

# ออนโทโลยีกับการพัฒนาฐานความรู้ (Ontological with Knowledge based Development)

วีไลรัตน์ ยาทองไชย<sup>1</sup>

## บทนำ

ออนโทโลยีถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายกรอบงานทั้งด้านคอมพิวเตอร์และสารสนเทศศาสตร์ (Computer and Information Science) ระบบสารสนเทศ (Information Systems) การบูรณาการข้อมูลอัจฉริยะ (Intelligent Information Integration) การสกัดและค้นคืนสารสนเทศ (Information Retrieval and Extraction) การแทนความรู้ (Knowledge Representation) และระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management Systems) นอกจากนี้ยังมีหลากหลายงานวิจัยที่มีการนำออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาที่ครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้การสอน และกระบวนการที่ค้นที่แตกต่างกัน (Fernández-López and Gómez-Pérez, 2002; Gómez-Pérez *et al.*, 2001; Su and Illebrekke, 2002 and Hayashi *et al.*, 2009)

## ความหมายและองค์ประกอบของออนโทโลยี

ออนโทโลยีเป็นการแสดงโครงสร้างของแนวคิดที่บรรยายขอบเขตของความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ออนโทโลยีประกอบไปด้วยการนิยามความหมายหรือแนวคิด (Concepts) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างฐานความรู้ โดยแนวคิดเหล่านี้จัดเรียงอยู่ในลำดับชั้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์ (Relationships) และมีคุณสมบัติเฉพาะ (Properties) ในแต่ละแนวคิดได้มีผู้ให้ความหมายและคำจำกัดความของออนโทโลยีไว้หลากหลายตามมุมมองและลักษณะการทำงาน ดังนี้

มาลี กาบมาลา ลำปาง แม่นมาตย์ และครุชิต มาลัยวงศ์ (2549: 26) ได้สรุปความหมายของ ออนโทโลยี หมายถึง การกำหนดนิยามความหมายที่ชัดเจนของคำศัพท์ที่ใช้เป็นตัวแทนของแนวคิดของข้อมูล สารสนเทศ ความรู้ที่ใช้ร่วมกันของแหล่งข้อมูลที่หลากหลายที่มีขอบเขตเนื้อหาเดียวกันหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่ง (Domain) ให้เข้าใจความหมายที่สอดคล้องตรงกัน และเป็นมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Genesereth and Nilsson (1987) กล่าวถึงออนโทโลยีว่าเป็นรูปแบบของความรู้ที่เป็นทางการที่อยู่บนพื้นฐานของแนวความคิด วัตถุ ความคิด และสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ภายในกรอบที่สนใจและความสัมพันธ์ของสิ่งเหล่านั้น

ส่วนนิยามของ Gruber (1995) กล่าวว่า ออนโทโลยี คือ วิธีการบรรยายแนวความคิดตามขอบเขตที่สนใจ และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเหล่านั้น หรือข้อกำหนดที่เกี่ยวกับแนวคิด (The Specification of a Conceptualization) โดยที่ออนโทโลยีเป็นการสร้างโครงสร้าง

<sup>1</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

ฐานความรู้ทางด้านใดด้านหนึ่ง หรือขอบเขต (Domain) ในขอบเขตหนึ่ง ซึ่งมีแนวคิดและความเข้าใจตรงกัน

Vanda Broughton (2006: 218) ได้ให้นิยามว่า ออนโทโลยีเป็นแบบจำลอง หรือการเป็นตัวแทนของความรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดในด้านที่ระบุไว้

สามารถสรุปได้ว่าออนโทโลยีเกี่ยวข้องข้องกับการให้นิยามสำหรับสิ่งที่เราสนใจที่ประกอบด้วยแนวคิด คุณลักษณะของแนวคิด และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด ภายในขอบเขตที่กำหนดซึ่งเป็นมุมมองระดับแนวคิด ซึ่งจากนิยามของออนโทโลยีที่กล่าวมานี้ ทำให้เห็นถึงองค์ประกอบของออนโทโลยีที่ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ สรุปได้ดังนี้ (Gomez-Perez, and Richard-Benjamins, 1999)

1) แนวคิด (Concept) หมายถึง ขอบเขตของความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือความคิดทั่วไป หรือนามธรรมในโดเมนที่สนใจ และสามารถอธิบายรายละเอียดได้ เช่น รายวิชา (Subject) แบบฝึกหัด (Exercise) บทเรียนสอนเสริม (Tutorial) และการสอนเสริม (Tutoring) เป็นต้น

2) คุณลักษณะ (Property) หมายถึง คุณสมบัติต่าง ๆ ที่นำมาใช้อธิบายแนวคิด เช่น ประเภทรายวิชา (Subject Type) ระดับบทเรียน (Tutorial Level) ชื่อบทเรียน (Tutorial Name) เป็นต้น

3) ความสัมพันธ์ (Relationship) หมายถึง รูปแบบของความสัมพันธ์กันระหว่างแนวคิด โดยมีการระบุความสัมพันธ์ไว้เป็นแบบต่าง ๆ ได้แก่

3.1) ความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น (Subclass of หรือ Is-a hierarchy) คือ ความสัมพันธ์ที่มีคุณสมบัตการถ่ายทอด คุณสมบัติของแนวคิดแม่ไปยังแนวคิดลูก เช่น Database is-a Subject ซึ่งอธิบายได้ว่าฐานข้อมูล (Database) เป็นรายวิชา (Subject)

3.2) ความสัมพันธ์แบบเป็นส่วนหนึ่ง (Part-of) คือ ความสัมพันธ์ที่หมายถึงการเป็นส่วนประกอบ เช่น Sum Exercise part-of Function Exercise ซึ่งอธิบายได้ว่า แบบฝึกหัดการหาค่าผลรวม (Sum Exercise) เป็นส่วนหนึ่งของแบบฝึกหัดฟังก์ชัน (Function Exercise)

3.3) ความสัมพันธ์เชิงความหมาย (Syn-of) คือ ความสัมพันธ์ที่แสดงถึงแนวคิดที่มีความเหมือนเชิงความหมายต่อกัน เช่น Degree Syn-of Education ซึ่งอธิบายได้ว่า ระดับการศึกษา (Degree) มีความหมายเดียวกันกับการศึกษา (Education) สามารถใช้แทนกันได้

3.4) ความสัมพันธ์การเป็นตัวแทน (Instance-of) คือ ความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นตัวแทน หรือสมาชิกของแนวคิด นอกจากนี้ออนโทโลียังประกอบไปด้วยความสัมพันธ์เชิงความหมายอื่น ๆ ที่สอดคล้องกับแนวคิดซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ

4) ข้อกำหนดในการสร้างความสัมพันธ์ (Axiom) หมายถึง เงื่อนไขหรือข้อกำหนดเฉพาะหรือตรรกะในการแปลงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดกับคุณสมบัติ หรือแนวคิดกับแนวคิด เพื่อให้แปลงความหมายได้ถูกต้องซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ใช้ในการอนุมานความรู้เพื่อสร้างความรู้ใหม่จากออนโทโลยี

5) ตัวอย่างข้อมูล (Instances) หมายถึง คำศัพท์ที่มีการกำหนดความหมายไว้ในออนโทโลยีเรื่องนั้น ๆ

จากความหมายและองค์ประกอบของออนโทโลยีทำให้เข้าใจถึงภาพรวมเพื่อการกำหนดโครงสร้างของออนโทโลยี นำไปสู่การพัฒนาออนโทโลยีเพื่อสร้างองค์ความรู้ในด้านต่าง ๆ

### ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยี

ในกระบวนการพัฒนาออนโทโลยีสำหรับการสร้างฐานความรู้ทางการศึกษา จะดำเนินการโดยผู้ที่เกี่ยวข้องคือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (Domain Expert) วิศวกรออนโทโลยี และผู้สอน ทั้งนี้เพื่อให้ได้ออนโทโลยีที่เป็นตัวแทนความรู้ที่สมบูรณ์ ซึ่งเหตุผลหลักสำหรับการพัฒนาออนโทโลยีคือเพื่อการทำความเข้าใจโครงสร้างของข้อมูลร่วมกันระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ เพื่อสนับสนุนการใช้ความรู้ร่วมกันและนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยโดเมนความรู้ (Knowledge Domain) นั้นจะแยกกันจากความรู้ในการปฏิบัติงาน (Operational Knowledge) ทำให้เกิดความชัดเจนของการออกแบบโครงสร้างหรือการนิยามความรู้นั้น (Cakula and Salem, 2013) โดย Noy and McGuinness (2001) ได้มีแนวทางการพัฒนาออนโทโลยี ดังนี้

1) กำหนดขอบและขอบเขตของออนโทโลยี (Determine the Domain and Scope of the Ontology) ในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการระบุขอบและแหล่งที่มาของความรู้ที่จะศึกษาพร้อมกับเป้าหมายและขอบเขตของออนโทโลยีที่จะพัฒนา ซึ่งในขั้นตอนนี้สามารถทำได้โดยการออกแบบคำถามที่เกี่ยวข้องกับกรอบความรู้และขอบเขตของการพัฒนาออนโทโลยี ตลอดจนเป้าหมายของการพัฒนาออนโทโลยีโดยเป็นคำถามที่ต้องการให้ออนโทโลยีแสดงคำตอบ ซึ่งออนโทโลยีที่พัฒนาจะต้องมีข้อมูลเพียงพอที่จะตอบคำถามทุกประเภทและมีรายละเอียดครอบคลุมการศึกษาในเรื่องดังกล่าว

2) พิจารณาเลือกใช้ตัวแบบออนโทโลยีที่มีอยู่แล้ว (Consider Reusing Existing Ontologies) การนำออนโทโลยีที่มีการพัฒนาแล้วนำมาใช้ซ้ำหรือตรวจสอบว่าสามารถปรับใช้และขยายสิ่งที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับขอบเขตที่ศึกษาสามารถทำได้ ซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาออนโทโลยี

3) กำหนดคำศัพท์หรือนิยามความสำคัญของออนโทโลยี (Enumerate Terms in the Ontology) การกำหนดคำศัพท์หรือนิยามสำคัญของออนโทโลยีในขั้นตอนนี้เป็นการพิจารณาถึงรายละเอียด และแจกแจงความสำคัญของแต่ละเทอมในออนโทโลยีที่สนใจ ซึ่งเป็นการอธิบายให้ผู้พัฒนาและผู้ใช้งานเข้าใจ สามารถทำได้โดยเขียนคำศัพท์ที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษา พร้อมระบุคุณสมบัติของคำศัพท์เหล่านั้นโดยละเอียด

4) กำหนดคลาสและลำดับของคลาส (Define Classes and the Class Hierarchy) ขั้นตอนนี้จะทำการระบุคลาสและโครงสร้างของคลาส ซึ่งมีวิธีการอยู่หลายวิธีแต่วิธีที่นิยมใช้ ได้แก่

4.1) การพัฒนาแบบบนลงล่าง (Top-Down) โดยเป็นการกำหนดแนวคิดทั่ว ๆ ไปของเรื่องที่น่าสนใจและลำดับของแนวคิดก่อน แล้วค่อยแบ่งหมวดหมู่ของคลาส

4.2) การพัฒนาแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) เป็นการระบุคลาสส่วนใหญ่ก่อนแล้วจึงนำมาจัดกลุ่มให้เป็นแนวคิดใหญ่

4.3) การพัฒนาแบบผสม (Combination) เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีการพัฒนาแบบบนลงล่างและวิธีการแบบล่างขึ้นบน โดยจะทำเฉพาะแนวคิดที่สำคัญก่อน แล้วค่อยทำการจัดหมวดหมู่ของคลาส

5) กำหนดคุณสมบัติของคลาส (Define the Properties of Classes-slots) เมื่อได้กำหนดคลาสและโครงสร้างของคลาสรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปก็คือ การกำหนดคุณสมบัติของคลาส การกำหนดจำนวนค่า ชนิดของค่า และค่าที่เป็นไปได้ของคุณสมบัติของคลาส

6) กำหนดข้อจำกัดของคุณสมบัติ (Define the Facets of the Slots) ขั้นตอนนี้คือการกำหนดเงื่อนไขหรือข้อจำกัดของช่องเสียบบ (Slots) ซึ่งจะเป็นคุณสมบัติของคลาส หรือความสัมพันธ์ (Relation) ระหว่างคลาส ได้แก่ การกำหนดจำนวนค่าของสล็อต (Slot Cardinality) ชนิดของค่าของสล็อต (Slot-value Type) และการกำหนดโดเมนและช่วงของช่องเสียบบ (Domain and Range of a Slot)

7) สร้างตัวอย่างของข้อมูล (Create Instances) จะเป็นการกำหนดตัวอย่างของข้อมูลในคลาส

เมื่อมีการพัฒนาออนโทโลยีไปอย่างรวดเร็ว กระบวนการตรวจสอบที่จะให้ได้มาซึ่งออนโทโลยีที่มีคุณภาพก็มีความสำคัญ ซึ่งจะมีกระบวนการตรวจสอบที่หลากหลายวิธี

### การประเมินออนโทโลยี

การประเมินออนโทโลยีเป็นกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญ ทั้งนี้เพื่อเป็นการวัดและตรวจสอบคุณภาพว่า ออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ นอกจากนี้ผู้พัฒนาออนโทโลยียังต้องการแนวทางในการประเมินผลลัพธ์ของออนโทโลยีและยังเป็นแนวทางในขั้นตอนการพัฒนาและการตรวจสอบขั้นตอนต่าง ๆ ในการทำงาน เพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่ต้องปรับปรุงและแก้ไข ซึ่งวิธีการในการประเมินออนโทโลยีมีหลากหลายแนวทางทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของออนโทโลยีและเป้าหมายของการประเมิน

Brank *et al*, (2005) ได้แบ่งวิธีการประเมินออนโทโลยีออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1) การประเมินผลด้วยการเปรียบเทียบกับมาตรฐานออนโทโลยีที่ดีที่สุด (Golden Standard) กับออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้น โดยทำการเปรียบเทียบการให้ความหมายของรูปแบบไวยากรณ์ (Syntax) ใน ออนโทโลยีกับการให้ความหมายเฉพาะตามรูปแบบไวยากรณ์ในภาษาทางการของออนโทโลยี เช่น ภาษาอาร์ดีเอฟ (RDF) และภาษาไอดับเบิลวอลล์ (OWL)

2) การประเมินตามลักษณะการนำออนโทโลยีไปใช้งานบนโปรแกรมประยุกต์ (Application) โดยประเมินจากผลลัพธ์ของการทำงานบนโปรแกรมประยุกต์นั้น

3) การประเมินโดยเปรียบเทียบที่มาของแหล่งข้อมูล (Data-driven) เช่น ประเมินจากแหล่งจัดเก็บเอกสาร (Collection of Documents) หรือขอบเขตความรู้ที่อยู่ในออนโทโลยี

4) การประเมินโดยมนุษย์ (Assessment by Human) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในความรู้นั้น ๆ โดยได้ประเมินว่าออนโทโลยีมีลักษณะเป็นไปตามหลักเกณฑ์ มาตรฐาน และความต้องการเชิงระบบในออนโทโลยีที่ได้มีการกำหนดไว้เพียงใด

นอกจากนี้จากการทำงานของออนโทโลยีมีความสนใจในการประเมินออนโทโลยีที่เป็นการแยกส่วนของออนโทโลยี มากกว่าการประเมินทั้งระบบและยังต้องการความเป็นอัตโนมัติในเทคนิคการประเมิน ซึ่ง Brank *et al.*, (2005) จึงได้จำแนกประเภทของการประเมินออนโทโลยีโดยพิจารณาจากระดับของการประเมิน (Level of Evaluation) ออกได้เป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) การประเมินในระดับของคำ (Lexical) คำศัพท์ (Vocabulary) หรือระดับชั้นข้อมูล (Data Layer) เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญกับแนวคิด (Concept) ตัวอย่างข้อมูล (Instant) ข้อเท็จจริง (Facts) และคำศัพท์ที่ใช้เป็นตัวแทนหรือให้ความหมายแก่แนวคิดเหล่านั้น การประเมินในระดับนี้โดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับแหล่งที่มาของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันในขอบเขตความรู้ (Domain) และเทคนิคที่ใช้ เช่น การวัดค่าความคล้ายคลึงกันของตัวอักษร

2) การประเมินในระดับโครงสร้างข้อมูลแบบลำดับชั้น (Hierarchy) หรือแบบอนุกรมวิธาน (Taxonomy) โดยทั่วไปออนโทโลยีจะประกอบด้วยลำดับชั้นที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดด้วยคำว่า “is-a” และความสัมพันธ์ในลักษณะอื่น ๆ แต่การให้ความสำคัญกับการประเมินความสัมพันธ์นี้ถือเป็นจุดเน้นที่สำคัญ

3) การประเมินจากความสัมพันธ์เชิงความหมายในลักษณะอื่น (Other semantic relations) นอกจากการประเมินจากความสัมพันธ์แบบ “is-a” แล้ว ออนโทโลยีอาจมีความสัมพันธ์อื่น ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้อาจจะประเมินผลแยกจากกันได้ คำที่สามารถใช้ในการประเมินได้ เช่น ค่าความแม่นยำ (Precision) และค่าความระลึก (Recall) จากการสืบค้นข้อมูลของผู้ใช้ในแต่ละครั้ง

4) ประเมินระดับบริบท (Context) หรือแอปพลิเคชัน (Application) นั่นคือ ออนโทโลยีอาจเป็นส่วนหนึ่งของแหล่งทรัพยากรสารสนเทศขนาดใหญ่ซึ่งรวมเอาออนโทโลยีจำนวนมากไว้ด้วยกัน และในการสืบค้นข้อมูลอาจต้องอ้างอิงคำจำกัดความเดียวกันจากออนโทโลยีอื่น ในกรณีนี้จึงจำเป็นต้องเข้าไปประเมินในระดับบริบทที่มีการนำออนโทโลยีนั้นไปประยุกต์ใช้ ซึ่งจะพิจารณาจากผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับโปรแกรมประยุกต์ เมื่อผู้ใช้ได้ใช้งานออนโทโลยีด้วยแอปพลิเคชันดังกล่าว

5) ประเมินในระดับประโยค (Syntactic) การประเมินในระดับนี้ได้รับความสนใจจากออนโทโลยีเป็นจำนวนมาก (Ontologies) โดยเฉพาะออนโทโลยีที่ได้พัฒนาโครงสร้างขึ้นด้วยตนเอง (Constructed Manually) โดยปกติออนโทโลยีถูกอธิบายด้วยภาษาที่เป็นทางการและให้ประโยคที่ตรงกับหลักไวยากรณ์พื้นฐานของภาษาเหล่านั้น เกณฑ์ที่ใช้ประเมิน เช่น การนำเสนอเอกสารด้วยภาษาธรรมชาติ (Natural Language) และการหลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนกัน (Loops) ระหว่างคำนิยาม

6) ประเมินในระดับโครงสร้าง (Structure) สถาปัตยกรรม (Architecture) และการออกแบบ (Design) เนื่องจากการพัฒนาออนโทโลยีต้องทำให้เป็นไปตามข้อกำหนดเชิงโครงสร้างลักษณะสถาปัตยกรรม และมาตรฐานในการออกแบบที่มีไว้ล่วงหน้า ดังนั้นการประเมินในระดับนี้จะทำให้ได้ออนโทโลยีที่มีความเหมาะสม และสามารถรองรับการปรับปรุงในอนาคตได้

ในตารางที่ 1 ได้สรุปเกี่ยวกับภาพรวมของวิธีการประเมินออนโทโลยีดังที่กล่าวมาในข้างต้น

ตารางที่ 1 ภาพรวมของวิธีการประเมินออนโทโลยี

ระดับการประเมิน	วิธีการประเมิน			
	มาตรฐานที่ดีที่สุด (Golden Standard)	แอปพลิเคชัน (Application)	ข้อมูล (Data Driven)	มนุษย์ (Human)
คำ (Lexical) คำศัพท์ (Vocabulary) หรือระดับชั้นข้อมูล (Data Layer)	✓	✓	✓	✓
โครงสร้างแบบลำดับชั้น (Hierarchy) แบบอนุกรมวิธาน (Taxonomy)	✓	✓	✓	✓
ความสัมพันธ์เชิงความหมายในลักษณะอื่น (Other Semantic Relations)	✓	✓	✓	✓
ประเมินระดับบริบท (Context) หรือ แอปพลิเคชัน (Application)		✓		✓
ระดับประโยค (Syntactic)	✓			✓
ระดับโครงสร้าง (Structure) สถาปัตยกรรม (Architecture) และการออกแบบ (Design)				✓

ที่มา : Brank *et al.* (2005)

### เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาออนโทโลยี

ในการพัฒนาออนโทโลยีมีเทคโนโลยีและเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาออนโทโลยีที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทำงานได้โดยสะดวกดังนี้

#### 1) ภาษาโอดับิวแอล (Ontology Web Language: OWL)

โอดับิวแอลเป็นภาษาที่ใช้สำหรับการอธิบายออนโทโลยี และกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตามขอบเขตที่สนใจ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายข้อมูลร่วมกัน และพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของภาษาอาร์ดีเอฟ (Resource Description Framework) (W3C, www, 2004) ซึ่งถูกนำเสนอโดยกลุ่มซึ่งทำงานเกี่ยวกับเว็บออนโทโลยีของดับบลิวสามซี (W3C Web Ontology Working Group: WebOnt) โดยภาษาโอดับิวแอลเป็นภาษาที่รวมกันระหว่างข้อความ (Text) และข้อความพิเศษ (Extra Information) ที่เพิ่มเติมเข้ามาเกี่ยวกับข้อความที่มีแบบแผนอย่างเป็นทางการที่อธิบายลำดับชั้นและความสัมพันธ์ระหว่างทรัพยากรที่แตกต่างกัน สร้างอยู่บนอาร์ดีเอฟและอาร์ดีเอฟเอส (RDFS) ซึ่งประกอบด้วยอนุกรมวิธาน (Taxonomy) และเซตของกฎที่ได้จากเครื่องที่สามารถสร้างข้อสรุปแบบเชิงตรรกะ (Logical) โดยไฟล์ที่ใช้ในการสร้างเอกสารเป็นไฟล์นามสกุล .rdf หรือ .owl

## 2) อาร์ดีเอฟ (Resource Description Framework: RDF)

อาร์ดีเอฟ (W3C, www, 2014) เป็นรูปแบบมาตรฐานสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนเว็บ เพื่อการแสดงผลเมตาตาของทรัพยากรหรือข้อมูลบนเว็บในรูปแบบกราฟ เพื่อให้คอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมประยุกต์ของคอมพิวเตอร์อ่านและเข้าใจ โดยช่วยบอกรูปแบบข้อมูลไวยากรณ์ของแต่ละส่วนที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลกัน โดยภาษาที่ใช้คือ เอ็กซ์เอ็มแอล และภาษานี้เมื่อนำมาใช้โดยอาร์ดีเอฟจะเรียกว่า RDF/XML ซึ่งสิ่งที่ได้สามารถใช้แลกเปลี่ยนระหว่างคอมพิวเตอร์ต่างประเภทกันได้ นั่นคือระบบปฏิบัติการหรือโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ภาษาต่างกันก็สามารถเข้าใจได้

## 3) เอ็กซ์เอ็มแอล (eXtensible Markup Language: XML)

เอ็กซ์เอ็มแอล (W3C: XML Information Set (Second Edition), www, 2004) เป็นภาษามาร์กอัปที่ใช้กันทั่วไปสำหรับเอกสารข้อมูลที่มีโครงสร้างโดยมีการให้คำจำกัดความเพื่อตรวจสอบไวยากรณ์ที่ใช้ในเว็บความหมาย โดยเอ็กซ์เอ็มแอลถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นภาษากลางสำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเอ็กซ์เอ็มแอลไม่ได้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมประยุกต์หรือระบบปฏิบัติการใด เอ็กซ์เอ็มแอลจะเป็นส่วนหนึ่งของเอชทีเอ็มแอล (HTML) ซึ่งเอชทีเอ็มแอลถูกออกแบบมาให้เน้นการแสดงผลข้อมูล

## 4) โปรแกรมโพรเทจ (Protégé Program)

โพรเทจ (W3C, www, 2009) เป็นเครื่องมือสำหรับสนับสนุนการพัฒนาออนโทโลยี (Ontology Editor) และระบบจัดการความรู้ (Knowledge Management System) โดยมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphic User Interface) ในการสร้างออนโทโลยี รวมถึงการมีเครื่องมือเพื่อตรวจสอบแบบจำลองถึงความสอดคล้องกัน และการสรุปความโดยการอนุมานเพื่อให้ได้ข้อมูลใหม่บนพื้นฐานของการวิเคราะห์ออนโทโลยีที่มีอยู่ ที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University School of Medicine) ซึ่งได้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบภาษาไอดีบีวีแอลที่อธิบายโครงสร้างออนโทโลยีตามแนวทางเว็บเชิงความหมายที่มีแบบแผนลำดับชั้น และความสัมพันธ์บนพื้นฐานภาษาอาร์ดีเอฟ โดยมีเครื่องมือสนับสนุนกระบวนการวิศวกรรมความรู้ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถถ่ายทอดและจัดเก็บองค์ความรู้ในรูปแบบของออนโทโลยีได้สะดวก และง่ายตายยิ่งขึ้น ซึ่งมีจุดเด่นดังนี้

- 4.1 สนับสนุนการสร้างและการจัดการออนโทโลยีในรูปแบบที่หลากหลาย
- 4.2 สามารถปรับแต่งเพื่อให้ง่ายต่อการสนับสนุนในการสร้างแบบจำลองความรู้และการนำเข้าข้อมูล
- 4.3 มีโปรแกรมเสริมที่เพิ่มความสามารถให้กับโปรแกรมหลัก (Plug-in)
- 4.4 มีส่วนต่อประสานโปรแกรมประยุกต์ (Application Programming Interface : API) ที่มีพื้นฐานเป็นจาวาในการสร้างเครื่องมือและโปรแกรมประยุกต์ของฐานความรู้
- 4.5 สนับสนุนการทำงานในรูปแบบเฟรมโครงสร้างเอ็กซ์เอ็มแอล อาร์ดีเอฟ และไอดีบีวีแอล

#### 4.1.1.1 สปราร์เคิล (SPARQL Protocol and RDF Query Language: SPARQL)

ภาษาสปราร์เคิล (W3C, www, 2012) เป็นภาษาที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูลในออนโทโลยี โดยการสืบค้นนั้นอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า อาร์ดีเอฟ ทริปเปิ้ล (RDF Triple) ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน คือ ประธาน (Subject) ภาคแสดง (Predicate) และกรรม (Object) ภาษาสปราร์เคิลสามารถดึงข้อมูลโดยใช้ SELECT และ WHERE ซึ่ง SELECT จะอธิบายคุณลักษณะ (Attribute) ที่มีค่านำหน้าโดย "?" ส่วน WHERE ตามด้วยเงื่อนไขสำหรับการดึงข้อมูล ดังรูปแบบ

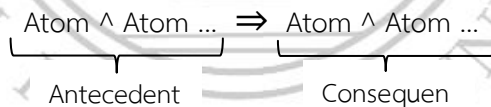
SPARQL → SELECT varlist WHERE (bgp)  
by varlist = (v1,v2,...,vn) varlist ⊆ var(bgp);  
bgp = Basic Graph Pattern

ตัวอย่างภาษาสปราร์เคิลในการสืบค้นหัวข้อ (Topic) ของกรอบเนื้อหา (CourseDomain) โดยแสดงผลเรียงลำดับตามหัวข้อ ดังนี้

```
SELECT ?Topics ?Coursedomain
WHERE {?Topics :isTopicOf ?Coursedomain
}
order by ?Topics
```

#### 4.1.1.2 เอสดับบลิวอาร์แอล (Semantic Web Rule Language: SWRL)

ภาษาเอสดับบลิวอาร์แอล (W3C, www, 2004) เป็นภาษากฎที่มีพื้นฐานของการรวมกันระหว่างภาษารูลเอ็มแอล (RuleML) และโอดับบลิวแอลซึ่งพัฒนามาเพื่อทำงานร่วมกับเทคโนโลยีเว็บเชิงความหมายที่ใช้ในการอนุมานความรู้ใหม่จากฐานความรู้ที่มีอยู่แล้ว และสามารถดึงข้อมูลจากออนโทโลยีหรือดึงความรู้มาใช้ได้ทันที การเขียนกฎของเอสดับบลิวอาร์แอลสามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบประโยคได้โดยไม่จำกัดด้วยเครื่องมือให้เหตุผล (Rule Reasoner) ที่มีรูปแบบการเขียนกฎคือ



โดย เหตุ (Antecedent) หรือส่วนตัว (Body) และ ผล (Consequent) หรือส่วนหัว (Head) จะประกอบด้วยตัวเชื่อมหน่วย (Atom) ได้มากกว่าหนึ่ง โดยหน่วยคือ นิพจน์ในรูปแบบ  $p(arg1, arg2, \dots, argn)$  โดย  $p$  คือ ภาคแสดงของคลาส (OWL classes) คุณสมบัติ (Properties) หรือ ชนิดข้อมูล (Data types) และ  $arg1, arg2, \dots, argn$  คืออาร์กิวเมนต์ของนิพจน์ ได้แก่ ข้อมูล (OWL Individuals) ค่าข้อมูล (Data Values) หรือตัวแปร (Variables)



ตัวอย่างของการเขียนกฎการอนุมาน

$$\text{Learner}(?x) \wedge \text{hasTopicSession}(?x, ?y) \wedge \text{Ex-Easy}(?y) \wedge \text{Exp-Easy}(?y) \Rightarrow \text{Beginner}(?y)$$

จากกฎ หมายถึง เมื่อ  $x$  เป็นสมาชิกของคลาสผู้เรียน (Learner) และ  $x$  มีผลการทดสอบหัวข้อ (hasTopicSession) เป็น  $y$  โดย  $y$  เป็นสมาชิกของคลาสด้อย่างระดับง่าย (Ex-Easy) และแบบฝึกปฏิบัติระดับง่าย (Exp-Easy) แล้ว ดังนั้น ถือว่าในผลการทดสอบหัวข้อ  $y$  ของผู้เรียน  $x$  เป็นผู้เรียนระดับเริ่มต้น (Beginner) โดย

Learner, Ex-Easy, Exp-Easy, Beginner คือ หน่วยที่เป็นคลาส (OWL Named Classes)

hasTopicSession คือ หน่วยที่เป็นออบเจกต์ (OWL Object Properties)

?x, ?y คือ ตัวแปรที่แสดงค่าของข้อมูล (Variable of OWL Individuals)

นอกจากนี้ภาษาเอสดับิวอาร์แอลยังมีหน่วย (Atom) ที่สามารถนำเข้ามาใช้งานได้เพิ่มเติม (SWRL Built-Ins Atom) ซึ่งเป็นนิพจน์ที่มีอาร์กิวเมนต์ได้มากกว่าหนึ่งอาร์กิวเมนต์ในการดำเนินการ ซึ่งนำหน้าด้วย swrlb ตัวอย่างคือ

$$\begin{aligned} &\text{TopicSession}(?x) \wedge \text{PosttestScore}(?x, ?\text{PostScore}) \\ &\wedge \text{swrlb:greaterThanOrEqual}(?\text{PostScore}, 1) \wedge \text{swrlb:lessThanOrEqual}(?\text{PostScore}, 49) \\ &\wedge \text{PosttestPeriod}(?x, 1) \rightarrow \text{Post-Weak}(?x) \end{aligned}$$

จากกฎ หมายถึง ผลการทดสอบหัวข้อ  $x$  ที่มีคะแนนทดสอบหลังเรียน (PosttestScore) มากกว่าหรือเท่ากับ 1 แต่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 49 และมีระยะเวลาของการทำการทดสอบ (PosttestPeriod) อยู่ในเวลาที่กำหนด (1) แล้ว จะมีระดับผลการทดสอบหลังเรียนคือ อ่อน (Post-Weak)

ซึ่งการสร้างกฎด้วยภาษาเอสดับิวอาร์แอล รูปแบบของภาษาที่เขียนนั้นมนุษย์จะสามารถเข้าใจได้ แต่จะมีการสั่งให้เครื่องสามารถปฏิบัติตามได้ในรูปแบบของภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ตัวอย่างเช่น

$$\text{hasParent}(?x1, ?x2) \wedge \text{hasBrother}(?x2, ?x3) \Rightarrow \text{hasUncle}(?x1, ?x3)$$

จะแสดงด้วยรูปแบบของภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ดังภาพประกอบ 1

```

<ruleml:imp>
<ruleml:_rlab ruleml:href='#example1#'>
<ruleml:_body>
<swrlx:individualPropertyAtom swrlx:property="hasParent">
<ruleml:var>x1</ruleml:var>
<ruleml:var>x2</ruleml:var>
</swrlx:individualPropertyAtom>
<swrlx:individualPropertyAtom swrlx:property="hasBrother">
<ruleml:var>x2</ruleml:var>
<ruleml:var>x3</ruleml:var>
</swrlx:individualPropertyAtom></ruleml:_body>
<ruleml:_head> <swrlx:individualPropertyAtom
swrlx:property="hasUncle">
<ruleml:var>x1</ruleml:var>
<ruleml:var>x3</ruleml:var>
</swrlx:individualPropertyAtom></ruleml:_head>
</ruleml:imp>

```

ภาพประกอบ 1 รูปแบบของภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลของการสร้างกฎ

การสร้างกฎด้วยภาษาเอสดับเบิลวอลโดยใช้โปรแกรมโปรเทจ 5 มีเครื่องมือที่ช่วยในการทำงานรวมถึงขั้นตอนของการนำกฎที่ได้ไปประมวลผลโดยผ่านเครื่องมือของการประมวลผลกฎ (Rule Engine) คือปุ่ม 'OWL+SWRL->Drools' ที่จะเปลี่ยนรูปกฎและความรู้ด้วยภาษาโอดดับเบิลวอลที่เกี่ยวข้อง สู่อุปกรณ์การประมวลผลเพื่อนำกฎไปใช้ในฐานความรู้ และปุ่ม 'Run Drools' ในการรันกฎ และปุ่ม 'Drools->OWL' ในการเปลี่ยนรูปเพื่ออนุมานกฎเป็นฐานความรู้ต่อไป ดังแสดงหน้าจอกการทำงานของโปรแกรมโปรเทจ 5 ดังภาพประกอบ 2

Name	Body	Comment
R2	TopicSession(x) ⊆ PretestScore(x, ?PreScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PreScore, 50) ⊆ swrlb:lessThanOrEqualTo(?PreScore, 79) ⊆ PretestPeriod(x, 1) → Pretest_Lev...	
R3	TopicSession(x) ⊆ PretestScore(x, ?PreScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PreScore, 80) ⊆ PretestPeriod(x, 1) → Pretest_Level(x, 2) ⊆ Pre-Good(x)	
R4	TopicSession(x) ⊆ PretestScore(x, ?PreScore) ⊆ swrlb:lessThanOrEqualTo(?PreScore, 49) ⊆ PretestPeriod(x, 0) → Pretest_Level(x, 1) ⊆ Pre-Weak(x)	
R5	TopicSession(x) ⊆ PretestScore(x, ?PreScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PreScore, 50) ⊆ swrlb:lessThanOrEqualTo(?PreScore, 79) ⊆ PretestPeriod(x, 0) → Pretest_Lev...	
R6	TopicSession(x) ⊆ PretestScore(x, ?PreScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PreScore, 80) ⊆ swrlb:lessThanOrEqualTo(?PreScore, 79) ⊆ PretestPeriod(x, 0) → Pre-Weak(x)	
R7	TopicSession(x) ⊆ PosttestScore(x, ?PostScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PostScore, 1) ⊆ swrlb:lessThanOrEqualTo(?PostScore, 49) ⊆ PosttestPeriod(x, 1) → Posttes...	
R8	TopicSession(x) ⊆ PosttestScore(x, ?PostScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PostScore, 50) ⊆ swrlb:lessThanOrEqualTo(?PostScore, 79) ⊆ PosttestPeriod(x, 1) → Posttes...	
R9	TopicSession(x) ⊆ PosttestScore(x, ?PostScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PostScore, 80) ⊆ PosttestPeriod(x, 1) → Posttest_Level(x, 2) ⊆ Post-Good(x)	
S1	adaptTo(x, ?y) → sqwrlselect(x, ?y)	
S10	recommendTo(ExpLO, ?learnerID) ⊆ adaptTo(?Content, ?y)	
S11	recommendTo(x, ?y) → sqwrlselect(x, ?z) ⊆ sqwrlorde...	
S2	Learner(x) ⊆ hasProfile(x, ?y) ⊆ MediaReference(?y, ?z) → sqwrlselect(x, ?y, ?z)	
S3	TopicID(?g, ?a) ⊆ hasLODescription(?a, ?b) → sqwrlselect(x, ?y, ?z)	
S6	TopicSession(x) ⊆ Improv_Score(x, ?ImpScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?ImpScore, 50) ⊆ Improv_Period(x, 1) → Improv_Level(x, 2) ⊆ Improv-Good(x)	
S7	Learner(x) ⊆ hasTopicSession(x, ?y) ⊆ AbilityLevel(?y, ?z) → sqwrlselect(x, ?y, ?z)	

Control Rules Asserted Axioms Inferred Axioms OWL 2 RL

Using the Drools rule engine, null.

Press the 'OWL+SWRL->Drools' button to transfer SWRL rules and relevant OWL knowledge to the Drools rule engine.

Press the 'Run Drools' button to run the rule engine.

Press the 'Drools->OWL' button to transfer the inferred rule engine knowledge to OWL knowledge.

The SWRLAPI supports an OWL profile called OWL 2 RL and uses an OWL 2 RL-based reasoner to reason on the OWL 2 RL sub-tab for more information on this reasoner.

Dialog Box: Name: R7, Comment: TopicSession(x) ⊆ PosttestScore(x, ?PostScore) ⊆ swrlb:greaterThanOrEqualTo(?PostScore, 1) ⊆ swrlb:lessThanOrEqualTo(?PostScore, 49) ⊆ PosttestPeriod(x, 1) → Posttest\_Level(x, 1) ⊆ Posttest-Weak(x), Status: Ok

ภาพประกอบ 2 หน้าจอกการสร้างกฎด้วยภาษาเอสดับเบิลวอลด้วยโปรแกรมโปรเทจ

ในการสืบค้นภาษากฎสามารถทำได้โดยใช้ภาษาเอสคิวดับเบิลวอล (Semantic Query Web Rule Language: SQWRL) มีลักษณะไวยากรณ์ของภาษาคคล้ายกับภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง

```
TopicSession(?x) ^ Improv_Score(?x, ?ImpScore) ^
swrlb:greaterThan(?ImpScore, 0) -> sqwrl:select(?x, ?ImpScore)
```

จากตัวอย่างแสดงภาษาเอสคิวดับเบิลวาร์แอลในการสืบค้นผลการทดสอบของผู้เรียนที่มีความก้าวหน้าในการเรียน

### บทสรุป

ออนโทโลยีเป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางที่จะช่วยในการกำหนดความเข้าใจร่วมกันของโครงสร้างข้อมูลระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ให้มีความชัดเจนตามกรอบความรู้ที่กำหนดสนับสนุนการแบ่งปันความรู้ และการนำกลับมาใช้ใหม่ซึ่งรองรับต่อการทำงานของเว็บเชิงความหมาย การประยุกต์ใช้วิธีการออนโทโลยีสำหรับการสร้างฐานความรู้ของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะจะช่วยในการนำสถานการณ์การเรียนรู้ส่วนบุคคลมาสู่ผู้เรียน ซึ่งการทำงานวิจัยที่มีแนวคิดในการนำออนโทโลยีมาใช้เป็นฐานความรู้ในการจัดเก็บและค้นคืนข้อมูล ต้องมีการกำหนดกรอบความรู้ที่ชัดเจนโดยในการสร้างกรอบการนำเสนอความรู้ของโดเมนความรู้บนพื้นฐานของออนโทโลยีนั่นก็เพื่อให้สามารถนิยามคุณลักษณะของผู้เรียนที่สัมพันธ์กับคุณลักษณะของวัตถุการเรียนรู้ตามเงื่อนไขของกลยุทธ์การสอนเสริมได้หลากหลาย รวมถึงปรับปรุงการใช้งานร่วมกัน การนำกลับมาใช้ใหม่ของวัสดุการเรียนรู้ และสามารถรวมวัสดุการเรียนรู้ที่หลากหลายภายในกรอบความรู้ได้ด้วย นอกจากนี้การใช้ออนโทโลยีจะทำให้การค้นหาเนื้อหาที่ชัดเจน ด้วยออนโทโลยีเป็นข้อกำหนดของแนวความคิด (Conceptualization) ความสัมพันธ์ วัตถุ และข้อจำกัด ในรูปแบบเชิงความหมาย ซึ่งเป็นการอธิบายฐานความรู้ที่เป็นเมตาดาตาในลักษณะเชิงความหมายที่เก็บความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในฐานความรู้ที่สามารถลงลึกได้ถึงระดับล่าง

### เอกสารอ้างอิง

- มาลี กาบมาลา ลำปาง แม่นมาตย์ และครรชิต มาลัยวงศ์. (2549). ออนโทโลยี : แนวคิดการพัฒนา. วารสารบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ มข. 24 (1-3): 24-49.
- Brank, J., Grobelnik, M., and Mladenic, D. (2005). A survey of ontology evaluation techniques. In *Proceedings of The Conference on Data Mining and Data Warehouses (SIKDD 2005)* (pp. 166-170). Ljubljana: Slovenia.
- Broughton, V.(2006). *Essential Thesaurus Construction*. London: Facet Publishing.
- Cakula, S., and Salem, A.-B.M. (2013). E-Learning Developing Using Ontological Engineering. *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, 10(1): 14-25.
- Fernández-López, M., and Gómez-Pérez, A. (2002). Overview and analysis of methodologies for building ontologies. *The Knowledge Engineering Review* 17(2): 129-156.

- Genesereth, M. R., and Nilsson, N. (1987). **Logical Foundations of Artificial Intelligence**. Morgan Kaufmann Publishers: San Mateo, CA.
- Gomez-Perez, A., and Richard-Benamins, V. (1999). Applications of ontologies and problem-solving methods. **AI-Magazine** 20(1): 119-122.
- Gómez-Pérez, A., Corcho García, O., Fernández López, M., Lehtola, A., Taveter, K., Sorva, J., Käpylä, T., Tourmani, F., Soualmia, L., Barboux, C., Castro, E., Sallantin, J., Arbant, G., and Bonnaric, A. (2001). **Multilingual Knowledge Based European Electronic Marketplace**. D-31: Requirement, Choice of a Knowledge Representation and Tools - V 2.0 – Public, IST (Information Society Technologies).
- Gruber, T. R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. **International Journal of Human-Computer Studies** 45(5): 907–928.
- Hayashi, Y., Bourdeau, J., and Mizoguchi, R. (2009). Using ontological engineering to organize learning/instructional theories and build a theory-aware authoring system. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, 19(2), 211-252.
- Noy, N. F., and McGuinness, D. L. (2001). **Ontology development 101: A guide to creating your first ontology**. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880. Stanford University.
- Su, X., and Llebrikke, L. (2002). A Comparative Study of Ontology Languages and Tools. In **Proceedings of the 14th Conference on Advanced Information Systems Engineering (CAISE'02)**, Toronto, Canada.
- W3C. (2004). **RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema** [On-line]. Available: <http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>.
- W3C. (2004). **XML Information Set (Second Edition)** [On-line]. Available: <https://www.w3.org/TR/xml-infoset/>
- W3C. (2004). **SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML** [On-line]. Available: <https://www.w3.org/Submission/SWRL/>
- W3C. (2012). **SPARQL Query Language for RDF** [On-line]. Available: <https://www.w3.org/TR/2012/WD-sparql11-query-20120724/>
- W3C. (2014). **Resource Description Framework (RDF)** [On-line]. Available: <https://www.w3.org/RDF/>