจากการเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยีตามวิธีในหัวข้อที่ 4.1 มาวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการรวมออนโทโลยีทั้งสองชุดเข้าด้วยกัน โดยประยุกต์จากวิธีการรวมแบบจำลองข้อมูลในงานวิจัย [20] ซึ่งผลที่ได้จากขั้นตอนนี้จะนำไปเป็นแนวทางในการสร้างออนโทโลยีรวม เพื่อนำไปใช้งานในการรวมแบบจำลองข้อมูลที่ต้องการต่อไป ขั้นตอนการรวมโลคัลออนโทโลยีในหัวข้อนี้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย แบ่งตามส่วนประกอบภายในโลคัลออนโทโลยีที่ต้องการรวมคือ การรวมความหมาย การรวมคลาสของแอททริบิวต์ และการรวมคลาสของคลาส

4.2.1 การรวมความหมาย

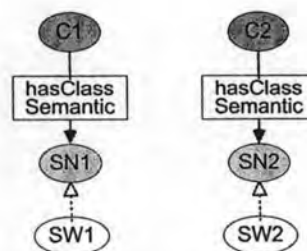
ขั้นตอนนี้เป็นการรวมส่วนความหมายของคลาสของคลาสจากโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดที่ได้เพิ่มเติมให้กับโลคัลออนโทโลยีแต่ละชุดในหัวข้อที่ 3.2.2 ได้แก่ การรวมส่วนคลาสของชื่อความหมายและคลาสของค่าความหมาย โดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสที่คลาสของความหมายนั้นอธิบาย ทั้งนี้ ในหัวข้อนี้จะพิจารณาการรวมคลาสของความหมายเฉพาะของคลาสของคลาสนั้น (การรวมคลาสของความหมายของคลาสของแอททริบิวต์จะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 4.2.2.1 ต่อไป) รูปแบบในการรวมคลาสของความหมายจะขึ้นกับความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบคลาสของคลาสนั้นในหัวข้อที่ 4.1.3 และจะนำคลาสของความหมายรวมที่ได้ไปกำหนดเป็นส่วนความหมายของคลาสนั้นๆ หลังจากการรวมคลาสของคลาสนั้นในขั้นตอนการสร้างออนโทโลยีรวม ทั้งนี้คลาสของความหมายรวมที่ได้จะต้องครอบคลุมความหมายของคลาสของคลาสดั้งเดิมเสมอ

เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสดั้งเดิมที่ได้จากการเปรียบเทียบในหัวข้อที่ 4.1.3 การรวมความหมายจะทำได้ 4 รูปแบบตามระดับความสัมพันธ์ดังนี้

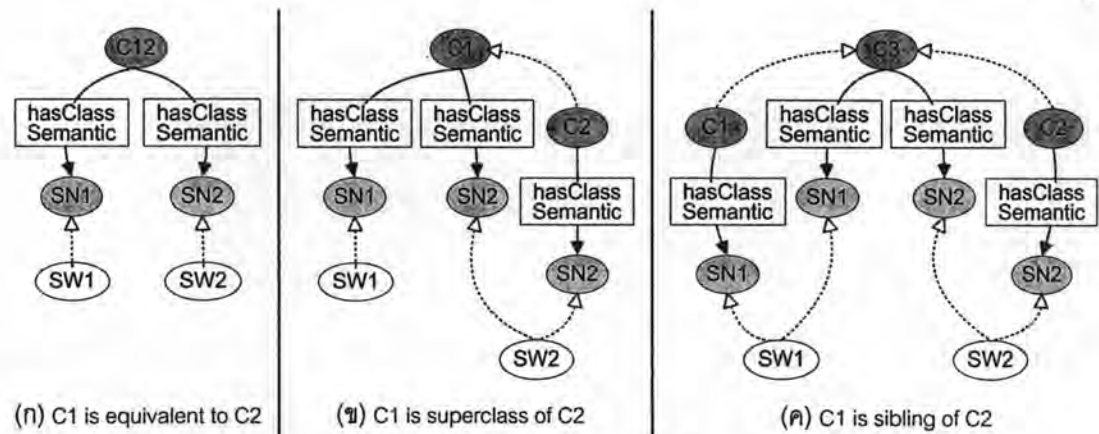
- กรณีที่ 1 หากคลาสของคลาสนั้นทั้งคู่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน (Equivalence) คลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาสนั้นรวมในออนโทโลยีรวมจะได้จากผลการยูเนียน (Union) ระหว่างคลาสของความหมายจากคลาสของคลาสดั้งเดิมทั้งสองคลาสนั้นในโลคัลออนโทโลยีคู่ที่นำมารวม
- กรณีที่ 2 หากคลาสของคลาสนั้นทั้งคู่มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส/ สับคลาส (Superclass/ Subclass) คลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาสนั้นที่เป็นซูเปอร์คลาสนั้นในออนโทโลยีรวมจะได้จากผลการยูเนียนระหว่างคลาสของความหมายจากคลาสของคลาสดั้งเดิมทั้งสองคลาสนั้นในโลคัลออนโทโลยีคู่ที่นำมารวม ในขณะที่คลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาสนั้นที่เป็นสับคลาสนั้นในออนโทโลยีรวมจะเท่ากับคลาสของความหมายเดิมที่อธิบายคลาสของคลาสนั้นในโลคัลออนโทโลยีเดิม

- กรณีที่ 3 หากคลาสของคลาสทั้งคู่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้อง (Sibling) คลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาสที่เป็นซูเปอร์คลาสของคลาสทั้งสองในออนโทโลยีรวม จะได้จากผลการยูเนียนระหว่างคลาสของความหมายจากคลาสของคลาสเดิมทั้งสองคลาสในโลคัล ออนโทโลยีคู่ที่นำมารวม ในขณะที่คลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาสเดิมแต่ละคลาสในออนโทโลยีรวมจะเท่ากับคลาสของความหมายเดิมที่อธิบายคลาสของคลาสนั้นในโลคัลออนโทโลยีแต่ละชุดที่นำมารวม
- กรณีที่ 4 หากคลาสของคลาสทั้งคู่มีความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน (Disjoint) คลาสของคลาสคู่ดังกล่าวจะไม่ถูกนำมารวมในออนโทโลยีรวม ดังนั้นจึงไม่มีการรวมคลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาสนั้นๆ

รูปแบบในการรวมคลาสของความหมายเมื่อพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสแสดงไว้ในรูปที่ 4.4 และ 4.5 โดยรูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างคลาส C1 ซึ่งเป็นคลาสของคลาสในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่ง และคลาส C2 เป็นคลาสของคลาสในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สอง กำหนดให้คลาสของคลาส C1 มีคลาสของชื่อความหมายและคลาสของค่าความหมายเป็น SN1 และ SW1 ส่วนคลาสของคลาส C2 มีคลาสของชื่อความหมายและคลาสของค่าความหมายเป็น SN2 และ SW2 ตามลำดับรูปที่ 4.5(ก) แสดงการรวมความหมายเมื่อคลาสของคลาส C1 มีความสัมพันธ์แบบเท่ากันกับ C2 (สมมติให้คลาส C12 เป็นคลาสรวมที่เกิดจากการรวม C1 และ C2) รูปที่ 4.5(ข) แสดงการรวมความหมายเมื่อคลาสของคลาส C1 มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาสกับ C2 และรูปที่ 4.5(ค) แสดงการรวมความหมายเมื่อคลาสของคลาส C1 มีความสัมพันธ์แบบพี่น้องกับ C2 (สมมติให้คลาส C3 เป็นซูเปอร์คลาสของ C1 และ C2)



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างคลาสของคลาสและคลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของคลาส C1 และ C2



รูปที่ 4.5 รูปแบบในการรวมคลาสของ ความหมายเมื่อพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์
ระหว่างคลาสของคลาส C1 และคลาสของคลาส C2

4.2.2 การรวมคลาสของแอททริบิวต์

ขั้นตอนนี้เป็นการรวมส่วนคลาสของแอททริบิวต์ภายในโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดตามการอธิบายผ่านอับเปอร์ออนโทโลยีในหัวข้อที่ 3.1 โดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์นั้นกับอีกคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งตามผลการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.1.2.1 ซึ่งค่า s ที่ได้จากขั้นตอนนี้ดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนดรูปแบบในการรวมคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่ภายในโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุด ทั้งนี้การรวมคลาสของแอททริบิวต์จะเกิดได้เพียงสองลักษณะคือ ทำการรวมคลาสทั้งคู่เข้าด้วยกันหากค่า $s > 0$ (ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวเป็นแบบใดๆ ยกเว้นแบบแตกต่างกัน) และไม่ทำการรวมคลาสหากค่า $s = 0$ (ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวเป็นแบบแตกต่างกัน) หลังจากนั้น คลาสของแอททริบิวต์รวมที่ได้จะถูกนำไปกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาสที่เกี่ยวข้องหลังจากการรวมคลาสของคลาสในขั้นตอนการสร้างออนโทโลยีรวม

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากคลาสของแอททริบิวต์เหล่านี้ทำหน้าที่แสดงแทนแอททริบิวต์ในแบบจำลองข้อมูล จึงเกี่ยวข้องโดยตรงกับอินสแตนซ์ต่างๆ ในฐานข้อมูล ส่งผลให้ในบางครั้งคลาสของแอททริบิวต์เหล่านี้สามารถบอกถึงความขัดแย้งระหว่างแบบจำลองข้อมูลได้ ซึ่งความขัดแย้งเหล่านี้ส่งผลให้ไม่สามารถรวมคลาสของแอททริบิวต์บางคู่จากโลคัลออนโทโลยีแต่ละชุดเข้าด้วยกันโดยตรงได้ ดังนั้น หากเลือกรวมคลาสของแอททริบิวต์คู่ใดๆ เข้าด้วยกันจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงความหมาย และชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ ร่วมกับคลาสของข้อกำหนดคุณภาพของคลาสของคลาสที่กำหนดกับคลาสของแอททริบิวต์นั้น โดยการพิจารณาประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อยคือ

4.2.2.1 ความหมายของคลาสของแอททริบิวต์

เมื่อเลือกรวมคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่เข้าด้วยกันจะต้องพิจารณาถึงการรวมคลาสของความหมายที่ได้เพิ่มเติมให้กับคลาสของแอททริบิวต์ดังกล่าวทั้งส่วนคลาสของชื่อความหมายและคลาสของค่าความหมาย โดยวิธีการรวมความหมายของคลาสของแอททริบิวต์มีความใกล้เคียงกับ

วิธีการรวมความหมายของคลาสของคลาส (หัวข้อที่ 4.2.1) อย่างไรก็ตาม ความหมายของคลาสของแอททริบิวต์กลุ่มนี้อาจบอกได้ถึงความขัดแย้งระหว่างแบบจำลองข้อมูล เช่น บอกความขัดแย้งของหน่วยข้อมูลที่ใช่ เนื่องจากหน่วยการนับของข้อมูลที่ใช้ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ที่ต้องการรวมไม่ตรงกัน (มักเกิดขึ้นในกรณีที่คลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่มีคลาสของชื่อความหมายเหมือนกัน แต่คลาสของค่าความหมายต่างกัน ทำให้ได้ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของความหมายเป็นแบบพี่น้อง (ค่า s จากตารางที่ 4.2 และ 4.3 เป็น 0.1)) ทั้งนี้ หากพบความขัดแย้งระหว่างความหมายของคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ที่ต้องการรวมจากโลคัลออนโทโลยีแต่ละชุด ผู้ทำการรวมจะต้องสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงความหมายของคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ให้ตรงกันก่อน แล้วจึงนำความหมายรวมที่ได้ไปกำหนดเป็นคลาสของความหมายที่อธิบายคลาสของแอททริบิวต์รวมนั้นๆ หลังจากการรวมคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวในขั้นตอนการสร้างออนโทโลยีรวมนอกจากนั้น เมื่อนำออนโทโลยีรวมไปใช้ในการเข้าถึงข้อมูลจริงในฐานข้อมูลเชิงวัตถุ ผู้ทำการรวมยังต้องสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงค่าข้อมูลจากทั้งสองฐานข้อมูลให้ตรงกันตามหน่วยข้อมูลที่เลือกใช้ด้วย

ตัวอย่างที่ 4 การรวมคลาสของแอททริบิวต์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์ StudentName ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของแอททริบิวต์ GradStudentName ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 (จากการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.3) มีวิธีการดังนี้

จากผลการเปรียบเทียบในตัวอย่างที่ 2 ค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์

$$= \text{Equivalence และ } s = 1$$

∴ คลาสของแอททริบิวต์คู่นี้สามารถรวมกันได้

ตัวอย่างที่ 5 การรวมคลาสของแอททริบิวต์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์ StudentHeight ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของแอททริบิวต์ GradStudentHeight ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 (จากการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.3) มีวิธีการดังนี้

จากผลการเปรียบเทียบในตัวอย่างที่ 2 ค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์

$$= \text{Sibling และ } s = 0.1$$

∴ คลาสของแอททริบิวต์คู่นี้สามารถรวมกันได้ แต่ต้องการฟังก์ชันเพื่อแปลงความหมายส่วนคลาสของค่าความหมายที่ขัดแย้งกันของคลาสของแอททริบิวต์รวมจาก 'Centimetre' และ 'Metre' ให้มีค่าตรงกัน เช่น เลือกเป็น 'Centemetre' นอกจากนี้ เมื่อนำออนโทโลยีรวมไปใช้งานจำเป็นต้องสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงค่าข้อมูลจากทั้งสองฐานข้อมูลให้ตรงกันอีกด้วย ตัวอย่างเช่น หากเลือกคลาสของความหมายเป็น 'Centimetre' จะต้องสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงค่าข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากทั้งสองฐานข้อมูลให้อยู่ในหน่วยเซนติเมตร

4.2.2.2 ชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์

เมื่อเลือกรวมคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่เข้าด้วยกันจะต้องพิจารณาถึงชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคลาสนำมารวมด้วย เนื่องจากชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ที่

ไม่ตรงกันระหว่างโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความขัดแย้งของโครงสร้างระหว่างแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่นำมารวม ดังนั้น หากพบความขัดแย้งระหว่างชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ที่ต้องการรวมจากโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุด (ซึ่งพิจารณาได้จากผลการเปรียบเทียบชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.1.2.2) ผู้ทำการรวมจะต้องสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ทั้งคู่ให้ตรงกันก่อน แล้วจึงนำชนิดข้อมูลที่ได้ไปกำหนดเป็นชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์รวมนั้นๆ หลังจากการรวมคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวในขั้นตอนการสร้างออนโทโลยีรวม โดยมีเงื่อนไขในการแปลงชนิดข้อมูลดังนี้

- กรณีที่ 1 หากชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสองคลาสเป็นชนิดข้อมูลพื้นฐานที่ต่างชนิดกัน ได้แก่ String, Integer และ Real ให้ดำเนินการแปลงชนิดข้อมูลให้ตรงกันเพื่อใช้กำหนดเป็นชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์รวม เช่น ระหว่าง Integer กับ Real ให้แปลงชนิดข้อมูลของทั้งคู่เป็น Real
- กรณีที่ 2 หากชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งเป็นชนิดข้อมูลพื้นฐาน แต่อีกคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งเป็นชนิดข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนด (อันเป็นผลจากความสัมพันธ์แบบเอกกรีเกชันระหว่างคลาสในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ) หรือเรียกได้ว่าเป็นความขัดแย้งของการเอกกรีเกชัน ซึ่งตามการอธิบายผ่านอ็อบเจกต์ออนโทโลยีในวิทยานิพนธ์นี้ ชนิดข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดจะถูกสร้างขึ้นเป็นคลาสของคลาสฯ หนึ่งในโลคัลออนโทโลยีชุดนั้น ในกรณีนี้ชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์รวมที่ได้จะถูกกำหนดให้เป็นคลาสของคลาสด้วย โดยจะยึดคลาสของแอททริบิวต์ที่มีชนิดข้อมูลเป็นคลาสของคลาอยู่ก่อนแล้วเป็นหลัก แล้วสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ที่เดิมเป็นชนิดข้อมูลพื้นฐานให้แสดงค่าข้อมูลทั้งหมดตรงกัน
- กรณีที่ 3 หากชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสองคลาสเป็นชนิดข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนดทั้งคู่ นั่นคือชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคลาสจะเป็นคลาสของคลาสใดคลาสหนึ่งภายในโลคัลออนโทโลยีแต่ละชุด ให้พิจารณาชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์รวมจากความระดับสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสที่เป็นชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ทั้งสอง (หัวข้อที่ 4.1.3) หากความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสทั้งคู่เป็นแบบซูเปอร์คลาสและสับคลาส ให้เลือกคลาสของคลาสที่เป็นซูเปอร์คลาสเป็นชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์รวม แต่หากความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสทั้งคู่เป็นแบบพี่น้อง ชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์รวมจะเป็นคลาสของคลาสที่เป็นซูเปอร์คลาสของคลาสพี่น้องทั้งสองคลาส

4.2.2.3 คลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพของคลาสของคลาสที่กำกับคลาสของแอททริบิวต์

คลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพของคลาสของคลาสที่กำกับคลาสของแอททริบิวต์เป็นตัวกำหนดเงื่อนไขบังคับของคลาสของแอททริบิวต์นั้นๆ ว่าค่าที่เป็นไปได้ของอินสแตนซ์ของคลาส

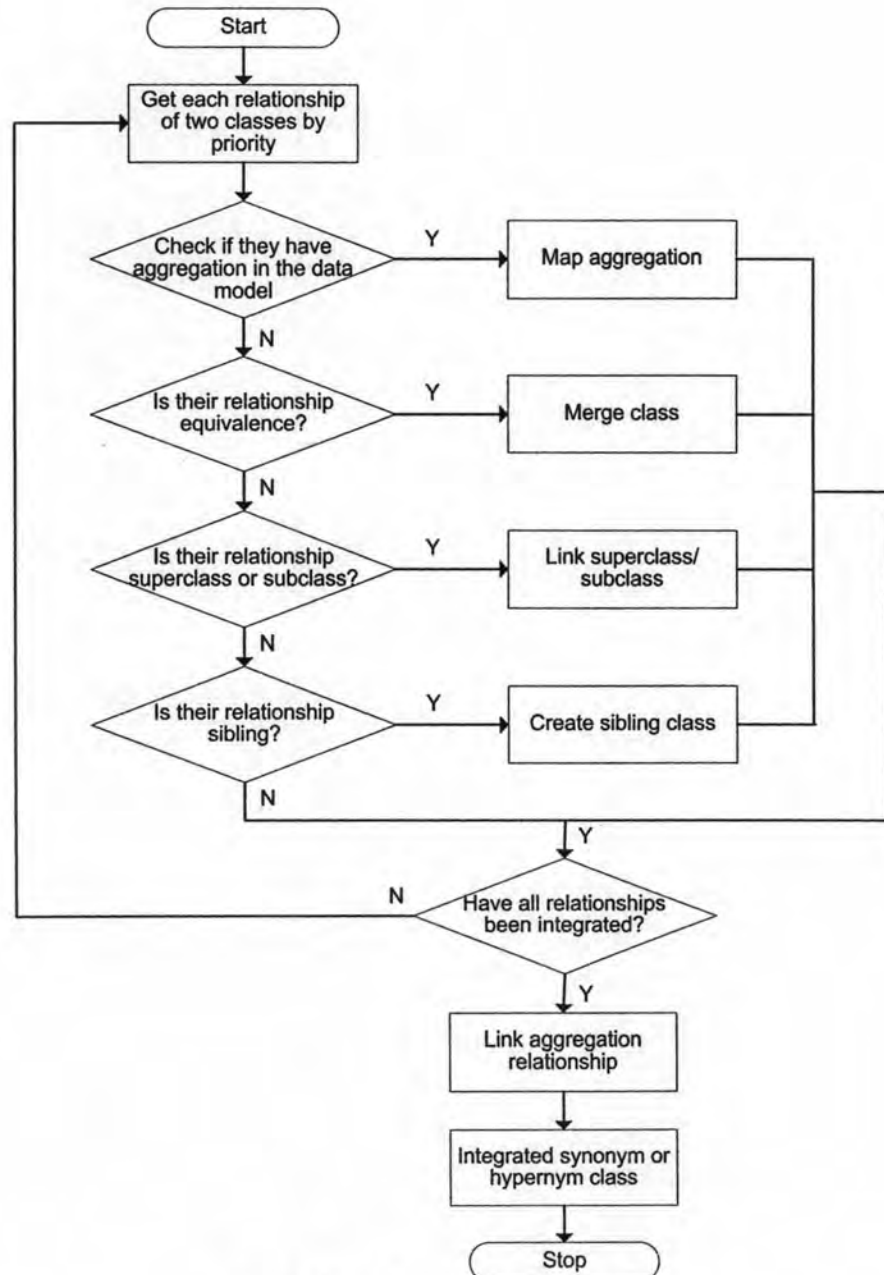
ของแอททริบิวต์นั้นคืออะไรและจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้เท่านั้น ดังนั้น คลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพของคลาสของคลาสที่กำหนดไว้กับคลาสของแอททริบิวต์ที่ไม่ตรงกันระหว่างโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า มีความขัดแย้งของค่าข้อมูลระหว่างคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าว หากพบความขัดแย้งในลักษณะนี้ (ซึ่งพิจารณาได้จากผลการเปรียบเทียบชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.1.2.2) ผู้ทำการรวมจะต้องสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงค่าคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพคู่ดังกล่าวให้ตรงกันก่อน แล้วจึงนำคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพที่ได้ไปกำหนดเป็นคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพของคลาสของคลาสที่กำหนดไว้กับคลาสของแอททริบิวต์รวมนั้นๆ หลังจากการรวมคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวในขั้นตอนการสร้างออนโทโลยีรวม

การแปลงคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพของคลาสที่กำหนดไว้กับคลาสของแอททริบิวต์จะพิจารณาจากคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณาภาพที่เป็นสับคลาสของคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพนั้น โดยผู้ทำการรวมสามารถเลือกยึดคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณาภาพที่กำหนดไว้กับคลาสของแอททริบิวต์คลาสใดคลาสหนึ่งในโลคัลออนโทโลยีชุดหนึ่งเป็นหลัก แล้วสร้างฟังก์ชันเพื่อแปลงคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณาภาพที่กำหนดไว้กับคลาสของแอททริบิวต์อีกคลาสให้ตรงกัน ก่อนจะนำคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพที่ได้ไปกำหนดเป็นคลาสของข้อกำหนดบูรณาภาพที่กำหนดไว้กับคลาสของแอททริบิวต์รวมนั้น หลังจากการรวมคลาสของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวในขั้นตอนการสร้างออนโทโลยีรวม

4.2.3 การรวมคลาสของคลาส

ขั้นตอนนี้เป็นการรวมส่วนคลาสของคลาภายในโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดตามการอธิบายผ่านอ็อบเจกต์ออนโทโลยีในหัวข้อที่ 3.1 โดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสนั้นกับอีกคลาสของคลาสนึงตามผลการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของคลาสของคลาสนั้นในหัวข้อที่ 4.1.3 ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส ความสัมพันธ์แบบสับคลาส ความสัมพันธ์แบบพี่น้อง และความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน ซึ่งค่าความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงถึงระดับความเหมือนและความแตกต่างระหว่างคลาแต่ละคู่ในโลคัลออนโทโลยีชุดหนึ่งในระดับที่มากน้อยต่างกัน และเป็นตัวตัดสินว่าควรจะรวมคลาสของคลาสนึงในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่งกับคลาสของคลาสใดบ้างในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สอง ด้วยการรวมแบบใด รวมทั้งมีลำดับการรวมก่อนหลังอย่างไร ทั้งนี้ ลำดับการรวมคลาสของคลาที่แตกต่างกันจะส่งผลให้รูปแบบของออนโทโลยีรวมที่ได้แตกต่างกันด้วย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยึดแนวทางในการจัดลำดับความสำคัญ (Priority) ของความสัมพันธ์ที่คลาของคลาสนึงในโลคัลออนโทโลยีชุดหนึ่งมีต่อคลาของคลาสดังๆ แต่แต่ละคลาในโลคัลออนโทโลยีอีกชุดหนึ่งตามงานวิจัย [20] ซึ่งเรียงระดับความสัมพันธ์จากมากไปน้อย ดังนี้ (1) ความสัมพันธ์แบบเท่ากัน (2) ความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส/แบบสับคลาส (3) ความสัมพันธ์แบบพี่น้อง และ (4) ความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน โดยคลาของคลาสคู่ที่มีระดับความสัมพันธ์ระหว่างกันที่มากกว่าจะได้รับพิจารณาเพื่อรวมเข้าด้วยกันก่อน



รูปที่ 4.6 ขั้นตอนโดยรวมในการรวมคลาส [20]

รูปที่ 4.6 แสดงขั้นตอนโดยรวมในการรวมคลาสของคลาส โดยสามารถอธิบายลำดับและเงื่อนไขในการรวมคลาสของคลาสหนึ่งในโลกจำลองโทโลจีชุดที่หนึ่ง กับคลาสของคลาสอื่นๆ ในโลกจำลองโทโลจีชุดที่สองได้ดังนี้ สมมติว่าต้องการรวมคลาสของคลาส C1 ในโลกจำลองโทโลจีชุดที่หนึ่งกับคลาสของคลาส C2, C3 และ C4 ในโลกจำลองโทโลจีชุดที่สอง ซึ่งค่าความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C1 กับคลาสของคลาส C2, C3 และ C4 จากการเปรียบเทียบคลาสของคลาสแต่ละคู่มีค่าเป็นความสัมพันธ์แบบเท่ากัน แบบซูเปอร์คลาส และแบบพี่น้องตามลำดับ เมื่อจัดลำดับความสำคัญของความสัมพันธ์จากมากไปน้อยจะได้เป็นแบบเท่ากัน แบบซูเปอร์คลาส และแบบพี่น้อง ดังนั้นในการรวมโทโลจีจึงเริ่มจากการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ตามรูปแบบการรวมคลาสของคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน จากนั้นจึงรวมคลาสของคลาส C1 และ C3 ตามรูปแบบการรวมคลาสของ

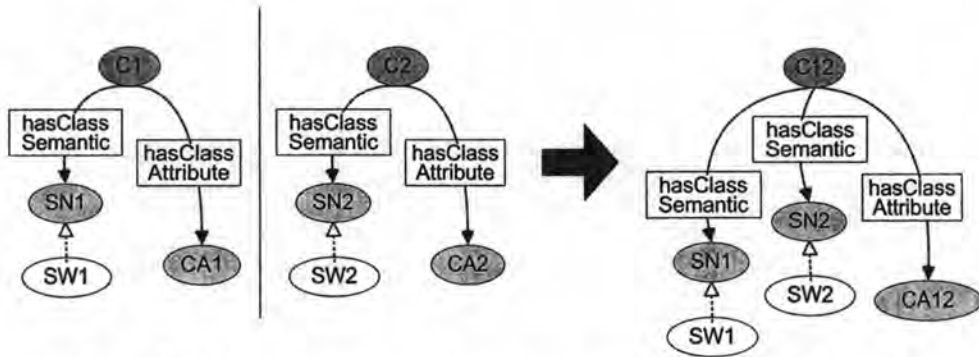
คลาสที่มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส และสุดท้ายจึงรวมคลาสของคลาส C1 และ C4 ตามรูปแบบการรวมคลาสของคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้อง

ทั้งนี้ ในการรวมคลาสของคลาสแต่ละคู่ภายในโลคัลออนโทโลจีสองชุดเข้าด้วยกันจำเป็นต้องพิจารณาถึงลำดับความสำคัญของระดับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสทุกคู่ในโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุด การจัดการกับบางคลาสของคลาสที่ถูกกำหนดให้เป็นชนิดข้อมูลของบางคลาสของแอททริบิวต์ (เทียบได้กับความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ) และการรวมคลาสของแอททริบิวต์ที่ถูกระบุว่าเป็นค่าที่มีความหมายเหมือนกันหรือ เป็นค่าลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันระหว่างโลคัลออนโทโลจีสองชุดที่นำมารวม ดังนั้นในการรวมคลาสของคลาสอาจแยกพิจารณาได้เป็น 3 ส่วนย่อยคือ

4.2.3.1 การรวมคลาสของคลาสโดยการพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์

จากค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคลาสของคลาสแต่ละคู่ที่ได้จากการเปรียบเทียบในขั้นตอนที่ 4.1.3 ได้แก่ ความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส/ สับคลาส ความสัมพันธ์แบบพี่น้องและความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน รวมกับความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสบางคู่ที่มีคลาสหนึ่งถูกกำหนดให้เป็นชนิดข้อมูลของบางคลาสของแอททริบิวต์ การรวมคลาสของคลาสโดยการพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์สามารถทำได้ 5 แบบดังนี้คือ

- กรณีที่ 1 การรวมคลาสของคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน (Merge class ในรูปที่ 4.6)
 - หากคลาสของคลาส C1 ในโลคัลออนโทโลจีชุดที่หนึ่งมีความสัมพันธ์แบบเท่ากันกับคลาสของคลาส C2 ในโลคัลออนโทโลจีชุดที่สอง การรวมคลาสของคลาสนี้ขั้นตอนคือ
 1. รวมความหมายของคลาสของคลาส C1 และ C2 ตามวิธีการรวมความหมายในหัวข้อที่ 4.2.1 แล้วกำหนดเป็นความหมายของคลาสของคลาสรวม
 2. รวมคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 และ C2 โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่ตามวิธีการรวมคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.2.2 แล้วกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของคลาสของคลาสรวม
 เมื่อกำหนดให้คลาสของคลาส C1 มีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA1 และมีคลาสของชื่อความหมายเป็น SN1 (มีคลาสของค่าความหมายเป็น SW1) ในขณะที่คลาสของคลาส C2 มีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA2 และมีคลาสของชื่อความหมายเป็น SN2 (มีคลาสของค่าความหมายเป็น SW2) ตามลำดับ และกำหนดให้คลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ($s = 1$) รูปที่ 4.7 แสดงตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน โดยสมมติให้คลาสของคลาส C12 และคลาสของแอททริบิวต์ CA12 เป็นคลาสของคลาสรวมและคลาสของแอททริบิวต์รวมที่เกิดจากการรวมคลาสของคลาส C1 กับ C2 และคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA2 ตามลำดับ

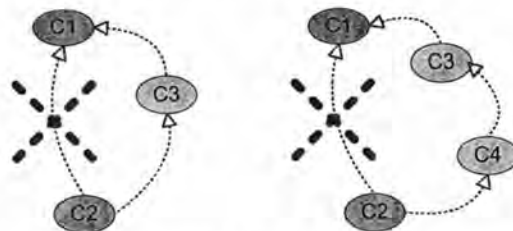


รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน

- กรณีที่ 2 การรวมคลาสของคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส/ สับคลาส (Link superclass/ subclass ในรูปที่ 4.6)

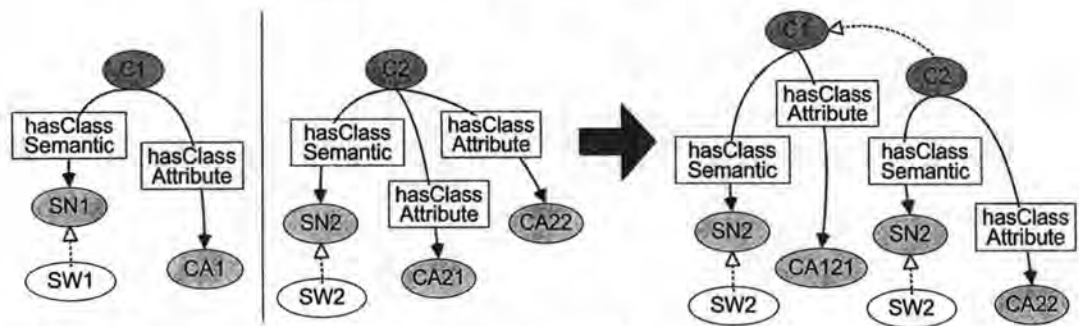
หากคลาสของคลาส C1 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่งมีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาสกับคลาสของคลาส C2 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สองหรือในอีกแห่งหนึ่งคลาสของคลาส C2 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สองมีความสัมพันธ์แบบสับคลาสกับคลาสของคลาส C1 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่ง การรวมคลาสของคลาสมิฉะนั้นคือ

1. เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสทั้งสองโดยกำหนดให้คลาสของคลาส C1 เป็นซูเปอร์คลาสของคลาส C2 ภายในออนโทโลยีรวม
2. รวมความหมายของคลาสของคลาส C1 และ C2 ตามวิธีการรวมความหมายในหัวข้อที่ 4.2.1 แล้วกำหนดเป็นความหมายของคลาสของคลาส C1 และ C2
3. รวมคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 และ C2 โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่ตามวิธีการรวมคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.2.2 แล้วกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของคลาสของคลาส C1 และเมื่อคลาสของแอททริบิวต์คู่ใดถูกนำมารวมไว้ที่คลาส C1 แล้วให้ตัดคลาสดังกล่าวออกจากการเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของคลาส C2
4. กำจัดเส้นทางการสืบทอดระหว่างคลาสของคลาสที่ซ้ำซ้อน โดยตรวจสอบว่าหากภายในออนโทโลยีรวมมีเส้นทางการสืบทอดจากคลาสของคลาส C2 ไปยังคลาสของคลาสอื่นซึ่งเป็นสับคลาสของคลาส C1 อยู่ก่อนแล้ว ให้ตัดความสัมพันธ์ที่เชื่อมระหว่างคลาสของคลาส C1 และ C2 ทิ้ง และใช้การสืบทอดที่มีอยู่ก่อนแล้วแทนเพื่อกำจัดลูป (Loop) ที่เกิดขึ้นระหว่างคลาสของคลาส C1 กับ C2 ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การกำจัดเส้นทางการสืบทอดระหว่างคลาสของคลาสที่ซ้ำซ้อน

เมื่อกำหนดให้คลาสของคลาส C1 มีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA1 และมีคลาสของชื่อความหมายเป็น SN1 (มีคลาสของค่าความหมายเป็น SW1) ในขณะที่คลาสของคลาส C2 มีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA21 และ CA22 และมีคลาสของชื่อความหมายเป็น SN2 (มีคลาสของค่าความหมายเป็น SW2) ตามลำดับ และกำหนดให้คลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA21 มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ($s = 1$) และคลาสของความหมายของคลาสของคลาส C1 มีความสัมพันธ์แบบสับคลาสกับคลาสของความหมายของคลาสของคลาส C2 รูปที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส โดยสมมติให้คลาสของแอททริบิวต์ CA121 เป็นคลาสของแอททริบิวต์รวมที่เกิดจากการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และคลาสของชื่อความหมาย SN2 ครอบคลุมคำศัพท์ทั้งหมดของคลาส SN1 (ในขณะที่เดียวกันคลาสของค่าความหมาย SW2 ครอบคลุมคำศัพท์ทั้งหมดของคลาส SW1 ด้วย)



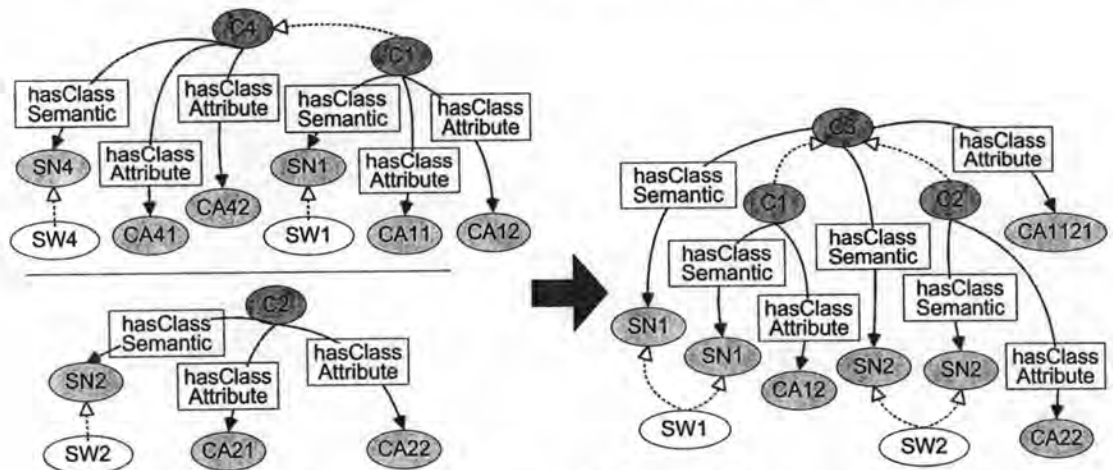
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส/ สับคลาส

- กรณีที่ 3 การรวมคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้อง (Create sibling class ในรูปที่ 4.6)

หากคลาสของคลาส C1 ในโหนดลอจิกที่หนึ่งมีความสัมพันธ์แบบพี่น้องกับคลาสของคลาส C2 ในโหนดลอจิกที่สอง ก่อนที่จะรวมคลาสของคลาสนี้ตามความสัมพันธ์แบบพี่น้องจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนว่า ทั้งคลาสของคลาส C1 และ C2 มิได้เป็นสับคลาสของคลาสใดภายในโหนดลอจิกเดียวกันอยู่แล้ว (ซึ่งหมายความว่าคลาสของคลาส C1 และ C2 เป็นคลาสพี่น้องกันอยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องรวมกันอีก) รวมทั้งต้องแน่ใจว่า คลาสของคลาสนี้ไม่มีซูเปอร์คลาสโดยตรง (Immediate Superclass) ในแต่ละโหนดลอจิกเดิม (มิฉะนั้นจะใช้การรวมคลาสของคลาสนี้ที่เหลือตามความสัมพันธ์แบบสับคลาสกับซูเปอร์คลาสที่มีอยู่แทน) การรวมคลาสของคลาสนี้ขั้นตอนคือ

 1. สร้างคลาสของคลาส C3 ขึ้นใหม่ภายในโหนดลอจิกรวม เพื่อกำหนดให้ทำหน้าที่เป็นซูเปอร์คลาสโดยตรงของทั้งคลาสของคลาส C1 และ C2
 2. เชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C1, C2 และ C3 โดยกำหนดให้ทั้งคลาสของคลาส C1 และ C2 เป็นสับคลาสของคลาส C3 ภายในโหนดลอจิกรวม
 3. รวมความหมายของคลาสของคลาส C1 และ C2 ตามวิธีการรวมความหมายในหัวข้อที่ 4.2.1 แล้วกำหนดเป็นความหมายของคลาสของคลาสนี้ C1, C2 และ C3

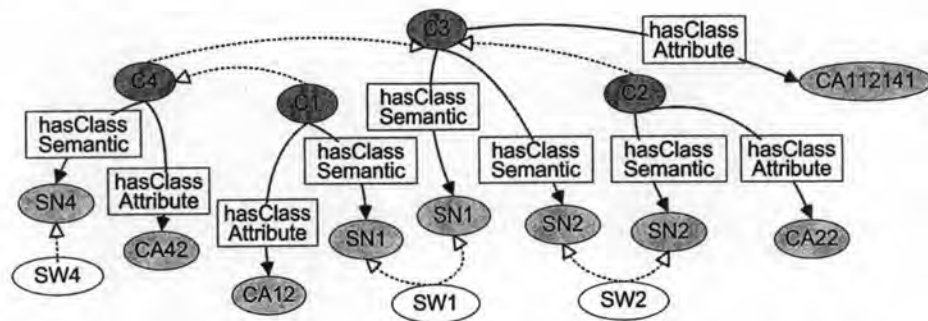
4. รวมคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 และ C2 โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์แต่ละคู่ตามวิธีการรวมคลาสของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.2.2 แล้วกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของคลาสของคลาส C3 และเมื่อคลาสของแอททริบิวต์คู่ใดถูกนำมารวมไว้ที่คลาส C3 แล้วให้ตัดคลาสดังกล่าวออกจากความเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของทั้งคลาส C1 และ C2
5. ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C3 ที่สร้างขึ้นใหม่กับคลาสของคลาสอื่นทั้งหมดที่เป็นซูเปอร์คลาสของคลาส C1 และ C2 ภายในออนโทโลยีจืวม ถ้าพบว่าคลาสของคลาส C3 มีความสัมพันธ์รูปแบบใดก็ตามกับคลาสเหล่านั้นให้รวมคลาสของคลาส C3 กับคลาสดังกล่าวตามรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้รับจากการเปรียบเทียบ เมื่อกำหนดให้คลาสของคลาส C1 เป็นสับคลาสของคลาส C4 โดยมีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA11 และ CA12 และมีคลาสของชื่อความหมายเป็น SN1 (มีคลาสของค่าความหมายเป็น SW1) ในขณะที่คลาสของคลาส C2 มีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA21 และ CA22 และมีคลาสของชื่อความหมายเป็น SN2 (มีคลาสของค่าความหมายเป็น SW2) ตามลำดับ และกำหนดให้คลาสของแอททริบิวต์ CA11 และ CA21 มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ($s = 1$) รูปที่ 4.10 แสดงตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้อง โดยกำหนดให้สร้างคลาสของคลาส C3 ขึ้นใหม่เพื่อทำหน้าที่เป็นซูเปอร์คลาสโดยตรงของคลาสของคลาส C1 และ C2 และสมมติให้คลาสของแอททริบิวต์ CA1121 เป็นคลาสของแอททริบิวต์รวมที่เกิดจากการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA11 กับ CA21



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้อง

จากรูปที่ 4.10 หลังจากสร้างคลาสของคลาส C3 เพื่อรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 เข้าด้วยกันตามการรวมด้วยความสัมพันธ์แบบพี่น้อง จะต้องตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C3 และ C4 ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็น CA41 และ CA42 และมีคลาสของชื่อความหมายเป็น SN4 (มีคลาสของค่าความหมายเป็น SW4) ในที่นี้กำหนดให้คลาสของคลาส C3 มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาสกับคลาสของคลาส C4

โดยคลาสของแอททริบิวต์ CA1121 และ CA41 มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ($s = 1$) และคลาสของความหมายของคลาสของคลาส C3 มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาสกับคลาสของความหมายของคลาสของคลาส C4 รูปที่ 4.11 แสดงตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสที่เกิดขึ้น โดยสมมติให้คลาสของแอททริบิวต์ CA112141 เป็นคลาสของแอททริบิวต์รวมที่เกิดจากการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1121 กับ CA41 และคลาสของชื่อความหมาย SN1 และ SN2 ของคลาสของคลาส C3 ครอบคลุมคำศัพท์ทั้งหมดของคลาส SN4 (ในขณะเดียวกันคลาสของค่าความหมาย SW1 และ SW2 ครอบคลุมคำศัพท์ทั้งหมดของคลาส SW4 ด้วย)



รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C3 ที่เกิดจากการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 ที่มีความสัมพันธ์แบบพี่น้องและ C4 ที่เป็นซูเปอร์คลาสของคลาสเดิม

- กรณีที่ 4 การรวมคลาสที่มีความสัมพันธ์แบบแตกต่างกัน

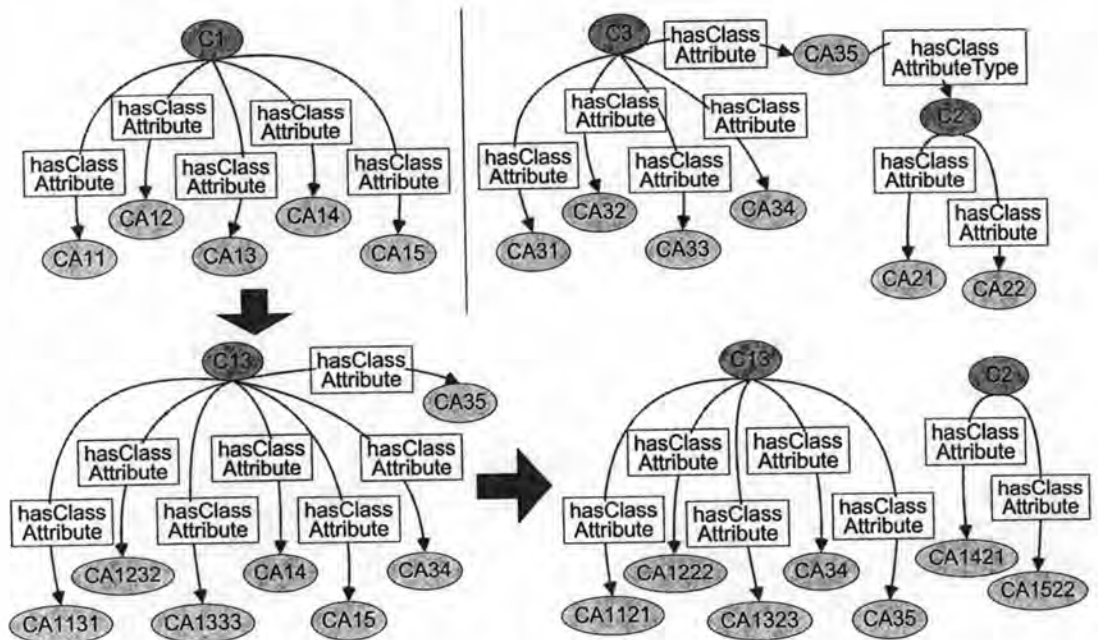
หากคลาสของคลาส C1 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่งมีความสัมพันธ์แบบแตกต่างกับคลาสของคลาส C2 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สอง จะหมายความว่าคลาสของคลาสทั้งคู่ไม่มีเกี่ยวข้องใดๆ กันเลย ดังนั้นคลาสคู่นี้จึงไม่ถูกรวมเข้าด้วยกันภายในออนโทโลยีรวม

- กรณีที่ 5 การรวมคลาสของคลาสที่ถูกกำหนดให้เป็นชนิดข้อมูลของบางคลาสของแอททริบิวต์ในโลคัลออนโทโลยีชุดใดชุดหนึ่ง (Map aggregation ในรูปที่ 4.6)

หากคลาสของคลาส C1 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่งมีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส ความสัมพันธ์แบบสับคลาส หรือความสัมพันธ์แบบพี่น้องกับคลาสของคลาส C2 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สอง แต่คลาสของคลาส C1 มีความสัมพันธ์แบบเท่ากันกับคลาสของคลาส C3 ในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สองและได้ถูกรวมกันไว้ภายในออนโทโลยีรวมมาก่อนแล้ว การรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 จะต้องตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C2 และ C3 ภายในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สองก่อน หากพบว่าคลาสของแอททริบิวต์หนึ่งในคลาสของคลาส C3 มีชนิดข้อมูลเป็นคลาสของคลาส C2 (เทียบได้กับความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ) การรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 จะไม่ทำตามรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบ เนื่องจากต้องการยึดความสัมพันธ์ที่ปรากฏในโลคัลออนโทโลยีเดิมเป็นหลัก แต่จะเลือกรวมคลาสของแอททริบิวต์ในคลาสของคลาส C1 ภายในออนโทโลยีรวมกับ

คลาสของคลาสแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C2 ทุกคู่ที่มีความสัมพันธ์กัน ($s > 0$) แล้วกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของคลาสของคลาส C2 ภายในออนโทโลยีรวมและตัดคลาสของแอททริบิวต์ที่ถูกรวมไว้ในคลาส C2 ออกจากการเป็นคลาสของแอททริบิวต์ของคลาส C1 จากนั้นจึงทำการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C1 และ C2 ในออนโทโลยีรวมซึ่งจะอธิบายวิธีการในหัวข้อที่ 4.2.3.2 ต่อไป

เมื่อกำหนดให้คลาสของคลาส C1 จากโลคัลออนโทโลยีที่ 1 มีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA11, CA12, CA13, CA14 และ CA15 ในขณะที่คลาสของคลาส C2 และ C3 จากโลคัลออนโทโลยีที่ 2 มีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA21, CA22 และ CA31, CA32, CA33, CA34, CA35 ตามลำดับ หากคลาสของคลาส C1 มีความสัมพันธ์แบบเท่ากันกับคลาสของคลาส C3 โดยคลาสของแอททริบิวต์ CA11 กับ CA31, CA12 กับ CA32 และ CA13 กับ CA33 แต่ละคู่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ($s = 1$) ในขณะเดียวกันคลาสของคลาส C1 มีความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาสกับคลาสของคลาส C2 โดยคลาสของแอททริบิวต์ CA14 กับ CA21 และ CA15 กับ CA22 แต่ละคู่มีความสัมพันธ์แบบเท่ากัน ($s = 1$) นอกจากนี้ ชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ CA35 ถูกกำหนดเป็นคลาสของคลาส C2 การรวมคลาสของคลาส C1, C2 และ C3 เหล่านี้ทำได้โดยเลือกรวมคลาสของคลาส C1 กับคลาสของคลาส C3 ด้วยความสัมพันธ์แบบเท่ากันก่อน แล้วจึงพิจารณารวมคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C1 กับ C2 ตามวิธีการด้านบน รูปที่ 4.12 แสดงตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสที่ถูกกำหนดให้เป็นชนิดข้อมูลของบางคลาสของแอททริบิวต์ในโลคัลออนโทโลยีชุดใดชุดหนึ่ง



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาส C1 และ C2 เมื่อคลาสของคลาส C2 ถูกกำหนดให้เป็นชนิดข้อมูลของบางคลาสของแอททริบิวต์ในคลาสของคลาส C3

ตัวอย่างที่ 6 การรวมระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 (จากการเปรียบเทียบในรูปที่ 4.1 และ 4.3) มีวิธีการดังนี้

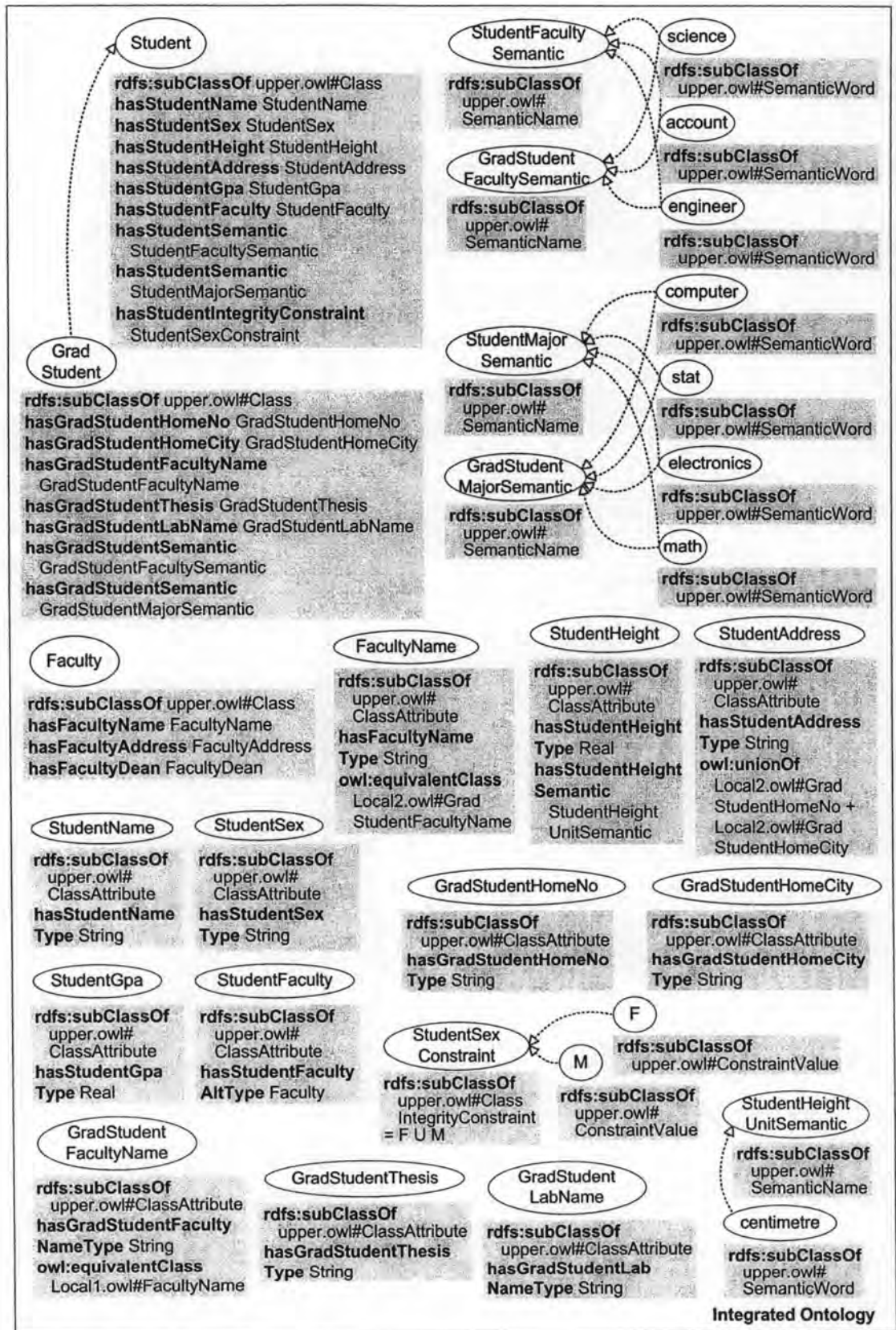
จากผลการเปรียบเทียบในตัวอย่างที่ 3 ค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคลาสของคลาส

= Superclass

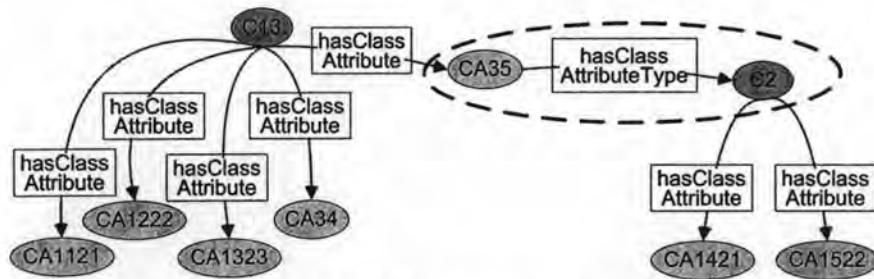
∴ การรวมคลาสของคลาสเป็นการรวมแบบซูเปอร์คลาส ดังรูปที่ 4.13

4.2.3.2 การเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างบางคลาสของแอททริบิวต์ไปยังคลาสของคลาสเพื่อแสดงว่าชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ดังกล่าวเป็นคลาสของคลาสภายในออนโทโลยีรวม (Link aggregation relationship ในรูปที่ 4.6)

หลังจากการรวมคลาสของคลาสทุกคู่จากโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดโดยการพิจารณาระดับความสัมพันธ์ และสร้างขึ้นเป็นออนโทโลยีรวมแล้ว การทำงานในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างบางคลาสของแอททริบิวต์ไปยังคลาสของคลาสเพื่อแสดงว่าชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ดังกล่าวเป็นคลาสของคลาสภายในออนโทโลยีรวม (เทียบได้กับความสัมพันธ์แบบเอกกรีเกชันในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ) โดยจะพิจารณาว่าคลาสของแอททริบิวต์ที่ถูกกำหนดให้มีชนิดข้อมูลเป็นคลาสของคลาสในโลคัลออนโทโลยีเดิมถูกรวมเป็นคลาสของแอททริบิวต์ใดในออนโทโลยีรวม และพิจารณาว่าคลาสของคลาสที่ถูกกำหนดให้เป็นชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ดังกล่าวถูกรวมเป็นคลาสของคลาใดในออนโทโลยีรวม แล้วเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์และคลาสของคลาสนั้น ด้วยการกำหนดให้ชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์เป็นคลาสของคลาสนั้น เพื่อให้การเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสนั้นเป็นไปอย่างถูกต้อง รูปที่ 4.14 แสดงตัวอย่างการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์และคลาสของคลาสนั้นจากผลการรวมคลาสของคลาสนั้นในรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 โดยพิจารณาจากระดับความสัมพันธ์



รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของแอททริบิวต์และคลาสของคลาส เพื่อแสดงว่าชนิดข้อมูลของคลาสของแอททริบิวต์ดังกล่าวเป็นคลาสของคลาภายในออนโทโลยีรวม

4.2.3.3 การรวมคลาสของแอททริบิวต์ที่ถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันหรือเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกัน

การระบุว่าคุณสมบัติของแอททริบิวต์ใดในโลกออนโทโลยีชุดที่หนึ่งเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันหรือคำที่เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันกับคุณสมบัติของแอททริบิวต์อื่นๆ ในโลกออนโทโลยีชุดที่สองในหัวข้อที่ 3.3 แสดงให้ทราบว่าคุณสมบัติของแอททริบิวต์ทั้งสองหมายถึงสิ่งเดียวกันหรือคุณสมบัติของแอททริบิวต์ใดคุณสมบัติหนึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติของแอททริบิวต์อื่นๆ หลายคุณสมบัติตามลำดับ ดังนั้น เมื่อคุณสมบัติของแอททริบิวต์ทั้งคู่หมายถึงสิ่งเดียวกัน คุณสมบัติของแอททริบิวต์คู่ดังกล่าวควรจะได้รับกรรวมเป็นคุณสมบัติของแอททริบิวต์เดียวกันในออนโทโลยีรวมด้วย ในทำนองเดียวกันเมื่อคุณสมบัติของแอททริบิวต์ใดประกอบด้วยคุณสมบัติของแอททริบิวต์อีกกลุ่มหนึ่ง คุณสมบัติของแอททริบิวต์ที่เป็นส่วนประกอบก็ควรจะถูกรวมเป็นคุณสมบัติของแอททริบิวต์หลัก เพื่อป้องกันมิให้เกิดความซ้ำซ้อนของข้อมูลที่อาจปรากฏในออนโทโลยีรวม ทั้งนี้ การรวมคุณสมบัติของแอททริบิวต์โดยการพิจารณาว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันหรือเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันจะตรวจสอบจากคุณสมบัติของแอททริบิวต์ภายในออนโทโลยีรวม ซึ่งสร้างขึ้นจากคุณสมบัติของแอททริบิวต์ในโลกออนโทโลยีแต่ละชุดที่ได้รับการระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันหรือเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกัน หลังจากได้ออนโทโลยีรวมจากการพิจารณาและการเชื่อมความสัมพันธ์ในขั้นตอนก่อนหน้า

1. การรวมคุณสมบัติของแอททริบิวต์ที่ถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน

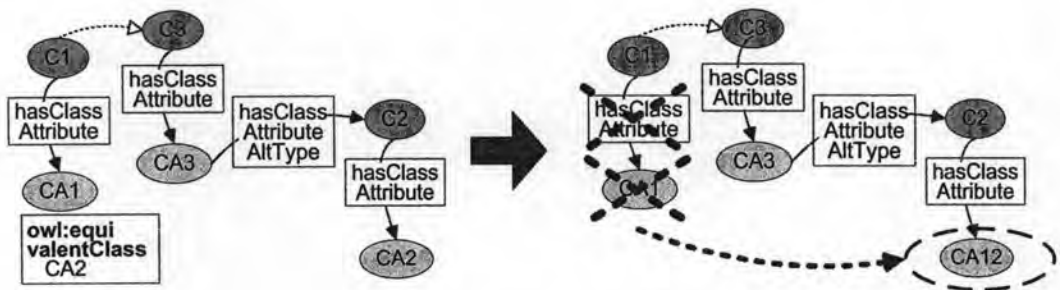
หากคุณสมบัติของแอททริบิวต์ CA1 ของคลาส C1 ภายในโลกออนโทโลยีชุดที่หนึ่งถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันกับคุณสมบัติของแอททริบิวต์ CA2 ของคลาส C2 ภายในโลกออนโทโลยีชุดที่สอง ซึ่งโดยทั่วไปค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA2 ในหัวข้อที่ 4.1.2.1 จะเป็นความสัมพันธ์แบบการมีเส้นทางเกี่ยวข้อง ($s = 1$)

อย่างไรก็ตาม การรวมคุณสมบัติของแอททริบิวต์ในขั้นตอนนี้เป็นส่วนเสริมจากขั้นตอนการรวมคุณสมบัติของแอททริบิวต์ในหัวข้อที่ 4.2.2 โดยจะพิจารณาเฉพาะคุณสมบัติของแอททริบิวต์ที่ถูกระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันคู่ที่ยังไม่ถูกรวมกันเท่านั้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะเกิดขึ้นจากการที่คุณสมบัติของแอททริบิวต์หนึ่งในนั้นเป็นคุณสมบัติของแอททริบิวต์ของคลาสของ

คลาสที่ถูกกำหนดเป็นชนิดข้อมูลของคลาสแอททริบิวต์ใดๆ ทำให้ไม่สามารถรวมคลาสของคลาสรวมถึงคลาสของแอททริบิวต์เหล่านั้นกับคลาสของคลาสและคลาสของแอททริบิวต์อื่นภายในออนโทโลยีรวมได้โดยตรง

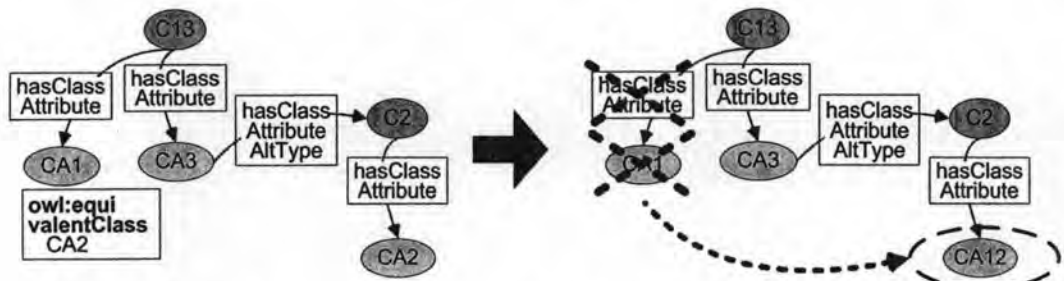
เมื่อนำโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดมาสร้างเป็นออนโทโลยีรวม กำหนดให้คลาสของคลาส C3 ภายในออนโทโลยีรวมมีคลาสของแอททริบิวต์เป็น CA3 และมีชนิดข้อมูลเป็นคลาสของคลาส C2 การรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 เข้าด้วยกันภายในออนโทโลยีรวมจะพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C1 และ C3 เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเข้าถึง (Path) คลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 เป็นหลัก โดยมีเงื่อนไขดังนี้

- กรณีที่ 1 หากคลาสของคลาส C3 เป็นซูเปอร์คลาสของคลาส C1 ภายในออนโทโลยีรวม คลาสของแอททริบิวต์ CA1 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA2 เป็นคลาสของแอททริบิวต์ CA12 ภายในคลาสของคลาส C2 แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ออกจากคลาสของคลาส C1 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไขนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.15



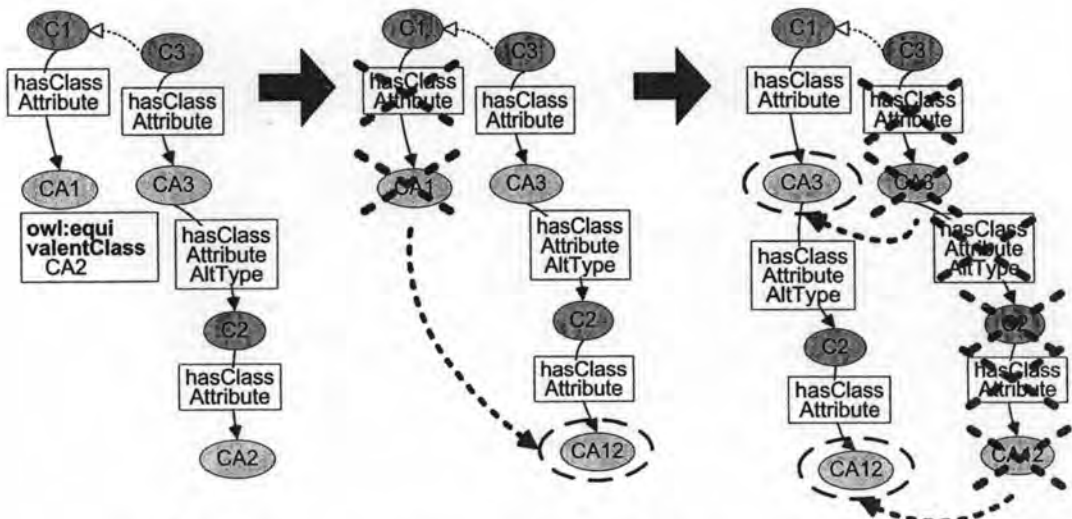
รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่าเป็นค่าที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขกรณีที่ 1

- กรณีที่ 2 หากคลาสของคลาส C3 เป็นคลาสเดียวกันกับคลาสของคลาส C1 (ทั้งสองคลาสได้รับการรวมกันโดยกำหนดให้ C13 เป็นคลาสของคลาสรวมจากคลาสคู่นี้) ภายในออนโทโลยีรวม คลาสของแอททริบิวต์ CA1 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA2 เป็นคลาสของแอททริบิวต์ CA12 ภายในคลาสของคลาส C2 แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ออกจากคลาสของคลาส C13 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไขนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.16



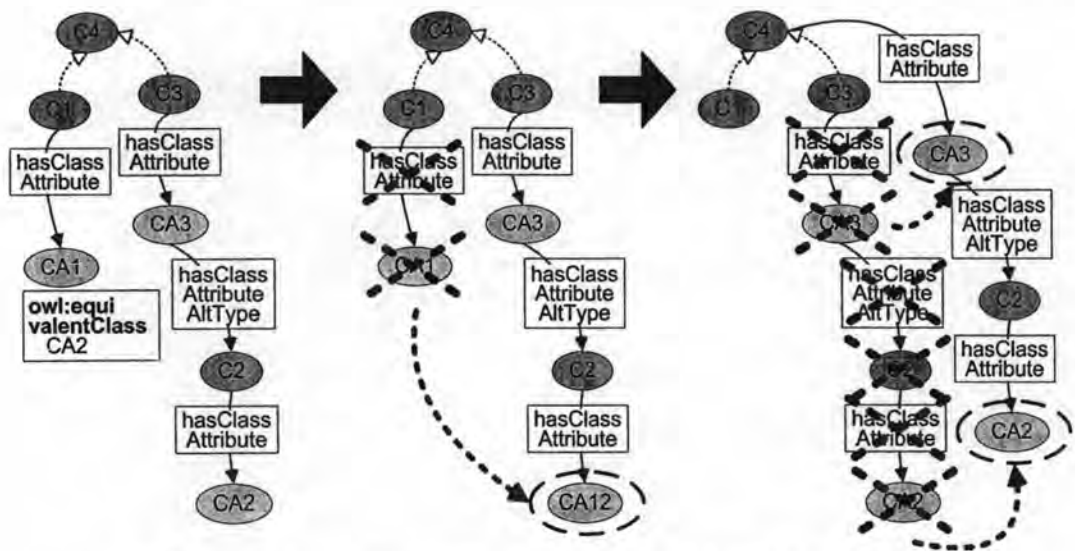
รูปที่ 4.16 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่า
เป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขที่ 2

- กรณีที่ 3 หากคลาสของคลาส C3 เป็นสับคลาสของคลาส C1 ภายในออนโทโลยีรวม
คลาสของแอททริบิวต์ CA1 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA2 เป็นคลาส
ของแอททริบิวต์ CA12 ภายในคลาสของคลาส C2 แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA1
ออกจากคลาสของคลาส C1 หลังจากนั้นจะย้ายคลาสของแอททริบิวต์ CA3 ส่วนที่มี
ชนิดข้อมูลย่อยเป็นคลาสของแอททริบิวต์ CA12 ไปกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์
ภายในคลาสของคลาส C1 แทน ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไข
แสดงไว้ในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่า
เป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขที่ 3

- กรณีที่ 4 หากคลาสของคลาส C3 เป็นคลาสที่น้องกับคลาสของคลาส C1 ภายในออนโทโลยีรวมโดยมีซูเปอร์คลาสร่วมกันคือคลาสของคลาส C4 คลาสของแอททริบิวต์ CA1 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA2 เป็นคลาสของแอททริบิวต์ CA12 ภายในคลาสของคลาส C2 แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ออกจากคลาสของคลาส C1 หลังจากนั้นจะย้ายคลาสของแอททริบิวต์ CA3 ส่วนที่มีชนิดข้อมูลย่อยเป็นคลาสของแอททริบิวต์ CA12 ไปกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C4 แทน ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไขนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 ที่ถูกระบุว่าเป็นค่าที่มีความหมายเหมือนกันตามเงื่อนไขกรณีที่ 4

2. การรวมคลาสของแอททริบิวต์ที่ถูกระบุว่าเป็นค่าลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกัน

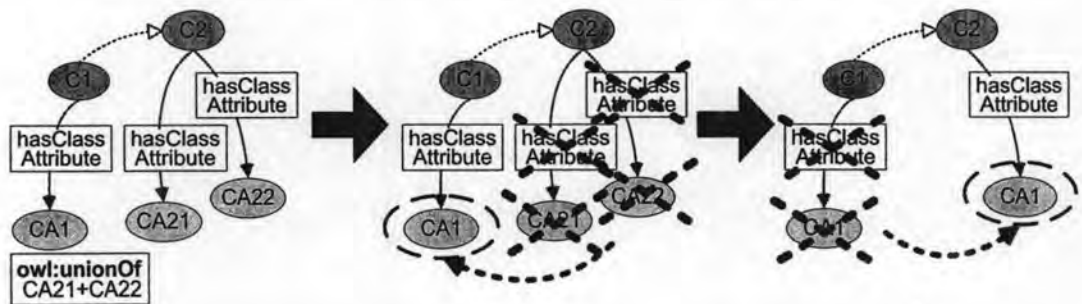
หากคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ของคลาส C1 ภายในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่งถูกระบุว่าเป็นค่าแม่กลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 ของคลาส C2 ภายในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สอง (หรือในอีกแง่หนึ่งคลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 ของคลาส C2 ภายในโลคัลออนโทโลยีชุดที่สองถูกระบุว่าเป็นค่าลูกกลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ของคลาส C1 ภายในโลคัลออนโทโลยีชุดที่หนึ่ง) ซึ่งโดยทั่วไปค่าความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ในหัวข้อที่ 4.1.2.1 จะเป็นการสัมพันธ์แบบการเป็นส่วนประกอบกัน ($s = 1$)

เมื่อนำโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดมาสร้างเป็นออนโทโลยีรวม การรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ภายในออนโทโลยีรวมจะพิจารณาจากเส้นทางการเข้าถึง (Path) คลาสของแอททริบิวต์ CA1 และ CA2 โดยไม่มีเงื่อนไข

เมื่อนำโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดมาสร้างเป็นออนโทโลยีรวม การรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 เข้าด้วยกันภายในออนโทโลยีรวมจะพิจารณา

ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาส C1 และ C2 เพื่อตรวจสอบเส้นทางการเข้าถึง (Path) คลาสของแอททริบิวต์ CA1, CA21 และ CA22 เป็นหลัก โดยมีเงื่อนไขดังนี้

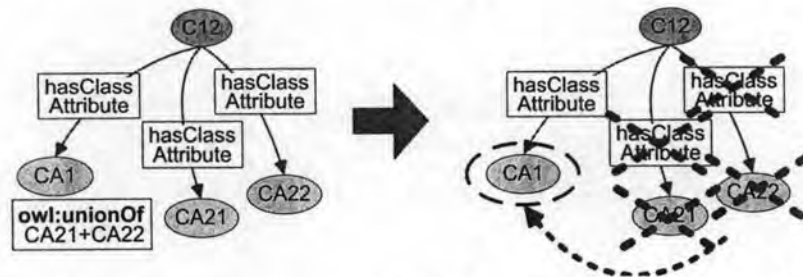
- กรณีที่ 1 หากคลาสของคลาส C2 เป็นซูเปอร์คลาสของคลาส C1 ภายในออนโทโลยีรวม คลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ในลักษณะของการเป็นส่วนประกอบ แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 ออกจากคลาสของคลาส C2 หลังจากนั้นจะย้ายคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ไปกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C2 แทน ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไขนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่า

เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขกรณีที่ 1

- กรณีที่ 2 หากคลาสของคลาส C2 เป็นคลาสเดียวกันกับคลาสของคลาส C1 (ทั้งสองคลาสได้รับการรวมกันโดยกำหนดให้ C12 เป็นคลาสของคลาสรวมจากคลาสคู่นี้) ภายในออนโทโลยีรวม คลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ในลักษณะของการเป็นส่วนประกอบ แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 ออกจากคลาสของคลาส C12 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไขนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.20

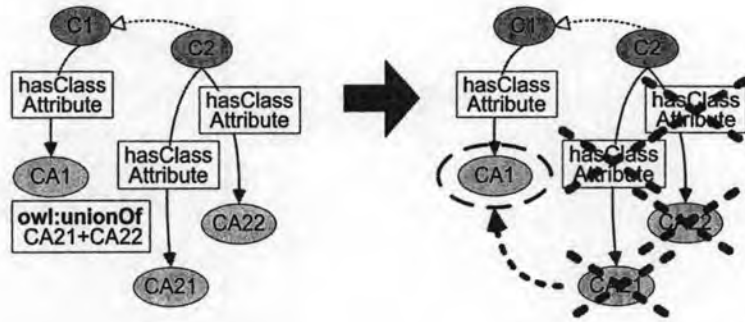


รูปที่ 4.20 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่า

เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขกรณีที่ 2

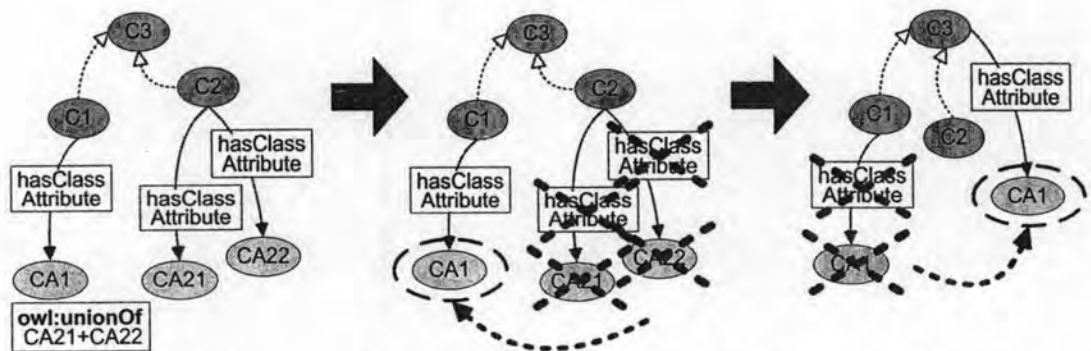
- กรณีที่ 3 หากคลาสของคลาส C2 เป็นสับคลาสของคลาส C1 ภายในออนโทโลยีรวม คลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ในลักษณะของการเป็นส่วนประกอบ แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ

CA22 ออกจากคลาสของคลาส C2 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไขนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขที่ 3

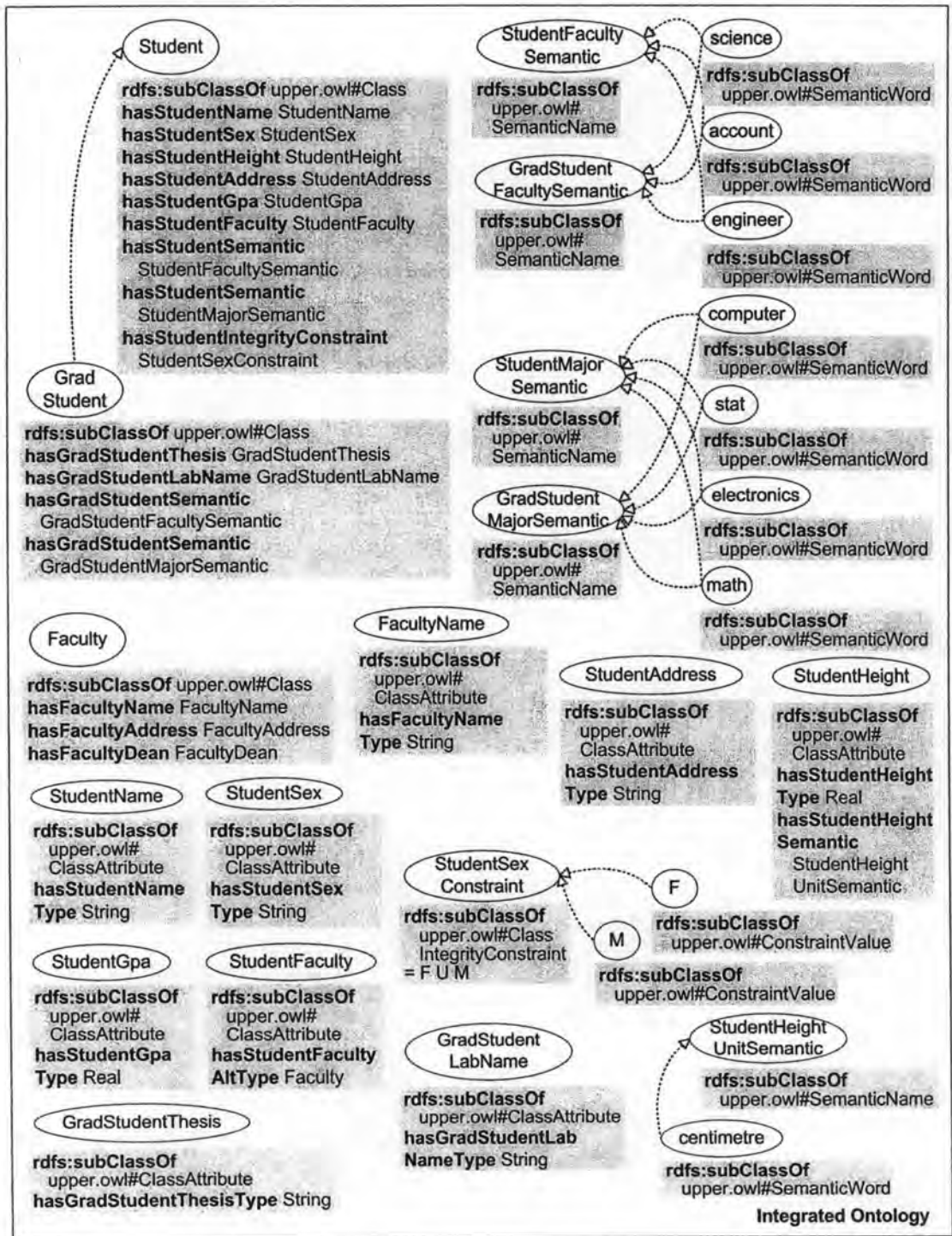
- กรณีที่ 4 หากคลาสของคลาส C2 เป็นคลาสที่ขึ้นอยู่กับคลาสของคลาส C1 ภายในออนโทโลยีรวมโดยมีซูเปอร์คลาสร่วมกันคือคลาสของคลาส C3 คลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 จะถูกนำไปรวมกับคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ในลักษณะของการเป็นส่วนประกอบ แล้วตัดคลาสของแอททริบิวต์ CA21 และ CA22 ออกจากคลาสของคลาส C2 หลังจากนั้นจะย้ายคลาสของแอททริบิวต์ CA1 ไปกำหนดเป็นคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส C3 แทน ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ตามเงื่อนไขนี้แสดงไว้ในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ตัวอย่างการรวมคลาสของแอททริบิวต์ CA1 กับ CA21 และ CA22 ที่ถูกระบุว่าเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันตามเงื่อนไขที่ 4

ตัวอย่างที่ 7 การรวมคลาสของคลาสระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2 เมื่อพิจารณาเพิ่มเติมจากผลการรวมในตัวอย่างที่ 6 ตามหัวข้อที่ 4.2.3.2 และ 4.2.3.3

∴ ผลการรวมคลาสของคลาสระหว่างคลาสของคลาส Student และ GradStudent หลังจากพิจารณาตามขั้นตอนการรวมคลาสของคลาสครบทุกขั้นตอน แสดงได้ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ตัวอย่างการรวมคลาสของคลาสระหว่างคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

หลังจากพิจารณาตามขั้นตอนการรวมคลาสของคลาสครบทุกขั้นตอน

หลังจากทำการรวมโลคัลออนโทโลยีส่วนที่เป็นคลาสในรูปแบบจำลองข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้คือรูปแบบของออนโทโลยีรวมที่สามารถนำไปสร้างเป็นออนโทโลยีรวมเพื่อนำไปใช้งานกับเฟรมเวิร์คที่จะนำเสนอในบทที่ 5 ต่อไป

4.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบและการรวมโลคัลออนโทโลยี

ตัวอย่างการเปรียบเทียบและการรวมโลคัลออนโทโลยีในหัวข้อนี้เป็นการแสดงวิธีการทำงานของขั้นตอนวิธีการเปรียบเทียบและการรวมโลคัลออนโทโลยีที่ได้นำเสนอไปแล้วในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 โดยแสดงการคิดคำนวณ และการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ผ่านการรวมโลคัลออนโทโลยีสองชุดที่ได้สร้างขึ้น และแสดงไว้ในรูปที่ 3.5 และ 3.6 ร่วมกับแมปปีงแสดงการระบุความสัมพันธ์ของคำศัพท์ระหว่างโลคัลออนโทโลยีทั้งสองชุดในรูปที่ 3.8 ในบทที่ 3 นอกเหนือจากบางส่วนที่ได้แสดงไปแล้วในตัวอย่างที่ 1 ถึง 6 มีขั้นตอนดังนี้

4.3.1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลยี

4.3.1.1 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความหมาย

- ความหมายของคลาสของแอททริบิวต์ StudentHeight ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 กับ คลาสของแอททริบิวต์ PersonHeight ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

$$T1 = \text{StudentHeight}, T2 = \text{PersonHeight}$$

$$\alpha = 1 (\text{StudentHeightUnitSemantic})$$

$$\beta = 1 (\text{PersonHeightUnitSemantic})$$

$$r_1 = 0.5 \quad (\text{ตารางที่ 4.1 กรณีที่ 4})$$

$$R = [0.5] \quad \therefore Ms = 0.5$$

$$\therefore \text{ระดับความเหมือน} = \text{Tight-intersection}, \text{ความสัมพันธ์} = \text{Sibling} \text{ และ } s = 0.1$$

$$(\text{ตารางที่ 4.2 กรณีที่ 5})$$

- ความหมายของคลาสของแอททริบิวต์ StudentHeight ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 กับ คลาสของแอททริบิวต์ GradStudentHeight ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

$$T1 = \text{StudentHeight}, T2 = \text{GradStudentHeight}$$

$$\alpha = 1 (\text{StudentHeightUnitSemantic})$$

$$\beta = 1 (\text{GradStudentHeightUnitSemantic})$$

$$r_1 = 0.5 \quad (\text{ตารางที่ 4.1 กรณีที่ 4})$$

$$R = [0.5] \quad \therefore Ms = 0.5$$

$$\therefore \text{ระดับความเหมือน} = \text{Tight-intersection}, \text{ความสัมพันธ์} = \text{Sibling} \text{ และ } s = 0.1$$

$$(\text{ตารางที่ 4.2 กรณีที่ 5})$$

4.3.1.2 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคลาสของแอททริบิวต์

- ชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส Person ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

$$C1 = \text{Student}, C2 = \text{Person}$$

$\theta_{C_1} = 6$ (StudentName, StudentSex, StudentHeight, StudentAddress, StudentGpa, StudentFaculty)

$\theta_{C_2} = 5$ (PersonName, PersonGender, PersonHeight, PersonHomeNo, PersonHomeCity)

$$\alpha = 6 - 1 + 2 = 7, \beta = 5$$

เปรียบเทียบระหว่าง StudentName และ PersonName

ความสัมพันธ์ = Equivalence, $s_1 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 3)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentSex และ PersonGender

ความสัมพันธ์ = Synonym, $s_2 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 4)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentHeight และ PersonHeight

ความสัมพันธ์ = Sibling, $s_3 = 0.1$
(ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 1 และ ตารางที่ 4.2 กรณีที่ 5)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentAddress และ PersonHomeNo

ความสัมพันธ์ = Compound, $s_4 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 6)

เปรียบเทียบระหว่าง StudentAddress และ PersonHomeCity

ความสัมพันธ์ = Compound, $s_5 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 6)

$$R_{\text{all-ClassAttribute}} = [1, 1, 0.1, 1, 1] \quad \therefore Ms_{\text{all-ClassAttribute}} = 1 + 1 + 0.1 + 1 + 1 = 4.1$$

\therefore ระดับความเหมือน = Inclusion และความสัมพันธ์ = Subclass
(ตารางที่ 4.4 กรณีที่ 4)

- ชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส Faculty ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส Person ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

$C_1 = \text{Faculty}, C_2 = \text{Person}$

$\theta_{C_1} = 3$ (FacultyName, FacultyAddress, FacultyDean)

$\theta_{C_2} = 5$ (PersonName, PersonGender, PersonHeight, PersonHomeNo, PersonHomeCity)

$$\alpha = 3, \beta = 5$$

เปรียบเทียบระหว่าง FacultyName และ PersonName

ความสัมพันธ์ = Equivalence, $s_1 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 3)

$$R_{\text{all-ClassAttribute}} = [1] \quad \therefore Ms_{\text{all-ClassAttribute}} = 1$$

\therefore ระดับความเหมือน = Loose-intersection และความสัมพันธ์ = Disjoint
(ตารางที่ 4.4 กรณีที่ 6)

- ชุดของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาส Faculty ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

$C_1 = \text{Faculty}, C_2 = \text{GradStudent}$

$\theta_{C_1} = 3$ (FacultyName, FacultyAddress, FacultyDean)

$\theta_{C_2} = 9$ (GradStudentName, GradStudentGender, GradStudentHeight, GradStudentHomeNo, GradStudentHomeCity, GradStudentFacultyName, GradStudentGpa, GradStudentThesis, GradStudentLabName)

$\alpha = 3, \beta = 9$

เปรียบเทียบระหว่าง FacultyName และ GradStudentName

ความสัมพันธ์ = Equivalence, $s_1 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 3)

เปรียบเทียบระหว่าง FacultyName และ GradStudentFacultyName

ความสัมพันธ์ = Synonym, $s_2 = 1$ (ตารางที่ 4.3 กรณีที่ 4)

$R_{\text{all-ClassAttribute}} = [1, 1] \quad \therefore Ms_{\text{all-ClassAttribute}} = 1 + 1 = 2$

\therefore ระดับความเหมือน = Tight-intersection และความสัมพันธ์ = Sibling (ตารางที่ 4.4 กรณีที่ 5)

4.3.1.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบคลาสของคลาส

- คลาสของคลาส Student ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส Person ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมาย = ไม่มีการระบุความหมาย

ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ = Subclass

\therefore ความสัมพันธ์ = Subclass (ตารางที่ 4.5 กรณีที่ 28)

- คลาสของคลาส Faculty ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส Person ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมาย = ไม่มีการระบุความหมาย

ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ = Disjoint

\therefore ความสัมพันธ์ = Disjoint (ตารางที่ 4.5 กรณีที่ 30)

- คลาสของคลาส Faculty ในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลยีที่ 2

ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบความหมาย = ไม่มีการระบุความหมาย

ความสัมพันธ์จากการเปรียบเทียบชุดของคลาสของแอททริบิวต์ = Sibling

\therefore ความสัมพันธ์ = Sibling (ตารางที่ 4.5 กรณีที่ 29)

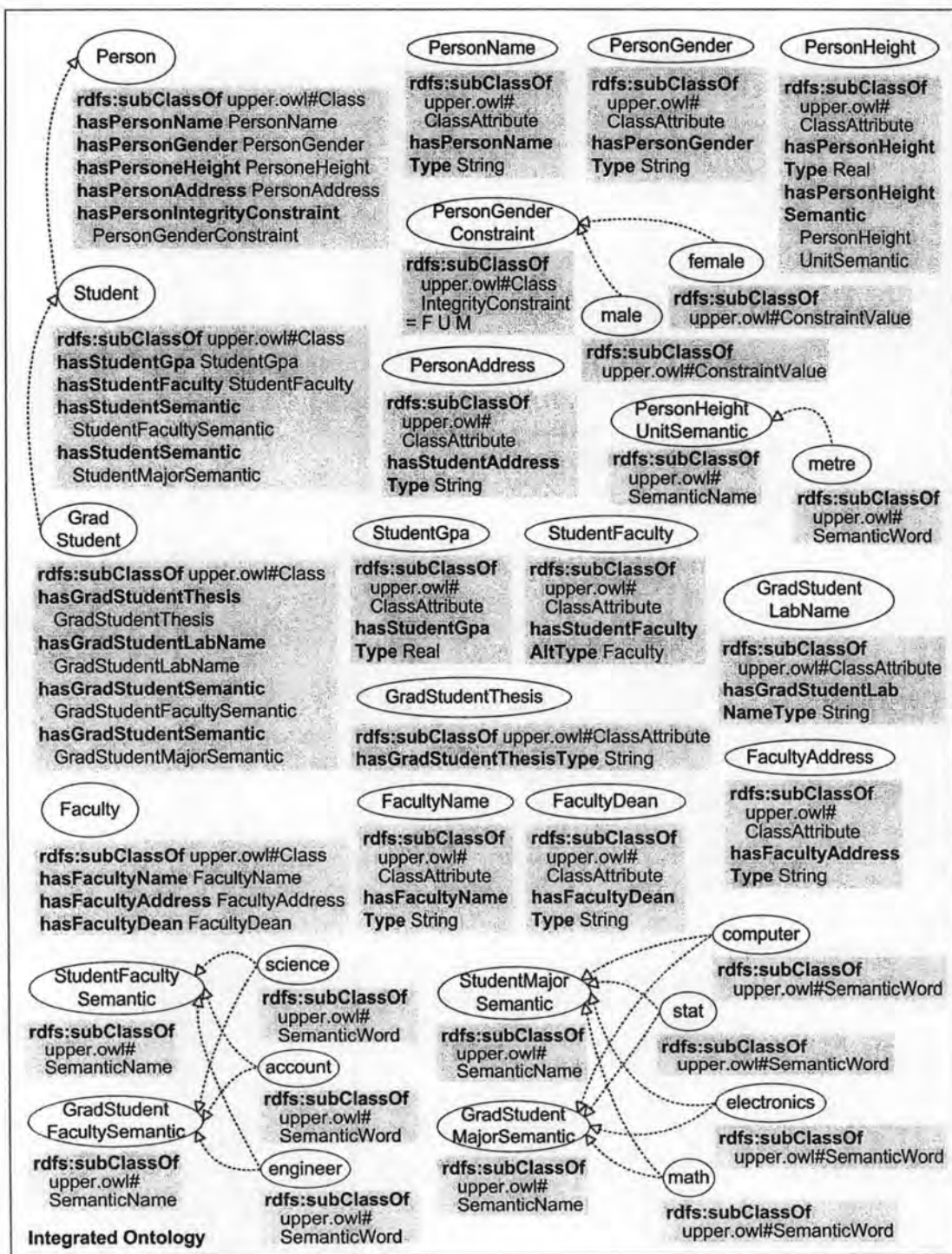
จากผลการเปรียบเทียบคลาสของคลาสสามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสภายในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และโลคัลออนโทโลยีที่ 2 ได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการเปรียบเทียบคลาสของคลาสภายในโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และ 2

Local Ontology 2 \ Local Ontology 1	Person	GradStudent
Student	Subclass	Superclass
Faculty	Disjoint	Sibling

4.3.2 ตัวอย่างการรวมโลคัลออนโทโลยี

จากผลจากการเปรียบเทียบระหว่างโลคัลออนโทโลยีที่ 1 และโลคัลออนโทโลยีที่ 2 ในหัวข้อที่ 4.3.1 สามารถนำมาสร้างขึ้นเป็นออนโทโลยีรวมโดยยึดตามค่าความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสในตารางที่ 4.6 แล้วรวมคลาสของความหมายและคลาสของคลาสแอททริบิวต์ตามผลการเปรียบเทียบส่วนประกอบต่าง ออนโทโลยีรวมที่ได้ผลการเปรียบเทียบแสดงได้ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 ตัวอย่างออนโทโลยีรวมที่ได้จากการรวมโลคัลออนโทโลยีที่ 1 ในรูปที่ 3.5 และ โลคัลออนโทโลยีที่ 2 ในรูปที่ 3.6