



การพัฒนาออนไลน์เชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย

โดย

นางสาวอุบลรัตน์ ภูมิสถาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาออนไลน์เชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย

โดย

นางสาวอุบลรัตน์ ภูมิสถาน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DEVELOPMENT OF GEO - ONTOLOGY FOR THAI CULTURAL HERITAGE

By

Miss Ubonrat Phumisathan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Science Program in COMPUTER SCIENCE

Department of Computing

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2011

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้วิทยานิพนธ์เรื่อง “ การพัฒนาออนไลน์
เชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย ” เสนอโดย นางสาวอุบลรัตน์ ภูมิสถาน เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 31 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2555

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ

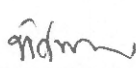
(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา จันทราพรชัย)

31 / พ.ค. / 55

 กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชฎา คงคะจันทร์)

29 / พ.ค. / 55

 กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ทัศนวรรณ ศูนย์กลาง)

31 / พ.ค. / 55

 กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

28 / พ.ค. / 55

50307204 : สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คำสำคัญ : ออนโทโลยี แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

อุบลรัตน์ ภูมิสถาน : การพัฒนาออนโทโลยีเชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย.

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร. ปานใจ ธารทัศนวงศ์. 128 หน้า.

ในการพัฒนาฐานความรู้เชิงพื้นที่ของมรดกทางวัฒนธรรมไทยนั้น ได้นำเอาข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมมาสกัดองค์ความรู้โดยให้ความสนใจข้อมูลทางด้านเวลา สถานที่ และบุคคล ซึ่งจาก 3 ปัจจัยหลักทำให้เกิดข้อมูลของกิจกรรม ซึ่งถึงแม้ว่าเวลาจะเปลี่ยนแปลงไปก็ตามสิ่งต่างๆ เหล่านี้ก็ยังคงเกิดขึ้นบนตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์บนพื้นโลกตำแหน่งเดิม แต่เนื่องมาจากข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมไทยนั้นไม่มีรูปแบบที่แน่นอน จากสิ่งดังกล่าวข้างต้น จึงนำเอาออนโทโลยีมาช่วยในการจัดการฐานความรู้และนำเอาพิกัดทางภูมิศาสตร์มาช่วยในการบอกตำแหน่งจริงของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

ในงานวิจัยนี้นำข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมและข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์มาพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีด้วยโปรแกรม Protégé 4.0 โดยใช้ภาษา OWL DL และใช้ Pellet เป็นตัว Reasoner แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของการสืบค้นข้อมูลโดยใช้คำสำคัญและการระบุความสัมพันธ์ และส่วนของการเพิ่มข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ เมื่อนำเอาฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่มาทดสอบตามด้วย Ontology Metric พบว่าออนโทโลยีที่พัฒนาเป็น SHOIN^(D) จากนั้นนำไปวัดการตรวจวัดการทำงานของคิวรีตาม Berlin SPARQL Benchmark (BSBM) จำนวน 4 คิวรี โดยใช้เวลาในการคิวรีเท่ากับ 0.0646, 0.0811, 0.0598 และ 0.0854 มิลลิวินาที ตามลำดับ ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำคุณสมบัติที่ได้กำหนดมาคิวรีข้อมูลโดยการพิจารณาการอนุมานโดยสามารถแสดงคุณสมบัติแบบผกผัน คุณสมบัติแบบฟังก์ชัน คุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน คุณสมบัติแบบถ่ายทอด และคุณสมบัติแบบสมมาตรได้อย่างถูกต้อง จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบจำนวน 50 คน พบว่าระบบงานอยู่ในระดับที่ดี โดยอยู่ในคะแนนเฉลี่ยที่ 4.05

ภาควิชาคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ลายมือชื่อนักศึกษา...อุบลรัตน์ ภูมิสถาน.....

ปีการศึกษา 2554

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ผศ.ดร. ปานใจ ธารทัศนวงศ์.....

50307204 : MAJOR : COMPUTER SCIENCE

KEYWORD : ONTOLOGY/CULTURAL HERITAGE/GIS

UBONRAT PHUMISATHAN : DEVELOPMENT OF GEO - ONTOLOGY FOR THAI CULTURAL HERITAGE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. PANJAI TANTATSANAWONG, Ph.D. 128 pp.

Regarding to developing of Geo-Ontology for Thai Cultural Heritage, the important ontology is in Time, Place, and People that become to the Activity domain. Even the time pass, the ancient places still the same thing as ever and located on the same spatial position. However, the causes of problems come from the uncertainly Thai records, the name changed. From above, Geo-Ontology was proposed to help manage the knowledge base and bring the geographic coordinates of the cultural heritage locations in Thailand.

In this research, we create the ontology in Thai Cultural Heritage and Geo-Reference by Protégé 4.0.2 ontology editor. The web ontology language is OWL DL. The reasoner is Pellet, which divides the system into two parts; the first part is searching by key words and relationships identification. The second part is data addition from experts. The OWL expressivity is SHOIN^(D) that tested by ontology matrix tool of Protégé. Then the testing of performance of queries is SPARQL Benchmark (BSBM). There are four number of queries, which have query time are 0.0646, 0.0811, 0.0598 and 0.0854, respectively, in milliseconds. The developed system can be used to query the data can be deduced by the inverse property, functional property, inverse functional property, transitive property and symmetric property correctly. The satisfaction of the users found the system to a great extent. The average score is 4.05.

Department of Computing

Graduate School, Silpakorn University

Student's signature *Ubonrat Phumisathan*

Academic Year 2011

Thesis Advisor's signature *Panjai Tantatsanawong*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงด้วยความกรุณาเป็นอย่างสูงของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปานใจ ธารทัศนวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้า ที่กรุณาให้โอกาส คำปรึกษา และความรู้ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจและแก้ปัญหาให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด หากมีสิ่งที่ข้าพเจ้าทำผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้ากราบขออภัยและขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัชฎา คงคะจันทร์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทนา จันทราพรชัย ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์ ดร. ทศนวรรณ ศูนย์กลาง กรรมการ ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำเพื่อใช้เป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ให้เป็นไปด้วยความถูกต้องและสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรทุกท่านที่ได้กรุณาประสิทธิ์ประสาทความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกๆ ท่านที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบพระคุณคุณพงศ์ธันว์ สำเภาเงิน นักโบราณคดี สำนักศิลปากรที่ 14 นครศรีธรรมราช และ พันเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุรัตน์ เลิศล้ำ โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ที่คอยให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อข้อมูลทางด้านข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

ขอขอบคุณคุณประวิม เหลืองสมานกุล ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือประสานงานต่างๆ ตลอดการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกท่านที่ได้คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือข้าพเจ้าในการทำวิจัยในครั้งนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพประกอบ.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
ขั้นตอนการวิจัย.....	3
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ออนโทโลยี (Ontology).....	5
ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-ontology).....	13
ระบบฟักัด.....	15
ข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรม (Cultural Heritage)	18
Berlin SPARQL Benchmark (BSBM)	23
เอกสารงานวิจัย.....	23
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	25
การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ	25
การออกแบบโครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่	27
การพัฒนาโปรแกรม.....	44
ขั้นตอนการทดสอบระบบ.....	56
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัดการทำงานของคิวรี.....	60
ระบบพัฒนาการพัฒนายออนโทโลยีเชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย	62

	หน้า
ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ.....	68
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	71
สรุปผลการศึกษา	71
ข้อเสนอแนะ	72
รายการอ้างอิง	73
ภาคผนวก.....	76
ภาคผนวก ก Google Maps API	77
ภาคผนวก ข การสร้างออนโทโลยี	85
ภาคผนวก ค การใช้งาน RAP (RDF API for PHP V0.9.6)	108
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งานระบบออนโทโลยีเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทาง วัฒนธรรมไทย	113
ภาคผนวก จ การคิวรีข้อมูลโดยการพิจารณาการอนุมาน.....	121
ประวัติผู้วิจัย	128

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เปรียบเทียบการพัฒนาออนไลน์กับการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ.....	6
2.2	มรดกทางวัฒนธรรมประเภทต่างๆ.....	19
3.1	คลาส คลาสย่อย และรายละเอียดของคลาสในออนไลน์เชิงพื้นที่.....	33
3.2	รายละเอียดของคุณสมบัติของวัตถุในออนไลน์เชิงพื้นที่.....	34
3.3	รายละเอียดของคุณสมบัติของประเภทข้อมูลในออนไลน์เชิงพื้นที่.....	35
3.4	รายละเอียดของคุณสมบัติแบบผกผัน.....	38
3.5	รายละเอียดของคุณสมบัติแบบฟังก์ชัน.....	40
3.6	รายละเอียดของคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน.....	41
3.7	รายละเอียดของคุณสมบัติแบบถ่ายทอด.....	41
3.8	รายละเอียดของคุณสมบัติแบบสมมาตร.....	42
3.9	รายละเอียดของคุณสมบัติต่างๆ จากการควิรีข้อมูลโดยการอนุมาน.....	42
3.10	ผลลัพธ์ที่ได้จากการควิรีข้อมูลด้วยคำสำคัญ.....	55
3.11	ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการควิรีข้อมูลโดยระบุความสัมพันธ์.....	53
3.12	เกณฑ์ให้คะแนนเชิงคุณภาพ และเกณฑ์การใช้คะแนนเชิงปริมาณ.....	59
4.1	เกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการประเมิน.....	68
4.2	ความคิดเห็นของกลุ่มผู้ใช้งาน.....	69

สารบัญภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนในการพัฒนาออนโทโลยี	7
2.2	ระดับชั้นของเว็บเชิงความหมาย.....	8
2.3	คอนสตรัคเตอร์ใน Description Logics	10
2.4	รายละเอียดของสัญลักษณ์ของ Description Logics ตระกูล SHOIN ^(D)	11
2.5	การสร้าง OWL โดยการเขียนโค้ดด้วยโปรแกรม Edit plus	12
2.6	การสร้าง OWL ด้วยการเครื่องมือแก้ไขออนโทโลยี Protégé	13
2.7	หน่วยการวัดระบบพิกัดรูปทรงกลม	15
2.8	ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน.....	16
2.9	โครงสร้างของ CIDOC CRM	21
2.10	CLAROS (Classical Art Research Online Services)	22
2.11	Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa.....	22
3.1	สถาปัตยกรรมของระบบ	26
3.2	ออนโทโลยีเชิงพื้นที่แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย	28
3.3	คลาสแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย (TCH_Place).....	29
3.4	คลาสยุคสมัย (Period).....	30
3.5	คลาสหมวดหมู่ (Categories).....	31
3.6	คลาสกิจกรรม (Activity).....	32
3.7	คลาสบุคคล (Person).....	32
3.8	คลาสช่วงเวลา (TimeSpan)	33
3.9	การกำหนดเนมสเปซ (NameSpace).....	37
3.10	ตัวอย่างการอธิบายข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมประเภท แหล่งโบราณสถาน “ปราสาทหินพนมวัน”	37
3.11	ตัวอย่างการลักษณะคุณสมบัติแบบผกผัน	38
3.12	ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบฟังก์ชัน	39
3.13	ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน	40
3.14	ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบถ่ายทอด	41
3.15	ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติจากการคิวรีโดยการอนุมานจากคลาส ที่สร้างขึ้น	44
3.15	ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบสมมาตร.....	42

รูปที่		หน้า
3.16	หน้าจอโปรแกรมโปรทีเจ 4.0 (Protégé 4.0).....	45
3.17	การวัดค่า DL Expressivity ของออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (ซ้าย) และการวัดค่าของคลาส เงื่อนไข และคุณสมบัติ (ขวา)	45
3.18	ขั้นตอนการพัฒนาระบบ	46
3.19	การเข้าใช้ระบบของผู้เชี่ยวชาญ.....	47
3.20	การขั้นตอนการเพิ่มข้อมูล	48
3.21	ขั้นตอนการใช้งานของผู้ใช้	49
3.22	หน้าจอการลงทะเบียนขอใช้งาน Google Maps API	49
3.23	ฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่สำหรับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมโดยใช้ RDF API	50
3.24	โค้ดแสดงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของ xml.....	50
3.25	ข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยในภาษา xml เมื่อแสดงผลผ่าน เว็บเบราว์เซอร์.....	51
3.26	ตำแหน่งของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยบนแผนที่ Google Map	51
3.27	ส่วนของการค้นหา (สถานที่) (ก) ส่วนของการค้นหาด้วยคำสำคัญ (ข) ส่วนของการค้นหาขั้นสูง (ใช้ความสัมพันธ์).....	52
3.28	การประกาศเรียกใช้ RAP API.....	53
3.29	การประกาศไวยากรณ์ในการสืบค้นข้อมูลบนโครงสร้างข้อมูล OWL ด้วย SPARQL	53
3.30	การประกาศไวยากรณ์ในการระบุความสัมพันธ์ด้วย SPARQL	54
3.31	ลักษณะการค้นหาโดยใช้ความสัมพันธ์ในลักษณะ “AND” และ “OR”	55
3.32	ระดับของการคิวรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 1.....	56
3.33	ระดับของการคิวรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 2.....	57
3.34	ระดับของการคิวรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 3.....	58
3.35	ระดับของการคิวรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 4.....	58
4.1	คิวรีระดับที่ 1 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรม Protégé.....	60
4.2	ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน	60
4.3	คิวรีระดับที่ 2 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรมโปรทีเจ	61

รูปที่		หน้า
4.4	ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน	61
4.5	คิวรีระดับที่ 3 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรมโปรทีเจ้	61
4.6	ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน	61
4.7	คิวรีระดับที่ 4 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรมโปรทีเจ้	62
4.8	ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน	62
4.9	หน้าจอที่ใช้ในการค้นหาคิวรีด้วยคำสำคัญ	63
4.10	ข้อมูลที่ได้จากการคิวรี.....	63
4.11	รายละเอียดของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมและแผนที่	64
4.12	หน้าจอที่ใช้ในการค้นหาคิวรีด้วยความสัมพันธ์ AND หรือ OR	65
4.13	แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่อยู่รอบวัดเสมาเมือง ภายในรัศมี 10 กิโลเมตร	66
4.14	หน้าจอฟอร์มการเพิ่มแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย	67
4.15	ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงฐานความรู้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย.....	67
4.15	ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงฐานความรู้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย.....	68
ก.1	เว็บไซต์หน้า https://code.google.com/apis/console	78
ก.2	การเลือก Service เพื่อเปิดใช้บริการ Service ของ API Project.....	79
ก.3	การ Activate the Google Maps API.....	79
ก.4	เลือก Create new Browser key เพื่อสร้าง Key จาก URL	80
ก.5	การใส่ URL เพื่อขอ API Key.....	81
ก.6	ข้อมูลของ API key	81
ก.7	หน้าแผนที่ตามพิกัดที่ระบุไว้.....	84
ข.1	หน้าต่างเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม Protégé โดยเลือกที่ Create new OWL ontology	87
ข.2	หน้าต่างในการตั้งชื่อ URI ของออนโทโลยี.....	87
ข.3	หน้าต่างสำหรับกำหนดตำแหน่งที่ต้องการบันทึกไฟล์.....	88
ข.4	หน้าต่างในการเลือก Format ของไฟล์	88
ข.5	หน้าต่างในส่วนของการเพิ่ม Classes	89
ข.6	ส่วนของการสร้างคลาส ด้วยคำสั่ง Add subclasses.....	90
ข.7	หน้าต่างสำหรับสร้างคลาส	90
ข.8	คลาสที่สร้างขึ้นใหม่.....	90
ข.9	การใส่ข้อมูลคำอธิบาย (Annotation).....	91

รูปที่		หน้า
ข.10	การเพิ่มคลาส Anicent_Remain	92
ข.11	การเพิ่มคลาส Archaeological_Site โดยใช้คำสั่ง Add silbing class	93
ข.12	ขั้นตอนการเปลี่ยนชื่อคลาส.....	93
ข.13	การลบคลาสด้วยคำสั่ง Delete selected classes	94
ข.14	Superclasses ของคลาส Archaeological_Site	94
ข.15	คำสั่งภายในส่วนของ Description	95
ข.16	คำสั่งภายในส่วนของ Object Properties	95
ข.17	ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคลาส TCHPlace และ Period	96
ข.18	การเพิ่มคุณสมบัติ hasPeriod	96
ข.19	การกำหนด Description ของคุณสมบัติ hasPeriod.....	97
ข.20	การเพิ่มกำหนดโดเมนของคุณสมบัติ hasPeriod	98
ข.21	การเพิ่มกำหนดเรนจ์ของคุณสมบัติ hasPeriod	98
ข.22	การเพิ่ม Inverse properties ของคุณสมบัติ hasPeriod.....	99
ข.23	ส่วนของการกำหนดคุณสมบัติแบบถ่ายทอด (Transitive Properties).....	100
ข.24	ส่วนการเพิ่ม Data Properties ที่ชื่อว่า Name	100
ข.25	การเพิ่มข้อมูลโดเมนของ Data Properties ที่ชื่อว่า Name	101
ข.26	การเพิ่มข้อมูลเรนจ์ของ Data Properties ที่ชื่อว่า Name	102
ข.27	การเพิ่มข้อมูล Individual Ancient_Remain_NakhonNayok_ WatTadaeng (วัดท่าแดง)	103
ข.28	การเพิ่มข้อมูล Types ให้กับ Individual วัดท่าแดง.....	104
ข.29	การเพิ่มข้อมูล Data property ให้กับ Individual วัดท่าแดง	105
ข.30	การเพิ่มข้อมูล Object property ให้กับ Individual วัดท่าแดง	105
ข.31	การใช้งาน Reasoner	106
ข.32	หน้าต่าง Reasoner Error	106
ข.33	ข้อมูลที่ได้จากการอนุมานหลังจากใช้ Pallet	107
ค.1	ตำแหน่งการนำไฟล์เดอร์ rdfapi ภายใต้ไฟล์เดอร์ที่ต้องการ.....	109
ค.2	การเพิ่มข้อมูลโดเมนของ Data Properties ที่ชื่อว่า Name	111
ค.3	ข้อมูล PREFIX ในไฟล์ OWL.....	111
ค.4	ข้อมูล PREFIX	111
ง.1	เว็บไซต์หน้าแรก.....	114

รูปที่		หน้า
ง.2	ส่วนการค้นหาคำสำคัญ	114
ง.3	ส่วนการค้นหาคำสำคัญ	115
ง.4	ส่วนการค้นหาคำสำคัญด้วย พระราชวังโบราณ	115
ง.5	รายละเอียดของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย	116
ง.6	หน้าจอที่ใช้ในการค้นหาด้วยคำสำคัญและผลลัพธ์เมื่อค้นหาด้วย ศาสนา.....	116
ง.7	ข้อมูล PREFIX ในไฟล์ OWL.....	117
ง.8	ข้อมูล PREFIX	117
ง.9	ส่วนการค้นหาคำสำคัญด้วย พระราชวังโบราณ	118
ง.10	ส่วนเมนู	118
ง.11	หน้าจอการเข้าใช้ระบบ	118
ง.12	การใส่ username หรือ password ทึ่ผิด.....	118
ง.13	หน้าจอฟอร์มการเพิ่มแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย	119
ง.14	ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงฐานความรู้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย.....	119
ง.15	ข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ถูกบันทึกจากฟอร์ม	120
จ.1	ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติแบบผกผัน	122
จ.2	ตัวอย่างคุณสมบัติแบบผกผันกรณีอุทยานประวัติศาสตร์พิมายและสมัยลพบุรี ..	123
จ.3	ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติแบบฟังก์ชัน hasLocation	123
จ.4	ตัวอย่างคุณสมบัติแบบฟังก์ชันของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย.....	124
จ.5	ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน isLocationOf	124
จ.6	ตัวอย่างคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผันของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย	125
จ.7	การกำหนดความสัมพันธ์ภายในคลาสที่ตั้ง (Location).....	125
จ.8	ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติแบบถ่ายทอด	126
จ.9	ตัวอย่างคุณสมบัติแบบถ่ายทอดของพระปฐมเจดีย์กับที่ตั้ง (Location).....	126
จ.10	ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติสมมาตรของพระราชวังโบราณ อยุธยา.	127
จ.11	ตัวอย่างคุณสมบัติแบบสมมาตรระหว่างพระราชวังโบราณ อยุธยา และวัดพระศรีสรรเพชญ์.....	127

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันการพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ได้พัฒนาเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ก่อให้เกิดการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ในโดเมนต่างๆ เช่น ด้านการท่องเที่ยว ด้านการศึกษา ทางวัฒนธรรม การทำผังเมือง เป็นต้น ซึ่งโดยปกติแล้วข้อมูลเชิงพื้นที่จะถูกเก็บอยู่ในแพลตฟอร์มที่มีสภาพแวดล้อมทางฮาร์ดแวร์ หรือซอฟต์แวร์ที่แตกต่างกัน เมื่อผู้เชี่ยวชาญที่มีความเชี่ยวชาญจากด้านต่างๆ พิจารณาข้อมูลแล้วก็จะให้ความสำคัญและเข้าใจในความหมายที่แตกต่างกัน ถึงแม้ว่าข้อมูลที่ใช้จะเป็นข้อมูลชุดเดียวกันก็ตาม ซึ่งสิ่งเหล่านี้ส่งผลให้ระบบไม่สามารถแบ่งปันข้อมูลและดำเนินการหรือประสานกันระหว่างซอฟต์แวร์ข้ามเครื่องหรือแพลตฟอร์มต่างกันได้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (interoperability) ดังนั้น การจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นจากการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งการนำเอาข้อมูลเชิงพื้นที่มาใช้ในระดับเชิงความหมายของออนโทโลยี (Ontology) ทำให้สามารถอธิบายแบบจำลองแนวคิดของวัตถุในระดับเชิงความหมาย (Semantic Level) และระดับความรู้ (Knowledge Level) ได้ ทำให้แนวคิดเหล่านั้นถูกแปลความหมายโดยคอมพิวเตอร์ได้อย่างง่ายดาย และข้อมูลที่บรรจุอยู่ในออนโทโลยีสามารถถูกประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากเหตุผลดังกล่าวออนโทโลยีจึงถูกนำไปพัฒนาข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้อ้างถึงในข้างต้น

การระบุตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมนั้น ข้อมูลทางภูมิศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากสถานที่เหล่านี้ตั้งอยู่บนพื้นผิวโลกที่มีสภาพภูมิศาสตร์เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งการทับถมของตะกอนดินก็เป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้สถานที่หรือเมืองถูกกลบทับภายใต้พื้นดิน ณ เวลาปัจจุบัน หรือแม้แต่แหล่งโบราณคดีที่ถูกค้นพบแล้วก็อาจจะมีแหล่งโบราณคดีอื่นในยุคสมัยที่แตกต่างกันอยู่ภายใต้สถานที่นั้นก็ได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า ณ ตำแหน่งภูมิศาสตร์เดียวกัน ในช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้เกิดการซ้อนทับของอารยธรรมขึ้น ดังจะเห็นได้จากแหล่งโบราณสถาน โบราณคดี ดังเช่น วัดมหาธาตุยุวราชรังสฤษฎิ์ จังหวัดราชบุรี [1] จากการขุดค้นทางโบราณคดีพบชั้นดินทางวัฒนธรรม ดังนี้

สมัยทวารวดี กำหนดอายุราวพุทธศตวรรษที่ 12-16 อยู่ระดับความลึกตั้งแต่ 130-180 เซนติเมตร จากระดับมาตรฐานสมมติ (Cm.Dt.)

สมัยศิลปะลพบุรี (อิทธิพลจากศิลปะเขมร) กำหนดอายุราวพุทธศตวรรษที่ 16-19 อยู่ระดับความลึกตั้งแต่ 100-130 เซนติเมตร จากระดับมาตรฐานสมมติ (Cm.Dt.)

สมัยอยุธยา กำหนดอายุในราวพุทธศตวรรษที่ 20-24 อยู่ระดับความลึกตั้งแต่ 20-80 เซนติเมตร จากระดับมาตรฐานสมมติ (Cm.Dt.)

สมัยปัจจุบัน (สมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้น-ปัจจุบัน) อยู่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-20 เซนติเมตร จากระดับมาตรฐานสมมติ (Cm.Dt.)

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทำให้พื้นที่วัดมหาธาตุวรมหาวิหารปรากฏร่องรอยของศาสนสถานที่สร้างตามความศรัทธาและแบบแผนทางสังคมในแต่ละยุคสมัย มีสถาปัตยกรรมและศิลปกรรมหลากหลายรูปแบบในพื้นที่เดียวกัน ประกอบด้วย โบราณสถานศิลปะเขมร โบราณสถานสมัยอยุธยา โบราณสถานสมัยอยุธยาได้รับการบูรณะเปลี่ยนจากรูปแบบเดิม โบราณสถานสมัยรัตนโกสินทร์ และ โบราณสถานสมัยรัตนโกสินทร์ได้รับการบูรณะเปลี่ยนจากรูปแบบเดิม เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นการแสดงมิติของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นที่เกี่ยวข้องกับ ที่ตั้ง (ข้อมูลภูมิศาสตร์: location) เวลา (ยุคสมัยที่มีผลกระทบต่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม: time) และบุคคล (ผู้ที่สร้างหรือมีส่วนเกี่ยวข้องกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม: person)

ในส่วนของการค้นคืนข้อมูลโดยใช้การจับคู่คำศัพท์นั้นไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการค้นคืน เนื่องจากผู้ใช้ป้อนคำศัพท์ที่ไม่ตรงกับคำศัพท์ภายในระบบ ดังนั้นในการค้นคืนข้อมูลจึงต้องพิจารณาความหมายของสิ่งที่ต้องการ การนำเอาออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-Ontology) มาใช้ในการพัฒนาฐานความรู้ของระบบค้นคืนข้อมูลโดยการดึงความหมายของสิ่งที่ต้องการ ช่วยให้ได้ข้อมูลที่มีถูกต้องมากยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อช่วยในการค้นคืนข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่มีความสัมพันธ์ในมิติของ ที่ตั้ง เวลา และบุคคล โดยการนำข้อมูลมาใช้ร่วมกับแนวคิดออนโทโลยี (Ontology-based Approach) โดยการกำหนดนิยามความหมายของคำศัพท์ที่ใช้ร่วมกันระหว่างแหล่งข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมไทยให้มีความหมายและความสัมพันธ์ที่สอดคล้องตรงกัน เพื่อเป็นฐานความรู้ในการบูรณาการข้อมูลและเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลที่มีความหลากหลายได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษา ออกแบบ และพัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-Ontology) เพื่อนิยามแนวคิดให้อยู่ในรูปของ กฎ (Rule) คลาส (Class) ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Relation) และคุณสมบัติ (Property) จากข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่มีมิติความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและบุคคล

2. ประเมินประสิทธิภาพของระบบ

ขอบเขตของการวิจัย

1. แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีจำนวนไม่น้อยกว่า 100 แห่ง ซึ่งประกอบด้วย แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมในสมัยต่างๆ ไม่น้อยกว่าแหล่งละ 25 แห่ง
2. ยุคสมัยที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย สมัยทวารวดี สมัยลพบุรี สมัยกรุงสุโขทัย สมัยกรุงศรีอยุธยา และสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ เป็นหลัก
3. ปีที่นำมาใช้ในงานวิจัยคือ พุทธศักราช (พ.ศ.) ซึ่งการระบุปีที่สร้างของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมนั้น
4. นำเสนอข้อมูลทางภูมิศาสตร์ผ่าน Google map โดยใช้พิกัดทางภูมิศาสตร์แบบพิกัดรูปทรงกลมและใช้หน่วยวัดเป็นองศาของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude)

ขั้นตอนการวิจัย

1. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขต
2. พัฒนาระบบต้นแบบของฐานความรู้ออนไลน์เชิงพื้นที่ และทดสอบระบบ
3. พัฒนาระบบแสดงผลและค้นคืนข้อมูลสำหรับผู้ใช้
4. พัฒนาระบบนำเข้าข้อมูลสำหรับผู้เชี่ยวชาญ
5. ทดสอบระบบและประเมินผล
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ฮาร์ดแวร์
 - 1.1 Intel ® Core™ 2 Duo CPU
 - 1.2 RAM 2046 MB
 - 1.3 Hard disk 320 GB
2. ซอฟต์แวร์
 - 2.1 ระบบปฏิบัติการ: Microsoft Windows Vista™ Business
 - 2.2 เครื่องมือในการสร้างฐานความรู้ออนไลน์: Protégé 4.0

2.3 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา: PHP version 5.2.6

2.4 เซิร์ฟเวอร์: Apache

2.5 ฐานข้อมูล: MySQL

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ออนโทโลยี (Ontology) เป็นวิธีการบรรยายแนวความคิดตามขอบเขตที่สนใจ หรือข้อกำหนดที่เกี่ยวกับแนวคิด (The Specification of a Conceptualization) โดยที่ออนโทโลยีเป็นการสร้างโครงสร้างฐานความรู้ทางด้านใดด้านหนึ่งหรือโดเมนที่สนใจ ซึ่งมีแนวคิดและความเข้าใจตรงกัน

2. ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-Ontology) เป็นออนโทโลยีประเภทหนึ่งที่มีการนำเอาข้อมูลเชิงพื้นที่มาใช้ในการนำเสนอข้อมูล เช่น พิกัดทางภูมิศาสตร์ เป็นต้น โดยอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมของมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติ

3. OWL-DL เป็นภาษาที่ใช้ในงานเว็บเชิงความหมาย (Semantic Web) โดยบรรยายข้อมูลเชิงความหมาย ซึ่งสามารถกำหนดโครงสร้างข้อมูลในลักษณะลำดับชั้น และอธิบายข้อมูล (Metadata) ที่มีความสัมพันธ์ในระบบฐานข้อมูลได้ รวมทั้งสามารถรองรับการบรรยายข้อมูลเชิงตรรกะ ชนิดข้อมูล และตัวบ่งปริมาณได้ ทำให้ข้อมูลที่ถูกแทนที่นั้นมีความหมายมากยิ่งขึ้น ลักษณะการบรรยายจะอยู่ในรูปของคลาส ความสัมพันธ์ของคลาส และคุณสมบัติของคลาส เพื่ออธิบายเอนทิตีและความสัมพันธ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพัฒนาระบบต้นแบบในการนำเสนอฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่
2. สามารถพัฒนาระบบแสดงผลและสืบค้นข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมผ่านทางระบบภูมิศาสตร์ได้
3. สามารถนำต้นแบบไปประยุกต์ใช้ทางด้านโบราณคดี การท่องเที่ยว การศึกษาข้อมูลเชิงวัฒนธรรมภายในท้องถิ่นได้
4. สามารถพัฒนาระบบที่ผู้ใช้ทุกกลุ่มสามารถใช้งานร่วมกันได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ศึกษา ค้นคว้าตำรา และบทความที่เกี่ยวข้องกับออนโทโลยี เพื่อสร้างต้นแบบฐานข้อมูลองค์ความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์ ระบบงานนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้หลักการ ออนโทโลยี และพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เว็บเชิงความหมาย เครื่องมือและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ได้ศึกษามีดังนี้

1. ออนโทโลยี (Ontology)

ความหมายของออนโทโลยี

ออนโทโลยีเป็นกลุ่มของคำที่มีโครงสร้างแบบลำดับชั้นสำหรับอธิบายขอบเขตเนื้อหาที่สนใจ และสามารถใช้เป็นโครงร่างพื้นฐานของความสัมพันธ์ของเทอมสำหรับใช้เป็นฐานความรู้ได้ [2] โดยฐานความรู้ออนโทโลยีมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. แนวคิด (Concepts) หรือคลาส (Classes) คือ สิ่งที่แสดงถึงความรู้หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในขอบเขตที่สนใจ และสามารถอธิบายรายละเอียดต่างๆ ของคลาสภายในโดเมนนั้นได้
2. ความสัมพันธ์ (Relationships) คือ รูปแบบของการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดนั้นๆ
3. คุณสมบัติ (Properties) คือ คุณสมบัติต่างๆ ที่นำมาใช้ในการอธิบายรายละเอียดของแนวคิด
4. ข้อกำหนดการสร้างความสัมพันธ์ (Axioms) คือ เงื่อนไขหรือตรรกะในการแปลงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดกับแนวคิด หรือคุณสมบัติ เพื่อการแปลงความหมายที่ถูกต้อง
5. ตัวอย่างข้อมูล (Instance) คือ การอธิบายรายละเอียดของข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลร่างสำหรับเป็นแม่แบบในการอธิบายแนวคิด

ออนโทโลยีจะถูกอธิบายด้วยแนวคิดหรือคลาส และคุณสมบัติหรือคุณลักษณะด้วยสล็อต (Slot) ซึ่งอาจมีคลาสลูก (Subclass) เพื่ออธิบายรายละเอียดของคลาสนั้นๆ โดยรูปแบบของการบรรยายจะขึ้นอยู่กับภาษาที่ใช้ ได้แก่ ภาษา RDFS และ OWL เป็นต้น

ประโยชน์ของออนโทโลยี

ออนโทโลยีสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานของระบบงานต่างๆ โดยพิจารณาได้จากวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน [3] ดังต่อไปนี้

1. ระบบสืบค้นข้อมูล ออนโทโลยีมีส่วนช่วยในการขยายคำค้นคืน ทำให้ค้นหาและเข้าถึงข้อมูลที่ตรงตามที่ต้องการจริง ด้วยการพิจารณาความหมายของสิ่งต่างๆ ในโดเมน
2. ออนโทโลยีต่างจากฐานข้อมูล ในด้านการเก็บรายละเอียดต่างๆ เช่น บทบาท (Role) ความสัมพันธ์ (Relation) ในขณะที่ฐานข้อมูลเป็นเพียงแหล่งรวบรวมข้อมูล หากใช้ออนโทโลยีช่วยในการค้นหาข้อมูลจะช่วยให้ได้ข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องยิ่งขึ้น
3. ระบบงานที่ต้องการผนวกความรู้ (Knowledge Integration) เพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นของความรู้ระหว่างโดเมน
4. ระบบงานที่มีความต้องการนำข้อมูลกลับมาใช้อีก (Reuse) เช่น ระบบงานหนึ่งอาจจะกำหนดออนโทโลยีเพื่อใช้งาน และมีการอนุญาตให้ระบบงานอื่นสามารถนำไปใช้งานได้อีกโดยที่ระบบงานที่นำไปใช้งานภายหลัง อาจกำหนดข้อมูลเชิงความหมายเพิ่มเติมได้โดยไม่ขัดแย้งกับข้อมูลเชิงความหมายของออนโทโลยีที่ถูกนำข้อมูลกลับมาใช้อีก
5. ระบบงานที่มีความต้องการในการอธิบายข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น ใช้ในการอธิบายความรู้ในโดเมนแบบสถิต (Static Domain Knowledge) ของระบบองค์ความรู้ (Knowledge-Based System)

การพัฒนาออนโทโลยีเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ (Ontology development versus Object-oriented modeling)

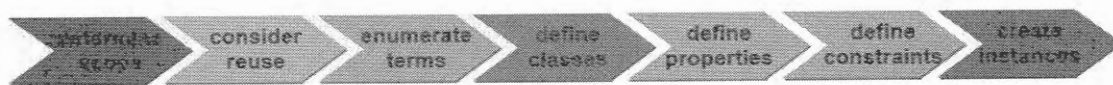
การพัฒนาออนโทโลยีเปรียบเทียบกับการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ นั้น มีสิ่งที่แตกต่างกัน [4] แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการพัฒนาออนโทโลยีกับการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ

ออนโทโลยี	แบบจำลองเชิงวัตถุ
- สะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างของโลก - มักจะเป็นเกี่ยวกับโครงสร้างของแนวคิด - การเป็นตัวแทนทางกายภาพที่เกิดขึ้นจริงไม่เป็นปัญหา	- สะท้อนให้เห็นถึงโครงสร้างของข้อมูลและรหัส - มักจะเกี่ยวกับลักษณะการทำงาน (วิธีการ) - อธิบายถึงการเป็นตัวแทนทางกายภาพของข้อมูล (เช่น int, char เป็นต้น)

ขั้นตอนในการพัฒนาออนโทโลยี

Noy, Natalya F. และ McGuinness, Deborah L. [4] ได้แบ่งขั้นตอนในการพัฒนาออนโทโลยีออกเป็น 7 ขั้นตอน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ขั้นตอนในการพัฒนาออนโทโลยี [4]

1. กำหนดขอบเขตและโดเมน

เริ่มแรกของการพัฒนาออนโทโลยี ต้องเริ่มจากการกำหนดขอบเขตและแนวทางที่สามารถตอบคำถามพื้นฐานให้ได้ เช่น โดเมนของออนโทโลยีจะครอบคลุมอะไรบ้าง ใช้ออนโทโลยีนี้เพื่ออะไร ซึ่งคำตอบสำหรับคำถามเหล่านี้ อาจมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างกระบวนการออกแบบออนโทโลยีได้

2. พิจารณาออนโทโลยีที่มีอยู่เพื่อนำกลับมาใช้อีก

เป็นการนำเอาออนโทโลยีที่มีผู้อื่นพัฒนาไว้มาตรวจสอบว่าเราสามารถนำเอาออนโทโลยีนั้นมาปรับแต่งและขยายสิ่งที่มีอยู่ให้เหมาะสมกับโดเมนเฉพาะงานของเรา

3. กำหนดรูปแบบการแจกแจง

กำหนดศัพท์หรือนิยามสำคัญของออนโทโลยี โดยเขียนคำศัพท์ที่เป็นไปได้เกี่ยวกับสิ่งที่สำคัญ ระบุคุณสมบัติของคำศัพท์แต่ละคำโดยละเอียด

4. กำหนดคลาสและลำดับชั้น

คลาส หมายถึง แนวคิดที่อยู่ในโดเมนซึ่งประกอบด้วย ส่วนต่างๆ ในการพัฒนาลำดับของคลาสที่นิยมได้แก่

4.1 วิธีแบบบนลงล่าง (Top-Down) คือกระบวนการพัฒนาที่เริ่มจากการกำหนดนิยามของคลาสทั้งหมดในโดเมน และขอบเขตของคลาส

4.2 วิธีแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) คือกระบวนการพัฒนาที่เริ่มจากการกำหนดโดยระบุคลาส คลาสจะถูกแยกกลุ่มออกมาก่อนที่จะถูกนำไปใส่คลาสแม่

4.3 วิธีแบบผสม (Combination) คือการรวมวิธีบนลงล่าง และล่างขึ้นบนเข้าด้วยกัน และกำหนดคลาสขึ้นมาก่อนและวางหลักกว้างๆ ไว้ก่อนจะระบุอย่างใดอย่างหนึ่งเหมาะสม

ซึ่งทั้งสามวิธีนั้นไม่มีวิธีอะไรที่ดีที่สุด วิธีการขึ้นอยู่กับโดเมนของแต่ละบุคคล หากนักพัฒนามีระบบบนลงล่างของโดเมนดู ก็อาจจะง่ายต่อการใช้วิธีการจากบนลงล่าง วิธีการผสมมักจะ

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับนักพัฒนาหลายออนโทโลยี ตั้งแต่แนวคิดระดับกลางมักจะเป็นแนวคิดแบบขั้น

5. กำหนดคุณสมบัติของคลาส: สล็อต

แสดงถึงการกำหนดความสัมพันธ์หรือคุณลักษณะของคลาส เพื่อเชื่อมโยงระหว่างคลาสด้วยการระบุค่าคุณสมบัติที่สามารถกำหนดได้ด้วยการประกาศให้เป็นค่าคงที่ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ความสัมพันธ์เชิงวัตถุ (Object Relation) และความสัมพันธ์เชิงข้อมูล (Data Relation) หรือคุณลักษณะ (Attribute)

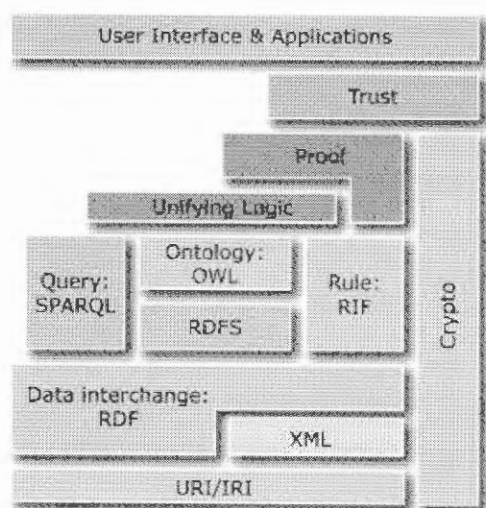
6. กำหนดข้อจำกัด

สล็อตสามารถใช้ในการอธิบายประเภทของข้อกำหนด (facets) ที่ต่างกันได้ โดยค่าสล็อตและจำนวนค่าที่เป็นไปได้ในสล็อต (Slot Cardinality) และคุณสมบัติอื่นๆ ของสล็อตสามารถหยิบมาใช้ได้ ตัวอย่างเช่นชื่อของสล็อตเป็นสตริง ซึ่งใช้อธิบายข้อกำหนดพื้นฐาน

7. กำหนดตัวอย่างข้อมูล

เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการสร้างตัวอย่างในแต่ละคลาส เพื่อจัดระเบียบตามลำดับชั้น ประกอบด้วย การเลือกและการตัดสินใจ การสร้างตัวอย่างในแต่ละคลาส และการใส่ค่าให้กับสล็อต

สถาปัตยกรรมเว็บเชิงความหมาย



รูปที่ 2.2 ระดับชั้นของเว็บเชิงความหมาย [5]

จากรูปที่ 2.2 เป็นแผนภาพแสดงสถาปัตยกรรมของเว็บเชิงความหมายที่ W3C ได้พัฒนาขึ้น โดยลำดับชั้นต่างๆ มีความหมายดังนี้

1. URI/IRI

URI (Uniform Resource Identifiers) เป็นเส้นทางมาตรฐานที่ใช้ในการระบุชื่อหรือทรัพยากรบนอินเทอร์เน็ต ในส่วน IRI (Internationalized Resource Identifiers) เป็น URL ที่ใช้ตัวอักษรอื่น นอกเหนือจาก US-ASCII โดยจะใช้ตัวอักษรในภาษานั้นๆ แทน

2. XML (eXtensible Markup Language) เป็นภาษาที่ใช้สำหรับการเขียนภาษาที่ใช้ नियามความหมายของเอกสารหรือข้อมูล (markup) โดยที่เอกสาร markup นั้นมีการใช้ Metadata เพื่อบอกหน้าที่และประเภทของข้อมูลของส่วนต่างๆ ของเอกสารนั้นได้โดยชัดเจน การเพิ่ม Metadata เข้าไปในเอกสารสามารถทำให้โครงสร้างของเอกสารชัดเจนขึ้น และทำให้การประมวลผลเอกสารเป็นไปโดยง่ายและไม่จำเป็นต้องอาศัยมนุษย์เพื่อตีความเอกสาร (SETEC Wiki, 2011)

3. Data interchange: RDF เป็นรูปแบบมาตรฐานสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลบนเว็บ RDF ขยายโครงสร้างการเชื่อมโยงของเว็บที่จะใช้ URIs เพื่อตั้งชื่อความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นทั้งสองปลายของการเชื่อมโยง โดยใช้แบบจำลองอย่างง่าย

4. Rules: RIF (Rule Interchange Format) เป็นกฎของ Semantic Web Stack ในแต่ละชั้น

5. Ontology: OWL (Web Ontology Language) เป็นภาษาอธิบายข้อมูลในเชิง Ontology โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ของความหมาย

6. RDFS เป็นภาษาที่ใช้นิยามหรือกำหนดโครงสร้างของ RDF ในการอธิบายลักษณะของข้อมูลในรูปแบบของคลาส ที่อยู่บนมาตรฐานของ RDF

7. Query: SPARQL เป็นโปรโตคอลและภาษาสืบค้นข้อมูลของแหล่งข้อมูลเว็บเชิงความหมาย

8. Unifying: Logic เป็น Logic ที่ใช้เพื่อพัฒนาออนโทโลยีให้สามารถเขียน แอปพลิเคชันที่มีลักษณะเฉพาะและแสดงวิธีการอธิบายองค์ความรู้

9. Query: SPARQL เป็นโปรโตคอลและภาษาสืบค้นข้อมูลของแหล่งข้อมูลเว็บเชิงความหมาย

10. Proof การตรวจสอบความถูกต้องของชุดข้อมูลและตัดสินใจว่าเป็นคำตอบที่สอดคล้องกับเซตของข้อมูลที่รู้จักหรือไม่ โปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง เช่น Racer Pro, Pellet, FACT++ เป็นต้น

11. Trust เป็นชั้นตรวจสอบความถูกต้องของเว็บเชิงความหมาย

12. Crypto เป็นชั้นที่มีการเข้ารหัสข้อมูล

13. User Interface และ Applications เป็นชั้นที่ใช้แสดงแอปพลิเคชันและติดต่อประสานงานกับผู้ใช้แสดง

OWL DL

OWL DL [6] เป็นหนึ่งในภาษา OWL ที่สร้างขึ้นโดย W3C ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการอธิบาย Logic Business Segment โดยใน OWL DL จัดให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานด้านฐานข้อมูล และการแทนความรู้ที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการอธิบายด้วยเหตุผลทางตรรกะ OWL DL สามารถบรรยายข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล ในรูปแบบโครงสร้างภาษา OWL ด้วยข้อจำกัดของคลาสและคุณสมบัติของคลาสได้

OWL DL [7] มีชื่อย่อมาจาก Description Logic (DL) เป็นงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการตัดสินใจในส่วนของ First Order Logic ถูกสร้างขึ้นเพื่อสนับสนุนการมีอยู่ของ Description Logic ในส่วนของธุรกิจ และมีความต้องการการคำนวณหาคุณสมบัติเพื่อระบบการใช้เหตุผล ประกอบด้วยข้อมูล individuals หรืออินสแตนซ์ ที่ความสอดคล้องกับคุณสมบัติหรือข้อบังคับหรือเงื่อนไขที่กำหนด [8]

1. Individuals เป็นชื่อหรือค่าคงที่ของสิ่งต่างๆ ที่กำลังพิจารณา เช่น Panomrung
2. Concepts ได้แก่ Predicates หรือ Formula ที่มีเพียง 1 ตัวแปรอิสระ เช่น Person, King หรือ People เป็นต้น
3. Roles ได้แก่ Predicates หรือ Formulae ที่มี 2 ตัวแปรอิสระ เช่น hasPeriod(X, Ayutthaya_Period)
4. Class Constructors และ Role Constructors ตามปกติแล้ว Description Language พื้นฐานประกอบด้วย Atomic Concepts และ Atomic Roles อย่างไรก็ตามเราสามารถสร้าง Description Language ที่ซับซ้อน (Complex descriptions) ขึ้นมาใหม่ได้โดยใช้ Concept Constructors ดังรูปที่ 2.3

Class Constructors			
Construct Name	Syntax	Semantics	Symbol
conjunction	$C_1 \sqcap C_2$	$C^I \cap D^I$	$\mathcal{A}\mathcal{C}$
disjunction	$C_1 \sqcup C_2$	$C^I \cup D^I$	$\mathcal{U}$
negation	$\neg C_1$	$\Delta^I - C^I$	$\mathcal{C}$
value restriction	$\forall R.C$	$\{x \in \Delta^I \mid \forall y \in xR^I : y \in C^I\}$	$\mathcal{A}$
exists restriction	$\exists R.C$	$\{x \in \Delta^I \mid \exists y \in xR^I : y \in C^I\}$	$\mathcal{E}$
nominals	$\{o_1, \dots, o_n\}$	$\{o_1^I, \dots, o_n^I\}$	$\mathcal{O}$
unqualified number restriction	$\geq nR$	$\{x \in \Delta^I \mid xR^I \geq n\}$	$\mathcal{N}$
unqualified number restriction	$\leq nR$	$\{x \in \Delta^I \mid xR^I \leq n\}$	$\mathcal{N}$
qualified number restriction	$\geq nR.C$	$\{x \in \Delta^I \mid xR \cap C^I \geq n\}$	$\mathcal{Q}$
qualified number restriction	$\leq nR.C$	$\{x \in \Delta^I \mid xR \cap C^I \leq n\}$	$\mathcal{Q}$
Role Constructors			
Construct Name	Syntax	Semantics	Symbol
inverse role	R^-	$\{(y, x) \mid (x, y) \in R^I\}$	$\mathcal{I}$
role intersection	$R_1 \sqcap R_2$	$R_1^I \cap R_2^I$	$\mathcal{R}$

รูปที่ 2.3 คอนสตรัคเตอร์ใน Description Logics [8]

Description logic (DL) ที่นำมาใช้ใน OWL เป็น DL ตระกูล SHOIN^(D) แสดงดังรูปที่

2.4

- $\mathcal{F}$ Functional properties.
- $\mathcal{E}$ Full existential qualification (Existential restrictions that have fillers other than `owl:Thing`).
- $\mathcal{U}$ Concept union.
- $\mathcal{C}$ Complex concept negation.
- $\mathcal{S}$ An abbreviation for $\mathcal{ALL}$ with transitive roles.
- $\mathcal{H}$ Role hierarchy (subproperties - `rdfs:subPropertyOf`).
- $\mathcal{R}$ Limited complex role inclusion axioms; reflexivity and irreflexivity; role disjointness.
- $\mathcal{O}$ Nominals. (Enumerated classes of object value restrictions - `owl:oneOf`, `owl:hasValue`).
- $\mathcal{I}$ Inverse properties.
- $\mathcal{N}$ Cardinality restrictions (`owl:Cardinality`, `owl:MaxCardinality`).
- $\mathcal{Q}$ Qualified cardinality restrictions (available in OWL 2, cardinality restrictions that have fillers other than `owl:Thing`).
- ($\mathcal{D}$) Use of datatype properties, data values or data types.

รูปที่ 2.4 รายละเอียดของสัญลักษณ์ของ Description Logics ตระกูล SHOIN^(D) [8]

จากภาพข้างต้น สามารถอธิบาย DL expressivity ที่เป็น Description Logic ซึ่งแสดงโครงสร้างตาม ALC LOGIC ได้ โดยที่ AL คือ Attribute Language Logic เป็นคอนสตรัคหรือเป็นมินิมัลลอจิกที่ใช้ศัพท์ที่ใช้งานจริงมี extension พื้นฐานดังนี้ V = การยูเนียนของสองคอนเซปต์, E = การบ่งปริมาณ, N = จำนวนของรีสตรัคชัน และ C = การคอมพลิเมนต์ ต่อมา มีการขยายความด้วย C คือ รวม V และ E เข้าด้วยกัน รูปแบบไวยากรณ์อย่างเป็นทางการของ ALC ใช้อธิบายโครงสร้างคลาสที่ตั้งไว้มีความซับซ้อนระดับใด หากให้ A เป็น Atomic Class และ R เป็นความสัมพันธ์ แล้วประโยคคลาส C, D ถูกสร้างขึ้นได้ดังกฎต่อไปนี้

$$C, D := A \mid \top \mid \perp \mid \neg C \mid C \sqcap D \mid C \sqcup D \mid \forall R.C \mid \exists R.C \quad \dots [9]$$

จากที่กล่าวมาแล้วว่าคอนสตรัคเตอร์หรือสัจพจน์ที่ได้จากตรรกะ ALC สามารถใช้ระบุชื่อของตรรกะที่ใช้ใน DL Expressivity ว่าซับซ้อนในระดับใด ตัวย่อและความหมายที่สนใจในงานวิจัยดังต่อไปนี้

F = Functionality ≤ 1 R เป็นความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันในการสร้างคอนเซปต์

S = Role transitivity $Tran(R)$ คือการกำหนดความสัมพันธ์ประเภททรานสิทีฟ

$H = \text{Role hierarchy } R \subseteq S$ คือการกำหนดความสัมพันธ์

$I = \text{Role inverse } R^{-1}$ การกำหนดความสัมพันธ์แบบอินเวอร์ส

$O = \text{Nominal } \{a_1, \dots, a_n\}$ การประกาศสมาชิกของคลาส

นอกจากนี้ ALC ยังเป็นฐานความรู้ที่ประกอบด้วย TBox คือประโยค $C \equiv D$ หรือ $C \sqsubseteq D$ และ ABox คือประโยคในรูปแบบ $C(a)$ และ $R(a,b)$ เมื่อ C เป็นคลาส R เป็นความสัมพันธ์ ส่วน a, b เป็นอินสแตนซ์ [9]

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาออนโทโลยี

การพัฒนาออนโทโลยีสามารถสร้างได้หลายวิธี โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สร้างโดยการเขียนโค้ดด้วยภาษา OWL-DL โดยผู้ที่สร้างจะต้องเป็นจัดกลุ่มเองและมีความรู้เกี่ยวกับกฎของ OWL-DL อาจใช้โปรแกรม Notepad หรือ Editplus ก็ได้ ดังรูปที่ 2.5 และบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์ .owl

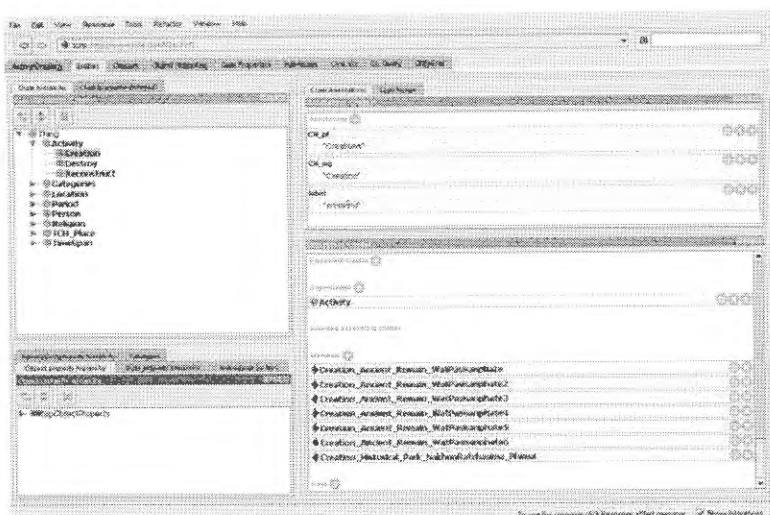
```

1 <?xml version="1.0"?>
2
3
4 <!DOCTYPE rdf:RDF [
5   <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
6   <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
7   <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" >
8   <!ENTITY ace_lexicon "http://attmapco.ifi.uzh.ch/ace_lexicon#" >
9   <!ENTITY ont "http://www.cs-cde.org/ontologies/ont.owl#" >
10  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" >
11 ]>
12
13
14 <rdf:RDF xmlns="http://www.tchp.com/tchp.owl#"
15   xml:base="http://www.tchp.com/tchp.owl"
16   xmlns:ont="http://www.cs-cde.org/ontologies/ont.owl#"
17   xmlns:ace_lexicon="http://attmapco.ifi.uzh.ch/ace_lexicon#"
18   xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
19   xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
20   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
21   xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#">
22   <owl:Ontology rdf:about="http://www.tchp.com/tchp.owl"/>

```

รูปที่ 2.5 การสร้าง OWL โดยการเขียนโค้ดด้วยโปรแกรม Edit plus

2. สร้างโดยใช้เครื่องมือแก้ไขออนโทโลยี เช่น โปรทีเจ้ (protégé) [10] พัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Stanford ดังรูปที่ 2.6 หรือ HOZO [11] พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยโอซากา (Osaka University) และพัฒนาต่อยอดโดย ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) [12] เป็นเครื่องมือที่มีส่วนแสดงผลให้ผู้ใช้สามารถสร้างคลาส (แนวคิด) คลาสลูก คุณสมบัติ ความสัมพันธ์ มีกฎที่ใช้ในการตรวจสอบ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มข้อมูลตามระเอียดของกฎที่ผู้ใช้สามารถสร้างขึ้นได้



รูปที่ 2.6 การสร้าง OWL ด้วยการเครื่องมือแก้ไขออนโทโลยี: โปรทีเจ้ [10]

3. สร้างโดยใช้แอปพลิเคชันหรือซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมาเอง วิธีการนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการเพิ่มข้อมูลของสิ่งที่เฉพาะทางด้านใดด้านหนึ่ง

4. สร้างโดยใช้การหาข้อมูลอัตโนมัติ

2. ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-ontology)

ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-ontology) [13] เป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์และต้นแบบของออนโทโลยีในการประยุกต์ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Geo-spatial) ซึ่งเป็นแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างแนวความคิดที่เป็นนามธรรมจากพื้นที่จริงทางภูมิศาสตร์ โดยกำหนดรูปแบบของแนวคิดที่มีการแบ่งปันข้อมูลในกลุ่มของ GIS ซึ่งแนวความคิดนี้เป็นการอ้างถึงรูปแบบแนวคิดของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ที่เป็นรูปแบบทางนามธรรมทั่วไปจากความรู้ความเข้าใจในปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ตามประเภทของแนวคิดที่ใช้เป็นข้อจำกัดอย่างชัดเจน รูปแบบของออนโทโลยีเชิงพื้นที่ทำให้ทั้งมนุษย์และคอมพิวเตอร์สามารถอ่านข้อมูลได้

การศึกษาทางวิทยาศาสตร์ภูมิศาสตร์ [14] เป็นการอธิบายข้อมูลเชิงแผนที่ตามสภาพความเป็นจริงที่เที่ยงตรง และออนโทโลยีเป็นวิธีการที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมซึ่งมีศูนย์กลางอยู่ที่แนวความคิด โดยพื้นฐานที่เกิดร่วมกันระหว่างข้อมูลเชิงพื้นที่และออนโทโลยีนั้นแสดงให้เห็นถึงระบบที่มีรูปแบบตามความเป็นจริง ถึงแม้ว่าภูมิศาสตร์จะถูกกำหนดให้อธิบายโครงสร้างทางรูปธรรมตามความเป็นจริงและโครงสร้างแนวความคิดของออนโทโลยี เพราะฉะนั้นออนโทโลยีเชิงพื้นที่จึงถูกใช้บรรยายลักษณะเฉพาะของข้อมูลและทรัพยากร และรูปแบบการรวบรวมข้อมูล ซึ่งถูกเตรียมให้อยู่ใน

รูปแบบของข้อมูลที่ถูกรวบรวมและใช้งานร่วมกัน ภูมิศาสตร์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างปัจจัยทางธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์

Geo-ontology สามารถนิยามได้ดังนี้ [15]

$$\text{Geo-ontology} = \{C, R, F, I, A\}$$

โดย	C	(Concepts)	นิยามแนวคิดทางภูมิศาสตร์
	R	(Relations)	นิยามความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ที่เกิดขึ้นระหว่างแนวคิดเหล่านั้น
	F	(Functions)	นิยามหน้าที่ทางภูมิศาสตร์
	I	(Instances)	นิยามค่าอินสแตนซ์ (instances) ของแนวคิดทางภูมิศาสตร์
	A	(Axioms)	นิยามกฎเกณฑ์ทางภูมิศาสตร์

1. แนวคิดทางภูมิศาสตร์ (Geographic Concepts) สามารถเป็นสิ่งที่ใดๆ ที่อยู่ในโลกแท้จริง และเป็นชุดของข้อมูลทางภูมิศาสตร์หรือปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติเหล่านั้น ตัวอย่างคุณสมบัติของข้อมูลทางภูมิศาสตร์ เช่น ชื่อ ประเภท ลักษณะเฉพาะที่มีรูปทรงเรขาคณิต (Geometric) เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Relations) เป็นสิ่งที่ใช้แสดงสิ่งที่กระทำร่วมกันระหว่างแนวความคิดทางภูมิศาสตร์ และสามารถบรรยายรูปแบบอย่างเป็นทางการ เช่นเดียวกับซิปเซตของผลคูณคาร์ทีเซียน¹ (Cartesian product) บน N-dimension ลักษณะของความสัมพันธ์โดยธรรมชาตินั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Relations) และความสัมพันธ์เชิงบรรยาย (Non-spatial Relations)

3. หน้าที่ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Function) เป็นความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ที่มีความพิเศษโดยเกิดขึ้นในระหว่างแนวความคิดทางภูมิศาสตร์ที่มีจำนวน N ถูกพิจารณาจากค่าที่มีจำนวน N-1 ตัวอย่างเช่น บนระนาบของความแน่นอน DTM ให้ z เป็นค่าที่ถูกพิจารณาโดยพิกัด x และ y นั่นคือ หน้าที่ของความสัมพันธ์ในระหว่างแนวความคิดทางภูมิศาสตร์ z, x และ y

¹ ผลคูณคาร์ทีเซียน (Cartesian product) คือ การนำข้อมูลตั้งแต่ 2 ตารางมาแสดงผลโดยไม่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

4. อินสแตนซ์ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Instance) อ้างอิงตัวอย่างของแนวความคิดทางภูมิศาสตร์ เช่น จังหวัดนครปฐม เป็นอินสแตนซ์ของแนวคิด “จังหวัดในภาคตะวันตกของประเทศไทย”

5. กฎเกณฑ์ทางภูมิศาสตร์ (Geographic Axiom) แสดงประเภทของความจริงทั้งหมดที่ปรากฏในขอบเขตทางภูมิศาสตร์ ซึ่งกฎ สมการ และองค์ความรู้ทั้งหมดที่ถูกตั้งโดยนักภูมิศาสตร์นั้น ถือว่าเป็นกฎเกณฑ์ทางภูมิศาสตร์

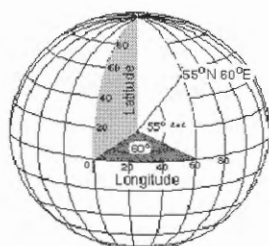
3. ระบบพิกัด

ระบบพิกัด [16] เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่ง หรือบอกตำแหน่งบนพื้นโลกจากแผนที่ มีลักษณะเป็นตาราง โครงข่าย ที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงสองชุดที่ถูกกำหนดให้วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ และแนวตะวันออก-ตะวันตก ตามแนวของจุดศูนย์กำเนิดที่กำหนดขึ้น

การแสดงผลพิกัดทางภูมิศาสตร์บนแผนที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) นั้น ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ระบบพิกัดรูปทรงกลม และระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน

ระบบพิกัดรูปทรงกลม (Spherical coordinate systems)

ระบบพิกัดรูปทรงกลม เป็นระบบการอ้างอิงตำแหน่งโดยอาศัยรูปทรงกลมให้คล้ายกับรูปโลก มีหน่วยวัดเป็นองศาของละติจูดและลองจิจูด ซึ่งค่าที่วัดได้ทั้งค่าบวกและลบ สำหรับการวัดตามทิศตะวันออก/ตะวันตก จะเริ่มต้นจากเส้นเมริเดียน (เส้นพาดผ่านจากทิศเหนือลงทิศใต้) และการวัดตามทิศเหนือ/ใต้ จะเริ่มจากเส้นศูนย์สูตร (เส้นพาดผ่านจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก) ดังรูปที่ 2.7



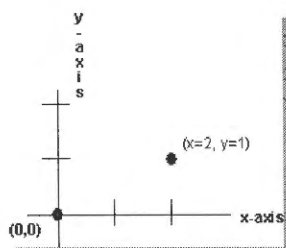
รูปที่ 2.7 หน่วยการวัดระบบพิกัดรูปทรงกลม [17]

หน่วยการวัดระบบจะอยู่ในรูปขององศาโดยแต่ละองศา มี 60 ลิปดา และแต่ละลิปดา มี 60 ฟลิปดา โครงข่ายของเส้นละติจูดและเส้นลองจิจูดเรียกว่า Graticule หน่วยการวัดในระบบพิกัด

รูปทรงกลมที่นิยมใช้นั้นประกอบด้วย 2 แบบ คือ หน่วยการวัดระบบของศาพร้อมจุดทศนิยม (Decimal Degree: DD) เช่น 13.721375, 100.776472 และหน่วยการวัดระบบองศาลิปดาและฟิลิปดา (Degree Minute and Second: DMS) เช่น $55^{\circ} 30' 00''$ มีค่าเท่ากับ 55.5

ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน (Cartesian coordinate systems)

ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียนเป็นระบบพิกัดในรูปแบบพื้นที่ราบ ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุจะมีเพียง 2 มิติ คือค่าพิกัด X และค่าพิกัด Y มีระยะทางจากจุดตั้งต้น (origin) โดยที่ค่าพิกัด X และค่าพิกัด Y ส่วนใหญ่จะมีค่าเป็นบวก สำหรับข้อมูลเมืองไทยนั้นจะมีหน่วยเป็นเมตรและตามด้วยเลขทศนิยม ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน [17]

ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียนในตารางกริดเส้นที่ตัดกันจะมีมุมตัดกันที่เท่ากันเสมอ การแปลงระบบพิกัดจากระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียนไปเป็นระบบพิกัดแบบ Graticule หรือพิกัดทางภูมิศาสตร์ หรือแปลงกลับกันก็ตาม จะทำให้รูปร่างของวัตถุเปลี่ยนแปลงไปด้วย

ระบบพิกัดแบบคาร์ทีเซียน ยกตัวอย่างเช่น ระบบพิกัดแบบ UTM (Universal Transverse Mercator) ที่นิยมใช้สำหรับประเทศไทย

การคำนวณหาระยะทาง

ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความแน่นอน โดยข้อมูลในภูมิศาสตร์ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลในภูมิศาสตร์ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูลภูมิศาสตร์ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อม ได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูล

อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ ไม่ซ้ำกัน

Haversine formula [18] ซึ่งเป็นสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาระยะห่างระหว่างค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์จำนวนสองชุดโดยใช้ค่าละติจูดและลองจิจูดมาคำนวณหาระยะห่าง จากสูตรสามารถคำนวณระยะทาง ได้ดังนี้

Δlat	=	$lat_2 - lat_1$
$\Delta long$	=	$lat_2 - lat_1$
a	=	$\sin^2(\Delta lat/2) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2(\Delta long/2)$
c	=	$2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$
d	=	$R \cdot c$

โดยที่ R = รัศมีโลก (มีค่าเฉลี่ย = 6,371 กิโลเมตร)
 d = ระยะห่างระหว่างพิกัดทางภูมิศาสตร์จำนวนสองชุด
 lat_1 = ละติจูดที่ได้จากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ชุดที่ 1
 lat_2 = ละติจูดที่ได้จากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ชุดที่ 2
 $long_1$ = ลองจิจูดที่ได้จากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ชุดที่ 1
 $long_2$ = ลองจิจูดที่ได้จากค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ชุดที่ 2

Google Maps API คืออะไร

Google Maps API [19] สามารถแบ่งการอธิบายได้เป็น 2 ส่วนคือ Google Maps และ API

1. Google Maps เป็นแอปพลิเคชันหนึ่งที่ทำให้บริการเกี่ยวกับแผนที่ พัฒนาโดยบริษัท Google เพื่อใช้ในการค้นหาหรือระบุตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ต่างๆ บนโลก ประโยชน์ของ Google Maps ช่วยผู้ใช้งานสามารถวางแผนการเดินทาง ตรวจสอบระยะทางถนน ความกว้าง-ยาวของพื้นที่ต่างๆ ตลอดจนสามารถประยุกต์ใช้ในการสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการนำเสนองานต่างๆ บนแผนที่ เป็นต้น

2. API ย่อมาจาก Application Programming Interface เป็นส่วนที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ข้อมูลหรือความสามารถของอีกโปรแกรมหนึ่ง (หรือเว็บไซต์หนึ่ง) ผ่านทางช่องทางใดช่องทางหนึ่ง ที่ผู้ให้บริการ (Service Provider) ได้กำหนดไว้ โดยที่ผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องรู้หรือเข้าใจว่าสิ่งที่

ผู้ใช้ต้องการภายในทำงานอย่างไร แต่ผู้ใช้ต้องรู้ว่าจะเรียกข้อมูลหรือบริการนั้นมาใช้อย่างไร สร้างการเชื่อมต่ออย่างไร ส่งข้อมูลอะไรให้บ้าง และผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาอย่างไร

โดยสามารถสรุปได้ว่า Google Maps API เป็นบริการรูปแบบหนึ่งของบริษัท Google ที่ผู้ใช้ผู้ใช้สามารถแทรก Google Maps หรือแผนที่จาก Google ลงในเว็บเพจ เพื่อประโยชน์ในการระบุตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ต่างๆ ได้

4. ข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรม (Cultural Heritage)

มรดกทางวัฒนธรรม (Cultural Heritage)

องค์การศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: UNESCO) หรือยูเนสโก ได้แบ่งมรดกโลกออกเป็น 3 ประเภทคือ มรดกทางวัฒนธรรม มรดกทางธรรมชาติ และมรดกโลกแบบผสม (ประกอบด้วย แหล่งธรรมชาติและวัฒนธรรมผสมเข้าด้วยกัน) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม [15] ดังตารางที่ 2.2

1. ประเภทของมรดกทางวัฒนธรรม สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ มรดกทางวัฒนธรรมแบบจับต้องได้ และมรดกทางวัฒนธรรมแบบจับต้องไม่ได้

1.1 มรดกทางวัฒนธรรมแบบจับต้องได้ เป็นสิ่งที่อยู่ในรูปของวัสดุซึ่งสามารถสัมผัสทางกายภาพได้ ตัวอย่างเช่น โบราณสถาน อาคาร งานศิลปะ ภาพวาด ตลอดจนวัตถุต่างๆ ประกอบไปด้วยแบบที่ย้ายไม่ได้ (เช่น อาคารสถานที่) และแบบย้ายได้ (เช่น วัตถุต่างๆ)

1.2 มรดกทางวัฒนธรรมแบบจับต้องไม่ได้ เป็นสิ่งที่ไม่อยู่ในรูปของวัสดุ เช่น เสียงดนตรี การเต้นรำ วรรณกรรม บทละคร ภาษา องค์ความรู้ ขนบธรรมเนียมประเพณีท้องถิ่น

ตามความเป็นจริงแล้ว มรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องได้และจับต้องไม่ได้นั้นมีความใกล้ชิดกันมาก ตัวอย่างเช่น เทศกาลมังกรมาในเมืองมาเก๊า (มรดกทางวัฒนธรรมที่สามารถจับต้องไม่ได้) เกิดขึ้นในบริเวณท้องถนนเฉพาะ (จับต้องได้) และทำให้เกิดพิธีกรรมหลายอย่าง (จับต้องไม่ได้) ซึ่งในพิธีนี้ ต้องการองค์ประกอบที่จับต้องได้ เช่น เครื่องบูชา เหล้า รูป ปะทัด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกลิ่นและเสียงในพิธี (จับต้องไม่ได้) ที่สร้างบรรยากาศสีสนให้กับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ตารางที่ 2.2 แสดงมรดกทางวัฒนธรรมประเภทต่างๆ [20]

มรดกทางวัฒนธรรม		มรดกทางธรรมชาติ	
มรดกที่จับต้องได้		มรดกที่จับต้องไม่ได้	จับต้องได้และจับต้องไม่ได้
เคลื่อนย้ายไม่ได้	เคลื่อนย้ายได้		
- งานด้านสถาปัตยกรรม - โบราณสถาน - แหล่งโบราณคดี - เมืองประวัติศาสตร์ - กลุ่มอาคาร - ภูมิทัศน์ทางวัฒนธรรม - อุทยานประวัติศาสตร์และสวน - สวนพฤกษศาสตร์ - แหล่งโบราณคดีอุตสาหกรรม - ฯลฯ	- งานศิลปะ - ในพิพิธภัณฑ์ - ห้องสมุด - จดหมายเหตุ - ฯลฯ	- เสียงดนตรี - การเต้นรำ - วรรณกรรม - บทละคร - ขนบธรรมเนียมประเพณีท้องถิ่น - องค์ความรู้ - หัตถกรรม - พิธีกรรมทางศาสนา	- อุทยานแห่งชาติและทางทะเลที่มีความน่าสนใจทางนิเวศวิทยา - ลักษณะทางกายภาพและทางภูมิศาสตร์ - แหล่งภูมิทัศน์ที่มีความสวยงามเด่นชัดทางธรรมชาติ - ฯลฯ

2. คุณลักษณะของมรดกทางวัฒนธรรม

คุณลักษณะที่แสดงถึงความเป็นมรดกทางวัฒนธรรมประกอบด้วย

2.1 สิ่งก่อสร้าง/อนุสาวรีย์ เป็นงานทางสถาปัตยกรรม งานประติมากรรม และจิตรกรรมขนาดใหญ่ องค์ประกอบหรือโครงสร้างทางด้านโบราณคดี จารึก สถานที่อยู่อาศัยในถ้ำ และส่วนผสมของคุณลักษณะอื่นๆ ซึ่งมีคุณค่าเด่นชัดระดับสากลใน มุมมอง ทางด้านประวัติศาสตร์ ศิลปะ หรือวิทยาศาสตร์

2.2 กลุ่มอาคาร เป็นกลุ่มอาคารที่แยกออกจากกันหรือเชื่อมติดต่อกัน ซึ่งมีข้อเด่นในด้านสถาปัตยกรรม ความกลมกลืน หรือสถานที่ที่เหมาะสมกับภูมิทัศน์ โดยมีคุณค่าเด่นชัดระดับสากลในมุมมองด้านประวัติศาสตร์ ศิลปะ หรือวิทยาศาสตร์

2.3 แหล่งมรดก เป็นผลงานรังสรรค์ของมนุษย์ หรือการผสมผสานระหว่างธรรมชาติกับมนุษย์ หมายรวมถึงสถานที่ทางโบราณคดี ซึ่งมีคุณค่าเด่นชัดระดับสากลในมุมมองด้านประวัติศาสตร์ ศิลปะ หรือวิทยาศาสตร์

นิยามต่างๆ [21]

1. โบราณสถาน หมายความว่า สิ่งหาปริมาตรที่ ซึ่งโดยอายุหรือโดยลักษณะแห่งการก่อสร้าง หรือโดยหลักฐานเกี่ยวกับประวัติของสิ่งหาปริมาตรที่นั้นเป็นประโยชน์ในทาง ประวัติศาสตร์ หรือโบราณคดี

2. โบราณวัตถุ หมายความว่า สิ่งหาปริมาตรที่เป็นของโบราณ ไม่ว่าจะเป็นสิ่งประดิษฐ์ หรือเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติหรือที่เป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของโบราณสถาน ซากมนุษย์หรือซาก

สัตว์ ซึ่งโดยอายุหรือโดยลักษณะแห่งการประดิษฐ์หรือโดยหลักฐานเกี่ยวกับประวัติของสิ่งทวาริมทรัพย์ นั้นเป็นประโยชน์ในทางศิลปะประวัติศาสตร์หรือโบราณคดี

3. แหล่งโบราณคดี หมายความว่า บริเวณที่มีหลักฐานของพฤติกรรมมนุษย์ในอดีต ทั้งที่อยู่บนดิน ใต้ดิน และใต้น้ำ เช่น ที่อยู่อาศัย สุสาน ศาสนสถาน หรือสถานที่ประกอบอาชีพและแหล่งเรืออับปาง

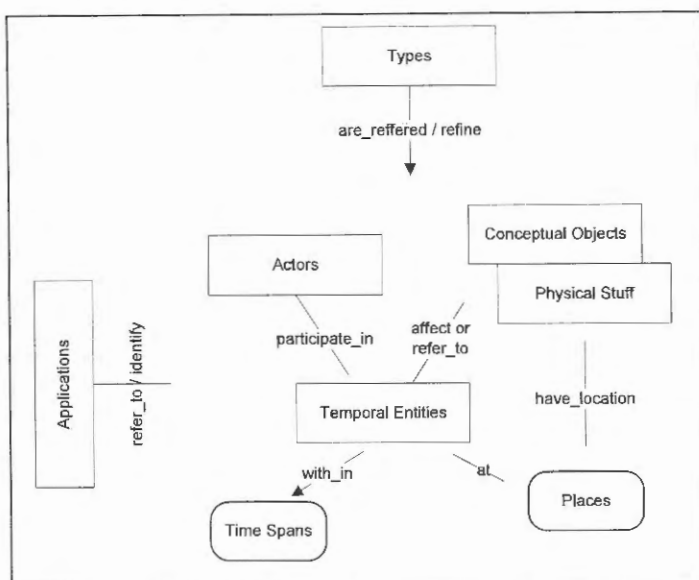
4. อุทยานประวัติศาสตร์ หมายความว่า บริเวณที่มีหลักฐานสำคัญทางประวัติศาสตร์ สมัยใดสมัยหนึ่งของประเทศ หลักฐานและความสำคัญดังกล่าวอาจเป็นทางวัฒนธรรม การเมือง และสังคมวิทยาก็ได้

CIDOC CRM

1. คำนิยาม

CIDOC (Conceptual Reference Model - CRM) [22] เป็นออนโทโลยีสำหรับแนวคิดและข้อมูลในเอกสารมรดกทางวัฒนธรรมและพิพิธภัณฑ์ CIDOC เป็นมาตรฐานสากล (ISO 21127:2006) เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรม เช่น ห้องสมุด พิพิธภัณฑ์ และข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมอื่นๆ CIDOC CRM ใช้เพื่อเข้าถึงข้อมูลและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับพิพิธภัณฑ์ ถูกพัฒนาโดยกลุ่มมาตรฐานเอกสารอ้างอิง ICOM/CIDOC ซึ่งบทบาทสำคัญอันดับแรกของ CRM คือการทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และการรวมเข้าด้วยกันระหว่างข้อมูลมรดกทางวัฒนธรรมที่มีที่มาต่างชนิดกันได้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้คำนิยามเชิงความหมาย และความชัดเจน ที่ทำให้การเปลี่ยนแปลงมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปอย่างสิ้นเชิง ทำให้ข้อมูลข่าวสารที่มีที่มาจากเฉพาะเกี่ยวข้องกับทรัพยากรโดยรวมที่มีความสอดคล้องกัน

CIDOC CRM ซึ่งเป็นออนโทโลยีสำหรับแนวคิดและข้อมูลในเอกสารมรดกทางวัฒนธรรมและพิพิธภัณฑ์ มาเป็นต้นแบบในการทำฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ โดยใช้เอกสารอ้างอิง CIDOC CRM รุ่น 5.0.1 (พฤศจิกายน 2009) [23] ประกอบด้วย คลาส จำนวน 90 คลาส และคุณสมบัติ จำนวน 148 คุณสมบัติ โดยสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของโครงสร้างของ CIDOC CRM ได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของ CIDOC CRM [23]

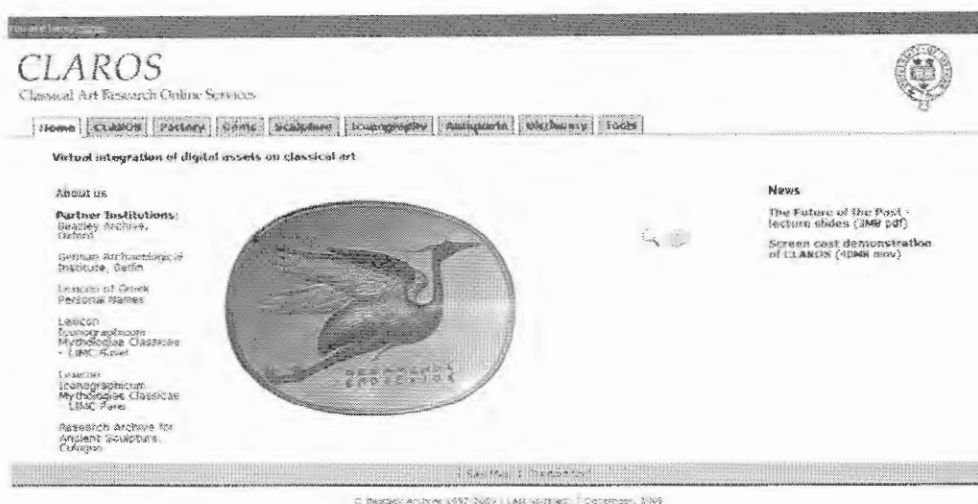
ขั้นตอนการทำงานของระบบนั้น ประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้อง 2 ส่วนคือ ผู้ใช้และผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้เชี่ยวชาญจะทำหน้าที่เพิ่มและแก้ไขข้อมูลผ่านทางส่วนแก้ไขออนโทโลยี (Ontology Editor) และเก็บข้อมูลที่ได้ในฐานความรู้ออนโทโลยี (Ontology Repository)

2. การประยุกต์ใช้

CRM ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับฐานความรู้ทางด้านประวัติศาสตร์ โบราณคดี วัฒนธรรม พิพิธภัณฑสถาน เป็นต้น เนื่องจากเป็นมาตรฐาน ตัวอย่างงานที่นำ CRM ไปประยุกต์ในการใช้งาน เช่น

2.1 CLAROS (Classical Art Research Online Services)

CLAROS (Classical Art Research Online Services) เป็นข้อมูลเกี่ยวกับกรีกโบราณและศิลปะโรมัน (ประติมากรรม กระเบื้องเคลือบ การแกะสลักอัญมณีและเพชรพลอย เป็นต้น) ที่ถูกเก็บรักษาไว้ที่พิพิธภัณฑสถานทั่วโลก งานวิจัยนี้ใช้ CIDOC CRM และ RDF ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลมากกว่า 2,000,000 ระเบียบ และภาพที่ถูกเก็บใน 5 ฐานความข้อมูลที่ถูกสร้างโดยศูนย์การวิจัยชั้นนำของยุโรปมากกว่าสามสิบปี แสดงหน้าเว็บไซต์ดังรูปที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 CLAROS (Classical Art Research Online Services) [24]

2.2 พิพิธภัณฑ์ New Zealand Te Papa Tongarewa

พิพิธภัณฑ์ New Zealand Te Papa Tongarewa ใช้ CIDOC CRM ซึ่งเป็นเฟรมเวิร์คในการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ มนุษย์ สถานที่ หมวดหมู่ และหัวข้อเรื่องเล่า ในส่วนที่แสดงข้อมูลการจัดเก็บข้อมูลออนไลน์ (Collection's Online site) แสดงหน้าเว็บไซต์ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 พิพิธภัณฑ์ New Zealand Te Papa Tongarewa [25]

5. Berlin SPARQL Benchmark (BSBM)

Berlin SPARQL Benchmark (BSBM) [26] เป็นเครื่องวัดประสิทธิภาพวัดการทำงานของคิวรี ประกอบด้วย

1. Query Mixes per Hour (QMpH): ทำการวัดค่าคิวรีแบบผสมโดยวัดค่ากลางของการคิวรีต่อชั่วโมง
 2. Queries per Second (QpS): เป็นการวิเคราะห์ความแตกต่างโดยผลของการวัดประสิทธิภาพที่ได้จากคิวรีฐาน ซึ่งเหมาะกับการรายงานขนาดของข้อมูลต่อคิวรีที่รัน หน่วยที่ใช้วัดจะเป็นวินาที
 3. Load time (LT): เป็นการวัดเวลารวมสะสมในการโหลดชุดข้อมูลของ RDF จากแหล่งต้นไฟล์เข้ามาในชุด benchmark และคำนวณค่าดัชนีเริ่มต้นและค่าสถิติ เพื่อปรับปรุงคิวรี ซึ่งค่าที่ได้ออกมาเป็นรูปแบบของ dataset เช่น Turtle หรือ SQL dump
- จาก 3 วิธีที่กล่าวมาข้างต้นวิธีที่ใช้ในการทำวิจัยนี้เหมาะกับวิธีที่ 2

6. เอกสารงานวิจัย

Riikka Henriksson, Tomi Kauppinen และ Eero Hyvonen [27] ทดสอบแก่นแนวความคิดทางด้านภูมิศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์และคุณสมบัติร่วมกัน โดยศึกษา geo-ontology ของฟินแลนด์ (Suomalainen paikkaontologia, SUO) โดยใช้ Gazetteers, PNR (The Finnish Place Name Register) และ GNS (GEONet Names Server) แสดงพื้นที่สำรวจของประเทศฟินแลนด์ (National Land Survey) และประเภทของสถานที่ที่ใช้ในการถ่ายทอด (mapping) ตามลำดับ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการค้นหาสถานที่แบบเดิมที่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับชื่อของสถานที่ที่สามารถมีการเปลี่ยนแปลง ลดทอน หรือสูญหายไปกาลเวลาได้ งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 5 ส่วน คือ 1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ ศึกษาสถานที่ในด้านของข้อมูลเชิงบรรยาย เช่น สถานที่ตั้ง ตำแหน่งที่ตั้ง ภูมิศาสตร์ และลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีพื้นฐานของจุด เส้น และพื้นที่ 2) ระบบการศึกษาพื้นที่หรือภูมิศาสตร์ภูมิภาค เกี่ยวข้องกับลักษณะภูมิประเทศหรือลักษณะเฉพาะ 3) การใช้ที่ดิน ศึกษาความสัมพันธ์และกิจกรรมร่วมระหว่างสังคมและสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ 4) วิทยาศาสตร์กายภาพ ศึกษาสิ่งแวดล้อมทางกายภาพของโลก และ 5) แนวความคิดระดับสูงและต่ำ ศึกษาทัศนคติหลักในการศึกษาสถานที่ ประกอบด้วย ทัศนคติเชิงปริมาณ และทัศนคติเชิงปรากฏการณ์นิยม ผลจากการศึกษาพบว่า การพัฒนาออนไลน์เชิงพื้นที่ควรบรรจุคำอธิบายสถานที่ในแง่ของพื้นที่ ภูมิศาสตร์ภูมิภาค รูปแบบที่มีพื้นฐานบนการติดต่อสัมพันธ์ของมนุษย์กับธรรมชาติ และแง่ต่างๆ ที่

เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทางรูปร่าง ส่วนการศึกษาแนวความคิดระดับล่างสุด ทำให้เกิดความยืดหยุ่นต่อการนิยามคำว่า “place” ในแนวคิดระดับสูง ซึ่งหมายถึงลักษณะทางธรรมชาติและลักษณะที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมทั้งปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและสังคม

Viegas, Renata. และ Soares, Valéria. [28] พัฒนาระบบสืบค้นฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์โดยใช้วิธีการที่มีพื้นฐานบนออนโทโลยี ในการสนับสนุนความเข้าใจของโดเมนแนวปะการัง โดยแสดงกลไกที่มีพื้นฐานบนออนโทโลยี ในการเข้าถึงฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ กลไกนี้ได้ยอมให้ผู้ใช้กลุ่มต่างๆ สามารถเข้าถึงฐานข้อมูลเดียวกันโดยผ่านออนโทโลยีเชิงภูมิศาสตร์ได้โดยไม่ต้องรู้โครงสร้างภายในแต่อย่างใด มีการพัฒนาขึ้นของซีแมนติกที่รวบรวมข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์โดยผ่านการใช้ออนโทโลยีและโดยผ่านการให้คำจำกัดความเกี่ยวกับความเหมือนเชิงความหมายระหว่างคลาสต่างๆ ที่มีแนวคิดเดียวกัน แต่มีระบบการตั้งชื่อต่างกัน การพัฒนาออนโทโลยีสำหรับโดเมนแนวปะการัง โดยมีพื้นฐานบนมุมมองของกลุ่มที่แตกต่างกัน คือ กลุ่มนักภูมิศาสตร์ กชีววิทยา และนักท่องเที่ยว ซึ่งแต่ละคลาสของแต่ละออนโทโลยีมีความคล้ายคลึงกันกับบางคลาสของออนโทโลยีอื่น แต่คำศัพท์ที่ถูกใช้เพื่อบนิยามสามารถแตกต่างกันได้ ออนโทโลยีสามารถถูกใช้เป็นตัวชี้ทางและเครื่องมือตั้งคิวรีสำหรับผู้ใช้ในการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ต้องการ

Wang Yandong และคณะ [13] ออกแบบฐานความรู้ทางด้านออนโทโลยีเชิงพื้นที่และพัฒนาระบบให้เหตุผลทางตรรกศาสตร์ของฐานความรู้ เพื่อศึกษาข้อมูลทางภูมิศาสตร์โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบของธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ พัฒนาฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ที่ชื่อว่า “GeographicalSpace” ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ SpatialThing, SpatialRelation และ SpatialData ในงานวิจัยนี้พัฒนา GeographicalSpace ซึ่งเป็นฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่โดยใช้โปรตีนเจ้ และบันทึกข้อมูลในรูปแบบของเอกสาร OWL เมื่อผู้ใช้คิวรีข้อมูล Jena ซึ่งเป็นชุดพัฒนาของ Java สำหรับพัฒนาระบบเชิงความหมาย ทำหน้าที่อ่านเอกสาร OWL และวิเคราะห์คำในฐานความรู้ หลังจากนั้นจะติดต่อส่วนของการอนุมาน (Inference engine) ซึ่งเป็นส่วนที่ให้เหตุผลตามเงื่อนไขการคิวรี โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการให้เหตุผลนั้นจะถูกส่งไปยัง ArcIMS และ ArcIMS จะสืบค้นแผนที่และส่งผลลัพธ์ที่ได้ไปยังผู้ใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ ส่วนของการนำเข้าข้อมูล ส่วนของการพัฒนาฐานความรู้ ส่วนของการพัฒนาระบบสืบค้นฐานความรู้ และการประเมินผลระบบ

1. การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ

การพัฒนาออนโทโลยีเชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย เป็นการนำเอาข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ปรากฏอยู่บนผืนแผ่นดินไทย โดยนำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ช่วยให้สามารถศึกษาข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กับมิติของเวลา โดยมีสถาปัตยกรรมของระบบซึ่งประกอบด้วย ชั้นข้อมูลจำนวน 3 ชั้น ได้แก่ ชั้นนำเสนอข้อมูล (Presentation Layer) ชั้นบริการเชิงความหมาย (Semantic Service Layer) และชั้น Spatial/Application Server ดังรูปที่ 3.1

ส่วนของชั้นนำเสนอข้อมูล

เป็นชั้นที่นำเสนอข้อมูลลูกข่ายนั้นจะทำหน้าที่ในการควิรีคำถามต่างๆ จากผู้ใช้และแสดงผลของคำถามที่จะย้อนกลับไปยังเซิร์ฟเวอร์ นอกจากการควิรีคำถามของผู้ใช้แล้ว ในส่วนนี้ยังทำหน้าที่ในการจัดการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบ ซึ่งการสื่อสารกับเซิร์ฟเวอร์โดยวิธี HTTP หรือ TCP/IP

ส่วนของชั้นบริการเชิงความหมาย

เป็นชั้นของโมดูลที่ทำหน้าที่เก็บรวบรวมออนโทโลยีเชิงพื้นที่ เมื่อได้รับการร้องขอข้อมูลจากผู้ใช้ในชั้นนำเสนอข้อมูล จะไปขอข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ข้อมูล แล้วส่งข้อมูลคืนให้กับผู้ใช้ แบ่งออกเป็น 3 โมดูล ได้แก่

1. โมดูลข้อมูล (Data Module) เป็นโมดูลที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลจากหนังสือหรือเอกสาร ข้อมูลภาพ ข้อมูลจากเว็บไซต์

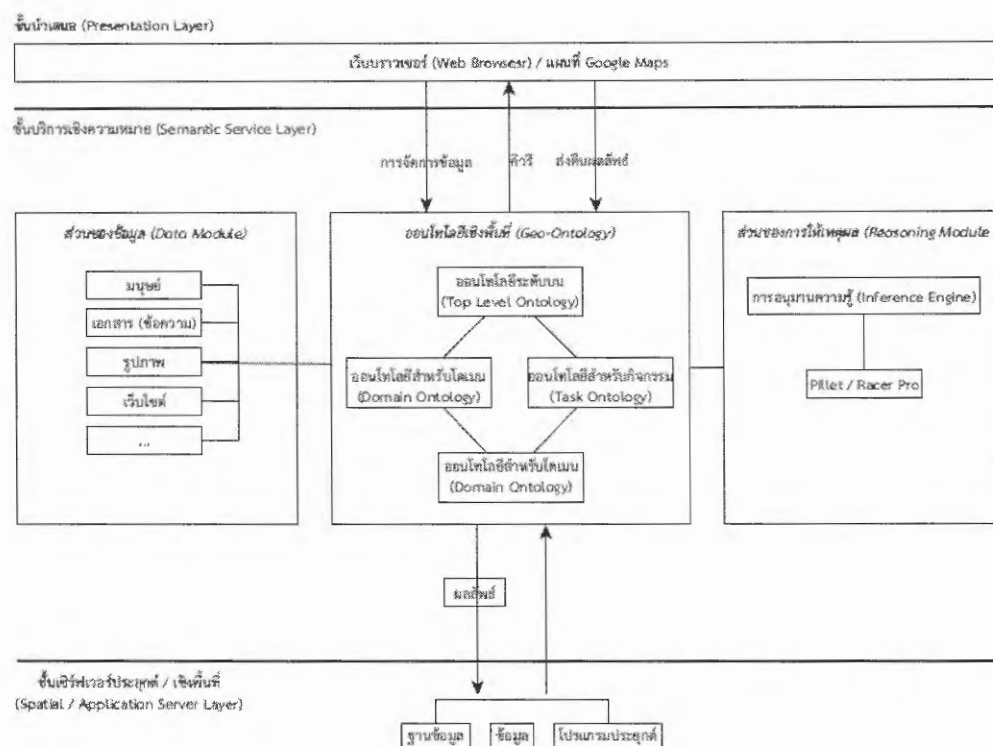
2. โมดูลเก็บรวบรวมความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-Ontology) เป็นโมดูลที่ใช้เก็บรวบรวมความรู้ของข้อมูลออนโทโลยีเชิงพื้นที่ ซึ่งออนโทโลยีสามารถถูกแบ่งออกเป็น top-level, domain ontology, task ontology และ application ontology จากระดับชั้นแอปพลิเคชันที่

แตกต่างกันของออนโทโลยีระดับบน เพื่ออธิบายแนวคิดสากลและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างแนวคิด และมันไม่ได้รวมเอาโดเมนพิเศษเข้าไว้ด้วย เช่น พื้นที่ว่าง เวลา เหตุการณ์ และพฤติกรรม ส่วนโดเมนออนโทโลยี (Domain Ontology) จะอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ต่างๆ ระหว่างแนวคิดสำหรับโดเมนพิเศษ ถ้าเป็นโดเมน GIS นั้นจะอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดใน GIS, task ontology อธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดสำหรับงานและกิจกรรมพิเศษ และ Application Ontology จะอธิบายแนวคิดและความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดที่มีพื้นฐานบนโดเมนและงานพิเศษ ผู้ที่มีความชำนาญจะต้องมีส่วนในการสร้างออนโทโลยี ในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมโปรตีเจ้ และภาษา OWL DL ในการอธิบายออนโทโลยี

3. โมดูลการอนุมานความรู้ (Inference Module) เป็นโมดูลที่สำคัญในการหาคำตอบ โดยที่คอมพิวเตอร์สามารถแปลความหมายของข้อมูลที่ถูกอธิบายโดยออนโทโลยีเชิงพื้นที่ และมีส่วนทำให้ค้นพบความสัมพันธ์ที่ยังไม่รู้ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ Racer ในการอนุมานความรู้

ส่วนของชั้น Spatial/application server

เป็นส่วนที่ใช้เซิร์ฟเวอร์ในการจัดการและส่งข้อมูลเชิงพื้นที่ไปแสดงผลในชั้นนำเสนอ ข้อมูลตามคำขอข้อมูลภูมิศาสตร์ เพื่อแสดงผลลัพธ์ให้กับผู้ใช้ ประกอบด้วย รูปภาพ รายละเอียด และ พิกัดทางภูมิศาสตร์ ที่มีความเกี่ยวข้องกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม



รูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

2. การออกแบบโครงสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่

ในการวิเคราะห์ความต้องการของการพัฒนาออนโทโลยีเชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย จากการศึกษาพบว่าข้อมูลทางด้านโบราณคดีเป็นข้อมูลที่มีความซับซ้อนและคลุมเครือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สอบถามความรู้จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านโบราณคดี (สำนักโบราณคดี กรมศิลปากร) เพื่อหาความสัมพันธ์ที่มีความเกี่ยวเนื่องกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย ซึ่งข้อมูลหลักที่ใช้ในการจัดเก็บในฐานความรู้ประกอบด้วย แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย เวลา บุคคล และเหตุการณ์

แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่

การพัฒนาออนโทโลยีเชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทยในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่และแสดงผลข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมของไทยบนแผนที่ของ Google Maps ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการพัฒนาต้นแบบฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ ดังนี้

1. แหล่งสารสนเทศสารานุกรมเสรี วิกีพีเดีย เป็นโครงการสารานุกรมเนื้อหาเสรีที่เปิดให้ผู้ใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถเข้ามาแบ่งปันข้อมูลกันได้ สามารถเข้าถึงได้ที่เว็บไซต์ <http://th.wikipedia.org/wiki/> โดยมีรายละเอียด

1.1 ประวัติ

1.2 แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

1.3 สิ่งก่อสร้างที่น่าสนใจ

1.4 แหล่งข้อมูลอื่น

2. แหล่งสารสนเทศทางโบราณคดี สำนักโบราณคดี กรมศิลปากร สามารถศึกษาได้ที่เว็บไซต์ <http://www.archae.go.th/>

2.1 แหล่งเอกสารทางด้านโบราณคดี กรมศิลปากร

2.2 แหล่งหนังสือทางด้านประวัติศาสตร์และโบราณคดี

2.3 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโบราณคดี กรมศิลปากร

2.4 แผนที่ที่ใช้ในการแสดงผลข้อมูลบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.5 ฐานข้อมูลแหล่งโบราณคดีในประเทศไทย กรมศิลปากร

นำแหล่งข้อมูลจากแหล่งดังกล่าวข้างต้นมาวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างของออนโทโลยีจะได้คลาสหรือแนวคิด ดังรูปที่ 3.2

คลาสออนโทโลยีเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย

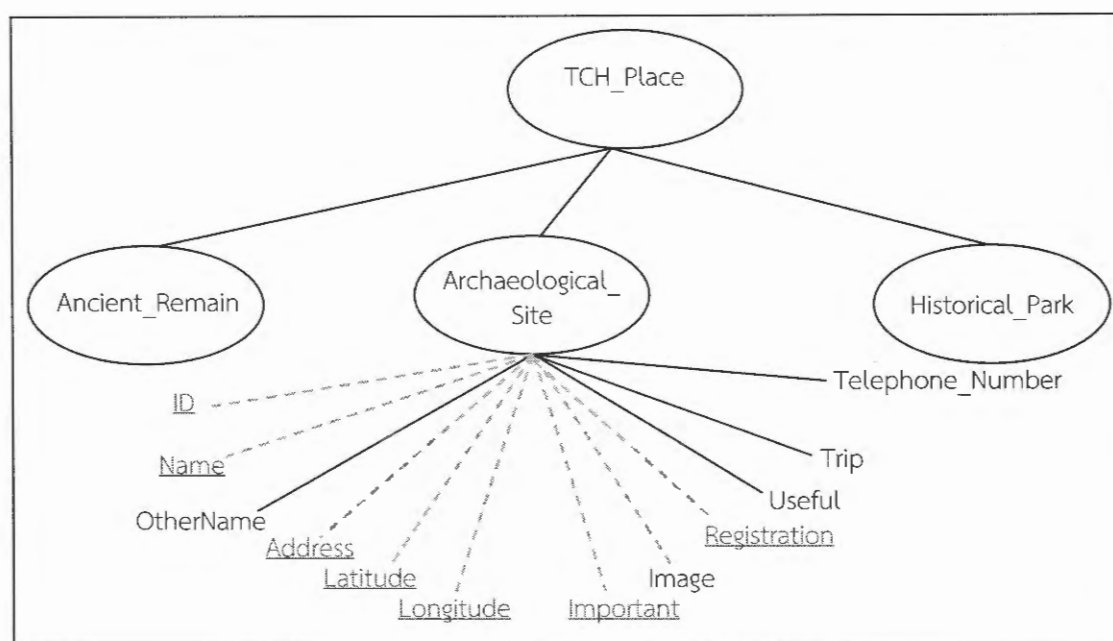
1. คลาสแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย (TCH_Place) เป็นคลาสของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย โดยมีคลาสลูกจำนวน 3 คลาส คือ

1.1 คลาสแหล่งโบราณสถาน (Ancient_Remain)

1.2 คลาสแหล่งโบราณคดี (Archaeological_Site)

1.3 คลาสแหล่งอุทยานประวัติศาสตร์ (Historical_Park)

โดยแต่ละคลาสประกอบด้วยคุณสมบัติของชนิดข้อมูล (Datatype Property) จำนวน 12 คุณสมบัติ ประกอบด้วย ID, Name, OtherName, Address, Latitude, Longitude, Important, Image, Registration, Useful, Trip และ Telephone_Number โดยแต่ละคลาสจะต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อย 7 คุณสมบัติ ประกอบด้วย ID, Name, Address, Latitude, Longitude, Important และ Registration ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 คลาสแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย (TCH_Place)

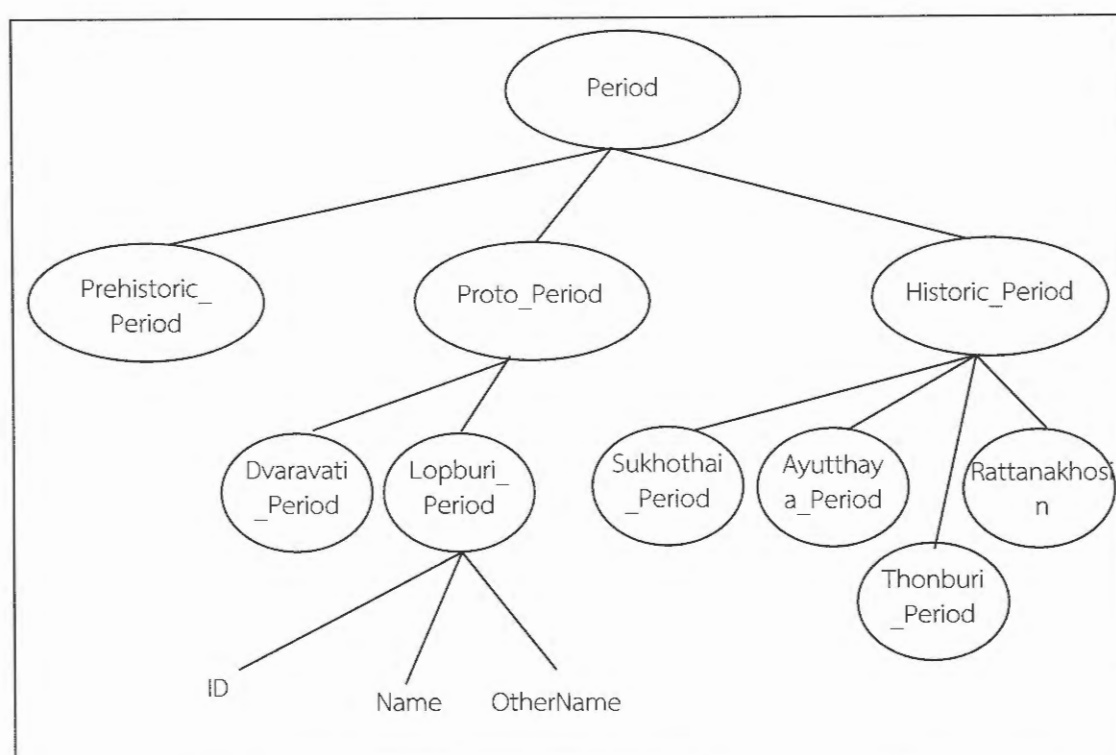
2. คลาสยุคสมัย (Period) เป็นคลาสของยุคสมัย โดยมีซึบคลาส (Subclass) จำนวน 3 คลาส คือ

2.1 คลาสยุคก่อนประวัติศาสตร์ (Prehistoric_Period) เป็นคลาสแสดงยุคสมัยก่อนประวัติศาสตร์

2.2 คลาสยุคกึ่งก่อนประวัติศาสตร์ (Protohistoric_Period) เป็นคลาสแสดงยุคสมัยที่อยู่ระหว่างยุคก่อนประวัติศาสตร์และยุคประวัติศาสตร์ ประกอบด้วยคลาสย่อย (subclass) จำนวน 2 คลาส คือ คลาสสมัยทวารวดี (Dvaravati_Period) และ คลาสสมัยลพบุรี (Lopburi_Period)

2.3 คลาสยุคประวัติศาสตร์ (Historic_Period) เป็นคลาสแสดงยุคสมัยประวัติศาสตร์เนื่องจากนักโบราณคดีกำหนดให้ยุคสุโขทัยเป็นต้นไปเป็นยุคประวัติศาสตร์ เช่น คลาสกรุงสุโขทัย (Sukhothai_Period) คลาสกรุงศรีอยุธยา (Ayutthaya_Period) เป็นต้น

โดยแต่ละคลาสประกอบด้วยคุณสมบัติของชนิดข้อมูล (Datatype Property) จำนวน 3 คุณสมบัติ ประกอบด้วย ID Name และ OtherName ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 คลาสยุคสมัย (Period)

3. คลาสหมวดหมู่ (Categories) เป็นคลาสแสดงประเภทต่างๆ ประกอบด้วยคลาสลูกจำนวน 4 คลาสคือ

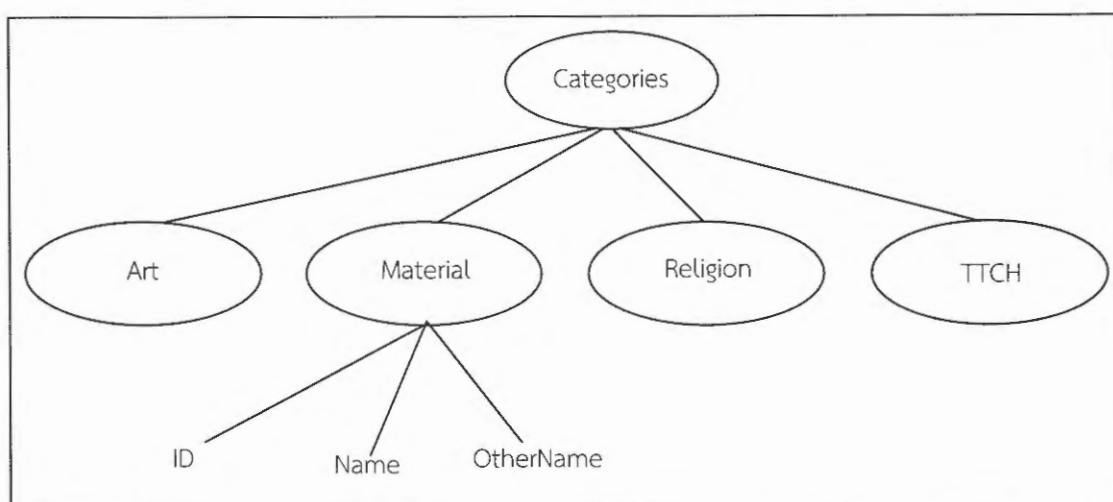
3.1 คลาสศิลปะ (Art) เป็นคลาสของศิลปะที่ปรากฏบนแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม

3.2 คลาสวัสดุก่อสร้าง (Material) เป็นคลาสของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม

3.3 คลาสศาสนา (Religion) เป็นคลาสของศาสนา

3.4 คลาสประเภทแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TTCH) เป็นคลาสแสดงประเภทแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม

โดยแต่ละคลาสประกอบด้วยคุณสมบัติของชนิดข้อมูลจำนวน 3 คุณสมบัติ ประกอบด้วย ID, Name และ OtherName ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 คลาสหมวดหมู่ (Categories)

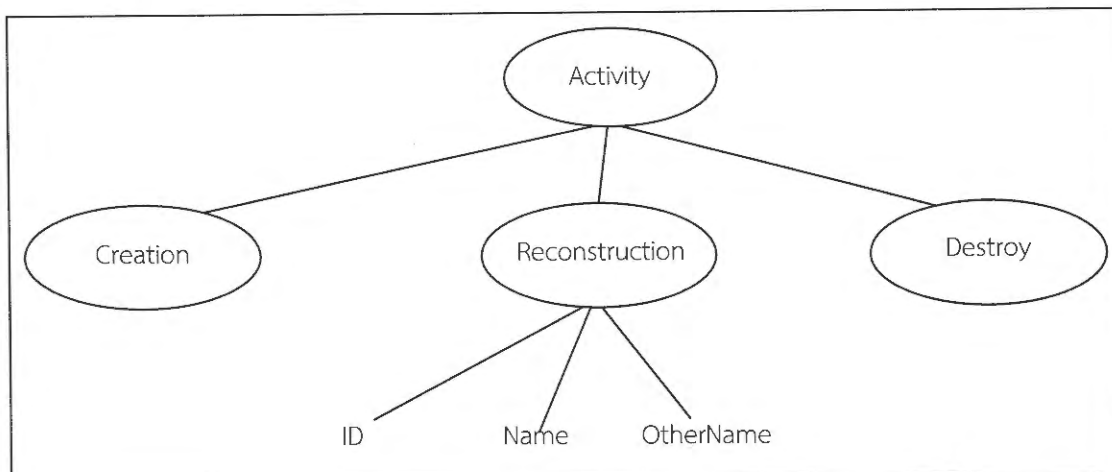
4. คลาสกิจกรรม (Activity) เป็นคลาสแสดงกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยมีคลาสลูกจำนวน 3 คลาส คือ

4.1 คลาสการสร้าง (Creation) เป็นคลาสแสดงการสร้าง กล่าวถึงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมสร้างขึ้นเมื่อใด ใครเป็นผู้สร้าง

4.2 คลาสการเปลี่ยนแปลง/บูรณะ (Reconstruction) เป็นคลาสแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงหรือสร้างเพิ่มเติมของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมจากศาสนาพราหมณ์-ฮินดูไปเป็นศาสนาพุทธ

4.3 คลาสการทำลาย (Destroy) เป็นคลาสแสดงข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ได้ถูกทำลายไปจากการเปลี่ยนแปลงกษัตริย์ผู้ปกครอง

โดยแต่ละคลาสประกอบด้วยคุณสมบัติของชนิดข้อมูลจำนวน 3 คุณสมบัติ ประกอบด้วย ID, Name และ OtherName ดังรูปที่ 3.6



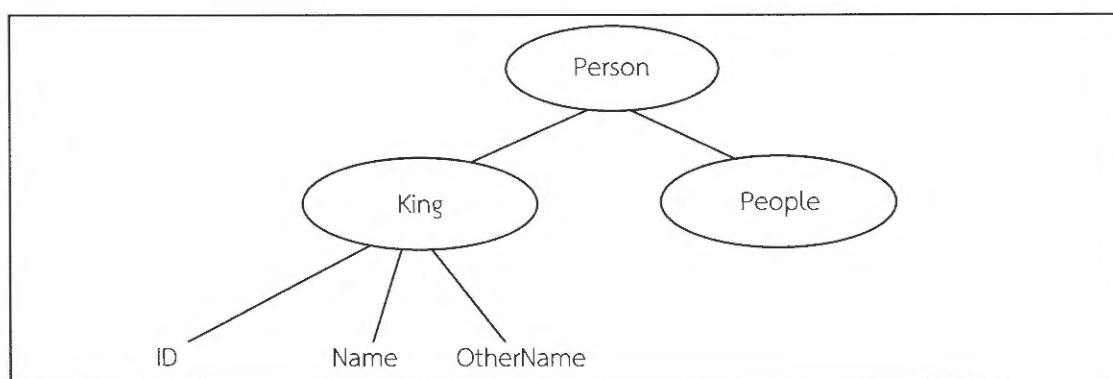
รูปที่ 3.6 คลาสกิจกรรม (Activity)

5. คลาสบุคคล (Person) เป็นคลาสแสดงบุคคล โดยมีคลาสลูกจำนวน 2 คลาส คือ

5.1 คลาสกษัตริย์ (King) เป็นคลาสแสดงถึงกษัตริย์ในยุคสมัยต่างๆ

5.2 คลาสประชาชน (People) เป็นคลาสแสดงถึงประชาชนที่มีความเกี่ยวข้องกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม เช่น เป็นผู้สร้าง เป็นต้น

โดยแต่ละคลาสประกอบด้วยคุณสมบัติของชนิดข้อมูลจำนวน 3 คุณสมบัติ ประกอบด้วย ID, Name และ OtherName ดังรูปที่ 3.7



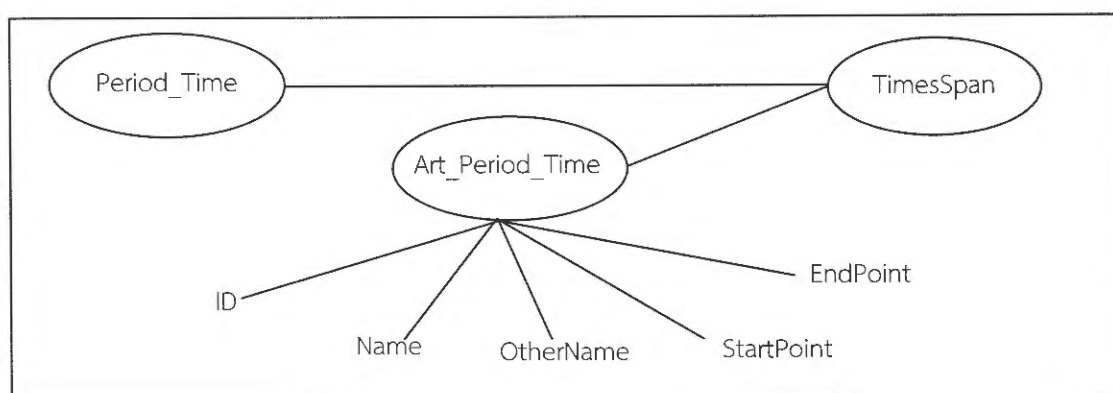
รูปที่ 3.7 คลาสบุคคล (Person)

6. คลาสช่วงเวลา (TimeSpan) เป็นคลาสแสดงช่วงเวลา โดยมีซับคลาส (Subclass) จำนวน 2 คลาส คือ

6.1 คลาสช่วงเวลายุคสมัย (Period_Time) เป็นคลาสแสดงถึงช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับยุคสมัยและข้อมูลอื่นๆ

6.2 คลาสช่วงเวลาการเกิดศิลปะ (Art_Period_Time) เป็นคลาสแสดงถึงช่วงเวลาของศิลปะ

โดยแต่ละคลาสประกอบด้วยคุณสมบัติของชนิดข้อมูลจำนวน 5 คุณสมบัติ ประกอบด้วย ID, Name, OtherName, StartPoint และ EndPoint ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 คลาสช่วงเวลา (TimeSpan)

รายละเอียดคลาสและคุณสมบัติในออนโทโลยีเชิงพื้นที่

จากคลาสหรือแนวคิดหลักจำนวน 8 คลาส สามารถแสดงรายละเอียดของคลาสต่างๆ ที่กำหนดในออนโทโลยีเชิงพื้นที่แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย แสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คลาส คลาสย่อย และรายละเอียดของคลาสในออนโทโลยีเชิงพื้นที่

คลาส	คลาสย่อย	รายละเอียด
Activity	Creation Destroy Reconstruct	เหตุการณ์ที่สถานที่มีการสร้างเพิ่มเติม เหตุการณ์ที่สถานที่มีการทำลาย เหตุการณ์ที่มีการสร้างสถานที่ใหม่หรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง
Categories	TArt TMaterial TPeriod TReligion TTCH	ประเภทของศิลปะ ประเภทของวัสดุก่อสร้าง ประเภทของยุคสมัย ประเภทของศาสนา ประเภทของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

ตารางที่ 3.1 คลาส คลาสย่อย และรายละเอียดของคลาสในออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (ต่อ)

คลาส	คลาสย่อย	รายละเอียด
Location	Amphur Province Region Tambon	ตำแหน่งที่ตั้งในระดับอำเภอ ตำแหน่งที่ตั้งในระดับจังหวัด ตำแหน่งที่ตั้งในระดับภูมิภาค ตำแหน่งที่ตั้งในระดับตำบล
Period	Historic_Period - Ayutthaya_Period - Lanchang_Period - Rattanakosin_Period - Sukhothai_Period - Thonburi_Period Prehistoric_Period Protohistoric_Period - Dvaravati_Period - Khmer_Kingdom	ยุคสมัยประวัติศาสตร์ ประกอบด้วย สมัยกรุงศรีอยุธยา สมัยล้านช้าง สมัยรัตนโกสินทร์ สมัยสุโขทัย สมัยธนบุรี ยุคสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ยุคสมัยกึ่งก่อนประวัติศาสตร์ ประกอบด้วย สมัยทวารวดี และสมัยลพบุรี
Person	People King	บุคคลที่เป็นประชาชนทั่วไป บุคคลที่เป็นกษัตริย์
Religion	Brahmanism_Hindu Buddhist	ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู ศาสนาพุทธ
TCH_Place	Ancient_Remain Archaeological_Site Historial_Park	สถานที่ซึ่งเป็นแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย ประกอบด้วย แหล่งโบราณสถาน แหล่งโบราณคดี และอุทยานประวัติศาสตร์
TimeSpan	Art_Period_Time Period_Time	ช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับสิ่งต่างๆ ประกอบด้วย ช่วงเวลาของศิลปะ และช่วงเวลาของยุคสมัย (รวมถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้น)

การกำหนดคุณสมบัติของวัตถุ (Object properties) ประกอบด้วยจำนวน 16 คุณสมบัติ แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของคุณสมบัติของวัตถุในออนโทโลยีเชิงพื้นที่

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์	อินเวอร์ส
consistsOf	ประกอบด้วย	TCH_Place	TCH_Place	formsPartOf
hasActivity	กิจกรรม	TCH_Place	Activity	isActivityOf

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของคุณสมบัติของวัตถุในออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (ต่อ)

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์	อินเวอร์ส
hasArt	ศิลปะ	TCH_Place	TArt	isArtOf
hasCreationAt	สร้าง (สถานที่?)	Creation	TCH_Place	isCreationOf
hasDestroyAt	ทำลาย (สถานที่?)	Destroy	TCH_Place	isDestroyOf
hasLoation	ตั้งอยู่ที่	TCH_Place Location GPS_Code	Location	isLocationOf
hasMaterialWith	สร้างจาก (วัสดุ?)	TCH_Place	TMaterials	isMaterialOf
hasPeriod	อยู่ในยุคสมัย	Period	Activity Person Catagories TCH_Place	isPeriodsOf
hasReconstruct At	เปลี่ยนแปลง (สถานที่?)	Reconstruct	Location	isReconstructO f
hasReligion	ศาสนา	TCH_Place Activity	Religion	TReligion
hasTimeSpan	ช่วงเวลา	Activity Person TCH_Place	Timespan	isTimeSpanOf
nearWith	ใกล้กับ	TCH_Place	TCH_place	
hasType	เป็นประเภท	TCH_Place	TTCH	isTypeOf
isCreationBy	สร้างโดย (ใคร?)	Creation	Person	
isDestroyBy	ทำลายโดย (ใคร?)	Destroy	Person	
isReconstructBy	เปลี่ยนแปลงโดย (ใคร?)	Reconstruct	Person	

การกำหนดคุณสมบัติของประเภทข้อมูล (Data properties) ทั้งหมดจำนวน 14 คุณสมบัติ แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของคุณสมบัติของประเภทข้อมูลในออนโทโลยีเชิงพื้นที่

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์
Address	ที่อยู่สถานที่	TCH_Place	String

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของคุณสมบัติของประเภทข้อมูลในออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (ต่อ)

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์
TCH_Place	ชื่อสถานที่	TCH_Place	String
EndPoint	จุดสิ้นสุด	TimeSpan	String
Image	ภาพที่เก็บภาพ	TCH_Place	String
Important	สิ่งสำคัญ	TCH_Place	String
Longitude	ลองติจูด	TCH_Place	String
Latitude	ละติจูด	TCH_Place	String
Name	ชื่อ	Activity Person Categories Period Person TCH_Place TimeSpan	String
Registration	การขึ้นทะเบียน (การขึ้นทะเบียนโบราณสถาน หรืออุทยาน)	TCH_Place	String
StartPoint	จุดเริ่มต้น	TimeSpan	String
TelephoneNumber	เบอร์โทรศัพท์	TCH_Place	String
Trip	การเดินทาง	TCH_Place	String
Useful	ประโยชน์ใช้สอย (เช่น เทวสถานในศาสนาฮินดู หรืออโศกยาศาล)	TCH_Place	String
OtherName	ชื่อเรียกอื่น	TCH_Place Period Person Location Art Architecture Material Religion	String

การบรรยายออนโทโลยีเชิงพื้นที่ด้วยภาษา OWL

1. การกำหนดเนมสเปซ (NameSpace) เพื่อใช้ในการอ้างอิงเอกสารสามารถกำหนดเนมสเปซจากภาษา OWL ได้ดังรูปที่ 3.9

```
<rdf:RDF xmlns="http://www.tchp.com/tchp.owl#"
  xml:base="http://www.tchp.com/tchp.owl"
  xmlns:ont="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#"
  xmlns:ace_lexicon="http://attempto.ifi.uzh.ch/ace_lexicon#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#">
```

รูปที่ 3.9 การกำหนดเนมสเปซ (NameSpace)

2. ตัวอย่างการอธิบายข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

ในส่วนนี้เป็นตัวอย่างข้อมูลในไฟล์ owl จากรูปที่ 3.10 แสดงข้อมูลของปราสาทหินพนมวัน โดยแสดงข้อมูล PREFIX และคุณสมบัติ

```
<!-- http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#Ancient_Remain_NakhonRatchasima_Panomwan -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#Ancient_Remain_NakhonRatchasima_Panomwan">
  <rdf:type rdf:resource="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#Ancient_Remain" />
  <ont:Longitude
    rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double">102.1936459</ont:Longitude>
  <ont:Latitude
    rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#double">15.02531987</ont:Latitude>
  <ont:Address>วัดพนมวัน บ้านมะค่า ตำบลนาโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา</ont:Address>
  <ont:Name>ปราสาทพนมวัน</ont:Name>
  <ont:Trip>เดินทางไปตามถนนสายโคราช-ขอนแก่น ระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร ไปทาง อ. พินายประมาณ 15 กิโลเมตร จะเจอป้ายบอกทางไป ปราสาทหินพนมวันเลยป้ายไปเล็กน้อย จะเจอไฟแดงและแยกขวาให้เลี้ยวตรงเข้าไปตามถนนเส้นเลขครีบ(ออกจากจอหอจะมีทางแยกขวาไปตามทางลาดยางอีก 5 กิโลเมตร</ont:Trip>
  <ont:Important>1.ปราสาทหินพนมวันประกอบด้วยตัวปราสาทและมณฑป,ระเบียงคด,วิหารน้อยและปราสาทอิฐปราสาทและมณฑปตัวปราสาทก่อด้วยหินทรายขาวและหินทรายแดงบนฐานศิลาแลงมีฉนวนทางเดินต่อกันมีช่องหน้าต่างข้างละ 2 ช่องมีลูกมะหวดแทนลูกกรงตัวปราสาทมีทางเข้า 3 ทางด้านทิศเหนือมีหีบหลังอยู่ส่วนด้านใต้ไม่มีแต่มีจารึก"จ.ป.ร."ที่หีบหลังด้านในและหีบสำจารึกขอมและด้านตะวันออกก็มียอดปราสาททั้งหลายส่วนมณฑปมีทางเข้าจากภายนอก 3 ทางโครงสร้างคดเป็นหินมีบางส่วนพังทลายและมีจารึกที่เสาประตูด้านทิศตะวันออก ระเบียงคดและโคปุระก่อด้วยหินทรายขาวและหินทรายแดงแซมด้วยอิฐบางแห่งบนศิลาแลงด้านเหนือโคปุระเหลือเพียงผนังส่วนระเบียงทางเชื่อมด้านนอก,คดเหลือแต่ฐานด้านใต้โคปุระเดิมเหลือเพียงผนัง
```

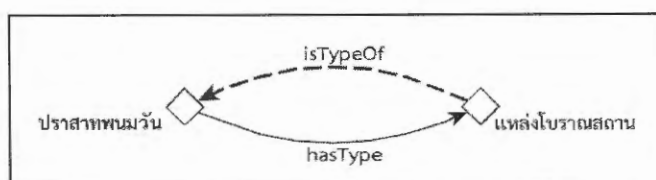
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างการอธิบายข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมประเภทแหล่งโบราณสถาน

“ปราสาทหินพนมวัน”

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการพิจารณาการอนุมาน

การกำหนดลักษณะคุณสมบัติในแง่มุมต่าง ๆ เพื่อให้เป็นเหตุและผล (Reasoning) การอนุมานคือ การใช้ความรู้ที่มีอยู่ในออนโทโลยีเพื่อค้นหาข้อเท็จจริง ซึ่งถูกสังเคราะห์จากการพิจารณาข้อเท็จจริง (Fact)

1. คุณสมบัติแบบผกผัน (Inverse Properties) ในงานวิจัยนี้คุณสมบัติลักษณะแบบผกผันจำนวน 12 คู่ ประกอบด้วย consists $\Leftrightarrow$ formsPartOf, hasActivity $\Leftrightarrow$ isActivityOf, hasArt $\Leftrightarrow$ isArtOf, hasCreationAt $\Leftrightarrow$ isCreationOf, hasDestroyAt $\Leftrightarrow$ isDestroyOf, hasLocation $\Leftrightarrow$ isLocationOf, hasMaterialWith $\Leftrightarrow$ isMaterialOf, hasPeriod $\Leftrightarrow$ isPeriodOf, hasReconstructAt $\Leftrightarrow$ isReconstructOf, hasReligion $\Leftrightarrow$ isReligionOf, hasTimeSpan $\Leftrightarrow$ isTimeSpanOf, hasType $\Leftrightarrow$ isTypeOf



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการลักษณะคุณสมบัติแบบผกผัน

จากรูปที่ 3.11 จะพบว่า ปราสาทพนมวัน มีประเภท (hasType) แหล่งโบราณสถาน แต่ในทางกลับกันก็จะกล่าวได้ว่า แหล่งโบราณสถานเป็นประเภทของ (isTypeOf) ปราสาทพนมวัน ในงานวิจัยนี้มีคุณสมบัติต่างๆ ที่สอดคล้องกับคุณสมบัติแบบผกผัน แสดงดังตารางที่ 3.4

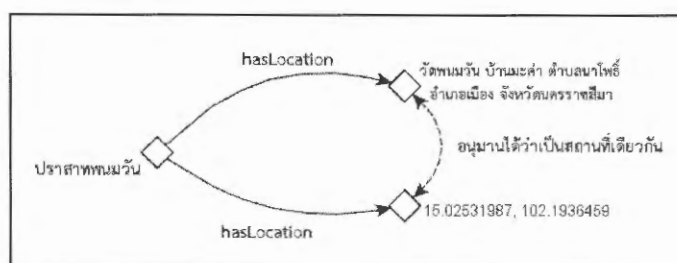
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของคุณสมบัติแบบผกผัน

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์	อินเวอร์ส
consistsOf	ประกอบด้วย	TCH_Place	TCH_Place	formsPartOf
hasActivity	กิจกรรม	TCH_Place	Activity	isActivityOf
hasArt	ศิลปะ	TCH_Place	TArt	isArtOf
hasCreationAt	สร้าง (สถานที่?)	Creation	TCH_Place	isCreationOf
hasDestroyAt	ทำลาย (สถานที่?)	Destroy	TCH_Place	isDestroyOf
hasLoation	ตั้งอยู่ที่	TCH_Place Location GPS_Code	Location	isLocationOf

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของคุณสมบัติของวัตถุในออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (ต่อ)

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์	อินเวอร์ส
hasMaterialWith	สร้างจาก (วัสดุ?)	TCH_Place	TMaterials	isMaterialOf
hasReconstruct At	เปลี่ยนแปลง (สถานที่?)	Reconstruct	Location	isReconstructOf
hasReligion	ศาสนา	TCH_Place Activity	Religion	isReligionOf
hasPeriod	อยู่ในยุคสมัย	Activity Person Catagories TCH_Place	Period	isPeriodsOf
hasTimeSpan	ช่วงเวลา	Activity Person TCH_Place	Timespan	isTimeSpanOf
hasType	เป็นประเภท	TCH_Place	TTCH	isTypeOf

2. คุณสมบัติแบบฟังก์ชัน (Functional Properties) สามารถแสดงตัวอย่างคุณสมบัติแบบฟังก์ชันได้ดังรูปที่ 3.12 ในงานวิจัยนี้



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบฟังก์ชัน

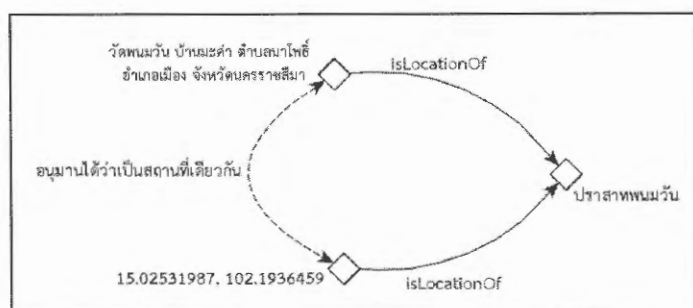
จากรูปที่ 3.12 จะพบว่า ปราสาทพนมวัน ตั้งอยู่ที่ (hasLocation) “วัดพนมวัน บ้านมะค่า ตำบลนาโพธิ์ อำเภอมือง จังหวัดนครราชสีมา” ซึ่งเป็นที่อยู่ที่มีมนุษย์ใช้เรียกและมีค่าละติจูดและลองจิจูดเป็น “15.02531987, 102.1936459” ซึ่งเป็นตำแหน่งบนพื้นโลก โดย hasLocation ถูกกำหนดคุณสมบัติให้เป็น 1:1 ดังนั้นเมื่อต้องการถามว่าปราสาทพนมวันตั้งอยู่ที่ใด จึงอนุมานได้ว่าปราสาทพนมวันตั้งอยู่ที่ “วัดพนมวัน บ้านมะค่า ตำบลนาโพธิ์ อำเภอมือง จังหวัดนครราชสีมา”

และมีค่าละติจูดและลองจิจูดเป็น “15.02531987, 102.1936459” ตามคุณสมบัติ 1:1 ซึ่งในงานวิจัยนี้มีเพียงคุณสมบัติ hasLocation เท่านั้นที่มีคุณสมบัติแบบฟังก์ชัน แสดงดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของคุณสมบัติแบบฟังก์ชัน

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์
hasLocation	ตั้งอยู่ที่	TCH_Place Location GPS_Code	Location

3. คุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน (Inverse Functional Properties) สามารถแสดงตัวอย่างคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน ได้ดังรูปที่ 3.13



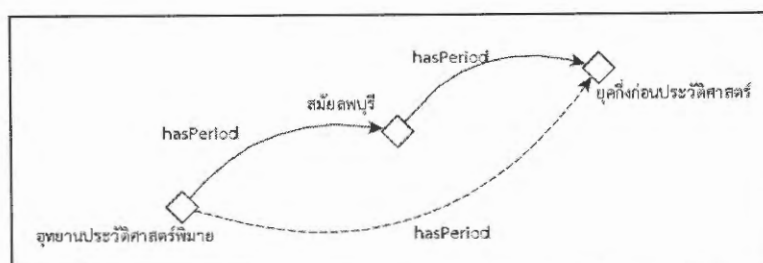
รูปที่ 3.13 ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน

จากรูปที่ 3.13 ในการกำหนดคุณสมบัติแบบฟังก์ชันอินเวอร์สใช้ owl:InverseFunctionProperty ซึ่งจากตัวอย่างเป็นการกำหนดคุณสมบัติแบบฟังก์ชันอินเวอร์สโดยใช้คุณสมบัติ เป็นที่ตั้งของ (isLocationOf) ได้ถูกกำหนดคุณสมบัติเป็นแบบฟังก์ชันอินเวอร์ส เพื่อใช้กำหนดความเป็นเอกลักษณ์ (Unique) ของประธาน ซึ่งหากกำหนดให้ที่อยู่ “วัดพนมวัน บ้านมะค่า ตำบลนาโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา” และค่าละติจูดและลองจิจูดเป็น “15.02531987, 102.1936459” เป็นที่อยู่ของปราสาทพนมวันแล้ว จึงอนุมานได้ว่าทั้งที่อยู่และพิกัดนั้นเป็นอินสแตนซ์เดียวกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้มีเพียงคุณสมบัติ isLocationOf เท่านั้นที่มีคุณสมบัติแบบฟังก์ชันแสดงดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์	อินเวอร์ส
isLocationOf	ประกอบด้วย	TCH_Place	TCH_Place	formsPartOf

4. คุณสมบัติแบบถ่ายทอด (Transitive Properties) สามารถแสดงตัวอย่างคุณสมบัติแบบถ่ายทอดได้ดังรูปที่ 3.14



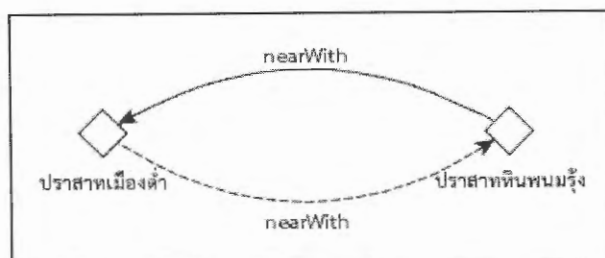
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบถ่ายทอด

จากรูปที่ 3.14 แสดงตัวอย่างคุณสมบัติ มียุคสมัย (hasPeriod) ถูกกำหนดลักษณะแบบถ่ายทอด กล่าวคือ เมื่อมีการกำหนดว่าสมัยลพบุรีหรืออยู่ในยุคท่งก่อนประวัติศาสตร์ ดังนั้นเมื่อมีการกำหนดว่าอุทยานประวัติศาสตร์พิมายมียุคสมัยสมัยลพบุรี จากคุณสมบัติแบบถ่ายทอดจะได้ข้อสรุปเพิ่มเติมว่า อุทยานประวัติศาสตร์พิมายจะมียุคสมัยเป็นยุคท่งก่อนประวัติศาสตร์ ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของคุณสมบัติแบบถ่ายทอด

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์
hasPeriod	ยุคสมัย	Activity Person Catagories TCH_Place	Period
hasLocation	ตั้งอยู่ที่	TCH_Place Location GPS_Code	Location
hasTimeSpan	มีช่วงเวลา	Activity Person TCH_Place	Timespan

5. คุณสมบัติแบบสมมาตร (Symmetric Properties) สามารถแสดงตัวอย่างคุณสมบัติแบบถ่ายทอดได้ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบสมมาตร

จากภาพที่ 3.15 แสดงตัวอย่างคุณสมบัติของ `nearWith` ถูกกำหนดลักษณะแบบสมมาตร กล่าวคือ เมื่อมีการกำหนดว่าปราสาทหินพนมรุ้งอยู่ใกล้กับปราสาทเมืองต่ำ ดังนั้นในทางกลับกันก็สามารถอนุมานได้ว่า ปราสาทเมืองต่ำอยู่ใกล้กับปราสาทหินพนมรุ้ง ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของคุณสมบัติแบบสมมาตร

คุณสมบัติ	คำอธิบาย	โดเมน	เรนจ์
<code>nearWith</code>	ประกอบด้วย	<code>TCH_Place</code>	<code>TCH_Place</code>

จากการทวิวิธีโดยการกำหนดลักษณะคุณสมบัติในแง่มุมต่างๆ เพื่อให้เป็นเหตุและผล (Reasoning) ในการอนุมานดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปการทำงานออกเป็นตารางดังตารางที่ 3.9

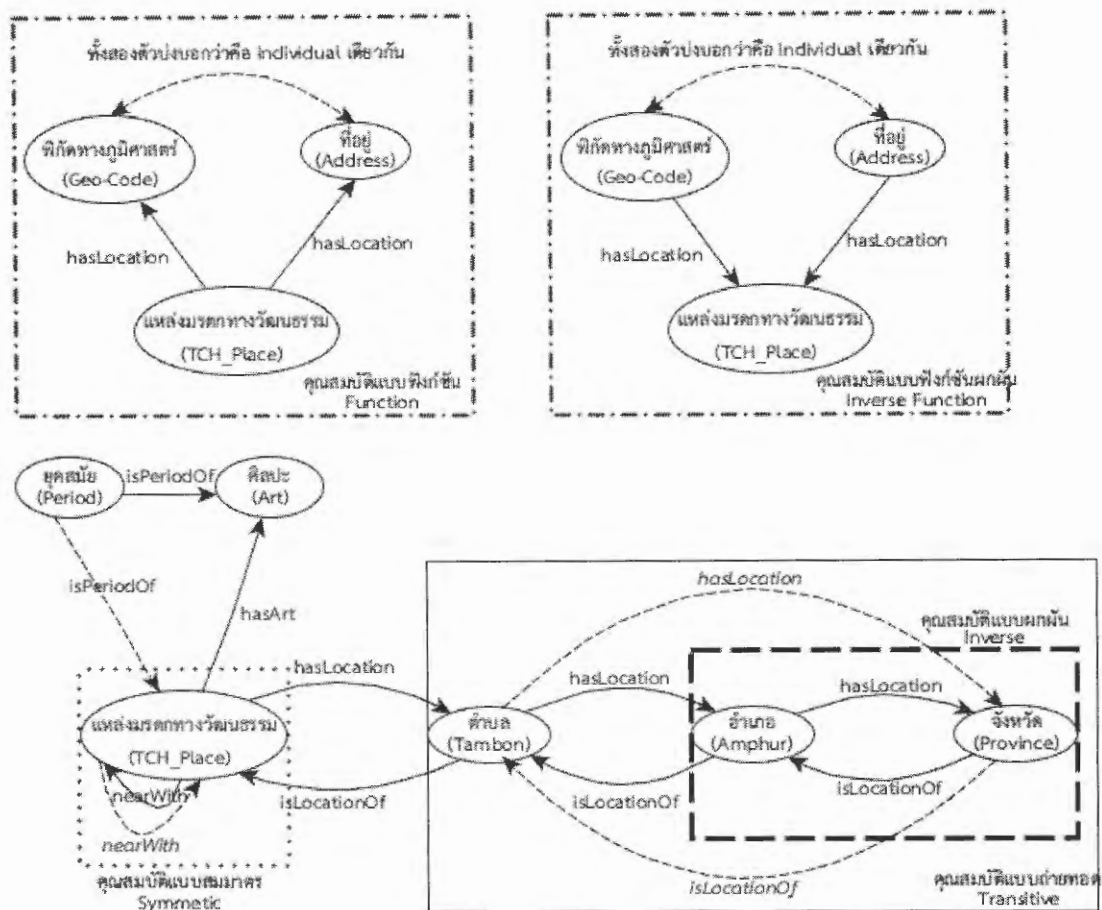
ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของคุณสมบัติต่างๆ จากการทวิวิธีข้อมูลโดยการอนุมาน

คุณสมบัติ	แบบผกผัน	ฟังก์ชัน	ฟังก์ชันผกผัน	แบบถ่ายทอด	แบบสมมาตร
<code>consistsOf</code>	✓				
<code>hasActivity</code>	✓				
<code>hasArt</code>	✓				
<code>hasCreationAt</code>	✓				
<code>hasDestroyAt</code>	✓				
<code>hasLoation</code>	✓	✓		✓	

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของคุณสมบัติต่างๆ จากการคิวรีข้อมูลโดยการอนุมาน (ต่อ)

คุณสมบัติ	แบบผกผัน	ฟังก์ชัน	ฟังก์ชัน ผกผัน	แบบถ่ายทอด	แบบสมมาตร
hasMaterialWith	✓				
hasReconstructAt	✓				
hasReligion	✓				
hasPeriod	✓			✓	
hasTimeSpan	✓				
hasType	✓				
nearWith					✓
isLocationOf	✓		✓	✓	
formsPartOf	✓				
isActivityOf	✓				
isArtOf	✓				
isCreationOf	✓				
isDestroyOf	✓				
isMaterialOf	✓				
isReconstructOf	✓				
isReligionOf	✓				
isPeriodsOf	✓			✓	
isTimeSpanOf	✓				
isTypeOf	✓				

จากรูปที่ 3.2 นำมาเขียนรายละเอียดของคุณสมบัติต่างๆ จากการคิวรีข้อมูลโดยการอนุมานโดยยกตัวอย่างบางคลาสมาแสดง ดังรูปที่ 3.15



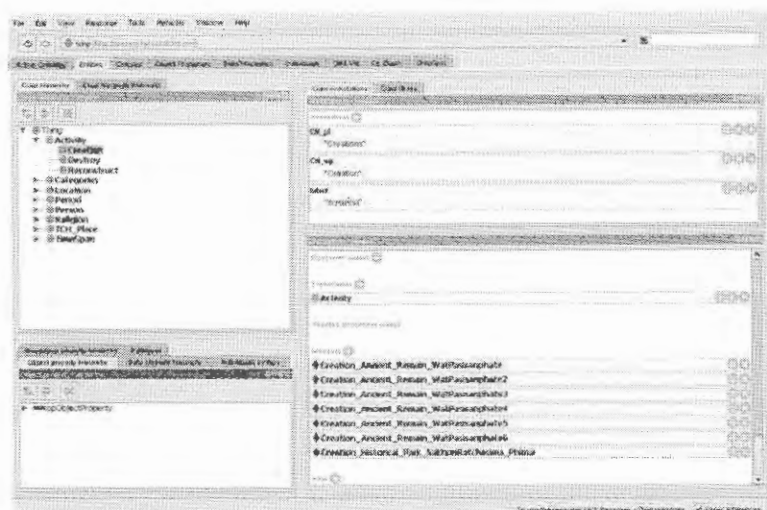
รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการกำหนดลักษณะคุณสมบัติจากการคิวรีโดยการอนุมานจากคลาสที่สร้างขึ้น

3. การพัฒนาโปรแกรม

การพัฒนาการสร้างต้นแบบออนโทโลยีของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การสร้างออนโทโลยีและกำหนดค่าอินสแตนซ์ และการพัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมโปรตีเจ้ 4.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในการพัฒนาออนโทโลยี แสดงหน้าจอของโปรแกรมโปรตีเจ้ ตามรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 หน้าจอโปรแกรมโปรทีเจ้ 4.0

รายละเอียดคลาสและคุณสมบัติในออนโทโลยีเชิงพื้นที่ที่ได้ออกแบบไว้มาทดสอบวัดค่า DL Expressivity เพื่อตรวจสอบว่าเป็น Description Logic ตระกูลใด ซึ่งหลังจากทดสอบด้วยฟังก์ชัน OWL Model Metrics ของโปรแกรม Protégé 3.4.4 พบว่าออนโทโลยีเชิงพื้นที่ที่ออกแบบไว้เป็น Description Logics ตระกูล SHOIN^(D) และแสดงรายละเอียดการวัดค่าคลาสและคุณสมบัติ ดังรูปที่ 3.17

OWL Model Metrics

Metrics DL Expressivity

The DL expressivity of this ontology is:

SHOIN(D)

Symbol	Explanation
S	Abbreviation for ALC with transitive roles. ALC allows concept intersection, full negation, full universal quantification, full existential quantification, and concept disjunction.
H	Role (property) hierarchy
O	Nominals (Singleton sets, oneOf, eg {a}) - these are also used in hasValue restrictions
I	Inverse roles (properties which have inverses specified, or properties that are symmetric)
N	Number restrictions (cardinality restrictions, also includes functional properties)
(D)	Datatypes

OWL Model Metrics

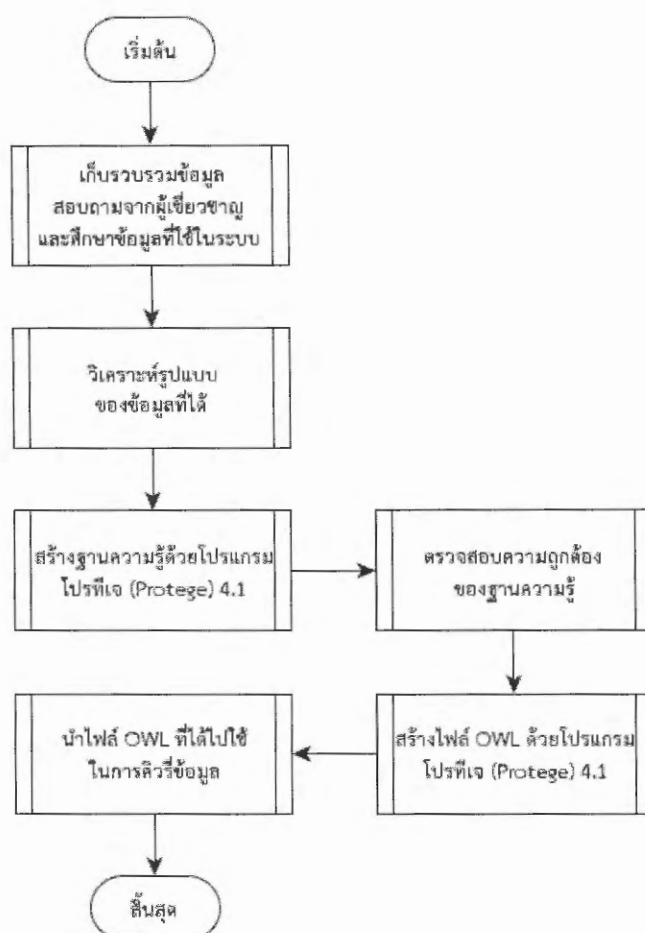
Metrics DL Expressivity

Classes

- Named classes
 - Total: 52
 - Primitive: 25
 - Defined: 27
- Parents
 - Mean (named): 1
 - Mode (named): 1
 - Max (named): 1
- Inferred parents
 - Mean (named): 2
 - Mode (named): 2
 - Max (named): 2
- Siblings
 - Mean: 4
 - Mode: 2
 - Max: 5
- Anonymous Classes
 - Restrictions
 - Total: 29
 - Existential: 0
 - Universal: 0
 - Cardinality: 0
 - MinCardinality: 1
 - MaxCardinality: 1
 - HasValue: 25

รูปที่ 3.17 แสดงการวัดค่า DL Expressivity ของออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (ซ้าย) และการวัดค่าของคลาสเงื่อนไข และคุณสมบัติ (ขวา)

เมื่อสร้างตัวออนโทโลยีเรียบร้อยแล้ว โปรแกรม Protégé สามารถแปลงสิ่งที่เราสร้างขึ้นให้เป็นภาษา OWL เพื่อนำไปใช้ในการคิวรีข้อมูลต่อไปได้ ดังรูปที่ 3.18 แสดงขั้นตอนการพัฒนา



รูปที่ 3.18 แสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบ

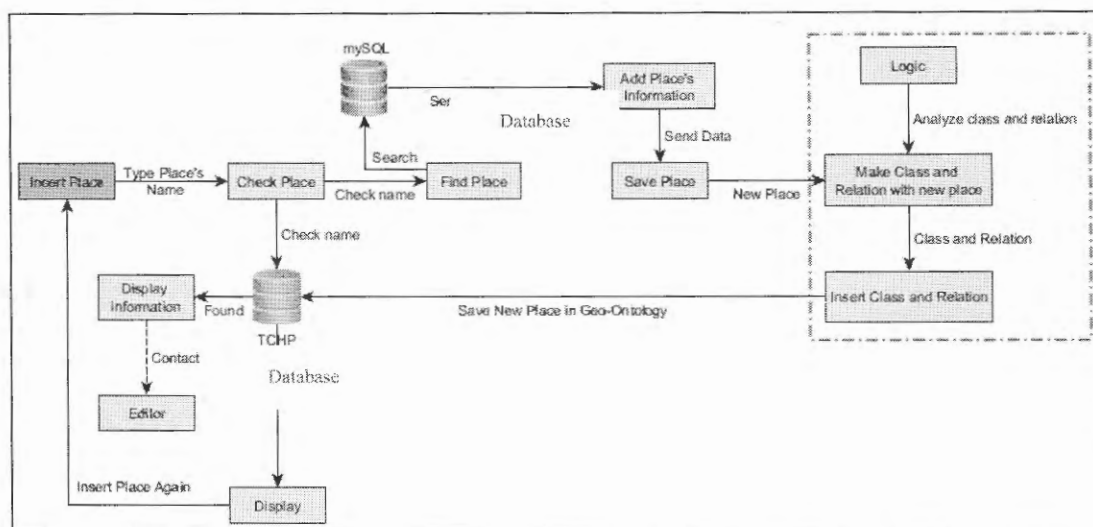
ขั้นตอนในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

ในขั้นตอนนี้สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้ามาใช้งานฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ โดยมีการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลและผลจากการคิวรีออนโทโลยี ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แสดงผลออกมาในรูปของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้ามาใช้งานได้สะดวก ในการพัฒนาใช้ภาษา PHP และใช้ RAP (RDF API for PHP) ในการติดต่อกับออนโทโลยี มาเขียนข้อมูลเพื่อใช้ในการคิวรีข้อมูลที่อยู่ในรูปของไฟล์ OWL

ในส่วนของการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของผู้เชี่ยวชาญที่ทำหน้าที่จัดการข้อมูล และส่วนของผู้ใช้ระบบ

1. ส่วนของผู้เชี่ยวชาญ

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ทำให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถจัดการกับข้อมูลเป็นส่วนใหญ่ในการเพิ่มข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยลงในฐานความรู้ออนโทโลยี แสดงดังรูปที่ 3.19 โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.19



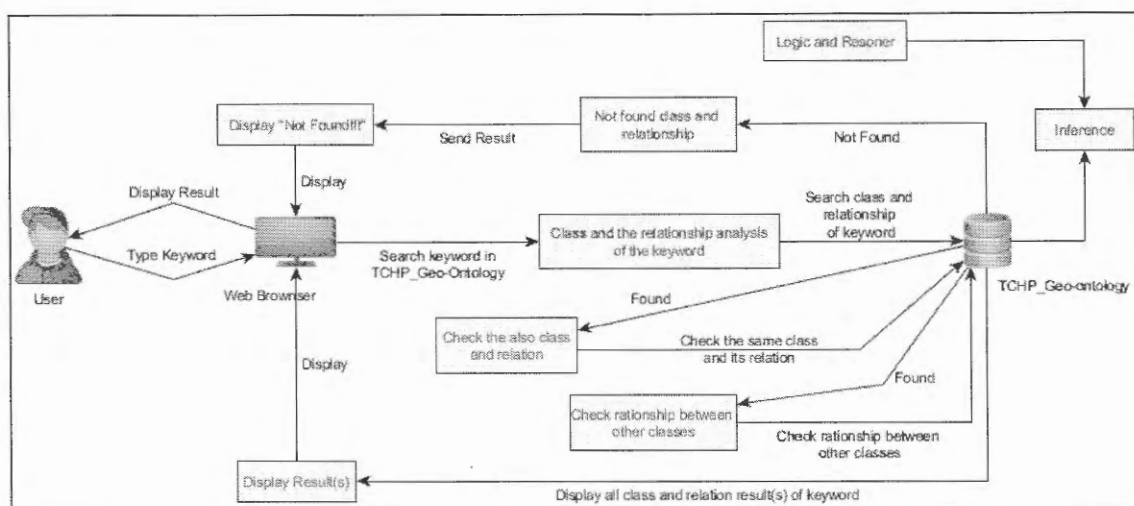
รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลลงในฐานความรู้

จากรูปที่ 3.19 ผู้เชี่ยวชาญจะต้องลงชื่อเข้าใช้ระบบ เพื่อยืนยันสิทธิในการใช้งาน เมื่อเข้าสู่ระบบได้แล้วผู้เชี่ยวชาญจึงจะสามารถเข้าไปจัดการข้อมูลได้ ในกรณีที่ผู้เชี่ยวชาญต้องการเพิ่มข้อมูลในฐานความรู้ นั้น ระบบจะต้องตรวจสอบก่อนว่า แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่ผู้เชี่ยวชาญต้องการเพิ่มมีใครได้เพิ่มลงไปแล้วหรือไม่ ซึ่งถ้ามีผู้เพิ่มข้อมูลลงไปแล้วผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถที่จะเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลลงไปได้ ต้องติดต่อให้ผู้ที่ลงบันทึกเป็นผู้แก้ไขข้อมูล แต่ถ้าไม่มีระบบจะแสดงแบบฟอร์มสำหรับเพิ่มข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย โดยที่ผู้เชี่ยวชาญไม่จำเป็นต้องใส่ความสัมพันธ์ด้วยตนเอง ซึ่งภายในระบบจะทำหน้าที่สร้างคลาสและนำเอาความสัมพันธ์ที่ได้ออกแบบไว้ในฐานความรู้มาเพิ่มลงในข้อมูลที่ผู้เชี่ยวชาญเพิ่มเข้าไป หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยเพิ่มลงในฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่

2. ส่วนของผู้ใช้

ในส่วนของผู้ใช้นั้นจะคิวรีหรือสืบค้นข้อมูลที่ต้องการจากระบบ คิวรี (Query) ของผู้ใช้นำเข้าสู่ส่วนของการคิวรี (Query Formalization) ส่วนนี้จะนำคิวรีไปถามในฐานความรู้ผ่าน

ทางเครื่องอนุมานความรู้ (Inference Engine) เพื่อหาคำตอบและส่งคำตอบที่สืบค้นได้แสดงผลต่อผู้ใช้ แสดงดังรูปที่ 3.20 เมื่อระบบรับคิวรีจากผู้ใช้ จะนำเอาคิวรีนั้นไปวิเคราะห์หาคลาสความสัมพันธ์ และคุณสมบัติ หลังจากนั้นจะตรวจสอบว่าคลาสที่ได้มีความสัมพันธ์อะไรเกี่ยวข้องบ้าง และมีความสัมพันธ์กับคลาสอื่นอย่างไร เสร็จแล้วก็นำไปค้นหาในฐานความรู้โดยนำเอาการอนุมานเข้ามาใช้ในการประมวลผล เสร็จแล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาแสดงทางหน้าจอเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการใช้งานของผู้ใช้

3. การแสดงผลบนแผนที่ Google Map

3.1 Google Maps API

นำฐานความรู้ที่ได้ออกแบบมาพัฒนาโปรแกรมเพื่อแสดงผลบนแผนที่ Google Map ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการพัฒนาโปรแกรมแสดงผลโดยใช้ PHP และใช้ RDF API ในการติดต่อกับฐานความรู้ owl และใช้ Google API ในการใช้งานแผนที่ Google Maps โดยการใช้งาน Google API เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้ Google Maps API v2 จึงต้องลงทะเบียนเพื่อรับ API Key ในการใช้งานกับ Google ก่อน และแสดงแผนที่ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แสดงแผนที่ Google Maps จาก API Key บนเว็บไซต์

3.2 การแสดงผลฐานความรู้บนแผนที่ Google Maps

เมื่อนำฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่เป็นภาษา OWL (.owl) มาเปิดด้วยเว็บเบราว์เซอร์จะแสดงดังรูปที่ 3.22 จากตัวอย่างจะพบว่าเป็นข้อมูลที่บุคคลทั่วไปอ่านอาจจะไม่เข้าใจ ดังนั้น จึงต้องใช้ RDF API มาช่วยในการแสดงผลทาง HTML แสดงดังรูปที่ 3.23

```
<?xml version="1.0" ?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [View Source for full doctype...]>
<rdf:RDF xmlns="http://www.owl-ontologies.com/tchp.owl#" xml:base="http://www.owl-ontologies.com/tchp.owl#"
  xmlns:owl2xml="http://www.w3.org/2006/12/owl2-xml#" xmlns:ont="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#">
  <owl:Ontology rdf:about="" />
  <!--
    //////////////////////////////////////
    //
    // Object Properties
    //
    //////////////////////////////////////
  -->
  <!-- http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#hasLocation -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#hasLocation">
    <rdfs:type rdf:resource="http://www.w3.org/2002/07/owl#InverseFunctionalProperty" />
    <rdfs:label xml:lang="th">ตั้งอยู่ที่</rdfs:label>
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#Location" />
    <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#isLocationOf" />
  </owl:ObjectProperty>
  <!-- http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#hasPeriod -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#hasPeriod">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#Period" />
    <owl:inverseOf rdf:resource="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#isPeriodOf" />
  </owl:ObjectProperty>
  <!-- http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#hasType -->
  <owl:ObjectProperty rdf:about="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#hasType">
    <rdfs:range rdf:resource="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#TCH_Place_Type" />
  </owl:ObjectProperty>
```

รูปที่ 3.22 แสดงข้อมูลของฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่บนเว็บเบราว์เซอร์ด้วยภาษา OWL

?ID	?TypeName	?PlaceID	?PlaceName	?Latitude	?Longitude	?img	?detail
Literal: 1	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 24010101	Literal: วัดโสม (วัดโสมราชามหาวิหาร)	Literal: 13.67369056	Literal: 101.0666461	Literal: images/TCH/output/24010101.jpg	Literal: อุโบสถพระมหาเจดีย์
Literal: 1	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 20010101	Literal: ศาลเจ้าหน่อกษัตริย์ (ศาลเจ้าหน่อกษัตริย์)	Literal: 13.36049652	Literal: 100.9849865	unbound	Literal: องค์พระประธานในพระอุโบสถ
Literal: 1	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 20010102	Literal: วัดคันธาร	Literal: 13.36163932	Literal: 100.986768	unbound	Literal: อุโบสถ ศาลาการเปรียญ
Literal: 1	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 20010103	Literal: วัดโสม (วัดโสมราชามหาวิหาร)	Literal: 13.36346737	Literal: 100.9876045	unbound	Literal: อุโบสถ ศาลาการเปรียญ
Literal: 1	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 20010104	Literal: วัดสวนหลวง	Literal: 13.35969724	Literal: 100.983938	unbound	Literal: พระพุทธรูปปางมารวิชัย
Literal: 1	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 20010401	Literal: วัดบางช้าง	Literal: 13.29449397	Literal: 100.9371283	unbound	Literal: อุโบสถ ศาลาการเปรียญ
Literal: 1	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 20010402	Literal: วัดแจ้ง (วัดแจ้ง)	Literal: 13.28553248	Literal: 100.9365958	unbound	Literal: พระพุทธรูปปางมารวิชัย
Literal: 5	Literal: แหล่งโบราณสถาน	Literal: 20010901	Literal: บ้านคลองเตย	Literal: 13.42517335	Literal: 101.0398313	unbound	Literal: ต้นกล้วยไม้พันธุ์ต่าง ๆ

รูปที่ 3.23 ฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่สำหรับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมโดยใช้ RDF API

สร้าง marker ตำแหน่งบนแผนที่ Google Map โดยแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของภาษา XML แสดงโค้ดตัวอย่างดังรูปที่ 3.24 และเมื่อนำเอาข้อมูลที่ได้จัดให้อยู่ในรูปของ XML มาแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์จะปรากฏข้อมูลดังรูปที่ 3.25 ในส่วนของรูปที่ 3.26 นั้นเป็นการนำเอาข้อมูลจากรูปที่ 3.25 มาแสดงตำแหน่ง Marker ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยบนแผนที่ Google Maps

```
// ADD TO XML DOCUMENT NODE
echo '<marker ' ;
echo 'TypeID="' . parseToXML($tID) . '" ' ;
echo 'TypeName="' . $tName . '" ' ;
echo 'PlaceID="' . $pID . '" ' ;
echo 'PlaceName="' . $pName . '" ' ;
echo 'Lat="' . $pLat . '" ' ;
echo 'Long="' . $pLong . '" ' ;
echo 'Detail="' . $pDetail . '" ' ;
echo 'Img="' . $pImage . '" ' ;
echo '>';
// End XML file
echo '</markers>';
```

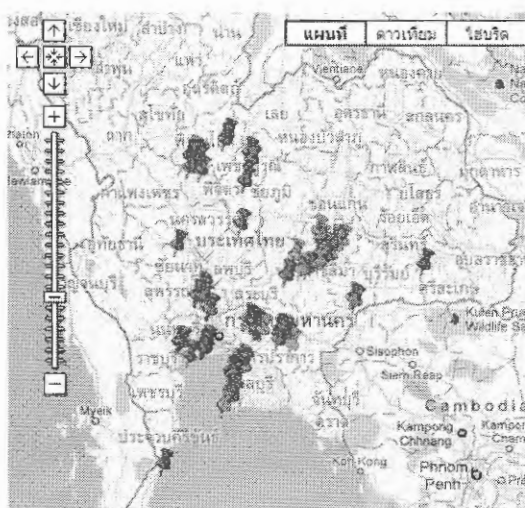
รูปที่ 3.24 โค้ดแสดงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของ XML

```

- <markers>
  <marker TypeID="1" TypeName="แหล่งโบราณสถาน" PlaceID="24010101" PlaceName="วัด
  โสธร (วัดโสธรารามารวิหาร)" Lat="13.67369056" Long="101.0666461"
  Img="images/TCH/output/24010101.jpg" Adr="ด.หน้าเมือง อ.เมือง จ.ฉะเชิงเทรา"
  Detail="อุโบสถ พระพุทธโสธร" Reg="ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 71 ตอนที่ 3 ลงวันที่ 5 มกราคม
  2497" />
  <marker TypeID="1" TypeName="แหล่งโบราณสถาน" PlaceID="20010101" PlaceName="ศาล
  จังหวัดชลบุรีหลังเก่า(สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดชลบุรี)" Lat="13.36049652"
  Long="100.9849865" Img="" Adr="ด.บางปลาสร้อย อ.เมือง จ.ชลบุรี" Detail="อาคารศาลจังหวัด
  ชลบุรีหลังเก่า" Reg="ราชกิจจานุเบกษาเล่ม 118 ตอนที่พิเศษ 1 วันที่ 17 ธันวาคม 2544" />
  <marker TypeID="1" TypeName="แหล่งโบราณสถาน" PlaceID="20010102" PlaceName="วัด
  คั่นสน" Lat="13.36163932" Long="100.986768" Img="" Adr="ด.บางปลาสร้อย อ.เมือง จ.
  ชลบุรี" Detail="อุโบสถ ภาพลายรดน้ำบนประตูดุโบสถ" Reg="ราชกิจจานุเบกษาเล่ม 119 ตอน
  ที่พิเศษ 1 วันที่ 26 ธันวาคม 2545" />
  <marker TypeID="1" TypeName="แหล่งโบราณสถาน" PlaceID="20010103" PlaceName="วัด
  โทณอินทรากรม" Lat="13.36346737" Long="100.9876045" Img="" Adr="ด.บางปลาสร้อย อ.
  เมือง จ.ชลบุรี" Detail="อุโบสถ ลายรดน้ำที่บานประตูหน้าด้านอุโบสถ วิหาร 2 หลัง มณฑปรอยพระ
  พุทธบาท ธรรมาสถ" Reg="ราชกิจจานุเบกษาเล่ม 119 ตอนที่พิเศษ 1 วันที่ 26 ธันวาคม 2545" />
  <marker TypeID="1" TypeName="แหล่งโบราณสถาน" PlaceID="20010104" PlaceName="วัด
  สวนตาล" Lat="13.35869724" Long="100.983938" Img="" Adr="ด.บางปลาสร้อย อ.เมือง จ.
  ชลบุรี" Detail="พระพุทธรูปต่าง ๆ ประมาณ 20 องค์ ในอาคารหลังเล็ก ๆ" Reg="ยังไม่ได้ประกาศขึ้น
  ทะเบียนโบราณสถาน" />

```

รูปที่ 3.25 ข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยในภาษา XML เมื่อแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 3.26 ตำแหน่งของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยบนแผนที่ Google Maps

4. การสืบค้นข้อมูล

เป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นเพื่อทดสอบว่าออนไลน์เชิงพื้นที่ที่ได้ออกแบบ มีการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน ซึ่งสามารถดูได้จากผลที่ได้จากการคิวรีออนไลน์ โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงผลออกมาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานระบบสามารถทดลองใช้ได้สะดวก

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันโดยใช้ภาษา PHP โดยใช้ RAP (RDF API for PHP) เพื่อคิวรีข้อมูลจากออนโทโลยีที่อยู่ในรูปของภาษา OWL

4.1 รูปแบบในการสืบค้นข้อมูล แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ การสืบค้นโดยการระบุค่าสำคัญ (Keyword Search) และการสืบค้นจากการความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในออนโทโลยีเชิงพื้นที่ แสดงดังรูปที่ 3.27

ค้นหาด้วยคำสำคัญ

สถานที่ :

(ก)

ค้นหาขั้นสูง

สถานที่ :

ประเภทแหล่ง :

ยุคสมัย : ☐ สมัยกรุงศรีอยุธยา ☐ ยุคคำริด
☐ สมัยทวารวดี ☐ ยุคประวัติศาสตร์
☐ สมัยลพบุรี ☐ ยุคก่อนประวัติศาสตร์
☐ ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ☐ สมัยกรุงรัตนโกสินทร์
☐ สมัยกรุงสุโขทัย ☐ สมัยกรุงธนบุรี
☐ ยังไม่ระบุ

ศาสนา : ☐ ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู ☐ ศาสนาพุทธ
☐ คริสต์ศาสนา ☐ ศาสนาอิสลาม

วัสดุก่อสร้าง : ☐ หินทราย ☐ อิฐดินปั้นทราย
☐ ศิลาแลง

ศิลปะ : ☐ ศิลปะแบบทวารวดี ☐ ศิลปะแบบขอม
☐ ศิลปะแบบลพบุรี ☐ ศิลปะแบบสุโขทัย
☐ ศิลปะแบบอโยธยา ☐ ศิลปะแบบรัตนโกสินทร์

กษัตริย์ :

ตำแหน่งที่ตั้ง :

เวลา :

ระยะทาง : กิโลเมตร

(ข)

รูปที่ 3.27 ส่วนของการค้นหา (สถานที่)

(ก) ส่วนของการค้นหาด้วยคำสำคัญ (ข) ส่วนของการค้นหาขั้นสูง (ใช้ความสัมพันธ์)

4.2 ขั้นตอนการสืบค้น

4.2.1 การระบุค่าสำคัญ เมื่อผู้ใช้ได้ระบุค่าสำคัญในการค้นหาแล้ว ในขั้นตอนนี้จะใช้ SPARQL ในการสืบค้นข้อมูลบนโครงสร้างข้อมูล OWL โดยประกาศเรียกใช้ RAP API ก่อน ดังรูปที่ 3.28 และประกาศไวยากรณ์ของ SPARQL ดังรูปที่ 3.29

```
define("RDFAPI_INCLUE_DIR", "C:/Appserv/www/tchplace/rdfapi/api");
include(RDFAPI_INCLUE_DIR . "RdfAPI.php");

$stchp = ModelFactory::getDefaultModel();
$stchp->load(RDFAPI_INCLUDE_DIR . '../doc/tutorial/test.owl');
```

รูปที่ 3.28 การประกาศเรียกใช้ RAP API

```
$querystring = "
    PREFIX ont: <http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#>
    PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
    PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

    SELECT ?PlaceName ?Lat ?Long
    WHERE {
        ?TCH_Place ont:Latitude ?Lat .
        ?TCH_Place ont:Longitude ?Long .
        ?TCH_Place ont:Name ?PlaceName . FILTER regex(?PlaceName, \"$pname\").
    };
$result = $stchp->sparqlQuery($querystring);
```

คำสำคัญ “พินาย”

รูปที่ 3.29 การประกาศไวยากรณ์ในการสืบค้นข้อมูลบนโครงสร้างข้อมูล OWL ด้วย SPARQL

จากรูปที่ 3.29 เป็นการสืบค้นข้อมูลด้วย SPARQL โดยกำหนดให้ \$pname เป็นคำสำคัญที่ชื่อว่า “พินาย” เพื่อคิวรีข้อมูลออนโทโลยีของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่มีชื่อว่า “พินาย” โดยแสดงข้อมูลชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม พิกัดละติจูด และพิกัดลองจิจูด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการคิวรีแสดงดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคิวรีข้อมูลด้วยคำสำคัญ

No.	?PlaceName	?Lat	?Long
1	อุทยานประวัติศาสตร์พินาย	15.220986	102.4937846

4.2.2 การระบุความสัมพันธ์ ผู้ใช้เลือกความสัมพันธ์ที่ต้องการ เช่น ยุคสมัย ประเภทแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม แหล่งที่ตั้ง ฯลฯ เช่น ในกรณีที่ต้องสืบค้นแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม ประเภทโบราณสถาน อยู่ในยุคสมัยกรุงศรีอยุธยา สามารถเขียนให้อยู่ในรูปของ SPARQL ได้ดังรูปที่ 3.30 และแสดงผลลัพธ์ดังตารางที่ 3.11 ที่ได้จากการคิวรีข้อมูลโดยมีรายละเอียดของชื่อ แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย ค่าละติจูด และค่าลองจิจูด

```
$querystring = "
    PREFIX ont: <http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#>
    PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
    PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

    SELECT ?PlaceName ?Lat ?Long
    WHERE {
        ?TCH_Place rdf:type ont:Ancient_Remain
        ?TCH_Place ont:hasPeriod ont:TPeriod_Ayutthaya_Period .
        ?TCH_Place ont:Latitude ?Lat .
        ?TCH_Place ont:Longitude ?Long .
        ?TCH_Place ont:Name ?PlaceName . FILTER regex(?PlaceName, "$pname")
    }";
$result = $tchp->sparqlQuery($querystring);
```

ประเภทโบราณสถาน

ยุคสมัยกรุงศรีอยุธยา

รูปที่ 3.30 การประกาศไวยากรณ์ในการระบุความสัมพันธ์ด้วย SPARQL

ตารางที่ 3.11 ตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการคิวรีข้อมูลโดยระบุความสัมพันธ์

No.	?PlaceName	?Lat	?Long
1	พระราชวังโบราณ	14.35769000	100.5580500
2	วัดอ่างศิลา	13.33686705	100.9283744
3	วัดบ้านเก่า	13.46261702	101.0605638
4	วัดบางเป้ง	13.29449397	100.9371283
5	วัดสวนตาล	13.35869724	100.9839380
6	วัดตาลล้อม	13.27204594	100.9404197
7	วัดใหญ่อินทาราม	13.36346737	100.9876045

4.2.3 เงื่อนไขของความสัมพันธ์ จากรูปที่ 3.27 (ข) จะเห็นว่า มีหัวข้อความสัมพันธ์จำนวน 10 หัวข้อ โดยที่ในบางหัวข้อจะมีลักษณะของความสัมพันธ์ที่มากกว่า 1 เช่น ยุคสมัย ศาสนา วัสดุ ศิลปะ เป็นต้น โดยในงานวิจัยนี้กำหนดให้แต่ละหัวข้อใหญ่ประกอบด้วย ชื่อ แหล่ง ประเภท ยุคสมัย ศาสนา วัสดุก่อสร้าง ศิลปะ กษัตริย์ ตำแหน่งที่ตั้ง เวลา และระยะทาง มีความสัมพันธ์ในลักษณะ “AND” และกำหนดให้ความสัมพันธ์ภายในแต่ละหัวข้อที่สามารถเลือกได้มากกว่า 1 ข้อ มีความสัมพันธ์ในลักษณะ “OR / UNION” ดังรูปที่ 3.31

ค้นหาขั้นสูง

สถานที่ :

ประเภทแหล่ง : แหล่งโบราณสถาน

ยุคสมัย : ☐ สมัยกรุงศรีอยุธยา ☐ สมัยทวารวดี
☐ มรดกประวัติศาสตร์ ☐ สมัยลพบุรี
☐ มรดกอนุสาวรีย์ ☐ มรดกโลก
☐ สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ☒ สมัยกรุงสุโขทัย
☐ สมัยกรุงธนบุรี ☐ ยังไม่ระบุ

ศาสนา : ☒ ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู ☒ ศาสนาพุทธ ☐ คริสต์
☐ ศาสนาอิสลาม

วัสดุก่อสร้าง : ☐ หินทราย ☐ อิฐดินเผา
☐ ศิลาแลง

ศิลปะ : ☐ ศิลปะอินเดีย ☐ ศิลปะแบบขอม
☐ ศิลปะแบบสุโขทัย ☐ ศิลปะแบบอยุธยา
☐ ศิลปะแบบรัตนโกสินทร์ ☐ ศิลปะแบบลพบุรี

กษัตริย์ :

ตำแหน่งที่ตั้ง :

เวลา :

ระยะทาง : กิโลเมตร

ค้นหา

ต้องการแหล่งมรดกทาง
วัฒนธรรมไทยที่เป็นประเภท
แหล่งโบราณสถาน และ
(AND) ยุคสมัยสุโขทัย

ต้องการแหล่งมรดกทาง
วัฒนธรรมไทยที่เกี่ยวข้องกับ
ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู หรือ
(OR / UNION) ศาสนาพุทธ

รูปที่ 3.31 ลักษณะการค้นหาโดยใช้ความสัมพันธ์ในลักษณะ “AND” และ “OR / UNION”

4.3 ขั้นตอนแสดงผลลัพธ์

ในส่วนของการแสดงผลลัพธ์นั้น คิวรีที่ได้จากสืบค้นทั้งจากการระบุค่าสำคัญหรือการระบุความสัมพันธ์นั้น อาจจะมีคำตอบที่ได้มากกว่า 1 แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมก็ได้ โดยผู้ใช้สามารถคลิกที่ชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมเพื่อแสดงถึงรายละเอียดและความสัมพันธ์ของแหล่ง

มรดกทางวัฒนธรรมกับยุคสมัย ศาสนา แหล่งที่ตั้ง เป็นต้น ซึ่งการแสดงผลดังกล่าวได้นำเอาแผนที่ Google Maps มาใช้ในการแสดงตำแหน่งของผลลัพธ์ด้วยเช่นกัน

4. ขั้นตอนการทดสอบระบบ

เมื่อการพัฒนาระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การทดสอบระบบ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการตรวจวัดการทำงานของคิวรี และการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และตรงต่อความต้องการของผู้ใช้

การตรวจวัดการทำงานของคิวรี

โดยวัดประสิทธิภาพวัดการทำงานของคิวรีของออนโทโลยีเชิงพื้นที่แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย โดยใช้การวิเคราะห์แบบ Queries per Second (QpS) โดยมีหน่วยที่ได้เป็นวินาที

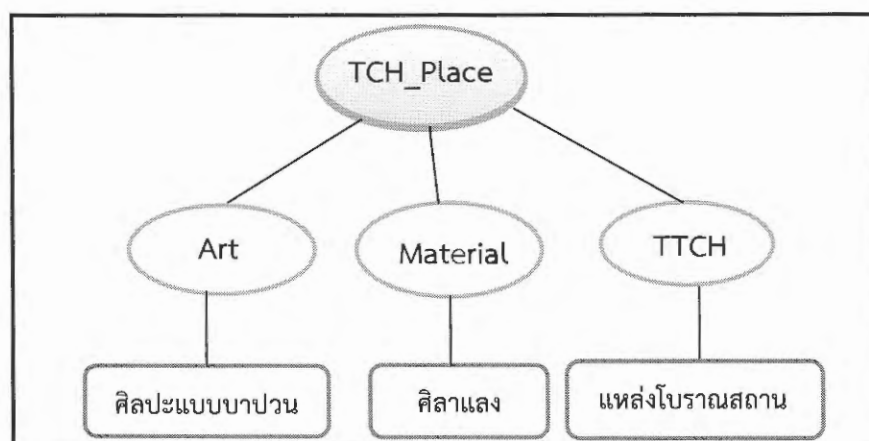
คิวรีระดับที่ 1: แหล่งโบราณสถานใดที่มีรูปแบบศิลปะแบบบาปวนและสร้างด้วยศิลาแลง

เขียนให้อยู่ในรูปแบบ DL

(Ancient_Remain

$\Pi (\exists \text{hasArt}\{\text{ศิลปะแบบบาปวน}\})$

$\Pi (\exists \text{hasMaterialWith}\{\text{ศิลาแลง}\})$



รูปที่ 3.32 ระดับของการคิวรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 1

คิวรีระดับที่ 2: แหล่งโบราณสถานใดที่อยู่ในสมัยลพบุรี มีรูปแบบศิลปะแบบบาปวน และสร้างด้วยศิลาแลง

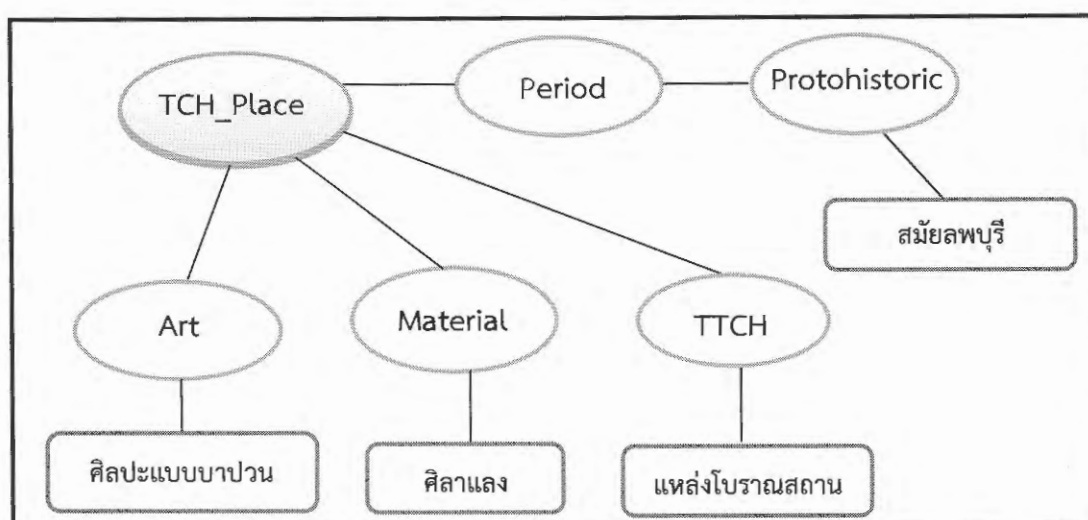
เขียนให้อยู่ในรูปแบบ DL

(Ancient_Remain

$\sqcap (\exists \text{hasPeriod}\{\text{สมัยลพบุรี}\})$

$\sqcap (\exists \text{hasArt}\{\text{ศิลปะแบบบาปวน}\})$

$\sqcap (\exists \text{hasMaterialWith}\{\text{ศิลาแลง}\}))$



รูปที่ 3.33 ระดับของการคิวรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 2

คิวรีระดับที่ 3: อุทยานประวัติศาสตร์ใดที่สร้างโดยพระเจ้าสุริยวงษ์ที่ 1 ก่อสร้างด้วยศิลาแลง เกี่ยวข้องกับศาสนาพราหมณ์-ฮินดู

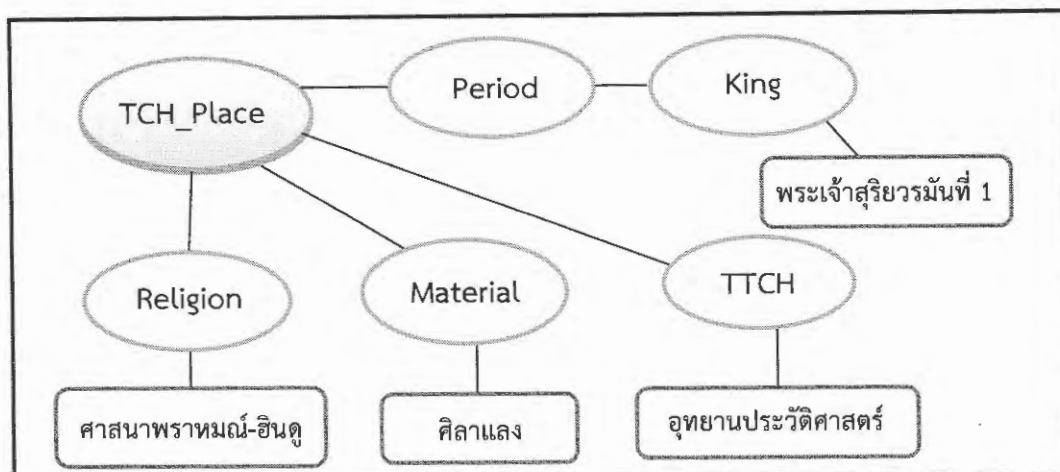
เขียนให้อยู่ในรูปแบบ DL

(Historial_Park $\sqcap$

$(\exists \text{isCreationBy}\{\text{พระเจ้าสุริยวงษ์ที่ 1}\}) \sqcap$

$(\exists \text{hasMaterialWith}\{\text{ศิลาแลง}\}) \sqcap$

$(\exists \text{hasReligion}\{\text{ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู}\}))$



รูปที่ 3.34 ระดับของการควิรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 3

ควิรีระดับที่ 4: แหล่งโบราณสถานใดอยู่ในช่วงเวลา พ.ศ. 1560-1630 เกี่ยวข้องกับศาสนาพราหมณ์-ฮินดู และศาสนาพุทธและมีที่ตั้งอยู่ตำบลจระเข้มาก

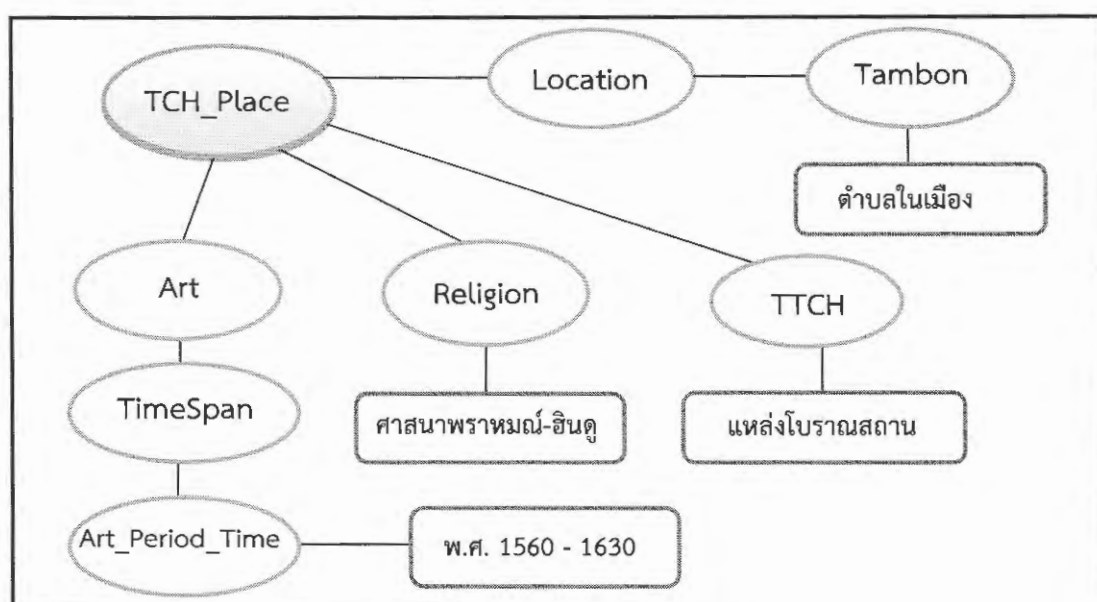
เขียนให้อยู่ในรูปแบบ DL

(Ancient_Remain $\sqcap$

($\exists$ hasTimeSpan{พ.ศ. 1560-1630}) $\sqcap$

($\exists$ hasReligion{ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู}) $\sqcap$

($\exists$ hasLocation{ตำบลจระเข้มาก}))



รูปที่ 3.35 ระดับของการควิรีโดยให้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (TCH_Place) เป็นฐานระดับที่ 4

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ

หลังจากการพัฒนาระบบฐานความรู้ออนไลน์เชิงพื้นที่สำหรับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยแล้ว ได้นำระบบที่ได้ไปหาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม โดยจัดเก็บข้อมูลในรูปของออนไลน์ เพื่อทดสอบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง และตรงต่อความต้องการของผู้ใช้

1. สร้างแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไป และแบบสอบถามแสดงความคิดเห็น โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 2 เกณฑ์ คือ เกณฑ์ให้คะแนนเชิงคุณภาพ และเกณฑ์การใช้คะแนนเชิงปริมาณ โดยให้ลักษณะคำถามเป็นตามมาตราส่วนประมาณค่า แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์ให้คะแนนเชิงคุณภาพ และเกณฑ์การใช้คะแนนเชิงปริมาณ

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
ดีมาก	5
ดี	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

2. นำแบบประเมินที่ได้รับทั้งหมดมาตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประมวลผล เพื่อหาค่าสถิติพื้นฐานประกอบด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

บทที่ 4

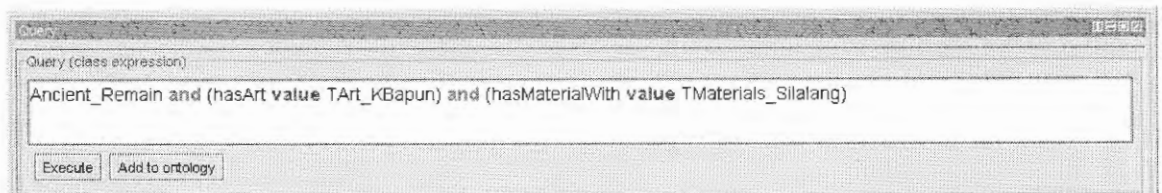
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยสามารถแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผลการทดลองจากการตรวจวัดการทำงานของคิวรี และส่วนที่ 2 เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการค้นคืนของระบบ

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจวัดการทำงานของคิวรี

การเปรียบเทียบการสืบค้นแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมระหว่างฐานความรู้ออนโทโลยีเชิงพื้นที่ (Geo-Ontology) เพื่อใช้ตรวจวัดการทำงานของคิวรีจากบทที่ 3 ได้ทดลองสร้างคิวรีและทดสอบการทำงานโดยการตรวจวัดด้วยเวลาตาม Berlin SPARQL Benchmark (BSBM) ซึ่งผลของเวลาที่ได้จะมีหน่วยเป็น “มิลลิวินาที”

คิวรีระดับที่ 1: แหล่งโบราณสถานใดที่มีรูปแบบศิลปะแบบบาปวนและสร้างด้วยศิลาแลง

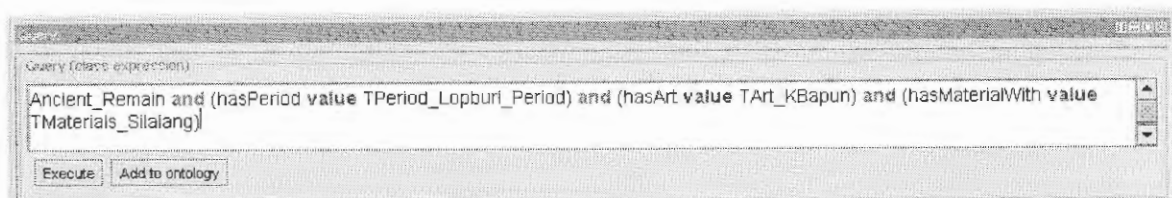


รูปที่ 4.1 คิวรีระดับที่ 1 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรม Protégé

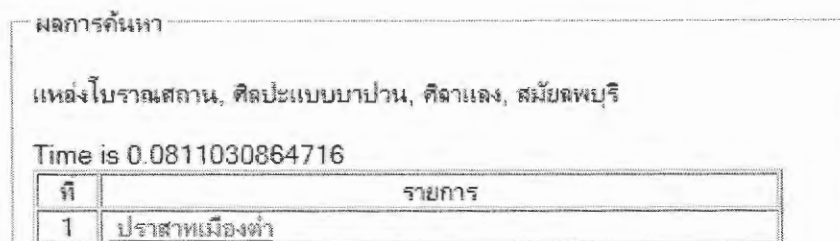
ผลการค้นหา	
แหล่งโบราณสถาน, ศิลปะแบบบาปวน, ศิลาแลง	
Time is 0.0646810531616	
ที่	รายการ
1	ปราสาทเมืองต่ำ

รูปที่ 4.2 ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน

คิวรีระดับที่ 2: แหล่งโบราณสถานใดที่อยู่ในสมัยลพบุรี มีรูปแบบศิลปะแบบบาปวนและสร้างด้วยศิลาแลง

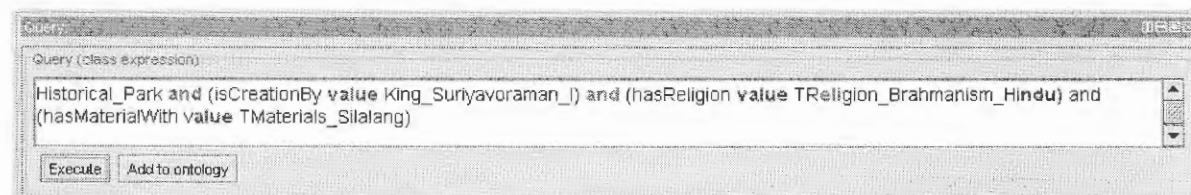


รูปที่ 4.3 คิวรีระดับที่ 2 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรมโปรทีเจ้

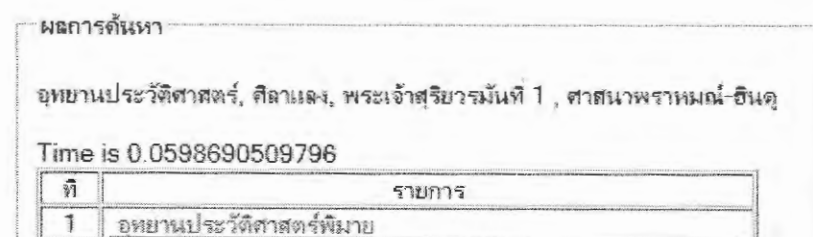


รูปที่ 4.4 ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน

คิวรีระดับที่ 3: อุทยานประวัติศาสตร์ใดที่สร้างโดยพระเจ้าสุริยวงมน์ที่ 1 ก่อสร้างด้วย
ศิลาลง เกี่ยวข้องกับศาสนาพราหมณ์-ฮินดู

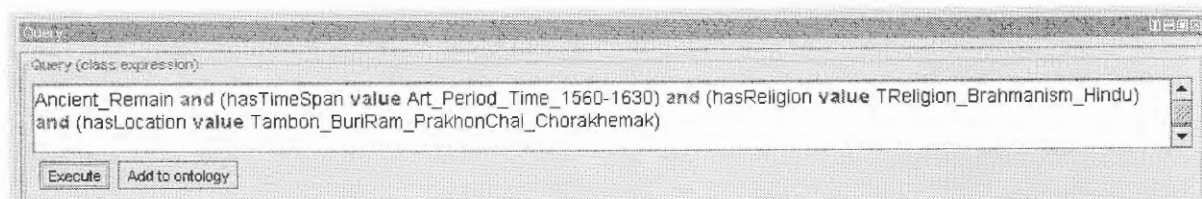


รูปที่ 4.5 คิวรีระดับที่ 3 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรมโปรทีเจ้

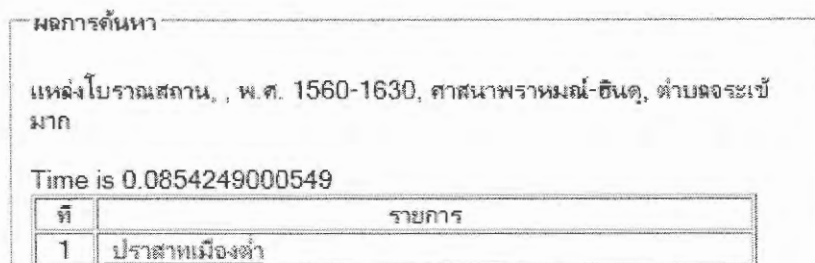


รูปที่ 4.6 ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน

คิวรีระดับที่ 4: แหล่งโบราณสถานใดอยู่ในช่วงเวลา พ.ศ. 1560-1630 เกี่ยวข้องกับศาสนาพราหมณ์-ฮินดู และศาสนาพุทธและมีที่ตั้งอยู่ตำบลจระเข้มาก



รูปที่ 4.7 คิวรีระดับที่ 4 ใน DL Query ซึ่งเป็นปลั๊กอินในโปรแกรมโปรทีเจ้



รูปที่ 4.8 ผลของการคิวรีและเวลาบนเว็บแอปพลิเคชัน

จากเวลาที่ได้จากการทดสอบพบว่าเมื่อมีระดับขั้นที่เพิ่มมากขึ้น เวลาที่จะมากขึ้นตามไปด้วย แต่ในคิวรีที่ 3 จะพบว่าเวลาที่ใช้นั้นลดน้อยลงอันเนื่องมาจากลักษณะการถ่ายทอดแบบ Transitive

2. ระบบพัฒนาการพัฒนารูปแบบเทคโนโลยีเชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทย

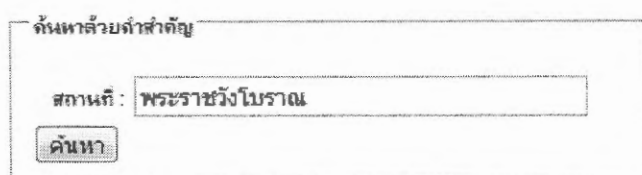
ในการพัฒนาการพัฒนารูปแบบเทคโนโลยีเชิงพื้นที่สำหรับมรดกทางวัฒนธรรมไทยได้แบ่งระบบออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการสืบค้น และส่วนของการเพิ่มข้อมูล

ส่วนของการสืบค้น

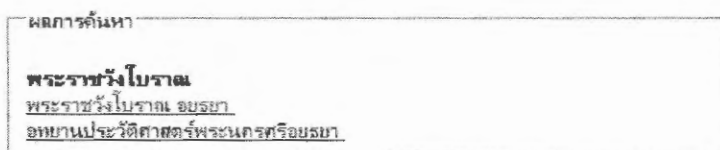
ในส่วนของการสืบค้นข้อมูลนั้นแบ่งการสืบค้นออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่สืบค้นจากคำสำคัญ และส่วนที่สืบค้นจากความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย ยุคสมัย ศาสนา และอื่นๆ ซึ่งผลที่ได้จากการคิวรีนั้นจะแสดงข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยพร้อมทั้งแสดงผลตำแหน่งที่ตั้งบนแผนที่ Google Map

1. ส่วนที่สืบค้นจากคำสำคัญ

ในส่วนนี้ใช้ชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยในการสืบค้นข้อมูล เมื่อกรอกข้อมูลที่ต้องการลงในส่วนของการค้นหา ดังรูปที่ 4.9 จะปรากฏผลลัพธ์ของการสืบค้น ดังรูปที่ 4.10 โดยเมื่อสืบค้นสิ่งที่ได้จะแสดงชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ต้องการ นอกจากนี้ระบบยังแสดงชื่อของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่มีความเกี่ยวข้องด้วย เช่น จากตัวอย่างต้องการค้นหาแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ชื่อ “พระราชวังโบราณ” เมื่อใส่คีย์รีเข้าไปในระบบและผลลัพธ์ที่ได้ปรากฏชื่อของอุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยาขึ้น เนื่องจากพระราชวังโบราณมีความสัมพันธ์กับอุทยานประวัติศาสตร์โดยที่พระราชวังโบราณเป็นส่วนหนึ่งของอุทยานประวัติศาสตร์นั่นเอง



รูปที่ 4.9 หน้าจอที่ใช้ในการค้นหาคีย์รีด้วยคำสำคัญ



รูปที่ 4.10 ข้อมูลที่ได้จากการคีย์รี

ในการแสดงรายละเอียดของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยจะแสดงข้อมูล พร้อมรูปภาพ โดยมีการกล่าวถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นกับยุคสมัย ศาสนา ศิลปะ วัสดุในการก่อสร้าง เหตุการณ์หรือกิจกรรมที่เกิดขึ้นกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมตามช่วงเวลานั้นๆ นอกจากนี้ยังแสดงตำแหน่งที่ตั้งบนแผนที่ Google Map เป็นรูปเข็มหมุด ดังรูปที่ 4.11 จะพบว่าในแผนที่ Google Map มีภาพของเข็มหมุดสีชมพูบานเย็นปักอยู่แผนที่ แสดงว่า ณ ตำแหน่งนั้นเป็นที่ตั้งของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย โดยสีชมพูบานเย็นของเข็มหมุดบ่งบอกว่าแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมประเภท อุทยานประวัติศาสตร์

ค้นหาข้อมูล

สถานที่ : วัดเสมาเมือง

ประเภทแหล่ง : ▼

ยุคสมัย : ☐ ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ☐ สมัยทวารวดี ☐ สมัยสุโขทัย ☐ สมัยกรุงศรีอยุธยา ☐ สมัยกรุงธนบุรี ☐ สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ☐ ยังไม่ระบุ

ศาสนา : ☐ ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู ☐ ศาสนาพุทธ

วัตถุก่อสร้าง : ☐ หินทราย ☐ อิฐดินเผา ☐ ศิลาแลง

ศิลปะ : ☐ ศิลปะแบบทวารวดี ☐ ศิลปะแบบขอม ☐ ศิลปะแบบสุโขทัย ☐ ศิลปะแบบล้านนา ☐ ศิลปะแบบรัตนโกสินทร์ ☐ ศิลปะแบบอื่นๆ

กษัตริย์ : ▼

ตำแหน่งที่ตั้ง :

เวลา :

ระยะทาง : 10 กิโลเมตร

ผลการค้นหา

สถานที่ : วัดเสมาเมือง ระยะทาง : 10 กิโลเมตร

รายการ	ระยะทาง (km.)
โบสถ์พราหมณ์	0.093
หอพระอิศวร	0.093
หอพระนารายณ์	0.113
วัดเสมาชัย (ร้าง) (ขึ้นทะเบียนในนามวัดเสมาเมือง)	0.129
กำแพงเมือง	0.314
หอพระสูง	0.592
หอพระสิงห์	0.65
หอพระเสื้อเมือง	0.974
ระฆัง	1.084
เจดีย์	1.207
วัดพิชัย	1.476
วัดพิชัย	1.476
วัดพิชัย	1.496
วัดพิชัย	1.579
วัดหน้าพระลาน	1.803
วัดจันทาราม	2.026
วัดขาม	2.304
วัดจันทาราม	2.491
วัดประดู่พัฒนาราม	2.751
วัดแจ้งวรวิหาร	2.912
เมืองโบราณพระเวียง	3.594
วัดนาคร (ร้าง)	6.824

AND

เรียงระยะทางจากน้อยไปมาก

รูปที่ 4.13 แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่อยู่รอบวัดเสมาเมือง ภายในรัศมี 10 กิโลเมตรโดยเรียงระยะทางจากน้อยไปมาก

ส่วนของการเพิ่มข้อมูล

เป็นส่วนที่ใช้ในการเพิ่มข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยและข้อมูลอื่นๆ ผ่านเว็บไซต์ โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูลผ่านแบบฟอร์มซึ่งเป็นการเพิ่มข้อมูลอินสแตนท์ ส่วนระบบจะจัดการในส่วนของความสัมพันธ์แบบคุณสมบัติของวัตถุ ดังรูปที่ 4.14 เป็นฟอร์มแสดงการเพิ่มข้อมูลแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย โดยผู้ใช้งานสามารถเพิ่มข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ที่หนึ่งนั้นจะมีข้อมูลบางคลาสที่มีความสัมพันธ์ได้มากกว่า 1 ค่า เช่น ยุคสมัย (หมายเลข 1) หรือวัสดุก่อสร้าง (หมายเลข 2) เป็นต้น อันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ที่ว่า “แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยหนึ่งมีความเกี่ยวพันกับยุคสมัยได้หลายยุคสมัย” หรือการที่พบว่าวัสดุก่อสร้างของบางแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยนั้นมีวัสดุในการก่อสร้างที่หลากหลาย ตามแต่ว่าในยุคสมัยนั้นมีรูปแบบทางสถาปัตยกรรมเป็นแบบใดก็อาจทำให้ช่วงเวลาหนึ่งมีการต่อเติมหรือก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัสดุขึ้น

ชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม:

ประเภท:

สมัยกรุงศรีอยุธยา ☐ สมัยทวารวดี ☐

ยุคประวัติศาสตร์ ☐ สมัยลพบุรี ☐

ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ☐ ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ☐

สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ☐ สมัยกรุงสุโขทัย ☐

สมัยกรุงธนบุรี ☐ ไม่ระบุ ☐

จังหวัด:

อำเภอ:

ตำบล:

พิกัดทางภูมิศาสตร์: ละติจูด ลองจิจูด

ศาสนา: ☐ ศาสนาพราหมณ์-ฮินดู ☐ ศาสนาพุทธ

วัสดุก่อสร้าง: ☐ หินทราย ☐ อิฐดินเผา ☐

☐ ศิลาแลง ☐ ศิลาแลง ☐

☐ ศิลปะสมัยทวารวดี ☐ ศิลปะสมัยลพบุรี ☐

☐ ศิลปะสมัยสุโขทัย ☐ ศิลปะสมัยอยุธยา ☐

☐ ศิลปะสมัยรัตนโกสินทร์ ☐ ศิลปะสมัยสุโขทัย ☐

☐ ศิลปะสมัยลพบุรี ☐ ศิลปะสมัยสุโขทัย ☐

เบอร์โทรศัพท์:

สิ่งสำคัญ:

ประกาศขึ้นทะเบียน:

ประโยชน์ใช้สอย:

การเดินทาง:

รูปภาพ: ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

รูปที่ 4.14 หน้าจอฟอร์มการเพิ่มแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

เมื่อผู้ใช้ใส่รายละเอียดแล้วข้อมูลต่างๆ ที่ได้ป้อนเข้าระบบจะถูกนำไปจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบของเอกสาร OWL โดยมี PREFIX และแท็กของเอกสาร โดยการเพิ่มข้อมูลนั้นสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นจะประกอบไปด้วยข้อมูลใหม่ที่อยู่ในแท็ก `<owl:NamedIndividual>..</owl:NamedIndividual>` เช่น ต้องการเพิ่มข้อมูล “พระปฐมเจดีย์ จ.นครปฐม” เมื่อเพิ่มข้อมูลแล้วจะข้อมูลเอกสารดังรูปที่ 4.15 และจะต้องไปเพิ่มค่าของความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นใหม่ในข้อมูลที่มีอยู่เดิม ในที่นี้เพิ่มลงข้อมูลของพระปฐมเจดีย์ลงในยุคสมัยทวารวดี ดังรูปที่ 4.16

```
<!-- http://www.co-code.org/ontologies/ont.owl#Ancient Remain NakhonPathom Prapathomchedi -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="<ont:Ancient Remain NakhonPathom Prapathomchedi">
  <rdf:type rdf:resource="<ont:Ancient Remain">/>
  <ont:Longitude rdf:datatype="xsd:double">100.0600352</ont:Longitude>
  <ont:Latitude rdf:datatype="xsd:double">13.8203637</ont:Latitude>
  <ont:Image>images/TCH/พระปฐมเจดีย์.jpg</ont:Image>
  <ont:Registration>ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 52 หน้า 3686 ลงวันที่ 8 มีนาคม 2478 (การกำหนดจำนวนโบราณวัตถุสถานสำหรับชาติ) และจาก
  <ont:Address>ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม</ont:Address>
  <ont:Name>พระปฐมเจดีย์</ont:Name>
  <ont:Important>1. องค์พระปฐมเจดีย์กับทิวเขาริม 2. วิหารทิศเหนือ(วิหารพระร่วง) 3. วิหารด้านทิศตะวันออก(วิหารหลวง) 4. วิหารด้านทิศใต้ 5. วิหารทิศตะวันตก
  <ont:hasPeriod rdf:resource="<ont:Dvaravati_Period">/>
  <ont:hasPeriod rdf:resource="<ont:Protohistoric_Period">/>
  <ont:hasReligion rdf:resource="<ont:TReligion_Buddhist">/>
  <ont:hasType rdf:resource="<ont:TTC Ancient Remain">/>
  <ont:hasLocation rdf:resource="<ont:Tambon NakhonPathom Museum Prapathomchedi">/>
</owl:NamedIndividual>
```

1. คุณสมบัติ

2. ความสัมพันธ์กับคลาสอื่น

รูปที่ 4.15 ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงฐานความรู้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

```

<!-- http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#Dvaravati_Period -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="sont:Dvaravati_Period">
  <rdf:type rdf:resource="sont:Protohistoric_Period"/>
  <ont:Name>[http://www.co-ode.org/ont:Name]>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Ancient_Remain_NakhonPathom_Prapathomchedi"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Ancient_Remain_NakhonPathom_Prapathomchedi"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Ancient_Remain_NakhonPathom_Prapathomchedi"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Ancient_Remain_NakhonPathom_Prapathomchedi"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Ancient_Remain_NakhonPathom_Prapathomchedi"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_ChonBuri_MenBannaitum"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_ChonBuri_Menkaoklang"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_ChonBuri_Nenkunayay"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Banchewan"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Banchongmaew"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bandanchang"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bankabeang"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bankhamngam"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bankokkatum"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bankrabeangnoi"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bankrabeangyai"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bannonkraprao"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Banprasat"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bansamayai"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bansamrit"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Bantamyea"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Banthonglang"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Nonsalukdai"/>
  <ont:isPeriodOf rdf:resource="sont:Archaeological_Site_NakhonRatchasima_Nonto"/>
  <ont:hasTimeSpan rdf:resource="sont:Period_Time_11-16"/>
  <ont:hasPeriod rdf:resource="sont:Protohistoric_Period"/>
</owl:NamedIndividual>

```

ส่วนที่ต้องเพิ่มในคลาสเดิมที่มีอยู่

รูปที่ 4.16 ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงฐานความรู้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

3. ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจ

เกณฑ์ในการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบออนไลน์เชิงพื้นที่แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยได้นำไปทดสอบกับผู้ใช้งาน จำนวน 50 คน โดยแบบประเมินประสิทธิภาพได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของข้อมูลทั่วไป ส่วนของความพึงพอใจในการใช้ระบบ และส่วนของความพึงพอใจด้านประสิทธิภาพ โดยมีเกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการประเมิน โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เกณฑ์ในการแปลความหมายของข้อมูลที่ได้จากการประเมิน

ระดับเกณฑ์	ความหมาย
4.20 - 5.00	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดีมาก
3.40 - 4.19	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี
2.60 - 3.39	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับปานกลาง
1.80 - 2.59	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับน้อย
1.00 - 1.79	ประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมในแต่ละด้านแสดงค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน แสดงผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ความคิดเห็นของกลุ่มผู้ใช้งาน

ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ใช้งาน	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	ความหมาย
ด้านความพึงพอใจ : ด้านเนื้อหา	4.197	0.7685	ดี
มีความชัดเจน ถูกต้อง และน่าเชื่อถือ	4.38	0.530	ดีมาก
ปริมาณเนื้อหาไม่เพียงพอกับความต้องการ	4.18	0.800	ดี
ปริมาณเนื้อหาไม่เหมาะสมกับหน้าเว็บเพจในแต่ละหน้า	3.96	0.934	ดี
การจัดลำดับเนื้อหาเป็นขั้นตอนและต่อเนื่อง เข้าใจง่าย	4.16	0.738	ดี
เนื้อหาสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	4.36	0.640	ดีมาก
เนื้อหาไม่สอดคล้องกัน	4.14	0.969	ดี
ด้านความพึงพอใจ : ด้านการใช้งานระบบ	3.83	0.784	ดี
หน้าเว็บไซต์มีความสวยงาม เหมาะสม และน่าสนใจ	3.86	0.700	ดี
รูปแบบตัวอักษรอ่านได้ง่าย และสวยงาม	3.76	0.771	ดี
ขนาดของตัวอักษรอ่านได้ง่าย และสวยงาม	3.96	0.934	ดี
สีของตัวอักษรชัดเจน และสวยงาม	3.72	0.730	ดี
ด้านความพึงพอใจ : ด้านการนำไปใช้ประโยชน์	4.13	0.756	ดี
สามารถเป็นแหล่งความรู้ได้	4.32	0.690	ดีมาก
เป็นสื่อเพื่อใช้เผยแพร่และประชาสัมพันธ์ผลงานวิจัยได้	4.18	0.873	ดี
มีประโยชน์ต่อบุคคลที่สนใจ	4.14	0.969	ดี
มีประโยชน์ต่อการท่องเที่ยวและโบราณคดี	4.24	0.431	ดีมาก
องค์ประกอบรวม	3.78	0.815	ดี
สรุป	4.05	0.769	ดี

จากตารางที่ 4.2 ผลการประเมินด้านเนื้อหา การใช้งานระบบ และการนำไปใช้ประโยชน์ แสดงให้เห็นว่า เมื่อนำค่าเฉลี่ยของแต่ละหัวข้อมาผ่านวิธีการทางสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จะพบว่า ค่าเฉลี่ยที่ได้อยู่ที่ 4.05 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.769 ดังนั้นระบบที่ได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพในด้านเนื้อหา การใช้งานระบบ และการนำไปใช้ประโยชน์อยู่ในระดับดี

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการศึกษา

ในการพัฒนาฐานความรู้เชิงพื้นที่ของมรดกทางวัฒนธรรมไทยนั้น ได้นำเอาข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยมาสังกัดเป็นความรู้โดยสนใจข้อมูลทางด้านเวลา สถานที่ บุคคล ซึ่งจาก 3 สิ่งหลักทำให้เกิดข้อมูลของกิจกรรม และสิ่งต่างๆ เหล่านี้ได้เกิดขึ้นถึงแม้ว่าเวลาจะเปลี่ยนแปลงไปก็ตามก็ยังคงปรากฏขึ้นบนตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์เดิม งานวิจัยนี้พัฒนาฐานความรู้จากโปรแกรม Protégé 4.1.0 โดยฐานความรู้ที่ได้เป็นไปตามกฎของ OWL-DL เนื่องจากเมื่อพิสูจน์ด้วย Ontology Metric แล้วเป็น DL ประเภท SHOIN^(D)

ในส่วนของการค้นคืนนั้น ความรู้ที่ได้ถูกจัดเก็บข้อมูลแบบออนโทโลยีสามารถสร้างคุณสมบัติทั้งของข้อมูลและคลาส ซึ่งการใช้คุณสมบัติเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการลดเวลาที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล จุดที่เห็นได้ชัดเจนคือ บางสถานที่ แต่คำเหล่านี้ได้รับการเชื่อมด้วยคุณสมบัติเดียวกัน ส่งผลให้เมื่อมีการค้นหาวัตถุหรือคำนั้นเครื่องจะสามารถเข้าใจได้ว่าเป็นสิ่งเดียวกัน ซึ่งการค้นคืนโดยใช้ความหมายจะช่วยให้ผลการค้นหามีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นนั้นสามารถสืบค้นจากคำสำคัญ และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย ข้อมูลทางด้านเวลา ยุคสมัย บุคคล และสิ่งอื่นๆ มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ได้สามารถแสดงข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่ต้องการ และผู้ใช้สามารถทราบตำแหน่งของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยบนแผนที่ Google map นอกจากการค้นหาชื่อของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยแล้ว ยังสามารถแสดงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยจากค่าละติจูดและลองจิจูดเพื่อคำนวณหาแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยภายในระยะทางที่ต้องการได้

ในส่วนของการเพิ่มข้อมูลนั้น ผู้เชี่ยวชาญสามารถเพิ่มข้อมูลได้อย่างถูกต้องและระบบสามารถแสดงความสัมพันธ์ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยกับคลาสอื่น เช่น ยุคสมัย ศาสนา เป็นต้น

จากการพัฒนาระบบฐานความรู้เชิงพื้นที่ของมรดกทางวัฒนธรรมไทยและนำระบบไปทำการทดสอบการจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ทำให้ระบบบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปทำ

การทดสอบเพื่อประเมินผลระบบ โดยประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้ พบว่าผู้ที่มีความพึงพอใจในระดับดี

ข้อจำกัด

1. ในการค้นหาด้วยคำสำคัญนั้น ผู้ใช้สามารถใส่คีย์บางส่วนของคำเพื่อหาข้อมูลได้ แต่ไม่สามารถเช็คคำสำคัญที่เกิดจากการใส่ข้อมูลผิด
2. ระบบนี้มีเพียงการเพิ่มข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมเท่านั้น ยังไม่สามารถแก้ไข หรือลบข้อมูลได้
3. เนื่องจากการใส่ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์เป็นแบบละติจูดและลองจิจูดเพียงค่าเดียว ทำให้บางสถานที่ที่มีแหล่งโบราณสถานอื่นไม่แสดงข้อมูลออกมา เช่น อุทยานประวัติศาสตร์อยุธยา ประกอบด้วย พระราชวังโบราณ อยุธยา วัดมิ่งมงคลพิตร วัดพระศรีสรรเพชญ์ วัดพระราม วัดพุทธไธสวรรัย และวัดธรรมนิกราช อยู่ภายใน ส่งผลให้ทั้ง 8 สถานที่มีค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ที่เหมือนกัน

ข้อเสนอแนะ

1. นำเอาภาษาธรรมชาติ (Natural Language) มาช่วยในการสืบค้นข้อมูล เพื่อให้ระบบสามารถสืบค้นข้อมูลโดยใช้การสืบค้นเป็นประโยค เพื่อให้สามารถแยกประโยคให้เป็นคำนาม คำบุพบทได้ ส่งผลให้มีการสืบค้นที่มีความหลากหลายมากขึ้น
2. ประยุกต์ใช้กับข้อมูลเชิงพื้นที่ในลักษณะโพลีกอนเพื่อให้การค้นหามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ข้อจำกัดที่เกิดขึ้นในข้อที่ 3 ทำให้สามารถสืบค้นแหล่งโบราณสถานย่อยภายในอุทยานประวัติศาสตร์ได้ และทำให้แสดงความเหลื่อมล้ำของที่ตั้งได้ เช่น แหล่งโบราณสถานบางแห่งอยู่ภายในหมู่บ้านมากกว่า 1 หมู่บ้าน เพื่อให้การระบุสถานที่ตั้งมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

รายการอ้างอิง

- [1] กรมศิลปากร. สำนักศิลปากรที่ 1 ราชบุรี. (2552). **วัดมหาธาตุวรวิหาร จังหวัดราชบุรี**. กรุงเทพฯ: กรมศิลปากร.
- [2] เชียเอาร์ท และคณะ. (1996). **ระบบสนับสนุนการบำรุงรักษาออนไลน์**. เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2554. เข้าถึงได้จาก <http://naist.cpe.ku.ac.th/iknow/report/report2007/six.pdf>
- [3] สิริรัตน์ ประกฤตกรชัย. (2550). “การสร้างต้นแบบออนไลน์ของพืชสมุนไพรไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [4] Noy, Natalya F., and Deborah L. McGuinness, (2012). **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. Accessed January 27. Available from http://protege.stanford.edu/conference/2004/slides/Ontology101_tutorial.pdf
- [5] Burleson, Cody. (2007) . Accessed January 27, 2011. Available from http://protege.stanford.edu/conference/2004/slides/Ontology101_tutorial.pdf
- [6] Smith, Michael K., and others. (2004). **OWL Web Ontology Language Guide**. Accessed September 22, 2009. Available from <http://www.w3.org/TR/owl-guide/>
- [7] Peakmaker [pseud.]. (2009). **Web Ontology Language (OWL)**. เข้าถึงเมื่อ 2 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <http://www.peakmaker.com/>
- [8] การหาข้อสรุป Description logic (DL). (2010) เข้าถึงเมื่อ 2 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้ 74 <http://suanpalm3.kmutnb.ac.th/teacher/FileDL/supot162255416312.pdf>
- [9] Wikipedia. (2010). **Description logic**. Accessed September 22. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Description_logic
- [10] Stanford Center for Biomedical Informatics Research. (2009) **Protégé**. Accessed October 19. Available from <http://protege.stanford.edu/>

- [11] Mizoguchi Lab. (2011). **Hozo - Ontology Editor**. Accessed January 19. Available from <http://www.hozo.jp/>
- [12] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. หน่วยปฏิบัติการวิจัยวิทยาการมนุษยภาษา (2011). **คู่มือการใช้งาน Hozo-Ontology Editor**. เข้าถึงเมื่อ 26 มกราคม. เข้าถึงได้จาก text.hlt.nectec.or.th/elgg/mod/file/download.php?file_guid=1018
- [13] Wang Yandong, and others. (2007). "Geo-ontology design and its logic reasoning." In **Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering**, 675309.1-675309.11. Nanjing, China, May 25-27, 2007. n.p.
- [14] Jiang Ling, and others. (2007). "GeoReferencing the Semantic Web Based on Geo-ontology." In **Proceedings of IEEE International Conference on Geoscience and Remote Sensing Symposium 2006 (IGARSS 2006)**, 1545-1548. Colorado, USA, July 31-Aug 4, 2006. n.p.
- [15] Hong Wang, Lin Li, and Ping-chao Song. (2008). "Design of Geo-Ontology Based on Concept Lattice." In **Proceedings of The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**. 709-714. Beijing, China, July 3-11, 2008. n.p.
- [16] สุเพชร จิรขจรกุล. (2551). **เรียนรู้ระบบภูมิสารสนเทศด้วยโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.2**. นนทบุรี: บริษัท เอส อาร์ พรินติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด.
- [17] ESRI Developer Network. (2009). "Coordinate References." **ArcSDE 9.2 Developer Help**. Accessed December 14. Available from <http://edndoc.esri.com/arcsde/9.2>
- [18] Wikipedia. (2011). **Haversine formula**. Accessed January 2011. Available from http://en.wikipedia.org/wiki/Haversine_formula
- [19] Google Developers. (2010). **Google Map JavaScript API v3**. Accessed Dember 2010. Available from <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/>
- [20] เจริญ หล่อวิมจล. (2550). "การท่องเที่ยวในแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมในเอเชีย." **คู่มือการฝึกอบรมสำหรับมัคคุเทศก์แหล่งมรดก**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: องค์การยูเนสโก.

- [21] โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน โดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว.
(2011). **นิยามต่างๆ** โดย นายพิสิฐ เจริญวงศ์ และนางทรงศनिया กัลยาณมิตร.
Accesses January 20. Available from
http://guru.sanook.com/enc_preview.php?id=2553
- [22] International Council of Museums. (2009) **The CIDOC Conceptual Reference Model**. Accesses October 14. Available from <http://www.cidoc-crm.org/>
- [23] Crofts, N., and others. (editors). (2010). **Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model**. Accessed January 10. Available from http://cidoc.ics.zforth.gr/docs/cidoc_crm_version_5.0.1_Nov09.pdf
- [24] CLAROS (Classical Art Research Online Services). (2010). Accesses January 19.
Available from <http://www.clarosnet.org/index.htm>
- [25] Museum of New Zealand Te Papa Tongarewa. (2010). Accesses January 76
Available from <http://collections.tepapa.govt.nz/>
- [26] Bizer, Christian, and Andreas Schultz. (2009) "The Berlin SPARQL Benchmark."
Internation Journal on Semantic Web and Information System 5. 2: 1-24.
- [27] Henriksson, Riikka, Tomi Kauppinen, and Eero Hyvönen,. (2008) "Core Geographical Concepts: Case Finish Geo-Ontology." In **Proceedings of the First International Workshop on Location and the Web (Loc Web 2008)**, Beijing, China.
- [28] Viegas, Renata, and Valeria Soares. (2006) "Querying a Geographic Database using an Ontology-Based Methodoly." In **Proceedings of the 7th Brazilian Symposium on Geoinformatics**, November 19-22, 2006. Campos do Jordao, Brazil.

ภาคผนวก

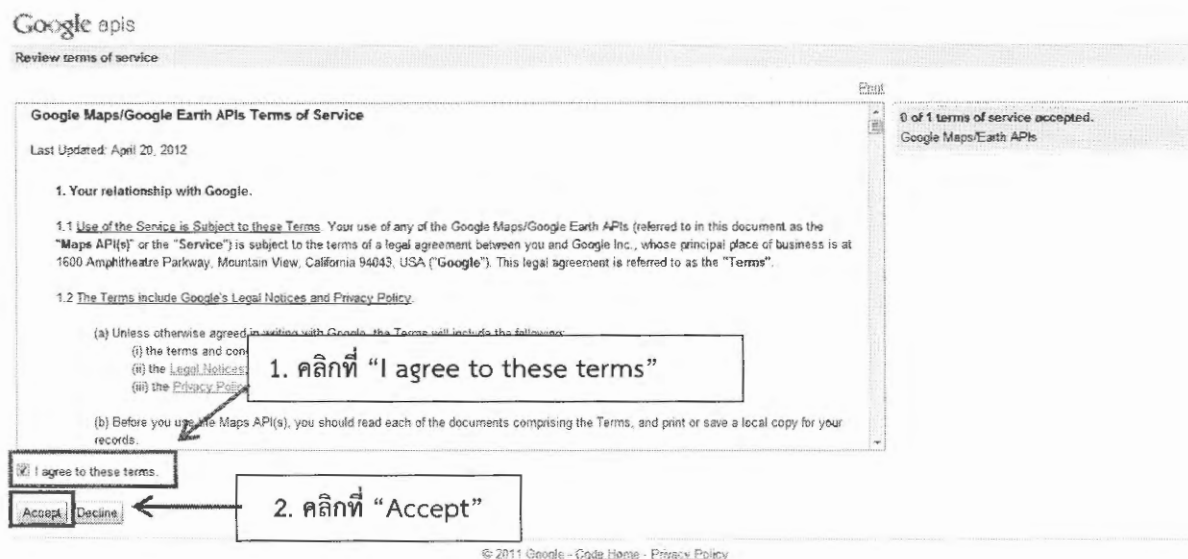
ภาคผนวก ก
Google Maps API

Google Maps API

ขั้นตอนการขอ Google Maps API key

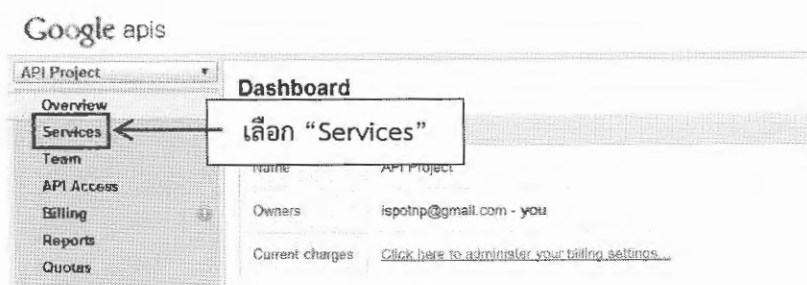
การที่จะนำแผนที่ Google Maps มาใช้ในเว็บไซต่นั้น จำเป็นที่จะต้องขอ API Key ก่อน โดยในปัจจุบันทาง Google ได้พัฒนา Google Maps API v3 ออกมาโดยได้กำหนดข้อจำกัดให้กับผู้ใช้งานและเรียกเก็บเงินแตกต่างกันไปตามประเภทของการใช้งาน โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 25,000 ครั้งต่อวัน สำหรับแผนที่ที่ไม่ได้มีการปรับแต่งสไตล์ แต่หากเกินปริมาณที่กำหนดจะคิด 4 ดอลลาร์ต่อการใช้งาน 1,000 ครั้ง หรือหากมีการปรับแต่งก็จะฟรี 2,500 ครั้งต่อวัน (ศึกษารายละเอียดได้ที่ <https://developers.google.com/maps/documentation/javascript/usage>) นอกจากนี้ในการขอ Google Maps API Key นั้นจะต้องมีบัญชีการเข้าใช้ของ Google ถ้ายังไม่มีควรจะสมัครเข้าใช้บัญชีของ Google ก่อนเพื่อเข้าใช้บริการ ซึ่งขั้นตอนในการขอ Google Maps API key นั้นมีรายละเอียดดังนี้

1. เปิดเว็บไซต์ <https://code.google.com/apis/console> และเข้าสู่ระบบด้วยบัญชีผู้ใช้งาน Google จะปรากฏหน้า Google apis : Review terms of service เลือก “I agree to these terms.” หลังจากนั้น คลิกที่ “Accept” ดังรูปผนวก ก.1



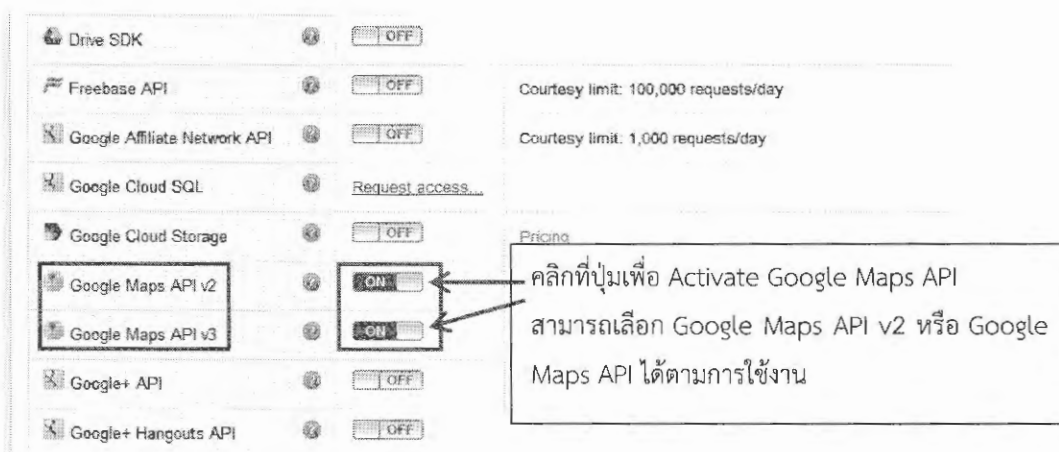
รูปผนวก ก.1 เว็บไซต์หน้า <https://code.google.com/apis/console>

2. เมื่อเข้าสู่หน้า Google apis : API Project คลิกหัวข้อ Services จากเมนูทางด้านซ้ายมือ เพื่อเปิดใช้บริการ Service ของ API Project ที่ต้องการ ดังรูปผนวก ก.2



รูปผนวก ก.2 แสดงการเลือก Service เพื่อเปิดใช้บริการ Service ของ API Project

3. ทางด้านขวามือจะปรากฏ Service ต่างๆ เลือก Activate the Google Maps API โดยการคลิกที่ปุ่มด้านขวามือให้แสดงค่าเป็น “ON” ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกได้ว่าต้องการเปิดใช้ Service ของ Google Maps API v2 หรือ Google Maps API v3 ดังรูปผนวก ก.3



รูปผนวก ก.3 การ Activate the Google Maps API

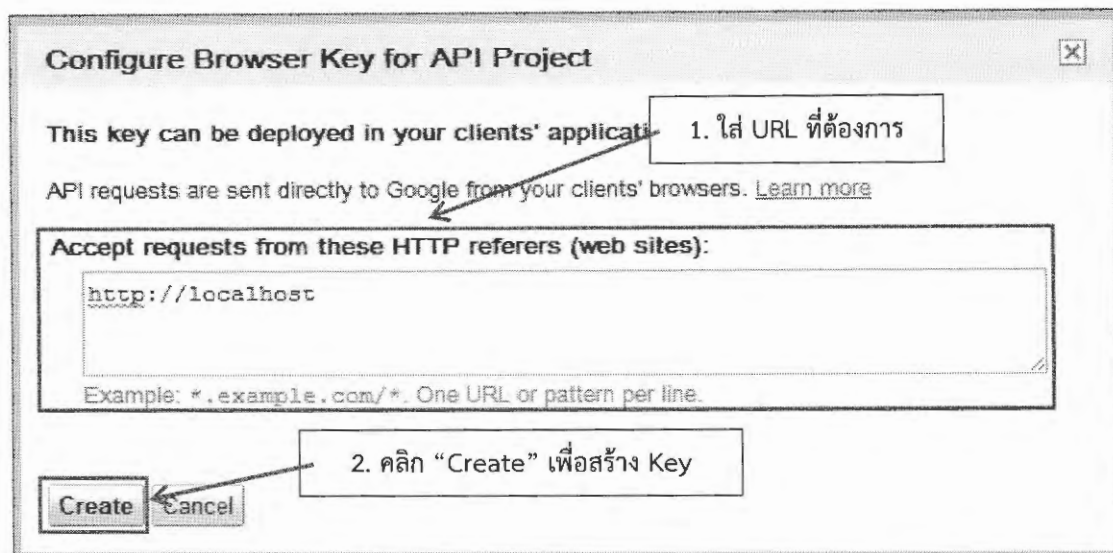
4. ในกรณีที่ผู้ใช้เลือก Google Maps API v2 จะต้องขอ API Key ก่อนเพื่ออ้างถึงในหลายๆ เเพจ ให้ไปที่หัวข้อ API Access จากเมนูทางด้านซ้ายมือ หลังจากนั้นจะปรากฏ API key ขึ้นมาในส่วนของ Simple API Access -> Key for browser apps.

4.1 เลือกว่าต้องการสร้าง Server key หรือ Browser Key ในกรณีนี้เลือกสร้างจาก Browser Key ให้เลือก “Create new Browser key” เพื่อใส่ข้อมูล URL ที่ต้องการ (ในกรณีที่ ต้องการใส่ IP Address ให้เลือก “Create new Server key”) ดังรูปผนวก ก.4



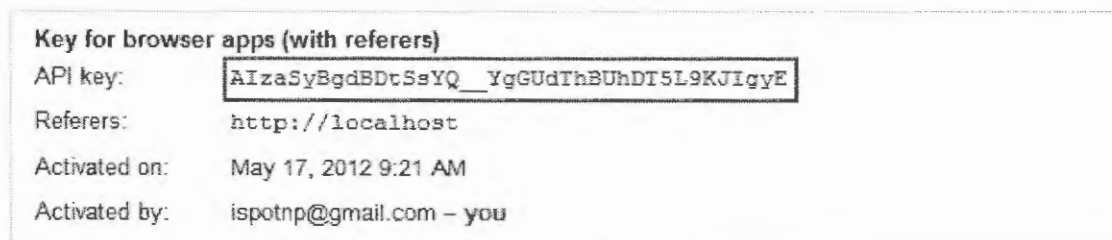
รูปผนวก ก.4 เลือก Create new Browser key เพื่อสร้าง Key จาก URL

4.2 จะปรากฏหน้าต่าง Configure Browser Key for API Project ใส่ชื่อ URL ที่ ต้องการลงในช่อง “Accept requests from these HTTP referrers (web sites) ในตัวอย่างใส่ URL : “http://localhost” หลังจากนั้น เลือก “Create” ดังภาพผนวก ก.5



รูปผนวก ก.5 การใส่ URL เพื่อขอ API Key

4.3 หลังจากนั้นจะปรากฏข้อมูลของ Key for browser apps (with referers) ผู้ใช้สามารถนำเอาค่า API Key ที่แสดงในช่องกรอบสี่เหลี่ยมไปใช้กับเว็บไซต์ของตนเองได้แล้ว แต่ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง URL ผู้ใช้จะต้องมาขอ API key ใหม่ทุกครั้ง ดังรูปผนวก ก.6



รูปผนวก ก.6 แสดงข้อมูลของ API key

หมายเหตุ: ในกรณีที่เลือก Google Maps API v3 ไม่จำเป็นต้องใช้ API Key

เริ่มการใช้งาน

ในการใช้งาน Google Maps API นั้นจะแสดงการวิธีการเรียกใช้จาก Google Maps API v2 และ Google Maps API v3 โดยสองเรียกใช้แบบง่ายดังนี้

1. การเรียก Java Script ในส่วนบน

Google Maps API v2

[code lang="html"]

<script src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&key=AlzaSyBgdBDt

SsYQ_YgGUdThBUhDT5L9KJgyE&sensor=true_or_false"

type="text/javascript">

</script>

[/code]

API key

Google Maps API v3

[html]

<script type="text/javascript" src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=set_
to_true_or_false">

</script>

[/html]

จะเห็นว่า Google Maps API v2 จะต้องอ้างอิงถึง API Key ทุกๆ ครั้ง แต่สำหรับ Google Maps API v3 นั้นไม่ต้องอ้างอิงถึง API Key อีกแล้ว

2. ฟังก์ชันการเรียกค่าเริ่มต้น (Initialize)**Google Maps API v2**

[html]

<script type="text/javascript">

function initialize() {

if (GBrowserIsCompatible()) {

var map = new GMap2(document.getElementById("map_canvas"));

map.setCenter(new GLatLng(37.4419, -122.1419), 13);

map.setUIToDefault();

} }

</script>

[/html]

Google Maps API v3

[html]

<script type="text/javascript">

function initialize() {

var latLng = new google.maps.LatLng(-34.397, 150.644);

var myOptions = {

zoom: 8,

center: latLng,

mapTypeId: google.maps.MapTypeId.ROADMAP

};

var map = new google.maps.Map(document.getElementById("map_canvas"), myOptions);

}

</script>

[/html]

3. ส่วนของ Body ที่เรียกใช้งานฟังก์ชันด้านบน

Google Maps API v2

[html]

<body onload="initialize()" onunload="GUnload()">

<div id="map_canvas" style="width: 500px; height: 300px"></div>

</body>

[/html]

Google Maps API v3

[html]

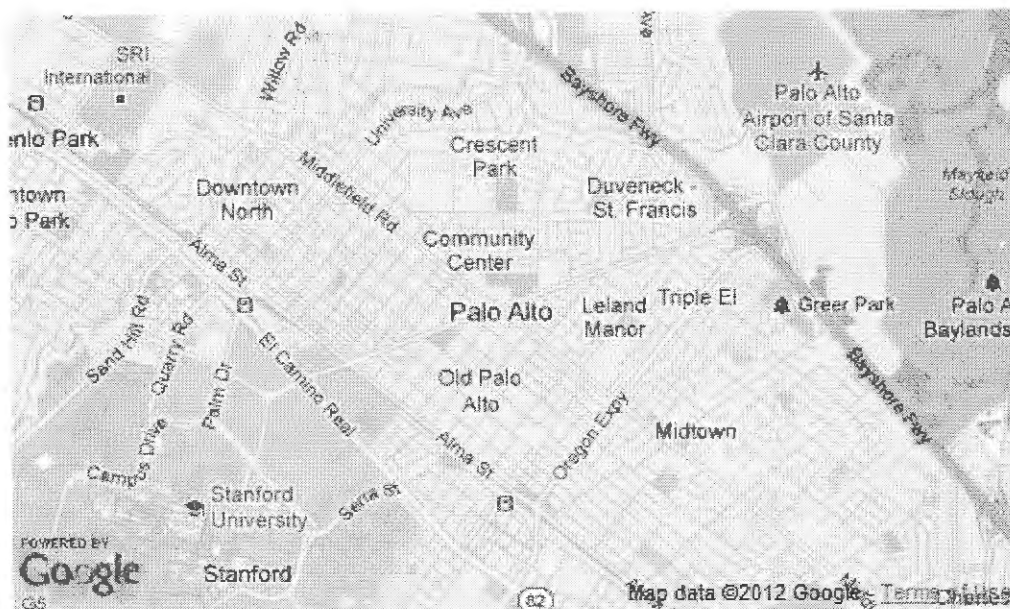
<body onload="initialize()">

<div id="map_canvas" style="width:100%; height:100%"></div>

</body>

[/html]

4. ผลลัพธ์ที่ได้



รูปผนวก ก.7 หน้าแผนที่ตามพิกัดที่ระบุไว้

จากรูปผนวก ก.7 จะปรากฏภาพของแผนที่ Google Map โดยจุดศูนย์กลางของหน้าเว็บเพจตามพิกัดที่ได้ระบุไว้ด้านบน นั่นก็คือ 37.4419, -122.1419 ดังนั้น เมื่อต้องการใช้งานแผนที่ Google Map จะต้องระบุได้ว่าพิกัดที่ตนเองต้องการแสดงบนเว็บเพจคืออะไร สำหรับประเทศไทยอาจจะใช้พิกัด 13.8196, 100.0601 ก็ได้

ภาคผนวก ข
การสร้างออนโทโลยี

การสร้างออนโทโลยี

ในส่วนนี้ประกอบด้วยการติดตั้งและใช้งานโปรแกรม Protégé เพื่อสร้างออนโทโลยี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การติดตั้งโปรแกรม Protégé

ในการสร้างไฟล์ออนโทโลยีต้นแบบในงานวิจัยนี้ ใช้โปรแกรม Protégé 4.1.0 (Build 239) ถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University) โปรแกรม Protégé เป็นซอฟต์แวร์ประเภทโอเพนซอร์ส สำหรับสร้างออนโทโลยี ประกอบไปด้วย คลาส ความสัมพันธ์ คุณสมบัติ กฎ ผู้ใช้สามารถติดตั้งโปรแกรม Protégé โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ดาวน์โหลดโปรแกรมได้ที่

<http://protege.stanford.edu/download/registered.html>

2. เลือกรุ่นที่ต้องการ ในงานวิจัยนี้เรียกใช้ Protégé 4.0 จึงเลือก Protégé 4.0 Release ในหัวข้อ Download Protégé – platform independent installer program

3. หลังจากนั้นเลือก Download includes Java VM แต่ถ้าในเครื่องมีโปรแกรม Java virtual machine แล้ว เลือก without Java VM

4. ติดตั้งโปรแกรม install_protege_4.0 ทำตามขั้นตอนจนเสร็จ

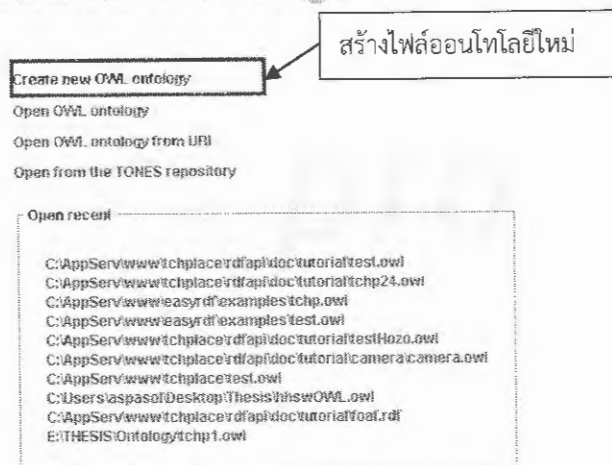
การใช้งานโปรแกรม Protégé

หลังจากติดตั้งโปรแกรม Protégé เรียบร้อยแล้วจะปรากฏไฟล์ชื่อ Protégé ขั้นตอนต่อไปจะมาพูดถึงการใช้งานโปรแกรม Protégé แบบคร่าวๆ ดังนี้

1. การตั้งค่าการใช้งาน

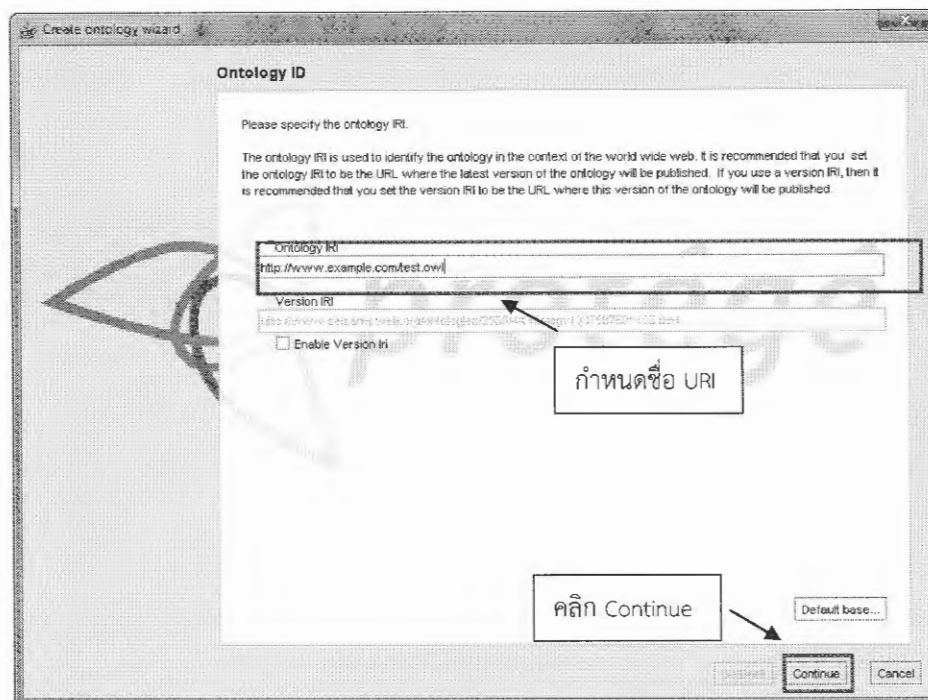
1.1 เปิดโปรแกรม All Program -> Protégé_4.0 -> Protégé จะปรากฏหน้าต่างดังภาพที่ ข.1 ในส่วนนี้เป็นหน้าต่างสำหรับเริ่มต้นการใช้งาน โดยประกอบด้วย ส่วนของการสร้างไฟล์ออนโทโลยีใหม่ (Create new OWL ontology) และเปิดไฟล์จากแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้แล้ว (Open OWL ontology, Open OWL ontology from URI และ Open from the TONES repository) ซึ่งในกรณีนี้จะเลือกที่การสร้างไฟล์ออนโทโลยีจึงเลือกที่ Create new OWL ontology ดังรูปผนวก ข.1

Welcome to Protégé



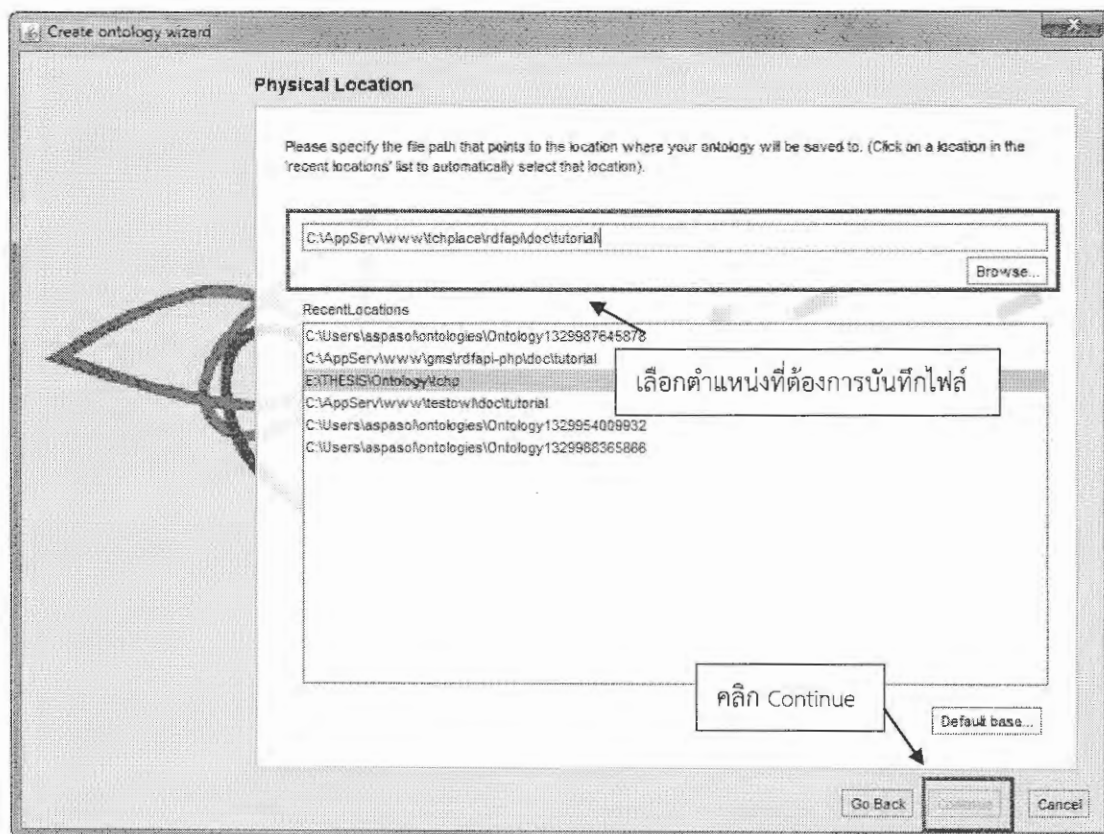
รูปผนวก ข.1 หน้าต่างเริ่มต้นการใช้งานโปรแกรม Protégé โดยเลือกที่ Create new OWL ontology

1.2 กำหนดชื่อ URI ของออนโทโลยี หลังจากนั้นคลิกที่ Continue ดังรูปผนวก ข.2



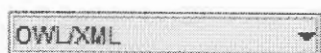
รูปผนวก ข.2 หน้าต่างในการตั้งชื่อ URI ของออนโทโลยี

1.3 กำหนดตำแหน่งของไฟล์ออนโทโลยีที่ต้องการบันทึก คลิก Browse เพื่อเลือกตำแหน่งที่ต้องการ จากนั้นคลิก Continue ดังรูปผนวก ข.3



รูปผนวก ข.3 หน้าต่างสำหรับกำหนดตำแหน่งที่ต้องการบันทึกไฟล์

1.4 หลังจากนั้นเลือกรูปแบบของไฟล์ เลือก OWL/XML หลังจากนั้นเลือก Finish เสร็จสิ้นกระบวนการในการสร้างไฟล์ออนโทโลยีไฟล์ ดังรูปผนวก ข.4



รูปผนวก ข.4 หน้าต่างในการเลือก Format ของไฟล์

2. การสร้าง Class

หลังจากตั้งค่าของไฟล์ออนโทโลยีที่ต้องการสร้างใหม่เรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นการสร้างคลาส (Classes) ความสัมพันธ์ (Relations) คุณสมบัติ (Properties) และกฎ (Rules) เริ่มจากการสร้างคลาส แสดงหน้าจอดังรูปผนวก ข.5

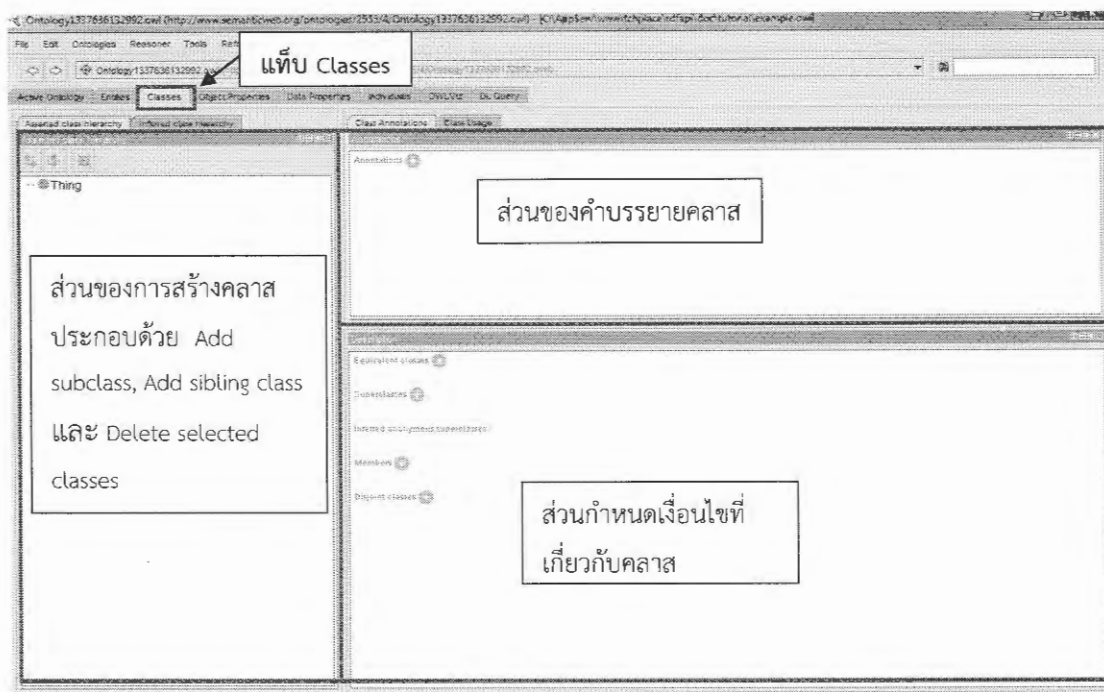
2.1 เริ่มต้นสร้างคลาส คลิกที่แท็บ Classes โดยจะยกตัวอย่างการสร้างคลาสสถานที่ (TCHPlace) ในส่วนของการสร้างคลาสนั้นจะปรากฏเครื่องมือย่อยจำนวน 3 ส่วน คือ

2.1.1 Add subclass  เป็นส่วนสำหรับเพิ่มคลาสในลักษณะของคลาสลูก

2.1.2 Add sibling class  เป็นส่วนของการเพิ่มคลาสในระดับเดียวกัน

2.1.3 Delete selected classes  เป็นส่วนของการลบคลาสที่ต้องการ

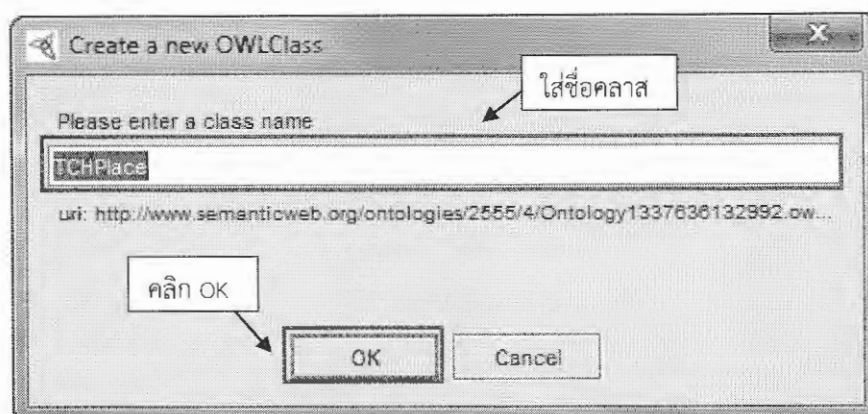
เนื่องจากในโปรแกรม Protégé นั้น จะกำหนดให้คลาสราก (root) ในทุกโครงการเป็น Thing ดังนั้นเมื่อต้องการสร้างคลาสแรกจึงต้องใช้คำสั่ง Add subclass เท่านั้น ปรากฏดังรูปที่ ข.6 โดยคลาสแรกที่จะสร้างกำหนดให้ชื่อว่า TCHPlace โดยคลิกที่  ใส่ชื่อคลาสที่ต้องการ คลิก OK ดังรูปที่ ข.7 หลังจากนั้นจะปรากฏคลาสชื่อ TCHPlace อยู่ภายใต้ Thing ดังรูปภาคผนวก ข.8



รูปผนวก ข.5 หน้าต่างในส่วนของแท็บ Classes



รูปผนวก ข.6 ส่วนของการสร้างคลาส ด้วยคำสั่ง Add subclasses



รูปผนวก ข.7 หน้าต่างสำหรับสร้างคลาส

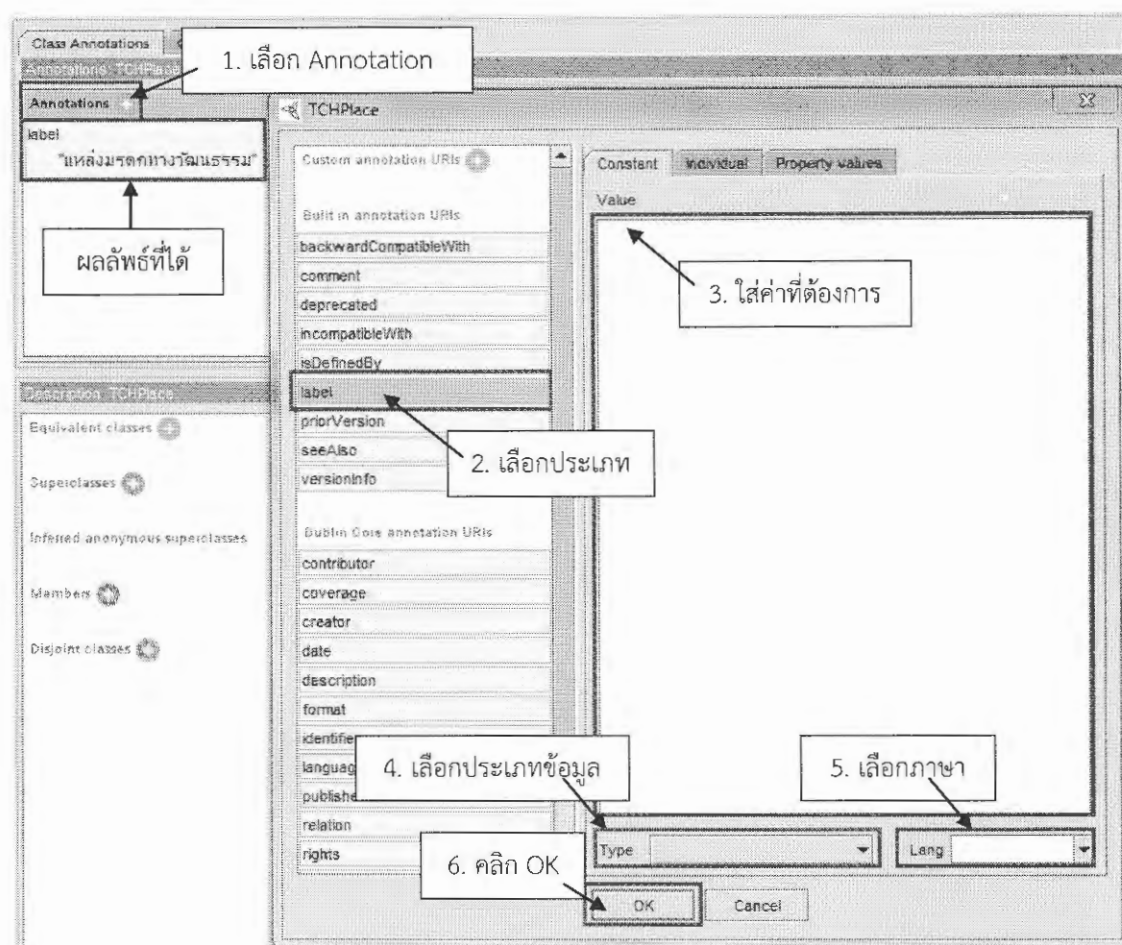


รูปผนวก ข.8 คลาสที่สร้างขึ้นใหม่

2.2 ใส่คำบรรยายคลาส (Annotation) เพื่ออธิบายรายละเอียดของคลาส ภายใน Annotation ประกอบด้วยคำอธิบายต่างๆ เช่น Comment สำหรับใส่ความคิดเห็นหรืออธิบายรายละเอียดของคลาสนั้นๆ หรือ Label สำหรับใส่ชื่อของคลาสที่ต้องการแสดงในภาษาต่างๆ เป็นต้น ในกรณีที่ต้องการใช้แสดงข้อมูลเพื่อนำมาใช้กับภาษาไทย ควรตั้งชื่อคลาสเป็นภาษาอังกฤษ ส่วนภาษาไทยให้ใส่ในช่อง Label เพราะถ้าใช้ชื่อคลาสเป็นภาษาไทยอาจทำให้โปรแกรมที่ได้มีปัญหาและเกิดความผิดพลาดขึ้น

คลิกที่ **Annotations** -> เลือกสร้างคำอธิบายที่ต้องการ -> ใส่ค่าในช่อง Value -> เลือก Type -> เลือก Lang (ในกรณีที่ใช้ภาษาใดภาษาหนึ่งไม่ต้องเลือกก็ได้) -> คลิก OK ดังรูปผนวก ข.9

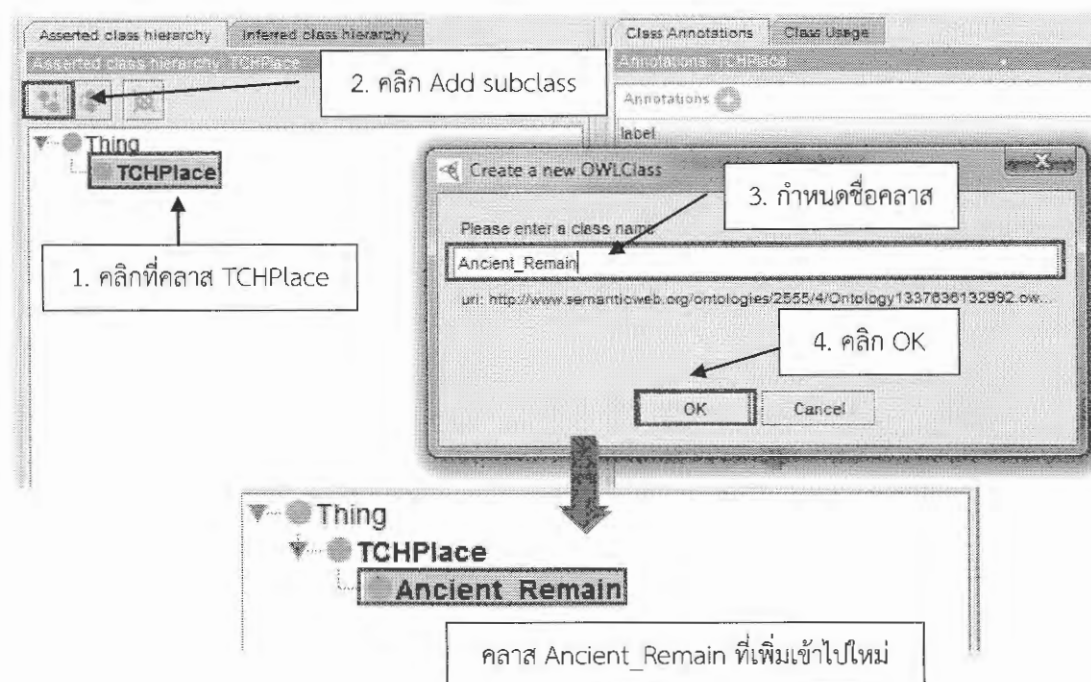
ในส่วนของประเภทข้อมูล (Type) นั้น เป็นส่วนสำหรับการกำหนดประเภทของข้อมูล โดยค่าเริ่มต้นของโปรแกรมจะกำหนดเป็น literal (string) ถ้าข้อมูลเป็น string วางไว้ได้ ส่วนภาษา (lang) ใช้อ้างอิงออนไลน์ในกรณีที่มีมากกว่า 1 ภาษา



รูปผนวก ข.9 การใส่ข้อมูลคำอธิบาย (Annotation)

2.3 ต่อไปสร้างซัพคลาสภายใต้คลาส TCHPlace ซึ่งแสดงประเภทของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม ประกอบด้วย Ancient_Remain (แหล่งโบราณสถาน) Archaeological_Site (แหล่งโบราณคดี) และ Historical_Park (อุทยานประวัติศาสตร์)

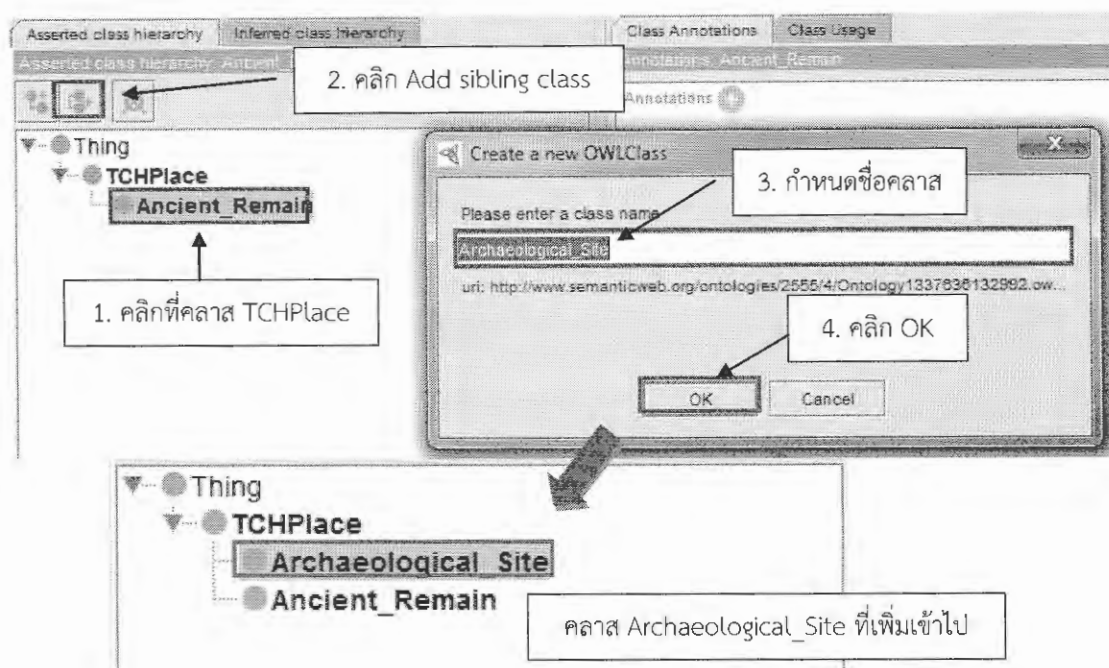
2.3.1 คลิกที่คลาส TCHPlace หลังจากนั้นคลิกที่ Add subclass  เพื่อสร้างชั้นคลาสภายใต้คลาส TCHPlace โดยใช้ชื่อคลาสใหม่ว่า Ancient_Remain ดังรูปผนวก ข.10



รูปผนวก ข.10 การเพิ่มคลาส Anicent_Remain

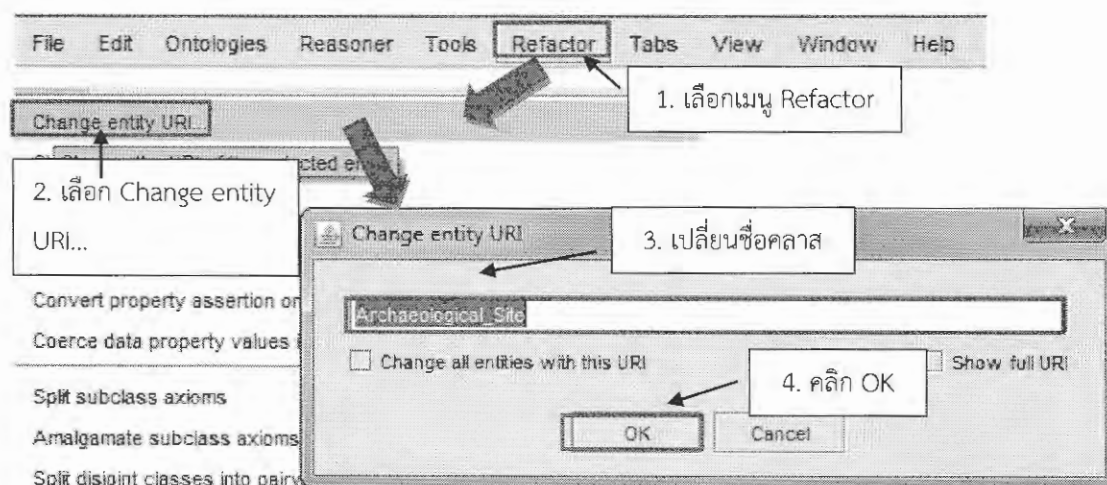
2.3.2 เมื่อได้คลาส Ancient_Remain แล้ว ต่อไปสร้างคลาส Archaeological_Site คลิกที่ Add sibling class  เพื่อเพิ่มคลาสที่อยู่ในระดับเดียวกัน แสดงดังรูปผนวก ข.11

2.3.3 สร้างคลาส Historical_Park เหมือนกันวิธีการสร้างคลาสของ Archaeological_Site



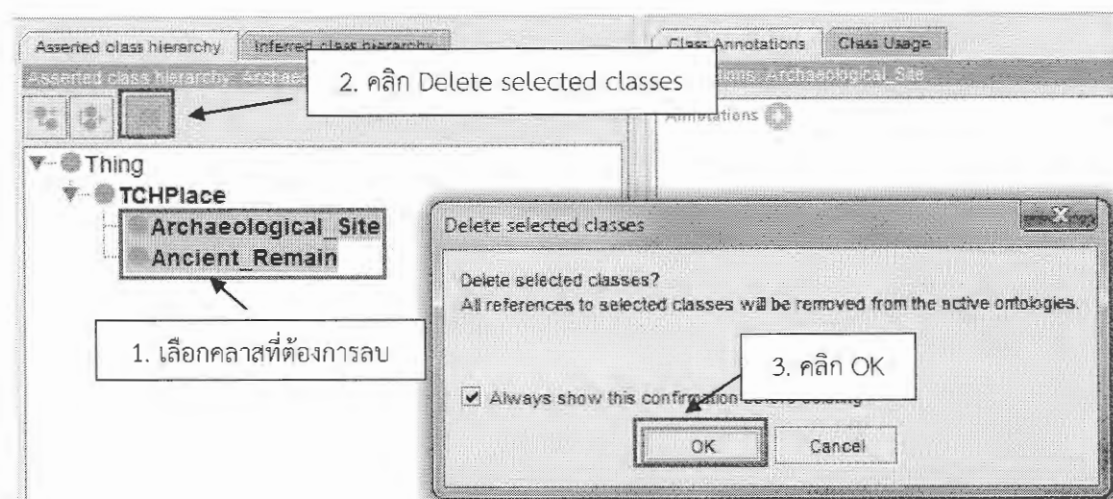
รูปผนวก ข.11 การเพิ่มคลาส Archaeological_Site โดยใช้คำสั่ง Add sibling class

ในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนชื่อคลาสสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยเลือกคลาสที่ต้องการเปลี่ยน หลังจากนั้นไปที่ เมนู Refactor -> เลือก Change entity URI หรือกด Ctrl+U ดังรูปผนวก ข.12



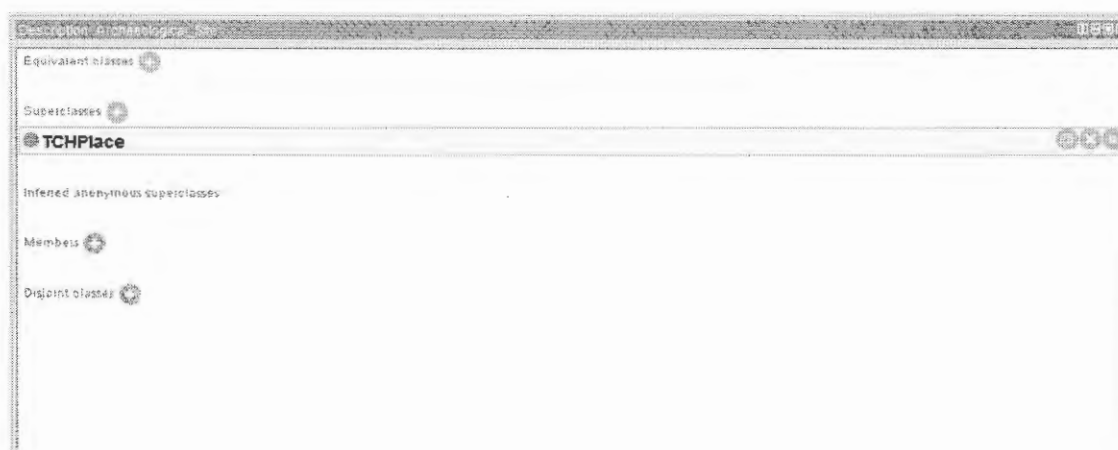
รูปผนวก ข.12 ขั้นตอนการเปลี่ยนชื่อคลาส

ในกรณีที่ต้องการลบคลาสไม่ต้องการ ขั้นตอนแรกจะต้องเลือกคลาสที่ต้องการลบ หลังจากนั้นคลิกที่ Delete selected classes  จะปรากฏหน้าต่างยืนยันการลบ ดังรูปผนวก ข.13



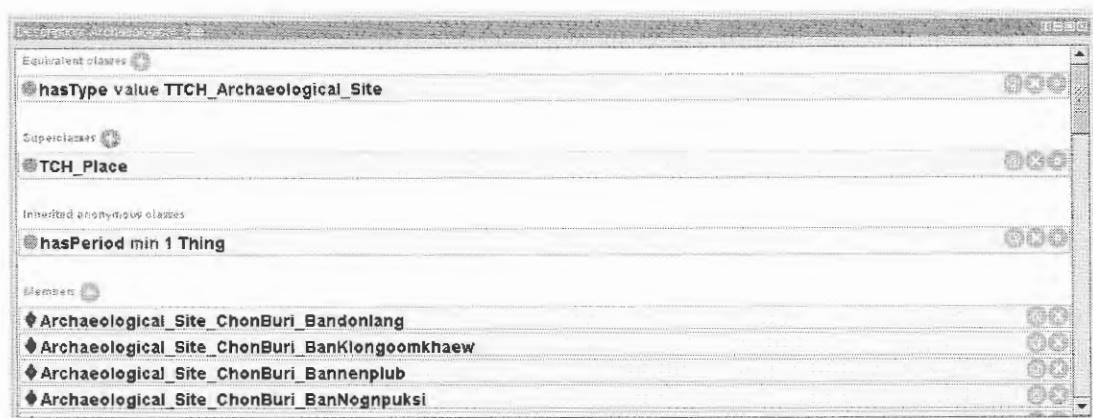
รูปผนวก ข.13 การลบคลาสด้วยคำสั่ง Delete selected classes

2.4 การกำหนดเงื่อนไขให้กับคลาสในส่วนของ Description เมื่อสร้างคลาสใหม่ขึ้นในส่วนนี้จะปรากฏ Superclasses ขึ้นมาทุกครั้ง จากตัวอย่างเป็นคลาส Archaeological_Site จะปรากฏว่า Superclasses คือ TCHPlace จะปรากฏเช่นเดียวกันกับ Ancient_Remain และ Historical_Park แสดงดังรูปผนวก ข.14



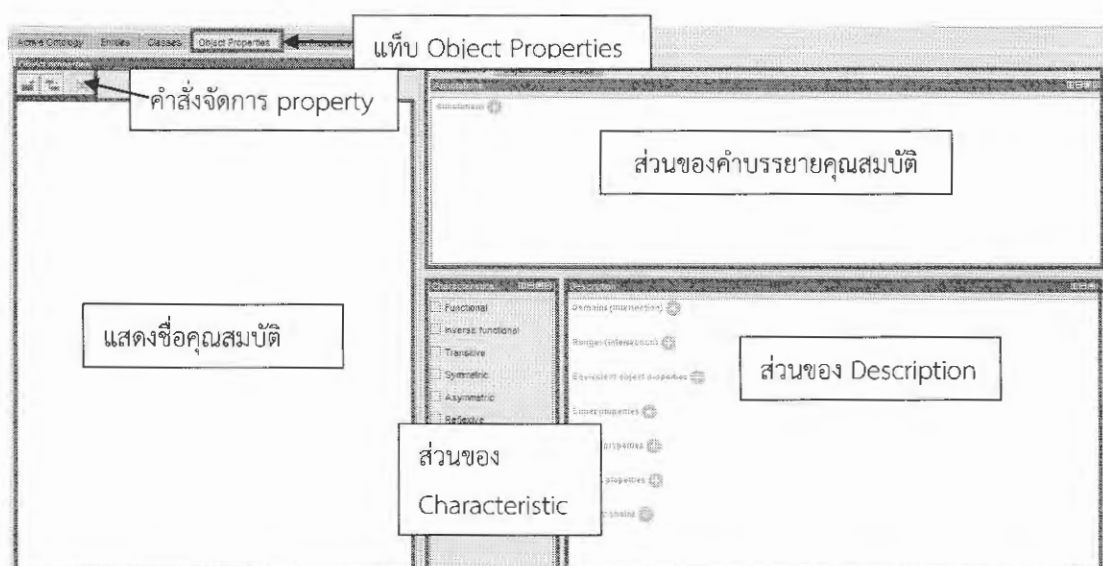
รูปผนวก ข.14 Superclasses ของคลาส Archaeological_Site

ในส่วนของ Description นั้นจะประกอบด้วยคำสั่งดังต่อไปนี้ Equivalent classes (คลาสสมมูล) Superclasses (คลาสแม่) Inferred anonymous superclasses (อนุมาน superclass ตามกฎ) Members (สมาชิกภายในคลาส) และ Disjoint classes (คลาสที่ไม่มีความสัมพันธ์ด้วย) แสดงดังรูปผนวก ข.15



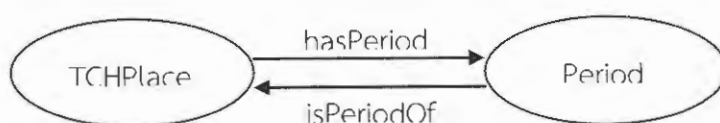
รูปผนวก ข.15 คำสั่งภายในส่วนของ Description

3. การสร้าง Object Properties เป็นการกำหนดคุณสมบัติเพื่อแสดงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคลาส โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดความสัมพันธ์ให้คลาสโดยไปที่แท็บ Object Properties จากนั้นเลือก Add property  แสดงส่วนการทำงานดังรูปผนวก ข.16



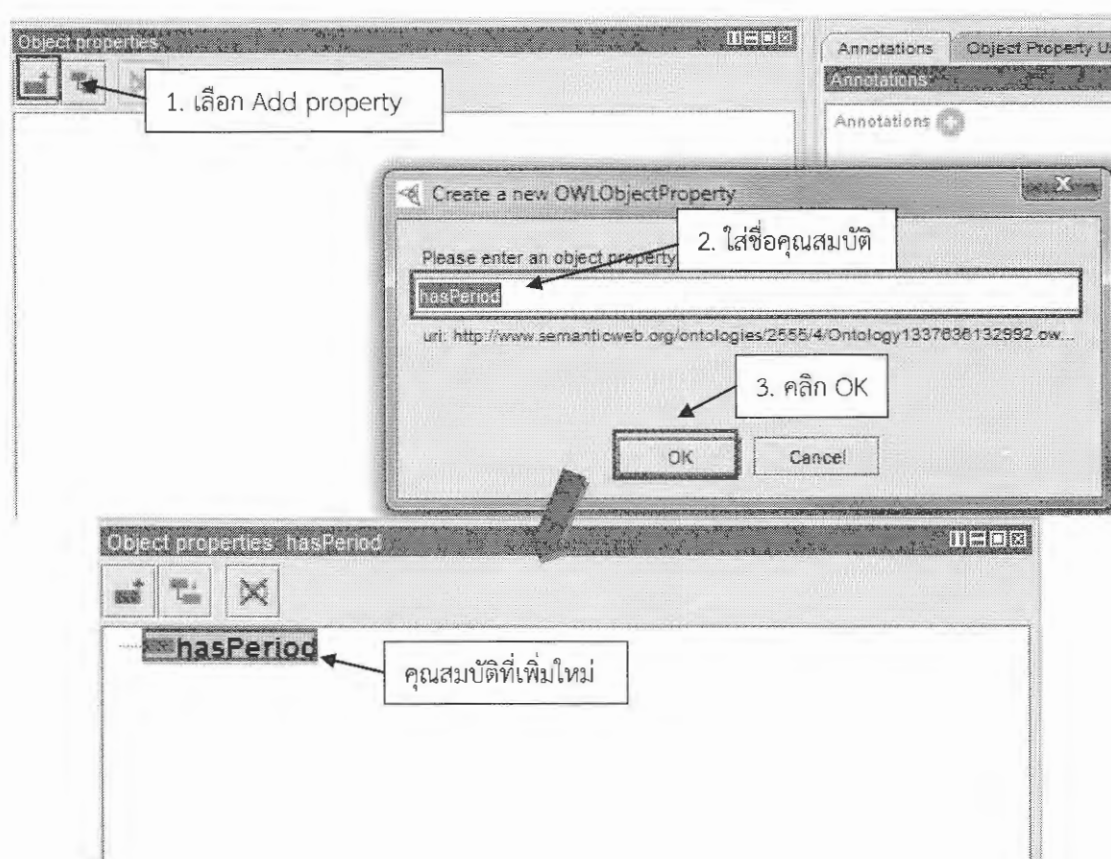
รูปผนวก ข.16 คำสั่งภายในส่วนของ Object Properties

ในส่วนนี้จะนำเสนอตัวอย่างของการสร้างคุณสมบัติที่ชื่อว่า hasPeriod ซึ่งสามารถอธิบายด้วยรูปผนวก ข.17 โดยนำมาใช้เป็นความสัมพันธ์ระหว่างคลาส TCHPlace และคลาส Period และมีอินเวอร์สของคุณสมบัติคือ isPeriodOf



รูปผนวก ข.17 ความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างคลาส TCHPlace และ Period

3.1 สร้างคุณสมบัติ hasPeriod โดยเลือกคำสั่ง Add property  หลังจากนั้นใส่ชื่อคุณสมบัติ และคลิก OK แสดงดังรูปผนวก ข.18



รูปผนวก ข.18 การเพิ่มคุณสมบัติ hasPeriod

3.2 ใส่คำบรรยายคลาส (Annotation) เพื่ออธิบายรายละเอียดของคลาส ภายใน Annotation ประกอบด้วยคำอธิบายต่างๆ ดังดังรูปภาคผนวก ข.19 สามารถดูข้อมูลได้ดังหัวข้อที่ 2.2

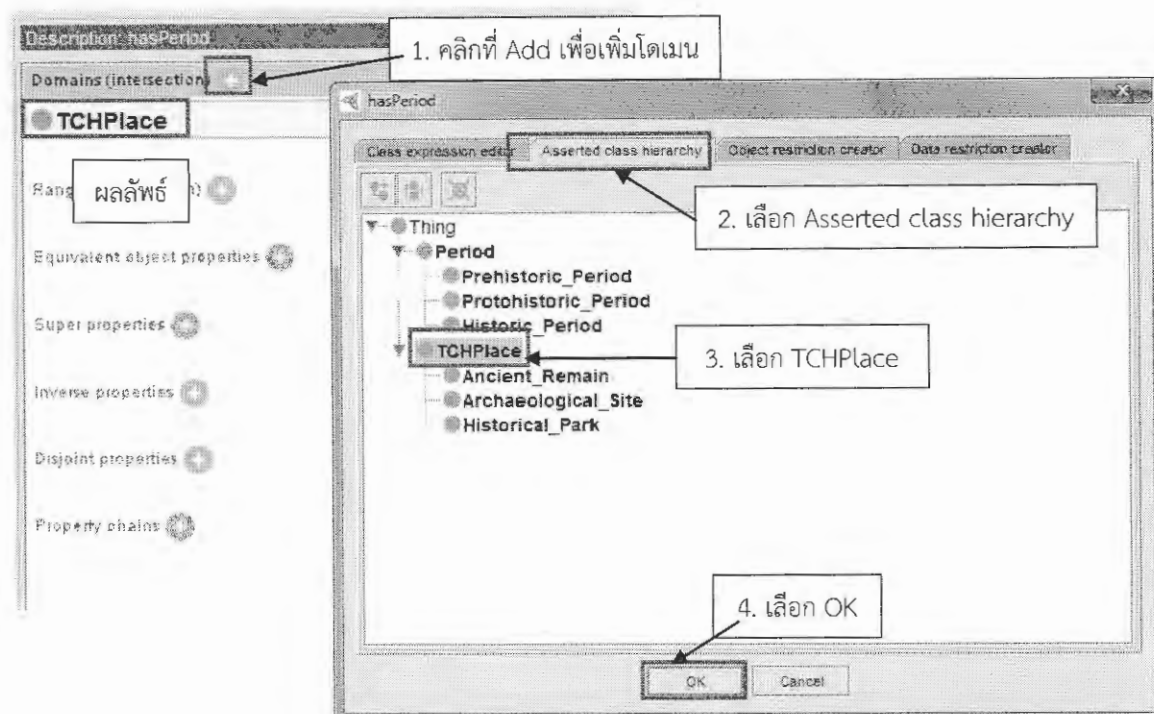
3.3 กำหนด Description ของคุณสมบัติ ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ Domain (intersection) Range (intersection) และ Inverse properties โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 Domain (intersection) กำหนดโดเมนให้กับคุณสมบัติ จากรูปผนวก ข. 19 hasPeriod จะมีโดเมนเป็น THCPPlace ดังรูปผนวก ข.20

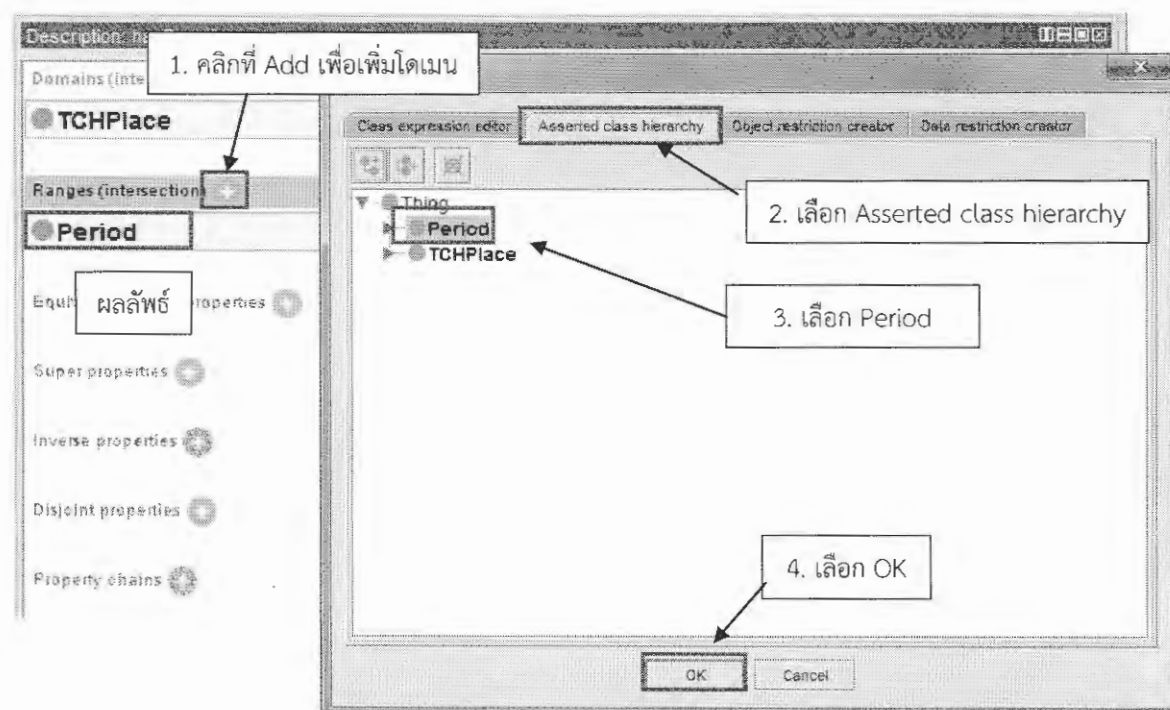
3.3.2 Range (intersection) กำหนดเรนจ์ให้กับคุณสมบัติ จากรูปผนวก ข.19 hasPeriod จะมีเรนจ์เป็น Period ดังรูปผนวก ข.21

3.3.3 Inverse properties กำหนดความสัมพันธ์แบบตรงข้าม จากรูปภาคผนวก ข.19 hasPeriod มีความสัมพันธ์แบบตรงข้ามคือ isPeriodOf ดังรูปผนวก ข.22

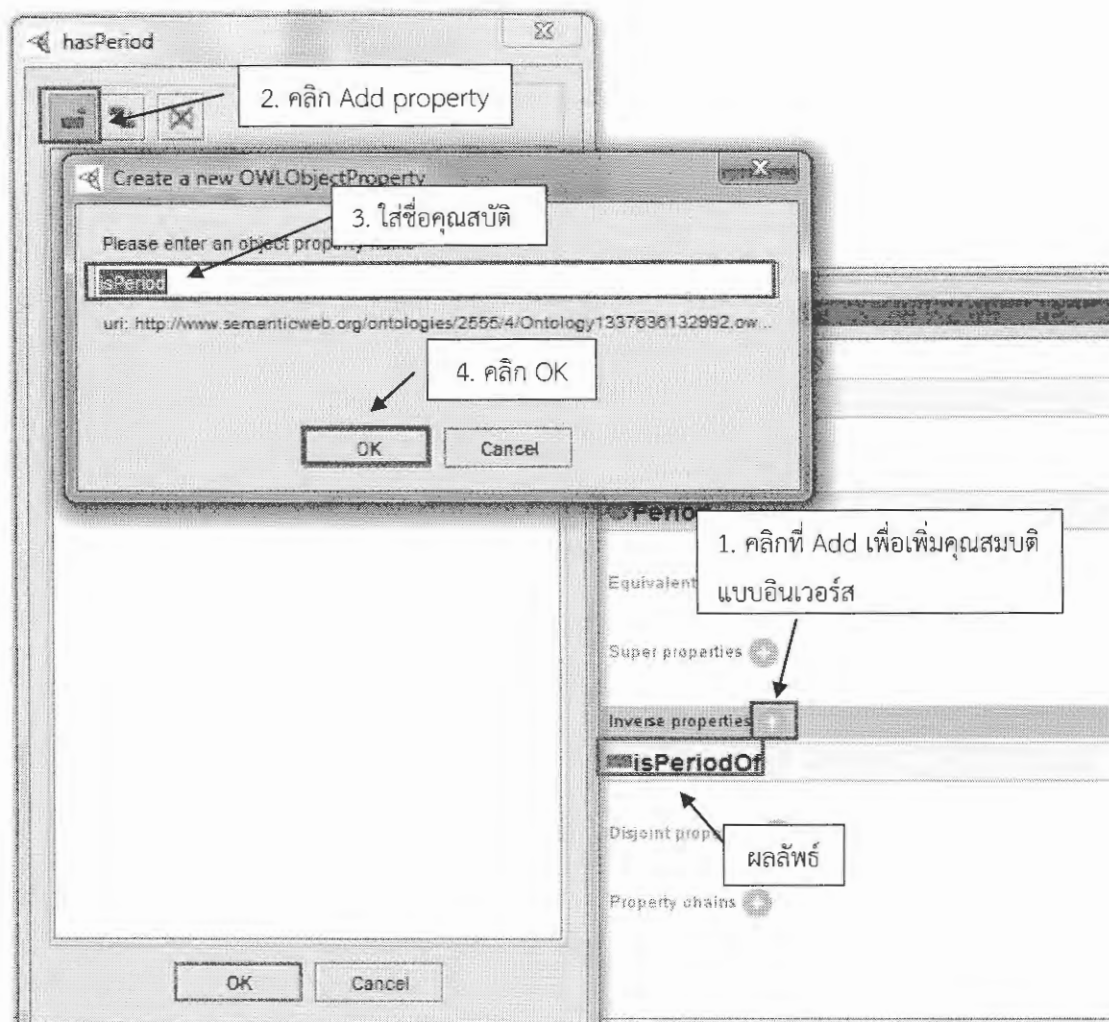
รูปผนวก ข.19 การกำหนด Description ของคุณสมบัติ hasPeriod



รูปผนวก ข.20 การเพิ่มกำหนดโดเมนของคุณสมบัติ hasPeriod

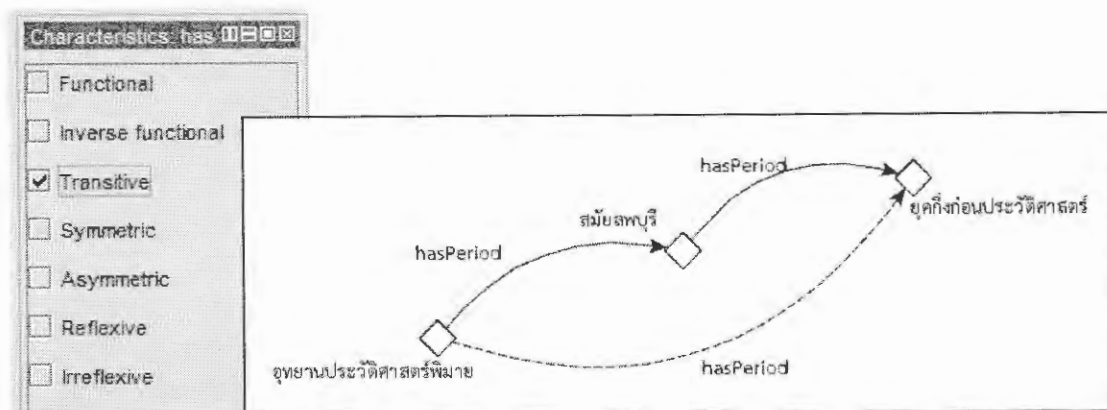


รูปผนวก ข.21 การเพิ่มกำหนดเรนจ์ของคุณสมบัติ hasPeriod



รูปผนวก ข.22 การเพิ่ม Inverse properties ของคุณสมบัติ hasPeriod

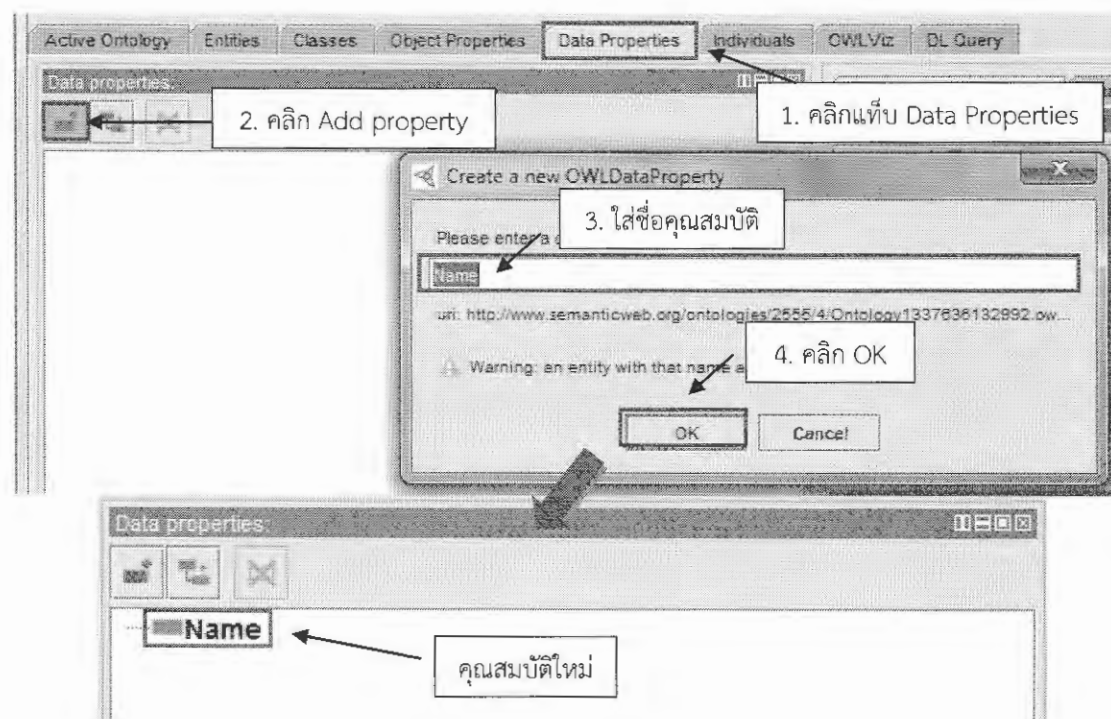
3.4 กำหนดคุณลักษณะเฉพาะ (Characteristic) ประกอบด้วย 7 ประเภท คือ Functionl, inverse functional, Transitive, Symmetric, Aysmmetric, Reflexive และ Irreflexive จากรูปที่ 3.14 ในบทที่ 3 ได้เขียนว่าคุณสมบัติ hasPeriod นั้นมีการกำหนดลักษณะคุณสมบัติแบบถ่ายทอด (Transitive Properties) ดังนั้นในส่วนของ Charateristic นั้นในทำเครื่องหมายที่ช่อง Transitive ดังรูปผนวก ข.23



รูปผนวก ข.23 ส่วนของการกำหนดคุณสมบัติแบบถ่ายทอด (Transitive Properties)

4. การสร้าง Data Properties เป็นการกำหนดคุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ระหว่างโดเมนที่เป็นคลาสและเรนจ์ที่เป็นค่าคงที่ (Literal Value) หรือชนิดข้อมูลตาม XML Schema แล้วนำไปใช้อธิบายข้อมูล Individual หรืออินสแตนซ์

4.1 สร้างคุณสมบัติ Name โดยเลือกคำสั่ง Add property  หลังจากนั้นใส่ชื่อคุณสมบัติ และคลิก OK แสดงดังรูปผนวก ข.24



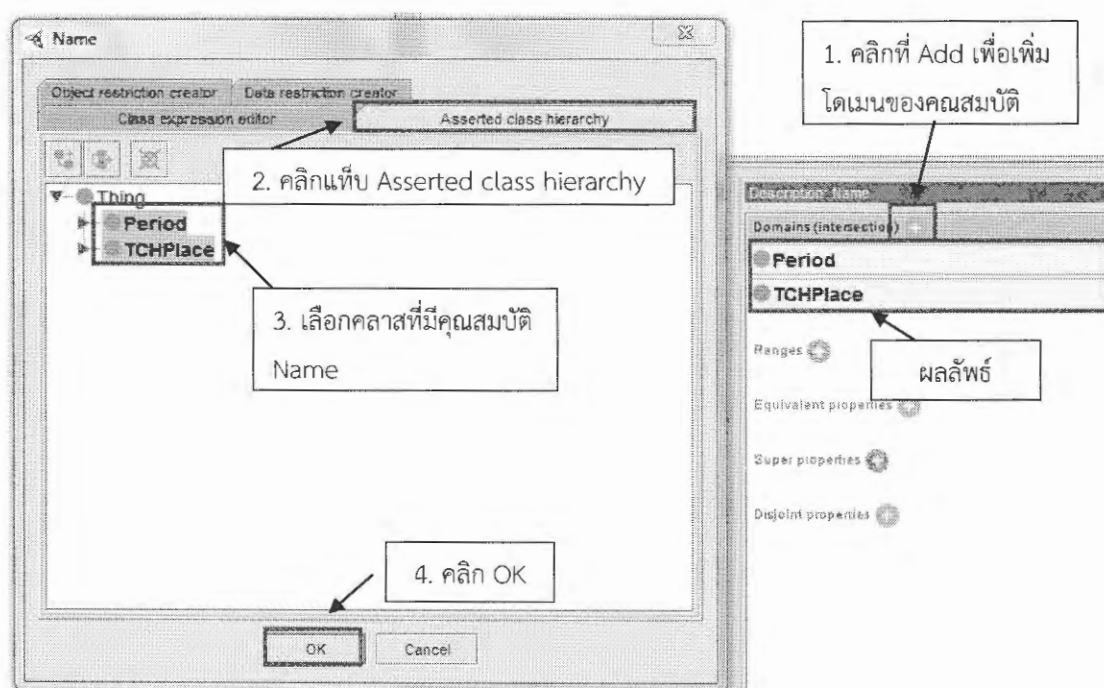
รูปผนวก ข.24 ส่วนการเพิ่ม Data Properties ที่ชื่อว่า Name

4.2 ใส่คำบรรยายคลาส (Annotation) เพื่ออธิบายรายละเอียดของคลาส ภายใน Annotation ประกอบด้วยคำอธิบายต่างๆ สามารถดูข้อมูลได้ดังหัวข้อที่ 2.2

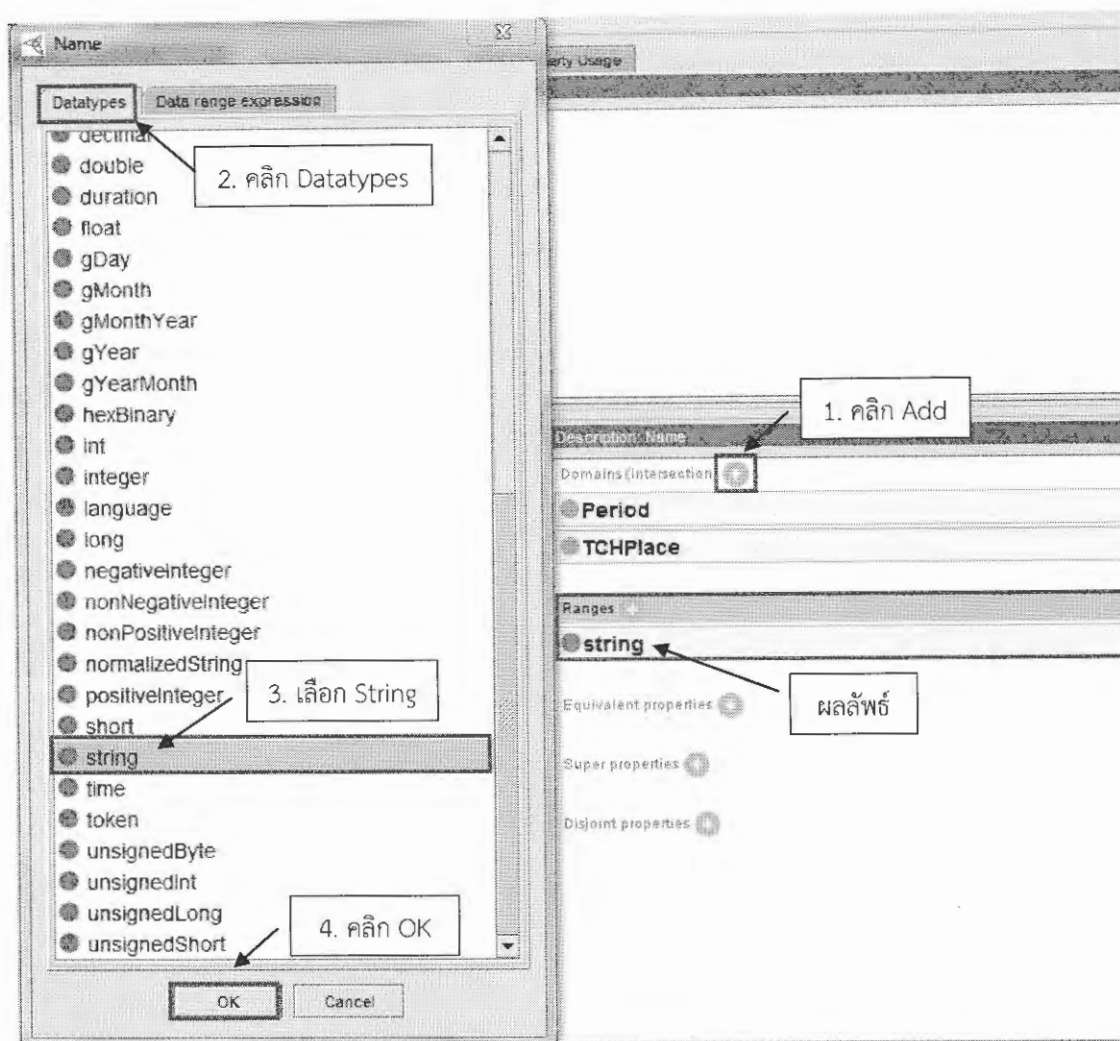
4.3 กำหนด Description ของคุณสมบัติ ในงานวิจัยนี้กำหนดเฉพาะโดเมน (Domain) และเรนจ์ (Range)

4.3.1 Domain (intersection) กำหนดโดเมนให้กับคุณสมบัติ โดยคุณสมบัติ Name จะมีโดเมนเป็น THCPPlace และ Period เนื่องจากทั้งสองคลาสมีการแสดงชื่อของข้อมูล ดังรูปผนวก ข.25

4.3.2 Range (intersection) กำหนดเรนจ์ให้กับคุณสมบัติ โดยกำหนดว่าคุณสมบัตินี้เป็นประเภทข้อมูล (Datatype) ไດ ซึ่งในกรณีกำหนดให้ Name มีประเภทข้อมูลเป็น String ดังรูปผนวก ข.26



รูปผนวก ข.25 การเพิ่มข้อมูลโดเมนของ Data Properties ที่ชื่อว่า Name



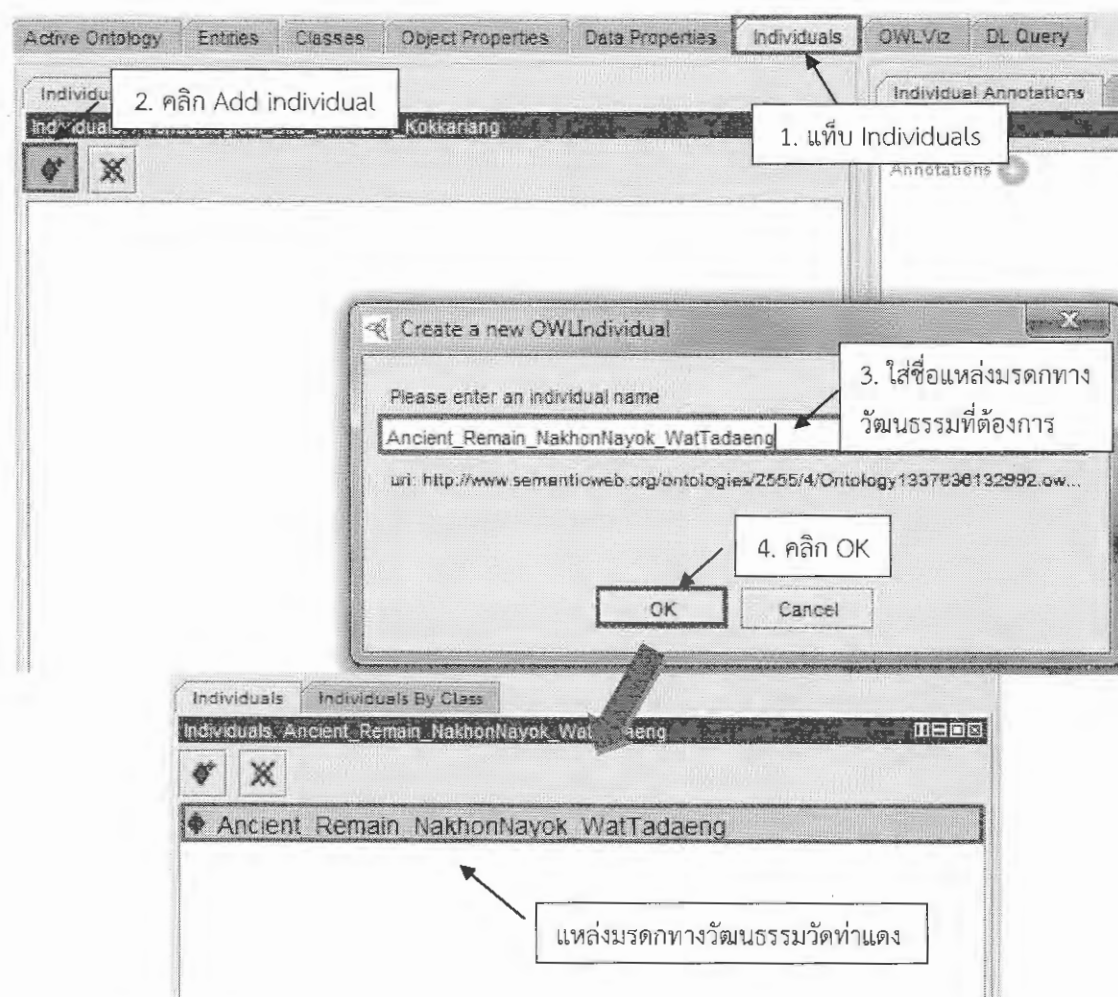
รูปผนวก ข.26 การเพิ่มข้อมูลเรนจ์ของ Data Properties ที่ชื่อว่า Name

5. การสร้าง Individuals เป็นการสร้างอินสแตนซ์จากคุณสมบัติข้อมูล (Data properties) ที่ได้กำหนดมาจากขั้นตอนที่แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเพิ่มข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ชื่อว่า “วัดท่าแดง” โดยมีข้อมูลเกี่ยวกับวัดท่าแดง ดังนี้

| | |
|---|--------------------------------|
| ชื่อ : วัดท่าแดง | ประเภท : แหล่งโบราณสถาน |
| ที่อยู่ : ตำบลเกาะหวาย อำเภอปากพลี จังหวัดนครนายก | |
| ค่าละติจูด : 14.16740953 | ค่าลองจิจูด : 101.2708886 |
| ยุคสมัย : สมัยกรุงธนบุรี | เกี่ยวข้องกับศาสนา : พุทธศาสนา |
| สิ่งสำคัญ : พระพุทธรูปประธาน พระพุทธรูปหินศิลาแลง พระพุทธศรีอารีย์ | |
| การประกาศขึ้นทะเบียนโบราณสถาน : ยังไม่ได้ประกาศขึ้นทะเบียนโบราณสถาน | |

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นสามารถนำมาสร้างข้อมูล individual ได้ดังนี้

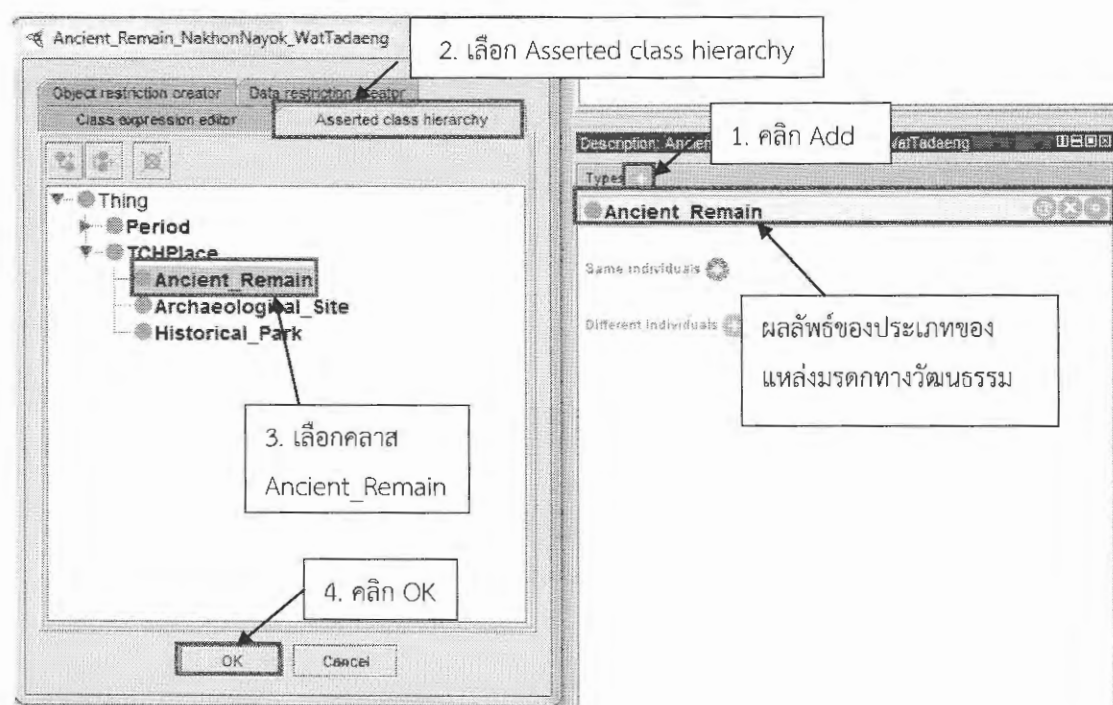
5.1 คลิกที่แท็บ Individuals หลังจากนั้นคลิกที่ Add individual  หลังจากนั้นใส่ชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมลงในช่อง ในที่นี้ใส่คำว่า “Ancient_Remain_NakhonNayok_WatTadaeng” และคลิก OK



รูปผนวก ข.27 การเพิ่มข้อมูล Individual Ancient_Remain_NakhonNayok_WatTadaeng (วัดท่าแดง)

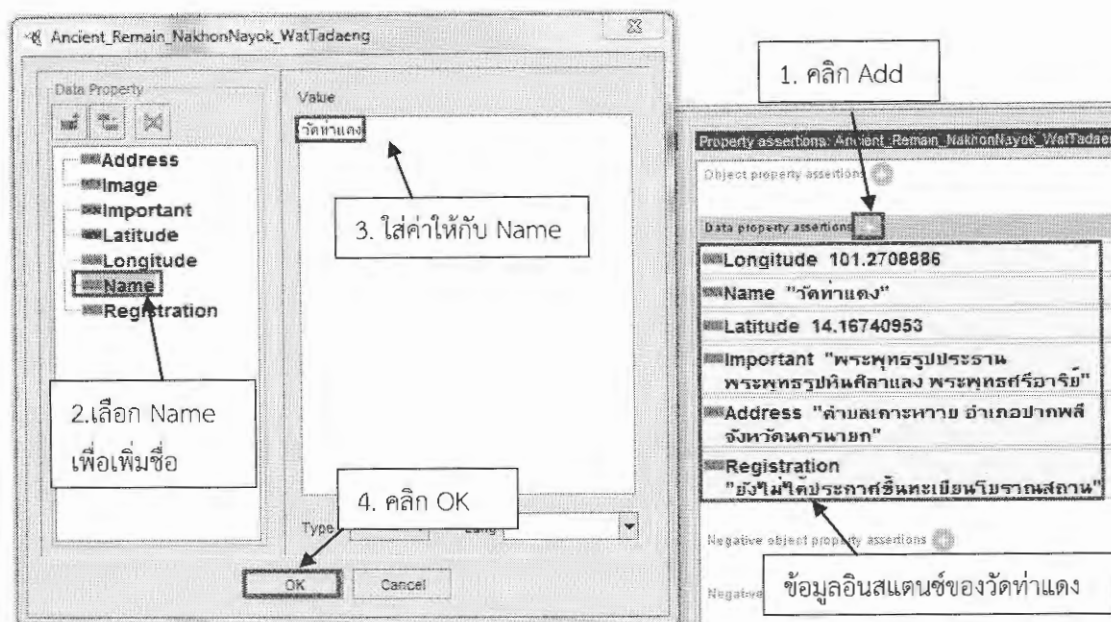
5.2 หลังจากการสร้างแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ชื่อว่า “Ancient_Remain_NakhonNayok_WatTadaeng” แล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการใส่ข้อมูลคุณสมบัติให้กับค่า individual ที่สร้างขึ้นมาใหม่

5.2.1 เพิ่ม Types ให้กับวัตถุทำแดง โดยคลิกเลือกที่ Add ในช่อง Types จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมา -> เลือกแท็บ Asserted class hierarchy -> เลือกคลาส Ancient_Remain -> คลิก OK เสร็จแล้วจะปรากฏข้อมูล Type ทางช่องด้านขวามือ



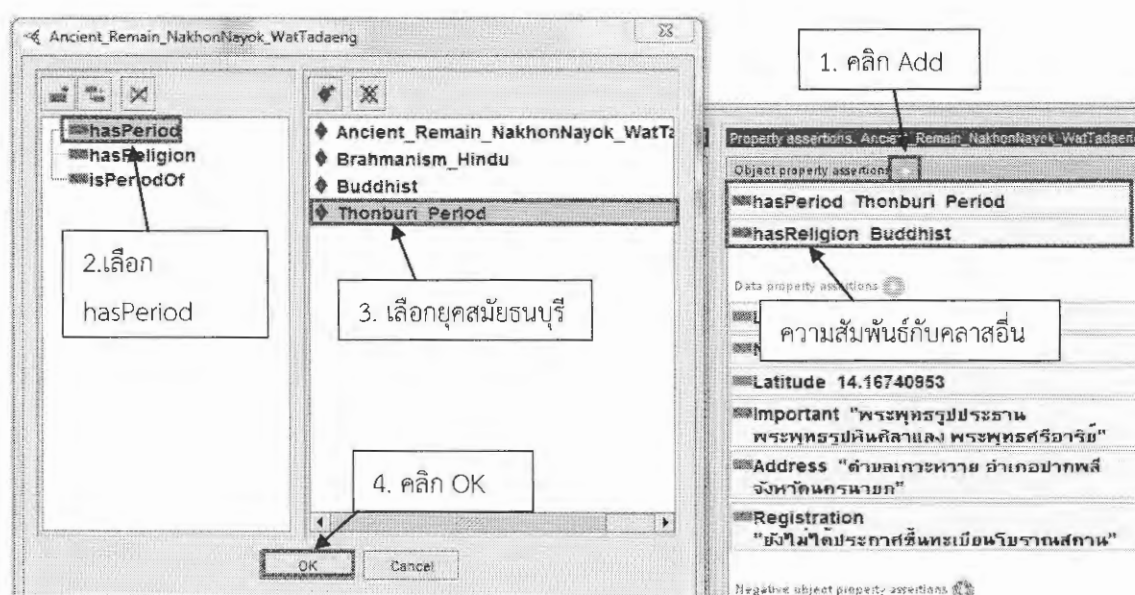
รูปภาคผนวก ข.28 แสดงการเพิ่มข้อมูล Types ให้กับ Individual วัตถุทำแดง

5.2.2 เพิ่มข้อมูล Data properties ให้กับวัตถุทำแดง โดยคลิกเลือกที่ Add ในช่อง Data property assertions จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมา -> เลือกคุณสมบัติ Name -> ใส่ข้อมูลในช่อง Value -> คลิก Ok เสร็จแล้วจะปรากฏข้อมูล Name : วัตถุทำแดง ทางช่องด้านขวามือ ดังรูปภาคผนวก ข.29



รูปผนวก ข.29 การเพิ่มข้อมูล Data property ให้กับ Individual วัดท่าแดง

5.2.3 เพิ่มข้อมูลความสัมพันธ์กับคลาสอื่น ในช่อง Object property assertions ในตัวอย่างนี้ต้องการใส่ข้อมูลว่า อยู่ในสมัยธนบุรี (hasPeriod Thonburi_Period) โดยคลิก Add ที่ Object property assertions -> เลือกคุณสมบัติของวัตถุ (ความสัมพันธ์) ที่ต้องการจากหน้าต่างที่ปรากฏขึ้นในช่องซ้ายเลือก hasPeriod และในช่องขวาเลือก Thonburi_Period -> คลิก OK เสร็จแล้วจะปรากฏข้อมูล hasPeriod Thonburi_Period ในช่อง Object property assertions ดังรูปผนวก ข.30



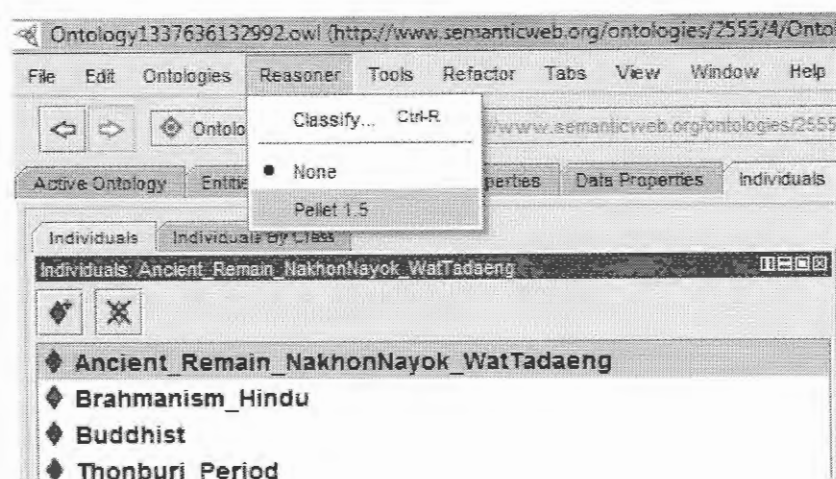
รูปผนวก ข.30 การเพิ่มข้อมูล Object property ให้กับ Individual วัดท่าแดง

การตรวจสอบความไม่สอดคล้องกันภายในออนโทโลยี (Reasoner)

การตรวจสอบความไม่สอดคล้องกันภายในออนโทโลยีที่สร้าง (Reasoner) ในโปรแกรม Protégé มี Reasoner ที่สามารถใช้งานได้อยู่หลากหลาย เช่น Racer Pro, FaCT++, Pallet เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ Pallet ซึ่งในโปรแกรมโปรทีเจ้ 4.0 (Build 112) จะมี Pallet 1.5 ติดตั้งมาแล้ว

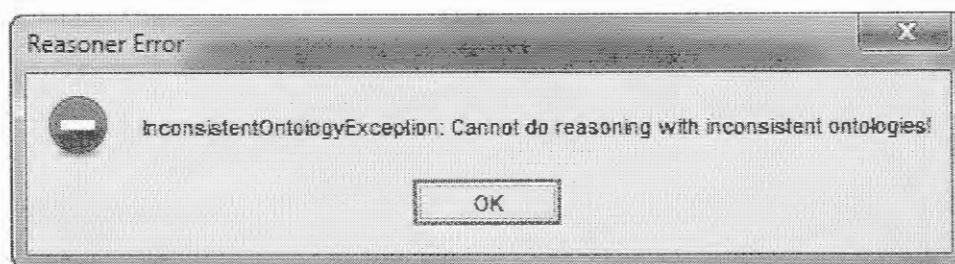
ในการใช้งาน Reasoner นั้น เลือกเมนู Reasoner -> เลือก Pellet 1.5 ดังรูปผนวก ข.

31



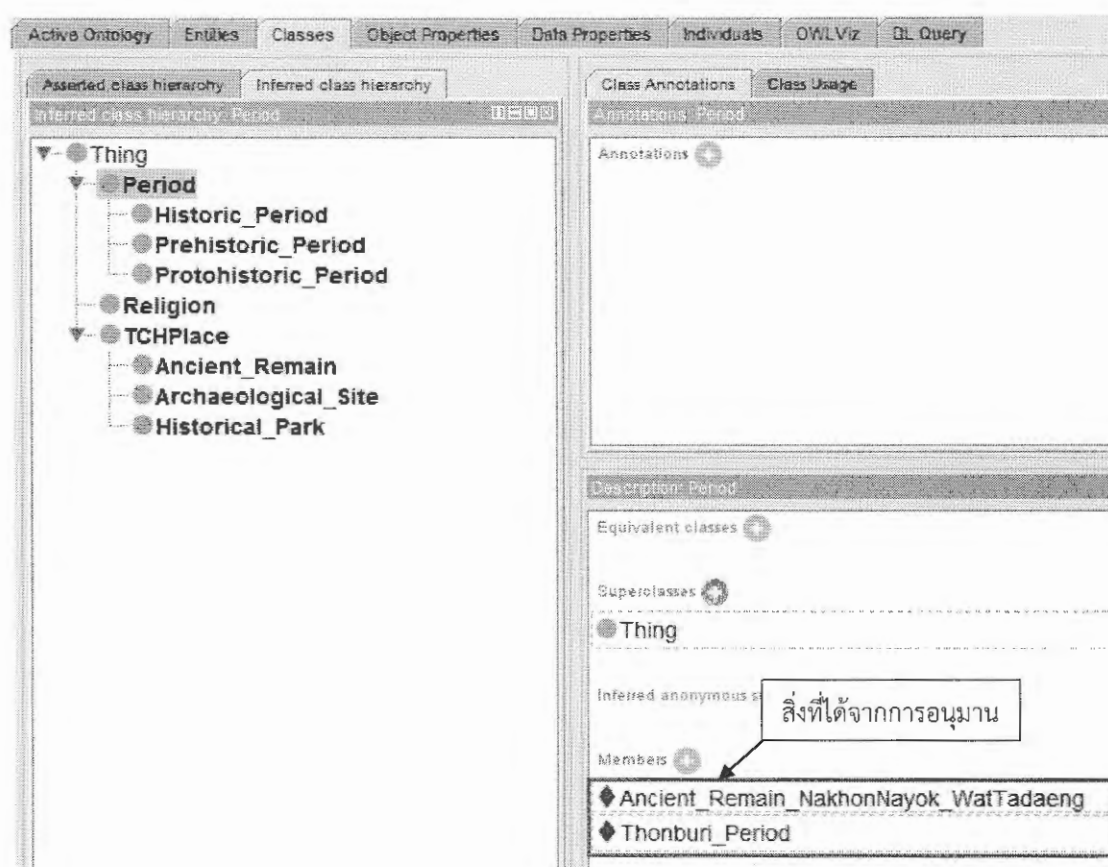
รูปผนวก ข.31 การใช้งาน Reasoner

ถ้าเมื่อคลิกที่ Pallet 1.5 แล้วมีหน้าต่าง Reasoner Error ขึ้น ดังรูปผนวก ข.32 แสดงว่าออนโทโลยีที่สร้างมีส่วนใดส่วนหนึ่งที่ไม่มีความสอดคล้อง ดังนั้นต้องตรวจสอบว่าข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากส่วนใด



รูปผนวก ข.32 หน้าต่าง Reasoner Error

Reasoner ช่วยให้ทราบว่ามีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องบ้าง ดังรูปผนวก ข.33 เมื่อใช้ Pallet แล้วเมื่อไปที่ช่อง Inferred class hierarchy จะแสดงข้อมูลอินสแตนซ์ที่อนุมานว่ามีความสัมพันธ์กับคลาสที่เลือก เช่น คลาส Period (ยุคสมัย) ถ้าไม่มีการอนุมานจะไม่เห็นว่ามี Individual ตัวใดอยู่ในนั้นบ้าง จนกว่าจะคลิกที่ Historic_Period (ยุคประวัติศาสตร์) ถึงจะพบว่าข้อมูลของ Thonburi_Period (สมัยกรุงธนบุรี) แต่เมื่อมีการใช้ Reasoner แล้วคลิกที่คลาส Period ก็พบว่าช่อง Description Period -> Members มี Thonburi_Period อยู่ด้วย ซึ่งนอกจากจะมี Thonburi_Period อยู่ด้วยแล้ว ยังมี Ancient_Remain_NakhonNayok_WatTadaeng ด้วย เนื่องจากสมัยกรุงธนบุรีมีความสัมพันธ์กับยุคสมัยธนบุรี (Ancient_Remain_NakhonNayok_WatTadaeng hadPeriod Thonburi_Period) เป็นต้น



รูปผนวก ข.33 ข้อมูลที่ได้จากการอนุมานหลังจากใช้ Pallet

ภาคผนวก ค

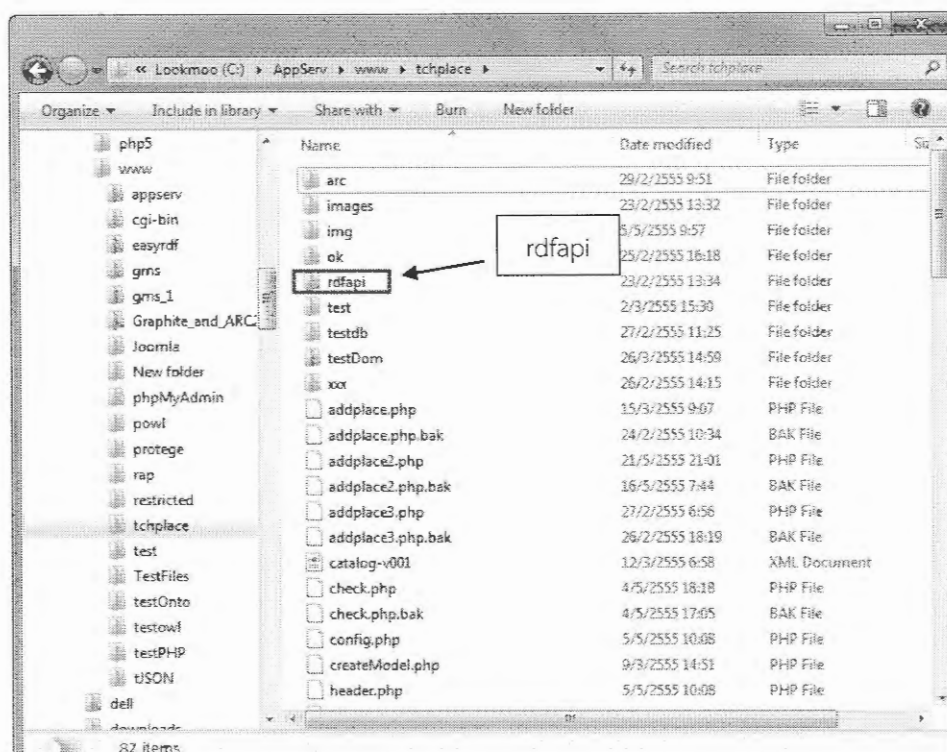
การใช้งาน RAP (RDF API for PHP V0.9.6)

การใช้งาน RAP (RDF API for PHP V0.9.6)

RAP เป็นชุดคำสั่งสำหรับวิเคราะห์ประโยค (parsing) คิวรี (query) การจัดการ (manipulating) การจัดเรียงข้อมูลในรูป Tag (serializing) และเก็บในรูปแบบของโมเดล RDF (serving RDF models)

การที่จะใช้งาน RAP ได้นั้นจะต้องสามารถใช้ได้กับ PHP 4 หรือ PHP 5 โดยที่ถ้าใช้เป็น PHP 4 จะต้องใช้รุ่นไม่ต่ำกว่า version 4.2 และถ้าใช้กับ PHP 5 จะต้องใช้รุ่นไม่ต่ำกว่า version 5.0.1 ในกรณีที่ในเครื่องไม่มี PHP, Apache, และ MySQL สามารถดาวน์โหลด Appserv มาได้ติดตั้งได้ โดยดาวน์โหลดโปรแกรมได้ที่ <http://sourceforge.net/projects/appserv/files/>

1. ดาวน์โหลดโปรแกรมได้ที่ <http://sourceforge.net/projects/rdfapi-php/>
2. แยกไฟล์
3. นำไฟล์ rdfapi-php ไปวางไว้ในโฟลเดอร์สำหรับแสดงข้อมูลบนเว็บ ในงานวิจัยนี้
นำไปวางไว้ที่ C:\AppServ\www\tchplace แสดงตัวอย่างดังรูปผนวก ค.1



รูปผนวก ค.1 ตำแหน่งการนำไฟล์เตอร์ rdfapi ภายใต้ไฟล์เตอร์ที่ต้องการ

4. การเรียกใช้ RAP

4.1 การประกาศเพื่ออ้างถึงตำแหน่งของไฟล์ RdfAPI.php

```
define("RDFAPI_INCLUE_DIR", "C:/Appserv/www/tchplace/rdfapi/api");
include(RDFAPI_INCLUE_DIR . "RdfAPI.php");
```

4.2 การประกาศเพื่อสร้าง MemModel ใหม่ และโหลดเอกสาร owl ในงานวิจัยนี้ ไฟล์ออนโทโลยีชื่อ tchp.owl

```
$tchp = ModelFactory::getDefaultModel();
$tchp->load(RDFAPI_INCLUDE_DIR . '../doc/tutorial/tchp.owl');
```

4.3 การคิวรีข้อมูล ภายใน RAP ประกอบด้วยคิวรี 2 แบบคือ RDQL และ SPARQL ในงานวิจัยนี้ใช้การคิวรีแบบ SPARQL โดยสามารถเขียนไวยากรณ์ได้ดังนี้

```
$querystringPE = "
PREFIX ont: <http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>

SELECT ?peName
WHERE {
    ?pe rdf:type ont:TPeriod .
    ?pe ont:Name ?peName .
}";

$resultPE = $tchp->sparqlQuery($querystringPE);
SPARQLEngine::writeQueryResultAsHtmlTable($result);
```

ส่วนที่ 1: PREFIX

ส่วนที่ 2: คำสั่งในการคิวรี

ส่วนที่ 3: แสดงผลลัพธ์ในตาราง HTML

4.3.1 กำหนด PREFIX ในการที่จะเรียกใช้ PREFIX ตัวใดนั้นอยู่ที่ผู้ต้องการ ข้อมูลอะไร จากการคิวรีด้านบนต้องการทราบชื่อ (Data properties : Name) ของยุคสมัย ผู้ใช้

สามารถเปิดไฟล์ออนโทโลยีที่สร้างขึ้นมา และหาคำสั่งในการอ้างในไฟล์ข้อมูล ดังรูปผนวกที่ ค.2 จะเห็นว่าถ้าต้องการให้แสดงชื่อตามประเภทจะใช้ Tag ดังนี้ <rdf:type .../> และ <ont:Name>

```
<!-- http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#TPeriod_Dvaravati_Period -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="#<ont:TPeriod_Dvaravati_Period">
  <rdf:type rdf:resource="#<ont:TPeriod"/>
  <ont:Name>สมัยทวารวดี</ont:Name>
```

รูปผนวก ค.2 การเพิ่มข้อมูลโดเมนของ Data Properties ที่ชื่อว่า Name

ภายใน Tag เมื่อแยกออกด้วยเครื่องหมาย “.” จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนของ PREFIX และส่วนของ Property ดังนั้นจะได้ว่า <rdf:type .../> จะมี PREFIX เป็น rdf และมี property เป็น type ส่วน <ont:Name> มี PREFIX เป็น ont และมี property เป็น Name

ต่อไปมาพิจารณาว่า PREFIX rdf และ ont โดยดูจากการประกาศด้านบนไฟล์ จากภาพที่ ค.3 จะเป็นค่า PREFIX ที่ต้องการ สามารถนำมาเขียนในคิวรีดังรูปที่ ค.4

```
<rdf:RDF xmlns="http://www.tchp.com/tchp.owl#"
  xml:base="http://www.tchp.com/tchp.owl"
  xmlns:ont="http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#">
```

รูปภาคผนวก ค.3 ข้อมูล PREFIX ในไฟล์ OWL

```
PREFIX ont: <http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
```

รูปภาคผนวก ค.4 ข้อมูล PREFIX

4.3.2 การคิวรีของภาษา SPARQL มีอยู่ 4 รูปแบบด้วยกันคือ SELECT, CONSTRUCT, ARK และ DESCRIBE ซึ่งแต่ละประเภทมีหน้าที่ต่างกันดังนี้

1) คำสั่ง SELECT ใช้เมื่อต้องการหาค่าใดๆ โดยทำหน้าที่ในการคืนค่าทั้งหมดรวมทั้งสับเซตและตัวแปรตามขอบเขตที่รูปแบบคิวรีไปจับคู่ได้ คำสั่ง SELECT นี้มีความหมาย

เทียบเท่ากับคำสั่ง SELECT ในภาษา SQL ที่คิวรีในฐานข้อมูลแล้วคืนค่าออกมาในรูปแบบตาราง แต่ใน SPARQL จะคิวรีค่าที่เก็บอยู่ตามที่ PREFIX ระบุ ส่วนหลัง WHERE คือเงื่อนไขที่ใช้ในการค้นหา โดยเขียนในรูปแบบ Basic Graph Pattern ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือการหาค่าอินสแตนซ์ที่เป็นคำตอบของปัญหา เช่น ต้องการทราบว่าแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมใดที่มีความสัมพันธ์กับสมัยสุโขทัย เป็นต้น ดังตัวอย่างด้านล่าง

2) คำสั่ง ASK เป็นคำสั่งที่คืนค่ากลับออกมาเป็นบูลีน (Boolean) ไม่ว่ารูปแบบของคิวรีนั้นจะแมตช์กันหรือไม่ เหมาะกับประโยคคำถามที่ต้องการคำตอบว่า Yes หรือ No

3) คำสั่ง CONSTRUCT มีหน้าที่ในการดึงค่าสับเซตของคิวรี แล้วคืนค่าออกมาเป็นกราฟที่เป็นรูปของเซตของทริพเพิล เหมาะสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแปลงรูปแบบของ OWL และการอนุมานอย่างง่ายด้วย แต่ยังคงมีข้อจำกัดเรื่องการใช้รูปประโยคของทริพเพิล

4) คำสั่ง DESCRIBE มีหน้าที่ในการคืนค่าออกมาเป็นกราฟเช่นเดียวกับคำสั่ง CONSTRUCT โดยถามว่าสิ่งที่ต้องการทราบมีความคล้ายกันหรือเกี่ยวข้องกันหรือไม่ เหมาะกับการนำมาประยุกต์สร้างโมเดลต้นแบบ (prototype)

4.3.3 การแสดงผลลัพธ์ออกมาในภาษา HTML ในรูปแบบของตารางจะโดยใช้คำสั่ง SPARQLEngine::writeQueryResultAsHtmlTable() ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการคิวรีจะแสดงค่าออกมาในรูปแบบของตาราง

ภาคผนวก ง

คู่มือการใช้งานระบบออนไลน์ยื่นพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

คู่มือการใช้งานเว็บไซต์ออนไลน์เชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

ในส่วนของการใช้งานเว็บไซต์ออนไลน์เชิงพื้นที่ของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยนั้น แบ่งการใช้งานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนการสืบค้นข้อมูล และส่วนของการเพิ่มข้อมูล

ส่วนของการสืบค้นข้อมูล

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทั่วไปใช้ในการสืบค้นข้อมูลโดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนย่อยคือ ส่วนของการสืบค้นด้วยคำสำคัญ และส่วนของการสืบค้นด้วยความสัมพันธ์

1. ส่วนของการสืบค้นด้วยคำสำคัญ ผู้ใช้ใส่ชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ต้องการควิธีระบบจะไปค้นตามชื่อทั้งหมดภายในออนไลน์ และแสดงผลลัพธ์ที่ได้ ในกรณีจะแสดงข้อมูลของสถานที่ที่เกี่ยวข้อง (สัมพันธ์กัน) ปรากฏขึ้นมาด้วย แสดงหน้าจอการสืบค้นข้อมูลดังรูปผนวก ง.1-2

The screenshot shows the TCHPlace website interface. At the top is the header 'TCHPlace ฐานความรู้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย'. Below the header, there is a search bar with a 'ค้นหา' button. To the right of the search bar is a box labeled 'ผลการค้นหา'. Below the search bar, there are two main sections for searching. The first section is titled 'ค้นหาด้วยคำสำคัญ' and contains a 'สถานที่:' field and a 'ค้นหา' button. To the right of this section is a box labeled 'ผลลัพธ์ของการควิธี'. The second section is titled 'ค้นหาด้วยความสัมพันธ์' and contains a 'สถานที่:' field and a 'ค้นหา' button. To the right of this section is a box labeled '1.2 ส่วนของการสืบค้นด้วยความสัมพันธ์'. Below the search bar, there is also a section titled 'ค้นหาด้วยคำสำคัญ' with a 'สถานที่:' field and a 'ค้นหา' button. To the right of this section is a box labeled '1.1 ส่วนของการสืบค้นด้วยคำสำคัญ'.

รูปผนวก ง.1 เว็บไซต์หน้าแรก

The screenshot shows the search interface for the 'ค้นหาด้วยคำสำคัญ' section. It includes a 'สถานที่:' field and a 'ค้นหา' button.

รูปผนวก ง.2 ส่วนการค้นหาคำสำคัญ

| | |
|--|---|
| <p>ค้นหาด้วยคำสำคัญ</p> <p>สถานที่: <input type="text" value="พิมาย"/></p> <p><input type="button" value="ค้นหา"/></p> | <p>ผลการค้นหา</p> <p>พิมาย
อำเภอพิมาย</p> <p><u>ปราสาทหินพิมายลงจิมช้างขึ้นตมมีพระเจ้าอริยวงค์ที่ 1 ชาวพมหารัตนบุรี 16</u></p> <p><u>อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย</u></p> <p><u>ปราสาทหินพิมายได้ถูกจัดเป็นสถานที่ทางศาสนาพุทธในสมัยพระเจ้าอริยวงค์ที่ 7</u></p> |
|--|---|

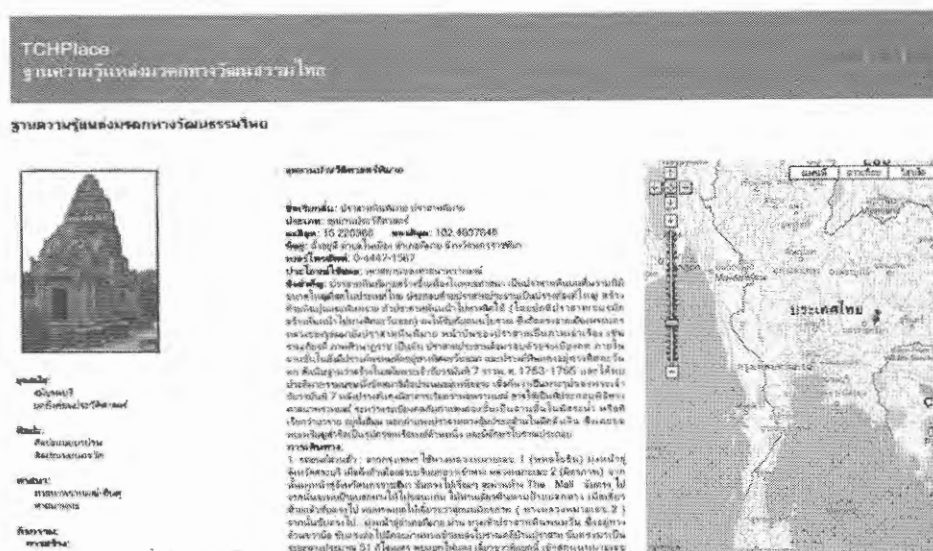
รูปผนวก ง.3 ส่วนการค้นหาด้วยคำสำคัญ

จากรูปผนวก ง.3 จะพบว่าผลการค้นหาที่ได้มีจำนวนมากกว่า 1 คำตอบ เนื่องจากนอกจากจะปรากฏเฉพาะชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมแล้วซึ่งก็คือ อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย ยังพบรายการอื่นที่มีชื่อว่าพิมาย แต่ในบางกรณีแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมอื่น ระบบก็จะแสดงผลลัพธ์ที่มีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องด้วย ดังรูปผนวก ง.4 จะเห็นว่า เมื่อเราใส่คีย์ว่า พระราชวังโบราณ ผลลัพธ์ที่ได้ จะไม่ปรากฏเพียง พระราชวังโบราณ อยุธยา เท่านั้น หากแต่จะปรากฏชื่อ อุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา ด้วย เนื่องจาก พระราชวังโบราณ อยุธยา เป็นโบราณสถานที่อยู่ภายในอุทยานประวัติศาสตร์

| | |
|---|---|
| <p>ค้นหาด้วยคำสำคัญ</p> <p>สถานที่: <input type="text" value="พระราชวังโบราณ"/></p> <p><input type="button" value="ค้นหา"/></p> | <p>ผลการค้นหา</p> <p>พระราชวังโบราณ
พระราชวังโบราณ อยุธยา
อุทยานประวัติศาสตร์พระนครศรีอยุธยา</p> |
|---|---|

รูปผนวก ง.4 ส่วนการค้นหาด้วยคำสำคัญด้วย พระราชวังโบราณ

จากรูปผนวก ง.3 เมื่อคลิกที่ อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย จะแสดงรายละเอียดของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย ดังรูปผนวก ง.5 ประกอบด้วย รายละเอียดของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย ภาพ ศาสนา ยุคสมัย และแผนที่ภูมิศาสตร์ ในวิสัยใช้แผนที่ Google Map



รูปผนวก ง.5 รายละเอียดของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

2. ส่วนของการสืบค้นด้วยความสัมพันธ์ โดยเลือกรายละเอียดที่ต้องการเกี่ยวกับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม เช่น ต้องการทราบแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมทั้งหมดที่เป็นประเภทโบราณสถานหรือต้องการทราบว่าแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมทั้งหมดที่มีประเภทโบราณสถานและอยู่ในยุคสมัยรัตนโกสินทร์ เป็นต้น

[illegible]

นอกจากที่กล่าวข้างต้นแล้ว ระบบยังสามารถสืบค้นหาแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่อยู่ภายในระยะทางหรือรัศมีที่กำหนดได้ ดังรูปผนวก ง.7 โดยแสดงผลลัพธ์ที่ได้เรียงตามจำนวนระยะทางที่อยู่ห่างจากแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ต้องการ

ค้นหาด้วย

สถานที่:

ประเภทแหล่ง:

ภูมิภาค: ☐ ภาคเหนือ ☐ ภาคกลาง ☐ ภาคตะวันออก ☐ ภาคใต้

ศาสนา: ☐ ศาสนาพุทธ ☐ ศาสนาอิสลาม ☐ ศาสนาคริสต์ ☐ ศาสนาฮินดู ☐ ศาสนาซิกข์ ☐ ศาสนาอื่น ๆ

วัสดุก่อสร้าง: ☐ ไม้ ☐ อิฐ ☐ หิน ☐ ปูน ☐ กระจก ☐ โลหะ ☐ อื่น ๆ

ศิลปะ: ☐ ศิลปะแบบไทย ☐ ศิลปะแบบจีน ☐ ศิลปะแบบฝรั่ง ☐ ศิลปะแบบผสม ☐ ศิลปะแบบอื่น ๆ

กษัตริย์:

ตำแหน่งที่ตั้ง:

เวลา:

ระยะทาง: กิโลเมตร

ผลการค้นหา

สถานที่: วัดมหาธาตุ ระยะทาง: 10 กิโลเมตร

| รายการ | ระยะทาง (km.) |
|---|---------------|
| วัดมหาธาตุ | 0.093 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 0.093 |
| วัดสุทัศน์เทพวราราม | 0.113 |
| วัดเทพศิรินทราวาส (ร้าง) (ขึ้นทะเบียนในนามวัดเทพศิรินทร์) | 0.129 |
| วัดเทพศิรินทร์ | 0.314 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 0.592 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 0.65 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 0.974 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 1.084 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 1.207 |
| วัดหัวถนน | 1.478 |
| วัดหัวถนน | 1.476 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 1.496 |
| วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม | 1.579 |
| วัดหน้าพระลาน | 1.803 |
| วัดหน้าพระลาน | 2.026 |
| วัดหน้าพระลาน | 2.304 |
| วัดหน้าพระลาน | 2.491 |
| วัดหน้าพระลาน | 2.751 |
| วัดหน้าพระลาน | 2.912 |
| เมืองโบราณพระนครศรีอยุธยา | 3.594 |
| วัดหน้าพระลาน (ร้าง) | 6.824 |

รูปผนวก ง.7 ส่วนการค้นหาด้วยคำสำคัญด้วย พระราชวังโบราณ

ส่วนของการเพิ่มข้อมูล

ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของผู้เชี่ยวชาญในการเพิ่มแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม โดยผู้ใช้งานต้องลงชื่อเข้าสู่ระบบก่อน



รูปผนวก ง.8 ส่วนเมนู

Figure 9.9 shows a login form with two input fields: 'Username' containing the text 'admin' and 'Password' containing six dots. A 'Login' button is positioned to the right of the password field.

รูปผนวก ง.9 หน้าจอการเข้าใช้ระบบ

Figure 9.10 shows the same login form as Figure 9.9, but with an error message displayed below the 'Login' button: 'Username : admin หรือ Password :1234 ไม่ถูกต้อง'.

รูปผนวก ง.10 การใส่ username หรือ password ที่ผิด

ในกรณีที่ต้องการเพิ่มผู้ใช้ สามารถลงทะเบียนผู้ใช้ผ่านฟอร์มดังรูปผนวก ง.11 และในกรณีที่ผู้ใช้สมัครผ่านก็สามารถร้องขอรหัสผ่านทางอีเมลได้ ดังรูปผนวก ง.12

Figure 9.11 shows a registration form with the following fields: 'Username', 'Choose Password', 'Confirm Password', 'Email', 'Name / Surname', and 'Organization'. A 'Sign Up' button is located at the bottom of the form.

รูปผนวก ง.11 หน้าจอสมัครสมาชิก

Figure 9.12 shows a 'Request Password' form with an 'Email' input field and a 'Request Password' button.

รูปผนวก ง.12 แสดงหน้าจอสมัครสมาชิก

ในการเพิ่มข้อมูลสถานที่นั้นตามเอกสารในบทที่ 3 กล่าวว่า ข้อมูลสถานที่จะต้องประกอบด้วยข้อมูลอย่างน้อย 7 คุณสมบัติ ใส่ข้อมูลลงในฟอร์มรูปผนวก ง.13 ซึ่งในรูปจะมีการเพิ่มข้อมูลของประเภทแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมเข้าไปด้วย เมื่อจัดส่งข้อมูลข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงในไฟล์ออนโทโลยี (test.owl) ดังรูปผนวก ง.14 และจะปรากฏชื่อของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่บันทึกดังรูปผนวก ง.15

ชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรม :

ประเภท :

จังหวัด :

อำเภอ :

ตำบล :

ละติจูด :

ลองจิจูด :

เบอร์โทรศัพท์ :

สิ่งสำคัญ :

ประกาศขึ้นทะเบียน :

ประโยชน์ใช้สอย :

การเดินทาง :

รูปภาพ : RachiniBurana.jpg

รูปผนวก ง.13 หน้าจอฟอร์มการเพิ่มแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

```
<!-- http://www.co-ode.org/ontologies/ont.owl#ICHPlace180 -->
<owl:NamedIndividual rdf:about="#ont:ICHPlace180">
  <rdf:type rdf:resource="#ont:Ancient_Remain"/>
  <ont:Longitude rdf:datatype="xsd:double">100.0629824 </ont:Longitude>
  <ont:Latitude rdf:datatype="xsd:double">13.81743079 </ont:Latitude>
  <ont:Image>images/TCH/RachiniBurana.jpg</ont:Image>
  <ont:Registration>ราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 118 ตอนพิเศษที่ 1274 ลงวันที่ 21 ธันวาคม 2544</ont:Registration>
  <ont:Address>ตบตพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม</ont:Address>
  <ont:Name>โรงเรียนราชินีบูรณะ</ont:Name>
  <ont:Important>อาคารอำนวยการสมัยรัชกาลที่ 6 </ont:Important>
</owl:NamedIndividual>
```

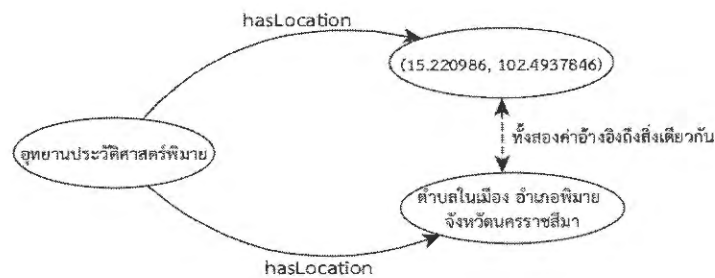
รูปผนวก ง.14 ข้อมูลที่ถูกบันทึกลงฐานความรู้แหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย

- | | |
|-----|--|
| 113 | <u>เนินโบราณสถานวัดพรหมมณเฑาะ (ร้าง)</u> |
| 114 | <u>วัดพระยาท่า</u> |
| 115 | <u>วัดท้าวอู่ทอง</u> |
| 116 | <u>วัดสุรภูมิการามวรวิหาร</u> |
| 117 | <u>วัดใหม่ไร่</u> |
| 118 | <u>ศาลเจ้าตึก</u> |
| 119 | <u>ปราสาทพระวิหาร</u> |
| 120 | <u>ปราสาทสระกำแพงใหญ่</u> |
| 121 | <u>วัดโสมการาม</u> |
| 122 | <u>พระตำหนักปั้นวัญ</u> |
| 123 | <u>โรงเรียนราชินีบูรณะ</u> |

รูปผนวก ง.15 ข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมที่ถูกบันทึกจากฟอร์ม

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการพิจารณาการอนุมาน

จากรูปที่ จ.3 แสดงให้เห็นว่าในหน้าของการแสดงรายละเอียดของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยของอุทยานประวัติศาสตร์พิมายนั้น มีรายละเอียดของค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ คือ “15.220986, 102.4937846” และที่อยู่คือ “ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา” ซึ่งทั้งสองค่านี้ก็ชี้เฉพาะว่าอุทยานประวัติศาสตร์พิมายตั้งอยู่ที่ใด สามารถเป็นแผนภาพดังรูปที่ จ.4



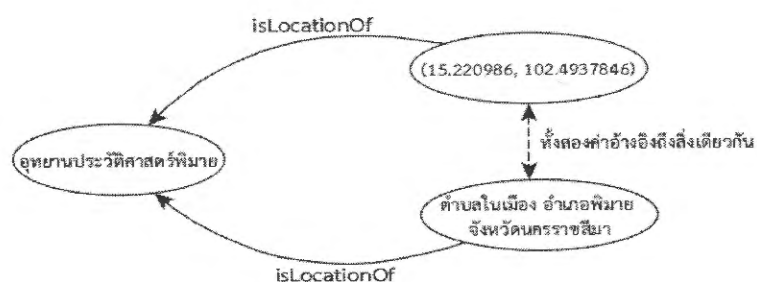
รูปผนวก จ.4 ตัวอย่างคุณสมบัติแบบฟังก์ชันของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

3. คุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน (Inverse Function Properties)

ตัวอย่างส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่ใช้คุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผันนั้นจะเป็นการแสดงผลออกมาเพียง 1 ค่าเท่านั้นคล้ายกับคุณสมบัติแบบฟังก์ชัน ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้คุณสมบัติ isLocationOf เป็นคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน และกำหนดให้ค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์และที่อยู่เป็นค่าที่แสดงถึงตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย ซึ่งไม่ว่าจะถามด้วยค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์หรือที่อยู่ก็ยังคงให้ทั้งสองค่านี้ไม่ว่าจะถามด้วยค่าไหนผลที่ได้ก็ยังคงแสดงถึงแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยเดียวกัน แสดงตัวอย่างการใส่คิวรีดังรูปผนวก จ.5

รูปผนวก จ.5 ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผัน isLocationOf

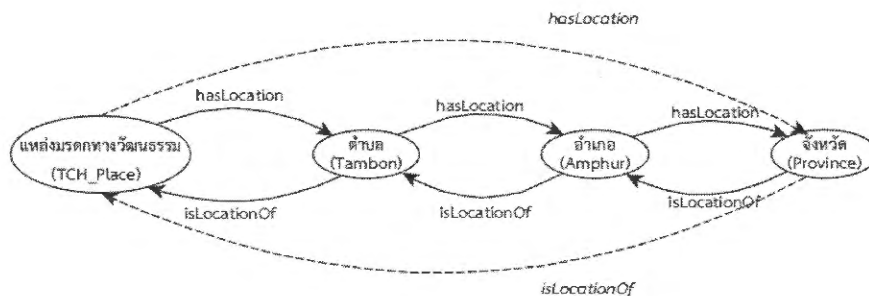
จากรูปผนวก จ.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นก็จะปรากฏแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่ชื่อว่า “อุทยานประวัติศาสตร์พิมาย” เพราะทั้งสองนี้เป็นที่ตั้งของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย เพียงแต่ผู้ใช้ต้องการสืบค้นโดยใช้ค่า สามารถเขียนเป็นแผนภาพได้ดังรูปผนวก จ.6



รูปผนวก จ.6 ตัวอย่างคุณสมบัติแบบฟังก์ชันผกผันของอุทยานประวัติศาสตร์พิมาย

4. คุณสมบัติแบบถ่ายทอด (Transitive Properties)

ตัวอย่างส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่ใช้งานคุณสมบัติแบบถ่ายทอดนั้นโดยแสดงตัวอย่างของคลาสที่ตั้ง (Location) ซึ่งประกอบด้วย คลาสภูมิภาค (Region) คลาสจังหวัด (Province) คลาสอำเภอ (Amphur) และคลาสดำบล (Tambon) และกำหนดให้ความสัมพันธ์ดังรูปผนวก จ.7

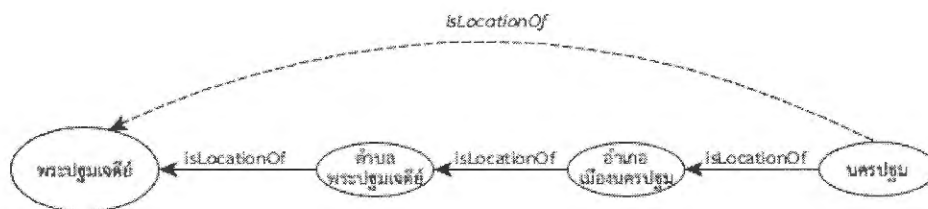


รูปผนวก จ.7 การกำหนดความสัมพันธ์ภายในคลาสที่ตั้ง (Location)

ดังนั้นเมื่อต้องการสืบค้นข้อมูลของแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยจะไม่สามารถอ้างได้โดยตรงว่า เนื่องจากคลาสแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์กับคลาสดำบล คลาสดำบลมีความสัมพันธ์กับคลาสอำเภอ และคลาสอำเภอมีความสัมพันธ์กับคลาสจังหวัด ตามลำดับ จากคุณสมบัติการถ่ายทอดทำให้คลาสแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมมีความสัมพันธ์กับคลาสจังหวัดด้วย เช่น ต้องการสืบค้นแหล่งโบราณสถานที่อยู่ในจังหวัดนครปฐม ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็จะปรากฏแหล่งโบราณสถานที่อยู่ในจังหวัดนครปฐมดังรูปผนวก จ.8

| ที่ | รายการ | จังหวัด |
|-----|-----------------|---------------|
| 1 | วัดพระปฐมเจดีย์ | จังหวัดนครปฐม |
| 2 | วัดพระปฐมเจดีย์ | จังหวัดนครปฐม |
| 3 | วัดพระปฐมเจดีย์ | จังหวัดนครปฐม |
| 4 | วัดพระปฐมเจดีย์ | จังหวัดนครปฐม |

รูปผนวก จ.8 ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติแบบถ่ายทอด



รูปผนวก จ.9 ตัวอย่างคุณสมบัติแบบถ่ายทอดของพระปฐมเจดีย์กับที่ตั้ง (Location)

จากรูปผนวก จ.9 แสดงตัวอย่างของการถ่ายทอดความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทย: พระปฐมเจดีย์ ตำบลพระปฐมเจดีย์ อำเภอเมืองนครปฐม และจังหวัดนครปฐม จากคุณสมบัติการถ่ายทอดส่งผลให้นอกจากตำบลพระปฐมเจดีย์เป็นที่ตั้งของพระปฐมเจดีย์แล้ว จังหวัดนครปฐมยังเป็นที่ตั้งของพระปฐมเจดีย์ เนื่องจากจังหวัดนครปฐมเป็นที่ตั้งของตำบลพระปฐมเจดีย์จากคุณสมบัติถ่ายทอดที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

5. คุณสมบัติแบบสมมาตร (Symmetric Properties)

ตัวอย่างส่วนติดต่อผู้ใช้งานที่ใช้งานคุณสมบัติแบบสมมาตรในงานวิจัยนี้เพียงหนึ่งคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์แบบสมมาตรก็คือ nearWith (อยู่ใกล้กับ) ใช้แสดงว่าแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่ต้องการอยู่ใกล้กับแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยใดบ้าง แสดงตัวอย่างการใส่คิวรีดัง

รูปผนวก จ.5 โดยยกตัวอย่างสืบค้นแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่อยู่ใกล้กับ “พระราชวังโบราณ อยุธยา”

ค้นหาข้อมูล

สถานที่ :

ประเภทแหล่ง :

ยุคสมัย : ☐ สมัยกรุงศรีอยุธยา ☐ สมัยทวารวดี
☐ ยุคประวัติศาสตร์ ☐ สมัยธนบุรี
☐ ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ☐ ยุคก่อน
☐ ประวัติศาสตร์ ☐ สมัยกรุงรัตนโกสินทร์ ☐ สมัยกรุงธนบุรี
☐ สมัยกรุงธนบุรี ☐ อื่นๆ

ศาสนา : ☐ ศาสนาพุทธ ☐ ศาสนาอิสลาม

วัสดุสร้าง : ☐ หินทราย ☐ อิฐดินเผา

ศิลปะ : ☐ ศิลปะแบบทวารวดี ☐ ศิลปะแบบสุโขทัย
☐ ศิลปะแบบอโยธยา ☐ ศิลปะแบบรัตนโกสินทร์ ☐ ศิลปะแบบล้านนา
☐ ศิลปะแบบขอม ☐ ศิลปะแบบอื่นๆ

ค้นหาคำ :

NearWith :

คำค้นหาคำ :

เวลา : (ค.ศ.)

ระยะทาง : กิโลเมตร

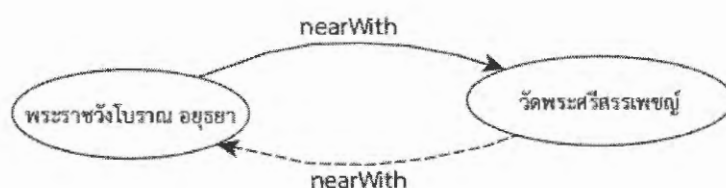
ค้นหา

วัดมงคลมณีธรรม
วัดพระศรีสรรเพชญ์
วัดพระราม
วัดพุทธไสยาศรย์
วัดธรรมิกราช

รายชื่อแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่อยู่ใกล้พระราชวังโบราณ อยุธยา

รูปผนวก จ.10 ตัวอย่างส่วนการแสดงผลของคุณสมบัติสมมาตรของพระราชวังโบราณ อยุธยา

จากรูปผนวก จ.10 แสดงตัวอย่างการสืบค้นด้วยการหาแหล่งมรดกทางวัฒนธรรมไทยที่อยู่ใกล้กับพระราชวังโบราณ อยุธยา จะพบว่าหนึ่งในสถานที่พบนั้นปรากฏชื่อ วัดพระศรีสรรเพชญ์ ซึ่งในทางกลับกันก็จะอนุมานได้ว่าวัดพระศรีสรรเพชญ์ก็ต้องอยู่ใกล้กับพระราชวังโบราณ อยุธยา ด้วยเช่นกันเดียวกันจากคุณสมบัติสมมาตรนั่นเอง ดังรูปผนวก จ.11



รูปผนวก จ.11 ตัวอย่างคุณสมบัติแบบสมมาตรระหว่างพระราชวังโบราณ อยุธยา และวัดพระศรีสรรเพชญ์

ประวัติผู้วิจัย

| | |
|------------------------|---|
| ชื่อสกุล | นางสาวอุบลรัตน์ ภูมิสถาน |
| ที่อยู่ | 1085 ถนนเพชรเกษม ตำบลลำพญา อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม |
| ที่ทำงาน | |
| ประวัติการศึกษา | |
| พ.ศ. 2547 | สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม |
| พ.ศ. 2550 | ศึกษาต่อระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม |
| ประวัติการทำงาน | |
| พ.ศ. 2547-2548 | ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ “e-Culture” |
| พ.ศ. 2548-2551 | ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ “โครงการค้นหาและพัฒนาสารสนเทศของราชมรรคาสมัยพระเจ้าชัยวรมันที่ 7” |
| พ.ศ. 2551-
ปัจจุบัน | ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการ “โครงการศึกษาความเชื่อมโยงของวัฒนธรรมท้องถิ่นสมัยอดีตถึงปัจจุบัน เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลวัฒนธรรมและอารยธรรมโบราณ ในพื้นที่บริเวณลุ่มแม่น้ำโขงและคาบสมุทรมลายา” |
| ผลงานวิจัย | |
| พ.ศ. 2552 | Ubonrat Phumisathan, and Panjai Tantatsanawong. (2009) “Geo-Ontology for Cultural Knowledge.” In <i>Proceedings of 8th International Conference on e-Business 2009 (INCEB 2009)</i> , October 28-30, 2009, Bangkok, Thailand. |