

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศดั้งเดิมด้วยออนโทโลยี

Improving Performance for Existing Information System with Ontology

ทองพูล หีบไธสง (Tongpool Heeptaisong)*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวความคิดในการนำออนโทโลยีมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศดั้งเดิม เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศดั้งเดิมให้มีความฉลาดมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการทำให้ระบบสามารถรองรับการทำงานของเทคโนโลยีเว็บ 3.0 อีกด้วย รวมถึงออนโทโลยียังสามารถกำหนดรูปแบบของเอกสาร HTML ฐานข้อมูล หรือแม้กระทั่งไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่อยู่บนโลกอินเทอร์เน็ตให้มีมาตรฐานเดียวกันอีกด้วย ทำให้การจัดการและการเข้าถึงแหล่งข้อมูลดังกล่าวมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ออนโทโลยี ระบบสารสนเทศ

Abstract

This research presents a concept of applying Ontology technologies in ordinary information systems. It is aimed to enhance the ordinary works to intelligent systems, which also support the modern web technology, “Web 3.0 Technologies.” In the Internet, there are several kinds of data formats or standards, for instance electronic files, HTML, and database. The Ontology technologies can help the information systems in the cases of accessing or managing these formats effectively, because the Ontology technologies can define these formats to the same efficient standards.

* คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Keywords: Ontology, Information System.

1. บทนำ

เพื่อให้การทำงานมีความสะดวก รวดเร็วและทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น [1] จึงจำเป็นจะต้องใช้ระบบสารสนเทศมาช่วยในการทำงาน นอกจากนี้ระบบสารสนเทศยังช่วยในการลดขั้นตอน และประหยัดทรัพยากรที่เกี่ยวข้องในการทำงานอีกด้วย [2], [3] เนื่องจากแนวโน้มปัจจุบันการใช้งานอินเทอร์เน็ตมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากรายงานผลงานวิจัยสถิติภาพรวมการใช้อินเทอร์เน็ตของประเทศไทย ประจำปี 2554 [4] ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีเว็บ 3.0 [5] ทำให้ระบบสารสนเทศดั้งเดิมไม่สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การค้นคืนความรู้เชิงความหมาย การสนับสนุนการตัดสินใจ การแบ่งปันความรู้ และการนำความรู้กลับมาใช้ใหม่ เป็นต้น ประกอบกับข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นฐานความรู้ เอกสารบนเว็บ หรือ ดิจิตอลไลบรารี ล้วนแต่มีรูปแบบที่แตกต่างกันทำให้การจัดการและการเข้าถึงเป็นไปด้วยความลำบาก

ออนโทโลยี (Ontology) เป็นกระบวนการแทนความรู้เฉพาะด้านเพื่ออธิบายสิ่งที่เราสนใจขึ้น (Domain Specific) ออนโทโลยีมีโครงสร้างคล้ายกับกราฟต้นไม้ (Tree Graph) ที่มีลำดับชั้น (Hierarchy) [6] ประกอบด้วย โหนด (Node) และความสัมพันธ์ (Relation) ระหว่างโหนด ออนโทโลยีมีความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกัน (Knowledge Sharing) และการนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ (Knowledge Reuse) ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่ยึดติดกับรูปแบบความรู้และระบบที่ใช้ [7] ออนโทโลยีถูกนำมาใช้ในงานวิจัยมากมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับงานวิจัยในหลายๆ ด้าน เช่น ระบบการค้นคืน (Information Retrieval Systems) ระบบฐานกรณีกฎเพื่อการตัดสินใจ (Rule-based Systems) ระบบถาม-ตอบ (Question – Answering Systems) และระบบแนะนำ (Recommend Systems) เป็นต้น

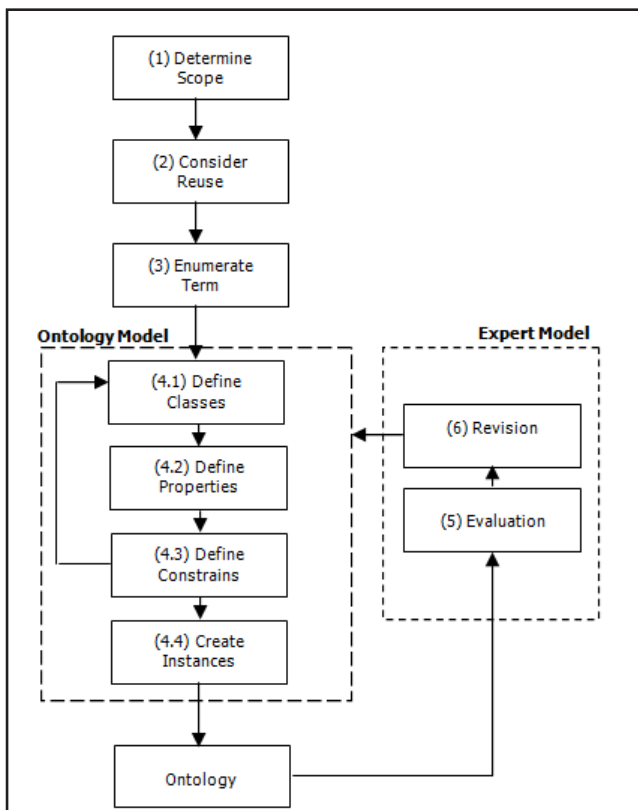
ด้วยเหตุดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น บทความนี้จึงขอเสนอแนะการนำเทคโนโลยีออนโทโลยีมาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบสารสนเทศที่มีอยู่ในองค์กร เพื่อสนับสนุนการใช้งานของผู้ใช้ที่มีความต้องการที่หลากหลายในอนาคต ในส่วนของบทความได้แบ่งหัวข้อ ดังนี้ ในหัวข้อที่ 2 กล่าวถึง

ออนโทโลยีและการสร้างออนโทโลยี ในหัวข้อที่ 3 กล่าวถึงตัวอย่างการนำออนโทโลยีไปใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศทั่วๆ ไป ในหัวข้อที่ 4 กล่าวถึง สถาปัตยกรรมในการนำออนโทโลยีมาใช้งาน ร่วมกับระบบสารสนเทศทั่วไป และในหัวข้อที่ 5 กล่าวถึงผลสรุป

2. ออนโทโลยีเบื้องต้น

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับออนโทโลยี

ออนโทโลยีถูกนำมาใช้เพื่ออธิบายหรือแทนความรู้ในขอบเขตข้อมูลที่เราสนใจ และมีรูปแบบที่คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจได้โดยออนโทโลยีจะอยู่ในรูปของคำศัพท์และความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ซึ่งลักษณะจะคล้ายกับต้นไม้ ออนโทโลยีมีความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกัน (Share) การนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และการถ่ายทอดคุณสมบัติ (Inheritance) ภาษาที่สนับสนุนออนโทโลยี อาทิ เช่น RDF (Resource Description Framework), OWL (Ontology Web Language) และ XML (Extensive Markup Language)



ภาพที่ 1 ประเภทของสารสนเทศที่ใช้ในองค์กร

2.2 ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี

F. Noy, Natalya [8] ได้คิดค้นขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี ดังแสดงในภาพที่ 1 เพื่อให้ออนโทโลยีที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำ และสามารถนำไปใช้งานได้

จากภาพที่ 1 เป็นการแสดงขั้นตอนในการสร้างออนโทโลยี ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการกำหนดขอบเขตของออนโทโลยีที่เราสนใจ นอกจากนี้ยังเป็นการกำหนดความรู้หรือข้อมูลที่จะใช้ในการสร้างและทดสอบออนโทโลยีอีกด้วย

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการตรวจสอบว่ามีออนโทโลยีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เราสนใจหรือไม่ ซึ่งถ้ามีออนโทโลยีอยู่แล้วก็สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการสกัดคำ (Term) ที่มีความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องๆ นั้น โดยขั้นตอนนี้อาจจะมีการใช้น้ำหนักของคำหรือผู้เชี่ยวชาญเข้ามาพิจารณาด้วยเพื่อให้คำที่มีความถูกต้องมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการจัดหมวดหมู่ การกำหนดคุณลักษณะ การกำหนดเงื่อนไข และการสร้างข้อมูลจากคำที่ได้หลังจากผ่านขั้นตอนที่ 3 มาแล้ว โดยขั้นตอนนี้จะใช้เวลานานที่สุดในการสร้างออนโทโลยี หลังจากนั้นจะทำการแปลงออนโทโลยีที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบของภาษา OWL ดังแสดงในภาพที่ 2

```

<owl:Class rdf:ID="#Person">
  <rdfs:label>Person</rdfs:label>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="#Student">
  <rdfs:label>Tongpool Heeptaisong</rdfs:label>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Person" />
</owl:Class>
  
```

ภาพที่ 2 ตัวอย่างไฟล์ออนโทโลยีเกี่ยวกับนักศึกษา

ขั้นตอนที่ 5 และ 6 เป็นขั้นตอนการประเมิน และการทบทวน ซึ่งเป็นขั้นตอนสุดท้ายเมื่อได้นำออนโทโลยีไปใช้งานได้ระยะหนึ่ง จากนั้นจะทำการประเมินความถูกต้องของออนโทโลยีอีกครั้งเพื่อหาข้อผิดพลาด ซึ่งข้อผิดพลาดต่างๆ จะได้จากความคิดเห็นของผู้ใช้งานหรือผู้เชี่ยวชาญ ทำให้การออนโทโลยีดังกล่าวให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

2.3 เครื่องมือในการสร้างออนโทโลยี

Hozo [9] และ Protégé [10] เป็นเครื่องมือในการสร้างออนโทโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดย

Hozo ถูกพัฒนาในประเทศญี่ปุ่น ส่วน Protégé ถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Stanford ประเทศอเมริกา เครื่องมือทั้งสองชนิดเป็นแบบโอเพนซอร์ส (Open source) ซึ่งสามารถติดตั้งได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายใดทั้งสิ้น อีกทั้งยังสนับสนุนภาษามาตรฐานของ W3C อีกด้วย

3. การประยุกต์ใช้งานออนโทโลยี

ปัจจุบันมีการนำออนโทโลยีไปใช้มาประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบสารสนเทศต่าง ๆ ดังนี้

Terje Brasethvik และ Jon Atle Gulla [11] นำเสนอวิธีการจัดกลุ่มเอกสารเพื่อให้ง่ายต่อการค้นคืนด้วยวิธี Natural Language Analysis (WordSmith) และ Concept Modeling (Terms and Relations) โดยหลังจากผ่านกระบวนการนี้เอกสารจะถูกจัดเก็บในรูปแบบ RDF/XML เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาด้วยเอกสารเชิงความหมาย และมีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม ทำให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งระบบการค้นหาเอกสารเชิงความหมายจะใช้วิธีการดังกล่าวเพื่อการแนะนำคำ และความสัมพันธ์ที่สนใจให้กับผู้ใช้งาน

Shu-Hsien Liao และทีมงาน [12] ได้นำเสนอออนโทโลยีมาใช้แทนกฎความสัมพันธ์ เพื่อหาพฤติกรรมของการซื้อสินค้า Adidas ลูกค้าในประเทศไต้หวัน โดยผ่านเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) โดยกฎความสัมพันธ์ได้จากการจัดกลุ่มของเหมืองข้อมูล (Data Mining) ด้วย Apriori อัลกอริทึม จากข้อมูลผู้สินค้าของ Adidas ดังกล่าวเพื่อทำการทำนายและนำเสนอสินค้าให้ตรงกับความต้องการของลูกค้ามากที่สุด เมื่อได้กฎแล้วจะทำการแปลงกฎเหล่านี้เป็นออนโทโลยีเพื่อนำมาใช้ร่วมกับเว็บแอปพลิเคชันได้โดยภาษาออนโทโลยีที่ใช้จะเป็น Semantic Web Rule Language (SWRL)

A. Kawtrakul และทีมงาน [13] ได้นำเสนอระบบบริการถาม-ตอบเกี่ยวกับพืชเศรษฐกิจ ประกอบไปด้วย ข้าว ยางพารา ปาล์ม และข้าวโพด ระบบนี้สามารถใช้ตอบคำถามเกี่ยวกับ 3W: What, Why และ How ได้ โดยอาศัยออนโทโลยีเข้ามาเพื่อช่วยวิเคราะห์ข้อคำถามและคำตอบ โดยข้อคำถามจะมีการพิจารณาคำค้นที่ป้อนเข้ามาจากผู้ใช้งานด้วยการตีความหมายของคำที่ค้น (การขยายคำค้น) จากนั้นจะทำการนำคำเหล่านั้นไปค้นคืนด้วยเทคนิคการจับคู่หัวเรื่อง (Topic

Mapping) กับความรู้ที่ได้มีการจัดเก็บที่มีลักษณะเป็นโครงสร้างในฐานความรู้ ลักษณะเด่นของงานวิจัยนี้จะเน้นการค้นคืนและการได้มาของความรู้ โดยจะมีการเปลี่ยนรูปแบบความรู้จากไม่มีโครงสร้าง (Unstructured Knowledge) เป็นแบบมีโครงสร้าง (Structured Knowledge) เพื่อให้ง่ายต่อการค้นคืน ระบบนี้สามารถนำไปใช้ได้จริงผ่านระบบการบริการแบบ SMS (Send Message Services) บนมือถือ

Sheng-Yuan Yang [14] ได้นำเสนอการใช้ออนโทโลยีเพื่อสนับสนุนการค้นคืนข้อมูลเว็บไซต์เกี่ยวกับขอบเขตทุนการศึกษาในระดับเชิงความหมาย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแม่นยำตามความต้องการของผู้ใช้งาน โดยพัฒนา OntoCrawler ขึ้นมา ซึ่งก็คือ ออนโทโลยีที่ได้จากการสร้างจากโปรแกรม Protégé ก่อนจะแปลงความรู้เป็นเอกสารไฟล์ XML จากนั้นตรวจสอบรูปแบบมาตรฐานเพื่อความถูกต้องด้วยโปรแกรม MS Excel ก่อนจะนำเข้าสู่โปรแกรมการจัดการฐานข้อมูล MS SQL Server เพื่อเป็นมาตรฐานในการเพิ่มข้อมูลที่เพิ่มเอกสารเว็บเพจ โดยจะแบ่งเอกสารเว็บออกเป็น 3 ส่วน 1) ส่วนข้อมูลเบื้องต้น ซึ่งจะบ่งบอกถึงรายละเอียดทั่วไป เช่น ชื่อเรื่อง คำสำคัญ ผู้แต่ง และ วันเดือนปีที่แก้ไข 2) ส่วนที่แสดงค่าสถิติ เช่น จำนวนความถี่ของคำที่เกิดขึ้น และ 3) ส่วนสารสนเทศออนโทโลยี จะเป็นส่วนที่บอกรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหมวดของออนโทโลยีใดบ้าง โดยส่วนนี้จะมีการนำค่าสถิติของคำมาคิดเพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละหมวดในออนโทโลยี

Tanatorn Tanantong และทีมงาน [15] ได้นำเสนอแนวความคิดเกี่ยวกับการนำออนโทโลยีเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์สัญญาณคลื่นหัวใจของผู้ป่วย จากเครื่อง Electrocardiogram (ECG) ซึ่งลักษณะสัญญาณประกอบด้วย onset, offset และ peak โดยการทำงานจะเริ่มจากการแปลงจับสัญญาณจาก ECG ให้อยู่ในรูปของออนโทโลยีเพื่อให้ง่ายต่อการนำข้อมูลมาใช้งาน หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากออนโทโลยีโดยใช้กฎ (Rules) ซึ่งอยู่ในรูปของ Semantic Web Rule Language (SWRL) โดยกฎที่ได้จะสร้างจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ทำให้แนวความคิดนี้สามารถใช้ในการวิเคราะห์ผู้ป่วยอัตโนมัติโดยใช้สัญญาณคลื่นหัวใจจากเครื่อง ECG ได้ทันทีทำให้แพทย์ไม่ต้องเสียเวลาในการวินิจฉัยโรคเกี่ยวกับหัวใจ

T. Heeptaisong และ A. Srivihok [16] ได้นำเสนอการ

พัฒนาระบบความรู้ด้วยการใช้ออนโทโลยี เพื่อค้นคืนความรู้บนเอกสาร HTML, Database และ E-Library กระบวนการทดลองจะทำการสกัดข้อมูลและเปลี่ยนรูปแบบความรู้ให้เป็นแบบมีโครงสร้าง จากนั้นจึงจะนำเข้าสู่ฐานความรู้ และใช้ออนโทโลยีมาช่วยในการขยายคำค้น โดยผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้งาน XPath ของโปรแกรม PHP และใช้ TF-IDF (Term Frequency – Invert Document Frequency) เพื่อเพิ่มน้ำหนักของแต่ละคำอัตโนมัติ เพื่อให้สามารถค้นคืนได้อย่างมีประสิทธิภาพผลการดำเนินงานพบว่าประสิทธิภาพมากกว่าระบบเดิม

R. David [17] ได้นำเสนอการใช้ออนโทโลยีเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของคลินิกสำหรับผู้ป่วยโรคเรื้อรัง โดยจะมีการสร้างออนโทโลยีส่วนบุคคลของผู้ป่วยแต่ละคนเพื่อกำหนดลักษณะทั่วไป เช่น อาการ การเต้นของหัวใจ และอื่นๆ จากนั้นจะทำการส่งข้อมูลเหล่านี้เข้าสู่ระบบการดูแลผู้ป่วยของศูนย์ดูแลสุขภาพเพื่อทำการวิเคราะห์ และวางแผนในการรักษาต่อไป ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถแบ่งปันข้อมูลของผู้ป่วยร่วมกับคลินิกอื่นๆ ได้ ทำให้ผู้ป่วยไม่ต้องทำการตรวจสอบสุขภาพอีกเมื่อต้องย้ายคลินิก ทำให้สามารถติดตามอาการของผู้ป่วยได้ตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้องมาคลินิกเพื่อตรวจสอบสุขภาพ

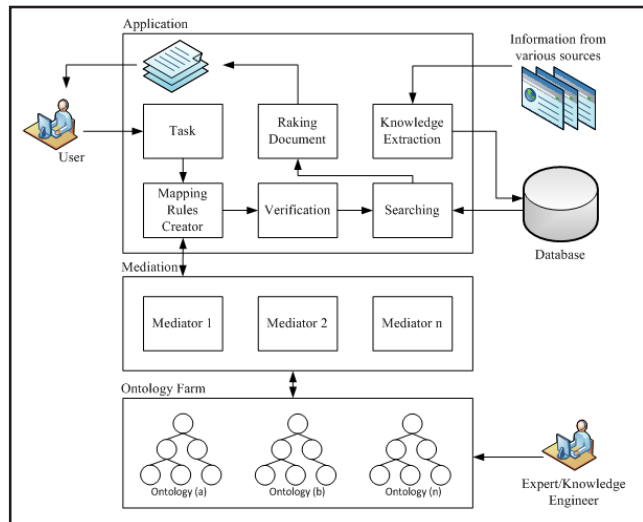
จากงานวิจัยข้างต้นทำให้เห็นถึงประโยชน์และความสามารถของออนโทโลยีในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบสารสนเทศดั้งเดิม ดังนั้นผู้เขียนจึงนำเสนอแนวทางในการนำออนโทโลยีไปใช้ในส่วนถัดไป

4. สถาปัตยกรรมในการนำออนโทโลยีมาใช้งาน

จากงานวิจัยในส่วนที่ 3 ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้ออนโทโลยีมีบทบาทในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบสารสนเทศดั้งเดิมเป็นอย่างมาก ดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบสถาปัตยกรรมแนวความคิดในการนำออนโทโลยีมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศโดยทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 3

จากภาพที่ 3 เป็นการนำเสนอแนวความคิดการใช้งานออนโทโลยีร่วมกับระบบสารสนเทศทั่วไป โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน (Application) เป็นส่วนในการควบคุมในการที่จะเลือกติดต่อกับออนโทโลยีตัวใด และส่วนนำเสนอข้อมูลให้กับผู้ใช้



ภาพที่ 3 ประเภทของสารสนเทศที่ใช้ในองค์กร

2. ส่วนควบคุมการติดต่อกับออนโทโลยี (Mediation) เป็นโปรแกรม (Agent) ที่ทำหน้าที่ในการติดต่อกับออนโทโลยีเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่าง

3. ส่วนออนโทโลยีฟาร์ม (Ontology Farm) เพื่อทำการเก็บและรวบรวมออนโทโลยีไว้ในที่เดียวกัน

4.1 ส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน โดยส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น ส่วนการเลือกการทำงานว่าจะให้โปรแกรมทำอะไร (Task) จากนั้นจะทำการจับคู่กับกฎ (Mapping Rules Creator) ที่ได้สร้างไว้เพื่อเลือกจะจับคู่กับออนโทโลยีตัวไหนโดยผ่าน Mediator อีกทีหนึ่ง ผ่านกระบวนการนี้แล้วจะมีการตรวจสอบ (Verification) ข้อมูลที่ได้แล้วจึงทำการค้นหาข้อมูล (Searching) เหล่านั้นกับฐานข้อมูล (Database) และขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการเรียบเรียงข้อมูลที่ได้นำเสนอผู้ใช้งานต่อไป ซึ่งส่วนติดต่อผู้ใช้จะต้องมีการสกัดข้อมูล (Knowledge Extraction) เพื่อให้ข้อมูลมีความทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

4.2 ส่วนควบคุมการติดต่อกับออนโทโลยี เป็นโปรแกรม (Agent) ที่ทำหน้าที่ในการติดต่อกับออนโทโลยีเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างโดยส่วนนี้จะมีการ Mapping และ Merging ของออนโทโลยี เพื่อให้ระบบได้ข้อมูลที่ต้องการมากที่สุด

4.3 ส่วนออนโทโลยีฟาร์ม จะได้จากขั้นตอนการสร้างออนโทโลยีซึ่งอธิบายไว้ในส่วนที่ 2 ของบทความนี้ โดยจะมีผู้เชี่ยวชาญหรือวิศวกรรมความรู้เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของออนโทโลยี และให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

5. บทสรุป

ออนโทโลยีมีประโยชน์มากมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบสารสนเทศดั้งเดิมให้มีความฉลาดมากขึ้น และยังทำให้ระบบสามารถรองรับการทำงานของเทคโนโลยีเว็บ 3.0 อีกด้วย นอกจากนี้ออนโทโลยียังสามารถกำหนดรูปแบบของเอกสาร HTML ฐานข้อมูล หรือแม้กระทั่งไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ที่อยู่บนโลกอินเทอร์เน็ตให้มีความมาตรฐานเดียวกันอีกด้วย ทำให้การจัดการและการเข้าถึงแหล่งข้อมูลดังกล่าวมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันออนโทโลยีถูกนำมาใช้ในระบบสารสนเทศดั้งเดิมโดยแบ่งออกเป็น

1. ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ด้านนี้จะเน้นการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณและหาคำตอบแทนมนุษย์ได้โดยมีรูปแบบหรือกฎเพื่อให้คอมพิวเตอร์ใช้ในการอนุมานได้
2. การสกัดความรู้ (Knowledge Extraction) เน้นการสร้างรวบรวม และการเข้าถึงความรู้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงความรู้ได้สะดวกรวดเร็ว
3. กระบวนการภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) เพื่อลดความแตกต่างระหว่างภาษา ทำให้การเป็นมาตรฐานเดียวกัน เช่น WordNet1, DictLongdo2 และ Agrovoc3 เป็นต้น
4. การสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นคืนข้อมูลและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Laudon, C. Kenneth and Laudon, P. Jane Management Information Systems : Managing the Digital Firm. The 10th ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall. (2008).
- [2] ทองพูล หีบไธสง และ กฤตยา ทองผาสุก. “การออกแบบและพัฒนาระบบการจัดการจัดการประชุมวิชาการระดับชาติ.” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ปีที่ 19, ฉบับที่ 1, หน้า 100-108, 2552.
- [3] กฤตยา ทองผาสุก และทองพูล หีบไธสง. “ระบบการลาและบันทึกเวลาปฏิบัติงานออนไลน์: กรณีศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มจพ.” In *Proceeding The 6TH National Conference on Computing and Information Technology*. Bangkok, Thailand, 2010.
- [4] รายงานผลงานวิจัยสถิติภาพรวมการใช้อินเทอร์เน็ตของประเทศไทย ประจำปี 2554. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 255. Available online at <http://www.tispa.or.th/?p=1196>
- [5] กุลภัสสร ธรรมชาติ. การใช้ Web 3.0 เพื่อพัฒนาเว็บไซต์. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 255. แหล่งที่มา <http://tsumis.tsu.ac.th/tsukm/UploadFolder/2-บทความ.pdf>
- [6] B. Swartout, R. Patil, K. Knight, T. Russ. “Towards Distributed use of Large Scale Ontologies.” In University of Calgary, editor, *In Proceedings of Tenth Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop (KAW)*, Alberta, Canada. 1996.
- [7] W.N. Borst, Construction of Engineering Ontologies. PhD Thesis. Centre for Telematica and Information Technology, University of Twente Enschede, The Netherlands. 1995.
- [8] F. Natalya Noy and L. Deborah McGuinness. “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, March, 2001.
- [9] Hozo-Ontology Editor. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2555. Available online at <http://www.hozo.jp>
- [10] The Protégé Ontology Editor and Knowledge Acquisition System. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2555. Available online at <http://protege.stanford.edu>.
- [11] Terje Brasethvik and Jon Atle Gulla. “Natural Language Analysis for Semantic Document Modeling.” *Journal of Data & Knowledge Engineering*, Vol. 38, pp 45-62, 2001.
- [12] Shang-Hsien Hsieh, Hsien-Tang Lin, Nai-Wen Chi, Kuang-Wu Chou, and Ken-Yu Lin. Enabling the development of base domain ontology through extraction of knowledge from engineering domain handbooks. *Journal of Advanced Engineering Informatics*, Vol. 25, pp. 288-296, 2011.
- [13] A. Kawtrakul, M. Suktarachan, P. Rattanamanee,

- P.S Dizier, S. Rodmanee, S. Laovayanon, D. Jenkollop, A. Pusittigul. "From CyberBrain to Q&A services: A development of question-answering services system for the farmer through the sms, asabe." *7th world congress on computers in agriculture and natural resources 2009*, WCCA, pp. 389-395, 2009.
- [14] Sheng-Yuan Yang. "OntoCrawler: A focused crawler with ontology-supported website models for information agents." *Journal of Expert Systems with Applications*, Vol. 37, pp. 5381–5389, 2010.
- [15] Tanatorn Tanantong, Ekawit Nantajeewarawat, and Surapa Thiemjarus. "Towards Continuous Electrocardiogram Monitoring Based on Rules and Ontologies." *In Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Bioinformatics and Bioengineering (BIBE2011)*, Taichung, Taiwan, pp. 327-330, 24-26 October, 2011.
- [16] T. Heeptaisong, and A. Srivihok. "Soil Knowledge-based Systems Using Ontology." *Proceeding of The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2012*, Vol. 1, IMECS 2012, Hong Kong, 14-16 March, 2012.
- [17] R. David, R. Francis, A. L. Joan, C. Fabio, E. Sara, M.i Patrizia, A. Roberta, C. Carlo. "An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients." *Journal of Biomedical Informatics* 45, pp 429–446, 2012.

