คลังวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลโดยใช้ออนโทโลยี

A SQL Learning Object Repository Using Ontology

วิไลรัตน์ ยาทองไชย
คณะเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
y_wilairat@hotmail.com

นิตยา โชติบุตร
คณะเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
nittayacho@sut.ac.th

ศุภกฤษฎิ์ นิวัฒนากุล
คณะเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
suphakit@sut.ac.th

จิติมนต์ อั่งสกุล
คณะเทคโนโลยีสังคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
jitimon@sut.ac.th

บทคัดย่อ

โดยทั่วไปการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้ของระบบการเรียนรู้ออนไลน์นั้นจะประกอบด้วยวัตถุการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบและถูกสร้างขึ้นตามมาตรฐานของสกอร์ม ซึ่งในปัจจุบันวัตถุการเรียนรู้ได้ถูกเผยแพร่เป็นจำนวนมากในอินเทอร์เน็ต ดังนั้นการมีระบบในการจัดการวัตถุการเรียนรู้ที่เหมาะสมและตรงตามความต้องการของผู้เรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้สำหรับการเรียนรู้ภาษาสืบค้นแบบมีโครงสร้าง (เอสคิวแอล) โดยใช้ออนโทโลยี ซึ่งออนโทโลยีของวัตถุการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมาได้รับการออกแบบภายใต้กรอบมาตรฐานหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 2013 ขององค์กรเอซีเอมและไอทริปเบิ้ลอี/อีเอส เพื่อจัดเก็บวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล เมทาดาต้าของวัตถุการเรียนรู้ และเครื่องมือในการค้นหาวัตถุการเรียนรู้ ซึ่งผลการทดสอบประสิทธิภาพในเบื้องต้นพบว่า การค้นหาวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลโดยใช้ออนโทโลยีมีค่าเอฟเมเซอร์สูงถึง 91.35%

Abstract

Typically, presenting the learning contents of the online learning system comprise learning objects which are designed and built according to SCORM (Sharable Content Object Reference Model). Currently, learning object has been published on the internet. Thus the learning object management system is needed. This paper aims to develop a learning object repository for learning Structure Query Language (SQL) using Ontology. The proposed learning object ontology is designed under the Computing Curricula CC2013 of the ACM and IEEE/CS to store the SQL learning objects, learning object metadata and learning object retrieval tools. The preliminary experimental results reveal that SQL learning object retrieval using ontology achieves with 91.35% of F-measure.

คำสำคัญ

ภาษาสืบค้นแบบมีโครงสร้าง (SQL), วัตถุการเรียนรู้ (Learning Object), ออนโทโลยี (Ontology), คลังวัตถุการเรียนรู้ (Learning Object Repository)

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในกระบวนการจัดการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน วัตถุการเรียนรู้ (Learning Object) เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับความสนใจในการใช้เทคโนโลยีเพื่อนำเสนอวัตถุการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างหลากหลาย โดยแต่ละหน่วยจะมีเนื้อหาที่สมบูรณ์ในตัวเอง (Self-contained) เป็นอิสระจากกัน ซึ่งนำมาเชื่อมโยงกันให้เป็นหน่วยเนื้อหาขนาดใหญ่ขึ้นได้ ทำให้พร้อมจะเป็นแหล่งการเรียนรู้ที่มีคุณภาพสำหรับผู้เรียน และสามารถนำไปใช้ผสมผสานกับการจัดการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ [1-2] ในปัจจุบัน วัตถุการเรียนรู้ได้รับการเผยแพร่บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการศึกษาเพื่อหากระบวนการในการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ (Learning Object Repository) ที่มีระบบจัดการและอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้ใช้คัดเลือก รวบรวม และเข้าถึงวัตถุการเรียนรู้ที่มีมาตรฐานและตรงตามความต้องการจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

วัตถุการเรียนรู้เป็นทรัพยากรการเรียนรู้ที่สามารถใช้สนับสนุนการเรียนการสอนและการเรียนรู้ ด้วยความสามารถในการเข้าถึงที่สะดวก รวดเร็ว สามารถแลกเปลี่ยนกันข้ามเครือข่าย

อินเทอร์เน็ต รวมถึงความสามารถในการใช้งานร่วมกัน และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ทำให้วัตถุการเรียนรู้ถูกนำไปใช้เป็นฐานความรู้ (Knowledge Base) ของระบบการเรียนรู้ออนไลน์ เช่น ระบบการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ (e-Learning) การศึกษาบนเว็บ (Web-based Education) ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการฝึกอบรม (Computer Based Training) เป็นต้น โดยวัตถุการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมาต้องได้รับการออกแบบและพัฒนาให้เป็นที่ยอมรับตามมาตรฐาน SCROM [3] และ LOM [4] ซึ่งมาตรฐานดังกล่าวจะถูกนำมาใช้เพื่อการเก็บรวบรวมและนำเสนอวัตถุการเรียนรู้

ในปัจจุบัน วัตถุการเรียนรู้ถูกเก็บในลักษณะกระจายบนอินเทอร์เน็ตที่เสมือนเป็นคลังวัตถุการเรียนรู้ขนาดใหญ่ ทำให้การใช้เมทาดาตา (Metadata) และคำหลัก (Keywords) เพื่อค้นหาวัตถุการเรียนรู้ที่ต้องการจึงไม่เพียงพอที่จะระบุวัตถุการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุมทั้งหมด ดังนั้นการนำวิธีเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) มาใช้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการค้นหา ซึ่งออนโทโลยี (Ontology) นับเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาเว็บเชิงความหมาย โดยออนโทโลยีถูกนำมาใช้ในการจำลองความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุการเรียนรู้ และพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ [5-6]

ในบทความนี้จึงได้นำเสนอวิธีการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้โดยใช้ออนโทโลยี และมีเนื้อหาที่เป็นกรณีศึกษาคือ ภาษาสืบค้นแบบมีโครงสร้าง (Structure Query Language: SQL) โดยออนโทโลยีของวัตถุการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมาได้รับการออกแบบตามกรอบมาตรฐานหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 2013 (ACM/IEEE Computer Society 2013) และออกแบบวิธีการในการระบุวัตถุการเรียนรู้ที่มีมากมายในอินเทอร์เน็ตด้วยมาตรฐาน LOM จากนั้นทำการรวบรวมวัตถุการเรียนรู้เหล่านั้นไว้เป็นคลังวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล ที่มีเครื่องมือในการสืบค้นเชิงความหมายที่ช่วยให้ผู้ใช้สะดวกในการค้นหาตามคำหลักที่เกี่ยวข้องกับกรอบของเนื้อหา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเป็นฐานความรู้สำหรับการใช้งานร่วมกันในรูปแบบของการจัดระบบการเรียนรู้ออนไลน์ต่อไป

3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานและทฤษฎีหลักที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล โดยใช้ออนโทโลยี ประกอบด้วย แนวคิดและส่วนประกอบของวัตถุการเรียนรู้ และทฤษฎีออนโทโลยี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 วัตถุการเรียนรู้

วัตถุการเรียนรู้เป็นหน่วยการสอนขนาดเล็กที่เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เป็นดิจิตอลและไม่เป็นดิจิตอล ที่สามารถสื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่สอนได้ โดยจะเน้นเนื้อหาที่มีความเป็นอิสระในตัวเอง สามารถใช้งานร่วมกับเนื้อหาอื่นได้ ทั้งนี้จะถูกจัดเก็บโดยระบบที่จัดการให้สามารถเรียกใช้ได้ตามความต้องการ หรือถูกอ้างถึงด้วยเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียน ได้แก่ ระบบการเรียนการสอนทางไกล ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการฝึกอบรม ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างชาญฉลาด เป็นต้น [7-8] โดยวัตถุการเรียนรู้ที่ถูกออกแบบและพัฒนาขึ้นจะต้องมีการกำหนดรายละเอียดเพิ่มเติมของข้อมูลตามข้อกำหนดของมาตรฐาน SCORM ที่กำหนดขึ้น เพื่อให้ได้วัตถุการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและมาตรฐานเดียวกัน โดยรายละเอียดจะอธิบายถึงคุณสมบัติของวัตถุการเรียนรู้ที่อยู่ในรูปของเมทาดาตา (Metadata)

3.1.1 เมทาดาตาของวัตถุการเรียนรู้

ปัญหาหลักสำหรับเทคโนโลยีด้านการเรียนการสอนสมัยใหม่ในปัจจุบัน คือ การสร้างระบบเนื้อหาการเรียนจากระบบหนึ่งแล้วไม่สามารถทำงานร่วมกับระบบอื่นได้ และระบบบริหารจัดการบทเรียนจะสามารถจัดการกับเนื้อหาที่อยู่ในรูปแบบเทคโนโลยีที่ตนรู้จักเท่านั้น ซึ่งจะทำให้เกิดข้อจำกัดในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน เพื่อให้วัตถุการเรียนรู้สามารถทำงานข้ามระบบและตัวจัดการระบบที่แตกต่างกันได้ ทำให้การกำหนดมาตรฐานต่าง ๆ จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับการกำหนดเมทาดาตาของวัตถุการเรียนรู้ที่ส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อสนับสนุนการค้นหาข้อมูลในอินเทอร์เน็ต

3.1.2 คลังวัตถุการเรียนรู้

คลังวัตถุการเรียนรู้ เป็นระบบที่สามารถเรียกใช้และแลกเปลี่ยนวัตถุการเรียนรู้ได้ร่วมกันภายในหน่วยงาน หรือ

ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้ผู้พัฒนาบทเรียนใช้วัตถุการเรียนรู้ที่มีอยู่แล้วจากคลังวัตถุการเรียนรู้ หรืออาจสร้างวัตถุการเรียนรู้ใหม่ไปเก็บไว้ในคลังวัตถุการเรียนรู้เพื่อให้ผู้อื่นสามารถเรียกใช้ได้ ดังนั้น คลังวัตถุการเรียนรู้จึงมีบทบาทสำคัญที่ช่วยในการพัฒนาระบบการเรียนรู้

3.2 ออนโทโลยี

ออนโทโลยี คือการแสดงโครงสร้างของแนวคิดที่บรรยายขอบเขตขององค์ความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่ประกอบไปด้วยการนิยามความหมายหรือแนวคิด (Concepts) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างฐานความรู้ โดยแนวคิดเหล่านี้จัดเรียงอยู่ในลำดับชั้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์ (Relationships) และมีคุณสมบัติเฉพาะ (Properties) ในแต่ละแนวคิด นอกจากนี้ออนโทโลยียังเป็นหนึ่งในวิธีการแทนความรู้ (Knowledge Representation) ที่มีข้อดีคือสนับสนุนความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่และการใช้งานร่วมกัน [9] ซึ่งเหมาะสำหรับการแบ่งปันความรู้ในกรอบของฐานความรู้เดียวกันหรือภายใต้ระบบการใช้งานเดียวกัน ในการให้คำนิยามของทรัพยากรการเรียนรู้ในมุมมองเดียวกัน สำหรับการพัฒนาระบบจัดการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นการนำหลักการออนโทโลยีมาใช้เพื่อการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้จึงเป็นเรื่องที่มีประโยชน์ต่อการให้ความรู้ ซึ่งเชื่อว่าออนโทโลยีจะสามารถสร้างความเป็นมาตรฐานของเนื้อหาความรู้ที่ถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้เป็นอย่างดี โดยมีภาษา OWL (Ontology Web Language) ที่ใช้แทนออนโทโลยีเพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายข้อมูลร่วมกันและพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของภาษา RDF (Resource Description Framework) [10] และใช้ภาษา SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language) ในการสืบค้นข้อมูลในออนโทโลยี โดยการสืบค้นนั้นจะอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า RDF Triple [11]

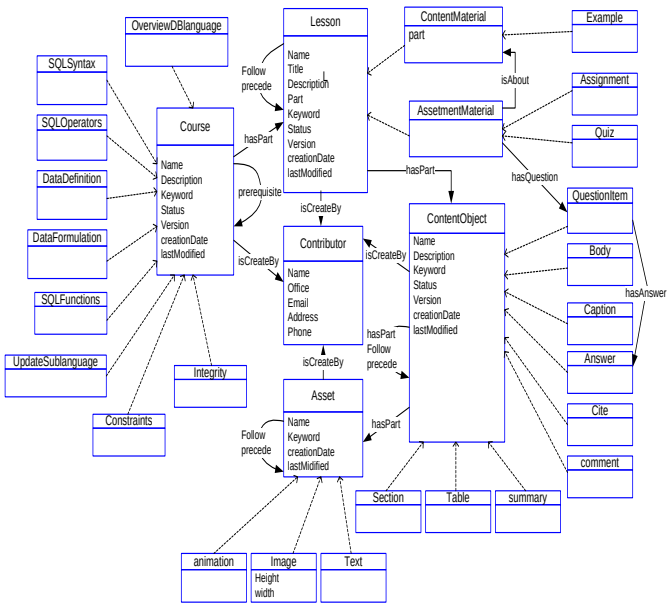
นอกจากนี้ การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ อาทิ การศึกษากรอบการทำงานของกระบวนการสร้างวัตถุการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาที่แตกต่างกันและการศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการสร้าง นำเสนอ และประยุกต์ใช้วัตถุการเรียนรู้ พบว่า ออนโทโลยีสามารถนำมาใช้เพื่อเป็นตัวแทนของความรู้ในการพัฒนาวัตถุการเรียนรู้ที่ได้ผนวกกับความสามารถในการทำงานที่รองรับการพัฒนาเว็บเชิงความหมาย ทำให้ออนโทโลยีมีบทบาทสำคัญในการสร้างมาตรฐานสำหรับการเข้าถึงเนื้อหาและเป็นประโยชน์สำหรับการจัดการเรียนรู้ [12-14] ที่เป็นพื้นฐานหลักในการออกแบบโครงสร้างของระบบการเรียนรู้และการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้สำหรับการพัฒนาระบบการเรียนรู้ออนไลน์ [15]

4. รายละเอียดการพัฒนา

การออกแบบและพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลโดยใช้ออนโทโลยี ประกอบด้วย การออกแบบเค้าร่างของออนโทโลยี (Ontology Schema) และการออกแบบฐานความรู้ของออนโทโลยี (Ontology Knowledge Base) เพื่อใช้เก็บวัตถุเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ต โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 เค้าร่างออนโทโลยีของวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล

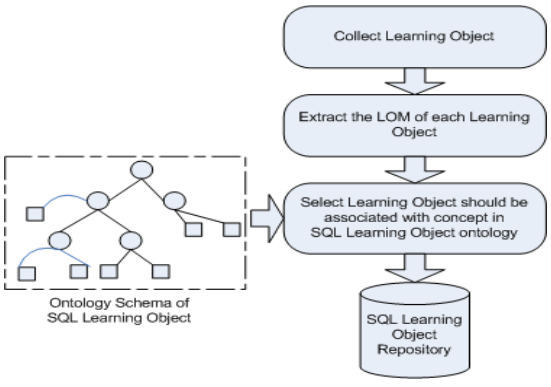
เนื้อหาความรู้ภาษาเอสคิวแอลที่ใช้เพื่อการกำหนดกรอบความรู้ของวัตถุการเรียนรู้ออกแบบตามกรอบมาตรฐานหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 2013 (ACM/IEEE Computer Society 2013) เพื่อนำมาออกแบบเค้าร่างออนโทโลยี (Ontology Schema) ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหาประกอบด้วย 9 คลาสย่อย จากกรอบของเนื้อหานำมากำหนดโครงสร้างและเมทาดาตาที่ใช้สำหรับแต่ละหน่วยของวัตถุการเรียนรู้ โดยเริ่มจากรายวิชา (Course) หน่วยการเรียน (Lesson) เนื้อหาการเรียน (Content Object) และหน่วยเนื้อหาของวัตถุการเรียนรู้ (Asset) ซึ่งแต่ละคลาสจะมีความสัมพันธ์ที่สำคัญ คือ เนื้อหาที่ต้องเรียนมาก่อน (Prerequisite) หรือเรียนตามลำดับ (Followprecedent) นำมาออกแบบเค้าร่างออนโทโลยีวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล (Ontology Schema of SQL Learning Object) ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เค้าร่างออนโทโลยีวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล

4.2 ฐานความรู้ออนโทโลยีของวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล

วัตถุการเรียนรู้ทั้งหมดในคลังวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล (SQL Learning Object Repository) หรือในที่นี้คือ ฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Knowledge Base) จะถูกรวบรวมจากวัตถุการเรียนรู้ที่มีคุณลักษณะตามเค้าร่างออนโทโลยีวัตถุการเรียนรู้ ก่อนที่จะถูกนำมาเก็บไว้ในคลังวัตถุการเรียนรู้ ซึ่งมีขั้นตอนการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลโดยใช้ออนโทโลยี

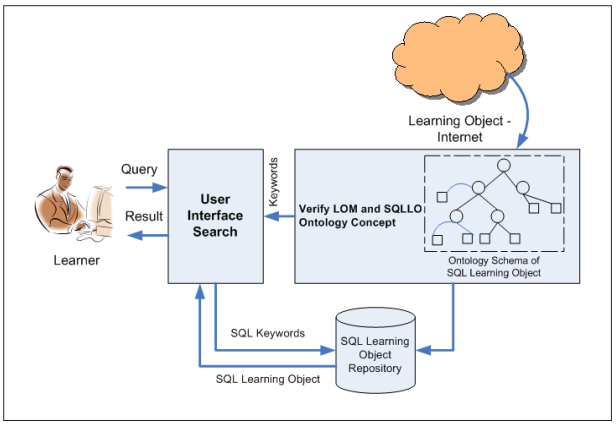
ซึ่งเริ่มต้นด้วยการรวบรวมวัตถุการเรียนรู้จำนวนมากที่ถูกเก็บไว้บนอินเทอร์เน็ต นำมาจำแนกและตรวจสอบให้อยู่ในกรอบตามออนโทโลยีวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล จากนั้นนำมาสกัดค่าคุณลักษณะวัตถุการเรียนรู้ตามมาตรฐาน LOM หากวัตถุการเรียนรู้ที่มีค่าคุณลักษณะตรงตามมาตรฐานที่กำหนดจะทำการบันทึกลงฐานข้อมูลออนโทโลยีวัตถุการเรียนรู้ หากไม่ตรงก็ใช้วิธีการโดยมนุษย์ปฏิบัติ โดยเลือกวัตถุการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กับกรอบแนวคิดของออนโทโลยีที่ออกแบบไว้

5. การนำไปประยุกต์ใช้

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึง สถาปัตกรรมของระบบที่นำออนโทโลยีของวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลไปประยุกต์ใช้ และขั้นตอนการสืบค้นวัตถุการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

สถาปัตยกรรมของระบบที่ได้ออกแบบมีการทำงาน 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การดึงวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตมาตรวจสอบตามแนวคิดของเค้าร่างออนโทโลยีเพื่อจัดเก็บในคลังวัตถุการเรียนรู้



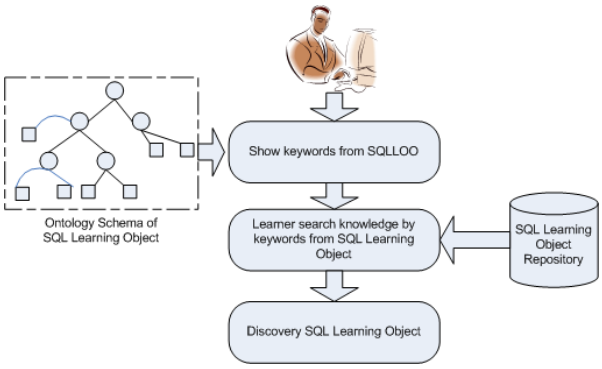
รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมของระบบสืบค้นวัตถุการเรียนรู้

และส่วนที่ 2 การสืบค้นวัตถุการเรียนรู้ตามคำค้นที่ผู้ใช้ระบุ โดยระบบจะทำหน้าที่ขยายคำค้น ตรวจสอบ และนำเสนอวัตถุการเรียนรู้ที่อยู่ในคลังวัตถุการเรียนรู้ตามความรู้ที่ผู้เรียนต้องการ โดยแสดงดังรูปที่ 3

5.2 การสืบค้นวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล

ขั้นตอนการสืบค้นวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล เริ่มต้นด้วยระบบจะปรากฏคำค้นที่เกี่ยวข้องตามกรอบแนวคิดของออนโทโลยีวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลให้ผู้ใช้ได้สืบค้น

เมื่อผู้ใช้ระบุคำค้นเข้ามา ระบบจะสืบค้นวัตถุการเรียนรู้ในคลังวัตถุการเรียนรู้ หรือออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นมา ด้วยภาษา SPARQL และแสดงผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการสืบค้นวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอล

6. การประเมินออนโทโลยีวัตถุการเรียนรู้

การประเมินออนโทโลยีมีหลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้กันโดยทั่วไป คือ การนำออนโทโลยีไปประยุกต์ใช้ในการสืบค้นเชิงความหมาย เพื่อทดสอบความแม่นยำและความเที่ยงตรงของระบบในการสืบค้น โดยให้ผู้ใช้จำนวน 10 คน ทดลองสืบค้นในระบบด้วยคำค้น 3 ประเภท คือ คำค้น 1 คำ คำค้น 2 คำ และคำค้นหลายคำ จากนั้นเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ผู้ใช้ต้องการกับผลลัพธ์ที่ระบบสามารถแสดงได้ และนำผลการสืบค้นมาคำนวณเพื่อวัดประสิทธิภาพด้วยค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าเอฟเมเซอร์ (F-measure) ซึ่งเป็นการถ่วงดุลระหว่างค่าความแม่นยำ และค่าความระลึก ซึ่งในที่นี้จะให้ความสำคัญของ 2 ค่านั้นเท่ากัน โดยมีสูตรของค่าต่าง ๆ ดังสมการที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

$$\text{Precision} = \frac{TP}{(TP+FP)} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{(TP+FN)} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{F-measure} = \frac{2PR}{P+R} \quad (3)$$

โดย TP (True Positive) หมายถึง ข้อมูลที่สามารถค้นคืนได้และมีความถูกต้อง FP (False Positive) หมายถึง ข้อมูลที่ไม่สามารถค้นคืนได้แต่มีความเกี่ยวข้อง TN (True Negative) หมายถึง ข้อมูลที่ไม่สามารถค้นคืนได้และไม่มีความเกี่ยวข้อง และ FN (False Negative) หมายถึง ข้อมูลที่ไม่สามารถค้นคืนได้แต่มีความเกี่ยวข้อง

ตารางที่ 1 แสดงผลการคำนวณค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเซอร์ ซึ่งได้ผลลัพธ์โดยเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 82.57%, 100% และ 91.35% ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบมีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้ในระดับสูง ในคำค้นทั้ง 3 ประเภท โดยในกรณีที่เป็นคำค้นประเภทหลายคำ จะคาดการณ์ความต้องการของผู้ใช้ได้ถูกต้องมากกว่าคำค้นประเภทอื่น ๆ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความถูกต้องทั้งหมด

ประเภทคำค้น	ค่าความแม่นยำ	ค่าความระลึก	ค่า F-measure
คำค้น 1 คำ	79.5%	100%	89.75%
คำค้น 2 คำ	83.7%	100%	91.85%
คำค้นหลายคำ	84.5%	100%	92.45%
เฉลี่ย	**82.57%**	**100%**	**91.35%**

7. บทสรุป

บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ ที่มีการจัดเก็บวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลตามกรอบของความรู้ที่ได้รับการออกแบบตามกรอบมาตรฐานหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 2013 (ACM/IEEE Computer Society 2013) โดยใช้ออนโทโลยี โดยหาวิธีการที่เหมาะสมในการระบุวัตถุการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเอสคิวแอลจากวัตถุการเรียนรู้ที่มีมากมายในอินเทอร์เน็ตด้วยมาตรฐาน LOM จากนั้นทำการรวบรวมเพื่อเป็นคลังวัตถุการเรียนรู้เอสคิวแอลที่มีเครื่องมือในการสืบค้นเชิงความหมายที่ช่วยให้ผู้ใช้สะดวกในการค้นหาตามคำหลักที่เกี่ยวข้องกับกรอบของเนื้อหา จากวิธีการออนโทโลยี ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้ได้ใช้คำหลักที่ถูกต้องในการหาวัตถุการเรียนรู้ที่เหมาะสม จากการประเมินประสิทธิภาพในการสืบค้นวัตถุการเรียนรู้ในออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นมา พบว่า ได้ค่าความแม่นยำ ค่าความระลึก และค่าเอฟเมเซอร์ โดยเฉลี่ยเท่ากับ 82.57%, 100% และ 91.35% ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงการนำเสนอผลลัพธ์ของระบบที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้อย่างมาก

7.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

คลังวัตถุการเรียนรู้ถือเป็นแหล่งเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่นำไปสู่การพัฒนาเป็นฐานความรู้ในระบบการเรียนรู้ออนไลน์ สำหรับแนวทางที่จะดำเนินการพัฒนาต่อไปคือ การพัฒนาคลังวัตถุการเรียนรู้ภาษาเอสคิวแอลที่มีระบบการจัดเก็บและเครื่องมือการสืบค้นที่เป็นส่วนบุคคล โดยมีการจัดอันดับวัตถุการเรียนรู้ตามความสนใจ และความสามารถของผู้ใช้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้ระบบการเรียนรู้ออนไลน์มากยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

[1] อนุชัย ธีระเรืองชัยศรี. **Learning Object**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.learnsquare.com/download/ สืบค้น 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

[2] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) . **รู้จักกับ Learning Object**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://203.146.15.109/lms/content/ สืบค้น 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2555

[3] Advanced Distributed Learning. 2009. **Sharable Courseware Object Reference Model**. Online Available: http://www.adlnet.gov/capabilities/scorm/ Retrieved December 16, 2012

[4] IEEE Learning Technology Standards Committee. 2005. **Draft Standard for Learning Object Metadata**, Online Available: http://ltsc.ieee.org/wg12/files/ Retrieved December 7, 2012

[5] Harman, K., and Koohang, A. 2005. **Discussion board: A learning object**. Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects, 1, pp 67-77.

[6] Koohang, A. 2004. **A study of users' perceptions toward e-learning courseware usability**. International Journal on E-Learning, 3 (2), pp 10-17.

[7] กิดานันท์ มลิทอง. 2543. **เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.

[8] IEEE Learning Technology Standards Committee (LTSC). 2003. **IEEE P1484.12 Learning Object Metadata Working Group**. Online Available: http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html. Retrieved December 7, 2012

[9] Shishehchi, S., S. Banihashem, et al., 2010. **A proposed semantic recommendation system for e-learning: A rule and ontology based e-learning recommendation system**, IEEE.

[10] W3C. 2004. **RDF Vocabulary Description Language 1.0: RDF Schema. from W3C Recommendation**. Online Available: http://www.w3.org/TR/rdf-schema/. Retrieved December 6, 2012

[11] W3C. 2004. **SPARQL Query Language for RDF**. Online Available: http:// www.w3.org/TR/rdf-sparql-query. Retrieved December 7, 2012

[12] Qin J., and Hernandez N., 2004, **Ontological representation of learning objects: building interoperable vocabulary and structures**, International World Wide Web Conference archive, Proceedings of the 13th International World Wide Web conference on Alternate track papers & posters table of contents, ACM, New York, USA, pp 348-349.

[13] Qin, J. and Finneran, C. 2002. **Ontological representation of learning objects**. In Proceedings of the Workshop on Document Search Interface Design and Intelligent Access in Large-Scale Collections, July 18, Portland.

[14] Collis, B., and Strijker, A. 2003. **Re-usable learning objects in context**. International Journal on ELearning, *2*(4), pp 5-16.

[15] Wang, S. 2008. **Ontology of learning objects repository for pedagogical knowledge sharing**. Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects, 4, 1–12.