บทที่ 6
การทดสอบเพื่อประเมินแบบจำลองข้อมูลรวม

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากต้นแบบที่มีขั้นตอนวิธีการเปรียบเทียบและการรวมแบบจำลองข้อมูล ตามที่ได้อธิบายในบทที่ 3-4 ซึ่งเราจะนำแบบจำลองข้อมูลรวมมาทำการทดสอบใน 2 ลักษณะดังนี้ คือ

1) การใช้เมตริกซ์เชิงวัตถุ (Object-Oriented Metrics) เพื่อช่วยในการทดสอบเพื่อหาค่าวิทยาการศึกษาสำนึกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับวิธีการรวมที่ได้ออกแบบไว้สำหรับงานวิจัยนี้ โดยค่าวิทยาการศึกษาสำนึกที่เหมาะสมจะต้องเป็นค่าที่ทำให้แบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้มีลักษณะของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่ดี รวมทั้งมีความใกล้เคียงกับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากการรวมโดยผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุด้วย นอกจากนี้ยังจะใช้เมตริกซ์เชิงวัตถุในการวัดลักษณะต่างๆ ของแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากงานวิจัย [7] อีกด้วย
2) การเข้าถึงข้อมูลจากสกีมารวมบนฐานข้อมูลจริง เพื่อช่วยในการทดสอบว่าข้อมูลจะไม่มีการสูญหายเมื่อนำแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้มาทำการเข้าถึงผ่านสกีมารวมบนฐานข้อมูลจริง

6.1 การใช้เมตริกซ์เชิงวัตถุ

6.1.1 วิธีการทดสอบ

ในการทดสอบว่าแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้นี้มีลักษณะตรงกับหลักการออกแบบแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่ดีหรือไม่ เราได้นำเอาเมตริกซ์เชิงวัตถุ [16] มาใช้ในการพิจารณา โดยเมตริกซ์เชิงวัตถุที่เกี่ยวข้องสำหรับการประเมินแบบจำลองข้อมูลรวม ได้แก่

1. สัดส่วนการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse Ratio (U)) เป็นค่าที่แสดงให้เห็นปริมาณคลาสที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) ในโครงสร้างแสดงการสืบทอดคลาส (Inheritance Hierarchy) ซึ่งหาได้จาก

   U = จำนวนซูเปอร์คลาส / จำนวนคลาสทั้งหมดในโครงสร้างแสดงการสืบทอดคลาส

   โดยที่

   - ค่า U จะอยู่ในช่วง 0-1 เสมอ

- ค่า U ใกล้ 1 แสดงว่าเป็นลักษณะของ Linear-Deep Hierarchy (ดังรูปที่ 6.1 (ก)) หรือ Multiple Inheritance (ดังรูปที่ 6.1 (ข)) ซึ่งแสดงว่าปริมาณคลาสที่ถูกนำกลับมาใช้นั้นมีมากเกินไป อันเป็นเหตุให้เกิดความซับซ้อน
- ค่า U ใกล้ 0 แสดงว่าเป็นลักษณะของ Leafy Hierarchy (ดังรูปที่ 6.1 (ค)) ซึ่งแสดงปริมาณคลาสที่ถูกนำกลับมาใช้มีน้อยเกินไป ซึ่งขัดกับคุณสมบัติของการออกแบบเชิงวัตถุที่ต้องการการนำกลับมาใช้ใหม่

ใน [16] ได้มีการทดลองหาค่า U จากคลาสไลบรารี (Class Library) ของโปรแกรมเชิงวัตถุต่างๆ (ดังตารางที่ 6.1) ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของ U เป็น 0.373 และจากการหาขอบเขตที่เชื่อมั่นได้ 95% ของค่าเฉลี่ย U จากสูตร (6.1)

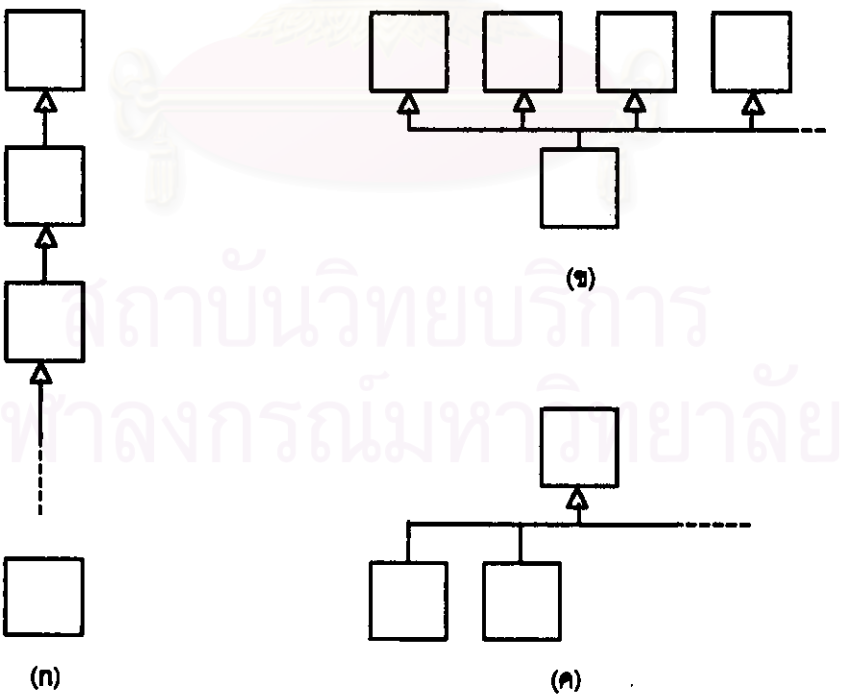
$$\bar{x} \pm t_{a/2} \cdot s/\sqrt{n} \quad \text{.....(6.1)}$$

โดยที่

$\bar{x}$ เป็นค่าเฉลี่ย, t เป็นค่าการแจกแจงแบบ t โดยมีระดับนัยสำคัญ α,

s^2 เป็นค่าความแปรปรวน, n เป็นจำนวนตัวอย่างที่ทำการทดสอบ

จะได้ว่า มีความเชื่อมั่น 95% ว่าค่าเฉลี่ยของ U จะอยู่ในช่วง 0.197 ถึง 0.549 ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงค่านี้เป็นช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับค่า U



รูปที่ 6.1 ลักษณะของโครงสร้างแสดงการสืบทอดคลาส (ก) Linear-Deep Hierarchy (ข) Multiple Inheritance (ค) Leafy Hierarchy

2. อัตส่วนการมีลักษณะเฉพาะ (Specialization Ratio (S)) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นปริมาณการสืบทอดคุณลักษณะจากคลาสที่นำกลับมาใช้ใหม่ว่ามีมากน้อยเพียงใดในโครงสร้างแสดงการสืบทอดคลาส ซึ่งหาได้จาก

   S = จำนวนลับคลาส / จำนวนซูเปอร์คลาส

   โดยที่

   - ค่า S ใกล้ 0 แสดงว่าเป็นลักษณะของ Multiple Inheritance
   - ค่า S ใกล้ 1 แสดงว่าเป็นลักษณะของ Linear-Deep Hierarchy
   - ค่า S ใกล้ ∝ แสดงว่าเป็นลักษณะของ Leafy Hierarchy

ใน [16] ได้มีการทดลองหาค่า S จากคลาสไลบรารี (Class Library) ของโปรแกรมเชิงวัตถุต่างๆ (ดังตารางที่ 6.1) ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของ S เป็น 2.552 และจากการหาขอบเขตที่เชื่อมั่นได้ 95% ของค่าเฉลี่ย S จากสูตร (6.1) จะได้ว่า มีความเชื่อมั่น 95% ว่าค่าเฉลี่ยของ S จะอยู่ในช่วง 1.736 ถึง 3.368 ดังนั้นงานวิจัยนี้จะใช้ช่วงค่านี้เป็นช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับค่า S

ตารางที่ 6.1 ค่า Reuse Ratio, Specialization Ratio และค่า DIT_{AVG} จากการทดลองกับคลาสไลบรารีใน [16]

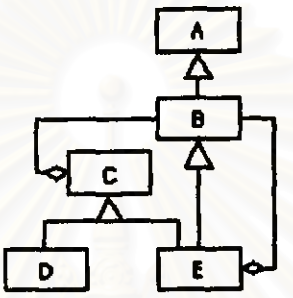
Library	Reuse Ratio	Specialization Ratio	DIT_{AVG}
Actor 3.0	0.38	2.62	3.067
Borland 2.0	0.37	2.45	1.9
Borland 3.0	0.40	1.96	1.58
Booch components	0.12	0.76	0.09
C++ / Views	0.40	2.37	3.24
Effel / S^2	0.99	1	3.73
NIH C++	0.24	3.94	2.136
Smalltalk / V-Windows	0.30	3.37	2.54
Smalltalk / V for PM	0.29	3.45	2.36
Zinc interface	0.24	3.61	1.815

3. ค่าผูกติดระหว่างวัตถุ (Coupling Between Objects (CBO)) เป็นค่าที่แสดงการผูกติด (Coupling) กันระหว่างคลาสใดๆ ผ่านความสัมพันธ์แอกกรีเกชันว่ามีมากน้อยเพียงใด ซึ่งหาได้จาก

CBO = จำนวนความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน / จำนวนคลาสทั้งหมด

โดยที่ ถ้าค่า CBO มีค่าน้อยจะแสดงว่ามีการผูกติดกันน้อย ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ต้องการในการออกแบบเชิงวัตถุ ดังนั้นแบบจำลองข้อมูลรวมที่มีค่า CBO น้อยกว่าจะดีกว่าแบบจำลองข้อมูลที่มีค่า CBO มาก

จากแผนภาพคลาสในรูปที่ 6.2 จะได้จำนวนความสัมพันธ์แอกกรีเกชัน= 2 และจำนวนคลาสทั้งหมด = 5 ซึ่งจะได้ค่า CBO = 2 / 5 = 0.4



รูปที่ 6.2 ตัวอย่างแผนภาพคลาสสำหรับหาค่า CBO และ DIT_{AVG}

4. ค่าเฉลี่ยความลึกของต้นไม้แสดงการสืบทอดคลาส (Average of Depth of Inheritance Tree (DIT_{AVG})) เป็นค่าที่แสดงความลึกโดยเฉลี่ยของโครงสร้างแสดงการสืบทอดคลาส ซึ่งหาได้จาก

$$DIT_{AVG} = \frac{\text{ผลรวมความลึกจากการสืบทอดโดยแต่ละคลาส}}{\text{จำนวนคลาสทั้งหมดในโครงสร้างแสดงการสืบทอดคลาส}}$$

โดยที่

ความลึกของแต่ละคลาส (DIT) =

$$\frac{\text{ผลรวมความลึกในแต่ละเส้นทางที่มีการสืบทอด}}{\text{จำนวนซูเปอร์คลาสที่สืบทอดโดยตรง (Immediate Superclass)สำหรับคลาสนั้น}}$$

ค่า DIT_{AVG} ไม่ควรจะมีค่ามากเกินไปเพราะจะทำให้เกิดความซับซ้อนได้ และจาก [16] ได้ระบุว่าในการออกแบบเชิงวัตถุที่ดี ค่าสูงสุดของค่า DIT จากทุกคลาสในแบบจำลองข้อมูล (DIT_{MAX}) ไม่ควรมีค่าเกิน 6-7 แต่ไม่มีการระบุว่าค่า DIT_{AVG} ไม่ควรมีค่าเกินเท่าใด อย่างไรก็ดี จากการหาค่า DIT_{AVG} จากคลาสไลบรารีของโปรแกรมเชิงวัตถุต่างๆ ใน [16] ดังตารางที่ 6.1 จะได้ค่าเฉลี่ยของ DIT_{AVG} เป็น 2.204 จากสูตร (6.1) จะได้ว่ามีความเชื่อมั่น 95% ว่าค่าเฉลี่ยของ DIT_{AVG} จะอยู่ในช่วง 1.435 ถึง 2.973

ดังนั้นงานวิจัยนี้จะพิจารณาค่า DIT_{AVG} ที่เหมาะสมว่าไม่ควรเกินค่าขอบบนของช่วงดังกล่าวคือ 2.973

จากแผนภาพคลาสในรูปที่ 6.2 จะได้ค่า

$DIT_A = 0$ $DIT_C = 0$ เนื่องจากคลาส A และ C ไม่มีการสืบทอด

$DIT_B = 1/1 = 1$ เนื่องจากคลาส B มีการสืบทอด 1 เส้นทาง จาก 1 ซูเปอร์คลาสโดยตรง (คลาส A)

$DIT_D = 1/1 = 1$ เนื่องจากคลาส D มีการสืบทอด 1 เส้นทาง จาก 1 ซูเปอร์คลาสโดยตรง (คลาส C)

$DIT_E = (2+1)/2 = 1.5$ เนื่องจากคลาส E มีการสืบทอด 2 เส้นทาง จาก 2 ซูเปอร์คลาสโดยตรง (คลาส B และคลาส C) ความลึกผ่านคลาส B คือ 2 และความลึกผ่านคลาส C คือ 1

ดังนั้น $DIT_{AVG} = (0 + 0 + 1 + 1 + 1.5) / 5 = 3.5 / 5 = 0.7$

6.1.2 ขั้นตอนการทดสอบ

ขั้นตอนที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลองข้อมูลรวม มีดังนี้คือ

<u>ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบหาค่าวิทยาการศึกษาสำนึกที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้</u>

1) ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลจากตัวอย่างแบบจำลองข้อมูล 10 คู่ (แสดงไว้ในส่วนภาคผนวก ก) โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ ซึ่งแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จะแสดงไว้ในภาคผนวก ข ทั้งนี้ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบนี้จะครอบคลุมทุกระดับความเหมือนซึ่งเป็นผลที่ได้จากการเปรียบเทียบในส่วนของความหมายและแอตทริบิวท์จากคลาสต่างๆ และจะครอบคลุมทุกรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ดังแสดงในตารางที่ 6.2
2) คำนวณค่าเมตริกซ์ U, S, CBO และ DIT_{AVG} จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้ใน 1)
3) ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลจากตัวอย่างแบบจำลองข้อมูล 10 คู่เดิมโดยอาศัยต้นแบบซึ่งมีวิธีการรวมตามที่ได้ออกแบบไว้โดยจะทดลองการเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึกสำหรับค่า r ที่ใช้ในการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของความหมาย (หัวข้อที่ 3.2.1) เพื่อจะพิจารณาหาค่า r ที่เหมาะสมโดยสามารถแยกได้เป็นหลายกรณีสำหรับค่า r ดังแสดงในตารางที่ 6.3
4) คำนวณค่าเมตริกซ์ U, S, CBO และ DIT_{AVG} จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้ใน 3)
5) เปรียบเทียบค่าเมตริกซ์ต่างๆ จาก 2) และ 4) และทำการเปรียบเทียบรูปแบบของแบบจำลองข้อมูลรวมใน 3) กับแบบจำลองข้อมูลรวมใน 1) ซึ่งจะสามารถสรุปค่าวิทยา

การศึกษาลำนึก r ที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ได้ ทั้งนี้แบบจำลองข้อมูลรวมทั้งหมดที่ได้จากการใช้ค่า r ที่เหมาะสมจะมีรายละเอียดอยู่ในส่วนของภาคผนวก ค

<u>ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลรวมตามวิธีของงานวิจัยนี้กับงานวิจัย [7]</u>

1) ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลโดยใช้ตัวอย่างแบบจำลองข้อมูล 10 คู่ เช่นเดียวกับในขั้นตอนที่ 1 โดยใช้วิธีการหาค่าความสัมพันธ์ในขั้นตอนการเปรียบเทียบดังใน [7] (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 2 ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง) และเนื่องจากใน [7] ไม่ระบุวิธีการรวมอย่างชัดเจน จึงใช้ขั้นตอนวิธีการรวมเช่นเดียวกับในงานวิจัยนี้
2) คำนวณค่าเมตริกซ์ U, S, CBO และ DIT_{AVG} จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้ใน 1)
3) ค่าเมตริกซ์ต่างๆ ที่ได้ใน 2) สามารถนำไปเปรียบเทียบกับแบบจำลองข้อมูลรวมตามวิธีของงานวิจัยนี้ที่สรุปไว้ในขั้นตอนที่ 1 และจะทำการเปรียบเทียบรูปแบบของแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากงานวิจัยนี้และงานวิจัย [7] กับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากการรวมด้วยผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุที่ได้ในขั้นตอนที่ 1

<u>ตารางที่ 6.2</u> ระดับความเหมือนจากการเปรียบเทียบความหมายหรือแอตทริบิวท์ และความสัมพันธ์ของคลาสจากการเปรียบเทียบคลาสต่างๆ ในแต่ละคู่ของตัวอย่างที่ทดสอบ

ตัวอย่างคู่ที่	ระดับความเหมือนที่ได้จากการเปรียบเทียบความหมายหรือแอตทริบิวท์ของคลาสต่างๆ						ความสัมพันธ์ของคลาส					
	1*	2*	3*	4*	5*	6*	1**	2**	3**	4**	5**	6**
1	✓	✓		✓		✓	✓		✓		✓	✓
2	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		
3	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
4	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
5	✓					✓	✓				✓	✓
6	✓	✓		✓		✓		✓	✓		✓	✓
7	✓	✓				✓	✓		✓			
8	✓	✓	✓			✓				✓	✓	✓
9	✓	✓			✓	✓		✓			✓	✓
10	✓	✓		✓	✓	✓				✓	✓	✓

1* - Equivalence 2* - Inclusion 3* - Tight-intersection 4* - Loose-intersect 5* - Val-disjoint 6* - Disjoint

1** - Equivalence 2** - Superclass 3** - Subclass 4** - Sibling 5** - Disjoint

6** - Aggregation (Obtained by considering each pair of examples, not by comparison process)

ตารางที่ 6.3 ค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r ที่ใช้ในการทดลองในการเปรียบเทียบแต่ละคู่ของความหมาย

	ชื่อของความหมายเหมือนกันและค่าของความหมายเหมือนกัน	ชื่อของความหมายเหมือนกันและค่าของความหมายเป็นลบเหมือนกัน	ชื่อของความหมายเหมือนกันและค่าของความหมายมีส่วนเหมือนกันบางส่วน	ชื่อของความหมายเหมือนกันแต่มีค่าของความหมายต่างกัน	ชื่อของความหมายต่างกันและมีค่าเป็นค่าใดๆ
ค่า r (กรณี 1)	1	0.8	0.8	0.5	0
ค่า r (กรณี 2)	1	0.8	0.8	0.5	0
ค่า r (กรณี 3)	1	0.9	0.9	0.5	0
ค่า r (กรณี 4)	1	0.8	0.8	0.5	0
ค่า r (กรณี 5)	1	0.8	0.9	0.5	0
ค่า r (กรณี 6)	1	0.9	0.5	0.5	0
ค่า r (กรณี 7)	1	0.8	0.9	0.5	0
ค่า r (กรณี 8)	1	0.8	0.8	0.5	0
ค่า r (กรณี 9)	1	0.9	0.8	0.5	0

6.1.3 ผลการทดสอบและสรุปผล

ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบหาค่าวิทยาการศึกษาสำนึกที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้

ค่าเมตริกซ์ U, S, CBO และ DIT_{AVG} ที่ได้จากการคำนวณค่าจากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ทำการรวมด้วยมือของผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุจะได้ดังตารางที่ 6.4 และค่าเมตริกซ์สำหรับแบบจำลองข้อมูลรวมตามวิธีการรวมของงานวิจัยนี้โดยการทดลองเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r ที่ใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบ (หัวข้อ 3.2.1) จะได้ดังตารางที่ 6.5-6.8 และค่าจากตารางดังกล่าวสามารถนำมาสรุปได้ดังตารางที่ 6.9 ซึ่งแสดงจำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่มีค่าเมตริกซ์อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับค่า U, S และ DIT_{AVG} แต่สำหรับค่า CBO จะแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของค่า CBO ของแบบจำลองข้อมูลรวมต่างๆ ที่ได้ นอกจากนี้จะแสดงจำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่มีรูปแบบตรงกับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากการรวมโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุไว้ด้วย

ตารางที่ 6.4 ค่าเมตริกซ์ต่างๆ จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากการรวมโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ

แบบจำลองข้อมูลรวมที่	ค่าเมตริกซ์ต่างๆ จากการโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ			
	U	S	CBO	DIT_{AVG}
1	0.40	1.50	0.67	0.50
2	0.40	2.00	0.00	1.20
3	0.40	2.00	0.16	1.00
4	0.50	1.50	0.00	1.00
5	0.00	0.00	0.50	0.00
6	0.67	1.00	0.25	0.75
7	0.25	3.00	0.00	0.75
8	0.33	2.00	0.67	0.29
9	0.33	2.00	0.50	0.33
10	0.33	2.00	0.75	0.25
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมในช่วงค่าที่เหมาะสมของ U (0.197-0.649), S (1.735-3.369), DIT_{AVG} (ไม่เกิน 2.973) และค่าเฉลี่ย CBO	8	6	0.341	10

ตารางที่ 6.5 ค่าเมตริกซ์ U จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากวิธีของงานวิจัยนี้โดยการทดลองเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r เป็นกรณีต่างๆ

แบบจำลองข้อมูลรวมที่	ค่า U จากการทดลองเปลี่ยนค่า r กรณีที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
2	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
3	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
4	0.20	0.50	0.50	0.25	0.50	0.40	0.25	0.40	0.50
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.33	0.67	0.67	0.33	0.67	0.67	0.33	0.67	0.67
7	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
8	0.00	0.33	0.33	0.00	0.33	0.33	0.00	0.33	0.33
9	0.25	0.33	0.33	0.25	0.33	0.33	0.25	0.33	0.33
10	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33

ตารางที่ 6.6 ค่าเมตริกซ์ S จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากวิธีของงานวิจัยนี้โดยการทดลองเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r เป็นกรณีต่างๆ

แบบจำลองข้อมูลรวมที่	ค่า S จากการทดลองกับค่า r กรณีที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
2	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
3	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
4	4.00	1.50	1.50	3.00	1.50	2.00	3.00	2.00	1.50
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
7	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
8	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	2.00
9	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00
10	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

ตารางที่ 6.7 ค่าเมตริกซ์ CBO จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากวิธีของงานวิจัยนี้โดยการทดลองเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r เป็นกรณีต่างๆ

แบบจำลองข้อมูลรวมที่	ค่า CBO จากการทดลองกับค่า r กรณีที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
6	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
9	0.43	0.50	0.50	0.43	0.50	0.50	0.43	0.50	0.50
10	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

ตารางที่ 6.8 ค่าเมตริกซ์ DIT_{AVG} จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากวิธีของงานวิจัยนี้โดยการทดลองเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r เป็นกรณีต่างๆ

แบบจำลองข้อมูลรวมที่	ค่า DIT_{AVG} จากการทดลองกับค่า r กรณีที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
2	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
3	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
4	0.80	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.60	0.75	0.75	0.60	0.75	0.75	0.60	0.75	0.75
7	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
8	0.00	0.29	0.29	0.00	0.29	0.29	0.00	0.29	0.29
9	0.43	0.33	0.33	0.43	0.33	0.33	0.43	0.33	0.33
10	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

ตารางที่ 6.9 สรุปผลแบบจำลองข้อมูลรวมจากวิธีของงานวิจัยนี้โดยการทดลองเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r เป็นกรณีต่างๆ

	วิธีการรวมของงานวิจัยนี้จากการทดลองกับค่า r กรณีที่								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมในช่วงค่า U ที่เหมาะสม(0.197-0.549)	8	8	8	8	8	8	8	8	8
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมในช่วงค่า S ที่เหมาะสมS (1.736-3.368)	6	6	6	7	6	7	7	7	6
ค่าเฉลี่ย CBO	0.344	0.341	0.341	0.344	0.341	0.341	0.344	0.341	0.341
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่ไม่เกินค่าDIT_{AVG}ที่เหมาะสม(ไม่เกิน 2.973)	10	10	10	10	10	10	10	10	10
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่มีรูปแบบตรงตามการรวมจากผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ	8	10	10	8	10	9	8	9	10

จากตารางที่ 6.9 สามารถสรุปได้ว่า วิธีการรวมแบบจำลองข้อมูลโดยการทดลองเปลี่ยนค่าวิทยาการศึกษาสำนึก r เป็นค่าต่างๆ (ซึ่งแบ่งได้เป็นหลายกรณีดังแสดงในตารางที่ 6.3) ที่ใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบ (หัวข้อ 3.2.1) จะได้ว่าจำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมในช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับค่าเมตริกซ์ U, S และ DIT_{AVG} มีจำนวนใกล้เคียงกันมาก รวมถึงค่าเฉลี่ย CBO ก็มีค่าใกล้เคียงมากเช่นกัน และหากพิจารณาค่าเมตริกซ์ในรายละเอียดตามตารางที่ 6.5-6.8 เทียบกับค่าเมตริกซ์ในตารางที่ 6.4 ที่ได้จากการรวมของผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ ก็จะได้ว่ามีความใกล้เคียงกัน แต่

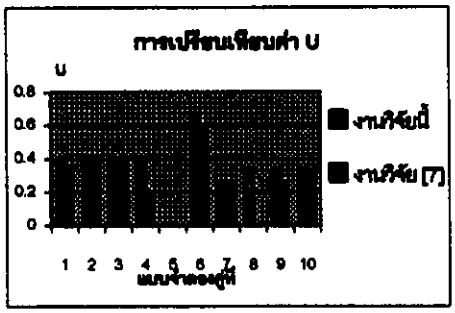
เมื่อนำรูปแบบของแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากต้นแบบมาพิจารณาเปรียบเทียบกับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุแล้ว จะเห็นได้ว่าค่าวิทยาการศึกษาลำนึก r กรณีที่ 2, 3, 5 และ 9 มีรูปแบบตรงกับของผู้เชี่ยวชาญมากที่สุดเป็นจำนวนที่เท่ากัน ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าวิธีการรวมแบบจำลองข้อมูล โดยใช้ค่า r ในกรณีใดกรณีหนึ่งดังกล่าวจะทำให้ได้แบบจำลองข้อมูลรวมในรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งในที่นี้จะเลือกค่า r ในกรณีที่ 2 เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับวิธีการรวมแบบจำลองของงานวิจัยนี้

<u>ขั้นตอนที่ 2 การเปรียบเทียบแบบจำลองข้อมูลรวมตามวิธีของงานวิจัยนี้กับงานวิจัย [7]</u>

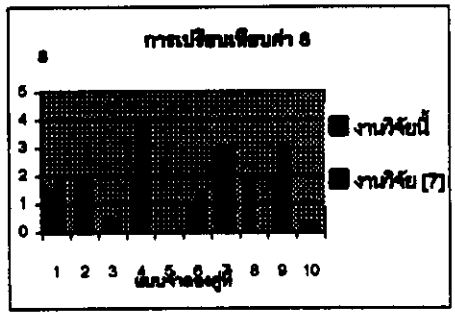
ค่าเมตริกซ์ U, S, CBO และ DIT_{AVG} ที่ได้จากการคำนวณค่าจากแบบจำลองข้อมูลรวมตามวิธีการรวมของงานวิจัยนี้ (โดยใช้ค่า r ในกรณีที่ 2 ตามที่สรุปว่าเหมาะสม) กับงานวิจัย [7] จะได้ดังตารางที่ 6.10 ซึ่งนำไปแสดงได้ด้วยกราฟแท่งในรูปที่ 6.3 และตารางที่ 6.11 แสดงจำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่มีค่าเมตริกซ์อยู่ในช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับค่า U, S และ DIT_{AVG} แต่สำหรับค่า CBO จะแสดงเป็นค่าเฉลี่ยของค่า CBO ของแบบจำลองข้อมูลรวมต่างๆ ที่ได้ นอกจากนี้จะแสดงจำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่มีรูปแบบตรงกับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากการรวมโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุไว้ด้วย

<u>ตารางที่ 6.10</u> ค่าเมตริกซ์ต่างๆ จากแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากวิธีของงานวิจัย [7]

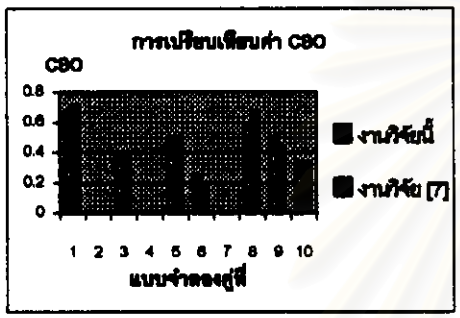
แบบจำลองข้อมูลรวมที่	ค่าเมตริกซ์ต่างๆ จากการรวมแบบจำลองข้อมูลโดยใช้วิธีของงานวิจัย [7]			
	U	S	CBO	DIT_{AVG}
1	0.33	2.00	0.71	0.57
2	0.40	2.00	0.00	1.20
3	0.40	2.00	0.17	0.92
4	0.20	4.00	0.00	0.80
5	0.00	0.00	0.50	0.00
6	0.60	1.33	0.17	1.00
7	0.25	3.00	0.00	0.75
8	0.00	0.00	0.67	0.00
9	0.25	3.00	0.43	0.43
10	0.00	0.00	0.86	0.00



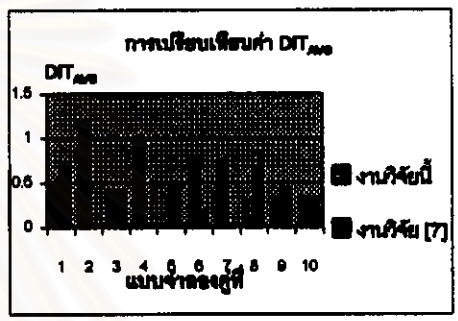
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 6.3 (ก) กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า U (ข) กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า S (ค) กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า CBO (ง) กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า DIT_{AVG}

ตารางที่ 6.11 สรุปผลแบบจำลองข้อมูลรวมจากวิธีของงานวิจัย [7] โดยเปรียบเทียบกับวิธีของงานวิจัยนี้

	วิธีการรวมของงานวิจัย [7]	วิธีการรวมของงานวิจัยนี้
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมในช่วงค่า U ที่เหมาะสม(0.197-0.549)	8	8
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมในช่วงค่า S ที่เหมาะสมS (1.736-3.368)	5	6
ค่าเฉลี่ย CBO	0.351	0.341
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่ไม่เกินค่าDIT_{AVG}ที่เหมาะสม(ไม่เกิน 2.973)	10	10
จำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมที่มีรูปแบบตรงตามการรวมจากผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ	4	10

จากกราฟรูปที่ 6.3 จะแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าเมตริกซ์ต่างๆ สำหรับแบบจำลองข้อมูลรวมตามวิธีของงานวิจัยนี้กับงานวิจัย [7] และจากตารางที่ 6.11 สามารถสรุปได้ว่าวิธีการรวมแบบจำลองข้อมูลตามวิธีของงานวิจัยนี้ มีจำนวนแบบจำลองข้อมูลรวมในช่วงค่าที่เหมาะสมสำหรับค่า U และ S และมีค่าเฉลี่ย CBO ที่ใกล้เคียงกันกับผลจากงานวิจัย [7] แต่เมื่อนำรูปแบบของแบบจำลองข้อมูลรวมมาพิจารณาเปรียบเทียบกับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ทำการรวมโดยผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุแล้ว จะเห็นได้ว่าวิธีของงานวิจัยนี้มีรูปแบบตรงกับของผู้เชี่ยวชาญมากกว่า ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าวิธีการรวมแบบจำลองข้อมูลของงานวิจัยนี้จะทำให้ได้แบบจำลองข้อมูลรวมที่มีค่าเมตริกซ์ในช่วงค่าที่เหมาะสมและมีรูปแบบที่ดีกว่าของงานวิจัย [7]

6.2 การเข้าถึงข้อมูลจากสกีมารวมบนฐานข้อมูลจริง

6.2.1 วิธีและขั้นตอนการทดสอบ

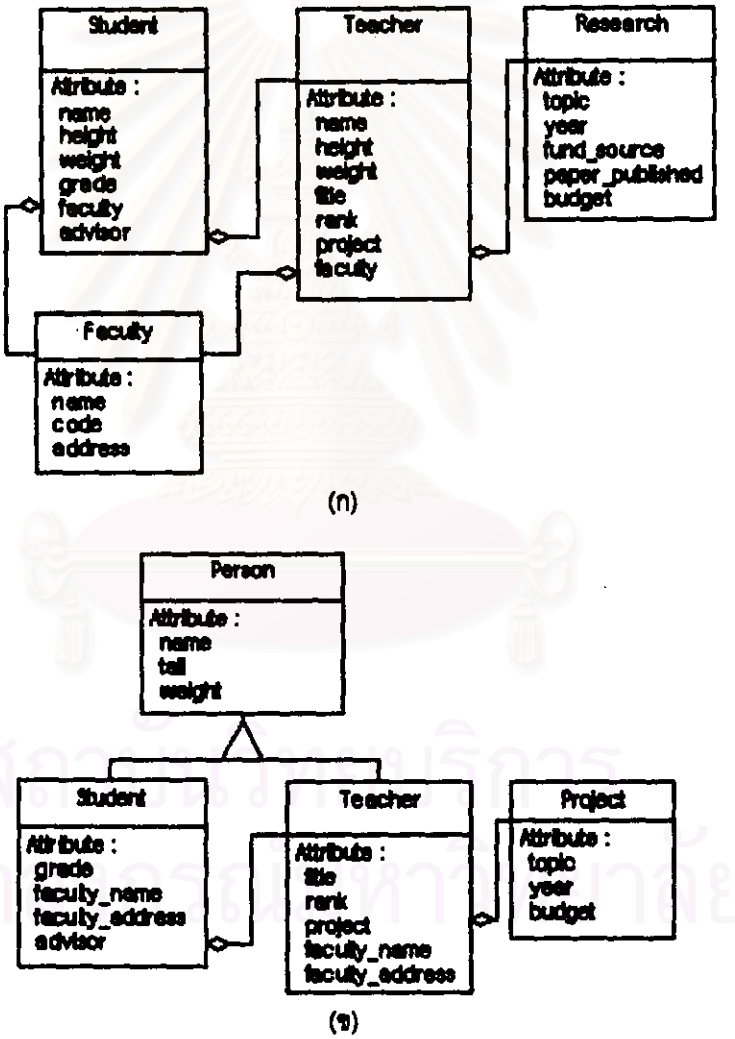
วิธีการทดสอบในการเข้าถึงข้อมูลจากสกีมารวมบนฐานข้อมูลจริง จะใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลออราเคิล (Oracle 8 Release 8.0.5) เพราะมีการสนับสนุนสำหรับการออกแบบในเชิงวัตถุ โดยวิธีและขั้นตอนที่ใช้ทดสอบ มีดังนี้คือ

1. นำแบบจำลองข้อมูล 2 ชุดที่จะนำมารวมกัน มาสร้างเป็นสกีมาบนออราเคิล และใส่ข้อมูลให้ในแต่ละสกีมา
2. นำแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากวิธีการรวมของต้นแบบ มาสร้างเป็นสกีมารวมโดยสร้างเป็นวิว (View) เพื่อใช้ในการเข้าถึงข้อมูลจากสกีมาทั้งสองชุด โดยวิธีการสร้างวิวบนออราเคิลจะมีตัวอย่างแสดงไว้ในส่วนภาคผนวก ง
3. ทำการเข้าถึงข้อมูลจากสกีมาทั้งสองชุดที่สร้างในข้อ 1
4. ทำการเข้าถึงข้อมูลผ่านวิวที่สร้างในข้อ 2
5. เปรียบเทียบผลที่ได้จากข้อ 3 และข้อ 4 โดยตรวจสอบว่าผลที่ได้จากข้อ 4 มีความถูกต้องครบถ้วนตรงตามผลที่ได้จากข้อ 3 หรือไม่ เมื่อใช้การสอบถาม (Query) ที่สอดคล้องกัน

6.2.2 ผลการทดสอบและสรุปผล

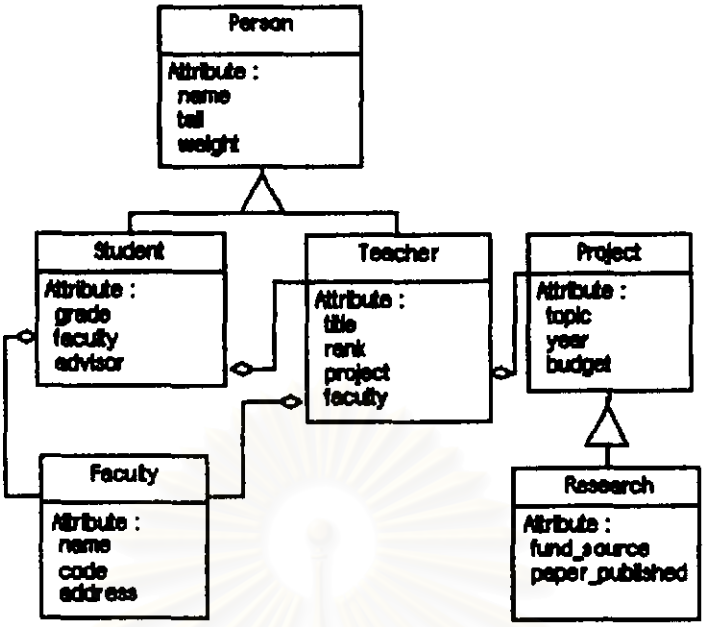
รูปที่ 6.4 (ก) และ (ข) เป็นแบบจำลองข้อมูล Schema1.1 และ Schema1.2 จากตัวอย่างคู่ที่ 1 ในภาคผนวก ข ที่จะนำมารวมกัน และรูปที่ 6.5 เป็นแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้จากการรวมแบบจำลองข้อมูลทั้งสอง (รายละเอียดของแบบจำลองข้อมูลรวมนี้จะอยู่ในส่วนของภาคผนวก ค)

การทดสอบจะเริ่มจากการนำแบบจำลองข้อมูล Schema1.1 และ Schema 1.2 มาสร้างเป็นสกีมา local1_1 และ local1_2 บนฐานข้อมูลออราเคิล และใส่ข้อมูลให้กับสกีมาทั้งสอง ซึ่งเมื่อทำการเข้าถึงข้อมูลจาก local1_1 และ local1_2 จะได้ดังรูปที่ 6.6 และ 6.7 ตามลำดับ



รูปที่ 6.4 แผนภาพคลาสจากแบบจำลองข้อมูลตัวอย่างที่ 1

(ก) แบบจำลองข้อมูล Schema1.1 (ข) แบบจำลองข้อมูล Schema1.2



รูปที่ 6.5 แผนภาพคลาสจากแบบจำลองข้อมูลรวมจากการรวมในรูปที่ 6.4

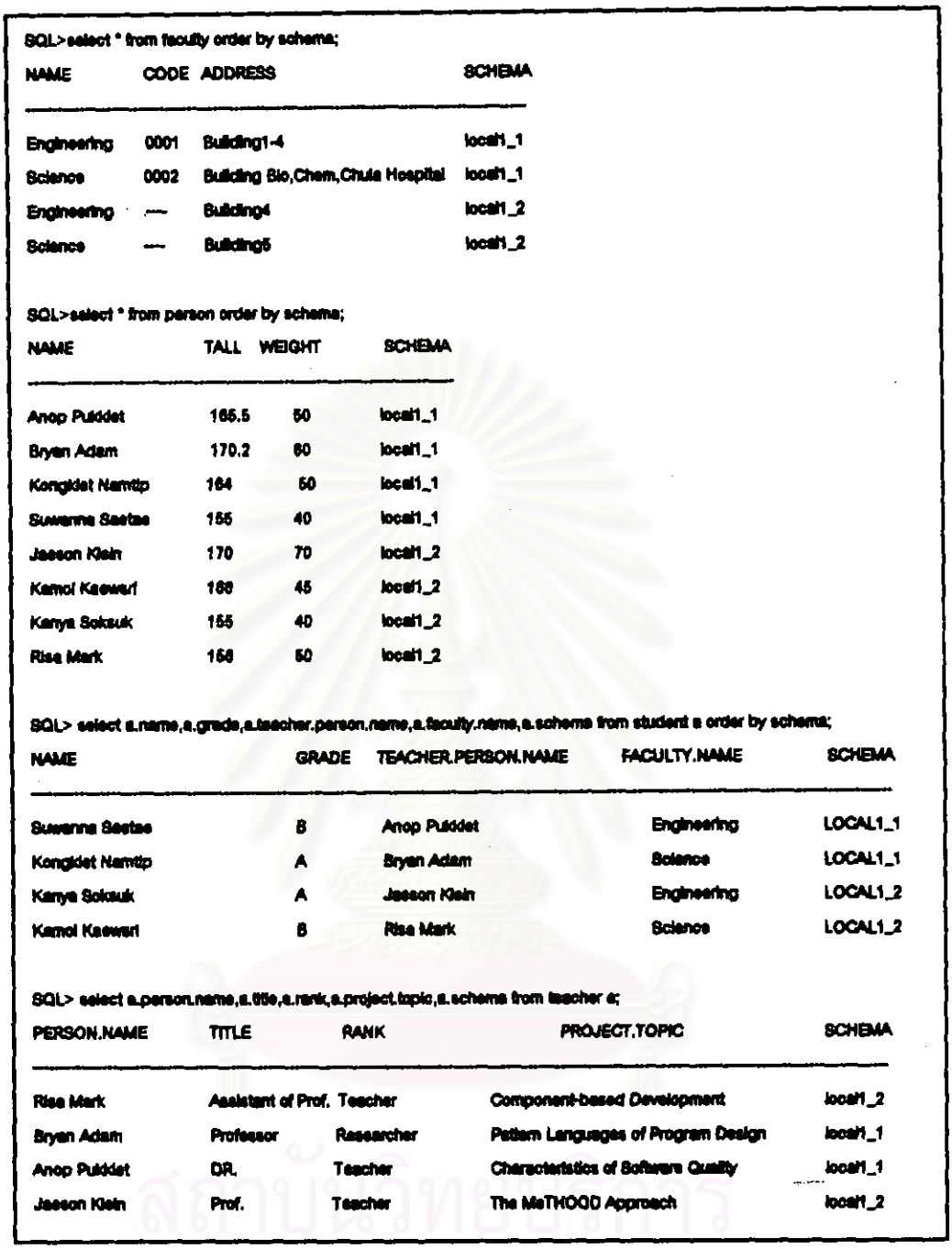
```
SQL> select a.name,a.height,a.weight,a.grade,a.faculty.name,a.advisor.name from student a;
NAME                HEIGHT WEIGHT     GRADE FACULTY.NAME          ADVISOR.NAME
------------------------------------------------------------------------------------------
Suwanna Sastaa      155    40         B     Engineering           Anop Putddet
Kongdet Namtip      164    50         A     Science               Bryan Adam

SQL> select a.name,a.height,a.weight,a.title,a.rank,a.project.topic,a.project.year from teacher a;
NAME                HEIGHT WEIGHT     TITLE     RANK      PROJECT.TOPIC                    PROJECT.YEAR
------------------------------------------------------------------------------------------------------
Anop Putddet        165.5  50         DR.       Teacher   Characteristics of Software Quality 1995
Bryan Adam          170.2  60         Professor Researcher Pattern Languages of Program Design 1995

SQL> select * from faculty;
NAME                CODE   ADDRESS
------------------------------------------------------
Engineering         0001   Building1-4
Science             0002   Building Bio,Chem,Chula Hospital

SQL> select * from research;
TOPIC                                YEAR FUND_SOURCE PAPER_PUBLISHED                          BUDGET
------------------------------------------------------------------------------------------------------
Characteristics of Software Quality  1995             Software Product Evaluation,IEEE,New York 1988 10000
Pattern Languages of Program Design  1995             Software Quality,IEEE Software,1996            15000
```

รูปที่ 6.6 การเข้าถึงข้อมูลจากสกีมา local1_1

```
SQL>  select * from person;
NAME                          TALL   WEIGHT
------------------------------------------
Jaeson Klein                  1.7    70
Risa Mark                     1.66   50
Kanya Sokauk                  1.55   40
Kamol Kaewsri                 1.66   45

SQL> select a.person_id.name,a.person_id.tall,a.person_id.weight,a.grade,a.faculty_name,a.faculty_ad
dress,a.advisor.person_id.name from student a;
NAME            TALL    WEIGHT GRADE FACULTY_NAME    FACULTY_ADDRESS ADVISOR.PERSON_ID.NAME
-------------------------------------------------------------------------------------------
Kanya Sokauk    1.55    40     4     Engineering     Building4       Jaeson Klein
Kamol Kaewsri   1.66    45     3     Science         Building5       Risa Mark

SQL> select a.person_id.name,a.person_id.tall,a.person_id.weight,a.title,a.rank,a.project.topic, a.project.year from teacher a;
NAME            TALL    WEIGHT TITLE              RANK    PROJECT.TOPIC                PROJECT.YEAR
-------------------------------------------------------------------------------------------------
Jaeson Klein    1.7     70     Prof.              Teacher The MeTHOOD Approach         1998
Risa Mark       1.66    50     Assistant of Prof. Teacher Component-based Development  1996

SQL> select * from project;
TOPIC                         YEAR   BUDGET
------------------------------------------
The MeTHOOD Approach           1998   10000
Component-based Development    1996   15000
```

รูปที่ 6.7 การเข้าถึงข้อมูลจากสกีมา local1_2

จากนั้นจะทำการสร้างวิวบนสกีมา Integrate1 ตามลักษณะของแบบจำลองข้อมูลรวมที่ได้ในรูปที่ 6.5 ซึ่งในกรณีนี้ผู้วิจัยจะสร้างฟังก์ชันการแปลงค่าของแอตทริบิวท์ grade สำหรับวิว Student เพื่อให้ข้อมูลจากสกีมาทั้งสองเหมือนกัน นั่นคือ เกรด 4, 3, 2, 1 จะแปลงเป็น A, B, C, D ตามลำดับ นอกจากนี้จะทำการแปลงแอตทริบิวท์ tall ซึ่งมีหน่วยเป็นเมตรให้เป็นหน่วยเซนติเมตรทั้งหมด ผลจากการเข้าถึงข้อมูลจากวิวนี้จะได้ผลดังรูปที่ 6.8 ซึ่งจะเห็นว่าข้อมูลที่ได้จากวิวจะเป็นข้อมูลจากสกีมาทั้งสอง และไม่มีการสูญหายของข้อมูล (ตัวอย่างอื่นที่ได้นำมาทดสอบก็ให้ผลเช่นเดียวกัน)



SQL>select * from faculty order by schema;

NAME	CODE	ADDRESS	SCHEMA
Engineering	0001	Building1-4	local1_1
Science	0002	Building Bio,Chem,Chula Hospital	local1_1
Engineering	---	Building4	local1_2
Science	---	Building5	local1_2

SQL>select * from person order by schema;

NAME	TALL	WEIGHT	SCHEMA
Anop Puiddet	165.5	50	local1_1
Bryan Adam	170.2	60	local1_1
Kongkiat Namtip	164	50	local1_1
Suwanna Sastaa	155	40	local1_1
Jaeson Klein	170	70	local1_2
Kamol Kaewarl	168	45	local1_2
Kanya Soksuk	155	40	local1_2
Risa Mark	168	50	local1_2

SQL> select s.name,s.grade,s.teacher.person.name,s.faculty.name,s.schema from student s order by schema;

NAME	GRADE	TEACHER.PERSON.NAME	FACULTY.NAME	SCHEMA
Suwanna Sastaa	B	Anop Puiddet	Engineering	LOCAL1_1
Kongkiat Namtip	A	Bryan Adam	Science	LOCAL1_1
Kanya Soksuk	A	Jaeson Klein	Engineering	LOCAL1_2
Kamol Kaewarl	B	Risa Mark	Science	LOCAL1_2

SQL> select s.person.name,s.title,s.rank,s.project.topic,s.schema from teacher s;

PERSON.NAME	TITLE	RANK	PROJECT.TOPIC	SCHEMA
Risa Mark	Assistant of Prof.	Teacher	Component-based Development	local1_2
Bryan Adam	Professor	Researcher	Pattern Languages of Program Design	local1_1
Anop Puiddet	DR.	Teacher	Characteristics of Software Quality	local1_1
Jaeson Klein	Prof.	Teacher	The MeTHOOD Approach	local1_2

<u>รูปที่ 6.8</u> การเข้าถึงข้อมูลจากสกีมารวม Integrate1
ซึ่งเข้าถึงข้อมูลจาก local1_1 และ local1_2

เมื่อนำแบบจำลองข้อมูลรวมมาสร้างเป็นสกีมารวมโดยใช้วิวในการเข้าถึงข้อมูลจากสกีมา 2 ชุด ข้อมูลที่ได้จะเป็นการรวมกันของสกีมาทั้ง 2 ชุดโดยไม่มีการสูญหายของข้อมูล นอกจากมีบางข้อมูลที่มีการเปลี่ยนรูปจากการแปลงโดยฟังก์ชันที่ผู้ทำการรวมได้สร้างไว้เท่านั้น

ในบทนี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการเปรียบเทียบและวิธีการรวมแบบจำลองข้อมูลตามที่วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอไปนั้น ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้เนื่องจากการทดลองโดยการเข้าถึงข้อมูลจากการนำไปสร้างบนฐานข้อมูลจริง ไม่ทำให้เกิดข้อมูลสูญหาย และจากการทดลองเพื่อหาค่าวิทยาการศึกษาสำนึกที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนการเปรียบเทียบ โดยการใช้เมตริกซ์เชิงวัตถุร่วมกับการพิจารณารูปแบบของแบบจำลองข้อมูลรวม โดยนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองข้อมูลรวมที่ทำการรวมด้วยมือของผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ และการเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าวิธีการรวมของงานวิจัยนี้จะได้แบบจำลองข้อมูลรวมที่เหมาะสมและถูกต้องเป็นที่น่าพอใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย