บทที่ 5
เฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจี

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ องค์ประกอบและต้นแบบการทำงานของเฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจีที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจี เพื่อรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุสองชุดซึ่งนำมาจากฐานข้อมูลเชิงวัตถุสองแหล่งที่เก็บข้อมูลเรื่องเดียวกันหรือมีความเกี่ยวข้องกัน เนื้อหาภายในบทจะอธิบายถึงแนวคิดในการออกแบบเฟรมเวิร์ค (หัวข้อที่ 5.1) องค์ประกอบของเฟรมเวิร์ค และต้นแบบการทำงานของเฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจี (หัวข้อที่ 5.2) พร้อมทั้งแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านการทำงานของเฟรมเวิร์คซึ่งสร้างขึ้นตามออนโทโลจีรวมที่ได้ เพื่อแสดงการนำแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีไปใช้งานจริงในการสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลเชิงวัตถุ (หัวข้อที่ 5.3) ตามลำดับ

ทั้งนี้ เฟรมเวิร์คทั้งหมดที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้งานออนโทโลจีเพื่ออธิบายและเพิ่มความหมายให้กับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุตามที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 3 และการนำขั้นตอนวิธีการรวมออนโทโลจีที่ประยุกต์จากงานวิจัย [20] ดังรายละเอียดในบทที่ 4 มาใช้งาน

5.1 แนวคิดในการออกแบบเฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจี

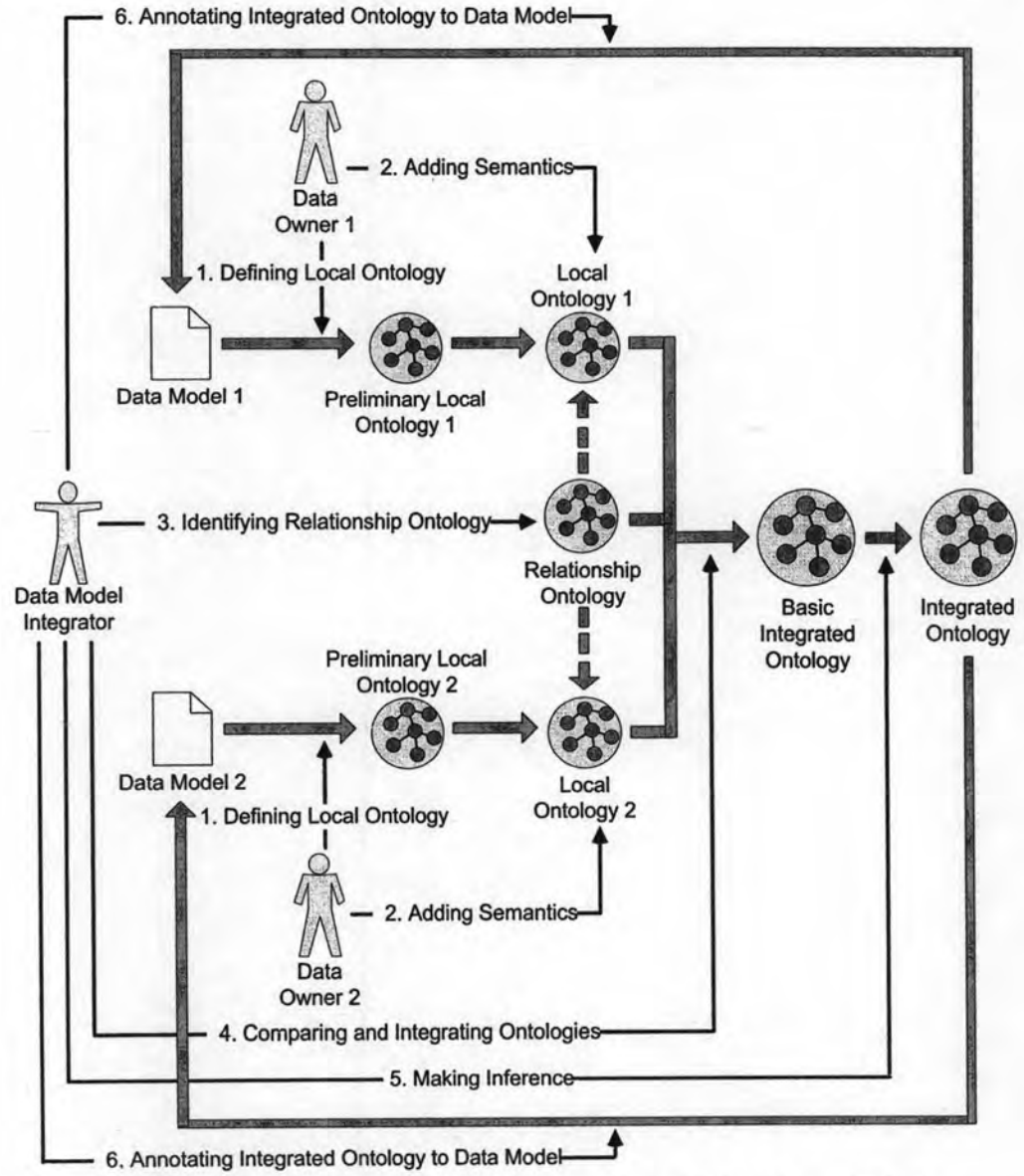
เฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจีที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ออกแบบขึ้นตามแนวคิดในการนำออนโทโลจีมาใช้ในการรวมข้อมูลแบบรวมหลายออนโทโลจี โดยลักษณะสำคัญของแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีคือ การสร้างโลคัลออนโทโลจีหนึ่งชุดมาใช้อธิบายแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุดแยกกัน แล้วนำโลคัลออนโทโลจีที่ได้มารวมกันเป็นออนโทโลจีรวม จากนั้นนำออนโทโลจีรวมที่ได้ไปกำกับลงบนแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุทุกชุดเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุดร่วมกัน

ผู้วิจัยมีแนวคิดว่า การดำเนินการเพื่อการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุใดๆ ด้วยออนโทโลจีตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีนั้น เฟรมเวิร์คควรจะประกอบด้วยขั้นตอนการทำงาน และจัดเตรียมรายละเอียดดังต่อไปนี้ไว้ในขั้นตอนการรวมแบบจำลองข้อมูล

1. การกำหนดขั้นตอนวิธีในการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่จะใช้ในการรวม ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้ขั้นตอนวิธีในงานวิจัย [20]
2. การกำหนดอัปเปอร์ออนโทโลจีสำหรับการอธิบายความหมายของแบบจำลองข้อมูล ซึ่งความหมายที่อธิบายจะต้องสอดคล้องกับขั้นตอนวิธีที่เลือกใช้ในข้อที่ 1 โดยวิทยานิพนธ์นี้นำเอกสารเมตาโมเดลของนิยามของออนโทโลจี [21] มาใช้ประกอบเป็นแนวทางการกำหนดอัปเปอร์ออนโทโลจี และได้อัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ 3.1

3. จากข้อที่ 1 และ 2 ทำให้สามารถสร้างขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมในการรวมออนโทโลจีได้ ซึ่งขั้นตอนวิธีที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้ได้แสดงไว้ในบทที่ 4
4. เฟรมเวิร์คจะรับเข้าแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุสองชุดที่ต้องการรวมจากเจ้าของแบบจำลองข้อมูล
5. จากอัปเปอร์ออนโทโลจีในข้อที่ 2 และแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่ได้รับในข้อที่ 4 ทำให้สามารถสร้างโลคัลออนโทโลจีเบื้องต้น (Preliminary Local Ontology) สองชุด (ตามวิธีการในหัวข้อที่ 3.2.1)
6. เฟรมเวิร์คจะเปิดให้เจ้าของแบบจำลองข้อมูลกำหนดความหมายเพิ่มเติมให้กับโลคัลออนโทโลจีเบื้องต้น ทำให้สามารถสร้างโลคัลออนโทโลจีสองชุด (ตามวิธีการในหัวข้อที่ 3.2.2)
7. หลังจากนั้นจะเปิดให้ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดที่ได้รับในข้อที่ 6 ในรูปของออนโลจีที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจี (ตามวิธีการในหัวข้อที่ 3.3)
8. จากขั้นตอนวิธีในการรวมออนโทโลจีในข้อที่ 3 และโลคัลออนโลจีทั้งสามชุดในข้อที่ 6 และ 7 ทำให้สามารถรวมโลคัลออนโทโลจีสองชุดเข้าด้วยกัน และสร้างเป็นออนโทโลจีรวม
9. จากออนโทโลจีรวมที่ได้ในข้อที่ 8 เฟรมเวิร์คจะเปิดให้ผู้รวมออนโทโลจีกำหนดกฎเพื่อนำไปใช้อนุมานกับออนโทโลจีรวม และกำกับออนโทโลจีรวมที่ได้ลงบนแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุดที่ได้รับเข้าในข้อที่ 4

จากแนวคิดข้างต้นนี้ร่วมกับสมมติฐานของผู้วิจัยที่ว่า หากนำแบบจำลองข้อมูลที่ได้รับการอธิบายและแสดงแทนความหมายในรูปแบบที่เหมาะสมและเพียงพอ มารวมเข้าด้วยกันโดยใช้ขั้นตอนวิธีที่เหมาะสมจะทำให้การรวมแบบจำลองข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องและครบถ้วน ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจีตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับแนวคิดและสมมติฐานดังกล่าว โดยเฟรมเวิร์คที่ออกแบบและนำเสนอในบทนี้จะครอบคลุมเฉพาะขั้นตอนในข้อที่ 4 ถึง 9 เนื่องจากได้อธิบายถึงการกำหนดอัปเปอร์ออนโทโลจี การเลือกและการสร้างขั้นตอนวิธีในการรวมออนโทโลจี (ขั้นตอนในข้อที่ 1 ถึง 3) ไว้โดยละเอียดแล้วในบทที่ 3 และ 4 นอกจากนั้น จะเห็นได้ว่าการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจีโดยใช้แนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีนี้มิได้ยึดติดกับวิธีการกำหนดอัปเปอร์ออนโทโลจี หรือขั้นตอนวิธีในการรวมออนโทโลจีแต่อย่างใด ดังนั้นจึงสามารถนำแนวคิดนี้ไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มความซับซ้อนของขั้นตอนวิธีในการรวมหรือขยายความสามารถให้นำไปใช้กับการรวมแบบจำลองข้อมูลชนิดอื่นๆ ได้ในอนาคต การทำงานของเฟรมเวิร์คนี้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 5.1 ดังนี้



รูปที่ 5.1 เฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจี ตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจี

1. การกำหนดโลคัลออนโทโลจี (Defining Local Ontology) เป็นขั้นตอนที่เจ้าของแบบจำลองข้อมูลหรือผู้ที่เข้าใจแบบจำลองข้อมูลเป็นอย่างดีสร้างโลคัลออนโทโลจีเพื่ออธิบายแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุของตนตามโครงสร้างของอัปเปอร์ออนโทโลจีที่ได้ประกาศไว้ และเรียกออนโทโลจีที่ได้ว่า "โลคัลออนโทโลจีเบื้องต้น (Preliminary Local Ontology)"
2. การเพิ่มความหมายให้กับโลคัลออนโทโลจี (Adding Semantics) เป็นขั้นตอนที่เจ้าของแบบจำลองข้อมูลหรือผู้ที่เข้าใจแบบจำลองข้อมูลเป็นอย่างดีกำหนดความหมายเพิ่มเติมให้กับโลคัลออนโทโลจีแต่ละชุด และโลคัลออนโทโลจีที่ได้จากขั้นตอนนี้จะนำไปใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบและการรวมออนโทโลจี

3. การระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจี (Identifying Relationship Ontology) เป็นขั้นตอนที่ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุระบุสร้างออนโทโลจีขึ้นหนึ่งชุดเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุด ซึ่งออนโทโลจีที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีที่ได้จากขั้นตอนนี้จะนำไปใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบและการรวมออนโทโลจีเช่นกัน
4. การเปรียบเทียบและการรวมออนโทโลจี (Comparing and Integrating Ontologies) เป็นขั้นตอนการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติโดยการรับเข้าโลคัลออนโทโลจีสองชุด และนำเปรียบเทียบกันแล้วสร้างเป็นออนโทโลจีรวมพื้นฐาน (Basic Integrated Ontology)
5. การอนุมานออนโทโลจี (Making Inference) เป็นขั้นตอนการอนุมานโดยผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลจะเพิ่มกฎตามความหมายและข้อกำหนดบูรณภาพของแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุด เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงใหม่เกี่ยวกับข้อมูลภายในแบบจำลองข้อมูลที่นำมารวม
6. การกำกับออนโทโลจีรวมลงบนแบบจำลองข้อมูล (Annotating Integrated Ontology onto Data Model) เป็นขั้นตอนที่ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลนำออนโทโลจีรวมที่ได้ไปกำกับลงในแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุด

ทั้งนี้ เมื่อนำเฟรมเวิร์คนี้ไปพัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานจริง ขั้นตอนการทำงานทั้งห้าขั้นตอนนี้จะถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนย่อยตามองค์ประกอบสำคัญในการรวมแบบจำลองข้อมูล ได้แก่ ส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลจี (ขั้นตอนที่ 1 ถึง 3) ส่วนการสร้างออนโทโลจีรวม (ขั้นตอนที่ 4 และ 5) และส่วนการสร้างแมป-ปิงระหว่างออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ (ขั้นตอนที่ 6) ซึ่งจะนำเสนอรายละเอียดในหัวข้อที่ 5.2

5.2 เฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจีตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจี

องค์ประกอบของเฟรมเวิร์คสำหรับการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุด้วยออนโทโลจีตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีประกอบด้วย 3 ส่วนซึ่งทำงานต่อเนื่องกันตามลำดับ ได้แก่ ส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลจี ส่วนการสร้างออนโทโลจีรวม และส่วนการสร้างแมปปิงระหว่างออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ ต้นแบบการทำงานของเฟรมเวิร์คแต่ละส่วนได้รับการพัฒนาแยกกัน และนำผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนก่อนหน้ามาใช้พิจารณาในส่วนถัดไป โดยแต่ละส่วนมีการทำงานดังต่อไปนี้

5.2.1 ส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลจี

เฟรมเวิร์คส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลจีประกอบด้วยขั้นตอนการสร้างออนโทโลจีเพื่ออธิบายแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่ต้องการรวมแต่ละชุด และการเพิ่มความหมายให้กับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุดลงในออนโทโลจีที่สร้างขึ้น (ขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 ในรูปที่ 5.1) การสร้างออนโทโลจีเพื่ออธิบายแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุดแยกกันนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับแนวคิดแบบหลายออนโทโลจีและ

แนวคิดแบบผสม ซึ่งมีข้อดีคือการเปิดให้ผู้เป็นเจ้าของข้อมูลทำหน้าที่อธิบายแบบจำลองข้อมูลของตนเอง ส่งผลให้ออนโทโลจีที่ได้มีความถูกต้องตรงตามความเป็นจริง อีกทั้งเจ้าของข้อมูลสามารถเลือกได้ว่าต้องการให้ข้อมูลฟิลด์ใดบ้างปรากฏในแบบจำลองข้อมูลรวม

ในการสร้างออนโทโลจีเพื่ออธิบายความหมายของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุและการเพิ่มความหมายให้กับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุลงในออนโทโลจีที่สร้างขึ้นนั้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กำหนดให้ผู้เป็นเจ้าของข้อมูลและผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลสร้างโลคัลออนโทโลจีตามโครงสร้างของอัปเปอร์ออนโทโลจีที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ในบทที่ 3 ซึ่งประกาศไว้ที่ http://www.upper-ontology.com/upper.owl ดังรูปที่ 5.2

ทั้งนี้ โลคัลออนโทโลจีแต่ละชุดจะถูกสร้างโดยอาศัยการทำงานผ่านโปรแกรมโพรเทเจ [32] และเก็บบันทึกไว้ในรูปของไฟล์ภาษาอาวล์หนึ่งไฟล์ หลังจากนั้น ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลอาจเพิ่มความหมายของแบบจำลองข้อมูลลงในโลคัลออนโทโลจีที่ได้ และสร้างออนโทโลจีอีกชุดหนึ่งในรูปของไฟล์ภาษาอาวล์เช่นกัน เพื่อเก็บบันทึกความสัมพันธ์จากการระบุคำที่มีความหมายเหมือนกันหรือคำที่เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดที่สร้างไว้ก่อนแล้ว

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
    xmlns="http://www.upper-ontology.com/upper.owl#"                    (ก)
    xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
    xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
    xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xml:base="http://www.upper-ontology.com/upper.owl">
  <owl:Ontology rdf:about=""/>
  <owl:Class rdf:ID="Class"/>                                           (ข)
  <owl:Class rdf:ID="ClassAttribute"/>                                  (ค)
  <owl:Class rdf:ID="ClassIntegrityConstraint">                         (ง)
    <owl:equivalentClass>
      <owl:Class>
        <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
          <owl:Class rdf:ID="ConstraintValue"/>
          <owl:Class rdf:about="#ConstraintValue"/>
        </owl:unionOf>
      </owl:Class>
    </owl:equivalentClass>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:about="#ConstraintValue">                              (จ)
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#ClassIntegrityConstraint"/>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="SemanticName"/>                                    (ฉ)
  <owl:Class rdf:ID="SemanticWord">                                     (ช)
```

รูปที่ 5.2 อัปเปอร์ออนโทโลจีในรูปของอาร์ดีเอฟ/ เอ็กซ์เอ็มแอล

```
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SemanticName"/>
  </owl:Class>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasClassAttribute">                    (ช)
    <rdfs:range rdf:resource="#ClassAttribute"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Class"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasClassAttributeAltType">             (ฌ)
    <rdfs:range rdf:resource="#Class"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#ClassAttribute"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasClassIntegrityConstraint">          (ญ)
    <rdfs:domain rdf:resource="#Class"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#ClassIntegrityConstraint"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasClassSemantic">                     (ฎ)
    <rdfs:range rdf:resource="#SemanticName"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#Class"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasClassAttributeSemantic">            (ฏ)
    <rdfs:domain rdf:resource="#ClassAttribute"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#SemanticName"/>
  </owl:ObjectProperty>
  <owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasClassAttributeType">              (ฐ)
    <rdfs:domain rdf:resource="#ClassAttribute"/>
  </owl:DatatypeProperty>
</rdf:RDF>
```

รูปที่ 5.2 อัปเปอร์ออนโทโลจีในรูปของอาร์ดีเอฟ/ เอ็กซ์เอ็มแอล (ต่อ)

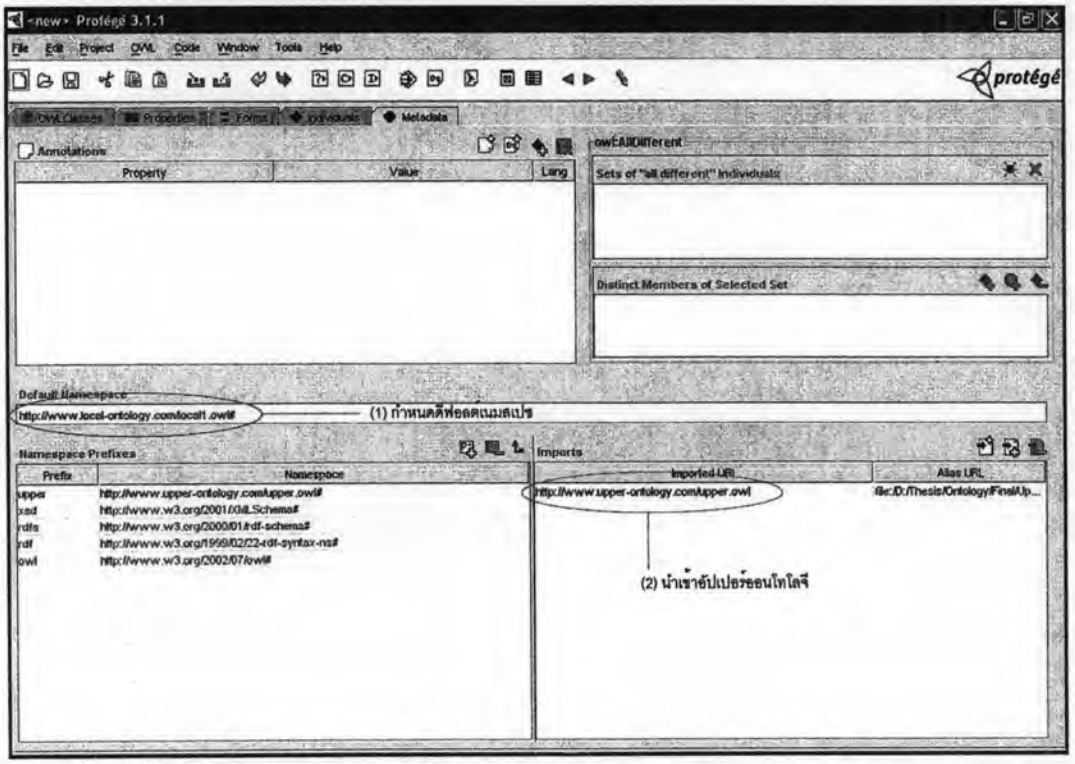
การทำงานของเฟรมเวิร์คในส่วนนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนย่อยคือ การสร้างโลคัลออนโทโลจีเพื่ออธิบายและเพิ่มความหมายของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุด (ขั้นตอนที่ 1 และ 2 ในรูปที่ 5.1) และการสร้างออนโทโลจีหนึ่งชุดเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดที่ได้สร้างไว้ (ขั้นตอนที่ 3 ในรูปที่ 5.1) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เลือกใช้การสร้างออนโทโลจีทั้งสองส่วนโดยอาศัยโปรแกรมโพรเทเจ [33] ซึ่งมีวิธีการดังนี้

5.2.1.1 การสร้างโลคัลออนโทโลจีเพื่ออธิบายและเพิ่มความหมายของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ

จากแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุหนึ่งชุด ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างโลคัลออนโทโลจีหนึ่งชุดเพื่อแสดงแทนแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุชุดดังกล่าว โดยโลคัลออนโทโลจีที่ได้นี้จะต้องสามารถอธิบายความหมายของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุทั้งความหมายตามโครงสร้างของแบบจำลองข้อมูล ได้แก่ คลาส แอททริบิวต์ ชนิดข้อมูลของแอททริบิวต์และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส และความหมายในรูปของข้อมูลเชิงความหมาย ได้แก่ ความหมายของคลาส ความหมายของแอททริบิวต์ และข้อกำหนดบูรณภาพ เป็นต้น ซึ่งการสร้างโลคัลออนโทโลจีแต่ละชุดจะเป็นไปตามแนวทางที่ได้

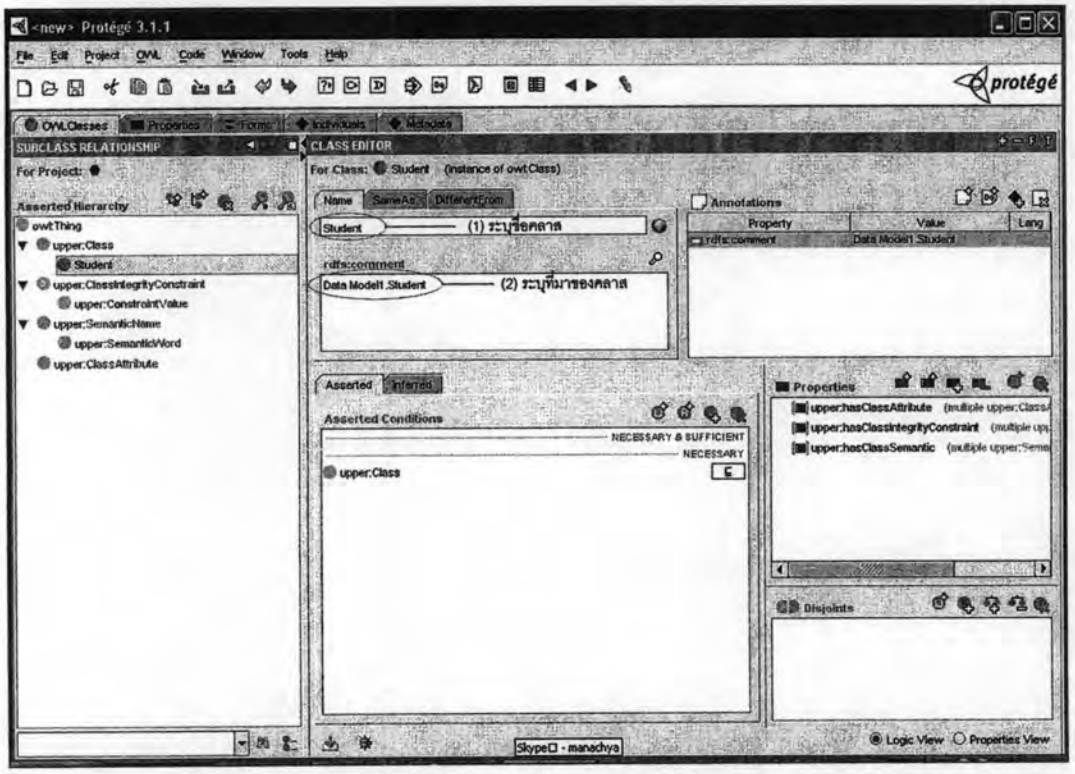
อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.2 การสร้างโลคัลออนโทโลจีเพื่ออธิบายและเพิ่มความหมายของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เปิดโปรแกรมโพรเทเจและเลือก "สร้างโปรเจ็กต์ใหม่ (Create New Project)" แล้วเลือกชนิดของโปรเจ็กต์เป็น "ไฟล์อาวล์ (OWL Files (.owl or .rdf))"
2. จากรูปที่ 5.3 กำหนดดีฟอลต์เนมสเปซ (Default Namespace) ของโลคัลออนโทโลจีที่ต้องการสร้าง เช่น http://www.local-ontology.com/local1.owl# และนำเข้า (Imports) อัปเปอร์ออนโทโลจีจาก http://www.upper-ontology.com/upper.owl ตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ก) เพื่อใช้เป็นโครงสร้างของโลคัลออนโทโลจีที่จะสร้างต่อไป

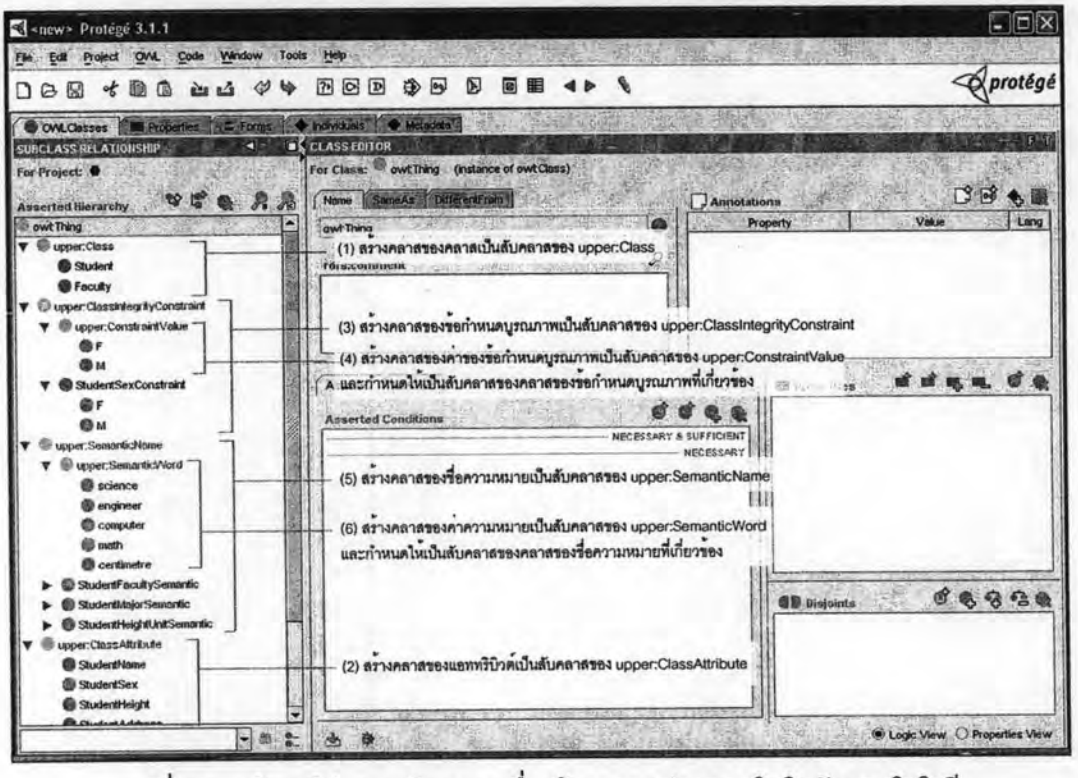


รูปที่ 5.3 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อกำหนดดีฟอลต์เนมสเปซและนำเข้าอัปเปอร์ออนโทโลจี

3. จากรูปที่ 5.4 วิธีการสร้างคลาสต่างๆ ภายในโลคัลออนโทโลจี ประกอบด้วยการระบุชื่อของคลาสที่ต้องการสร้าง และระบุที่มาของคลาสที่สร้างว่าเดิมเป็นส่วนใดในแบบจำลองข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในขั้นตอนการกำกับออนโทโลจีรวมลงในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ
4. จากรูปที่ 5.5 สร้างคลาสต่างๆ ลงในโลคัลออนโทโลจีตามวิธีการในรูปที่ 5.4 เพื่อแสดงแทนคลาส แอททริบิวต์ ข้อกำหนดบูรณภาพ ค่าที่เป็นไปได้ของแอททริบิวต์จากข้อกำหนดบูรณภาพ ชื่อของความหมายและค่าของความหมายของแบบจำลองข้อมูล โดยมีข้อกำหนดดังนี้
   - สร้างคลาสของคลาสเพื่อแสดงแทนคลาส โดยกำหนดเป็นสับคลาสของ upper:Class ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ข)



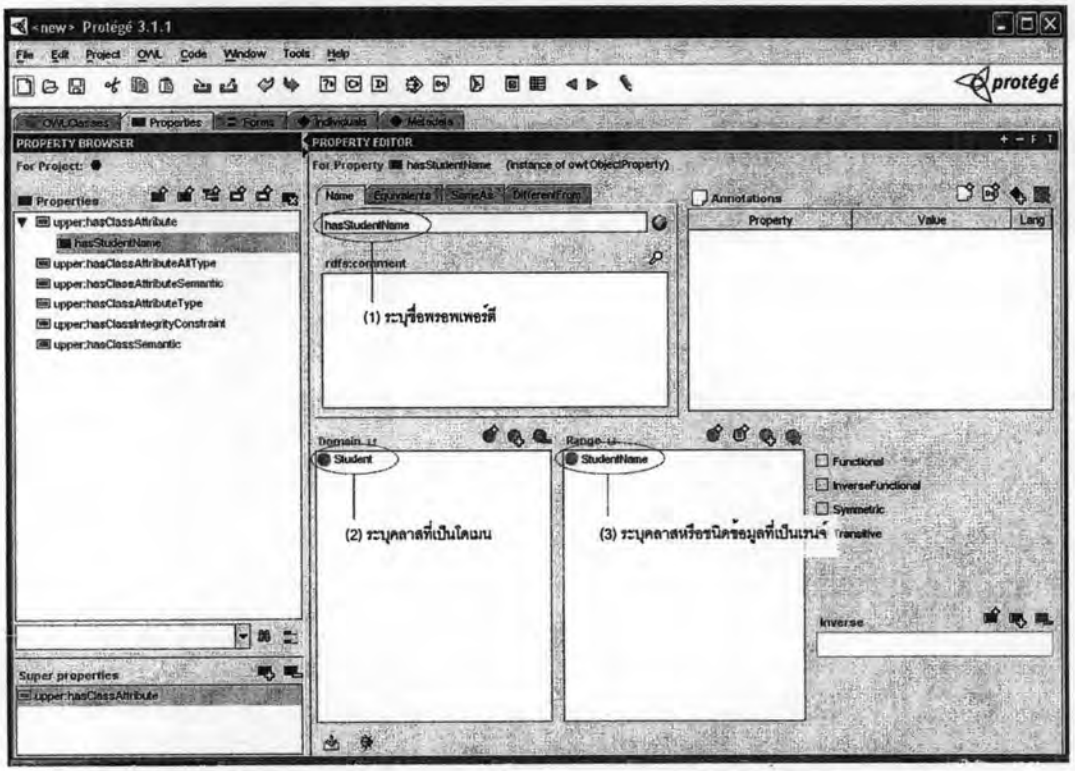
รูปที่ 5.4 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างคลาสภายในโลคัลออนโทโลจี



รูปที่ 5.5 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างคลาสต่างๆ ลงในโลคัลออนโทโลจี

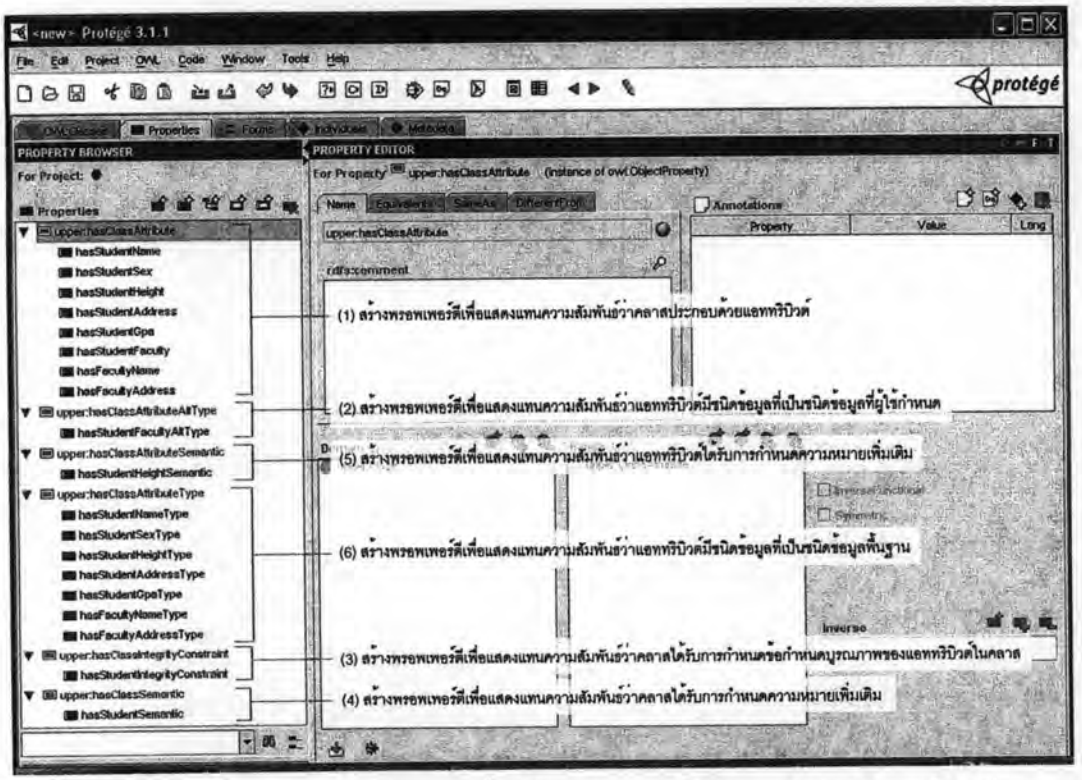
- หากมีความสัมพันธ์แบบสืบทอดคุณลักษณะปรากฏอยู่ในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ ให้สร้างคลาสของคลาสคู่นั้นในรูปของซูเปอร์คลาส/ สับคลาส เพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยคลาสทั้งคู่ยังคงเป็นสับคลาสของ upper:Class ของอัปเปอร์ออนโทโลจี
- สร้างคลาสของแอททริบิวต์เพื่อแสดงแทนแอททริบิวต์ โดยกำหนดเป็นสับคลาสของ upper:ClassAttribute ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ค)
- หากมีความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันปรากฏอยู่ในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ ให้สร้างคลาสของแอททริบิวต์เพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ดังกล่าว โดยกำหนดเป็นสับคลาสของ upper:ClassAttribute ของอัปเปอร์ออนโทโลจี เช่นกัน
- สร้างคลาสของข้อกำหนดบูรณภาพเพื่อแสดงแทนข้อกำหนดบูรณภาพของแอททริบิวต์ภายในคลาส โดยกำหนดเป็นสับคลาสของ upper:ClassIntegrityConstraint ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ง)
- สร้างคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณภาพเพื่อแสดงแทนค่าที่เป็นไปได้ของแอททริบิวต์จากข้อกำหนดบูรณภาพ โดยกำหนดเป็นสับคลาสของ upper:ConstraintValue ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(จ) พร้อมทั้งกำหนดให้เป็นสับคลาสของคลาสของข้อกำหนดบูรณภาพที่เกี่ยวข้อง
- กำหนดเงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอให้กับคลาสของข้อกำหนดบูรณภาพว่า ค่าที่เป็นไปได้ของแอททริบิวต์ภายในคลาสจากข้อกำหนดบูรณภาพนั้นจะต้องเท่ากับผลการยูเนียนของคลาสของค่าของข้อกำหนดบูรณภาพที่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ภายในอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ง) ว่า "ClassIntegrityConstraint = $\cup$ ConstraintValue"
- สร้างคลาสของชื่อความหมายเพื่อแสดงแทนชื่อของความหมายของคลาสหรือแอททริบิวต์ โดยกำหนดเป็นสับคลาสของ upper:SemanticName ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ฉ)
- สร้างคลาสของค่าความหมายเพื่อแสดงแทนค่าของความหมายของคลาสหรือแอททริบิวต์ โดยกำหนดเป็นสับคลาสของ upper:SemanticWord ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ช) พร้อมทั้งกำหนดให้เป็นสับคลาสของคลาสของชื่อความหมายที่เกี่ยวข้อง

5. จากรูปที่ 5.6 วิธีการสร้างพรอพเพอร์ตีต่างๆ ภายในโลคัลออนโทโลจี ประกอบด้วยการระบุชื่อของพรอพเพอร์ตีที่ต้องการสร้าง ระบุคลาสที่เป็นโดเมน (Domain) ของพรอพเพอร์ตี และระบุคลาส (สำหรับพรอพเพอร์ตีแบบอ็อบเจกต์) หรือชนิดข้อมูล (สำหรับพรอพเพอร์ตีแบบชนิดข้อมูล) ที่เป็นเรนจ์ (Range) ของพรอพเพอร์ตีนั้น



รูปที่ 5.6 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างพรอพเพอร์ตีภายในโลคัลออนโทโลจี

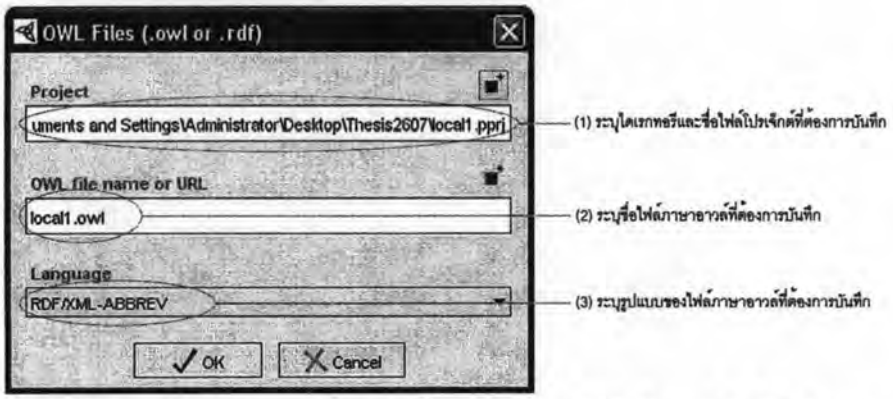
6. จากรูปที่ 5.7 สร้างพรอพเพอร์ตีต่างๆ ลงในโลคัลออนโทโลจีเพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ระหว่างคลาสชนิดต่างๆ ที่ได้สร้างไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยมีข้อกำหนดดังนี้
   - สร้างพรอพเพอร์ตีเพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ว่าคลาสประกอบด้วยแอททริบิวต์ จากโดเมนคือคลาสของคลาสไปยังเรนจ์คือคลาสของแอททริบิวต์ โดยกำหนดเป็นสับพรอพเพอร์ตีของ upper:hasClassAttribute ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ช)
   - สร้างพรอพเพอร์ตีเพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ว่าแอททริบิวต์มีชนิดข้อมูลที่เป็นชนิดข้อมูลที่ผู้ใช้กำหนด (ใช้แสดงแทนความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชันในแบบจำลองข้อมูล) จากโดเมนคือคลาสของแอททริบิวต์ไปยังเรนจ์คือคลาสของคลาส โดยกำหนดเป็นสับพรอพเพอร์ตีของ upper:hasClassAttributeAltType ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ฌ)
   - สร้างพรอพเพอร์ตีเพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ว่าคลาสได้รับการกำหนดข้อกำหนดบูรณภาพของแอททริบิวต์ในคลาส จากโดเมนคือคลาสของคลาสไปยังเรนจ์คือคลาสของข้อกำหนดบูรณภาพ โดยกำหนดเป็นสับพรอพเพอร์ตีของ upper:hasClassIntegrityConstraint ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ญ)



รูปที่ 5.7 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อสร้างพรอพเพอร์ตีต่างๆ ลงในโลคัลออนโทโลจี

- สร้างพรอพเพอร์ตีเพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ว่าคลาสได้รับการกำหนดความหมายเพิ่มเติม จากโดเมนคือคลาสของคลาสไปยังเรนจ์คือคลาสของชื่อความหมาย โดยกำหนดเป็นสับพรอพเพอร์ตีของ upper:hasClassSemantic ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ฎ)
- สร้างพรอพเพอร์ตีเพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ว่าแอททริบิวต์ได้รับการกำหนดความหมายเพิ่มเติม จากโดเมนคือคลาสของแอททริบิวต์ไปยังเรนจ์คือคลาสของชื่อความหมาย โดยกำหนดเป็นสับพรอพเพอร์ตีของ upper:hasClassAttributeSemantic ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ฎ)
- สร้างพรอพเพอร์ตีเพื่อแสดงแทนความสัมพันธ์ว่าแอททริบิวต์มีชนิดข้อมูลที่เป็นชนิดข้อมูลพื้นฐาน จากโดเมนคือคลาสของแอททริบิวต์ไปยังเรนจ์คือชนิดข้อมูล โดยกำหนดเป็นสับพรอพเพอร์ตีของ upper:hasClassAttributeType ของอัปเปอร์ออนโทโลจีตามที่ผู้วิจัยประกาศไว้ดังรูปที่ 5.2(ฐ)

7. จากรูปที่ 5.8 วิธีการเก็บบันทึกไฟล์โลคัลออนโทโลจีแต่ละชุดที่สร้างเสร็จแล้ว ประกอบด้วยการระบุไดเรกทอรีและชื่อไฟล์โปรเจ็กต์ที่ต้องการบันทึกโลคัลออนโทโลจีนั้น และระบุชื่อไฟล์ภาษาอาวล์ที่ต้องการบันทึก ซึ่งไฟล์ดังกล่าวนี้จะนำไปใช้ในส่วนการสร้างออนโทโลจีรวมในขั้นตอนที่ 5.2.2 ต่อไป พร้อมทั้งกำหนดรูปแบบของไฟล์ภาษาอาวล์ที่ต้องการบันทึก ซึ่งในที่นี้กำหนดให้บันทึกในรูปของอาร์ดีเอฟ/ เอ็กซ์เอ็มแอลเพื่อให้เหมาะสมกับการประมวลผลด้วยจีนา [35] ในการโปรแกรมส่วนการสร้างออนโทโลจีรวม



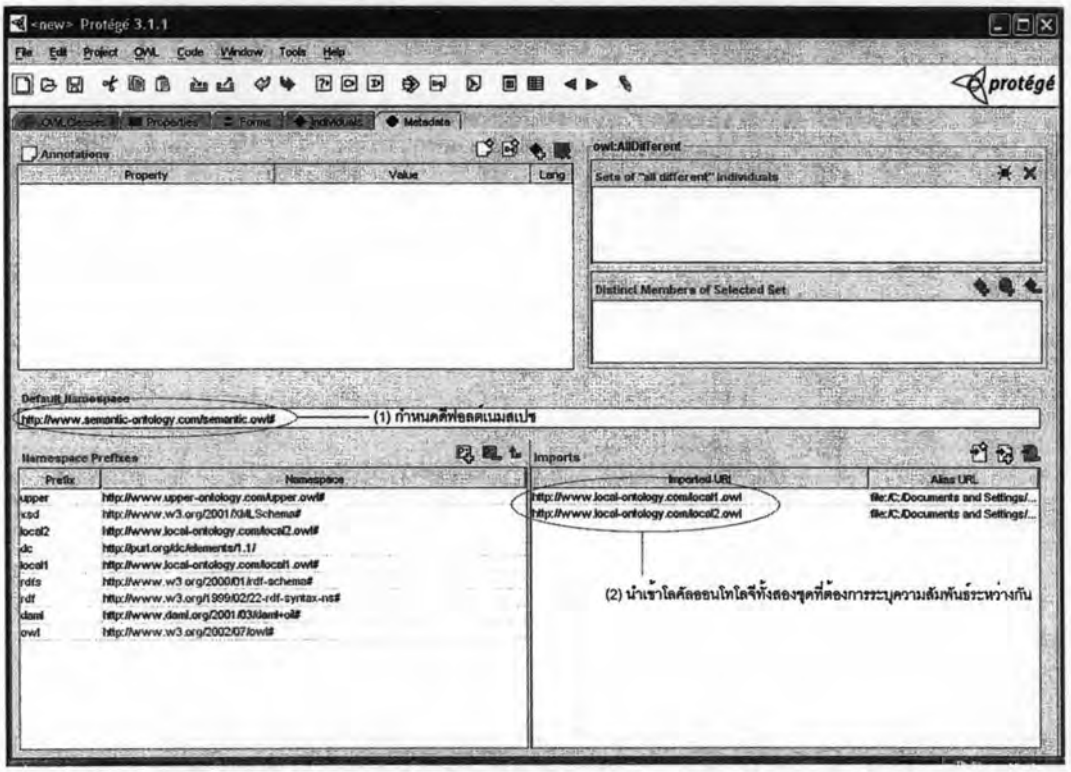
รูปที่ 5.8 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อเก็บบันทึกไฟล์โลคัลออนโทโลจีแต่ละชุด

5.2.1.2 การสร้างออนโทโลจีเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีสองชุดที่ได้สร้างไว้

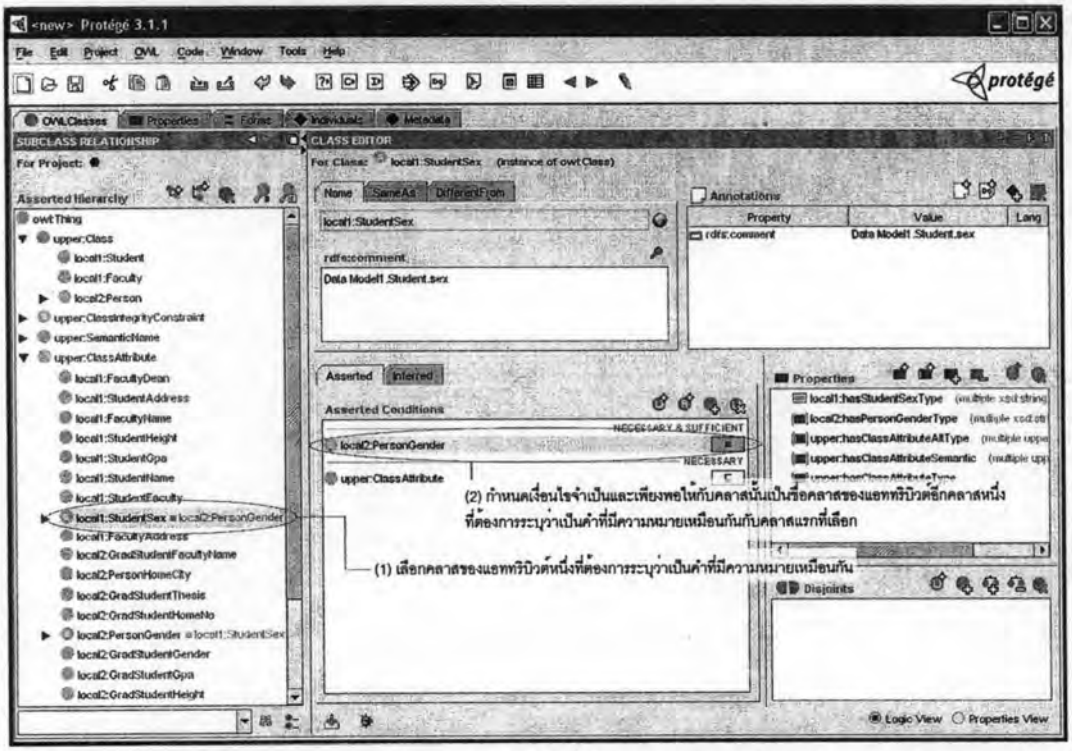
หลังจากสร้างโลคัลออนโทโลจีสองชุดเพื่ออธิบายและเพิ่มความหมายของแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุทั้งสองชุดที่ต้องการรวมด้วยวิธีการในหัวข้อที่ 5.2.1.1 แล้ว ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างออนโทโลจีหนึ่งชุดเพื่อระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดที่ได้สร้างไว้แล้ว โดยออนโทโลจีที่ได้นี้จะต้องสามารถแสดงให้ทราบได้ว่ามีคำคู่ใดในโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน หรือมีคำใดในโลคัลออนโทโลจีชุดที่หนึ่งเป็นคำแม่กลุ่มของคำลูกกลุ่มๆ หนึ่งในโลคัลออนโทโลจีชุดที่สอง ซึ่งการระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีแต่ละคู่จะเป็นไปตามแนวทางที่ได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.3 การสร้างโลคัลออนโทโลจีระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีสองชุดมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เปิดโปรแกรมโพรเทเจและเลือก "สร้างโปรเจ็กต์ใหม่ (Create New Project)" แล้วเลือกชนิดของโปรเจ็กต์เป็น "ไฟล์อาวล์ (OWL Files (.owl or .rdf))"
2. จากรูปที่ 5.9 กำหนดดีฟอลต์เนมสเปซของออนโทโลจีที่ต้องการสร้าง เช่น http://www.semantic-ontology.com/semantic.owl# และนำเข้าโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดที่ต้องการระบุความสัมพันธ์ระหว่างกัน เช่น จาก http://www.local-ontology.com/local1.owl และจาก http://www.local-ontology.com/local2.owl เพื่อใช้สร้างแมปปิงระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุด ทั้งนี้ หลังจากนำเข้าโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดแล้วคลาสและพรอพเพอร์ตีทั้งหมดของโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดจะปรากฏขึ้น
3. จากรูปที่ 5.10 วิธีการระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีโดยกำหนดว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน ประกอบด้วยการเลือกคลาสของคลาสหรือคลาสของแอททริบิวต์คลาสใดคลาสหนึ่งที่ต้องการระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน แล้วกำหนดเงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอให้กับคลาสนั้นเป็นชื่อคลาสของคลาสหรือคลาสของแอททริบิวต์อีกคลาสหนึ่งที่ต้องการระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันกับคลาสแรกที่เลือก ทั้งนี้การระบุความสัมพันธ์ด้วยวิธีนี้ ความสัมพันธ์ที่ได้จะเป็นแบบสมมาตร (Symmetry) นั่นคือเมื่อกำหนดว่า คลาสของแอททริบิวต์ CA1 ในโลคัลออนโทโลจีชุดที่หนึ่งเป็นคำที่มีความหมาย

เหมือนกับคลาสของแอททริบิวต์ CA2 ในโลคัลออนโทโลจีชุดที่สองแล้ว จะสามารถสรุปได้ว่าคลาสของแอททริบิวต์ CA2 เป็นคำที่มีความหมายเหมือนกับคลาสของแอททริบิวต์ CA1 โดยอัตโนมัติ

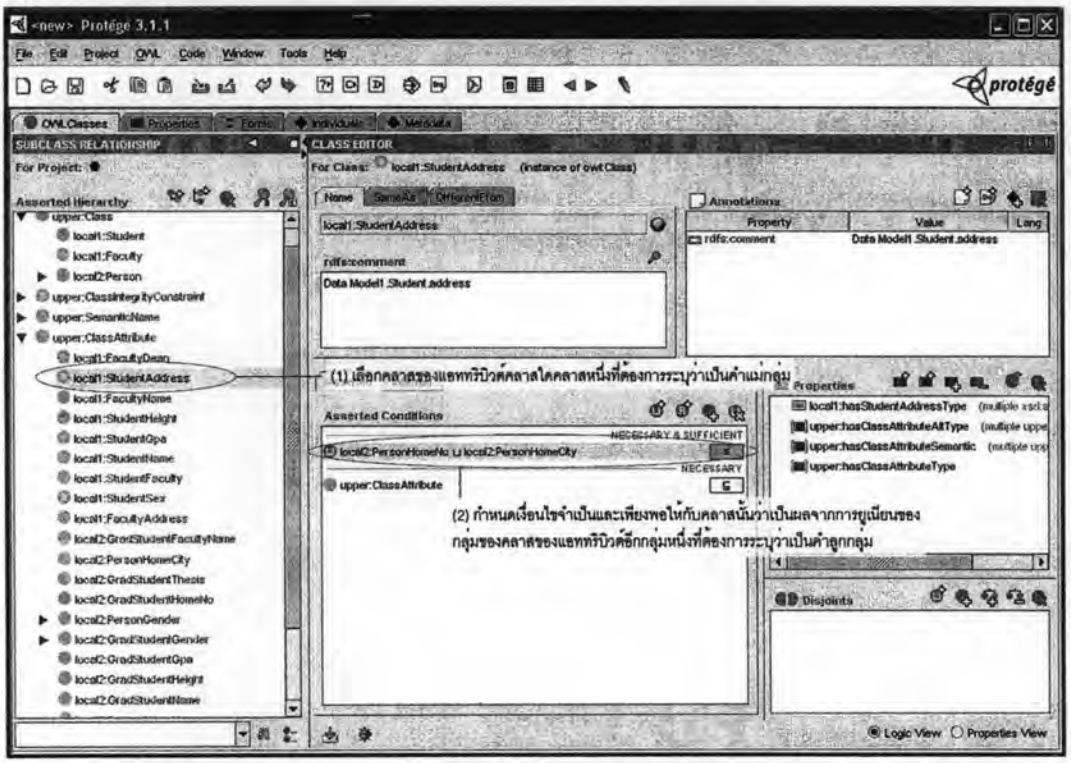


รูปที่ 5.9 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อกำหนดดีฟอลต์เนมสเปซและนำเข้าโลคัลออนโทโลจี



รูปที่ 5.10 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันระหว่างโลคัลออนโทโลจี

4. จากรูปที่ 5.11 วิธีการระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีโดยกำหนดว่าเป็นคำที่เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกัน ประกอบด้วยการเลือกคลาสของคลาสหรือคลาสของแอททริบิวต์คลาสใดคลาสหนึ่งที่ต้องการระบุว่าเป็นคำแม่กลุ่ม แล้วกำหนดเงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอให้กับคลาสนั้นว่าเป็นผลจากการยูเนียนของกลุ่มของคลาสของคลาสหรือกลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์อีกกลุ่มหนึ่งที่ต้องการระบุว่าเป็นคำลูกกลุ่ม
5. เลือกเก็บบันทึกไฟล์ออนโทโลจีที่สร้างเสร็จแล้วด้วยวิธีการเดียวกับการเก็บบันทึกไฟล์โลคัลออนโทโลจีในหัวข้อที่ 5.2.1.1



รูปที่ 5.11 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อระบุว่าเป็นคำที่เป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกัน ระหว่างโลคัลออนโทโลจี

จากการทำงานของเฟรมเวิร์คส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลจีในทั้งสองขั้นตอนนี้ ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลจะได้รับไฟล์โลคัลออนโทโลจีสองไฟล์ และไฟล์ออนโทโลจีที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุด ซึ่งทั้งสามไฟล์นี้จะถูกนำไปใช้งานในเฟรมเวิร์คส่วนการสร้างออนโทโลจีรวมที่จะอธิบายให้หัวข้อต่อไป ดังนั้น ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลและผู้เป็นเจ้าของแบบจำลองมูลควรจะให้ความสำคัญกับความถูกต้องและครบถ้วนในการสร้างออนโทโลจีทั้งสามชุดเพื่ออธิบายแบบจำลองข้อมูลที่ต้องการรวม โดยพยายามอธิบายแบบจำลองข้อมูลทั้งสองชุดให้ชัดเจนที่สุดเพื่อให้สามารถจำแนกความขัดแย้งของข้อมูลที่มีได้ อันจะส่งผลให้การรวมออนโทโลจีเป็นไปอย่างเหมาะสมและถูกต้องที่สุด

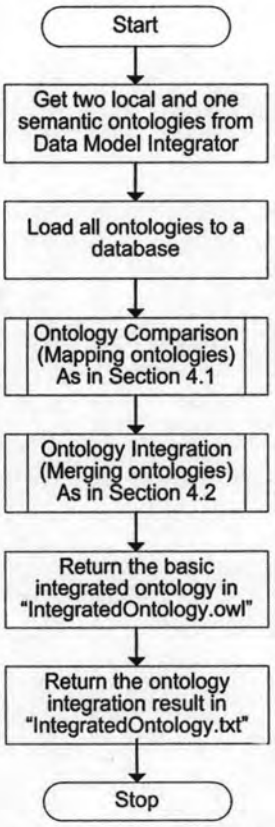
5.2.2 ส่วนการสร้างออนโทโลจีรวม

เฟรมเวิร์คส่วนการสร้างออนโทโลจีรวมประกอบด้วยขั้นตอนการรับไฟล์โลคัลออนโทโลจีสองชุดที่ต้องการรวม พร้อมทั้งไฟล์ออนโทโลจีที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุด จากผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมการรวมออนโทโลจี หลังจากนั้นโปรแกรมจะดำเนินการเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุดตามขั้นตอนวิธีในหัวข้อที่ 4.1 เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของคลาสทุกคู่ในโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุด และนำผลการเปรียบเทียบที่ได้มาใช้สร้างออนโทโลจีรวมพื้นฐานในรูปของไฟล์ภาษาอาวล์ (ขั้นตอนที่ 4 ในรูปที่ 5.1) ในขณะเดียวกันก็สร้างไฟล์ผลการรวมออนโทโลจีเพื่อแสดงผลการเปรียบเทียบและรายละเอียดที่จำเป็นในการสร้างออนโทโลจีรวมตามขั้นตอนวิธีในหัวข้อที่ 4.2 เมื่อได้รับไฟล์ผลการรวมออนโทโลจี รายละเอียดในไฟล์ดังกล่าวจะช่วยให้ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลสามารถปรับแต่งออนโทโลจีรวมพื้นฐานและเพิ่มกฎเพื่ออนุมานหาข้อเท็จจริงเพิ่มเติมทำให้ออนโทโลจีรวมที่ได้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นก่อนที่จะนำไปใช้งาน (ขั้นตอนที่ 5 ในรูปที่ 5.1) ทั้งนี้ การทำงานของเฟรมเวิร์คในส่วนนี้มุ่งเน้นไปที่การสร้างออนโทโลจีรวมขึ้นจริง เพื่อให้สามารถนำออนโทโลจีรวมที่ได้ไปใช้เป็นตัวกลางในการสอบถามข้อมูล และเป็นแมปปิงไปยังแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่นำมารวม

การทำงานของเฟรมเวิร์คในส่วนนี้อาจแบ่งได้เป็น 2 ส่วนย่อยคือ การเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลจีเพื่อสร้างออนโทโลจีรวมพื้นฐาน และการอนุมานออนโทโลจีรวมพื้นฐานเพื่อให้ได้ออนโทโลจีรวมที่สมบูรณ์สำหรับนำไปใช้สร้างแมปปิงจากออนโทโลจีรวมดังกล่าวไปยังแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่นำมารวม ซึ่งมีวิธีการดังนี้

5.2.2.1 การเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลจีเพื่อสร้างออนโทโลจีรวมพื้นฐาน

จากไฟล์โลคัลออนโทโลจีสองชุดที่ต้องการรวม และไฟล์ออนโทโลจีที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างโลคัลออนโทโลจีทั้งสองชุด ขั้นตอนนี้เป็นการสร้างออนโทโลจีรวมพื้นฐานจากผลการเปรียบเทียบโลคัลออนโทโลจีคู่ดังกล่าว โดยอาศัยโปรแกรมการรวมออนโทโลจี (Ontology Integration Program) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา ร่วมกับการใช้งานจีนาเอพีไอรุ่นที่ 2.4 [35] เพื่อจัดการการเข้าถึงข้อมูลในออนโทโลจี และฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล (MySQL) เวอร์ชัน 5.0.24a [40] ซึ่งสนับสนุนการจัดเก็บออนโทโลจีในรูปของฐานข้อมูลโดยใช้การติดต่อผ่านจีนาเอพีไอ เพื่อจัดเก็บออนโทโลจีและผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนการเปรียบเทียบและการรวมโลคัลออนโทโลจี โปรแกรมการรวมออนโทโลจีจะกำหนดให้ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลป้อนไฟล์ภาษาอาวล์ของออนโทโลจีทั้งสามไฟล์ที่ได้รับจากเฟรมเวิร์คส่วนการสร้างโลคัลออนโทโลจีเข้าสู่โปรแกรม แล้วดำเนินการเปรียบเทียบและรวมโลคัลออนโทโลจีที่ต้องรวมทั้งสองชุดเข้าด้วยกันแบบอัตโนมัติ หลังจากนั้น เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จสิ้นผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลจะได้รับไฟล์ออนโทโลจีรวมพื้นฐานชื่อ IntegratedOntology.owl และไฟล์ผลการรวมออนโทโลจีชื่อ IntegratedOntology.txt ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการรวมออนโทโลจีแสดงได้ดังรูปที่ 5.12

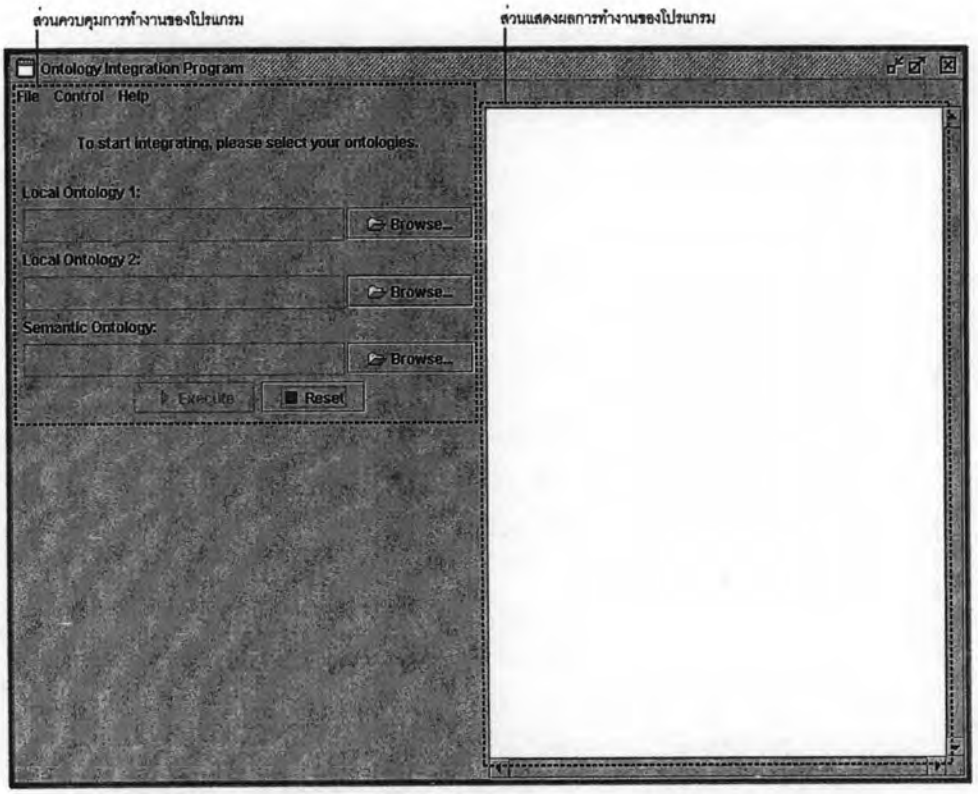


รูปที่ 5.12 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการรวมออนโทโลจี

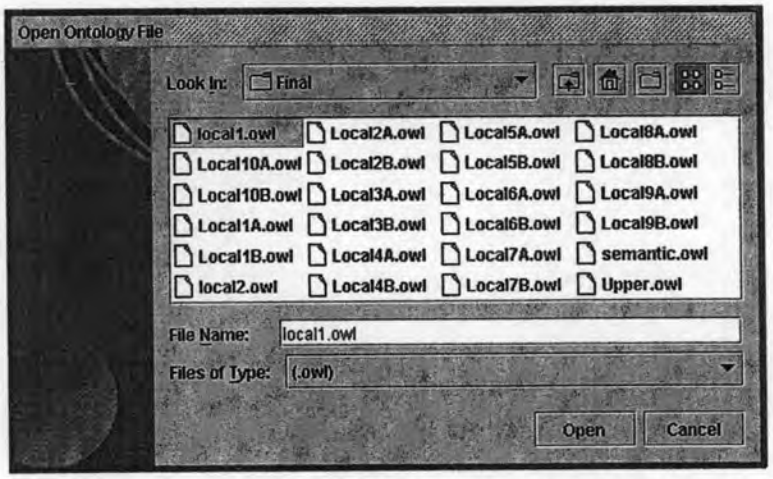
การทำงานของโปรแกรมการรวมออนโทโลจีประกอบด้วยหน้าจอต่างๆ ที่แสดงการทำงานแต่ละขั้นตอนดังรูปที่ 5.13 ถึง 5.17 มีรายละเอียดดังนี้

1. รูปที่ 5.13 แสดงส่วนประกอบของหน้าจอโปรแกรมการรวมออนโทโลจี ประกอบด้วยสองส่วนคือ ส่วนควบคุมการทำงานของโปรแกรม (ด้านซ้าย) ซึ่งใช้สำหรับป้อนไฟล์ออนโทโลจีให้กับโปรแกรมและสั่งการทำงานของโปรแกรม และส่วนแสดงผลการทำงานของโปรแกรม (ด้านขวา) ซึ่งใช้แสดงผลลัพธ์จากการทำงานของโปรแกรม
2. จากรูปที่ 5.14 เมื่อผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลกดปุ่ม Browse จะปรากฏหน้าต่างนี้ขึ้นเพื่อให้เลือกระบุตำแหน่งและชื่อไฟล์ออนโทโลจีแต่ละไฟล์สำหรับใช้ในการรวม ทั้งนี้โปรแกรมได้รับการกำหนดให้ทำงานได้กับไฟล์ออนโทโลจีที่อยู่ในรูปภาษาอาวล์ (.owl) เท่านั้น
3. จากรูปที่ 5.15 หลังจากผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลระบุชื่อไฟล์ออนโทโลจีทั้งสามไฟล์ที่จำเป็นต้องใช้ในการรวมออนโทโลจีแล้ว ผู้ทำการรวมจะสามารถเลือกสั่งให้โปรแกรมเริ่มดำเนินการเปรียบเทียบและรวมออนโทโลจีโดยการกดปุ่ม Execute หรืออาจกดปุ่ม Reset เพื่อเริ่มการระบุชื่อไฟล์ออนโทโลจีใหม่อีกครั้ง

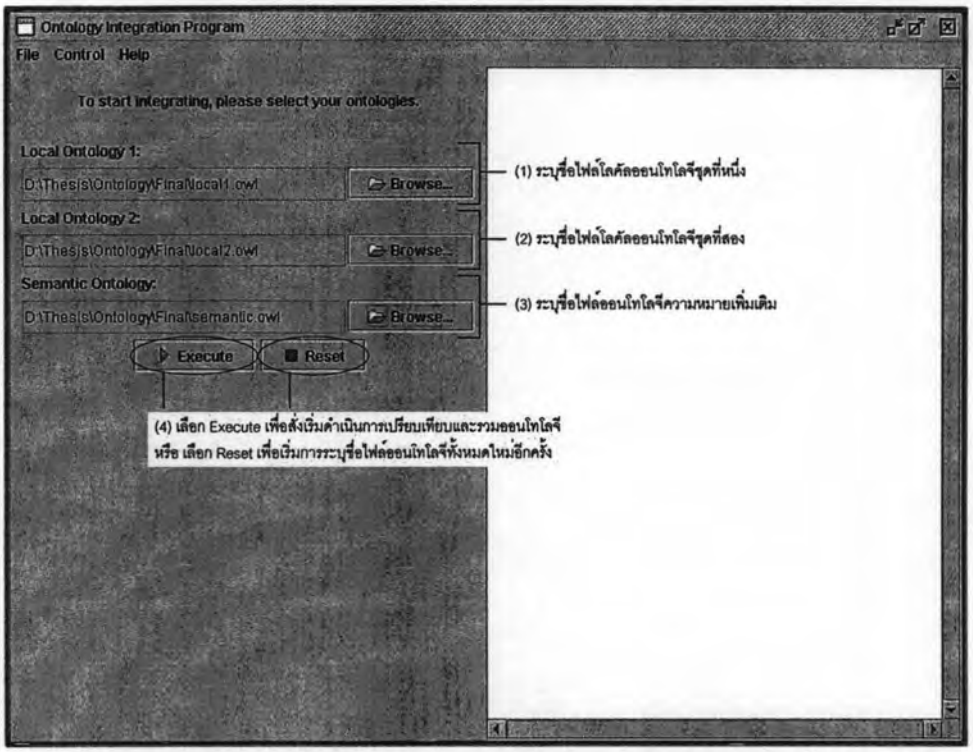
4. จากรูปที่ 5.16 หลังจากผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลเลือกสั่งให้โปรแกรมเริ่มทำงาน โปรแกรมจะเริ่มจากการจัดก็บออนโทโลจีทั้งสามชุดลงในฐานข้อมูล เพื่อให้สะดวกต่อการเปรียบเทียบ และแสดงผลการทำงานเมื่อขั้นตอนดังกล่าวเสร็จสมบูรณ์ดังรูป



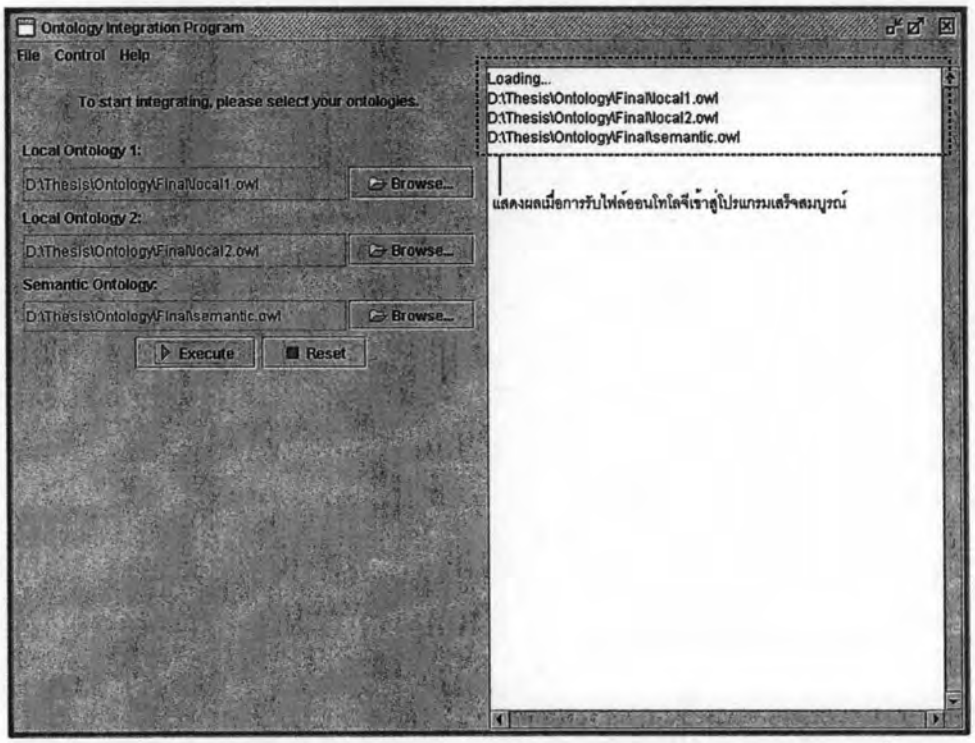
รูปที่ 5.13 หน้าจอการทำงานของโปรแกรมการรวมออนโทโลจี



รูปที่ 5.14 หน้าต่างสำหรับเลือกไฟล์โลคัลออนโทโลจีและออนโทโลจีความหมายของโปรแกรมการรวมออนโทโลจี

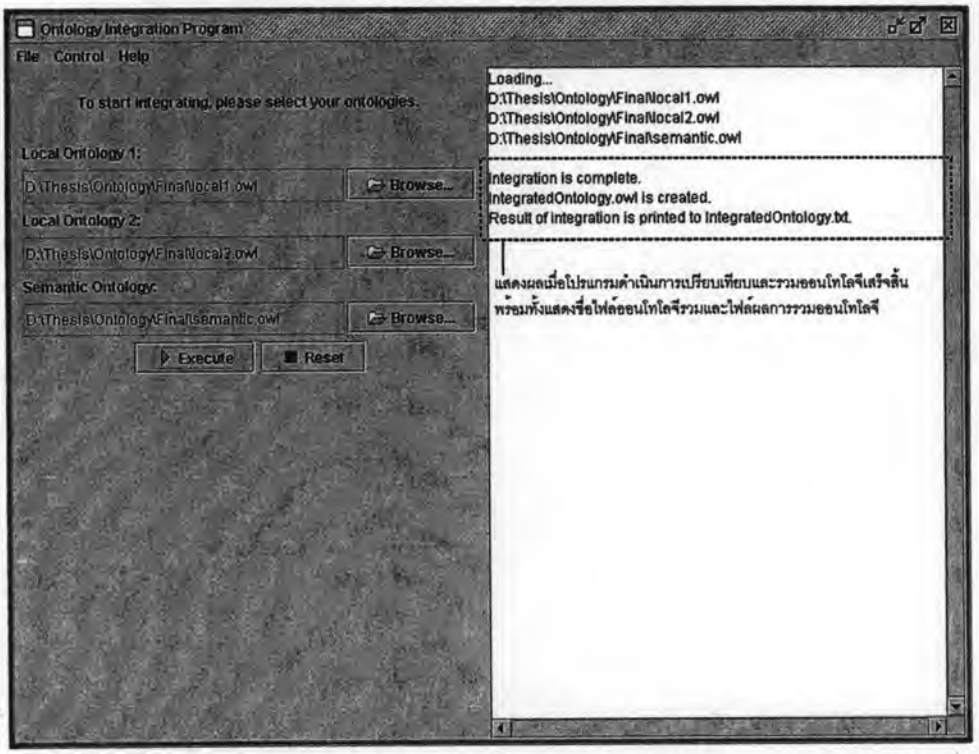


รูปที่ 5.15 หน้าจอโปรแกรมการรวมออนโทโลจีเมื่อระบุไฟล์ออนโทโลจีทั้งสามไฟล์ก่อนดำเนินการเปรียบเทียบและรวมออนโทโลจี



รูปที่ 5.16 หน้าจอโปรแกรมการรวมออนโทโลจีแสดงผลลัพธ์เมื่อไฟล์ออนโทโลจีทั้งสามได้รับการป้อนเข้าสู่โปรแกรม

5. จากรูปที่ 5.17 หลังจากนั้นโปรแกรมจะดำเนินการเปรียบเทียบและรวมออนโทโลจีตามขั้นตอนวิธีที่ได้อธิบายในหัวข้อที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ แล้วส่งกลับผลลัพธ์ในรูปของไฟล์ออนโทโลจีรวมพื้นฐานชื่อ IntegratedOntology.owl และไฟล์ผลการรวมออนโทโลจีชื่อ IntegratedOntology.txt เมื่อขั้นตอนดังกล่าวเสร็จสมบูรณ์ดังรูป



รูปที่ 5.17 หน้าจอโปรแกรมการรวมออนโทโลจีแสดงผลลัพธ์หลังการรวมออนโทโลจีเสร็จสิ้น

ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมการรวมออนโทโลจีในไฟล์ IntegratedOntology.owl และ IntegratedOntology.txt แสดงไว้ดังรูปที่ 5.18 และ 5.19 ตามลำดับ

```
<owl:Class rdf:ID="Student">                    // สร้างคลาสของคลาส Student
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    equivalent to local1.Student</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Person"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="GradStudent">                // สร้างคลาสของคลาส GradStudent
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    equivalent to local2.GradStudent</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Student"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Faculty">                    // สร้างคลาสของคลาส Faculty
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    equivalent to local1.Faculty</rdfs:comment>
```

รูปที่ 5.18 บางส่วนของออนโทโลจีรวมเบื้องต้นจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.owl

```
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#Class"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="StudentFaculty">      // สร้างคลาสของแอททริบิวต์ StudentFaculty
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#ClassAttribute"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="StudentGpa">          // สร้างคลาสของแอททริบิวต์ StudentGpa
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#ClassAttribute"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="GradStudentThesis">  // สร้างคลาสของแอททริบิวต์ GradStudentThesis
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#ClassAttribute"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="GradStudentLabName">// สร้างคลาสของแอททริบิวต์ GradStudentLabName
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#ClassAttribute"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#StudentFacultySemantic">       // สร้างคลาสของชื่อความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticName"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#StudentMajorSemantic">         // สร้างคลาสของชื่อความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticName"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#GradStudentFacultySemantic">   // สร้างคลาสของชื่อความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticName"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:about="#GradStudentMajorSemantic">     // สร้างคลาสของชื่อความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticName"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Science">                          // สร้างคลาสของค่าความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticWord"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="StudentFacultySemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="GradStudentFacultySemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

รูปที่ 5.18 บางส่วนของออนโทโลจีรวมเบื้องต้นจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.owl (ต่อ)

```
<owl:Class rdf:ID="Account">                          // สร้างคลาสของค่าความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticWord"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="StudentFacultySemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="GradStudentFacultySemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Engineer">                         // สร้างคลาสของค่าความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticWord"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="StudentFacultySemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="GradStudentFacultySemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Computer">                         // สร้างคลาสของค่าความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticWord"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="StudentMajorSemantic"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="GradStudentMajorSemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Stat">                             // สร้างคลาสของค่าความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticWord"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="StudentMajorSemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="GradStudentMajorSemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Math">                             // สร้างคลาสของค่าความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticWord"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="StudentMajorSemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
```

รูปที่ 5.18 บางส่วนของออนโทโลจีรวมเบื้องต้นจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.owl (ต่อ)

```
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="GradStudentMajorSemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Electronics">                    // สร้างคลาสของค่าความหมาย
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#SemanticWord"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="StudentMajorSemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Class rdf:ID="GradStudentMajorSemantic"/>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
// สร้างพรอพเพอร์ตีจากคลาสของคลาสไปยังคลาสของแอททริบิวต์
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasStudentGpa">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttribute"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Student"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#StudentGpa"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasStudentFaculty">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttribute"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Student"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#StudentFaculty"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasGradStudentThesis">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttribute"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#GradStudent"/>
  <rdfs:range rdf:resource=#GradStudentThesis"/>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasGradStudentLabName">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttribute"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#GradStudent"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#GradStudentLabName"/>
</owl:ObjectProperty>
// สร้างพรอพเพอร์ตีจากคลาสของคลาสไปยังคลาสของชื่อความหมาย
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasStudentSemantic">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassSemantic"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Student"/>
  <rdfs:range>
```

รูปที่ 5.18 บางส่วนของออนโทโลจีรวมเบื้องต้นจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.owl (ต่อ)

```
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#StudentMajorSemantic"/>
        <owl:Class rdf:about="#StudentFacultySemantic"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:range>
</owl:ObjectProperty>
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasGradStudentSemantic">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassSemantic"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#GradStudent"/>
  <rdfs:range>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Class rdf:about="#GradStudentFacultySemantic"/>
        <owl:Class rdf:about="#GradStudentMajorSemantic"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </rdfs:range>
</owl:ObjectProperty>
// สร้างพรอพเพอร์ตีจากคลาสของแอททริบิวต์ไปยังคลาสของคลาสเพื่อกำหนดชนิดของข้อมูลเป็นคลาสของคลาส
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasStudentFacultyAltType">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttributeAltType"/>
    <rdfs:domain rdf:resource="#StudentFaculty"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Faculty"/>
  </owl:ObjectProperty>
// สร้างพรอพเพอร์ตีจากคลาสของแอททริบิวต์ไปยังชนิดข้อมูลพื้นฐาน
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasStudentGpaType">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttributeType"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#StudentGpa"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasGradStudentThesisType">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttributeType"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#GradStudentThesis"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasGradStudentLabNameType">
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource=
    "http://www.upper-ontology.com/upper.owl#hasClassAttributeType"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#GradStudentLabName"/>
```

รูปที่ 5.18 บางส่วนของออนโทโลจีรวมเบื้องต้นจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.owl (ต่อ)

```
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string"/>
</owl:DatatypeProperty>
...
```

รูปที่ 5.18 บางส่วนของออนโทโลจีรวมเบื้องต้นจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.owl (ต่อ)

```
[Class]: Student (equivalent to Local1.Student)        << คลาสของคลาส Student
<subClassOf> Person, upper.owl#Class
<hasClassAttribute>                                    << ส่วนคลาสของแอททริบิวต์
  [ClassAttribute]: StudentFaculty
  (equivalent to Local1.Student.StudentFaculty)
  <hasClassAttributeAltType> Faculty
    Type conversion: no
  <hasClassAttributeSemantic> none
  [ClassAttribute]: StudentGpa (equivalent to Local1.Student.StudentGpa,
  Local2.GradStudent.GradStudentGpa)
  <hasClassAttributeType> String
    Type conversion: no
  <hasClassAttributeSemantic> none
<hasClassIntegrityConstraint> none              << ส่วนคลาสของข้อกำหนดบูรณภาพ
<hasClassSemantic>                              << ส่วนคลาสของความหมาย
  [SemanticName]: StudentFacultySemantic
    [SemanticWord]: Science, Account, Engineer
  [SemanticName]: StudentMajorSemantic
    [SemanticWord]: Computer, Stat, Math, Electronics
[Class]: GradStudent (equivalent to Local2.GradStudent)
                                                << คลาสของคลาส GradStudent
<subClassOf> Student, Person, upper.owl#Class
<hasClassAttribute>                             << ส่วนคลาสของแอททริบิวต์
  [ClassAttribute]: GradStudentThesis
  (equivalent to Local2.GradStudent.GradStudentThesis)
  <hasClassAttributeType> String
    Type conversion: no
  <hasClassAttributeSemantic> none
  [ClassAttribute]: GradStudentLabName
  (equivalent to Local2.GradStudent.GradStudentLabName)
  <hasClassAttributeAltType> String
    Type conversion: no
  <hasClassAttributeSemantic> none
<hasClassIntegrityConstraint> none              << ส่วนคลาสของข้อกำหนดบูรณภาพ
<hasClassSemantic>                              << ส่วนคลาสของความหมาย
  [SemanticName]: GradStudentFacultySemantic
    [SemanticWord]: Science, Account, Engineer
```

รูปที่ 5.19 บางส่วนของผลการรวมออนโทโลจีจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.txt

```
  [SemanticName]: GradStudentMajorSemantic
    [SemanticWord]: Computer, Stat, Math, Electronics
[Class]: Faculty (equivalent to Local1.Faculty)  << บางส่วนของคลาสของคลาส Faculty
<subClassOf> upper.owl#Class
...
```

รูปที่ 5.19 บางส่วนของผลการรวมออนโทโลจีจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Student และคลาสของคลาส GradStudent ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 ในไฟล์ IntegratedOntoloty.txt (ต่อ)

5.2.2.2 การอนุมานออนโทโลจีรวมพื้นฐานเพื่อให้ได้ออนโทโลจีรวมที่สมบูรณ์

จากไฟล์ออนโทโลจีรวมพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนที่ 5.2.2.1 ขั้นตอนนี้จะเปิดให้ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลแก้ไขบางส่วนของออนโทโลจีรวมพื้นฐาน หรือเพิ่มกฎตามความหมายและข้อกำหนดบูรณภาพของแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุด เพื่อสร้างข้อเท็จจริงใหม่เกี่ยวกับข้อมูลลงในออนโทโลจีรวมพื้นฐานได้ตามต้องการ ก่อนจะนำมาใช้เป็นออนโทโลจีรวมสำหรับส่วนการสร้างแมปปิงไปยังแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุในหัวข้อที่ 5.2.3 โดยพิจารณาจากไฟล์ผลการรวมออนโทโลจีร่วมกับความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลในแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุดที่นำมารวม และอาศัยความสามารถของออนโทโลจีที่อยู่ในรูปของภาษาอาวล์ที่อนุญาตให้ผู้ใช้เพิ่มกฎใดๆ เพื่ออนุมานออนโทโลจี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำออนโทโลจีรวมที่ได้ไปใช้ในการสอบถามข้อมูลในขั้นตอนต่อไป

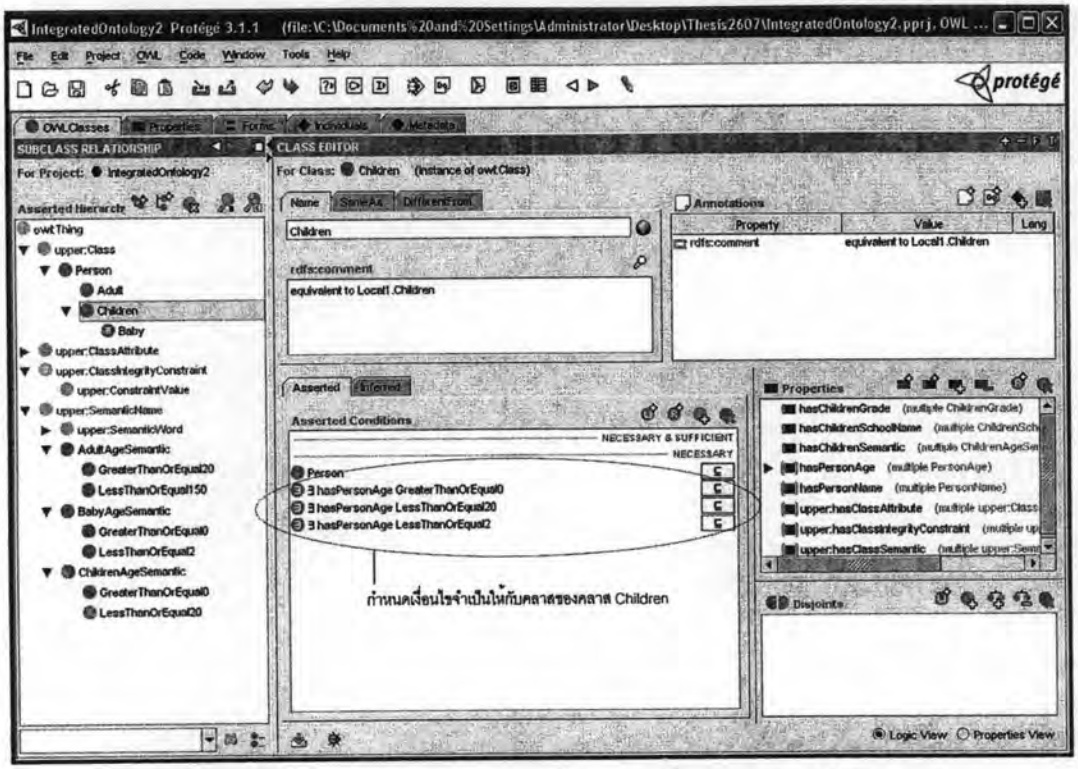
จุดประสงค์หลักของการอนุมานออนโทโลจีในขั้นตอนนี้คือ เพื่อให้โปรแกรมตรวจสอบและจำแนกการแบ่งประเภทของออนโทโลจีรวมตามโครงสร้างและเงื่อนไขที่กำหนดก่อนจะนำไปใช้งาน รวมทั้งอาจช่วยแก้จุดบกพร่อง (Debug) ของออนโทโลจีรวมที่สร้างขึ้น [41] โดยอาศัยการทำงานของโปรแกรมโพรเทเจในการแสดงผลของออนโทโลจีรวมที่ได้ และการระบุกฎในรูปของเงื่อนไขของคลาสลงในคลาสที่ต้องการเพิ่มเติม ร่วมกับโปรแกรมเรเซอร์โปร (RacerPro) เวอร์ชัน 1.9 [42] ซึ่งเรียกใช้งานได้จากหน้าจอโปรแกรมโพรเทเจในการอนุมานออนโทโลจีหลังจากการระบุเงื่อนไข ทั้งนี้การอนุมานจะตรวจสอบความเป็นไปได้ของเงื่อนไขดังกล่าว แล้วแสดงผลข้อเท็จจริงใหม่ที่ได้เพิ่มขึ้นให้กับผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลไว้ภายในออนโทโลจีรวมที่ได้ เพื่อให้ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลนำออนโทโลจีรวมดังกล่าวไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ประโยชน์จากการอนุมานออนโทโลจีรวมนอกเหนือจากความถูกต้องของออนโทโลจีรวมที่ได้รับ คือเมื่อนำออนโทโลจีรวมที่ได้ไปใช้เป็นตัวกลางในการสอบถามข้อมูลจะทำให้ได้ผลลัพธ์ของการสอบถามเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากข้อเท็จจริงที่ได้เพิ่มจากการอนุมาน ตัวอย่างเช่น จากงานวิจัย [43] ออนโทโลจีรวมที่ได้ประกอบด้วยคลาสของคลาส Children ซึ่งมีคลาสของชื่อความหมายเกี่ยวกับอายุเป็น ChildrenAgeSemantic (มีคลาสของค่าความหมายเป็น "GreaterThanOrEqual0" และ "LessThanOrEqual20" ซึ่งหมายความว่ามีอายุอยู่ในช่วง 0 ถึง 20 ปี) และมีสับคลาสเป็นคลาสของคลาส Baby ซึ่งมีคลาสของชื่อความหมายเกี่ยวกับอายุเป็น BabyAgeSemantic (มีคลาสของค่าความหมายเป็น "GreaterThanOrEqual0" และ

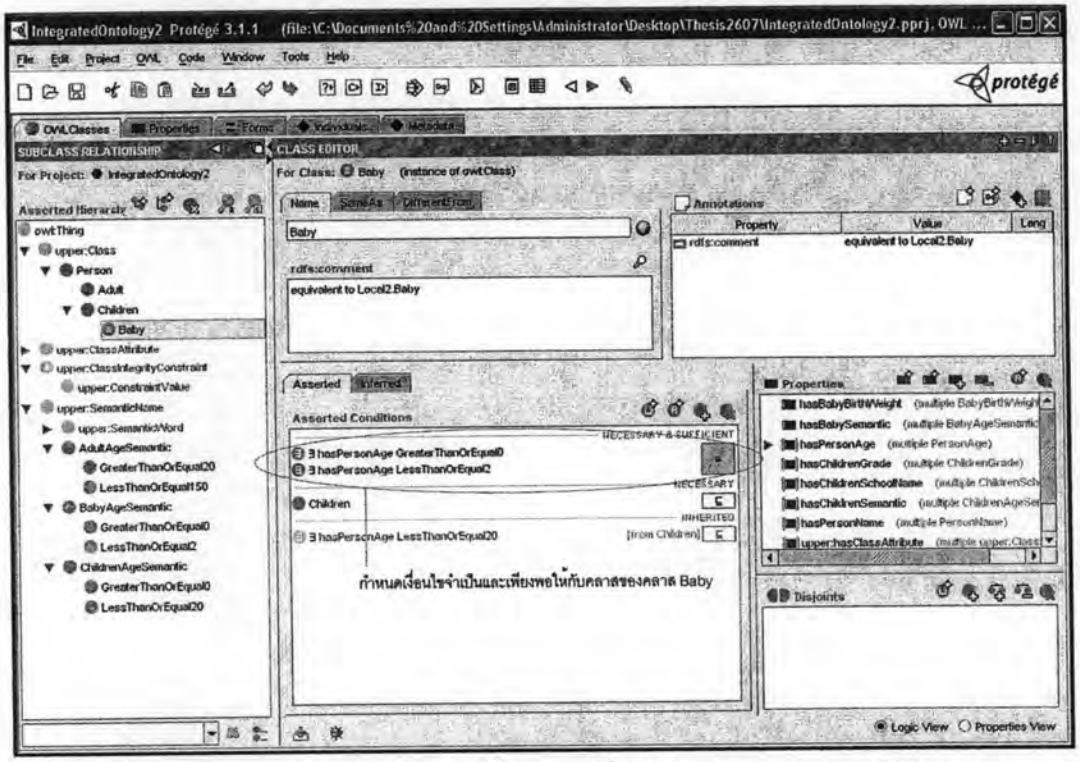
"LessThanOrEqual2" ซึ่งหมายความว่ามีอายุอยู่ในช่วง 0 ถึง 2 ปี) ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากความหมายของคลาสของคลาสคู่นี้จะเห็นได้ว่าความหมายของคลาสของคลาส Baby เป็นส่วนหนึ่งของความหมายของคลาสของคลาส Children จึงอาจสรุปได้ว่า หากอินสแตนซ์ใดของคลาสของคลาส Children มีค่าอายุอยู่ในช่วง 0 ถึง 2 ปี อินสแตนซ์ดังกล่าวควรปรากฏอยู่ในผลลัพธ์จากการสอบถามข้อมูลที่คลาสของคลาส Baby ด้วย

แต่เนื่องจากความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส/ สับคลาสระหว่างคลาสทั้งคู่ การนำออนโทโลจีรวมที่ได้ไปใช้ในการสอบถามข้อมูลทันทีโดยไม่ผ่านขั้นตอนการอนุมานนี้จะทำให้ผลลัพธ์ดังกล่าวไม่ปรากฏ ดังนั้นหากผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลต้องการได้ผลลัพธ์จากการสอบถามเพิ่มขึ้นตามความหมายที่ได้กำหนดให้กับคลาส ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลจำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมลงในคลาสของคลาสทั้งคู่ภายในออนโทโลจีรวมและอนุมานออนโทโลจีดังกล่าว ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

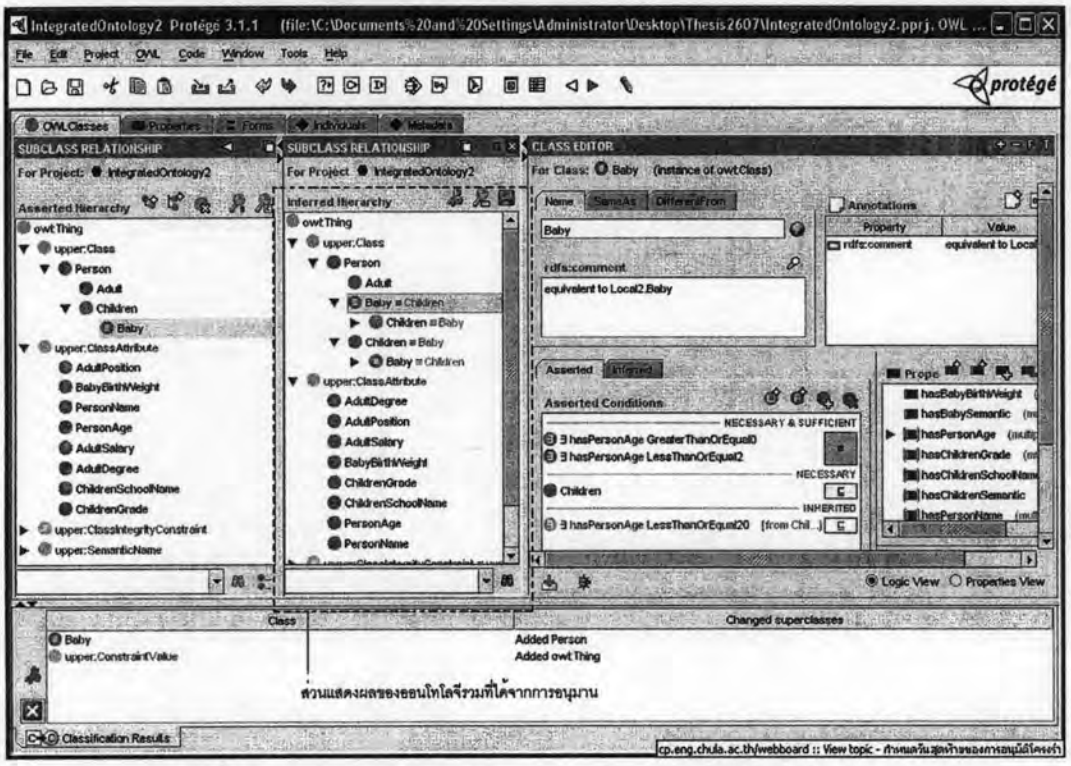
1. เปิดโปรแกรมโพรเทเจและสร้างออนโทโลจีรวมขึ้นจากไฟล์ผลการรวมออนโทโลจีโดยใช้วิธีการเดียวกับการสร้างโลคัลออนโทโลจีในขั้นตอนที่ 5.2.1.1
2. ปรับแต่งแก้ไขออนโทโลจีรวม เช่น เปลี่ยนชื่อคลาสของคลาส หรือคลาสของแอททริบิวต์ที่ปรากฏในออนโทโลจีรวมตามต้องการ
3. จากรูปที่ 5.20 หลังจากได้ออนโทโลจีรวมตามที่ต้องการแล้ว กำหนดเงื่อนไขจำเป็นให้กับคลาสของคลาส Children (คลาสที่เป็นซูเปอร์คลาส) โดยกำหนดให้มีค่าเป็นคลาสของค่าความหมายทั้งหมดที่เป็นของคลาสของคลาส Children และคลาสของคลาส Baby
4. จากรูปที่ 5.21 กำหนดเงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอให้กับคลาสของคลาส Baby (คลาสที่เป็นสับคลาส) โดยกำหนดให้มีค่าเป็นคลาสของค่าความหมายทั้งหมดของคลาสของคลาส Baby เท่านั้น
5. เปิดโปรแกรมเรเซอร์โปร
6. ที่โปรแกรมโพรเทเจ เริ่มการอนุมานโดยเลือกคำสั่ง OWL >> Classify taxonomy จากเมนูด้านบนของโปรแกรม
7. จากรูปที่ 5.22 โปรแกรมเรเซอร์โปรจะทำหน้าที่ตรวจสอบและจำแนกการแบ่งประเภทของออนโทโลจีรวมที่สร้างขึ้นในโปรแกรมโพรเทเจ แล้วแสดงความสัมพันธ์ของออนโทโลจีรวมที่ได้จากการอนุมานลงในหน้าต่างที่ปรากฏเพิ่มของโปรแกรมโพรเทเจ
8. เลือกเก็บบันทึกไฟล์ออนโทโลจีรวมที่ได้เพื่อนำไปใช้ต่อด้วยวิธีการเดียวกับการเก็บบันทึกไฟล์โลคัลออนโทโลจีในหัวข้อที่ 5.2.1.1



รูปที่ 5.20 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อกำหนดเงื่อนไขจำเป็นให้กับคลาส



รูปที่ 5.21 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจเพื่อกำหนดเงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอให้กับคลาส



รูปที่ 5.22 หน้าจอโปรแกรมโพรเทเจหลังการอนุมานออนโทโลจีรวม

ผลจากการเพิ่มเงื่อนไขให้กับคลาสของคลาส Children และคลาสของคลาส Baby ลงในโปรแกรมโพรเทเจ จะทำให้เงื่อนไขดังกล่าวปรากฏอยู่ในคลาสทั้งคู่ภายในออนโทโลจีรวมดังแสดงในรูปที่ 5.23 โดยเงื่อนไขเหล่านี้จะถูกนำไปพิจารณาสร้างเป็นเงื่อนไขในส่วนแมปปิงที่สร้างระหว่างออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุในหัวข้อที่ 5.3 ต่อไป

```
<owl:Class rdf:ID="Children">                                  // คลาสของคลาส Children
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    equivalent to Local1.Children</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Person"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="#GreaterThanOrEqual0"/>     // เงื่อนไข 1
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty rdf:about="#hasPersonAge"/>
      </owl:onProperty>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="#LessThanOrEqual2"/>        // เงื่อนไข 2
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty rdf:ID="hasPersonAge"/>
```

รูปที่ 5.23 บางส่วนของออนโทโลจีรวมจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Children และคลาสของคลาส Baby ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 [43] หลังการกำหนดเงื่อนไขและการอนุมาน

```
      </owl:onProperty>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="# LessThanOrEqual20"/>     // เงื่อนไข 3
      <owl:onProperty>
        <owl:ObjectProperty rdf:about="#hasPersonAge"/>
      </owl:onProperty>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Baby">                          //  คลาสของคลาส Baby
  <rdfs:comment rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">
    equivalent to Local2.Baby</rdfs:comment>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Children"/>
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <owl:Restriction>
          <owl:someValuesFrom rdf:resource="#GreaterThanOrEqual0"/> // เงื่อนไข 1
          <owl:onProperty>
            <owl:ObjectProperty rdf:about="#hasPersonAge"/>
          </owl:onProperty>
        </owl:Restriction>
        <owl:Restriction>
          <owl:someValuesFrom rdf:resource="#LessThanOrEqual2"/>   // เงื่อนไข 2
          <owl:onProperty>
            <owl:ObjectProperty rdf:about="#hasPersonAge"/>
          </owl:onProperty>
        </owl:Restriction>
      </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
</owl:Class>
```

รูปที่ 5.23 บางส่วนของออนโทโลจีรวมจากการรวมระหว่างคลาสของคลาส Children และคลาสของคลาส Baby ในโลคัลออนโทโลจีที่1 และ 2 [43] หลังการกำหนดเงื่อนไขและการอนุมาน (ต่อ)

ทั้งนี้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้กำหนดหลักเบื้องต้นในการระบุเงื่อนไขของคลาสเพิ่มเติมไว้ว่า หากคลาสของคลาส A จากโลคัลออนโทโลจีชุดที่หนึ่งถูกรวมกับคลาสของคลาส B จากโลคัลออนโทโลจีชุดที่สองในออนโทโลจีรวมด้วยความสัมพันธ์แบบซูเปอร์คลาส (คลาสของคลาส A เป็นซูเปอร์คลาสของคลาส B ในโลคัลออนโทโลจีรวม) และคลาสของความหมายของคลาสของคลาส B เป็นสับเซตของคลาสของความหมายของคลาสของคลาส A ให้กำหนดเงื่อนไขจำเป็นให้กับคลาสของคลาส A เป็นคลาสของค่าความหมายทั้งหมดของทั้งคลาสของคลาส A และคลาสของคลาส B

พร้อมกับกำหนดเงื่อนไขจำเป็นและเพียงพอให้กับคลาสของคลาส B เป็นคลาสของค่าความหมายทั้งหมดของคลาสของคลาส B เท่านั้น

อย่างไรก็ตาม หากผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลพิจารณาแล้วพบว่า ออนโทโลจีรวมพื้นฐานที่ได้เพียงพอและตรงตามความต้องการที่จะนำไปใช้เป็นออนโทโลจีรวม ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลอาจข้ามการอนุมานในขั้นตอนนี้ไปและนำออนโทโลจีรวมพื้นฐานที่ได้จากขั้นตอนที่ 5.2.2.1 ไปใช้เป็นออนโทโลจีรวมในส่วนการสร้างแมปปิงระหว่างออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุในหัวข้อที่ 5.2.3 ทั้งนี้ หากนำไฟล์ออนโทโลจีรวมพื้นฐานไปใช้เป็นออนโทโลจีรวมโดยมิได้ปรับแต่งใดๆ ผลการรวมแบบจำลองข้อมูลที่ได้จะใกล้เคียงกับผลที่ได้จากการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุในงานวิจัย [20] นอกจากนั้น ในการกำหนดเงื่อนไขใดๆ เพื่อการอนุมานออนโทโลจี ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลจะต้องคำนึงอยู่เสมอว่า เงื่อนไขดังกล่าวจะต้องไม่ขัดแย้งกับข้อกำหนดบูรณภาพของแบบจำลองข้อมูลเดิม

5.2.3 ส่วนการสร้างแมปปิงระหว่างออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุ

เฟรมเวิร์คส่วนการสร้างแมปปิงระหว่างออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุเป็นขั้นตอนการนำออนโทโลจีรวมที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้านี้มากำกับลงบนแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุด (ขั้นตอนที่ 6 ในรูปที่ 5.1) การกำกับออนโทโลจีรวมลงบนแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับแนวคิดแบบออนโทโลจีเดียว ซึ่งจะช่วยลดความยุ่งยากซับซ้อนในส่วนการสอบถามข้อมูลจากฐานข้อมูลเชิงวัตถุทั้งสองชุดผ่านออนโทโลจีรวม เนื่องจากข้อคำถามจากผู้ใช้จะถูกส่งจากออนโทโลจีที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางไปยังฐานข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุดโดยตรง หลังจากนั้นแมปปิงที่สร้างขึ้นในขั้นตอนนี้จะทำหน้าที่แปลงข้อคำถามที่ได้รับดังกล่าวให้อยู่ในรูปของข้อคำถามที่ใช้งานกับฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดนั้น แล้วส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปยังออนโทโลจีรวมเพื่อแสดงแก่ผู้ใช้ ดังนั้น หน้าที่ของแมปปิงที่สร้างขึ้นในส่วนนี้คือการแมปฟิลด์ต่างๆ ในแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุทั้งสองชุดกับออนโทโลจีรวมที่ได้จากขั้นตอนที่ 5.2.2 รวมถึงจัดการกับความขัดแย้งต่างๆ ที่ปรากฏระหว่างแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุดทั้งความขัดแย้งระดับข้อมูลและความขัดแย้งระดับสกีมา ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องความต่างแบบระหว่างข้อมูลแต่ละชุดแทนผู้ใช้ โดยอาศัยออนโทโลจีรวมเป็นตัวกลางการติดต่อไปยังแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุด

ในการสร้างแมปปิงระหว่างออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุนั้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กำหนดให้ผู้ทำการรวมแบบจำลองข้อมูลสร้างแมปปิงในรูปของวิว (View) [1] เพื่อแมประหว่างคลาสของคลาสและคลาสของแอททริบิวต์ในออนโทโลจีรวมไปยังฟิลด์ต่างๆ ภายในฐานข้อมูลเชิงวัตถุ โดยโครงสร้างของวิวที่ใช้กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุทั้งสองชุดจะถูกกำหนดขึ้นตามออนโทโลจีรวมที่ได้จากส่วนการสร้างออนโทโลจีรวม เพื่อให้สัมพันธ์กับแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลที่ใช้เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับฐานข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุดที่จะพัฒนาขึ้นต่อไป

จากออนโทโลจีรวมที่สร้างขึ้นจากการรวมโลคัลออนโทโลจีที่อธิบายแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุทั้งสองชุด ขั้นตอนนี้จะนำข้อมูลจากออนโทโลจีรวมดังกล่าวมาสร้างเป็นวิวที่กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุด เพื่อใช้รองรับข้อคำถามที่เกิดจากการสอบถามข้อมูลผ่านออนโทโลจีรวม โดยอาศัยความสามารถของระบบจัดการฐานข้อมูล (Databse Management System: DBMS) ของฐานข้อมูลแต่ละชุดที่เปิดให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างชั้นของวิวเพื่อรองรับการเลือกสอบถามข้อมูลเฉพาะฟิลด์ที่ต้องการได้ ทั้งนี้ วิวที่สร้างขึ้นแต่ละชุดจะถูกกำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุทั้งสองชุดในรูปแบบเดียวกัน ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีของผู้วิจัยที่ต้องการนำออนโทโลจีรวมที่ได้เพียงชุดเดียวมาใช้งานในการสอบถามข้อมูลจากระบบการรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุที่พัฒนาขึ้น

การสร้างวิวเพื่อนำไปกำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุแต่ละชุดจะกำหนดขึ้นจากออนโทโลจีรวม โดยมีวิธีการดังนี้

1. สร้างฟังก์ชันเพื่อจัดการกับความขัดแย้งของค่าข้อมูล เช่น ฟังก์ชันการแปลงค่าจาก "F" เป็น "female" และ "M" เป็น "male" (รูปที่ 5.24)
2. สร้างฟังก์ชันเพื่อจัดการกับความขัดแย้งของหน่วยข้อมูล เช่น ฟังก์ชันการแปลงค่าข้อมูลจากหน่วยเป็นเซนติเมตรเป็นหน่วยเมตร (รูปที่ 5.25)

```
CREATE FUNCTION Sex_to_Gender (old_sex in VARCHAR2)
RETURN VARCHAR2
IS
new_sex VARCHAR2(50);
BEGIN
IF (old_sex='F') THEN
new_sex:='female';
ELSIF (old_sex='M') THEN
new_sex:='male';
END IF;
RETURN new_sex;
END;
```

รูปที่ 5.24 ตัวอย่างฟังก์ชันการแปลงค่าจาก "F" เป็น "female" และ "M" เป็น "male"

```
CREATE FUNCTION Height_to_Metre (old_height in NUMBER)
RETURN NUMBER
IS
new_height NUMBER;
BEGIN
new_height:= old_height /100;
RETURN new_height;
END;
```

รูปที่ 5.25 ตัวอย่างฟังก์ชันการแปลงค่าข้อมูลจากหน่วยเซนติเมตรเป็นหน่วยเมตร

3. สร้างฟังก์ชันเพื่อจัดการกับความขัดแย้งของโครงสร้าง เช่น ฟังก์ชันการแปลงชนิดของข้อมูลที่เก็บให้ตรงกัน
4. สร้างวิวหนึ่งชุดจากคลาสของคลาสหนึ่งคลาสในออนโทโลจีรวม แล้วกำกับลงบนฐานข้อมูลทั้งสองชุด ซึ่งวิวที่สร้างประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้
   - ชื่อวิว (View Name) ให้กำหนดตามชื่อคลาสของคลาสในออนโทโลจีรวม และแมปเป็นชื่อของคลาสที่ใช้ในแบบจำลองข้อมูลแต่ละชุด เพื่อจัดการกับความขัดแย้งของชื่อ
   - รายชื่อแอททริบิวต์ของวิว (Attribute List) ให้กำหนดรายชื่อแอททริบิวต์ของวิวตามกลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาสนั้น เพื่อจัดการกับความขัดแย้งของชื่อ
   - ข้อคำถาม (Query) ให้กำหนดตามแอททริบิวต์ของแต่ละคลาสที่แมปได้กับแต่ละฟิลด์ของรายชื่อแอททริบิวต์ หากฟิลด์ใดไม่ปรากฏจริงในฐานข้อมูลให้แทนที่ด้วยสัญลักษณ์ "—"
   - ภายในข้อคำถาม หากฟิลด์ใดเกิดขึ้นจากคลาสของแอททริบิวต์ที่ได้รับการระบุว่าเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกันให้แมปแอททริบิวต์ภายในฐานข้อมูลเชิงวัตถุให้ตรงกับชื่อที่เลือกในออนโทโลจีรวม เพื่อจัดการกับความขัดแย้งของชื่อ หรือความขัดแย้งของการแอกกรีเกชัน
   - ภายในข้อคำถาม หากฟิลด์ใดเกิดขึ้นจากคลาสของแอททริบิวต์ที่ได้รับการระบุว่าเป็นคำลูกกลุ่ม/ แม่กลุ่มกันให้แมปกลุ่มของแอททริบิวต์ภายในฐานข้อมูลเชิงวัตถุทั้งกลุ่มให้ตรงกับชื่อคำแม่กลุ่มที่เลือกในออนโทโลจีรวม โดยอาศัยฟังก์ชัน CONCAT [44] ของระบบจัดการฐานข้อมูล เพื่อจัดการกับความขัดแย้งของโครงสร้าง หรือความขัดแย้งของการแอกกรีเกชัน
5. หากคลาสของคลาสใดถูกกำหนดเงื่อนไขเพิ่มเติมจากขั้นตอนการอนุมาน ในส่วนของข้อคำถามให้เพิ่มเงื่อนไขในการสร้างวิวให้ตรงกับเงื่อนไขที่ปรากฏในออนโทโลจีรวม

ตัวอย่างวิวสำหรับกำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่หนึ่งและชุดที่สองดังแสดงในรูปที่ 5.26 และ 5.27 ตามลำดับ ทำหน้าที่เป็นแมปปิงระหว่างคลาสของคลาส Student ในออนโทโลจีรวมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงวัตถุทั้งสองชุด (ในรูปที่ 3.4) โดยสร้างวิวขึ้นตามออนโทโลจีที่ได้ในรูปที่ 4.24 ส่วนตัวอย่างวิวที่สร้างจากคลาสของคลาส Baby ซึ่งได้รับการเพิ่มเงื่อนไขลงในข้อคำถามสำหรับกำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่หนึ่งจากแบบจำลองข้อมูลในงานวิจัย [43] แสดงไว้ในรูปที่ 5.28

```
CREATE OR REPLACE VIEW Student1(name, gender, height, address, gpa,
faculty_name, faculty_address, faculty_dean)
AS
SELECT a.name, a.sex, a.height, a.address, a.gpa, a.faculty.name,
a.faculty.address, a.faculty.dean
FROM StudentTab a;
```

รูปที่ 5.26 ตัวอย่างวิว Student ที่กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่หนึ่ง

```
CREATE OR REPLACE VIEW Student2 (name, gender, height, address, gpa,
faculty_name, faculty_address, faculty_dean)
AS
SELECT a.person.name, a.person.gender, a.person.height, a.person.home_no ||
', ' || a.person.home_city, a.gpa, a.faculty_name, '-', '-'
FROM GradStudentTab a;
```

รูปที่ 5.27 ตัวอย่างวิว Student ที่กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่สอง

```
CREATE OR REPLACE VIEW Baby1 (name, age, grade, school_name, birth_weight)
AS
SELECT a.person.name, a.person.age, a.grade, a.school_name, '-'
FROM ChildrenTab1 a
WHERE a.person.age <= 2;
```

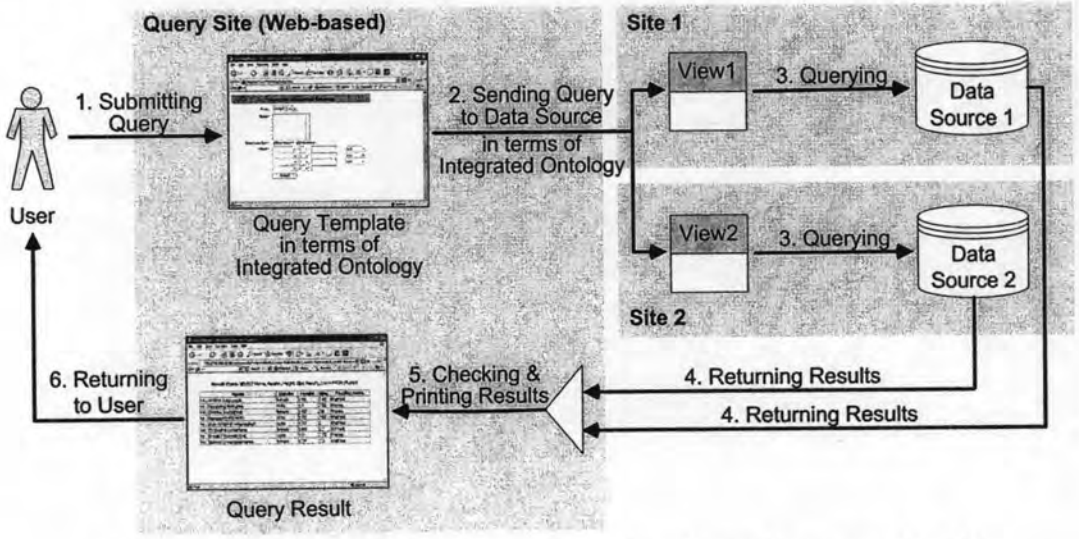
รูปที่ 5.28 ตัวอย่างวิว Baby แบบมีเงื่อนไขในข้อคำถามที่กำกับลงบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุชุดที่หนึ่ง

5.3 แผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านการทำงานของเฟรมเวิร์ค

แผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านการทำงานของเฟรมเวิร์คซึ่งพัฒนาขึ้นตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลอย่างง่ายที่ทำงานผ่านเว็บเพจ โดยใช้ภาษาพีเอชพี (PHP: Hypertext Preprocessor) [45] ในการโปรแกรมเพื่อจัดการกับข้อคำถาม การติดต่อกับฐานข้อมูล และการแสดงผลลัพธ์ โครงสร้างของแผ่นแบบได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับออนโทโลจีรวมที่ได้จากเฟรมเวิร์คส่วนการสร้างออนโทโลจีรวมในขั้นตอนที่ 5.2.2 เพื่อให้สามารถติดต่อและส่งข้อคำถามจากผู้ใช้ไปยังฐานข้อมูลแต่ละชุดได้โดยตรง นอกจากนี้ แผ่นแบบจะช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงภาพรวมทั้งหมดของฐานข้อมูลทั้งสองชุดว่าจะสามารถสอบถามข้อมูลใดได้บ้าง

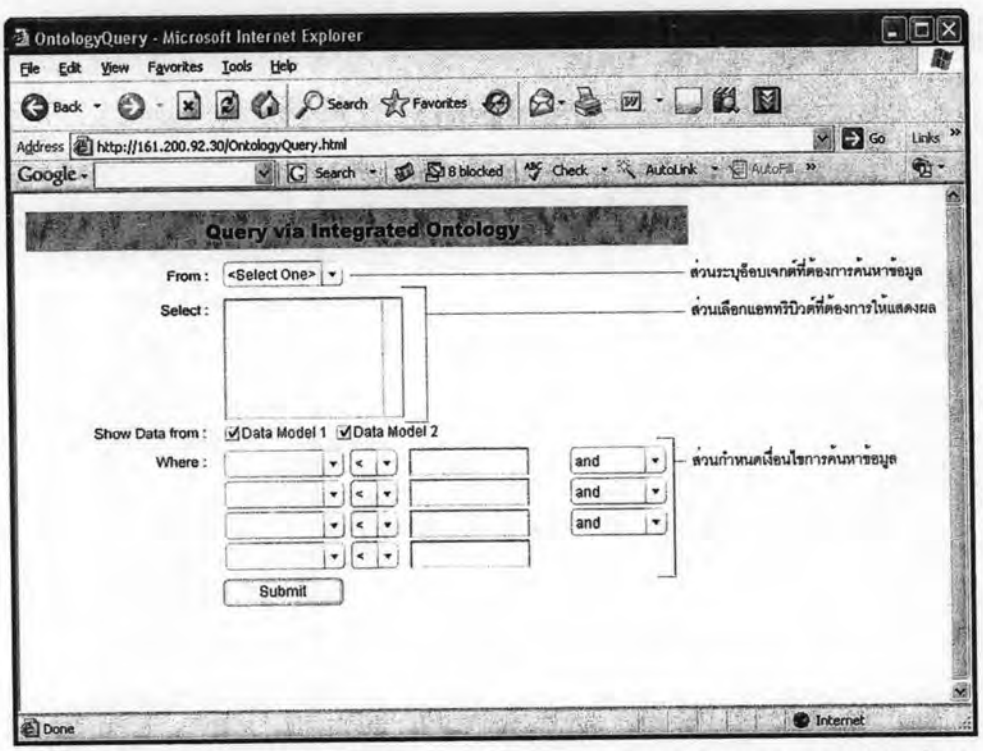
หลังจากผู้ใช้ระบุข้อคำถามลงในแผ่นแบบแล้ว โปรแกรมจะส่งข้อคำถามดังกล่าวต่อไปยังฐานข้อมูลทั้งสองชุดพร้อมกันเพื่อดำเนินการสอบถามข้อมูล โดยการสอบถามจะกระทำผ่านวิวซึ่งสร้างไว้ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ส่งผลให้สามารถแปลงข้อคำถามเป็นข้อคำถามที่ใช้จริงกับฐานข้อมูลได้ เมื่อฐานข้อมูลส่งกลับผลลัพธ์จากการสอบถาม โปรแกรมจะนำผลลัพธ์ที่ได้จากทั้งสองฐานข้อมูลมาตรวจสอบเพื่อตัดข้อมูลที่ซ้ำซ้อนระหว่างฐานข้อมูลออก ก่อนจะนำไปแสดงให้กับผู้ใช้ ด้วยวิธีการดังกล่าวนี้ ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาเรื่องการกระจายตัวของข้อมูลแต่ละชุดแทนผู้ใช้ โดยอาศัยออน-

โทโลจีรวมเป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้ไปยังฐานข้อมูลทุกชุด การทำงานของแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านการทำงานของเฟรมเวิร์คนี้แสดงไว้ในรูปที่ 5.29

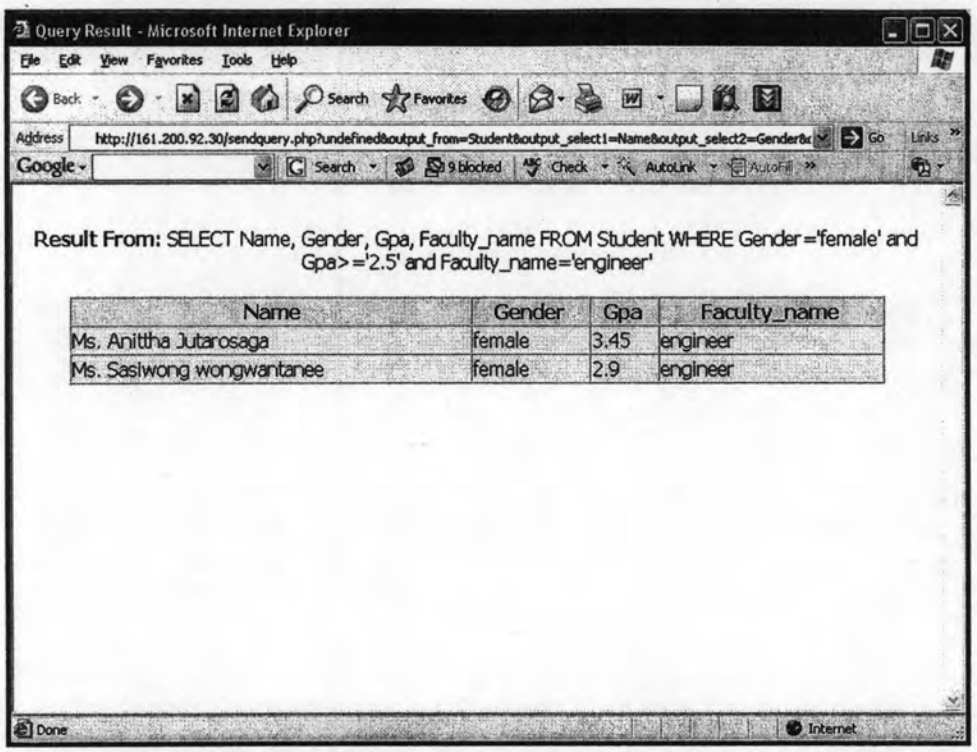


รูปที่ 5.29 การทำงานของแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านการทำงานของเฟรมเวิร์ค

หน้าจอการทำงานของแผ่นแบบจะประกอบด้วยเมนูการระบุข้อคำถาม ได้แก่ ส่วนระบุอ็อบเจกต์ที่ต้องการสอบถามข้อมูล (From) ส่วนเลือกแอททริบิวต์ที่ต้องการให้แสดงผล (Select) และส่วนกำหนดเงื่อนไขการสอบถามข้อมูล (Where) ดังแสดงในรูปที่ 5.30



รูปที่ 5.30 หน้าจอการระบุข้อคำถามของแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านออนโทโลจีรวม

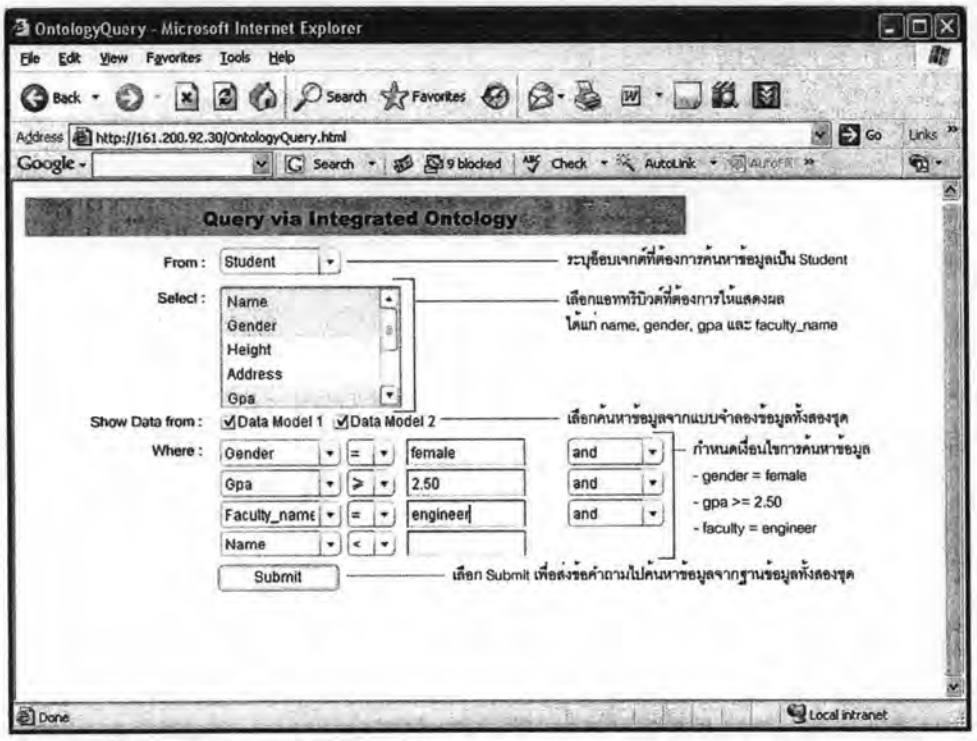


รูปที่ 5.32 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการสอบถามข้อมูลผ่านแผ่นแบบการสอบถามในรูปที่ 5.31

การสร้างแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลเพื่อแสดงวิธีการสอบถามข้อมูลผ่านออนโทโลจีรวมในการทำงานของเฟรมเวิร์คที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดแบบรวมหลายออนโทโลจีนั้น เมนูต่างๆ ในแผ่นแบบจะถูกกำหนดขึ้นให้ผู้ใช้เลือกสอบถามข้อมูลตามออนโทโลจีรวมที่ได้จากขั้นตอนที่ 5.2.2 โดยมีวิธีการดังนี้

1. สร้างเมนูอ็อบเจกต์ที่ต้องการสอบถามข้อมูลจากแต่ละคลาสของคลาสในออนโทโลจีรวม
2. จากคลาสของคลาสที่สร้างขึ้นเป็นอ็อบเจกต์ที่ต้องการสอบถามข้อมูลแต่ละคลาส สร้างเมนูชุดของแอททริบิวต์ที่ต้องการให้แสดงผลตามกลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาสนั้น
3. สร้างเมนูเงื่อนไขการสอบถามข้อมูลจากกลุ่มของคลาสของแอททริบิวต์ภายในคลาสของคลาสนั้น โดยให้ผู้ใช้สามารถกำหนดตัวดำเนินการ (Operator) ในการเปรียบเทียบได้เป็น $<, \leq, =, \geq$ และ $>$ พร้อมทั้งกำหนดค่าของเงื่อนไขที่เปรียบเทียบได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ
4. สร้างเมนูให้ผู้ใช้เลือกได้ว่า ต้องการสอบถามข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูลชุดใดบ้าง โดยกำหนดค่าเริ่มต้นให้สอบถามจากแบบจำลองข้อมูลทั้งสองชุด (Data Model 1 และ Data Model 2)

ตัวอย่างการระบุข้อคำถามลงในแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลที่สร้างขึ้นตามออนโทโลจีรวมที่ได้จากผลการรวมออนโทโลจีในรูปที่ 4.24 เพื่อสอบถามข้อมูลจากแบบจำลองข้อมูลทั้งสองชุดในรูปที่ 3.4 แสดงได้ดังรูปที่ 5.31 โดยรูปที่ 5.32 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์จากการสอบถามข้อมูลด้วยข้อคำถามดังกล่าว



รูปที่ 5.31 ตัวอย่างการระบุข้อคำถามลงในแผ่นแบบการสอบถามข้อมูลผ่านออนโทโลจีรวม