

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี

INFORMATION RETRIEVAL FOR BUFFALO DISEASE  
BY ONTOLOGY

โดย



วพ.  
94187  
2554

อาจารย์ที่ปรึกษา  
ผศ.ดร. พรฤดี เนติโสภาคกุล

เลขหมู่.....**7118**  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี...**15 ต.ค. 2556**

12533300

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาการศึกษาระดับ 2  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**INFORMATION RETRIEVAL FOR BUFFALO DISEASE  
BY ONTOLOGY**



**A REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE  
REQUIREMENTS OF THE COURSE  
INDEPENDENT STUDY 2  
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2/ 2011**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2012**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

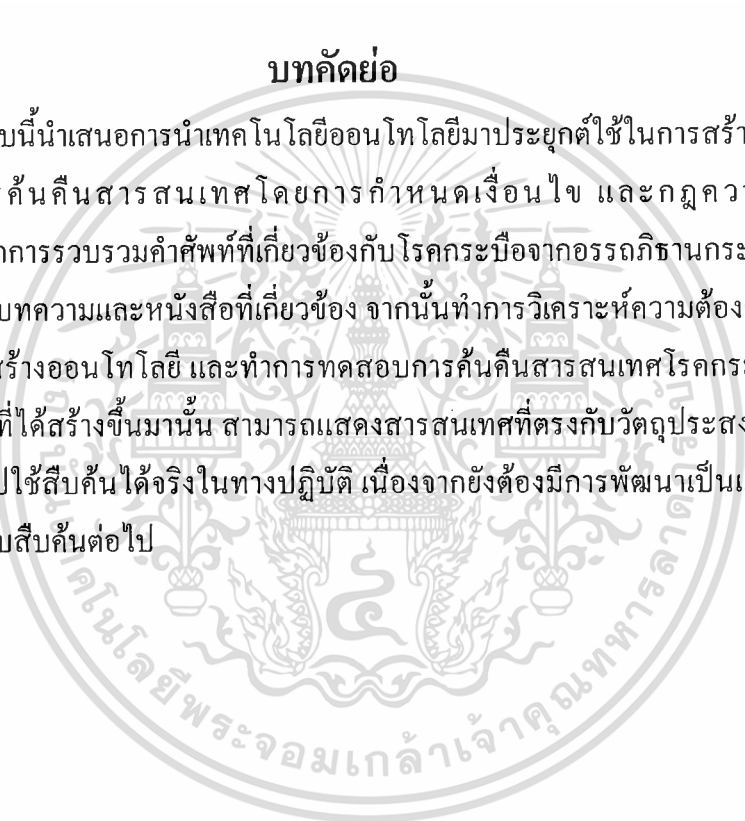
**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี
นักศึกษา	นายเฉลิมเดช เทศเรียน
รหัสนักศึกษา	53660738
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศการจัดการ
ปีการศึกษา	2554
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. พรฤดี เนติโสภากุล

### บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้นำเสนอการนำเทคโนโลยีออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้ในการสร้างฐานความรู้โรคกระบือ การค้นคืนสารสนเทศโดยการกำหนดเงื่อนไข และกฎความสัมพันธ์ในออนโทโลยี จากการรวบรวมคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับโรคกระบือจากบรรณานุกรมและการรวบรวมข้อมูลจากบทความและหนังสือที่เกี่ยวข้อง จากนั้นทำการวิเคราะห์ความต้องการของออนโทโลยี ออกแบบ สร้างออนโทโลยี และทำการทดสอบการค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือ ซึ่งออนโทโลยีโรคกระบือที่ได้สร้างขึ้นมานั้น สามารถแสดงสารสนเทศที่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้สืบค้นได้จริงในทางปฏิบัติ เนื่องจากยังต้องมีการพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันเพื่อพัฒนาเป็นระบบสืบค้นต่อไป



<b>Title</b>	Information Retrieval for Buffalo Disease By Ontology
<b>Student</b>	Mr. Chalermdej Taterian
<b>Student Id.</b>	53660738
<b>Degree</b>	Master of Science
<b>Program</b>	Information Technology
<b>Major</b>	Information Technology and Management
<b>Academic Year</b>	2011
<b>Advisor</b>	Asst.Prof.Dr. Ponrudee Netisopakul

## ABSTRACT

This report presents the ontology technology needed to build a buffalo disease knowledge base. It allows for the retrieving of information by specifying conditions and association rules. Included is a vocabulary collection about buffalo disease from the water buffalo thesaurus and a data collection of articles and relevant books. The report presents an analysis of the requirements for ontology design, building, and testing information retrieval. The buffalo disease ontology can display information corresponding to the objectives set and carry out detailed searches.

# กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณครอบครัวสำหรับการสนับสนุนเรื่องการเรียนรู้เสมอมา ผศ.ดร. พรฤดี เนติโสภาค ที่ได้เสียสละอันมีค่าในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำสำหรับการศึกษานี้ กองทุนพัฒนานุคคณากร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับทุนการศึกษาเพื่อสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการศึกษา ฝ่ายสารสนเทศ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่เอื้ออำนวยความสะดวกด้านทรัพยากรและเวลาในการศึกษา ขอขอบคุณคุณคุณภาภูมิ ชัยนภาพร สำหรับคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และสุดท้ายคือ พี่ ๆ ฝ่ายสารสนเทศ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเพื่อน ๆ ทุกคน สำหรับกำลังใจที่ดีตลอดมา ขอบพระคุณครับ

เฉลิมเดช เทชเรียน



# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VI
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการพัฒนา.....	2
1.5 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.6 ขั้นตอนของการศึกษา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 อร์รณภพ (THESAURUS).....	4
2.2 อร์รณภพกระบือ (WATER BUFFALO THESAURUS).....	5
2.3 ออนโทโลยี (ONTOLOGY).....	5
2.3.1 การสร้างออนโทโลยี.....	7
2.3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาออนโทโลยี.....	10
2.3.3 การสกัดออนโทโลยีจากอร์รณภพ (THESAURUS).....	10
2.3.4 การสร้างออนโทโลยี จากอร์รณภพ (THESAURUS).....	11
2.3.5 ประโยชน์ของออนโทโลยี.....	13
2.4 การแทนความรู้ด้วยออนโทโลยี (ONTOLOGY REPRESENTATION).....	14
2.5 โปรแกรมโปรเทจ (PROTÉGÉ).....	15
2.5.1 การใส่กฎในออนโทโลยีด้วย SWRL (SEMANTIC WEB RULE- LANGUAGE).....	19
2.5.2 การสืบค้นข้อมูล (QUERY PROCESSING) ด้วยภาษา SQWRL (SEMANTIC- QUERY-ENHANCED WEB RULE LANGUAGE).....	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างออนโทโลยีโรคกระปือ .....	20
3.1 การออกแบบออนโทโลยีโรคกระปือ .....	21
3.1.1 กำหนดขอบเขตของออนโทโลยี.....	21
3.2 การสร้างออนโทโลยีโรคกระปือ.....	33
3.2.1 การสร้างคลาสต่างๆ ในออนโทโลยี.....	33
3.2.2 การเพิ่มเงื่อนไขในคลาสและซับคลาสในออนโทโลยี .....	35
3.3 การสร้างกฎในออนโทโลยี.....	40
3.3.1 การบรรยายออนโทโลยีโดยภาษา OWL.....	48
บทที่ 4 การทดสอบการค้นคืนสารสนเทศด้วยออนโทโลยี .....	49
4.1 การทดสอบการค้นคืนสารสนเทศด้วยออนโทโลยี .....	49
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	54
5.1 สรุปผลการพัฒนา.....	54
5.2 ข้อเสนอแนะแนวทางเพื่อทำการพัฒนาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต .....	53
บรรณานุกรม.....	54
ภาคผนวก.....	57
อรรถาภิธานกระปือที่เกี่ยวข้องกับโรคกระปือ .....	57
ประวัติผู้เขียน .....	62

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	อธิบายคลาสที่พบในออนโทโลยีรถยนต์..... 9
2.2	แสดงตัวอย่างของกฎที่กำหนด โดยผู้เชี่ยวชาญ ..... 11
2.3	ตัวอย่างกฎที่ได้จากเทคนิคการเรียนรู้แบบอัตโนมัติ..... 12
3.1	รายละเอียดของออฟเฟคพรีอเพอร์ตีในออนโทโลยีกระบือ ..... 31
3.2	รายละเอียดของดาต้าไทป์พรีอเพอร์ตีในออนโทโลยีโรคกระบือ ..... 32
3.3	การอธิบายกฎ ..... 42
3.4	การอธิบายคลาส ..... 48
4.1	การทดสอบการค้นคืนสารสนเทศออนโทโลยีโรคกระบือ..... 50



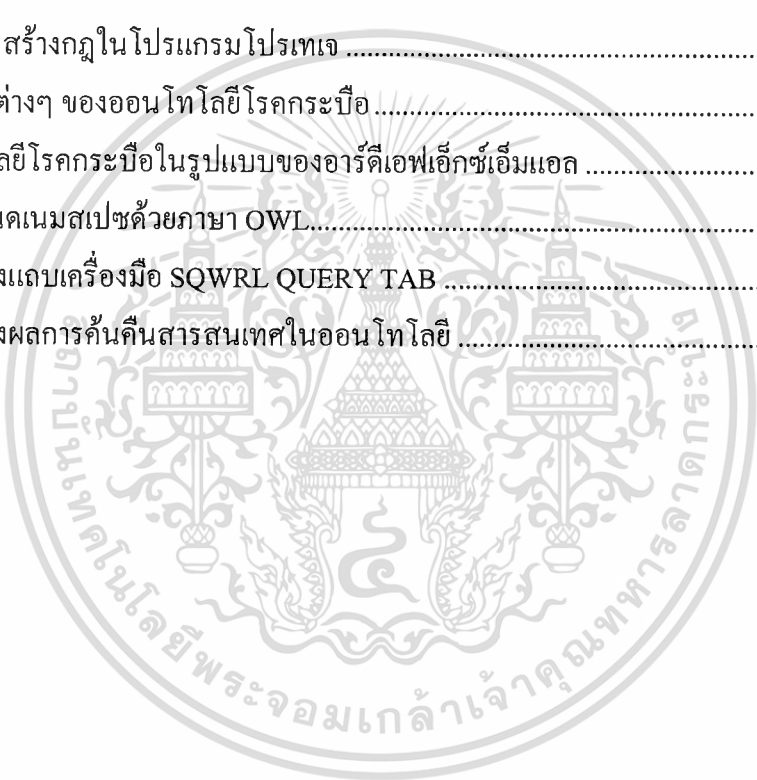
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VI และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1	ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี ..... 7
2.2	ประเภทออนโทโลยี..... 8
2.3	UPPER ONTOLOGYของสินค้า..... 8
2.4	LOCAL ONTOLOGY ของรถยนต์..... 9
2.5	ตัวอย่างการเปลี่ยนความสัมพันธ์ของอรรถาภิธานไปเป็นความสัมพันธ์ ของออนโทโลยี ..... 11
2.6	ตัวอย่างภาษาไอบดับบลิวแอลในรูปแบบข้อความเพื่อนำไปใช้ในแอปพลิเคชันต่าง ๆ ..... 15
2.7	หน้าจอการออกแบบออนโทโลยีของโปรแกรมโปรเทจ ..... 17
2.8	ฟอร์มอินสแตนส์ในโปรเทจ ..... 18
2.9	ตัวอย่างการค้นคืนด้วย SQWRL..... 19
3.1	แสดงภาพรวมของออนโทโลยีโรคกระบือที่ได้ออกแบบสำหรับการศึกษานี้ ..... 23
3.2	ชั้นคลาสของคลาสกระบือ ..... 24
3.3	อินสแตนส์ของคลาสสัตว์..... 25
3.4	อินสแตนส์ของคลาสเขากกระบือ..... 25
3.5	อินสแตนส์ของคลาสการใช้ประโยชน์..... 26
3.6	อินสแตนส์ของคลาสสถานที่..... 27
3.7	อินสแตนส์ของคลาสอาการ..... 27
3.8	ชั้นคลาสของคลาสโรค..... 28
3.9	ชั้นคลาสของคลาสเชื้อก่อโรค..... 29
3.10	ชั้นคลาสของคลาสวัคซีน ..... 29
3.11	แสดงออฟเจกต์หรือเพอร์ดีของออนโทโลยีโรคกระบือ..... 30
3.12	แสดงการสร้างคลาสในโปรแกรมโปรเทจ ..... 33
3.13	แสดงการสร้างออฟเจกต์หรือเพอร์ดีในโปรแกรมโปรเทจ ..... 34
3.14	แสดงการสร้างค่าไทม์หรือเพอร์ดีในโปรแกรมโปรเทจ..... 35
3.15	แสดงเงื่อนไขของชั้นคลาสกระบือปลักที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมโปรเทจ ..... 35
3.16	แสดงการเพิ่มอินสแตนส์ที่มีเงื่อนไขของชั้นคลาสกระบือแม่น้ำในโปรแกรมโปรเทจ..... 36

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.17	แสดงการเพิ่มอินแดนส์ที่เป็นคลาสของซับลาสกระปือปลักในโปรแกรมโปรเทจ ..... 37
3.18	แสดงการเพิ่มอินแดนส์ที่เป็นอินสแตนส์ในโปรแกรมโปรเทจ ..... 38
3.19	แสดงเงื่อนไขของซับลาสกระปือแม่น้ำที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมโปรเทจ ..... 38
3.20	แสดงการเพิ่มอินแดนส์ที่มีเงื่อนไขของซับลาสกระปือแม่น้ำในโปรแกรมโปรเทจ ..... 39
3.21	แสดงเงื่อนไขของคลาสโรคที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมโปรเทจ ..... 39
3.22	แสดงการเพิ่มอินแดนส์ที่มีเงื่อนไขของซับลาสโรคในโปรแกรมโปรเทจ ..... 40
3.23	แสดงการสร้างกฎในโปรแกรมโปรเทจ ..... 41
3.24	แสดงกฎต่างๆ ของออนโทโลยีโรคกระปือ ..... 41
3.25	ออนโทโลยีโรคกระปือในรูปแบบของอาร์ดีเอฟเอ็ชเอ็มแอล ..... 47
3.26	การกำหนดเนมสเปซด้วยภาษา OWL ..... 48
4.1	ภาพแสดงแถบเครื่องมือ SQWRL QUERY TAB ..... 49
4.2	ภาพแสดงผลการค้นคืนสารสนเทศในออนโทโลยี ..... 49



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ศูนย์สนเทศทางกระบือนานาชาติ (IBIC) จัดตั้งขึ้นเมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2524 (ศูนย์สนเทศทางกระบือนานาชาติ, 2555) โดยความสนับสนุนของศูนย์พัฒนาการวิจัยระหว่างประเทศ (IDRC) และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ปัจจุบันดำเนินการโดยสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยให้บริการสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับกระบือ ในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ ฐานข้อมูลกระบือนานาชาติ ฐานข้อมูลควายไทย ฐานข้อมูล Buffalo Bulletin วารสารวิชาการ Buffalo Bulletin ราย 3 เดือน ในรูปแบบวารสารอิเล็กทรอนิกส์ บริการรวบรวมบรรณานุกรม จัดทำสารสังเขป บริการสืบค้นสารสนเทศด้านกระบือ บริการสำเนาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับกระบือ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และบริการตอบคำถามและช่วยค้นคว้า

ปัจจุบันการรวบรวมสารสนเทศของศูนย์ฯ อยู่ในรูปแบบของการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูล (Database) และใช้วิธีการสืบค้นโดยการค้นหาผ่านคำสำคัญ (Keyword Search) ซึ่งสารสนเทศที่ได้ นั้นจะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของบรรณานุกรม บทคัดย่อ และเอกสารฉบับเต็ม (Fulltext) ตามคำสำคัญที่ใช้ค้นเท่านั้น โดยแสดงรายชื่อของบทความตามปีพิมพ์ และผู้ใช้จะต้องทำการคัดเลือกสารสนเทศที่เกี่ยวข้องด้วยตนเอง ซึ่งแน่นอนว่าสารสนเทศที่ค้นคืนนั้นอาจไม่ตรงตามความต้องการของผู้สืบค้นทั้งหมด เนื่องจากระบบจะแสดงสารสนเทศตามคำสำคัญที่ใช้ค้นและขึ้นอยู่กับการระบุคำสำคัญที่ใช้ในการค้นคืนของผู้สืบค้นด้วย อีกทั้งข้อมูลหรือสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับโรคกระบือ ในปัจจุบัน ยังไม่มีการรวบรวมหรือจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการสืบค้น จึงได้มีแนวคิดในการจัดทำออนโทโลยีโรคกระบือ (Buffalo Disease Ontology) โดยการรวบรวมสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับโรคกระบือและนำออนโทโลยีมาช่วยในการค้นคืนสารสนเทศ โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการค้นคืนสารสนเทศให้ได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้และเป็นทางเลือกในการให้บริการสารสนเทศแก่ผู้สนใจค้นคว้าต่อไป

### 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสร้างออนโทโลยีโรคกระบือ โดยการบรรจุคำศัพท์ และความสัมพันธ์ของคำศัพท์ต่าง ๆ

2. เพื่อการค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อสร้างเป็นฐานความรู้ในการให้บริการสารสนเทศของศูนย์สนเทศทางกระบือ นานาชาติ

### 1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การสร้างฐานความรู้ด้วยออนโทโลยีโรคกระบือ เป็นการบอกความหมาย นิยาม และความสัมพันธ์ของข้อมูลนั้น ๆ โดยมีโครงสร้างเป็นลำดับชั้น (Tree) ทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลในหลายมุมมอง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ ผู้จัดทำได้นำออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้ในการค้นคืนสารสนเทศจากการกำหนดคกภูความสัมพันธ์ของออนโทโลยี โดยผลของการสืบค้นสารสนเทศจะต้องแสดงผลออกมาด้วยความถูกต้องตรงตามการกำหนดคกภูความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถตอบใจห้ได้ตรงตามความต้องการและมีความถูกต้อง

### 1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการพัฒนา

จากปัญหาการค้นคืนแบบเดิมและเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการค้นคืนให้มีความถูกต้อง และตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากที่สุดในการใช้เป็นทางเลือกการให้บริการสารสนเทศโรคกระบือ จึงได้มีการนำแนวความคิดของการค้นคืนสารสนเทศ โดยต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ของเอ็กซ์เอ็มแอล (XML: eXtensible Markup Language) เพื่อใช้เป็นมาตรฐานที่กำหนดรูปแบบของข้อมูล ทำให้การกำหนดรูปแบบของเอกสารและข้อมูลมีความชัดเจน การใช้โอดับบลิวแอว (OWL: Ontology Web Language) เพื่ออธิบายถึงคุณสมบัติ และคลาส (Class) เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส จำนวนคลาส ประเภทหรือชนิดของคุณสมบัติของสารสนเทศ รวมถึงใช้ในการแก้ไขข้อจำกัดของภาษาอาร์ดีเอฟ (RDF: Resource Description Framework) และการพัฒนาฐานความรู้ด้วยออนโทโลยี เพื่อขยายคำค้น โดยการสร้างความสัมพันธ์ต่าง ๆ ของคำค้น ทำการสร้างกฎด้วยภาษาเอสดับบลิวอาร์แอล (SWRL: Semantic Web Rule Language) และการค้นคืนออนโทโลยีด้วยภาษาเอสคิวดับบลิวอาร์แอล (SQWRL: Semantic Query-Enhanced Web Rule Language) เป็นต้น

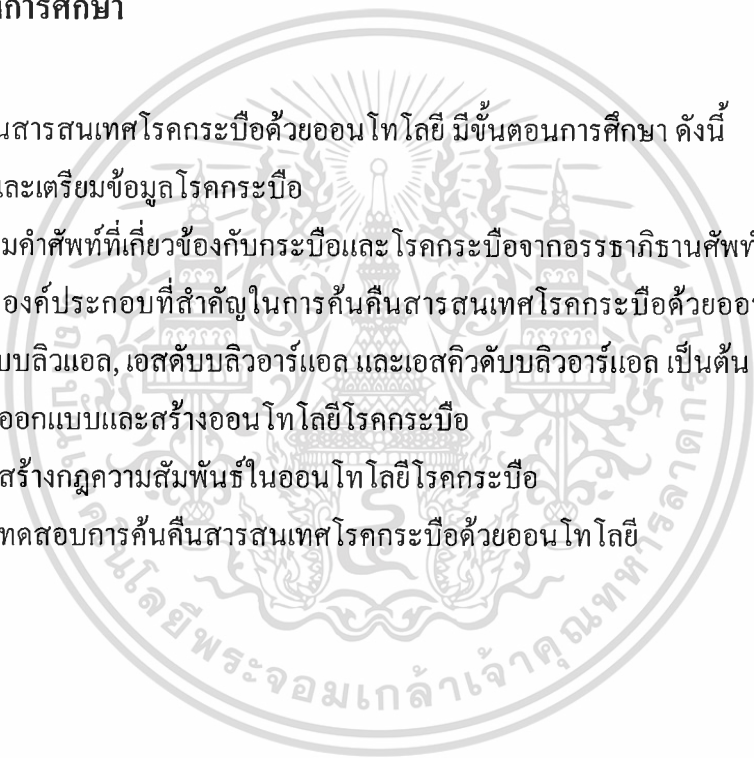
## 1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1. สร้างออนโทโลยีโรคกระบือ จากการรวบรวมคำศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโรคกระบือ จากอรรถาภิธานศัพท์กระบือ (Water Buffalo Thesaurus) และข้อมูลโรคกระบือจากบทความ และหนังสือที่เกี่ยวข้อง
2. สร้างกฎความสัมพันธ์ในออนโทโลยีโรคกระบือ
3. ทดสอบการค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการกำหนดกฎความสัมพันธ์

## 1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

การค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี มีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาและเตรียมข้อมูลโรคกระบือ
2. รวบรวมคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับกระบือและโรคกระบือจากอรรถาภิธานศัพท์กระบือ
3. ศึกษาองค์ประกอบที่สำคัญในการค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี เช่น ออนโทโลยี, โอดับบลิวแอล, เอสดับบลิวอาร์แอล และเอสคิวดับบลิวอาร์แอล เป็นต้น
4. ทำการออกแบบและสร้างออนโทโลยีโรคกระบือ
5. ทำการสร้างกฎความสัมพันธ์ในออนโทโลยีโรคกระบือ
6. ทำการทดสอบการค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

การค้นคืนสารสนเทศโรคกระบือด้วยออนโทโลยี ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากหนังสือ บทความ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง รวมถึงเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง โดยเรียบเรียงข้อมูลเป็นหัวข้อหลัก ๆ ดังนี้

2.1 อรรถาภิธาน (Thesaurus)

2.2 อรรถาภิธานกระบือ (Water Buffalo Thesaurus)

2.3 ออนโทโลยี (Ontology)

2.4 การแทนความรู้ด้วยออนโทโลยี (Ontology Representation)

2.5 โปรแกรมโปรเทเจ (Protégé)

#### 2.1 อรรถาภิธาน (Thesaurus)

อรรถาภิธาน คือพจนานุกรมศัพท์ อธิบายความหมาย จัดโครงสร้างแสดงความสัมพันธ์ของศัพท์ที่มีความหมายเดียวกัน (UF) และความสัมพันธ์ตามความหมายระดับกว้าง (BT) แคบ (NT) และความหมายสัมพันธ์กัน (RT) ที่มาจากศัพท์ส่วนใหญ่มาจากศัพท์ที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูล และศัพท์ที่ปรากฏในบทความวิชาการและเอกสาร และเป็นศัพท์ที่นักวิชาการใช้งาน

ประโยชน์ของอรรถาภิธานมีดังนี้

1. ใช้เป็นคู่มือจัดทำดัชนีสำหรับสืบค้นฐานข้อมูล
2. หัวเรื่องและคำสำหรับสืบค้นฐานข้อมูลที่ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต

ตัวอย่างอรรถาภิธานทั่วไปเช่น อรรถาภิธานไทย (Thai Thesaurus) (อรรถาภิธาน, 2535) และตัวอย่างอรรถาภิธานเฉพาะทางเช่น อรรถาภิธานศัพท์เกษตร (AGROVOC Thesaurus) เราสามารถประยุกต์ใช้อรรถาภิธานในการพัฒนาออนโทโลยี โดยสามารถแปลงความสัมพันธ์ UF เป็นความสัมพันธ์แบบ Synonym และแปลงความสัมพันธ์ BT, NT เป็นความสัมพันธ์แบบ hypernym, hyponym ได้ตามลำดับ ส่วนความสัมพันธ์ RT ต้องมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อสร้างเป็นความสัมพันธ์ทางความหมายที่ชัดเจนขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 อรรถาภิธานกระบือ (Water Buffalo Thesaurus)

อรรถาภิธานกระบือ (Henderson, 1984) เป็นอรรถาภิธานเฉพาะทางด้านกระบือฉบับแรกของโลก ซึ่งรวบรวมคำศัพท์ด้านกระบือ โดยคำศัพท์แต่ละคำมีการจัดความสัมพันธ์ในลักษณะลำดับชั้น (Hierarchical Relation) มีการจัดหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้องกับกระบือ 10 หมวดหมู่ ได้แก่

- 1) กระบือ (Water Buffalo)
- 2) กายวิภาคศาสตร์ เคมี สรีรวิทยา (Anatomy, Chemistry, Physiology)
- 3) การปรับปรุงพันธุ์และพันธุศาสตร์ (Breeding and Genetics)
- 4) การเลี้ยงสัตว์ (Animal Husbandry)
- 5) สุขภาพสัตว์ (Animal Health)
- 6) การผลิต (Production)
- 7) อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ และการเก็บรักษา (Industry, Products and Storage)
- 8) เศรษฐกิจสังคม การพัฒนา และการค้า (Socioeconomics, Development and Trade)
- 9) อุปกรณ์ วิธีการ การวิจัยและเทคโนโลยี (Equipment, Methods, Research and Technology)
- 10) ภูมิศาสตร์ (Geography)

## 2.3 ออนโทโลยี (Ontology)

ออนโทโลยี คือ โครงสร้างข้อมูลชนิดกราฟที่ใช้แทนความรู้เฉพาะด้าน (Domain specific knowledge) ในรูปแบบโครงข่ายความหมาย เป็นการอธิบายหรือนิยามความหมายให้กับบางสิ่งที่อยู่ในเว็บเพื่อให้มีความหมาย โดยมีศัพท์ที่ใช้ในการอธิบายคำ ซึ่งระดับของการอธิบายคำในออนโทโลยีจะแบ่งคำออกเป็นหมวดหมู่ หรือลำดับชั้นของคำที่มีความสัมพันธ์กัน มีรูปแบบหรือแบบแผนที่ชัดเจนแน่นอน และอยู่ในขอบเขตที่สนใจเท่านั้น โดยโครงสร้างของออนโทโลยีประกอบด้วย โหนดและความสัมพันธ์ โดยโหนดคือคำที่ใช้เป็นตัวแทนหรือแนวความคิดของความรู้และความสัมพันธ์คือเส้นเชื่อมระหว่างโหนดตั้งแต่ 2 โหนดขึ้นไปที่มีความสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ดังกล่าวอาจเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน คำที่มีความหมายตรงข้ามกัน หรือคำที่มีความสัมพันธ์กัน (สุกัณฑ์, 2551; ธนพล, 2553)

ส่วนประกอบของออนโทโลยีมีรายละเอียดดังนี้ (สุกัณฑ์, 2551)

- 1) คลาส (Class) เป็นสิ่งสำคัญของออนโทโลยี เป็นส่วนที่อธิบายถึงขอบเขตที่สนใจ และอธิบายความสัมพันธ์ของคลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คุณสมบัติ (Property หรือ Slot หรือ Role) เป็นส่วนของการอธิบายถึงคุณสมบัติ และแอทริบิวต์ต่าง ๆ ของคลาสที่กำหนดให้มีตามขอบเขตที่สนใจ

3) ขอบเขตหรือข้อจำกัด (Facets หรือ Role Restriction) เป็นส่วนของการอธิบายถึงการควบคุม และจำกัดขอบเขตถึงคุณสมบัติ

4) อินสแตนซ์ (Instance) หรืออินดิวิดูวล (Individual) ของคลาส หมายถึงเซตของสมาชิกที่อยู่ในคลาสนั้น ๆ หรือส่วนที่เป็นข้อมูลซึ่งเป็นสมาชิกของคลาสนั้น

ออนโทโลยีนิยมนำมาใช้ในการค้นคืนเชิงความหมาย เพราะไม่เพียงแต่ค้นคืนคำที่มีความหมายเหมือนกับคำค้นหลักเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถช่วยในการเลือกคำที่มีความสัมพันธ์กับคำค้นหลักในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ความหมายเหมือนกัน คำที่มีความหมายตรงข้ามกัน หรือคำที่มีความสัมพันธ์กัน เป็นต้น เพิ่มไปยังกลุ่มของคำค้น ทำให้สามารถค้นคืนเอกสารได้ครอบคลุมและตรงกับความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น (ชนพล, 2553) โดยมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

เรวดี (2549) ใช้ออนโทโลยีในการพัฒนาระบบฐานความรู้สมุนไพรรไทย ซึ่งทำการสืบค้นข้อมูลในออนโทโลยี โดยใช้หลักสืบค้นข้อมูลที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ตรงประเด็นตามที่ต้องการ ทำการเปรียบเทียบคำ และใช้คำที่มีความหมายเหมือนกัน (Synonym) จากออนโทโลยีทางภาษาศาสตร์ เพื่อให้การสืบค้นมีประสิทธิภาพ มีความหลากหลาย และได้ผลลัพธ์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้มากยิ่งขึ้น

Thunkijjanukij (2009) พัฒนาออนโทโลยีสำหรับการจัดการความรู้งานวิจัยด้านการเกษตรกรณีศึกษาข้าวไทย ช่วยให้ผู้ใช้งานสืบค้นข้อมูลได้จากความหมายที่ต้องการ ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการค้นหาคำสำคัญ ทำให้ผู้ใช้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน และตรงต่อความต้องการ

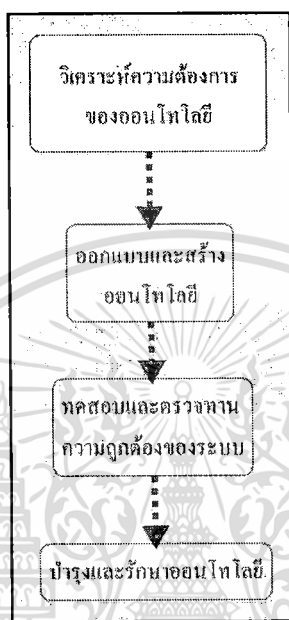
ขจรเกียรติ และสมชาย (2553) พัฒนาระบบสืบค้นข้อมูลข่าวที่เกี่ยวข้องกับพลังงานโดยใช้เทคนิคออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้ในการกำหนด และสร้างโครงสร้างของข้อมูลข่าวพลังงาน เพื่อใช้เป็นตัวช่วยในการค้นหาข่าวที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน พบว่าผลการประเมินระบบด้านความถูกต้อง และมีประสิทธิภาพในการสืบค้น จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด เท่ากับ 0.54 ถือว่ามีการกระจายตัวของข้อมูลน้อย และมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.83 การยอมรับประสิทธิภาพการใช้งานอยู่ในระดับดี

สลิล และสมชาย (2553) พัฒนาระบบสืบค้นฐานข้อมูลความรู้ในการแก้ไขปัญหาของระบบเครือข่ายแลนไร้สายด้วยเทคโนโลยีออนโทโลยี พบว่า ผลการค้นหาคำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ไขปัญหาของ ระบบเครือข่ายไร้สายในแต่ละอาการ สามารถแสดงผลออกมาได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.1 การสร้างออนโทโลยี (สิริรัตน์, 2550)

การสร้างและพัฒนาออนโทโลยี เป็นงานที่ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจในความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในโดเมนเป็นอย่างดี โดยผู้ที่ทำหน้าที่สร้างออนโทโลยีนั้น คือ ผู้เชี่ยวชาญโดเมน (Domain Expert) รูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้



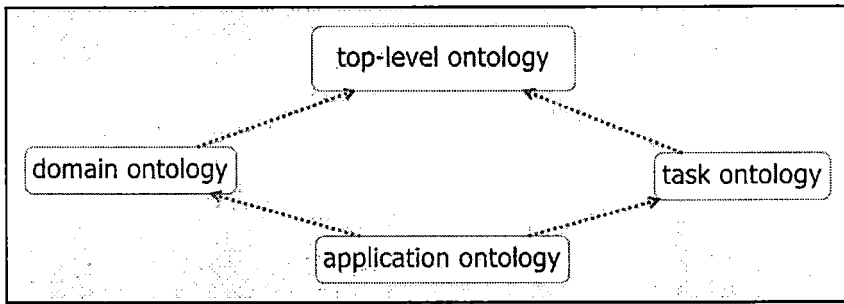
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี

#### 2.3.1.1 วิเคราะห์ความต้องการออนโทโลยี

ในขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจะต้องกำหนดความต้องการของระบบที่จะนำออนโทโลยีไปใช้งาน เช่น หากระบบงานต้องการสร้างความเข้าใจพื้นฐานของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนั้นการกำหนดออนโทโลยีอาจจะคำนึงถึงความชัดเจนของการกำหนดคำศัพท์ (Vocabulary) เป็นหลัก

#### 2.3.1.2 ออกแบบและสร้างออนโทโลยี

ผู้เชี่ยวชาญจะต้องออกแบบข้อมูลเค้าร่าง (Schema Data) ที่จะใช้ในการอธิบายข้อมูลเชิงความหมาย การออกแบบออนโทโลยีอาจพิจารณาการออกแบบได้ในแง่มุมต่างๆ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการทำงานและความเหมาะสมในการอธิบายข้อมูล โดยพิจารณาประเภทของออนโทโลยี ได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.2 ประเภทออนโทโลยี

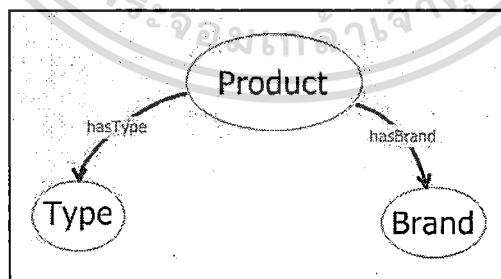
จากรูปที่ 2.2 ประกอบไปด้วย Top-level Ontology (upper ontology), Domain Ontology, Task ontology, Application Ontology

ก) ออนโทโลยีระดับบน (Top-level Ontology or Upper Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ประกอบด้วยเบสคลาส (Base Class) และกำหนดคุณสมบัติเพื่ออธิบายคลาส หรือกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส โดยสามารถนำไปใช้งานได้ในทุกโดเมน (Generic domain)

ข) ออนโทโลยีสำหรับกิจกรรม (Task Ontology) เป็นออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองการทำงานของกิจกรรมย่อย ๆ โดยอาศัยการถ่ายทอดคุณลักษณะเฉพาะของกิจกรรมจากออนโทโลยีระดับบน

ค) ออนโทโลยีสำหรับโดเมน (Domain Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ตอบสนองต่อโดเมน โดยอาศัย การถ่ายทอดคุณลักษณะเฉพาะของโดเมนจากออนโทโลยีระดับบน

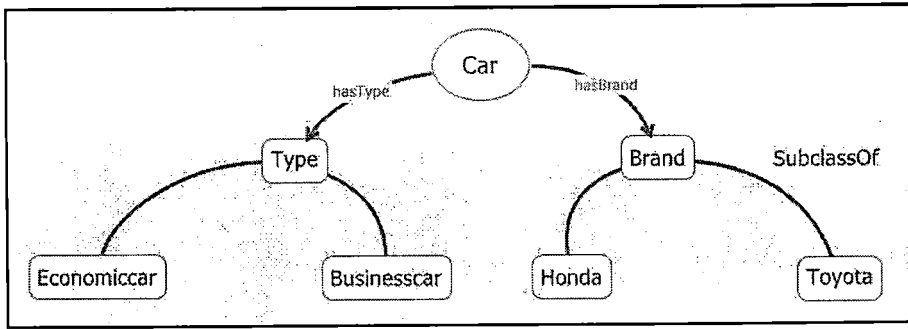
ง) ออนโทโลยีระดับโลคอล (Application Ontology or Local Ontology) เป็นออนโทโลยีที่ถูกจำกัดการใช้งานในโดเมนที่มีความจำเพาะเจาะจง (Specific domain)



รูปที่ 2.3 Upper Ontology ของสินค้า

จากรูปที่ 2.3 แสดงความหมายของออนโทโลยีของสินค้า ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในโดเมนที่ต่างกันได้ เช่น อาจนำไปใช้ในการอธิบายสินค้าประเภท รถยนต์ โดยรูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างของออนโทโลยีระดับโลคอลเมื่อถูกนำไปใช้อธิบายสินค้าประเภทรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 Local Ontology ของรถยนต์

จะเห็นว่าออนโทโลยีรถยนต์ได้ถูกออกแบบมาเพื่อแสดงการแบ่งชนิดของรถยนต์ (Type) และแบรนด์ (Brand) ซึ่งเป็นคลาสย่อยระดับที่ 1 และมีคลาสย่อยระดับที่ 2 ประกอบด้วย คลาส Economic car, คลาส Business Car, คลาส Honda และคลา Toyota เป็นต้น ตารางที่ 2.1 อธิบายความหมายของคลาสรระดับต่าง ๆ เหล่านี้

ตารางที่ 2.1 อธิบายคลาสรที่พบในออนโทโลยีรถยนต์

ระดับคลาสร	คำอธิบาย
คลาสรข้อมูล	คลาสรหลักและคลาสรย่อย
คลาสรหลัก	คลาสรรถยนต์ (Car)
คลาสรย่อยระดับ 1	คลาสร Type, คลาสร Brand
คลาสรย่อยระดับ 2	คลาสร Economic car, คลาสร Business Car, คลาสร Honda, คลาสร Toyota

### 2.3.1.3 การทดสอบและการตรวจทานความถูกต้องของออนโทโลยี

ในขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจะต้องทดสอบความถูกต้องในการกำหนดความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่อธิบายในโดเมน และแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดความขัดแย้งของกรณีความหมายของสิ่งเหล่านั้น

### 2.3.1.4 การบำรุงรักษาออนโทโลยี (Ontology Maintenance)

ในขั้นตอนนี้ผู้เชี่ยวชาญจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงหรือแก้ไขเพื่อให้ออนโทโลยีมีความถูกต้องในการอธิบายข้อมูลเมื่อเกิดการนำไปใช้งานในโปรแกรมประยุกต์ในระยะเวลาอันยาวนานหรือเมื่อมีการนำข้อมูลกลับมาใช้อีก

## 2.3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาออนโทโลยี

ขั้นตอนการพัฒนาออนโทโลยีประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ

2.3.2.1 กำหนดขอบเขตความรู้ และแนวทางของออนโทโลยี (Scope Determination)

เริ่มแรกของการพัฒนาออนโทโลยี ต้องเริ่มจากการกำหนดขอบเขตและแนวทางที่สามารถตอบคำถามพื้นฐานให้ได้ เช่น โดเมนของออนโทโลยีจะครอบคลุมอะไรบ้าง ใช้ออนโทโลยีนี้เพื่ออะไร ซึ่งคำตอบของคำถามเหล่านี้อาจเปลี่ยนไปตามระยะเวลาในขั้นตอนการออกแบบออนโทโลยี

2.3.2.2 การพิจารณาออนโทโลยีที่มีอยู่เพื่อนำกลับมาใช้อีก (Reuse Consideration)

2.3.2.3 การระบุเงื่อนไขในออนโทโลยี (Term Enumeration)

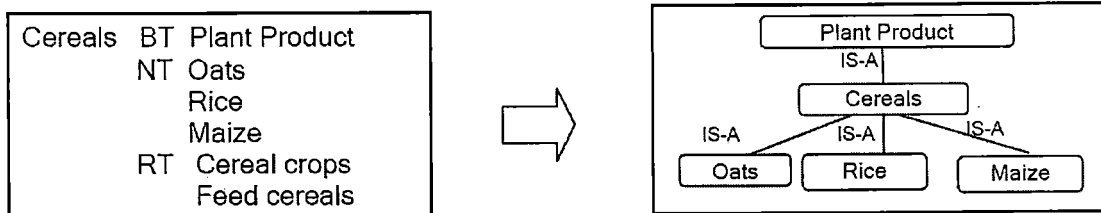
พิจารณาทั้งหมดว่าต้องการสื่อถึงเรื่องใดบ้าง ประโยชน์ของการระบุเงื่อนไขเพื่อ จำกัดขอบเขตของรายการ หรือคำ (Term) ทั้งหมดเพื่ออธิบายรายการ (Statements) ของขอบเขตการทำงาน

2.3.2.4 การกำหนดคลาสและลำดับชั้นของคลาส (Class Definition) คลาสหมายถึงคอนเซ็ปต์ที่อยู่ในโดเมนซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ในการพัฒนา ลำดับของคลาสที่นิยามได้แก่

- 1) วิธีแบบบนลงล่าง (Top-Down) คือกระบวนการพัฒนาที่เริ่มจากการกำหนดนิยามของคลาสทั้งหมดในโดเมน และขอบเขตของคลาส
- 2) วิธีแบบล่างขึ้นบน (Bottom-Up) คือกระบวนการที่เริ่มจากการกำหนดโดยระบุคลาส คลาสลูกจะถูกแยกกลุ่มออกมาก่อนจะถูกนำไปใส่คลาสแม่
- 3) วิธีแบบผสม (Combination) คือการรวมวิธีบนลงล่าง และล่างขึ้นบนเข้าด้วยกันและกำหนดคลาสขึ้นมาก่อนและวางหลักกว้างๆ ไว้ก่อนจะระบุว่าจะอย่างไรเหมาะสม

## 2.3.3 การสกัดออนโทโลยีจากอรรถาภิธาน (Thesaurus)

อรรถาภิธานที่ใช้คือ AGROVOC Thesaurus ซึ่งสร้างโดย FAO ในการนำอรรถาภิธานมาสร้างเป็นออนโทโลยี ทำการแปลงความสัมพันธ์ของอรรถาภิธานเป็นความสัมพันธ์ของออนโทโลยี (Thesaurus Recycling) โดยแปลงความสัมพันธ์จาก Broader Term และ Narrow Term ของอรรถาภิธาน ให้เป็นความสัมพันธ์ hyponym หรือ IS-A ของออนโทโลยี เช่น



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการเปลี่ยนความสัมพันธ์ของอรรถาภิธานไปเป็นความสัมพันธ์ของออนโทโลยี (Asanee *et al.*, 2005)

ปัญหาที่พบคือความสัมพันธ์ BT/NT ใน AGROVOC ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นความสัมพันธ์แบบ IS-A ได้ทั้งหมด เนื่องจากมีความผิดพลาดในการกำหนดความสัมพันธ์ เช่น MILK มี Narrow Term คือ Milk Fat ความสัมพันธ์ที่ถูกตั้งควรเป็น Ingredient of ดังนั้นจึงได้มีการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์นามวลี โดยในกรณีที่คำหลักของคำที่กว้างกว่า (Broader Term) ตรงกับคำขยายของคำที่แคบกว่า (Narrow Term) จะไม่ทำการแปลงความสัมพันธ์ระหว่างคู่คำดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์แบบ IS-A ตัวอย่างเช่น Milk กับ Milk Fat

### 2.3.4 การสร้างออนโทโลยี จากอรรถาภิธาน (Thesaurus) (อัสนีย์, 2550)

อรรถาภิธานที่ใช้คือ AGROVOC [<http://www.fao.org/agrovoc/>] ซึ่งสร้างโดย FAO การสร้างออนโทโลยี จากข้อมูลอรรถาภิธานมีวิธีการการสร้างกฎที่ใช้ในการกำหนดความสัมพันธ์ 2 แบบ ดังนี้

1) การสร้างกฎโดยผู้เชี่ยวชาญ เป็นขั้นตอนที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดกฎในการสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูล AGROVOC ที่มีอยู่ เช่น กำหนดกฎที่ประกอบด้วยข้อมูล “scope data” ซึ่งเป็นข้อมูลฟิลด์หนึ่งที่ใช้ในการบอกประเภทของ term ใน AGROVOC เช่น GC (Geographic term: Country level), GG (Geographic term: above country level), TA (Taxonomic term: Animal), TB (Taxonomic term: Bacteria).

### ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างของกฎที่กำหนด โดยผู้เชี่ยวชาญ

	Rule	Pattern	Example
1	1 If X and Y are marked as “T*” in the scope field, and X BT Y	taxonomic term X <subclass_of> taxonomic term Y	Abies procera BT Abies

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

	Rule	Pattern	Example
2	If X and Y are marked as "G*" in the scope field, and X BT Y	geographical entity X <spatiallyIncludedIn> geographical entity Y	British Columbia BT Canada

2) การสร้างกฎโดยระบบการเรียนรู้อัตโนมัติ เป็นการสร้างกฎโดยเทคนิคการเรียนรู้อัตโนมัติ และฐานความรู้ WordNet โดยใช้ WordNet ในการกำหนดความหมาย (Sense) และคลาสบรรพบุรุษให้กับ term ในการเตรียมตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้กำหนดความหมายและความสัมพันธ์ที่เหมาะสมให้กับแต่ละ term ที่ทำความสัมพันธ์กัน ตัวอย่างเช่น blood gas#2 <compose> blood#1 และแต่ละ term จะถูกกำกับด้วยลิสต์ของบรรพบุรุษ เช่น {blood#1, liquid\_body\_substance#1, body\_substance#1, substance#1, entity#1} โดย term ที่เป็นคำพสมหรือวลีจะนำเฉพาะคำหลักมาผ่านการเรียนรู้ ตัวอย่าง เช่น {gas#2, fluid#2, substance#1, entity#1}

ดังนั้นตัวอย่างที่ใช้ในการเรียนรู้จะมีรูปแบบดังนี้ feature\_vector{{list of hypernym class of term1},{ list of hypernym class of term2}}

เมื่อนำกลุ่มของตัวอย่างที่ผู้เชี่ยวชาญกำกับเข้าสู่ระบบการเรียนรู้ ด้วยเทคนิคต้นไม้ประกอบการตัดสินใจ (Decision tree) จะได้กฎในการสร้างความสัมพันธ์ ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.3

## ตารางที่ 2.3 ตัวอย่างกฎที่ได้จากเทคนิคการเรียนรู้แบบอัตโนมัติ

	Rule	Pattern	Example
1	If class X is substance#1 and class Y is substance#1, and X NT Y	X <compose> Y	Blood gas NT Blood
2	If class X is animal_product#1 and class Y is animal#1, and X RT Y	X <production_of> Y	chicken meat RT chicken

แปลงความสัมพันธ์ของอรรถาภิธานเป็น ความสัมพันธ์ของออนโทโลยี ตามกฎที่มีเป็นขั้นตอนในการสร้างความสัมพันธ์ของ term ในอรรถาภิธานโดยใช้กฎและฐานความรู้ WordNet

### 2.3.5 ประโยชน์ของออนโทโลยี

ณัฐพล (2550) และ สิริรัตน์ (2550) ได้กล่าวถึงการนำออนโทโลยีมาประยุกต์ใช้ในการทำงานของระบบต่าง ๆ โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ในงานและประโยชน์ต่อองค์กร ดังต่อไปนี้

2.3.5.1 ระบบสืบค้นข้อมูล ออนโทโลยีมีส่วนช่วยในการขยายคำค้น ทำให้ค้นหาและเข้าถึงข้อมูลที่ตรงตามที่ต้องการจริง ด้วยการพิจารณาความหมายของสิ่งต่างๆ ในโดเมน เช่น ระบบงานการค้นหายา (Drug Discovery) ระบบค้นหาข้อมูลทางพันธุกรรม (Gene Ontology)

2.3.5.2 ออนโทโลยีต่างจากฐานข้อมูล ในด้านการเก็บรายละเอียดต่างๆ เช่น บทบาท (Role) ความสัมพันธ์ (Relation) ในขณะที่ฐานข้อมูลเป็นเพียงแหล่งรวบรวมข้อมูล หากใช้ออนโทโลยีช่วยในการค้นหาข้อมูล จะช่วยให้ได้ข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

2.3.5.3 ระบบงานที่ต้องการผนวกความรู้ (Knowledge Integration) เพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นของความรู้ระหว่างโดเมน

2.3.5.4 ระบบงานที่มีความต้องการในการอธิบายข้อมูลที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น ใช้ในการอธิบายความรู้ในโดเมนแบบสถิตย์ (Static Domain Knowledge) ของระบบองค์ความรู้ (Knowledge-Based System)

2.3.5.5 ออนโทโลยีที่มีคุณลักษณะข้อกำหนดครบถ้วนสามารถสร้างความเชื่อถือเป็นจริง เท็จตามที่จะเป็น (Reliability) สามารถใช้งานร่วมกันได้ระหว่างต่างบุคลากรหรือแม้แต่คอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ (Agent Program)

2.3.5.6 สารสนเทศที่ปรากฏในออนโทโลยีจะเป็นที่ยอมรับร่วมกันและหากมีสารสนเทศเพียงพอจะสามารถถูกนำไปใช้ในการอ้างอิงหรืออนุมาน (Inference) เพื่อหาความรู้ของสารสนเทศใหม่ๆ ได้

2.3.5.7 ในการจัดหมวดหมู่คำศัพท์ (Concept) จะมีการจัดกลุ่มเข้าด้วยกันโดยพิจารณาจากคุณลักษณะร่วม (Generalization-Common) และคุณลักษณะพิเศษ (Specialization) คล้ายคลึงกับคลาสไดอะแกรมในผังงานเชิงวัตถุคือ การพัฒนาบำรุงรักษาออนโทโลยีจะทำได้สะดวก (Reuseable)

2.3.5.8 ระบบงานที่มีความต้องการนำข้อมูลกลับมาใช้อีก (Reuse) เช่น ระบบงานหนึ่งอาจกำหนดออนโทโลยีเพื่อใช้งาน และมีการอนุญาตให้ระบบงานอื่น สามารถนำไปใช้งานได้อีก โดยที่ระบบงานที่นำไปใช้งานภายหลัง อาจกำหนดข้อมูลเชิงความหมายเพิ่มเติมได้โดยไม่ขัดแย้งกับข้อมูลเชิงความหมายของออนโทโลยีที่ถูกนำข้อมูลกลับมาใช้อีก

2.3.5.9 การเรียกใช้งานฐานความรู้ (Knowledge Representation) ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูล

ด้วยคำถามเป็นภาษาธรรมชาติ (Natural Language) หรือแม้แต่ภาษาเชิงตรรกะ (Descriptive Logic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออนโทโลยีได้ถูกนำไปประยุกต์ในการจัดการภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) สามารถนำคำศัพท์ที่ถูกป้อนเป็นคำถามไปค้นหาความหมาย (Sense-Meaning) จากออนโทโลยีพจนานุกรมเฉพาะโดเมน (Machine Readable Dictionary: MRD) ทำให้เข้าใจความหมายของประโยคแล้วนำไปค้นหาคำตอบที่แม่นยำถูกต้องตรงต่อความต้องการของผู้ร้องขอได้มากยิ่งขึ้น

## 2.4 การแทนความรู้ด้วยออนโทโลยี (Ontology Representation) (พรฤดี, 2554)

การแทนความรู้ ออนโทโลยีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับหมวดหมู่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่ในโดเมนที่สนใจ ผลลัพธ์ของการศึกษาจะได้ออนโทโลยีในรูปแบบแผนภาพ หรือในรูปภาษากำกับเพิ่มเฉพาะทาง ซึ่งจะรวบรวมคำจำกัดความที่เป็นทางการ ตามประเภท แนวคิด หรือความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ของโดเมนนั้น ๆ ประโยชน์ของออนโทโลยี คือ การมีภาษาที่ใช้ร่วมกัน เพื่อต่อยอดในการทำงานอื่น ๆ ต่อไป

ออนโทโลยีในปัจจุบัน มีโครงสร้างที่คล้ายกัน แต่อาจเรียกด้วยคำศัพท์ที่ต่าง ๆ กัน ดังต่อไปนี้

2.4.1 อินสแตนส์ ออบเจกต์ หรืออินดิวิดูอัล (Instances, Objects or Individuals) เป็นวัตถุระดับล่างสุดของออนโทโลยี มักแทนวัตถุสิ่งของจริงในโลกจริง เช่น กระบือ รถยนต์ โต๊ะเก้าอี้แดง ของสมชาย เป็นต้น

2.4.2 คลาสหรือคอนเซปต์ (Classes or Concepts) เป็นตัวแทนของเซตหรือกลุ่มของวัตถุที่เป็นประเภทเดียวกัน หนึ่งคลาสหรือหนึ่งคอนเซปต์อาจมีอินสแตนส์หรืออินดิวิดูอัลภายใต้ได้จำนวนมาก เช่นเดียวกับคลาสในโปรแกรมเชิงวัตถุ

2.4.3 พรอพเพอร์ตี หรือแอตทริบิวต์ (Properties or Attributes) เป็นลักษณะประจำของคลาสหรืออินสแตนส์ บางครั้งอาจเรียกว่าฟีเจอร์ (Features) หรือคาแรคเตอร์ริสติกส์ (Characteristics) หรือพารามิเตอร์ (Parameters)

2.4.4 รีเลชัน (Relations) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างคลาสด้วยกัน หรืออินสแตนส์ด้วยกัน หรือระหว่างคลาสดับอินสแตนส์

2.4.5 ข้อความยืนยัน (Assertions) ประโยคที่ต้องเป็นจริงในออนโทโลยี เพื่อใช้ในการกำหนดหลักเกณฑ์ต่าง ๆ เช่น

2.4.5.1 ข้อจำกัด (Restrictions) ประโยคที่ต้องเป็นจริงสำหรับการยอมรับอินพุต (Input) เพื่อใช้สร้างสิ่งต่าง ๆ ในออนโทโลยี

2.4.5.2 กฎ (Rules) ประโยคในรูปของ if-then หรือสิ่งที่มาก่อนหรือสิ่งที่ตามมา (Antecedent-Consequent) ที่อธิบายกระบวนการอนุมานเหตุผลเชิงตรรกะในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยามให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5.3 สัจพจน์ (Axioms) ประโยคที่เป็นจริง (Facts) ในออนโทโลยี รวมถึงประโยคที่เกิดจากการอนุมานตามกฎจนได้ประโยคที่เป็นจริง

รูปแบบการแทนความรู้ด้วยออนโทโลยี ได้รับความสนใจใช้งานมากในระบบวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ระบบชาญฉลาด ระบบเอเจนต์ ระบบเว็บเชิงความหมาย เป็นต้น

ออนโทโลยีสมัยใหม่ใช้รูปแบบเฉพาะของภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล ที่เรียกว่าภาษาอาร์ดีเอฟมาแสดง โดยแสดงเป็นโหนดบลิวแอลในการแทนความรู้ การสร้างเอกสารแทนออนโทโลยีในรูปแบบภาษาอาร์ดีเอฟ-โหนดบลิวแอล นี้ ในรูปแบบข้อความแทนด้วยภาษาอาร์ดีเอฟ-โหนดบลิวแอล ดังแสดงในรูปที่ 2.6 และสามารถส่งออกหรือนำเข้าไฟล์ข้อความในรูปแบบภาษากำกับเพิ่มเติมที่สร้างขึ้นนี้ ไปใช้งานในแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ต่อไป

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:assert="http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:sqwrl="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1330143689.owl#"
  xmlns:swrla="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1330143689.owl">
<owl:Ontology rdf:about="">
  <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/assert.owl"/>
  <owl:imports rdf:resource="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl"/>
  <owl:imports rdf:resource="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl"/>
</owl:Ontology>
<owl:Class rdf:ID="SwampBuffalo">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:hasValue rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">48</owl:hasValue>
      <owl:onProperty>
        <owl:DatatypeProperty rdf:ID="hasChromosome"/>
      </owl:onProperty>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>

```

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างภาษาโหนดบลิวแอลในรูปแบบข้อความเพื่อนำไปใช้ในแอปพลิเคชันต่าง ๆ

## 2.5 โปรแกรมโปรเทจ (Protégé)

จากข้อมูลใน The National Center for Biomedical Ontology (2011) ระบุว่าโปรแกรม

โปรเทจ พัฒนาโดย Stanford University School of Medicine ปัจจุบันพัฒนาถึง Protégé 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นฟรีแวร์ และมีการใช้งานแบบโอเพนซอร์ส (สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมได้ที่ <http://protege.stanford.edu/download/download.html>) โดยเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองของ และแอปพลิเคชันฐานความรู้ในออนโทโลยี สิ่งสำคัญคือ โปรเทจสร้างกลุ่มของโครงสร้างแบบจำลองความรู้ และการทำงานที่สนับสนุนการสร้าง การมองเห็น และการจัดการออนโทโลยีในรูปแบบที่หลากหลาย โปรเทจสามารถปรับแต่งเพื่อให้ง่ายต่อการสนับสนุนการสร้างแบบจำลองความรู้ และการนำเข้าข้อมูล ซึ่งในอนาคตโปรเทจสามารถเติบโตขึ้นโดยมีโปรแกรมเสริมที่เพิ่มความสามารถให้กับโปรแกรมหลัก (Plug-in) และมี API ที่มีพื้นฐานเป็น Java ในการสร้างเครื่องมือและแอปพลิเคชันของฐานความรู้ นอกจากนี้ยังสนับสนุนเฟรม, XML Schema, RDF(S) และ OWL

ณัฐพล (2550) ได้กล่าวโปรแกรมโปรเทจเป็นเครื่องมือในการสร้างโครงสร้างหลักของงานด้านออนโทโลยี มีคุณสมบัติ คือ

1. เป็นแพลตฟอร์มที่สามารถต่อเติมขยายได้ด้วยปลั๊กอิน (Plug-in) ด้านกราฟฟิก อินเตอร์เฟซ (Graphic Interface) แผนภาพ และสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบฐานความรู้อื่น ๆ ได้ด้วย ตัวอย่างเช่น OWL และ DAML
2. สร้างไลบรารี (Library) สำหรับแอปพลิเคชัน (Application) อื่น ๆ ทำให้สามารถเชื่อมต่อเข้าด้วยและสามารถแสดงระบบฐานความรู้ได้ เราสามารถประเมินคุณภาพหรือประสิทธิภาพระบบฐานความรู้และตัวอิดิเตอร์ของออนโทโลยีที่มีให้เลือกใช้ได้ และโปรแกรมโปรเทจมีคุณลักษณะที่ช่วยสังเกตได้ดังกล่าว
3. สามารถทำงานได้ง่ายดั่งใจด้วยกราฟฟิกายุสเซอร์อินเตอร์เฟซ
4. มีขีดความสามารถรองรับการขยายระบบได้ (ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญมาก เพราะจำนวนของคลาสในอ็อบเจกต์ (Object) ทั้งหมดที่มีอ้างอิงมีขนาดใหญ่มาก ๆ และขยายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ)
5. มีสถาปัตยกรรมปลั๊กอินที่สามารถขยายขอบเขตของงานหรือเพิ่มเติมได้
6. เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการทำงานเพราะเป็นระบบโอเพนซอร์ส
7. มีกลุ่มผู้ใช้งานที่มีจำนวนมาก และมีประสิทธิภาพมาก (คนใช้มากย่อมมีตัวอย่างให้ดูมาก มีการเตือนภัยหรือเทคนิคใหม่ ๆ มากเหมือนกับคนใช้วินโดวส์มากกว่าลินุกซ์)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2547) ผู้ใช้สามารถสร้างออนโทโลยี โดยผ่านหน้าจอการทำงานที่ง่ายในการทำ ความเข้าใจและสะดวกในการใช้งาน โดยใน Classes Tab และ Slot Tab ใช้สำหรับกำหนด classes, class hierarchy, slots and slot-value restrictions, ความสัมพันธ์ระหว่าง class (Class relationships) และคุณสมบัติของความสัมพันธ์ (Properties of relationships)

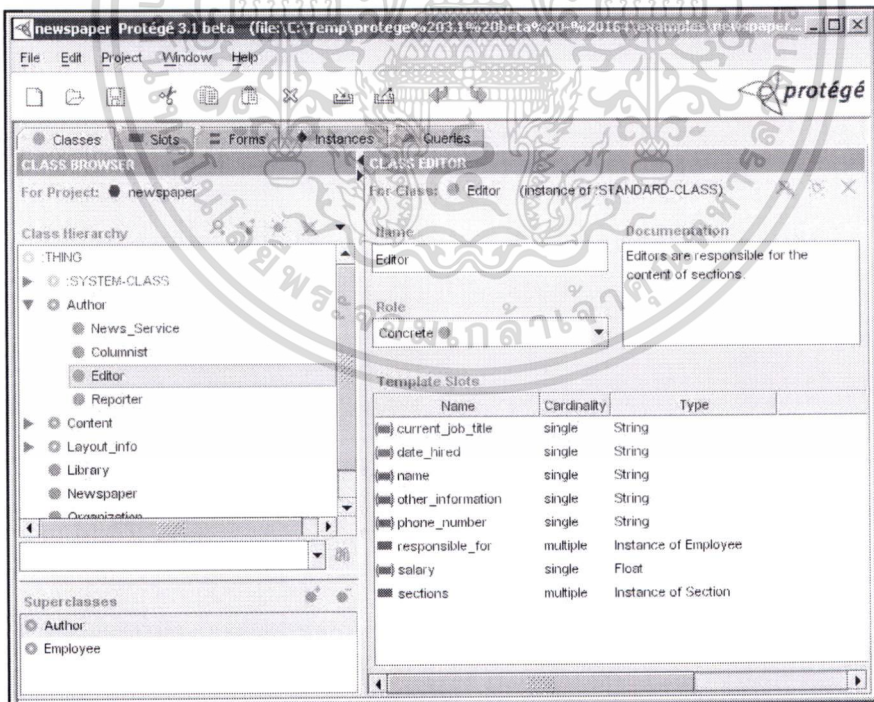
Forms Tab ใช้กำหนดรูปแบบของแบบฟอร์มที่ใช้ในการรับข้อมูลของอินสแตนส์ ซึ่งจะมีจำนวน slots ตามที่กำหนดไว้ในแต่ละ class ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงลำดับ, ขนาด, ชื่อและคุณสมบัติของแต่ละ slot ได้

Instances Tab เป็น knowledge-acquisition tool สำหรับผู้ใช้ในการกำหนดอินสแตนส์ของคลาสในออนโทโลยี

ข้อมูลที่สร้างด้วยโปรเทจ สามารถจัดเก็บได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น OWL, RDF, XML และ HTML นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มปลั๊กอินต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ เช่น OWL Viz เป็นปลั๊กอิน สำหรับแสดงออนโทโลยี ในรูปแบบกราฟ, RACER reasoner เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบความ consistency ของข้อมูล และสามารถทำการอนุมานได้

ในการพัฒนาโดยโปรแกรมโปรเทจให้ประสบความสำเร็จนั้น มีข้อแนะนำในการปฏิบัติดังนี้ (The National Center for Biomedical Ontology, 2011)

1. วางแผนการใช้ฐานความรู้ ในส่วนของการทำงานและหัวข้อของผู้สนใจ หรือเชี่ยวชาญที่ต้องการแก้ไขปัญหาด้วยเทคโนโลยีฐานความรู้
2. สร้างออนโทโลยีขนาดเล็กในขั้นต้น โดยกำหนดคลาส (Class) และคุณสมบัติ หรือความสัมพันธ์ (Slot) ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งโปรแกรมโปรเทจมีหน้าจอการออกแบบออนโทโลยีดังนี้



รูปที่ 2.7 หน้าจอการออกแบบออนโทโลยีของโปรแกรมโปรเทจ

ซึ่งจากรูปดังกล่าวของการออกแบบออนโทโลยีของโปรแกรมโปรเทจ สามารถกำหนด คลาส และคุณสมบัติ หรือความสัมพันธ์

3. เมื่อสร้างออนโทโลยีดั่งข้อ 2 แล้ว (ต่อมาก็จะมีออนโทโลยี หรือเปิดข้อมูลจากไฟล์ได้) สามารถเรียกดูฟอร์มดังกล่าวได้โดยตรง เพื่อใส่ข้อมูลหรือความรู้ลงในส่วนของอินสแตนส์ที่อยู่ ภายในออนโทโลยีได้

รูปที่ 2.8 ฟอร์มอินสแตนส์ในโปรเทจ

4. จากรูปที่ 2.8 เมื่อทำการกรอกข้อมูลแล้ว จะได้ค่าของสล็อตที่ใช้ในการทดสอบ อินสแตนส์ ซึ่ง ณ จุดนี้จะแสดงถึงออนโทโลยีที่มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น โดยมีการกรอกข้อมูลลงในฟอร์มอินสแตนส์ของโดเมนนั้น ๆ (ดังรูปที่ 2.8) ซึ่งจะก่อให้เกิดการแก้ไขปรับปรุง ทั้งออนโทโลยีในข้อ 2 และข้อ 5 โดยการเปลี่ยนแปลงของออนโทโลยีจัดได้ว่าเป็นงานใหญ่ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว อาจเกิดจากการสร้างใหม่ในบางส่วน หรือทั้งหมดของฐานความรู้นั่นเอง

5. นำฟอร์มที่ได้มาขัดเกลาหรือทำให้ความรู้ที่มีอยู่ดีขึ้น ขณะที่กำลังพัฒนา หรือขัดเกลาให้ดีขึ้นนั้น ทำให้เห็นถึงปัญหาเรื่องการออกแบบออนโทโลยีในขั้นแรกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ถ้าจำเป็นต้องทำการแก้ไข ก็ให้กลับไปทำข้อ 4 ซ้ำอีกที

6. สามารถสร้างฐานความรู้ให้มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ ซึ่งจัดว่าเป็นการทดสอบแอฟริเคชั่น หรือวิธีแก้ไขปัญหา

7. ตรวจสอบแอฟริเคชั่นให้ครบถ้วน โดยให้ผู้ใช้เป็นตัวทดสอบ ซึ่งในขณะตอนนี้อาจจะก่อให้เกิดการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงออนโทโลยีใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.4.1 การใส่กฎความสัมพันธ์ในออนโทโลยีด้วย SWRL

SWRL เป็นภาษาสำหรับเขียนกฎความสัมพันธ์ เป็นความสามารถทางตรรกะ (Logic) สามารถอนุมานคำตอบตามแนวคิดของออนโทโลยี เช่น ข้อมูลผู้ถูกความสัมพันธ์ว่า A เป็นพี่ชายกับ B โดยที่ B1 เป็นลูกของ B (ฉะนั้น B1 จึงเป็นหลานของ A และ A เป็นลุงของ B1) ส่วนในวงเล็บนั้นข้อมูลจะไม่มีปรากฏในออนโทโลยี แต่เขียนไว้ใน SWRL แทน เพียงแค่นี้ระบบก็จะฉลาดขึ้น อีกทั้งสามารถแก้ไขและเพิ่มกฎในออนโทโลยีโดยไม่ส่งผลกระทบต่อข้อมูลที่มีอยู่ในออนโทโลยี SWRL ยังช่วยป้องกันการใส่รูปแบบไวยากรณ์ที่ผิดรูปแบบ เนื่องจากมีเครื่องมือในการกำหนดรูปแบบ และหากมีการใส่ที่ไม่ถูกต้องตามรูปแบบ จะมีการแสดงให้เห็นจุดที่ผิดพลาด

ตัวอย่างรูปแบบการเขียนกฎ SWRL เช่น  $\text{Computer}(?c) \wedge \text{hasCPU}(?c, ?cpu) \wedge \text{hasSpeed}(?cpu, ?sp) \wedge \text{HighSpeed}(?sp) \rightarrow \text{FastComputer}(?c)$  ซึ่งเป็นการกำหนดกฎว่าคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งและมีซีพียูความเร็วสูงแสดงว่าเป็นคอมพิวเตอร์ที่เร็ว

### 2.4.2 การสืบค้นข้อมูล (Query Processing) ด้วยภาษา SQWRL (Semantic Query-Enhanced Web Rule Language)

SQWRL เป็นภาษาพื้นฐานการค้นคืนจากการสร้างกฎจาก SWRL สำหรับการสืบค้นข้อมูลจากออนโทโลยี โดยมีแถบเครื่องมือของ SQWRL Query Tab ในโปรแกรมโปรเตจในการสนับสนุนการทำงานของ SQWRL ดังรูปที่ 2.9

Buffalo Type	Colour	Horn Characteristic
RiverineBuffalo	Black	Long_curled_horn
SwampBuffalo	Black	Gently_curved_horn
SwampBuffalo	BlackGray	Gently_curved_horn
SwampBuffalo	White	Gently_curved_horn

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการค้นคืนด้วย SQWRL

### บทที่ 3

## การวิเคราะห์และออกแบบออนโทโลยีโรคกระปือ

### 3.1 การวิเคราะห์ความต้องการออนโทโลยีโรคกระปือ

การวิเคราะห์ความต้องการออนโทโลยีโรคกระปือมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบในขั้นตอนต่อไป เนื่องจากทำให้สามารถกำหนดขอบเขตที่เกี่ยวข้อง หรือ โดเมนที่สนใจได้ โดยสามารถวิเคราะห์ได้จากคำถามที่ต้องการให้ออนโทโลยีในการตอบ โจทย์ ซึ่งคำถามเกี่ยวกับโรคกระปือที่ได้ทำการรวบรวมมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

กระปือแต่ละสายพันธุ์มีโคร โมโซมเท่าไร

กระปือมีกี่สายพันธุ์อะไรบ้าง

กระปือแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะเป็นอย่างไร

กระปือแต่ละสายพันธุ์สามารถพบได้สถานที่ใดบ้าง

กระปือสามารถเป็นโรคอะไรได้บ้าง

กระปือแต่ละสายพันธุ์สามารถใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง

โรคที่เป็นโรคติดต่อของกระปือมีโรคอะไรบ้าง

โรคกระปือมีกี่ประเภท อะไรบ้าง

โรคกระปือเกิดจากเชื้อก่อโรคอะไรบ้าง

โรคกระปือเกิดจากแบคทีเรีย

แกรมบวกมีโรคอะไรบ้าง

โรคกระปือเกิดจากแบคทีเรีย

แกรมลบมีโรคอะไรบ้าง

โรคกระปือเกิดจากเชื้อก่อโรคอะไรบ้าง

โรคกระปือแต่ละโรคมีอาการอย่างไร

โรคกระปือที่เกิดจากแบคทีเรียมีอาการอย่างไร

โรคกระปือที่เกิดจากปรสิตมีอาการอย่างไร

โรคกระปือที่เกิดจากไวรัสมีอาการอย่างไร

กระปือที่มีอาการแท้งลูกเกิดจากเชื้ออะไร และเป็นโรคอะไร

กระปือที่มีอาการเป็นแผลที่ปากและเท้าเกิดจากเชื้ออะไร และเป็นโรคอะไร

โรคกระปือที่เกิดจากเชื้อไวรัสมีโรคอะไรบ้าง

โรคกระปือโรคใดที่มีวัคซีนป้องกันบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประเภทของเชื้อก่อโรคมืออะไรบ้าง
- ประเภทของแบคทีเรียมีกี่ชนิด อะไรบ้าง
- ประเภทของปรสิตมีกี่ชนิด อะไรบ้าง
- เชื้อก่อโรคแต่ละประเภทเป็นสาเหตุของโรคอะไรได้บ้าง
- แบคทีเรียแต่ละประเภทก่อให้เกิดโรคอะไรบ้าง
- ปรสิตก่อให้เกิดโรคอะไรได้บ้าง
- ปรสิตภายในก่อให้เกิดโรคอะไรได้บ้าง
- ประเภทของวัคซีนมีอะไรบ้าง
- วัคซีนเชื่อเป็นสามารถป้องกันโรคใดได้บ้าง

## 3.2 การออกแบบอนโทโลยีโรคกระปือ

### 3.2.1 กำหนดขอบเขตของอนโทโลยี

การออกแบบอนโทโลยีโรคกระปือ เริ่มจากการรวบรวมคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับกระปือและโรคกระปือจากอรรถาภิธานกระปือ จากนั้นทำการออกแบบและสร้างอนโทโลยีด้วยโปรแกรมโปรเทจ เวอร์ชัน 3.4.4 โดยมีเนื้อหาครอบคลุมข้อมูล ดังนี้

#### ก) กระปือ

1. กระปือปลัก
2. กระปือแม่น้ำ

#### ข) สัตว์กระปือ

#### ค) ลักษณะเขากระปือ

#### ง) การใช้ประโยชน์จากกระปือ

#### จ) โรค

1. โรคติดต่อ
2. โรคไม่ติดต่อ

#### ฉ) เชื้อก่อโรค

1. พยาธิ
2. ไวรัส
3. เชื้อรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

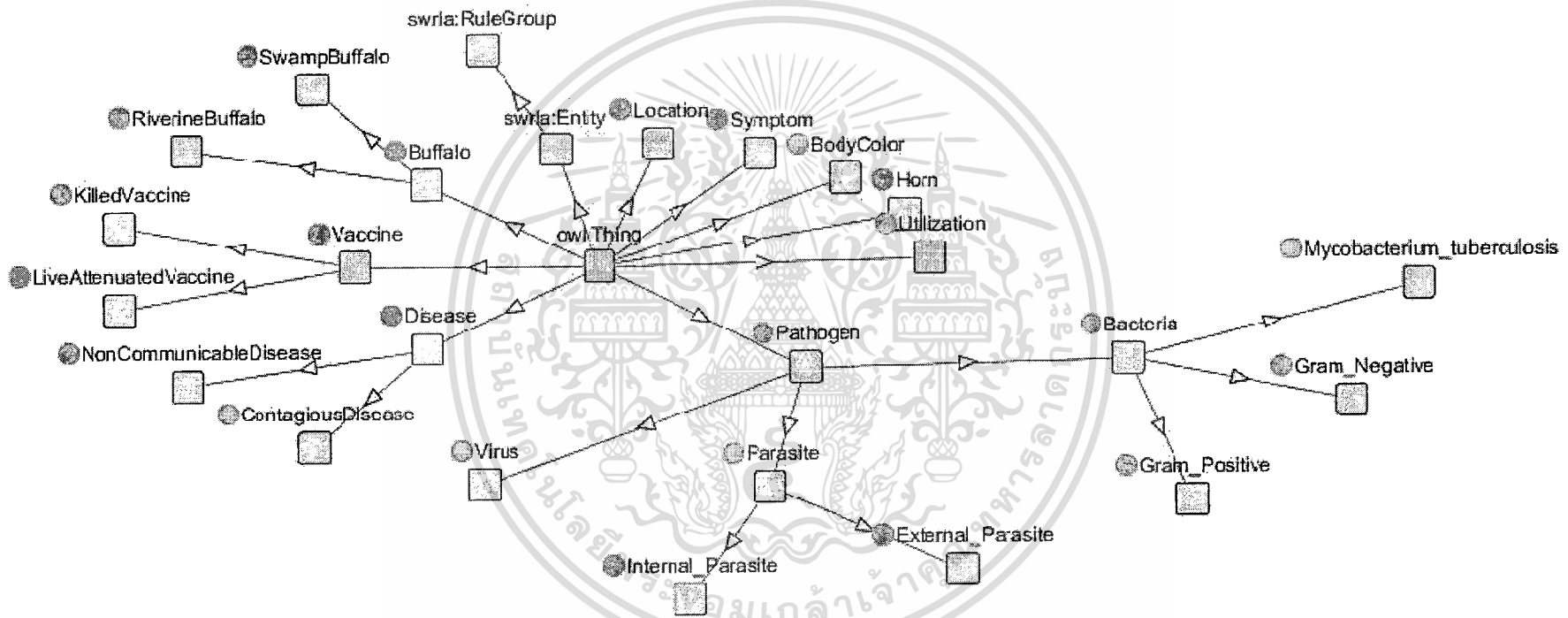
## 4. แบบเรียน

## ข) วัคซีน

1. เชื้อเป็น
2. เชื้อตาย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



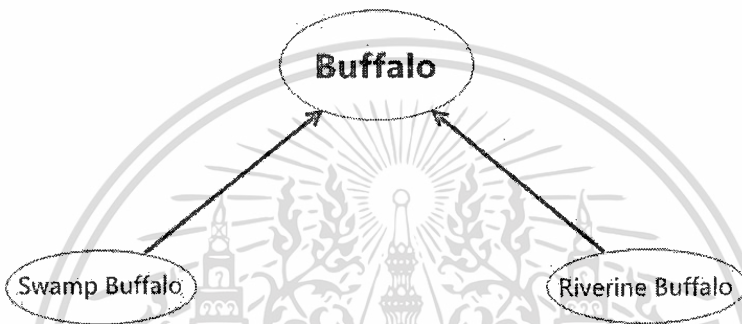
รูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของออนโทโลยีโรคกระบือที่ได้ออกแบบสำหรับการศึกษานี้

จากรูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของออนโทโลยีโรคกระบือ โดยออนโทโลยีโรคกระบือ ครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโรคกระบือ เช่น โรค อาการ เชื้อก่อโรค และวัคซีน ประกอบด้วย คลาส ชั้นคลาส และอินสแตนส์ ซึ่งประกอบด้วยคลาสต่าง ๆ ดังนี้

### 3.1.1.1 คลาสกระบือ (Buffalo)

คลาสกระบือมีชั้นคลาส (Subclass) 2 คลาส คือ

- 1) คลาสกระบือปลัก (Swamp Buffalo)
- 2) คลาสกระบือแม่น้ำ (Riverine Buffalo)



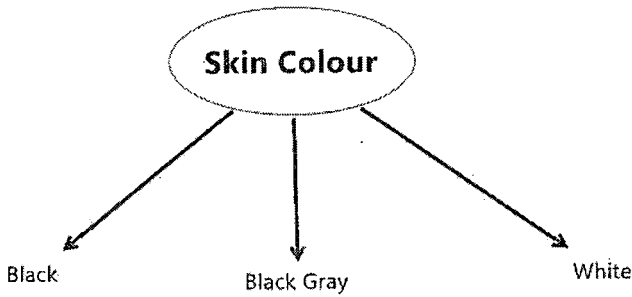
### รูปที่ 3.2 ชั้นคลาสของคลาสกระบือ

จากรูปที่ 3.2 สามารถอธิบายได้ว่ากระบือมี 2 สายพันธุ์ ได้แก่ กระบือปลัก และกระบือแม่น้ำ โดยแต่ละสายพันธุ์จะประกอบด้วยคุณสมบัติที่แตกต่างกัน เช่น จำนวนโครโมโซมลักษณะ เขา สีผิว เป็นต้น

### 3.1.1.2 คลาสสีผิว (Skin Colour)

คลาสสีผิวมีอินสแตนส์ 3 อินสแตนส์ คือ

- 1) ดำ (Black)
- 2) เทาดำ (Black Gray)
- 3) เฝือก (White)



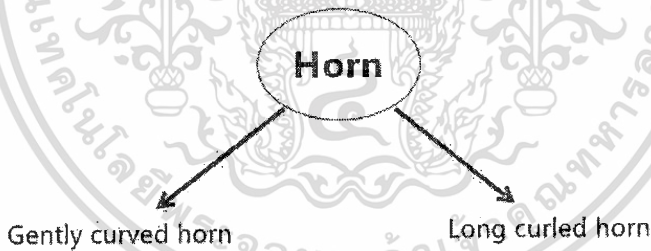
รูปที่ 3.3 อินสแตนซ์ของคลาสสีผิว

จากรูปที่ 3.3 สามารถอธิบายได้ว่าสีผิวของกระบือมี 3 สี ได้แก่ ดำ เทาดำ และเผือก โดยกระบือแต่ละตัว จะสามารถมีสีผิวได้เพียงสีเดียวเท่านั้น

#### 3.1.1.3 คลาสเขากระบือ (Horn)

คลาสเขากระบือมีอินสแตนซ์ 2 อินสแตนซ์ คือ

- 1) เขาโค้งมน (Gently curved horn)
- 2) เขายาวโค้งงอ (Long curled horn)



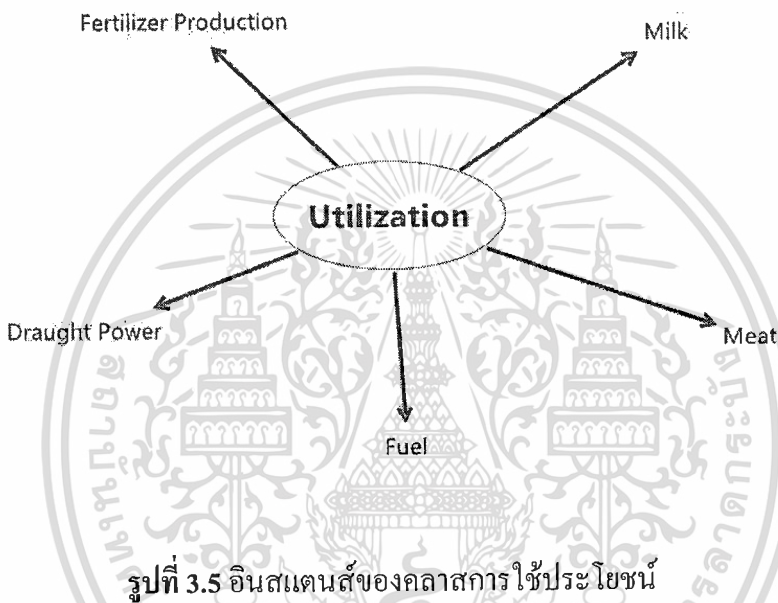
รูปที่ 3.4 อินสแตนซ์ของคลาสเขากระบือ

จากรูปที่ 3.4 สามารถอธิบายได้ว่าลักษณะเขาของกระบือมี 2 แบบ ได้แก่ เขาโค้งมน และเขายาวโค้งงอ โดยกระบือแต่ละตัว จะสามารถมีลักษณะเขาได้เพียงลักษณะเดียวเท่านั้น

### 3.1.1.4 คลาสการใช้ประโยชน์ (Utilization)

คลาสการใช้ประโยชน์มีอินสแตนส์ 5 อินสแตนส์ คือ

- 1) ปุ๋ย (Fertilizer Production)
- 2) แรงงาน (Draught Power)
- 3) เชื้อเพลิง (Fuel)
- 4) เนื้อ (Meat)
- 5) นม (Milk)



รูปที่ 3.5 อินสแตนส์ของคลาสการใช้ประโยชน์

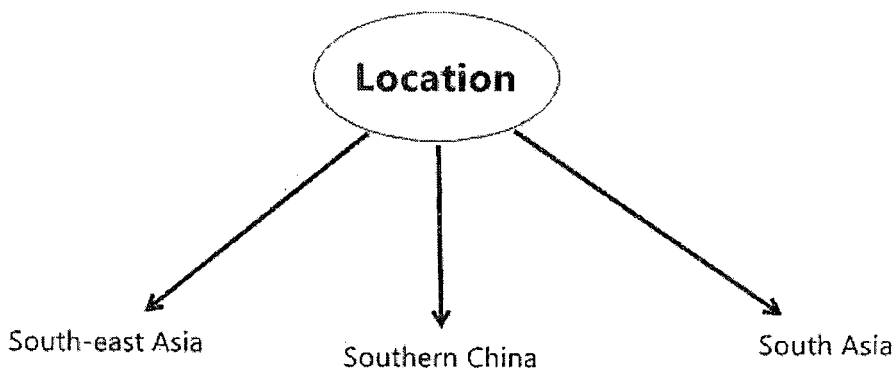
จากรูปที่ 3.5 สามารถอธิบายได้ว่าการใช้ประโยชน์จากกระบือมี 5 อย่าง ได้แก่ ปุ๋ย แรงงาน เชื้อเพลิง เนื้อ และนม โดยกระบือแต่ละสายพันธุ์ จะสามารถใช้ประโยชน์ได้มากกว่าหนึ่งอย่าง และแต่ละสายพันธุ์ใช้ประโยชน์ได้ต่างกัน เช่น กระบือแม่น้ำสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ย แรงงาน เชื้อเพลิง เนื้อ และนม แต่กระบือปลักสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ย แรงงาน เชื้อเพลิง เนื้อ ยกเว้นจากนม เป็นต้น

### 3.1.1.5 คลาสสถานที่ (Location)

คลาสสถานที่ที่มีอินสแตนส์ 3 อินสแตนส์ คือ

- 1) เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (South-east Asia)
- 2) จีนตอนใต้ (Southern China)
- 3) เอเชียใต้ (South Asia)

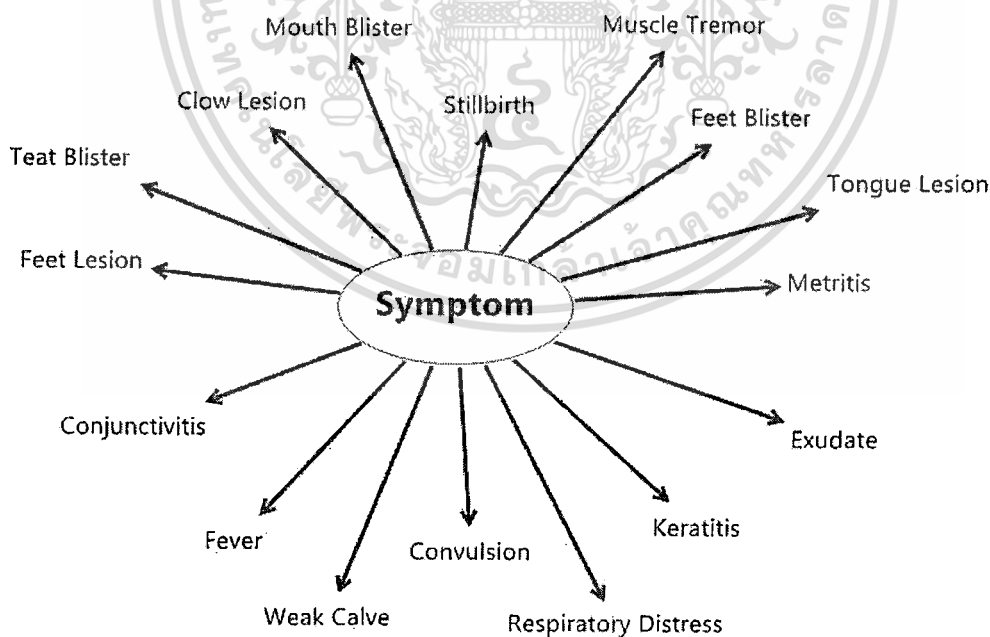
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 อินสแตนส์ของคลาสสถานที่

จากรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายได้ว่าสถานที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดของสายพันธุ์กระบือมี 3 แห่ง ได้แก่ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จีนตอนใต้ และเอเชียใต้ เช่น กระบือปลักสามารถพบได้ที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และจีนตอนใต้ ส่วนกระบือแม่น้ำสามารถพบได้ที่เอเชียใต้ เป็นต้น

3.1.1.6 คลาสอาการ (Symptom)



รูปที่ 3.7 อินสแตนส์ของคลาสอาการ

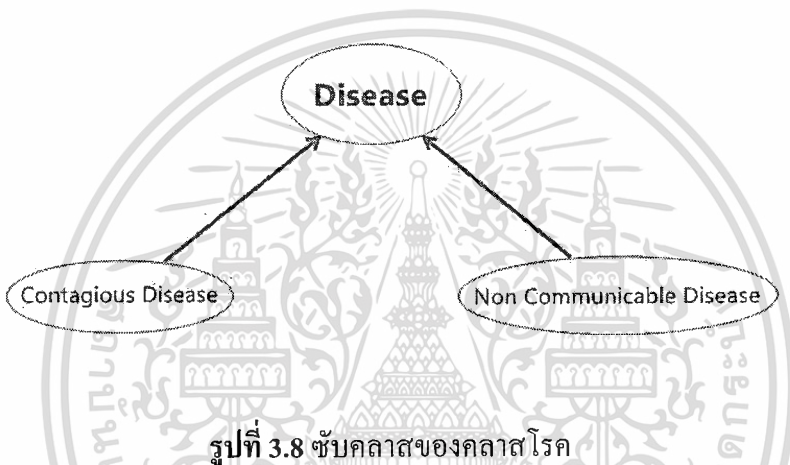
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.7 คลาสอาการประกอบด้วยอินสแตนส์ที่แสดงอาการต่าง ๆ เช่น มีไข้ (Fever) การสั่นอย่างรุนแรง (Convulsion) การสั่นของกล้ามเนื้อ (Muscle tremor) การบาดเจ็บที่เท้า (Feet lesion) การบาดเจ็บที่ปาก (Mouth lesion) อาการซึม (Exudate) และกระจกตาอักเสบ (Keratitis) เป็นต้น

### 3.1.1.7 คลาสโรค (Disease)

คลาสโรคมีชั้นคลาส 2 คลาส คือ

- 1) คลาสโรคติดต่อ (Contagious Disease)
- 2) คลาสโรคไม่ติดต่อ (Non Communicable Disease)



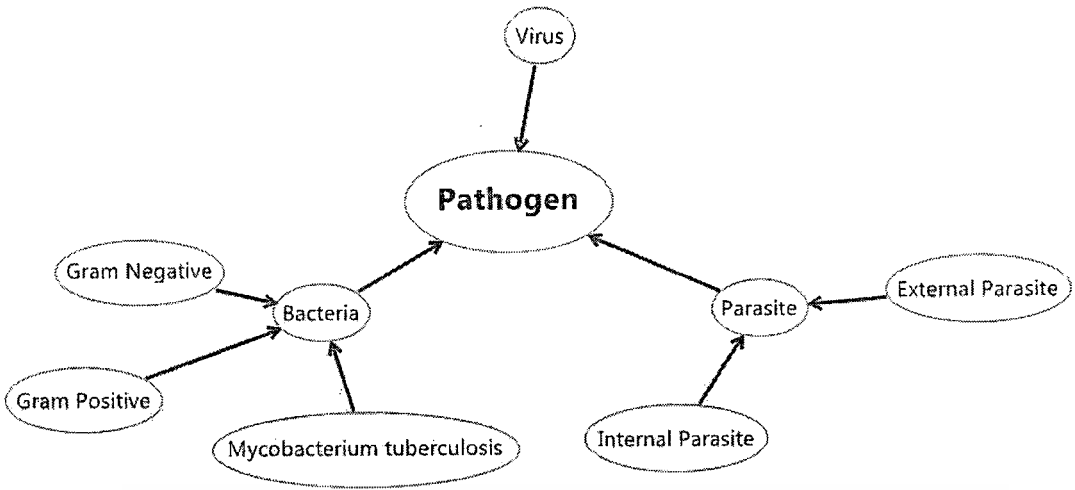
จากรูปที่ 3.8 สามารถอธิบายได้ว่าโรคกระป๋องจัดแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ โรคติดต่อ และโรคไม่ติดต่อ

### 3.1.1.8 คลาสเชื้อก่อโรค (Pathogen)

คลาสเชื้อก่อโรคมีชั้นคลาส 3 คลาส คือ

- 1) คลาสแบคทีเรีย (Bacteria) มีชั้นคลาสย่อย 3 คลาส คือ
  - 1.1) แกรมลบ (Gram Negative)
  - 1.2) แกรมบวก (Gram Positive)
  - 1.3) ไมโคแบคทีเรีย (Mycobacterium tuberculosis)
- 2) คลาสปรสิต (Parasite) มีชั้นคลาสย่อย 2 คลาส คือ
  - 2.1) ปรสิตภายใน (Internal Parasite)
  - 2.2) ปรสิตภายนอก (External Parasite)
- 3) คลาสไวรัส (Virus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



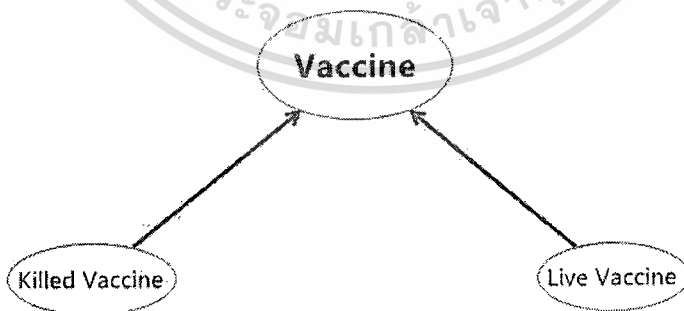
รูปที่ 3.9 ชั้นคลาสของคลาสเชื้อก่อโรค

จากรูปที่ 3.9 เชื้อก่อโรคสามารถแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ แบคทีเรีย ปรสิตร และไวรัส ซึ่งแบคทีเรียยังแบ่งได้เป็น 3 ชั้นคลาสย่อย คือ แบคทีเรียแกรมลบ แบคทีเรียแกรมบวก และไมโทแบคทีเรีย และปรสิตรแบ่งได้เป็น 2 ชั้นคลาสย่อย คือ ปรสิตรภายในและปรสิตรภายนอก

#### 3.1.1.9 คลาสวัคซีน (Vaccine)

คลาสวัคซีนมีชั้นคลาส 2 คลาส คือ

- 1) คลาสวัคซีนเชื้อตาย (Killed Vaccine)
- 2) คลาสวัคซีนเชื้อเป็น (Live Vaccine)

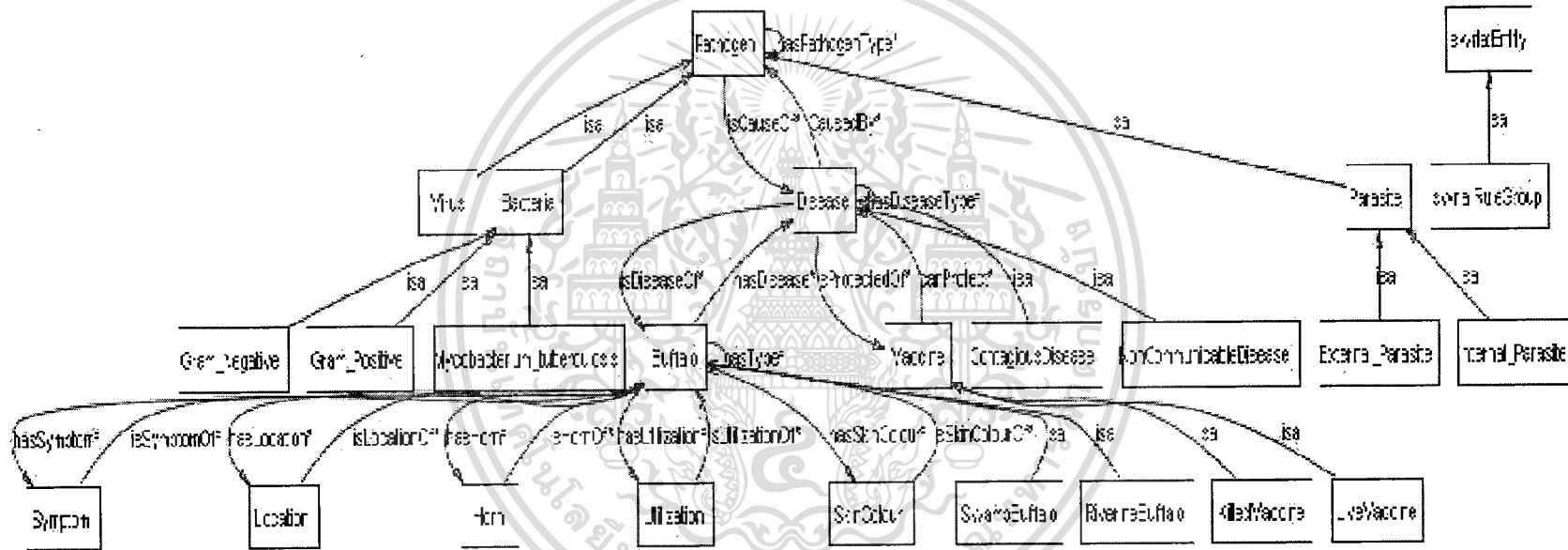


รูปที่ 3.10 ชั้นคลาสของคลาสวัคซีน

จากรูปที่ 3.10 วัคซีนป้องกันโรคกระบือ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ วัคซีนเชื้อเป็น และวัคซีนเชื้อตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออนโทโลยีโรคกระปือประกอบด้วยอ็อบเจกต์หรือพร็อพเพอร์ตี้ (Object Property) รายละเอียดตามรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงอ็อบเจกต์หรือพร็อพเพอร์ตี้ของออนโทโลยีโรคกระปือ

จากรูปที่ 3.11 แสดงรายละเอียดของอ็อบเจกต์หรือพเพอร์ตีของออนโทโลยีโรคกระบือ ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของอ็อบเจกต์หรือพเพอร์ตีในออนโทโลยีโรคกระบือ

พเพอร์ตีที่	พเพอร์ตี	รายละเอียด
1	hasSkinColour	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกระบือ และคลาสสีผิว
2	isSkinColourOf	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสสีผิว และคลาสกระบือ
3	hasHorn	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกระบือ และคลาสเขากระบือ
4	isHornOf	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเขากระบือ และคลาสกระบือ
5	hasUtilization	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกระบือ และคลาสการใช้ประโยชน์
6	isUtilizationOf	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสการใช้ประโยชน์ และคลาสกระบือ
7	hasLocation	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกระบือ และสถานที่
8	isLocationOf	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสสถานที่ และคลาสกระบือ
8	isLocationOf	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสสถานที่ และคลาสกระบือ
9	hasSymptom	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกระบือ และคลาสอาการ
10	isSymptomOf	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสอาการ และคลาสกระบือ
11	hasDisease	เป็นพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกระบือ และคลาสโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

พรีอพเพอร์ตี	พรีอพเพอร์ตี	รายละเอียด
12	isDiseaseOf	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสโรคและคลาสกระบือ
13	CausedBy	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสโรคและคลาสเชื้อก่อโรค
14	IsCauseOf	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเชื้อก่อโรค และคลาสโรค
15	CanProtect	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสวัคซีน และคลาสโรค
16	IsProtectedBy	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสโรคและคลาสวัคซีน
17	hasBuffaloType	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกระบือ และชั้นคลาสกระบือ
18	hasDiseaseType	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสโรคและชั้นคลาสโรค
19	hasPathogenType	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสเชื้อก่อโรค และชั้นคลาสเชื้อก่อโรค
20	hasBacteriaType	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสแบคทีเรีย และชั้นคลาสแบคทีเรีย
21	hasParasiteType	เป็นพรีอพเพอร์ตีที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสปรสิต และชั้นคลาสปรสิต

รายละเอียดของการกำหนดพรีอพเพอร์ตีของชนิดข้อมูล (Datatype Property) ทั้งหมด 3 พรีอพเพอร์ตี แสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของค่าไทม์พรีอพเพอร์ตีในออนโทโลยีโรคกระบือ

ลำดับที่	พรีอพเพอร์ตี	ชนิดข้อมูลของพรีอพเพอร์ตี	รายละเอียด
1	hasChromosome	String	เป็นการระบุค่าคงที่แสดงจำนวนโครโมโซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

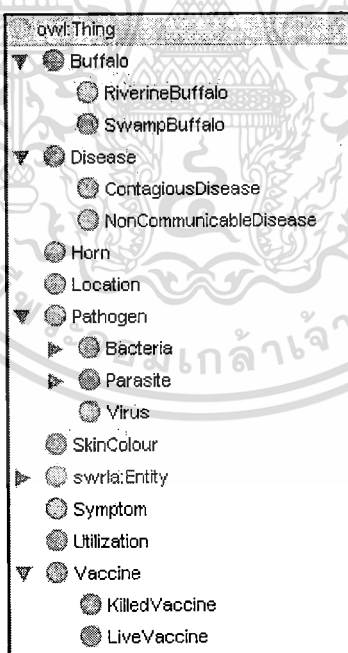
### ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ลำดับที่	พรีอพเพอร์ตี	ชนิดข้อมูล ของพรีอพเพอร์ตี	รายละเอียด
2	hasSpecies	String	เป็นการระบุค่าคงที่ที่แสดงชื่อชนิดสายพันธุ์ ของกระบือ
3	hasSubSpecies	String	เป็นการระบุค่าคงที่ แสดงชื่อชนิดสายพันธุ์ย่อยของกระบือ

## 3.2 การสร้างออนโทโลยีโรคกระบือ

### 3.2.1 การสร้างคลาสต่าง ๆ ในออนโทโลยี

เมื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาของออนโทโลยีโรคกระบือแล้ว จากนั้นทำการสร้างคลาสต่าง ๆ รายละเอียดดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงการสร้างคลาสในโปรแกรมโปรเทจ

จากรูปที่ 3.12 เป็นการสร้างคลาสและซับคลาส จากโครงสร้างออนโทโลยีที่ได้สร้าง

โครงสร้างของกระบือ โรค เขากระบือ สถานที่ เชื้อก่อโรค สัตว์ อากาศ การใช้ประโยชน์ และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัคซีน ซึ่งแต่ละคลาสจะประกอบไปด้วยซับคลาส และซับคลาสแต่ละซับคลาสนั้น จะมีคุณสมบัติเดียวกันกับคลาสบนหรือคลาสหลักนั้น ๆ กล่าวคือคลาสหลักสามารถถ่ายทอดคุณสมบัติให้กับซับคลาสนั้นเอง

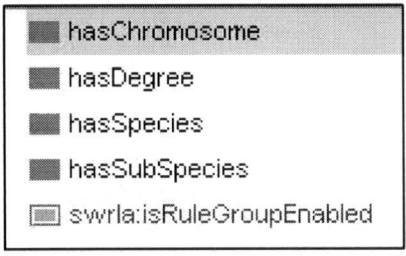
เมื่อทำการสร้างคลาสเรียบร้อยแล้ว จากนั้นเป็นการเพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างคลาส โดยการกำหนดคอปเฟเจคหรือพเพอร์ตีเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับคลาส หรือความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับซับคลาส รายละเอียดดังรูปที่ 3.13

canProtect ↔ isProtectedBy
CausedBy ↔ isCauseOf
hasDisease ↔ isDiseaseOf
hasDiseaseType
hasHorn ↔ isHornOf
hasLocation ↔ isLocationOf
hasPathogenType
hasSkinColour ↔ isSkinColourOf
hasSymptom ↔ isSymptomOf
hasType
hasUtilization ↔ isUtilizationOf
isCauseOf ↔ CausedBy
isDiseaseOf ↔ hasDisease
isHornOf ↔ hasHorn
isLocationOf ↔ hasLocation
isProtectedBy ↔ canProtect
isSkinColourOf ↔ hasSkinColour
isSymptomOf ↔ hasSymptom
isUtilizationOf ↔ hasUtilization

รูปที่ 3.13 แสดงการสร้างออฟเจคหรือพเพอร์ตีในโปรแกรมโปรเทจ

จากรูปที่ 3.13 ออฟเจคหรือพเพอร์ตีในออนโทโลยีโรกระบือ ประกอบไปด้วยความสัมพันธ์ต่าง ๆ ระหว่างคลาส เช่น คลาสกระบือกับคลาสอาการ มีออฟเจคหรือพเพอร์ตีคือ hasSymptom และในทางกลับกัน คลาสอาการกับคลาสกระบือ มีออฟเจคหรือพเพอร์ตีคือ isSymptomOf ซึ่งแสดงถึงการสร้างความสัมพันธ์แบบสองทาง

จากนั้นทำการสร้างคาด้าไทป์หรือพเพอร์ตีเพื่อเพิ่มเมทาเด้าของแต่ละอินสแตนส์ที่เราต้องการใส่ค่าเฉพาะลงไป เช่น ค่าที่เป็นตัวเลข หรือค่าที่เป็นข้อความ เป็นต้น รายละเอียดดังรูปที่ 3.14



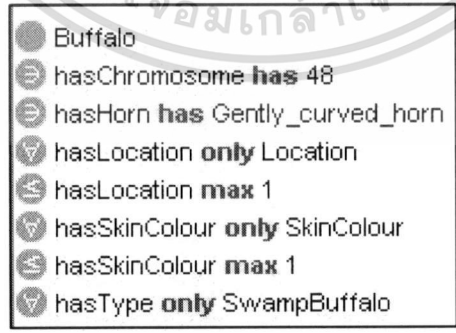
รูปที่ 3.14 แสดงการสร้างค้ำไทป์พร็อพเพอร์ตี้ใน โปรแกรมโปรเทจ

จากรูปที่ 3.14 เป็นการสร้างค้ำไทป์พร็อพเพอร์ตี้ เพื่อสร้างชนิดของข้อมูลสำหรับใส่ข้อมูลเฉพาะเข้าไป เช่น การสร้างค้ำไทป์พร็อพเพอร์ตี้ hasChromosome ให้กับคลาสกระบือ เพื่อสร้างค่าของจำนวนโครโมโซมที่เป็นตัวเลขให้กับอินสแตนส์ของคลาสกระบือ เป็นต้น

หลังจากที่ได้ทำการสร้างคลาส ออฟเจกต์พร็อพเพอร์ตี้และค้ำไทป์พร็อพเพอร์ตี้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการสร้างเงื่อนไข (Condition) ก่อนที่จะสร้างอินสแตนส์ เนื่องจากการกำหนดเงื่อนไขของข้อเท็จจริง (Facts) ทำให้ขั้นตอนการใส่อินสแตนส์มีความถูกต้องมากขึ้น และไม่ต้องเสียเวลาในการเพิ่มเมทาตาต้าของอินสแตนส์ในกรณีทีอินสแตนส์แต่ละตัวมีเมทาตาต้าที่เหมือนกัน ซึ่งหากว่าเรากำหนดเงื่อนไขถูกต้อง เมทาตาต้าของแต่ละอินสแตนส์จะทำการเพิ่มเข้ามาให้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในออนโทโลยีโรคกระบือมีรายละเอียดดังนี้

### 3.2.2 การเพิ่มเงื่อนไขในคลาสและซับคลาสในออนโทโลยี

#### 3.2.2.1 เงื่อนไขของซับคลาสกระบือปลัก



รูปที่ 3.15 แสดงเงื่อนไขของซับคลาสกระบือปลักที่ได้กำหนดไว้ใน โปรแกรมโปรเทจ

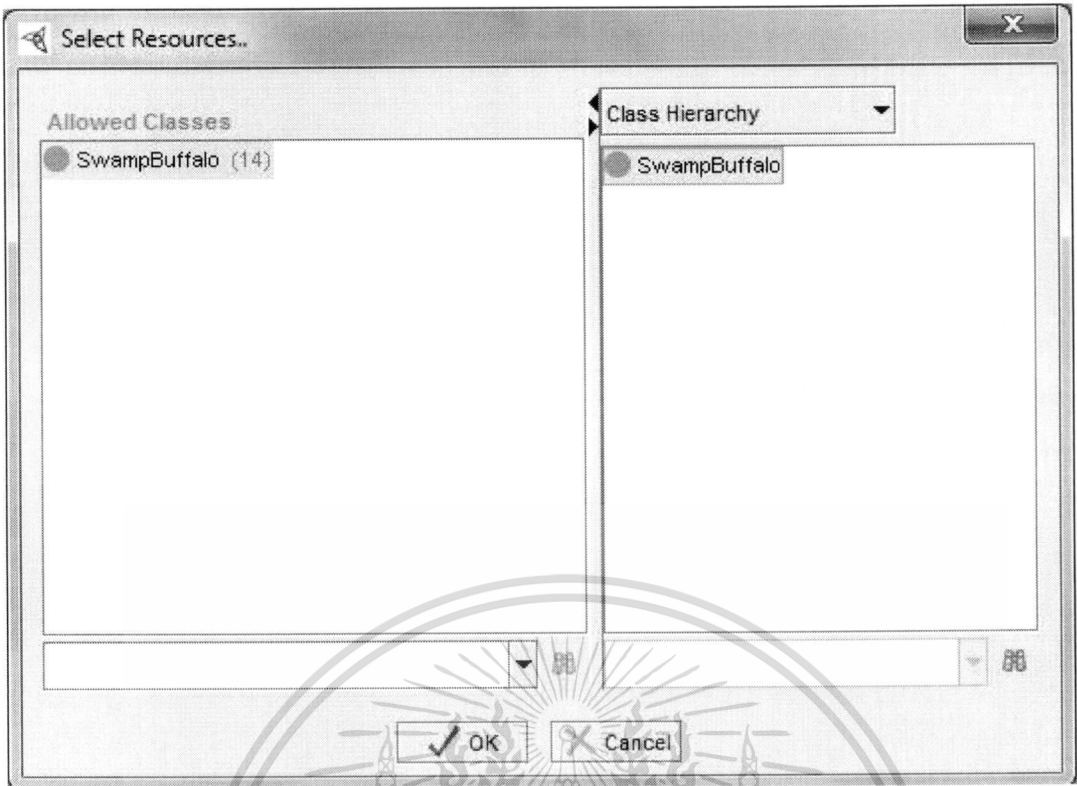
จากรูปที่ 3.15 สามารถอธิบายได้ว่าเมทาด้าของกระบือปลักที่จะต้องมียีนจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 48 มีลักษณะของเขาโค้งมน เป็นพันธุ์กระบือปลัก และมีการใช้ประโยชน์จากเนื้อ ทำเป็นเชื้อเพลิง ปุ๋ย และใช้แรงงาน เป็นต้น

<b>hasChromosome</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Value</th> <th>Type</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>48</td> <td>int</td> </tr> </tbody> </table>	Value	Type	48	int	<b>hasLocation</b> <input type="text"/> <b>hasSkinColour</b> <input type="text"/>	<b>hasSymptom</b> <input type="text"/>
Value	Type					
48	int					
<b>hasSpecies</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Value</th> <th>Lang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Value	Lang			<b>hasDisease</b> <input type="text"/>	<b>hasType</b> <input type="text"/>
Value	Lang					
<b>hasSubSpecies</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Value</th> <th>Lang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Value	Lang			<b>hasHorn</b> <input checked="" type="checkbox"/> Gently_curved_horn	<b>hasUtilization</b> <input type="text"/>
Value	Lang					

รูปที่ 3.16 แสดงการเพิ่มอินสแตนซ์ที่มีเงื่อนไขของ subclass กระบือแม่น้ำใน โปรแกรมโปรเทจ

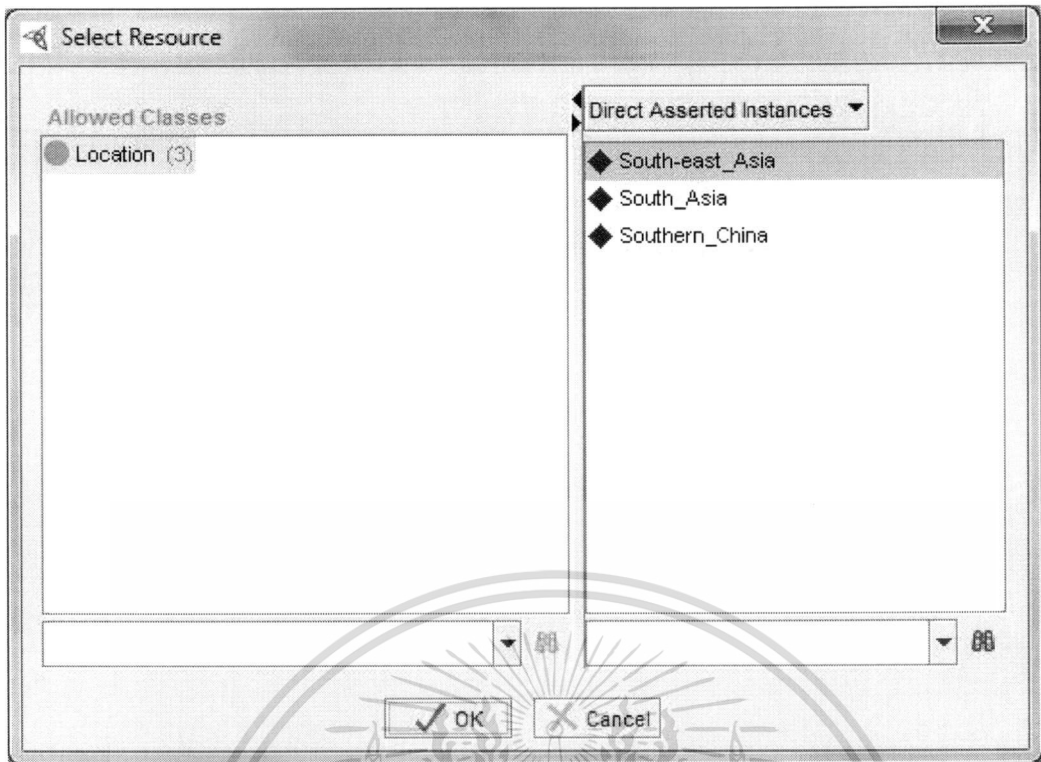
จากรูปที่ 3.16 เมื่อเราทำการเพิ่มอินสแตนซ์ใหม่เข้าไป ข้อมูลที่เราได้กำหนดเงื่อนไขไว้ จะทำการเพิ่มไว้ในฟิลด์แต่ละฟิลด์ไว้อย่างอัตโนมัติ เช่น การเพิ่มอินสแตนซ์ของ subclass กระบือปลัก โปรแกรมจะทำการเพิ่มเมทาด้าในฟิลด์ของจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 48 และฟิลด์ของลักษณะเขาเป็นเขาโค้งมนให้อย่างอัตโนมัติ ส่วนฟิลด์ของสถานที่และสีผิว จะต้องทำการเลือกอินสแตนซ์เพิ่มเข้าไป ซึ่งกระบือหนึ่งตัวสามารถอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือจีนตอนใต้ โดยสามารถเลือกได้เพียงที่เดียว โดยกำหนดไว้ว่าถ้ากระบือตัวที่ 1 อยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จะต้องไม่อยู่ในจีนตอนใต้ ซึ่งฟิลด์ของสถานที่นี้กำหนดให้ใส่ได้เพียงค่าเดียวเท่านั้น เช่นเดียวกับสีผิว มีสีผิวได้เพียงสีเดียว ซึ่งจะเป็นสีดำ หรือสีเทาดำ หรือสีเผือก

ส่วนเมทาด้าของพันธุ์กระบือจะไม่ขึ้นให้อัตโนมัติ เนื่องจากเมทาด้าที่ต้องการใส่เพิ่มเข้าไปไม่ได้เป็นอินสแตนซ์ แต่เป็น subclass ของ class กระบือ จึงต้องทำการเพิ่มเมทาด้าในช่องฟิลด์ของ hasType จากนั้นหน้าต่างจะแสดง subclass ของกระบือปลักให้เลือกเพียง subclass เดียว ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการกำหนดเงื่อนไขในการป้องกันการเพิ่มเมทาด้าที่ผิดพลาดของผู้ใช้ ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงการเพิ่มเมทาดาต้าที่เป็นซับคลาสของคลาสกระบือปลักในโปรแกรมโปรเจก

จากรูปที่ 3.17 เป็นการเพิ่มอินสแตนซ์ที่เป็นคลาสของซับคลาสกระบือปลักในโปรแกรมโปรเจก ซึ่งหน้าต่างเพิ่มเมทาดาต้าจะขึ้นซับคลาสของกระบือปลัก เป็นผลมาจากการสร้างเงื่อนไขให้แสดงขอบเขตของเมทาดาต้าที่ต้องเพิ่มเท่านั้น เพื่อป้องกันการเพิ่มเมทาดาต้าที่ผิดพลาด



รูปที่ 3.18 แสดงการเพิ่มเมทาดาต้าที่เป็นอินสแตนส์ในโปรแกรม โปรเทจ

รูปที่ 3.18 เป็นการเพิ่มเมทาดาต้าที่เป็นอินสแตนส์ในโปรแกรม โปรเทจ ซึ่งหน้าต่างเพิ่มอินสแตนส์จะขึ้นอินสแตนส์ของคลาสสถานที่เท่านั้น เป็นผลมาจากการสร้างเงื่อนไขให้แสดงขอบเขตของข้อมูลที่ต้องเพิ่มเท่านั้น เพื่อป้องกันการเพิ่มเมทาดาต้าที่ผิดพลาดเช่นกัน

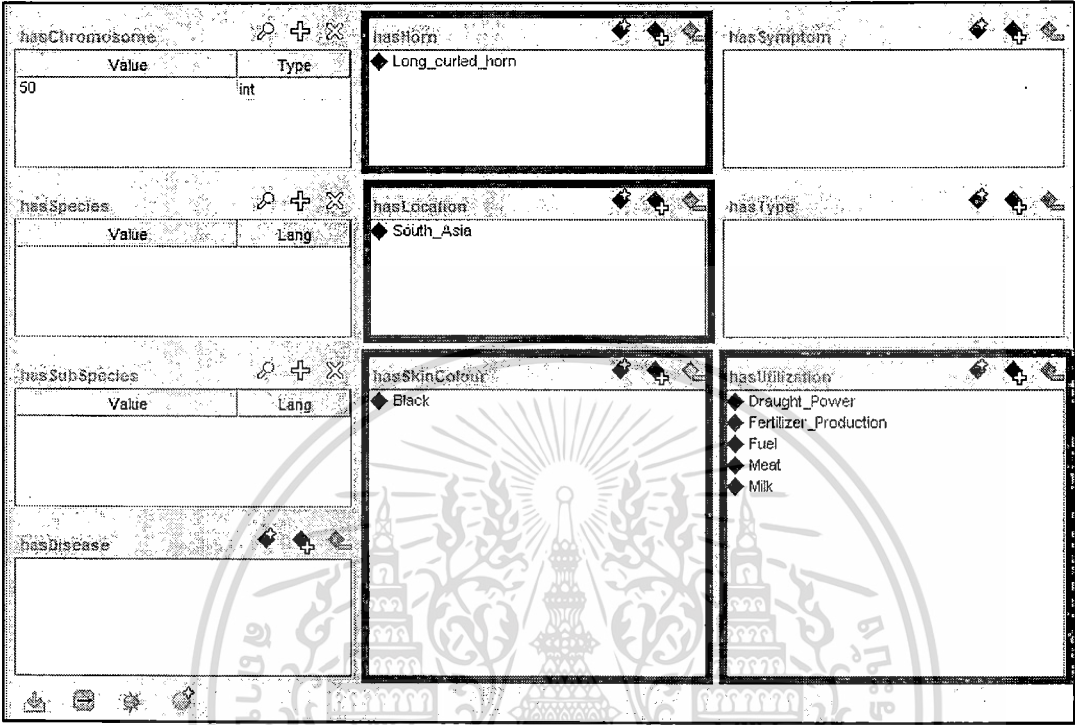
### 3.2.2.2) เงื่อนไขของชั้นคลาสกระบือแม่น้ำ



รูปที่ 3.19 แสดงเงื่อนไขของชั้นคลาสกระบือแม่น้ำที่ได้กำหนดไว้ใน โปรแกรม โปรเทจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

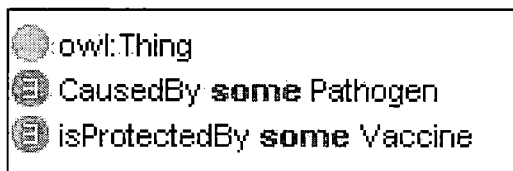
จากรูปที่ 3.19 สามารถอธิบายได้ว่าเมทาด้าของกระบือแม่น้ำที่จะต้องมียีนคือจำนวนโครโมโซมเท่ากับ 50 มีลักษณะของเขายาวโค้งงอ อยู่ในเอเชียใต้ มีสีผิวเป็นสีดำ เป็นกระบือแม่น้ำ และมีการใช้ประโยชน์จากเนื้อ นม ทำเป็นเชื้อเพลิง ปุ๋ย และใช้แรงงาน เป็นต้น



รูปที่ 3.20 แสดงการเพิ่มอินแดนส์ที่มีเงื่อนไขของซัพคลาสกระบือแม่น้ำในโปรแกรมโปรเทจ

จากรูปที่ 3.20 ช่องการใส่เมทาด้าของข้อมูลกระบือแม่น้ำที่กล่าวมา เมื่อเราทำการเพิ่มอินสแต๊สใหม่เข้าไป ข้อมูลที่เราได้กำหนดเงื่อนไขไว้ จะทำการเพิ่มไว้ในฟิลด์แต่ละฟิลด์ไว้อย่างอัตโนมัติ

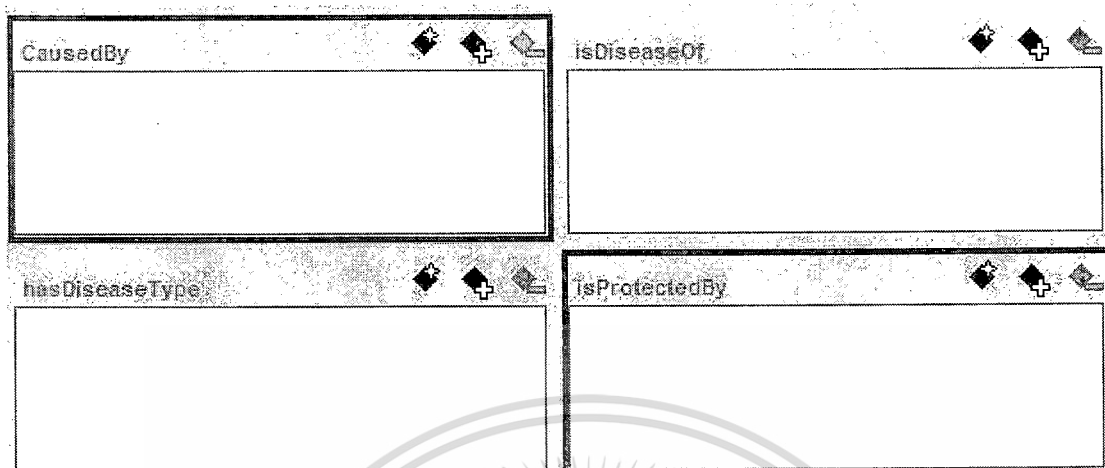
3.2.2.3) เงื่อนไขของโรค



รูปที่ 3.21 แสดงเงื่อนไขของคลาสโรคที่ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมโปรเทจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.21 สามารถอธิบายได้ว่าเมทาด้าของโรคจะต้องเกิดจากเชื้อก่อโรคตัวใดตัวหนึ่ง และมีต้องมีวัคซีนชนิดหนึ่งป้องกันโรคนั้น



รูปที่ 3.22 แสดงการเพิ่มอินแดนส์ที่มีเงื่อนไขของซัพคลาสโรคในโปรแกรมโปรเทจ

จากรูปที่ 3.22 ฟิวด์ของ `CausedBy` และ `isProtectedBy` จะมีขอบสีแดง เพื่อเป็นการเตือนผู้ใช้งานว่าจะต้องเพิ่มเมทาด้าในช่องนี้ และจะแสดงคลาสที่กำหนดให้ใส่เท่านั้น เพื่อป้องกันการใส่ข้อมูลที่ผิดพลาดของผู้ใช้

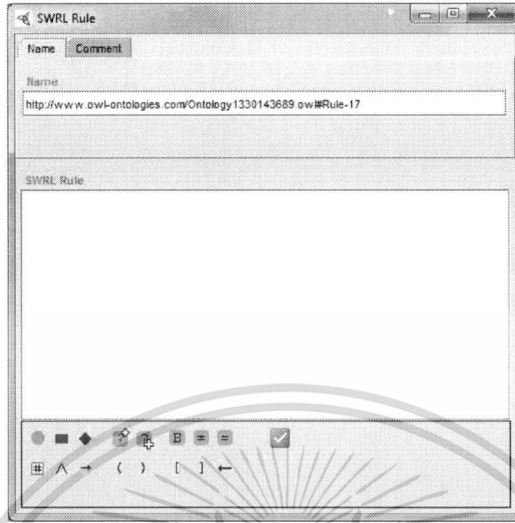
### 3.3 การสร้างกฎในออนโทโลยี

เมื่อทำการออกแบบและสร้างออนโทโลยีโรคกระบือแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการทดสอบการค้นคืนว่าออนโทโลยีที่ได้สร้างเสร็จนั้น มีความถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ และสามารถค้นคืนสารสนเทศได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด ก่อนทำการทดสอบการค้นคืนสได้้นั้น จะต้องทำการสร้างกฎด้วย SWRL ในออนโทโลยีก่อน เพื่อให้ SQWRL สามารถทำการค้นคืนสารสนเทศในออนโทโลยีได้

ดังที่กล่าวมาแล้วว่าการสร้างกฎมีประโยชน์ในค้นคืนสารสนเทศและสามารถอนุมานคำตอบได้ ดังนั้น ออนโทโลยีโรคกระบือจึงต้องมีการสร้างกฎเพื่อตอบโจทย์ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้ เช่น พันธุ์ของกระบือมีอะไรบ้าง, กระบือแต่ละพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเท่าไร, ลักษณะของกระบือแต่ละพันธุ์เป็นอย่างไร, กระบือแต่ละพันธุ์อยู่ที่ใด, กระบือมีโรคอะไรบ้าง, โรคที่เป็นโรคติดตัวของกระบือมีโรคอะไรบ้าง, โรคกระบือเกิดจากเชื้ออะไรบ้าง, เชื้อก่อโรคของแต่ละโรคเป็นประเภทอะไร, โรคแต่ละโรคมีอาการอะไรบ้าง, ประเภทของโรคกระบือมีอะไรบ้าง, โรคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัคซีนใดป้องกันได้บ้าง ซึ่งหน้าทางการสร้างกฎมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.24 และกฎต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นในออนโทโลยีโรคกระบือ มีรายละเอียดดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.23 แสดงการสร้างกฎในโปรแกรมโปรเทจ

```

→ Disease(?d) ∧ CausedBy(?d, ?pathogen) ∧ hasPathogenType(?pathogen, ?pt) → sqwrl:select(?d, ?pathogen, ?pt)
→ Buffalo(?b) ∧ hasDisease(?b, ?d) ∧ hasSymptom(?b, ?s) → sqwrl:selectDistinct(?d, ?s) ∧ sqwrl:columnNames("Di
→ Buffalo(?b) ∧ hasType(?b, ?t) ∧ hasLocation(?b, ?location) → sqwrl:selectDistinct(?t, ?location) ∧ sqwrl:orderBy(?
→ Buffalo(?b) ∧ hasType(?b, ?t) ∧ hasSkinColour(?b, ?c) ∧ hasHorn(?b, ?h) ∧ hasLocation(?b, ?location) → sqwrl:s
→ Buffalo(?b) ∧ hasDisease(?b, ?d) → sqwrl:selectDistinct(?d) ∧ sqwrl:columnNames("Disease Name")
→ Buffalo(?x) ∧ hasType(?x, ?t) → sqwrl:selectDistinct(?t) ∧ sqwrl:columnNames("Buffalo Type")
→ Disease(?d) ∧ hasDiseaseType(?d, ?dt) → sqwrl:selectDistinct(?dt, ?d) ∧ sqwrl:columnNames("Disease Type") ∧ s
→ Pathogen(?p) ∧ hasPathogenType(?p, ?pt) → sqwrl:selectDistinct(?pt) ∧ sqwrl:columnNames("Pathogen Type")
→ Buffalo(?b) → sqwrl:select(?b) ∧ sqwrl:columnNames("Buffalo")
→ Buffalo(?b) ∧ hasSymptom(?b, ?s) ∧ hasDisease(?b, ?d) → sqwrl:select(?b, ?s, ?d) ∧ sqwrl:orderBy(?d) ∧ sqwrl
→ Buffalo(?b) ∧ hasType(?b, ?t) ∧ hasChromosome(?b, ?c) → sqwrl:selectDistinct(?t, ?c) ∧ sqwrl:columnNames("Bu
→ Buffalo(?b) ∧ hasUtilization(?b, ?u) * sqwrl:makeSet(?s, ?u) * sqwrl:min(?first, ?s) → sqwrl:select(?first)
→ Disease(?d) ∧ isProtectedBy(?d, ?p) → sqwrl:select(?d, ?p) ∧ sqwrl:columnNames(" Disease Name") ∧ sqwrl:colu

```

รูปที่ 3.24 แสดงกฎต่าง ๆ ของออนโทโลยีโรคกระบือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.24 สามารถอธิบายรายละเอียดต่าง ๆ ของกฎได้ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การอธิบายกฎ

ชื่อกฎ	กฎ	คำอธิบาย
BacteriaRule	$Bacteria(?b) \wedge isCauseOf(?b, ?d) \rightarrow sqwrl:select(?d, ?b) \wedge sqwrl:orderBy(?d)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่าแบคทีเรียเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคใดได้บ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าถ้าแบคทีเรียตัวใดตัวหนึ่ง และแบคทีเรียดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่อโรคของแบคทีเรียนั้น
BacteriaTypeRule	$Bacteria(?bt) \wedge hasBacteriaType(?bt, ?btt) \rightarrow sqwrl:select(?bt, ?btt) \wedge sqwrl:orderBy(?bt)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่าชนิดของแบคทีเรียมีอะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าถ้าแบคทีเรียตัวใดตัวหนึ่ง และแบคทีเรียดังกล่าวมีชนิดใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่อชนิดของแบคทีเรียนั้น
BuffaloTypeRule	$Buffalo(?x) \wedge hasType(?x, ?t) \rightarrow sqwrl:selectDistinct(?t) \wedge sqwrl:columnNames("Buffalo Type")$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่าพันธุ์ของกระบือมีอะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าถ้ากระบือตัวใดตัวหนึ่ง และกระบือดังกล่าวมีพันธุ์ใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่อพันธุ์ของกระบือนั้น
BuffaloCharacterRule	$Buffalo(?b) \wedge hasType(?b, ?t) \wedge hasSkinColour(?b, ?c) \wedge hasHorn(?b, ?h) \rightarrow sqwrl:selectDistinct(?t, ?c, ?h) \wedge sqwrl:orderBy(?t) \wedge sqwrl:columnNames("Buffalo Type", "Colour", "Horn Characteristic")$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่ากระบือแต่ละพันธุ์มีลักษณะอย่างไร ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่ากระบือตัวใดตัวหนึ่ง และมีพันธุ์ใด ๆ ก็ตาม และมีสีผิวใด ๆ ก็ตาม และมีลักษณะเขาใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงสีผิวและลักษณะเขาของพันธุ์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ชื่อกฎ	กฎ	คำอธิบาย
ChromosomeRule	$\text{Buffalo}(?b) \wedge \text{hasType}(?b, ?t)$ $\wedge \text{hasChromosome}(?b, ?c) \rightarrow$ $\text{sqwrl:selectDistinct}(?t, ?c) \wedge$ $\text{sqwrl:columnNames}(\text{"Buffalo$ $\text{Type"}, \text{"Chromosome"})$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยว่า กระบือแต่ละพันธุ์มีจำนวนโครโมโซมเท่าไร ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่ากระบือตัวใดตัวหนึ่ง และมีพันธุ์ใด ๆ ก็ตาม และมีโครโมโซมใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงโครโมโซมของพันธุ์นั้น
ContagiousDiseaseRule	$\text{ContagiousDisease}(?cd) \rightarrow$ $\text{sqwrl:select}(?cd) \wedge$ $\text{sqwrl:orderBy}(?cd)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยว่า โรคติดต่อของกระบือมีโรคอะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าโรคติดต่อโรคใดโรคหนึ่ง ให้แสดงโรคติดต่อนั้นทั้งหมด
DiseaseRule	$\text{Buffalo}(?b) \wedge \text{hasDisease}(?b,$ $?d) \rightarrow$ $\text{sqwrl:selectDistinct}(?d) \wedge$ $\text{sqwrl:columnNames}(\text{"Disease$ $\text{Name"})$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยว่า กระบือสามารถเป็นโรคอะไรได้บ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่า กระบือตัวใดตัวหนึ่ง และมีโรคใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่อโรคของกระบือนั้น
DiseaseTypeRule	$\text{Disease}(?d) \wedge$ $\text{hasDiseaseType}(?d, ?dt) \rightarrow$ $\text{sqwrl:selectDistinct}(?dt, ?d) \wedge$ $\text{sqwrl:columnNames}(\text{"Disease$ $\text{Type"}) \wedge$ $\text{sqwrl:columnNames}(\text{"Disease$ $\text{Name"})$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยว่า ชนิดของโรคมีอะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าโรคใดโรคหนึ่ง และมีชนิดใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชนิดของโรคนั้น

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ชื่อกฎ	กฎ	คำอธิบาย
LocationRule	$\text{Buffalo}(?b) \wedge \text{hasType}(?b, ?t)$ $\wedge \text{hasLocation}(?b, ?\text{location})$ $\rightarrow \text{sqwrl:selectDistinct}(?t,$ $?location) \wedge \text{sqwrl:orderBy}(?t)$ $\wedge$ $\text{sqwrl:columnNames}(\text{"Buffalo$ $\text{Type"}, \text{"Location"})$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทก์ว่า กระบือแต่ละพันธุ์สามารถพบได้ใน สถานที่ใดบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถ อธิบายได้ว่ากระบือตัวใดตัวหนึ่ง และ มีพันธุ์ใด ๆ ก็ตาม และอยู่ในสถานที่ ใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงสถานที่ที่อยู่ของ พันธุ์นั้น
LiveVaccineRule	$\text{LiveVaccine}(?lv) \wedge$ $\text{canProtect}(?lv, ?cp) \rightarrow$ $\text{sqwrl:selectDistinct}(?cp)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทก์ว่า วัคซีนเชื้อเป็นสามารถป้องกันโรค อะไรได้บ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบาย ได้ว่าวัคซีนเชื้อเป็นตัวใดตัวหนึ่งและ สามารถป้องกันโรคใด ๆ ก็ตาม ให้ แสดงโรคที่วัคซีนเชื้อเป็นป้องกันได้
ParasiteRule	$\text{Parasite}(?ps) \wedge \text{isCauseOf}(?ps,$ $?d) \rightarrow \text{sqwrl:select}(?d, ?ps) \wedge$ $\text{sqwrl:orderBy}(?d)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทก์ว่า ปรสิตเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคใดได้ บ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าถ้า ปรสิตตัวใดตัวหนึ่ง และ ปรสิต ดังกล่าวเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่อโรคของปรสิตนั้น
ParasiteTypeRule	$\text{Parasite}(?ps) \wedge$ $\text{hasParasiteType}(?ps, ?pst) \rightarrow$ $\text{sqwrl:select}(?ps, ?pst) \wedge$ $\text{sqwrl:orderBy}(?ps)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทก์ว่าชนิด ของปรสิตมีอะไรบ้าง ซึ่งจากกฎ สามารถอธิบายได้ว่าปรสิตตัวใดตัว หนึ่ง และมีชนิดใด ๆ ก็ตาม ให้แสดง ชนิดของปรสิตนั้น

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ชื่อกฎ	กฎ	คำอธิบาย
PathogenRule	Disease(?d) $\wedge$ CausedBy(?d, ?c) $\rightarrow$ sqwrl:select(?d, ?c)	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่าโรค กระปือเกิดจากเชื้ออะไรบ้าง ซึ่งจากกฎ สามารถอธิบายได้ว่าโรคนิดใดชนิดหนึ่ง และเกิดจากเชื้อก่อโรคใดๆ ก็ตาม ให้แสดง ชื่อโรคและชื่อเชื้อก่อโรคนั้น
PathogenTypeRule	Pathogen(?p) $\wedge$ hasPathogenType(?p, ?pt) $\rightarrow$ sqwrl:selectDistinct(?p, ?pt)	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่าเชื้อก่อโรค ของแต่ละโรคเป็นเชื้อก่อโรคประเภท อะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าเชื้อ ก่อโรคนิดใดชนิดหนึ่ง และเชื้อก่อโรค ดังกล่าวมีประเภทเชื้อก่อโรคใดๆ ก็ตาม ให้ แสดงเชื้อก่อโรคและประเภทของเชื้อก่อโรค นั้น
SymptomRule	Buffalo(?b) $\wedge$ hasDisease(?b, ?d) $\wedge$ hasSymptom(?b, ?s) $\rightarrow$ sqwrl:selectDistinct(?d, ?s) $\wedge$ sqwrl:columnNames("Dis ease Name", "Symptom")	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่าโรคแต่ละ โรคมีอาการอะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถ อธิบายได้ว่าถ้ากระปือชนิดใดชนิดหนึ่ง และ กระปือดังกล่าวมีโรคและอาการใดๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่ออาการของกระปือชนิดนั้น
UtilizationRule	Buffalo(?b) $\wedge$ hasType(?b, ?t) $\wedge$ hasUtilization(?b, ?u) $\rightarrow$ sqwrl:selectDistinct(?t, ?u) $\wedge$ sqwrl:columnNames("Buf falo Type", "Utilization")	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่ากระปือแต่ ละพันธุ์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ อะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่า กระปือตัวใดตัวหนึ่ง และมีชนิดใด ๆ ก็ตาม และมีการใช้ประโยชน์ใด ๆ ก็ตาม ให้แสดง การใช้ประโยชน์ของพันธุ์นั้น

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ชื่อกฎ	กฎ	คำอธิบาย
VaccineRule	$Disease(?d) \wedge$ $isProtectedBy(?d, ?p) \rightarrow$ $sqwrl:select(?d, ?p) \wedge$ $sqwrl:columnNames(" Disease$ $Name", " Vaccine") \wedge$ $sqwrl:orderBy(?d)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่า วัคซีนสามารถป้องกันโรคอะไรได้บ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่า วัคซีนตัวใดตัวหนึ่งและสามารถป้องกันโรคใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่อโรคที่วัคซีนป้องกันได้
VaccineTypeRule	$Vaccine(?v) \wedge$ $hasVaccineType(?v, ?vt) \rightarrow$ $sqwrl:selectDistinct(?vt)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยว่าชนิดของวัคซีนมีอะไรบ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าวัคซีนตัวใดตัวหนึ่ง และมีชนิดใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชนิดของวัคซีนนั้น
VirusRule	$Virus(?v) \wedge isCauseOf(?v, ?d)$ $\rightarrow sqwrl:select(?d, ?v) \wedge$ $sqwrl:orderBy(?d)$	เป็นการสร้างกฎเพื่อตอบโจทยที่ว่า ไวรัสเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคใดได้บ้าง ซึ่งจากกฎสามารถอธิบายได้ว่าถ้าไวรัสตัวใดตัวหนึ่ง และ ไวรัสดังกล่าว เป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคใด ๆ ก็ตาม ให้แสดงชื่อโรคของไวรัสนั้น

เมื่อสร้างออนโทโลยีโรคกระบือเรียบร้อยแล้ว สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของอาร์ดีเอฟเอ็ชเอ็มแอล ซึ่งใน ณ ที่นี้จะแสดงให้เห็นเพียงบางส่วนของออนโทโลยีได้ดังนี้

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:assert="http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:sqwrl="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-ins/3.4/sqwrl.owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1330143689.owl#"
  xmlns:swrla="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl#"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1330143689.owl">
  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports rdf:resource="http://www.owl-ontologies.com/assert.owl"/>
    <owl:imports
rdf:resource="http://swrl.stanford.edu/ontologies/3.3/swrla.owl"/>
    <owl:imports rdf:resource="http://sqwrl.stanford.edu/ontologies/built-
ins/3.4/sqwrl.owl"/>
  </owl:Ontology>
  <owl:Class rdf:ID="Virus">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class>
        <owl:complementOf>
          <owl:Class rdf:ID="Parasite"/>
        </owl:complementOf>
      </owl:Class>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  .....
  .....
  .....
  <Internal_Parasite rdf:ID="Nematode">
    <isCauseOf>
      <ContagiousDisease rdf:ID="Nematode_Disease">
        <hasDiseaseType rdf:resource="#ContagiousDisease"/>
        <CausedBy rdf:resource="#Nematode"/>
      </ContagiousDisease>
    </isCauseOf>
  </Internal_Parasite>
</rdf:RDF>
```

รูปที่ 3.25 ออนโทโลยีโรคกระบือในรูปแบบของอาร์ดีเอฟเอ็ชเอ็มแอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

ซึ่งสามารถนำเอกสารอาร์ดีเอฟเอ็ชเอ็มแอลดังกล่าวนี้มาใช้ในการค้นคืนสารสนเทศโรค  
กระป๋อง โดยใช้ภาษา SQWRL เป็นภาษาค้นคืนและเข้าถึงสารสนเทศ

### 3.1.2 การบรรยายออนโทโลยีโดยภาษา OWL

#### 3.1.2.1 การกำหนดเนมสเปซ (Name Space)

เพื่อใช้ในการอ้างอิงเอกสาร การกำหนดเนมสเปซที่เขียนด้วยภาษา OWL แสดงในภาพที่ 3.28

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1328848925.owl#"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/Ontology1328848925.owl"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:xsp="http://www.owl-ontologies.com/2005/08/07/xsp.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  >
```

รูปที่ 3.26 การกำหนดเนมสเปซด้วยภาษา OWL

#### 3.1.2.1 การอธิบายคลาส

ใช้อ้างอิงในลักษณะลำดับชั้นในฐานะข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยคำสั่งดังที่ปรากฏในตาราง 3.4

ตารางที่ 3.4 การอธิบายคลาส

ภาษา OWL	คำอธิบาย
owl:class	ใช้บรรยายคลาสซึ่งใช้อ้างอิงไปยังฐานข้อมูล
owl:subClassOf	ใช้บรรยายคลาสย่อยซึ่งใช้อ้างอิงไปยังคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ใช้สร้างตาราง
owl:onProperty	ใช้บรรยายคุณสมบัติคลาสซึ่งใช้อ้างอิงไปยังฟิลด์ข้อมูลตาราง
owl:allValueFrom	ใช้บรรยายประเภทข้อมูลซึ่งใช้อ้างอิงประเภทฟิลด์ที่ถูกสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

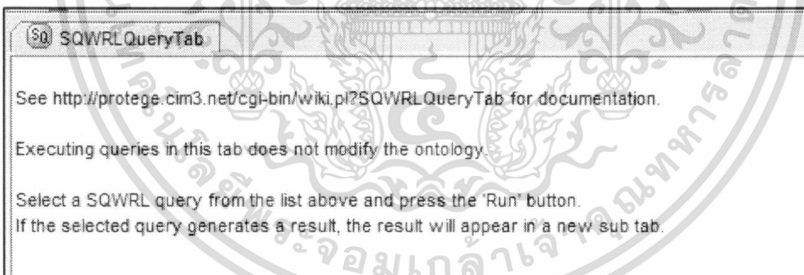
## บทที่ 4

# การทดสอบการค้นคืนสารสนเทศด้วยออนโทโลยี

เมื่อทำการออกแบบและสร้างออนโทโลยีโรครกระบือแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการทดสอบการค้นคืนว่าออนโทโลยีที่ได้สร้างเสร็จนั้น มีความถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ และสามารถค้นคืนสารสนเทศได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด สามารถตอบ โจทย์จากการวิเคราะห์ความต้องการออนโทโลยีโรครกระบือได้หรือไม่

### 4.1 การทดสอบการค้นคืนสารสนเทศด้วยออนโทโลยี

จากแถบเครื่องมือ SWRL เมื่อเราได้สร้างกฎเรียบร้อยแล้ว สามารถตรวจสอบความถูกต้องจากการสร้างกฎโดยการทำการค้นคืนสารสนเทศที่มีอยู่ในออนโทโลยี ในแถบเครื่องมือ SQWRL Query Tab ดังรูปที่ 4.1 หากต้องการทดสอบการค้นคืนสามารถทำได้โดยเลือกกฎที่ต้องการทดสอบ หลังจากนั้นกดปุ่ม Run เพื่อทำการค้นคืน และสามารถดูรายละเอียดการค้นคืนได้ที่แถบเครื่องมือการค้นคืน ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงแถบเครื่องมือ SQWRL Query Tab

Disease Name	Pathogen Name	Pathogen Type
Brucellosis	Brucella	Bacteria
Salmonellosis	Salmonella_spp.	Bacteria
Anthrax	Bacillus_anthraxis	Bacteria
Leptospirosis	Leptospira_spp.	Bacteria
Haemorrhagic_Septicemia	Pasteurella_multocida	Bacteria
Tetanus	Clostridium_tetani	Bacteria
Food_and_Mouth_Disease	Viruses	Virus

รูปที่ 4.2 ภาพแสดงผลการค้นคืนสารสนเทศในออนโทโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบการค้นคืนสารสนเทศออนไลน์โพลีโรครกระบือ สามารถทดสอบได้จากกฎ และเงื่อนไขที่ได้สร้างขึ้น โดยมีความสัมพันธ์กันของคลาสที่เกี่ยวข้อง เพื่อคิวรีข้อมูลหรือสารสนเทศที่ต้องการออกมาแสดง โดยตรวจสอบความถูกต้องว่าตรงตามวัตถุประสงค์ของความต้องการออนไลน์โพลีโรครกระบือหรือไม่ โดยมีรายละเอียดต่างๆ ของการทดสอบการค้นคืนสารสนเทศ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดสอบการค้นคืนสารสนเทศออนไลน์โพลีโรครกระบือ

คำถาม (Requirement)	คลาสที่เกี่ยวข้อง	กฎที่เกี่ยวข้อง	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการทดสอบ
กระบือแต่ละสายพันธุ์มีโครโมโซมเท่าไร	คลาสกระบือ	ChromosomeRule	แสดงจำนวนโครโมโซมของแต่ละพันธุ์	ทำงานถูกต้อง
กระบือมีกี่สายพันธุ์อะไรบ้าง	คลาสกระบือ	BuffaloTypeRule	แสดงชื่อสายพันธุ์ของกระบือ	ทำงานถูกต้อง
กระบือแต่ละสายพันธุ์มีลักษณะเป็นอย่างไร	คลาสกระบือ	BuffaloCharacterRule	แสดงลักษณะต่างๆ ของกระบือแต่ละสายพันธุ์	ทำงานถูกต้อง
กระบือแต่ละสายพันธุ์สามารถพบได้ที่สถานที่ใดบ้าง	คลาสกระบือ	LocationRule	แสดงสถานที่พบสายพันธุ์แต่ละสายพันธุ์	ทำงานถูกต้อง
กระบือสามารถเป็นโรคอะไรได้บ้าง	คลาสกระบือและคลาสโรค	DiseaseRule	แสดงชื่อโรคทั้งหมดของกระบือ	ทำงานถูกต้อง
กระบือแต่ละสายพันธุ์สามารถใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง	คลาสกระบือและคลาสการใช้ประโยชน์	UtilizationRule	แสดงการใช้ประโยชน์ของกระบือแต่ละสายพันธุ์	ทำงานถูกต้อง
โรคที่เป็นโรคติดต่อของกระบือมีโรคอะไรบ้าง	คลาสกระบือและคลาสโรค	ContagiousDiseaseRule	แสดงชื่อโรคติดต่อของกระบือ	ทำงานถูกต้อง

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คำถาม (Requirement)	คลาสที่เกี่ยวข้อง	กฎที่เกี่ยวข้อง	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการทดสอบ
โรคกระป๋องมีกี่ประเภท อะไรบ้าง	คลาสโรค	DiseaseTypeRule	แสดงชื่อประเภทของโรคกระป๋อง	ทำงานถูกต้อง
โรคกระป๋องเกิดจากเชื้อก่อโรคอะไรบ้าง	คลาสโรคและคลาสเชื้อก่อโรค	PathogenRule	แสดงชื่อเชื้อก่อโรคของโรคกระป๋อง	ทำงานถูกต้อง
โรคกระป๋องเกิดจากแบคทีเรียแกรมบวกมีโรคอะไรบ้าง	คลาสโรคและคลาสเชื้อก่อโรค	BacteriaRule และ BacteriaTypeRule	แสดงชื่อโรคกระป๋องที่เกิดจากแบคทีเรียแกรมบวก	ทำงานถูกต้อง
โรคกระป๋องเกิดจากแบคทีเรียแกรมลบมีโรคอะไรบ้าง	คลาสโรคและคลาสเชื้อก่อโรค	BacteriaRule และ BacteriaTypeRule	แสดงชื่อโรคกระป๋องที่เกิดจากแบคทีเรียแกรมลบ	ทำงานถูกต้อง
โรคกระป๋องเกิดจากเชื้อก่อโรคอะไรบ้าง	คลาสโรคและคลาสเชื้อก่อโรค	PathogenRule	แสดงชื่อเชื้อก่อโรคของโรคกระป๋อง	ทำงานถูกต้อง
โรคกระป๋องแต่ละโรคมมีอาการอย่างไร	คลาสโรคและคลาสอาการ	SymptomRule	แสดงอาการของโรคกระป๋อง	ทำงานถูกต้อง
โรคกระป๋องที่เกิดจากแบคทีเรียมีอาการอย่างไร	คลาสอาการและคลาสเชื้อก่อโรค	SymptomRule และ BacteriaRule	แสดงอาการของโรคกระป๋องที่เกิดจากแบคทีเรีย	ทำงานถูกต้อง
โรคกระป๋องที่เกิดจากปรสิตมีอาการอย่างไร	คลาสอาการและคลาสเชื้อก่อโรค	SymptomRule และ ParasiteRule	แสดงอาการของโรคกระป๋องที่เกิดจากปรสิต	ทำงานถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คำถาม (Requirement)	คลาสที่ เกี่ยวข้อง	กฎที่เกี่ยวข้อง	ผลที่คาดว่าจะ ได้รับ	ผลการ ทดสอบ
โรคกระปือที่เกิด จากไวรัสมีอาการ อย่างไร	คลาส อาการและ คลาสเชื้อ ก่อโรค	SymptomRule และ VirusRule	แสดงอาการของ โรคกระปือที่เกิด จากไวรัส	ทำงานถูกต้อง
กระปือที่มีอาการ แห้งถูกเกิดจาก เชื้ออะไร และเป็น โรคอะไร	คลาส กระปือ คลาส อาการ คลาสเชื้อ ก่อโรคและ คลาสโรค	SymptomRule PathogenRule และ DiseaseRule	แสดงชื่อเชื้อก่อ โรค และชื่อโรค ของอาการแห้งถูก	ทำงานถูกต้อง
กระปือที่มีอาการ เป็นแผลที่ปาก และเท้าเกิดจาก เชื้ออะไร และเป็น โรคอะไร	คลาส กระปือ คลาส อาการ คลาสเชื้อ ก่อโรคและ คลาสโรค	SymptomRule PathogenRule และ DiseaseRule	แสดงชื่อเชื้อก่อ โรค และชื่อโรค ของอาการเป็น แผลที่ปากและเท้า	ทำงานถูกต้อง
โรคกระปือที่เกิด จากเชื้อไวรัสมี โรคอะไรบ้าง	คลาสโรค และคลาส เชื้อก่อโรค	VirusRule	แสดงชื่อโรค กระปือที่เกิดจาก เชื้อไวรัส	ทำงานถูกต้อง
โรคกระปือ โรคใด ที่มีวัคซีนป้องกัน บ้าง	คลาสโรค และคลาส วัคซีน	VaccineRule	แสดงชื่อโรคที่มี วัคซีนป้องกันได้	ทำงานถูกต้อง
ประเภทของเชื้อ ก่อโรคมืออะไรบ้าง	คลาสเชื้อ ก่อโรค	PathogenTypeRule	แสดงประเภทของ เชื้อก่อโรค	ทำงานถูกต้อง
ประเภทของ แบคทีเรียมีกี่ชนิด อะไรบ้าง	คลาสเชื้อ ก่อโรค	BacteriaTypeRule	แสดงประเภทของ แบคทีเรีย	ทำงานถูกต้อง

## ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คำถาม (Requirement)	คลาสที่เกี่ยวข้อง	กฎที่เกี่ยวข้อง	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการทดสอบ
ประเภทของ ปรสิตมีกี่ชนิด อะไรบ้าง	คลาสเชื้อ ก่อโรค	ParasiteTypeRule	แสดงประเภทของ ปรสิต	ทำงานถูกต้อง
เชื้อก่อโรคแต่ละ ประเภทเป็น สาเหตุของโรค อะไรได้บ้าง	คลาสเชื้อ ก่อโรคและ คลาสโรค	PathogenRule และ PathogenTypeRule	แสดงประเภทของ เชื้อก่อโรคของ โรคกระป๋อง	ทำงานถูกต้อง
แบคทีเรียแต่ละ ประเภทก่อให้เกิด โรคอะไรบ้าง	คลาสเชื้อ ก่อโรคและ คลาสโรค	BacteriaRule และ BacteriaTypeRule	แสดงชื่อโรคที่เกิด แบคทีเรียแต่ละ ประเภท	ทำงานถูกต้อง
ปรสิตก่อให้เกิด โรคอะไรได้บ้าง	คลาสเชื้อ ก่อโรคและ คลาสโรค	ParasiteRule	แสดงรายชื่อโรคที่ เกิดจากปรสิต	ทำงานถูกต้อง
ปรสิตภายใน ก่อให้เกิดโรค อะไรได้บ้าง	คลาสเชื้อ ก่อโรคและ คลาสโรค	ParasiteRule และ ParasiteTypeRule	แสดงรายชื่อโรคที่ เกิดจากปรสิต ภายใน	ทำงานถูกต้อง
ประเภทของ วัคซีนมีอะไรบ้าง	คลาสวัคซีน	VaccineTypeRule	แสดงประเภท วัคซีน	ทำงานถูกต้อง
วัคซีนเชื้อเป็น สามารถป้องกัน โรคใดได้บ้าง	คลาสวัคซีน และคลาส โรค	LiveVaccineRule	แสดงชื่อโรค กระป๋องที่วัคซีนเชื้อ เป็นป้องกันได้	ทำงานถูกต้อง

## บทที่ 5

# สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการออกแบบและสร้างออนโทโลยีโรคกระบือ และการค้นหาสารสนเทศด้วยออนโทโลยี สามารถสรุปผล และเสนอแนะแนวทางเพื่อการพัฒนาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคตได้ดังนี้

### 5.1 สรุปผลการพัฒนาออนโทโลยีโรคกระบือ

จากการพัฒนาออนโทโลยีโรคกระบือ มี 9 คลาส 21 ความสัมพันธ์ และ 19 กฎ พบว่าการค้นหาสารสนเทศโรคกระบือนั้น มีความถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งต้องอาศัยการรวบรวมข้อมูล การจัดการคำศัพท์ในกลุ่มโดเมนเดียวกัน การกำหนดเงื่อนไข การกำหนดกฎความสัมพันธ์ในออนโทโลยีที่ถูกต้อง และการใส่รายละเอียดของข้อมูลเฉพาะต่าง ๆ เช่น ออฟเซตหรือเพอร์ตีและคาต้าไทป์หรือเพอร์ตี โดยรายละเอียดดังกล่าวมีผลต่อความถูกต้องของผลการค้นหาทั้งสิ้น และบางคำถามหรือวัตถุประสงค์อาจต้องใช้กฎความสัมพันธ์มากกว่าหนึ่งกฎเพื่อใช้ตอบคำถามนั้น เพื่อความครอบคลุมและความถูกต้องของคำตอบนั้นด้วย

### 5.2 เสนอแนะแนวทางเพื่อการพัฒนาเพิ่มเติมต่อไปในอนาคต

5.2.1 สามารถเพิ่มข้อมูลหรือเนื้อหาที่สำคัญ เพื่อให้มีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้นเพื่อประโยชน์ต่อการนำไปใช้ได้ และผลการค้นหาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.2.2 สามารถพัฒนาเป็นระบบค้นหาสารสนเทศ โดยการสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User interface) เพื่อให้บริการในรูปแบบเว็บเซอว์วิส หรือสามารถนำไปสร้างระบบแอปพลิเคชันเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล เว็บไซต์ หรือระบบงานขององค์กรเพื่อพัฒนาเป็นระบบสืบค้นต่อไป

## บรรณานุกรม

- ขจรเกียรติ ธรรมบุตร และสมชาย ปราการเจริญ. 2553. การพัฒนาระบบสืบค้นด้วยวิธีการออนไลน์ โทโลยี กรณีศึกษา ข้อมูลข่าวเกี่ยวกับพลังงาน. [Online] Available:  
[http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit\\_files/NCCIT-20113103031116.pdf](http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-20113103031116.pdf)
- ณัฐพล เรืองพวงศักดิ์. 2550. “การพัฒนาระบบฐานความรู้กรณีศึกษาข้อมูลทั่วไปกรมสรรพากร โดยการใช้เทคโนโลยีออนไลน์โทโลยี.” สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ครุณี ศรีนาคร. 2551. “ระบบค้นหาหนังสือเชิงความหมาย.” โครงการพัฒนาระบบงานวิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชนพล ตันติศรีปรีชา. 2553. “การใช้ออนไลน์โทโลยีเพื่อการค้นคืนคำพิพากษาศาลฎีกา.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประสพ บูรณมานัส. 2531. **กระเบื้องและการรักษา**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- พรฤดี เนติโสภาคกุล. 2554. **เทคโนโลยีการจัดการความรู้**. กรุงเทพฯ.
- เรวดี ศักดิ์คู่ลยธรรม. 2549. “ระบบฐานความรู้สมุนไพรรไทย โดยใช้เว็บออนไลน์โทโลยี.” โครงการพัฒนาระบบงานวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศูนย์สนเทศทางกระเป๋านานาชาติ. 2555. **เกี่ยวกับ IBIC**. [Online] Available:  
[http://ibic.lib.ku.ac.th/ibicth/index.php?option=com\\_content&view=article&id=19&Itemid=59](http://ibic.lib.ku.ac.th/ibicth/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=59)
- สลิล โทไวยะ และสมชาย ปราการเจริญ. 2553. การพัฒนาระบบสืบค้นฐานข้อมูลความรู้ในการแก้ไขปัญหาของระบบเครือข่ายแลนไร้สายด้วยเทคโนโลยีออนไลน์โทโลยี. [Online] Available:  
[http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit\\_files/NCCIT-2011220219.pdf](http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-2011220219.pdf)
- สิริรัตน์ ประภคติกฤษฎ์. 2550. “การสร้างต้นแบบออนไลน์โทโลยีของพืชสมุนไพรไทย.” สารนิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุกัญญา เขียววาปี. 2551. “การบูรณาการข้อมูลโดยใช้เว็บเซอร์วิสและออนไลน์โทโลยี.” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัศนีชัย ก่อตระกูล. 2550. การพัฒนาระบบสกัดข้อสนเทศและความรู้จากเอกสารไร้โครงสร้าง  
ภาษาไทย. [Online] Available: <http://naist.cpe.ku.ac.th/iknow/publication.php>

Henderson, J. S. W. 1984. **Water Buffalo Thesaurus**. Ottawa: International Development  
Research Centre.

Ross Cockrill, W. 1974. **The Husbandry and Health of the Domestic Buffalo**. Rome: FAO.

The National Center for Biomedical Ontology. 2011. **What is Protégé**. [Online] Available:  
<http://protege.stanford.edu/overview>

Thunkijjanukij, A. 2009. "Ontology Development for Agricultural Research Knowledge  
Management: A case study for Thai rice." Ph.D. Thesis, Kasetsart University.

W3C. 2011a. **Architectural and Philosophical Points**. [Online] Available:

<http://www.w3.org/DesignIssues/diagrams/sweb-stack/2006a.png>

W3C. 2011b. **SPARQL Query Language for RDF**. [Online] Available:

<http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

### อรรถาภิธานกระบวนที่เกี่ยวข้อกับโรคกระบือ

#### E. ANIMAL HEALTH

##### ANIMAL HEALTH

- \* AETIOLOGY
- \* BACTERIOLOGY
- \* DIAGNOSIS
- \* DISEASE PREVENTION
- \* EPIDEMIOLOGY
- \* IMMUNITY
- \* IMMUNOLOGY
- \* INJURIOUS FACTORS
- \* PHARMACOLOGY
- \* THERAPIES
- \* VETERINARY MEDICINE
- \* VIROLOGY

##### INJURIOUS FACTORS - DISEASES

- \* ANIMAL HEALTH
- \* AETIOLOGY
- \* DIAGNOSIS
- \* DISEASE-RELATED ECONOMIC LOSSES

##### - BACTERIOSES

- ACTINOBACILLOSIS
- ANAPLASMOSIS
- ANTHRAX
- BLACKQUARTER
- BOTULISM
- BRUCELLOSIS
- JOHNE'S DISEASE
- LEPROSY
- LEPTOSPIROSIS
- LISTERIOSIS
- MYCOPLASMOSIS
  - CONTAGIOUS BOVINE PLEUROPNEUMONIA
- PASTEURILLOSIS
  - HAEMORRHAGIC SEPTICAEMIA
- SALMONELLOSIS
- TAIL NECROSIS
- TETANUS
- TUBERCULOSIS
- VIBRIOSIS

- \* DISORDERS
- \* EPIDEMIOLOGY
- \* PARASITOSIS
- \* PATHOLOGY
- \* PHARMACOLOGY
- \* BACTERIA
- \* BACTERIOLOGY
- \* ACTINOBACILLUS
- \* ANAPLASMA
- \* BACILLUS ANTHRACIS
- \* CLOSTRIDIUM CHAUVOEI
- \* CLOSTRIDIUM BOTULINUM
- \* ABORTION
- \* ABORTUS BANG RING TEST
- \* BRUCELLA ABORTUS
- \* BRUCELLA MELITENSIS
- \* MYCOBACTERIUM JOHNEI
- \* MYCOBACTERIUM LEPRAE
- \* LEPTOSPIRA
- \* LISTERIA
- \* MYCOPLASMA
- \* MYCOPLASMA MYCOIDES
- \* PASTEURILLA
- \* PASTEURILLA MULTOCIDA
- \* SALMONELLA
- \* CORYNEBACTERIUM BOVIS
- \* CLOSTRIDIUM TETANI
- \* MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS
- \* VIBRIO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## (MICRO-ORGANISMS)

- BACTERIA
  - \* BACTERIOLOGY
  - \* BACTERIOSES
  - \* PROTOZOA
  - \* ACTINOBACILLOSIS
- ACTINOBACILLUS
- ACTINOMYCETALES
  - DERMATOPHILUS
  - MYCOBACTERIUM
    - MYCOBACTERIUM BOVIS
    - MYCOBACTERIUM JOHNEI
    - MYCOBACTERIUM LEPRÆ
    - MYCOBACTERIUM PARATUBERCULOSIS
    - MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS
  - \* JOHNE'S DISEASE
  - \* LEPROSY
  - \* TUBERCULOSIS
  - NOCARDIA
- BACILLACEAE
  - BACILLUS
    - BACILLUS ANTHRACIS
    - \* ANTHRAX
  - CLOSTRIDIUM
    - CLOSTRIDIUM BOTULINUM
    - \* BOTULISM
    - CLOSTRIDIUM CHAUVOEI
    - \* BLACKQUARTER
    - CLOSTRIDIUM GIGAS
    - \* OSTEOCHYLITIS BUBALORUM
    - CLOSTRIDIUM LOCHHEADII
    - CLOSTRIDIUM LONGISPORIUM
    - CLOSTRIDIUM TETANI
    - \* TETANUS
- BACTEROIDACEAE
- BACTEROIDES
- BRUCELLA
  - BRUCELLA ABORTUS
  - \* ABORTUS BANG RING TEST
  - \* BRUCELLOSIS
  - \* BRUCELLOSIS
  - BRUCELLA MELITENSIS
- BUTYRIVIBRIO
  - BUTYRIVIBRIO FIBRISOLVENS
- CHLAMYDIA
- CORYNEBACTERIUM
  - CORYNEBACTERIUM BOVIS
  - \* TAIL NECROSIS
  - CORYNEBACTERIUM EQUI
  - CORYNEBACTERIUM PSEUDOTUBERCULOSIS
- ENTEROBACTERIACEAE
  - ESCHERISCHIA
  - SALMONELLA
  - \* SALMONELLOSIS
  - LISTERIA
  - \* LISTERIOSIS
  - LISTERIA MONOCYTOGENES
- METHANOBACTERIACEAE
  - METHANOBACTERIUM RUMINANTIIUM
  - \* METHANOGENIC BACTERIA
  - \* BLOAT
  - \* GAS PRODUCTION
  - \* METHANE
  - \* METHANOBACTERIUM RUMINANTIIUM
- METHANOGENIC BACTERIA
- MICROCOCCACEAE
  - STAPHYLOCOCCUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิพนธ์ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MICRO-ORGANISMS)  
(PROTOZOA)

- OPALINATA
- SARCODINA
- SPOROZOA
  - COCCIDIA
    - ETHERIA
    - PLASMODIUM
    - SARCOCYSTIS
    - TOXOPLASMA
  - GREGARINIA
  - PIROPLASMEA
    - BABESIA
  - THEILERIA

- \* COCCIDIOSIS
- \* BLOOD PARASITES
- \* BABESIOSIS
- \* BLOOD PARASITES
- \* BLOOD PARASITES
- \* THEILERIASIS

- VIRUSES

- ADENOVIRIDAE
- CORONAVIRIDAE
- HERPETOVIDAE

- \* VIROLOGY
- \* VIROSES

- PARANYXOVIRIDAE
- PARVOVIRIDAE
- PICORNAVIRIDAE
  - ENTEROVIRUS
  - RHINOVIRUS

- \* INFECTIOUS BOVINE RHINOTRACHEITIS

- FOOT-AND-MOUTH DISEASE VIRUS

- \* FOOT-AND-MOUTH DISEASE
- \* POX

- POXVIRIDAE

- VARICOLA-VACCINIA POX VIRUSES

- REOVIRIDAE

- RETROVIRIDAE

- BOVINE LEUKOSIS VIRUS

- \* BOVINE LEUKOSIS

FUNGI

- ABSIDIA
- ASPERGILLUS
- CANDIDA
- CLAVICEPS
- MICROSPORIUM

- \* FUNGAL DISEASES
- \* FUNGICIDES
- \* MICRO-ORGANISMS
- \* MYCOTOXINS
- \* PARASITES

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**(FUNGI)**

- SPOROTRICHUM
- TRICHOPHYTON

**PARASITES**

- CIRCULATORY SYSTEM PARASITES
  - BLOOD PARASITES

- BLOOD VESSEL PARASITES

- HEART PARASITES

- DIGESTIVE SYSTEM PARASITES
  - INTESTINAL PARASITES

- LIVER PARASITES

- RUMEN PARASITES

- \* RINGWORM

- \* DIPPING

- \* FUNGI

- \* HELMINTHS

- \* LEECHES

- \* MICRO-ORGANISMS

- \* PARASITOSE

- \* PATHOGENS

- \* PEST INSECTS

- \* ANAPLASMA

- \* BABESIA

- \* PLASMODIUM

- \* THEILERIA

- \* TRYPANOSOMA

- \* ELAEOPHORA

- \* ONCHOCERCA

- \* ORIENTOBILHARZIA

- \* SCHISTOSOMA

- \* DIGESTIVE SYSTEM

- \* AYITELLINA

- \* BUNOSTOMUM

- \* CAPILLARIA

- \* CHABERTIA

- \* COOPERIA

- \* GAIGERIA

- \* GONGYLOEMA

- \* INTESTINES

- \* MONIEZIA

- \* NEOASCARIS

- \* OESOPHAGOSTOMUM

- \* PARACOOPERIA

- \* STILEZIA

- \* STRONGYLOIDES

- \* TRICHURIS

- \* TRICHOSTRONGYLUS

- \* DICROCOELIUM

- \* EURYTREMA

- \* FASCIOLA

- \* GIGANTOCOTYLE

- \* LIVER

- \* RUMEN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DISEASE PREVENTION	E	(DISEASES)	
UF prophylaxis		RT AETIOLOGY	
NT HYGIENE		DIAGNOSIS	
IMMUNIZATION		DISEASE-RELATED ECONOMIC	
QUARANTINE		LOSSES	
RT ANIMAL HEALTH		DISORDERS	
DIPPING		EPIDEMIOLOGY	
DISEASE ERADICATION		PARASITOSEs	
disease recognition		PATHOLOGY	
USE DIAGNOSIS		PHARMACOLOGY	
DISEASE RESERVOIRS	E	diseases (bacterial)	
UF reservoirs of disease		USE BACTERIOSES	
BT EPIDEMIOLOGY		diseases (obscure)	
NT CARRIERS		USE DISEASES OF UNCERTAIN	
DISEASE RESISTANCE	C	AETIOLOGY	
BT BREEDING AIMS		diseases (viral)	
RT IMMUNITY		USE VIROSES	
DISEASE TRANSMISSION	E	DISEASES OF UNCERTAIN AETIOLOGY	E
UF transmission (disease)		UF obscure diseases	
BT EPIDEMIOLOGY		diseases (obscure)	
NT INFECTION		BT DISEASES	
VECTORS		NT ADANTHA DISEASE	
disease treatment		DEG KALA DISEASE	
USE THERAPIES		DJEMBRANA DISEASE	
disease vectors		PURWOKERTO DISEASE	
USE VECTORS		WHITE-SPOTTED KIDNEY DISEASE	
DISEASE-FREE ZONES	E	RT NEOPLASMS	
BT DISEASE ERADICATION		dishorning	
DISEASE-RELATED ECONOMIC LOSSES	H	USE POLLING	
BT LOSSES		DISINFECTANTS	E
RT CHRONIC PARASITOSEs		UF antiseptics	
DISEASES		BT HYGIENE	
DISORDERS		DISORDERS	E
DISEASES	E	BT INJURIOUS FACTORS	
BT INJURIOUS FACTORS		NT BLOOD DISORDERS	
NT BACTERIOSES		FUNCTIONAL DISORDERS	
DISEASES OF UNCERTAIN		GENETIC DISORDERS	
AETIOLOGY		POISONING	
FUNGAL DISEASES		SYSTEMIC DISORDERS	
IMMUNOLOGICAL DISEASES		RT DIAGNOSIS	
ORGANIC DISEASES		DISEASES	
VENEREAL DISEASES		DISEASE-RELATED ECONOMIC	
VIROSES		LOSSES	
ZOOSES		disorders (ovarian)	
		USE OVARIAN DISORDERS	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายเฉลิมเดช เทศเรียน
วันเดือนปีเกิด	4 พฤศจิกายน 2527
สถานที่เกิด	บุรีรัมย์
ประวัติการศึกษา	2545-2549 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ทรัพยากรเกษตรชีวภาพ)
ประวัติการทำงาน	2549-ปัจจุบัน ศูนย์สนเทศทางกระบือนานาชาติ สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตำแหน่ง นักเอกสารสนเทศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้