สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรมโดยใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

The development of frame-based expert system using an object-oriented DBMS



โดย

นายภาณุวัตร บวรไชยชาญ

นายวิชาญ ชุติธาภรณ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ศุภมิตร จิตตะยโศธร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61395
วัน,เดือน,ปี 17 ก.ค. 2549

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรมโดยใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

The development of frame-based expert system using an object-oriented DBMS

ผู้จัดทำ

1. นายภาณุวัตร บวรไชยชาญ รหัสประจำตัว 44010365
2. นายวิชาญ ชุติธาภรณ์ รหัสประจำตัว 44010444



อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ศุภมิตร จิตตะยโศธร)

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรมโดยใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

นายภาณุวัตร บวรไชยชาญ 44010365
นายวิชาญ ชุติธาภรณ์ 44010444
รศ.ดร .ศุภมิตร จิตตะยโศธร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

ระบบผู้เชี่ยวชาญและระบบฐานข้อมูลนั้นเป็นสองสาขาวิทยาการที่ถูกนำมารวมและประมวลขึ้นมาเป็นวิทยาการสาขาใหม่คือ ระบบผู้เชี่ยวชาญบนระบบฐานข้อมูล(An Expert Database System) ซึ่งได้มีการนำเอาข้อดีของทั้งสองวิทยาการมาผนวกกัน โดยแนวทางที่ใช้ในการผนวกรวมทั้งสองสาขาเข้ามาใช้งานด้วยกันนั้น มีตั้งแต่การเรียกใช้ฐานข้อมูลจากระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นครั้งๆจนถึงการพัฒนาความสามารถระดับเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญบนระบบฐานข้อมูล ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรมโดยใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุในการสร้างและเก็บฐานความรู้ แม้ว่าแนวคิดหลักจากหลักการเชิงวัตถุ และ เฟรมนั้นมีความใกล้เคียงและคล้ายคลึงกัน น่าจะเหมาะสมในการนำมาพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญร่วมกัน แต่หากมองโดยรายละเอียดแล้วทั้งคู่ก็ยังคงมีความแตกต่างกันอยู่หลายประการซึ่งถือเป็นความท้าทายในการสร้างและออกแบบระบบใหม่ขึ้นมา โดยเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญของงานวิจัยชิ้นนี้นั้นถูกพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ (CACHÉ) พร้อมกันนี้ได้นำเสนอระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวินิจฉัยโรคเป็นกรณีตัวอย่างด้วย

The development of frame-based expert system using an object-oriented DBMS

Panuwat Bovornchaicharn

Vichan Chutitaporn

Assoc. Prof. Dr. Suphamit chittayasothon Advisor

ABSTRACT

Expert system and Database system are two interesting research areas which are combined and applied together as new research area called an Expert Database System., using advantages of them both. This research presents a method for designing and developing a Frame-based Expert System by using an object-oriented database management system to generate and store knowledgebase. Although main concept of object-oriented theory is similar to frame-based theory, they still have many characteristics that differ from each others which is challenging in designing and developing new system. This research includes developing shell of expert system which bases on an object-oriented database management system CACHÉ and presenting a medical expert system to be an example.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน บุคคลแรกที่ต้องกล่าวถึงเพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ก็คือ อาจารย์ ศุภมิตร จิตตะยโศธร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือเสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ภาณุวัตร บวรไชยชาญ
วิชาญ ชุติธาภรณ์

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขั้นตอนการศึกษา	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ	2
2.2 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ	2
2.3 การแทนความรู้	3
2.4 ระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบกฎ	3
2.5 ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบข่ายความหมาย	4
2.6 ระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรม	5
2.7 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการความรู้แทนแต่ละแบบ	8
2.8 กลไกการอนุมานของการแทนความรู้แบบเฟรม	9
2.8.1 แบบค่อนไปทางข่ายความหมาย	9
2.8.2 แบบค่อนไปทางกฎ	11
2.8.3 แบบค่อนไปทางกระบวนการ	12
2.9 ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ	14
2.9.1 ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่	14
2.9.2โครงสร้างข้อมูลและประเภทของคลาสบนคาเช่	14
2.9.3 ประเภทของวัตถุในคาเช่	16
2.10 งานวิจัยที่ใช้การบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล	17
2.10.1 ตัวแทนความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์	17
2.10.2 ตัวแทนความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลแบบวัตถุ-สัมพันธ์	18
2.10.3 ตัวแทนความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลแบบวัตถุ	18
บทที่ 3 การออกแบบระบบ	20

3.1 การศึกษาและเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุกับเฟรม 20
3.1.1 โครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุ 20
3.1.2 โครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม 20
3.2 สถาปัตยกรรมของระบบ 21
3.2.1 การออกแบบโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมบนคาเช่ 21
3.2.1.1 การสร้างสล็อตโดยใช้ค่าเช่ออบเจ็คคลาส 22
3.2.1.2 การสร้างเฟรมโดยใช้คาเช่อ็อบเจ็คคลาส 24
3.2.2 การออกแบบเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ 24
3.2.2.1 กลไกลการอนุมาน 25
3.2.2.2 เครื่องมือในการสร้างฐานความรู้ 25
3.2.2.2.1 ทฤษฎีและเทคนิคที่เกี่ยวข้อง 25
3.2.2.2.2 การออกแบบระบบ 26
3.2.2.3 ส่วนติดต่อผู้ใช้ 30
3.2.3 ความสามารถในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (RDBMS) 31

บทที่ 4 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานการวินิจฉัยโรค 32
4.1 การวินิจฉัยโรค 32
4.1.1 กระบวนการวินิจฉัยโรค 32
4.1.2 ปัญหาหลักในการวินิจฉัยโรค 33
4.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรค 33
4.2.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ 33
4.2.2 การเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลกับฐานความรู้ 34
4.2.3 การแบ่งเฟรมใช้แทนความรู้ 35
4.2.4 การสร้างกฎให้แก่เฟรม 38
4.2.5 การหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น 39
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 41
5.1 สรุปผลการวิจัย 41
5.2 ข้อเสนอแนะ 42
ภาคผนวก ก. การใช้งานเครื่องมือสร้างฐานความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลคาเช่ 43
ภาคผนวก ข. การใช้งานโปรแกรมวินิจฉัยโรค 50
เอกสารอ้างอิง 53

สารบัญตาราง

	หน้าที่
4-1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะอาการของไข้มาลาเรียและไข้อหิวา	32
4-2 แสดงโครงสร้างของเฟรม Profile	35
4-3 แสดงเฟรม profile ที่อยู่ภายใต้โครงสร้างเฟรม Profile	36
4-4 แสดงเฟรมของโรคต่างโดยอยู่ภายใต้โครงสร้างเฟรม Sympthom	36
4-5 รายละเอียดและคำอธิบายของโครงสล็อตที่สามารถใส่ในเฟรม Sympthom ได้	37
4-6 แสดงรายการกฎที่เพิ่มให้แก่เฟรม Sympthom	38
4-7 แสดงรายการกฎที่เพิ่มให้แก่เฟรม Profile	39

สารบัญภาพ

	หน้าที่
2.1 สถาปัตยกรรมระบบผู้เชี่ยวชาญ	2
2.2 ตัวอย่างโครงสร้างของ Semantic networks	4
2.3 ตัวอย่างโครงสร้างของเฟรม	6
2.4 ตัวอย่างโครงสร้างและความสัมพันธ์ของเฟรมรถยนต์	7
2.5 การเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธการแทนความรู้ในแต่ละแบบ	9
2.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเครือข่ายความหมายกับระบบเฟรม	10
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Production system กับระบบเฟรม	11
2.8 การติดต่อระหว่างฟาเซ็ทกระบวนการ	13
2.9 แสดงการแบ่งประเภทของคลาสในฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่	15
2.10 แสดงการจัดเก็บวัตถุแบบเอ็มเบ็ดเดเบิลในดิสก์ และหน่วยความจำ	16
2.11 เปรียบเทียบการใช้งาน OREF และ OID	17
2.12 แสดง Relational schema ของเฟรมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์	18
3.1 แผนภาพแสดงโครงสร้างข้อมูลแบบวัตถุ	20
3.2 แผนภาพโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม	21
3.3 โครงสร้างของเฟรมและสล๊อตที่ถูกสร้างด้วยอ็อบเจ็คคลาสคาเช่ พร้อมทั้งฟาเซ็ทและความสัมพันธ์ระหว่างเฟรม	22
3.4 แสดงสภาวะที่จะทำให้เกิดการเรียกใช้งานกระบวนการทั้งสี่	23
3.5 แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ	25
3.6 โครงสร้างการทำงานของระบบสร้างฐานความรู้และความรู้แบบเฟรม	27
3.7 แผนภาพคลาสของสล๊อตและเฟรมต้นแบบ	28
3.8 แผนภาพคลาสของคลาสที่ใช้สร้างเฟรมและสล๊อตภายในคาเช่	29
3.9 การใช้งาน SQL Gateway ในการติดต่อข้อมูลภายนอก	31
4.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบวินิจฉัยโรค	34
4.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลภายนอกกับฐานความรู้ที่สร้างในคาเช่	34
4-3 แสดงรูปแบบโครงสร้างคลาสที่ได้จากการใช้ SQL Gateway	35
4-4 แสดงกลไกลการอนุมานในระบบวินิจฉัยโรค	40
ก-1 เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรม	43
ก-2 เมนูของโปรแกรม	44

หน้าที่

ก-3 แสดงโครงสร้างของเฟรมในโปรแกรมสร้างฐานความรู้ 44
ก-4 แสดงหน้าจอการสร้างคลาสเฟรม 45
ก-5 แสดงหน้าจอการสร้างคลาสสล๊อต 46
ก-6 แสดงการเลือกรูปแบบข้อมูล 46
ก-7 แสดงการเลือกภาษาที่ใช้ในการสร้างกฎ 46
ก-8 แสดงหน้าจอสร้างตัวแทนคลาสเฟรม 47
ก-9 แสดงการเลือกคลาสเฟรมของตัวแทน 47
ก-10 แสดงหน้าจอการสร้างตัวแทนคลาสสล๊อต 48
ก-11 แสดงการเลือกคลาสสล๊อตเพื่อสร้างตัวแทน 48
ก-12 แสดงการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเฟรมและสล๊อต 49
ข-1 แสดงตัวเลือกในแต่ละอาการ 50
ข-2 แสดงหน้าต่างการป้อนลักษณะอาการ 50
ข-3 แสดงกรอบโต้ตอบเพื่อรับข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ใช้ 51
ข-4 แสดงตัวเลือกในกรอบสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม 51
ข-5 แสดงผลลัพธ์หลังจากการออากรเพิ่มเติมแล้ว 52

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

แม้ว่าในปัจจุบันนั้นการใช้รูปแบบการแทนความรู้แบบเฟรม (Frame-based Knowledge Representation) จะถือว่าเป็นหลักการที่ได้รับความยอมรับว่าสามารถสร้างตัวแทนความรู้ที่มีความซับซ้อน และมีขนาดใหญ่สำหรับระบบฐานความรู้ที่ใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญได้เป็นอย่างดีก็ตาม (โดยดูจากความนิยมในการนำเทคนิคนี้มาพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต่างๆ) แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้ข้อมูลร่วมกันกับระบบสารสนเทศประเภทอื่นที่มักถูกจัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูล จึงเกิดความพยายามที่จะนำเอาระบบฐานข้อมูลเข้ามาผนวกรวมด้วย ซึ่งงานวิจัยหลายชิ้นก็มีความพยายามที่จะนำระบบฐานความรู้มาทำงานรวมกับระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมในหลากหลายแนวทางแตกต่างกัน[13][22][29]

เนื่องจากหลักการเชิงวัตถุมีความใกล้เคียงกันกับหลักการของเฟรมมาก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ซึ่งหากสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริง นอกจากจะเป็นการแก้ปัญหาในข้อจำกัดข้างต้นแล้วยังเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลฐานข้อมูลและฐานความรู้อีกด้วย ซึ่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะนำเสนอแนวทางในการนำเอาระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม และเพื่อเป็นการพิสูจน์สมมุติฐานการประยุกต์ข้างต้น จึงได้มีการพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญรวมอยู่ในงานวิจัยชิ้นนี้ด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

สามารถนำเอาระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุมาประยุกต์ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม และเครื่องมือในการสร้างฐานความรู้แบบเฟรม พร้อมทั้งนำเครื่องมือดังกล่าวมาใช้ในการนำเสนอกรณีศึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวินิจฉัยโรค

1.3 ขั้นตอนการศึกษา

เพื่อให้การดำเนินการศึกษา และพัฒนาเป็นไปด้วยความเรียบร้อยงานวิจัยฉบับนี้ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงานไว้ดังนี้

1.3.1 ศึกษา และเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุ และเฟรม

1.3.2 พัฒนาโครงสร้างของระบบฐานความรู้แบบเฟรม ด้วยระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

1.3.3 พัฒนาเครื่องมือสร้างฐานความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลคาเช่

1.3.4 ศึกษากระบวนการวินิจฉัยโรค

1.3.5 สร้างเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวินิจฉัยโรค

1.3.6 จัดทำเอกสาร

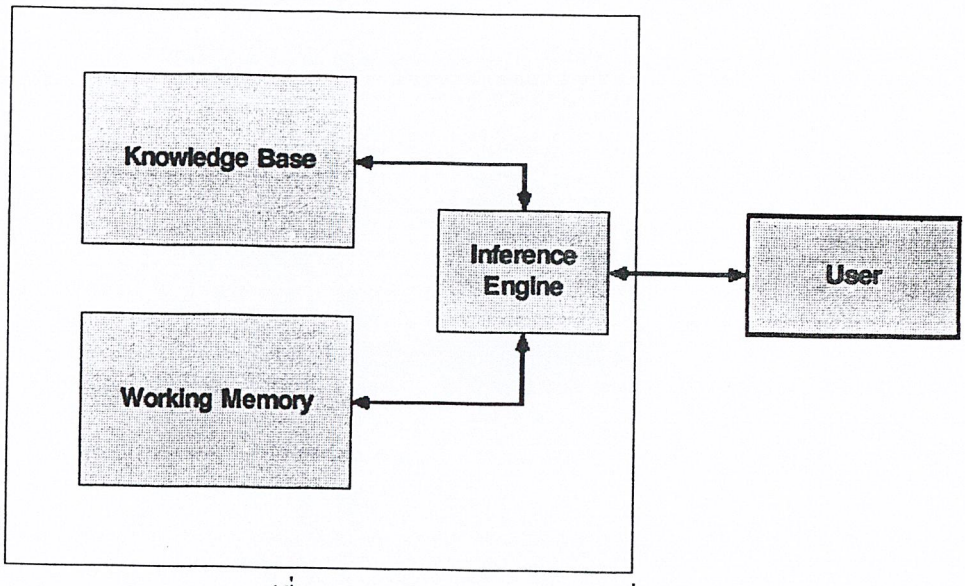
บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System: ES) คือระบบคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรม ที่ใช้สำหรับแก้ปัญหาต่างๆซึ่งมีมนุษย์เป็นผู้เชี่ยวชาญ โดยที่ความรู้ต่างๆที่ถูกนำมาสร้างหรือใส่ให้กับระบบนั้น ส่วนใหญ่ก็จะได้รับมาจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆเอง

2.2 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญมีโครงสร้างดังรูป 2.1



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญ

จากรูปจะเห็นได้ว่าระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักๆคือ

- *ฐานความรู้(knowledge base)* เป็นที่ที่เก็บความรู้ที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยการแทนความรู้เป็นรูปแบบต่างๆในการเก็บไว้
- *หน่วยความจำเพื่อปฏิบัติงาน(working memory)* เป็นพื้นที่ที่ใช้เก็บข้อมูลที่ป้อนโดยผู้ใช้และเก็บความจริง(fact) ที่เกิดขึ้นระหว่างการประมวลหาคำตอบ
- *กลไกการอนุมาน(inference engine)* ใช้ในการอนุมานหาคำตอบจากฐานความรู้ที่มีอยู่

- *ส่วนติดต่อผู้ใช้(user interface)* ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการให้ผู้ใช้ติดต่อผ่านทางตัวประมวลผลภาษา (language processor) เพื่อสื่อสารเกี่ยวกับปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ และเพื่อสร้างความง่ายในการใช้งานให้แก่ผู้ใช้

2.3 การแทนความรู้

การสร้างตัวแทนความรู้ เป็นเสมือนการจัดระเบียบความรู้ และแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถบันทึกลงในฐานความรู้ได้ ซึ่งในเวลาที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาวิจัย และกำหนดรูปแบบการสร้างตัวแทนความรู้ไว้หลายรูปแบบ แต่สามารถจัดเป็นกลุ่มใหญ่ ที่ได้รับความนิยมได้ 3 รูปแบบได้แก่ แบบกฎ (Rule-based), แบบเครือข่ายความหมาย (Semantic Network) และแบบเฟรม (Frame-based)

2.4 ระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบกฎ (Rule-based expert system)

ในศาสตร์ด้านปัญญาประดิษฐ์นั้น คำว่ากฎ จะมีความหมายในที่แคบกว่าทางในภาษาศาสตร์ กล่าวคือ กฎจะหมายถึงการแนะนำ, ชี้แนวทาง หรือแผนการปฏิบัติ ในลักษณะประโยคเงื่อนไข ถ้า-แล้ว (IF-THEN Statement) เป็นหลัก ซึ่งในบางกรณีเราอาจพบเครื่องหมายลูกศร (⟶) แสดงแทนการใช้ประโยคเงื่อนไข ถ้า-แล้ว ซึ่งจะให้ความหมายเท่ากันทุกประการกับประโยคเงื่อนไข ถ้า-แล้ว [2] ตัวอย่างของกฎนั้นเช่น

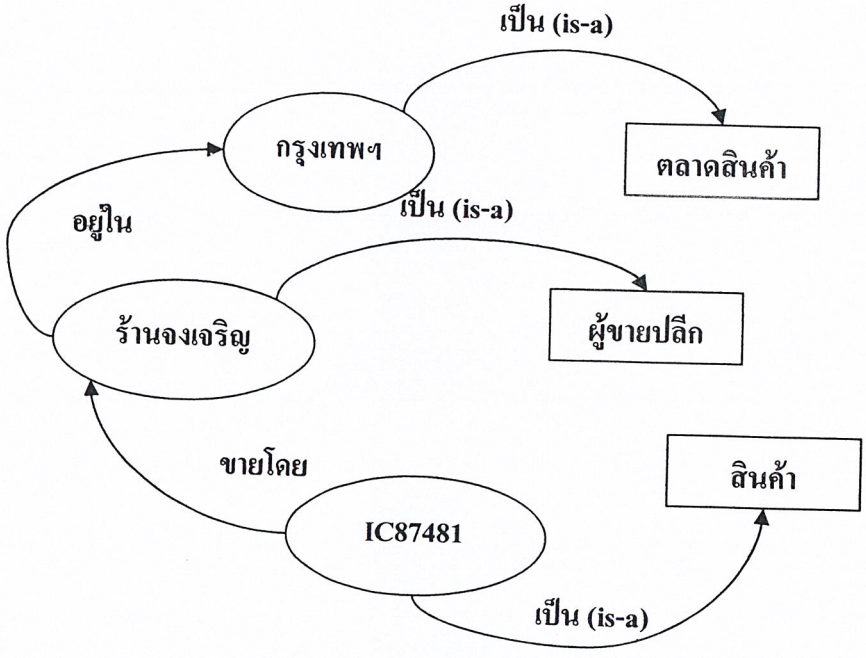
- (ถ้า) ของเหลวที่สามารถติดไฟได้ หกออกจากภาชนะ,
  (แล้ว) เรียกหน่วยดับเพลิง
- (ถ้า) ค่า pH ของของเหลวที่หก น้อยกว่า 6 ,
  (แล้ว) ของเหลวชนิดนั้นคือกรด
- (ถ้า) ของเหลวที่หกเลอะ เป็นกรด, และมีกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชู,
  (แล้ว) ของเหลวนั้นคือ กรดน้ำส้ม

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่าระบบผู้เชี่ยวชาญแบบใช้กฎนี้ จะจัดการกับปัญหาด้วยความรู้ซึ่งถูกสร้างเป็นตัวแทนที่อยู่ในรูปแบบของเซตของกฎ โดยจะคอยถูกตรวจสอบไปทีละขั้นตามข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่กำลังวินิจฉัยในปัจจุบัน เมื่อส่วนเงื่อนไข "ถ้า" เป็นจริง การปฏิบัติที่ถูกกำหนดไว้ในส่วน "แล้ว" ก็จะทำงาน ซึ่งเราเรียกกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้ว่าการดำเนินการ (execute) ในขณะเดียวกันปัญหาหนึ่งปัญหาอาจจำเป็นต้องการการดำเนินการกฎมากกว่า 1 ข้อ โดยเป็นลำดับตามความสอดคล้องของกฎไปเรื่อยๆ จนกระทั่งพบคำตอบ เซตของกฎซึ่งเรียงตามลำดับการดำเนินการในการหาคำตอบนั้น เราจะเรียกว่า ห่วงโซ่ในการวินิจฉัย (Inference chain) ซึ่งประโยชน์ของห่วงโซ่ในการวินิจฉัยนี้ เป็นกลไกหลักของกระบวนการสร้างระบบย่อยเพื่อการอธิบายในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบใช้กฎนั่นเอง

2.5 ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบข่ายความหมาย (Semantic networks expert system)

ระบบผู้เชี่ยวชาญแบบข่ายความหมาย ใช้รูปแบบในการแสดงความรู้โดยใช้โหนด(Nodes) และลิงค์ (Links) ซึ่งอยู่ระหว่างโหนด โดยที่โหนดแต่ละโหนดจะใช้แสดงถึงวัตถุหรือกรอบความคิด และลิงค์ใช้แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างโหนดแต่ละโหนดซึ่งลิงค์จะประกอบด้วยทิศทางและป้ายอธิบายความสัมพันธ์ของโหนดที่เชื่อมกันด้วยลิงค์นั้น จึงทำให้ Semantic networks เป็นเสมือนกราฟที่มีทิศทาง

สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงโหนดนั้นปกติจะแทนโดยรูปวงกลมหรือกล่องสี่เหลี่ยม และลิงค์จะแทนด้วยลูกศรซึ่งชี้ไปหรือมาระหว่างโหนด โครงสร้างของเครือข่ายแบบนี้มีความหมายในตัวของมันเองแบบง่ายๆ คือ แต่ละโหนดจะมีหนึ่งตัวชี้ (Pointer) ที่ชี้ไปยังโหนดอื่นๆ ทำให้ความสัมพันธ์ทั้งหมดเป็นความสัมพันธ์แบบเป็นคู่ (Binary relation) บนเซ็ตของโหนด ดังรูป 2.2



รูป2.2 ตัวอย่างโครงสร้างของ Semantic networks [20]

กลไกลในการวินิจฉัยของ Semantic networks จะใช้ตัวชี้หรือลิงค์ในการหาคำตอบโดยใช้กราฟอัลกอริธึมช่วยในการตอบคำถามจากความสัมพันธ์ดังกล่าว เช่น ใครเป็นผู้จำหน่าย IC87481 ในตลาดสินค้ากรุงเทพฯ เป็นต้น

สิ่งที่สำคัญที่สุดคือความสามารถในการใช้เหตุผลจากองค์ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ได้ แต่อย่างไรก็ตามความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่และการจัดแบ่งกลุ่มองค์ความรู้ค่อนข้างทำได้ยากเพราะไม่มีข้อบังคับการเชื่อมแต่ละโหนดบอกเพียงแค่ความสัมพันธ์ของแต่ละโหนดเท่านั้น

2.6ระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรม (Frame-based expert system)

คำว่าเฟรมในที่นี้ หมายถึง โครงสร้างข้อมูลชนิดหนึ่ง ที่รวบรวมเอาความรู้เกี่ยวกับรายละเอียดของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเข้าด้วยกัน โดยความรู้เหล่านี้ ถูกจัดเรียงอยู่ในโครงสร้างแบบลำดับขั้น ที่อนุญาตให้เกิดการทำงานกับความรู้ต่างๆ เหล่านั้นอย่างอิสระ หรือสามารถกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า เฟรมในระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น มีพื้นฐานแนวคิดเช่นเดียวกับวัตถุ (Object) ในหลักการโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) นั่นเอง

ตลอดระยะเวลากว่า 20 ปีที่ผ่านมาได้มีผู้พยายามพัฒนาหลักการออกแบบตัวแทนความรู้โดยใช้เฟรมในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถจัดแบ่งกลุ่มเทคนิคการออกแบบตามองค์ประกอบ และคุณสมบัติที่แตกต่างกันได้หลายประเภท เช่น โครงสร้างของตัวแทนความรู้ทั้งในระดับเฟรม และสล๊อต ตลอดจนวิธีการเขียนโปรแกรมทั้งแบบ เชิงวัตถุ (Object-Oriented) และเชิงการเข้าถึง (Access-Oriented) เป็นต้น [3]

ในความเป็นจริงแล้ว เทคนิคการใช้เฟรมเป็นตัวแทนความรู้ เป็นพื้นฐานหลักการออกแบบตัวแทนความรู้ที่รู้จักกันในหลายๆ ชื่อเช่น ระบบเฟรม (Frame System), เครือข่ายความหมาย (Semantic Network), ตรรกพรรณนา (Description Logic), เครือข่ายการสืบทอดแบบมีโครงสร้าง (Structural Inheritance Network), กราฟแสดงแนวคิด (Conceptual Graph) และ ตัวชี้แจงคำศัพท์ (Terminologic Reasoner) เป็นต้น ซึ่งถึงแม้แนวคิดในการออกแบบตัวแทนความรู้ทั้งหมดที่กล่าวมา จะมีพื้นฐานในการใช้เฟรมเป็นหลัก แต่แนวคิดในการออกแบบเหล่านี้มิได้มีความเหมือนกันทุกประการ เพื่อให้เข้าใจหลักการแบบเฟรมมากขึ้น วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ดังนี้ [3]

1) โครงสร้างของเฟรม 'เฟรม' คือโครงสร้างข้อมูลที่ถูกใช้เพื่อเป็นตัวแทนความหมายของวัตถุ หรือแนวคิด (Concept) ในขณะที่บางงานวิจัยอาจเรียกเฟรมในชื่ออื่นๆ เช่น ยูนิต (Unit) เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะไม่มีการแบ่งประเภทของเฟรม แต่บางระบบจะมีการแบ่งประเภทของเฟรมออกเป็น คลาสเฟรม (Class Frame) และ อินสแตนซ์เฟรม (Instance Frame)

โครงสร้างของเฟรมมักจะถูกเรียบเรียงในรูปแบบลำดับขั้นตามหมวดหมู่ (Taxonomy Hierarchy) อันได้แก่ ความสัมพันธ์แบบ เจนเนอรัลไลซ์ (Generalization), เป็น (is-a), คลาส-สับคลาส (Class-Subclass), เป็นประเภทของ (AKO: a kind of) และ ลำดับขั้นการสืบทอด (Inheritance Hierarchy) ซึ่งทั้งหมดนี้ถือเป็นความสัมพันธ์แบบเดียวกัน

โครงสร้างภายในเฟรมประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญคือ สล๊อต ซึ่งสล๊อตเหล่านี้เป็นคุณสมบัติหรือเซตของคุณสมบัติที่บรรยายวัตถุที่เราอ้างอิงถึงด้วยเฟรม เช่น เฟรมรถยนต์จะประกอบด้วย สล๊อตสี, สล๊อตเครื่องยนต์ เป็นต้น นอกเหนือจากค่าของสล๊อตที่บรรจุอยู่ภายในแล้ว สล๊อตยังสามารถมีข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับสล๊อตเองบรรจุอยู่ได้ ได้แก่ ชื่อสล๊อต, กฎ หรือเงื่อนไขต่างๆ เกี่ยวกับค่าที่จะนำมาบรรจุ และการตอบโต้เหตุการณ์ต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับสล๊อตนั้นๆ รายละเอียดที่บรรจุอยู่ภายในสล๊อตนี้จะถูกเรียกโดยรวมว่า

ฟาเซ็ท(Facet)โดยในแต่ละสล๊อตสามารถบรรจุฟาเซ็ท ได้มากกว่า 1 ฟาเซ็ท และบางครั้งแต่ละสล๊อตอาจมีฟาเซ็ทที่อยู่ในรูปของกระบวนการ (Procedure) ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งฟาเซ็ทที่เป็นกระบวนการเหล่านี้จะดำเนินการ (Execute) เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงค่า ในสล๊อตที่กระบวนการนั้นถูกบรรจุไว้ ดังรูปที่ 2.3 ที่แสดงถึงตัวโครงสร้างของเฟรมรถยนต์

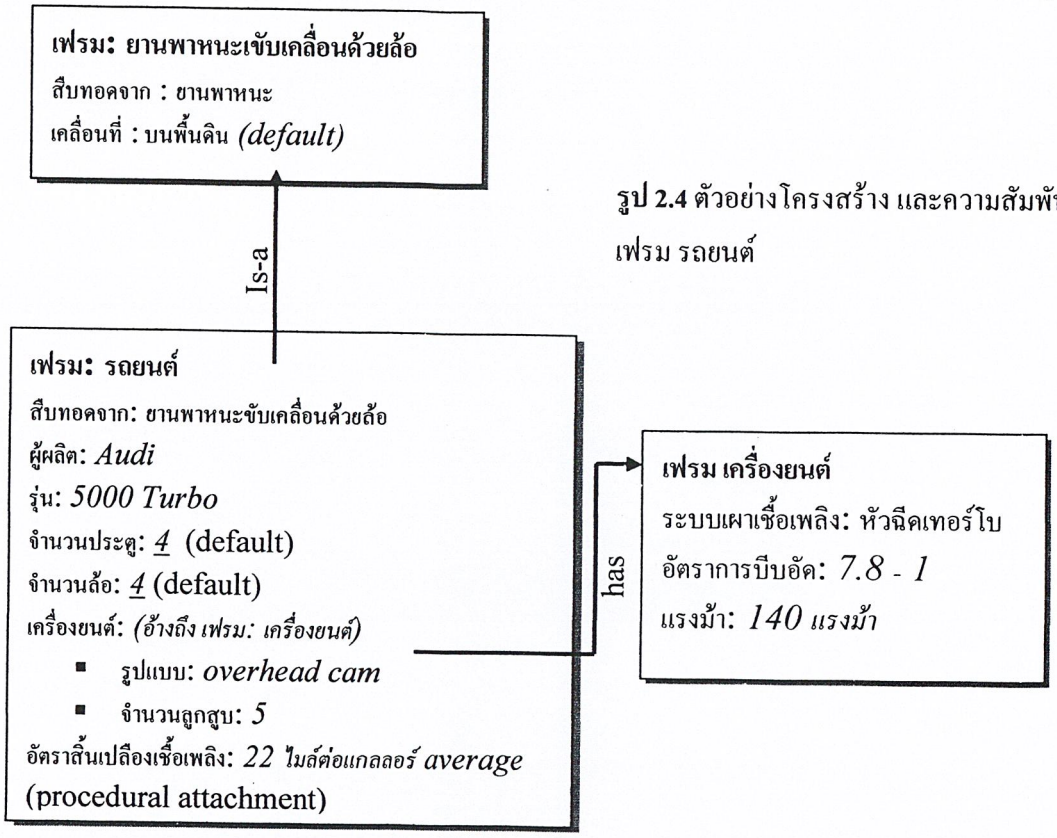
เฟรม: รถยนต์
สืบทอดจาก: *ยานพาหนะเคลื่อนที่ด้วยล้อ*
ผู้ผลิต: *Audi*
รุ่น: *5000 Turbo*
จำนวนประตู: *4* (default)
จำนวนล้อ: *4* (default)
สี: *Red*
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง: *22 ไมล์ต่อแกลลอร์*
(procedural attachment)

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างโครงสร้างของเฟรม

สำหรับประเภทของฟาเซ็ทนั้นมีหลายรูปแบบ สามารถแจกแจงได้ดังนี้

- *ค่า (Value)* เป็นฟาเซ็ทประเภทพื้นฐานที่อธิบายคุณสมบัติของสล๊อต เช่น ฟ้า, เขียว, แดง เป็นฟาเซ็ทแบบค่า ในสล๊อตสี
- *ค่าปริยาย (Default)* เป็นฟาเซ็ทแบบค่าเช่นกัน เพียงแต่จะเป็นค่าที่ถูกนำมาใช้ เมื่อสล๊อตนั้นว่าง หรือไม่มีการกำหนดค่าใดๆให้
- *ขอบเขต (Range)* เป็นฟาเซ็ทที่ทำหน้าที่ระบุประเภท หรือขอบเขตของข้อมูลที่จะปรากฏในสล๊อต เช่น เลขจำนวนเต็ม, เลขทศนิยม หรือ 10 ถึง 100 เป็นต้น
- *ถ้าถูกเพิ่มเติม (If added)* ฟาเซ็ทนี้เป็นฟาเซ็ทแบบกระบวนการที่ระบุการปฏิบัติที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเพิ่มค่าเข้ามาในสล๊อต
- *ถ้าถูกต้องการ (If needed)* เป็นฟาเซ็ทประเภทเดียวกับ ถ้าถูกเพิ่มเติม แต่จะทำงานเมื่อมีความต้องการเรียกใช้งานค่าของสล๊อต เพื่อใช้ประมวลผล
- *ถ้าถูกเพิ่ม(If new)* เป็นกระบวนการที่จะปฏิบัติ เมื่อมีการสร้างเฟรมขึ้นมาใหม่
- *ถ้าถูกลบ (If removed)* เป็นกระบวนการที่จะปฏิบัติ เมื่อค่าภายในสล๊อตถูกลบออก

นอกจากนี้ฟาเซ็ทยังสามารถอยู่ได้ในอีกหลายรูปแบบ เช่น เฟรม, กฎ หรือประเภทข้อมูลอื่นๆ ซึ่งฟาเซ็ทที่เป็นเฟรมนี่เอง เป็นที่มาของความสามารถในการจัดให้เฟรมอยู่ในโครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchy) ได้ กล่าวคือ เฟรมหนึ่งสามารถเป็นฟาเซ็ทอยู่ภายในสล๊อตของอีกเฟรมหนึ่งได้ หรือแม้แต่การที่เฟรมหนึ่ง สามารถสืบทอด (Inheritance) มาจากอีกเฟรมหนึ่ง ในลักษณะความสัมพันธ์แบบ "เป็น" (Is-a) เช่นเดียวกับโครงสร้างของวัตถุในหลักการโปรแกรมเชิงวัตถุ ทำให้เทคนิคการสร้างตัวแทนความรู้แบบใช้เฟรมนี้เหมาะสมกับการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ ดังจะเห็นได้จากตัวอย่างโครงสร้างเฟรม ในรูป 2.4



รูป 2.4 ตัวอย่างโครงสร้าง และความสัมพันธ์ของเฟรม รถยนต์

จากรูป 2.4 จะเห็นได้ว่า ทั้งสล๊อตและฟาเซ็ทสามารถมีโครงสร้างเป็นเฟรมได้ นั่นหมายความว่าเราสามารถกำหนดสล๊อต หรือฟาเซ็ทในลักษณะหลายค่า (Multi-Value) ได้ ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าสล๊อต และฟาเซ็ทของเฟรม ไม่จำเป็นต้องมีคุณสมบัติอะตอมมิค (Atomic) นั่นเอง

2) การจัดเก็บ และการค้นคืนความรู้ ในเครื่องมือสำหรับสร้างความรู้แบบเฟรมส่วนใหญ่จะมีไลบรารีเก็บฟังก์ชัน (Function Library) ที่เราสามารถเรียกใช้ได้ทันทีเช่น เพิ่มค่าใหม่ (add new value), ลบค่า (delete value), ค้นคืนค่า (retrieve current value), สร้างเฟรมใหม่ (create new frame), เปลี่ยนเฟรมผู้ปกครองใหม่ (change parent of frame), ลบเฟรม (delete frame), เปลี่ยนชื่อเฟรม (rename frame), เพิ่มสล๊อตใหม่ให้คลาส (add new slot to class) และเพิ่มฟาเซ็ทให้สล๊อต (add facet to slot) ซึ่งมาตรฐานคำสั่งส่วนใหญ่เหล่านี้จะอ้างอิงภาษาลิสพ์ (Lisp) เป็นหลัก

ในขณะเดียวกันบางเครื่องมือยังมีส่วนเชื่อมประสานผู้ใช้ด้วยภาพ (GUI: Graphic User Interface) เตรียมไว้ให้ เพื่อความสะดวกอีกด้วย

3) การวินิจฉัย และการแก้ปัญหา ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้วิธีการแทนความรู้แบบเฟรมส่วนใหญ่นั้นมักจะใช้เทคนิคการจำแนกประเภท (Classification) ในการวินิจฉัย และแก้ปัญหาบนพื้นฐานของความรู้ที่จัดเก็บไว้ในฐานความรู้ ซึ่งแนวทางที่เทคนิคจำแนกประเภทเข้ามามีบทบาทในการวินิจฉัยในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ เฟรมด้วยกัน 2 แนวทางคือ

- ใช้เทคนิคจำแนกประเภทในการแก้ปัญหาเลย เช่นใช้วินิจฉัยอาการต่างๆ เพื่อระบุโรค
- ใช้เทคนิคจำแนกประเภทเป็นองค์ประกอบของกระบวนการค้นคืน(Query) เพื่อตัดสินใจเลือกใช้คีย์เวิร์ด (Keyword) ให้เหมาะสมสำหรับการทำการค้นคืนความรู้ที่จัดเก็บอยู่ในฐานความรู้ โดยลักษณะการทำงานของกลไกการวินิจฉัยนั้น มีทั้งรูปแบบในการใช้กฎเป็นหลัก ซึ่งเป็นการจัดเก็บกฎต่างๆ ไว้เป็นฟาเซ็ทหนึ่งในสล๊อต และจะมีตัวแปลภาษา (Interpreter) คอยดำเนินการกฎเหล่านั้นอีกครั้ง หรืออาจใช้ฟาเซ็ทแบบกระบวนการที่ถูกแนบ (Attach) ไว้ในสล๊อต เป็นตัวดำเนินการเองก็ได้

2.7 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการแทนความรู้ในแต่ละแบบ [5][19]

ในการเปรียบเทียบวิธีการแทนความรู้นั้นจะเปรียบเทียบในเรื่องความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) ในส่วนของความรู้และฐานความรู้, ความสามารถในการแบ่งกลุ่มความรู้ (Knowledge Partitioning) และ ความหลากลายของกลไกลในการวินิจฉัย (Inference Engine)

- **วิธีการแทนความรู้แบบกฎ (Rule-based)**

โครงสร้างของวิธีนี้จะเป็นประโยคเงื่อนไข ถ้า-แล้ว (IF-THEN Statement) ซึ่งการจัดแบ่งความรู้ออกเป็นกลุ่มนั้นทำได้ยาก แม้ว่าจะมีความพยายามจัดแบ่งออกเป็นกลุ่มของกฎ (Rule set) แล้วก็ตาม ทำให้การนำเอาความรู้มาใช้ใหม่ (Reuse) ค่อนข้างทำได้ยากหรืออาจทำไม่ได้เลย และการบำรุงรักษาหรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงความรู้ก็เป็นไปได้ยากอีกเช่นกัน ดังนั้นจึงต้องอาศัยผู้ที่มีทักษะและความเข้าใจเป็นอย่างดีในการดูแลและจัดการการแทนความรู้บนพื้นฐานแบบกฎนี้

- **วิธีการแทนความรู้แบบเครือข่ายความหมาย (Semantic networks)**

โครงสร้างของวิธีนี้ประกอบด้วยโหนดซึ่งแสดงถึงวัตถุหรือกรอบความคิดโดยมีส่วนของลิงค์ซึ่งเป็นตัวชี้ไปยังโหนดอื่นที่เกี่ยวข้องกันเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างโหนด ข้อดีของการแทนความรู้แบบเครือข่ายความหมายที่ดีกว่าวิธีการแทนความรู้แบบกฎคือมีความสามารถในการใช้เหตุผล (Reasoning) ด้วยความรู้ที่ไม่จำเป็นต้องครบถ้วนสมบูรณ์ (Incomplete data) แต่วิธีการแทนความรู้แบบนี้ก็ยังมีปัญหาหนึ่งที่สำคัญคือปัญหาในเรื่องความไม่ชัดเจนในการแบ่งแยกวัตถุ (Object) และกรอบความคิด (Concept) ออกจาก

กัน ซึ่งทำให้เกิดความสับสน นอกจากนี้การมีเพียงความสัมพันธ์บนลิงค์ระหว่างโหนดโดยที่ไม่มีข้อบังคับ (Constraint) นั้น ส่งผลให้ทั้งการแบ่งกลุ่มความรู้และการนำความรู้มาใช้ใหม่นั้นเป็นไปได้ยาก

- **วิธีการแทนความรู้บนพื้นฐานแบบเฟรม (Frame-based)**

เป็นการพัฒนาต่อจากการแทนความรู้แบบเครือข่ายความหมาย โดยมีการจัดแบ่งความรู้ออกเป็นกลุ่มอย่างชัดเจนด้วยการใช้กรอบความรู้ที่เรียกว่าเฟรม(Frame) เป็นตัวกำหนดขอบเขตความรู้ และยังมีการเพิ่มฟังก์ชันและโครงสร้างเข้าไปในแต่ละเฟรมนั่นก็คือมีการเพิ่มฟาเซ็ท (Facet) และสล๊อต (Slot) เข้าไป ซึ่งสล๊อตใช้ในการอธิบายคุณลักษณะของเฟรมและฟาเซ็ทจะอยู่ในรูปของกระบวนการ (Procedure) ซึ่งจะประกอบอยู่ในแต่ละสล๊อต การนำกลับมาใช้ใหม่เป็นไปได้ง่ายโดยใช้กลไกลของการสืบทอด (Inheritance) เหมือนกันกับในหลักการเชิงวัตถุ

ความสามารถ	Rule-based	Semantic Networks	Frame-based
การนำกลับมาใช้ใหม่	ต่ำ	ต่ำ	สูง
การจัดแบ่งกลุ่มองค์ความรู้	ต่ำ	ต่ำ	สูง
ความหลากลายในกลไกลการวินิจฉัย	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง

รูปที่ 2.5 ตารางเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของวิธีการแทนความรู้ในแต่ละแบบ

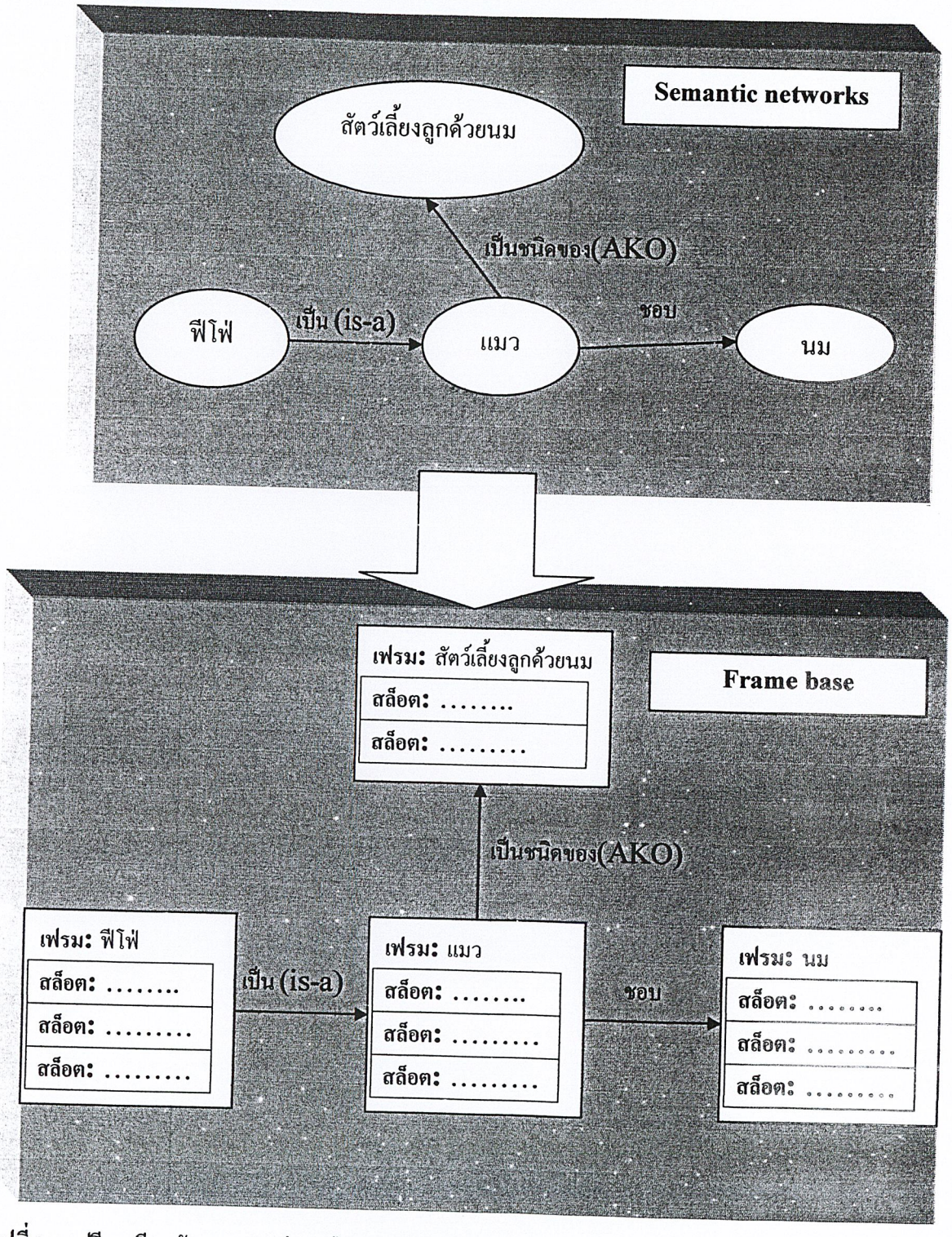
2.8 กลไกการอนุมาน (Inference engine) ของการแทนความรู้แบบเฟรม

กลุ่มของเฟรมจะประกอบขึ้นด้วยฐานความรู้ เมื่อรวมฐานความรู้เข้ากับกลไกการอนุมานจึงจะเป็นระบบบนพื้นฐานแบบเฟรม (frame-based system) หรือเรียกง่าย ๆ ว่าระบบเฟรม (frame system) ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว พื้นฐานการอนุมานในระบบเฟรมคือการกำหนดค่าสล๊อตของเฟรมที่กำหนดถูกพิจารณา วิธีการเช่นนี้เรียกว่าการเติมสล๊อต (filling in slot)

วิธีการอนุมานในการแทนความรู้แบบใช้เฟรมที่สามารถใช้ได้โดยทั่วไปนั้นยังไม่มี ส่วนใหญ่จะใช้วิธีพิจารณาปัญหาเป็นกรณี ๆ ไป แล้วเลือกวิธีการอนุมานที่เหมะสม โดยพื้นฐานสามารถแบ่งวิธีการอนุมานออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้ดังนี้

2.8.1 วิธีการอนุมานที่ค่อนไปทางเครือข่ายความหมาย

การแทนความรู้แบบใช้เฟรมสามารถมองได้ว่าเป็นผลจากการดัดแปลงขยับขยายการแทนความรู้แบบเครือข่ายความหมาย โดยที่โหนดในเครือข่ายความหมายขยายตัวกลายเป็นเฟรม ดังนั้นกลไกลการอนุมานที่ใช้ลักษณะการถ่ายทอดคุณสมบัติระหว่างโหนดที่มีความสัมพันธ์กันจึงใช้ได้เช่นเดียวกันในระบบเฟรม

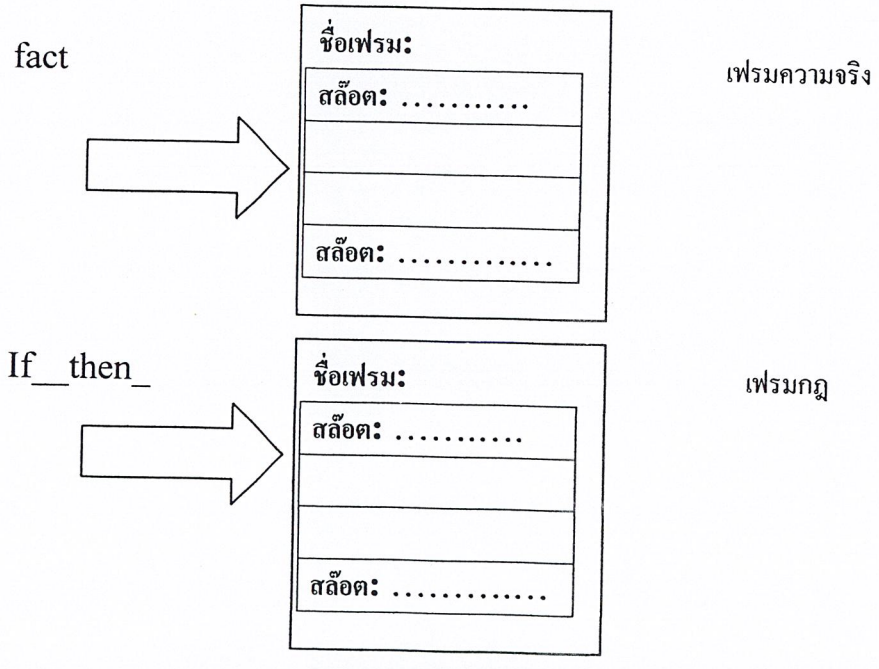


รูปที่ 2.6 เปรียบเทียบลักษณะระหว่างเครือข่ายความหมาย(Semantic networks) กับเฟรม (Frame base) [9]

จากรูปจะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ “เป็น (IS-A)” ในเครือข่ายความหมายเทียบเท่ากับตัวแทน (Instance) ในระบบเฟรมนั้นก็คือ ฟีโฟ่ เป็นตัวแทนของ แมว นั่นเอง ความสัมพันธ์ต่อมาคือ “เป็นชนิดของ (AKO)” ซึ่งเทียบเท่ากับการสืบทอด (Inheritance) ในระบบเฟรมนั่นก็คือ แมว สืบทอด(Inherit) มาจาก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนความสัมพันธ์ “ชอบ” ก็สามารถนำมาใช้เพื่อเชื่อมความสัมพันธ์ระว่างแมวกับนมว่า “แมวชอบ นม” ได้ ตัวอย่างคำถามที่สามารถนำกลไกอนุมานแบบนี้มาใช้ได้เช่น “สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดใดชอบนม?”, “ฟีโฟ่ ชอบนมหรือไม่?” เป็นต้น

2.8.2 กลไกอนุมานที่ค่อนไปทางกฎ

เป็นความพยายามในการนำเอากลไกควบคุมในการแทนที่ความรู้ด้วยกฎมาใช้ โดยการแบ่งเฟรมออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เฟรมประเภทที่แสดงความรู้ทั่วไปความจริงและสภาพซึ่งเรียกว่าเฟรมความจริง (fact frame) เฟรมประเภทที่บันทึกความรู้ที่เป็นกฎซึ่งเรียกว่าเฟรมกฎ และเฟรมประเภทที่ใช้ในการควบคุมเฟรมสองประเภทแรก เฟรมประเภทหลังสุดนี้มีชื่อเรียกว่า เฟรมควบคุมกฎ หลักการของกลไกการอนุมาน ก็เหมือนกันกับของระบบกฎโดยการแบ่งกรอบออกเป็น 3 ประเภทเช่นนี้อาจจะมองได้ว่าระบบเฟรมได้จากการขยายระบบกฎโดยที่ fact หรือ กฎ if-then ในระบบกฎกลายเป็นเฟรมในระบบเฟรม ซึ่งเฟรมมีโครงสร้างข้อมูลที่ยืดหยุ่นมากกว่า



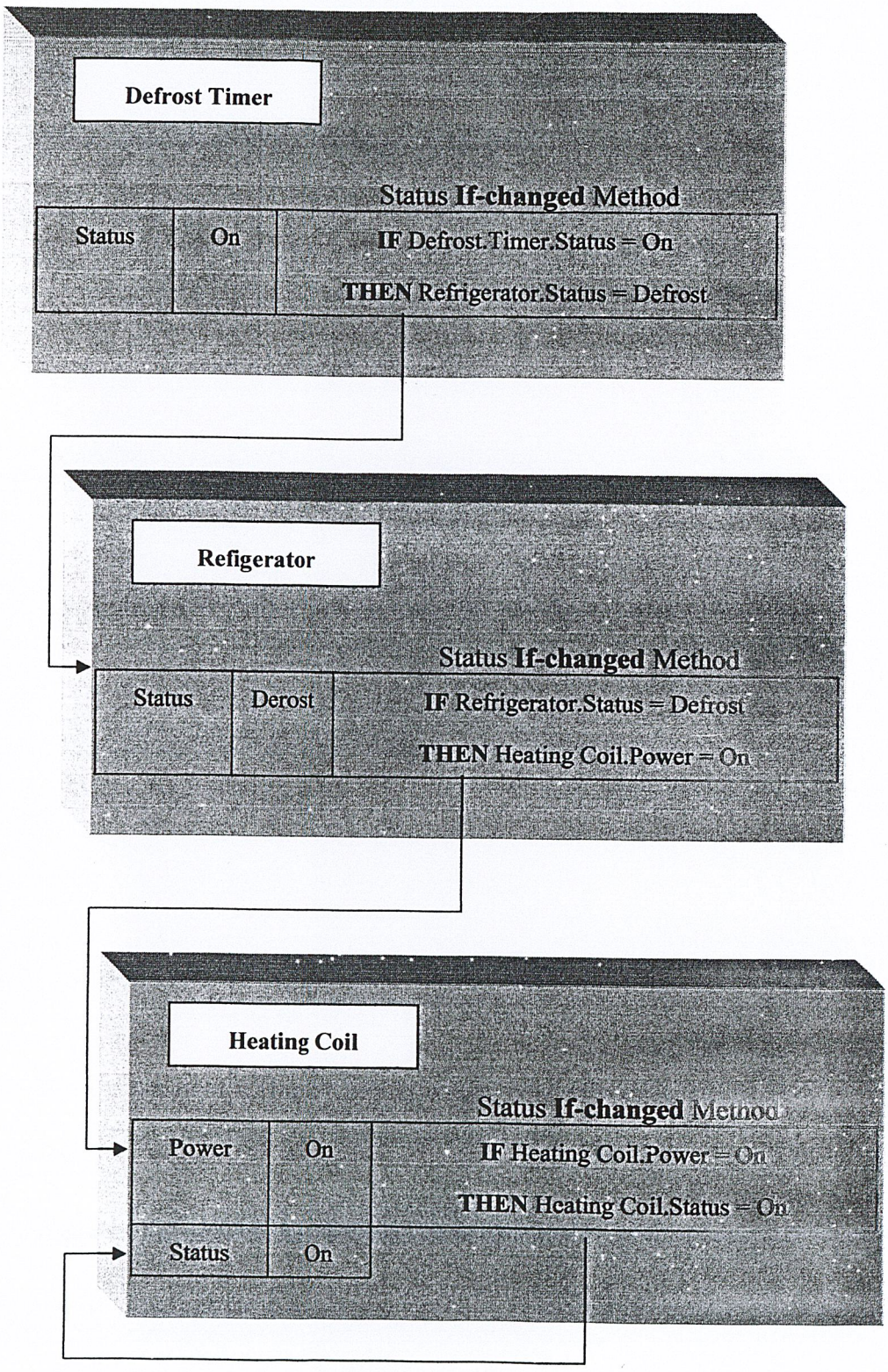
รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง Production System กับระบบเฟรม

2.8.3กลไกอารอนุมานที่ค่อนไปทางกระบวนการ

วิธีการนี้ไม่มีการนำเอากลไกการควบคุมการอนุมานอะไรมาใช้เป็นพิเศษ เพียงแต่ใช้กระบวนการประกอบ (Attached procedure) ในสล๊อตของเฟรมเท่านั้น กล่าวคือกลไกการอนุมานแบบนี้ใช้ขบวนการประกอบเป็นหลักในการสร้างเฟรม ลบเฟรม หรือเรียกเฟรมมาใช้

สมมุติว่ามีวัตถุอยู่ 3 วัตถุคือ ตู้แช่ (Refrigerator), ตัวจับเวลาละลายนำแข็ง (Defrost timer) และขดลวดความร้อน (Heating coil) โดยหน้าที่ของตัวจับเวลาละลายน้ำแข็งคือแจ้งไปยังตู้แช่เมื่อถึงเวลาที่จะต้องละลายน้ำแข็งแล้ว เมื่อได้รับสัญญาณดังกล่าวขดลวดความร้อนจะถูกส่งสัญญาณให้ทำงาน ดังแสดงในรูป 2.8

เริ่มต้นด้วยเมื่อถึงเวลาละลายน้ำแข็ง Defrost Timer.Status จะมีค่าเป็น On ทำให้ If-changed Method ทำงานโดยเปลี่ยน Refrigerator.Status เป็น Defrost ส่งผลให้ If-changed Method ในสล็อต Status ของตู้แช่ทำงานคือดูว่าหาก Refrigerator.Status เป็น Defrost แล้วให้เปิดลวดทำความร้อนคือเปลี่ยนค่า Heating Coil.Power เป็น On ส่งผลให้ If-changed Method ภายในสล็อต Heating Coil.Power ทำงานโดยกำหนดค่า Heating Coil.Status เป็น On



รูปที่ 2.8 การติดต่อระหว่างฟาเซ็ทกระบวนการ (Procedure facet)

2.9 ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ

ในปัจจุบันแนวความคิดด้านวัตถุกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงไม่ว่าจะเป็นภาษาเชิงวัตถุรวมถึงการออกแบบในเชิงวัตถุด้วย ทำให้เกิดแนวความคิดเรื่องระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุขึ้นมาเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของการพัฒนาซอฟท์แวร์ในลักษณะนี้

ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุหรือเรียกสั้นๆ ว่า OODBMS (Object-Oriented Database Management System) คือระบบจัดการฐานข้อมูลชนิดหนึ่งที่สนับสนุนรูปแบบการสร้างและจัดเก็บข้อมูลในแบบวัตถุ ได้แก่ แนวคิดเรื่องคลาสของวัตถุ, การสืบทอดคุณสมบัติ (property) และวิธีการ (method) มายังคลาสลูกและวัตถุที่สร้างจากคลาสนั้น

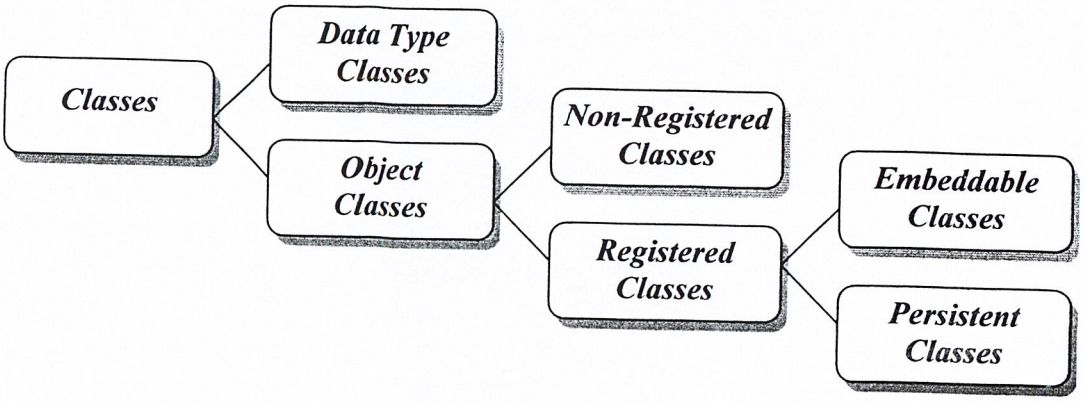
2.9.1 ระบบการจัดการฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

คาเช่เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุที่รองรับทฤษฎีของเทคโนโลยีทางด้านวัตถุอย่างครบถ้วนไม่ว่าจะเป็นการสร้าง, การจัดเก็บเก็บ, การเรียกใช้, และจัดการอ็อบเจ็คอินสแตนซ์ต่าง ๆ เช่น การสืบทอด (Inheritance) รองรับการทำการสืบทอดแบบหลายทาง (multiple inheritance), พอลิมอร์ฟีซึม, การคงอยู่ (persistency) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของฐานข้อมูลเชิงวัตถุคือวัตถุต้องถูกบันทึกอย่างถาวรบนสื่อบันทึกข้อมูลและสามารถเรียกมาใช้ได้ง่ายและรวดเร็วเมื่อต้องการ

นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการแปลงจากรูปแบบข้อมูลเชิงวัตถุไปเป็นรูปแบบข้อมูลเชิงสัมพันธ์ได้และสามารถใช้ภาษาของฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์อย่าง SQL ได้ ส่งผลให้รองรับการทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรมประยุกต์เดิม

2.9.2 โครงสร้างข้อมูลและประเภทของคลาสบนคาเช่

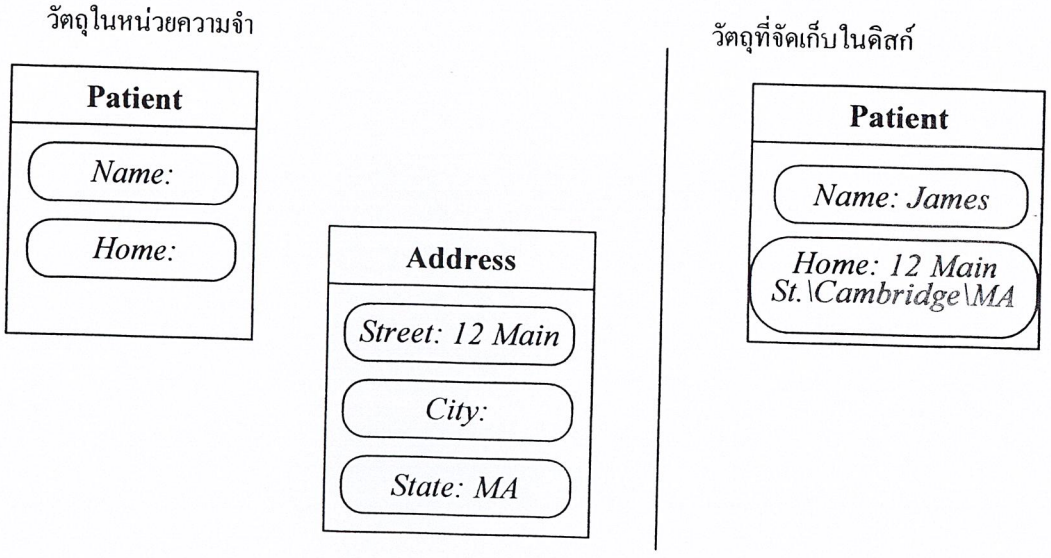
ระบบฐานข้อมูลคาเช่ได้มีการแบ่งประเภทของคลาสไว้ ซึ่งแต่ละประเภทจะมีหน้าที่ และคุณสมบัติแตกต่างกันทั้งในส่วนโครงสร้าง คุณสมบัติ และการใช้งาน ซึ่งก่อนที่จะได้อธิบายถึงลักษณะของคลาสแต่ละประเภท จะได้อธิบายถึงแนวคิดในภาพรวมของการจัดแบ่งประเภทเสียก่อนว่า คลาสในคาเช่จะถูกจัดแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือคลาสของชนิดข้อมูล (Data Type Class) และ คลาสของวัตถุ (Object Class) ซึ่งจากคลาสของวัตถุนี้เองจะสามารถจัดแบ่งประเภทแยกย่อยลงไปอีกเป็นรีจิสเตอร์คลาส (Registered Class) และนันรีจิสเตอร์คลาส (Non-Registered Class) และจากรีจิสเตอร์คลาสก็จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ เอ็มเบ็ดเอเบิลคลาส (Embeddable Class) และเพอร์ซิสเท็นต์คลาส (Persistent Class)



รูป 2.9 แสดงการแบ่งประเภทของคลาสในฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

- *คลาสของชนิดข้อมูล (Data Type Class)* เป็นคลาสพิเศษที่นิยามและจัดการค่า Literal ซึ่งมีความแตกต่างจากคลาสของวัตถุอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือคลาสของชนิดข้อมูลถูกกำหนดขึ้นโดยไม่มีตัวชี้เฉพาะเหมือนคลาสของวัตถุ และไม่สามารถสร้างอินสแตนซ์ (Instance) ได้ จะสามารถเป็นได้เพียงแอททริบิวต์สำหรับวัตถุ ซึ่งคลาสของชนิดข้อมูลนี้ได้จัดเตรียมเมธอด (Method) ในการตรวจสอบ (Validation) และเปลี่ยนแปลง (Conversion) ค่าของ Literal ไว้ให้
- *คลาสของวัตถุ (Object Class)* คลาสของวัตถุเป็นส่วนระบุโครงสร้าง และพฤติกรรมของวัตถุชนิดนั้นๆ โดยแต่ละคลาสจะต้องมีชื่อคลาสที่ไม่ซ้ำกับคลาสอื่น รวมถึงคุณสมบัติ (Property), เมธอด, และ คีย์เวิร์ด ที่จะสามารถระบุถึงพฤติกรรมโดยทั่วไปของคลาสนั้น
- *นันรีจิสเตอร์คลาส (Non-Registered Class)* คลาสนี้เป็นคลาสของวัตถุที่ไม่ได้จัดเตรียมการจัดการ Instance ของวัตถุเองไว้ ผู้พัฒนาจำเป็นจะต้องดูแลในส่วนการสร้างข้อกำหนด (Provision) และบริหารจัดการ (Administration) OID และ OREF ด้วย เนื่องจาก OREF ในการจัดการตัวเองไม่ได้ถูกลงทะเบียนไว้ใน Cache ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดสำหรับนันรีจิสเตอร์คลาสดังนี้
    - ระบบจะไม่มีการจองเนื้อที่ (Allocate) ในที่เก็บข้อมูลสำหรับค่าต่างๆ ของวัตถุให้
    - กระบวนการเรียกตัวอ้างอิงวัตถุโดยอัตโนมัติ (Swizzling) จะไม่ทำงานกับคลาสนี้
    - ไม่สนับสนุนโพลีมอร์ฟีซึม (Polymorphism)
    - ตัวแปรที่บรรจุค่าอ้างอิงวัตถุแบบนันรีจิสเตอร์นี้ จะต้องถูกประกาศตัวแปรในแบบเอ็กซ์พลีซิท (Explicit) ร่วมกับคลาสที่เกี่ยวข้อง

- *รีจิสเตอร์คลาส (Registered Class)* ต่างจากนันรีจิสเตอร์คลาสคือ จะเป็นคลาสที่สมบูรณ์ มีทั้งเมธอด และการควบคุมพฤติกรรมของวัตถุครบ และจะได้รับการสืบทอด (Inherit) เมธอดต่างๆ เหล่านั้นมาจากคลาสของระบบชื่อ %Library.RegisteredObject
- *เอ็มเบ็ดเดเบิลคลาส (Embeddable Class)* อินสแตนซ์ของวัตถุในคลาสนี้สืบทอดมาจากคลาสของระบบชื่อ %Library.SerialObject ซึ่งจะถูกจัดเก็บไว้อย่างอิสระ และชั่วคราวในหน่วยความจำในขณะที่จะสามารถเก็บไว้ในฐานข้อมูลอย่างถาวรโดยการฝังไว้ภายในวัตถุแบบเพอร์ซิสเท็นต์เท่านั้น



รูป 2.10 แสดงการจัดเก็บวัตถุแบบเอ็มเบ็ดเดเบิลในดิสก์ และหน่วยความจำ

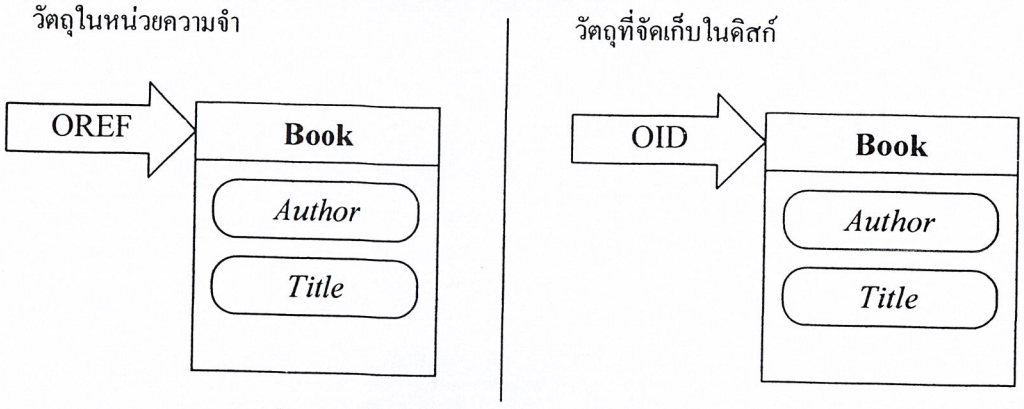
- *เพอร์ซิสเท็นต์คลาส (Persistent Class)* คลาสของวัตถุแบบเพอร์ซิสเท็นต์จะมีการจัดการโดยรวมทั้งหมด สำหรับการจัดเก็บอินสแตนซ์ของคลาสอย่างถาวรในฐานข้อมูล ซึ่งอินสแตนซ์ของคลาสนี้จะได้รับการสืบทอดมาจากคลาสของระบบชื่อ %Library. Persistent

2.9.3 ประเภทของวัตถุในฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

เนื่องจากระบบฐานข้อมูลคาเช่ เป็นระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ ดังนั้นในการออกแบบ และการจัดการข้อมูลทั้งหมดจึงถูกมองในรูปของวัตถุ เรียกว่า คาเช่ออบเจ็กต์โมเดล (Caché Object Model) ซึ่งได้มีการแบ่งประเภทของคลาสหลักในระบบออกเป็น 2 ส่วน คือคลาสของวัตถุ (Object Class) และ คลาสของชนิดข้อมูล (Data Type Class) ซึ่งในคลาสของชนิดข้อมูลนี้มีความหมายรวมถึง Literal ด้วย โดยที่คลาสของวัตถุนี้จะมีตัวชี้เฉพาะ (OID : Object Identifier) เป็นค่าอ้างอิงที่จะระบุถึงความเป็นปัจเจกของแต่ละวัตถุขณะที่ถูกเก็บไว้ใน

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ดิสก์ข้อมูล ซึ่งค่า OID นี้จะมีค่าเฉพาะตัวไม่ซ้ำกัน (Unique) โดยที่เมื่อมีการเรียกข้อมูลวัตถุเหล่านั้นมาไว้ที่หน่วยความจำ ระบบจะทำการผลิตค่าอ้างอิงชุดใหม่ขึ้นมาใช้อ้างอิงแทนที่ OID ค่านี้เรียกว่าค่าอ้างอิงวัตถุ (OREF : Object Reference) เพื่อให้แอพพลิเคชันสามารถเข้าถึงวัตถุต่างๆ ในหน่วยความจำได้ถูกต้อง



รูป 2.11 เปรียบเทียบการใช้งาน OREF และ OID

2.10 งานวิจัยที่ใช้การบูรณาการระบบฐานความรู้กับระบบฐานข้อมูล

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าการนำระบบฐานข้อมูลมาใช้กับระบบฐานความรู้แบบเฟรมมีความพยายามใช้ฐานข้อมูลทั้งในแบบสัมพันธ์, แบบวัตถุ-สัมพันธ์และแบบวัตถุในการจัดเก็บความรู้ ซึ่งแต่ละรูปแบบของฐานข้อมูลก็จะมีวิธีการในการสร้างแตกต่างกันออกไป

2.10.1 ตัวแทนความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational database)

เนื่องจากโครงสร้างข้อมูลแบบสัมพันธ์มีความแตกต่างจากตัวแทนความรู้แบบเฟรมมาก จึงต้องอาศัยการแม็พจากตัวแทนความรู้แบบเฟรมมาเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ใน DBMS การแม็พที่ได้จะประกอบด้วย 3 ตาราง (อ้างจากงานวิจัย [13] ซึ่งเป็นขยายส่วนจัดเก็บความรู้ไว้บนฐานข้อมูลของระบบผู้เชี่ยวชาญ PERK) คือ or_kbs, or_frames และ or_slotvalue ดังแสดงในรูป 2.12

61395

or_kbs	
kbname	id
CMCP-99	100

or_frames		
kb	frame	type
100	PEOPLE	1
100	STUDENT	1
100	KAREN	2
100	INSTANCE-OF	3

or_slotvalues				
kb	frame	slot	slottype	slotvalue
100	KAREN	INSTANCE-OF	OWN	STUDENT
100	STUDENT	SUBCLASS-OF	OWN	PEOPLE
100	KAREN	HABIT	OWN	TRAVELLING

รูป 2.11 แสดง Relational schema ของเฟรมที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์พร้อมทั้งข้อมูล

ตาราง or_kbs ประกอบด้วยสองฟิลด์เพื่อเก็บชื่อและรหัสของฐานความรู้ตามลำดับ, ตาราง or_frames ประกอด้วย 3 ฟิลด์คือ kb(เก็บรหัสฐานความรู้), name(ชื่อเฟรม), type(รูปแบบ), ตาราง or_slotvalues ประกอบด้วย 5 ฟิลด์ โดย kb ใช้อ้างถึงรหัสฐานความรู้ในเฟรม, slot(รูปแบบสล็อต) ,ส่วนสุดท้ายคือ slotvalue (ค่าภายในสล็อต)

2.10.2 ตัวแทนความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลแบบวัตถุ-สัมพันธ์(Object-Relational database) [13][21]

ฐานข้อมูลแบบวัตถุ-สัมพันธ์เพิ่มฟังก์ชันและความยืดหยุ่นของการเก็บข้อมูล โดยนำข้อดีของรูปแบบข้อมูลที่ซับซ้อน(Complex data type) กับการกำหนดเป้าหมายวัตถุ (object orientation) เข้ามา เพิ่มเติมจากโครงสร้างข้อมูลแบบสัมพันธ์ ทำให้การจัดเก็บความรู้แบบเฟรมเป็นไปได้ง่ายมากยิ่งขึ้นเนื่องจากมีการนำคุณสมบัติของรูปแบบข้อมูลแบบวัตถุซึ่งมีความใกล้เคียงกับเฟรมมากมาใช้

2.10.3 ตัวแทนความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุ(Object-Oriented database)[13] [22]

เมื่อพิจารณาโครงสร้างของเฟรมแล้วมีความใกล้เคียงกับโครงสร้างแบบวัตถุมากทั้งคุณสมบัติในการสืบทอด, ความสัมพันธ์และอินสแตนซ์ของวัตถุ จึงเป็นการง่ายในการที่จะนำโครงสร้างความรู้แบบเฟรมมาจัดเก็บโดยใช้ระบบฐานการจัดาการฐานข้อมูลแบบวัตถุ

โดยจะพบว่าข้อแตกต่างหลักระหว่างทั้งสองโครงสร้างอยู่ที่การให้ความสำคัญในระดับของข้อมูลที่ต่างกัน กล่าวคือ หลักการเชิงวัตถุจะให้ความสำคัญเน้นที่ระดับวัตถุ หรือคอนเซ็ปต์ แต่เฟรมจะให้ความสำคัญในระดับที่ต่ำกว่า คือระดับตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุ หรือคอนเซ็ปต์ ทำให้ความรู้ที่ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมจะไม่สามารถจัดเก็บลงในโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุได้โดยตรง

บทที่ 3

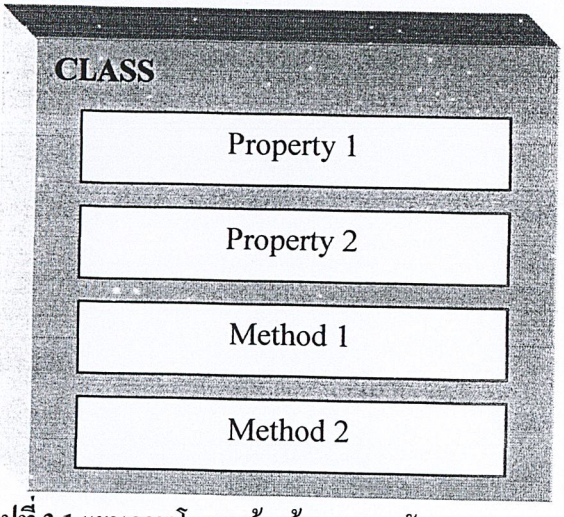
การออกแบบระบบ

3.1 การศึกษา และเปรียบเทียบหลักการเชิงวัตถุ กับเฟรม

ในหลักการเชิงวัตถุและเฟรมถึงแม้ว่าจะมีความใกล้เคียงกันแต่ก็มีส่วนที่แตกต่างกันเนื่องจากหลักการเชิงวัตถุไม่ได้ถูกออกแบบมาสำหรับการพัฒนาระบบฐานความรู้โดยตรงแต่เฟรมถูกออกแบบมาเพื่อจุดประสงค์ในด้านนี้โดยเฉพาะทำให้ลักษณะโครงสร้างมีความแตกต่างกันออกไป [8]

3.1.1 โครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุ

โครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุโดยทั่วไป เป็นโครงสร้างข้อมูลที่ยึดหลักการออกแบบโดยอาศัยแนวคิดทางวัตถุสิ่งของ ทั้งที่จับต้องได้ และไม่ได้ หรืออาจเรียกว่าคอนเซ็ปต์ (Concept) โดยจะรวมตัวบอกคุณสมบัติของวัตถุและเมธอดหรือโพรซิเดอร์ที่เกี่ยวข้องกับวัตถุนั้น ๆ เข้าด้วยกันในลักษณะการห่อหุ้ม (encapsulate) โดยกรอบของคลาส

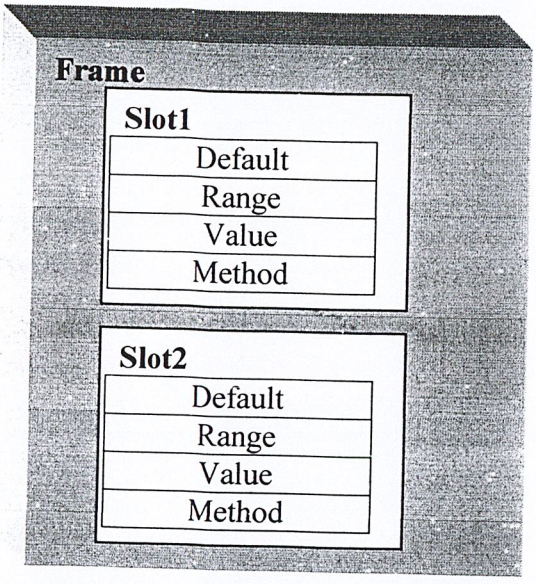


รูปที่ 3.1 แผนภาพโครงสร้างข้อมูลแบบวัตถุ

3.1.2โครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม

เป็นโครงสร้างที่เกิดมาจากแนวคิดในการออกแบบโดยยึดหลักของการออกแบบตามวัตถุ หรือคอนเซ็ปต์ เช่นเดียวกับแนวคิดเชิงวัตถุ หากแต่เฟรมจะสนใจในส่วนตัวบ่งบอกลักษณะมากกว่า กล่าวคือ เฟรมถูกมองเป็นเพียงสิ่งที่มีหน้าที่รวบรวมเอาตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุ โดยเป็นเพียงเหมือนกรอบที่ถูกวาดไว้เพื่อรักษาการรวมกลุ่มกันของตัวบ่งบอกคุณสมบัติเท่านั้น นั่นจึงเป็นสาเหตุที่แนวคิดนี้ถูกเรียกว่าเฟรม โดยความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุทั้งหลายจะถูกให้ความสนใจเป็นเสมือนวัตถุหน่วยย่อยๆ

ที่ภายในตัวเองจะมีคุณสมบัติสำหรับตัวเอง รวมถึงเมธอด โพรซิเยอร์ และเดมอนที่เกี่ยวข้องกับตัวเองไว้ด้วยกัน หรือกล่าวอีนัยหนึ่งคือ โพรซิเยอร์ หรือเดมอนต่างๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับตัวบ่งบอกคุณสมบัติใด จะถูกรวบรวมไว้กับตัวบ่งบอกคุณสมบัตินั้นเอง ซึ่งหน่วยย่อยที่ทำหน้าที่เป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุนั้นถูกเรียกว่าสล๊อต



รูปที่ 3.2 แผนภาพโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรม

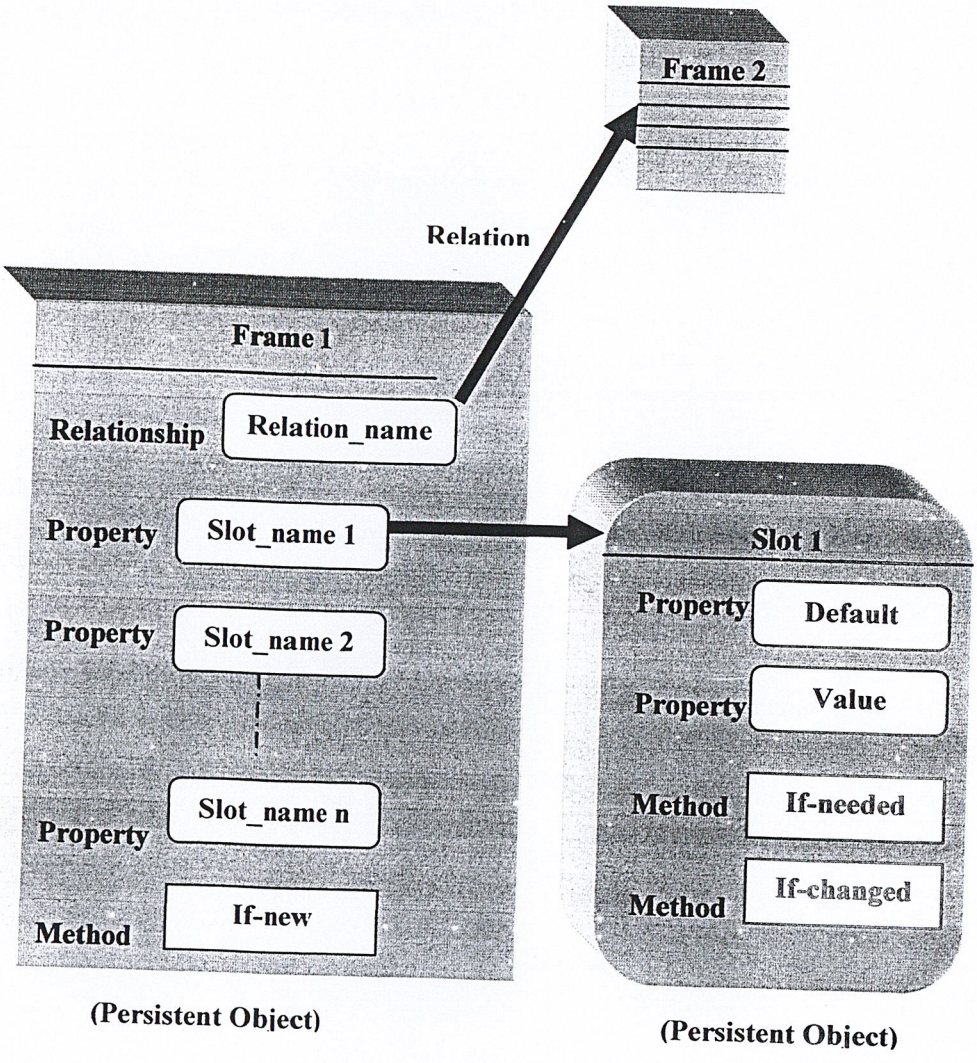
3.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

ระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ระบบฐานความรู้แบบเฟรม โดยระบบฐานความรู้ดังกล่าวจะถูกพัฒนาขึ้นมาจากระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ ขณะที่ส่วนเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญถูกสร้างขึ้นด้วยภาษา JAVA

3.2.1 การออกแบบโครงสร้างข้อมูลแบบเฟรมบนระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

จากผลการศึกษาความแตกต่างระหว่างโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุ และเฟรมตามที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น จะพบว่าข้อแตกต่างหลักอยู่ที่การให้ความสำคัญในระดับของข้อมูลที่ต่างกัน กล่าวคือ หลักการเชิงวัตถุจะให้ความสำคัญเน้นที่ระดับวัตถุหรือคอนเซ็ปต์ของวัตถุ แต่เฟรมจะให้ความสำคัญในระดับที่ต่ำกว่า คือระดับตัวบ่งบอกคุณสมบัติของวัตถุหรือคอนเซ็ปต์ของตัวบ่งบอกคุณสมบัติ ทำให้ความรู้ที่ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมจะไม่สามารถจัดเก็บลงในโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุได้โดยตรง ซึ่งขัดกับจุดมุ่งหมายของงานวิจัยนี้ที่ต้องการจะสร้างระบบฐานความรู้เพื่อเก็บความรู้ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรม ด้วยระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ โดยไม่จำเป็นต้องทำการแมป หรือแปลงโครงสร้างของความรู้นั้นให้มาอยู่ในโครงสร้างแบบเฟรมเสียก่อน ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องดัดแปลง หรือประยุกต์สร้างโครงสร้างใหม่ภายในระบบฐานข้อมูลคาเช่ ให้มีรูปแบบเหมือนหรือใกล้เคียงกับเฟรมมากที่สุด

จากสาเหตุข้างต้นผู้วิจัยจึงได้หันมาสนใจในส่วนของเพอร์ซิสเทนท์คลาสซึ่งสามารถอ้างถึงคลาสอื่นได้ทั้งในขณะอยู่ในดิสก์ (โดยใช้ OID) และขณะอยู่ในหน่วยความจำ (โดยใช้ OREF) โดยให้ทั้งเฟรมและสล็อตเป็นเพอร์ซิสเทนท์คลาส ดังภาพ



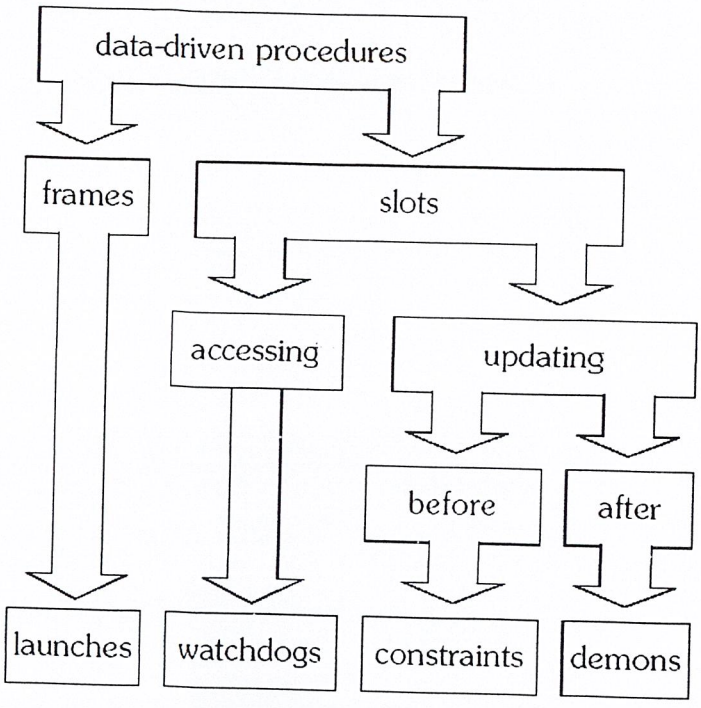
รูปที่ 3.3 โครงสร้างของเฟรมและสล็อตที่ถูกสร้างด้วยอ็อปเจ็คคลาสของคาเช่ พร้อมทั้งฟาเซ็ตและความสัมพันธ์ระหว่างเฟรม

เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจจึงอธิบายวิธีการสร้างเฟรมโดยใช้คาเช่อ็อบเจ็คคลาสดังนี้

3.2.1.1 การสร้างสล็อตโดยใช้คาเช่ออบเจ็คคลาส

ในสล็อตจะประกอบด้วยฟาเซ็ตต่างๆ โดยหากใช้คาเช่อ็อบเจ็คคลาส จะสามารถแบ่งฟาเซ็ตในออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

- *เป็นคุณสมบัติ (Property)* ในคาเซ่อ็อบเจ็กคลาส ได้แก่ Default และ Value และ Range โดยค่า Range จะกำหนดโดยใช้การกำหนดค่าตัวแปรในคุณสมบัติ Value
- *เป็นกระบวนการ (Method)* ในคาเซ่อ็อบเจ็กคลาส ได้แก่ If-needed , If-changed และconstraint



รูปที่ 3.4 แสดงสภาวะที่จะทำให้เกิดการเรียกใช้งานกระบวนการทั้งสี่

- *If-needed (Constraints)* เป็นกระบวนการที่จะถูกเรียกใช้เมื่อมีการร้องขอค่า Value จากสล็อต ด้วยเหตุผลนี้ในการสร้างจึงต้องอาศัยการโอเวอร์ไรด์ (over ride) เก็ตเมธ็อด (Get method) ของค่าคุณสมบัติ Value
- *If-changed (Demons)* เป็นกระบวนการที่ถูกเรียกใช้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าของคุณสมบัติ Value ภายในสล็อตไปแล้ว ด้วยเหตุผลนี้ในการสร้างจึงต้องอาศัยการโอเวอร์ไรด์เซ็ตเมธ็อด (Set method) ของคุณสมบัติ Value
- *Constraint* เป็นกระบวนการซึ่งจะถูกเรียกใช้ก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลงค่าคุณสมบัติ Value ภายในสล็อตเพื่อใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขบางอย่างก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงค่า Value การสร้างโดยการโอเวอร์ไรด์เซ็ตเมธ็อด (Set method) ของคุณสมบัติ Value เช่นเดียวกับ If-changed แต่ต้องเพิ่มเงื่อนไขบางอย่างเข้าไปดังภาพ

```
Method valSet(Arg As %String) As %Status{
    if (..constraint(Arg)=1) {
            set i%val = Arg
            do ..demon(Arg)
    }
    Quit $$$OK
}
Method valGet() As %String{
    if (..watchdog()=1) {
            quit i%val
    }
    Quit ""
}
```

3.2.1.2 การสร้างเฟรมโดยใช้คาเช่อ็อบเจ็คคลาส

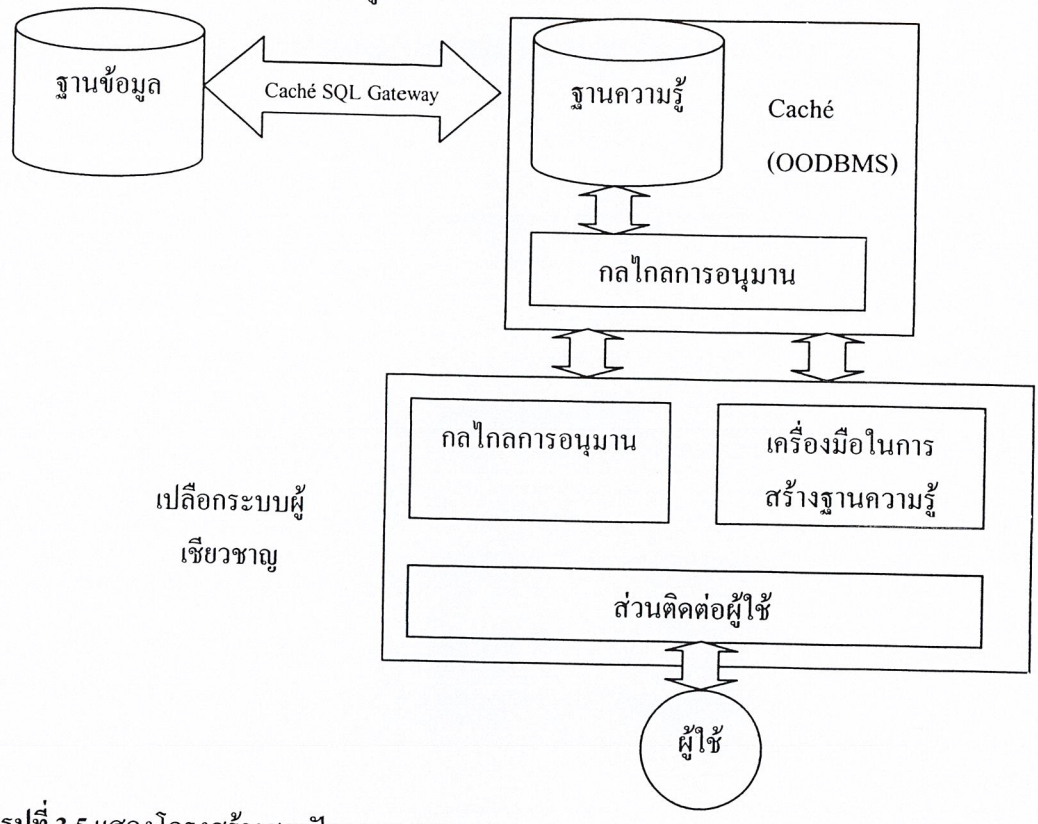
การสร้างเฟรมด้วยคาเช่อ็อบเจ็คคลาสนั้น จะสร้างจากเพอร์ซิสเท็นอ็อบเจ็ค (Persistent Object) สามารถแบ่งส่วนประกอบของเฟรมที่แม็พโดยใช้คาเช่ได้เป็น 3 ประเภทคือ คุณสมบัติแสดงความสัมพันธ์ (Relation Property), คุณสมบัติที่ใช้เป็นตัวชี้ (pointer) ไปยังสล็อตต่าง ๆ ภายในเฟรมและเมธ็อด If-new

- *คุณสมบัติแสดงความสัมพันธ์ (Relation Property) ระหว่างเฟรม* จะถูกใช้ในกลไกลการอนุมานแบบค่อนไปทางเครือข่ายความหมาย (Semantic networks) ซึ่งทำได้โดยสร้างคุณสมบัติของคลาสเป็นแบบประเภทความสัมพันธ์(Relation) ให้ชี้ไปยังคลาสหรือเฟรมที่เราต้องโดยกำหนดความสัมพันธ์ไว้ที่ชื่อของคุณสมบัติดังกล่าว
- *คุณสมบัติที่ใช้เป็นตัวชี้ไปยังสล็อต* ในตัวแทนความรู้แบบเฟรมประกอบด้วยเฟรมและภายในเฟรมบรรจุสล็อต ซึ่งเมื่อมาอยู่ในรูปแบบคลาสแล้วก็หมายถึงคุณสมบัติของคลาสนั่นเอง แต่จะแตกต่างกันที่จะเก็บเป็นตัวชี้ (pointer) ไปยังสล็อตโดยใช้ OID หรือ OREF แล้วแต่กรณีดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การสร้างทำได้โดยให้นำสล็อตนั้นไปสร้างเป็นคุณสมบัติของคลาสเฟรม
- *If-new* เป็นกระบวนการที่จะทำเมื่อมีการสั่งสร้างอินสแตนซ์(Instance) ของเฟรมขึ้นมา เมื่อพิจาณาแล้วพบว่ากระบวนการนี้คล้ายกับการทำงานของ %OnNew() ซึ่งเป็นกระบวนการเรียกกลับ(callback method) ของเพอร์ซิสเต็นท์ออบเจ็คซึ่งจะถูกเรียกขึ้นมาทำงานเมื่อมีการสั่งสร้างอินสแตนซ์เช่นกัน

3.2.2 การออกแบบเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก ๆ 3 ส่วนคือ

- กลไกการอนุมาน
- เครื่องมือในการสร้างฐานความรู้
- ส่วนติดต่อผู้ใช้



รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ

3.2.2.1 กลไกการอนุมาน

ระบบผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้มีความแตกต่างจากกลไกลการอนุมานทั่วไปคือมีการอนุมานทั้งในส่วนภายในฐานข้อมูลและภายในเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

- กลไกลการอนุมานภายในฐานข้อมูล ทำหน้าที่ในการอนุมานปัญหาต่างๆ ที่สามารถทำได้ภายในฐานข้อมูล เพื่อลดภาระการสื่อสารภายในเครือข่าย นั่นคือแทนที่จะส่งข้อมูลทุกข้อมูลไปทำการอนุมานในฝั่งเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญก็ให้ทำการอนุมานภายในระบบฐานข้อมูลเสียก่อนจากนั้นจึงค่อยส่งผลลัพธ์จากการอนุมานไปยังเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ
- กลไกลการอนุมานภายในเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ กลไกลการอนุมานในชั้นนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการอนุมานโดยใช้ข้อมูลจากผู้ใช้ที่ป้อนเข้ามาผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้กับข้อมูลผลลัทธ์ที่ได้จากการอนุมานภายในฐานข้อมูลซึ่งแยกออกจากกันอย่างชัดเจน

3.2.2.2 เครื่องมือในการสร้างฐานความรู้

ทำหน้าที่ในการจัดการสร้างพร้อมบันทึกคลาสและตัวแทน(Instance) ลงในฐานข้อมูลของคาเช่ เพื่อนำคลาสและตัวแทนเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้งานเป็นฐานความรู้และความรู้แบบเฟรมต่อไป

3.2.2.2.1 ทฤษฎีและเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

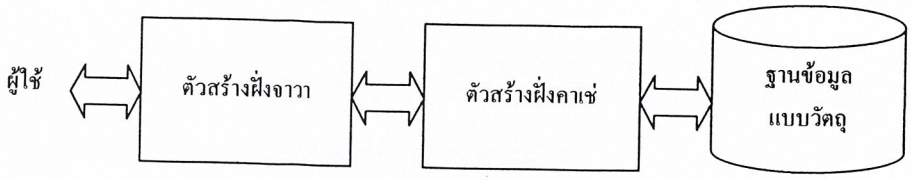
ระบบตัวสร้างฐานความรู้และความรู้แบบเฟรมนี้ได้ใช้ความสามารถของคาเช่บางส่วน อันได้แก่

- ความสามารถในการผูกคาเช่เข้ากับจาวา(Cache Java binding) ใช้ในการฉาย (project) คลาสที่เป็นคาเช่คลาสให้เป็นจาวาคลาส โดยที่การผูกคาเช่เข้ากับจาวาเป็นการนำนิยามของคลาสภายในคาเช่มาสร้างจาวาคลาสซึ่งมีความสอดคล้องกันขึ้นมา การสร้างคลาสเช่นนี้ทำให้สามารถติดต่อกับคาเช่คลาสอื่นได้จากจาวา
- ความสามารถในการจัดการความสัมพันธ์ระหว่าง2วัตถุโดยใช้ชนิดข้อมูลประเภทความสัมพันธ์(Relationships) - ซึ่งทั้ง2วัตถุที่จะให้สัมพันธ์กันนั้นจะต้องมีการประกาศตัวแปรข้อมูลชนิดความสัมพันธ์ในทางกลับกันของแต่ละฝ่าย โดยที่ข้อมูลชนิดนี้เป็นแบบ2ฝั่งคือต้องมีการระบุวัตถุฝั่งตรงข้ามเสมอ
- ความสามารถของคลาสนิยามคลาส(Class definition classes) – จากการใช้คลาสประเภทนี้จะช่วยให้สามารถตรวจสอบ, แก้ไข, และสร้างคลาสได้จากการเขียนโปแกรม ความสามารถนี้เป็นประโยชน์อย่างยิ่งเพราะทำให้สามารถสร้างคลาสขึ้นมาได้จากโปรแกรมประยุกต์ของคาเช่ โดยสามารถกำหนดรายละเอียดของคลาสไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของคลาส(properties)หรือแม้กระทั่งกระบวนการต่างๆภายในคลาส(method) ได้ตามต้องการ ซึ่งคลาสประเภทนี้สามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ประเภทได้แก่
    - คลาสที่ใช้สำหรับกำหนดนิยามคลาส(defined classes) ใช้สำหรับระบุรายละเอียดของคลาสที่ต้องการ
    - คลาสที่ใช้สำหรับคอมไพล์คลาส(compiled classes) ใช้ในการคอลไพล์คลาสที่ต้องการ

3.2.2.2.2 การออกแบบระบบ

ตัวสร้างความรู้และฐานความรู้นี้นั้นแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ

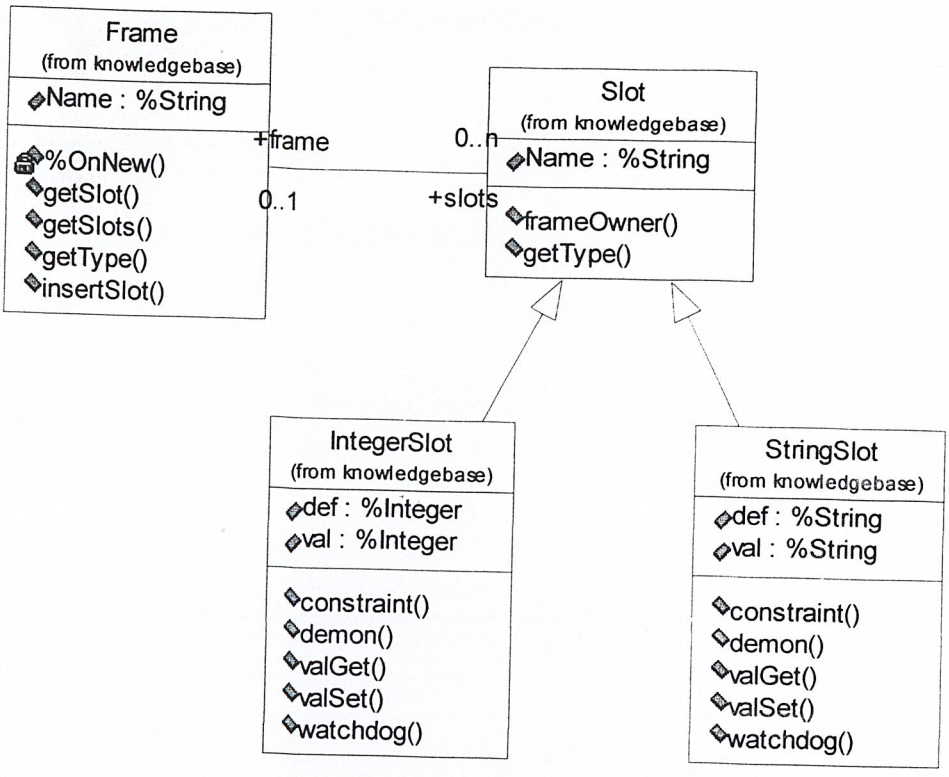
- ตัวสร้างฝั่งจาวา – เป็นเสมือนตัวกลางอยู่ระหว่างผู้ใช้กับคาเช่ ซึ่งมีหน้าที่หลักคือรับข้อมูลการสร้างมาจากผู้ใช้และส่งต่อให้กับคาเช่ พร้อมทั้งแสดงรูปแบบและความสัมพันธ์ของเฟรมและสล็อตที่ผู้ใช้ได้สร้างขึ้น
- ตัวสร้างฝั่งคาเช่ – ทำหน้าที่รับข้อมูลมาจากตัวสร้างฝั่งจาวาเพื่อนำมาสร้างและบันทึกคลาสและ/หรือตัวแทน ลงในฐานข้อมูล



รูปที่ 3-6 โครงสร้างการทำงานของระบบสร้างฐานความรู้และความรู้แบบเฟรม

รายละเอียดของการออกแบบระบบทั้งสองฝั่งมีดังต่อไปนี้

1. **ตัวสร้างฝั่งจาวา** ภายในประกอบไปด้วยคลาสซึ่งสามารถแบ่งประเภทตามการทำงานได้เป็น 2 ประเภทคือ
    1. คลาสสำหรับติดต่อกับผู้ใช้ คลาสประเภทนี้นั้นสร้างจากจาวาตามปกติทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้ และแสดงผลต่างๆเช่น แสดงลักษณะของระบบด้วยแผนภาพแบบต้นไม้
    2. คลาสสำหรับติดต่อกับคาเช่ คลาสประเภทนี้เกิดจากเทคนิคการทำโปรเจคชั่นมาจากคลาสของคาเช่ ซึ่งการทำโปรเจคชั่นของคลาสคาเช่มายังจาวานี้เป็นความสามารถอย่างหนึ่งของคาเช่ซึ่งเรียกว่าการผูกคาเช่และจาวา (Cache Java binding) โดยคลาสประเภทนี้ทำหน้าที่ในการส่งข้อที่ผู้ใช้ได้ป้อนให้กับระบบต่อไปยังคาเช่ และคอยทำการดึงข้อมูลจากคาเช่ที่ผู้ใช้ต้องการมาส่งต่อให้กับส่วนแสดงผล
2. **ตัวสร้างฝั่งคาเช่** ภายในประกอบไปด้วยคลาส 3 ประเภทคือ
    1. คลาสสล็อตและคลาสเฟรมต้นแบบ – คลาสประเภทนี้เป็นเสมือนต้นแบบของคลาสคาเช่ที่ถูกสร้างให้มีลักษณะเหมือนเฟรม เพื่อสามารถนำไปสืบทอดต่อเป็นสล็อตและเฟรมที่ต้องการใช้งานในระบบผู้เชี่ยวชาญได้ ประกอบไปด้วยคลาส Frame, Slot, IntegerSlot, StringSlot และมีความสัมพันธ์กันดังรูปที่ 3-7



รูปที่ 3-7 แผนภาพคลาสของคลาสสล็อตและคลาสเฟรมต้นแบบ

แต่ละคลาสมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

คลาส Frame – ประกอบไปด้วยชื่อและกระบวนการที่ใช้ในการจัดการกับสล็อต ซึ่งภายในแต่ละเฟรมจะสามารถมีสล็อตเป็นส่วนประกอบได้กี่สล็อตก็ได้

คลาส Slot – เป็นคลาสแม่ของคลาส IntegerSlot และ StringSlot ภายในมีการระบุชื่อของสล็อต และมีกระบวนการที่ใช้สำหรับจัดการกับเฟรมที่เป็นเจ้าของมันอยู่ ซึ่งแต่ละสล็อตนั้นสามารถมีเฟรมเจ้าของได้เพียงเฟรมเดียวเท่านั้น

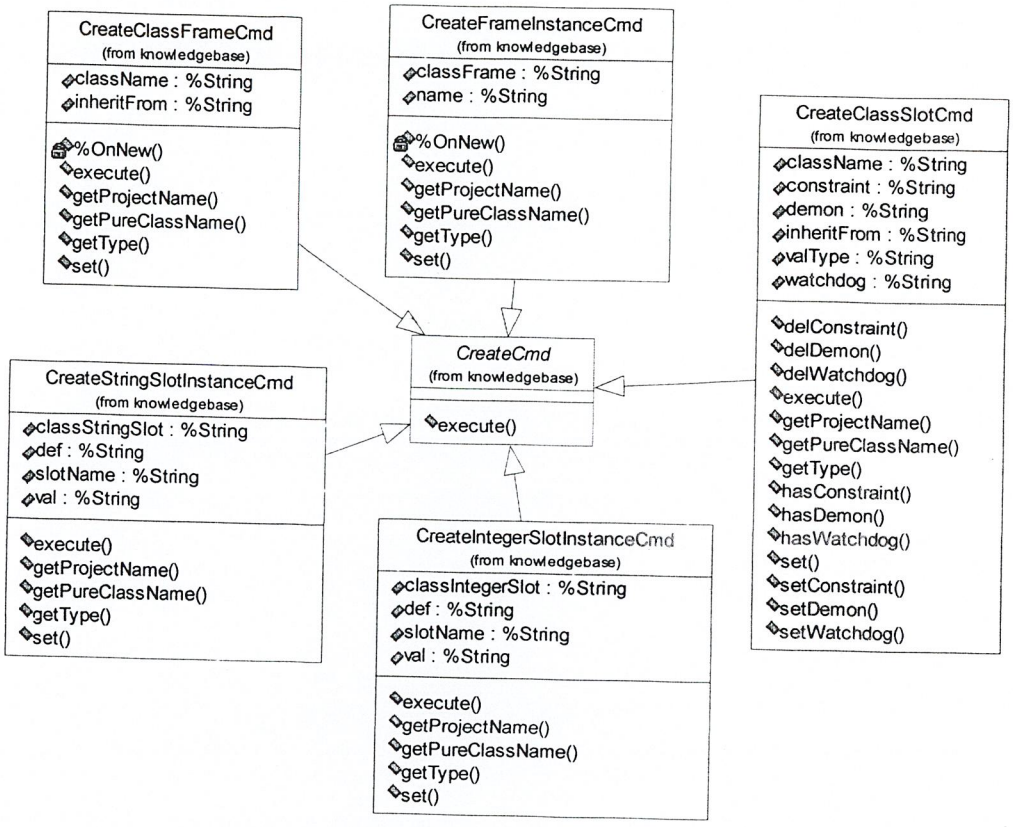
คลาส IntegerSlot, StringSlot – ประกอบไปคุณสมบัติคือค่าปริยายและค่าปัจจุบันที่เก็บอยู่ พร้อมทั้งมีกระบวนการ 3 กระบวนการคือ

constraint() – ถูกกระตุ้นใช้งานเมื่อมีการร้องขอให้เปลี่ยนแปลงค่าภายในตัวแปรค่าปัจจุบัน (val) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะจัดเก็บค่านั้นลงสู่ตัวแปรค่าปัจจุบัน

demon() – ถูกกระตุ้นใช้งานหลังจากที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรค่าปัจจุบันไปแล้ว

watchdog() – ถูกกระตุ้นใช้งานเมื่อมีการร้องขอเรียกใช้ตัวแปรค่าปัจจุบัน

2.1 คลาสที่ใช้สร้างเฟรมและสล็อตภายในคาเช่ คลาสประเภทนี้มีการถูกเรียกใช้งานผ่านทางโปรเจคชั่นฝั่งจาวา หน้าที่ในการนำเอาข้อมูลที่ผู้ป้อนมาสร้างเป็นคลาสและตัวแทนภายในคาเช่ ประกอบไปด้วยคลาสดังรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 แผนภาพคลาสของคลาสที่ใช้สร้างเฟรมและสล็อตภายในคาเช่

โดยแต่ละคลาสมีรายละเอียดที่สำคัญดังนี้

- CreateCmd เป็นคลาสแม่ของทุกคลาสในกลุ่มคลาสประเภทนี้
- CreateClassFrameCmd ทำหน้าที่นำเอาข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนสู่ระบบมาสร้างคลาสเฟรมขึ้นภายในคาเช่
- CreateFrameInstanceCmd ทำหน้าที่นำเอาข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนมาสร้างตัวแทนเฟรมที่ต้องการจะใช้งานในระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้นภายในคาเช่

- CreateClassSlotCmd ทำหน้าที่นำเอาข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนมาสร้างคลาสสล็อตขึ้นภายในคาเช่
- CreateIntegerSlotInstanceCmd ทำหน้าที่นำเอาข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนมาสร้างตัวแทนสล็อตที่เก็บค่าประเภทอินทีเจอร์ (integer) ขึ้นภายในคาเช่

- CreateStringSlotInstanceCmd ทำหน้าที่นำเอาข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนมาสร้างตัวแทนสล็อตที่เก็บค่าประเภทสตริง (string) ขึ้นภายในคาเช่

2.3 คลาสที่ใช้สำหรับจัดการกับระบบตัวสร้างเฟรมและสล็อต คลาสประเภทนี้จะคอยเก็บข้อมูลต่างๆที่จำเป็นต้องใช้ในการระบบตัวสร้างเฟรมและสล็อต

3.2.2.3 ส่วนติดต่อผู้ใช้

ในงานวิจัยชิ้นนี้การพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้นั้นใช้การเขียนโปรแกรมในภาษาจาวา โดยในงานวิจัยชิ้นนี้จะทำการสร้างชุดคำสั่งเพื่อให้ผู้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถเขียนโปรแกรมส่วนติดต่อผู้ใช้เมื่อเชื่อกับระบบได้ง่ายยิ่งขึ้น

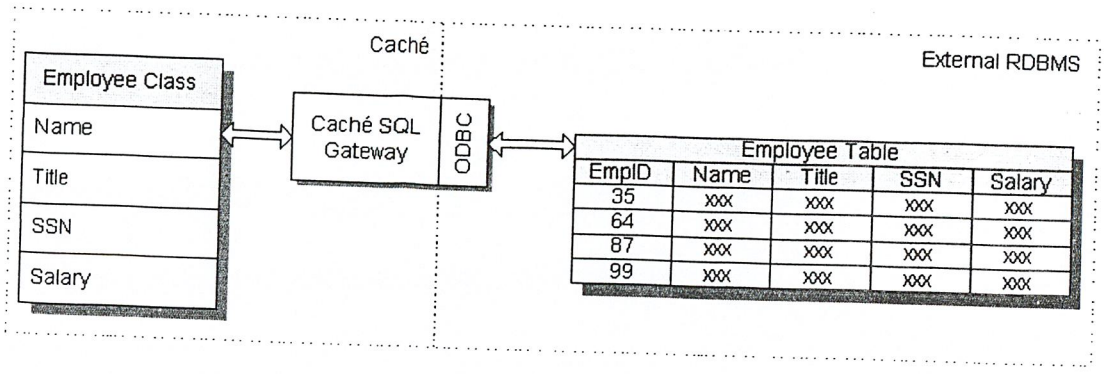
3.2.3 ความสามารถในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (RDBMS)

ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้เสนอวิธีการในการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลเดิมซึ่งถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลสัมพันธ์ RDBMS โดยคาเช่ได้มีการจัดการส่วนนี้ไว้แล้วคือ Cache SQL Gateway

การใช้งาน Cache SQL Gateway ร่วมกับ Cache Object นั้นจะทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ถูกเก็บภายในระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์(Relational database management system, RDBMS)ซึ่งอยู่ภายนอกระบบคาเช่ได้ เมื่อไหร่ที่มีการใช้งาน SQL Gateway จะทำให้โปรแกรมประยุกต์มีความสามารถดังนี้

- สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์บุรุษที่สาม(third-party relational database)ได้ภายในโปรแกรมประยุกต์คาเช่ โดยการใช้งานทั้งแบบวัตถุและ/หรือแบบการร้องขอแบบSQL
- สามารถเก็บวัตถุคาเช่แบบฝังแน่น(persistent Cache objects) ไว้ในฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ที่อยู่ภายนอกได้

ตัวอย่างเช่น สมมุติว่ามีตาราง “Employee” เก็บอยู่ภายในฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ที่อยู่ภายนอกคาเช่ โปรแกรมประยุกต์คาเช่สามารถที่จะใช้งานตารางนี้ได้เหมือนกับเป็นวัตถุหนึ่งๆ โดยการสร้างคลาส Employee ไว้สำหรับทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับฐานข้อมูลภายนอกนั้น ดังรูปที่ 3-9



รูปที่ 3-9 การใช้งาน SQL Gateway ในการติดต่อข้อมูลภายนอก

ซึ่งจากมุมมองของโปรแกรมประยุกต์คาเช่แล้ว คลาส Employee นั้นจะมีพฤติกรรมเสมือนกับเป็นคลาสแบบฝังแน่น(persistent class)ทั่วๆไปตามปกติ ทำให้สามารถเปิด,แก้ไข,และบันทึกตัวแทน(instances)ได้ และเมื่อมีการร้องขอแบบ SQL ไปยังคลาส Employee นี้ คาเช่จะทำการส่งต่อออกไปยังฐานข้อมูลภายนอกให้อย่างอัตโนมัติ

การใช้งาน SQL Gateway นั้นจะเป็นอิสระต่อตรรกะของโปรแกรมประยุกต์ นั่นคือสามารถแก้ไขโปรแกรมประยุกต์ให้สลับไปมาระหว่างฐานข้อมูลภายนอกกับฐานข้อมูลภายในคาเช่ได้โดยง่าย
และไม่ต้องมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงตรรกะของโปรแกรมประยุกต์แม้แต่น้อย

คลาสที่ใช้งาน SQL Gateway ในการสร้างวัตถุแบบฝังแน่น(persistent objects)นั้น จะมีลักษณะเหมือนกันกับ คลาสที่เป็นแบบฝังแน่นปกติทุกประการ และสามารถใช้งานคุณลักษณะเด่นต่างๆของคาเช่ได้ทั้งหมดซึ่งรวมไปถึง Java, ActiveX, SQL, และการเข้าถึงเว็บไซต์(Web access)

บทที่ 4 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับงานการวินิจฉัยโรค

การวินิจฉัยโรคเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญคือ แพทย์ในการวินิจฉัยจากอาการที่ตรวจพบของผู้ป่วยเพื่อนำไปสรุปหรือวิเคราะห์ว่าผู้ป่วยป่วยเป็นโรคอะไรต้องมีการดูแลอย่างไร แต่เนื่องจากการวินิจฉัยของแพทย์อาจมีความไม่แน่นอนขึ้นกับประสบการณ์และความถนัดของแพทย์แต่ละท่านทำให้การวินิจฉัยอาจเกิดความคลาดเคลื่อนได้ ในงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้พยายามสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญบนฐานความรู้แบบเฟรมเพื่อนำมาช่วยในการใช้วินิจฉัยโรค โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นและช่วยในการตัดสินใจของแพทย์อีกทางหนึ่ง โดยในบทนี้จะได้กล่าวถึงวิธีการวินิจฉัยโดยสังเขป รวมถึงการสร้างระบบด้วย

4.1 การวินิจฉัยโรค

4.1.1 กระบวนการวินิจฉัยโรค

ในการวินิจฉัยโรคสิ่งที่ต้องการทราบจะประกอบด้วยสองอย่างที่สำคัญคือ

1. **ประวัติของผู้ป่วย** ได้จากข้อมูลที่เก็บไว้ในเวชระเบียนของผู้ป่วย
2. **อาการที่ตรวจพบในขณะนั้น** ได้จากการตรวจของแพทย์หรืออาการที่ผู้ป่วยบอก

เพื่อให้เห็นภาพมากยิ่งขึ้นจึงขอยกตัวอย่างการวินิจฉัยโรคจากอาการของโรคและประวัติผู้ป่วยซึ่งทำการวิเคราะห์โดยอาศัยลักษณะอาการของโรคหากผู้ป่วยเป็นโรคไข้มาลาเรียหรือไข้อหิวาซึ่งทั้งสองโรคมีความใกล้เคียงกันมากดังนี้

ตารางที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะอาการของไข้มาลาเรียและไข้อหิวา

อาการ	ไข้อหิวา	ไข้มาลาเรีย
ไข้สูง	√	√
ปวดท้อง	√	
อาเจียน	√	√
ถ่ายเหลว	√	
เบื่ออาหาร	√	
หนาวสั่น		√
ปวดศีรษะ		√
ปวดเมื่อยตามตัว		√

จากตารางจะสังเกตได้ว่าลักษณะอาการของโรคทั้งสองมีความใกล้เคียงกันมากจะมีลักษะอาการเพียงไม่กี่อย่างเท่านั้นที่ใช้ในการแยกโรคทั้งสองได้ โดยหากผู้ป่วยมีอาการ ไข้, ปวดท้อง, อาเจียน, โดยไม่มีการถ่ายเหลวก็แสดงว่าเป็นไข้หิวา เป็นต้น

แต่เนื่องจากตารางนี้เป็นการแยกโรคเพียงแค่สองโรคออกจากกันทำให้ทำความเข้าใจได้ง่าย แต่หากเป็นการแยกโรคหลายๆ โรคออกจากกัน แน่นอนว่าการแยกลักษณะอาการในบางโรคอาจจะมีความใกล้เคียงกันมากกว่านี้ซึ่งเป็นการยากอย่างยิ่งในการแยกแยะ

นอกจากลักษณะอาการแล้วยังมีอีกส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยในการแยกแยะโรคได้คือประวัติของผู้ป่วยโดยจากตัวอย่างที่กล่าวไป หากผู้ป่วยมีประวัติเข้าไปท่องเที่ยวในป่ามาก่อนหน้านี้ เราก็สามารถที่จะคาดได้ว่าติดเชื้อไข้มาลาเรียเนื่องจากไปท่องเที่ยวในป่าซึ่งมียุงชุกชุมและยุงก้นป้องซึ่งเป็นพาหะของโรคนี้อยู่ด้วย

4.1.2 ปัญหาหลักในการวินิจฉัยโรค

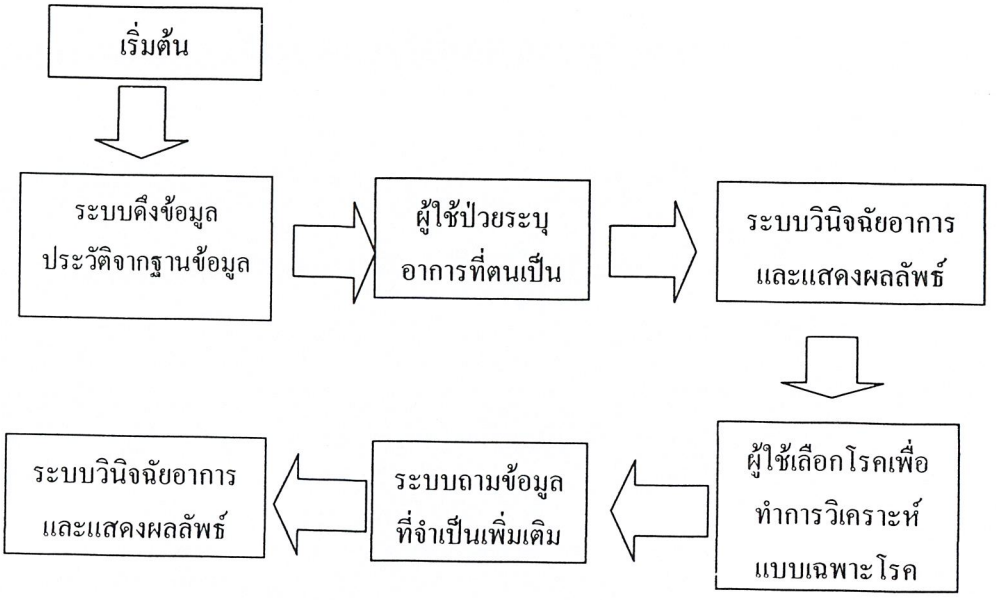
ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการวินิจฉัยโรคจำเป็นต้องใช้ประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญคือแพทย์ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามแต่ละบุคคลทำให้ผลการวินิจฉัยอาจไม่แน่นอนรวมทั้งการแยกแยะอาการของโรคในบางโรคมีความใกล้เคียงกันมากทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้ ระบบผู้เชี่ยวชาญในการวินิจฉัยโรคจึงถูกประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อแก้หรือลดข้อบกพร่องที่อาจจะเกิดขึ้นนี้

4.2 ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรค

4.2.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วว่าระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวินิจฉัยโรคนี้เป็นการวิเคราะห์จากอาการและประวัติเพื่อสรุปหาโรคที่เป็นดังนี้จะประกอบด้วยกระบวนการดังนี้

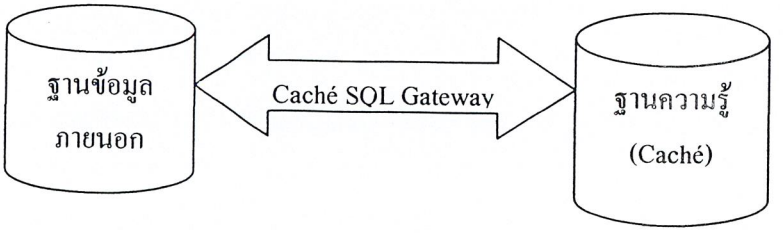
1. ระบุตัวผู้ป่วยที่ต้องการวินิจฉัยโรค โดยในการระบุจะใช้ชื่อ-นามสกุลเป็นตัวระบุซึ่งระบบจะทำการค้นจากฐานข้อมูลผู้ป่วยก่อนหากไม่พบแสดงว่าเป็นผู้ป่วยใหม่จะให้กรอกประวัติ
2. ระบุอาการที่ผู้ป่วยเป็น การระบุอาการเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดหากบอกอาการไม่ครบอาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการวินิจฉัยได้
3. วินิจฉัยโรคจากอาการและประวัติผู้ป่วย
4. สรุปว่ามีโอกาสที่จะเป็นรูปอะไรได้บ้าง และหากผู้ป่วยต้องการทราบว่าตัวเองป่วยเป็นโรคนี้หรือไม่สามารถทำได้โดยเลือกโรคที่คาดว่าจะเป็นระบบจะทำการถามข้อมูลเพิ่มเติมและวิเคราะห์จากข้อมูลที่เพิ่มมาอีกครั้ง
5. สรุปผลและแสดงรายละเอียดของโรค



รูปที่ 4-1 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบวินิจฉัยโรค

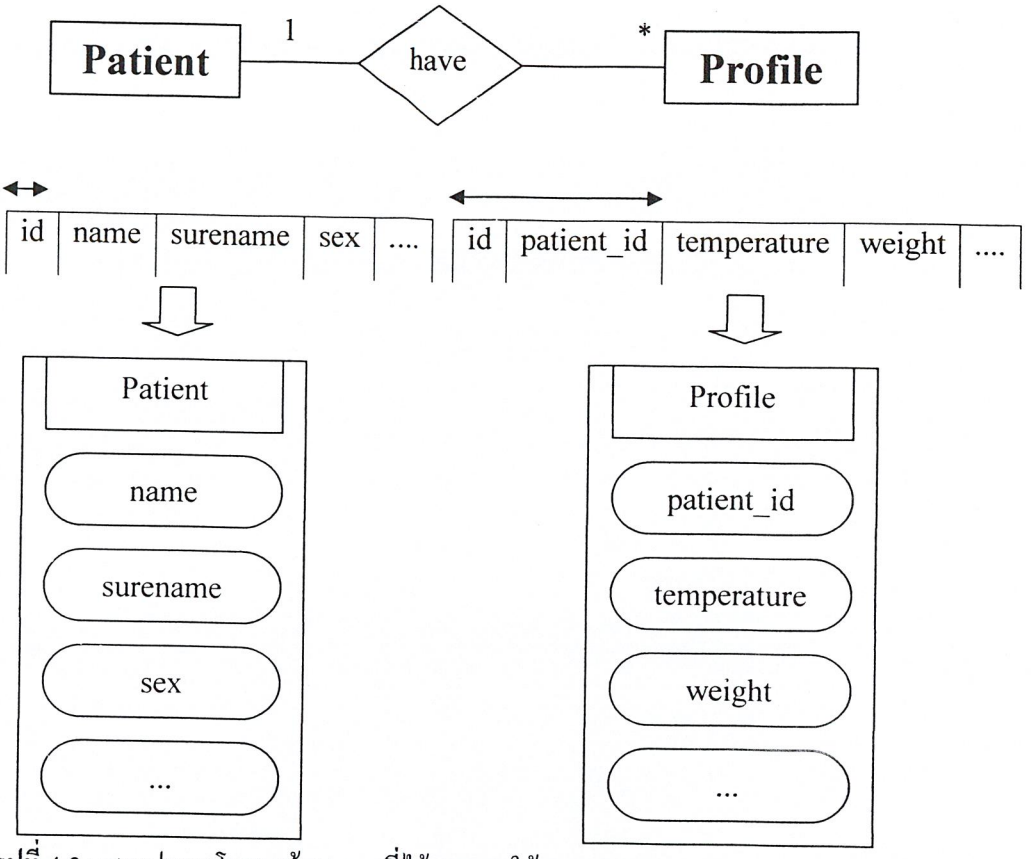
4.2.2 การเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลกับฐานความรู้

ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้เสนอแนวคิดในเรื่องการนำข้อมูลซึ่งเก็บไว้ในฐานข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลที่มีอยู่แล้วมาใช้ประโยชน์โดยการทำงานร่วมกับฐานความรู้ซึ่ง ความสามารถของระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุค่าเช่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลภายนอกได้ถึงแม้ว่าระบบฐานข้อมูลนั้นจะเป็นฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์(RDBMS) ก็ตาม โดยมีข้อแม้อยู่ว่าฐานข้อมูลนั้นจะต้องสามารถติดต่อผ่าน ODBC ได้ซึ่งกระบวนการนี้ได้อธิบายไว้ในบทก่อนหน้านี้แล้วในส่วนของ Caché SQL Gateway



รูปที่ 4-2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างฐานข้อมูลภายนอกกับฐานความรู้ที่สร้างในคาเช่

โดยในระบบที่ยกขึ้นมานี้คือระบบการวินิจฉัยโรคจะมีประวัติของผู้ป่วยซึ่งจะถูกเก็บไว้ภายในฐานข้ออยู่แล้วจึงไม่จำเป็นที่จะต้องสร้างขึ้นมาใหม่แต่นำมาสร้างเป็นฐานความรู้ภายในคาเช่ได้โดยอาศัยหลักการของ Caché SQL Gateway ทำการสร้างเฟรมผู้ป่วยขึ้นมาดังนี้



รูปที่ 4-2 แสงรูปแบบโครงสร้างคลาสที่ได้จากการใช้ SQL gateway

4.2.3 การแบ่งเฟรมใช้แทนความรู้

การแบ่งเฟรมความรู้เป็นส่วนหลักสำคัญประการหนึ่งในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อที่จะนำเฟรมความรู้เหล่านี้มาบันทึกลงในฐานความรู้สำหรับใช้ในการวินิจฉัยในระบบผู้เชี่ยวชาญต่อไปได้ ซึ่งความรู้ที่ถูกจัดแบ่งเป็นเฟรมนี้คือส่วนของข้อเท็จจริง (Fact) นั่นเอง

สำหรับระบบงานอำนวยการขนส่ง กรมขนส่งทหารอากาศนั้น สามารถจัดแบ่งเฟรมความรู้โดยแต่ละเฟรมมีโครงสร้างดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-2 แสดงโครงสร้างของเฟรม Profile

สล็อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
Patient.Weight	Integer	น้ำหนัก
Patient.Temperature	Integer	อุณหภูมิ

ตารางที่ 4-3 แสดงเฟรม profile ที่อยู่ภายใต้โครงสร้างเฟรม Profile

เฟรม	โครงสร้างสล็อต	สล็อต	ค่าปริยาย
profile	ProfileWeight	profile	น้ำหนักจากประวัติล่าสุด
	ProfileTemperature	temperature	37

ตารางที่ 4-4 แสดงเฟรมของโรคต่างๆ โดยอยู่ภายใต้โครงสร้างเฟรม Sympthom

เฟรม	โครงสร้างสล็อต	สล็อต	ค่าปริยาย
Typhoid	SymptomTemperature	temperature	Yes
	SymptomStomachache	Stomachache	Yes
	SymptomVomit	Vomit	Yes
	SymptomConstipation	Constipation	Yes
	SymptomBoredwithfood	Boredwithfood	Yes
	TiphoidPro	Prop	0
Malaria	SymptomTemperature	Temperature	Yes
	SymptomTremble	Tremble	Yes
	SymptomHeadache	Headache	Yes
	SymptomBodyache	Bodyache	Yes
	SymptomVomit	Vomit	Yes
	MalariaProp	Prop	0
Dengue	SymptomTemperature	Temperature	Yes
	SymptomBlush	Blush	Yes
	SymptomConjunctivitis	Conjunctivitis	Yes
	SymptomCold	Cold	No
	DengueProp	Prop	0
Diabetes	SymptomBetired	Betired	Yes
	SymptomOftemHungry	Oftenhungry	Yes
	SymptomOftemUrine	Oftenurine	Yes
	DiabetesProp	Prop	0
Tuberculosis	SymptomTemperature	Temperature	Yes

	SympthomChronicCough	Chroniccough	Yes
	SympthomBoredWithFood	Boredwithfood	Yes
	SympthomWeightLoss	Weightloss	Yes
	SympthomBloodCough	Bloodcough	Yes

ตารางที่ 4-5 รายละเอียดและคำอธิบายของโครงสล็อตที่สามารถใส่ในเฟรม Sympthom ได้

สล็อต	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
SympthomTemperature	String	อุณหภูมิร่างกาย
SympthomTremble	String	หนาวสั่น
SympthomHeadache	String	ปวดศรีษะ
SympthomBodyache	String	ปวดตามตัว
SympthomVomit	String	อาเจียน
SympthomConstipation	String	ท้องผูก
SympthomStomachache	String	ปวดท้อง
SympthomBlush	String	หน้าแดง
SympthomConjuntivitis	String	ตาแดง
SympthomCold	String	เป็นหวัด
SympthomOftenHungry	String	หิวข้าวบ่อย
SympthomBoredWithFood	String	เบื่ออาหาร
SympthomDecreaseWeight	String	น้ำหนักลด
SympthomOftenUrinate	String	ปัสสวะบ่อย
SympthomBloodCough	String	ไอเป็นเลือด
SympthomBeTired	String	อ่อนเพลีย
SympthomOftenHungry	String	หิวข้าวบ่อย
SympthomWeightLoss	String	น้ำหนักลด
SympthomOftenUrinate	String	ปัสสวะบ่อย
SympthomBloodCough	String	ไอเป็นเลือด
TiphoidProp	Float	โอกาสการเป็นโรคไทยฟอยด์
TiphoidComplete	Float	ความสมบูรณ์ของข้อมูล

MalariaProp	Float	โอกาสเป็นโรคมาลาลเรีย
MalariaComplete	Float	ความสมบูรณ์ของข้อมูล
DengueProp	Float	โอกาสเป็นไข้เลือดออก
DengueComplete	Float	ความสมบูรณ์ของข้อมูล
DiabetesProp	Float	โอกาสเป็นโรคเบาหวาน
DiabetesComplete	Float	ความสมบูรณ์ของข้อมูล
TuberculosisProp	Float	โอกาสเป็นโรควัณโรค
TuberculosisComplete	Float	ความสมบูรณ์ของข้อมูล

4.2.4 การสร้างกฎให้แก่เฟรม

เมื่อได้มีการกำหนดเฟรมของข้อมูล หรือความรู้ได้แล้วสิ่งสำคัญในขั้นตอนถัดมาคือการกำหนดกฎ (Rule) ให้แก่สล๊อตของเฟรม กฎที่กล่าวถึงนี้จะถูกบรรจุไว้ในเดมอนของสล๊อต ซึ่งจะถูกเรียกขึ้นมาปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุการใดๆ กับสล๊อตขึ้นอยู่กับชนิดของเดมอนที่เลือกในลักษณะ อีเวนท์-ไดรฟ์เว็น (Event-Driven) การทำงานของกฎในแบบเฟรมนี้ไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในรูป IF-THEN เพียงอย่างเดียว แต่จะสามารถสร้างคำสั่งการปฏิบัติงานเพื่อสั่งให้โปรแกรมดำเนินงานส่วนอื่นต่อไปได้ ซึ่งจะเปรียบได้กับการทำงานในส่วนของกลไกการวินิจฉัย (Inference Engine) ในระบบผู้เชี่ยวชาญแบบอื่นๆ นั่นเอง

ตารางที่ 4-6 แสดงรายการกฎที่เพิ่มให้แก่เฟรม Sympthom

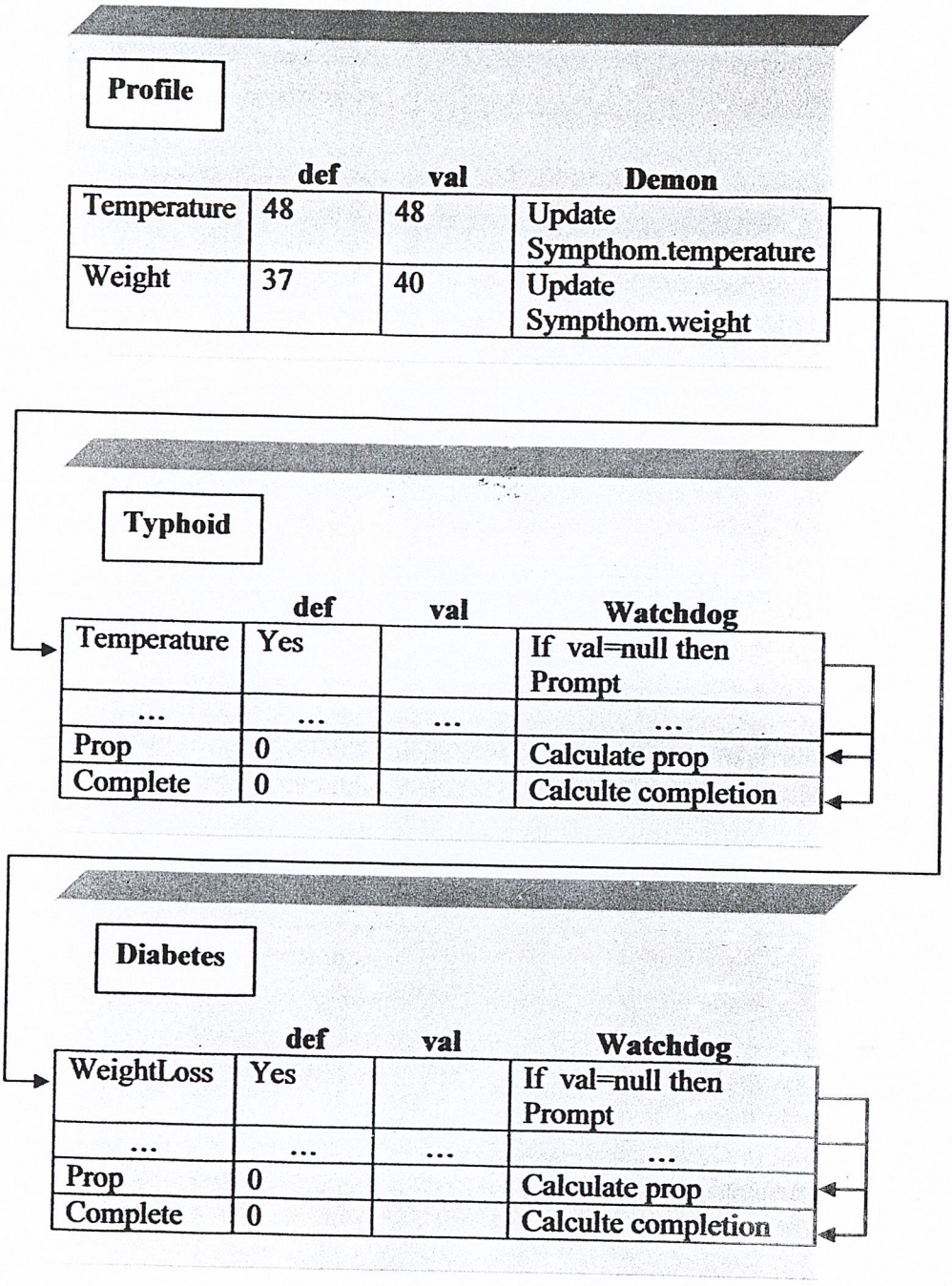
สล็อต	เหตุการณ์	คำอธิบายการทำงาน
TiphoidProp	watchdog	คำนวณโอกาสของโรคไทยฟอยด์
TiphoidComplete	watchdog	คำนานความสมบูรณ์ของข้อมูล
MalariaProp	Watchdog	คำนวณโอกาสโรคมาลาเรีย
MalariaComplete	Watchdog	คำนานความสมบูรณ์ของข้อมูล
DengueProp	Watchdog	คำนวณโอกาสโรคไข้เลือดออก
DengueComplete	Watchdog	คำนานความสมบูรณ์ของข้อมูล
DiabetesProp	Watchdog	คำนวณโอกาสเบาหวาน
DiabetesComplete	Watchdog	คำนานความสมบูรณ์ของข้อมูล
TuberculosisProp	Watchdog	คำนวณโอกาสวัณโรค
TuberculosisComplete	watchdog	คำนานความสมบูรณ์ของข้อมูล

ตารางที่ 4-7 แสดงรายการกฎที่เพิ่มให้แก่เฟรม Profile

สล็อต	เหตุการณ์	คำธิบายการทำงาน
ProfileWeight	demon	ดูว่าน้ำหนักลดลงผิดปกติหรือไม่ แล้วไปตั้งค่าของสล็อต weightloss ในทุกๆ เฟรมในโคร้างสร้างเฟรม Sympthom
ProfileTemperature	demon	ดูว่าอุณหภูมิสูงหรือไม่ถ้าแล้วไปตั้งค่าของสล็อต temperature ในทุกๆ เฟรมในโคร้างสร้างเฟรม Sympthom

4.2.5 การหาคำตอบของระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น

1. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าในสล็อต ProfileWeight กฎที่อยู่ใน demon จะทำงานโดยดูว่าน้ำหนักลดลงผิดปกติหรือไม่แล้วนำผลที่ได้ไปสรุปใส่ในสล็อต weightloss ในทุก ๆ เฟรม
2. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าในสล็อต ProfileTemperature กฎที่อยู่ใน demon จะทำงานโดยดูว่าอุณหภูมร่างกายเป็นปกติหรือไม่แล้วไปสรุปใส่ในสล็อต temperature ในทุก ๆเฟรม
3. เมื่อมีการเรียกค่าจากสล็อต TyphoidProp, MalariaProp, DenguProp, DiabetesProp, TurbucolosisProp จะทำการคำนวณโอกาสของอาการซึ่งก็คือค่าในสล็อตของเฟรมของตนว่าอาการที่ผู้ใช้ระบบป้อนเข้ามากับค่าความจริงที่อยู่ในค่าปริยายของสล็อตแต่ละสล็อตตรงกันหรือไม่
4. เมื่อมีการเรียกค่าจากสล็อต TyphoidComplete, MalariaComplete, DenguComplete, DiabetesComplete, TurbucolosisComplete จะทำการคำนวณความสมบูรณ์ของข้อมูลว่าผู้ใช้กรอกอาการต่างๆครบหรือยังโดยดูจากค่าในสล็อตในเฟรมของตนว่าได้รับคำตอบจากผู้ใช้แน่นอนแล้ว



รูปที่ 4-3 แสดงกลไกลการอนุมานในระบบวินิจฉัยโรค

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้ คือต้องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุสร้างฐานความรู้ โดยผู้วิจัยได้นำเอาการวินิจฉัยโรคมาสร้างเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ เพื่อเป็นกรณีศึกษา ให้กับแนวคิดที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ ซึ่งจากการดำเนินการวิจัยทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปผล และข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการนำแนวคิดจากงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อในอนาคต โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

สืบเนื่องมาจากวัตถุประสงค์หลักที่ต้องการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรมด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุสร้างฐานความรู้ ซึ่งระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุที่ผู้วิจัยเลือกคือโปรแกรมระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่ โดยได้ดำเนินการพัฒนาโครงสร้างข้อมูลที่ใกล้เคียงกับเฟรมมากที่สุดบรรจุไว้ภายในคลาสของวัตถุในระบบฐานข้อมูลคาเช่ เพื่อรองรับการจัดเก็บความรู้ที่ใช้เทคนิคการแทนความรู้แบบเฟรมได้ และได้ทำการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวินิจฉัยโรค โดยพัฒนาส่วนประสานผู้ใช้ด้วยภาษาจาวา จนสามารถปฏิบัติงานตามความต้องการของการวินิจฉัยโรคได้แล้วนั้น

จากผลงานดังกล่าวจึงสามารถสรุปได้ว่า แนวคิดในการสร้างระบบฐานความรู้แบบเฟรม ด้วยการใช้ระบบฐานข้อมูลเชิงวัตถุ จะสามารถอำนวยความสะดวก และแทนที่การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญด้วยเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือภาษาทางด้านปัญญาประดิษฐ์ได้เป็นอย่างดี โดยจะสามารถลดภาระการสร้างส่วนบริหารจัดการข้อมูล ซึ่งเป็นการใช้จุดเด่นของระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้วอีกด้วย ขณะเดียวกันการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญแบบเฟรม โดยที่สามารถจัดเก็บความรู้ที่อยู่ในรูปของเฟรมลงฐานข้อมูลได้โดยไม่จำเป็นต้องแมปหรือแปลงโครงสร้างความรู้ให้มาอยู่ในรูปโครงสร้างแบบวัตถุก่อน จะทำให้ผู้พัฒนาระบบสามารถรักษาความหมาย และความสัมพันธ์ของความรู้ไว้ได้อย่างครบถ้วน ซึ่งน่าจะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นๆ ต่อไปในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ระบบฐานข้อมูลคาเช่ โดยมิได้ทดลองกับโปรแกรมระบบฐานข้อมูลอื่นๆ ที่มีอยู่ในท้องตลาดผลิตภัณฑ์ซอฟท์แวร์ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจประการหนึ่งในการทดสอบแนวคิดที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้ด้วยการทดลองกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ซึ่งมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษา

สถาปัตยกรรมของโครงสร้างข้อมูลเชิงวัตถุในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ในการหาแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาที่เหมาะสมสำหรับแต่ละผลิตภัณฑ์ต่อไป

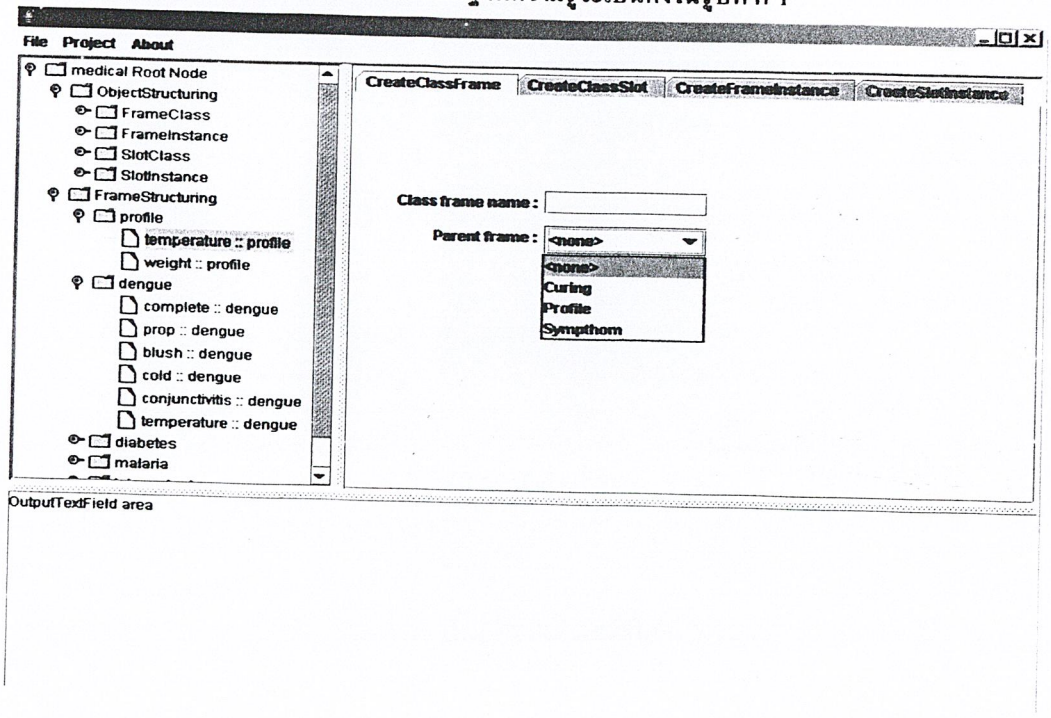
ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลงานวิจัยนี้จะสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนากับหลักการ หรือแนวคิดอื่นๆ ต่อไปในอนาคต

ภาคผนวก ก.
การใช้งานเครื่องมือสร้างฐานความรู้
แบบเฟรมบนฐานข้อมูลคาเช่

ในเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 อย่างคือ กลไกลการอนุมาน, ส่วนติดต่อผู้ใช้และเครื่องมือสร้างฐานความรู้

ในส่วนของเครื่องมือสร้างฐานความรู้นั้นนับเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยในการสร้างฐานความรู้ซึ่งมีความยุ่งยากและซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการสร้างเครื่องมือในการสร้างฐานความรู้แบบเฟรมบนฐานข้อมูลเชิงวัตถุคาเช่

โดยเมื่อเริ่มต้นเข้ามายังเครื่องมือสร้างฐานความรู้จะเป็นดังในรูปที่ ก-1



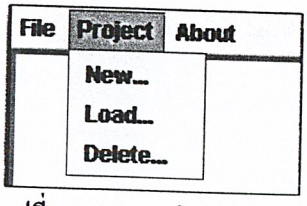
รูปที่ ก-1 เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญบนพื้นฐานแบบเฟรม

ส่วนประกอบหลักของเครื่องมือ

1. ส่วนที่เป็นแถบตัวเลือกรายการ(Menu bar)
2. ส่วนแสดงโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบต้นไม้(Expert system structured tree)
3. ส่วนที่เป็นเครื่องมือใช้สำหรับการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ
4. ส่วนแสดงผลการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ(Output viewer)

แต่ละส่วนมีรายละเอียดและหน้าที่ดังต่อไปนี้

1. **ส่วนที่เป็นแถบตัวเลือกรายการ(Menu bar)**

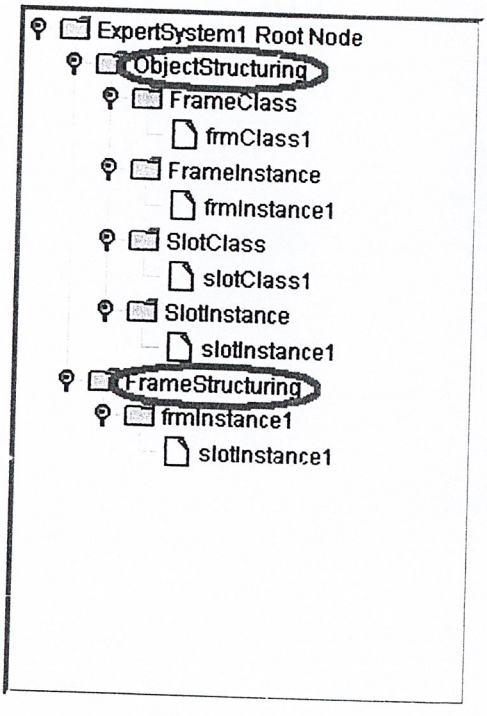


รูปที่ ก-2 เมนูของโปรแกรม

มีหน้าที่เพื่อใช้สำหรับจัดการกับระบบเปลือกผู้เชี่ยวชาญ เช่น เลิกการใช้งาน และใช้สำหรับจัดการโครงการระบบผู้เชี่ยวชาญต่างๆ(Expert system project) โดยมีรายละเอียดดังนี้

หัวข้อ File หัวข้อย่อย Exit – ออกจากโปรแกรม
หัวข้อ Project หัวข้อย่อย New... - สร้างโครงการใหม่
หัวข้อ Project หัวข้อย่อย Load... - เปิดโครงการเก่า
หัวข้อ Project หัวข้อย่อย Delete... - ลบโครงการ
หัวข้อ About หัวข้อย่อย Developers – รายชื่อผู้พัฒนาระบบ

2. **ส่วนแสดงโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบต้นไม้(Expert system structured tree)**



รูปที่ ก-3 แสดงโครงสร้างของเฟรมในโปรแกรมสร้างฐานความรู้

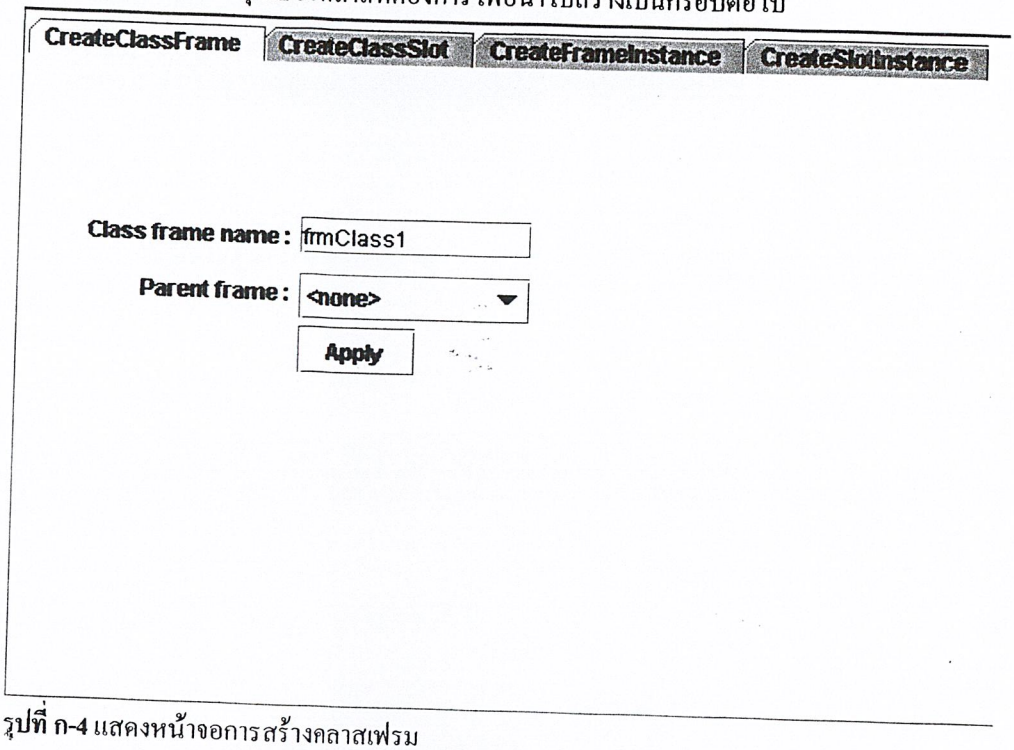
มีหน้าที่เพื่อแสดงโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญที่ผู้ใช้สร้างขึ้น โดยใช้ลักษณะการแสดงผลแบบต้นไม้เพื่อง่ายต่อการเข้าใจ แบบได้เป็น 2 ส่วนหลักๆคือ

1. ส่วนแสดงต้นไม้ในรูปแบบโครงสร้างวัตถุ(Object structuring) ซึ่งเป็นการแสดงโดยแบ่งแยกวัตถุ (Objects) ที่ผู้ใช้สร้างขึ้น ไว้ตามประเภทของวัตถุนั้นๆ อันได้แก่ FrameClass, FrameInstance, SlotClass และ SlotInstance ตามลำดับ
2. ส่วนแสดงต้นไม้ในรูปแบบโครงสร้างกรอบ(Frame structuring) เป็นการแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในรูปแบบของกรอบและสล๊อตอย่างชัดเจน

3. **ส่วนที่เป็นเครื่องมือใช้สำหรับการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญ**

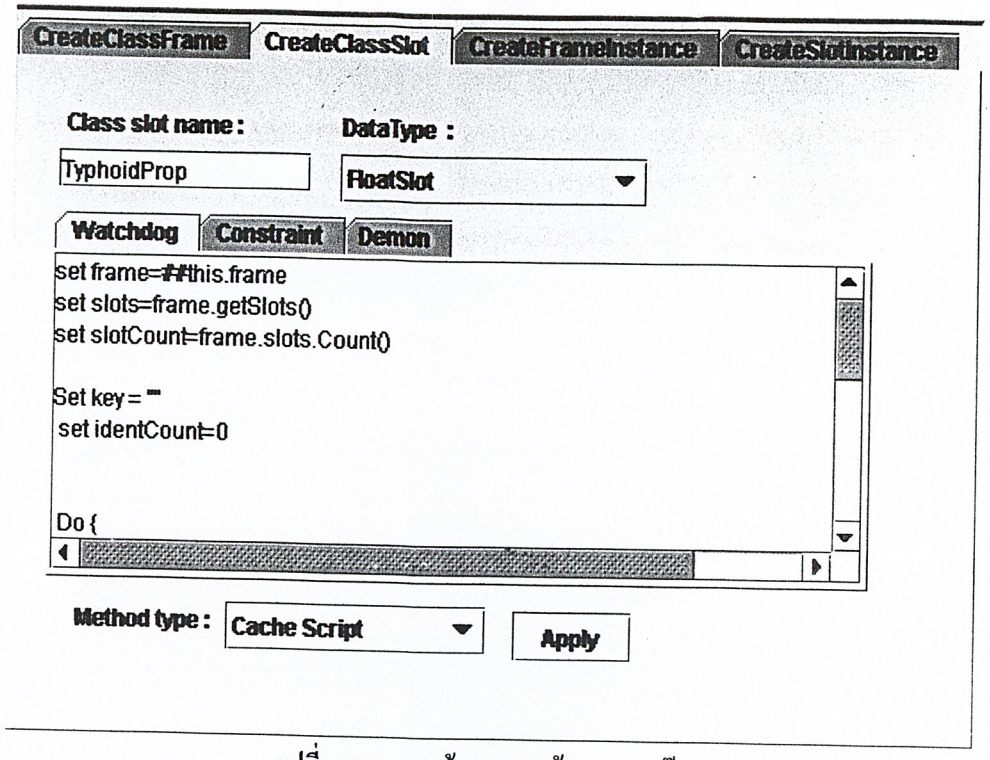
มีหน้าที่ในการรับข้อมูลจากผู้ใช้ เพื่อนำไปสร้างองค์ประกอบต่างๆของระบบผู้เชี่ยวชาญ ประกอบไปด้วย องค์ประกอบ 4 ส่วนคือ

3.1 ส่วนสำหรับสร้างคลาสของกรอบ(CreateClassFrame) ทำหน้าที่รับข้อมูลเป็นชื่อของคลาสเฟรมและ ชื่อของซุปเปอร์คลาสที่ต้องการ เพื่อนำไปสร้างเป็นกรอบต่อไป



รูปที่ ก-4 แสดงหน้าจอการสร้างคลาสเฟรม

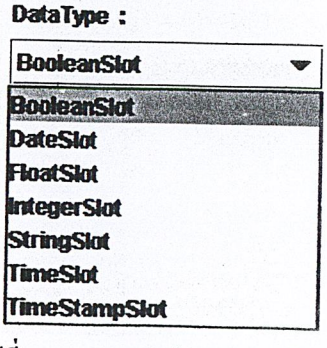
3.2 ส่วนสำหรับสร้างคลาสของสล๊อต(CreateClassSlot) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้เพื่อนำไปสร้างเป็นคลาสของสล๊อตต่อไป ดังรูป ก-5



รูปที่ ก-5 แสดงหน้าจอการสร้างคลาสสล๊อต

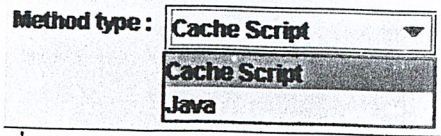
ข้อมูลที่ต้องใช้ในการสร้างคลาสของสล๊อต ได้แก่

- ชื่อของคลาสสล๊อตนี้(Class slot name)
- ประเภทของมูลที่ต้องการเก็บ(Data type)



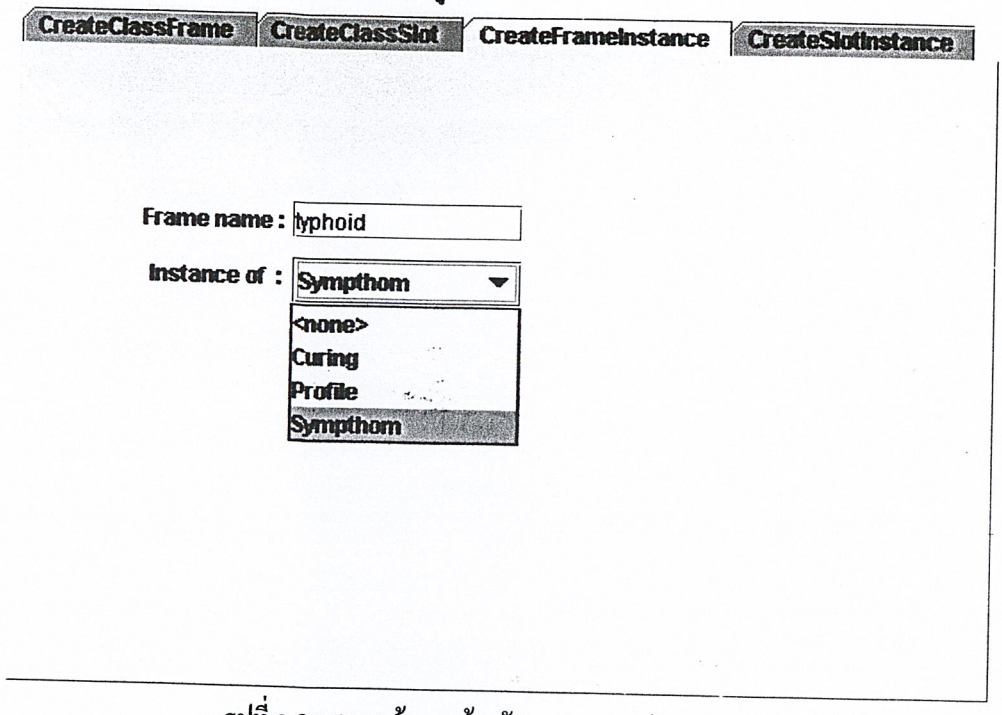
รูปที่ ก-6 แสดงการเลือกรูปแบบข้อมูล

- กระบวนการทั้ง 3 คือ Watchdog(), Constraint() และ Demon()
- ประเภทการทำงานของกระบวนการของสล๊อตนี้(Method type) ว่าต้องการให้สล๊อตนี้ทำงานในส่วนของคาเช่หรือจาวา



รูปที่ ก-7 แสดงการเลือกภาษาที่ใช้ในการสร้างกฎ

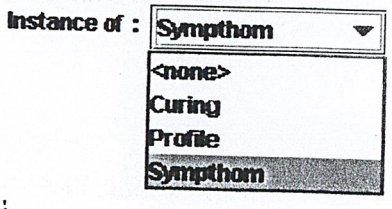
3.3 ส่วนสำหรับสร้างตัวแทนของกรอบ (CreateFrameInstance) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้เพื่อนำไปสร้างเป็นตัวแทนของกรอบต่อไป ดังรูป ก-8



รูปที่ ก-8 แสดงหน้าจอสร้างตัวแทนคลาสเฟรม

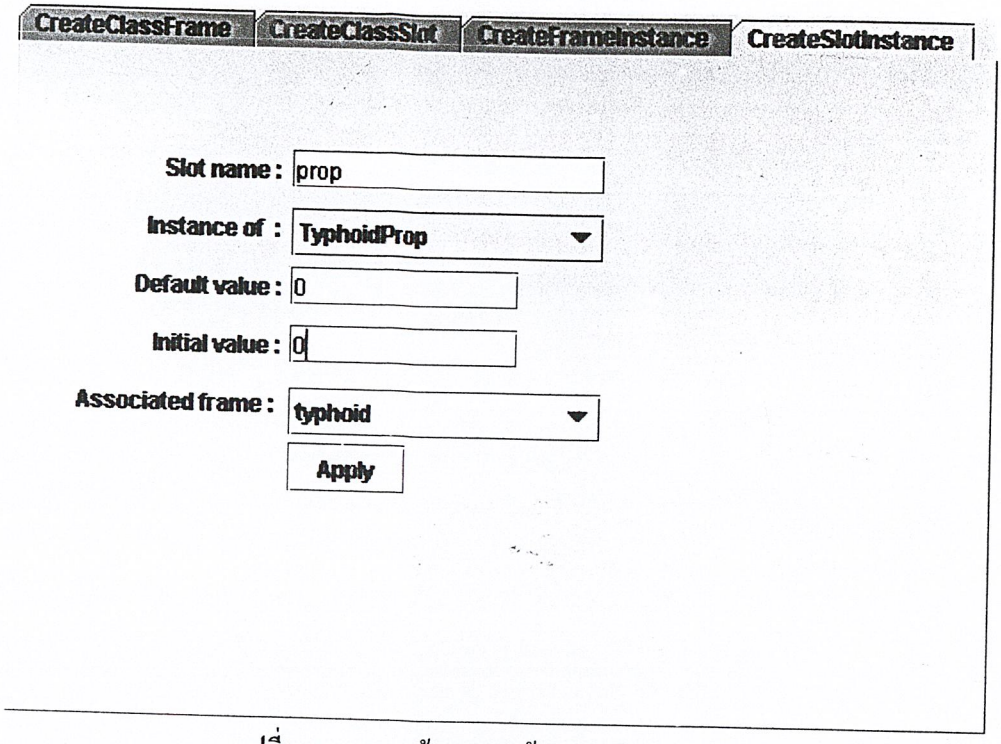
ข้อมูลที่ต้องใช้ในการสร้างตัวแทนของกรอบได้แก่

- ชื่อตัวแทนของกรอบ(Frame name)
- ชื่อคลาสกรอบที่ต้องการจะสร้างตัวแทนขึ้นมา(Instance of)



รูปที่ ก-9 แสดงการเลือกคลาสเฟรมของตัวแทน

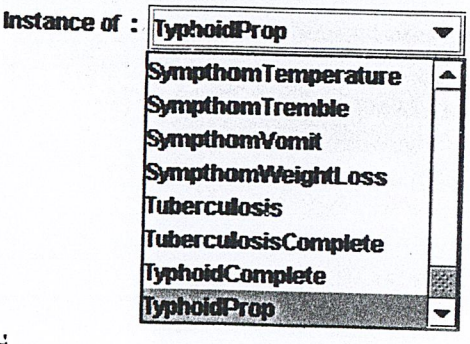
3.4 ส่วนสำหรับสร้างตัวแทนของสล๊อต (CreateSlotInstance) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้เพื่อนำไปสร้างเป็นตัวแทนของสล๊อตต่อไป ดังรูป ก-10



รูปที่ ก-10 แสดงหน้าจอการสร้างตัวแทนคลาสสล๊อต

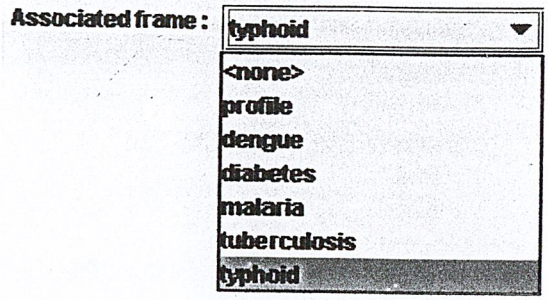
ข้อมูลที่ต้องระบุในการสร้างตัวแทนของสล๊อตได้แก่

- ชื่อตัวแทนของสล๊อต(Slot name)
- ชื่อคลาสที่ต้องการจะสร้างตัวแทนขึ้นมา(Instance of)



รูปที่ ก-11 แสดงการเลือกคลาสสล๊อตเพื่อสร้างตัวแทน

- ค่าปริยาย(Default value)
- ค่าเริ่มต้น(Initial value)
- ชื่อกรอบที่ต้องการนำสล๊อตนี้ไปบรรจุ(Associated frame)



รูปที่ ก-12 แสดงการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเฟรมและสล๊อต

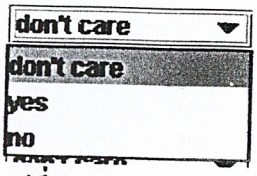
ภาคผนวก ข.

การใช้งานโปรแกรมวินิจฉัยโรค

การใช้งานโปรแกรมวินิจฉัยโรคจะเริ่มต้นด้วยการให้ผู้ป่วยป้อนข้อมูลส่วนตัว คือ ชื่อ หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจค้นหาประวัติผู้ป่วย หากไม่มีก็จะมีการให้กรอกข้อมูลใหม่

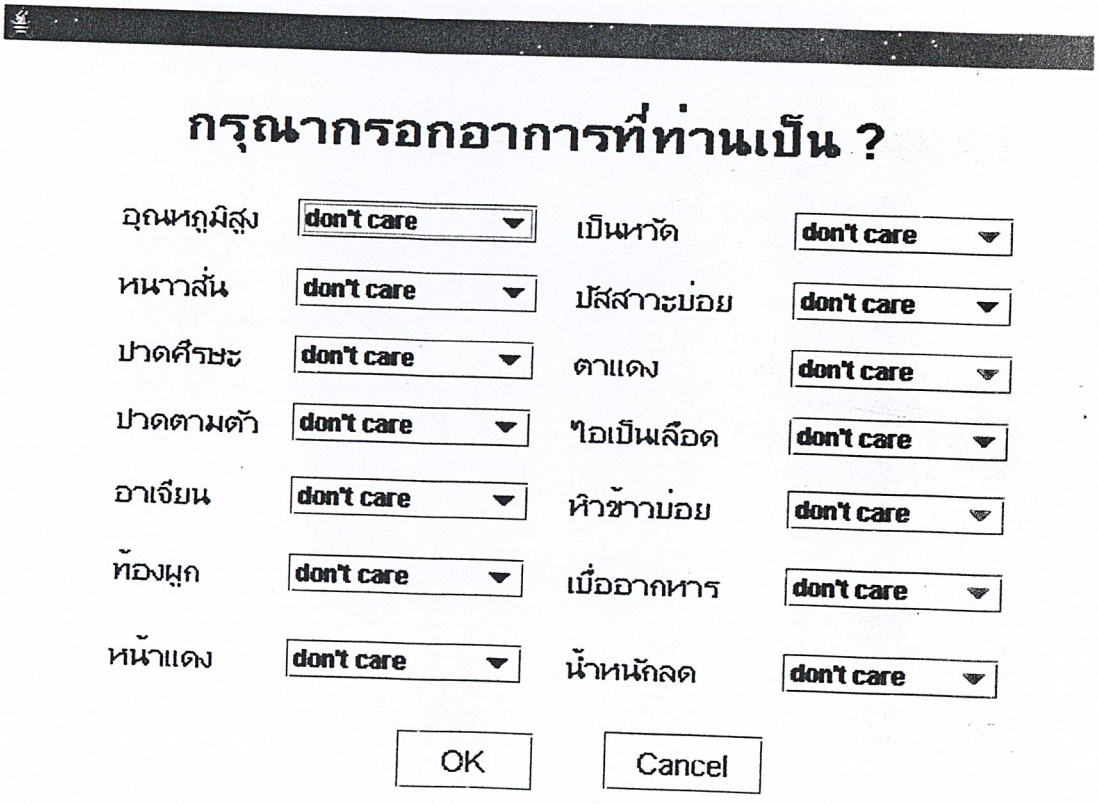
ในส่วนถัดไปจะเป็นการถามข้อมูลผู้ใช้ถึงลักษณะอาการที่ผู้ป่วยเป็นอยู่ในขณะนี้ ดังแสดงในรูปที่ ก-1 ซึ่งแต่ละอาการจะมีตัวเลือกให้ผู้ใช้เลือกได้ 3 แบบ คือ

- Yes : บอกถึงผู้ป่วยมั่นใจว่ามีอาการนั้นๆ
- No : บอกถึงผู้ป่วยมั่นใจว่าไม่มีอาการนั้น ๆ
- Don't care : ไม่แน่ใจ หรือไม่ได้ตอบคำถามนี้



รูปที่ ข-1 แสดงตัวเลือกในแต่ละอาการ

หลังจากป้อนลักษณะอาการเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการ

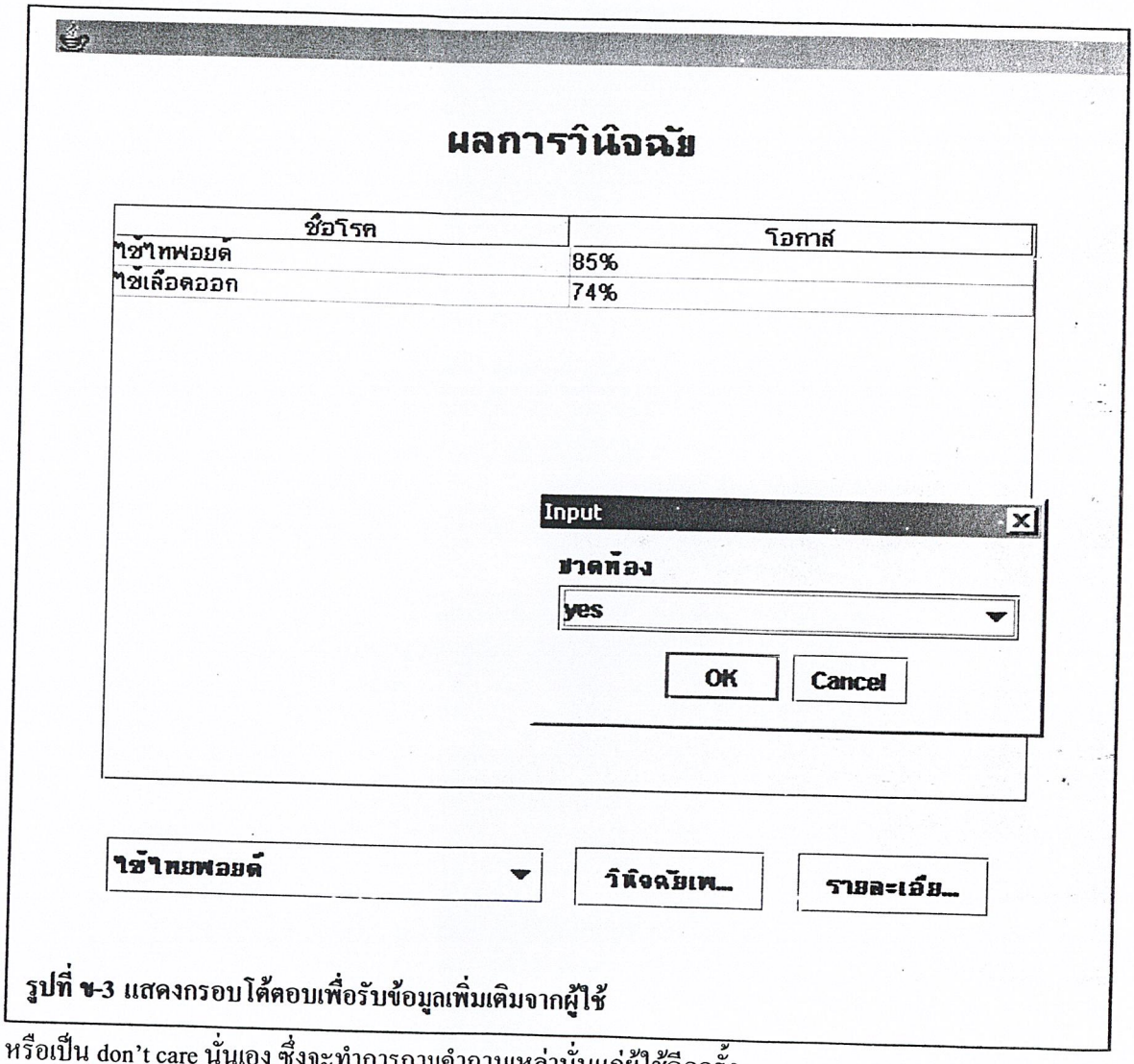


รูปที่ ข-2 แสดงการหน้าต่างการป้อนลักษณะอาการ

พิจารณาโดยดูจากอาการว่าจะมีโอกาสเป็นโรคอะไรได้บ้างแล้วแสดง

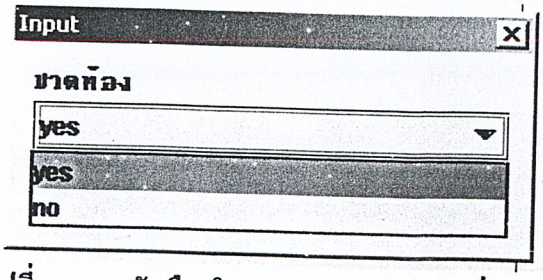
ผลออกมาดังแสดงในรูปที่ ข-3

จากนั้นหากผลการพิจารณายังไม่ได้ผลที่แน่นอนผู้ใช้สามารถเลือกระบุโรคที่จะนำมาพิจารณาต่อ โดยเลือกได้ในกล่องเลือกข้อความ จากนั้นกดปุ่ม "วินิจฉัย" ดังในภาพที่เลือกไข้ไทฟอยด์แล้วกดปุ่ม วินิจฉัย จากนั้นระบบจะเริ่มดูอาการของโรคแล้วตรวจสอบดูว่าอาการดังกล่าวมีอาการของโรคใดบ้างที่ผู้ใช้ไม่ได้ตอบ



รูปที่ ข-3 แสดงกรอบโต้ตอบเพื่อรับข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ใช้

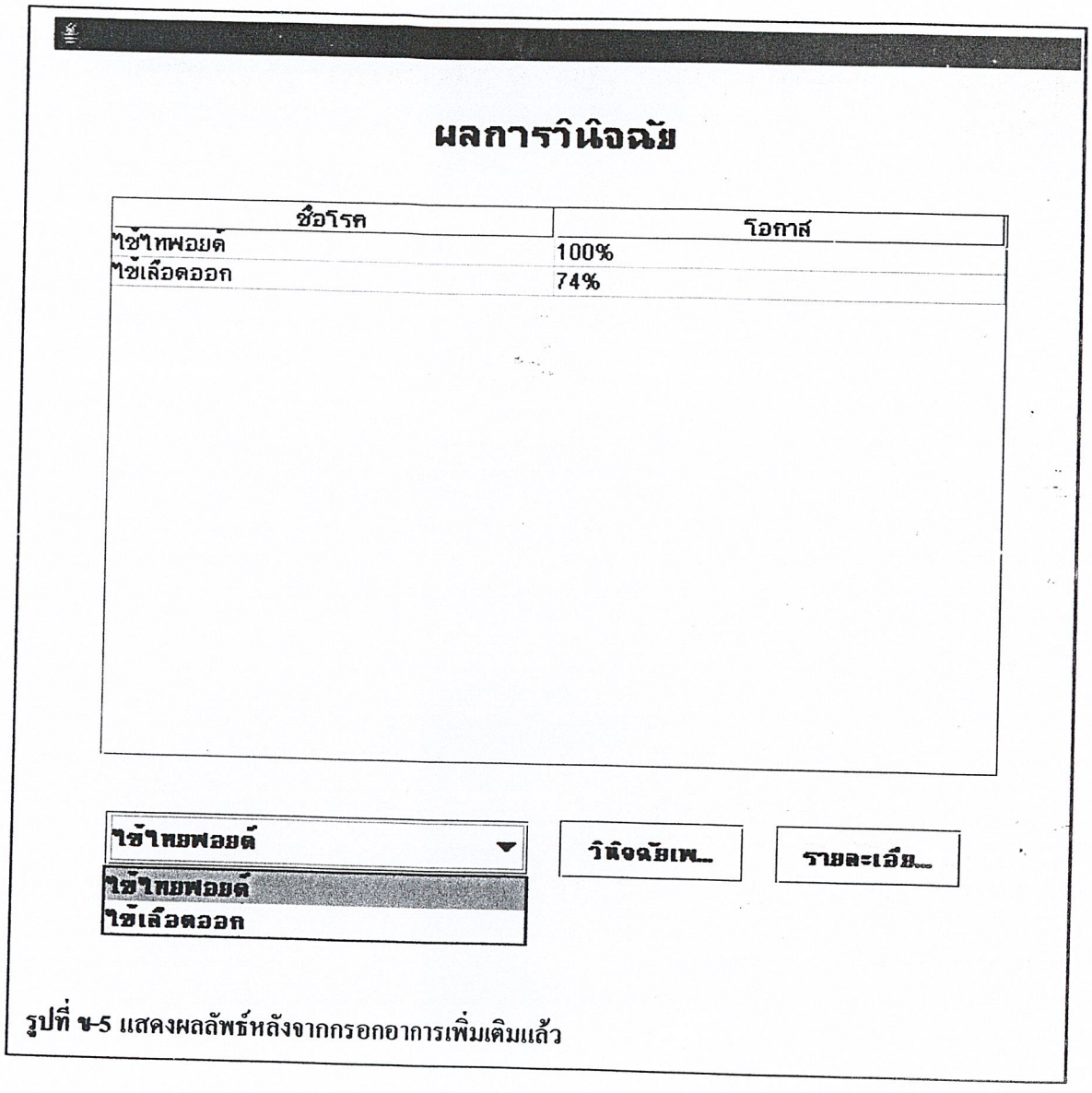
หรือเป็น don't care นั่นเอง ซึ่งจะทำการถามคำถามเหล่านั่นแก่ผู้ใช้อีกครั้ง



รูปที่ ข-4 แสงตัวเลือกในกรอบสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม

ซึ่งตัวเลือกภายในกรอบสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม จะมีตัวเลือกเพียงสองตัวเลือกคือ

- Yes : มั่นใจว่ามีอาการ
- No : มั่นใจว่าไม่มีอาการ



รูปที่ ข-5 แสดงผลลัพธ์หลังจากกรอกอาการเพิ่มเติมแล้ว

หลังจากกรอกข้อมูลเพิ่มเติมไปเรียบร้อยแล้วระบบจะทำการพิจารณาอาการของโรคอีกครั้งเพื่อหาข้อสรุปออกมาเป็นผลลัพธ์สุดท้ายดังแสดงในรูป

เอกสารอ้างอิง

[1] Ora Lassila, Deborah McGuinness. **"The Role of Frame-Based Representation"** on the Semantic Web : Software Technology Laboratory, Nokia Research Center

[2] Heribert Kirschfink, John Engels, Marco Boero, Jaime Barcelo. **"Scenario Analysis for Traffic Management Using Frame Based Reasoning"** :

[3] Dimitris Metaxas, Timos Sellis. **"A Database Implementation for Large Frame-besed Systems"** :

[4] D.A.Lowther, C.M.Saldanha. **"A Frame-based System for The Design of Electromagnetic Devices"** :

[5] William L. Kuechler, Jr., Nina Lim, Vijay K. Vaishnavi. **"A Smart Object Approach to Hybrid Knowledge Representation and Reasoning Strategies"** :

[6] Bandreddi E. Prasad, Tolety Siva Perruju, Garimella Uma, Pasuparthy Umarani. **"An Expert System Shell for Aerospace Applications"** :

[7] **"Frame-based Representation Languages"**

[8] Ora Lassila **"Frames or Object, or Both?"**

[9] **"The AI Dictionary"** http://www.cse.unsw.edu.au/~billw/aidict.html

[10] Chitta Baral. **"Knowledge Representation, Reasoning and Declarative Problem Solving"** : Arizona State University

[11] H. Ueno, Y. Oomori. **"Expert Systems Based on Object Model"** : Department of Systems Engineering, Tokyo Denki University

[12] D. Jeffery Higginbotham, Bryan J. Moulton, Gregory W. Lesher, David P. Wilkins, Jennifer Cornish, **"FrameTalker : Development of a Frame-based Communication System"** :

[13] Gang Luo, Vinay K. Chaudhri. **"Implementing OKBC Knowledge Model Using Object Relational Capabilities of Oracle 8"**

[14] Dan Rochowiak. **"Ontologies for Education Templates for intersecting interests"** :

[15] David M. Russino. **"Proteus : A Frame-based Nonmonotonic Inference System"**

[16] Neil F. Abernethy, Russ B. Altman. **"SOPHIA : Providing basic knowledge services with a common DBMS"**

[17] Peter D. Karp. **"The Design Space of Frame Knowledge Representation Systems"** :

[18] Richard Ifikes, Tom Kehler. **"The Role Of Frame-based Representation in Reasoning"**

[19] Maja D'Hondt. **"Hybrid Aspects for Integrating Rule-Based Knowledge and Object-riented Functionality"** :

[20] **"Semantic Networks"** http://www.duke.edu/~mccann/mwb/15semnet.htm

[21] H K Wong and Anthony S. Fong **"Object-Relational Database Management System (ORDBMS) Using Frame Model Approach"**

[22] Bj¨orn Karge **"OODBMS-Based XML Document Storage"**

[23] John Durkin **"Expert System Design and Development"**, 1994

[24] Kamran Parsaye, Mark Chignell. **"Expert System for Experts"** , 1988

[25] ดร.วิลาส วูวงศ์, บุญเจริญ ศิริเนาวกุล **"ระบบผู้เชี่ยวชาญ Expert System"** , กันยายน 2535

[26] **"www.cse.unsw.edu.au/~billw/cs9414/notes"**

[27] Clive Spenser. **"Flex Tutorial"**. 2002

[28] Daniel Pop, Viorel Negru. **"An Extensible Environment for Expert System Development"**

[29] H K Wong, Anthony S. Fong. **"Object-Relational Database Management System (ORDBMS)Using Frame Model Approach"**