



# การค้นคืนสารสนเทศการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย โดยใช้ออนโทโลยี

## Information Retrieval In Thai Northeast Travel Utilizing Ontology

อิสรา ชื่นตา (Issara Chuenta)\* จารี ทองคำ (Jaree Thongkam)\*  
และ จิรัฏฐา ภูบุญอบ (Jiratta Phuboon-ob)\*

### บทคัดย่อ

การท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทำให้เกิดรายได้มาสู่ภูมิภาคนี้มาก ซึ่งการพัฒนาเว็บการท่องเที่ยวในภูมิภาคนี้มีเป็นจำนวนมาก แต่ยังมีส่วนน้อยที่นำออนโทโลยีมาใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์ ซึ่งการค้นคืนสารสนเทศโดยใช้ออนโทโลยีเป็นงานวิจัยที่ทำหาย ออนโทโลยีเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดเก็บและนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้างเพื่อให้ได้ F-measure ที่ดีขึ้นในการสืบค้นเอกสาร และข้อมูลทางหน้าเว็บที่มีเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาออนโทโลยีต้นแบบการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้หลักการพัฒนาออนโทโลยีด้วยวิธีจากบนลงล่าง (Top-Down) จากล่างขึ้นบน (Bottom-Up) และแบบผสม (Combination) จากผลการทดลองปรากฏว่าผลของการค้นคืนด้วยการออกแบบออนโทโลยีแบบผสมทำได้ดีที่สุดด้วยค่า F-measure ร้อยละ 82.26

**คำสำคัญ:** ออนโทโลยี เว็บเชิงความหมาย โอดับเบิลยูโอแอล ระบบค้นคืนสารสนเทศ คำหลัก

### Abstract

Northeast of Thailand Eco-tourism is a significant revenue to the region. Several website have been developed for advertising the tourism in this region. However, less ontology has been used for developing the tourism website. Therefore, developing the tourism ontology for retrieving the Information

\* สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

in the website is a challenging research task. Thus, ontology is a technology used to store and illustrate the structured-content of website. In order to achieve better F-measure, ontology plays an important role. This study is undertaker to develop web-ontology for Northeast tourism website, using three frameworks including Top-Down, Bottom-Up and Combination between Top-Down and Bottom-Up (called combination) of developing ontologies are employed. The experimental results shows that information retrieved using the Combination framework has the highest F-measure about 82.26%.

**Keyword:** Ontology, Semantic Web, Web Ontology Language, Information Retrieval, Keyword.

### 1. บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจการท่องเที่ยวทำรายได้เป็นลำดับแรกเมื่อเทียบกับรายได้จากสินค้าออกอื่นๆ [1] โดยเฉพาะการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทำให้เกิดรายได้มาสู่ภูมิภาคนี้มาก ซึ่งในการท่องเที่ยวจำเป็นต้องมีข้อมูลเพื่อช่วยให้ท่องเที่ยวได้ตรงกับความต้องการ ด้วยเหตุนี้การค้นหาข้อมูลการท่องเที่ยวในประเทศโดยใช้เครื่องมือในการค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น แต่บางครั้งผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหายังคงมีปัญหาเนื่องจากเว็บไซต์มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ข้อมูลมีความหลากหลาย และมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

โดยที่ออนโทโลยี เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดเก็บ และนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้าง ได้เข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น และถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ เช่น Geographic [2] Bio-medical Informatics [3] Information Processing system [4] Integration System [5] Information Retrieval System [6] Tourism Information Retrieval [7] แต่ในระบบการท่องเที่ยวในประเทศไทยยังมีการนำเอาออนโทโลยีมาใช้ในการค้นคืนสารสนเทศไม่มากนัก ในการพัฒนาออนโทโลยีสามารถแบ่งได้เป็น 3 แนวทาง ได้แก่ การพัฒนาแบบบนลงล่าง (Top-Down) การพัฒนาแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) และการพัฒนาแบบผสม (Combination) การพัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down ผลการค้นคืนบางกรณีให้ผลลัพธ์ที่น้อยเกินไป ส่วนการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up ผลการค้นคืนบางกรณีไม่มีผลลัพธ์ในการค้นคืน และการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Combination ผลการค้นคืนที่เยอะขึ้นในบางกรณีให้ผลลัพธ์น้อยเกินไป และส่งผลให้การค้นคืนแม่นยำ และมีรูปแบบในการค้นคืนที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

มีนักวิจัยหลายท่านจึงได้นำแนวทางการใช้ออนโทโลยีในการค้นหาข้อมูลในโลกอินเทอร์เน็ตได้ง่าย และตรงต่อความต้องการ เช่น Shao-min Zhang และคณะ [8] ได้พัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down และเชื่อมต่อกับ Jena เพื่อใช้งานออนโทโลยีร่วมกัน โดยออนโทโลยีมีโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของ Object Property, Data Property และ Instance ตามข้อมูลการท่องเที่ยวเมืองยูนนานของประเทศจีน ซึ่งงานวิจัยนี้อธิบายถึงขั้นตอนการพัฒนาออนโทโลยี และการเชื่อมต่อกับ Jena เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นคืนและการใช้ออนโทโลยีร่วมกันได้ดียิ่งขึ้น

Paul และ Nicolaas [9] ได้พัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up โดยนำเอาข้อมูลทางเคมีของสารบริสุทธิ์มาวิเคราะห์และออกแบบออนโทโลยี เนื่องจากข้อมูลของสารบริสุทธิ์มีความซับซ้อน จึงเริ่มต้นด้วยข้อมูลระดับกลางสุดหรือข้อมูลที่เล็กมากที่สุด ผลการวิจัยพบว่าข้อมูลทางเคมีพื้นฐานที่มีอยู่จริงเหมาะสำหรับการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up มากกว่าการพัฒนาแบบ Top-Down

Sadasivam และ Saravana [10] ได้พัฒนาออนโทโลยีการค้นคืนสารสนเทศสำหรับการท่องเที่ยวในประเทศอินเดีย โดยมีการพัฒนาออนโทโลยีไปพร้อมๆ กับการอัปเดต

ออนโทโลยี มีการค้นคืนข้อมูลแบบ Top-down และ Bottom-up โดยผลการค้นคืนจากการวิจัย การค้นคืนแบบ Top-down ได้ผลการค้นคืนที่มาก และหลากหลายกว่าการค้นคืนแบบ Bottom-up

Tang และ Cai [11] ได้ทำการพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวจากเอกสารที่ไม่มีโครงสร้าง โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลการท่องเที่ยว ได้แก่ สถานที่ท่องเที่ยว โรงแรมที่พัก ร้านอาหาร จากเอกสารและบทความต่างๆ ซึ่งเป็นเอกสารที่ไม่มีโครงสร้างที่อยู่ในเว็บไซต์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์จากลักษณะเด่นของข้อมูล เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาพัฒนาออนโทโลยี เพื่อให้ผลการค้นหาตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น

Kathrin และคณะ [7] ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคนิคเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) ในการพัฒนาระบบการค้นคืนข้อมูลการท่องเที่ยว เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับระบบ e-Tourism จากการวิจัยมีการพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวที่ชื่อว่า Harmonies Ontology เพื่อใช้ในการท่องเที่ยว และการแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบของเอกสาร RDF เชื่อมโยงข้อมูลที่พัวพัน และเทศกาล เป็นหลัก

ดังนั้นในงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาออกแบบและพัฒนา และประสิทธิภาพของออนโทโลยีในทั้ง 3 แนวทาง คือบนลงล่าง (Top-Down) จากล่างขึ้นบน (Bottom-Up) และแบบผสม (Combination) ในการค้นคืนสารสนเทศเพื่อการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

## 2. การทบทวนวรรณกรรม

### 2.1 ออนโทโลยี

ออนโทโลยี คือ เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดเก็บ และนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้าง โดยใช้วิธีการบรรยายแนวความคิดด้วยข้อกำหนด (Specification) เพื่อแสดงมโนภาพ (Conceptualization) ของสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ในโดเมน (Domain) เพื่อบรรยายแนวความคิดตามขอบเขตที่สนใจ โดยข้อกำหนดนั้นถูกอธิบายขึ้นเพื่อสร้างความเข้าใจโครงสร้างฐานความรู้ทางด้านใดด้านหนึ่งในการใช้งานข้อมูลร่วมกัน (Information Sharing) ระหว่างผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับในโดเมน เนื่องจากออนโทโลยีคือทฤษฎีทางตรรกะ (Logic) ที่ใช้กำหนดความหมายของการอธิบายคำศัพท์ (Vocabulary) จากขอบเขตที่สนใจ



ซึ่งมีการกำหนดการอธิบายความหมายนั้นด้วยรูปแบบอย่างเป็นทางการ (Formal Explicit Description) ที่มีโครงสร้างและความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น (Hierarchies) ทำให้ออนโทโลยีมีความสามารถในการถ่ายทอดคุณสมบัติ (Inheritance) [12]

ออนโทโลยี มีข้อกำหนดอย่างหนึ่งที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับมีความเข้าใจในขอบเขตองค์ความรู้ต่างๆ ที่มีในโดเมนไปในทิศทางเดียวกัน โดยใช้นิยามแนวคิดให้อยู่ในรูปแบบของโหนด หรือ คลาส (Class) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Relation) คุณสมบัติของคลาส (Properties) สล็อต (Slot) ทำให้มีความสัมพันธ์แบบลำดับชั้นโดยมีรูปแบบและโครงสร้างในการอธิบายออนโทโลยีด้วยภาษาที่ใช้ในเว็บเชิงความหมายที่หลากหลาย เช่น ภาษา XML ภาษา RDF ภาษา RDFS และภาษา OWL [13]

แนวทางการพัฒนาออนโทโลยี (Ontology Development) มี 3 แนวทาง คือ การพัฒนาแบบบนลงล่าง (Top-Down) การพัฒนาแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) และการพัฒนาแบบผสม (Combination)

#### 1) Top-Down

เป็นวิธีการที่เริ่มจากการกำหนดคอนเซ็ปต์ในโดเมนทั่วไป เริ่มต้นด้วยคำนิยามโดยทั่วไปที่พบมากที่สุดตามแนวคิดในโดเมน และเอาความเชี่ยวชาญนั้นไปคิดเป็นแนวทาง และกำหนดคอนเซ็ปต์ที่มีความเฉพาะเจาะจงตัวอย่างเช่น เริ่มต้นด้วยการสร้างคลาสสำหรับแนวคิดโดยทั่วไปของไวน์ จากนั้นสร้างรายละเอียดย่อยๆ (Sub Class) ในคลาสนั้น เช่น ไวน์ขาว ไวน์แดง โรสไวน์ และเพิ่มคลาทย่อยให้กับคลาสที่สามารถจำแนกย่อยลงไปอีกได้ เช่น คลาสไวน์แดง มีคลาทย่อยเป็น Cabernet, Syrah, Red Burgundy เป็นต้น

#### 2) Bottom-Up

เป็นวิธีการที่เริ่มจากการกำหนดจากคอนเซ็ปต์ที่เฉพาะเจาะจงที่สุด หรือระดับล่างสุด โดยเริ่มต้นด้วยคำนิยามของความจำเพาะมากที่สุดของคลาส โดยมีการจัดกลุ่มตามลักษณะสิ่งเหล่านี้ให้เป็นแนวคิดที่กว้างมากขึ้น เช่น เริ่มต้นด้วยการกำหนดลักษณะของคลาส สำหรับไวน์ Pauillac และ Margaux จากนั้นสร้าง Super Class ให้สำหรับทั้งสองคลาส เป็นต้น

#### 3) Combination

เป็นวิธีการนำทั้ง 2 แบบมาผสมกัน คือ แบบ Top-Down

และแบบ Bottom-Up เป็นวิธีการที่เริ่มจากการกำหนดคอนเซ็ปต์ที่สำคัญหรือมีการอธิบายในโดเมนนั้นๆ ก่อน จากนั้นกำหนดคอนเซ็ปต์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยพิจารณาความหมายในเชิงทั่วไป และเฉพาะเจาะจงจากคำสำคัญเหล่านั้นไปพร้อมๆ กัน

## 2.2 เว็บเชิงความหมาย

เว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) คือ เทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดเก็บ และนำเสนอเนื้อหาแบบมีโครงสร้าง รวมถึงสามารถในการวิเคราะห์จำแนกหรือจัดแบ่งได้ว่าข้อมูลที่ปรากฏนั้นมีความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่นๆ ในแต่ละระดับอย่างไร หรือเป็นการจัดเก็บ และนำเสนอแบบมีลำดับชั้น

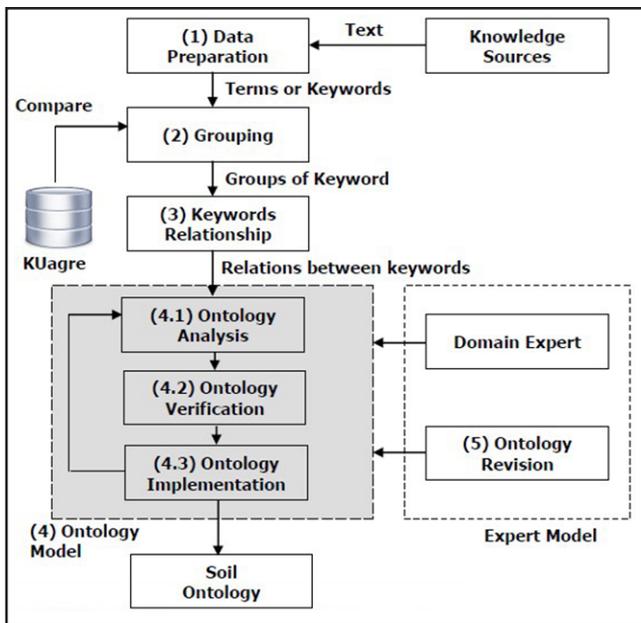
ซึ่งในปัจจุบันการพัฒนาเว็บไซต์เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดปัญหาเนื่องจากสารสนเทศมีจำนวนมากเกินความต้องการ (Information Overload) ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูล ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ และไม่สะดวกในการนำไปใช้ต่อ เนื่องจากการค้นหาด้วย คำหลัก (Keyword) ทั่วๆ ไป เครื่องมือที่ใช้การค้นหาไม่สามารถทำความเข้าใจและประมวลผลความหมาย หรือความสัมพันธ์ของคำนั้นๆ ได้โดยตรงประเด็น ผลของการสืบค้นที่ได้กลับมาจึงเป็นทุกอย่างที่มีค่า นั้น และสร้าง Hyperlink เพื่อให้เชื่อมโยงไปยังข้อมูล โดยไม่รู้ว่าผลลัพธ์ที่ได้คือคำที่อยู่ในเรื่องที่ต้องการหรือไม่ หรือแม้แต่เทคนิค PageRank ที่จัดลำดับความสำคัญเพื่อบ่งบอกถึงคุณภาพของเว็บเพจ บางครั้งข้อมูลที่ได้ก็ยังไม่ตรงประเด็น ซึ่งในอนาคต Google ก็จะมีการค้นหาเชิงความหมาย (Semantic Search) [14] Semantic Web จึงช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว คือ มีการระบุขอบเขตได้ โดยที่โปรแกรมสามารถเข้าใจองค์ประกอบของข้อมูล ซึ่งมีการอ้างอิงข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันมาเชื่อมโยงกันเพื่อทำให้การค้นหาง่ายขึ้น

## 2.3 ระบบค้นคืนสารสนเทศ

ระบบค้นคืนสารสนเทศ Information Retrieval System (IR) คือ ระบบที่จัดการประมวลผลสารสนเทศประเภทเอกสาร (Document) ในรูปแบบต่างๆ เช่น หนังสือ วารสาร บทความ เป็นต้น โดยเกี่ยวข้องในเรื่องการแสดงผลรูปแบบการเก็บบันทึก การดึงเอกสาร ดึงภาพที่ 1 [15]

ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบค้นคืนสารสนเทศในภาพรวมจากปัญหาเอกสาร และข้อมูลมีเป็นจำนวนมาก การค้นหาเอกสาร และข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่จึงมีความถูกต้องในการค้นหาน้อยลง และใช้เวลานาน

โดยได้มีการนำเอาวิธีการของระบบค้นคืนสารสนเทศ คือ ไม่อ่านเอกสารทั้งหมดเพื่อดึงเอกสารที่ต้องการออกมา แต่จะใช้ลักษณะเด่นของเนื้อหาของเอกสารเป็นตัวแทนของเอกสารที่สามารถแยกแยะเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Relevant) กับข้อความหรือสิ่งที่ต้องการออกจากเอกสารที่ไม่เกี่ยวข้อง (Non-relevant) การค้นคืนสารสนเทศจากอนโทโลยี เอกสารจะบรรจุเป็นเซตของคำสำคัญ (keyword) เป็นตัวแทนของคำนิยามนั้น ซึ่งมีความหมายสำหรับการสืบค้นสารสนเทศ ดังนั้นระบบค้นคืนสารสนเทศจึงเป็นระบบที่ทำการแปลเนื้อหาของข่าวสาร การจัดตำแหน่งของความสัมพันธ์กันเป็นสิ่งสำคัญที่สุด [16]



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานของระบบค้นคืนสารสนเทศ

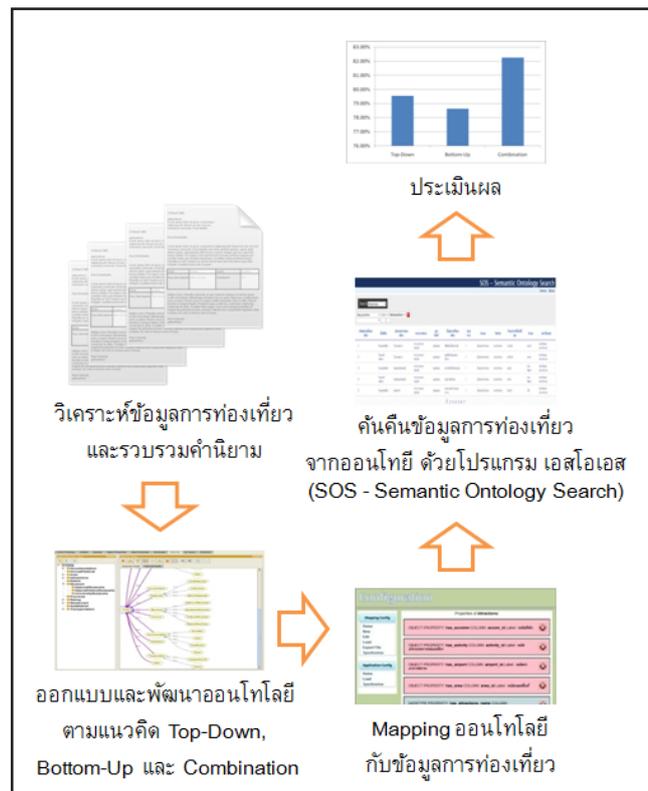
### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้มี 5 ขั้นตอน คือ 1) วิเคราะห์ข้อมูลการท่องเที่ยว และรวบรวมคำนิยาม 2) ออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยีตามแนวคิด Top-Down, Bottom-Up และ Combination 3) Mapping ออนโทโลยีกับข้อมูลการท่องเที่ยว 4) ค้นคืนข้อมูลการท่องเที่ยวจากอนโทโลยีด้วยโปรแกรมเอสโอเอส (SOS - Semantic Ontology Search) และ 5) ประเมินผลดังภาพที่ 2

#### 3.1 วิเคราะห์ข้อมูลการท่องเที่ยว และรวบรวมคำนิยาม

การวิเคราะห์ข้อมูลการท่องเที่ยวคือ การวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

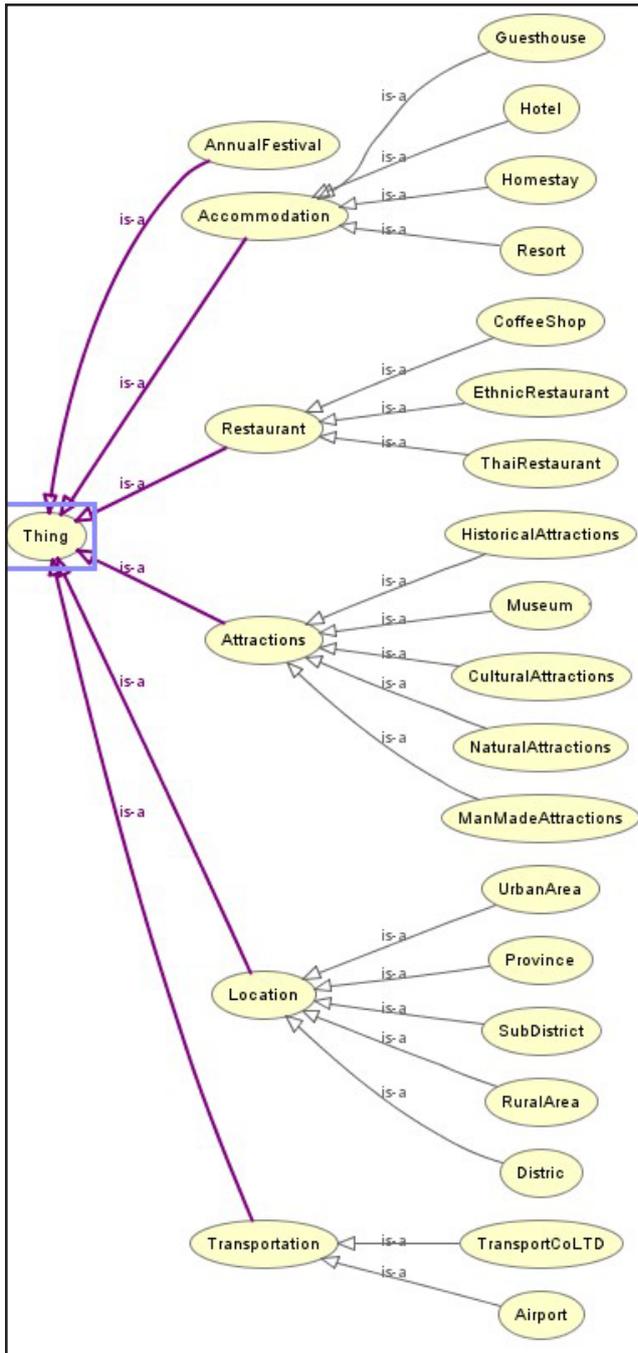
เช่น สถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก ร้านอาหาร การเดินทาง เป็นต้น การรวบรวมคำนิยามคือ การพิจารณากลุ่มคำเพื่อสร้างคำหลัก ซึ่งเป็นตัวแทนของคำนิยามนั้น โดยอยู่ภายใต้โดเมนหรือขอบเขตของการท่องเที่ยวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลและแบ่งประเภทแหล่งท่องเที่ยวตาม พรบ. การท่องเที่ยว จากฐานข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวกรมการท่องเที่ยว (<http://www.tblthailand.com>) จากข้อมูลคำหลักทั้งหมดในทุกคลาส 1,104 ข้อมูล เพื่อนำคำนิยามเหล่านั้นออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยีในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 2 วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.2 ออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยี

ออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยี คือ การนำข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ และสร้างคำหลักเพื่อออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยี ตามแนวทางการออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยี มี 3 แนวทาง คือ Top-Down, Bottom-Up และ Combination แต่ละแนวทางใช้คำหลักทั้งหมด 1,104 ข้อมูล เนื่องจากแนวทางการออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยีมีหลายแนวทาง ซึ่งในโดเมนเดียวกันแต่มีการออกแบบด้วยแนวทางที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อโครงสร้างของออนโทโลยี เนื่องจากแต่ละแนวทางมีการเริ่มต้นด้วยคำนิยามตามแนวความคิดที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 3 การพัฒนาออนโทโลยีโดยใช้หลักการ Top-Down

งานวิจัยนี้ออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยีการท่องเที่ยวด้วยโปรแกรม Protégé 4.1 โดยออนโทโลยีอยู่ในรูปแบบของ OWL ไฟล์

### 1) การพัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down

การพัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down ผู้วิจัยนำเสนอองค์ความรู้ในการออกแบบออนโทโลยีโดยมีความสัมพันธ์ของ Object Property, Data Property และ Instance ตามข้อมูลการท่องเที่ยวที่มี ประกอบไปด้วย 6 คลาสหลัก คือคลาสเทศกาล

(Annual festival) 27 ข้อมูล คลาสที่พัก (Accommodation) 273 ข้อมูล คลาสร้านอาหาร (Restaurant) 267 ข้อมูล คลาสแหล่งท่องเที่ยว (Attractions) 267 ข้อมูล คลาสสถานที่ (Location) 239 ข้อมูล และคลาสการเดินทาง (Transportation) 31 ข้อมูล ดังภาพที่ 3

### 2) การพัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up

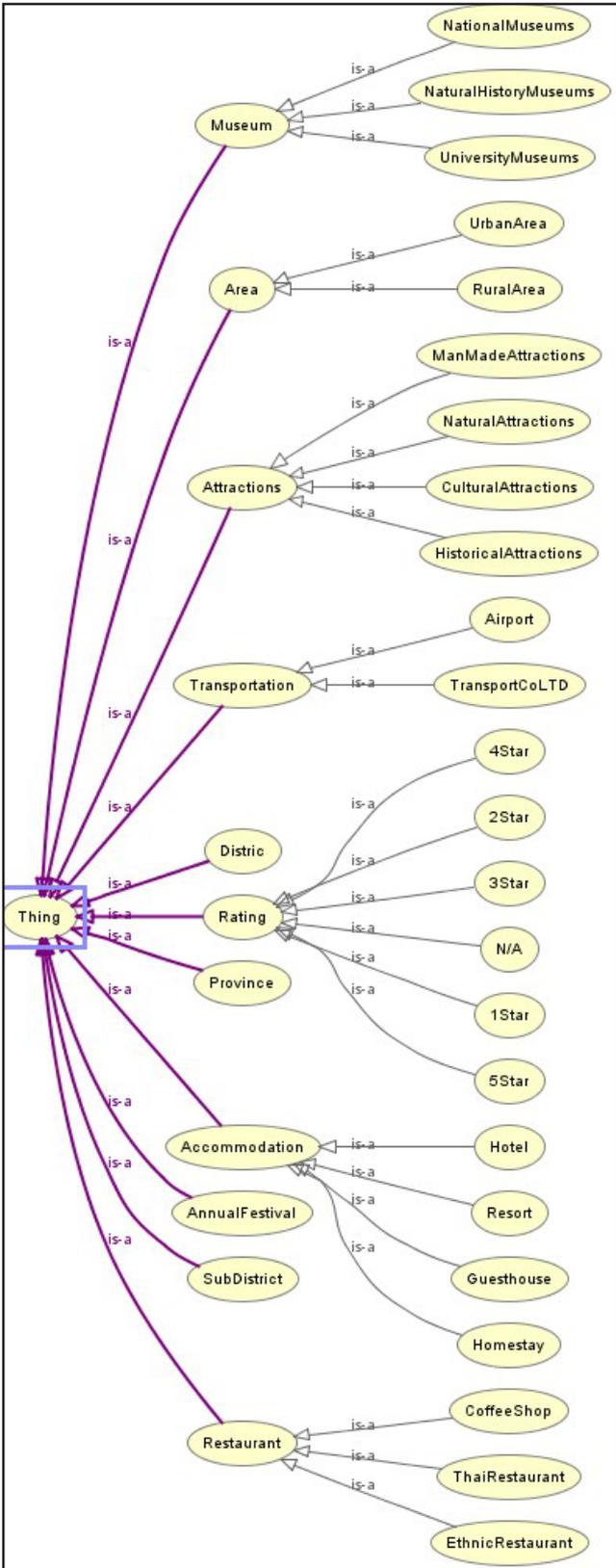
การพัฒนาแบบ Bottom-Up ผู้วิจัยนำเสนอองค์ความรู้ในการออกแบบออนโทโลยี โดยโครงสร้างของออนโทโลยีขึ้นอยู่กับข้อมูลของการท่องเที่ยวที่มีอยู่จริงเป็นหลัก ประกอบไปด้วย 11 คลาสหลัก คือ คลาสพิพิธภัณฑ์ (Museum) 41 ข้อมูล คลาสเขตพื้นที่ (Area) 2 ข้อมูล คลาสแหล่งท่องเที่ยว (Attractions) 226 ข้อมูล คลาสการเดินทาง (Transportation) 31 ข้อมูล คลาสอำเภอ (Distric) 94 ข้อมูล คลาสระดับที่พัก (Rating) 6 ข้อมูล คลาสจังหวัด (Province) 19 ข้อมูล คลาสที่พัก (Accommodation) 267 ข้อมูล คลาสเทศกาล (Annual festival) 27 ข้อมูล คลาสตำบล (SubDistrict) 124 ข้อมูล และคลาสร้านอาหาร (Restaurant) 267 ข้อมูล ดังภาพที่ 4

### 3) การพัฒนาออนโทโลยีแบบ Combination

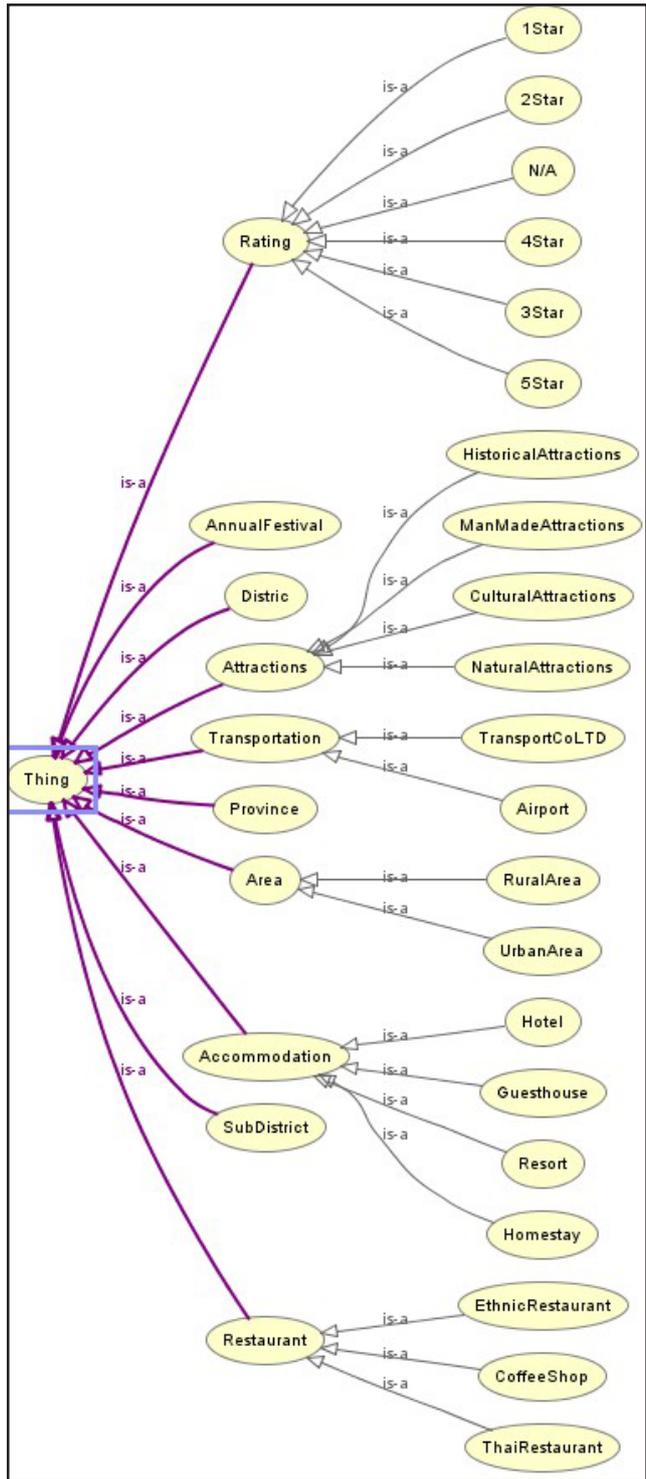
การพัฒนาแบบ Combination เป็นการผสมผสานการออกแบบและพัฒนาทั้ง 2 หลักการเข้าด้วยกัน ทั้งแบบ Top-Down และแบบ Bottom-Up โดยออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีให้สอดคล้องเหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่จริงตามดุลยพินิจของผู้วิจัย และเป็นการออกแบบและพัฒนาออนโทโลยีทั้ง 2 หลักการไปพร้อมๆ กัน ดังนั้นบางคลาสที่เป็นคลาสหลักในการพัฒนาแบบ Bottom-Up เช่น คลาสพิพิธภัณฑ์ (Museum) เมื่อพัฒนาแบบ Combination สามารถรวมกับคลาแหล่งท่องเที่ยว (Attractions) ได้ และบางคลาสที่เป็นคลาย่อยในการพัฒนาแบบ Top-Down เช่น คลาสจังหวัด (Province) คลาสเขตพื้นที่ (Area) คลาสอำเภอ (Distric) และคลาตำบล (SubDistrict) เมื่อพัฒนาแบบ Combination สามารถแยกเป็นคลาสหลักได้ ดังภาพที่ 5 โดยไม่ได้จำกัดเฉพาะว่าต้องมีจำนวนคลาสที่แน่นอน

การพัฒนาแบบ Combination จึงมีทั้งหมด 10 คลาสหลัก คือ คลาสระดับที่พัก (Rating) 6 ข้อมูล คลาสเทศกาล (Annual festival) 27 ข้อมูล คลาสอำเภอ (Distric) 94 ข้อมูล คลาสแหล่งท่องเที่ยว (Attractions) 67 ข้อมูล คลาสการเดินทาง (Transportation) 31 ข้อมูล คลาสจังหวัด (Province) 19 ข้อมูล คลาสเขตพื้นที่ (Area) 2 ข้อมูล คลาสที่พัก (Accommodation)

267 ข้อมูล คลาสตำบล (SubDistrict) 124 ข้อมูล และคลาส  
ร้านอาหาร (Restaurant) 267 ข้อมูล



ภาพที่ 4 การพัฒนาออนโทโลยีโดยใช้หลักการ Bottom-Up



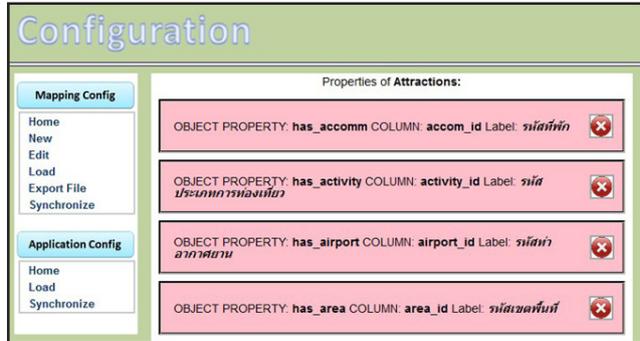
ภาพที่ 5 การพัฒนาออนโทโลยีโดยใช้หลักการ Combination

### 3.3 Mapping Ontology

Mapping ออนโทโลยี คือขั้นตอนการถ่ายทอดความคิดจากออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นให้เชื่อมโยง และสอดคล้องกับข้อมูลการท่องเที่ยว เนื่องจากในขั้นตอนการค้นคืนข้อมูลโดยใช้ภาษา SPARQL ยังไม่รองรับคำสั่งที่เป็นภาษาไทย ดังนั้น



ก่อนถึงขั้นตอนการค้นคืนข้อมูลจากออนโทโลยี โดยใช้โปรแกรม เอสโอเอส ต้องทำการ Mapping คลาส กับ Property และ Vocabulary ในหน้า Configuration ก่อน ดังภาพที่ 6 เพื่อให้โปรแกรมสามารถค้นหาข้อมูลการท่องเที่ยวที่เป็นภาษาไทยได้



ภาพที่ 6 การ Mapping ออนโทโลยี

### 3.4 การค้นคืนข้อมูล

การค้นคืนข้อมูลการท่องเที่ยวจากออนโทโลยี งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีชื่อว่า เอสโอเอส (SOS - Semantic Ontology Search) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดย เนคเทค (NECTEC : National Electronics and Computer Technology Center) โดยแสดงผลการค้นคืนทางหน้าจอ

1) การค้นคืนข้อมูลจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down การค้นคืนบางกรณีให้ผลลัพธ์ที่น้อยเกินไป เช่น หากต้องการค้นคืนสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้ที่พักที่ชื่อ “โรงแรมสุขสันต์” เจอผลลัพธ์ทั้งหมด 1 รายการ จากทั้งหมดที่มีอยู่จริง 7 รายการ เนื่องจากรายการสถานที่ท่องเที่ยวที่ไม่ถูกค้นคืนนั้นอยู่ใกล้ที่พักอื่นมากกว่า ซึ่งการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down ในความสัมพันธ์ของคลาสที่พัก (Accommodation) กับคลาสสถานที่ท่องเที่ยว (Attractions) มีสถานที่ท่องเที่ยวที่ใกล้ที่สุดมี 1 สถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น

หลังจากค้นคืน เมื่อดูคำสั่งใน Log file ของโปรแกรม เอสโอเอส จะปรากฏคำถามในการค้นคืนสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้ที่พักที่ชื่อ “โรงแรมสุขสันต์” ในรูปแบบของภาษา SPARQL ดังภาพที่ 7 ซึ่งค้นคืนจาก Object Property และ Data Property ของคลาสที่เกี่ยวข้องทั้งหมด ซึ่งจะปรากฏข้อมูล Object Property และ Data Property ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลที่เป็นภาษาไทย ดังภาพที่ 8

```

PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?x ?has_accomm2
       ?has_attractionstype4
       ?has_airport6
       ?has_area8
       ?has_attractions_name
       ?has_distance
       ?has_distic12
       ?has_province14
       ?has_restaurant16
       ?has_subdistrict18
       ?has_transport20
WHERE { ?x <http://www.semanticweb.org/owl/
        TopDownOnto.owl#has_attractions_id> ?pkey .
    
```

ภาพที่ 7 การค้นคืนในรูปแบบของภาษา SPARQL

```

2556-11-04 20:01:37 INFO GetResult:91 -
allData {52={has_attractions_id=52,
has_accomm>>has_accom_name=โรงแรม สุขสันต์,
has_attractionstype>>has_attractionstype_name=ธรรมชาติ,
has_airport>>has_airport_name=ท่าอากาศยานขอนแก่น,
has_area>>has_area_name=เขตชุมชน,
has_attractions_name=ผานกเค้า,
has_distance=82,
has_distic>>has_district_name=ชุมแพ,
has_province>>has_province_name=ขอนแก่น,
has_restaurant>>has_restaurant_name=ช้อนเงิน,
has_subdistrict>>has_subdistrict_name=นาหนองทุ่ม,
has_transport>>has_transport_name=สถานีขนส่งขอนแก่น}}
    
```

ภาพที่ 8 Logfile ของโปรแกรมเอสโอเอส

ชื่อที่พัก	ประเภทการท่องเที่ยว	ท่าอากาศยาน	เขตพื้นที่
โรงแรม สุขสันต์	ธรรมชาติ	ท่าอากาศยานขอนแก่น	เขตชุมชน

ภาพที่ 9 ผลการค้นคืนทางหน้าจอของโปรแกรมเอสโอเอส

จากภาพที่ 9 แสดงถึงผลการค้นคืนทางหน้าจอของสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้ที่พักที่ชื่อ “โรงแรมสุขสันต์” จากโปรแกรม เอสโอเอส เจอผลลัพธ์ทั้งหมด 1 รายการ คือ ผานกเค้า จากทั้งหมดที่มีอยู่จริง 7 รายการ สถานที่ท่องเที่ยวที่ไม่ถูกค้นคืนได้แก่ ถ้าปู่หลุบ ถ้าพญานาคราช น้ำตกพลาญทอง อุทยานแห่งชาติภูผาม่าน อุทยานแห่งชาติภูผาม่าน (ถ้าพญานาคราช) และอุทยานแห่งชาติภูผาม่าน (ถ้าลายแทง)

2) การค้นคืนข้อมูลจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up

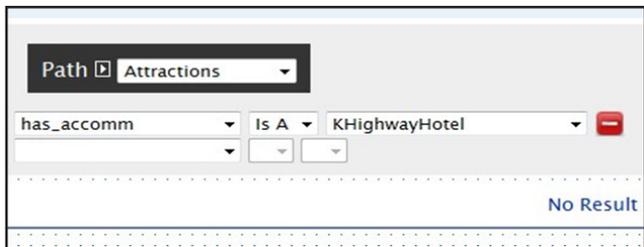
การค้นคืนบางกรณีไม่มีผลลัพธ์ในการค้นคืน เช่น หากต้องการค้นคืนสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้ที่พักที่ชื่อ “โรงแรม ไฮเวย์” มากที่สุด จะไม่สามารถค้นคืนได้เนื่องจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up โดยมีความสัมพันธ์จากคลาส “Attractions” เป็นหลัก มีความสัมพันธ์โดยมี Object Property ที่ชื่อว่า has\_Accommodation ที่มีความสัมพันธ์ไปยังคลาส “Accommodation” หากสถานที่ท่องเที่ยวแห่งใดแห่งหนึ่งมีที่พักที่ใกล้กว่าโรงแรม “โรงแรมไฮเวย์” ก็จะถูกเลือกให้เป็นที่พักที่ใกล้ที่สุดทันทีจากขั้นตอนการออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยี จึงทำให้กรณีนี้ไม่มีผลลัพธ์ในการค้นคืน เป็นต้น

```

PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
SELECT ?x ?id
WHERE{ ?x <http://www.semanticweb.org/owl
#has_accomm>
?a0 . ?a0 <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type> <http://www.semanticweb.org/owl/BottomUpOnto.owl#KHighwayHotel> .
?x <http://www.hozo.jp/owl/BottomUpOnto.owl#has_attractions_id> ?id .?x <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type>
<http://www.semanticweb.org/owl/BottomUpOnto.owl#Attractions> .}
ORDER BY ASC(xsd:integer(?id))
    
```

ภาพที่ 10 การค้นคืนในรูปแบบของภาษา SPARQL กรณีที่ไม่มีผลการค้นคืน

หลังจากค้นคืน เมื่อดูคำสั่งใน Log files ของโปรแกรม เอสโอเอส จะปรากฏคำถามในการค้นคืนสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้ที่พักที่ชื่อ “โรงแรมไฮเวย์” ในรูปแบบของภาษา SPARQL ในกรณีที่ไม่มีผลการค้นคืน ดังภาพที่ 11



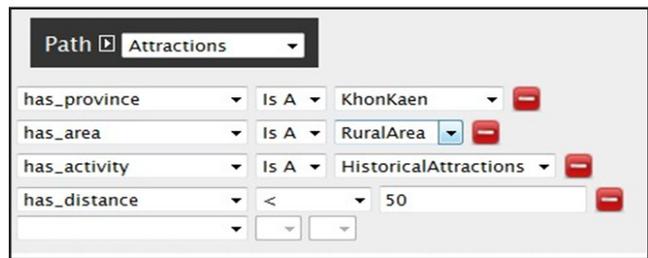
ภาพที่ 11 ผลการค้นคืนทางหน้าจอของโปรแกรมเอสโอเอส กรณีที่ไม่มีผลการค้นคืน

กรณีที่ไม่มีผลการค้นคืน จากภาพที่ 11 แสดงถึงการค้นคืนทางหน้าจอของสถานที่ท่องเที่ยวที่อยู่ใกล้ที่พัก

ที่ชื่อ “โรงแรมไฮเวย์” จากโปรแกรม เอสโอเอส เจอผลลัพธ์ทั้งหมด 0 รายการ จากทั้งหมดที่มีอยู่จริง 3 รายการ สถานที่ท่องเที่ยวที่ไม่ถูกค้นคืนได้แก่ หาดพยุคน ศูนย์วิทยาศาสตร์ และวัดสงวนวาริพัฒนาราม

3) การค้นคืนข้อมูลจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Combination

เนื่องการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Combination เป็นการนำหลักการออกแบบ และพัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down และ Bottom-Up ผสมผสานเข้าด้วยกัน ทำให้รูปแบบความสัมพันธ์ของ Object Property และ Data Property ระหว่างคลาสเพิ่มมากขึ้น เป็นการแก้ปัญหาในกรณีที่ไม่มีผลลัพธ์ในการค้นคืน การวัดประสิทธิภาพจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Combination จึงมีผลลัพธ์ที่เพิ่มขึ้นในบางกรณีที่ให้ผลลัพธ์น้อยเกินไป และส่งผลให้การค้นคืนแม่นยำ และมีรูปแบบในการค้นคืนที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 12 หน้าจอการเพิ่มเงื่อนไขในการค้นคืนที่ซับซ้อนของโปรแกรมเอสโอเอส

จากภาพที่ 12 การเพิ่มเงื่อนไขในการค้นคืนที่ซับซ้อนในโปรแกรมเอสโอเอส เช่น หากต้องการค้นคืนสถานที่ท่องเที่ยวในจังหวัด “ขอนแก่น” แหล่งท่องเที่ยวประเภท “โบราณสถาน” ที่อยู่ในเขตพื้นที่ “ชนบท” แต่มีระยะทางไม่เกิน “50 กิโลเมตร”

ประเภทการท่องเที่ยว	ท่าอากาศยาน	เขตพื้นที่	ชื่อสถานที่ท่องเที่ยว
โบราณสถาน	ท่าอากาศยานขอนแก่น	เขตชนบท	สิมอีสานวัดป่าแสงอรุณ
โบราณสถาน	ท่าอากาศยานขอนแก่น	เขตชนบท	วัดไชยศรี
โบราณสถาน	ท่าอากาศยานขอนแก่น	เขตชนบท	รูปเคารพสินไช
โบราณสถาน	ท่าอากาศยานขอนแก่น	เขตชนบท	พิพิธภัณฑ์เขื่อนลาว
โบราณสถาน	ท่าอากาศยานขอนแก่น	เขตชนบท	ถ้ำประกายชัย

ภาพที่ 13 ผลลัพธ์ทางหน้าจอหลังจากใส่เงื่อนไขการค้นคืน



จากภาพที่ 13 เจอผลลัพธ์ทั้งหมด 6 รายการ คือ สิมอีसान วัดป่าแสงอรุณ วัดไชยศรี รูปแต้มสินไช พิพิธภัณฑสถานลาว กู่ประภาชัย และวัดเจตเจติยภูมิ จากทั้งหมด 6 รายการ

### 3.5 การประเมินผล

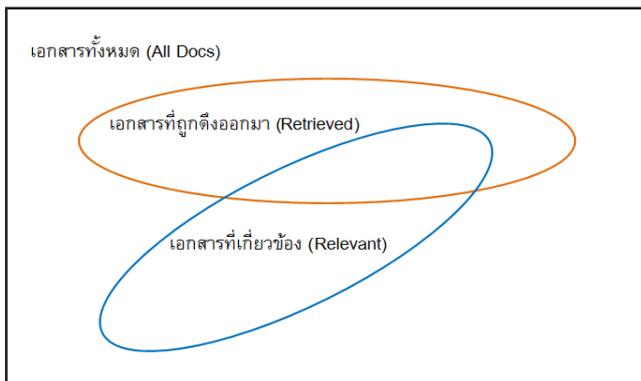
ในงานวิจัยฉบับนี้ ได้ทำการวัดประสิทธิภาพของการ ออกแบบออนโทโลยีด้วย F-measure และเวลาในการค้นคืน

1) F-measure คือ ค่าที่ใช้วัดความสัมพันธ์ของ ค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) เพื่อ วัดประสิทธิภาพของระบบค้นคืนสารสนเทศ แสดงได้จาก สมการที่ 1

$$F - measure = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall} * 100 \quad (1)$$

เมื่อค่าความถูกต้อง (Precision) คือ ค่าที่ใช้วัดความ สามารถในการที่จะขจัดเอกสารที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป และ ค่าเรียกคืน (Recall) คือ ค่าที่ใช้วัดความสามารถของระบบ ในการดึงเอกสารที่เกี่ยวข้องออกมา

เนื่องจากการค้นคืนเอกสารนั้นขึ้นอยู่กับข้อความ เมื่อ ผู้ใช้ป้อนคำถามระบบจะแบ่งกลุ่มของเอกสารออกเป็น 2 ส่วน คือ เอกสารที่ถูกดึงออกมา (Retrieved) และเอกสารที่ไม่ถูก ดึงออกมา (Not Retrieved) ซึ่งเอกสารต่างๆ ใน 2 กลุ่มนี้ อาจมีทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้อง (Relevant) และไม่เกี่ยวข้อง (Non-Relevant) ดังภาพที่ 14



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ของค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall)

2) เวลาในการค้นคืน (Processing Time) คือช่วงเวลาที่ใช้ ในการค้นคืนแต่ละครั้งจากการใช้คำหลัก เพื่อหาเวลาเฉลี่ย ในการค้นคืน แสดงได้จากสมการที่ 2

$$Processing Time = \frac{\sum_{i=1}^N elapsedTimeMin}{N} \quad (2)$$

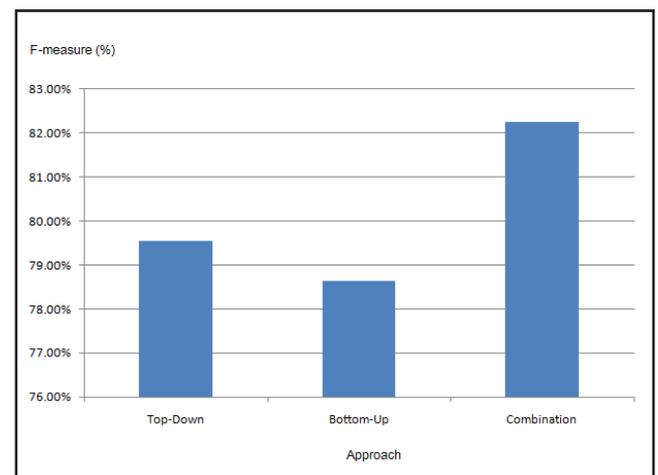
เมื่อ elapsedTimeMin คือ เวลาในการค้นคืนแต่ละครั้ง และ N คือ จำนวนครั้งในการค้นคืน ซึ่งการค้นคืนสารสนเทศ ในหมวดหมู่ย่อยแต่ละระดับจะใช้เวลาในการค้นคืนที่ แตกต่างกัน โดยดูจาก Log file ของโปรแกรมเอสโอเอส (SOS - Semantic Ontology Search) ซึ่งในการค้นคืนแต่ละครั้ง จะปรากฏเวลาที่ใช้ในการค้นคืนดังภาพที่ 15 ใช้เวลาใน การค้นคืน (elapsedTimeMin) 0.014933334 วินาที (Sec)

```
rt_name      key 74
2557-05-26 19:57:36 INFO ModelInteraction:202 -
transport>>has_transport_name
2557-05-26 19:57:36 INFO ModelInteraction:204 -
le is : ผลิต|ป๋อ|ป๋อ
2557-05-26 19:57:36 INFO GetResult:139 - label
2557-05-26 19:57:36 INFO GetResult:185 - s Time
1401109056108
2557-05-26 19:57:36 INFO GetResult:187 - Total
hod callMethod() is :0.014933334 elapsedTimeMin
```

ภาพที่ 15 Logfile เวลาที่ใช้ในการค้นคืนแต่ละครั้ง

### 4. ผลการดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาออนโทโลยี และ ประเมินผลระบบค้นคืนสารสนเทศใช้ค่า F-measure ซึ่งเป็น ค่าของความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความถูกต้อง (Precision) และค่าเรียกคืน (Recall) ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการค้นคืน (Processing Time) จากข้อมูลทั้งหมดในทุกคลาส 1,104 ข้อมูล โดยใช้คำหลักจำนวน 50 คำหลัก ทดสอบ 50 ครั้ง



ภาพที่ 16 การเปรียบเทียบค่า F-measure

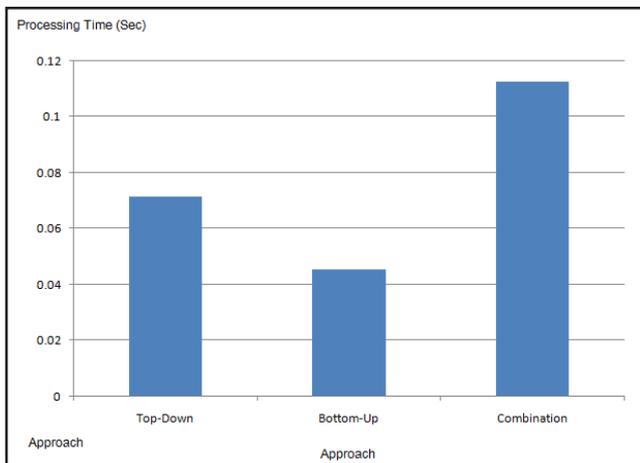
#### 4.1 ค่า F-measure

ในการวัดประสิทธิภาพของการค้นคืนในการทดลองนี้ได้ใช้ค่า F-measure ซึ่งเป็นหลักสถิติที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยการวัดประสิทธิภาพจากการพัฒนาออนโทโลยีทั้ง 3 แบบ คือ Top-Down, Bottom-Up และ combination ซึ่งสามารถแสดงได้ ดังภาพที่ 16

จากภาพที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของออนโทโลยีในแต่ละแบบ ผลปรากฏว่าการค้นคืนข้อมูลด้วยการออกแบบออนโทโลยีแบบ Combination มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยมีค่า F-measure เท่ากับ 82.26 % รองลงมาคือการค้นคืนข้อมูลจากออนโทโลยีแบบ Top-Down ได้ค่า F-measure เท่ากับ 79.55 % ผลการค้นคืนข้อมูลจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up ได้ค่า F-measure ที่ต่ำสุดเท่ากับ 78.64 %

#### 4.2 เวลาที่ใช้ในการค้นคืน

งานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซีพียู intel(R) Core (TM)2 ความเร็ว 1.87 GHz หน่วยความจำ 2.0 GB การหาค่าเฉลี่ยของเวลาในการค้นคืนข้อมูลโดยดูจาก Log file ของโปรแกรมเอสไอเอส จากการพัฒนาออนโทโลยีทั้ง 3 แบบ ได้ผลของเวลาที่ใช้ในการค้นคืน (Processing Time) ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 เวลาที่ใช้ในการค้นคืน (Processing Time)

จากภาพที่ 17 แสดงผลค่าเฉลี่ยของเวลาในการค้นคืนข้อมูลจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Top-Down ใช้เวลาค้นคืนโดยเฉลี่ย เท่ากับ 0.0713 วินาที ผลการค้นคืนข้อมูลจากการพัฒนาออนโทโลยีแบบ Bottom-Up ใช้เวลาโดยเฉลี่ย น้อยที่สุดเท่ากับ 0.0452 วินาที ผลการค้นคืนข้อมูลจาก

การพัฒนาออนโทโลยีแบบ Combination ใช้เวลาโดยเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.1122 วินาที

#### 5. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาออนโทโลยีเป็นแนวทางใหม่ในการพัฒนาเว็บเชิงความหมาย โดยมีหลายแนวทาง รวมถึง Top-down Bottom-Up และ Combination ผลปรากฏว่า การออกแบบออนโทโลยีแบบ Combination ให้ค่าประสิทธิภาพการค้นคืนสูงสุดเท่ากับ 82.26 % แต่ใช้เวลามากที่สุด ส่วนแบบ Bottom-Up ให้ค่าประสิทธิภาพการค้นคืนต่ำสุด แต่ใช้เวลาน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะโครงสร้างของออนโทโลยีมีลำดับชั้นน้อยกว่าแบบ Combination

ในอนาคตผู้วิจัยจะได้ทำการนำเอากฎในการค้นคืนด้วยออนโทโลยีมาทำการเพิ่มประสิทธิภาพ และลดเวลาในการค้นคืนของการออกแบบออนโทโลยีแบบ Combination

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. “โครงการเที่ยวไทย ครีกครื้น เศรษฐกิจไทยคึกคัก.” Available online at <http://thai.tourismthailand.org/> (วันที่ค้นคว้าข้อมูล 28 ตุลาคม 2555).
- [2] C.-H. Liu, K.-L. Chang, Jason J.-Y. Chen and S.-C. Hung. “Ontology-Based Context Representation and Reasoning Using OWL and SWRL.” *In Proceedings of 8th Annual Communication Networks and Services Research Conference*, pp. 215-218, 2010.
- [3] J. Hendler. “Making Biomedical Ontologies and Ontology Repositories Work.” *IEEE Computer Society*, pp. 78-80, 2004.
- [4] C. Park and J. Shon. “A Study on the Web Ontology Processing System.” *Knowledge & Inference Research Team*, pp. 1035-1038, 2005.
- [5] H. Zhu, Q. Tian, Y. Liang, S. Ji1 and W. Sun. “Domain Ontology Component-based Semantic Information Integration.” *In Proceedings of First International Workshop on Education Technology and Computer Science*, pp. 101-103, 2009.
- [6] M. Hwang, H. Kong and P. Kim. “The Design of the



- Ontology Retrieval System on the Web.” *ICAOT*, pp. 1815-1818, 2006.
- [7] P. Kathrin, D. Ying, L. Michael and Z. Yan. “TOURISM ONTOLOGY AND SEMANTIC MANAGEMENT SYSTEM: STATE-OF-THE-ARTS ANALYSIS.” *In Proceedings of IADIS International Conference*, pp. 111-114, 2007.
- [8] S. Zhang, J. Guo, Z. Yu, C. Lei, C. Mao and H. Wang. “An Approach of Domain Ontology Construction based on Resource Model and Jena.” *In Proceedings of Third International Symposium on Information Processing*, pp. 311-314, 2010.
- [9] E. Paul van der Vet and Nicolaas J.I. Mars. “Bottom-Up Construction of Ontologies.” *TRANSACTIONS ON KNOWLEDGE AND DATA ENGINEERING. IEEE*; pp. 513-524, 1998.
- [10] G.S. Sadasivam, C. Kavitha and M. SaravanaPriya. “Ontology Based Information Retrieval for E-Tourism.” *International Journal of Computer Science and Information Security*, pp. 78-82, 2010.
- [11] S. Tang and Z. Cai. “Tourism Domain Ontology Construction from the Unstructured Text Documents.” *Cognitive Informatics (ICCI'10). IEEE*; pp. 297-300, 2010.
- [12] T. R. Gruber. “A Translation Approach to Portable Ontology Specifications.” *Knowledge Acquisition*, pp. 199-220, 1993.
- [13] N. Guarino. “Formal Ontology and Information Systems.” *In Proceedings of the 1st International Conference on Formal Ontologies in Information Systems*. Knowledge Acquisition, pp. 3-15, 1998.
- [14] Semantic Search. Available online at [http://google.about.com/od/s/g/semantic\\_search.htm](http://google.about.com/od/s/g/semantic_search.htm) (วันที่ค้นคว้าข้อมูล 27 พฤษภาคม 2557).
- [15] Tongpool Heeptaisong. “Ontology Development for Searching Soil Knowledge.” *In Proceedings of International Conference on e-Business*, pp. 102-104, 2010.
- [16] สุมาลี เมืองไพศาล. “การจัดการข้อมูล และการเรียกใช้ข้อมูล *Information organization and retrieval*.” มหาวิทยาลัยรามคำแหง, หน้า 87-129, 2535.