



การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก

อภินันท์นาคร
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

ปวีณา พาณิชยพิเชฐ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ) สาขาวิชาเอกการจัดการ

สารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2541

ISBN 974-589-956-9

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

จพ

๒๔๑๖๓

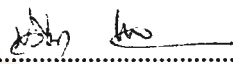
๒๕๔๑

๓-๒

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก



ปวีณา พาณิชยพิเชฐ

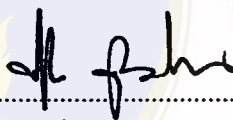
ผู้วิจัย



สิทธิพงษ์ ดิลกวนิช วท.บ. (ภูมิศาสตร์),

M.Env.Sc., Ph.D.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



สุภัชชัย ตั้งใจตรง วท.บ. (ฟิสิกส์),

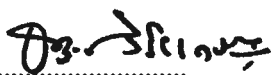
วท.ม. (ฟิสิกส์), M.Eng.Sc., Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์



อนุชาติ พวงสำลี ศ.บ., M.Env.Sc., Ph.D.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

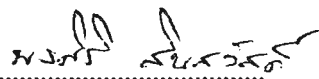


อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต,

พบ.,น.บ., F.R.C.P.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย



พรศิริ สิ้นสวัสดิ์ พบ.ม.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัด

การระบบสารสนเทศ) สาขาวิชาเอกการจัดการ

สารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์



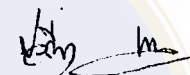
วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)
สาขาวิชาเอกการจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร

วันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ.2541




.....

ปวีณา พานิชยพิเชฐ
ผู้วิจัย


.....

จิตชนก เหลือสินทรัพย์ วศ.บ.,
M.S. (Computer Science), Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

สิทธิพงษ์ ดิลกวนิช วท.บ. (ภูมิศาสตร์),
M.Env.Sc., Ph.D.
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

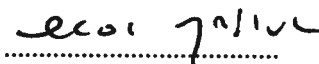
อนุชาติ พวงสำลี ศ.บ.,
M.Env.Sc., Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

สุภชัย ตั้งใจตรง วท.บ. (ฟิสิกส์),
วท.ม. (ฟิสิกส์), M.Eng.Sc., Ph.D.
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....

อดุลย์ วิริยเวชกุล ราชบัณฑิต,
พบ.,น.บ., F.R.C.P.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยมหิดล


.....

รุ่งจรัส หุดะเจริญ
วท.ม.
คณบดี
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือ คำแนะนำ และความเอาใจใส่ในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่องจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพงษ์ คิลกวนิช และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชาติ พวงสำลี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง ที่ช่วยจุดประเด็นความคิดให้แก่ผู้วิจัย มาตั้งแต่ต้น

ขอขอบพระคุณ คุณอุษณีย์ ศิริสุนทรไพบุลย์ ที่กรุณาให้ข้อมูลสัมภาษณ์ซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษาในการวิจัย อาจารย์หนู และเพื่อน ๆ ในภาคทุกคน ที่มีส่วนทำให้เกิดงานวิจัยชิ้นนี้

ท้ายที่สุดงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงสำเร็จลุล่วงไม่ได้ ถ้าขาดการสนับสนุนจากทุกคนในครอบครัว และเพื่อน ๆ ชมรมอาสาพัฒนาที่ให้ความห่วงใยและเป็นกำลังใจ รวมทั้งน้องเหมียวผู้คอยเป็นเพื่อนในการทำงานเสมอมา

ปวีณา พาณิชยพิเชฐ



3637477 ENIM / M : สาขาวิชาเอก : การจัดการสารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร ; วท.ม.
(เทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ)

ศัพท์สำคัญ : ข้อมูลเชิงคุณภาพ / การแทนความรู้ / เพรดิเคทลอจิก

ปวีณา พาณิชยพิเชฐ : การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก (QUALITATIVE INFORMATION REPRESENTATION BY USING PREDICATE LOGIC). คณะ
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ผศ.ดร.สิทธิพงษ์ ดิลกวัฒน์ Ph.D., ดร.สุกิจชัย ตั้งใจตรง Ph.D.,
ผศ.ดร.อนุชาติ พวงสำลี Ph.D. 129 หน้า ISBN 974-589-956-9

การศึกษาเรื่องการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก มีวัตถุประสงค์เพื่อ
ศึกษาแนวทางการใช้เพรดิเคทลอจิกในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นการทดลองแทนชุด
ความรู้และชุดความรู้สมมติของกรณีศึกษาเรื่องแนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการ
พัฒนาขนาดใหญ่ของรัฐ : ศึกษาเฉพาะโครงการเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ ชุดความรู้ได้จากการเรียบ
เรียงบทคัดย่อการสัมภาษณ์ของกรณีศึกษาเฉพาะประเด็น “ใครควรจะได้มีส่วนร่วม และควรมี
คุณลักษณะเช่นไร” ส่วนชุดความรู้สมมติได้จากการเพิ่มเติมเนื้อหาและความเชื่อมโยงระหว่าง
ประโยคต่าง ๆ ในชุดความรู้ เพื่อให้เป็นตัวแทนข้อมูลที่มีความซับซ้อน ซึ่งขั้นตอนในการแทน
สารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิกนั้นเริ่มจากการเรียบเรียงบทสัมภาษณ์ให้เป็นประโยคที่
มีโครงสร้างถูกต้องตามหลักภาษาไทย แล้วจึงแปลงประโยคให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกในการ
แทนและทำการแทนด้วยเพรดิเคทลอจิก จากนั้นจึงทำการสืบค้นเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของ
การแทนความรู้ โดยใช้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 และทำการแก้ไข
จนไม่พบความผิดพลาดในการแทนความรู้

ผลการศึกษา พบว่า เพรดิเคทลอจิกสามารถใช้แทนความรู้ของชุดความรู้และชุดความรู้
สมมติได้ การแทนความรู้ ก็คือ การกำหนดถ้อยแถลงเพรดิเคท ซึ่งอาจเป็นข้อเท็จจริงหรือกฎ
องค์ประกอบของถ้อยแถลงเพรดิเคท ได้แก่ ชื่อของเพรดิเคท อาร์กิวเมนต์ของเพรดิเคท และความ
สัมพันธ์ระหว่างเพรดิเคท ถ้อยแถลงเพรดิเคทที่ได้จากการแทนความรู้สามารถแปลงให้เป็น
ประโยคของภาษาเทอร์โบโปรล็อก และผลการสืบค้นความรู้ด้วยโปรแกรมเมื่อเทียบกับการอ่าน
ตามปกติ พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้อง

เนื่องจากเพรดิเคทลอจิกสามารถแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพได้ ดังนั้นจึงควรมีการทดลอง
แทนข้อสรุปชั่วคราวที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก และจัดทำเป็นโปรแกรม
เพื่อใช้ในการสืบค้นและนิรนัยสารสนเทศ เพื่อช่วยในการสร้างและพิสูจน์ข้อสรุปในการวิจัยเชิง
คุณภาพ โดยอาจแจ้งประโยคด้วยไวยากรณ์ทางภาษาศาสตร์ก่อนที่จะแทนด้วยเพรดิเคทลอจิก



3637477 ENIM / M : MAJOR : INFORMATION MANAGEMENT ON ENVIRONMENT
AND NATURAL RESOURCES; M.Sc. (TECHNOLOGY OF
INFORMATION SYSTEM MANAGEMENT)

KEY WORD : QUALITATIVE DATA / KNOWLEDGE REPRESENTATION /
PREDICATE LOGIC

PAWEENA PANICHAYAPICHET : QUALITATIVE INFORMATION REPRESENTATION BY USING PREDICATE LOGIC. THESIS ADVISOR: SITTIPONG DILOKWANICH Ph.D., SUPICHA TANGJAITRONG Ph.D., ANUCHAT POUNGSOMLEE Ph.D. 129 p. ISBN 974-589-956-9

The objective of this research is to study the approach of representing qualitative information by using predicate logic. The research was conducted by two types of knowledge-knowledge script and assumed-knowledge script. The knowledge script was prepared from transcripts of the case study called "Public Participation in Governmental Large-scaled Development Project : A Case Study of Dam or Reservoir Project" on the question "Who should participate and what are their characteristics?". The assumed-knowledge script was revised from the knowledge script for more complex vocabularies and interrelations between sentences. Both knowledge-script sentences were converted to simple patterns such as structured form or semantic network and represented by using predicate logic. The correctness of representation was tested by converting predicate logic statements into Turbo Prolog forms and retrieving knowledge until no error was found.

Predicate logic was able to represent both types of knowledge script. There are two types of predicate statements-fact and rule. Fact statement consists of predicate name and argument, and rule statement consists of predicate name, argument and relationship between predicate statements. Predicate statement can be converted to Turbo Prolog forms and used for knowledge retrieval. The result of knowledge retrieval by using a program compared with manual reading from the knowledge script was correct.

As predicate logic can represent qualitative information, it could be used for representing concepts of social data. The representations can also be converted to Turbo Prolog forms for deducing the implications of theoretical assertions. For further research, there should be a study of integrating sentence parsing with the step of converting sentences to appropriate forms before representing by predicate logic.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฉ

บทที่

1. บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย.....	4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2. ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 การแทนความรู้.....	6
2.2 วิธีการแทนความรู้.....	12
2.3 การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพ.....	19
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	22
3. เพรดิเคทลอจิก	
3.1 ไวยากรณ์และความหมายของเพรดิเคทลอจิก.....	25
3.2 การแทนความรู้โดยใช้เพรดิเคทลอจิก.....	31
3.3 การอนุมานเพื่อหาคำตอบในเพรดิเคทลอจิก.....	35
3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของเพรดิเคทลอจิก.....	39
3.5 เทอร์โบโปรล็อก.....	42
4. ระเบียบวิธีวิจัย	
4.1 การดึงความรู้.....	49

4.3 การสืบค้นความรู้.....	50
5. ผลการศึกษา	
5.1 ผลการดึงความรู้.....	52
5.2 ผลการแทนความรู้.....	57
5.3 ผลการสืบค้นความรู้.....	60
6. สรุปผลและขอเสนอแนะ	
6.1 สรุปผลการศึกษา.....	67
6.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	68
6.3 แนวทางในแผนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก.....	70
6.4 ขอเสนอแนะทั่วไป.....	71
เอกสารอ้างอิง.....	73
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ชุดข้อมูลของกรณีศึกษา.....	76
ภาคผนวก ข โปรแกรมที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล.....	95
ภาคผนวก ค วิธีการใช้งานโปรแกรม.....	120
ภาคผนวก ง อธิบายศัพท์.....	127
ประวัติผู้วิจัย.....	129

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่าความจริงของประโยค.....	29
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการแปลงกฎ “ถ้า...แล้ว” ให้อยู่ในรูปของ.....	45

ไปร่ล่อก



สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.1 คำศัพท์ของเพรดิเคทลอจิก.....	28
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการแทนประโยคโดยใช้แผนภาพของ.....	33
โครงข่ายอรรถศาสตร์	
รูปที่ 5.1 แผนภาพแทนความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลสมมติ.....	56
รูปที่ 5.2 ทางเลือกในการสืบค้นของโปรแกรม main.pro.....	62
รูปที่ 5.3 ตัวอย่างการทำเรโซลูชันชุดความรู้สมมติ.....	64
รูปที่ ง-1 หน้าจอเมื่อเข้าสู่โปรแกรมเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0.....	121
รูปที่ ง-2 การเรียกโปรแกรม main.pro โดยใช้คำสั่ง load file.....	121
รูปที่ ง-3 หน้าจอของโปรแกรม main.pro.....	122
รูปที่ ง-4 การกำหนดเป้าหมายภายนอกให้กับโปรแกรม.....	123
รูปที่ ง-5 หน้าจอเมนูของโปรแกรม main.pro.....	123

บทที่ 1

บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึง ปัญหาในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพอันเป็นที่มาของแนวคิดในการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพ วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย นิยามของศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งผลที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 ความสำคัญและปัญหาในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพ

ปัจจุบันสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในการดำเนินงานต่าง ๆ เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในการจัดการสิ่งแวดล้อมทุกระดับจำเป็นต้องใช้สารสนเทศจำนวนมากประกอบในการพิจารณาหรือตัดสินใจ ตั้งแต่ระดับนโยบาย แผนงาน ไปจนถึงการกำหนดมาตรการ การดำเนินกิจกรรมเพื่อป้องกันสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบจากการพัฒนา การเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อม และงานอื่น ๆ ส่วนหนึ่งของการศึกษาเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมได้จากการใช้แบบกรอกข้อมูล หรือแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ในแบบฟอร์มอาจมีส่วนที่ต้องการคำตอบเชิงบรรยาย เช่น แบบกรอกข้อมูลอาจมีคำถามที่ให้ผู้เก็บข้อมูลกรอกข้อเท็จจริงหรือข้อสังเกตเกี่ยวกับเรื่องที่ทำการศึกษา หรือในแบบสอบถามอาจมีส่วนที่เป็นคำถามปลายเปิดให้ผู้ถูกสอบถามแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาวิธีอื่น ๆ อีก โดยเฉพาะการวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งทำการศึกษาข้อมูลที่อยู่ในรูปของข้อความ เช่น บันทึกภาคสนาม บทสัมภาษณ์ บทความ

ข้อมูลเชิงบรรยายเป็นข้อมูลที่แสดงข้อเท็จจริงหรือทัศนคติ โดยมากจึงอยู่ในลักษณะของประโยคภาษาธรรมชาติซึ่งมนุษย์ใช้ในการสื่อความหมายถึงกัน เช่น ภาษาพูด ภาษาเขียน และมักเป็นข้อความที่มีความยาวไม่แน่นอนและมีลักษณะไม่เจาะจง นอกจากนี้คำศัพท์ โครงสร้างประโยค และความสัมพันธ์ระหว่างประโยคที่ใช้ยังมีความซับซ้อน การอธิบายเหตุการณ์หนึ่งอาจใช้ประโยคได้หลายแบบด้วยกัน (1) ในกรณีของข้อมูลที่ได้จากแบบกรอกข้อมูลและมีการจัดเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลเพื่อการเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อม การจัดเก็บข้อมูลให้เป็นระบบอาจทำได้โดยนำข้อมูลที่ได้นำจัดทำเป็นฐานข้อมูล รูปแบบของฐานข้อมูลที่เหมาะสมต่อการจัดเก็บและเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน คือ ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ วิธีง่าย ๆ ในการจัดเก็บ

ข้อมูลในฐานะข้อมูลแบบสัมพันธ์นั้นจะจัดเก็บข้อมูลของแบบกรอกข้อมูลแต่ละชุดไว้ในระเบียบหนึ่งระเบียบ และแยกคำตอบของคำถามแต่ละข้อไว้ในเขตข้อมูลแต่ละอัน แต่การจัดเก็บข้อมูลด้วยวิธีนี้นั้นการสืบค้นเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลในภายหลังยังทำได้ยาก เพราะเมื่อทำการสืบค้นจะได้ข้อมูลทั้งหมดของเขตข้อมูลในระเบียบที่ต้องการ ทำให้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลได้ไม่สะดวกนัก โดยเฉพาะเมื่อจำนวนชุดข้อมูลและความยาวของข้อมูลเพิ่มมากขึ้น ผู้วิจัยจะต้องใช้เวลานานในการเปรียบเทียบข้อมูลแต่ละชุดเข้าด้วยกันจึงยากในการสืบค้นเพื่อตอบคำถามที่ต้องการได้ และการแทนความรู้ในรูปของตารางมักขาดความยืดหยุ่น (2)

ส่วนข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม โดยทั่วไปมักทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติคำนวณโดยตรงเช่นเดียวกันกับข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ทำการจัดกลุ่มข้อมูลแล้วคำนวณหาค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แต่การวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะดังกล่าว ไม่สามารถเก็บรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมดจากคำตอบได้ เพราะการที่ผู้วิเคราะห์จำแนกคำตอบเป็นกลุ่ม ๆ เพื่อให้สามารถคำนวณโดยใช้วิธีการทางสถิติได้นั้นจำเป็นต้องตัดทอนข้อมูลบางส่วนไปเพื่อให้สรุปผลจากข้อมูลได้ ทั้งที่ข้อมูลส่วนที่ไม่สามารถจัดให้เข้ากลุ่มได้นี้อาจชี้ให้เห็นถึงปรากฏการณ์บางอย่างในเรื่องที่ศึกษาได้ จึงเป็นเรื่องสำคัญที่ไม่ควรมองข้ามข้อมูลเหล่านี้

สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพนั้นมักใช้โปรแกรมประมวลผลคำช่วยในการพิมพ์ เคลื่อนย้าย และคัดลอกข้อความ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล หรืออาจใช้โปรแกรมประมวลผลคำร่วมกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการวิจัยเชิงคุณภาพโดยเฉพาะ เช่น โปรแกรม Ethnograph ซึ่งมีความสามารถเพิ่มเติม คือ ผู้วิจัยสามารถจำแนกประเภทและลงรหัสเพื่อใช้ในการสืบค้นข้อมูล (3) นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมแบบอื่น ๆ ซึ่งใช้ช่วยในการนับจำนวนประเภท ความถี่ที่พบ และแสดงตารางค่าสถิติได้ (2) การจัดการข้อมูลในลักษณะนี้เหมาะสมกับงานวิจัยที่ศึกษาเฉพาะกรณีซึ่งไม่ต้องจัดเก็บข้อมูลมากนักและทำการวิเคราะห์ได้ในคราวเดียว แต่ไม่เหมาะกับการศึกษาซึ่งจำเป็นต้องจัดเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง เช่น การจัดเก็บข้อมูลเพื่อใช้เป็นเครื่องชี้วัดคุณภาพชีวิตของคนในสังคม ดังนั้นจึงควรมีการศึกษารูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลแบบอื่น ๆ เพิ่มเติม เพื่อช่วยในการหาแนวทางในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพอย่างเป็นระบบ

1.1.2 การประยุกต์ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพ

สารสนเทศเชิงคุณภาพเป็นข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพและผ่านกระบวนการเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพนั้นมีหลายประเภทด้วยกัน ได้แก่ ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบไม่เป็นทางการ ซึ่งมี 2 ประเภท คือ ข้อมูลที่เป็นความคิดเห็นหรือทัศนคติของผู้ให้สัมภาษณ์ และข้อมูลที่เป็นการให้รายละเอียดหรือ

เล่าเหตุการณ์ บันทึกภาคสนามที่ผู้วิจัยบันทึกไว้ และบทความ (3) ข้อมูลที่ได้มักเป็นข้อความที่มีความยาวไม่แน่นอน ในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพจึงต้องระมัดระวังในการรักษาความถูกต้องของทั้งโครงสร้างไวยากรณ์และความหมายของประโยค ซึ่งเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์สามารถรองรับจุดนี้ได้มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคทางคอมพิวเตอร์อื่น ๆ เช่น การประมวลผลคำ การจัดทำฐานข้อมูล เนื่องจากเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์สามารถจัดการกับความรู้ที่เป็นอัตวิสัย ความรู้ที่กำหนดรหัสให้ได้ยาก และยังใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่มีกฎเกณฑ์หรือขั้นตอนในการตัดสินใจอย่างแน่นอนได้อีกด้วย

ปัญญาประดิษฐ์ เป็นแขนงวิชาที่ศึกษาเพื่อหาวิธีที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ฉลาดอย่างมนุษย์ ในที่นี้ก็คือ สามารถจัดเก็บและค้นหาข้อมูลได้อย่างยืดหยุ่น สิ่งที่คอมพิวเตอร์ทำการจัดเก็บโดยใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ คือ ความรู้ ไม่ใช่ข้อมูล ความรู้แตกต่างจากข้อมูลตรงที่ความรู้แสดงข่าวสารทั้งชัดเจนและซ่อนเร้นอยู่ สิ่งที่ซ่อนเร้นอยู่ คือ สิ่งซึ่งมนุษย์โดยทั่วไปเข้าใจคืออยู่แล้วแต่คอมพิวเตอร์ไม่รู้หรือไม่เข้าใจ (4) ในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์นั้นสารสนเทศเชิงคุณภาพจะเปรียบเสมือนความรู้ที่จะจัดเก็บ โดยมีขั้นตอนในการจัดเก็บ ได้แก่ การรวบรวมและเรียบเรียงข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อใช้เป็นความรู้ การแทนความรู้ การใช้ความรู้โดยใช้กลไกอนุมาน ซึ่งขั้นตอนของการแทนความรู้นั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดเก็บและการสืบค้นความรู้

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาขั้นตอนการแทนความรู้ ซึ่งในเบื้องต้นนี้ได้ทำการคัดเลือกเทคนิคการแทนความรู้ที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลของกรณีศึกษา โดยพิจารณาจากเงื่อนไขต่าง ๆ ได้แก่ กลไกในการอนุมาน ความยาก/ง่ายในการแทนความรู้ และการปรับปรุงแก้ไขความรู้ พบว่าเพรดิเคทลอจิกเป็นเทคนิคในการแทนความรู้ที่เหมาะสม เนื่องจากเป็นเทคนิคที่มีรากฐานทางทฤษฎีที่ดี มีกลไกการอนุมานที่ถูกต้องแน่นอนเหมาะสมต่อการจัดการความรู้ และมีการศึกษาเทคนิคใหม่ ๆ เพิ่มเติมเพื่อให้สามารถแทนความรู้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น อย่างไรก็ตามเพรดิเคทลอจิกก็ยังมีข้อจำกัดบางอย่าง โดยเฉพาะในเรื่องความยืดหยุ่นในการแทนความรู้ แต่ก็ยังมีความยืดหยุ่นมากกว่าเทคนิคการแทนความรู้แบบอื่น ๆ อยู่มาก

การประยุกต์ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพในงานวิจัยนี้ เป็นการทดลองแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพซึ่งได้จากการเรียบเรียงข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกของกรณีศึกษาเพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถแทนด้วยเพรดิเคทลอจิกได้ เมื่อทำการแทนความรู้แล้วจะได้ชุดของภาษาทางตรรกศาสตร์ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถสืบค้นได้ งานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาระบบจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ศึกษาแนวทางในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพของกรณีศึกษาโดยใช้เพรดิเคทลอจิก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเฉพาะการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพ โดยใช้เพรดิเคทลอจิก เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพ โดยเน้นขั้นตอนของการสืบค้นเพื่อดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์เท่านั้น ไม่ใช่เพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบ

1.3.2 สารสนเทศเชิงคุณภาพที่ใช้ในการแทนความรู้ได้จากการรวบรวม และเรียบเรียงข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกของวิทยานิพนธ์ เรื่อง แนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการพัฒนาขนาดใหญ่ของรัฐ : ศึกษาเฉพาะโครงการเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ (5) ซึ่งทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2538 โดย อุษณีย์ ศิริสุนทรไพบุลย์ นิสิตคณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เฉพาะเนื้อหาในประเด็นที่ว่า “ใครควรจะได้มีส่วนร่วมและควรมีคุณลักษณะเช่นไร”

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

ข้อมูลเชิงบรรยาย คือ ข้อมูลที่แสดงข้อเท็จจริงและทัศนคติ โดยมากอยู่ในลักษณะของประโยคธรรมดาซึ่งมนุษย์ใช้ในการสื่อความหมายถึงกัน เช่น ภาษาพูด ภาษาเขียน จึงมีความยาวไม่แน่นอนและไม่เจาะจง นอกจากนี้คำศัพท์ โครงสร้างประโยค และความสัมพันธ์ระหว่างประโยคที่ใช้ยังมีความซับซ้อน

สารสนเทศเชิงคุณภาพ คือ ข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพ และผ่านกระบวนการเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

ปัญญาประดิษฐ์ เป็นสาขาวิชาที่ศึกษาเพื่อหาวิธีที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเลียนแบบพฤติกรรมที่ฉลาดของมนุษย์ เพื่อจะได้มีความสามารถมากขึ้นในการทำงานที่ต้องใช้สมองเช่นมนุษย์ โดยจะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับการคิดและแทนความรู้ในทุกรูปแบบ และใช้ในการแก้ปัญหาเชิงคุณภาพโดยการหาเหตุผลมากกว่าการคำนวณ (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16)

การแทนความรู้ คือ การบันทึกความรู้ซึ่งได้แก่ กฎ ความจริง และข้ออ้างต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ที่มีความหมาย และจัดเรียงถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้ (4, 8, 9, 13, 15, 17, 18)

เพรดิเคทลอจิก เป็นการศึกษาทางตรรกศาสตร์เกี่ยวกับการอนุมานหาความจริงใหม่จากประโยคที่มีอยู่แล้ว และการศึกษาการแทนสารสนเทศโดยใช้เพรดิเคทและพจน์ (8, 13, 16, 18, 19)

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลจากงานวิจัยนี้จะได้ชุดของภาษาทางตรรกศาสตร์ซึ่งได้จากการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพของกรณีศึกษาโดยใช้เพรดิเคทลอจิก ชุดของภาษาที่ได้นี้สามารถใช้ในการสืบค้นและประมวลผลทางตรรกะ อันจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์หาคำตอบสำหรับคำถามบางคำถามที่คนไม่สามารถตอบได้ หรือตอบได้ยาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นต้นแบบในการพัฒนาการจับกับสารสนเทศเชิงคุณภาพให้เป็นระบบ และทำให้การศึกษาทางปัญญาประดิษฐ์มีคุณค่าและประโยชน์มากขึ้น



บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

ในการประยุกต์ใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพนั้นจะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางด้านปัญญาประดิษฐ์ ความหมายของคำว่าความรู้และการแทนความรู้ ข้อควรพิจารณาในการแทนความรู้ อันได้แก่ การเลือกระดับของความรู้ที่จะใช้ในการแทนและรูปแบบการแทนความรู้ที่เหมาะสม วิธีการแทนความรู้แบบต่าง ๆ ทั้งแบบบรรยายและแบบกระบวนการ และเทคนิคที่ใช้ในการแทนความรู้ ได้แก่ เพรดิเคทลอจิก ระบบการผลิต โครงข่ายประสาทเทียม เฟรม และคอนเซ็ปท์ซาวลตีเฟนเดนซ์ นอกจากนี้ยังต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพในปัจจุบัน รวมทั้งหัวข้อที่น่าสนใจในการวิจัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแทนความรู้

ปัญญาประดิษฐ์ เป็นสาขาวิชาที่ศึกษาเพื่อหาวิธีที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเลียนแบบพฤติกรรมที่ฉลาดของมนุษย์ เพื่อจะได้มีความสามารถมากขึ้นในการทำงานที่ต้องใช้สมองเช่นมนุษย์ โดยจะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับการคิดและการแทนความรู้ทุกรูปแบบ และใช้ในการแก้ปัญหาเชิงคุณภาพโดยการหาเหตุผลมากกว่าการคำนวณ (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) แนวคิดเรื่องปัญญาประดิษฐ์มีมานานหลายศตวรรษแล้ว แต่ปัญญาประดิษฐ์แนวใหม่เพิ่งเริ่มขึ้นพร้อมกับการพัฒนาคอมพิวเตอร์ ในช่วงต้นนี้มีการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการแก้ปัญหาที่มีทางเลือกของการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล ซึ่งทำให้คอมพิวเตอร์ไม่สามารถแก้ปัญหาได้เร็วพอ ดังนั้นจึงมีการสร้างเครื่องแก้ปัญหาทั่วไปเพื่อให้หาเหตุผลโดยใช้สามัญสำนึกซึ่งไม่ประสบความสำเร็จนัก ต่อมามีการพัฒนาเทคนิคในการจัดการความรู้จำนวนมากขึ้นมา และมีการวิจัยในเรื่องประสาทสัมผัสทั้งการมองเห็นและการฟังเสียง การทำความเข้าใจภาษาธรรมชาติ และการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้แก้ปัญหาซึ่งต้องใช้ทักษะความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ปัจจุบันมีการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้งานในองค์กรต่าง ๆ อย่างแพร่หลายซึ่งช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนผู้เชี่ยวชาญได้ นอกจากนี้ยังมีการนำเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์มาใช้กับงานทางด้านอุตสาหกรรมและด้านอื่น ๆ อีกด้วย (13)

จากการศึกษาทางด้านปัญญาประดิษฐ์ในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมาสามารถสรุปได้ว่า ความฉลาดของเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นได้มาจากความรู้ซึ่งก็คือ ความจริงและกฎของเรื่องที่สนใจที่ถูกรวบรวมขึ้น เช่น ในระบบผู้เชี่ยวชาญเรื่องการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจะเก็บปัจจัยที่ใช้ในการประเมินเป็นความรู้ การจัดการความรู้จึงเป็นหัวใจของการแก้ปัญหาทางปัญญาประดิษฐ์ และมีการศึกษาด้านวิศวกรรมความรู้ซึ่งเกี่ยวข้องกับการรับ การแทน และการใช้ความรู้ของมนุษย์ ในรูปของสัญลักษณ์ หัวข้อหลักในการศึกษาด้านวิศวกรรมความรู้ ได้แก่ การแทนความรู้ซึ่งเป็นการหาวิธีบันทึกความรู้ การศึกษาวิธีการใช้ความรู้หรือกลไกการอนุมานซึ่งเป็นวิธีในการผสมผสานความรู้แล้วใช้ให้บรรลุจุดประสงค์ การศึกษาการรับและการจัดการความรู้ว่าทำอย่างไรจึงจะทำให้ฐานความรู้สามารถเพิ่มพูนความรู้ได้โดยอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ โดยไม่เกิดความขัดแย้งระหว่างความรู้ที่อยู่ในฐานความรู้กับความรู้ที่รับเข้ามาใหม่ และการศึกษาวิธีการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกในง่ายและยอมรับระบบ การศึกษาในแต่ละหัวข้อนี้มีความสัมพันธ์ต่อกันอย่างลึกซึ้ง (4) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการศึกษาเฉพาะหัวข้อการแทนความรู้เพื่อหาวิธีจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไป

2.1.1 ความหมายและความสำคัญของความรู้และการแทนความรู้

การแทนความรู้เป็นหัวข้อสำคัญในการศึกษาทางด้านปัญญาประดิษฐ์ ดังคำกล่าวของนักวิชาการหลายท่าน เช่น ยุคของปัญญาประดิษฐ์เป็นยุคของการแทนความรู้ (อ้างถึงใน 20) การแทนความรู้เป็นสาขาวิชาที่กว้างและยาก และเป็นหัวใจของปัญญาประดิษฐ์สมัยใหม่ (15) งานวิจัยในปัจจุบันเน้นการวิจัยทางการแทนความรู้และการหาเหตุผล ความสำคัญของการแทนความรู้นั้น เนื่องมาจากการแทนความรู้เป็นหัวใจของการสร้างระบบความรู้ โดยมีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับการอนุมาน การรับเอาและการจัดการความรู้ และมีผลต่องานด้านคอมพิวเตอร์แขนงอื่น ๆ เช่น ฐานข้อมูลและวิศวกรรมซอฟต์แวร์ เนื่องจากการจับความรู้เกี่ยวกับโลกเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ (21) และการแทนความรู้เป็นประเด็นสำคัญที่สุดที่ต้องเผชิญในงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์ การออกแบบการแทนความรู้ที่ดีจะเป็นกุญแจในการทำปัญหายาก ๆ ให้เป็นเรื่องง่าย (17)

ในการแทนความรู้จะต้องทำความเข้าใจกับความหมายของคำว่า *ความรู้* ซึ่งจะเป็นปัญญาหรือความฉลาดของเครื่องคอมพิวเตอร์เสียก่อน *ความรู้* ก็คือ ความจริงและกฎของเรื่องที่สนใจที่ถูกรวบรวมขึ้น ความรู้แตกต่างจากข้อมูลตรงที่ความรู้ถูกจัดการให้อยู่ในรูปที่จะใช้งาน และความรู้แสดงข่าวสารทั้งชัดเจนและซ่อนรูปอยู่ เช่น ประโยค “ระวังไม่ให้เปียก” มนุษย์สามารถรู้ข่าวสารที่ซ่อนรูปอยู่ คือ รู้ว่าทำอย่างไรจึงจะไม่เปียก แต่การทำให้คอมพิวเตอร์รับรู้ความรู้ที่ซ่อนรูปนี้ได้ไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะความรู้ส่วนใหญ่จะแสดงออกในรูปของภาษารธรรมชาติ ส่วน

ข้อมูลจะแสดงข่าวสารอย่างชัดเจน ความรู้ของมนุษย์นั้นอยู่ในรูปของความสามารถในการให้ข้อเท็จจริงและการคิดตามเหตุผลหรือการอนุมาน (4) ในการใช้ความรู้เหล่านี้กับเหตุการณ์ต่าง ๆ คอมพิวเตอร์จะจัดเก็บความรู้ในรูปของโครงสร้างสัญลักษณ์ (22)

ความรู้อาจจำแนกออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้หลายแบบ เช่น การแบ่งความรู้เป็นแบบบรรยาย หรือแบบกระบวนการตามหลักปรัชญาดั้งเดิมที่แบ่งความรู้ออกเป็น “รู้ว่าอะไร” และ “รู้ว่าอย่างไร” ความรู้แบบบรรยายในที่นี้ก็คือ ข้อมูล ซึ่งมีข้อดีตรงที่อ่านและเปลี่ยนแปลงได้ง่าย และไม่ต้องมีคำอธิบายวิธีใช้งาน แต่การใช้งานความรู้แบบนี้ใช้เวลานาน ส่วนความรู้แบบกระบวนการเป็นความรู้ที่ใช้แปลความรู้แบบบรรยายและมีสมบัติตรงข้ามกัน (11, 22) การแบ่งความรู้ออกเป็น 4 ประเภท คือ ความรู้ที่บอกความจริง ลักษณะหรือคุณสมบัติ เช่น ที่ดินผืนนี้กว้าง 100 ตารางเมตร ความรู้ที่บอกความสัมพันธ์ เช่น แขนเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของมนุษย์ ความรู้ที่บอกขั้นตอนหรือวิธีการที่เรียกว่า “อัลกอริทึม” เช่น ถ้าหากอุณหภูมิห้องสูงกว่า 40 องศาเซลเซียส ให้ปิดเครื่อง ความรู้ประเภทสุดท้าย คือ ความรู้ที่เกี่ยวกับความรู้ ความรู้ประเภทนี้ช่วยในการจัดการฐานความรู้ทำให้การแก้ปัญหามีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นความรู้ที่ได้จากการดึงความฉลาดในการแก้ปัญหาของมนุษย์ออกมา เช่น ความรู้เกี่ยวกับคุณลักษณะของความรู้อื่น หรือเกี่ยวกับวิธีการใช้ความรู้อื่น เช่น เงินเดือนของหัวหน้าสูงกว่าลูกน้อง (4) หรือการแบ่งความรู้ออกเป็นความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของสิ่งหนึ่ง ๆ ความหมายในรูปนามธรรม หรือการใช้งานคอนเซ็ปต์หนึ่ง ๆ ซึ่งความรู้ประเภทนี้มักฝังตัวอยู่ในกระบวนการอนุมาน ความรู้เกี่ยวกับเซตของสิ่งของของคอนเซ็ปต์หนึ่ง ๆ ความรู้ที่เกี่ยวกับความรู้ ความรู้เกี่ยวกับโดเมนเป็นชุดของความจริงที่มีลักษณะเฉพาะซึ่งหมายรวมถึงคอนเซ็ปต์และความสัมพันธ์ รวมทั้งข้อกำหนดในการแก้ปัญหานั้น (8)

ลักษณะของความรู้ที่เหมาะสมในการแทนที่นั้นจะต้องมีลักษณะทั่วไป สามารถอธิบายครอบคลุมถึงกลุ่มของเหตุการณ์ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ไม่ใช่อธิบายเฉพาะเหตุการณ์หนึ่ง ๆ เท่านั้น และสามารถนำไปใช้ได้หลายสถานการณ์แม้จะไม่สมบูรณ์หรือถูกต้องทั้งหมด ในขณะที่เดียวกันความรู้นั้นจะต้องอยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการแก้ปัญหาเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มิใช่ความรู้ใด ๆ ที่กระจัดกระจาย และเพื่อให้สะดวกต่อการทำงานความรู้นั้นจะต้องอยู่ในรูปแบบที่ผู้ให้ความรู้กับระบบสามารถเข้าใจได้ และง่ายต่อการทำงานของเครื่องและการแก้ไขปรับปรุงหรือเพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม ความรู้มีสมบัติที่ยากแก่การประมวลผลหลายประการ เช่น มีปริมาณมาก ยากในการแทนและจัดเก็บให้ถูกต้อง และมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (6)

ส่วนคำจำกัดความของคำว่า การแทนความรู้ นั้น ปัจจุบันมีนักวิชาการที่สนใจศึกษาและให้นิยามไว้หลายความหมายด้วยกัน นักวิชาการกลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่ให้คำจำกัดความของคำว่า การ

แทนความรู้ไว้ว่า การแทนความรู้เป็นรูปแบบ (8, 15, 17) แต่คำว่ารูปแบบในความหมายของ นักวิชาการแต่ละท่านนั้นมีรายละเอียดแตกต่างกัน โดย Schalkoff (8) และ Luger และ Stubblefield (15) เห็นว่า การแทนความรู้เป็นรูปแบบหรือเครื่องมือที่ใช้ในการจับองค์ประกอบที่สำคัญของโดเมนของปัญหา รูปแบบการแทนที่จัดการความรู้ได้จะช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ โดยถือว่าการแทนความรู้เป็นส่วนหนึ่งของการคำนวณ ทำให้ ส่วนอื่น ๆ เช่น เครื่องอนุมาน หรือส่วนที่ทำยูนิฟิเคชันสามารถเข้าถึงสารสนเทศได้ ส่วน Winston (17) นิยามว่า การแทนความรู้เป็นชุดของรูปแบบทางไวยากรณ์และอรรถศาสตร์ ที่สามารถอธิบายความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้ โดยที่ไวยากรณ์ หมายถึง สัญลักษณ์ที่ต้องใช้และวิธีที่สัญลักษณ์เหล่านั้นถูกเรียงไว้ด้วยกัน ส่วนอรรถศาสตร์ หมายถึง วิธีการที่ความหมายฝังตัวอยู่ในสัญลักษณ์ และการจัดเรียงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ตามหลักไวยากรณ์ นักวิชาการกลุ่มที่สองเห็นว่า การแทนความรู้เป็นการจัดโครงสร้างให้แก่ความรู้ เพื่อให้อยู่ในรูปแบบที่คอมพิวเตอร์ใช้งานได้ (4, 8) นอกจากนี้ยังมีนิยามที่แตกต่างออกไป เช่น การแทนความรู้ คือ ปัญหาในการจัดเก็บความรู้เพื่อใช้ในการอนุมาน (18) และการแทนความรู้เป็นการอธิบายถึงเรื่องของกฎ ความจริง และข้ออ้างต่าง ๆ (13)

สรุปแล้วการแทนความรู้ คือ การบันทึกความรู้ซึ่ง ได้แก่ กฎ ความจริง และข้ออ้างต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบของสัญลักษณ์ที่มีความหมาย และจัดเรียงถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถใช้งานได้

การแทนความรู้ที่ดีจะทำให้แก้ปัญหาได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะเมื่อปัญหาที่ต้องการแก้มีความซับซ้อน ถ้าทำการแทนความรู้ได้ไม่ดีจะทำให้การแก้ปัญหาเป็นแบบเฉพาะหน้า นอกจากนี้การแทนความรู้ที่ดีจะช่วยแสดงข้อจำกัดตามธรรมชาติที่ปัญหานั้นมีอยู่ ช่วยให้การตัดสินใจในกรณีเฉพาะใด ๆ ง่ายขึ้น กล่าวคือ ทำให้เราสามารถแสดงสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน รวมทั้งข้อจำกัดตามธรรมชาติของปัญหา ทำให้การคำนวณบางอย่างง่ายขึ้น การจัดเก็บและสืบค้นเป็นไปอย่างรวดเร็ว การแทนความรู้อย่างครอบคลุมจะทำให้สามารถเข้าถึงทุกสิ่งที่ต้องการ โดยซ่อนข้อมูลส่วนที่ไม่ค่อยใช้ไว้แต่สามารถเรียกใช้ได้เมื่อต้องการ ถ้าการแทนความรู้มีความแม่นยำจะทำให้การใช้งานความรู้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้การแทนอย่างชัดเจนจะช่วยในการทำความเข้าใจสิ่งที่กล่าวถึง และสามารถคำนวณได้โดยใช้ขั้นตอนที่มีการกำหนดไว้ในปัจจุบันได้ (4)

2.1.2 สิ่งที่ควรพิจารณาในการแทนความรู้

ในการแทนความรู้มีสิ่งที่ควรพิจารณาหลายเรื่องด้วยกัน ประเด็นแรก คือ การเลือกพหุวิธีพหุ หรือระดับของความรู้ที่จะใช้ในการแทนความรู้ คำว่า พหุวิธีพหุ หมายถึง ข้อมูลดิบที่ระบบนำเข้า เช่น เสียงพูด คำที่อุปกรณ์ตรวจจับได้ ภาพ ข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเอนติตี้

ระดับต่ำที่สุดในการแทนความรู้ (8) ในการแทนความรู้ควรเก็บความรู้ในระดับต่ำ เช่น แทนข้อความ “แมวเผือกหู” ด้วยสัญลักษณ์ เผือก(แมว,หู) การแทนแบบนี้ไม่สามารถตอบคำถาม “แมวเห็นหนูหรือไม่” ได้ทันที จำเป็นต้องเพิ่มความรู้ให้แก่ระบบอีกว่า ถ้า เผือก(ก,ข) แล้ว เห็น(ก,ข) (อ่านว่า ถ้า ก เผือก ข แล้ว ก เห็น ข) ระบบจึงจะสามารถตอบคำถามนี้ได้ (6) การแทนข้อความด้วยสัญลักษณ์ที่ละเอียดหรือใช้ความรู้ในระดับต่ำมากเท่าใด โอกาสที่จะพบคำตอบง่ายขึ้น เพราะการค้นหาคำตอบใช้กฎในการอนุมานน้อยกว่า และมีความยืดหยุ่นมากกว่า เพราะความรู้ระดับสูงได้จากการสังเคราะห์ความรู้ระดับต่ำ หรือได้จากการรวมความรู้ในระดับต่ำกับระดับที่สูงกว่า ทำให้ความยืดหยุ่นของความรู้ลดลงแต่มีประสิทธิภาพมากกว่า ในการแก้ปัญหาผู้ออกแบบระบบจึงมีหน้าที่ที่จะต้องเลือกระดับการแทนความรู้ที่ทำให้ระบบมีทั้งความยืดหยุ่น และในขณะเดียวกันต้องใช้เวลาทำงานไม่มากเกินไปด้วย (15)

โดยสรุปอาจกล่าวได้ว่า การเลือกพริวิตีฟที่จะใช้ในการแทนความรู้หรือการเลือกระดับของรู้นั้นจำเป็นต้องหาจุดที่เหมาะสมระหว่างการเลือกพริวิตีฟระดับต่ำ ๆ ซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงกว่าแต่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น หรือการใช้ความรู้ระดับสูงซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าแต่ไม่ยืดหยุ่น เพื่อทำให้ระบบมีทั้งความยืดหยุ่น และใช้เวลาทำงานเหมาะสมไม่มากเกินไป

ส่วนประเด็นที่สอง คือ การเลือกรูปแบบการแทนความรู้ที่เหมาะสม ซึ่งสามารถสรุปได้ (6, 8, 11, 12, 15, 17) ดังนี้

(1) การแทนความรู้ต้องทำได้ง่าย คือ แทนได้ตรง ๆ และสะดวก

(2) รูปแบบการแทนรู้นั้นต้องสามารถแทนความรู้ได้อย่างชัดเจน ตรงกับธรรมชาติเดิมและอยู่ในรูปที่เข้าใจได้ง่าย โดยสามารถบ่งบอรายละเอียดที่ไม่ค่อยเกี่ยวข้องได้ แต่ก็สามารถเรียกใช้ได้เมื่อจำเป็น รูปแบบการแทนความรู้ที่สามารถแทนความรู้ได้อย่างชัดเจนจะต้องสามารถจัดการกับอาร์กิวเมนต์ที่คลุมเครือ และสามารถแทนข้อเท็จจริงที่มีคุณสมบัติบางอย่างร่วมกันได้อย่างเชื่อมโยงกัน เช่น เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคำว่า หินปูนแบบอัดแน่น และหินปูนแบบมีรูพรุนว่าต่างก็เป็นรูปแบบหนึ่งของหินปูน การแทนความรู้แบบนี้สามารถลดปริมาณหน่วยความจำที่ต้องใช้ในการจัดเก็บความรู้ได้

(3) รูปแบบการแทนรู้นั้นต้องสามารถแทนความรู้ทั้งหมดในโดเมนปัญหาได้ โดยใช้โครงสร้างที่กำหนดขึ้น โดยต้องสามารถอธิบายสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ และสามารถอธิบายข้อมูลที่ได้จากการสังเกตสิ่งแวดล้อมด้วย เพราะความรู้อาจมีเอ็นติตี ความสัมพันธ์ หรือคุณสมบัติที่ประกอบด้วยค่าที่ได้จากการวัดหรือการสังเกตด้วย รวมทั้งสามารถจัดการกับตัวแปรและสารสนเทศเชิงคุณภาพได้

(4) รูปแบบการแทนความรู้นั้นต้องสามารถเก็บและเข้าถึงความรู้ที่ต้องการในระหว่างกระบวนการประมวลผลได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบการแทนความรู้ที่ดีต้องสามารถแยกเก็บความรู้แต่ละอันเป็นโมดูลย่อยได้ และมีความยืดหยุ่นในการขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ได้

(5) รูปแบบการแทนความรู้นั้นต้องสามารถอนุมานความรู้ใหม่จากข้อเท็จจริงที่มีอยู่เดิมได้ และสามารถหาเหตุผลจากความรู้ที่เกี่ยวกับความรู้ได้ โดยไม่ก่อให้เกิดคำตอบที่ขัดแย้ง

(6) รูปแบบการแทนความรู้นั้นต้องเอื้อต่อการประยุกต์ใช้งานความรู้ และใช้งานได้ในเชิงปฏิบัติ

(7) รูปแบบการแทนความรู้นั้นต้องสามารถแทนความรู้ได้ดี และในขณะเดียวกันความรู้ที่ถูกแทนนั้นก็อยู่ในรูปที่สามารถคำนวณได้ด้วย ความสามารถในการแทนความรู้และการแทนความรู้ให้อยู่ในรูปที่สามารถคำนวณได้เป็นคุณสมบัติที่เป็นคู่ตรงข้ามกัน วิธีการแทนความรู้ที่สามารถแทนความรู้ได้ดีมักทำการคำนวณหรือหาคำตอบจากความรู้ได้ยาก ดังนั้นผู้ที่วิจัยในเรื่องการแทนความรู้จำเป็นต้องหาจุดสมดุลระหว่างคุณสมบัติสองอย่างนี้ และแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น จากการวิจัยที่ผ่านมามีข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ให้เพิ่มกฎดีฟอลท์เข้าไปในฐานความรู้ที่ไม่สมบูรณ์จะสะดวกกว่าการเพิ่มกฎดีฟอลท์เข้าไปในส่วนที่พิสูจน์ทฤษฎีโดยวิธีเรโซลูชันแบบปกติ

อย่างไรก็ตาม Rich และ Knight (6) เห็นว่า ยังไม่มีระบบใดระบบหนึ่งที่มีคุณสมบัติทั้งหมดนี้ จึงมีการใช้เทคนิคการแทนความรู้หลาย ๆ แบบร่วมกัน เพื่อให้ได้ระบบที่มีคุณสมบัติในการแทนความรู้ที่ดี นักวิชาการโดยมากก็เห็นด้วยกับจุดนี้ คือ ไม่มีวิธีการแทนความรู้แบบใดแบบหนึ่งที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานทุกรูปแบบ ผู้ใช้จะต้องเลือกวิธีการแทนความรู้ที่เหมาะสมกับลักษณะของความรู้ที่จะทำการแทน (23) นอกจากนี้คุณสมบัติของการแทนความรู้ดังกล่าวอาจจะขัดแย้งกัน จึงเป็นการยากที่จะสามารถแทนความรู้ได้โดยมีคุณสมบัติครบถ้วนทุกประการ เนื่องจากเทคนิคการแทนความรู้แต่ละแบบจะให้ความสำคัญต่อคุณสมบัติแต่ละประการต่างกัน (4)

นอกจากการเลือกระดับของพริวิตีฟ และรูปแบบการแทนความรู้ที่เหมาะสมแล้ว Winston (17) ยังได้แนะนำให้พิจารณาถึงการประยุกต์ใช้งานความรู้ว่า ใช้ในงานเฉพาะหรือใช้ในงานทั่วไป และปริมาณความรู้ที่ต้องใช้ โดยต้องคำนึงถึงความต้องการและทรัพยากรที่มี รวมทั้งขนาดของปัญหา และขั้นตอนในการแทนความรู้ ทั้งหมดนี้เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบระบบจะต้องเลือกวิธีการแทนความรู้ที่เหมาะสมกับลักษณะของความรู้และการใช้งาน

2.2 วิธีการแทนความรู้

ในช่วง 25 ปี ที่ผ่านมามีการนำเสนอและใช้งานการแทนความรู้รูปแบบต่าง ๆ มากมาย การแบ่งประเภทการแทนความรู้ที่ง่ายที่สุด คือ การแบ่งออกเป็น การแทนความรู้แบบกระบวนการ และการแทนความรู้แบบบรรยาย (8, 12) การแทนความรู้แบบกระบวนการเป็นการแทนความรู้ในรูปของกฎที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ซึ่งอธิบายกระบวนการในการใช้ความรู้ โดยจะเก็บข้อเท็จจริงจำนวนเล็กน้อยไว้ด้วย ส่วนการแทนความรู้แบบบรรยายนั้นเป็นการแทนข้อเท็จจริงที่มีลักษณะสถิตย์ หรือประโยคที่อธิบายความจริงและกฎที่อธิบายวิธีการใช้งานข้อเท็จจริงนั้น การแทนความรู้แบบนี้มีข้อดีตรงที่สามารถเก็บความรู้ในรูปที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ และสะดวกในการแก้ไข มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บความรู้ คือ เก็บความรู้เรื่องหนึ่งเพียงครั้งเดียวถึงแม้ว่าความรู้นั้นจะถูกใช้หลายครั้ง มีความยืดหยุ่นเพราะสามารถเก็บความรู้ในระดับต่ำได้ และทำการอนุมานได้โดยตรงเพราะความรู้ถูกแทนอยู่ในรูปที่สถิตย์ แต่การแทนความรู้แบบนี้มักต้องใช้ค่าใช้จ่ายมากกว่า เพราะการแจกแจงข้อมูลมักจะซ้ำซ้อนและไม่มีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้การแทนความรู้แบบบรรยายยังอาจจำแนกเป็นประเภทย่อยได้อีก โดย Schalkoff (8) ได้จำแนกวิธีการแทนความรู้แบบบรรยายออกเป็น การแทนบนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ ได้แก่ การใช้พรอพเพอติชันนอลลอจิก และเพรดิเคทลอจิก และวิธีการแบบสัมพันธ์ซึ่งนำไปสู่การแทนความรู้ในรูปของต้นไม้ กราฟ หรือโครงข่ายอรรถศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับการจำแนกรูปแบบการแทนความรู้ของ Kramer (21) หากแต่ Kramer มองการแทนความรู้โดยใช้โครงข่ายอรรถศาสตร์ว่า เป็นวิธีการแทนความรู้ที่อยู่ตรงจุดกึ่งกลางระหว่างการแทนความรู้แบบบรรยาย และการแทนความรู้แบบกระบวนการ อย่างไรก็ตามในที่นี้จะรวมการแทนความรู้โดยใช้โครงข่ายอรรถศาสตร์ไว้ใน การแทนความรู้แบบบรรยาย นอกจากนั้นการจำแนกแบบนี้ยังใกล้เคียงกับการจำแนกของ Mylopoulos และ Levesque (อ้างถึงใน 15) และ Rich และ Knight (6) เพียงแต่ Mylopoulos และ Levesque ได้แยกการแทนความรู้แบบบรรยายออกเป็น 3 ประเภท คือ การแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ การแทนความรู้แบบโครงข่าย และแบบโครงสร้าง ส่วน Rich และ Knight ได้แบ่งการแทนความรู้แบบบรรยายออกเป็น 3 ประเภทเช่นกัน คือ การแทนความรู้แบบอนุมาน ซึ่งก็คือ การแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์นั่นเอง การแทนความรู้แบบถ่ายทอดซึ่งอาจเรียกว่า การแทนความรู้แบบโครงข่าย หรือแบบโครงสร้าง และการแทนความรู้แบบสัมพันธ์ โดยอาจจำแนกรูปแบบการแทนความรู้ออกเป็นประเภทต่าง ๆ และสรุปรายละเอียดได้ ดังนี้

(1) การแทนความรู้แบบกระบวนการ การแทนความรู้แบบนี้จะแทนความรู้ในรูปของเซตของคำสั่งที่ใช้ในการแก้ปัญหา เทคนิคที่ใช้กันมากที่สุดในแทนความรู้แบบนี้ คือ ระบบการผลิต

ซึ่งแทนความรู้ในรูปของกฎ “ถ้า...แล้ว” ในการอนุมานจะแปลและใช้กฎนี้ในการแก้ปัญหาเพื่อหาเป้าหมายได้เลย ตัวอย่างของวิธีการแทนความรู้แบบนี้ เช่น ระบบการผลิต การแทนความรู้แบบนี้จะต้องเลือกรูปแบบโครงสร้างข้อมูลที่จะใช้ในการแทนข้อเท็จจริง และเลือกการอนุมานที่เหมาะสม โดยอาจใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ต่างๆ เช่น ลิสป์ ช่วยในการเขียนโปรแกรม แต่การแทนความรู้แบบนี้มีความสามารถในการอนุมานและประสิทธิภาพในการดึงความรู้ต่ำ เนื่องจากการเขียนโปรแกรมให้สามารถหาเหตุผลเกี่ยวกับพฤติกรรมของโปรแกรมอื่นได้นั้นเป็นเรื่องยาก และการเพิ่มและลบข้อเท็จจริงจะต้องทำการเปลี่ยนแปลงในตัวโปรแกรม ซึ่งจะกลายเป็นเรื่องยุ่งยากเมื่อโปรแกรมมีขนาดใหญ่

(2) การแทนความรู้แบบบรรยาย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ด้วยกัน ได้แก่

- การแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ หรือการแทนความรู้แบบอนุมาน การแทนความรู้แบบนี้จะมองฐานความรู้ว่าเป็นชุดของสูตรซึ่งสามารถเพิ่มเติมสูตรใหม่เข้าไปได้ โดยกฎที่ใช้ในการอนุมานและกระบวนการในการพิสูจน์จะใช้ความรู้ที่แทนไว้เป็นเสมือนกับปัญหาตัวอย่าง โดยกระบวนการในการอนุมานเพื่อหาคำตอบจากความรู้ที่ใช้งานกันมากที่สุด ก็คือการทำเรโซลูชันซึ่งจะหาคำตอบโดยการพิสูจน์ข้อขัดแย้ง ข้อดีของการใช้ตรรกะในการแทนความรู้ก็คือ ตรรกะให้โครงสร้างในการแทนความรู้ที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่าง ๆ ได้ดี มีเหตุผลผลและมีความสมบูรณ์ ทำให้การหาเหตุผลและการพิสูจน์ถูกต้อง แต่การคัดเลือกรูปแบบของตรรกะที่สามารถแทนความรู้ได้อย่างเพียงพอ และในขณะเดียวกันต้องสามารถคำนวณได้ไม่ใช่ว่าเรื่องง่าย พรอฟพอลิชั่นนอลลอจิกนั้นใช้แทนความรู้ได้ไม่เพียงพอ ส่วนเพรดิเคทลอจิกนั้นยากในการคำนวณ การหาจุดกึ่งกลางระหว่างสองปัจจัยนี้ทำให้มีการใช้เพรดิเคทลอจิกใน 2 ลักษณะ คือ ในลักษณะที่จำกัดรูปแบบของสูตรที่ฐานความรู้จะยอมรับ หรือนิยามความสัมพันธ์ในการพิสูจน์ของเพรดิเคทลอจิกเสียใหม่เพื่อให้สามารถคำนวณได้ (21) อย่างไรก็ตามรูปแบบการแทนความรู้ประเภทนี้ที่ใช้กันแพร่หลายที่สุดก็คือ เพรดิเคทลอจิก และนิยมใช้ภาษาโปรล็อกในการแทนความรู้ประเภทนี้ในคอมพิวเตอร์ ถึงแม้ว่าการแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์นั้นจะแทนความรู้ได้ดีเพราะมีความสมบูรณ์มาก แต่อย่างไรก็ตามระบบที่มีพื้นฐานบนตรรกศาสตร์ที่ไม่เคร่งครัดนักจะมีประสิทธิภาพมากกว่า

- การแทนความรู้แบบถ่ายทอด การแทนความรู้แบบนี้จะต้องจัดออบเจกต์ให้อยู่ในคลาสและเรียงตามลำดับ และใช้โครงสร้างแบบสล็อตแอนด์ฟิลเลอร์ซึ่งอาจเป็นโครงข่ายอรรถศาสตร์หรือเฟรมก็ได้ในการแทนความรู้ Mylopoulos และ Levesque (อ้างใน 15) เรียกการแทนความรู้โดยใช้โครงข่ายอรรถศาสตร์ว่า การแทนความรู้แบบโครงข่าย เนื่องจากการแทนความรู้แบบนี้เก็บความรู้ในรูปของกราฟ โดยจะใช้โหนดแทนออบเจกต์หรือคอนเซ็ปต์ในโดเมนของ

ปัญหา และใช้อาร์กแทนความสัมพันธ์ระหว่างโหนดที่เชื่อมต่อ และเรียกการแทนความรู้โดยใช้เฟรมว่า การแทนความรู้แบบโครงสร้าง เนื่องจากการแทนความรู้แบบนี้ขยายขีดความสามารถของการแทนความรู้แบบโครงข่าย โดยให้โหนดแต่ละอันมีโครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อนประกอบด้วยชื่อของสล็อตกับค่าซึ่งอาจจะเป็นตัวเลข สัญลักษณ์ ตัวชี้ไปยังเฟรมอื่น หรือแม้กระทั่งเป็นกระบวนการทำงานเฉพาะหนึ่ง ๆ ก็ได้ การแทนความรู้แบบเรียงตามคลาสที่เฉพาะกว่าจะมีคุณสมบัติและค่าของคุณสมบัติของคลาสที่ทั่วไปกว่าซึ่งอาจเรียกว่า มีคุณสมบัติการถ่ายทอดค่าดีฟอลท์ โดยคุณสมบัติของคลาสที่ทั่วไปกว่าหรือโหนดแม่ที่ถ่ายทอดมายังคลาสที่เฉพาะกว่าหรือโหนดลูกอาจจะขัดแย้งกับคุณสมบัติที่โหนดลูกมีอยู่ คุณสมบัติข้อนี้ทำให้สามารถใช้ความรู้ที่แทนในรูปของโครงข่ายอรรถศาสตร์ในการหาเหตุผลโดยใช้สามัญสำนึกได้ ในขณะที่การแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ทำไม่ได้ การสืบค้นความรู้รูปแบบนี้สามารถสืบค้นได้ทั้งข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในระบบ และข้อเท็จจริงที่ได้จากการอนุมานจากข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในระบบ

- การแทนความรู้แบบสัมพันธ์ เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการแทนข้อเท็จจริงแบบบรรยาย วิธีนี้จะแทนความรู้ในรูปของเซตของความสัมพันธ์ในรูปแบบเดียวกับระบบฐานข้อมูล วิธีนี้มีความสามารถในการอนุมานต่ำ แต่ความรู้ในรูปแบบนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในเครื่องอนุมานที่มีประสิทธิภาพมากกว่าได้ เช่น ทำการแทนความรู้ในรูปของตารางข้อมูลเชิงสัมพันธ์แล้วใช้กระบวนการหรือชุดของกฎในการคำนวณเพื่อหาคำตอบจากข้อเท็จจริงเหล่านั้นอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะทำให้การใช้งานความรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างเช่น การทำให้ฐานข้อมูลสามารถตอบคำถามของผู้ใช้ระบบได้อย่างชาญฉลาด ปัจจุบันมีระบบฐานข้อมูลเชิงการคำนวณที่สนับสนุนการแทนความรู้ในรูปแบบนี้ (6)

มีการจำแนกเทคนิคที่ใช้ในการแทนความรู้ออกเป็นประเภทต่าง ๆ มากมาย แต่ในที่นี้จะแบ่งเป็น 3 ประเภทด้วยกัน ประเภทแรก เป็นการแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ ได้แก่ การใช้เพรดิเคทลอจิก ประเภทที่สองคือ การแทนความรู้แบบกระบวนการ ได้แก่ ระบบการผลิตและประเภทที่สาม เป็นกลุ่มที่แทนความรู้โดยใช้โครงสร้างแบบสล็อตและฟิลเลอร์ ซึ่งสามารถถ่ายทอดสมบัติโดยผ่านความสัมพันธ์ของสล็อต ได้แก่ โครงข่ายอรรถศาสตร์ เฟรม และคอนเซ็ปท์-ซัลติเพนเดนซี แต่ละเทคนิคมีรายละเอียดโดยสรุปและข้อดี/ข้อเสีย ดังนี้

2.2.1 เพรดิเคทลอจิก

เพรดิเคทลอจิก เป็นการศึกษาทางตรรกศาสตร์เกี่ยวกับการอนุมาน เพื่อหาความจริงใหม่จากความรู้เดิมที่ได้พิสูจน์แล้วว่าเป็นจริง และเป็นการศึกษาการแทนสารสนเทศโดยใช้เพรดิเคทและพจน์ ในการแทนความรู้จะวิเคราะห์ประโยคโดยให้นามวลีเป็นพจน์และกริยาวลีเป็นเพรดิเคท พจน์หรือที่มักเรียกกันว่าอาร์กิวเมนต์ของเพรดิเคท ได้แก่ ตัวแปร ฟังก์ชัน หรือค่า

คงที่ ส่วนเพรดิเคทนั้นมีทั้งที่อยู่ในรูปของคุณสมบัติและในรูปของความสัมพันธ์ ประโยคแต่ละประโยคสามารถรวมกันโดยใช้ตัวเชื่อม ในการแทนความรู้มีการใช้เครื่องหมายนิเสธใช้สำหรับเปลี่ยนค่าความจริงให้มีค่าเป็นตรงกันข้าม และเครื่องหมายแสดงความเท่ากันหรือสมมูลกันระหว่างประโยคสองประโยค นอกจากนี้ยังมีการระบุปริมาณของตัวแปรด้วย เพื่อจะได้ไม่ต้องเขียนถ้อยแถลงหนึ่งซ้ำสำหรับทุกความจริง การตรวจสอบความรู้ของระบบจะใช้วิธีที่เรียกว่า *เรโซลูชัน* ซึ่งเป็นวิธีอนุมานว่าประพจน์เป็นจริงหรือใหม่ โดยนำประพจน์ที่จะทำการทดสอบสมมติฐานมาแปลงให้เป็นอนุประโยค แล้วเปลี่ยนให้เป็นลบก่อนที่จะนำมาเปรียบเทียบกับเซตของสัจพจน์ โดยจะตัดอนุประโยคคู่ที่ขัดแย้งกันทิ้งไปและได้อนุประโยคใหม่ ถ้าได้อนุประโยคว่างแสดงว่าเกิดข้อขัดแย้ง และประพจน์ที่ทดสอบเป็นจริง ก่อนการทำเรโซลูชันต้องมีการตรวจสอบก่อนว่าตัวแปรที่ใช้อยู่ทั้งหมดเป็นสิ่งเดียวกันหรือไม่ โดยวิธีการยูนิฟิเคชัน

การแทนความรู้ด้วยเพรดิเคทลอจิก มีข้อดีตรงที่เป็นเทคนิคที่มีรากฐานทางทฤษฎีที่ดี ถูกต้องและเคร่งครัด ซึ่งเป็นสมบัติที่เหมาะสมต่อการจัดการความรู้และการรับความรู้ เนื่องจากสามารถอนุมานอย่างมีโครงสร้างได้จึงสามารถสร้างระบบอนุมานอัตโนมัติได้ และการอนุมานถูกต้องทุกครั้ง กฎในการอนุมานทางตรรกศาสตร์ โดยเฉพาะโมดัสโปเนนให้กลไกที่เคร่งครัดและถูกต้องในการอนุมาน นอกจากนี้ยังมีการขยายการศึกษาทางตรรกศาสตร์เพิ่มเติมจากเดิม เช่น มัลติแวลูลอจิก นอนโมโนโทนิกลอจิก เทมพอรอลลอจิก ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ในการออกแบบระบบที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น แต่เพรดิเคทลอจิกมีข้อจำกัดตรงที่ไม่ได้ให้เครื่องมือในการแทนความรู้อย่างสมบูรณ์ จึงไม่สามารถแทนความรู้บางอย่างได้ เนื่องจากธรรมชาติของมนุษย์ไม่ได้หาเหตุผลโดยการอนุมานทางตรรกศาสตร์เสมอไป ตรรกศาสตร์อาจจะไม่ยืดหยุ่นพอที่จะนำมาใช้ได้กับทุกปัญหา และในการแปลงประโยคจากภาษาต้นทางเป็นประโยคทางตรรกศาสตร์นั้นอาจพบกับปัญหาภาษาต้นทางที่กำกวม หรือสามารถแทนด้วยรูปแบบง่าย ๆ ได้แต่หาเหตุผลได้ยาก หรือไม่รู้จักหาเหตุผลโดยเริ่มที่ประโยคใดก่อนดี ทั้งนี้ผลของการอนุมานอาจจะไม่ตอบคำถาม หรือใช้เวลานาน หรือบางครั้งแม้แต่การตอบคำถามง่าย ๆ แต่ถ้ามีความรู้ในฐานความรู้ไม่เพียงพอที่จะตอบคำถามนั้นไม่ได้ และจำเป็นต้องเพิ่มเติมความรู้ให้แก่ระบบเสียก่อน แต่ก็นับเป็นข้อดีของเพรดิเคทลอจิกที่การเพิ่มความรู้ทำได้โดยไม่ยุ่งยากนัก (6, 13, 16)

2.2.2 ระบบการผลิต

ระบบการผลิตแทนความรู้ในรูปของกฎประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 อย่าง ได้แก่ หน่วยความจำที่เก็บสถานะปัจจุบันที่กำลังอนุมานอยู่ องค์ประกอบที่สอง คือ หน่วยความจำที่เก็บฐานความรู้ ความรู้ของระบบการผลิต คือ ชุดของกฎ กฎจะอยู่ในรูป “ถ้า...แล้ว” ประโยคที่ตามหลัง “ถ้า” จะแสดงเงื่อนไข และประโยคที่ตามหลัง “แล้ว” จะแสดงผล กฎแต่ละข้อรวมกัน

โดยใช้ตัวเชื่อม “และ” หรือ “หรือ” และองค์ประกอบสุดท้าย คือ อินเตอร์พรีเตอร์ ซึ่งจะพิจารณาสถานะปัจจุบันและทำการอนุมาน กระบวนการอนุมานมี 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ การเปรียบเทียบส่วนของกฎในหน่วยความจำทำงานกับส่วนของกฎในฐานความรู้ ถ้ามีกฎหลายข้อที่มีส่วนผลตรงกันกับกฎในหน่วยความจำทำงาน อินเตอร์พรีเตอร์จะคัดเลือกกฎโดยใช้กระบวนการคอนฟликтเรโซลูชัน และใช้กฎที่ได้ในการหาผลลัพธ์ ระบบการผลิตเป็นวิธีการแทนความรู้ที่นิยมใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบการผลิตมีลักษณะคล้ายกับการแทนความรู้ด้วยตรรกศาสตร์ ในแง่ของการแทนและการใช้งานความรู้ โดยระบบการผลิตมีโครงสร้างที่ง่ายและสามารถเก็บความหมายได้มากกว่า และสนับสนุนการใช้ค่าความไม่แน่นอนกับความรู้ อย่างไรก็ตามระบบการผลิตมีข้อด้อยตรงที่แทนสารสนเทศแบบอัลกอริธึมและบันทึกโครงสร้างของความรู้ที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันได้ยาก และโดยทั่วไปจะใช้ระบบการผลิตกับสารสนเทศเชิงไวยากรณ์เท่านั้น นอกจากนี้การเพิ่มและลบข้อเท็จจริงในฐานความรู้ยังทำได้ไม่สะดวกนัก และการจับคู่ส่วนของกฎในหน่วยความจำทำงานกับในฐานความรู้เป็นการลองผิดลองถูก ดังนั้นหากมีจำนวนกฎมากจะใช้เวลาในการจับคู่จนจนยอมรับไม่ได้ในทางปฏิบัติ (4, 13)

2.2.3 โครงข่ายอรรถศาสตร์

โครงข่ายอรรถศาสตร์ แทนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งสองสิ่งโดยใช้กราฟ องค์ประกอบของโครงข่ายอรรถศาสตร์ ได้แก่ โหนดซึ่งใช้แทนวัตถุ ความนึกคิด เหตุการณ์ การกระทำ สภาพ หรือการยืนยัน และอาร์กซึ่งใช้แทนความสัมพันธ์ โดยจะมีลูกศรแสดงทิศทางของความสัมพันธ์ และมีชื่อบอกลักษณะความสัมพันธ์อยู่ข้างๆ ลูกศร ความสัมพันธ์ที่มีคุณสมบัติการถ่ายทอดและนิยมใช้ในการแทนความรู้ ได้แก่ is-a หรือ has-part โครงข่ายอรรถศาสตร์มีกระบวนการในการจัดความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น คลาสที่เหนือกว่าจะมีความสัมพันธ์กับคลาสที่ต่ำกว่าหรือคลาสน้อย คุณสมบัตินี้ช่วยประหยัดหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บความรู้ แต่จำเป็นต้องมีกลไกจัดการกับกรณียกเว้น หรือกลไกควบคุมที่บอกขอบข่ายของการถ่ายทอดคุณสมบัติ การหาเหตุผลทำได้โดยการค้นหาลูกของอาร์กของฐานความรู้นั้น แล้วทำการเปรียบเทียบโหนดที่เหมือนกันโดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการเปรียบเทียบรูปแบบระหว่างโครงข่ายสองอัน

ข้อดีของการแทนความรู้แบบอรรถศาสตร์ คือ มีโครงสร้างในการแทนความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุหรือความคิดที่เป็นธรรมชาติจึงเหมาะกับความรู้ที่แยกเป็นชิ้น ๆ สามารถแทนได้ทั้งความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งสองสิ่งและมากกว่าสองสิ่ง มีคุณสมบัติการถ่ายทอด ช่วยประหยัดเนื้อที่ในการเก็บความรู้ แต่โครงข่ายอรรถศาสตร์ไม่มีการแทนความสัมพันธ์ “และ” หรือ “หรือ” ดังเช่นการแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ และโครงข่ายอรรถศาสตร์ไม่มีการแทนความ

สัมพันธ์แบบที่เป็นเหตุเป็นผลกัน หากจำเป็นต้องการแทนความสัมพันธ์เหล่านี้จะต้องใช้ลูกศรชนิดพิเศษ ซึ่งทำให้ข้อความหมายหมดคุณสมบัติความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน และทำให้การอนุมานยุ่งยากยิ่งขึ้นด้วย นอกจากนี้ข้อความหมายเป็นรูปแบบสำหรับการแทนความรู้แบบสถิติ ดังนั้นในกรณีที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงความรู้ที่เก็บอยู่พร้อม ๆ กันไปกับการอนุมาน จำเป็นจะต้องเพิ่มกลไกพิเศษในการเปลี่ยนข้อความหมายด้วย (4, 6, 13, 16)

2.2.4 เฟรม

วิธีนี้พัฒนามาจากการแทนความรู้แบบอรรถศาสตร์ โดยกำหนดให้โหนดสามารถบรรจุข้อความได้มากขึ้นแทนที่จะแสดงเพียงออบเจกต์เท่านั้น เฟรมเป็นการแทนความรู้แบบโครงสร้างจำลองความจำและขบวนการเรียนรู้ของมนุษย์ เน้นการแทนวัตถุ เหตุการณ์หรือสภาพโดยใช้วัตถุหรือเหตุการณ์ที่สำคัญเป็นศูนย์กลางของการแทนความรู้ และแสดงความสัมพันธ์ไปยังความรู้ที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ เหตุการณ์ วัตถุ หรือความคิดจะถูกจัดเป็นสัดเป็นส่วนและบันทึกในเฟรม โดยจะมีข้อมูลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฟรมความรู้เหล่านี้ โครงสร้างข้อมูลพื้นฐานของเฟรมประกอบด้วยชื่อเฟรมและเซตของสล็อต โดยจะใช้ค่าของสล็อตที่เป็นชื่อเฟรมหรือชื่อสล็อตเป็นตัวชี้ไปยังเฟรมหรือสล็อตอื่นที่อยู่ระดับต่ำกว่า ถ้าเป็นชื่อขั้นตอนจะเรียกขั้นตอนการคำนวณหรือโปรแกรมย่อยอื่นๆ เฟรมมีการถ่ายทอดคุณสมบัติโดยเฟรมที่อยู่ระดับต่ำกว่าจะมีคุณสมบัติของเฟรมที่อยู่ระดับสูงกว่า นอกจากนี้ยังสามารถทำการขยายสล็อตเพื่อเพิ่มเติมคุณสมบัติของสล็อตได้ โดยเพิ่มแอททริบิวต์ตัวใหม่ที่มีชื่อว่า ฟาเซต ซึ่งสามารถจัดการเกี่ยวกับค่าต่าง ๆ ได้ และสามารถเพิ่มขั้นตอนเข้าไปช่วยในการทำงานของเฟรมได้ การอนุมานเป็นการกำหนดค่าสล็อตที่ยังไม่รู้ภายในเฟรมที่กำลังพิจารณาอยู่ หรือเรียกว่า การเติมสล็อต ซึ่งไม่มีวิธีการที่แน่นอนขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ได้แก่ การอนุมานที่ค่อนข้างกระบวน การหาเหตุผลของโครงข่ายอรรถศาสตร์ และค่อนข้างกฎและกระบวนการ

ข้อดีของการแทนความรู้ด้วยเฟรม คือ เป็นการแทนความรู้ที่เน้นสิ่งที่ต้องการแทนเป็นหลัก และเป็นการแทนความรู้แบบรวบยอด สามารถใช้โครงสร้างข้อมูลชนิดเดียวในการแทนความรู้หลาย ๆ ประเภท ตั้งแต่ความรู้ที่เป็นความจริง จนถึงความรู้ที่เป็นขั้นตอนหรือกระบวนกร มีการใช้คุณสมบัติการถ่ายทอด จึงช่วยประหยัดเนื้อที่ในการเก็บความรู้ และเหมาะสำหรับการสร้างแบบจำลองการอนุมานตามความคาดหมาย กลไกในการอนุมานของเฟรมมีความยืดหยุ่น เพราะไม่ได้กำหนดวิธีการอนุมานอย่างตายตัว ผู้ออกแบบระบบสามารถเลือกใช้วิธีการอนุมานให้เหมาะสมกับลักษณะและสภาพของปัญหาได้ แต่ข้อดีของเฟรมก็สร้างปัญหาให้กับการจัดการความรู้เช่นเดียวกัน คือ ทำให้การตรวจสอบความถูกต้องและความขัดแย้งของความรู้ทำได้ยาก

เพราะเฟรมสามารถแทนความรู้ได้อย่างยืดหยุ่นและใช้ได้กับความรู้หลายประเภท และผู้ใช้ระบบต้องตัดสินใจเลือกวิธีอนุมานเองที่เหมาะสมเอง (4, 6, 13)

2.2.5 คอนเซ็ปต์ซัลวดีเพนเดนซี

คอนเซ็ปต์ซัลวดีเพนเดนซี ซึ่งจะเรียกสั้น ๆ ว่า CD เป็นวิธีการแทนความรู้ที่เป็นเหตุการณ์ซึ่งมักปรากฏในภาษาธรรมชาติ เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถเข้าใจภาษามนุษย์ได้ดีพอที่จะสรุปความออกมาและแปลเป็นภาษาอื่น หรือสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องนั้นได้ ในการแทนความรู้ประโยคที่มีรูปประโยคต่างกัน แต่มีความหมายเดียวกันจะใช้โครงสร้างที่แทนแบบ CD เหมือนกัน CD แทนการกระทำและสถานะโดยแบ่งการกระทำออกเป็นกรกระทำพื้นฐานอย่างชัดเจน และใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างโครงสร้างความหมาย หรือใช้แทนความหมาย หรือการกระทำหลักที่สร้างความสัมพันธ์ของผู้กระทำและผู้ถูกกระทำ และแทนสถานะซึ่งเป็นผลของการกระทำ หรือแอททริบิวต์ของวัตถุสิ่งของ หรือความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุที่มีตัวตน และใช้เป็นสิ่งที่อธิบายรูปร่าง สีสรร ขนาด จำนวน การแทนความหมายจะนำเอาการกระทำพื้นฐานมาผูกเป็นเรื่องราวตามโครงสร้างของ CD เป็นเฟรมลำดับต่อเนื่อง สคริปต์แต่ละขั้นตอนเป็นการจำลองเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น และเกี่ยวพันกันเป็นลำดับ

CD ช่วยให้การอนุมานประโยคง่ายขึ้น เนื่องจากกำหนดโครงสร้างและชุดของการกระทำพื้นฐานที่แน่นอนไว้แล้ว ทำให้การแทนความรู้ไม่ขึ้นอยู่กับภาษาของประโยคที่นำมาแทน แต่ CD เป็นทฤษฎีที่ใช้ในการแทนเหตุการณ์เท่านั้น และต้องย่อยความรู้ที่จะนำมาแทนให้อยู่ในระดับต่ำ ๆ จึงแทบเป็นไปได้ที่จะใช้ CD ในการแทนสถานการณ์บางอย่าง (6, 13)

จากการศึกษาเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการแทนความรู้แต่ละแบบในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพของกรณีศึกษา โดยพิจารณาจากเงื่อนไขต่าง ๆ อันได้แก่ ความยาก/ง่ายในการแทนและปรับปรุงแก้ไขความรู้ และกลไกในการอนุมาน พบว่าเพรดิเคทลอจิกเป็นเทคนิคในการแทนความรู้ที่เหมาะสมกับชุดความรู้มากกว่าเทคนิคอื่น เนื่องจากชุดความรู้ไม่มีลักษณะของการถ่ายทอดคุณสมบัติมากนัก และเพรดิเคทลอจิกเป็นเทคนิคที่มีรากฐานทางทฤษฎีที่ดี มีกลไกการอนุมานที่ถูกต้องแน่นอน สามารถสร้างกลไกการอนุมานแบบอัตโนมัติได้จึงเหมาะสมต่อการจัดการความรู้ การเพิ่มความรู้ทำได้โดยไม่ยุ่งยากนักเมื่อเทียบกับการแทนความรู้แบบบรรทัดฐานและมีเทคนิคใหม่ๆ เพิ่มเติมที่ทำให้สามารถแทนความรู้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น เมื่อเทียบเพรดิเคทลอจิกกับเฟรม ถึงแม้ว่าเฟรมจะมีความยืดหยุ่นในการจัดเก็บมากกว่า แต่การแทนความรู้ด้วยเฟรมก็มีปัญหาในการจัดการกับความรู้ การตรวจสอบความถูกต้องและความขัดแย้งของความรู้นั้นยังทำได้ยาก และผู้ใช้ระบบต้องรับภาระในการตัดสินใจเลือกวิธีอนุมานอีกด้วย

นอกเหนือจากการใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพแล้ว ยังมีรูปแบบการจัดการสารสนเทศเชิงคุณภาพวิธีอื่น ๆ ซึ่งได้มีการพัฒนามาก่อนหน้านี้ ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

2.3 การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพ

การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพนั้นนอกจากจะต้องอยู่ในรูปที่สามารถจัดเก็บและสืบค้นได้แล้ว ยังต้องรองรับการใช้งานซึ่งก็คือ การวิเคราะห์สารสนเทศเชิงคุณภาพนั่นเอง จากการศึกษาเอกสารพบว่า ปัจจุบันยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการแทนและวิเคราะห์สารสนเทศเชิงคุณภาพไม่มากนัก ในที่นี้จะอ้างอิงถึงการศึกษาของ Brent และ Anderson (2) เป็นหลัก

Brent และ Anderson ได้กล่าวถึง ประเภทของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดการสารสนเทศที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพไว้ ดังนี้

(1) การจัดการในรูปเท็กซ์ จะแทนสารสนเทศในรูปของแถวของตัวอักษรซึ่งมีโครงสร้างน้อยหรือไม่มีเลย การวิเคราะห์ข้อมูลจะพิจารณาเนื้อความแล้วทำการระบุและเปรียบเทียบส่วนที่เกี่ยวข้องกับคอนเซ็ปท์ ทำการเคลื่อนย้ายข้อความและจำแนกประเภทโดยการลงรหัส การสืบค้นข้อมูลทำได้โดยการไล่ตามลำดับ จนกระทั่งพบรหัสที่เป็นตัวแทนของประเภทหรือคอนเซ็ปท์ที่ต้องการแล้วจะแสดงข้อความในส่วนนั้นออกมา โปรแกรมอาจมีความสามารถพิเศษอื่น ๆ เพิ่มเติม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่เลือกใช้ ได้แก่ โปรแกรมประมวลผลคำ โปรแกรมวิเคราะห์เนื้อหา หรือโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัยเชิงคุณภาพโดยเฉพาะ เช่น Ethnograph ข้อดีของวิธีนี้ก็คือ สามารถจัดโครงสร้างให้แก่ข้อมูลโดยยังรักษาความยืดหยุ่น สามารถเข้าถึงข้อมูลตั้งต้นได้ และสืบค้นข้อมูลได้อย่างเจาะจง แต่วิธีนี้จะมีความสามารถในการสืบค้นลดลงถ้าแฟ้มข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้น

(2) การจัดการฐานข้อมูล การบันทึกข้อมูลด้วยวิธีนี้ ต้องแปลงข้อมูลของประเภทที่กำหนดไว้จากรูปข้อความให้อยู่ในแต่ละเขตข้อมูลของระเบียบ ผู้วิจัยสามารถสืบค้นข้อมูลของประเภทที่กำหนดไว้เพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลของประเภทอื่น แล้วสร้างหรือลบประเภทได้ตามต้องการ หรือทำรายงานผลการสืบค้น การเข้าถึงข้อมูลของวิธีนี้ทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้ดัชนีของคำสำคัญที่เรียงตามลำดับ ตัวอย่างโปรแกรมแบบนี้ เช่น โปรแกรมจัดการแฟ้มข้อมูล โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล โปรแกรมสเปรดชีต วิธีนี้มีข้อดีเช่นเดียวกับวิธีการจัดการแบบเท็กซ์ คือ สามารถจัดโครงสร้างให้แก่ข้อมูลโดยยังรักษาความยืดหยุ่น สามารถเข้าถึงข้อมูลตั้งต้นได้ และสามารถสืบค้นข้อมูลได้อย่างเจาะจง แต่การแปลงข้อมูลของวิธีนี้ขัดแย้ง

กับกระบวนการคิดที่ต้องการให้ข้อมูลมีลักษณะเหมือนกับข้อมูลตั้งต้นมากที่สุด ทำให้ต้องกำหนดรหัสให้แก่ข้อมูลโดยใช้เท็กซ์หรือดีเตอร์หรือโปรแกรมประมวลผลคำ ก่อนที่จะแปลงให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูลในภายหลัง ขั้นตอนการแปลงข้อมูลที่ยังยากทำให้วิธีการนี้ไม่เป็นที่นิยมนัก เว้นแต่จะใช้โปรแกรมภาษาธรรมชาติมาช่วยในการแปลงข้อมูล และขั้นตอนการแปลงข้อมูลทำให้การเปลี่ยนแปลงข้อมูลทำได้ยากขึ้น นอกจากนี้วิธีนี้ยังไม่เหมาะสมกับการแทนข้อความที่มีขนาดยาวมาก

(3) ระบบฐานความรู้ ถึงแม้จะยังไม่มีพัฒนาระบบฐานความรู้สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพก็ตาม แต่ Brent และ Anderson ได้ให้แนวทางในการใช้เฟรมแทนความรู้ วิธีนี้ต้องเก็บข้อมูลอย่างเอ็กซพลีซิทีไว้ในสล็อตของเฟรม ถ้าหากพบว่าข้อมูลนั้นขัดแย้งกับข้อกำหนดของเฟรมมาก จะแยกข้อมูลนั้นไปใส่ไว้ในเฟรมอื่น การแปลงข้อมูลอาจจะใช้โปรแกรมภาษาธรรมชาติช่วย การสร้างฐานความรู้จะใช้โปรแกรมภาษา เช่น ลิสป์ หรือใช้ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ก็ได้ เฟรมช่วยให้ผู้วิจัยเห็นลักษณะทั้งหมดของเหตุการณ์ได้ ผู้วิจัยสามารถเพิ่มเติมหรือลบคอนเซพต์ได้ตามต้องการ ดึงและแสดงข้อมูลเดิมมาเปรียบเทียบได้โดยใช้ตัวชี้ ข้อดีของการแทนความรู้อย่างเอ็กซพลีซิที ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถตีความข้อมูลบางส่วนได้ เช่น สามารถแก้ไขข้อขัดแย้งในฐานความรู้ สามารถค้นหาคอนเซพต์ใหม่และความสัมพันธ์ระหว่างคอนเซพต์ สามารถอนุมานความรู้ใหม่จากความรู้เดิมที่มีอยู่ แต่จำเป็นต้องมีการพัฒนาการทดสอบความถูกต้องในการตีความของคอมพิวเตอร์ และหาเส้นแบ่งในการทำงานระหว่างคอมพิวเตอร์และผู้วิจัย การพัฒนาระบบฐานความรู้ควรทำในหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องเฉพาะเจาะจง และการตีความไม่ซับซ้อนมากนัก

Brent และ Anderson ได้ให้คำแนะนำว่า ควรใช้การจัดการในรูปที่เก็ชท์กับงานวิจัยขั้นต้นที่ยังมีข้อมูลไม่มากนัก เพราะวิธีนี้สามารถช่วยงานเชิงกลได้ดี เช่น การลอก ลบ เคลื่อนย้าย ข้อความ หากมีข้อมูลเพิ่มขึ้นควรจัดทำเป็นฐานข้อมูล หากงานวิจัยนั้นมีข้อมูลมากขึ้น มีความคงตัวพอสมควร และต้องการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตีความควรใช้ฐานความรู้ในการจัดเก็บข้อมูล

ในการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กับงานทางสังคมศาสตร์นั้น การเลือกโครงสร้างข้อมูลเป็นงานที่สำคัญที่สุด Brent และ Anderson (2) ได้แบ่งโครงสร้างข้อมูลออกเป็น 4 ระดับด้วยกัน ได้แก่

(1) โครงสร้างข้อมูลแบบอิมพลีซิที โครงสร้างข้อมูลแบบนี้ทำให้คอมพิวเตอร์ไม่สามารถใช้งานข้อมูลได้มากนัก โปรแกรมที่ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบนี้จะทำงานได้ไม่ก็อย่าง เช่น คัด

ลอก ตัด แปะ เพิ่มและลบข้อมูล ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบนี้ ได้แก่ เท็กชทไฟล์ของโปรแกรมประมวลผลคำหรือเท็กชทอีดิเตอร์

(2) โครงสร้างข้อมูลแบบธรรมชาติ โครงสร้างแบบนี้มีความสามารถมากกว่าโครงสร้างแบบอิมพลิชิต เพราะสามารถแยกความแตกต่างของเขตข้อมูลต่าง ๆ ได้ และสามารถจัดการกับข้อมูลในแต่ละเขตข้อมูลได้ เช่น การคำนวณหรือการสืบค้นข้อมูล อย่างไรก็ตามโครงสร้างข้อมูลแบบนี้ยังขาดความสามารถในการแทนโครงสร้างที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นธรรมชาติ ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบนี้ ได้แก่ โปรแกรมสเปรดชีต

(3) โครงสร้างข้อมูลแบบซับซ้อน โครงสร้างข้อมูลแบบนี้ ได้แก่ ต้นไม้ ลิสต์ และฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ โครงสร้างข้อมูลแบบนี้สามารถแทนคอนเซ็ปท์ที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นธรรมชาติ เช่น โครงข่ายอรรถศาสตร์ และมีประสิทธิภาพมากกว่าการแทนข้อมูลด้วยโครงสร้างข้อมูลแบบธรรมชาติ แต่อาจมีความยุ่งยากในการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูล ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบนี้ ได้แก่ ระบบจัดการฐานข้อมูล และฐานข้อมูลแบบลำดับชั้นแบบโครงข่าย และแบบสัมพันธ์

(4) โครงสร้างข้อมูลแบบตรรกะ โครงสร้างข้อมูลแบบนี้สามารถแทนปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนได้อย่างอิมพลิชิต ได้แก่ เฟรม และ กฎ โครงสร้างข้อมูลแบบนี้มีความยืดหยุ่นและง่ายในการนิยามจึงทำการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้โครงสร้างข้อมูลแบบนี้ ได้แก่ โปรล็อก ลิสป์ โปรแกรมทางปัญญาประดิษฐ์ โปรแกรมทำความเข้าใจภาษาธรรมชาติ และระบบฐานความรู้

นอกจากนี้ Brent และ Anderson (2) ยังได้กล่าวถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสร้างทฤษฎีขั้นตอนต่าง ๆ และเห็นว่าโปรแกรมที่มีพื้นฐานอยู่บนตรรกศาสตร์นั้นสามารถช่วยในขั้นตอนของการสร้างและแทนคอนเซ็ปท์ และนิรนัยเพื่อหาข้อสรุปทางทฤษฎีได้ ดังนี้

(1) การสร้างและแทนคอนเซ็ปท์ สิ่งสำคัญในการใช้คอมพิวเตอร์แทนความรู้ คอนเซ็ปท์หรือทฤษฎี ก็คือ ต้องเลือกโครงสร้างสารสนเทศที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สามารถช่วยให้ผู้วิจัยเห็นความสัมพันธ์ที่สำคัญในข้อมูลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน และทำให้การทำงานง่ายขึ้น การแทนนี้อาจจะใช้วิธีการจัดการข้อมูลแบบใดก็ได้ เช่น ใช้เท็กชทหรือฐานข้อมูลในการแทน หรือใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ เช่น เฟรม ระบบการผลิต หรือตรรกศาสตร์ เช่น ใช้โปรแกรมโปรล็อกในการแทนข้อเท็จจริงและกฎ

(2) การนิรนัยเพื่อหาข้อสรุปทางทฤษฎี ขั้นตอนนี้อาจใช้คอมพิวเตอร์ในการหาเหตุผลเชิงสัญลักษณ์ซึ่งมีหลายรูปแบบด้วยกัน เช่น ใช้กฎโมดัสโปเนนในการหาเหตุผลของระบบการ

ผลิต ใช้เรโซลูชันเป็นวิธีการอนุมานในระบบตรรกศาสตร์ หรือใช้กฎการถ่ายทอดในการอนุมาน คุณสมบัติของระบบเฟรม

กล่าวโดยสรุปแล้ว การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการทางตรรกศาสตร์นั้นใช้โครงสร้างข้อมูลแบบตรรกะซึ่งสามารถแทนความรู้ได้อย่างเอ็กซ์พลลิซิท มีความยืดหยุ่น ง่ายในการนิยามจึงทำการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย และทำให้คอมพิวเตอร์สามารถตีความข้อมูลบางส่วนได้ แต่การพัฒนากระบวนการความรู้ควรทำในหัวข้อเรื่องที่ยากขึ้นเฉพาะเจาะจง และตีความได้ไม่ยากนัก

Brent และ Anderson (2) ได้ยกตัวอย่างการใช้เทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์ในการแทนและหาเหตุผลทางด้านสังคมศาสตร์ที่น่าสนใจ เช่น Banerjee (1986, อ้างถึงใน 2) ได้ใช้โปรแกรมภาษาโปรล็อกในการแทนเหตุการณ์ทางประวัติศาสตร์เพื่อพิจารณาโครงสร้างทางสังคมว่าเกิดการชำระหรือไม่ ตัวโปรแกรมจะเป็นทฤษฎีและสามารถใช้ในการจำลองสถานการณ์ทางสังคม และพิจารณาผลที่จะเกิดขึ้นได้ Brent (1986, อ้างถึงใน 2) และ Brent และคณะ (1989, อ้างถึงใน 2) ได้พัฒนาลอจิกโปรแกรมมิ่ง เฟรม และกฎแบบกระบวนการในการประดิษฐ์และขยายทฤษฎีทางสังคมวิทยาในปัจจุบัน โดยแปลงประโยคภาษาอังกฤษให้เป็นประโยคทางตรรกศาสตร์และอธิบายการใช้โปรล็อกในการแทนคอนเซ็ปต์ทางสังคมศาสตร์ต่าง ๆ เช่น ค่านิยม คุณค่า ความเชื่อ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสารพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแทนสารสนเทศ และการใช้เพรดิเคทลอจิกเป็นเทคนิคในการแทนความรู้ ดังนี้

Moulin และ Rousseau (24) ได้พัฒนาระบบการดึงความรู้ที่มีชื่อว่า SACD ขึ้น เพื่อใช้ในการสร้างฐานความรู้ โดยระบบจะดึงความรู้จากข้อความของกฎหมายควบคุมความปลอดภัยอาคาร งานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างของการวิเคราะห์เอกสารเพื่อทำการดึงความรู้ โดยมีแนวคิดที่ว่าตัวเอกสารนั้นเขียนขึ้นด้วยแบบแผนที่แน่นอน และมีคำที่ใช้ในการแจงประโยค ได้แก่ มอดอลโอเปอร์เรเตอร์ ซึ่งเป็นคำกริยา เช่น ควร, ต้อง, ไม่สามารถ คำเชื่อมที่บอกเงื่อนไขหรือข้อยกเว้น เช่น เมื่อ, ถ้า และคำอ้างอิงภายในเป็นคำที่อ้างอิงถึงส่วนอื่นของกฎชุดเดียวกัน ระบบจะแจงประโยคโดยใช้ไวยากรณ์แบบคอนเท็กซ์ฟรี และแสดงผลการวิเคราะห์ทีละประโยค หากทำการวิเคราะห์ไม่สำเร็จระบบจะแสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากข้อมูลนำเข้ามีข้อผิดพลาด เช่น สะกดคำผิดหรือประโยคผิดหลักไวยากรณ์ หรือเกิดจากโครงสร้างไวยากรณ์ของระบบยังไม่สมบูรณ์พอที่จะจดจำคำที่ใช้ในการแจงประโยคได้ วิศวกรความรู้ต้องแก้ไขข้อผิดพลาดหรือปรับปรุงไวยากรณ์ของระบบ นอกจากนี้ยังต้องวางลำดับชั้นและกฎสำหรับแต่ละออบเจกต์

Omar และ Mourad (25) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เอกสาร ระบบนี้สามารถวิเคราะห์เอกสารภาษาฝรั่งเศสได้อย่างอัตโนมัติ การวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อความอยู่บนพื้นฐานของแบบจำลองทางภาษาศาสตร์ โดยใช้หลักการของการจดจำคำโดยจะเก็บรหัสของเพรดิเคทอิสระในเลขช็คอนซึ่งทำหน้าที่เก็บค่าที่ระบบรู้จัก และเป็นแหล่งข้อมูลแก่ระบบในขั้นตอนการแจกประโยคและทำความเข้าใจกับประโยค และใช้นอนแคลสสิกอลลอจิก เช่น อินเทนชันนอลลอจิก, ฟัชชีลลอจิก และมัลติแวลูลอจิก ในการแทนความรู้ งานวิจัยนี้ให้ตัวอย่างในการจำลองโครงสร้างทางตรรกะและความหมายของข้อความ โดยการนิยามองค์ประกอบของข้อความ เช่น กำหนดประโยค นามวลี กริยา

Chansaenwilai (26) ได้พัฒนาระบบที่ใช้แจงประโยคภาษาไทย โดยใช้ข้อกำหนดของไวยากรณ์พีเอทีอาร์ และใช้ภาษาแอลพีเอโปรล็อก เวอร์ชัน 2.5 ในการเขียนโปรแกรม ระบบที่ได้มี 2 เวอร์ชันด้วยกัน คือ เวอร์ชันที่ใช้โมดิฟายด์แอคทีฟชาร์ทอัลกอริธึม และอีกเวอร์ชันหนึ่งใช้อัลกอริธึมที่ง่ายกว่าเพื่อลดหน่วยความจำที่ต้องใช้ในการค้นหา ผลการทดลองพบว่าอัลกอริธึมทั้งสองแบบใช้เวลาทำงานใกล้เคียงกัน แต่เวอร์ชันที่สองใช้หน่วยความจำน้อยกว่าเวอร์ชันแรกเดิมที่ผู้วิจัยตั้งใจจะใช้ไคเรกทอะลิไซคลิกกราฟเป็นโครงสร้างข้อมูล แต่โปรล็อกไม่สามารถรองรับการใช้โครงสร้างการแทนความรู้แบบนี้ได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้โครงสร้างแบบต้นไม้แทนถึงแม้ว่าจะให้ข้อมูลที่ซ้ำซ้อน ระบบนี้แยกส่วนที่เก็บไวยากรณ์กับฐานข้อมูลคำศัพท์ออกจากกัน ทำให้สามารถประยุกต์ใช้ระบบนี้กับภาษาอื่นได้ด้วย งานวิจัยนี้เป็นตัวอย่างของการแจงประโยคภาษาไทย ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพด้วยเพรดิเคทลอจิก โดยใช้หลักการของการทำความเข้าใจภาษาธรรมชาติช่วยในการแปลงประโยค

Leenawong (27) ได้ทำการพัฒนาระบบที่ปรึกษาทางกฎหมายสำหรับลูกจ้างของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย โดยทำการศึกษากฎระเบียบของสถาบันฯ และศึกษาว่าจะแทนให้อยู่ในลอจิกโปรแกรมมิ่งได้อย่างไร หลังจากนั้นจึงพัฒนาระบบโดยใช้ภาษาอาร์ดีโปรล็อก ผลการทดลองพบว่าในการดึงความรู้มีปัญหาในเรื่องภาษา ได้แก่ ความคลุมเครือ ความไม่สอดคล้อง ความไม่แม่นยำ ภาษาที่ใช้ยาวและซับซ้อน ความไม่สมบูรณ์และซ้ำซ้อน Leenawong เสนอให้มีการพัฒนาระบบสำหรับกฎที่มีรายละเอียดมากกว่านี้ งานวิจัยนี้ได้ให้ข้อสังเกตเกี่ยวกับการดึงความรู้ที่น่าสนใจ และมีตัวอย่างการแปลงประโยคตรรกศาสตร์ให้อยู่ในรูปของประโยคภาษาโปรล็อก

Lee และ Leong (23) ได้พัฒนาระบบที่เข้าใจภาษาธรรมชาติชื่อว่า NLUS ขึ้น ระบบนี้ใช้วิธีการแทนความรู้หลายรูปแบบด้วยกัน เมื่อมีการป้อนประโยคให้ระบบ ประโยคจะถูกแปลงเป็นโครงข่ายอรรถศาสตร์ หรือเก็บประโยคในรูปของกฎ ถ้า...แล้ว และระบบจะแทนกฎ

ของไวยากรณ์ที่ใช้ในการแจกประโยคด้วยเพรดิเคทลอจิก ทำการแทนและสืบค้นความรู้โดยใช้ภาษาอาร์ดีโปรล็อก เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการแปลงแล้วระบบจะทำการนิรนัยหาคำตอบได้ โดยการแจกประโยคคำถามที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบให้อยู่ในรูปของโครงข่ายอรรถศาสตร์ซึ่งมีส่วนของข้อมูลที่หายไป การหาคำตอบก็คือ การค้นหาข้อมูลที่หายไปจากโครงข่ายอรรถศาสตร์ที่สัมพันธ์กันในหน่วยความจำทำงาน โปรแกรมนี้มีข้อจำกัด คือ สามารถจัดการได้เฉพาะประโยคที่มีโครงข่ายไวยากรณ์ง่าย ๆ และตอบคำถามได้เพียงไม่กี่รูปแบบ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้ให้ตัวอย่างเกี่ยวกับการทำความเข้าใจภาษาธรรมชาติ การแทนประโยคด้วยโครงข่ายอรรถศาสตร์ และการแทนประโยคให้อยู่ในรูปของภาษาโปรล็อก

จากงานวิจัยต่าง ๆ ที่กล่าวถึงข้างต้น จะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าจะมีนักวิจัยบางท่านได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการดึงความรู้ ซึ่งโดยมากเป็นการดึงความรู้จากข้อความของกฎระเบียบต่าง ๆ หรือทำการศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดองค์ประกอบของข้อความ หรือการแจกประโยค หรือการแทนประโยคด้วยเพรดิเคทลอจิกหรือโครงข่ายอรรถศาสตร์ ตลอดจนการแปลงประโยคตรรกศาสตร์ให้เป็นประโยคในภาษาโปรล็อกก็ตาม โดยเฉพาะงานของ Lee และ Leong (23) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีงานวิจัยใดที่มุ่งเน้นความสนใจไปที่การแทนสารสนเทศที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพที่เป็นภาษาไทยโดยใช้เพรดิเคทลอจิก

บทที่ 3

เพรดิเคทลอจิก

บทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเพรดิเคทลอจิก ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการแทนความรู้ในแง่มุมต่าง ๆ ได้แก่ ไวยากรณ์และความหมายของเพรดิเคทลอจิก กฎที่ใช้ในการอนุมานเพื่อหาคำตอบ คือ โมดัสโปเนน ยูนิฟิเคชัน และเรโซลูชัน ข้อดีและข้อจำกัดของเพรดิเคทลอจิก

3.1 ไวยากรณ์และความหมายของเพรดิเคทลอจิก

เดิมทีนั้นการแทนความจริงง่าย ๆ โดยใช้ตรรกศาสตร์นั้น ในเบื้องต้นจะใช้พรอพพอสิชั่น-นอลลอจิกแทนความจริงในโลกในรูปของสัญลักษณ์ซึ่งรวมกันตามรูปแบบอย่างดีแล้ว ที่เรียกย่อ ๆ ว่า wff wff แต่ละอันสามารถเชื่อมเข้าด้วยกันโดยใช้ตัวเชื่อมทางตรรกศาสตร์ ทำให้สามารถใช้พรอพพอสิชั่นนอลลอจิกในการแทนประโยคที่ซับซ้อนได้ พรอพพอสิชั่นนอลลอจิกมีข้อดีตรงที่จัดการได้ง่ายและมีการกำหนดขั้นตอนการตัดสินใจไว้แล้ว แต่การแทนอย่างเจาะจงทำให้ไม่สามารถหาข้อสรุปในการตอบคำถามบางคำถามได้ และการที่พรอพพอสิชั่นนอลลอจิกใช้ตัวแปรไม่ได้ ทำให้ไม่สามารถแทนประโยคที่กล่าวถึงสิ่งของทั่วไป หรือหาเหตุผลเกี่ยวกับการบ่งปริมาณของสิ่ง ๆ หนึ่งได้ (6) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาเพรดิเคทลอจิกขึ้นมาโดยเพิ่มแนวคิดในเรื่องเพรดิเคท และมีการใช้ตัวแปรและการบ่งปริมาณตัวแปร จึงเรียกว่า เฟิร์สทอร์เดอร์-เพรดิเคทลอจิก ส่วนลอจิกลำดับสูงขึ้นไปจะมีการบ่งปริมาณแบบอื่น เช่น ในเซคันด์ออร์เดอร์ จะมีการบ่งปริมาณเพรดิเคท

ในการแทนความรู้ด้วยเพรดิเคทลอจิกจำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับข้อกำหนดของไวยากรณ์และความหมาย ไวยากรณ์ของเพรดิเคทลอจิกมีลักษณะคล้ายกับไวยากรณ์ของพรอพพอสิชั่นนอลลอจิก คือ ประกอบด้วยสัญลักษณ์และกฎในการรวมกันของสัญลักษณ์ (22) สัญลักษณ์ของเพรดิเคทลอจิกเป็นองค์ประกอบทางไวยากรณ์ที่ไม่สามารถแยกย่อยได้ในระหว่างการทำงาน สัญลักษณ์จะเป็นสตริงของตัวอักษรและตัวเลขที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษร ในสตริงจะมีช่องว่างหรือตัวอักษรแบบนันทัลฟานิวเมอร์ริกอยู่ไม่ได้ แต่สามารถใช้เครื่องหมายขีดเส้นใต้เพื่อช่วยแบ่งวรรคตอนให้สามารถอ่านเพรดิเคทได้สะดวกขึ้นได้ (15)

สัญลักษณ์พื้นฐานของภาษา คือ สัญลักษณ์อะตอมประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ สัญลักษณ์เพรดิเคทและพจน์ ตั้งแต่ 1 พจน์ขึ้นไป พจน์อาจเป็นสัญลักษณ์ตัวแปร สัญลักษณ์ฟังก์ชัน หรือสัญลักษณ์ค่าคงตัวก็ได้ พจน์ที่เป็นนามานุประโยคที่เรียงลำดับกันอยู่จะมีชื่อเรียกอีก

อย่างว่าอาร์กิวเมนต์ สัญลักษณ์อะตอมแต่ละสัญลักษณ์ เรียกว่า wff หรือเอกรรณประโยค wff แทนความสัมพันธ์ที่ประโยคนั้นกล่าวถึงด้วยเพรดิเคท และแทนออบเจกต์ด้วยพจน์ ปกติ มักจะให้กริยาในประโยคเป็นเพรดิเคทและประธานและกรรมของกริยาในประโยคเป็นพจน์ เช่น การแทนประโยค “โกอ่านการ์ตูน” กริยาของประโยคหรือเพรดิเคทของประโยค คือ อ่าน จะแทนความสัมพันธ์ระหว่างโกและการ์ตูน พจน์ คือ ประธานและกรรมของประโยคนี้ ได้แก่ โกและการ์ตูน ส่วนอเนกรรณประโยคจะเกิดจากการรวมตัวกันของ wff โดยอาศัยตัวเชื่อม ทั้งเอกรรณประโยคและอเนกรรณประโยคเป็นประพจน์ซึ่งก็คือ ประโยคทางตรรกศาสตร์ที่ใช้แทนประโยคทางภาษาศาสตร์ (13, 16)

ในการตั้งชื่อเพรดิเคทและอาร์กิวเมนต์ควรใช้เครื่องหมายขีดเส้นใต้ “_” คั่น ถ้าคำที่ใช้มีมากกว่า 1 คำ เพื่อช่วยให้การแบ่งวรรคตอนชัดเจนขึ้น เช่น วัน_ใน_สัปดาห์ และเลือกใช้คำที่ให้ความหมายเฉพาะมากกว่า เช่น ใช้คำว่า วัน_ใน_สัปดาห์ แทนคำว่า วัน ควรหลีกเลี่ยงการใช้คำที่มีความหมายได้หลายอย่าง เช่น คำว่า “เคนดี้” อาจใช้แทนได้ทั้งชื่อของประธานาธิบดี และชื่อของเรือ หากหลีกเลี่ยงการใช้คำที่มีหลายความหมายไม่ได้ก็ควรระบุให้ชัดเจนว่าคำนั้นหมายถึงอะไรโดยการเพิ่มเติมคำอธิบายในชื่อนั้น เช่น “เคนดี้_เรือ” ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเลขเว้นแต่ชื่อนั้นเป็นตัวแปรหรือเพรดิเคท และหลีกเลี่ยงการใช้คำย่อซึ่งอาจทำให้สับสนได้ ควรตั้งชื่อเพรดิเคทให้มีความหมายทั่วไปกว่าชื่ออาร์กิวเมนต์ แต่ต้องไม่ทั่วไปเกินไปจนทำให้ชื่อนั้นหมดความหมาย และควรใช้คำ ๆ เดียวกันในการสื่อถึงสิ่งเดียวกันเสมอ (12)

สัญลักษณ์พื้นฐานของภาษา มีรายละเอียด (16) ดังนี้

(1) สัญลักษณ์เพรดิเคท ใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งของภายใต้ขอบเขตของเรื่องที่กำลังกล่าวถึง หรือภายใต้เอกภพสัมพันธ์ Rowe (28) ได้จำแนกเพรดิเคทออกเป็น 6 แบบ ได้แก่ เพรดิเคทบอกประเภท ซึ่งใช้ในการระบุประเภทของอาร์กิวเมนต์นั้น โดยจะมีเพียงอาร์กิวเมนต์เดียว เช่น สุนัข(แต้ม) หมายถึง แต้มเป็นสุนัข เพรดิเคทบอกสมบัติ ซึ่งใช้ระบุสมบัติของสิ่ง ๆ หนึ่ง เพรดิเคทนี้จะมี 2 อาร์กิวเมนต์ โดยอาร์กิวเมนต์ที่สองจะอธิบายสมบัติของอาร์กิวเมนต์แรก เช่น สี(แต้ม, น้ำตาล) หมายถึง แต้มมีสีน้ำตาล เพรดิเคทบอกความสัมพันธ์ ซึ่งใช้ในการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอาร์กิวเมนต์แรกและอาร์กิวเมนต์ที่สอง เช่น ประเภทหนึ่ง(สุนัข, สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม) หมายถึง สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมประเภทหนึ่ง เพรดิเคทแบบฐานข้อมูล ซึ่งใช้แสดงสมบัติของสิ่ง ๆ หนึ่ง ในลักษณะคล้ายระเบียบข้อมูลชุดหนึ่ง โดยมีอาร์กิวเมนต์มากกว่า 1 อาร์กิวเมนต์ขึ้นไป เช่น สุนัข(แต้ม, สีเทา, เพศผู้, น้ำหนัก 5 กิโลกรัม) หมายถึง สุนัขชื่อแต้มมีสีเทาเป็นเพศผู้ น้ำหนัก 5 กิโลกรัม เพรดิเคทแบบฟังก์ชัน เพรดิเคทแบบนี้จะแสดงค่าเริ่มต้นในอาร์กิวเมนต์แรก ๆ และค่าผลลัพธ์ของฟังก์ชันในอาร์กิวเมนต์สุดท้าย ดังนั้นจึงต้องมีมากกว่า 2

อาร์กิวเมนต์ขึ้นไป โดยที่ฟังก์ชันอาจไม่ใช่ตัวเลขก็ได้ เช่น ผลบวก(2, 3, 5) หมายถึง ผลบวกของ 2 และ 3 เท่ากับ 5 ซึ่ง Rich และ Knight (6) ได้กำหนดเพรดิเคทที่มีลักษณะคล้ายกับเพรดิเคทแบบฟังก์ชันของ Rowe (28) โดยให้ชื่อว่า เพรดิเคทที่สามารถคำนวณได้ และใช้เพรดิเคทแบบนี้ในการแทนความรู้แบบง่าย ๆ เช่น มากกว่า น้อยกว่า เพรดิเคทเหล่านี้สามารถเรียกใช้กระบวนการที่จะใช้ในการประเมินค่าความจริงของเพรดิเคทซึ่งถูกเพิ่มเติมเข้าไปในกฎของระบบได้ อาร์กิวเมนต์ของเพรดิเคทแบบนี้มักมีฟังก์ชันที่ใช้ในการคำนวณปรากฏอยู่ด้วย เช่น มากกว่า(2+3,1) ส่วนเพรดิเคทแบบสุดท้าย คือ เพรดิเคทบอกความน่าจะเป็น ซึ่งใช้แสดงค่าความน่าจะเป็นของความจริงชุดหนึ่ง เช่น สี(แต้มน้ำตาล, 0.9) หมายถึง เราเชื่อว่าแต้มน้ำตาลด้วยความน่าจะเป็น 0.9

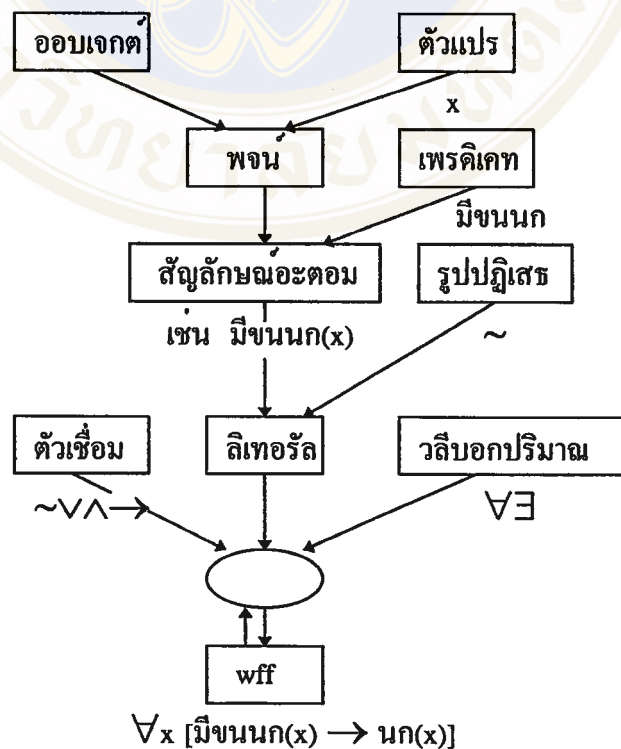
นอกจากนี้ Rowe ได้ตั้งข้อสังเกตว่า การกำหนดประเภทของเพรดิเคทควรจำแนกตามคำกริยาที่ใช้ในประโยค เช่น ประโยคที่มีคำกริยา “เป็น” หรือ “คือ” สามารถแทนได้โดยใช้เพรดิเคทบอกประเภท และแทนประโยคที่มีคำกริยา “เป็นส่วนหนึ่งของ” ด้วยเพรดิเคทบอกความสัมพันธ์ เพรดิเคททั้งสองประเภทนี้มี 2 อาร์กิวเมนต์ จึงเหมาะที่จะแทนด้วยโครงข่ายอรรถศาสตร์

(2) สัญลักษณ์ตัวแปร ใช้แทนสิ่งของที่ไม่กำหนดเฉพาะเจาะจงว่าเป็นสิ่งใด เช่น เขียน (x,y) ตัวแปร x ใช้แทน คนที่เขียน ส่วนตัวแปร y ใช้แทนสิ่งที่ x เขียนขึ้น หรือกำหนดให้ dog หมายถึงสุนัข โดยไม่เจาะจงว่าตัวไหน

(3) สัญลักษณ์ฟังก์ชัน ใช้แทนฟังก์ชันซึ่งเชื่อมโยงจากสิ่งหนึ่งไปยังอีกสิ่งหนึ่ง เช่น เมื่อแทนประโยค พ่อของนิภาแต่งงานกับแม่ของนิภา ใช้ฟังก์ชัน “พ่อ” และ “แม่” แทนในสัญลักษณ์อะตอมได้ว่า แต่งงาน(พ่อ(นิภา),แม่(นิภา)) Patterson (22) อธิบายเพิ่มเติมว่า สัญลักษณ์ฟังก์ชันนั้นใช้ในการระบุความสัมพันธ์ที่นิยามบนโดเมน โดยจะจับคู่องค์ประกอบจำนวน n ตัว (n ต้องมากกว่า 1 ตัว) ไปยังองค์ประกอบหนึ่งของโดเมน และนิยมใช้สัญลักษณ์ เช่น f, g, h และคำ เช่น เป็นพ่อของ, อายุของ แทนสัญลักษณ์ฟังก์ชัน และแทนฟังก์ชันที่มี n พจน์ ด้วยสัญลักษณ์ $f(t_1, t_2, \dots, t_n)$ โดย t_i จะเป็นพจน์ที่นิยามให้กับโดเมนบางอันอยู่ พจน์อาจจะเป็นค่าคงที่, ตัวแปร หรือฟังก์ชันก็ได้ ฟังก์ชันที่ไม่มีพจน์เลยจะเป็นค่าคงที่

(4) สัญลักษณ์ค่าคงตัว ใช้แทนสิ่งต่างๆ ภายใต้ออบเขตของเรื่องที่กล่าวถึง เช่น “นิภา” ในตัวอย่างของข้อ (3) และใช้กำหนดความหมายล่วงหน้าให้กับคำ เช่น blue หมายถึงสีฟ้า ซึ่ง Luger และ Stubblefield (15) ยังได้รวมสัญลักษณ์ความจริงซึ่งจะมีค่าเป็นจริงหรือเท็จไว้ในสัญลักษณ์ประเภทค่าคงตัวอีกด้วย

wff จะมีรูปประโยคซับซ้อนขึ้น เมื่อนำสัญลักษณ์อะตอมหลาย ๆ สัญลักษณ์ มาเชื่อมโยงกันด้วยตัวเชื่อมต่างๆ อันได้แก่ ตัวเชื่อม “และ” ($\wedge$) ตัวเชื่อม “หรือ” ($\vee$) และ “ถ้า..แล้ว” ($\rightarrow$) โดยตัวเชื่อม “และ” จะใช้ในการสร้างประโยคเชิงประกอบ ส่วนประโยคที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า..แล้ว” นั้นประโยคแรกจะเป็นประโยคเหตุ ส่วนประโยคหลังเป็นประโยคผล ตัวเชื่อมในเพรดิเคทลอจิกอีกชนิดหนึ่ง คือ เครื่องหมายแสดงความเท่ากัน หรือสมมูลกัน ระหว่างประโยคสองประโยค ($=$) นอกจากการใช้ตัวเชื่อมแล้วในการแทนความรู้ต้องมีการระบุตัวแปร และวลีบอกปริมาณอีกด้วย เพื่อจะได้ไม่ต้องเขียนถ้อยแถลงหนึ่งซ้ำสำหรับทุกความจริง วลีบอกปริมาณมี 2 แบบ คือ วลีบอกปริมาณที่บ่งถึงความเป็นสากล จะใช้สัญลักษณ์ $\forall$ นำหน้าประโยค เช่น $\forall xP(x)$ หมายความว่า $P(x)$ จะมีค่าเป็นจริง สำหรับทุกๆ ค่าของ x ในเอกภพสัมพัทธ์ และวลีบอกปริมาณที่บ่งถึงการมีอยู่ จะใช้สัญลักษณ์ $\exists$ นำหน้าประโยค เช่น $\exists xP(x)$ หมายความว่า จะมีค่า x อย่างน้อย 1 ค่าที่ทำให้ $P(x)$ เป็นจริง นอกจากนี้ยังมีการใช้เครื่องหมาย “นิเสธ” ($\sim$) ใช้สำหรับเปลี่ยนค่าความจริงของ wff ให้มีค่าเป็นตรงกันข้าม จากจริงเป็นเท็จ และจากเท็จเป็นจริง (13, 16) รูปปฏิเสธของสัญลักษณ์อะตอมจะเป็น wff ด้วย โดยสัญลักษณ์อะตอมและสัญลักษณ์อะตอมในรูปปฏิเสธเป็นลิเทอรัล และสัญลักษณ์ทุกตัวและสัญลักษณ์อะตอมที่มีตัวเชื่อมและวลีบอกปริมาณเป็น wff (16, 17) คำศัพท์ที่ใช้ในเพรดิเคทลอจิกอาจสรุปได้ดัง รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 คำศัพท์ของเพรดิเคทลอจิก (29)

ส่วนการพิจารณาความหมายของประโยคของเพรดิเคทลอจิก หรือ wff นั้นจะต้องทำความเข้าใจกับโดเมนก่อน หากไม่มีการระบุถึงโดเมนนั้นอย่างแน่ชัดก็ต้องทำความเข้าใจโดเมนจากบริบท โดเมนเป็นเซตขององค์ประกอบหรือออบเจกต์ทุกอันที่มีการกำหนดเป็นค่าคงที่ และต้องมีการนิยามโดเมน และช่วงของฟังก์ชันไว้ด้วย การตีความ wff ก็คือ การกำหนดค่าให้แก่พจน์และเพรดิเคทแต่ละสัญลักษณ์ใน wff โดยใช้ตารางค่าความจริง ในการพิจารณาค่าความจริงของเพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์เป็นตัวแปรต้องใช้ความระมัดระวัง เนื่องจากเพรดิเคทจะเป็นจริงก็ต่อเมื่อมีค่าของตัวแปรที่เหมาะสมอยู่จริง เช่น $P(x)$ ใน $\forall xP(x)$ จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อทุก ๆ ค่าของ x ในโดเมน D เป็นจริง ในทำนองเดียวกัน $P(x)$ ใน $\exists xP(x)$ จะเป็นจริงก็ต่อเมื่อจะมีค่า x อย่างน้อยหนึ่งค่าในโดเมนที่เป็นจริง นอกนั้นแล้วเพรดิเคทจะเป็นเท็จ (22) นอกจากนี้แล้วในการตีความเพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์หลาย ๆ ตัว จำเป็นต้องเข้าใจรูปแบบและลำดับของอาร์กิวเมนต์ด้วย (12)

wff หนึ่งจะถูกต้อง ถ้าหากตีความ wff นั้นแล้วพบว่า เป็นจริงทุกครั้ง wff นี้จะเป็นที่พอใจ หรือมีความสอดคล้อง ส่วน wff ใดที่เป็นเท็จในการตีความทุกครั้งจะเรียกได้ว่า wff นั้นไม่ถูกต้อง ไม่สอดคล้อง หรือไม่เป็นที่พอใจ และ wff ที่ตัวแปรทุกตัวอยู่ในขอบเขตของวลีบอกปริมาณที่กำหนดไว้จะเป็นประโยค และจะเรียกตัวแปรนั้นว่าเป็นตัวแปรที่ถูกผูกอยู่กับประโยคหรือตัวแปรไม่อิสระ ส่วนตัวแปรที่ไม่ถูกผูกอยู่กับประโยคจะเรียกว่า ตัวแปรอิสระ wff ใดที่มีตัวแปรอิสระจะไม่เป็นประโยคและไม่สามารถประเมินค่าความจริงได้ เช่น $\forall x(P(x) \rightarrow Q(x,y))$ x เป็นตัวแปรไม่อิสระ ส่วน y เป็นตัวแปรอิสระ ดังนั้น wff นี้จึงไม่เป็นประโยคและไม่สามารถตีความได้ (22)

การหาค่าความจริงของ wff ซึ่งเกิดจากการเชื่อมประโยคสองประโยคเข้าด้วยกัน ทำได้โดยเทียบค่าจากตารางที่ 3.1 (13)

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่าความจริงของประโยค

X	Y	$X \wedge Y$	$X \vee Y$	$X \rightarrow Y$	$\sim X$	$X = Y$
T	T	T	T	T	F	T
T	F	F	T	F	F	F
F	F	F	F	T	T	T
F	T	F	T	T	T	F

ประโยคที่ใช้ตัวเชื่อม “และ” จะมีค่าความจริงเป็นจริง หากทั้งสองส่วนของประโยคเป็นจริง ประโยคที่ใช้ตัวเชื่อม “หรือ” จะมีค่าความจริงเป็นจริง เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งหรือทั้งสองส่วนของประโยคเป็นจริง ส่วนประโยคที่ใช้ตัวเชื่อม “ถ้า..แล้ว” จะมีค่าความจริงเป็นจริง ถ้าประโยคผลมีค่าเป็นจริงหรือประโยคเหตุมีค่าเป็นเท็จ ซึ่งบางครั้งค่าความจริงที่ได้อาจจะขัดกับความเป็นจริง นอกจากนี้หาก wff สองประโยคมีค่าความจริงเหมือนกันทุกกรณี กรณีต่อกรณีจะเรียก wff สองประโยคนั้นว่าสมมูลกัน และสรุปได้ว่า wff ต่อไปนี้สมมูลกัน (16)

$$\sim(\sim X1) \text{ สมมูลกับ } X1 \text{ และ } X1 \vee X2 \text{ สมมูลกับ } \sim X1 \rightarrow X2$$

- กฎของเดอมอร์แกน

$$\sim(X1 \wedge X2) \text{ สมมูลกับ } \sim X1 \vee \sim X2$$

$$\sim(X1 \vee X2) \text{ สมมูลกับ } \sim X1 \wedge \sim X2$$

- กฎการแจกแจง

$$X1 \wedge (X2 \vee X3) \text{ สมมูลกับ } (X1 \wedge X2) \vee (X1 \wedge X3)$$

$$X1 \vee (X2 \wedge X3) \text{ สมมูลกับ } (X1 \vee X2) \wedge (X1 \vee X3)$$

- กฎการสลับที่

$$X1 \wedge X2 \text{ สมมูลกับ } X2 \wedge X1$$

$$X1 \vee X2 \text{ สมมูลกับ } X2 \vee X1$$

- กฎการเปลี่ยนกลุ่ม

$$(X1 \wedge X2) \wedge X3 \text{ สมมูลกับ } X1 \wedge (X2 \wedge X3)$$

$$(X1 \vee X2) \vee X3 \text{ สมมูลกับ } X1 \vee (X2 \vee X3)$$

- กฎการแย้งสลับที่

$$X1 \rightarrow X2 \text{ สมมูลกับ } \sim X2 \rightarrow \sim X1$$

และสำหรับ wff ซึ่งมีวลีเอกพจน์ดังต่อไปนี้จะสมมูลกัน

$$\sim(\exists x) P(x) \text{ สมมูลกับ } (\forall x)[\sim P(x)]$$

$$\sim(\forall x) P(x) \text{ สมมูลกับ } (\exists x)[\sim P(x)]$$

$$(\forall x)[P(x) \wedge Q(x)] \text{ สมมูลกับ } (\forall x)P(x) \wedge (\forall y) Q(y)$$

$$(\exists x) [P(x) \vee Q(x)] \text{ สมมูลกับ } (\exists x)P(x) \vee (\exists y) Q(y)$$

$$(\forall x) P(x) \text{ สมมูลกับ } (\forall y) P(y)$$

$$(\exists x) P(x) \text{ สมมูลกับ } (\exists y) P(y)$$

กล่าวโดยสรุปแล้ว ไวยากรณ์ของเพรดิเคทลอจิกก็คือ ข้อกำหนดของสัญลักษณ์และกฎในการรวมกันของสัญลักษณ์นั่นเอง สัญลักษณ์อะตอมหรือเออร์รดิประโยคประกอบด้วยเพรดิเคทและพจน์ พจน์อาจจะเป็นตัวแปร ฟังก์ชัน หรือค่าคงตัวก็ได้ ในการใช้งานตัวแปรต้องมีการบอกปริมาณโดยใช้วลีบอกปริมาณที่บ่งถึงความเป็นสากลหรือวลีบอกปริมาณที่บ่งถึงการมีอยู่เมื่อนำเออร์รดิประโยคมาเชื่อมกันด้วยตัวเชื่อม “และ” “หรือ” “ถ้า..แล้ว” หรือ “สมมูล” จะได้อเอร์รดิประโยค ส่วนความหมายของเพรดิเคทลอจิกก็คือ การตีความ wff ซึ่งเป็นการกำหนดค่าให้แก่เพรดิเคทและพจน์แต่ละสัญลักษณ์ว่ามีค่าเป็นจริงหรือเท็จ หาก wff นั้นมีการใช้ตัวเชื่อม การหาค่าความจริงทำได้โดยเทียบค่าจากตาราง 3.1 หากพจน์ที่ใช้เป็นตัวแปรจะต้องมีการบ่งปริมาณตัวแปร เพื่อให้สามารถประเมินค่าความจริงได้ ในการตีความอาจจะใช้หลักการสมมูลช่วยในการแปลง wff ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการได้

3.2 การแทนความรู้โดยใช้เพรดิเคทลอจิก

เพรดิเคทลอจิกเป็นรูปแบบหนึ่งของฟอร์มอลลอจิกที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายมากที่สุด ดังนั้นการแทนความรู้โดยใช้เพรดิเคทลอจิกจึงสามารถอ้างอิงขั้นตอนการแทนความรู้ด้วยฟอร์มอลลอจิกซึ่ง Rolston (12) ได้นำเสนอไว้ ดังนี้

- (1) พัฒนาความเข้าใจในตัวความรู้ของเรื่องที่สนใจ
- (2) เรียบเรียงความรู้ให้อยู่ในรูปของประโยคภาษาธรรมชาติ
- (3) แดกประโยคธรรมชาติออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ
- (4) เลือกสัญลักษณ์ที่จะใช้แทนองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนประกอบโดยสัญลักษณ์และการตีความสำหรับแต่ละสัญลักษณ์ที่จะเลือกใช้นั้น ต้องสามารถแปลกลับไปยังความหมายตั้งต้นได้

- (5) สร้างประโยคตรรกศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ที่ได้จากข้อ (4)

จาก ข้อ (1) ถึง ข้อ (3) ข้างต้น เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการดึงความรู้จากประโยคภาษาธรรมชาตินั้นเอง ในการดึงความรู้ควรทำความเข้าใจกับลักษณะของประโยคภาษาธรรมชาติ โดยทำการศึกษาทั้งไวยากรณ์ และความหมายของภาษาธรรมชาติเสียก่อน ไวยากรณ์ของภาษาธรรมชาติจะเกี่ยวข้องกับการที่กริยา นาม และส่วนอื่น ๆ ของคำพูดมาจัดเรียงกันเป็นประโยค ส่วนความหมายของภาษาธรรมชาติจะเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างประโยค ออบเจกต์ ความสัมพันธ์ การกระทำ เหตุการณ์หนึ่ง ๆ กับอันอื่น (17) ประโยคภาษาธรรมชาติประกอบด้วยชุดคำศัพท์ที่ซับซ้อน โดยประโยคจะมีโครงสร้างและความสัมพันธ์ระหว่างประโยค ในการสื่อสารถึงความหมายหนึ่งอาจใช้ประโยคได้หลายรูปแบบ เพราะความหลากหลายทำให้การ

สื่อสารน่าสนใจและแม่นยำขึ้น แต่ในทางกลับกันการใช้รูปแบบซ้ำ ๆ กันในการสื่อสารจะช่วยให้การวิเคราะห์ทำได้ง่าย และสะดวกกว่า Rogers (1) ได้นำเสนอรูปแบบประโยคที่นิยมใช้ในภาษาโปรล็อกซึ่งมีอยู่ 2 แบบ ด้วยกัน รูปแบบแรก เรียกว่า รูปแบบทั่วไป และรูปแบบที่สอง ก็คือ การใช้แผนภาพแทนกิจกรรมหรือความสัมพันธ์ในประโยค รูปแบบทั้งสองอย่างนี้ก็คือการแตกประโยคออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ หรือขั้นตอนที่ 3 ในการแทนความรู้ของ Rolston (12) นั่นเอง

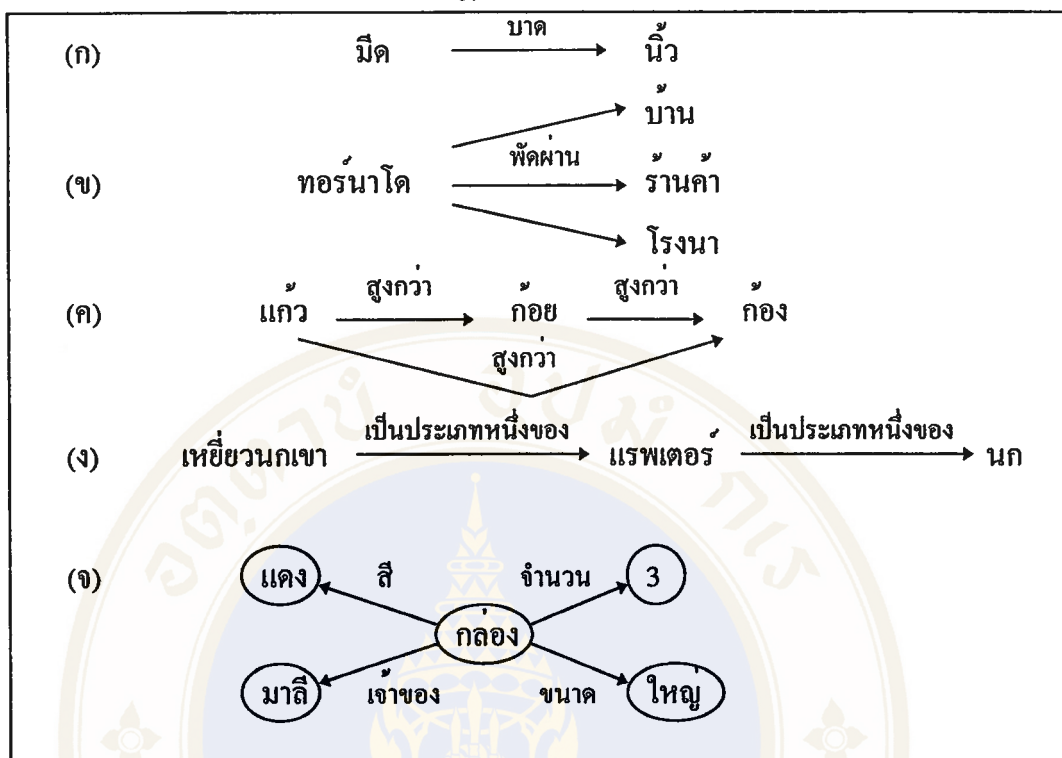
รูปแบบทั่วไปเป็นรูปแบบที่มีโครงสร้างง่าย ๆ และสามารถสื่อสารแนวคิดได้โดยที่สามารถละรายละเอียดที่ไม่สำคัญทิ้งได้ รูปแบบนี้ช่วยจัดกลุ่มสารสนเทศของเหตุการณ์หลาย ๆ เหตุการณ์เป็นกลุ่มเดียว โดยที่ทุกเหตุการณ์จะใช้องค์ประกอบของความหมายร่วมกัน เช่น การรายงานความบาดเจ็บจากอุบัติเหตุด้วยประโยคต่าง ๆ ดังนี้

ประโยคแรก	รายงานว่า	มีคน	บาดเจ็บ	นิ้ว
ประโยคที่สอง	รายงานว่า	เก้าอี้	ล้มทับ	เท้า
ประโยคที่สาม	รายงานว่า	ประตู	หนีบ	มือ

รูปแบบทั่วไปของ 3 ประโยคนี้ต้องการรายงานว่า
(อุปกรณ์) (กริยาที่ทำให้บาดเจ็บ) (อวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ)

นอกจากรูปแบบนี้แล้วยังสามารถกำหนดรูปแบบอื่น ๆ ได้อีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้ออกแบบระบบ จุดด้อยของรูปแบบนี้ คือ ลดทอนความรู้รวมของภาษา และยากที่จะหาเส้นแบ่งที่ชัดเจนระหว่างรูปแบบที่ยอมรับได้กับรูปแบบที่ทำลายความถูกต้องของประโยค ทั้งนี้ต้องพิจารณาบริบทของประโยคนั้นประกอบในการตัดสินใจ สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการกำหนดรูปแบบก็คือ รูปแบบนั้นต้องแทนประโยคได้แม่นยำขึ้น และสามารถรักษาความสอดคล้องกันของประโยคไว้ได้

รูปแบบที่สองจะใช้แผนภาพแทนกิจกรรมหรือความสัมพันธ์ในประโยค หรือใช้ในการแทนความหมายในเชิงตรรกะ แผนภาพแบบหนึ่งที่ใช้แทนก็คือ โครงข่ายอรรถศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยคำแทนออบเจกต์ที่เชื่อมกันด้วยลูกศร เหนือลูกศรจะมีคำหรือวลีที่แสดงกิจกรรมและความสัมพันธ์ระหว่างออบเจกต์ ตัวอย่างการแทนประโยคโดยใช้แผนภาพของโครงข่ายอรรถศาสตร์ แสดงไว้ในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการแทนประโยคโดยใช้แผนภาพของโครงข่ายอรรถศาสตร์

รูป (ก) เป็นโครงข่ายอรรถศาสตร์ของประโยคธรรมดา รูป (ข) เป็นโครงข่ายอรรถศาสตร์ของออบเจกต์หนึ่งที่ปรากฏในหลาย ๆ ประโยค ออบเจกต์นั้นจะเป็นศูนย์กลางของแผนภาพ รูป (ค) เป็นโครงข่ายอรรถศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์แบบทรานสิทีฟ คือ ถ่ายทอดความสัมพันธ์ผ่านจากออบเจกต์หนึ่งไปยังออบเจกต์อื่นโดยผ่านออบเจกต์ตัวกลาง รูป (ง) เป็นการใช้องค์ข่ายอรรถศาสตร์ในการแสดงลำดับชั้นของความสัมพันธ์ ส่วน รูป (จ) เป็นการแทนประโยค “กล่องสีแดงขนาดใหญ่สามกล่องของมาลี” (อ้างถึงใน 20) โดยวางออบเจกต์ไว้ตรงกลาง และมีลูกศรความสัมพันธ์ชี้จากแอททริบิวต์ไปยังค่าของแอททริบิวต์

ส่วนการแทนประโยคด้วยเพรดิเคทลอจิกนั้น จากการศึกษางานของ Luger และ Stubblefield (15) พบว่า เพรดิเคทลอจิกสามารถแทนประโยคในภาษาอังกฤษที่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ได้เกือบทั้งหมด โดยใช้สัญลักษณ์ ตัวเชื่อมและตัวแปร ประโยคภาษาอังกฤษประโยคหนึ่งสามารถแทนด้วยเพรดิเคทลอจิกได้หลายรูปแบบ ดังนั้นโปรแกรมเมอร์ทางด้านปัญญาประดิษฐ์จะต้องค้นหารูปแบบในการใช้งานเพรดิเคทที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถแทนความรู้ได้ดีและมีประสิทธิภาพ

การแทนคำและวลีในภาษาอังกฤษง่าย ๆ ด้วยประโยคตรรกศาสตร์ และภาษาโปรแกรมมิ่งหลักการ (30) ดังนี้

- (1) ให้ใช้คำคงที่แทนชื่อเฉพาะ เช่น เจ้าค้าง
- (2) ใช้ตัวแปรแทนสามัญนาม เช่น สุนัข(x) และแทน x ด้วยคำคงที่ เช่น เจ้าค้าง
- (3) คำกริยาแต่ละประเภทรูปนั้นเมื่อแทนเป็นประโยคทางตรรกศาสตร์แล้ว จะอยู่ในรูปที่มีจำนวนอาร์กิวเมนต์ไม่เท่ากัน

(3.1) แทนอกรรมกริยาด้วยเพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์เดียว ตัวแปรจะแทนผู้กระทำ เช่น วิ่ง(x) x เป็นตัวแปรซึ่งอาจจะแทนด้วยคำ เช่น สุนัข, คน

(3.2) แทนสกรรมกริยาด้วยเพรดิเคทที่มีสองอาร์กิวเมนต์ เช่น กิน(x,y) แทนประโยค กิน(แมว,ปลา) อ่านว่า แมวกินปลา

(3.3) แทนสกรรมกริยาที่ต้องการกรรมสองตัวมารองรับ ด้วยเพรดิเคทที่มี 3 อาร์กิวเมนต์ เช่น ให้อุ้ม(x,y,z) แทนประโยค ให้อุ้ม(แม่,ของขวัญ,นิด) อ่านว่า แม่ให้อุ้มของขวัญแก่นิด

- (4) ใช้เพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์เดียวในการแทนส่วนประกอบในประโยคต่อไปนี้

(4.1) คำคุณศัพท์ เช่น สีเขียว(x)

(4.2) คำนามที่มีคำคุณศัพท์ขยายอยู่ จะใช้เพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์เดียวแล้วเชื่อมด้วยตัวเชื่อมแทนคำนามและคำคุณศัพท์ “และ” เช่น แทนประโยค “สุนัขสีขาว” ด้วย สุนัข(x) $\wedge$ สีขาว(x)

(4.3) แทนกริยาลิที่คำกริยาเป็นอกรรมกริยา หรือมีกรรมเป็นคำคงที่ เช่น กิน(x ,ปลา)

(4.4) กริยาลิที่มีคำกริยา “เป็น” หรือ “คือ” ในการแทนสามารถละคำกริยานี้ได้เลย เช่น “เป็นสุนัข” จะแทนด้วย สุนัข(x)

(4.5) บุรพทวลีที่มีคำนามที่ตามหลังคำบุรพทเป็นคำคงที่ เช่น กับ(x ,สุนัข)

- (5) ใช้เพรดิเคทที่มีสองอาร์กิวเมนต์ในการแทนบุรพท เช่น กับ(x,y)

นอกจากนี้ Rolston (12) ยังได้ยกตัวอย่างพร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการแปลงประโยคภาษาธรรมชาติให้เป็นประโยคในรูปแบบของเพรดิเคทลอจิก ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในงานวิจัยนี้ได้ไว้ ดังนี้

(1) การจัดโครงสร้างประโยคใหม่ เพื่อให้เห็นโครงสร้างของประโยคเดิมได้ชัดเจนขึ้น เช่น ประโยค “โรเวอร์เป็นสุนัขสีดำ” เมื่อจัดโครงสร้างประโยคเดิมจะได้ประโยค 2 ประโยค คือ “โรเวอร์เป็นสุนัข” และ “โรเวอร์มีสีดำ” ซึ่งเขียนเป็นประโยคตรรกศาสตร์ได้ว่า

สุนัข(โรเวอร์) $\wedge$ สีดำ(โรเวอร์)

(2) ในบางประโยคการใช้คำว่า “และ” แทนคำว่า “หรือ” จะทำให้ประโยคไม่คลุมเครือ และทำให้ความหมายของประโยคชัดเจนขึ้น เช่น ประโยค “จอนเป็นนักเรียนสาขาคอมพิวเตอร์

แต่ไม่ได้เป็นนักบินหรือนักฟุตบอล” จะแตกได้เป็น 3 ประโยค คือ “จอห์นเป็นนักเรียนสาขา คอมพิวเตอร์”, “จอห์นไม่ได้เป็นนักบิน” และ “จอห์นไม่ได้เป็นนักฟุตบอล” เมื่อเขียนเป็นประโยค ตรรกศาสตร์จะได้ว่า

$$\text{สาขาคอมพิวเตอร์(จอห์น)} \wedge \sim \text{นักบิน(จอห์น)} \wedge \sim \text{นักฟุตบอล(จอห์น)}$$

(3) ไขว้ลืบอกปริมาณแบบสากลกับประโยคที่กล่าวถึงทุก ๆ ออบเจกต์ เช่น ประโยค “คุณจะอ้วน ถ้าไม่ออกกำลังกาย” เพื่อให้ไขว้ตัวเชื่อมและวลีบอกปริมาณได้ควรเขียนประโยคเสียใหม่ได้ว่า “ถ้าคุณไม่ออกกำลังกายแล้วคุณจะทำอ้วน” เมื่อเขียนเป็นประโยคตรรกศาสตร์จะได้ว่า

$$\forall x[\sim \text{ออกกำลังกาย}(x) \rightarrow \text{อ้วน}(x)]$$

(4) หากประโยคภาษาธรรมชาติมีเนื้อหาชวนเกินไป ในการแปลงเป็นประโยคตรรกศาสตร์ อาจตัดส่วนที่ไม่มีสาระออกได้ แต่การตัดความรู้ทั้งแบบนี้อาจไม่ได้รับการยอมรับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การนำความรู้ไปใช้งาน เช่น การแปลงประโยค “การเรียนวิชาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นน่าตื่นเต้นและ ตรรกศาสตร์ก็สนุกมาก ถ้าคุณไม่ใช้เวลาทั้งหมดในการเป็นทาสของเครื่องคอมพิวเตอร์” จะได้ว่า

$$\forall x[\sim \text{ทาส}(x) \rightarrow [\text{วิชาระบบผู้เชี่ยวชาญ_น่าตื่นเต้น}(x) \wedge \text{ตรรกศาสตร์_สนุก}(x)]]$$

3.3 การอนุมานเพื่อหาคำตอบในเพรดิเคทลอจิก

กฎที่ใช้ในการอนุมานเพื่อหาคำตอบในเพรดิเคทลอจิก มีดังนี้

(1) โมดัสโปเนน

เป็นกฎที่สำคัญที่ใช้ในการอนุมาน ทั้งของพรอปพอสิชั่นนอลลอจิก และเพรดิเคทลอจิก หลักการของโมดัสโปเนนมีอยู่ว่า ถ้า a มีคุณสมบัติ P และออบเจกต์ที่มีคุณสมบัติ P ทุกอัน มี สมบัติ Q ด้วยแล้ว สามารถสรุปได้ว่า a มีคุณสมบัติ Q นั่นคือ

$$P(a)$$

$$\forall x P(x) \rightarrow Q(x)$$

$$Q(a)$$

การที่สามารถแทนค่า x ด้วย a ได้ เนื่องจาก $P(x) \rightarrow Q(x)$ นั้น เป็นจริงสำหรับ x ทุกตัว โดยเฉพาะเมื่อ x เท่ากับ a (22)

(2) ยูนิฟิเคชัน

เป็นวิธีการพิสูจน์ทฤษฎีจาก wff คำว่า ทฤษฎี ในที่นี้ก็คือ wff ใหม่ที่ได้จากการอนุมาน wff ที่มีอยู่เดิม และจะเรียกลำดับของกฎที่ใช้ในการอนุมานเพื่อให้ได้ทฤษฎีว่า ข้อพิสูจน์ของ ทฤษฎี การพิสูจน์ทฤษฎีในกรณีที่มี wff ไม่มีตัวแปรจะสามารถเปรียบเทียบเพรดิเคทและพจน์ของ wff ทั้งคู่ว่าเหมือนหรือขัดแย้งกันได้โดยตรง แต่ในกรณีที่ wff ที่ต้องการพิสูจน์มีวลีบอกปริมาณ

และตัวแปรอยู่ด้วย จะต้องเทียบนิพจน์ย่อยบางคู่ในประโยคเข้าด้วยกันก่อนโดยใช้กฎโมดัสโปเนน ดังนั้น ยูนิฟิเคชัน ก็คือ กระบวนการหาพจน์มาแทนค่าตัวแปรเพื่อให้นิพจน์เหมือนกัน ค่าของนิพจน์ได้จากการแทนค่าตัวแปรในนิพจน์นั้นด้วยพจน์ใดพจน์หนึ่งตลอดนิพจน์ โดยจะแทนค่าตัวแปรด้วยพจน์ซึ่งประกอบด้วยตัวมันเองไม่ได้ ตัวอย่างของการทำยูนิฟิเคชัน เช่น การแทนค่าในนิพจน์ $P[x, f(y), B]$ และ $P[x, f(B), B]$ ด้วย $s = \{A/x, B/y\}$ หมายถึง แทน x ด้วย A และแทน y ด้วย B ซึ่งจะทำให้ได้นิพจน์ที่เหมือนกัน คือ $P[A, f(B), B]$ ถ้าแทนค่าแล้วพบว่ากลายเป็นประโยคเดียวกันได้ แสดงว่าทำการยูนิฟิเคชันได้ (16)

ยูนิฟิเคชันเป็นวิธีการที่ทำให้ค่าความจริงของถ้อยแถลงที่มีเพรดิเคทถูกต้อง โดยจะให้ค่ากับตัวแปรใน wff เนื่องจากค่าความจริงของเพรดิเคทเป็นฟังก์ชันของค่าที่อาร์กิวเมนต์ของเพรดิเคทนั้นสมมติขึ้นมา ยูนิฟิเคชันเป็นพื้นฐานของวิธีการอนุมานที่ใช้ในงานด้านปัญญาประดิษฐ์ และเป็นหัวใจของการทำงานของภาษาโปรล็อก (8)

(3) เรโซลูชัน

เป็นวิธีการอนุมานทางอ้อมที่สมบูรณ์ตามหลักตรรกะและมีความสามารถในการตรวจสอบความรู้ของทั้งระบบ หรือสิ่งที่อยู่ในฐานความรู้ทั้งหมด หรือเซตของสัจพจน์ เรโซลูชันใช้ในการตีความว่าเซตของสัจพจน์นั้นเป็นความจริงหรือไม่ คือ เป็นที่พอใจหรือไม่เป็นที่พอใจ จึงเป็นวิธีการในการตรวจสอบค่าความจริงของถ้อยแถลงใหม่ และให้อนุประโยคใหม่จากเซตของสัจพจน์ที่มีอยู่ โดยอนุประโยคที่ได้จะสอดคล้องกับอนุประโยคที่มีอยู่เดิม การทดสอบจะใช้วิธีพิสูจน์แบบ เรโซลูชันรีฟิวเทชัน ซึ่งเป็นการพิสูจน์โดยอาศัยความขัดแย้ง จึงใช้สมมติฐานในรูปปฏิเสธในการพิสูจน์ กระบวนการพิสูจน์จะเริ่มจากการนำประพจน์ที่จะทำการทดสอบสมมติฐานจะมาเปรียบเทียบกับเซตของสัจพจน์ โดยประพจน์ที่ใช้ต้องผ่านกระบวนการสร้างคอนจังทีฟ-นอร์มอลฟอร์ม แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปปฏิเสธหรือเป็นลบเสียก่อน และต้องทำการตรวจสอบก่อนว่าตัวแปรที่ใช้อยู่ทั้งหมดเป็นสิ่งที่เดียวกันหรือไม่โดยการทำยูนิฟิเคชัน เรโซลูชันจะแสดงให้เห็นว่าอนุประโยคที่ต้องการตรวจสอบนั้นสอดคล้องกับความรู้ของระบบหรือไม่ ถ้าผลลัพธ์ที่ได้เป็นอนุประโยคว่างเปล่าแสดงว่าตรรกศาสตร์ต่าง ๆ ถูกหักล้างกันหมด และสมมติฐานนี้เข้ากันได้ดีกับเซตของสัจพจน์ซึ่งขัดแย้งกับความเป็นจริง ดังนั้นผลของการทำเรโซลูชันจะไม่ใช่ที่ยอมรับและสมมติฐานเป็นเท็จ เช่น พิสูจน์ว่ามาร์คัสเกลียดชีซาร์หรือไม่ โดยตั้งสมมติฐานว่า มาร์คัสไม่เกลียดชีซาร์ หากผลที่ได้เป็นอนุประโยคว่างเปล่า แสดงว่า มาร์คัสเกลียดชีซาร์ การพิสูจน์จะพยายามแสดงว่า สิ่งที่ตรงข้ามกับที่เราต้องการพิสูจน์นั้นขัดแย้งกับเซตของสัจพจน์หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่นั่นเอง (8, 13)

อย่างไรก็ตามเรโซลูชันก็มีข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น ไม่ได้รับประกันว่าจะสิ้นสุดกระบวนการ ถ้าหากทำการพิสูจน์สิ่งที่ไม่ใช่ทฤษฎี แต่จะรับประกันได้ว่ากระบวนการจะสิ้นสุดและพบข้อขัดแย้งถ้ามีข้อขัดแย้งอยู่จริง นอกจากนี้การพิสูจน์อาจใช้เวลานาน วิธีที่ช่วยย่นระยะเวลาในการพิสูจน์นั้น ประการแรก จะใช้การค้นหาแบบฮิวริสติกช่วยบอกเส้นทางที่โปรแกรมควรใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎี และอีกประการหนึ่ง คือ ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่ให้แก่โปรแกรม (6)

การทำเรโซลูชันมีขั้นตอน (16) ดังนี้

(1) แปลงเซตของสัจพจน์หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในระบบให้อยู่ในรูปของคอนจังก์ทีฟนอร์มอลฟอร์ม

(2) แปลงนิเสธของประพจน์ที่จะทำการทดสอบสมมติฐานให้อยู่ในรูปของคอนจังก์ทีฟนอร์มอลฟอร์ม และรวมนิเสธของประพจน์ที่จะทำการทดสอบสมมติฐานไว้ในเซตของสัจพจน์ข้างต้นด้วย

(3) ให้ทำขั้นตอนต่อไปนี้ซ้ำจนกว่าจะเกิดข้อขัดแย้งขึ้นหรือเมื่อทำแล้วไม่ก้าวหน้าไปไหน

- เลือกอนุประโยคมา 2 ประโยค
- รวมอนุประโยคทั้งสองเข้าด้วยกัน
- ถ้าอนุประโยคที่ได้จากการรวมเป็นอนุประโยคว่างเปล่า แสดงว่า เกิดข้อขัดแย้ง

เหตุผลที่สามารถนำเอาอนุประโยคคู่หนึ่ง เรียกว่า อนุประโยคแม่ มารวมกันและตัดคู่ที่แย้งกันทิ้งไปเพื่อให้ได้อนุประโยคใหม่ได้นั้น เนื่องจากหลักความจริงที่ว่า $P1$ และ $\sim P1$ จะเป็นจริงพร้อมกันไม่ได้

(4) การแปลง wff ให้อยู่ในรูปของคอนจังก์ทีฟนอร์มอลฟอร์ม หรืออนุประโยค

คำว่า อนุประโยค ก็คือ wff ซึ่งไม่มีตัวเชื่อมและวลีบอกปริมาณ ขั้นตอนในการแปลง wff ให้อยู่ในรูปของอนุประโยคมี (16) ดังนี้

(1) กำจัดเครื่องหมาย “ถ้า...แล้ว” จาก wff โดยใช้ $\sim X1 \vee X2$ แทน $X1 \rightarrow X2$

(2) ลดขอบเขตของเครื่องหมายนิเสธลง โดยพยายามให้เครื่องหมายนิเสธครอบคลุมแค่อะตอมเดียว ซึ่งทำได้โดยการใชกฎของเดอมอร์แกน หลายๆ ครั้ง และใช้กฎที่ว่า

$$\sim (\forall x) P(x) \text{ สมมูลกับ } (\exists x)[\sim P(x)]$$

$$\sim (\exists x) P(x) \text{ สมมูลกับ } (\forall x)[\sim P(x)]$$

(3) การทำให้ตัวแปรเป็นมาตรฐานในขอบเขตของวลีบอกปริมาณนั้น ตัวแปรซึ่งขึ้นอยู่กับวลีบอกปริมาณนั้นเป็นเพียงตัวแปรหุ่นเท่านั้น ดังนั้นจึงสามารถใช้ตัวแปรอื่นมาแทนตัวแปรนั้นตลอดขอบเขตที่วลีบอกปริมาณนั้นคุมอยู่ได้ โดยไม่ทำให้ค่าความจริงของ wff นั้นเปลี่ยนไป

การทำให้ตัวแปรเป็นมาตรฐาน ก็คือ การเปลี่ยนชื่อตัวแปรเสียใหม่ เพื่อให้วลีบอกปริมาณแต่ละวลีคลุมตัวแปรคนละตัวกัน เช่น การแทน $(\forall x)[P(x) \rightarrow (\exists x) Q(x)]$ ด้วย $(\forall x)[P(x) \rightarrow (\exists y) Q(y)]$

(4) กำจัดวลีบอกปริมาณ $\exists$ ออกไป เพราะ wff ที่มีวลีบอกปริมาณ $\exists$ อยู่ข้างหน้ามันแสดงว่ามีค่าซึ่งสามารถจะแทนลงไปในตัวแปร และทำให้ค่าความจริงของ wff นั้น มีค่าเป็นจริงได้ ดังนั้นจึงสามารถกำจัดวลีบอกปริมาณ $\exists$ ออกไปได้ โดยการแทนค่าตัวแปรนั้นด้วยฟังก์ชันซึ่งนำไปสู่ค่าที่ต้องการ เช่น แทนค่า y ด้วย $S1$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ไม่มีอาร์กิวเมนต์ ทำให้ $\exists y \text{ President } (y)$ กลายเป็น $\text{President } (S1)$ โดยที่ค่า $S1$ นำไปสู่ค่า y ที่ทำให้ $\text{President } (y)$ เป็นจริง

ถ้า $\exists$ อยู่ภายใต้ขอบเขตของ $\forall$ แล้ว ค่าที่จะทำให้ wff เป็นจริงอาจขึ้นอยู่กับค่าของตัวแปรอื่นที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของ $\forall$ ด้วย เช่น $\forall x \exists y \text{ fatherof}(y,x)$ ค่าของ y ที่จะทำให้ $\text{fatherof}(y,x)$ เป็นจริงขึ้นอยู่กับค่าของ x ด้วย ดังนั้นฟังก์ชันที่จะใช้แทนตัวแปร y จะต้องมีการคำนวณอาร์กิวเมนต์เท่ากับจำนวนเครื่องหมาย $\forall$ ที่ครอบคลุม $\exists$ ที่เราต้องการกำจัดอยู่ด้วย ฟังก์ชันที่สร้างขึ้นในลักษณะนี้ เรียกว่า สโคเลมฟังก์ชัน wff ของตัวอย่างข้างต้นจะแปลงได้เป็น $\forall x \text{ fatherof } (S2(x),x)$

(5) ย้ายวลีบอกปริมาณ $\forall$ ทั้งหมดมาไว้ข้างหน้า เพราะ $\forall$ ที่เหลือแต่ละตัวจะสัมพันธ์กับตัวแปรของมันเท่านั้น จึงสามารถยกมาไว้ข้างหน้าได้ จะได้ wff ที่อยู่ในรูปพรีเนกซ์ วลีบอกปริมาณที่อยู่ข้างหน้าจะเรียกว่า พรีฟิกซ์ ส่วนสูตรที่อยู่ข้างหลังเรียกว่า เมตริกซ์

(6) นำส่วนของเมตริกซ์มาให้อยู่ในรูปคอนจังทีฟนอร์มอลฟอร์ม คือ ประโยคที่อยู่ในประโยคย่อยๆ เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” และแต่ละข้อความย่อยเชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” ซึ่งอาจต้องใช้กฎการแจกแจงเข้ามาช่วย

(7) ตัดวลีบอกปริมาณทิ้งไป เพราะในขั้นตอนนี้ตัวแปรทุกตัวใน wff จะขึ้นอยู่กับเครื่องหมายและลำดับของ $\forall$ ไม่สำคัญ แต่เป็นที่รู้กันว่าตัวแปรเหล่านี้มีวลีบอกปริมาณ $\forall$ อยู่ข้างหน้า จะได้เมตริกซ์ที่ wff ย่อย ๆ เชื่อมกันด้วยตัวเชื่อม “และ”

(8) กำจัดตัวเชื่อม “และ” ทิ้ง จะได้อนุประโยค

Winston (17) ได้ให้ข้อสรุปเกี่ยวกับกฎที่ใช้ในการอนุมานของเพรดิเคทลอจิกว่า การพิสูจน์ทฤษฎีจะใช้เรโซลูชันเป็นกฎในการอนุมานและใช้รีฟิวเทชันเป็นกลยุทธ์ในการพิสูจน์ การทำเรโซลูชันจะต้องแปลงสัจพจน์และทฤษฎีในรูปปกติให้เป็นอนุประโยคเสียก่อน และใช้กระบวนการยูนิฟิเคชันในการแทนค่าตัวแปร

3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของเพรดิเคทลอจิก

เพรดิเคทลอจิก เป็นรูปแบบการแทนความรู้ที่เก่าแก่และสำคัญที่สุดวิธีหนึ่ง ที่พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ เพื่อเป็นวิธีสำหรับการหาเหตุผลอย่างมีรูปแบบในงานทางคณิตศาสตร์ ตรรกศาสตร์เป็นวิธีการหาเหตุผลที่มีพื้นฐานทางทฤษฎีที่ดี มีความสมบูรณ์ แม่นยำ และเป็นเข้าใจกันโดยทั่วไป มีการศึกษาในเรื่องการพิสูจน์ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการความรู้ โดยสามารถอนุมานนิพจน์ใหม่จากสิ่งพจน์ที่มีอยู่ได้ด้วยวิธีที่ถูกต้อง และมีการนิยามสัญลักษณ์ที่ใช้ไว้อย่างแน่นอนและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป ทำให้เพรดิเคทลอจิกมีจุดเด่นในเรื่องของความถูกต้องที่แท้จริง โดยมีทฤษฎีแบบจำลองช่วยให้การจับคู่ระหว่างประโยคทางตรรกศาสตร์กับโดเมนมีความแม่นยำและไม่คลุมเครือ เช่น การแทนประโยค $P \text{ isa } Q$ ด้วยสูตรทางตรรกะจะได้ว่า $\forall x P(x) \rightarrow Q(x)$ และ $Q(p)$ เพรดิเคทลอจิกมีความสามารถในการแทนความรู้โดยสามารถใช้วลีบอกปริมาณและสัญลักษณ์ในรูปปฏิเสธได้ ในขณะที่วิธีการแทนแบบโครงข่ายและข้อมูลแบบมีโครงสร้างนั้นแทนได้ยาก และสามารถแก้ปัญหาในการหาเหตุผลและการแทนความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ได้ การที่เพรดิเคทลอจิกมีทฤษฎีที่ใช้ในการพิสูจน์จึงเอื้อต่อการนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการหาเหตุผลอย่างอัตโนมัติโดยใช้คอมพิวเตอร์ได้

นอกจากนี้ เพรดิเคทลอจิก ยังเป็นรูปแบบการแทนความรู้ที่ประหยัดกว่า และมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ในการออกแบบระบบที่ยืดหยุ่น และมีความเป็นทั่วไปเพียงพอที่จะตอบสนองสถานการณ์ได้ในช่วงกว้างระดับหนึ่ง นอกจากนี้โครงสร้างของเพรดิเคทลอจิกมีความยืดหยุ่นพอที่จะแทนภาษาธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง ทำให้เพรดิเคทลอจิกเป็นวิธีการแทนความรู้ที่ได้รับความนิยมและมีการใช้งานมาก และมักใช้ในการออกแบบโปรแกรม (15, 17, 22, 31)

อย่างไรก็ตามเพรดิเคทลอจิกเป็นเทคนิคในการแทนความรู้ที่มีข้อจำกัดอยู่ด้วยเช่นกัน (6, 8, 15, 21, 30, 31) ดังนี้

(1) เพรดิเคทลอจิกเป็นเทคนิคการแทนความรู้ที่มีพื้นฐานอยู่บนตรรกศาสตร์ ทำให้ไม่สามารถหาเหตุผลแบบสามัญสำนึกได้ เนื่องจากตรรกศาสตร์จำกัดการอนุมานไว้สำหรับนิพจน์ที่อยู่ในรูปตรรกศาสตร์เท่านั้น ประโยคทางตรรกศาสตร์จะแสดงเพียงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจริงของแต่ละส่วน ในขณะที่ประโยคในภาษาธรรมชาติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในคลาสและสมบัติของคลาสนั้น ข้อจำกัดนี้ทำให้ตรรกศาสตร์ไม่สามารถค้นพบความรู้ใหม่จากความผิดพลาด หรือหาเหตุผลแบบมนุษย์ได้ นอกจากนี้ การหาเหตุผลในโลกแห่งความเป็นจริงไม่ได้ใช้การหาเหตุผลแบบนิรนัยเช่นเดียวกับตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ แต่เป็นการหาเหตุผลแบบอุปนัยซึ่งอาจจะให้คำตอบที่น่าเชื่อถือได้น้อยกว่า เพราะคำตอบที่ได้เป็นแค่สิ่งที่น่าจะเป็นซึ่งมีความไม่แน่นอน แต่การอุปนัยจะให้ความรู้ใหม่จากการนิรนัยให้ไม่ได้

(2) ความหมายของประโยคที่เชื่อมด้วย “ถ้า...แล้ว” อาจไม่มีเหตุผลตามปกติวิสัย เช่น ประโยค “ยูนิคอร์นทุกตัวเป็นวัว” แทนได้ว่า $\forall x$ ยูนิคอร์น(x) $\rightarrow$ วัว(x) ประโยคเหตุเป็นเท็จเสมอ เพราะในโลกแห่งความเป็นจริงแล้วไม่มีสัตว์ที่เรียกว่ายูนิคอร์นอยู่ ดังนั้น wff นี้จึงเป็นจริงเสมอ ซึ่งไม่ถูกต้องเพราะยูนิคอร์นไม่มีทางเป็นวัวไปได้ และเพรดิเคทลอจิกจะเน้นกระบวนการรักษาความจริงของนิพจน์ที่รวมกันตามรูปแบบอย่างดีแล้ว ดังนั้นประโยคที่เปลี่ยนแปลงตามกระบวนการรักษาความจริงซึ่งอาศัยหลักการสมมูลของ wff คือ นิพจน์เดิมและนิพจน์ใหม่ที่เปลี่ยนรูปไปนั้นจะสมมูลกันโดยที่อาจจะไม่มีความหมายในภาษาธรรมชาติ เช่น แทนประโยค “ถ้าดอกไม้นั้นเป็นดอกมะลิแล้ว ดอกไม้นั้นจะมีสีขาว” ได้ว่า $\forall x(\text{มะลิ}(x) \rightarrow \text{ขาว}(x))$ ซึ่งจะสมมูลกับ $\forall x(\sim \text{ขาว}(x) \rightarrow \sim \text{มะลิ}(x))$ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ประโยคที่ไม่มีความหมายในภาษาธรรมชาติก็อาจจะถูกต้องในแง่ตรรกศาสตร์ได้ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องนี้ได้มีการออกแบบโมดอลลอจิกซึ่งใช้รูปแบบการอนุมานแบบใหม่ คือ $P \rightarrow Q$ จะเป็นจริง ถ้าสามารถนิรนัย Q จาก P ได้ แนวคิดนี้ไม่สัมพันธ์กับค่าความจริงของ P หรืออาจจะมองได้ว่า ถ้า P เป็นจริงแล้ว จะได้ Q โมดอลลอจิกช่วยเพิ่มเติมมาลาของความเป็นไปได้และความจำเป็นของเพรดิเคท

(3) เพรดิเคทลอจิกเป็นรูปแบบการแทนความรู้ที่ตัดสินใจไม่ได้หรือกึ่งตัดสินใจ เนื่องจากการใช้ลิมิตปริมาณที่บ่งถึงความ เป็นสากลก่อให้เกิดปัญหาในการคำนวณค่าความจริงของประโยค ซึ่งจะต้องทดสอบค่าของตัวแปรที่เป็นไปได้ทั้งหมดเพื่อดูว่านิพจน์นั้นเป็นจริงหรือไม่ ส่วนลิมิตปริมาณที่บ่งถึงการมีอยู่ก็เช่นกันจะต้องทดสอบแทนค่าจนกว่าจะพบค่าที่ทำให้นิพจน์เป็นจริง หากโดเมนในการตีความนั้นไม่จำกัดจะทำให้การคำนวณไม่สิ้นสุด และจุดนี้เองที่ทำให้เพรดิเคทลอจิกเป็นรูปแบบการแทนความรู้ที่ตัดสินใจไม่ได้ และในการพิสูจน์คำตอบของเพรดิเคทลอจิกนั้นไม่มีขั้นตอนการตัดสินใจ มีเพียงกระบวนการในการหาข้อพิสูจน์ ซึ่งจะได้ผลก็ต่อเมื่อประโยคที่ต้องการพิสูจน์เป็นทฤษฎี จึงจะทำการพิสูจน์เพื่อให้ได้ประโยคใหม่ได้

(4) ตรรกศาสตร์ไม่ยอมรับนิพจน์ที่คลุมเครือ ในขณะที่ค่าความจริงในโลกแห่งความเป็นจริงมีระดับของความไม่แน่นอนหรือระดับของการตัดสินใจ ดังนั้นการแทนที่จำกัดค่าความจริงให้มีแค่จริงหรือเท็จจึงไม่ยืดหยุ่นพอที่จะจัดการกับความคลุมเครือได้ แต่ตรรกศาสตร์สามารถยอมรับเงื่อนไขอื่นมากกว่าแค่จริงหรือเท็จ จึงมีการพัฒนารูปแบบในการแทนและการหาเหตุผลบนความไม่แน่นอน เช่น มัลติแวลูลอจิก ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงความหมายของเพรดิเคทลอจิกให้สามารถรับค่าความจริงมากกว่าแค่จริงหรือเท็จ เพื่อไขว่คว้าหาความสัมพันธ์ระหว่างประโยคที่รู้ว่าเป็นเท็จกับประโยคที่ไม่รู้ว่าเป็นจริงหรือไม่ วิธีที่เป็นที่รู้แพร่หลายที่สุด คือ ฟัซซีลอจิก ซึ่งเพรดิเคทสามารถมีค่าความจริงได้ในช่วงระหว่าง 0-1

(5) เพรดิเคทลอจิกมีข้อด้อยในเรื่องของโมโนโทนิซิตี ทั้งในแง่ของการแทนความรู้และการหาเหตุผล ทั้งนี้เนื่องจากถ้ามีการนิยามโดเมนด้วยเซตของสัจพจน์แล้ว หากมีการเพิ่มสัจพจน์ใด ๆ สัจพจน์นั้นจะต้องสอดคล้องกับสัจพจน์ที่มีอยู่ มิฉะนั้นระบบจะมีความไม่สอดคล้องกันเกิดขึ้น แต่ในโลกแห่งความเป็นจริงเมื่อเวลาผ่านไปมักมีการค้นพบข้อบกพร่องใหม่ ๆ การเพิ่มเติมข้อค้นพบใหม่ที่ขัดแย้งกับสัจพจน์เดิมที่มีอยู่ในระบบจะทำให้เกิดความไม่สอดคล้องกัน และในกรณีพื้นฐานความรู้มีความรู้ไม่สมบูรณ์เพียงพอที่จะใช้ในการตัดสินใจ หรือมีความรู้ที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อเวลาผ่านไป หรือมีความรู้ที่ได้จากการเดาสุ่ม คือ ไม่ทราบว่าย่อลงแสดงเป็นจริงหรือเท็จหรืออาจจะไม่เป็นจริงหรือไม่เป็นเท็จเลยก็ได้ ในการหาคำตอบจากข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต้องสร้างสมมติฐานซึ่งมักจะแทนให้อยู่ในรูปของโครงข่ายอรรถศาสตร์ที่มีแอททริบิวต์และคุณสมบัติการถ่ายทอดค่าดีฟอลต์ การอนุมานหาคำตอบจากค่าดีฟอลต์นี้อาจเกิดปัญหา เพราะเมื่อค่าดีฟอลต์ผิดพลาดจะทำให้ได้คุณสมบัติที่ไม่ถูกต้อง เช่น หากกำหนดในฐานความรู้ว่า “นก บิน ได้” จะทำให้ “นกเพนกวิน” มีคุณสมบัติไม่ถูกต้อง นอกจากนี้ค่าดีฟอลต์ต่างกัก็ทำให้เกิดความขัดแย้งในการอนุมาน เช่น มีดีฟอลต์ว่า “คนขยันจะอดทน” และ “คนรวยจะไม่อดทน” ถ้าเราจะอนุมานประโยค “เหมียวเป็นคนขยันและเป็นคนรวย” จะเกิดข้อขัดแย้งขึ้น

การจัดการความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ทั่วไปนั้นใช้หลักความขัดแย้งในการอนุมาน ดังนั้นความไม่สอดคล้องกันจึงก่อให้เกิดปัญหามาก เพราะการอนุมานฐานความรู้ที่มีความไม่สอดคล้องกันจะทำให้ได้คำตอบที่ขัดแย้งกัน จึงมีการสร้างระบบบำรุงรักษาความจริงขึ้นมาเพื่อช่วยให้การอนุมานในสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงถูกต้อง ระบบบำรุงรักษาความจริงจะระบุแหล่งที่ทำให้เกิดความไม่สอดคล้องกัน และดูว่าจะต้องเปลี่ยนแปลงข้อเท็จจริงอันไหนเมื่อพบความไม่สอดคล้องกันในระบบ อีกวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาความไม่สอดคล้องกันของระบบก็คือการเปลี่ยนไปใช้วิธีการทางตรรกศาสตร์ที่ไม่ใช้หลักความขัดแย้งในการอนุมาน เช่น รีลาแวนซ์ลอจิก

(6) เพรดิเคทลอจิกแทนความรู้แบบเอ็กซ์เทนชันนอล ซึ่งก็คือ การแทนเซตของออบเจกต์ทุกอันที่คอนเซ็ปต์นั้นกล่าวถึง ในขณะที่ความรู้จำนวนมากซึ่งใช้ในการหาเหตุผลอยู่ในรูปอินเทนชันนอล ได้แก่ ลักษณะนามธรรมของคอนเซ็ปต์ เช่น นิยาม

(7) เพรดิเคทลอจิกไม่สามารถอ้างอิงถึงประพจน์ หรือเพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์เป็นประพจน์ เช่น การแทนประโยค “นายกรัฐมนตรีเชื่อว่าการยุบสภาเป็นทางออก” ด้วย เชื่อว่า (นายกรัฐมนตรี,ทางออก(ยุบสภา)) ดังนั้นจึงมีการพัฒนาวิธีการแทนความรู้แบบอื่นขึ้นมา เช่น โมดอลลอจิก ซึ่งใช้แทนประโยคที่แสดงความจำเป็นหรือความเป็นไปได้ โดยโมดอลลอจิกจะมีโอเปอเรเตอร์ที่ช่วยในการจัดการกับปัญหาของความรู้และความเชื่อ ความจำเป็นและความเป็น

ไปได้ อีพิสเทมิกลอจิก ซึ่งใช้แทนประโยค “ตัวแปร x รู้ว่า...” เทมพอรอลลอจิก ซึ่งใช้แทนประโยค “เป็นความจริงที่ว่า...”

(8) เพรดิเคทลอจิกไม่สามารถแทนเพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์เป็นเพรดิเคท เช่น ไม่สามารถแทนประโยค “แก้วมีกระต่ายสีขาว” ด้วย $(\exists x)(x(\text{แก้ว}) \wedge \text{สีขาว}(x))$

(9) การกล่าวถึงสิ่งที่ไม่มีความหมายอย่างแท้จริง เช่น ประโยค “พรานป่าออกตามล่าช้างน้ำจืด” เป็นเท็จเพราะช้างน้ำจืดไม่มีอยู่จริง

(10) โดยตัวของตรรกศาสตร์เองไม่สามารถสร้างบทเรื่องให้กับความรู้ได้ ทำให้ไม่สามารถแทนเอ็นตีตี้ที่อาจจะจริงในบางบริบทและเท็จในบริบทอื่น

(11) ตรรกศาสตร์จำกัดขอบเขตของนิพจน์และไม่ได้สกัดความหมายเดิมออกมาทั้งหมด จากข้อดีและข้อจำกัดต่าง ๆ ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า เพรดิเคทลอจิกเป็นเทคนิคการแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์ที่มีพื้นฐานทางทฤษฎีที่ดี มีความถูกต้องแม่นยำ เป็นที่เข้าใจกันทั่วไป เพรดิเคทลอจิกมีโครงสร้างที่มีความยืดหยุ่นพอที่จะแทนภาษาธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง และมีความสามารถในการหาเหตุผล ทำให้เพรดิเคทลอจิกเป็นวิธีการแทนความรู้ที่ได้รับความนิยมรับและมีการใช้งานเป็นอย่างมาก ถึงแม้ว่าจะมีข้อจำกัดอันเนื่องมาจากลักษณะเฉพาะของตรรกศาสตร์อยู่บ้างก็ตาม

3.5 เทอร์โบโปรล็อก

ภาษาเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 เป็นเวอร์ชันหนึ่งของภาษาโปรล็อก ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อช่วยในการแทนความรู้ของเพรดิเคทลอจิกโดยเฉพาะ โปรล็อกประดิษฐ์โดย Alain Colmerauer และเพื่อนร่วมงานที่ Marseilles ในปี ค.ศ.1970 โปรล็อกใช้ไวยากรณ์ของเพรดิเคทลอจิกในการแทนสัญลักษณ์และหาค่าความจริง (22) โปรล็อกเป็นภาษาคอมไพเตอร์แบบบรรยาย คำว่าโปรล็อกเป็นคำย่อมาจากคำเต็มว่า PROgramming in LOGic (PROLOG) โปรล็อกแทนความรู้บนพื้นฐานของเพรดิเคทลอจิก โดยแทนขอบเขตของเพรดิเคทลอจิกในขอบเขตของฮอรันคลอส (8) สาเหตุที่โปรล็อกใช้ฮอรันคลอสในการแทนความรู้ นั้นเนื่องจากการสร้างภาษาที่สามารถใช้กับเพรดิเคทลอจิกได้ทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพนั้นเป็นเรื่องยาก จึงเลือกใช้ฮอรันคลอสซึ่งเป็นขอบเขตของอนุประโยคเพรดิเคทลอจิกแทน โดยอนุประโยคในโปรล็อกจะเทียบเท่ากับประโยคในเพรดิเคทลอจิก นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนาระบบการที่เชื่อมโยงฮอรันคลอสเข้าด้วยกันเพื่อให้ได้รูปแบบที่ซับซ้อนขึ้นได้ (32, 33) ฮอรันคลอสมี 3 ประเภทด้วยกัน คือ สัญลักษณ์อะตอมหรือข้อเท็จจริง ประโยคที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า...แล้ว” หรือกฎ และสัญลักษณ์อะตอมในรูปปฏิเสธ (34)

โปรแกรมมีข้อดีต่าง ๆ ตรงที่สามารถสร้างและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ และซับซ้อนได้ง่ายจึงสะดวกต่อการแทนโครงสร้างทั้งเชิงไวยากรณ์และเชิงอรรถศาสตร์ โปรแกรมเป็นภาษาโปรแกรมมิ่งเชิงตรรกะ คือ สามารถตีความถ้อยแถลงทั้งแบบบรรยายและแบบกระบวนการได้ การเขียนโปรแกรมเป็นการอธิบายว่าควรจะทำอะไรบางอย่างมากกว่าการอธิบายวิธีทำโดยละเอียด ดังนั้นจึงสามารถใช้วิธีเขียนโปรแกรมที่เป็นนามธรรมมากได้ โปรแกรมเป็นภาษาที่จัดการกับสัญลักษณ์มากกว่าตัวเลข ทำให้สามารถตรวจสอบและปรับปรุงตัวเอง และการที่โปรแกรมถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับแทนความรู้และรองรับเซตย่อยของเพิร์สฟอร์เมอร์ลอจิก ทำให้ง่ายในการติดตั้งระบบ โปรแกรมมีลักษณะเฉพาะตรงที่ใช้กระบวนการจับคู่ในการเข้าถึงและหาคำตอบ และใช้กลไกการค้นหาแบบลงทางลึกก่อนเป็นอัลกอริทึมในการค้นหา ดังนั้นจึงสะดวกในการแจกแจงทุกรูปแบบและสามารถสร้างโครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อนได้โดยใช้ตัวแปรเชิงตรรกะในการแทนความรู้บางส่วนของคุณสร้างข้อมูล นอกจากนี้โปรแกรมเป็นภาษาที่โต้ตอบได้ ผู้ใช้จึงสามารถสนทนาโต้ตอบกับโปรแกรม เช่น เพิ่มข้อมูลเข้าไปในขณะที่ถามคำถามได้

อย่างไรก็ตาม โปรแกรมไม่ใช่เพอร์ดิเคทลอจิก หากเป็นเพียงภาษาคอมพิวเตอร์ที่พยายามทำในสิ่งที่ตรรกศาสตร์ทำได้ โปรแกรมมีข้อจำกัดทางตรรกศาสตร์ (28) ดังนี้

(1) โปรแกรมไม่สามารถใช้กับข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปที่มีตัวเชื่อม “หรือ” ได้ ถ้อยแถลงแบบนี้มีสิ่งที่เป็นจริงมากกว่า 1 สิ่ง แต่ไม่รู้ว่าจะอันไหนเป็นจริง เช่น ถ้าหากเปิดไฟแล้วไม่ติด สามารถสรุปได้ว่าสวิตช์หลอดขาดหรือไฟดับหรือสายต่อหลุด

(2) โปรแกรมไม่สามารถใช้กับข้อเท็จจริงหรือข้อสรุปที่เป็นปฏิเสธได้ เช่น ถ้าเปิดไฟแล้วไม่ติด แต่ไฟดวงอื่นในห้องเดียวกันติดเมื่อเปิดสวิตช์จะสรุปได้ว่าไฟไม่ได้ดับ

(3) โปรแกรมไม่สามารถใช้กับข้อเท็จจริง ข้อสรุป หรือกฎที่มีวลีบอกปริมาณที่บ่งถึงการมีอยู่เป็นจำนวนมากได้

(4) ไม่สามารถใช้เซตคันทอร์ลอจิกกับโปรแกรมได้โดยตรง เนื่องจากเซตคันทอร์ลอจิกมีตัวแปรเป็นชื่อเพอร์ดิเคท ในการจัดเก็บข้อเท็จจริงแบบนี้ต้องเขียนข้อเท็จจริงนี้เสียใหม่เพื่อให้รวมอาร์กิวเมนต์ที่มีตัวแปรเป็นชื่อเพอร์ดิเคทเข้าไว้ด้วย หรือใช้เพอร์ดิเคทเฉพาะในการจัดการ

ภาษาโปรแกรมมีด้วยกันหลายรูปแบบ ภาษาที่นิยมใช้งานแพร่หลายในปัจจุบัน ได้แก่ แอลพีเอโปรแกรมโปรเฟสชันแนล, พีดีซีโปรแกรม ในงานวิจัยนี้เลือกใช้เทอร์โบโปรแกรม เวอร์ชัน 2.0 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในการสอนและในการพัฒนาระบบขั้นต้น จุดเด่นของเทอร์โบโปรแกรมก็คือ มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ระบบที่ดีและสามารถหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เทอร์โบโปรแกรมเป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยบริษัท Borland และมีลักษณะที่สัมพันธ์กับเอดีนิเบิร์กโปรแกรม ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมภาษาแรกที่มีการพัฒนาขึ้นมาและเป็นแม่แบบของภาษาโปรแกรม

แบบอื่น ๆ ที่พัฒนาขึ้นในภายหลัง นอกจากนี้เทอร์โบโปรล็อกยังมีราคาถูกและง่ายในการใช้งาน และเรียนรู้ (35)

เทอร์โบโปรล็อก เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มีลักษณะเป็นคอมไพเลอร์มากกว่าอินเตอร์พรีเตอร์ ทำให้เวลาทำงานของโปรแกรมสั้นกว่า มีส่วนเชื่อมต่อที่อำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ และมีเมนูให้เลือกใช้คำสั่งและส่วนที่ช่วยในการเขียน แก่ไข และค้นหาความผิดพลาดของโปรแกรม โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถดูการทำงานแต่ละขั้นของโปรแกรมได้โดยการเพิ่มคำสั่ง trace ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการหาความผิดพลาดของโปรแกรม เทอร์โบโปรล็อกใช้หลักการโคสเวลด์แอสซัมชัน (36) จึงรู้จักแค่ข้อเท็จจริงและกฎที่มีอยู่ในฐานความรู้ หรือข้อเท็จจริงที่ได้จากการนิรนัยจากข้อเท็จจริงและกฎที่มีอยู่ในฐานความรู้เท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้นสารสนเทศที่คนทั่วไปรู้กันว่าเป็นเท็จ เมื่อนำเข้าไปในฐานความรู้แล้ว โปรแกรมจะมองว่าเป็นจริง โปรแกรมจะไม่สามารถหาคำตอบได้หากขาดอนุประโยคที่สนับสนุนการหาคำตอบนั้นในฐานความรู้ ดังนั้นการที่โปรแกรมไม่สามารถหาคำตอบได้ไม่ได้หมายความว่าเป้าหมายเป็นเท็จ แต่มักเกิดจากฐานข้อมูลไม่สมบูรณ์

โปรแกรมโปรล็อกเป็นลำดับของอนุประโยคโปรล็อก ซึ่งประกอบด้วยกฎและข้อเท็จจริง ในรูปของส่วนหัวและหาง โดยจะอยู่ในรูปที่กลับกันกับประโยคของเพรดิเคทลอจิก เช่น ประโยคของเพรดิเคทลอจิกตามกฎของโมดัสโปเนน คือ $P \rightarrow Q$ และ P จะเทียบเท่ากับประโยคของโปรล็อก $Q :- P$ และ $P \quad Q$ คือ เป้าหมายของส่วนหัว และ P คือเป้าหมายของส่วนหางหรือเป้าหมายย่อย โดยส่วนผลของประโยคก่อนแปลงจะอยู่หน้าเครื่องหมาย “:-” และส่วนเหตุจะอยู่หลังเครื่องหมาย ข้อเท็จจริงจะมีแต่ส่วนหัวและมีค่าความจริงเป็นจริง ส่วนกฎจะเป็นอนุประโยคที่มีทั้งส่วนหัวและส่วนหางไม่ว่าแปลว่า โปรล็อกจะใช้ข้อเท็จจริงในการนิยามออบเจกต์และความสัมพันธ์ระหว่างออบเจกต์ และใช้กฎในการระบุว่าข้อเท็จจริงหนึ่งขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงอื่นอย่างไร พจน์ คือ ตัวแปร, ค่าคงตัว หรือโครงสร้าง โครงสร้างอาจจะเป็นออบเจกต์ที่ซับซ้อนหรือลิสต์ ออบเจกต์ที่ซับซ้อนจะประกอบด้วยออบเจกต์อื่นและความสัมพันธ์ เช่น แต่งงาน(เอ, พ่อ(นิภา)) ส่วนลิสต์จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่แยกด้วยเครื่องหมายจุลภาค “,” และอยู่ในวงเล็บ “[]” โปรล็อกมีการใช้ตัวแปรไร้นามซึ่งสามารถใช้แทนค่าใด ๆ ได้ โดยแทนด้วยเครื่องหมายขีดเส้นใต้ “_” (8, 16, 35)

จากการที่โปรล็อกแทนความรู้โดยใช้ฮอรันคลอสซึ่งเป็นอนุประโยคที่มีลิเทอรัลในรูปที่ไม่ใช่ปฏิเสธไม่เกิน 1 ตัว เพราะลิเทอรัลนี้จะเป็นส่วนผลของฮอรันคลอส และฮอรันคลอส มี 3 ประเภท ได้แก่ สัญลักษณ์อะตอมหรือข้อเท็จจริง สัญลักษณ์อะตอมในรูปปฏิเสธ และประโยคที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า...แล้ว” หรือกฎ ดังนั้นในการแทนกฎด้วยโปรล็อกนั้นหากมีการใช้ตัว

เชื่อม “และ” หรือ “หรือ” ในส่วนเหตุหรือส่วนผลของประโยค จะต้องกำจัดการเครื่องหมาย “ถ้า...แล้ว” ออกจาก wff ก่อน โดยใช้ $\sim A \vee B$ แทน $A \rightarrow B$ หลังจากนั้นให้ใช้หลักการสมมูลช่วยในการแปลงกฎให้อยู่ในรูปของฮอว์นคอสดังตัวอย่างในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการแปลงกฎ “ถ้า...แล้ว” ให้อยู่ในรูปของโปรล็อก

$A \wedge B \rightarrow C$	$A \vee B \rightarrow C$	$A \rightarrow B \wedge C$	$A \rightarrow B \vee C$
$(\sim A \vee \sim B) \vee C$	$(\sim A \wedge \sim B) \vee C$ $(\sim A \vee C) \wedge (\sim B \vee C)$	$\sim A \vee (B \wedge C)$ $(\sim A \vee B) \wedge (\sim A \vee C)$	$\sim A \vee (B \vee C)$
$C :- A, B$	$C :- A$ และ $C :- B$	$B :- A$ และ $C :- A$	ประโยคนี้ ไม่ใช่ฮอว์นคอส

เทอร์โบโปรล็อกมีองค์ประกอบของโปรแกรมเรียงตามลำดับ (37) ดังนี้

(1) ทิศทางของคอมไพเลอร์ ส่วนนี้จะเก็บคำสั่งที่บอกการทำงานของคอมไพเลอร์ เช่น trace ให้แสดงการทำงานแต่ละขั้น unwarnings กำหนดให้โปรแกรมไม่แสดงคำเตือน

(2) โดเมน ส่วนนี้จะเก็บรายละเอียดที่บอกโปรแกรมว่าตัวแปรแต่ละตัวเป็นแบบใด ได้แก่ จำนวนเต็ม, จำนวนจริง, ข้อความ, สัญลักษณ์, ตัวอักษร หรือตามที่ผู้เขียนโปรแกรมกำหนด โดยจะประกาศใช้กับอาร์กิวเมนต์ทุกตัวทั้งตัวแปรและค่าคงที่ในส่วนเพรดิเคท

(3) โกลบอลโดเมน เป็นโดเมนที่โมดูลย่อย ๆ ใชร่วมกัน โดยจะกำหนดโกลบอลโดเมนเมื่อมีการแบ่งโปรแกรมเป็นโมดูลย่อย

(4) ฐานข้อมูล คือ รายการของอนุประโยคข้อเท็จจริงและกฎ เทอร์โบโปรล็อกมีกลไกภายในสำหรับค้นหาฐานข้อมูลโดยการจับคู่และย้อนรอย และมีเพรดิเคทภายนอกสำหรับจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูล เช่น คำสั่งเพิ่มหรือลบข้อมูล เรียกหรือจัดเก็บไฟล์

(5) เพรดิเคท ส่วนนี้จะเก็บถ้อยแถลงเพรดิเคท ซึ่งประกอบด้วย ชื่อของเพรดิเคทที่ระบุความสัมพันธ์ และอาร์กิวเมนต์ซึ่งก็คือ พจน์หรือออบเจกต์ในเครื่องหมายวงเล็บ การประกาศอาร์กิวเมนต์ทั้งในส่วนโดเมนและเพรดิเคทช่วยให้เทอร์โบโปรล็อกสามารถตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลนำเข้าได้

(6) โกลบอลเพรดิเคท ส่วนนี้ใช้ประกาศเพรดิเคทที่โมดูลย่อย ๆ ใชร่วมกัน

(7) เป้าหมาย เป้าหมายในตัวโปรแกรมเป็นเป้าหมายภายในซึ่งจะมีหรือไม่ก็ได้ โปรล็อกจะแสดงเพียงคำตอบเดียว ถ้าจะให้โปรแกรมแสดงทุกคำตอบต้องบังคับให้โปรแกรมเกิดการย้อนรอยโดยการเพิ่มเพรดิเคท “fail” ไว้ข้างท้าย นอกจากนี้ยังสามารถค้นหาคำตอบของโปรแกรมโดย

ใช้เป้าหมายภายนอกได้ โดยโปรแกรมจะรับเป้าหมายภายนอกจากข้อความที่ผู้ใช้งานโปรแกรมพิมพ์ที่หน้าต่างไดอะล็อก ในกรณีนี้โปรแกรมจะแสดงทุกคำตอบที่เป็นไปได้ เป้าหมายที่ส่วนหัวเรียกว่า เป้าหมายหลักจะเป็นจริงเมื่อเป้าหมายย่อยที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “และ” ทุกอันเป็นจริง หรือเป้าหมายย่อยถูกเชื่อมด้วยตัวเชื่อม “หรือ” อันใดอันหนึ่งเป็นจริง

(8) อนุประโยค คือ ข้อเท็จจริงหรือกฎที่โปรแกรมใช้ในการค้นหาคำตอบของเป้าหมาย

โปรแกรมไม่จำเป็นต้องมีรายละเอียดครบทุกอย่าง โดยอาจกำหนดแค่องค์ประกอบหลักได้แก่ การประกาศว่าอาร์กิวเมนต์นั้นเป็นชนิดใด ได้แก่ จำนวนเต็ม จำนวนจริง ข้อความสัญลักษณ์ หรือตัวอักษร ในส่วนโดเมน การกำหนดรายละเอียดของเพรดิเคททุกอันที่ใช้ในโปรแกรม โดยระบุชื่อของเพรดิเคทซึ่งระบุความสัมพันธ์ และอาร์กิวเมนต์ที่ได้ประกาศในส่วนโดเมนแล้ว ถ้ามีการกำหนดเป้าหมายภายในต้องประกาศไว้ด้วย ส่วนการกำหนดอนุประโยคนั้นให้วางอนุประโยคแบบข้อเท็จจริงไว้ก่อนหน้าอนุประโยคที่เป็นกฎ

โปรแกรมภาษาเทอร์โบโปรล็อกสามารถรับเป้าหมายได้ 2 ทาง คือ จากผู้ใช้โปรแกรมหรือจากเป้าหมายที่กำหนดไว้ในตัวโปรแกรมเพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน วิธีการสืบค้นความรู้มี 2 แบบด้วยกัน แบบแรกจะกำหนดค่าให้กับตัวแปรแล้วตรวจสอบว่าประโยคนั้นเป็นจริงหรือเท็จ ประโยคที่ต้องการตรวจสอบจะมีค่าความจริงเป็นจริงถ้ามีประโยคนั้นอยู่แล้วในฐานข้อมูล หรือพบว่าประโยคนั้นเป็นจริงจากการอนุมานประโยคอื่น ๆ ในฐานข้อมูล แต่ถ้าหากฐานข้อมูลไม่มีประโยคนั้นอยู่หรือไม่สามารถอนุมานประโยคนั้นจากประโยคอื่น ๆ ที่มีอยู่ได้ ค่าความจริงที่ได้จะเป็นเท็จ ส่วนแบบที่สอง เป้าหมายจะมีตัวแปรที่ไม่รู้ค่า โปรแกรมต้องค้นหาค่าของตัวแปรจากความรู้ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

เทอร์โบโปรล็อกสามารถหาคำตอบทั้งทางตรงและทางอ้อม สำหรับทางตรงนั้นจะใช้การจับคู่และกลไกของฐานข้อมูลในการค้นหาข้อเท็จจริงที่จะเป็นคำตอบ ส่วนการหาคำตอบแบบทางอ้อมจะนิรนัยคำตอบจากข้อเท็จจริงและกฎในฐานข้อมูล (32) การสืบค้นข้อมูลจากโปรแกรมเป็นการสอบถามรายละเอียดเกี่ยวกับออบเจกต์ต่าง ๆ ซึ่งโปรแกรมจะพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างออบเจกต์โดยการทำเรโซลูชัน เทอร์โบโปรล็อกใช้ยูนิฟิเคชันเป็นวิธีในการจับคู่ โดยจะมองเซตของอ็อบเจกต์หรืออนุประโยคที่ประกอบด้วยกฎ ข้อเท็จจริงและเป้าหมายเป็นฐานข้อมูลของปัญหา และทำการยูนิฟายเป้าหมายกับฐานข้อมูลโดยใช้การค้นหาแบบลงทางลึกก่อน และทำการย้อนรอยในกรณีที่ทำ ยูนิฟิเคชันล้มเหลวหรือต้องการหาคำตอบเพิ่มเติม กลไกของยูนิฟิเคชันมี ดังนี้ (8)

- (1) ทำการยูนิฟายจากทางซ้ายไปขวาของกฎ
- (2) ตรวจสอบเพรดิเคทตามลำดับที่ปรากฏในโปรแกรม

(3) ถ้าจับคู่เป้าหมายย่อยกับส่วนหัวของกฎได้ ส่วนหางของกฎจะกลายเป็นเป้าหมายย่อยใหม่ที่จะต้องทำการยูนิฟาย

(4) เป้าหมายจะนำพอใจเมื่อพบข้อเท็จจริงในฐานข้อมูลสำหรับทุกกิ่งของต้นไม้เป้าหมาย

(5) หากเป้าหมายจับคู่ได้กับอนุประโยคในฐานข้อมูลที่มีชื่อเพรดิเคทเหมือนกันมากกว่า 2 อันขึ้นไป จะทำการยูนิฟายอนุประโยคแรกก่อนแล้วทำเครื่องหมายอนุประโยคถัดไปไว้เพื่อใช้เป็นอนุประโยคเมื่อไม่สามารถยูนิฟายอนุประโยคแรกได้ การย้อนรอยไปยังอนุประโยคที่ได้ทำเครื่องหมายไว้จะต้องปลดปล่อยตัวแปรที่มีการให้ค่าไว้ให้เป็นอิสระก่อนที่จะทำการแทนค่าใหม่ต่อไป

กระบวนการจับคู่เป้าหมายกับอนุประโยคของยูนิฟิเคชันมี 2 แบบด้วยกัน แบบแรก คือ เป้าหมายมีค่าของตัวแปรในเพรดิเคทอยู่แล้ว โปรแกรมจะค้นหาถ้อยแถลงข้อเท็จจริงและกฎในฐานความรู้จากซ้ายไปขวา จากบนลงล่างตามลำดับของข้อมูลเข้าที่ป้อนเข้าไป ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรมได้ โดยจะค้นหากลุ่มของอนุประโยคที่ตรงกับเพรดิเคทของเป้าหมาย แล้วจึงทำการจับคู่ค่าคงที่ของอาร์กิวเมนต์เป้าหมายกับอนุประโยคที่ตรงกัน คำตอบที่ได้เป็นค่าความจริงของเป้าหมายคือจริงเมื่อการจับคู่สำเร็จหรือเท็จเมื่อไม่สามารถจับคู่ได้ โดยโปรแกรมจะใช้คำว่า yes หรือ no แทน ส่วนแบบที่สองนั้นเป้าหมายมีตัวแปรที่ไม่รู้ค่า การจับคู่จะทำในทำนองเดียวกัน เพียงแต่จะต้องกำหนดค่าใด ๆ ให้กับตัวแปรอิสระและถ้าอาร์กิวเมนต์เป็นเทอม เทอมทั้งสองจะต้องมีเพรดิเคทของเทอมเหมือนกันและมีจำนวนอาร์กิวเมนต์เท่ากัน คำตอบที่ได้เป็นค่าของตัวแปรของเป้าหมาย เวลาที่ใช้ในการหาคำตอบขึ้นอยู่กับขนาดของฐานข้อมูล หากต้องการหยุดการค้นหาให้ใช้คำสั่ง “or” การทำยูนิฟิเคชันเพื่อสืบค้นฐานข้อมูลจำเป็นต้องระมัดระวังในเรื่องต่าง ๆ ได้แก่ ลำดับที่จะทำยูนิฟิเคชัน การสร้างเป้าหมายย่อยขึ้นมาใหม่ และการแทนค่าและผลที่ได้ต่อการทำยูนิฟิเคชันต่อไป (36)

กล่าวโดยสรุปแล้ว การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพด้วยเพรดิเคทลอจิก จะต้องทำความเข้าใจแง่มุมต่าง ๆ ประการแรก ก็คือ ไวยากรณ์และความหมายของเพรดิเคทลอจิก ซึ่งก็คือ ข้อกำหนดของสัญลักษณ์และการรวมกันของสัญลักษณ์และการกำหนดค่าให้กับสัญลักษณ์ว่ามีค่าเป็นจริงหรือเท็จ ประการที่สอง ก็คือ ขั้นตอนการแทนความรู้โดยใช้เพรดิเคทลอจิก ได้แก่ การดึงความรู้จากประโยคภาษาธรรมชาติ แปลงให้อยู่ในรูปแบบที่วิเคราะห์ได้ง่าย แล้วจึงสร้างเป็นประโยคตรรกศาสตร์ ประการที่สาม ก็คือ กฎที่ใช้ในการอนุมานเพื่อหาคำตอบในเพรดิเคทลอจิก ได้แก่ โมดัสโปเนน ยูนิฟิเคชัน เรโซลูชัน ประการสุดท้าย ก็คือ การเขียนโปรแกรมภาษาทอโรโบ-โปรล็อก เพื่อใช้ช่วยในการสืบค้นและอนุมานสารสนเทศเชิงคุณภาพที่แทนด้วยเพรดิเคทลอจิก

บทที่ 4

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษาเรื่อง “การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก กรณีศึกษา : การมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการพัฒนาของรัฐ” เป็นงานวิจัยเชิงประยุกต์ ศึกษาโดยวิธีการศึกษาเอกสารและการทดลอง ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นข้อมูลเชิงบรรยายที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกในวิทยานิพนธ์ เรื่อง แนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการพัฒนาขนาดใหญ่ของรัฐ : ศึกษาเฉพาะโครงการเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ (5) ซึ่งทำการศึกษาในปี พ.ศ. 2538 โดย อุษณีย์ ศิริสุนทรไพบุลย์ นิสิตคณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาเหตุที่เลือกใช้ข้อมูลชุดนี้เป็นตัวอย่างของสารสนเทศเชิงคุณภาพ เนื่องจากการพัฒนาโครงการขนาดใหญ่ของรัฐในปัจจุบันได้ให้ความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นอย่างมาก เรื่องนี้จึงเป็นประเด็นทางสิ่งแวดล้อมที่น่าสนใจ และเป็นตัวอย่างของข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญในการเก็บข้อมูลของงานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยข้อมูลชุดนี้ได้จากการสัมภาษณ์กลุ่มเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการเขื่อนขนาดใหญ่ กลุ่มนักวิชาการ เจ้าหน้าที่องค์กรพัฒนาเอกชน และผู้นำชาวบ้านจากพื้นที่ศึกษา รวมทั้งสิ้น 29 คน ประเด็นคำถามในการสัมภาษณ์ มีดังนี้

- ปัจจุบันหน่วยงานเจ้าของโครงการ เปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมกับการโครงการเขื่อนขนาดใหญ่เพียงพอหรือไม่
- ในขั้นตอนใดของโครงการที่ควรเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วม และมีส่วนร่วมอย่างไร
- ผู้ที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมควรจะเป็นใครบ้าง และควรมีคุณลักษณะเช่นไร
- การเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมกับการโครงการเขื่อนขนาดใหญ่ มีผลดี/ผลเสีย อะไรบ้าง
- อะไรบ้างที่เป็นอุปสรรคปัญหาต่อการมีส่วนร่วมของประชาชน กับโครงการเขื่อนขนาดใหญ่
- ควรจะปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมเรื่องอะไรบ้าง เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมของประชาชนกับโครงการเขื่อนขนาดใหญ่

เนื่องจากข้อจำกัดของระยะเวลาในการวิจัย งานวิจัยนี้จะทำการแทนความรู้เฉพาะในประเด็นที่สาม คือ ผู้ที่จะเข้าไปมีส่วนร่วมควรจะเป็นใครบ้าง และควรมีคุณลักษณะเช่นไร

ในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้พรดิเคทลอจิกในงานวิจัยนี้ จะอ้างอิงขั้นตอนในการแทนความรู้ด้วยฟอร์มอลลอจิกของ Rolston (12) เป็นหลัก แต่เพื่อให้เหมาะสมกับการศึกษานี้ จะแบ่งการศึกษาออกเป็นขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

4.1 การดึงความรู้

ในการดึงความรู้จากประโยคภาษาธรรมชาตินั้น ก่อนอื่นจะต้องพัฒนาความเข้าใจในตัวความรู้นั้นเสียก่อน เพื่อให้สามารถเรียบเรียงความรู้ให้อยู่ในรูปของประโยคภาษาธรรมชาติได้อย่างถูกต้อง และในการเรียบเรียงจะต้องเข้าใจลักษณะของประโยคภาษาธรรมชาติ ทั้งในแง่ของไวยากรณ์และความหมาย จากนั้นจะแปลงประโยคที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกต่อการแทนความรู้ต่อไป

4.1.1 การเตรียมความรู้จากบทสัมภาษณ์

การพัฒนาความเข้าใจในข้อมูลซึ่งเป็นบทถอดเทปการสัมภาษณ์ของกรณีศึกษาทำได้โดยการอ่านบทถอดเทปการสัมภาษณ์ทั้งหมด และเลือกข้อความในส่วนที่ตรงกับประเด็นที่จะทำการแทนความรู้ ตรวจสอบข้อความที่ได้กับคำพูดที่ได้ยินในเทปบันทึกเสียงอีกครั้งเพื่อให้ได้ประโยคที่ตรงตามคำพูดของผู้ให้สัมภาษณ์ แล้วจึงนำประโยคที่ได้จากบทสัมภาษณ์มาวิเคราะห์ทั้งความหมายและโครงสร้างของประโยค โดยการอ่านบททวนและตัดคำที่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่สนใจหรือไม่จำเป็นต้องจัดเก็บออก ทั้งนี้อาจจะต้องตีความคำบางคำและเรียบเรียงบางประโยคเสียใหม่ การเรียบเรียงประโยคนี้เป็นการเขียนประโยคขึ้นใหม่เพื่อให้ได้ประโยคที่มีโครงสร้างถูกต้องตามหลักภาษาไทย ไม่ใช่การเขียนประโยคขึ้นใหม่เพื่อสรุปใจความของข้อมูล ในกรณีที่มีคำในประโยคที่ไม่ชัดเจน เช่น มีการใช้สรรพนามแทนชื่อในประโยค ในการเตรียมความรู้จะต้องระบุชื่อที่สรรพนามนั้นแทนอยู่ด้วย (9)

4.1.2 การแปลงประโยคให้อยู่ในรูปที่วิเคราะห์ได้ง่าย

ในขั้นนี้จะแปลงประโยคที่ได้จากการเตรียมความรู้ให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกในการแทนความรู้มากยิ่งขึ้นซึ่งมี 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบทั่วไป และแผนภาพแทนกิจกรรม ตามแนวคิดของ Rogers (1) การแปลงประโยคให้อยู่ในรูปแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของประโยคนั้น หากประโยคที่ได้เป็นเหตุการณ์ที่มีองค์ประกอบของความหมายร่วมกัน และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างประโยคแล้ว จะสามารถกำหนดรูปแบบประโยคได้ โดยการจำแนกประโยคออกเป็นส่วนย่อย ๆ แต่ละส่วนจะเป็นออบเจกต์ หรือการกระทำที่หลาย ๆ ประโยคมีลักษณะร่วมกันอยู่ แต่ถ้าประโยคนั้นอธิบายถึงกิจกรรมหรือความสัมพันธ์กับประโยคอื่น จะใช้โครงข่ายอรรถศาสตร์ในการแทนกิจกรรมหรือความสัมพันธ์ของประโยคนั้น เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.2 การแทนความรู้โดยใช้เพรดิเคทลอจิก

ในการแทนรูปแบบที่ได้จากการแปลงประโยคในข้อ 4.1.2 ให้อยู่ในรูปของประโยคทางตรรกศาสตร์นั้น ต้องพิจารณาว่าจะแทนความรู้นั้นในรูปของข้อเท็จจริงหรือกฎ ข้อสังเกตที่ใช้ในการพิจารณา ได้แก่ รูปแบบที่ใช้ในการแปลง และการใช้ตัวแปร สำหรับ รูปแบบทั่วไปที่ไม่มีการใช้ตัวแปรน่าจะแทนให้อยู่ในรูปของข้อเท็จจริง ส่วน โครงข่ายอรรถศาสตร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างประโยคและมีการใช้ตัวแปรน่าจะอยู่ในรูปของกฎ จากนั้นจะทำการเลือกสัญลักษณ์ที่จะใช้แทนองค์ประกอบแต่ละอันในรูปแบบที่ได้จากการแปลง และความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละองค์ประกอบ โดยอาศัยคำแนะนำของ Convington (30) ในการแทนความรู้และเลือกใช้เพรดิเคทตามการจำแนกของ Rowe (28) แล้วจึงทำการสร้าง wff จากสัญลักษณ์ที่เลือกใช้ wff ที่ได้ต้องสามารถแปลงกลับไปยังความหมายดั้งต้นได้

4.3 การสืบค้นความรู้

งานวิจัยนี้เลือกใช้ภาษาเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 ซึ่งเป็นเวอร์ชันหนึ่งของภาษาโปรล็อกในการเขียนโปรแกรมสืบค้นความรู้เพื่อช่วยให้การสืบค้นเป็นไปอย่างอัตโนมัติ สาเหตุที่เลือกใช้ภาษานี้ เนื่องจากโปรล็อกเป็นภาษาที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ช่วยในการแทนความรู้ของเพรดิเคทลอจิกโดยเฉพาะ การสืบค้นสารสนเทศเชิงคุณภาพที่แทนด้วยเพรดิเคทลอจิกโดยใช้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเทอร์โบโปรล็อกนั้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอนด้วยกัน ดังนี้

4.3.1 การแปลงประโยคทางตรรกศาสตร์ให้อยู่ในรูปประโยคของโปรล็อก

อนุประโยคโปรล็อกประกอบด้วยส่วนหัวและส่วนหาง ซึ่งอยู่ในรูปที่กลับกันกับประโยคของเพรดิเคทลอจิก โปรล็อกแทนความรู้โดยใช้ฮอรันคลอสซึ่งเป็นอนุประโยคที่มีลิเทอรัลในรูปที่ไม่ใช่ปฏิเสธไม่เกิน 1 ตัว เพราะลิเทอรัลนี้จะเป็นส่วนผลของฮอรันคลอส และฮอรันคลอส มี 3 ประเภท ได้แก่ สัญลักษณ์อะตอมหรือข้อเท็จจริง สัญลักษณ์อะตอมในรูปปฏิเสธ และประโยคที่เชื่อมด้วยตัวเชื่อม “ถ้า...แล้ว” หรือกฎ ในการแทนกฎด้วยโปรล็อกนั้นหากมีการใช้ตัวเชื่อม “และ” หรือ “หรือ” ในส่วนเหตุหรือส่วนผลของประโยคแล้ว จะต้องกำจัดเครื่องหมาย “ถ้า...แล้ว” ออกจาก wff ก่อนที่จะแปลงให้อยู่ในรูปประโยคของโปรล็อก โดยใช้ $\sim A \vee B$ แทน $A \rightarrow B$ หลังจากนั้นให้ใช้หลักการสมมูลช่วยในการแปลงกฎให้อยู่ในรูปของฮอรันคลอส ดังตัวอย่างในตารางที่ 3.2

4.3.2 การเขียนโปรแกรมเพื่อช่วยในการสืบค้นความรู้

ก่อนหน้าที่จะทำการเขียนโปรแกรมจะต้องทำการวิเคราะห์การใช้งานความรู้เพื่อออกแบบผลลัพธ์ของโปรแกรม ชุดความรู้ที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นสารสนเทศที่ได้จากงานวิจัยเชิงคุณภาพ ดัง

นั้นการออกแบบผลลัพธ์ของโปรแกรมจะต้องมีประโยชน์ต่อการทำงานของนักวิจัย ในการเขียนโปรแกรมต้องกำหนดว่าจะให้โปรแกรมรับเป้าหมายจากผู้ใช่ หรือจะกำหนดเป้าหมายไว้ในตัวโปรแกรมเลย เพื่อช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม การกำหนดวิธีการสืบค้นความรู้มี 2 วิธีด้วยกัน วิธีแรกจะกำหนดค่าให้กับตัวแปร แล้วตรวจสอบว่าประโยคนั้นเป็นจริงหรือเท็จ ประโยคที่ต้องการตรวจสอบจะมีค่าความจริงเป็นจริง ถ้ามีประโยคนั้นอยู่แล้วในฐานความรู้ หรือพบว่าประโยคนั้นเป็นจริงจากการอนุมานประโยคอื่น ๆ ในฐานความรู้ แต่ถ้าหากฐานความรู้ไม่มีประโยคนั้นอยู่หรือไม่สามารถอนุมานประโยคนั้นจากประโยคอื่น ๆ ที่มีอยู่ได้ ค่าความจริงที่ได้จะเป็นเท็จ ส่วนวิธีที่สอง เป้าหมายจะมีตัวแปรที่ไม่รู้ค่าอยู่ โปรแกรมต้องค้นหาค่าของตัวแปรจากความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้

จากนั้นจะเป็นการกำหนดรายละเอียดขององค์ประกอบแต่ละส่วนของโปรแกรม ตามที่ Robinson (37) กำหนดไว้ ได้แก่ ทิศทางของคอมไพเลอร์ โดเมน โกลบอลโดเมน ฐานข้อมูลเพรดิคเท โกลบอลเพรดิคเท เป้าหมาย อนุประโยค ในการเขียนโปรแกรมจริงไม่จำเป็นต้องกำหนดรายละเอียดของทุกส่วน โดยอาจกำหนดแค่องค์ประกอบหลัก ๆ ที่จำเป็น 3 อย่าง ได้แก่ การประกาศประเภทของอาร์กิวเมนต์ในส่วนโดเมน การกำหนดรายละเอียดของเพรดิคเททุกอันที่ใช้ในโปรแกรม โดยระบุชื่อของเพรดิคเทซึ่งระบุความสัมพันธ์และอาร์กิวเมนต์ที่ได้ประกาศในส่วนโดเมนแล้ว และการกำหนดอนุประโยค โดยจะวางอนุประโยคแบบข้อเท็จจริงไว้ก่อนหน้าอนุประโยคที่เป็นกฎ

4.3.3 การทดสอบสืบค้นความรู้

การศึกษานี้จะทำการตรวจสอบว่าคอมพิวเตอร์เข้าใจประโยคที่นำเข้าหรือไม่ ด้วยวิธีของ Lee และ Leong (23) คือ การตั้งคำถามเกี่ยวกับประโยคนำเข้านั้น ถ้าระบบให้คำตอบที่น่าพอใจ แสดงว่าคอมพิวเตอร์เข้าใจประโยคนำเข้านั้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงตรวจสอบความถูกต้องของการแทนความรู้โดยทำการสืบค้นความรู้ที่มีอยู่ในระบบ การสืบค้นความรู้จะทำทั้งทางตรงและทางอ้อม สำหรับทางตรงนั้น โปรแกรมจะใช้การจับคู่และกลไกของฐานข้อมูลในการค้นหาข้อเท็จจริงที่จะเป็นคำตอบ ส่วนการหาคำตอบทางอ้อมจะทำการนิรนัยคำตอบจากข้อเท็จจริงและกฎในฐานข้อมูล แล้วเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการสืบค้นด้วยการอ่านตามปกติ พิจารณาคำตอบที่ได้ว่าตรงกันหรือไม่ มีข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดของระบบหรือไม่ เพื่อปรับปรุงระบบสัญลักษณ์ที่ได้จากการแทนความรู้ให้มีความถูกต้อง และอยู่ในรูปที่เหมาะสมต่อการสืบค้นมากที่สุด ในระหว่างการสืบค้นหากพบว่าระบบไม่สามารถตอบคำถามได้เนื่องจากมีความรู้ไม่เพียงพอจะต้องเพิ่มความรู้ให้แก่ระบบซึ่งสามารถทำได้ไม่ยุ่งยากนักจนกระทั่งระบบมีความถูกต้องและครอบคลุมพอ

บทที่ 5

ผลการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก

ผลของการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพของกรณีศึกษาโดยใช้เพรดิเคทลอจิก ในขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การเตรียมความรู้ ซึ่งเป็นการเรียบเรียงความรู้จากบทถอดเทปการสัมภาษณ์ของกรณีศึกษา การแปลงประโยคที่ได้ให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกในการแทนความรู้ การแทนความรู้ให้อยู่ในรูปของประโยคตรรกศาสตร์ แล้วแปลงให้อยู่ในรูปของภาษาโปรแกรมมิ่งเพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรม และการทดลองสืบค้นความรู้ มีดังนี้

5.1 ผลการดึงความรู้

5.1.1. ผลการเตรียมความรู้

จากการศึกษาพบว่าบทถอดเทปการสัมภาษณ์โดยอุษณีย์ สิริสุนทรไพบุลย์ ที่นำมาใช้ในการศึกษานั้น ยังมีการข้ามบางช่วงหรือละคำบางคำที่ไม่มีประโยชน์ต่อการวิจัยโดยรวม ทำให้ข้อความที่ได้จากการคัดเลือบทถอดเทปเฉพาะประเด็นศึกษาไม่สมบูรณ์นัก การตรวจสอบข้อความนี้กับคำพูดที่ได้ยินจากเทปบันทึกเสียงอีกครั้งหนึ่งจึงช่วยให้ข้อมูลพื้นฐานที่จะใช้ในการวิจัยขั้นนี้มีความถูกต้องมากขึ้น ตรงตามคำพูดจริงของผู้ให้สัมภาษณ์ ซึ่งในการเตรียมความรู้พบว่ามีปัญหาต่าง ๆ ดังนี้

(1) ผู้พูดแสดงความคิดเห็นที่ขัดแย้งกัน เช่น ในตอนต้นกล่าวไว้อย่างหนึ่ง แต่ในตอนต่อมากลับแสดงความคิดเห็นอย่างอื่นที่ขัดแย้งกัน เช่น ในตอนต้นกล่าวว่า “ควรให้ทุกคนมีส่วนร่วม” แล้วกลับกล่าวว่า “จะให้ทุกคนร่วมคงไม่ได้ ต้องมีตัวแทนเข้ามา” ในการเรียบเรียงประโยคที่มีลักษณะดังนี้จำเป็นต้องตีความโดยพิจารณาบริบทของประโยคประกอบ

(2) ประโยคมีความยาวและซับซ้อนมากหรือเป็นประโยคที่ไม่สมบูรณ์ ในบางครั้งผู้พูดแสดงความคิดเห็นโดยการกล่าวประโยคที่ยาวมาก และโดยธรรมชาติของการพูดนั้นผู้พูดมักไม่ระมัดระวังในเรื่องความถูกต้องของประโยคตามหลักไวยากรณ์นัก เช่น อาจกล่าวประโยคที่ขาดประธานหรือกริยา โดยผู้พูดมักละไว้ในฐานที่เข้าใจ หรือบางครั้งผู้พูดอาจกล่าวถึงแล้วในประโยคก่อนหน้าจึงไม่กล่าวซ้ำอีก และบางครั้งผู้พูดอาจกล่าวตามความคิด ความรู้สึกในขณะนั้น จึงไม่ได้เรียบเรียงประโยคให้ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ก่อน เช่น “ตัวแทนในระบบตัวแทนตามระบอบประชาธิปไตย กลุ่มอาชีพหนึ่งก็มีคนที่มีความรู้ดีที่สุดของเขา หรือมีความเหมาะสม ข้อสุดท้าย

สุจริต ไม่คดโกง ไม่รับเงินสินจ้างมาล้มโครงการ ไม่ bias” ในการนำประโยชน์นี้มาใช้เป็นความรู้ของระบบจึงต้องทำการเรียบเรียงใหม่โดยการตีความ การตัดทอน และการเติมส่วนของประโยคที่ขาดหายไป ในกรณีที่ผู้พูดใช้คำในภาษาอื่น เช่น ภาษาอังกฤษ หรือภาษาท้องถิ่น ร่วมด้วย การแปลความหมายของคำจะต้องพิจารณาบริบทของคำนั้นประกอบด้วย เช่น คำว่า “bias” ในประโยคข้างต้น จะแปลได้ว่า อคติ และเมื่อเรียบเรียงประโยคข้างต้น จะได้ว่า “ตัวแทนเป็นตัวแทนในระบบตัวแทนตามระบอบประชาธิปไตย”, “ตัวแทนเป็นคนที่มีความรู้ดีที่สุดในกลุ่มอาชีพหนึ่ง”, “ตัวแทนมีความเหมาะสม”, “ตัวแทนมีความซื่อสัตย์สุจริต”, “ตัวแทนไม่คดโกง”, “ตัวแทนไม่รับเงินสินจ้างมาล้มโครงการ”, “ตัวแทนไม่มีอคติ”

(3) ผู้พูดกล่าวถึงเรื่องเดียวกันด้วยประโยคที่ต่างกัน ทำให้เกิดความซ้ำซ้อน หากจะทำการจัดเก็บข้อความทั้งหมด แต่ในขณะเดียวกันหากเราไม่จัดเก็บคำที่ซ้ำซ้อนเหล่านี้ไว้บ้างก็อาจทำให้ระบบขาดรายละเอียดที่อาจมีความสำคัญได้

เพื่อแก้ปัญหาในข้อ (3) การวิจัยครั้งนี้จึงกำหนดรายการคำเทียบเคียงขึ้นมาเพื่อใช้เก็บกลุ่มคำที่ผู้ให้สัมภาษณ์คนหนึ่งกล่าวถึงบุคคลเดียวกันขึ้นมา แล้วใช้คำเหล่านี้ค้นหาลักษณะที่บุคคลนั้นควรมี เช่น ผู้ให้สัมภาษณ์คนหนึ่งอาจกล่าวถึง ชาวบ้าน ราษฎร และประชาชน โดยที่ทั้ง 3 คำสื่อถึงสิ่งที่มีความหมายเดียวกัน คือ ชาวบ้านในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นในการสืบค้นว่า ชาวบ้านในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบควรมีคุณลักษณะอย่างไร จะใช้ทั้ง 3 คำนี้ในการค้นหา อย่างไรก็ตามการกำหนดรายการคำเทียบเคียงอาจเกิดข้อผิดพลาดจากการตีความได้ การตีความจึงจำเป็นต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยต้องอ่านบริบทของข้อความนั้นอย่างละเอียดเพื่อประกอบในการตัดสินใจ

5.1.2 รูปแบบที่ได้จากการแปลงประโยค

เมื่อพิจารณาประโยคที่ได้จากการเรียบเรียงพบว่าโครงสร้างของประโยคประกอบด้วยภาคประธาน ภาคแสดง และส่วนขยาย โดยภาคประธานจะตอบคำถามที่ว่า “ใครควรมีส่วนร่วม” ในขณะที่ภาคขยายจะอธิบายว่าผู้ที่มีส่วนร่วมนั้น “ควรมีคุณลักษณะอย่างไร” ส่วนภาคแสดงมักเป็นคำที่เติมเข้าไปในขณะทำการเรียบเรียงประโยคเพื่อให้ประโยคสมบูรณ์ เช่น คำว่า “เป็น”, “มี” เพื่อความสะดวกในการจัดเก็บความรู้และเนื่องจากภาคแสดงส่วนใหญ่เป็นคำที่เติมเข้าไปภายหลัง ดังนั้นในที่นี้จะไม่จัดเก็บภาคแสดงเป็นเอกเทศ หากแต่จะจัดให้รวมอยู่กับส่วนขยายของประโยค คือ รวมอยู่ในประเด็น “ควรมีคุณลักษณะอย่างไร” ในทำนองเดียวกัน การเรียบเรียงประโยคจะรวมคำจำพวก “จะต้อง” “คงต้อง” “เท่านั้น” “ควร” และคำอื่น ๆ ในลักษณะนี้ไว้ในส่วนขยายของประโยคด้วยเช่นกัน เนื่องจากเพรดิเคทลอจิกไม่สามารถแทนคำเหล่านี้ได้อย่างมีความหมาย ถ้าต้องการเก็บคำเหล่านี้ไว้ด้วยจะต้องระบุแยกเป็นอีกอาร์กิวเมนต์หนึ่ง แต่เนื่องจาก

คำเหล่านี้มีจำนวนน้อยมาก การเก็บเป็นอีกอาร์กิวเมนต์จะทำให้เกิดความยุ่งยาก อีกวิธีหนึ่งซึ่งสามารถแทนคำเหล่านี้ได้อย่างมีความหมายก็คือ การใช้โมเดลลอจิกร่วมกับเพรดิเคทลอจิก

การที่แต่ละประโยคที่ได้จากการดึงความรู้ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันทำให้สามารถใช้รูปแบบทั่วไปในการจัดกลุ่มความรู้นี้ได้ ดังนี้

(ใครควรมีส่วนร่วม) (คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม)

หากวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของประโยคนี้ด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบฐานข้อมูลที่เรียกว่า “แบบจำลองอีอาร์” ซึ่งพัฒนาโดย Peter Chen (อ้างใน 38) จะเห็นได้ว่า เอ็นติตี้ของประโยคนี้ คือ “ใครควรมีส่วนร่วม” มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติ คือ “คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม” แบบ 1 ต่อ n คือ ผู้มีส่วนร่วมสามารถมีคุณลักษณะได้หลายแบบ ดังนั้นชุดความรู้จะประกอบด้วยชื่อของผู้ที่ผู้ให้สัมภาษณ์เห็นว่าควรมีส่วนร่วมเรียงไว้เป็นข้อ ๆ และถ้าผู้ให้สัมภาษณ์กล่าวถึงคุณลักษณะของผู้นั้นไว้ด้วยจะใส่คุณลักษณะนั้นไว้ข้างท้ายโดยใช้เครื่องหมาย “-” นำหน้า เช่น

- “5. ตัวแทน - ชาวบ้านเป็นผู้เลือก
- ชาวบ้านยอมรับ
- มีคุณภาพ”

แต่เนื่องจากมีผู้ให้สัมภาษณ์บางคนเห็นว่าไม่ควรให้คนบางประเภทเข้าร่วม ดังนั้นเพื่อแยกให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนจะลงเิลบคำว่า “ไม่ควรร่วม” ไว้ด้านหน้าชื่อนั้น เช่น

- “3. (ไม่ควรร่วม) องค์กรเอกชน - ไม่ค่อยเข้าใจโครงการ
- พยายามขัดแย้งอยู่ตลอดเวลา
- คำนดตลอดเวลา
- ไม่ฟัง”

ชุดความรู้จะเรียงตามกลุ่มของผู้ให้สัมภาษณ์และลงรหัส A.B ไว้ด้านหน้า และ (C) ไว้ด้านหลังชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ A คือ กลุ่มที่ผู้ให้สัมภาษณ์สังกัด ซึ่งจะแทนด้วยหมายเลข 1-5 หมายเลข 1 คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต หรือ กฟผ. หมายเลข 2 คือ กรมชลประทาน หมายเลข 3 คือ นักวิชาการ หมายเลข 4 คือ องค์กรพัฒนาเอกชน หรือ NGO และหมายเลข 5 คือ กลุ่มชาวบ้าน และ B เป็นลำดับที่ของผู้ให้สัมภาษณ์ในกลุ่มที่สังกัดอยู่ ส่วน C เป็นหมายเลขของผู้ให้สัมภาษณ์เรียงตามลำดับ โดยจะใช้ C เป็นรหัสประจำตัวของผู้ให้สัมภาษณ์ในการจัดเก็บข้อมูลอีกด้วย (ดูรายละเอียดของชุดความรู้ของกรณีศึกษานี้ได้ในภาคผนวก ก) เช่น

1.1 มন্ত্রী สุวรรณมนตรี (1)

หัวหน้ากองเศรษฐกิจสังคม ฝ่ายสิ่งแวดล้อม

รูปแบบทั่วไปที่ได้จากการแปลงชุดความรู้ที่มีลักษณะค่อนข้างตายตัว จึงไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเพรดิเคทลอจิกได้มากนัก และในการใช้งานข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพในบางครั้งนั้น นอกจากผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการจำแนกแยกย่อยข้อมูลตามประเด็นที่ใช่เป็นกรอบในการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยอาจสร้างข้อสรุปโดยการจัดกลุ่มและหาความสัมพันธ์ของข้อมูล (3) ในงานวิจัยนี้จึงได้สมมติตัวอย่างข้อมูลที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกับกรณีศึกษาแต่มีลักษณะซับซ้อนมากกว่าขึ้นมา ข้อมูลชุดนี้ประกอบด้วยผู้ที่ควรมีส่วนร่วมแต่ละฝ่าย ความสัมพันธ์ที่แต่ละฝ่ายมีต่อกันและคุณลักษณะที่แต่ละฝ่ายควรมี ดังนี้

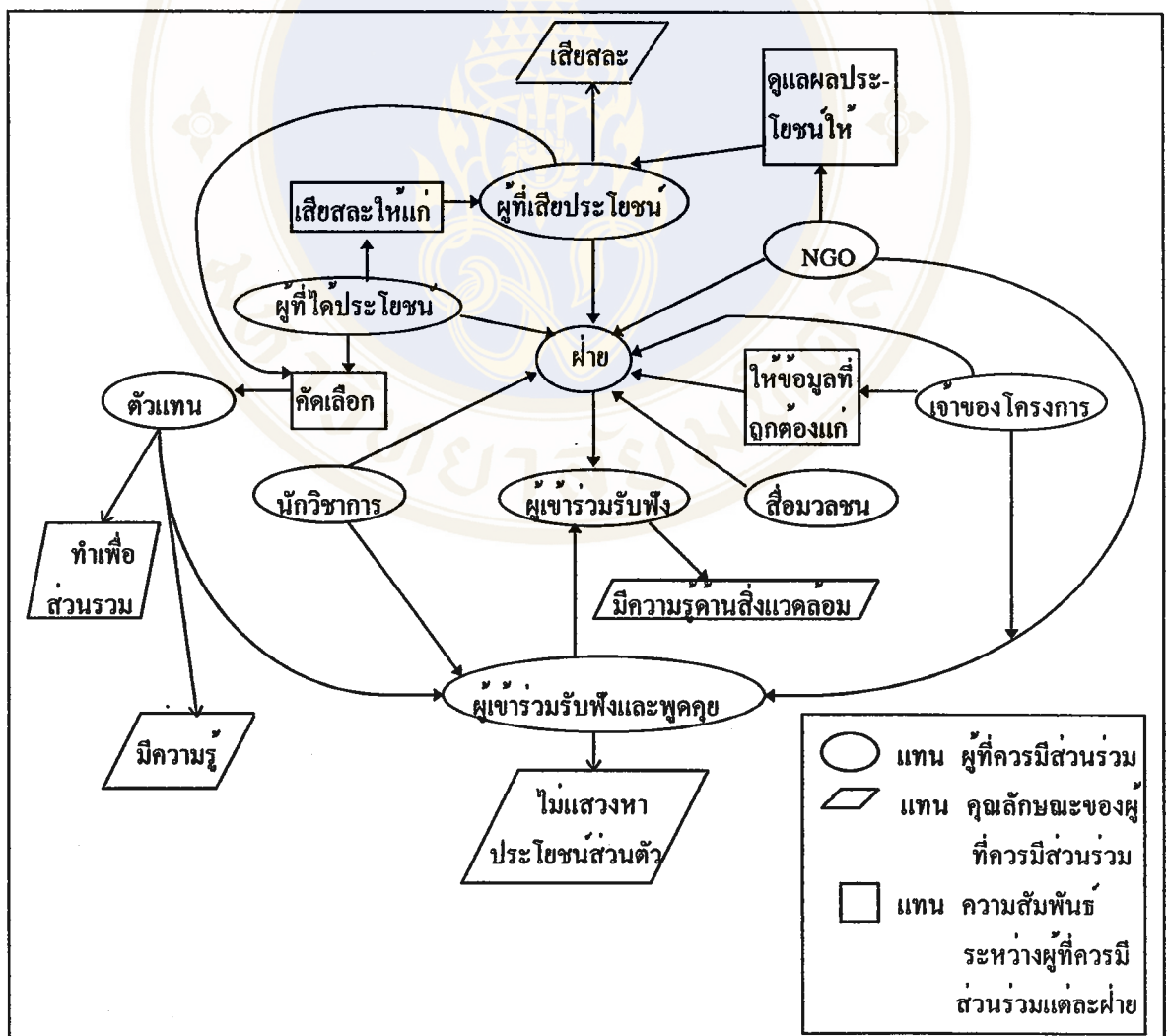
“ผู้ที่ได้ประโยชน์ในที่นี้ คือ คนเมืองจะต้องเสียสละให้แก่ผู้ที่เสียประโยชน์ ส่วนผู้ที่เสียประโยชน์ คือ คนสะเคียบก็ต้องมีความเสียสละด้วย โดย NGO ที่เกี่ยวข้อง คือ โครงการฟื้นฟูฯ ต้องช่วยเหลือผลประโยชน์ให้แก่ผู้ที่เสียประโยชน์ เจ้าของโครงการ คือ กรมชลประทานจะต้องให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับทุกฝ่าย สื่อมวลชนหลัก ๆ ได้แก่ หนังสือพิมพ์และทุกฝ่ายควรเข้าร่วมรับฟังด้วย โดยผู้ที่เข้าร่วมรับฟังทุกฝ่ายต้องมีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม แต่ในเวทีจริงผู้ที่จะต้องเป็นตัวแทนเท่านั้น เพราะฉะนั้นผู้ที่ได้และเสียประโยชน์ต้องคัดเลือกตัวแทนที่มีความรู้ และทำเพื่อส่วนรวมเข้ามาเป็นตัวแทนในการพูดคุย นักวิชาการ พวกอาจารย์มหาวิทยาลัย และ NGO รวมทั้งเจ้าของโครงการเองก็ควรมีส่วนในการพูดคุยด้วย ผู้ที่จะร่วมพูดคุยต้องไม่แสวงหาประโยชน์ส่วนตัว”

จากข้อความข้างต้น เมื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้างและความหมายแล้วสามารถเรียบเรียงได้ประโยค ดังนี้

- (1) ผู้ที่ได้ประโยชน์ คือ คนเมือง เสียสละให้แก่ ผู้ที่เสียประโยชน์
- (2) ผู้ที่เสียประโยชน์ คือ คนสะเคียบ มีความเสียสละ
- (3) NGO คือ โครงการฟื้นฟูฯ ช่วยเหลือประโยชน์ให้แก่ ผู้ที่เสียประโยชน์
- (4) เจ้าของโครงการ คือ กรมชลประทาน ให้ข้อมูลที่ถูกต้องกับ ทุกฝ่าย
- (5) สื่อมวลชนหลัก ๆ ได้แก่ หนังสือพิมพ์ และทุกฝ่าย เข้าร่วมรับฟัง
- (6) ผู้ที่เข้าร่วมรับฟังทุกฝ่าย มีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม
- (7) ผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุย ได้แก่ ตัวแทน
- (8) ผู้ที่ได้ประโยชน์และผู้ที่ยเสียประโยชน์คัดเลือก ตัวแทนที่มีความรู้ และ ทำเพื่อส่วนรวม
- (9) นักวิชาการ ได้แก่ อาจารย์มหาวิทยาลัย NGO และเจ้าของโครงการมีส่วนในการพูดคุย
- (10) ผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุย ไม่แสวงหาประโยชน์ส่วนตัว

ในที่นี้ คำที่ขีดเส้นใต้ จะหมายถึง สกรรมกริยา หรือ วลีของสกรรมกริยา สกรรมกริยา ก็คือ กริยาที่ต้องมีกรรมมารับ สกรรมกริยาและวลีของสกรรมกริยาจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประธานและกรรมของประโยค ส่วนคำที่พิมพ์ด้วยตัวเอน ก็คือ วลีของ

อกรรมกริยา อกรรมกริยา ก็คือ กริยาที่ไม่จำเป็นต้องมีกรรมมารองรับ วลีของอกรรมกริยาจะเป็นภาคแสดงของประธาน ซึ่งในที่นี้ก็คือ คุณสมบัติของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมนั่นเอง เช่น วลีของอกรรมกริยา “มีความเสี่ยง” ในประโยคที่ (2) ส่วนคำที่อยู่หลังคำว่า “คือ” หรือ “ได้แก่” จะเป็นแอททริบิวต์ หรือค่าของเอ็นติดี นอกจากนี้ยังพบว่า วลีของอกรรมกริยา “เข้าร่วมรับฟัง” ในประโยคที่ (5) มีความหมายซ้ำซ้อนกับคำว่า “ผู้ที่เข้าร่วมรับฟัง” ในประโยคที่ (6) ในที่นี้จึงกำหนดประโยคใหม่ เพื่อให้แทนประโยคที่ (5) และ (6) คือ “สื่อมวลชนหลัก ๆ ได้แก่ หนังสือพิมพ์ และทุกฝ่ายที่เป็นผู้เข้าร่วมรับฟังมีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม” และเนื่องจากประโยคในชุดความรู้นี้มีความสัมพันธ์ระหว่างกัน ดังนั้นจึงแปลงชุดความรู้นี้ให้อยู่ในรูปแบบที่วิเคราะห์ได้ง่ายและสะดวกในการแทนความรู้โดยใช้โครงข่ายอรรถศาสตร์ เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละฝ่ายได้อย่างชัดเจน ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แผนภาพแทนความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลสมมติ

5.2 ผลการแทนความรู้

5.2.1 การแทนชุดความรู้ของกรณีศึกษา

เมื่อพิจารณารูปแบบที่ได้จากการแปลงชุดความรู้ของกรณีศึกษา พบว่านอกจากจะต้องจัดเก็บรูปแบบทั่วไป คือ (ใครควรมีส่วนร่วม) (คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) แล้ว ยังต้องจัดเก็บรายละเอียดอื่น ๆ ของชุดความรู้อีก ได้แก่ ระบุว่าความคิดเห็นนั้นเป็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใด เพื่อความสะดวกในการนำเข้าสู่ความรู้ให้รหัสของผู้ให้สัมภาษณ์กำกับไว้แทนชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ โดยจะเก็บรายละเอียดของผู้ให้สัมภาษณ์แยกไว้อีกหนึ่ง ได้แก่ รหัส ชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ และกลุ่มที่ผู้ให้สัมภาษณ์สังกัดอยู่ นอกจากนี้ยังต้องจัดเก็บรายการคำเทียบเคียงของผู้ให้สัมภาษณ์แต่ละราย

การแทนความรู้จะเริ่มจากการกำหนดเพรดิเคท ในที่นี้เพรดิเคท หมายถึง อนุประโยคที่มีคำนำหน้านางเล็บเหมือนกันและมีจำนวนอาร์กิวเมนต์เท่ากัน โดยจะเลือกใช้เพรดิเคทแบบฐานข้อมูลตามการจำแนกของ Rowe (28) ในการแทนความรู้ เนื่องจากชุดความรู้เป็นข้อเท็จจริงที่มีโครงสร้างคล้ายกันกับข้อมูลที่จัดเก็บโดยใช้ฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ และกำหนดชื่อของเพรดิเคทจะทำตามคำแนะนำของ Rowe เช่นกัน คือ เลือกใช้คำที่พบมากในความรู้ ให้ความหมายที่เฉพาะเจาะจง และไม่ใช้คำเฉพาะที่ภาษาเทอร์โบโปรล็อกกำหนดไว้ สำหรับชุดความรู้นี้สามารถกำหนดชื่อของเพรดิเคทได้ ดังนี้

- (1) ควรมีส่วนร่วม (should_participate)
- (2) ไม่ควรมีส่วนร่วม (should_not_participate)
- (3) อยู่ในกลุ่ม (is_a)
- (4) คำเทียบเคียง (synonym_db)

สาเหตุที่ต้องกำหนดชื่อของเพรดิเคทด้วยภาษาอังกฤษนั้นเนื่องจากภาษาเทอร์โบโปรล็อกสามารถใช้ภาษาไทยได้กับอาร์กิวเมนต์ที่กำหนดโดเมนให้เป็นแบบ symbol เท่านั้น โดยเพรดิเคทเหล่านี้ประกอบด้วยอาร์กิวเมนต์ 6 แบบด้วยกัน ได้แก่

- (1) ผู้ที่ควรมีส่วนร่วม (who)
- (2) ลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม (charac_list)
- (3) รหัสผู้ให้สัมภาษณ์ (informer_no)
- (4) ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์ (informer)
- (5) องค์กรที่ผู้ให้สัมภาษณ์สังกัดอยู่ (group)
- (6) รายการคำเทียบเคียง (synonym_list)

เพรดิเคทและอาร์กิวเมนต์เหล่านี้สามารถกำหนดเพรดิเคทแบบถ้อยแถลงได้ ดังนี้

should_participate(who, charac_list, informer_no)

should_not_participate(who, charac_list, informer_no)

is_a(informer_no, informer, group)

synonym_db(synonym_list, informer_no)

ในการแทนชุดความรู้นี้จะใช้คำคงที่ในการแทนสามัญนาม เช่น ใช้ “นักวิชาการ” แทน นักวิชาการ(X) เนื่องจากโดยมากแล้วผู้ให้สัมภาษณ์ไม่ได้กำหนดคำคงที่ซึ่งจะใช้ในการแทนคำตัวแปรของสามัญนาม เช่น ผู้ให้สัมภาษณ์กล่าวว่าควรให้นักวิชาการมีส่วนร่วม โดยไม่ได้ระบุว่า นักวิชาการได้แก่ผู้ใดบ้าง เช่น อาจารย์มหาวิทยาลัย นักวิจัยขององค์กรเอกชน

5.2.2 การแทนชุดความรู้ที่สมมติขึ้น

รูปแบบที่วิเคราะห์ได้งายของชุดความรู้นี้อยู่ในรูปของโครงข่ายอรรถศาสตร์ซึ่งสามารถแทนความสัมพันธ์ระหว่างโหนด 2 โหนด ด้วยเพรดิเคทที่มี 2 อาร์กิวเมนต์ กิจกรรมหรือความสัมพันธ์ระหว่างโหนดทั้งสองจะเป็นชื่อของเพรดิเคท ส่วนโหนดทั้งสองจะเป็นอาร์กิวเมนต์ของเพรดิเคทนั้น นอกจากนี้โหนดแต่ละอันยังอาจมีคุณสมบัติหรือค่าได้ การแทนคุณสมบัติของโหนดจะใช้เพรดิเคทบอกประเภทซึ่งเป็นเพรดิเคทที่มีอาร์กิวเมนต์เดียวตามการจำแนกของ Rowe (28) เมื่อแทนแล้วจะได้ถ้อยแถลงแบบข้อเท็จจริง ดังนี้

- (1) ผู้ที่ได้ประโยชน์(คนเมือง)
- (2) ผู้ที่เสียประโยชน์(คนละเอียด)
- (3) ผู้ที่เสียประโยชน์(กำนันตำบลละเอียด)
- (4) มีความรู้(กำนันตำบลละเอียด)
- (5) ทำเพื่อส่วนรวม(กำนันตำบลละเอียด)
- (6) NGO(โครงการฟื้นฟูฯ)
- (7) เจ้าของโครงการ(กรมชลประทาน)
- (8) สื่อมวลชน(หนังสือพิมพ์)
- (9) นักวิชาการ(อาจารย์มหาวิทยาลัย)

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละโหนดเมื่อแทนด้วยเพรดิเคทลอจิกแล้วจะได้ถ้อยแถลงในรูปของกฎ ดังนี้

- (10) $\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \wedge \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(y) \rightarrow \text{เสียสละให้แก่}(x,y)$
- (11) $\forall x : \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x) \rightarrow \text{เสียสละ}(x)$
- (12) $\forall x : \forall y : \text{NGO}(x) \wedge \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(y) \rightarrow \text{ดูแลผลประโยชน์ให้}(x,y)$
- (13) $\forall x : \forall y : \text{เจ้าของโครงการ}(x) \wedge \text{ฝ่าย}(y) \rightarrow \text{ให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่}(x,y)$

- (14) $\forall x : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \vee \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x) \vee \text{NGO}(x) \vee$
 $\text{เจ้าของโครงการ}(x) \vee \text{สื่อมวลชน}(x) \vee \text{นักวิชาการ}(x) \rightarrow \text{ฝ่าย}(x)$
- (15) $\forall x : \text{ฝ่าย}(x) \rightarrow \text{ผู้เข้าร่วมรับฟัง}(x)$
- (16) $\forall x : \text{ผู้เข้าร่วมรับฟัง}(x) \rightarrow \text{มีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม}(x)$
- (17) $\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \wedge \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(y) \rightarrow \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y)$
- (18) $\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x) \wedge \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(y) \rightarrow \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y)$
- (19) $\forall x : \forall y : \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y) \wedge \text{มีความรู้}(y) \wedge \text{ทำเพื่อส่วนรวม}(y)$
 $\rightarrow \text{คัดเลือก}(x,y)$
- (20) $\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \wedge \text{คัดเลือก}(x,y) \rightarrow \text{ตัวแทน}(y)$
- (21) $\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x) \wedge \text{คัดเลือก}(x,y) \rightarrow \text{ตัวแทน}(y)$
- (22) $\forall x : \text{NGO}(x) \vee \text{นักวิชาการ}(x) \vee \text{ตัวแทน}(x) \vee \text{เจ้าของโครงการ}(x) \rightarrow$
 $\text{ผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุย}(x)$
- (23) $\forall x : \text{ผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุย}(x) \rightarrow \text{ไม่แสวงหาประโยชน์ส่วนตัว}(x)$
- (24) $\forall x : \text{ผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุย}(x) \rightarrow \text{ผู้เข้าร่วมรับฟัง}(x)$

ในที่นี้จะเติมประโยคที่ 3 4 และ 5 เพื่อช่วยให้เห็นผลการค้นหาได้ชัดเจนขึ้น และเพิ่มเพรดิเคท “อยู่ในกลุ่มเดียวกัน(x,y)” ในประโยคที่ 19 และแสดงเงื่อนไขของเพรดิเคทนี้ในประโยคที่ 17 และ 18 เพื่อแสดงให้เห็นว่าแต่ละกลุ่มต้องคัดเลือกตัวแทนจากคนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันเท่านั้น

การกำหนดชื่อเพรดิเคทบอกประเภทนั้น หากระบบมีความรู้ประเภทเดียวกันหลายกลุ่ม เช่น นอกจากระบบจะมีประโยค “ผู้ที่เสียประโยชน์(คนละเอียด)” และ “ผู้ที่เสียประโยชน์(กำนันตำบลละเอียด)” แล้ว ถ้ามีการเพิ่มเติมประโยคอื่น ๆ ให้แก่ระบบอีก เช่น “ผู้ที่เสียประโยชน์(คนบ้านมะนาวหวาน)” การกำหนดชื่อเพรดิเคทจำเป็นต้องแสดงให้เห็นความแตกต่างปลีกย่อยนี้ได้ อย่างชัดเจน เช่น แทนเพรดิเคท “ผู้ที่เสียประโยชน์(คนละเอียด)” และ “ผู้ที่เสียประโยชน์(กำนันตำบลละเอียด)” ด้วยประโยค “ผู้ที่เสียประโยชน์_1(คนละเอียด)” และ “ผู้ที่เสียประโยชน์_1(กำนันตำบลละเอียด)” และแทน “ผู้ที่เสียประโยชน์(คนบ้านมะนาวหวาน)” ด้วย “ผู้ที่เสียประโยชน์_2(คนบ้านมะนาวหวาน)” การกำหนดเพรดิเคทใหม่นี้จะต้องแก้ไขกฎของระบบที่เกี่ยวข้องกันอยู่ด้วย เช่น เพรดิเคท “ผู้ที่เสียประโยชน์(x) มีประโยคอื่น ๆ อีกหลายประโยคที่เกี่ยวข้องกันได้แก่ ประโยคที่ 10, 11, 12, 14, 18 และ 21 ดังนั้นเพื่อให้รองรับกับถ้อยแถลงข้อเท็จจริงที่เปลี่ยนแปลง เช่น จากประโยคข้างต้นต้องเพิ่มเติมกฎ ดังนี้

$\forall x : \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}_1(x) \rightarrow \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x)$

$\forall x : \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}_2(x) \rightarrow \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x)$

5.3 ผลการสืบค้นความรู้

5.3.1 ประโยคโปรล็อกที่ได้จากการแปลงประโยคทางตรรกศาสตร์

ประโยคโปรล็อกของชุดความรู้ของกรณีศึกษาจะอยู่ในรูปเดียวกับประโยคทางตรรกศาสตร์ เช่น ประโยค `should_participate(who, charac_list, informer_no)`

จะได้ว่า `should_participate(“กลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบ”, [“เสียสละเพื่อส่วนรวม”], 1)`

ส่วนประโยคโปรล็อกของชุดความรู้สมมตินั้นมี 2 แบบ ด้วยกัน ได้แก่ ถ้อยแถลงแบบข้อเท็จจริงและถ้อยแถลงแบบกฎ ในการแปลงประโยคทางตรรกศาสตร์ให้เป็นประโยคโปรล็อกนั้น ต้องแปลงชื่อของเพรดิเคทจากภาษาไทยให้เป็นภาษาอังกฤษเสียก่อน เพื่อให้สามารถใช้กับภาษาเทอร์โบโปรล็อกได้ ในที่นี้จะยกตัวอย่างการแปลงประโยคที่น่าสนใจไว้พอสังเขป ดังนี้

(1) ผู้ที่ได้ประโยชน์(คนเมือง)

`gain_benefit(“คนเมือง”)`

(2) $\forall x : \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x) \rightarrow \text{เสียสละ}(x)$

`sacrifice(X) :- lose_benefit(X)`

(3) $\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \wedge \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(y) \rightarrow \text{เสียสละให้แก่}(x,y)$

`devote_to(X,Y) :- gain_benefit(X), lose_benefit(Y)`

(4) $\forall x : \text{NGO}(x) \vee \text{นักวิชาการ}(x) \vee \text{ตัวแทน}(x) \vee \text{เจ้าของโครงการ}(x) \rightarrow$

`ผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุย(x)`

`fully_participate(X) :- ngo(X)`

`fully_participate(X) :- expert(X)`

`fully_participate(X) :- representative(X)`

`fully_participate(X) :- project_owner(X)`

รายละเอียดของประโยคโปรล็อกที่ได้จากการแปลงประโยคทางตรรกศาสตร์สามารถดูได้จากตัวโปรแกรมในภาคผนวก ข

5.3.2 โปรแกรมที่ใช้ในการสืบค้นความรู้

งานวิจัยนี้ทำการสืบค้นความรู้โดยใช้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 โปรแกรมแรก ชื่อว่า `main.pro` ใช้สืบค้นชุดความรู้ของกรณีศึกษา ส่วนโปรแกรมที่สอง ชื่อว่า `minor.pro` ใช้สืบค้นชุดความรู้สมมติ โดยโปรแกรมประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

(1) โดเมน ทั้งในโปรแกรม main.pro และ minor.pro จะกำหนดให้ตัวแปรที่มีค่าเป็นคำในภาษาไทยอยู่ในรูปของ symbol นอกจากนี้ยังมีการกำหนดตัวแปรบางตัวให้เป็นลิสต์ของตัวแปรอีกด้วย โดยใช้เครื่องหมาย * กำกับไว้หลังตัวแปรที่ถูกเก็บเป็นลิสต์

(2) ฐานข้อมูล ในโปรแกรม main.pro มีการเก็บความรู้ที่ได้จากกรณีศึกษาด้วยเพรดิเคทแบบฐานข้อมูล ซึ่งจะต้องประกาศรูปแบบของเพรดิเคทแบบฐานข้อมูลในส่วนนี้ ส่วนโปรแกรม minor.pro จะไม่มีส่วนนี้

(3) เพรดิเคท ทุกโปรแกรมจะใช้ส่วนนี้ในการประกาศรูปแบบของเพรดิเคทที่จะใช้งาน

(4) อนุประโยค ส่วนนี้จะเก็บความรู้ทั้งในรูปของข้อเท็จจริงและกฎ โดยทั่วไปจะเก็บอนุประโยคแบบข้อเท็จจริงไว้ก่อนหน้าอนุประโยคแบบกฎ ซึ่งภาษาเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 สามารถเก็บอนุประโยคของเพรดิเคทแบบหนึ่งได้สูงสุดไม่เกิน 400 ประโยค ต่อ 1 โปรแกรม

รายละเอียดของทั้งสองโปรแกรมมี ดังนี้

(1) โปรแกรม main.pro จัดเก็บชุดความรู้ของกรณีศึกษาด้วยเพรดิเคทแบบฐานข้อมูลซึ่งเป็นการจัดเก็บความรู้ในลักษณะของข้อเท็จจริงที่สัมพันธ์กัน ดังนั้นการสืบค้นความรู้โดยมากจะเป็นการหาค่าของตัวแปรที่ไม่รู้ค่า จากการวิเคราะห์ลักษณะความรู้และประเด็นคำถามที่นักวิจัยต้องการสืบค้นแล้วสามารถออกแบบทางเลือกในการสืบค้นความรู้จากเพรดิเคทแบบฐานข้อมูลได้ดังนี้

- สืบค้นความรู้จากเพรดิเคท `should_participate(who, charac_list, informer_no)` มีทางเลือกในการสืบค้น ได้แก่

- 1) ใครควรมีส่วนร่วม ในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน
- 2) ใครควรมีส่วนร่วม ในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใดคนหนึ่ง
- 3) ใครควรมีส่วนร่วม ในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
- 4) ใครควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน
- 5) ใครควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนหนึ่ง
- 6) ใครควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
- 7) ผู้ให้สัมภาษณ์คนใดในกลุ่มใดบ้างที่เห็นว่าควรให้ ____ (who) มีส่วนร่วม
(who คือ ผู้ที่เราคิดว่าควรมีส่วนร่วม)
- 8) ผู้ให้สัมภาษณ์คนใดในกลุ่มใดบ้างที่เห็นว่าควรให้ ____ (who) ที่มีลักษณะ ____
(charac_list) มีส่วนร่วมด้วย
- 9) ผู้ให้สัมภาษณ์คนใดในกลุ่มใดบ้างที่เห็นว่าควรมีคนที่มีลักษณะ ____ (charac_list)
มีส่วนร่วมด้วย

- 10) ผู้ให้สัมภาษณ์คนใดในกลุ่มใดบ้างที่เห็นว่าควรมีคนที่มึลักษณะ ____ (charac_list)
มีส่วนร่วมด้วย และคนที่มึลักษณะอย่างนั้นมิไครบ้าง

การสืบค้นข้อมูลจากเพรดิเคท should_not_participate(who, charac_list, informer_no)
จะทำได้ในลักษณะเดียวกัน

- สืบค้นความขัดแย้ง เนื่องจากเพรดิเคท should_participate(who, charac_list, informer_no) และ should_not_participate(who, charac_list, informer_no) เป็นเพรดิเคทที่มีความขัดแย้งกัน ดังนั้นจึงสามารถสืบค้นได้ว่ามีผู้ใดบ้างที่ผู้ให้สัมภาษณ์บางคนเห็นว่าควรมีส่วนร่วม แต่ในขณะเดียวกันผู้ให้สัมภาษณ์บางคนกลับเห็นว่าไม่ควรให้มีส่วนร่วม โดยจะระบุชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์และกลุ่มที่สังกัดด้วย

- สืบค้นความรู้จากเพรดิเคท synonym_db(synonym_list, informer_no) ในการสืบค้นความรู้จากรายการคำเทียบเคียงจะให้ผู้เลือกใช้ก่อนว่าต้องการสืบค้นคำเทียบเคียงจากความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน คนใดคนหนึ่ง หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง จากนั้นจึงให้เลือกว่าต้องการเฉพาะรายการคำเทียบเคียง หรือรายการคำเทียบเคียงพร้อมทั้งคุณลักษณะของคำนั้น

ทั้งนี้อาจสรุปทางเลือกในการสืบค้นของโปรแกรม main.pro ได้ดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 ทางเลือกในการสืบค้นของโปรแกรม main.pro



(2) โปรแกรม minor.pro โปรแกรมนี้จัดเก็บชุดความรู้สมมติซึ่งมีลักษณะเป็นโครงข่ายความสัมพันธ์กัน ระบบจึงต้องเก็บความรู้ทั้งในรูปของถ้อยแถลงแบบข้อเท็จจริงและถ้อยแถลงแบบกฎ การสืบค้นความรู้จากโปรแกรมนั้นผู้ใช้ต้องกำหนดเป้าหมายภายนอกให้กับโปรแกรม ทั้ง 2 โปรแกรมมีเอกสารระเบียบวิธีการใช้งานประกอบไว้ในภาคผนวก ค

5.3.3) ผลการสืบค้นข้อมูล

ในการจัดทำโปรแกรมเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการเขียนโปรแกรมแล้วจะทำการทดสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดในโปรแกรม โดยทดลองสืบค้นข้อมูลจากโปรแกรมและเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการสืบค้นจากการอ่านชุดความรู้จนกระทั่งไม่พบข้อผิดพลาดในทุกทางเลือก สำหรับโปรแกรม main.pro พบว่า โปรแกรมสามารถหาคำตอบของทางเลือกต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้โปรแกรมยังสามารถสืบค้นความรู้แบบอื่น ๆ ได้เช่นเดียวกับโปรแกรม minor.pro ได้แก่ การหาค่าของตัวแปรไม่ทราบค่าและการตรวจสอบค่าความจริงของประโยค โดยการกำหนดเป้าหมายภายนอกให้กับโปรแกรม การกำหนดเป้าหมายภายนอกสำหรับภาษาเทอร์โบโปรล็อกทำได้โดยการพิมพ์ประโยคคำถามไว้หลังคำว่า Goal : หลังจากทำการรันโปรแกรม โดยมีวิธีการตั้งคำถาม ดังนี้

(1) หากต้องการสืบค้นค่าของตัวแปรใดให้ใช้อักษรตัวใหญ่แทนตัวแปรนั้น โปรแกรมจะแสดงค่าทั้งหมดที่ค้นพบของตัวแปรนั้นเช่น ถามว่า “ผู้เข้าร่วมคนใดที่ต้องเสียสละบ้าง” เขียนเป็นเพรดิเคทคำถามได้ ดังนี้

should_participate(X,[“เสียสละ”],_)

โปรแกรมจะค้นหาโดยการทำยูนิฟิเคชันและแสดงค่าของตัวแปร X ซึ่งมีคุณลักษณะ “เสียสละ” ของผู้ให้สัมภาษณ์ใด ๆ ออกมา (เครื่องหมาย _ หมายถึง โปรแกรมสามารถค้นหาค่าของอาร์กิวเมนต์อื่นได้โดยไม่ต้องสนใจอาร์กิวเมนต์ที่ถูกแทนด้วยเครื่องหมายนี้)

(2) หากผู้ใช้โปรแกรมต้องการตรวจสอบค่าความจริงของประโยค ให้ใส่ค่าของตัวแปรที่ต้องการในเพรดิเคท โปรแกรมจะตรวจสอบว่ามีประโยคนั้นอยู่แล้วในฐานความรู้หรือไม่ เช่น ต้องการทราบว่า “มีผู้ให้สัมภาษณ์ที่คิดว่าชาวบ้านต้องเสียสละอยู่หรือไม่” เมื่อแปลงประโยคนี้นี้เป็นเพรดิเคทจะได้ว่า

should_participate(“ชาวบ้าน”, [“เสียสละ”],_)

คำตอบที่ได้จะเป็นคำว่า “yes” เมื่อพบอนุประโยคที่ตรงกับเพรดิเคทคำถามนี้ หรือโปรแกรมสามารถอนุมานประโยคนี้นี้จากอนุประโยคที่มีอยู่ได้ และให้คำตอบว่า “no” เมื่อไม่พบอนุประโยคนี้นี้ และไม่สามารถอนุมานประโยคนี้นี้จากอนุประโยคที่มีอยู่ได้

การอนุมานความรู้ใหม่จากความรู้ที่มีอยู่ในระบบจะใช้วิธีเรโซลูชันซึ่งเป็นการพิสูจน์ความสัมพันธ์ระหว่างออบเจกต์ ในที่นี้จะอธิบายวิธีการทำเรโซลูชันโดยใช้ความรู้ในโปรแกรมเป็น

ตัวอย่าง เช่น หากผู้ให้ระบบต้องการถามว่า “กรมชลประทานควรให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่คนสะเอียบหรือไม่” การพิสูจน์ว่าประโยคนี้เป็นจริงหรือไม่ จะเริ่มจากการแปลงประโยคคำถามนี้ให้อยู่ในรูปของถ้อยแถลงเพรดิเคทที่มีการประกาศไว้ในส่วนเพรดิเคทของโปรแกรม ซึ่งจะได้เพรดิเคท ดังนี้

ให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่(กรมชลประทาน,คนสะเอียบ)

จากนั้นจะแปลงประโยคนี้ให้เป็นเท็จ เพื่อใช้เป็นสมมติฐานในการทำเรโซลูชัน ดังรายละเอียดในรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ตัวอย่างการทำเรโซลูชันหาคำสมมติ

การทำเรโซลูชันก็คือ การเลือกอนุประโยคที่มีอยู่ในฐานความรู้มารวมกับอนุประโยคที่เป็นสมมติฐาน ทำการแทนค่าตัวแปรและตัดคู่ที่แย้งกันทิ้งไป เช่น บรรทัดแรกของรูปที่ 5.3 เป็นการนำประโยคที่ (13) คือ

$$\forall x : \forall y : \text{เจ้าของโครงการ}(x) \wedge \text{ฝ่าย}(y) \rightarrow \text{ให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่}(x,y)$$

มารวมกับอนุประโยคที่เป็นสมมติฐาน โดยแทนค่า x ในประโยคที่ (13) ด้วยคำว่า “กรมชลประทาน” และแทนค่า y ด้วยคำว่า “คนสะเอียบ” และตัดคู่ขัดแย้งทิ้งไปจะได้ว่า

$$\sim \text{เจ้าของโครงการ(กรมชลประทาน)} \vee \sim \text{ฝ่าย(คนสะเอียบ)}$$

ผลของการทำเรโซลูชันของสมมติฐานนี้ พบว่า ได้อนุประโยคว่างเปล่า (เครื่องหมายสี่เหลี่ยมในรูปที่ 5.3) แสดงว่า คำตอบของคำถามนี้ คือ “ใช่” หรือ “กรมชลประทานควรให้ข้อมูลแก่คนสะเอียบจริง” การสืบค้นแบบนี้สามารถค้นหาคุณสมบัติที่ถ่ายทอดมาตามลำดับชั้นและความสัมพันธ์ระหว่างออบเจกต์ต่าง ๆ ได้ ซึ่งในชุดข้อมูลสมมติมีลำดับชั้นของเพรดิเคทที่เห็นได้ชัดเจน คือ ระดับของการมีส่วนร่วมซึ่งมี 2 ระดับด้วยกัน ได้แก่

1) การมีส่วนร่วมรับฟัง ผู้เข้าร่วมในกลุ่มนี้มีสิทธิที่จะเข้าร่วมรับฟังการพูดคุยระหว่างฝ่ายต่าง ๆ ในการจัดทำโครงการได้ แต่ไม่มีสิทธิในการร่วมแสดงความคิดเห็น เนื่องจากผู้ให้สัมภาษณ์เห็นว่าเป็นไปไม่ได้ที่จะให้ทุกคนแสดงความคิดเห็น ผู้ที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ทุกฝ่ายที่ผู้ให้สัมภาษณ์ยกตัวอย่างขึ้นมา

2) การมีส่วนร่วมรับฟังและพูดคุย ผู้เข้าร่วมในกลุ่มนี้มีสิทธิทั้งร่วมรับฟังและแสดงความคิดเห็น ผู้ที่อยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ตัวแทนที่ผู้ใดหรือเสียประโยชน์คัดเลือกขึ้นมา และคนจากกลุ่มอื่น ๆ ได้แก่ นักวิชาการและ NGO รวมทั้งเจ้าของโครงการด้วย

ความรู้ที่มีการเชื่อมโยงกันจะมีการถ่ายทอดคุณสมบัติ ดังนั้นผู้ที่อยู่ในระดับที่สองจะมีคุณสมบัติของระดับที่ 1 โดยอัตโนมัติ เช่น จากรูปที่ 5.1 สามารถนิรนัยได้ว่าผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุยมีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุยเป็นโหนดลูกของผู้เข้าร่วมรับฟัง ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติของโหนดแม่ที่ถ่ายทอดมา คือ มีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ผลของการสืบค้นความรู้ทำให้พบความผิดพลาดในการแทนความรู้ได้ เช่น การแทนประโยค “ผู้ที่ได้ประโยชน์และผู้ที่เกี่ยวข้อง คัดเลือก ตัวแทนที่มีความรู้และทำเพื่อส่วนรวม” ด้วยประโยคเหล่านี้ ได้แก่

$$\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \wedge \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(y) \rightarrow \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y)$$

$$\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่เกี่ยวข้อง}(x) \wedge \text{ผู้ที่เกี่ยวข้อง}(y) \rightarrow \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y)$$

$$\forall x : \forall y : \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y) \wedge \text{มีความรู้}(y) \wedge \text{ทำเพื่อส่วนรวม}(y)$$

$$\rightarrow \text{คัดเลือก}(x,y)$$

$$\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \wedge \text{คัดเลือก}(x,y) \rightarrow \text{ตัวแทน}(y)$$

$$\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่เกี่ยวข้อง}(x) \wedge \text{คัดเลือก}(x,y) \rightarrow \text{ตัวแทน}(y)$$

ถ้าต้องสืบค้นว่า ใครจะเป็นตัวแทนบ้าง จากประโยคข้างต้น โดยมีข้อเท็จจริง ดังนี้

ผู้ที่ได้ประโยชน์(คนเมือง)

ผู้ที่เกี่ยวข้อง(คนสะเียบ)

ผู้ที่เกี่ยวข้อง(กำนันตำบลสะเียบ)

มีความรู้(กำนันตำบลสะเียบ)

ทำเพื่อส่วนรวม(กำนันตำบลสะเียบ)

จากการอนุมานจะได้คำตอบว่า กำนันตำบลสะเียบ 2 คำตอบ เนื่องจากไม่เพียงแต่คนสะเียบจะสามารถคัดเลือกตัวแทนของผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ กำนันตำบลสะเียบได้แล้ว ตัว

กำหนดแต่ละเงื่อนไขเองก็สามารถคัดเลือกตัวเองเป็นตัวแทนของผู้ที่เสียประโยชน์ได้เช่นกัน เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว จะต้องแก้ไขประโยคที่ 17 และ 18 เป็น

$\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(x) \wedge \text{ผู้ที่ได้ประโยชน์}(y) \wedge x \diamond y \rightarrow \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y)$

$\forall x : \forall y : \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(x) \wedge \text{ผู้ที่เสียประโยชน์}(y) \wedge x \diamond y \rightarrow \text{อยู่ในกลุ่มเดียวกัน}(x,y)$

อย่างไรก็ตาม การแก้ไขประโยคใด ๆ ในโปรแกรมจะต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เพราะกฎของระบบมักมีความเกี่ยวข้องกันอยู่ ดังนั้นเมื่อมีการแก้ไขเกิดขึ้นควรทดลองสืบค้นจนกระทั่งไม่พบความผิดพลาดของโปรแกรม



บทที่ 6

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง “การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก กรณีศึกษา : การมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการพัฒนาของรัฐ” มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพของกรณีตัวอย่างโดยใช้เพรดิเคทลอจิก สารสนเทศเชิงคุณภาพหรือความรู้ที่จะนำมาใช้ในการแทนนั้นได้จากการเตรียมบทถอดเทปของกรณีศึกษา เฉพาะประเด็น “ใครควรมีส่วนร่วม และควรมีคุณลักษณะอย่างไร” จากการศึกษาขั้นต้นพบว่า เทคนิคที่เหมาะสมที่จะใช้ในการแทนสารสนเทศของประเด็นนี้ก็คือ เพรดิเคทลอจิก และภาษาที่เหมาะสมในการเขียนโปรแกรมเพื่อช่วยให้การสืบค้นเป็นไปอย่างอัตโนมัติ ได้แก่ เทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 เมื่อการศึกษาเสร็จสิ้นแล้วสามารถสรุปผลการศึกษาและมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

6.1 สรุปผลการศึกษา

(1) การดึงความรู้ เริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องของบทสัมภาษณ์ที่จะใช้เป็นความรู้ของระบบกับเทปบันทึกเสียง และจัดการกับปัญหาที่พบ เช่น ประโยคมีใจความขัดแย้งกัน ประโยคมีความซับซ้อนหรือไม่สมบูรณ์ ประโยคซ้ำซ้อนกัน ก่อนที่จะเรียบเรียงประโยคให้อยู่ในรูปอย่างง่ายและถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ หลังจากนั้นจึงแปลงประโยคให้อยู่ในรูปแบบที่วิเคราะห์ได้ง่าย คือ รูปแบบทั่วไปหรือโครงข่ายอรรถศาสตร์ และอาจใช้แบบจำลองอาร์ช่วยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของประโยค

(2) การแทนความรู้ จะต้องกำหนดย่อยแสดงเพรดิเคทจากรูปแบบที่วิเคราะห์ได้ง่าย ถ้อยแสดงเพรดิเคทอาจเป็นกฎหรือข้อเท็จจริง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับนัยยะของประโยคนั้นว่าบ่งบอกถึงข้อเท็จจริงหรือกฎ โดยมีข้อสังเกตว่าหากรูปแบบที่วิเคราะห์ได้ง่ายนั้นเป็นรูปแบบทั่วไป และไม่มีการใช้ตัวแปรหรือฟังก์ชันแล้วมักจะใช้ถ้อยแสดงเพรดิเคทแบบข้อเท็จจริงในการแทนความรู้ การกำหนดย่อยแสดงเพรดิเคท คือ การกำหนดชื่อเพรดิเคทและอาร์กิวเมนต์ของเพรดิเคทนั้น และความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละเพรดิเคท (ถ้ามี)

(3) การสืบค้นความรู้โดยใช้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเทอร์โบโปรล็อกนั้น ช่วยทำให้พบความผิดพลาดในการแทนความรู้ ในการเขียนโปรแกรมจะต้องแปลงถ้อยแสดงเพรดิเคทแบบกฎให้อยู่ในรูปประโยคโปรล็อก สำหรับถ้อยแสดงเพรดิเคทแบบข้อเท็จจริงนั้น ไม่ต้องทำการเปลี่ยน

แปลงใด ๆ ในงานวิจัยนี้ได้จัดทำโปรแกรม จำนวน 2 โปรแกรม เพื่อใช้ในการสืบค้นชุดความรู้ของกรณีศึกษาและชุดความรู้ที่สมมติขึ้น พบว่าทั้งสองโปรแกรมสามารถสืบค้นความรู้ได้อย่างถูกต้องเมื่อเทียบกับการสืบค้นโดยการอ่านตามปกติ

6.2 อภิปรายผลการศึกษา

(1) โดยหลักการแล้วในการแทนความรู้ควรคงลักษณะของประโยชน์เดิมไว้ให้ได้มากที่สุด แต่ในทางปฏิบัตินั้นการเรียบเรียงประโยคที่ได้เสียก่อนจะช่วยแก้ไขข้อบกพร่องที่พบ และถ้าสามารถเก็บรวบรวมความรู้ทั้งหมดที่จะทำการแทนได้แล้ว การวิเคราะห์โครงสร้างความรู้จะช่วยให้สามารถแทนความรู้ได้สะดวกมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากความแตกต่างระหว่างการนำเข้ความรู้ในโปรแกรม main.pro และ minor.pro สำหรับโปรแกรม main.pro นั้น มีการเตรียมความรู้และวิเคราะห์โครงสร้างของประโยคจนได้รูปแบบทั่วไปที่สะดวกและง่ายในการแทนมาก ทำให้ไม่มีปัญหาในการแทนและสืบค้นความรู้ แต่การเตรียมความรู้แบบนี้ทำให้ความรู้ที่ได้ขาดความเป็นธรรมชาติ นั่นคือ ความรู้นั้นถูกเรียบเรียงจนมีลักษณะผิดไปจากรูปประโยคเดิม นอกจากนี้ยังมีการจัดข้อขัดแย้งที่พบ เช่น หากผู้ให้สัมภาษณ์กล่าวข้อความที่ขัดแย้งกัน จะพิจารณาบริบทเพื่อเลือกข้อความที่ถูกต้องมากกว่า ซึ่งในความเป็นจริงไม่ควรจัดข้อขัดแย้งด้วยวิธีนี้ แต่ควรเก็บทั้งสองข้อความไว้ โดยเพิ่มเติมข้อความที่ชี้ให้เห็นว่าข้อความทั้งสองอันนั้นมีความขัดแย้งกันอยู่ ซึ่งโปรแกรม minor.pro ก็มีการจัดข้อขัดแย้งในขั้นการเตรียมความรู้เช่นกัน และการนำเข้ความรู้จากรูปแบบของโครงข่ายบรรทัดฐานจะพบปัญหาในการแทนความรู้มากกว่า เพราะเมื่อทำการสืบค้นความรู้แล้ว พบว่า มีบ่อยครั้งที่ต้องกลับมาเพิ่มเติมความรู้ หรือแก้ไขประโยคเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง

(2) ข้อจำกัดของเพรดิเคทลอจิกที่พบในการศึกษานี้ คือ เพรดิเคทลอจิกไม่สามารถแทนคำที่บ่งถึงความเป็นไปได้และความจำเป็นได้ หากต้องการแทนคำเหล่านี้ต้องแยกออกมาเป็นอีกอาร์กิวเมนต์ให้เห็นชัดเจน ทางเลือกอื่นในการแทนคำเหล่านี้ก็คือ การใช้โมดอลลอจิกร่วมกับเพรดิเคทลอจิกในการแทนความรู้ประเภทนี้

(3) การเลือกใช้ภาษาเทอร์โบโปรล็อกในการเขียนโปรแกรมเพื่อสืบค้นความรู้ที่แทนด้วยเพรดิเคทลอจิกนั้น ถึงแม้ว่าโปรแกรมที่ได้จะทำให้การสืบค้นความรู้เป็นไปอย่างอัตโนมัติและผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องก็ตาม แต่เทอร์โบโปรล็อกก็มีข้อจำกัดในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพของกรณีศึกษานี้ ได้แก่ เทอร์โบโปรล็อกสามารถรองรับอนุประโยคแบบหนึ่งได้ไม่เกิน 400 ประโยค ต่อ 1 โปรแกรม ทำให้ต้องจำกัดจำนวนอนุประโยคแบบหนึ่งไม่เกิน 400 ประโยค นอกจากนี้เทอร์โบโปรล็อกไม่สามารถใช้กับภาษาไทยได้ เว้นแต่จะใช้กับข้อมูลประเภท

สัญลักษณ์เท่านั้น จึงต้องกำหนดชื่อเพรดิเคทเป็นภาษาอังกฤษซึ่งค่อนข้างยุ่งยาก เพราะต้องแปลงชื่อเพรดิเคทจากคำในภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ ก่อนที่จะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของโปรล็อก นอกจากนี้เทอร์โบโปรล็อกยังขาดคุณสมบัติในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล และการกู้ข้อมูล ดังนั้นหากมีความเป็นไปได้ควรจะพัฒนาระบบโดยใช้ฐานข้อมูลแบบนรีนัยมากกว่า

(4) เมื่อเปรียบเทียบการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพ โดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ซึ่งแทนความรู้บนพื้นฐานโดยใช้เพรดิเคทลอจิกและพัฒนาเป็นโปรแกรมโดยใช้ภาษาเทอร์โบโปรล็อกกับวิธีการจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพแบบอื่น ๆ ได้แก่ การจัดเก็บสารสนเทศในรูปเท็กซ์และฐานข้อมูล พบว่า ในแง่ของกลไกในการจัดการข้อมูล เช่น การลอก ลบ เคลื่อนย้าย ข้อความนั้น โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาเทอร์โบโปรล็อกมีความสามารถใกล้เคียงกับโปรแกรมที่จัดเก็บสารสนเทศในรูปเท็กซ์ เช่น โปรแกรมประมวลผลคำ แต่มีความสะดวกในการใช้งานน้อยกว่าโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ส่วนในแง่ของการสืบค้นข้อมูลนั้น พบว่า เทอร์โบโปรล็อกสามารถอนุมานข้อเท็จจริงใหม่เพิ่มเติมได้จากความรู้ที่มีอยู่ ในขณะที่โปรแกรมประมวลผลคำหรือโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลไม่สามารถทำได้

ดังนั้นสำหรับสารสนเทศที่อยู่ในรูปของข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว (ไม่มีกฎ) ควรใช้ฐานข้อมูลในการจัดเก็บสารสนเทศ โดยเราอาจมองฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ว่าเป็นการเขียนโปรแกรมเชิงลอจิกแบบพิเศษที่ประกอบด้วยข้อเท็จจริงที่ปราศจากตัวแปรและฟังก์ชัน และสามารถสืบค้นโดยใช้คำถามในลักษณะเดียวกับเพรดิเคทลอจิกได้ เพียงแต่ต้องเพิ่มตัวปฏิบัติการ เช่น set-of (34) เพราะการสืบค้นสารสนเทศที่จัดเก็บด้วยฐานข้อมูลจะใช้ดัชนีในการค้นหา ทำให้สามารถค้นหาได้รวดเร็วกว่าการจัดเก็บสารสนเทศในรูปเท็กซ์ และช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานอย่างอื่น เช่น การสร้างรายงานผลการสืบค้น แต่ถ้าสารสนเทศนั้นมีทั้งข้อเท็จจริงและกฎแล้วการจัดเก็บสารสนเทศด้วยวิธีอื่น ๆ จะไม่สามารถตีความ และอนุมานสารสนเทศใหม่จากสารสนเทศที่มีอยู่ได้

6.3 แนวทางในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิก

ในการแทนความรู้จะต้องพิจารณาถึงลักษณะของการได้มาซึ่งความรู้และการใช้งานความรู้ ดังนั้นในการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพจะต้องคำนึงถึงลักษณะของข้อมูลที่ได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพ เนื่องจากสารสนเทศเชิงคุณภาพได้จากการประมวลชุดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน และยังต้องคำนึงถึงการใช้งานสารสนเทศเชิงคุณภาพที่แทนแล้วอีกด้วย ทั้งสองประเด็นนี้มีความสัมพันธ์กับกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ ซึ่งมี 2 ขั้นตอนด้วยกัน คือ การวิเคราะห์ข้อมูลในขณะที่ทำการเก็บข้อมูล ซึ่งนักวิจัยจะทำการสร้างข้อสรุปชั่วคราวและกำจัดข้อมูลที่ไม่ต้องการ และเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนของการรวบรวมข้อมูลแล้ว นักวิจัยจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสร้างบทสรุป คือ การลงเขียนประโยคซึ่งนักวิจัยคาดว่าเป็นลักษณะหรือความเชื่อมโยงของข้อมูล (3) ในที่นี้จึงอาจเทียบสารสนเทศเชิงคุณภาพได้กับข้อสรุปชั่วคราวซึ่งไม่มีข้อมูลที่ผู้วิจัยไม่ต้องการแล้วซึ่งจะถูกเก็บรวบรวมและแก้ไขเพิ่มเติมจนกระทั่งเสร็จสิ้นขั้นตอนการเก็บข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อสรุปชั่วคราวทั้งหมดมาเชื่อมโยงกันเพื่อสร้างบทสรุป ดังนั้นหากมีการแทนข้อสรุปชั่วคราวด้วยเพรดิเคทลอจิกและเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมแล้ว นักวิจัยจะสามารถใช้โปรแกรมในการสืบค้นและนิรนัยสารสนเทศเพื่อช่วยในการสร้างและพิสูจน์ข้อสรุปของการวิจัยได้

สารสนเทศเชิงคุณภาพที่จะใช้ในการแทนความรู้หรือข้อสรุปชั่วคราวนั้นได้จากการวิจัยเชิงคุณภาพหลายรูปแบบด้วยกัน แต่โดยมากจะได้จากการประมวลและกำจัดข้อมูลที่ไม่ต้องการออกจากข้อมูลเชิงบรรยายในรูปเท็กซ์ เช่น บันทึกภาคสนาม บทถอดเทปการสัมภาษณ์เชิงลึก ในการแทนข้อสรุปชั่วคราวอาจจะต้องมีการจัดโครงสร้างประโยคใหม่ เพื่อให้เห็นโครงสร้างของประโยคเดิมได้ชัดเจนขึ้น จากนั้นจึงทำการแตกประโยค หรือใช้คำเชื่อมโยงคำต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ประโยคที่อยู่ในรูปแบบที่สอดคล้องกับการแทนด้วยเพรดิเคทลอจิก หากข้อสรุปชั่วคราวที่ได้ที่มีรูปแบบซ้ำ ๆ กัน เช่น

ผู้ที่เสียประโยชน์ ควรมีส่วนร่วม และต้อง เสียสละ

NGO ควรมีส่วนร่วม และต้อง ไม่มีอคติกับโครงการ

ในการแทนความรู้ควรกำหนดรูปแบบทั่วไปให้แก่ข้อสรุปชั่วคราวเหล่านี้ เพื่อช่วยให้การแทนประโยคและการรักษาความสอดคล้องกันของประโยคทำได้ง่ายขึ้น การรักษาความสอดคล้องกันของประโยคเป็นเรื่องสำคัญในการแทนความรู้ เพราะการแทนความรู้ที่ไม่สอดคล้องกันจะทำให้การหาเหตุผลของโปรแกรมผิดพลาด เนื่องจากกฎการอนุมานของระบบหนึ่งจะถูกออกแบบมาให้ใช้กับการแทนรูปแบบนั้น โดยเฉพาะ ดังนั้นความรู้ทั้งหมดจะต้องอยู่ในรูปที่กฎต้องการ เมื่อมีการเพิ่มหรือลบข้อเท็จจริงจะต้องตรวจสอบความสอดคล้องกันของความรู้

เสมอ หากมีข้อยกเว้นหรือความขัดแย้งเกิดขึ้นจำเป็นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงข้อเท็จจริงที่มีอยู่ (6) แต่ถ้าหากเพิ่มข้อเท็จจริงใหม่แล้วพบว่าขัดแย้งกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่ จะต้องลบความรู้เก่าที่มีอยู่และความรู้ที่ได้จากการอนุมานความรู้นี้ออกก่อน แล้วจึงแทนที่ด้วยความรู้ใหม่และความรู้ที่ได้จากการอนุมานความรู้ใหม่นี้ (18) จากนั้นอาจแทนรูปแบบทั่วไปของข้อสรุปชั่วคราวนี้ด้วยเพรดิเคทแบบฐานความรู้ และใช้ข้อสรุปชั่วคราวนี้เป็นข้อเท็จจริงในการอนุมาน แต่ถ้าหากข้อสรุปชั่วคราวนั้นเป็นประโยคที่บอกเงื่อนไข เช่น “ผู้มีอาการป่วยที่มีความเชื่อพื้นบ้านจะงดอาหารแสดง” (3) ประโยคนี้ถ้าเรียบเรียงใหม่จะได้ว่า “ถ้าผู้มีอาการป่วยมีความเชื่อพื้นบ้าน แล้วจะงดอาหารแสดง” ข้อสรุปชั่วคราวที่เป็นประโยคเงื่อนไขจะถูกแทนในรูปของกฎ และใช้เป็นกฎในการอนุมาน

การจัดทำระบบคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ช่วยในการสืบค้นและนิรนัยข้อสรุปชั่วคราว เพื่อช่วยในการสร้างและพิสูจน์ข้อสรุปนั้นควรเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างนักวิจัยเชิงคุณภาพและวิศวกรความรู้ โดยนักวิจัยเชิงคุณภาพจะเป็นผู้ที่สร้างข้อสรุปชั่วคราวซึ่งใช้เป็นความรู้ของระบบ แล้วส่งให้วิศวกรความรู้เป็นผู้ทำการแทนข้อสรุปชั่วคราวให้อยู่ในรูปของเพรดิเคทลอจิก จัดทำโปรแกรมที่ใช้ในการสืบค้นความรู้ ทดสอบความถูกต้อง และบำรุงรักษาระบบ

6.4 ข้อเสนอแนะทั่วไป

แนวทางที่น่าสนใจในการพัฒนาการแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้เพรดิเคทลอจิกต่อไป ก็คือ การประยุกต์แนวคิดทางด้านการประมวลภาษาธรรมชาติมาใช้ในการแปลงประโยคของข้อสรุปชั่วคราว แล้วจึงแทนส่วนประกอบที่ได้จากการแปลงประโยคด้วยเพรดิเคทลอจิก เพื่อให้การแปลงประโยคเป็นไปอย่างอัตโนมัติ และยังทำให้ระบบสามารถสนทนาโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ การแปลงประโยคในการประมวลภาษาธรรมชาติ ก็คือ การแจกประโยคออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ เช่น นามวลี กริยาวลี โดยใช้ไวยากรณ์ทางภาษาศาสตร์ ส่วนการสนทนาโต้ตอบกับใช้นั้นระบบจะทำการแจกประโยคคำถามของผู้ใช้ระบบและสร้างประโยคคำตอบจากความรู้ที่มีอยู่ ประโยคที่จะใช้ในการแจกประโยคนั้นอาจผ่านการเรียบเรียงประโยคบ้าง เพื่อให้ได้ประโยคที่มีลักษณะถูกต้องตามไวยากรณ์พอที่จะทำการแจกประโยคโดยใช้ไวยากรณ์ต่าง ๆ เช่น ฟิเอทีอาร์ (26) ซึ่งเป็นไวยากรณ์ซึ่งเคยมีผู้ทดลองใช้ในการแจกประโยคภาษาไทยมาแล้ว หรือใช้ไวยากรณ์โครงสร้าง (39) ซึ่งมุ่งเน้นที่จะศึกษาลักษณะหรือธรรมชาติของภาษาพูด ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของสารสนเทศเชิงคุณภาพซึ่งได้จากการสัมภาษณ์

นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นว่าควรจะมีการศึกษาในเรื่องต่อไปนี คือ

- 1) การแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพด้วยเทคนิคการแทนความรู้แบบอื่น อาทิ ใช้วิธีการแทนความรู้บนพื้นฐานของตรรกศาสตร์วิธีอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น เทมพอรอลลอจิก โมคคอลลอจิก หรือใช้วิธีการแทนความรู้โดยใช้โครงสร้างแบบสล็อตและฟิลเลอร์ เช่น เฟรม นอกจากนี้ควรมีการทดลองแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการแทนความรู้ที่ผสมผสานวิธีแทนความรู้แบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น ทดลองแทนสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้คอนเซ็ปต์ช่วยกราฟ ซึ่งพัฒนาจากโครงข่ายอรรถศาสตร์แต่มีพื้นฐานบนตรรกศาสตร์
- 2) การทดลองจัดเก็บสารสนเทศเชิงคุณภาพโดยใช้ฐานข้อมูลแบบนิรนัย ซึ่งผนวกข้อดีของระบบฐานข้อมูล ได้แก่ ประสิทธิภาพในการจัดการข้อมูลจำนวนมาก การรักษาความถูกต้องของข้อมูล การรักษาความปลอดภัย และการกู้ข้อมูล เข้ากับความสามารถในการหาเหตุผลของลอจิกซึ่งใช้กฎในการหาเหตุผลซึ่งระบบฐานข้อมูลมีความสามารถในการเรื่องนี้้น้อยมาก ซึ่งการศึกษาการจัดเก็บข้อมูลด้วยฐานข้อมูลแบบนิรนัยนี้ยังอยู่ในขั้นพัฒนาดังนั้นแบบ

เอกสารอ้างอิง

1. Rogers JB. A Prolog primer. Reading (MA): Addison-Wesley, 1986.
2. Brent EE Jr, Anderson RE. Computer applications in the social sciences. New York: McGraw-Hill, 1990.
3. สุภาภักดิ์ จันทวานิช. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยเชิงคุณภาพ. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
4. วิชาศ ววงค์, บุญเจริญ สิริเนาวกุล. ระบบผู้เชี่ยวชาญ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2535.
5. อุษณีย์ สิริสุนทรไพบุลย์. แนวทางการมีส่วนร่วมของประชาชนในโครงการพัฒนาขนาดใหญ่ของรัฐ : ศึกษาเฉพาะโครงการเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ [วิทยานิพนธ์ปริญญา นิเทศศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิเทศศาสตร์พัฒนาการ]. กรุงเทพมหานคร: คณะนิเทศศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
6. Rich E, Knight K. Artificial Intelligence. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1991.
7. Thro E. The Artificial Intelligence dictionary. San Marcos (CA): Microtrend® Books, 1991.
8. Schalkoff RJ. Artificial Intelligence : an engineering approach. New York: McGraw-Hill, 1990.
9. Charniak E, Mcdermott D. Introduction to Artificial Intelligence. Reading (MA): Addison-Wesley, 1985.
10. Carrico MA, Girard JE, Jones JP. Building knowledge systems : developing & managing rule-based applications. New York : McGraw-Hill, 1989.
11. Bonnet A. Artificial Intelligence: promise and performance. (Howlett J, Trans.). Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall, 1985.
12. Rolston DW. Principles of Artificial Intelligence and expert systems development. New York: McGraw-Hill, 1988.
13. ก่อเกียรติ เก่งสกุล, บุญเจริญ สิริเนาวกุล. ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานปัญญาประดิษฐ์ และระบบผู้เชี่ยวชาญ. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2534.

14. Lauriere JL. Problem solving and Artificial Intelligence. (Howlett J, Trans.).
New York: Prentice-Hall, 1990.
15. Luger, GF, Stubblefield WA. Artificial Intelligence: and the design of expert systems.
Redwood city (CA): Benjamin/Cummings, 1989.
16. ปราณี นิลกรณ. ปัญญาประดิษฐ์เบื้องต้น. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2532.
17. Winston PH. Artificial Intelligence. 2nd ed. Reading (MA): Addison-Wesley, 1984.
18. Nagao M. Knowledge and inference. (Weyrauch R, Kitajima Y, Trans.).
Boston: Academic Press, 1990.
19. Rapaport WJ. Logic, predicate. In Encyclopedia of Artificial Intelligence.
(Vol.1, pp. 866-873). New York: John Wiley & Sons, 1992.
20. อื่น ภูสุวรรณ. (2534). คอมพิวเตอร์กับภาษา. เอกสารประกอบการสัมมนา
Natural language processing วันที่ 21-22 มกราคม 2534. กรุงเทพมหานคร:
ศูนย์การศึกษาต่อเนื่อง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี: 216.
21. Kramer B. Knowledge representation. In Encyclopedia of Artificial Intelligence.
(Vol.1, pp. 743-757). New York: John Wiley & Sons, 1992.
22. Patterson DW. Introduction to Artificial Intelligence and expert systems.
Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall, 1990.
23. Lee MC, Leong HV. NLUS - a Prolog based natural language understanding system.
IEEE. 1992 (0-8186-2812-X/92) : 204-207.
24. Moulin B, Rousseau D. Automated knowledge acquisition from regulatory texts. IEEE.
1992 (0885/9000/92/1000-0027) : 27-35.
25. Omar L, Mourad B. An evaluation of the natural language with non-classical logics.
IEEE. 1993 (0-8186-3850-8/93) : 161-168.
26. Chansaenwilai K. A Thai sentence parser based on PATR Grammar Formalism
[M.S. Thesis in Engineering]. Asian Institute of Technology, 1990.
27. Leenawong C. Legal consultant for AIT-employees. [M.S. Thesis in Science] Bangkok:
Asian Institute of Technology, 1994.
28. Rowe NC. Artificial Intelligence through Prolog. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall,
1988.
29. Winston PH. Artificial Intelligence. 3rd ed. Reading (MA): Addison-Wesley, 1992.

30. Convington MA. Natural language processing for Prolog programmers.
Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall, 1994.
31. Pavelin C. 2 Logic in knowledge representation. In: Ringland GA, Duce DA, editors.
Approaches to knowledge representation : an introduction. Hertfordshire, England:
Research Studies Press, 1988: 13-43.
32. Teft L. Programming in Turbo PrologTM : with an introduction to knowledge-based
systems. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall, 1989.
33. Bradbury A, Woodward R. Turbo Prolog user's handbook. London: McGraw-Hill, 1989.
34. Hogger CJ, Kowalskira RA. Logic programming. In Encyclopedia of Artificial
Intelligence. (Vol.1, pp. 873-891). New York: John Wiley & Sons, 1992.
35. Nath S. Turbo Prolog: features for programmers. California: Mangement Information
Source, 1986.
36. Smith P. Expert system development in Prolog and Turbo PrologTM. Wilmslow:
Sigma Press, 1988.
37. Robinson PR. Using Turbo Prolog. California: McGraw-Hill, 1987.
38. Ralph B, Bisland Jr. Database management : developing application systems using
ORACLE. Englewood Cliffs (NJ): Prentice Hall, 1989.
39. วิจิตรนันท์ ภานุพงศ์. โครงสร้างของภาษาไทย. พิมพ์ครั้งที่ 9 กรุงเทพมหานคร:
มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2530.

ภาคผนวก ก
ชุดข้อมูลของกรณีศึกษา

1.1 มนตรี สุวรรณมนตรี (1)
หัวหน้ากองเศรษฐกิจสังคม ฝ่ายสิ่งแวดล้อม

- | | |
|--|---|
| 1. นักสิ่งแวดล้อม | 19. กรมประมง |
| 2. กลุ่มที่ต้องเสียประโยชน์ - เสียสละ | 20. กรมป่าไม้ |
| 3. ส.ผ. | 21. NGO |
| 4. สภาพัฒน์ | 22. สื่อมวลชน : หนังสือพิมพ์ โลกทัศน์
วิทยุ |
| 5. คณะรัฐมนตรี | 23. กลุ่มอาชีพอื่นที่อยู่ท้ายน้ำลงไป |
| 6. ผู้ที่ได้รับผลกระทบ | 24. กลุ่มอาชีพต่าง ๆ |
| 7. ตัวแทนผู้ที่ได้รับผลกระทบ | 25. ทุกฝ่าย |
| 8. ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากโครงการ
ของ กฟผ. | 26. ทุกคน |
| 9. กฟผ. | 27. คนที่เข้าร่วม |
| 10. สังคมท้องถิ่น | - มีความรู้ระดับปริญญาตรี |
| 11. ประชาชนผู้เกี่ยวข้อง | - ตัดสินใจโดยมอง 2 ขั้วได้ |
| 12. ชุมชน | - มองหามองไกลแล้วตัดสินใจ |
| 13. กลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบ - เสียสละเพื่อ
ส่วนรวม | - ชั่งใจได้ ไม่โดนงูจุมก |
| 14. ตัวแทนของกลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบ -
เสียสละเพื่อส่วนรวม | - มีความเชื่อมั่นในตนเอง |
| 15. หน่วยงานราชการส่วนกลางที่เกี่ยวข้อง
ทุกหน่วย | - มีความรับรู้ของตัวเอง |
| 16. หน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง
ทุกหน่วย | - จริงใจ (frank) |
| 17. สำนักงานสิ่งแวดล้อมฯ | - ใจกว้าง (open-mind) |
| 18. กรมชลประทาน | - มีความพร้อม |
| | 28. ตัวแทน |
| | - เป็นตัวแทนในระบบตัวแทนตามระบอบ
ประชาธิปไตย |
| | - เป็นคนที่มีความรู้ดีที่สุดในกลุ่มอาชีพ
หนึ่ง |
| | - มีความเหมาะสม |

- ชื่อสัตย์สุจริต
- ไม่คดโกง
- ไม่รับเงินสินจ้างมาล้มโครงการ
- ไม่อคติ

29. กำนัน - ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทน

30. ผู้ใหญ่บ้าน - ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทน

31. (ไม่ควรร่วม) NGO เลว ๆ ที่รับจ้างล้มโครงการ

32. (ไม่ควรร่วม) ชาวบ้าน ที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน

33. (ไม่ควรร่วม) นักการเมือง ที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน

34. (ไม่ควรร่วม) ข้าราชการท้องถิ่น ที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน

35. (ไม่ควรร่วม) นายทุนมิจฉาชีพ ที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน

36. (ไม่ควรร่วม) กลุ่มผลประโยชน์

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. กลุ่มที่ต้องเสียประโยชน์, ผู้ที่ได้รับผลกระทบ, ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากโครงการของ กฟผ., กลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบ

1.2 กิตติ คัมภีระ (2)

หัวหน้ากองวิชาการสิ่งแวดล้อม
ฝ่ายสิ่งแวดล้อม

1. คนที่เกี่ยวข้อง

2. หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง

3. ผู้นำชุมชน - เป็นกำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ที่ได้รับการเลือกตั้งถูกต้องตามระบอบ

ประชาธิปไตย

4. ผู้ที่เข้าร่วม

- รู้จักบทบาทของตัวเอง

- เข้าใจบทบาทของตัวเองว่าเชี่ยวชาญในวิชาใด

- ต้องมีใจบริสุทธิ์

- ทำเพื่อประโยชน์ส่วนรวม

5. ตัวแทน

- ชาวบ้านเป็นผู้เลือก

- ชาวบ้านยอมรับ

- มีคุณภาพ

- มีความรู้

- รู้เรื่องนี้

6. (ไม่ควรร่วม) ผู้นำที่ชาวบ้านไม่ได้เลือกแล้วไปครอบงำความคิดของชาวบ้าน

- ใจไม่บริสุทธิ์

7. คนที่เข้าร่วม

- ต้องยอมรับว่าทุกความคิดเป็นความคิดที่ดี ถ้อยยืนบนพื้นฐานที่ถูกต้อง

8. นักวิชาการ

9. ทุกคนใน กฟผ.

- มีใจที่บริสุทธิ์

- ไม่อคติ

- ไม่อวดตา

10. ประชาชน - ต้องมีความเข้าใจพอ ๆ กันกับ กฟผ.

11. NGO

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ผู้ที่เข้าร่วม, คนที่เข้าร่วม
2. ผู้นำชุมชน, ตัวแทน

1.3 อนุชาติ ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา (3)

หัวหน้าแผนกมวลชนสัมพันธ์

กองเศรษฐกิจ ฝ่ายสิ่งแวดล้อม

1. ฝ่ายสิ่งแวดล้อมของ กฟผ.
2. ผู้ว่าราชการจังหวัด
3. ข้าราชการ
4. ประชาชน
5. ชาวบ้าน
 - กล้าที่จะเสนอความคิดเห็น
 - ฟังสัมมนาเรื่อง
 - ต้องสนใจเรื่องอื่นด้วย ไม่ใช่สนใจเฉพาะเรื่องเกี่ยวกับตัวเอง
6. กรรมการพัฒนาหมู่บ้าน
7. ชาวบ้านดาสีดาสาในโครงการ
8. คนได้รับผลกระทบ
9. อาจารย์ที่สอนในมหาวิทยาลัย
10. ผู้ว่าการ กฟผ
11. รองผู้ว่าการ กฟผ.
12. ผู้ใหญ่
13. คนทุกกลุ่ม
14. นักวิชาการ - ไม่มองโครงการใหม่ด้วยภาพลบของโครงการเก่า
15. NGO
 - ไม่มองโครงการใหม่ด้วยภาพลบของโครงการเก่า
 - เป็นนักวิชาการจริง ๆ
- มองแบบมีเหตุผล
16. คณะผู้ชำนาญการของ ส.ผ. มาจากทั้งฝ่าย NGO และฝ่ายรัฐบาล
17. นายกรัฐมนตรี
18. คณะกรรมการฯ
19. คณะอนุกรรมการฯ
20. ตัวแทนราษฎรซึ่งประกอบด้วยกำนัน ผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่ และตัวแทนของราษฎรที่ได้รับการแต่งตั้ง ซึ่งก็คือสภาตำบล
21. กำนันในพื้นที่
22. ผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่
23. ตัวแทนของราษฎรที่ได้รับการแต่งตั้ง
24. คนในท้องถิ่น
25. คนที่ได้รับผลกระทบ
26. ฝ่ายประชาสัมพันธ์
 - ต้องรู้เรื่องด้านวิชาการ
 - พูดยังสิ่งที่ดีและไม่ดีของโครงการ
 - ต้องรู้ข้อเท็จจริงด้านสิ่งแวดล้อม
27. ตัวแทนของราษฎรที่ได้รับผลกระทบโดยตรง
28. คนของสภาตำบล
29. (ไม่ควรร่วม) ฝ่ายค้าน
30. ข้าราชการอำเภอ
31. ผู้นำท้องถิ่น
32. ราษฎรที่ได้รับผลกระทบ
33. ราษฎร
34. องค์กรเอกชนที่ขึ้นทะเบียนกับ ส.ผ. - มีวัตถุประสงค์ที่แน่ชัด
35. รัฐบาล
36. ส.ผ.

37. สภาพพื้นที่
38. ตัวแทนของประชาชน
39. ตัวแทนของคนได้รับผลกระทบ
40. คนประเมินโครงการ - เป็นคนกลาง เช่น ส.ผ.

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ผู้ใหญ่, ผู้ว่าการ กฟผ., รองผู้ว่าการ กฟผ., ผู้ว่าราชการจังหวัด
2. ตัวแทนราษฎร, กำนันในพื้นที่, ผู้ใหญ่บ้านในพื้นที่, ตัวแทนของราษฎรที่ได้รับการแต่งตั้ง, ตัวแทนของราษฎรที่ได้รับผลกระทบโดยตรง, คนของสภาตำบล, ผู้นำท้องถิ่น, ตัวแทนของประชาชน, ตัวแทนของคนได้รับผลกระทบ
3. ประชาชน, ชาวบ้าน, ชาวบ้านตาสีตาสาในโครงการ, คนได้รับผลกระทบ, คนในท้องถิ่น, คนที่ได้รับผลกระทบ, ราษฎรที่ได้รับผลกระทบ, ราษฎร

1.4 สุพิน ปัญญามาก (4)

ผู้อำนวยการฝ่ายประชาสัมพันธ์

1. ผู้ที่มีผลกระทบโดยตรง
2. ผู้ที่มีผลกระทบจิตใจ
3. ตัวแทนของประชาชน
4. กลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้อง
5. ราษฎร
6. นักวิชาการ
7. คณะกรรมการ - ประกอบด้วยทางจังหวัด, ท้องถิ่น และประชาชน

8. กลุ่มประชาชน
9. ชาวบ้าน - มองภาพที่กว้าง
10. กลุ่มชาวบ้าน - ต้องไม่มองเฉพาะจุดของเขา ต้องมองในภาพอื่นด้วย
11. กลุ่มที่เกี่ยวข้องโดยตรง
12. กลุ่มที่เกี่ยวข้องทางอ้อม
13. ฝ่ายประชาสัมพันธ์ของ กฟผ.
14. ฝ่ายนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม
15. ชาวบ้านโดยตรง
16. ชาวบ้านข้างนอก
17. ส.ผ.
18. กฟผ.
19. หมู่บ้านที่ ส.ผ. เข้าไปทำ EIA
20. กลุ่มที่ถูกผลกระทบจากโครงการของ กฟผ. โดยตรง
21. กลุ่มที่ถูกผลกระทบทางอ้อมจากโครงการของ กฟผ.
22. กลุ่มที่ได้ประโยชน์ พวกนักวิชาการ
23. นักสิ่งแวดล้อม
24. นักพัฒนา
25. NGO
26. ประชาชน
 - มีความสนใจในกิจการต่าง ๆ
 - มีความสนใจเกี่ยวกับนโยบายสาธารณะ
 - เป็นคนที่พูดแล้วรู้เรื่องในทางวิชาการ ทางเหตุผล
 - ไม่เป็นคนเถียงข้าง ๆ คู ๆ
27. อบต.
28. กฟผ.
 - มีความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม

- สร้างความเข้าใจกับคนในจุดต่าง ๆ
 - ใช้จิตวิทยาตรงไปตรงมา ไม่ใช่จิตวิทยา
- มวลชนแบบโกหก

29. (ไม่ควรร่วม) ชาวบ้านจากที่อื่น - ทำให้คนมองภาพทุกอย่างเปลี่ยนไป

30. กลุ่ม NGO - ต้องไม่ทำให้คนมองภาพทุกอย่างเปลี่ยนไป

31. กลุ่มนักวิชาการ - ไม่เบี่ยงเบนภาพ

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ผู้ที่มีผลกระทบโดยตรง, ผู้ที่มีผลกระทบจิตใจ, กลุ่มผู้ที่เกี่ยวข้อง, ราษฎร, กลุ่มประชาชน, ชาวบ้าน, กลุ่มชาวบ้าน, กลุ่มที่เกี่ยวข้องโดยตรง, ชาวบ้านโดยตรง, กลุ่มที่ถูกผลกระทบจากโครงการของ กฟผ. โดยตรง
3. NGO, กลุ่ม NGO
4. นักวิชาการ, กลุ่มนักวิชาการ
5. กลุ่มที่เกี่ยวข้องทางอ้อม, กลุ่มที่ถูกผลกระทบทางอ้อมจากโครงการของ กฟผ.

2.1 กุหลัดน์ สั้งยัง (5)

นักวิชาการเผยแพร่ 6

1. ประชาชนในแถบนั้น
2. ประชาชนในแคว้น
3. (ไม่ควรร่วม) องค์กรเอกชน
 - ไม่ค่อยเข้าใจโครงการ
 - พยายามขัดแย้งอยู่ตลอดเวลา
 - คำนตลอดเวลา
 - ไม่ฟัง

4. ประชาชนที่ได้รับผลกระทบส่วนนี้

5. (ไม่ควรร่วม) ประชาชนคนอื่นๆ ที่เข้าร่วมในลักษณะการชุมนุมรวมกัน

6. นักวิชาการ

- เป็นกลาง

- ไม่เข้าข้างข้างใดข้างหนึ่ง

- ใช้หลักวิชาการที่จะดูข้อเท็จจริง

7. นักการเมือง - ต้องไม่นำผลประโยชน์ทางการเมืองเข้ามาเกี่ยวข้อง

8. กลุ่ม NGO

- ต้องไม่พยายามขัดแย้งอยู่ตลอดเวลา และรับฟัง

9. คนที่ทำตัวเป็นกลาง - จะต้องมีความยุติธรรม

10. คนที่ใกล้ชิด - จะต้องมีความยุติธรรม

11. รัฐ - เป็นตัวกลาง

12. คนที่ได้ประโยชน์ - ต้องให้ความช่วยเหลือด้วย

13. คนที่จะทำการพัฒนาแหล่งน้ำ

- ต้องคิดอย่างรอบคอบ

- ไม่เอาแต่ประโยชน์อย่างเดียว

14. ประชาสัมพันธ์ของบริษัทที่ปรึกษา

15. ฝ่ายประชาสัมพันธ์ของกรมชลประทาน

16. ประชาชน

- ต้องมีความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ทัว ๆ ไป

ความเป็นไปของโลก การพัฒนา รวมทั้งการพัฒนาของตัวเองด้วย

17. ชาวบ้าน

- ต้องไม่เอาแต่ประโยชน์ตัวเองฝ่ายเดียว

- เป็นตัวของตัวเอง
- คิดถึงผลดี ผลเสีย, ประโยชน์
- 18. ตัวแทนของชาวบ้าน - ได้รับการคัดเลือกว่าสามารถจะเป็นตัวแทนของชาวบ้านได้
- 19. แกนนำ
- ได้รับความไว้วางใจ
- ได้รับการคัดเลือกขึ้นมา

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. คนที่ทำตัวเป็นกลาง, คนที่ไกลเกลียด
2. ประชาชนในแถบนั้น, ประชาชนในแคว้นนั้น, ประชาชนที่ได้รับผลกระทบส่วนหนึ่ง, ประชาชน, ชาวบ้าน
3. ตัวแทนของชาวบ้าน, แกนนำ

2.2 รุ่งเรือง จุลชาติ (6) รองอธิบดีฝ่ายวิชาการ

1. ผู้ที่เสียประโยชน์ในการพัฒนาเงื่อนไขใหญ่หรือขนาดกลาง
2. ผู้ที่ได้ประโยชน์
3. ตัวแทนร่วมระหว่างผู้ที่เสียประโยชน์และผู้ที่ได้ประโยชน์
4. กรมชลประทาน
5. คนกลาง - เป็นผู้ประสานประโยชน์ระหว่างผู้ที่เสียประโยชน์และผู้ที่ได้ประโยชน์
6. ส.ส.
- เป็นผู้ที่ผลักดันการคุยกันระหว่างผู้ที่ได้ประโยชน์และผู้ที่ยังเสียประโยชน์

- เป็นตัวแทนที่ถูกต้องในท้องถิ่น
- 7. นักวิชาการ
- ต้องพูดถึงเฉพาะวิชาการแขนงที่ตนจบมา
- ไม่ควรทำหน้าที่เป็น NGO
- ต้องเป็นกลาง
- ต้องมองทางได้บ้าง ไม่ใช่มองแต่เสีย
- 8. NGO
- ต้องเข้าใจหลักการพัฒนาว่าจะต้องเสียบ้างเพื่อประโยชน์
- ไม่เข้าใจแต่เรื่องของการอนุรักษ์อย่างเดียว

9. ราษฎร
10. ประชาชน
11. เจ้าของพื้นที่
12. ผู้ใหญ่บ้าน
13. กำนัน
14. ส.จ.
15. ส.ส.
16. ข้าราชการ

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. คนกลาง, ส.ส
2. เจ้าของพื้นที่, ผู้ใหญ่บ้าน, กำนัน, ส.ส., ส.จ., ข้าราชการ
3. ผู้ที่เสียประโยชน์ในการพัฒนาเงื่อนไขใหญ่หรือขนาดกลาง, ราษฎร, ประชาชน

2.3 ดร. ศิริพงศ์ หังสพฤกษ์ (7) หัวหน้าฝ่าย 2 กองวางแผนโครงการ 1

1. ราษฎร

- ไม่มองเพียงผลประโยชน์ของตัวเองเป็นสำคัญ

- มองผลประโยชน์ของประเทศชาติ
- เสียสละเพื่อให้ประชาชนส่วนมากได้ประโยชน์

2. หน่วยราชการ

3. กลุ่มราษฎร - เป็นผู้ที่เกี่ยวข้องประโยชน์หรือผู้ที่ได้ผลประโยชน์

4. ผู้ที่เกี่ยวข้องประโยชน์

5. ผู้ที่ได้ผลประโยชน์

6. ส่วนราชการต่าง ๆ - ช่วยประสานงานให้โครงการเป็นไปด้วยดี ไม่มีการขัดแย้ง

7. องค์กรเอกชน

- มองผู้ปฏิบัติงานโครงการอย่างไม่มีอคติ
- มองดูหน่วยงานปฏิบัติว่าไม่ได้ผลประโยชน์ส่วนตัวอะไรจากโครงการ

8. ผู้เสียประโยชน์

9. กรมชลประทาน

- ให้ข้อมูลโดยไม่ปิดบัง
- ให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่องค์กรเอกชน

10. ข้าราชการในท้องถิ่น

- ต้องมีความเข้าใจโครงการ

11. ประชาชนในพื้นที่

12. สื่อมวลชน

13. ประชาชนส่วนรวม

14. หน่วยงานที่ทำเรื่องการมีส่วนร่วมของประชาชนโดยเฉพาะ - อาจเป็น third party

15. กรมประชาสัมพันธ์

16. กรมส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

17. บริษัทที่ปรึกษา

18. (ไม่ควรร่วม) พวกที่แสวงหาผลประโยชน์ส่วนตัวจากโครงการ

19. กลุ่มอาชีพ

20. ผู้นำราษฎร

21. ตัวแทนของท้องถิ่น

- มีความรู้

- มีความเข้าใจ

- รักท้องถิ่นอย่างแท้จริง

- เป็นคนที่แสวงหาผลประโยชน์ให้กับท้องถิ่น ไม่ใช่เพื่อตนเอง

22. คนออกแบบ

23. คนก่อสร้าง

24. ผู้ก่อสร้าง - ต้องคำนึงถึงผลกระทบจากการก่อสร้างด้วย

25. คนในหน่วยงานปฏิบัติ - ต้องยอมรับว่า ทำทุกอย่างเพื่อสังคม เพื่อประชาชน ไม่ใช่เพื่อตนหรือเพื่อราชการ

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. หน่วยงานที่ทำเรื่องการมีส่วนร่วมของประชาชนโดยเฉพาะ, กรมประชาสัมพันธ์, กรมส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม, บริษัทที่ปรึกษา

2. คนออกแบบ, คนก่อสร้าง, ผู้ก่อสร้าง

3. ราษฎร, กลุ่มราษฎร, ผู้ที่เกี่ยวข้องประโยชน์, ผู้เสียประโยชน์, ประชาชนในพื้นที่,

3.1 ดร.ทวิวงศ์ ศรีบุรี (8)
สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. องค์กรเอกชน

- จัดทะเบียน
- เป็นองค์กรที่ทำหน้าที่คุ้มครองรักษาทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
- ให้ความรู้แก่ชาวบ้าน
- มีความรู้ด้านเทคนิค
- ต้องมอง trade-off
- ไม่ขวหาหรือขายจัด
- ต้องไม่มีอคติ
- ต้องเข้าใจนโยบายของรัฐบาล ความต้องการและความจำเป็น
- ไม่ปลุกกระแสมให้คนค้านโครงการ โดยการบอกจุดเสียเพียงอย่างเดียว

2. ตัวแทน

- เป็นองค์กรที่เป็นของประชาชน
- เป็นองค์กรเอกชนซึ่งเกิดจากการรวมกลุ่มของประชาชน

- จะต้องรู้ ศึกษาตลอด

3. ชาวบ้าน

- ต้องมีความรู้
- ไม่เชื่อตามที่ใครมาแนะนำง่าย ๆ

4. คนได้ประโยชน์

5. คนเสียประโยชน์

- 6. หน่วยงานกลางซึ่งเป็นผู้จัดงาน - ไม่ใช่เจ้าของโครงการ

7. ผู้เชี่ยวชาญ

8. คนที่ท้องถิ่น

9. คนท้องถิ่น

10. นักวิชาการ

11. (ไม่ควรร่วม) พวกค่าน

- ไม่มีความรู้เรื่องสิ่งแวดล้อม
- ไม่มองว่า trade-off ของการพัฒนาและการอนุรักษ์ต้องคู่กัน

- มองแคบ

- มีอคติตั้งแต่แรก

12. ราชการ

- ต้องวิเคราะห์งานให้รอบคอบ

13. ทุกคน

- ต้องเข้าใจว่าสิ่งแวดล้อมคืออะไร
- เข้าใจบทบาทของตนเอง

14. ข้าราชการ - ไม่บอกเพียงแต่จุดดีเพียงอย่างเดียว

15. องค์กรกลาง - ควรเป็น ส.พ.

16. ส.พ. - ไม่กลัวที่จะชี้แจงข้อพิจารณาว่าเห็นชอบหรือไม่กับโครงการ

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. องค์กรกลาง, ส.พ.

2. ชาวบ้าน, คนเสียประโยชน์, คนที่ท้องถิ่น, คนท้องถิ่น

3.2 ดร.บุญส่ง ไข่มุข (9)

บริษัท พอล คอนซัลแตนท์ จำกัด

1. ชาวบ้าน

- ต้องมีการศึกษาอย่างน้อย ม.6

- มีความรู้

- มีภูมิปัญญา

- มีความพร้อม
- คิดได้กว้างไกล
- มีขีดความสามารถมากพอ
- มีคุณภาพ
- ตัดสินใจเองได้

- ไม่ถูกใครจุกจิก

- มีความรับรู้โครงการได้

2. ตัวแทนชาวบ้าน

- ไม่ใช่ NGO

- ไม่มีอคติ

3. ประชาชน

- มีความรู้

- มีการศึกษา

- มีความพร้อม

- ถ้าไม่เรียนหนังสือ ก็ต้องเป็นคนหัวก้าวหน้า อ่านหนังสือพิมพ์ ศึกษาเอง เรียนทางไกล เรียนนอกระบบ

4. (ไม่ควรร่วม) บุคคลหรือกลุ่มคนที่มีความรู้มากกว่าชาวบ้านแล้วไปโน้มน้าวชาวบ้าน

- มีทัศนคติหรือมุมมองที่เบี่ยงเบน

- ไขชาวบ้านเป็นเครื่องมือ

5. NGO - ไม่มองภาพลบ

6. หน่วยงานราชการ

7. กรมชลประทาน

- ต้องไม่มองข้ามความคิดของชาวบ้าน

- ต้องไม่คิดแทนชาวบ้าน

- ไม่ดูถูกภูมิปัญญาชาวบ้านมากเกินไป

8. ตัวแทน

- ไม่ได้ซื้อเสียงเข้ามา

- มีคุณภาพ

- เป็นตัวแทนจริง ๆ

- รู้ความเดือดร้อนทั้งหมดของชาวบ้าน

- รู้ความต้องการทั้งหมดของชาวบ้าน

- ต้องเป็นคนกลาง ทั้งได้ประโยชน์และเสียประโยชน์

9. ตัวแทน NGO

10. นักวิชาการ- มีความเป็นกลาง

11. สถาบัล

- มีความรู้

- มีความพร้อม

- มีการศึกษา

12. ผู้ได้รับผลกระทบด้านลบ

13. ผู้ได้รับประโยชน์

14. องค์กรพัฒนาเอกชน

15. ข้าราชการ

16. นักการเมือง

- มีคุณภาพ

- ไม่ได้ซื้อเสียงในการเลือกตั้ง

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ชาวบ้าน, ประชาชน, ผู้ได้รับผลกระทบด้านลบ

2. NGO, ตัวแทน NGO, องค์กรพัฒนาเอกชน

3.3 ดร.อภิชาติ อนุกุลอำไพ (10)

บริษัท เอ อาร์ คอนซัลแตนท์ จำกัด

1. ประชาชน

- มีความพร้อม

- มีความรู้เกี่ยวกับโครงการ
 - ความเป็นตัวของตัวเอง ไม่ถูกชักนำ
 - 2. ผู้ที่ได้ประโยชน์
 - 3. ชาวบ้าน
 - 4. กลุ่มผู้นำท่วม
 - 5. กลุ่มอพยพ
 - 6. กลุ่มที่ได้รับผลประโยชน์ - ต้องยอมเสีย
สละบางอย่างเพื่อชดเชยให้กับผู้ที่เสีย
ประโยชน์
 - 7. กลุ่มได้ประโยชน์
 - 8. ทุกคน
 - จะต้องมีการคิดว่าทรัพยากรทั้งหลายเป็น
ของส่วนรวม ไม่ได้เป็นของคนใด กลุ่มใด
กลุ่มหนึ่ง
 - ต้องคิดถึงส่วนรวม
 - 9. กลุ่มที่เสียผลประโยชน์
 - 10. กลุ่มที่จะถูกผลกระทบ
 - 11. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
 - 12. หน่วยงานที่ดูแลโครงการ
 - 13. บุคคลที่สาม
 - ให้ความช่วยเหลือถ้าชาวบ้านต้องการ
 - ไม่ควรไปชี้นำชาวบ้าน
 - 14. บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง
 - ให้ความช่วยเหลือถ้าชาวบ้านต้องการ
 - ไม่ควรไปชี้นำชาวบ้าน
 - 15. NGO
 - ให้ความสนับสนุนในด้านเทคนิค ข้อมูล
ถ้าชาวบ้านต้องการ
 - ไม่ควรไปชี้นำชาวบ้าน
 - 16. คนที่เดือดร้อนจริง ๆ
 - 17. คนที่จะต้องอยู่กับโครงการ
 - 18. คนในท้องถิ่น
 - 19. นักการเมือง - ไม่ควรไปชี้นำชาวบ้าน
 - 20. ตัวแทนตามตำแหน่งทางการ
 - 21. ตัวแทนโดยธรรมชาติ - ได้รับความ
นับถือ
 - 22. หน่วยงานที่ทำโครงการ
 - ต้องพูดอย่างตรงไปตรงมา
 - ไม่หลอกล่อชาวบ้านเป็นเครื่องมือ
 - ไม่บิดเบือนข้อมูล
 - พร้อมทั้งจะเผยแพร่ข้อมูล
 - 23. กลุ่มบุคคลที่สาม
 - ต้องมีจรรยาบรรณ
 - จะต้องเป็นกลาง ต้องพูดทั้งข้อดีข้อเสียให้
ชัด ไม่หมกเม็ด
 - 24. บริษัทที่ปรึกษาที่ทำงานกับโครงการ
 - ต้องมีจรรยาบรรณ
 - จะต้องเป็นกลาง ต้องพูดทั้งข้อดีข้อเสียให้
ชัด ไม่หมกเม็ด
 - 25. เจ้าของโครงการ
 - ต้องพยายามให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงการแก่
ประชาชนให้มากที่สุด
 - ความเป็นกลาง
 - ยึดผลประโยชน์ของส่วนรวมเป็นที่ตั้ง
 - ยึดความเป็นธรรมในการใช้ทรัพยากร
 - ให้การชดเชยที่เป็นธรรม
- คำเทียบเคียง ได้แก่
1. ประชาชน, ชาวบ้าน, กลุ่มผู้นำท่วม, กลุ่มอพยพ, กลุ่มที่เสียผลประโยชน์, กลุ่มที่

จะถูกผลกระทบ, คนที่เดือดร้อนจริง ๆ, คน
ที่จะต้องอยู่กับโครงการ, คนในท้องถิ่น
2. ผู้ที่ได้ประโยชน์, กลุ่มที่ได้รับผล
ประโยชน์, กลุ่มได้ประโยชน์
3. กลุ่มบุคคลที่สาม, บริษัทที่ปรึกษาที่
ทำงานกับโครงการ

3.4 ร.ศ.สุริชัย หวันแก้ว (11) คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. พวกที่จะไปสร้างโครงการขนาดใหญ่ซึ่ง
กระทบกับชีวิตชาวบ้าน
 - ต้องมีใจเป็นธรรม
 - มีความจริงใจ
 - มีความรับผิดชอบต่อการ
 - มีความรับผิดชอบต่อส่วนที่จะกระทบ
 กระเทือนต่อชีวิตที่เกี่ยวข้อง ความเป็นไป
ของระบบ
 - ต้องการชุมชน
 - เคารพประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม
ท้องถิ่น
 - ต้องให้เกียรติชุมชน
 - มีความพยายามในการเข้าถึงชุมชน
 - มีความพยายามในการรับฟังชาวบ้าน
2. ประชาชน
3. คนที่เสียประโยชน์
4. คนที่ได้ประโยชน์
5. คนที่โดนผลกระทบโดยตรง
6. คนที่โดนผลกระทบโดยอ้อม เช่น
ประชาชนทั้งประเทศ
7. NGO

- ไม่เน้นการมีส่วนร่วมในทางลบ เช่น
ประท้วง
 - ไม่คิดแค่ชาวบ้านถูกหมด รัฐบาลผิดหมด
 - ต้องมีประสบการณ์
 - มีความเข้าใจ
8. ข้าราชการ
 - ต้องมีมนุษยธรรม ไม่หลอกชาวบ้าน
 9. ทุกคน
 - ต้องยอมรับว่าทุกฝ่ายอยู่ในสถานะ อยู่บน
ฐานเดียวกัน
 - ต้องยอมรับทุกฝ่าย
 - ให้ความเคารพทุกฝ่าย
 - มองว่าทุกฝ่ายเสมอกัน
 - ให้เกียรติกัน
 - ไว้วางใจกัน

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ประชาชน, คนที่เสียประโยชน์, คนที่
โดนผลกระทบโดยตรง,

3.5 ดร.บัณฑิต อ่อนคำ (12) สถาบันเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาชนบท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ราชการ
 - ไม่มีอคติ
 - ไม่บิดเบียงประชาชน
 - มีความจริงใจ
2. คนในท้องถิ่น
3. คนที่ถูกรับผลกระทบ

4. คนที่มีอำนาจเปลี่ยนแปลง ตั้งแต่รัฐมนตรีขึ้นไป ถึง กรม. ถึง รัฐสภา

5. NGO

- ต้องได้รับการแต่งตั้ง มีอำนาจตามกฎหมาย ราชการให้ความเชื่อถือ มีสิทธิ์เข้าถึงข้อมูล

- มีความสามารถที่จะทำให้ชาวบ้านเข้าใจ

- ให้ข้อมูลทั้งสองอย่าง

6. ตัวแทนของชาวบ้าน

- เป็นคนที่ได้รับผลกระทบ

- เป็นคนที่ชาวบ้านเลือกขึ้นมาเอง

7. moderater - เป็นกลาง

8. ส.ส.

9. ชาวบ้าน

- ต้องมีความรู้

- มองข้อมูลให้เป็นวิทยาศาสตร์ได้

- ต้องยอม

10. ผู้นำ

- ต้องรู้เรื่องกฎหมาย

- รู้กลไกที่จะติดต่อภายนอก

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. คนในท้องถิ่น, คนที่ถูกผลกระทบ, ชาวบ้าน

3.6 ดร.ปริญญา นุตาลัย (13)

คณะวิศวกรรมโยธา

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

1. คนที่ได้รับผลกระทบ

2. คนที่ได้ประโยชน์

3. กรมชลประทาน - ควรจะปรึกษาหารือชาวบ้าน

4. ราชการ

- ไม่ทำงานเพียงเพื่อให้ถูกใจนาย

- ไม่ทำงานเพียงไม่ให้เกิดกฎหมายและระเบียบข้อบังคับ

- ทำงานเพื่อประโยชน์ของประชาชน

5. รัฐ

- ต้องพยายามทำความเข้าใจกับชาวบ้านตั้งแต่แรกเริ่ม

- ไม่คิดโครงการโดยไม่ปรึกษาชาวบ้าน

6. ฝ่ายที่ต้องการ - ต้องยอมเสียค่า

ประโยชน์

7. ผู้ที่ได้ประโยชน์ - ต้องจ่าย

8. ผู้ที่ได้รับผลกระทบ - ต้องได้รับการชดเชย

9. ทุกคน

- มีการศึกษามากขึ้น

- มีจริยธรรมสูงขึ้น

10. ประชาชน

- เป็นคนมีเหตุผล

- มีความคิดที่ถูกต้องตามทำนองคลองธรรม

- ไม่โลภจนเกินขอบเขตที่ตนมีสิทธิที่จะพึงมีพึงได้

- ไม่เกลียดรัฐบาล

11. ตัวแทน

- ต้องเป็นคนจากหลาย ๆ ฝ่าย

- ต้องเป็นคนที่ประชาชนไว้วางใจ

- ยึดความต้องการของส่วนรวมเป็นหลัก

- ไม่มีประโยชน์ส่วนตัวเข้าไปเกี่ยวข้อง

แอบแฝงแต่แน่นอน

- เป็นคนมีความรู้

- เป็นคนมีจริยธรรม

12. (ไม่ควรร่วม) คนที่เอาประโยชน์ส่วนตัวหรือผู้พวกพ้องของตน

13. ตัวแทนของประชาชน

- เป็นคนมีความรู้

- เห็นแก่ประโยชน์ส่วนรวม

- เป็นคนดี

- รู้จักความถูกต้องตามทำนองคลองธรรม

- รู้จักว่าความเป็นธรรมอยู่ตรงไหน

14. ชาวบ้าน - ต้องมองส่วนรวมคววจะประสานประโยชน์ทั้งหมดได้อย่างไร โดยไม่ให้มีผลกระทบ

15. ผู้นำสังคมในแต่ละชุมชน

- มีความคิดสร้างสรรค์ คิดว่าบ้านเมืองเป็นของเราทุกคน

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. คนที่ได้รับผลกระทบ, ผู้ที่ได้รับผลกระทบ, ชาวบ้าน

2. คนที่ได้ประโยชน์, ฝ่ายที่ต้องการ, ผู้ที่ได้ประโยชน์

- ให้เกียรติประชาชน

- เปิดเผยทุกสิ่งทุกอย่างให้ประชาชนทราบ

- ต้องถือว่าแผ่นดินนี้เป็นของประชาชน

และโครงการเหล่านั้นเป็นโครงการของประชาชน

2. ผู้ที่ได้รับผลกระทบ

3. นักวิชาการ

- ไม่หากินกับความเดือดร้อนของประชาชน โดยการทำ EIA เพื่อผลประโยชน์ของเจ้าของโครงการ

- ต้องทำ EIA เพื่อประชาชนด้วย

4. NGO

5. รัฐบาล - มีความรู้ในเรื่องสิ่งแวดล้อมทรัพยากร

6. หน่วยงานต่าง ๆ

- ไม่อยู่ฝ่ายตรงข้ามประชาชนหมด

- ไม่เห็นประชาชนเป็นตัวร้ายหมด

7. รัฐ

- มีจิตสำนึกต่อประชาชนและทรัพยากร

- เคารพประชาชน

- ให้เกียรติประชาชน

8. เจ้าของโครงการ - มีความจริงใจต่อแผ่นดิน ต่อประชาชน

4.1 พิธีฐานัน พัทลุง (14)

เลขาธิการ มูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืชแห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์

1. ราชการ

- ไม่กดขี่หรือหลอกลวงประชาชนในเรื่องของข้อมูล

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. รัฐ, รัฐบาล

4.2 ไซมอนส์ เศรษฐศาสตร์ (15)

ผ่านนโยบายและวิชาการ
มูลนิธิคุ้มครองสัตว์ป่าและพรรณพืช
แห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์

1. ผู้ที่มีส่วนได้รับผลกระทบโดยตรงจากการกระทำของโครงการ
2. หน่วยงานที่มีการทำงานที่เกี่ยวข้อง
3. ชาวบ้านที่ได้รับผลกระทบโดยตรง
4. องค์กรที่เกี่ยวข้องทางด้านสิ่งแวดล้อม
5. ผู้ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหัวข้อ เช่น ในเรื่อง เศรษฐศาสตร์
6. องค์กรต่าง ๆ
7. สาธารณชน
8. องค์กรที่เกี่ยวข้อง
9. ชาวบ้านที่ได้รับผลกระทบ
10. องค์กรของชาวบ้านที่ได้รับผลกระทบ
11. ชาวบ้าน - ไม่จำกัดความรู้
12. หน่วยงานที่เป็นกลางที่จะทำ EIA ซึ่งประกอบด้วยคนจากหลาย ๆ ฝ่าย ได้แก่ สถาบันวิชาการ นักวิชาการ ตัวแทนชาวบ้าน หน่วยงานสิ่งแวดล้อมของรัฐ
13. หน่วยงานราชการด้านป่าไม้
 - ไม่ควรมองว่าคุณค่าของป่าคือเป็นซุง
 - ต้องเห็นคุณค่าของป่าต่อชาวบ้านและความหลากหลายทางชีวภาพ
14. บริษัททำ EIA
 - ต้องมีคนที่มีความรู้ทางด้านคุณค่า ความหลากหลายทางชีวภาพ
 - ไม่อคติ
 - ไม่ประเมินคุณค่าความหลากหลายทาง

ชีวภาพต่ำเกินจริง

15. ราชการ

- คิดโครงการบนพื้นฐานของการตอบสนองผลประโยชน์สูงสุดของส่วนรวม
- ไม่ดำเนินโครงการเพียงเพื่อผลประโยชน์ทางธุรกิจ

- ไม่ดำเนินโครงการเพียงเพื่อให้องค์กรตัวเองอยู่รอด

16. ผู้ที่มีส่วนในการคิดโครงการ - ไม่คิดแบบทัศนคติของวิศวกร อยากจะทำโครงการใหญ่เพื่อความภูมิใจ

17. องค์กรชาวบ้าน

- มีการจัดตั้ง
- รับรู้ปัญหา
- มีการต่อสู้

18. รัฐ - ให้อำนาจแก่ชาวบ้านในการต่อสู้เพื่อปกป้องทรัพยากร

19. สภาตำบล

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ผู้ที่มีส่วนได้รับผลกระทบโดยตรงจากการกระทำของโครงการ, ชาวบ้านที่ได้รับผลกระทบโดยตรง, ชาวบ้านที่ได้รับผลกระทบ, ชาวบ้าน

4.3 รตยา จันทรเทียร (16)

ประธานมูลนิธิสืบนาเคเสถียร

1. สื่อมวลชนทั้งทางโทรทัศน์และสื่อทางหนังสือพิมพ์
2. คนที่ได้รับผลกระทบ

3. คนที่ได้รับผลกระทบโดยตรง
4. คนที่เป็นส่วนตรงกลาง - เป็นตัวแทนของประชาชนจริง ๆ
5. กรรมการตัวแทนที่จะติดตามผลการดำเนินโครงการ
6. คนที่ได้ตรง
7. คนที่เสียตรง
8. คนกลางที่จะออกมาพูด
 - เป็นประชาชนที่เป็นผู้รู้ อย่างเช่น นักวิชาการ
 - เป็นคนที่เข้าใจ เรื่อง เคยเห็นตัวอย่างในเรื่องนี้
9. คนออกมาพูด
 - เป็นประชาชนอีกกลุ่มหนึ่ง
 - จะต้องเสียสละ
10. ข้าราชการ
11. นักการเมืองที่ใกล้ชิดกับโครงการ
12. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับ EIA
 - ต้องมีทัศนคติว่าควรเปิดเผยข้อมูลให้ประชาชนเข้ามาร่วมรับรู้ด้วย

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. คนที่เป็นส่วนตรงกลาง, ตัวแทนของประชาชน, กรรมการตัวแทน
2. คนที่ได้รับผลกระทบ, คนที่ได้รับผลกระทบโดยตรง, คนที่เสียตรง

4.4 ดร.สมฤดี นิโครวัฒนยิ่งยง (17)
นักวิจัยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย

1. NGO

- มีประสบการณ์จากที่อื่นมา
- 2. ประชาชน - ต้องรู้กฎหมาย โวยได้ถ้ามีการฝ่าฝืนกฎหมาย
- 3. คนที่โดนผลกระทบ
- 4. คนที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่
- 5. รัฐ - รับฟังประชาชน
- 6. สื่อ
- 7. คนในท้องถิ่น

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ประชาชน, คนที่โดนผลกระทบ, คนที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่, คนในท้องถิ่น

4.5 ศยามล ไกรยูรวงศ์ (18)
โครงการฟื้นฟูชีวิตและธรรมชาติ

1. ประชาชนที่ได้รับผลกระทบ
2. ชาวบ้าน
 - ไม่จำเป็นต้องมีความรู้แบบตะวันตก
3. คนทั่วไป - นึกถึงคนอื่น ไม่ใช่ถึงแต่ตัวเราเอง
4. NGO
5. คนที่ได้รับผลกระทบ
6. กลุ่มองค์กรของชาวบ้าน
7. คณะกรรมการหมู่บ้าน
8. องค์กรชุมชน
9. กำนัน
 - ให้ข้อมูลที่เป็นจริง
 - ไม่ปิดบังข้อมูล
 - ไม่ฮั้วกับเจ้าหน้าที่กรมชลประทานหรือผู้รับเหมา

10. ผู้ใหญ่บ้าน
 - ให้ข้อมูลที่เป็นจริง
 - ไม่ปิดบังข้อมูล
 - ไม่ฮั้วกับเจ้าหน้าที่กรมชลประทานหรือผู้รับเหมา
11. เจ้าหน้าที่ราชการในส่วนของจังหวัดหรืออำเภอ
 - มีทัศนคติที่เป็นกลาง
 - ให้ข้อมูลที่เป็นด้านดีและไม่ดีของเขื่อน
12. ประชาชน - รู้ข้อมูลจากสื่อมวลชนเอง ไม่ต้องพึ่งพาจากสื่อมวลชนที่จะเข้าไปหรือจากองค์กรเอกชน
13. สถาบันการศึกษาในท้องถิ่น เช่น วิทยาลัยครู
14. เจ้าหน้าที่ของรัฐ
 - ต้องมีทัศนคติว่ามีหน้าที่ต้องให้ข้อมูล
 - ต้องถือว่าเป็นสิทธิของชาวบ้านที่จะรู้ข้อมูลจากรัฐ เพื่อให้เกิดการตรวจสอบ
15. กฟผ.
16. กรรมการผู้ชำนาญการ
17. นักวิชาการ
 - ต้องพูดอย่างเป็นกลาง
 - ให้ข้อมูลอย่างเป็นกลาง
18. รัฐบาล
19. สื่อมวลชน
20. ทุก ๆ กลุ่ม
 - เป็นกลาง
 - ยึดประโยชน์ของประชาชนเป็นหลัก
 - นึกถึงคนอื่น ไม่นึกแต่ตัวเอง
 - คัดสินบนพื้นฐานของเหตุผล

- ให้ข้อมูลทั้งสองด้าน

21. ผู้ที่มีหน้าที่ให้ข้อมูล - ไม่ตัดสินใจแทนใคร
22. สถาบันการศึกษา - ต้องอิสระในการวิจัย
23. ส.พ.

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ชาวบ้าน, คนทั่วไป, ประชาชนทั่วไป
2. ประชาชนที่ได้รับผลกระทบ, คนที่ได้รับผลกระทบ
3. กลุ่มองค์กรของชาวบ้าน, คณะกรรมการหมู่บ้าน, องค์กรชุมชน

4.6 ประสิทธิภาพ ภาพยนตร์ (19)
โครงการฝึกอบรมเยาวชนเพื่อการพัฒนา
(YT)

1. ตัวแทน
2. กลุ่มธรรมชาติ
 - มีความเข้มแข็ง มีประสบการณ์หรือผ่านงาน
3. องค์กรที่เป็นต้นสังกัดของโครงการ
4. หน่วยงานราชการ
5. หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ
6. นักวิชาการท้องถิ่น
7. ปัญญาชนท้องถิ่น
8. กลุ่มองค์กรที่อยู่ในท้องถิ่น
9. เจ้าของโครงการ
10. หน่วยงานที่รับผิดชอบ
11. ระบบราชการ

- เข้าใจเรื่องสิทธิขั้นพื้นฐานของกลุ่มชุมชน

12. ภาคประชาชน

- เข้าใจในเรื่องสิทธิการรับรู้ของตัวเอง
- ต้องรวมกลุ่มกันได้

13. ชาวบ้าน

- รู้ว่าตัวเองมีสิทธิที่จะรับรู้ข่าวสาร
- ทำความเข้าใจกับโครงการ

14. กลุ่มบริษัทที่ปรึกษา

15. กลุ่มราชการที่ลงไปศึกษา

16. กลุ่มองค์กรชาวบ้าน

17. กลุ่มหรือหน่วยงานอิสระที่เข้าไปชี้แจงข้อมูลแก่ชาวบ้าน

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. องค์กรที่เป็นต้นสังกัด, เจ้าของโครงการ, หน่วยงานที่รับผิดชอบ
2. กลุ่มองค์กรที่อยู่ในท้องถิ่น, กลุ่มองค์กรชาวบ้าน

5.1 เสริมศักดิ์ สร้างวัฒนธรรม (20)

ต.หนองบัว อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี

1. ราษฎรอาสาสมัคร
2. ตัวแทน
 - ไม่จำเป็นต้องมีการศึกษาสูง
 - เป็นชาวไร่
3. ข้าราชการ
 - ต้องไม่กลัวว่าชาวบ้านรู้ข้อมูลแล้วจะต่อต้าน
 - ต้องอยากให้ชาวบ้านเข้าร่วม

5.2 บรรจง สละเจริญ (21)

ต.หนองบัว อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี

1. ตัวแทนของฝ่ายชาวบ้าน
2. ชาวบ้านธรรมดา
3. ข้าราชการ
 - เปิดโอกาสให้ชาวบ้านรับรู้ข้อมูลข่าวสาร
 - มีความบริสุทธิ์ใจ
 - ไม่ปิดบังข่าวสาร
 - ให้ความสนใจคนในพื้นที่
4. ตัวแทนราษฎร
 - สามารถเจรจา ติดต่อโต้ตอบโต้แย้งกับหน่วยราชการได้ทัน
 - ไม่ใช่อารมณ์หรือโมโหในการพูดคุย
5. ตัวเชื่อม เช่น กำนัน ตัวแทนของฝ่ายชาวบ้าน

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ตัวแทนของฝ่ายชาวบ้าน, ตัวแทนราษฎร, ตัวเชื่อม

5.3 วีระ เปลวเทียนยิ่งทวี (22)

กำนัน ต.หนองบัว อ.พัฒนานิคม จ.ลพบุรี

1. ผู้ว่าราชการจังหวัด
 - ต้องผ่อนปรน ประนีประนอมกับชาวบ้าน
 - ไม่ใช่ความรุนแรงกับชาวบ้าน
2. ข้าราชการ
 - มีท่าทีไม่แข็งกร้าว พูดคุยกันได้
 - ไม่เหยียบย่ำคนอื่นขึ้น หวังแต่จะทำผลงานให้ได้



5.4 นายศรีมูล ชันทะบุตร (23)
สารวัตรกำนัน บ้านดอนชัย
ต.สะเคียบ อ.สอง จ.แพร่

1. ผู้หลักผู้ใหญ่ - เป็นกลาง
2. นักวิชาการ
3. นักการเมือง
4. องค์กรพัฒนาเอกชน
5. นักอนุรักษ์
6. คนเข้าร่วม
 - มีความเป็นกลาง
 - เป็นคนท้องถิ่น
7. อาจารย์ - เป็นกลาง

5.5 นายชุม สะเคียบคง (24)
กำนันตำบลสะเคียบ อ.สอง จ.แพร่

1. ชาวบ้าน
2. คนในพื้นที่
 - เป็นผู้เฝ้าในท้องถิ่น
 - มีความรู้ความสามารถในพื้นที่
 - เป็นที่นับถือ
 - เป็นคณะกรรมการ
3. คนนอกพื้นที่
4. นักวิชาการ
5. คนที่มีความรอบรู้

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. ชาวบ้าน, คนในพื้นที่

5.6 นายเล้ง ขวัญยืน (25)
หมู่ที่ 1 บ้านดอนชัย ต.สะเคียบ อ.สอง
จ.แพร่

1. นักวิชาการ
2. นักกฎหมาย
3. องค์กรเอกชน
4. ชาวบ้านทั้งสองฝ่าย
5. คนที่เข้าร่วม
 - มีความรับผิดชอบ
 - พุดแล้วต้องทำได้
6. ตัวแทนที่ชาวบ้านเลือกมา
 - เป็นคนหรือองค์กรที่ชาวบ้านเห็นว่ายุติธรรม ให้ความเป็นธรรมแก่ชาวบ้าน
 - มีคุณธรรม
 - มีความเป็นกลางต่อชาวบ้าน
 - รู้ความเป็นอยู่ ธรรมชาติ วัฒนธรรมของชาวบ้าน
 - ใกล้ชิดชาวบ้าน
7. องค์กรของชาวบ้าน

5.7 พ่อจุ่น วงษ์ศิริ (26)
บ้านดอนสำราญ จ.อุบลราชธานี

1. ตัวแทนชาวบ้าน
 - ได้รับเลือกจากชาวบ้าน
 - ได้ความไว้วางใจจากกลุ่ม
2. ประชาชนในหมู่บ้านทุกคน
3. คนที่จะได้ประโยชน์
4. นักวิชาการ
5. องค์กรพัฒนาเอกชน

5.8 พ่อปิ่น วงษ์แดง (27)
บ้านคอนสวรรค์ อ.โขงเจียม
จ.อุบลราชธานี

1. ชาวบาน
2. คนที่เสียประโยชน์
3. คนที่ได้ประโยชน์
4. คนนอก เช่น นักวิชาการ, องค์กรพัฒนาเอกชน, ส.ส.
5. ตัวแทนที่ชาวบ้านเลือก
 - ฉลาด
 - รู้จักข้อมูล รวบรวมละเอียดเรื่องโครงการ
 - กล้าพูดกล้าทำ
 - เสียสละ

5.9 พ่อเฮ้า จูมทอง (28)
บ้านทรายมูล อ.พิบูลมังสาหาร
จ.อุบลราชธานี

1. คนที่ได้รับความเดือดร้อน
2. กรรมการหมู่บ้าน
3. คนที่ได้ประโยชน์
4. รัฐ
5. ประชาชน
6. ผู้เสียหาย
7. นักวิชาการ
8. องค์กรพัฒนาเอกชน
9. ผู้เสียประโยชน์
10. ผู้ที่ไม่เสียประโยชน์
11. ตัวแทนที่ชาวบ้านเลือก
12. ตัวแทนรัฐบาล

13. คนกลาง - เป็นอาจารย์ นักวิชาการที่มีความสัมพันธ์

คำเทียบเคียง ได้แก่

1. คนที่ได้รับความเดือดร้อน, ผู้เสียหาย, ผู้เสียประโยชน์

5.10 นายอุทัย น้อยเจริญ (29)
ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 3 ต.มะกอกหวาน
อ.ชัยบาดาล จ.ลพบุรี

1. คณะกรรมการ
2. กรรมการฝ่ายรัฐบาล
3. กรรมการสามฝ่ายซึ่งจะให้ฝ่ายที่สามเป็นคนตัดสินใจถ้าสองฝ่ายตกลงกันไม่ได้
4. ประชาชน

ภาคผนวก ข
โปรแกรมที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล

/* main.pro */

nowarnings

code = 2000

domains

who, charac, informer, group, synonym = symbol.

informer_no = integer.

charac_list = charac*.

synonym_list = synonym*.

list, list3 = informer_no*.

who_list = who*.

database

should_participate(who, charac_list, informer_no).

should_not_participate(who, charac_list, informer_no).

is_a(informer_no, informer, group).

synonym_db(synonym_list, informer_no).

predicates

menu.

sub_menu.

end.

do_method(integer).

do_opt.

do_cho.

do_option(integer).

do_choice(integer).

do11(integer).

do14(integer).

write112(integer).

write115(integer).

write122(integer).

```

write125(integer).
select(integer).
check_synonym21(integer,synonym).
check_synonym22(integer,synonym,symbol).
check_synonym23(integer,synonym,symbol).
member(symbol, charac_list).
member(symbol, synonym_list).
member(symbol, who_list).
print(charac_list).
print(synonym_list).
charac_print(synonym_list,integer).
charac_print_test(synonym_list,integer).
length(synonym_list,integer).
length(charac_list, integer).
length(list3,integer).
length(list,integer).
continue.
continue_11(integer).
continue_14(integer).
find_13(list3).
find_16(list3).
findn_13(list3).
findn_16(list3).
find_211(list3,symbol).
find_212(list3,symbol).
find_231(list3,symbol,symbol).
find_232(list3,symbol,symbol).
answer_13(list3).
answer_16(list3).
answer_n_13(list3).
answer_n_16(list3).
answer_211(list3,symbol).
answer_212(list3,symbol).
answer_231(list3,symbol,symbol).

```

```

answer_232(list3,symbol,symbol).
goal_13(integer).
goaln_13(integer).
goal_21(integer,symbol).
goal_23(integer,symbol,symbol).
done.                                /* กลุ่มเพรดิเคทที่ใช้ในการสืบค้นข้อขัดแย้ง*/
do(who_list,who).
x_conflict(list,who,who_list).
s_conflict(list,who,who_list).
do_goal(who,who).
s_goal(informer_no,who).
x_goal(informer_no,who).
do_answer(who_list).
s_answer(list,who,who_list).
x_answer(list,who,who_list).
del_repeat(who_list,who_list).
add(who_list,who_list).
reverse(who_list,who_list).
reverse0(who_list,who_list,who_list).
write_name.                          /* แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์พร้อมทั้งรหัส*/

```

clauses

```

should_participate("นักสิ่งแวดล้อม",[],1).
should_participate("กลุ่มที่ต้องเสียประโยชน์","[เสียสละ]",1).
should_participate("ส.พ.",[],1).
should_participate("สภาพัฒน์",[],1).
should_participate("คณะรัฐมนตรี",[],1).
should_participate("ผู้ที่ได้รับผลกระทบ",[],1).
should_participate("ตัวแทนผู้ที่ได้รับผลกระทบ",[],1).
should_participate("ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากโครงการของ กฟผ.",[],1).
should_participate("กฟผ.",[],1).
should_participate("สังคมท้องถิ่น",[],1).
should_participate("ประชาชนผู้เกี่ยวข้อง",[],1).
should_participate("ชุมชน",[],1).
should_participate("กลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบ","[เสียสละเพื่อส่วนรวม]",1).

```

should_participate("ตัวแทนของกลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบ",["เสียสละเพื่อส่วนรวม"],1).
 should_participate("หน่วยงานราชการส่วนกลางที่เกี่ยวข้องทุกหน่วย",[],1).
 should_participate("หน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องทุกหน่วย",[],1).
 should_participate("สำนักงานสิ่งแวดล้อมฯ",[],1).
 should_participate("กรมชลประทาน",[],1).
 should_participate("กรมประมง",[],1).
 should_participate("กรมป่าไม้",[],1).
 should_participate("NGO",[],1).
 should_participate("สื่อมวลชน: หนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ วิทยุ",[],1).
 should_participate("กลุ่มอาชีพอื่นที่อยู่ท้ายน้ำลงไป",[],1).
 should_participate("กลุ่มอาชีพต่าง ๆ",[],1).
 should_participate("ทุกฝ่าย",[],1).
 should_participate("ทุกคน",[],1).
 should_participate("คนที่เข้าร่วม",["มีความรู้ระดับปริญญาตรี", "ตัดสินใจโดยมองสองข้างได้", "มองหัว
 มองก้อยแล้วตัดสินใจ", "ซึ่งใจได้ ไม่โดนจุกจุก", "มีความเชื่อมั่นในตนเอง", "มีความรับผิดชอบต่อตัวเอง", "จริงใจ", "
 ใจกว้าง", "มีความพร้อม"],1).
 should_participate("ตัวแทน",["เป็นตัวแทนในระบบตัวแทนตามระบอบประชาธิปไตย",
 "เป็นคนที่มีความรู้ดีที่สุดของกลุ่มอาชีพหนึ่ง", "มีความเหมาะสม", "ซื่อสัตย์สุจริต", "ไม่คดโกง", "ไม่รับเงินสินจ้างมา
 ล้มโครงการ", "ไม่อคติ"],1).
 should_participate("กำนัน",["ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทน"],1).
 should_participate("ผู้ใหญ่บ้าน",["ได้รับการคัดเลือกเป็นตัวแทน"],1).

 should_participate("คณะกรรมการ",[],29).
 should_participate("กรรมการฝ่ายรัฐบาล",[],29).
 should_participate("กรรมการสามฝ่าย ให้ฝ่ายที่สามเป็นคนตัดสินใจถ้าสองฝ่ายตกลงกันไม่ได้",[],29).
 should_participate("ประชาชน",[],29).

 should_not_participate("NGO เลว ๆ ที่รับจ้างล้มโครงการ",[],1).
 should_not_participate("ชาวบ้านที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน",[],1).
 should_not_participate("นักการเมืองที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน",[],1).
 should_not_participate("ข้าราชการท้องถิ่นที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน",[],1).
 should_not_participate("นายทุนมิถุนาชีพที่เข้าไปยึดพื้นที่หวังค่าทดแทน",[],1).
 should_not_participate("กลุ่มผลประโยชน์",[],1).

```

.....
.....
should_not_participate("คนที่เอาประโยชน์ส่วนตัวหรือส่วนพ้องของตน",[],13).

is_a(1, "มนตรี สุวรรณมนตรี","กฟผ.").
is_a(2, "กิตติ คัมภีระ","กฟผ.").

.....
.....
is_a(29, "อุทัย น้อยเจริญ","ชาวบ้าน").

synonym_db(["กลุ่มที่ต้องเสียประโยชน์","ผู้ที่ได้รับผลกระทบ","ประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากโครงการของ กฟผ.", "กลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบ"],1).
synonym_db(["ผู้ที่เข้าร่วม","คนที่เข้าร่วม"],2).
synonym_db(["ผู้นำชุมชน","ตัวแทน"],2).

.....
.....
synonym_db(["คนที่ได้รับความเดือดร้อน","ผู้เสียหาย","ผู้เสียประโยชน์"],28).

/* รายการทางเลือก */
menu :-
clearwindow,
makewindow(1,7,2," Display Result ",0,0,24,80), /* สร้างหน้าต่างแสดงผลขนาดพอดีกับหน้าจอ */
write("      ตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลจากโปรแกรม๓",
"      ท่านต้องการสืบค้นข้อมูลโดยวิธีการจับคู่ในเรื่องใด๓",
"      1 : สืบค้นข้อมูลในฐานความรู้๓",
"      2 : สืบค้นว่ามีผู้ใดบ้างที่มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งเห็นว่าการ๓",
"      และไม่ควรให้เข้าร่วม๓",
"      3 : ค้นหาเทียบเคียง (synonym)๓",
"      4 : ออกจากโปรแกรม๓",
"      กรุณาใส่หมายเลขของทางเลือกที่ท่านต้องการสืบค้น๓",
"      หากท่านต้องการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบอื่นที่ต่างไปจากนี้๓",
"      เช่น ตรวจสอบว่าประโยคคำถามเป็นจริงหรือไม่๓",
"      กรุณาเลือกหมายเลข 4 เพื่อให้โปรแกรมสามารถรับคำถามจากภายนอกได้๓"),
readint(Method), nl,

```

```

do_method(Method).

do_method(1) :-
    write(" กรุณาเลือกฐานข้อมูลที่ท่านต้องการสืบค้น \n\n",
        " 1. ผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะ \n",
        " 2. ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะ\n"),
    readint(Number),
    Number = 1,
    do_opt, end
;
do_cho, end.

do_method(2) :- done.
do_method(3) :-
    write("          รายการทางเลือกมีดังนี้\n",
        " 1: ตรวจสอบคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน\n",
        " 2: ตรวจสอบคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใดคนหนึ่ง\n",
        " 3: ตรวจสอบคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง\n"),
    readint(Number),
    select(Number).

do_method(4) :-
    exit.

do_opt :-
    write("          รายการทางเลือกมีดังนี้",
        "1: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน\n",
        "2: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์",
        "   คนใดคนหนึ่ง\n",
        "3: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์",
        "   กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง\n",
        "4: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของ",
        "   ผู้ให้สัมภาษณ์ ทุกคน\n",
        "5: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของ",
        "   ผู้ให้สัมภาษณ์ คนใดคนหนึ่ง\n",
        "6: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของ",
        "   ผู้ให้สัมภาษณ์ กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง\n",
        "7: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้...(ผู้ที่เราคิดว่าควรมี)",

```

```

" ส่วนร่วม) มีส่วนร่วม๓",
"8: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้...(ผู้ที่เราคิดว่าควรมี๓",
" ส่วนร่วม) ซึ่งมีลักษณะ...(คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม๓",
"9: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้คนซึ่งมีลักษณะ...๓",
" (คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม๓",
"10: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้คนซึ่งมีลักษณะ...๓",
" (คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม และรายชื่อของ๓",
" คนที่มีลักษณะเช่นนี้ด้วย๓"),
readint(Number),
do_option(Number)
;
end.
do_cho :-
write("          รายการทางเลือกมีดังนี้๓",
" 1: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน๓",
" 2: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์๓",
"   คนใดคนหนึ่ง๓",
" 3: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์๓",
"   กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง๓",
" 4: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและลักษณะในความคิดเห็นของ๓",
"   ผู้ให้สัมภาษณ์ ทุกคน๓",
" 5: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและลักษณะในความคิดเห็นของ๓",
"   ผู้ให้สัมภาษณ์ คนใดคนหนึ่ง๓",
" 6: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและลักษณะในความคิดเห็นของ๓",
"   ผู้ให้สัมภาษณ์ กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง๓",
" 7: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้...(ผู้ที่เราคิดว่าไม่ควร๓",
"   ให้มีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม๓",
" 8: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้...(ผู้ที่เราคิดว่าไม่ควร๓",
"   ให้เข้าร่วม) ซึ่งมีลักษณะ...(ลักษณะของผู้ที่ไม่ควรเข้าร่วม) มีส่วนร่วม๓",
" 9: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้คนซึ่งมีลักษณะ...๓",
"   (ลักษณะของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม๓",
"10: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้คนซึ่งมีลักษณะ...๓",
"   (ลักษณะของผู้ที่ไม่ควรเข้าร่วม) มีส่วนร่วม และรายชื่อของคนที่มี๓",
"   ลักษณะเช่นนี้๓"),

```

```

readint(Number),
do_choice(Number)
;
end.

/* การสลับคนแบบจับคู่ */
/* จับคู่ของ should_participate */
do_option(1) :-
    do11(0).
do_option(2) :-
    write_name,
    write(" กรุณาใส่รหัสของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการทราบความคิดเห็น\n"),
    readint(Informer_no),
    is_a(Informer_no,Informer,Group),
    write(" ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group,
    "\n เห็นว่าผู้ที่ควรเข้าร่วม มีดังนี้ คือ \n\n"),
    write112(Informer_no).
do_option(3) :-
    find_13(X).
do_option(4) :-
    do14(0).
do_option(5) :-
    write_name,
    write(" กรุณาใส่รหัสของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการทราบความคิดเห็น\n"),
    readint(Informer_no),
    is_a(Informer_no,Informer,Group),
    write(" ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group,
    "\n เห็นว่าผู้ที่ควรเข้าร่วมควรมีลักษณะดังนี้ คือ \n\n"),
    write115(Informer_no).
do_option(6) :-
    find_16(X).
do_option(7) :-
    write(" กรุณาใส่ชื่อผู้ที่ท่านต้องการทราบว่าผู้ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
    " เห็นว่าควรมีส่วนร่วม\n"),

```

```

readln(Who),
write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่า ",Who," ควรมีส่วนร่วม มีดังนี้ คือ \n"),
should_participate(Who,_,Informer_no),
is_a(Informer_no,Informer,Group),
write("- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group),nl,fail.

```

do_option(8) :-

```

write(" กรุณาใส่ชื่อผู้ที่ท่านต้องการทราบว่ามีผู้ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
      " เห็นว่าควรมีส่วนร่วม\n"),
readln(Who),
write(" กรุณาใส่ลักษณะของผู้ที่ท่านต้องการทราบว่ามีผู้ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
      " เห็นว่าควรมีส่วนร่วม\n"),
readln(Charac),
write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่า ",Who," ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ ",Charac,
      "\n ควรมีส่วนร่วม มีดังนี้\n"),
should_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
member(Charac,Charac_list),
is_a(Informer_no,Informer,Group),
write("- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group),nl,fail.

```

do_option(9) :-

```

write(" กรุณาใส่ลักษณะที่ท่านต้องการทราบว่ามีผู้ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
      " เห็นว่าผู้ที่ควรมีส่วนร่วมต้องมีลักษณะแบบนี้\n"),
readln(Charac),
write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าคนที่ควรมีส่วนร่วมต้องมีลักษณะดังนี้ คือ\n",Charac,
      " ได้แก่\n"),
should_participate(_,Charac_list,Informer_no),
member(Charac,Charac_list),
is_a(Informer_no,Informer,Group),
write("- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group),nl,fail.

```

do_option(10) :-

```

write(" กรุณาใส่ลักษณะที่ท่านต้องการทราบว่ามีผู้ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
      " เห็นว่าผู้ที่ควรมีส่วนร่วมต้องมีลักษณะแบบนี้\n"),
readln(Charac),
write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าคนที่ควรมีส่วนร่วมต้องมีลักษณะดังนี้ คือ\n",
      Charac," ได้แก่\n"),

```

```

should_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
member(Charac,Charac_list),
is_a(Informer_no,Informer,Group),
write("\n- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group,
      "\n โดยผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและมีลักษณะแบบนี้ ได้แก่"),
write(" ",Who),fail.

/* จีบคู่ของ should_not_participate */
do_choice(1) :-
    write(" ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วม มีดังนี้\n"),
    should_not_participate(Who,_Informer_no),
    write(" ",Who,""), fail.
do_choice(2) :-
    write_name,
    write(" กรุณาใส่รหัสของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการทราบความคิดเห็น\n"),
    readint(Informer_no),
    is_a(Informer_no,Informer,Group),
    write(" ",Informer," สังกัดกลุ่ม ",Group,
      "\n เห็นว่าผู้ที่ไม่ควรเข้าร่วม มีดังนี้ คือ \n\n"),
    write122(Informer_no).
do_choice(3) :-
    findn_13(X).
do_choice(4) :-
    write("ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและลักษณะ มีดังนี้\n"),
    should_not_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
    write("- ",Who,""),print(Charac_list),fail.
do_choice(5) :-
    write_name,
    write(" กรุณาใส่รหัสของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการทราบความคิดเห็น\n"),
    readint(Informer_no),
    is_a(Informer_no,Informer,Group),
    write(" ",Informer," สังกัดกลุ่ม ",Group,
      "\n เห็นว่าผู้ที่ไม่ควรเข้าร่วม มีลักษณะดังนี้ คือ \n\n"),
    write125(Informer_no).

```

do_choice(6) :-

findn_16(X).

do_choice(7) :-

write(" กรุณาใส่ชื่อผู้ที่ท่านต้องการทราบว่ามิใช่ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
" เห็นว่าไม่ควรให้มีส่วนร่วม\n"),

readln(Who),

write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่า ",Who," ไม่ควรมีส่วนร่วม มีดังนี้ คือ \n"),

should_not_participate(Who,_,Informer_no),

is_a(Informer_no,Informer,Group),

write("- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group),nl,fail.

do_choice(8) :-

write(" กรุณาใส่ชื่อผู้ที่ท่านต้องการทราบว่ามิใช่ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
" เห็นว่าไม่ควรให้มีส่วนร่วม\n"),

readln(Who),

write(" กรุณาใส่ลักษณะของผู้ที่ท่านต้องการทราบว่ามิใช่ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
" เห็นว่าไม่ควรให้มีส่วนร่วม\n"),

readln(Charac),

write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่า ",Who," ซึ่งมีลักษณะดังนี้ คือ ",Charac,
"\n ไม่ควรมีส่วนร่วม มีดังนี้\n"),

should_not_participate(Who,Charac_list,Informer_no),

member(Charac,Charac_list),

is_a(Informer_no,Informer,Group),

write("- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group),nl,fail.

do_choice(9) :-

write(" กรุณาใส่ลักษณะที่ท่านต้องการทราบว่ามิใช่ให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
" เห็นว่าผู้ที่มีลักษณะแบบนี้ไม่ควรมีส่วนร่วม\n"),

readln(Charac),

write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าผู้ที่มีลักษณะดังนี้ คือ ",Charac,
"\n ไม่ควรมีส่วนร่วม ได้แก่\n"),

should_not_participate(_,Charac_list,Informer_no),

member(Charac,Charac_list),

is_a(Informer_no,Informer,Group),

write("\n- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group),nl,fail.

do_choice(10) :-

```

write(" กรุณาใส่ลักษณะที่ท่านต้องการทราบว่าผู้มีให้สัมภาษณ์ท่านใดบ้าง\n",
      " เห็นว่าผู้ที่มิมีลักษณะแบบนี้ไม่ควรมีส่วนร่วม\n"),
readln(Charac),
write(" ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าผู้ที่มีลักษณะดังนี้ คือ ",
      Charac," \n ไม่ควรมีส่วนร่วม ได้แก่\n"),
should_not_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
member(Charac,Charac_list),
is_a(Informer_no,Informer,Group),
write("\n- ",Informer," สังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group,
      "\n โดยผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและมีลักษณะแบบนี้ ได้แก่"),
write(" ",Who),fail.

write112(Informer_no) :-
    should_participate(Who,_,Informer_no),
    write(" ",Who," "), fail.

write115(Informer_no) :-
    is_a(Informer_no,_,_),
    should_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
    write(" - ",Who," : "),print(Charac_list),fail.

write122(Informer_no) :-
    should_not_participate(Who,_,Informer_no),
    write("- ",Who," "),nl,fail.

write125(Informer_no) :-
    should_not_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
    write("- ",Who," : "),print(Charac_list),nl,fail.

do11(Initial) :-
    Informer_no = Initial+1,
    is_a(Informer_no,Informer,Group),
    write("\n ผู้ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของ ",Informer,
      "\n ซึ่งสังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group," มีดังนี้ \n\n"),
    should_participate(Who,_,Informer_no),
    write(" ",Who," "),
    fail
;
Informer_no = Initial +1,

```

```

        continue_11(Informer_no).
do14(Initial) :-
    Informer_no = Initial+1,
    is_a(Informer_no,Informer,Group),
    write(" ผู้ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของ ",Informer,
    "\n ซึ่งสังกัดอยู่ในกลุ่ม ",Group," มีดังนี้ \n"),
    should_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
    write("- ",Who," : "),print(Charac_list),
    fail
;
    Informer_no = Initial +1,
    continue_14(Informer_no).

/* สืบค้นรายชื่อของผู้ที่มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งเห็นว่าการและไม่ควรมีส่วนร่วม*/
done :-
    do(W,Who_should).
do(W,Who_should) :-
    findall(Who,do_goal(Who,Who_should),W),
    del_repeat(W,[]).
do_answer([]) :- end.
do_answer([A|B]) :-
    s_conflict(S,A,B),
    x_conflict(X,A,B).
do_goal(Who,Who_should) :-
    should_not_participate(Who,_,_),
    should_participate(Who_should,_,_),
    Who = Who_should.
s_goal(Informer_no,Who) :-
    should_participate(Who,_,Informer_no).
x_goal(Informer_no,Who) :-
    should_not_participate(Who,_,Informer_no).
s_conflict(S,Who,B) :-
    findall(Informer_no,s_goal(Informer_no,Who),S),
    length(S,Len),

```

```

write("\n ผู้ที่เห็นว่า ",Who," ควรมีส่วนร่วม มี ",Len," คน ได้แก่ \n"),
s_answer(S,Who,B).

x_conflict(X,Who,B) :-
    findall(Informer_no,x_goal(Informer_no,Who),X),
    length(X,Len),
    write("\n ผู้ที่เห็นว่า ",Who," ไม่ควรมีส่วนร่วม มี ",Len," คน ได้แก่ \n"),
    x_answer(X,Who,B).

s_answer([],Who,B) :- x_conflict(_,Who,B).
s_answer([X|Y],Who,B) :-
    is_a(X,S_informer,Group),
    write("- ",S_informer," สังกัดกลุ่ม ",Group),nl,
    s_answer(Y,Who,B).

x_answer([],_,B) :-
    continue,
    do_answer(B).

x_answer([X|Y],Who,B) :-
    is_a(X,X_informer,Group),
    write("- ",X_informer," สังกัดกลุ่ม ",Group),nl,
    x_answer(Y,Who,B).

del_repeat([],B) :- reverse(B,C), do_answer(C).
del_repeat([X|Y],B) :-
    not(member(X,B)),
    add([X|Y],B)
    ;
    del_repeat(Y,B).

add([X|Y],[]) :- del_repeat(Y,[X]).
add([X|Y],B) :- del_repeat(Y,[X|B]).

reverse(X,Y) :- reverse0(X,[],Y).
reverse0([],List,List).
reverse0([Head|Tail],Store,List) :-
    reverse0(Tail,[Head|Store],List).

/* การสับคนคำที่ขบเคียง */
select(1) :-

```

```

write(" กรุณาพิมพ์คำที่ท่านต้องการตรวจสอบคำเทียบเคียง\n"),
readln(Word),nl,
synonym_db(Synonym_list,_),
member(Word,Synonym_list),
write("คำว่า ",Word," มีคำเทียบเคียง ท่านต้องการสืบค้นข้อมูลแบบใด\n",
      " 1 : แสดงเฉพาะรายการคำเทียบเคียง\n",
      " 2 : แสดงทั้งคำเทียบเคียงและคุณลักษณะของคำเทียบเคียงนั้น\n"),
readint(Method),nl,
check_synonym21(Method,Word)
;
write("คำที่ท่านสืบค้น ไม่มีคำเทียบเคียง\n"),sub_menu.

select(2) :-
write(" กรุณาพิมพ์คำที่ท่านต้องการตรวจสอบคำเทียบเคียง\n"),
readln(Word),nl,
write(" กรุณาพิมพ์ชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการตรวจสอบคำเทียบเคียง\n"),
readln(Informer),nl,
is_a(Informer_no,Informer,Group),
synonym_db(Synonym_list, Informer_no),
member(Word, Synonym_list),
write("คำว่า ",Word," มีคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Informer,
      "\n ท่านต้องการสืบค้นข้อมูลแบบใด\n",
      " 1 : แสดงเฉพาะรายการคำเทียบเคียง\n",
      " 2 : แสดงทั้งคำเทียบเคียงและคุณลักษณะของคำเทียบเคียงนั้น\n"),
readint(Method),nl,
check_synonym22(Method,Word,Informer)
;
write("คำที่ท่านสืบค้น ไม่มีคำเทียบเคียง\n"),sub_menu.

select(3) :-
write(" กรุณาพิมพ์คำที่ท่านต้องการตรวจสอบคำเทียบเคียง\n"),
readln(Word),nl,
write(" กรุณาพิมพ์กลุ่มของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการตรวจสอบคำเทียบเคียง\n"),
readln(Group),nl,
is_a(Informer_no,Informer,Group),
synonym_db(Synonym_list, Informer_no),

```

```

member(Word, Synonym_list),
write("คำว่า ",Word," มีคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Group,
      "\n ท่านต้องการสืบค้นข้อมูลแบบใด\n",
      " 1 : แสดงเฉพาะรายการคำเทียบเคียง\n",
      " 2 : แสดงทั้งคำเทียบเคียงและคุณลักษณะของคำเทียบเคียงนั้น\n"),
readint(Method),nl,
check_synonym23(Method,Word,Group)
;
write("คำที่ท่านสืบค้นไม่มีคำเทียบเคียง\n"),sub_menu.

member(X,[X|_]) :- !.
member(X,[_|Y]) :- member(X,Y).
length([],0).
length([_|Tail],Len):-
    length(Tail,T_len),
    Len = T_len+1.

print([]) :- !.
print([X|Y]) :- write(X," "),print(Y).
charac_print([],Informer_no) :- !.
charac_print([X|Y],Informer_no) :-
    should_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
    X = Who,
    length(Charac_list,Len),
    Len <> 0,
    write("- ",Who," ควรมีคุณลักษณะ คือ "),
    print(Charac_list),nl,charac_print(Y,Informer_no)
;
X = Who,
write("- ",Who," ไม่มีคำอธิบายคุณลักษณะ\n"),
charac_print(Y,Informer_no).

charac_print_test([],Informer_no) :- !.
charac_print_test([X|Y],Informer_no) :-
    should_participate(Who,Charac_list,Informer_no),
    X = Who,
    write("- ",Who," "),

```

```

        print(Charac_list),nl,charac_print_test(Y,Informer_no).
continue_11(Informer_no) :-
    Informer_no <> 29,
    write("\n\n กรุณากดแป้นใด ๆ เพื่อดูรายชื่อผู้ที่ควรมีส่วนร่วมของผู้ให้สัมภาษณ์ราย
        ต่อไป"),
    readdevice(keyboard),
    readchar(_),
    clearwindow,
    do11(Informer_no)
    ;
    sub_menu.
continue_14(Informer_no) :-
    Informer_no <> 29,
    write("\n\n กรุณากดแป้นใด ๆ เพื่อดูรายชื่อผู้ที่ควรมีส่วนร่วมของผู้ให้สัมภาษณ์ราย
        ต่อไป"),
    readdevice(keyboard),
    readchar(_),
    clearwindow,
    do14(Informer_no)
    ;
    sub_menu.
check_synonym21(1,Word) :-
    find_211(X,Word).
check_synonym21(2,Word) :-
    find_212(X,Word).
check_synonym22(1,Word,Informer) :-
    is_a(Informer_no,Informer,Group),
    synonym_db(Synonym_list,Informer_no),
    member(Word,Synonym_list),
    length(Synonym_list,Len),
    write(" คำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Informer," ซึ่งสังกัดกลุ่ม \n",
        " ",Group," มีทั้งหมด ",Len," คำ ดังนี้ คือ\n\n"),
    print(Synonym_list),end.
check_synonym22(2,Word,Informer) :-

```

```

is_a(Informer_no,Informer,Group),
synonym_db(Synonym_list,Informer_no),
member(Word,Synonym_list),
length(Synonym_list,Len),
write(" คำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Informer," ซึ่งสังกัดกลุ่ม \n",
" ",Group," มีทั้งหมด ",Len," คำ ดังนี้ คือ\n\n"),
charac_print(Synonym_list,Informer_no),end.

check_synonym23(1,Word,Group) :-
    find_231(X,Word,Group).
check_synonym23(2,Word,Group) :-
    find_232(X,Word,Group).

goal_13(Informer_no) :-
    write(" กรุณาใส่กลุ่มของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการทราบความคิดเห็น\n"),
    readln(Input_group),
    is_a(Informer_no,_,Group),
    Input_group = Group.

goaln_13(Informer_no) :-
    write(" กรุณาใส่กลุ่มของผู้ให้สัมภาษณ์ที่ท่านต้องการทราบความคิดเห็น\n"),
    readln(Group),
    is_a(Informer_no,_,Group),
    should_not_participate(_,_,Informer_number),
    Informer_no = Informer_number.

goal_21(Informer_no,Word) :-
    synonym_db(Synonym_list,Informer_no),
    member(Word,Synonym_list).

goal_23(Informer_no,Word,Group) :-
    is_a(Informer_no,_,Group),
    synonym_db(Synonym_list,Informer_number),
    Informer_no = Informer_number,
    member(Word,Synonym_list).

find_13(X) :-
    findall(Informer_no,goal_13(Informer_no),X),
    Length(X,Len),
    write(" มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด ",Len," คน\n"),

```

answer_13(X).

find_16(X) :-

```
findall(Informer_no,goal_13(Informer_no),X),
Length(X,Len),
write(" มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด ",Len," คน\n"),
answer_16(X).
```

findn_13(X) :-

```
findall(Informer_no,goaln_13(Informer_no),X),
Length(X,Len),
write(" มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด ",Len," คนในกลุ่มที่ให้ความเห็นเกี่ยวกับ\n",
      " ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วม\n"),
answern_13(X).
```

findn_16(X) :-

```
findall(Informer_no,goaln_13(Informer_no),X),
Length(X,Len),
write(" มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด ",Len," คนในกลุ่มที่ให้ความเห็นเกี่ยวกับ\n",
      " ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วม\n"),
answern_16(X).
```

find_211(X,Word) :-

```
findall(Informer_no,goal_21(Informer_no,Word),X),
answer_211(X,Word).
```

find_212(X,Word) :-

```
findall(Informer_no,goal_21(Informer_no,Word),X),
answer_212(X,Word).
```

find_231(X,Word,Group) :-

```
findall(Informer_no,goal_23(Informer_no,Word,Group),X),
answer_231(X,Word,Group).
```

find_232(X,Word,Group) :-

```
findall(Informer_no,goal_23(Informer_no,Word,Group),X),
answer_232(X,Word,Group).
```

answer_13([]):- end.

answer_13([X|Y]):-

```
is_a(X,Informer,Group),
write("\n ผู้ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของ ",Informer," ได้แก่ \n\n"),
```

```

    should_participate(Who,_,X),
    write(" ",Who,""),
    fail
;
    continue,
    answer_13(Y).
answer_16([]):- end.
answer_16([X|Y]):-
    is_a(X,Informer,Group),
    write("\n ผู้ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของ ",Informer," ได้แก่ \n\n"),
    should_participate(Who,Charac_list,X),
    write(" - ",Who," : "),print(Charac_list),
    fail
;
    continue,
    answer_16(Y).
answer_13([]):- end.
answer_13([X|Y]):-
    is_a(X,Informer,Group),
    write("\n ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของ ",Informer," ได้แก่ \n\n"),
    should_not_participate(Who,_,X),
    write(" ",Who,""),
    fail
;
    continue,
    answer_13(Y).
answer_16([]):- end.
answer_16([X|Y]):-
    is_a(X,Informer,Group),
    write("\n ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของ ",Informer," ได้แก่ \n\n"),
    should_not_participate(Who,Charac_list,X),
    write(" - ",Who," : "),print(Charac_list),
    fail
;

```

```

        continue,
        answer_16(Y).
answer_211([],_) :- end.
answer_211([X|Y],Word) :-
    synonym_db(Synonym_list,X),
    member(Word,Synonym_list),
    is_a(X,Informer,Group),
    length(Synonym_list,Len),
    write(" คำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Informer," ซึ่งสังกัดกลุ่ม \n",
        " ",Group," มีทั้งหมด ",Len," คำ ดังนี้ คือ\n\n"),
    print(Synonym_list,nl,continue,answer_211(Y,Word).
answer_212([],_) :- end.
answer_212([X|Y],Word) :-
    synonym_db(Synonym_list,X),
    member(Word,Synonym_list),
    is_a(X,Informer,Group),
    length(Synonym_list,Len),
    write(" คำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Informer," ซึ่งสังกัดกลุ่ม \n",
        " ",Group," มีทั้งหมด ",Len," คำ ดังนี้ คือ\n\n"),
    charac_print(Synonym_list,X,nl,continue,answer_212(Y,Word).
answer_231([],_,_) :- end.
answer_231([X|Y],Word,Group) :-
    synonym_db(Synonym_list,X),
    member(Word,Synonym_list),
    is_a(X,Informer,Group),
    length(Synonym_list,Len),
    write(" คำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Informer," ซึ่งสังกัดกลุ่ม \n",
        " ",Group," มีทั้งหมด ",Len," คำ ดังนี้ คือ\n\n"),
    print(Synonym_list,nl,continue,answer_211(Y,Word).
answer_232([],_,_) :- end.
answer_232([X|Y],Word,Group) :-
    synonym_db(Synonym_list,X),
    member(Word,Synonym_list),
    is_a(X,Informer,Group),

```

```

length(Synonym_list,Len),
write(" คำเทียบเคียงในความคิดเห็นของ ",Informer," ซึ่งสังกัดกลุ่ม \n",
" ",Group," มีทั้งหมด ",Len," คำ ดังนี้ คือ\n\n"),
charac_print(Synonym_list,X),nl,continue,answer_212(Y,Word).
end :- write("\n    เสร็จสิ้นการสืบค้นข้อมูล"),nl,sub_menu.
sub_menu :-
    write("\n\n    ต้องการสืบค้นข้อมูลอีกหรือไม่? ซ/ม: "),
    readln(Reply),
    Reply = "ซ",
    menu
    ;
    exit.
continue :-
    write("\n\n    กรุณากดแป้นใด ๆ เพื่อดูผลการสืบค้นต่อไป"),
    readdevice(keyboard),
    readchar(_),
    clearwindow.
write_name :-
    write(" รายชื่อผู้ให้สัมภาษณ์พร้อมรหัสประจำตัว มีดังนี้ \n",
    "- สังกัด กฟผ.\n",
    "      1 : มন্ত্রী สุวรรณมนตรี                      2: กิตติ คัมภีระ\n",
    "      3 : อนุชาต ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา                4: สุพิน ปัญญามาก\n",
    "- สังกัด กรมชลประทาน\n",
    "      5: กุลรัตน์ สังข์ยัง                          6: รุ่งเรือง จุลชาติ\n",
    "      7: ศิริพงษ์ หังสพฤกษ์\n",
    "- นักวิชาการ\n",
    "      8: ทวีวงศ์ ศรีบุรี                              9: บุญส่ง ไช้เกษ\n",
    "      10: อภิชาติ อนุกุลอำไพ                          11: สุริชัย หวันแก้ว\n",
    "      12: บัณฑิรา อ่อนคำ                             13: ปรีญา นุตาลัย\n",
    "- องค์กรพัฒนาเอกชน\n",
    "      14: พิสิทธิ์ ณ พัทลุง                          15: ไชยณรงค์ เศรษฐเชื้อ\n",
    "      16: รตยา จันทระเกียรติ                          17: สมฤดี นิโครวัฒน์ยิ่งยง\n",
    "      18: ศยามล ไกรยูรวงศ์                          19: ประสิทธิ์พร กาพอ่อนศรี\n",
    "- ชาวบ้าน\n",

```

"	20: เสริมศักดิ์ สร้างวิวัฒน์	21: บรรจง สละเจริญท",
"	22: วีระ เปลวเทียนอิงทวี	23: ศรีมูล จันทะบุตรท",
"	24: ชุม สะเอียบคง	25: เส็ง ขวัญยืนท",
"	26: จุ่น วงษ์ศิริ	27: ปิ่น วงษ์แดงท",
"	28: เฮ้า รุณทอง	29: อุทัย น้อยเจริญท").



/* minor.pro */

domains

who = symbol.

predicates

gain_benefit(who).	/*ผู้ได้ประโยชน์*/
lose_benefit(who).	/*ผู้เสียประโยชน์*/
ngo(who).	/*NGO*/
project_owner(who).	/*เจ้าของโครงการ*/
mass_media(who).	/*สื่อมวลชน*/
expert(who).	/*นักวิชาการ*/
part(who).	/*ฝ่าย*/
devote_to(who,who).	/*เสียสละให้แก่*/
sacrifice(who).	/*เสียสละ*/
supervise_benefit(who,who).	/*ดูแลผลประโยชน์ให้*/
give_correct_information(who,who).	/*ให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่*/
elect(who,who).	/*คัดเลือก*/
representative(who).	/*ตัวแทน*/
educated(who).	/*มีความรู้*/
do_for_public(who).	/*ทำเพื่อส่วนรวม*/
only_listener(who).	/*ผู้เข้าร่วมรับฟัง*/
have_environmental_knowledge(who).	/*มีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม*/
fully_participate(who).	/*ผู้เข้าร่วมรับฟังและพูดคุย*/
never_find_own_benefit(who).	/*ไม่แสวงหาประโยชน์ส่วนตัว*/
in_the_same_group(who,who).	/*เป็นคนกลุ่มเดียวกัน*/

clauses

gain_benefit("คนเมือง").	/* ถ้อยแถลงข้อเท็จจริง*/
lose_benefit("คนละเอียด").	
lose_benefit("ก้านันตำบลละเอียด").	
educated("ก้านันตำบลละเอียด").	
do_for_public("ก้านันตำบลละเอียด").	
ngo("โครงการฟื้นฟู").	
project_owner("กรมชลประทาน").	
mass_media("หนังสือพิมพ์").	
expert("อาจารย์มหาวิทยาลัย").	

```

part(X) :- gain_benefit(X).                /*ทุกกลุ่มล้วนจัดเป็นฝ่ายทั้งสิ้น*/
part(X) :- lose_benefit(X).
part(X) :- ngo(X).
part(X) :- project_owner(X).
part(X) :- mass_media(X).
part(X) :- expert(X).

only_listener(X) :- part(X).                /*ทุกฝ่ายมีสิทธิ์เข้าร่วมรับฟัง*/
have_environmental_knowledge(X) :- only_listener(X).

fully_participate(X) :- ngo(X).              /*เงื่อนไขในการเข้าร่วมรับฟังและพูดคุย
fully_participate(X) :- expert(X).
fully_participate(X) :- representative(X).
never_find_own_benefit(X) :- fully_participate(X).

devote_to(X,Y) :- gain_benefit(X), lose_benefit(Y).
sacrifice(X) :- lose_benefit(X).
supervise_benefit(X,Y) :- ngo(X), lose_benefit(Y).
give_correct_information(X,Y) :- project_owner(X), part(Y).

representative(Y) :- gain_benefit(X),elect(X,Y). /*เงื่อนไขในการเป็นตัวแทน*/
representative(Y) :- lose_benefit(X),elect(X,Y).
elect(X,Y) :- in_the_same_group(X,Y),educated(Y),do_for_public(Y).
in_the_same_group(X,Y) :- gain_benefit(X),gain_benefit(Y), X <> Y.
in_the_same_group(X,Y) :-lose_benefit(X),lose_benefit(Y), X <> Y.

```

ภาคผนวก ก

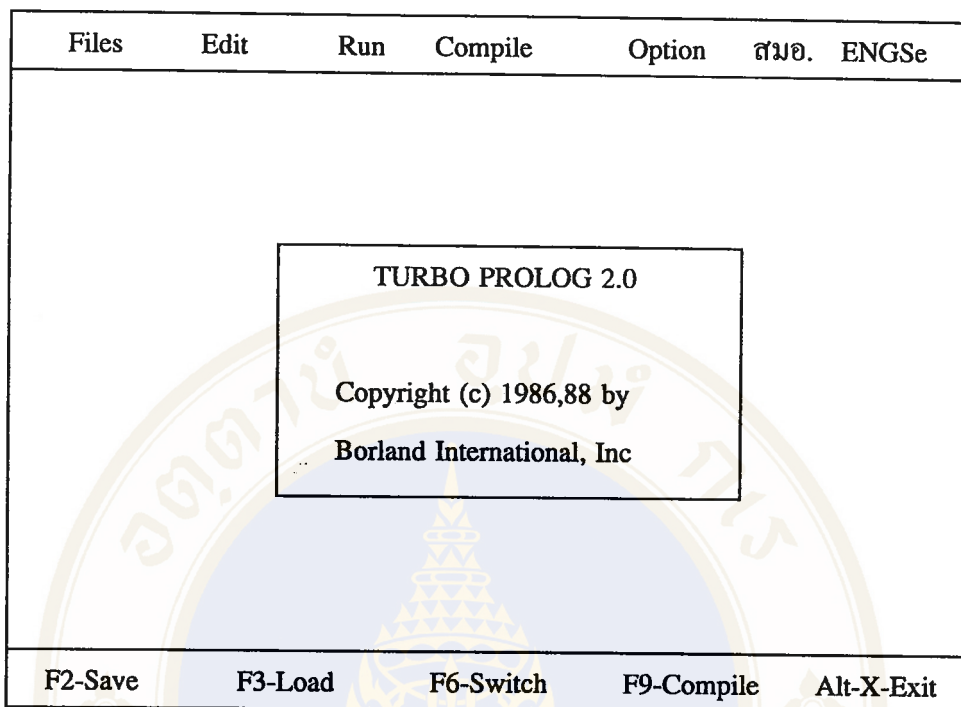
วิธีการใช้งานโปรแกรม

การสืบค้นข้อมูลใช้โปรแกรมช่วยงาน 2 โปรแกรมด้วยกัน คือ โปรแกรมสืบค้นชุดความรู้ และโปรแกรมสืบค้นชุดความรู้สมมติ โปรแกรมทั้งสองเขียนและรันด้วยโปรแกรมภาษาเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 ซึ่งจะรู้จักภาษาไทยก็ต่อเมื่อมีการติดตั้งไครฟเวอร์ภาษาไทยก่อน รายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

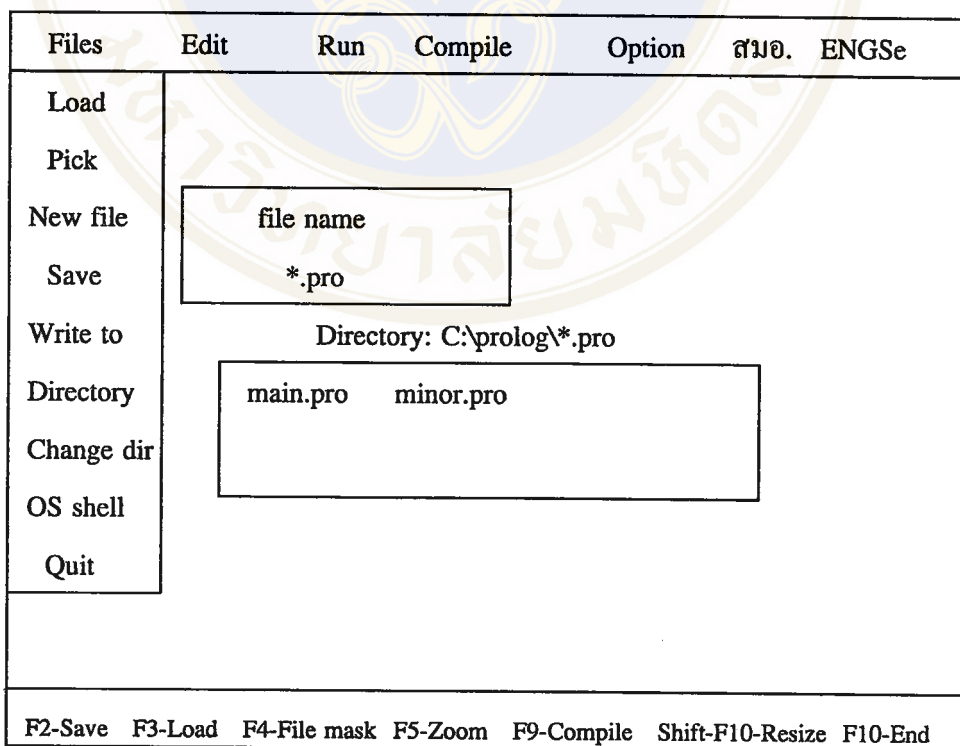
- 1) ไครฟเวอร์ภาษาไทย ใช้งานโดยเรียกไฟล์ thai.com ในไดเรกทอรี thai ซึ่งประกอบด้วยไฟล์ thai.cfg และ thai.com มีขนาดรวม 40,704 ไบท์
- 2) โปรแกรมสืบค้นชุดความรู้อยู่ในไฟล์ชื่อ main.pro ขนาด 61,487 ไบท์
- 3) โปรแกรมสืบค้นชุดข้อมูลสมมติอยู่ในไฟล์ชื่อ minor.pro ขนาด 1,907 ไบท์
- 4) โปรแกรมภาษาเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0 ใช้งานโดยเรียกไฟล์ prolog.exe ในไดเรกทอรี prolog ซึ่งมีขนาดรวมกับไฟล์อื่น ๆ เท่ากับ 1,267,101 ไบท์ โปรแกรมนี้ใช้งานกับระบบปฏิบัติการดอส

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมมีดังนี้

- 1) ที่ C:\ ให้พิมพ์ A: แล้วกด Enter
- 2) หน้าจอจะขึ้นคำว่า A:\ ให้พิมพ์ cd thai แล้วกด Enter
- 3) หน้าจอจะเปลี่ยนเป็น A:\thai\ ให้พิมพ์ thai แล้วกด Enter เพื่อเรียกใช้ไครฟเวอร์ภาษาไทย
- 4) ที่ A:\thai\ ให้พิมพ์ cd.. แล้วกด Enter เพื่อออกจากไดเรกทอรี thai
- 5) ที่ A:\ ให้พิมพ์ cd prolog แล้วกด Enter
- 6) ที่ C:\prolog\ ให้พิมพ์ prolog แล้วกด Enter จะเข้าสู่โปรแกรมโปรล็อก ดังรูป ง-1
- 7) กดแป้น Alt และ F พร้อม ๆ กัน จะขึ้นเมนูของ Files เลื่อนแถบแสงไปที่ Load แล้วกด Enter จะขึ้นหน้าต่าง file name กด Enter จะขึ้นหน้าต่าง Directory ใช้แป้นลูกศร เลื่อนขึ้นลง หรือไปซ้ายขวาเพื่อเลือกไฟล์ที่ต้องการ เช่น main.pro กด Enter ดังรูปที่ ง-2



รูปที่ ง-1 หน้าจอเมื่อเข้าสู่โปรแกรมเทอร์โบโปรล็อก เวอร์ชัน 2.0



รูปที่ ง-2 การเรียกโปรแกรม main.pro โดยใช้คำสั่ง load file

8) เมื่อเลือกไฟล์ที่ต้องการแล้วจะได้หน้าจอโปรแกรม ดังเช่นรูปที่ ง-3 จากนั้นให้กด Alt และ R พร้อม ๆ กัน เพื่อรันโปรแกรม โปรแกรมจะขึ้นหน้าต่างที่รับเป้าหมายในการทำงานจากภายนอก (Goal :)

Files	Edit	Run	Compile	Option	สมอ.	ENGSe
Line 1	Col 1	C:\prolog\main.pro		Indent	Insert	
/* program.pro */						
nowarnings						
code = 2000						
domains						
who, charac, informer, group, synonym = symbol.						
informer_no = integer.						
charac_list = charac*.						
synonym_list = synonym*.						
list, list3 = informer_no*.						
who_list = who*.						
database						
F1-Help F2-Save F3-Load F5-Zoom F6-Next F7-Xcopy F8-Xedit F9-Compile F10-Menu						

รูปที่ ง-3 หน้าจอของโปรแกรม main.pro

9) กด F5 เพื่อขยายหน้าจอให้สามารถดูผลลัพธ์จากการสืบค้นข้อมูลได้อย่างชัดเจน เมื่อสิ้นสุดขั้นนี้แล้วผู้ใช้โปรแกรมมีทางเลือกในการสืบค้นข้อมูล 2 ทางด้วยกัน คือ

- ก) สืบค้นข้อมูลโดยใช้เมนู
- ข) ตั้งคำถามในการสืบค้นข้อมูลอย่างอิสระ

สำหรับโปรแกรม main.pro ผู้ใช้โปรแกรมสามารถค้นหาได้ทั้งสองทางเลือก แต่ในโปรแกรม minor.pro ไม่มีเมนูให้ผู้ใช้โปรแกรมเลือกแต่อย่างใด เนื่องจากเป็นโปรแกรมของชุดความรู้ที่สมมติเท่านั้น

- ก) สืบค้นข้อมูลโดยใช้เมนู

เมื่อรันโปรแกรม main.pro แล้ว ถ้าหากผู้ใช้โปรแกรมต้องการค้นหาตามทางเลือกที่โปรแกรมกำหนดไว้ให้พิมพ์คำว่า menu หลังคำว่า Goal : แล้วกด Enter ดังรูปที่ ง-4 จะปรากฏหน้าจอ ดังรูปที่ ง-5

Files	Edit	Run	Compile	Option	สมอ. ENGSe
Goal : menu.					
F2-Save F3-Load F5-Zoom F6-Next F8-Previous goal Shift-10-Resize F10-End					

รูปที่ ง-4 การกำหนดเป้าหมายภายนอกให้กับโปรแกรม

Files	Edit	Run	Compile	Option	สมอ. ENGSe
ตัวอย่างการสืบค้นข้อมูลจากโปรแกรม ท่านต้องการสืบค้นข้อมูลโดยวิธีการจับคู่ในเรื่องใด 1 : สืบค้นข้อมูลในฐานความรู้ 2 : สืบค้นว่ามีผู้ใดบ้างที่มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งเห็นว่าการและไม่ควรให้เข้าร่วม 3 : ค้นหาคำเทียบเคียง (synonym) 4 : ออกจากโปรแกรม กรุณาใส่หมายเลขของทางเลือกที่ท่านต้องการสืบค้น หากท่านต้องการสืบค้นข้อมูลในรูปแบบอื่นที่ต่างไปจากนี้ เช่น ตรวจสอบว่าเพรดิเคทคำถามเป็นจริงหรือไม่ กรุณาเลือกหมายเลข 4 เพื่อให้โปรแกรมสามารถรับคำถามจากภายนอกได้					
F2-Save F3-Load F5-Zoom F6-Next F8-Previous goal Shift-10-Resize F10-End					

รูปที่ ง-5 หน้าจอเมนูของโปรแกรม main.pro

โปรแกรมจะแสดงรายการทางเลือกต่าง ๆ ดังนี้

- 1 : สืบค้นข้อมูลในฐานความรู้
- 2 : สืบค้นว่ามีผู้ใดบ้างที่มีผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งเห็นว่าการและไม่ควรให้เข้าร่วม
- 3 : ค้นหาคำเทียบเคียง (synonym)

4 : ออกจากโปรแกรม

ทางเลือกหมายเลข 1 :

หากผู้ใช้โปรแกรมเลือกทางเลือกที่ 1 จะต้องเลือกฐานความรู้ที่ต้องการสืบค้นด้วย ได้แก่

1. ผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะ
2. ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะ

เมื่อเลือกฐานความรู้ที่ต้องการแล้วผู้ใช้โปรแกรมสามารถสืบค้นข้อมูลได้ดังนี้

- 1: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน
- 2: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใดคนหนึ่ง
- 3: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
- 4: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน
- 5: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใดคนหนึ่ง
- 6: แสดงรายชื่อของผู้ที่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
- 7: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้...(ผู้ที่เราคิดว่าควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม
- 8: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้...(ผู้ที่เราคิดว่าควรมีส่วนร่วม) ซึ่งมีลักษณะ... (คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม
- 9: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้คนซึ่งมีลักษณะ... (คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม
- 10: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าควรให้คนซึ่งมีลักษณะ... (คุณลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม และรายชื่อของคนที่มีลักษณะเช่นนี้ด้วย

สำหรับฐานความรู้ผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและคุณลักษณะก็สามารถสืบค้นได้ในลักษณะเดียวกัน ดังนี้

- 1: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน
- 2: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใดคนหนึ่ง
- 3: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง
- 4: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน
- 5: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใดคนหนึ่ง
- 6: แสดงรายชื่อของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วมและลักษณะในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ กลุ่มใด

กลุ่มหนึ่ง

- 7: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้... (ผู้ที่เราคิดว่าควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม
- 8: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้... (ผู้ที่เราคิดว่าควรมีส่วนร่วม) ซึ่งมีลักษณะ... (ลักษณะของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม
- 9: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้คนซึ่งมีลักษณะ..... (ลักษณะของผู้ที่ไม่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม
- 10: แสดงรายชื่อของผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นว่าไม่ควรให้คนซึ่งมีลักษณะ... (ลักษณะของผู้ที่ควรมีส่วนร่วม) มีส่วนร่วม และรายชื่อของคนที่มีลักษณะเช่นนี้ด้วย

ทางเลือกหมายเลข 2 :

สำหรับทางเลือกหมายเลข 2 โปรแกรมจะแสดงรายชื่อของผู้ที่มีทั้งผู้ให้สัมภาษณ์ที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยที่จะให้มีส่วนร่วมด้วย

ทางเลือกหมายเลข 3 :

ทางเลือกหมายเลข 3 มีทางเลือกในการสืบค้นข้อมูล ดังนี้

- 1: ตรวจสอบคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน
- 2: ตรวจสอบคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์คนใดคนหนึ่ง
- 3: ตรวจสอบคำเทียบเคียงในความคิดเห็นของผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง

ซึ่งเมื่อเลือกทางเลือกเหล่านี้ทางใดทางหนึ่งแล้ว โปรแกรมจะให้ผู้ใช้โปรแกรมพิมพ์คำที่ต้องการตรวจสอบคำเทียบเคียง และตรวจสอบว่าคำนั้นมีคำเทียบเคียงหรือไม่ ถ้าจะให้เลือกทางเลือกดังนี้ คือ

1. แสดงเฉพาะรายการคำเทียบเคียง
2. แสดงทั้งคำเทียบเคียงและคุณลักษณะของคำเทียบเคียงนั้น

ทางเลือกหมายเลข 4 :

ส่วนทางเลือกสุดท้ายคือ “ออกจากโปรแกรม” นั่นจะใช่เมื่อผู้ใช้ไม่ต้องการสืบค้นข้อมูลอีกต่อไป หรือต้องการสืบค้นข้อมูลนอกจากทางเลือกที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถออกจากโปรแกรมการสืบค้นตามทางเลือกที่กำหนดไว้โดยการเลือก “น” เมื่อโปรแกรมขึ้นคำถาม “ต้องการสืบค้นข้อมูลอีกหรือไม่” ได้เช่นเดียวกัน เมื่อออกจากโปรแกรมหน้าจอจะขึ้นคำว่า Goal :

ข) ตั้งคำถามในการสืบค้นข้อมูลอย่างอิสระ

ถ้าผู้ใช้โปรแกรมต้องการสืบค้นนอกเหนือไปจากทางเลือกที่กำหนดไว้ สามารถตั้งคำถามได้ในสองลักษณะ คือ การหาค่าของตัวแปรและถามว่าประโยคที่ต้องการตรวจสอบเป็นจริงหรือไม่

โดยผู้ใช้โปรแกรมจะต้องใส่พหุคูณของประโยคคำถามที่ต้องการสืบค้นไว้หลังคำว่า Goal : ดูวิธีการตั้งคำถามได้ในเรื่องผลการสืบค้นข้อมูล หน้า 63

ค) การเปลี่ยนแปลงความรู้ในโปรแกรม

การเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงความรู้ในฐานความรู้ของโปรแกรมสามารถทำได้หลังจากการเรียกโปรแกรมแล้ว ดังนี้

1) กด Alt และ E พร้อม ๆ กัน จากนั้นให้เลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูล โดยให้กดแป้น ~ ถ้าต้องการเปลี่ยนกลับไปมาระหว่างภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

2) เมื่อเสร็จสิ้นการเปลี่ยนแปลงข้อมูล ให้กด Alt และ S พร้อม ๆ กัน เพื่อจัดเก็บข้อมูลที่เปลี่ยนแปลง

ง) การออกจากโปรแกรม

หากผู้ใช้ต้องการเลิกการทำงานให้กดแป้น Alt และ F พร้อม ๆ กัน แล้วเลื่อนแถบแสงมาที่ Quit เพื่อออกจากเทอร์โบโปรล็อก

ภาคผนวก ง

อธิบายศัพท์

ภาคผนวกนี้อธิบายคำศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัยเพิ่มเติมจากหัวข้อ 1.4 ในบทที่ 1

คำศัพท์	ความหมาย
ข้อมูล (data)	- ข้อเท็จจริงขั้นต้น เมื่อนำไปประมวลและจัดให้อยู่ในรูปแบบที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ จะเรียกว่า สารสนเทศ
เขตข้อมูล (field)	- หน่วยเก็บข้อมูลที่เล็กที่สุดซึ่งใช้ในการแทนค่าของเอนิตี
ความรู้ (knowledge)	- ความจริงและกฎของเรื่องที่สนใจที่ถูกรวบรวมขึ้น แสดงข่าวสารทั้งที่ชัดเจนและที่ซ่อนเร้นอยู่
ความรู้ที่เกี่ยวกับความรู้ (meta knowledge)	- ความรู้แบบนี้ได้จากการดึงความฉลาดในการแก้ปัญหาของมนุษย์ออกมา
ความหมาย (syntactic)	- ความหมายของเพรดิเคทลอจิก คือ การกำหนดค่าความจริงให้แก่ประโยค
คอนเซ็ปต์ซาวด์ดีเพนเดนซี (conceptual dependency)	- วิธีการแทนความรู้ที่เป็นเหตุการณ์ โดยจะแทนการกระทำและสถานะ โดยกำหนดการกระทำพื้นฐานอย่างชัดเจน
โครงข่ายอรรถศาสตร์ (semantic network)	- วิธีการแทนความรู้ที่แทนความสัมพันธ์ระหว่างสองสิ่ง โดยใช้ลูกศรเชื่อมโยงโหนดเข้าด้วยกัน
โคลสเวิลด์แอสัมชัน (closed world assumption)	- เป็นวิธีการหาเหตุผลแบบหนึ่ง ที่กำหนดให้ระบบรู้จักแค่ข้อเท็จจริงและกฎที่มีอยู่ และให้สิ่งอื่นที่ระบบไม่รู้จักเป็นเท็จ
เท็กซ์ (text)	- ข้อความซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่เรียงต่อกัน
นิรนัย (deductive)	- การแสวงหาความรู้โดยใช้ข้อสรุปที่มีอยู่เป็นโจทย์ และทำการตรวจสอบว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่
ประพจน์ (proposition)	- ประโยคทางตรรกศาสตร์ ประกอบด้วยเทอมและเพรดิเคท
พจน์ (term)	- พจน์อาจเป็นค่าคงตัว ตัวแปร หรือฟังก์ชันก็ได้
พริมิทีฟ (primitive)	- ข้อมูลดิบที่ระบบนำเข้า เป็นองค์ประกอบของเอนิตีระดับต่ำที่สุดในการแทนความรู้

คำศัพท์	ความหมาย
เพรดิเคท (predicate)	- ฟังก์ชันที่มีอาร์กิวเมนต์ตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป และมีค่าเป็นจริงหรือเท็จ
เฟรม (frame)	- วิธีการแทนความรู้ที่พัฒนามาจากการแทนความรู้แบบบรรดาศาสตร์ โดยให้โหนดสามารถบรรจุข้อความได้มากขึ้น
โมดัสโปเนน (modus ponens)	- กฎที่สำคัญที่ใช้ในการอนุมานของเพรดิเคทลอจิก ใช้ในการเทียบนิพจน์ย่อยบางคู่เข้าด้วยกันก่อนการทำยูนิฟิเคชัน
ยูนิฟิเคชัน (unification)	- วิธีการที่ใช้ในการแทนค่าตัวแปร
ระบบการผลิต (production system)	- วิธีการแทนความรู้ในรูปของกฎ “ถ้า...แล้ว”
ระบบฐานความรู้ (knowledge-based system)	- ระบบที่ใช้ในการจัดเก็บและสืบค้นความรู้ บางครั้งอาจให้ความหมายเทียบเท่ากับระบบผู้เชี่ยวชาญ
ระเบียน (record)	- ชุดของเขตข้อมูลซึ่งใช้แทนข้อมูลที่อธิบายเอนิตี
เรโซลูชัน (resolution)	- กฎการอนุมานที่ใช้ในเพรดิเคทลอจิก เป็นการนำอนุประโยคคู่หนึ่งมารวมกันเพื่อให้เกิดเป็นอนุประโยคใหม่ขึ้นมา
ไวยากรณ์ (semantic)	- สำหรับเพรดิเคทลอจิก ไวยากรณ์ ก็คือ ข้อกำหนดเกี่ยวกับสัญลักษณ์และการรวมกันของสัญลักษณ์
สัจพจน์ (axiom)	- เซตของถ้อยแถลง
สัญลักษณ์อะตอม (atomic formula)	- สัญลักษณ์พื้นฐานของเพรดิเคทลอจิก ประกอบด้วยเพรดิเคทและพจน์ ตั้งแต่ 1 พจน์ขึ้นไป
สัญลักษณ์ซึ่งรวมกันตามรูปแบบอย่างดีแล้ว (well-formed formula, wff)	- wff อาจเป็นสัญลักษณ์อะตอม หรือสัญลักษณ์อะตอมที่มีการใช้ตัวเชื่อม ตัวบ่งปริมาณ หรืออยู่ในปฏิเสธ
สารสนเทศ (information)	- ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลชุดข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันเข้าด้วยกัน
เอนิตี (entity)	- ออบเจกต์หรือเหตุการณ์ที่น่าสนใจ
แอททริบิวต์ (attribute)	- ค่าที่แทนคุณสมบัติของเอนิตีหรือความสัมพันธ์
ฮอร์นคลอส (Horn clause)	- อนุประโยคที่มีสัญลักษณ์อะตอมในรูปปฏิเสธไม่เกิน 1 ตัว



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวปวีณา พาณิชยพิเชฐ
วัน เดือน ปีเกิด	11 กันยายน 2515
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีอุตสาหกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง 2532-2536 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการ จัดการระบบสารสนเทศ (การจัดการ สารสนเทศสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร)) ทุนการศึกษา
ทุนการศึกษา	ทุนเรียนดี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2537 ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ สมาคมศิษย์เก่า มหาวิทยาลัยมหิดล 2539