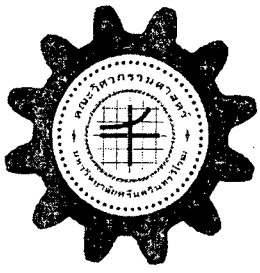
QA76.76.E95
T377
2551

S 354327
ปริญญาค



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์

Design and Development of Medical Expert System Shell

14 ส.ค. 2552

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วัชรชัย วิริยะสุทธิวงศ์
รองศาสตราจารย์ นายแพทย์สงวนศักดิ์ ฤกษ์ศุภผล
วลิตะ นาคบัวแก้ว

ทุนวิจัย จากเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

28 เมษายน 2551

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เป็นอย่างสูงที่ให้การส่งเสริม และสนับสนุนทุนวิจัย ตลอดจนอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ จนโครงการวิจัยนี้เสร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ขจรศักดิ์ คันธพนิต ศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ธรรมพงษา เป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์สำหรับการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์นายแพทย์สุรเกียรติ อาชานานุภาพ ที่กรุณาแต่งตำราทางการวินิจฉัยโรค ซึ่งเป็นตำราที่มีประโยชน์อย่างมากแก่วงการสาธารณสุขไทยและการวิจัยครั้งนี้

และขอขอบคุณ ผู้ช่วยวิจัย และนักศึกษาทุกคน ที่สละเวลามาช่วยงานวิจัยนี้ นอกจากนี้ ยังมีผู้มีพระคุณอีกหลายท่าน ที่คณะผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

คณะผู้วิจัย
20 เมษายน 2551

การออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์
Design and Development of Medical Expert System Shell

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ การวินิจฉัยของระบบใช้กลไกการอนุมานแบบ Forward Chaining และการแทนความรู้ในรูปกฎโพรดักชัน โครงสร้างของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย ส่วนจัดการฐานความรู้ และส่วนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ระบบได้รับการพัฒนาขึ้นบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows^{xp} โดยใช้ภาษา C Builder จากการทดสอบการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานเป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ได้เป็นอย่างดี

Abstract

This research presents designing and developing the Medical Expert System Shell. The diagnosis of the system use the forward chaining inference and the production rule-based knowledge representation. A structure of the system is composed of an Knowledge Base Management Module and an Expert System Operation Module. The system was developed by utilizing C Builder which works on Microsoft Windows^{xp}. Results from the test run on the developed medical expert system shell show that it can working as an expert system development tool accurately.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ฆ

บทคัดย่อ ค

บทที่ 1 บทนำ.....1

บทที่ 2 หลักการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ.....4

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์.....21

บทที่ 4 การทำงานและการทดสอบเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ.....32

บทที่ 5 บทสรุป.....43

เอกสารอ้างอิง.....45

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Shell) คือโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญที่ประกอบด้วยกลไกการอนุมาน และส่วนสนับสนุนการสร้างฐานความรู้ ในกระบวนการทางวิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) นั้น วิศวกรความรู้ (Knowledge Engineer) มีหน้าที่ที่สำคัญอีกหน้าที่หนึ่งนอกเหนือจากงานการสกัดเอาความรู้ความชำนาญจากผู้เชี่ยวชาญมนุษย์หรือจากแหล่งความรู้อื่นๆ เช่น ตำรา มาทำการแทนความรู้ (Knowledge Representation) เพื่อสร้างฐานความรู้ (Knowledge Base) ของระบบ หน้าที่นั้นคือ การออกแบบและพัฒนากลไกการอนุมานความรู้ (Inference Engine) เพื่อทำหน้าที่คิดหาเหตุผลโดยนำข้อเท็จจริงของปัญหาและความรู้มีอยู่ในฐานความรู้ของระบบมาอนุมานหาผลเฉลยหรือคำตอบของปัญหา นอกจากนั้น วิศวกรความรู้ต้องทำการออกแบบองค์ประกอบอื่นๆ ของระบบ เช่น ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ (User Interface Unit) ส่วนให้คำอธิบาย (Explanation Module) ส่วนพัฒนาฐานความรู้ (Knowledge Acquisition Module) และหน่วยความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) จากนั้นต้องผนวกส่วนต่างๆ รวมเข้าด้วยกันเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ

ในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะการออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับงานทางการแพทย์ จากการสำรวจงานวิจัยด้านนี้ พบว่า ไพรัชและคณะ [2] ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์โรคเบื้องต้น และวณพันธ์ [3] ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาพยาบาลเบื้องต้นภาษาไทย งานวิจัยดังกล่าวเป็นการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญด้านการแพทย์ ที่กำหนดฐานความรู้ไว้แน่นอน ไม่สามารถใช้กับฐานความรู้เรื่องอื่น ดังนั้น โครงการวิจัยนี้ จึงเสนอการออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีกลไกการแก้ปัญหาและระบบจัดการความรู้ที่สอดคล้องและเหมาะสม กับความรู้และกลไกการวินิจฉัยโรค เพื่อให้ได้ระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีกระบวนการคิดหาเหตุผลที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการประยุกต์ใช้กับงานทางการแพทย์

1.2 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 บุญเจริญ ศิริเนาวกุล [4] ได้เสนอการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้การอนุมานแบบย้อนหลัง และการแทนความรู้ในรูปกฎ เพื่อให้คำปรึกษาในการถ่ายรูป

1.2.2 พิพัฒน์ ศุภศิริสันต์ และคณะ [6] ได้เสนอการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้การอนุมานแบบไปหน้า และการแทนความรู้ในรูปกฎ สำหรับการเลือกเตาหลอมเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

1.2.3 ขจรศักดิ์ คันธพนิต และคณะ [1] ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโรคมะเร็งปากมดลูกโดยใช้ภาษาโปรลอก (Prolog) ซึ่งทำงานบนไมโครคอมพิวเตอร์ ฐานความรู้ของระบบใช้การแทนความรู้ในรูปของกฎ และเฟรม (Frame) และใช้กลไกการอนุมานแบบไปหน้า ระบบวินิจฉัยโรคโดยค้นหาอาการที่ตรงกันกับอาการของคนไข้ แล้วสะสมแฟกเตอร์การถ่วงน้ำหนักไว้ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจโดยมีตัวจัดคิว (Scheduler) เป็นตัวควบคุม และใช้คำที่รู้จัก (Known Words) ในการเชื่อมโยงกับผู้ใช้

1.2.4 ไพรัช ธัชยพงษ์ และคณะ [7] ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์โรคเบื้องต้น โดยใช้การแทนความรู้ในรูปกฎ และกลไกการอนุมานแบบย้อนหลัง ระบบนี้เป็นระบบโพรดักชัน (Production system)

1.2.5 วณพันธ์ วัยวุฒิ [8] ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาพยาบาลเบื้องต้น โดยใช้ภาษาโปรลอก ฐานความรู้ของระบบใช้การแทนความรู้ในรูปกฎ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นกฎ ส่วนเงื่อนไข และส่วนที่เป็นคำแนะนำ ส่วนอนุมานของระบบใช้กลไกการอนุมานแบบย้อนหลัง

1.2.6 นเรศ เลิศพลังสันติ และคณะ [5] ได้พัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยในส่วนของฐานความรู้ใช้การแทนความรู้ในรูปกฎ และส่วนอนุมานของระบบใช้กลไกการอนุมานแบบย้อนหลัง โดยสามารถกำหนดค่าแฟกเตอร์ความแน่นอนในกฎได้ ในส่วนเงื่อนไขและส่วนข้อสรุปของกฎ การออกแบบและพัฒนาระบบได้อาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป M1 เป็นต้นแบบ

1.2.7 วัชรชัย วิริยะสุทธิวงศ์ และคณะ [4] ได้ทำการวิจัยระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวินิจฉัยโรคคลินิก โดยกลไกการอนุมานความรู้แบบไปหน้าและการอนุมานแบบฟัซซี (Fuzzy Inference) และการแทนความรู้ในรูปกฎ

1.2.8 ไพรัช ธัชยพงษ์ และคณะ [2] ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์เคมีเบื้องต้น โดยใช้การแทนความรู้ในรูปกฎและเฟรม ส่วนอนุมานใช้การอนุมานแบบไปหน้าและย้อนหลัง

1.2.9 พิทักษ์ ธรรมวาริน และคณะ [10] ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับช่วยปรับแต่งฐานข้อมูล โดยใช้การอนุมานแบบไปหน้าและย้อนหลัง และการแทนความรู้ในรูปเฟรม

1.3.วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.3.1 เพื่อออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์

1.3.2 เพื่อเป็นแนวทางการวิจัยบูรณาการในการนำเทคโนโลยีทางวิศวกรรม ไปประยุกต์ใช้กับงานทางด้านการแพทย์และด้านอื่นๆ

1.4 **ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์**

- สามารถนำเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่ได้ ไปใช้ในการประยุกต์กับงานการวินิจฉัยโรคทางการแพทย์ได้
- สามารถใช้งานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญใช้สำหรับงานด้านอื่นๆ ได้
- สามารถใช้ขั้นตอนวิธีของกลไกการอนุมานความรู้ในการวิจัยนี้ เป็นต้นแบบสำหรับการสร้างกลไกการอนุมานความรู้สำหรับการแก้ปัญหาเรื่องอื่นๆ ได้ และเป็นระบบต้นแบบ สำหรับการพัฒนากลไกการตัดสินใจในการวินิจฉัยโรค ให้กว้างและลึกซึ้งขึ้นในอนาคตได้
- สามารถนำเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยนี้ไปทดสอบฐานความรู้เรื่องต่างๆ ที่จะสร้างขึ้นมาในอนาคตได้
- เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาเพื่อจัดทำเป็นชุดใช้ในเชิงพาณิชย์ได้
- สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนให้แก่นักศึกษาแพทย์ พยาบาล สาธารณสุข วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และวิทยาการคอมพิวเตอร์ได้

บทที่ 2

หลักการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1 สถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญ

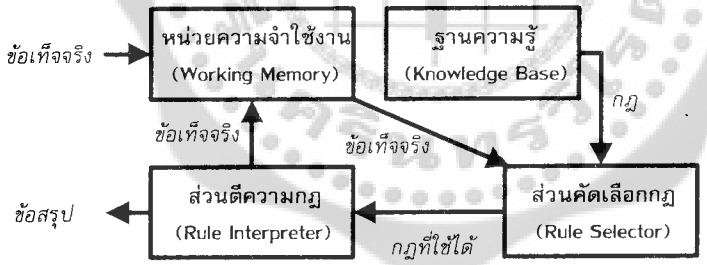
ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ระบบฐานกฎ (Rule-based System) เป็นแบบจำลองการแก้ปัญหาประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1) ฐานความรู้ (Knowledge Base) เป็นส่วนที่เลียนแบบมาจากหน่วยความจำระยะยาวของมนุษย์ (Long-term memory) โดยแทนโพรดักชัน (Productions) ด้วยเซตของกฎ

2) หน่วยความจำใช้งาน (Working Memory) เป็นส่วนที่เลียนแบบมาจากหน่วยความจำระยะสั้นของมนุษย์

3) กลไกการอนุมาน (Inference Engine) เป็นส่วนที่เลียนแบบการหาเหตุผลของมนุษย์ โดยมีส่วนคัดเลือกกฎ (Rule selector) และส่วนตีความกฎ (Rule interpreter) ทำหน้าที่นำข้อเท็จจริงของปัญหาในหน่วยความจำใช้งานและกฎในฐานความรู้มาทำการอนุมานหาข้อสรุปของปัญหานั้น

โดยทั่วไป สถาปัตยกรรมของระบบฐานกฎ และระบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วยองค์ประกอบต่างๆ ดังรูป 2.1 และ 2.2 ตามลำดับ



รูป 2.1 สถาปัตยกรรมของระบบฐานกฎ

1) ฐานความรู้ เป็นส่วนที่เก็บบันทึกความรู้เฉพาะด้านไว้ในรูปของกฎหรือรูปแบบอื่น

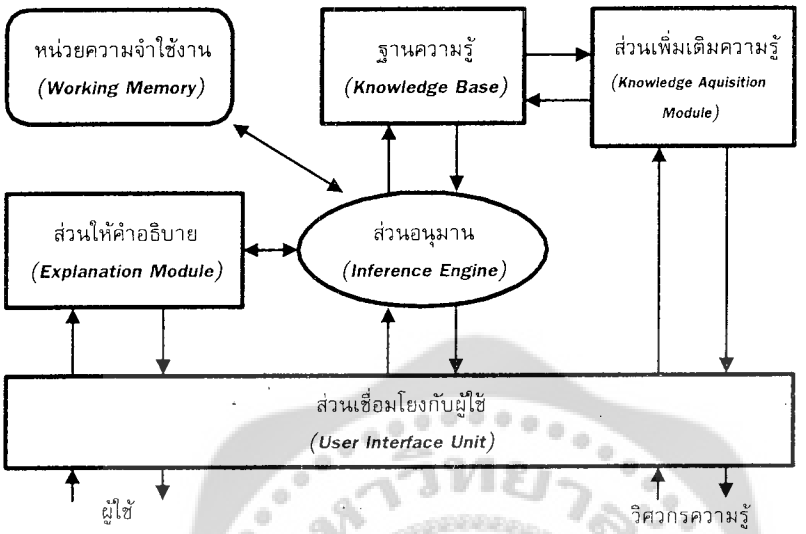
2) กลไกการอนุมาน เป็นหน่วยประมวลผลกลางของระบบ ทำหน้าที่ควบคุมการหาเหตุผลและอนุมานความรู้ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปหรือคำตอบของการแก้ปัญหา

3) ส่วนเพิ่มเติมความรู้ เป็นส่วนที่ช่วยในการแก้ไขและพัฒนาฐานความรู้ของระบบ

4) ส่วนให้คำอธิบาย เป็นส่วนที่ช่วยให้คำอธิบายในระหว่างการทำงานของระบบ

5) <u>ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้</u> เป็นหน่วยประมวลผลภาษา และเป็นตัวกลางที่ช่วยให้ผู้ใช้ติดต่อสื่อสารกับระบบได้โดยง่าย

6) <u>หน่วยความจำใช้งาน</u> เป็นหน่วยเก็บบันทึกผลชั่วคราวของระบบ ใช้เก็บข้อเท็จจริงของปัญหาและข้อเท็จจริงที่ได้มาในระหว่างการอนุมาน



รูป 2.2 สถาปัตยกรรมทั่วไปของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หลักการออกแบบฐานความรู้

ความรู้คือ ความเข้าใจในสาขาวิชาหนึ่งๆ นักวิจัยสาขาปัญญาประดิษฐ์ได้จัดแบ่งความรู้ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ความรู้ในแนวลึก (Deep knowledge) เช่น ความรู้จากตำรา หลักการ กฎเกณฑ์ หรือทฤษฎีต่างๆ และความรู้ในแนวกว้าง (Surface knowledge) เช่น ความรู้จากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญมนุษย์ (Heuristic knowledge)

วิธีแปลงส่งความรู้เข้าสู่ฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ สามารถทำได้โดยการแทนความรู้ หรือการเข้ารหัสความรู้ให้อยู่ในรูปที่เหมาะสมกับการนำไปประมวลผลหรือการอนุมาน การแทนความรู้ในระบบฐานกฎอยู่ในรูปของกฎและข้อเท็จจริงเท่านั้น

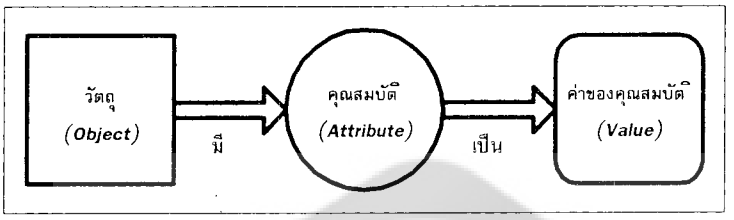
โครงสร้างของกฎ ประกอบด้วย ส่วนเงื่อนไข (IF part) และส่วนผล (THEN part) ดังสมการ

$$\text{IF } A \text{ THEN } B \equiv A \rightarrow B \qquad (2.1)$$

โดยที่ A และ B แทนประพจน์ (Proposition) ซึ่งเป็นข้อความที่เป็นอนุประโยค (Clause) บอกเล่าหรือปฏิเสธ ที่มีค่าความจริง (Truth value) เป็นจริงหรือเป็นเท็จอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือแทนประพจน์ประกอบ (Compound statements) หรือข้อความที่ประกอบด้วยอนุประโยคตั้งแต่ 2 ประโยคขึ้น

ไป โดยแต่ละอนุประโยคเชื่อมต่อกันด้วยตัวเชื่อมทางตรรก (Connective) จากสมการ 2.1 ประพจน์ A เป็นอนุประโยคแสดงเงื่อนไข หลักฐาน หรือข้อพิสูจน์ที่นำมาเป็นเหตุ และประพจน์ B เป็นอนุประโยคแสดงการกระทำ ข้อสมมุติ หรือข้อสรุปที่เป็นผลตามมา

ประพจน์หรืออนุประโยคในส่วนเงื่อนไขและส่วนผลของกฎ อาจอยู่ในรูปของ A-V pair หรือ O-A-V triplet ซึ่งประกอบด้วย วัตถุ (Object) คุณสมบัติ (Attribute) และค่าของคุณสมบัติ (Value) โดยมีความสัมพันธ์พื้นฐาน " มี " แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับคุณสมบัติ และ " เป็น " แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าของคุณสมบัติกับคุณสมบัติ ดังรูป 2.3



รูป 2.3 รูปแบบของ O-A-V Triplet

โดยทั่วไป รูปแบบของอนุประโยคที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในส่วนเงื่อนไขหรือส่วนผลของกฎโพรดักชันมีอยู่ 3 ชนิด [15, 32] คือ

1) อนุประโยคปฏิบัติการ (Executable clause) หรือ E_c เป็นกระบวนคำสั่ง (Procedure) ที่สามารถปฏิบัติการอย่างใดอย่างหนึ่งได้ อนุประโยคชนิดนี้จะใช้ในส่วนผลของกฎ โดยมีรูปแบบทั่วไป ดังสมการ

$$E_c = \{procedure_name; parameters\} \qquad (2.2)$$

2) อนุประโยคทั่วไป (Regular clause) หรือ R_c^M เป็นประโยคบอกเล่าหรือปฏิเสธที่มีโครงสร้างทั่วไป ดังสมการ

$$R_c^M = A \text{ is } B \qquad (2.3)$$

โดยที่ A แทนประธานของประโยค

B แทนกรรมของประโยค ซึ่งอาจเป็นคำ (Word) ตัวเลข หรือช่วงจำนวนจริง (Real interval)

3) <u>อนุประโยคทางคณิตศาสตร์</u> (Mathematical clause) หรือ M_c อนุประโยคชนิดนี้เป็นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบคือ นิพจน์เลขคณิต (Arithmetic expression) และ นิพจน์ทางตรรก (Logical expression)

นิพจน์เลขคณิต เป็นอนุประโยคที่ใช้ในส่วนผลของกฎ มีรูปแบบดังสมการ

$$M_c = [\ X := math_expression\ ] \qquad (2.4)$$

โดยที่ X แทนตัวแปรทางคณิตศาสตร์

นิพจน์ทางตรรก เป็นอนุประโยคที่ใช้ในส่วนเงื่อนไขของกฎ มีรูปแบบดังสมการ

$$M_c = [\ X\ <op>\ Y\ ] \qquad (2.5)$$

โดยที่ X หรือ Y แทนนิพจน์ทางคณิตศาสตร์

<op> แทนตัวดำเนินการทางตรรกในเซต ($=, \neq, <, \leq, >, \geq$)

2.2.1 การแทนความรู้ในรูปกฎโพรดักชัน

รูปแบบทั่วไปของฐานความรู้ที่ใช้การแทนความรู้ในรูปกฎโพรดักชัน ประกอบด้วยรายการของกฎ (List of rule) ดังแสดงในตาราง 2.1 โดยที่กฎ IF p THEN c แทนกฎโพรดักชันใดๆ และ p_i และ c_i แทนข้อพิสูจน์ และข้อสรุปของกฎ ตามลำดับ

ตาราง 2.1 แสดงรายการของกฎโพรดักชัน

เลขที่กฎ	กฎ
1	IF p_1 THEN c_1
2	IF p_2 THEN c_2
. . .	. . .
i	IF p_i THEN c_i
. . .	. . .
n	IF p_n THEN c_n

การแทนความรู้ในรูปกฎโพรดักชัน สามารถทำได้ 3 วิธีคือ

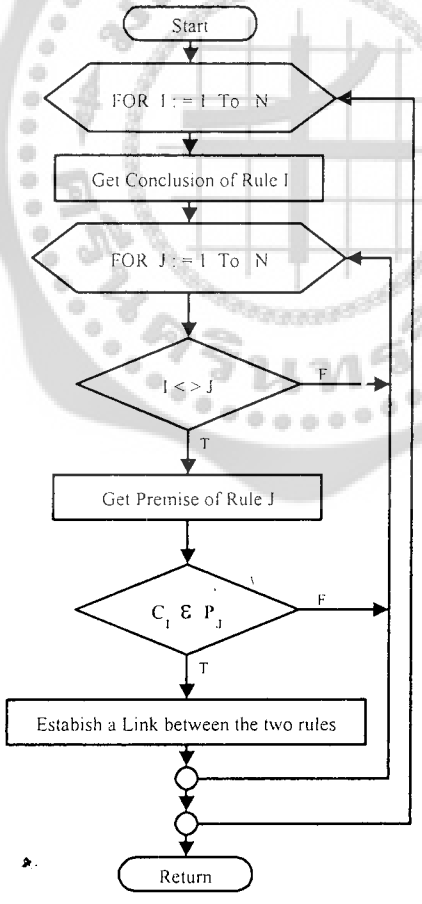
1) <u>การแทนความรู้โดยใช้โครงสร้างแบบต้นไม้</u> (Tree Structure Representation)

การแทนความรู้โดยใช้โครงสร้างแบบต้นไม้เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อพิสูจน์ของกฎในฐานความรู้ การแทนความรู้วิธีนี้สามารถแสดงได้ 2 รูปแบบตามการพิจารณากฎและอนุประโยค

ของกฎ คือ การแทนความรู้โดยใช้โครงสร้างแบบต้นไม้ของกฎ (Rule-tree representation) และการแทนความรู้โดยใช้โครงสร้างแบบต้นไม้ของอนุประโยค (Clause-tree representation)

สถาปัตยกรรมของโครงสร้างแบบต้นไม้มีลักษณะเป็นรูปกราฟ ซึ่งประกอบด้วย สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า โนดราก (Root node) ใช้แทนกฎการเริ่มต้น (Starting rule) สัญลักษณ์รูปวงกลม เรียกว่า โนดระหว่างกลาง (Intermediate node) ใช้แทนกฎระหว่างกลาง (Intermediate rule) สัญลักษณ์รูปหกเหลี่ยม เรียกว่า โนดปลาย (Terminal node) ใช้แทนกฎการสรุป (Concluding rule) และสัญลักษณ์รูปลูกศร เรียกว่า ลิงค์ (Link) ใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างข้อสรุปและข้อพิสูจน์ของกฎ

การออกแบบฐานความรู้ใดๆ โดยการแปลงความรู้ในรูปกฎโพรดักชันเป็นโครงสร้างแบบต้นไม้ ทำได้โดยการกวาดตรวจ (Scan) กฎทั้งหมดในฐานความรู้ ตั้งแต่กฎแรกจนถึงกฎสุดท้าย เพื่อค้นหาและสร้างการเชื่อมโยง (Linkage) ระหว่างข้อสรุปของกฎที่กำลังตรวจสอบอยู่ในขณะนั้น กับข้อพิสูจน์ของกฎอื่นๆ ในรายการของกฎ ดังรูป 2.4 เมื่อกำหนดให้ C_i แทนอนุประโยคใดๆ ในข้อสรุปของกฎ R_i และ P_j แทนอนุประโยคใดๆ ในข้อพิสูจน์ของกฎ R_j

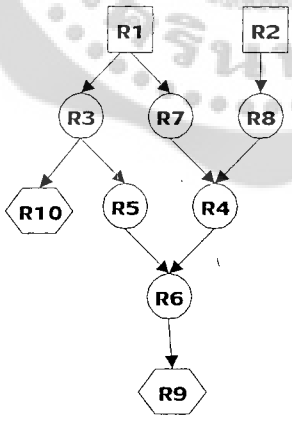


รูป 2.4 ผังงานแสดงขั้นตอนวิธีการแทนความรู้ในรูปโครงสร้างแบบต้นไม้

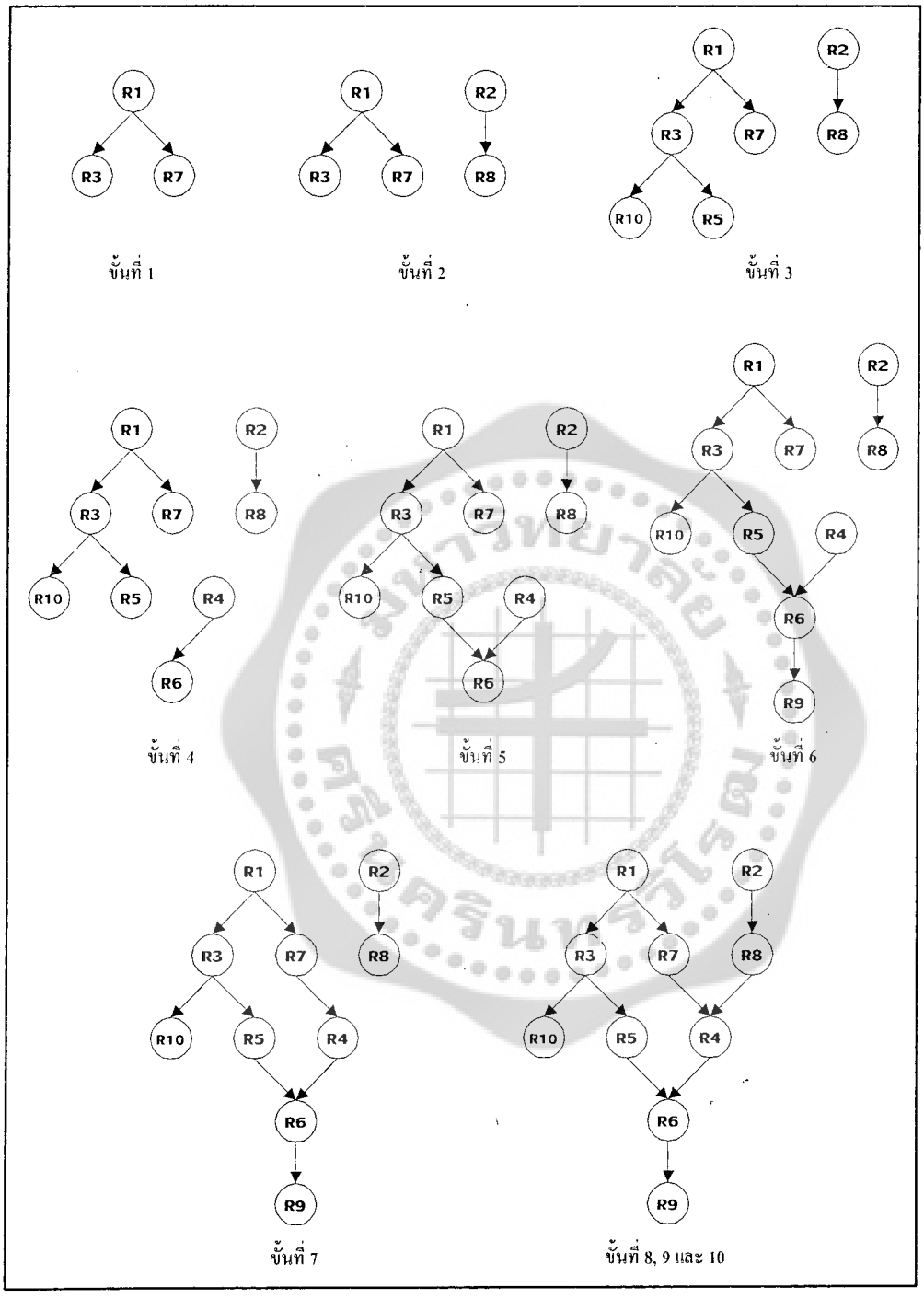
พิจารณาฐานความรู้ตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วยกฎจำนวน 10 กฎ คือ R1 R2 R3 ... R10 ดังตาราง 2.2 สามารถสร้างโครงสร้างแบบต้นไม้ของกฎได้ดังรูป 2.5 โดยขั้นตอนการกวาดตรวจและสร้างการเชื่อมโยงของกฎ แสดงได้ดังรูป 2.6

ตาราง 2.2 แสดงรายการของกฎในฐานความรู้ตัวอย่าง

เลขที่กฎ	กฎ
R1	IF *q* THEN *x*
R2	IF *m* THEN *y*
R3	IF *w* and *x* THEN *g* and *z*
R4	IF *a* and *b* THEN *c*
R5	IF *d* or *z* THEN *e*
R6	IF *c* and *e* THEN *f*
R7	IF *x* THEN *a*
R8	IF *y* THEN *b*
R9	IF *f* THEN *s*
R10	IF *g* THEN *r*

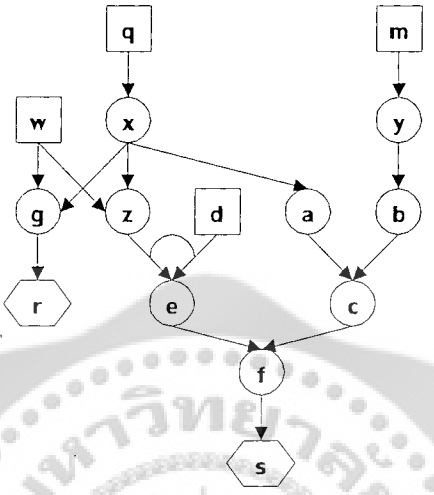


รูป 2.5 โครงสร้างแบบต้นไม้ของกฎ



รูป 2.6 ขั้นตอนการสร้างโครงสร้างแบบต้นไม้ของกฎ

ในกรณีการแทนความรู้โดยใช้โครงสร้างแบบต้นไม้ของอนุประโยค การออกแบบทำได้โดยกวาดตรวจและสร้างการเชื่อมโยงของอนุประโยคในส่วนเงื่อนไขหรือส่วนผลของกฎ จากรายการของกฎในฐานความรู้ตามตาราง 2.2 สามารถสร้างโครงสร้างแบบต้นไม้ของอนุประโยคได้ดังรูป 2.7



รูป 2.7 โครงสร้างแบบต้นไม้ของอนุประโยค

จากรูป 2.7 จะเห็นว่า สถาปัตยกรรมของโครงสร้างแบบต้นไม้ของอนุประโยค ใช้โนดแสดงอนุประโยค โดยให้โนดราก โนดปลาย และโนดระหว่างกลาง แทนอนุประโยคที่ต้องการจากผู้ใช้ อนุประโยคที่ได้จากการอนุมาน (Inferred clause) และอนุประโยคข้อสรุปหรือข้อพิสูจน์ระหว่างกลาง (Intermediate premise/conclusion clause) ตามลำดับ

2) <u>การแทนความรู้โดยใช้บิตเมตริกซ์</u> (Bit-Matrix Representation)

กำหนดให้ **BM** แทนบิตเมตริกซ์ $N \times N$ เมื่อ N เป็นจำนวนกฎทั้งหมดที่มีอยู่ในฐานความรู้ และ BM_{ij} แทนสมาชิก (i, j) ของเมตริกซ์ สามารถนิยามเมตริกซ์นี้ได้ดังสมการ

$$BM_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if the conclusion of rule i is linked to the premise of rule j} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2.6)$$

ถ้า $\sum_{j=1}^{N} BM_{ij} = 0$ แล้วกฎที่ i เป็นกฎการสรุปหรือโนดปลายในโครงสร้างแบบต้นไม้ของฐานความรู้ใดๆ

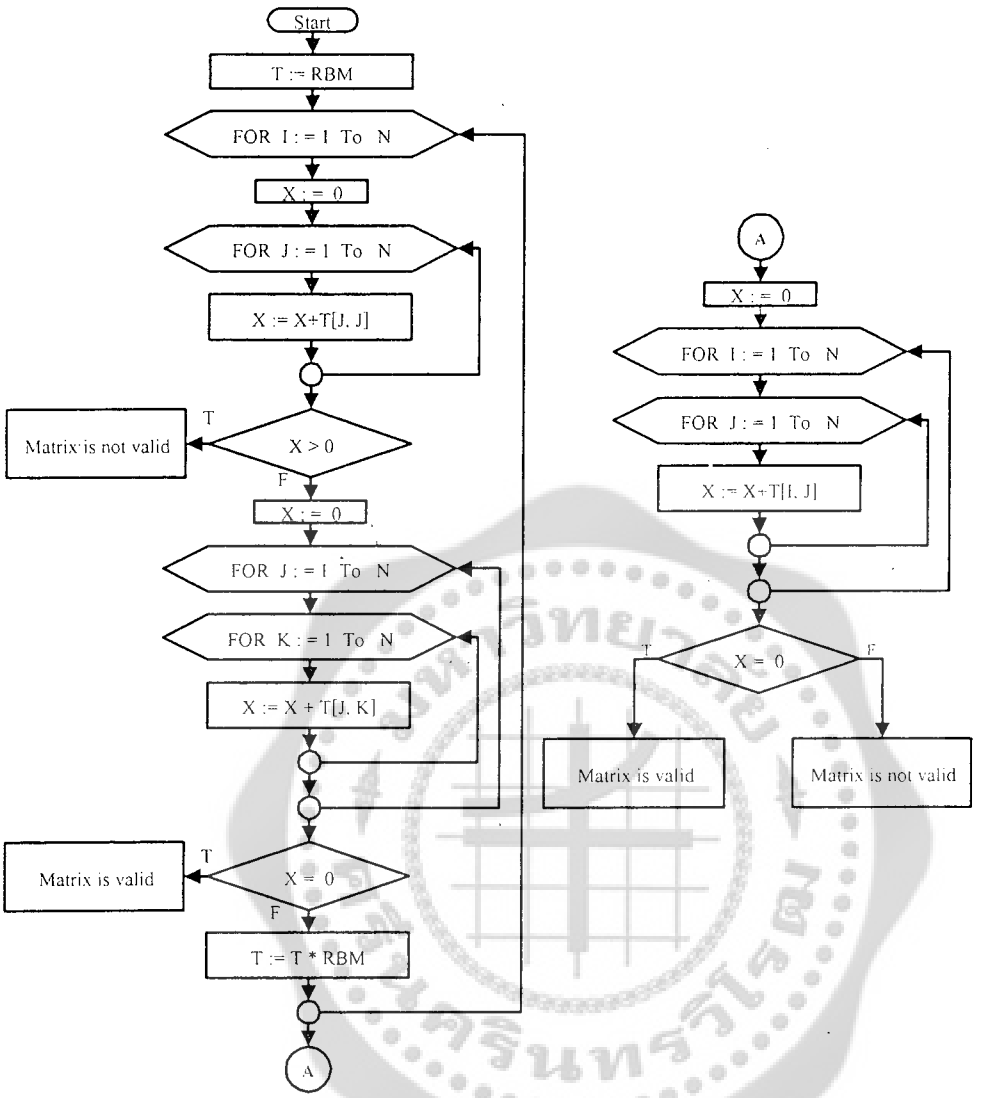
การแทนความรู้โดยใช้บิตเมตริกซ์เพื่อออกแบบฐานความรู้ใดๆ สามารถแสดงได้ 4 รูปแบบตามการพิจารณากฎและอนุประโยคของกฎ [32] คือ บิตเมตริกซ์แบบกฎ (Rule bit-matrix) บิตเมตริกซ์แบบกฎลดรูป (Reduced rule bit-matrix) บิตเมตริกซ์แบบอนุประโยค (Clause bit-matrix) และบิตเมตริกซ์แบบอนุประโยคลดรูป (Reduced clause bit-matrix)

การสร้างบิตเมตริกซ์แบบกฎหรือ **RBM** ทำได้โดยเปรียบเทียบข้อสรุปของกฎแต่ละข้อกับข้อพิสูจน์ของกฎทั้งหมดที่อยู่ในฐานความรู้ ถ้าพบการเชื่อมโยงระหว่างกฎใด กำหนดให้สมาชิกคู่ลำดับของกฎนั้นในเมตริกซ์มีค่าเท่ากับ 1 และเมื่อกำหนดให้ N เป็นจำนวนกฎทั้งหมดในฐานความรู้ รูปแบบทั่วไปของบิตเมตริกซ์แบบกฎ นิยามได้ดังสมการ 2.7 และการตรวจสอบความถูกต้องของเมตริกซ์สามารถทำได้โดยใช้ขั้นตอนวิธีดังรูป 2.8

$$\mathbf{RBM} = \begin{bmatrix} (R_1, R_1) & (R_1, R_2) & \cdots & (R_1, R_N) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ (R_N, R_1) & (R_N, R_2) & \cdots & (R_N, R_N) \end{bmatrix} \qquad (2.7)$$

พิจารณาฐานความรู้ตามตาราง 2.2 และสมการ 2.7 สามารถสร้างบิตเมตริกซ์แบบกฎได้ดังสมการ

$$\mathbf{RBM} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad (2.8)$$



รูป 2.8 ผังงานแสดงขั้นตอนวิธีตรวจสอบความถูกต้องของบิตเมตริกซ์แบบกฎ

การสร้างบิตเมตริกซ์แบบกฎลดรูปหรือ **RRBM** ทำได้โดยการลบแถวและคอลัมน์ที่มีสมาชิกเป็นศูนย์ทั้งหมด หรือการลบกฎการเริ่มต้นและกฎการสรุปทั้งหมดออกจากเมตริกซ์ จากรายการของกฎตามตาราง 2.2 สามารถสร้างบิตเมตริกซ์แบบกฎลดรูปได้ดังสมการ 2.9

$$\mathbf{RRBM} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \qquad (2.9)$$

การสร้างบิตเมตริกซ์แบบอนุประโยคหรือ **CBM** ทำโดยกำหนดเลขที่หรือ ID ให้อนุประโยคของข้อสรุปและข้อพิสูจน์ในกฎ และตรวจสอบการเชื่อมโยงระหว่างอนุประโยคใดๆ เมื่อพิจารณาฐานความรู้ตามตาราง 2.2 สามารถสร้างบิตเมตริกซ์แบบอนุประโยคได้ดังรูป 2.9

		1 1	1 2	1 3	2 1	2 2	3 1	3 2	4 1	5 1	5 2	6 1	6 2	7 1	8 1	9 1	10 1
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
3	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

รูป 2.9 บิตเมตริกซ์แบบอนุประโยค

จากรูป 2.9 จะเห็นว่า เมตริกซ์แบบนี้มีการแต่งเติมเวกเตอร์ดรรชนี 2 มิติ คือ ส่วนหัวของแถวมี 2 มิติ ใช้แสดงข้อสรุปของกฎ โดยแถวแรกแทนเลขที่กฎและแถวที่สองแทนเลขที่อนุประโยคของข้อสรุป และส่วนหัวของคอลัมน์มี 2 มิติ ใช้แสดงข้อพิสูจน์ของกฎ โดยคอลัมน์แรกแทนเลขที่กฎและคอลัมน์ที่สองแทนเลขที่อนุประโยคของข้อพิสูจน์

เมตริกซ์อีกแบบหนึ่งคือ บิตเมตริกซ์แบบอนุประโยคลดรูปหรือ **RCBM** การสร้างเมตริกซ์แบบนี้ทำได้โดยลบแถวศูนย์และคอลัมน์ศูนย์ออกจากเมตริกซ์ จากรายการของกฎตามตาราง 2.2 สามารถสร้างบิตเมตริกซ์แบบอนุประโยคลดรูปได้ดังรูป 2.10

		32	41	42	52	61	62	71	81	91	101
11		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
31		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
41		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
51		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
61		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
71		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
81		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

รูป 2.10 บิตเมตริกซ์แบบอนุประโยคลดรูป

3) <u>การแทนความรู้ในรูปรายการสัมพันธ์</u> (Relational List Representation)

รายการสัมพันธ์หรือ R-list เป็นรายการแบบเชื่อมโยง (Linked list) ที่ประกอบด้วยสมาชิกซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอนุประโยคต่างๆ ของกฎในฐานความรู้ ดังสมการ

$$\text{R-list} = (R_i, C_j, R_k, C_l, MF, MG) \qquad (2.10)$$

โดยที่ R_i แทนกฎที่ i ในข้อสรุปของ R_i

C_j แทนอนุประโยคที่ j ในข้อสรุปของ R_i

R_k แทนกฎที่ k ในข้อพิสูจน์ของ R_k

C_l แทนอนุประโยคที่ l ในข้อพิสูจน์ของ R_k

MF แทนแฟกเตอร์การจับคู่ (Matching factor) หรือระดับความคล้าย (Degree of similarity) ระหว่างอนุประโยค C_j และ C_l

MG แทนระดับความเป็นสมาชิก (Membership grade) ระหว่างอนุประโยค C_j และ C_l

การออกแบบฐานความรู้ในรูป R-list ทำได้โดยการเปรียบเทียบแต่ละอนุประโยคในข้อสรุปของกฎใดๆ กับอนุประโยคทั้งหมดในข้อพิสูจน์ของกฎข้ออื่นที่อยู่ในฐานความรู้ และการกำหนดค่าระดับความเป็นสมาชิกหรือ MG และค่าแฟกเตอร์การจับคู่หรือ MF ได้ดังสมการ 2.11 และ 2.12 [15, 32] ตามลำดับ

$$MG=\begin{cases} \mu_F(x) & \text{if } x\in F \\ -1 & \text{if there is a potential link between the two clauses} \\ -2 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (2.11)$$

$$MF=\begin{cases} M & \text{if the matching can be evaluated during preprocessing} \\ -1 & \text{if there is a potential link between the two clauses} \end{cases} \qquad (2.12)$$

โดยที่ M มีค่าอยู่ในช่วง [0, 1] และเป็นค่าที่แสดงว่าอนุประโยคทั้งสองจับคู่กันได้อย่างไร พิจารณาฐานความรู้ตามตาราง 2.2 เราสามารถสร้าง R-list ได้ดังตาราง 2.3

ตาราง 2.3 แสดงการแทนความรู้ในรูป R-list

ข้อสรุป		ข้อพิสูจน์		แฟกเตอร์การจับคู่	ระดับความเป็นสมาชิก
กฎ#	อนุประโยค#	กฎ#	อนุประโยค#	MF	MG
1	1	3	2	1	-2
1	1	7	1	1	-2
2	1	8	1	1	-2
3	1	10	1	1	-2
3	2	5	2	1	-2
4	1	6	1	1	-2
5	1	6	2	1	-2
6	1	9	1	1	-2
7	1	4	1	1	-2
8	1	4	2	1	-2

พิจารณาการแทนความรู้ในรูป R-list ตามตาราง 2.3 และสมการ 2.27 จะได้ว่า อนุประโยคที่ j ในข้อสรุปของกฎ R_i คล้ายกับอนุประโยคที่ 1 ในข้อพิสูจน์ของกฎ R_k ด้วยระดับความคล้ายเท่ากับ MF และระดับความเป็นสมาชิกเท่ากับ MG

2.3 หลักการออกแบบกลไกการอนุมานความรู้

กฎการอนุมานพื้นฐานที่ใช้ในการหาเหตุผลของระบบฐานกฎมีอยู่ 4 รูปแบบคือ กฎการแย้งสลับที่ (Law of contrapositive) กฎลูกโซ่ (Chain rule) กฎการแจงผลตามเหตุ (Modus ponens) และกฎการแจงผลค้านเหตุ (Modus tollens) รูปแบบของกฎเหล่านี้ สามารถแสดงได้ดังตาราง 2.4

ตาราง 2.4 แสดงกฎการอนุมานพื้นฐานที่ใช้ในระบบฐานกฎ

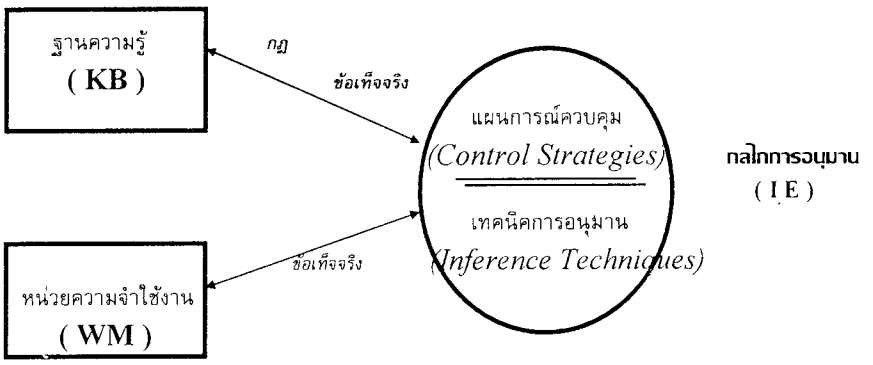
กฎการอนุมาน	รูปแบบ
Direct Reasoning	$X \rightarrow Y$ เป็นจริง X เป็นจริง สรุปได้ว่า : Y เป็นจริง
Indirect Reasoning	$X \rightarrow Y$ เป็นจริง $\sim Y$ เป็นจริง สรุปได้ว่า : $\sim X$ เป็นจริง
Hypothetical Syllogism	$X \rightarrow Y$ เป็นจริง $Y \rightarrow Z$ เป็นจริง สรุปได้ว่า : $X \rightarrow Z$ เป็นจริง
Contradictive rule	$X \rightarrow Y$ เป็นจริง สรุปได้ว่า : $\sim Y \rightarrow \sim X$ เป็นจริง

การอนุมาน (Inference) เป็นเทคนิควิธีการจำลองกระบวนการคิดหาเหตุผลแบบมนุษย์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือเป็นวิธีการหาสารสนเทศใหม่ๆ จากสารสนเทศเดิมที่มีอยู่ในฐานความรู้ของระบบ ดังรูป 2.11 กลไกการอนุมานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยเทคนิคการทำงานดังนี้ คือ

1) เทคนิคการอนุมาน เป็นวิธีการหาเหตุผลโดยนำเอาความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้ และข้อเท็จจริงของปัญหาในหน่วยความจำใช้งานของระบบมาใช้ประกอบการอนุมาน

2) แผนการณ์ควบคุม เป็นวิธีการกำหนดทิศทางการเข้าสู่กระบวนการหาเหตุผลของระบบ โดยควบคุมการเริ่มต้นกระบวนการอนุมาน จากเป้าประสงค์ (Goal) หรือข้อเท็จจริงของปัญหา

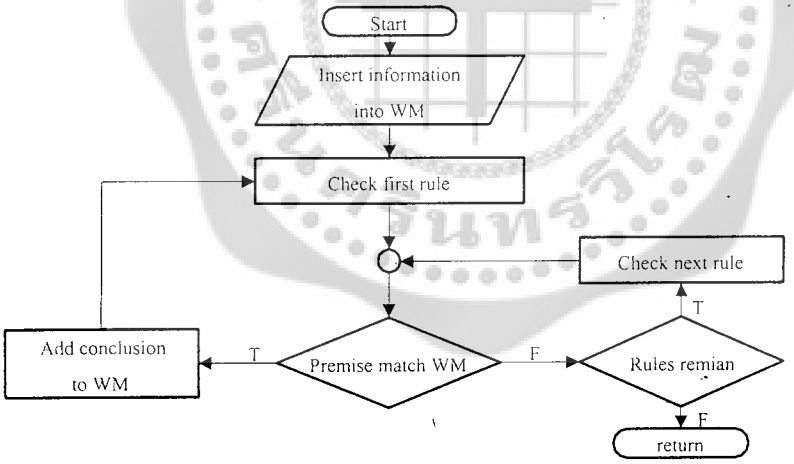
กลไกการอนุมานที่จะนำมาพิจารณาสำหรับการออกแบบส่วนอนุมานความรู้ ในที่นี้มีอยู่ 2 แบบคือ กลไกการอนุมานแบบ Forward Chaining และกลไกการอนุมานแบบ Backward Chaining



รูป 2.11 กลไกการอนุมานความรู้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.3.1 กลไกการอนุมานแบบ Forward Chaining

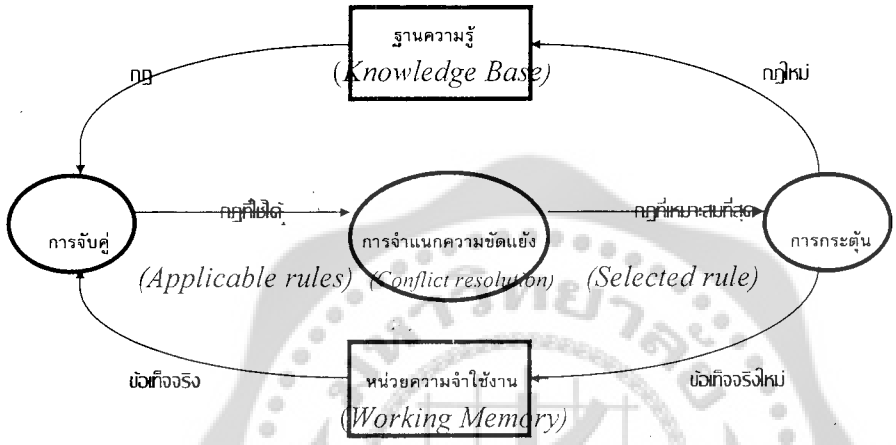
วิธีอนุมานแบบ Forward Chaining เป็นการอนุมานจากปัจจุบันไปสู่อนาคต โดยกระบวนการอนุมานจะเริ่มต้นจากข้อเท็จจริงของปัญหา และทำงานไปข้างหน้าเพื่อหาว่าคำตอบคืออะไร กลไกการอนุมานแบบนี้ เหมาะสมกับปัญหาที่ไม่ทราบคำตอบล่วงหน้า ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ระบบฐานกฎเป็นแบบจำลองของการแก้ปัญหา สามารถแสดงขั้นตอนวิธีและกระบวนการอนุมานแบบ Forward Chaining ได้ดังรูป 2.12 และ 2.13 ตามลำดับ



รูป 2.12 ขั้นตอนวิธีการอนุมานแบบ Forward Chaining

การอนุมานแบบนี้ เริ่มต้นที่ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ของระบบได้รับข้อเท็จจริงของปัญหาจากผู้ใช้ และส่งข้อเท็จจริงนั้นให้ส่วนอนุมานจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำใช้งาน จากนั้น ส่วนอนุมานทำการกวาดตรวจกฎทั้งหมดที่อยู่ในฐานความรู้โดยเรียงตามลำดับ และนำอนุประโยคในส่วนเงื่อนไขของกฎไปจับคู่

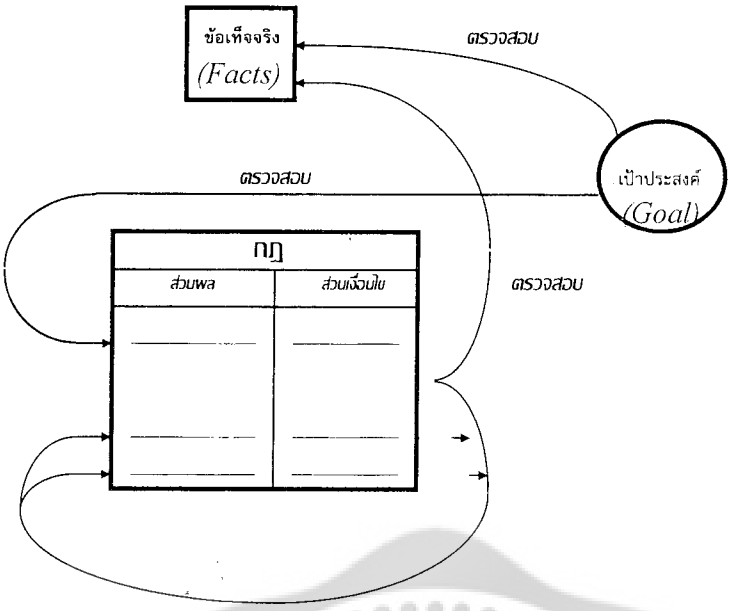
เปรียบเทียบกับข้อเท็จจริงที่เก็บไว้ในหน่วยความจำใช้งาน เพื่อตรวจสอบหากฎที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริงขณะนั้นของระบบ ถ้าพบกฎที่ใช้ได้ (Applicable rules) ซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 กฎ ส่วนอนุมานจะทำการคัดเลือกกฎที่เหมาะสมที่สุดเพียงกฎเดียว (กระบวนการนี้เรียกว่า การจำแนกความขัดแย้ง) และเพิ่มอนุประโยคในส่วนผลของกฎนั้น เข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำใช้งาน ทำให้ข้อเท็จจริงในหน่วยความจำใช้งานขณะนั้นเปลี่ยนไป (กระบวนการนี้เรียกว่า การกระตุ้นกฎ) หลังจากนั้นจะเข้าสู่รอบของการอนุมานใหม่อีกครั้ง ในการอนุมานรอบใหม่นี้ ระบบจะไม่นำกฎที่ได้รับการกระตุ้นแล้วกลับมาพิจารณาอีก กระบวนการอนุมานเช่นนี้ ทำเป็นรอบซ้ำๆ กัน จนกระทั่ง ได้ข้อสรุปของปัญหา หรือไม่มีกฎข้อใดในฐานความรู้สอดคล้องกับข้อเท็จจริงในหน่วยความจำใช้งานขณะนั้น



รูป 2.13 กระบวนการอนุมานแบบ Forward Chaining

2.3.2 กลไกการอนุมานแบบ Backward Chaining

วิธีอนุมานแบบ Backward Chaining เป็นการอนุมานจากปัจจุบันย้อนหลังกลับไปสู่อดีต โดยกระบวนการอนุมานจะเริ่มต้นจากเป้าประสงค์หลัก และทำงานย้อนหลังเพื่อหาข้อเท็จจริงมาสนับสนุนเป้าประสงค์หลักนั้น กลไกการอนุมานแบบนี้ เหมาะสมกับปัญหาที่ทราบคำตอบได้ล่วงหน้า ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ระบบฐานกฎเป็นแบบจำลองของการแก้ปัญหา สามารถแสดงกระบวนการอนุมานแบบ Backward Chaining ได้ดังรูป 2.14



รูป 2.14 กระบวนการอนุมานแบบ **Backward Chaining**

การอนุมานแบบนี้ เริ่มต้นที่ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ของระบบได้รับเป้าประสงค์หลักที่ต้องการพิสูจน์จากผู้ใช้ (บางระบบ อาจกำหนดให้ผู้ใช้ระบุข้อเท็จจริงของปัญหาด้วย) และส่งให้ส่วนอนุมานของระบบพิสูจน์หาค่าความจริง โดยส่วนอนุมานจะทำการกวาดตรวจกฎทั้งหมดที่อยู่ในฐานความรู้ โดยเรียงตามลำดับ เพื่อค้นหากฎที่มีอนุประโยคในส่วนผลตรงกับเป้าประสงค์หลัก เมื่อพบกฎที่สอดคล้องนั้น ส่วนอนุมานจะทำการจับคู่เปรียบเทียบส่วนเงื่อนไขของกฎข้อนั้นกับข้อเท็จจริงในหน่วยความจำใช้งาน ถ้าไม่พบข้อเท็จจริงที่สอดคล้องกัน ส่วนอนุมานจะกำหนดให้ส่วนเงื่อนไขของกฎข้อนั้นเป็นเป้าประสงค์ย่อย แล้วกลับไปเริ่มต้นทำการพิสูจน์หาค่าความจริงของเป้าประสงค์ย่อยนั้น กรณีที่ไม่มีอนุประโยคในส่วนผลของกฎข้อใดในฐานความรู้ตรงกับเป้าประสงค์ย่อย เรียกเป้าประสงค์ย่อยนั้นว่า Primitive ส่วนอนุมานหาค่าความจริงของเป้าประสงค์ย่อยนั้น โดยการสอบถามจากผู้ใช้ ถ้าเป้าประสงค์ย่อยนั้นเป็นจริง ส่วนอนุมานจะเพิ่มกฎของเป้าประสงค์ย่อยนั้นเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำใช้งาน จากนั้นกลับเข้าสู่รอบการอนุมานของเป้าประสงค์หลักอีกครั้ง กระบวนการเช่นนี้ ทำซ้ำๆ กันไป จนกระทั่งสามารถพิสูจน์หาค่าความจริงของเป้าประสงค์หลักได้ กรณีที่ค่าความจริงของเป้าประสงค์หลักเป็นเท็จ ระบบอาจให้ผู้ใช้กำหนดเป้าประสงค์หลักใหม่ เพื่อเริ่มต้นกระบวนการอนุมานครั้งต่อไป

หอสมุด มศว องครักษ์
http://oklib.swu.ac.th
6641000 ต่อ 1250-6

บทที่ 3

การออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์

วิศวกรรมความรู้ในการออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์นี้ ประกอบด้วย

1) การออกแบบสถาปัตยกรรมของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์

2) การออกแบบกลไกการวินิจฉัยโรคของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ โดยการจัดวางโครงสร้างและการทำงานของระบบ ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับกระบวนการวินิจฉัยและรักษาโรคของแพทย์

3) การออกแบบระบบจัดการฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัยทางการแพทย์ โดยการกำหนดโครงสร้างของการแทนความรู้ในโหมดภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ให้เหมาะสมกับกลไกการอนุมาน

4) การออกแบบส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ ส่วนให้คำอธิบาย และหน่วยความจำใช้งาน

5) การพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญตามโครงสร้างที่ได้ออกแบบไว้

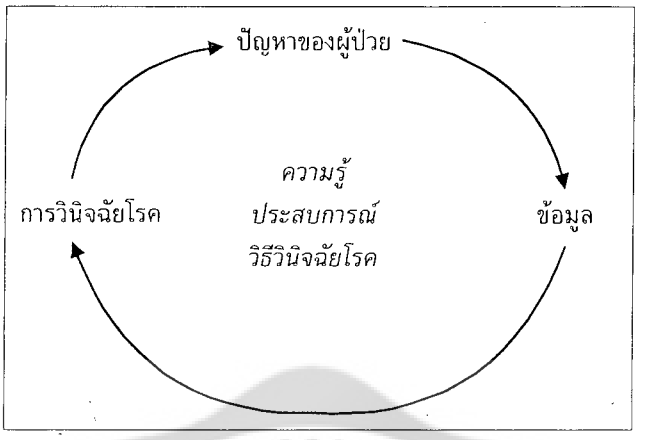
6) การสร้างฐานความรู้ทางการแพทย์ เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ โดยการสกัดเอาความรู้ในการวินิจฉัยโรคจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ และจากตำราทางการแพทย์เกี่ยวกับหลักการวินิจฉัยและรักษาโรค

7) การทดสอบเพื่อแก้ไขปรับปรุงและประเมินผลการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

3.1 แนวคิดของการวินิจฉัยทางการแพทย์

โดยทั่วไป แพทย์หรือผู้ทำการรักษาจะอาศัยข้อมูล จากการซักถามอาการ การตรวจร่างกาย และการตรวจจากห้องปฏิบัติการ ช่วยในการพิเคราะห์หรือวินิจฉัยโรค และกำหนดแนวทางการรักษา อย่างไรก็ตาม ในที่นี้จะพิจารณาการวินิจฉัยและรักษาโรค จากอาการและการแสดงของโรค โดยไม่ต้องอาศัยผลการตรวจจากห้องปฏิบัติการ ตามขอบเขตที่กำหนดไว้เท่านั้น

ในกระบวนการแก้ปัญหาผู้ป่วย จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ ปัญหาของผู้ป่วย ข้อมูล และการวินิจฉัยโรค ดังรูป 3.1



รูป 3.1 องค์ประกอบของกระบวนการแก้ปัญหาผู้ป่วย

การวินิจฉัยโรคเป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคลินิก โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ประกอบกับวิธีวินิจฉัยโรค มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ เพื่อให้เกิดข้อสรุปหรือคำตอบว่าผู้ป่วยเป็นโรคอะไร การวินิจฉัยโรคเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในกระบวนการแก้ปัญหาผู้ป่วย เพราะถ้าการวินิจฉัยโรคผิดพลาด แพทย์จะพยากรณ์โรคและรักษาโรคผิดทางไปด้วย

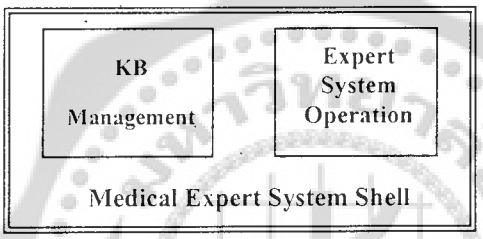
วิธีวินิจฉัยโรคที่แพทย์ใช้ในเวชปฏิบัติ มีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ

- วิธีจำได้จากแบบแผนของความผิดปกติที่พบ (Pattern recognition)
- วิธีทดสอบสมมุติฐาน (Hypothesis testing)
- การวินิจฉัยตามขั้นตอนวิธี (Algorithm diagnosis)

3.2 สถาปัตยกรรมของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ

สถาปัตยกรรมของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ในการวิจัยนี้ มีโครงสร้างประกอบด้วยโหมดการทำงาน (Working Mode) ที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนจัดการฐานความรู้ (Knowledge Base Management) และส่วนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Operation) ดังรูป 3.2 ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

- กลไกการวินิจฉัย
- ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้
- ส่วนพัฒนาและติดต่อฐานความรู้
- ส่วนให้คำอธิบาย
- หน่วยความจำระยะสั้น



รูป 3.2 สถาปัตยกรรมของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์

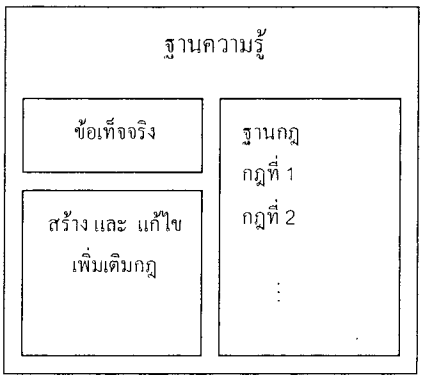
เนื่องจากเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นระบบที่ไม่มีความรู้ในตัว ดังนั้น ในการออกแบบเลือกระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ จึงออกแบบให้ KB Management ทำหน้าที่รับความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ จัดเก็บไว้เป็นไฟล์ฐานความรู้ของระบบ และออกแบบให้ Expert System Operation เป็นส่วนของการใช้ความรู้เพื่อการวินิจฉัยทางการแพทย์

3.2.1 ส่วนจัดการฐานความรู้ (Knowledge Base Management)

ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้าง จัดเก็บ แก้ไข เพิ่มเติม และลบความรู้ ในฐานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ 3 ส่วนหลักคือ

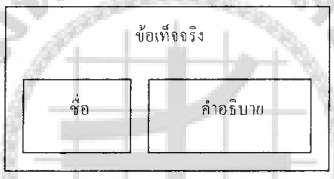
- การสร้างข้อเท็จจริง (Fact)
- การสร้างและแก้ไขกฎ (Rule)
- การจัดเก็บไฟล์ฐานความรู้

ในการวิจัยนี้ ใช้การแทนความรู้ในรูปกฎโพรดักชัน (Production Rules Knowledge Representation) โดยมีโครงสร้างของฐานความรู้ดังรูปที่ 3.3

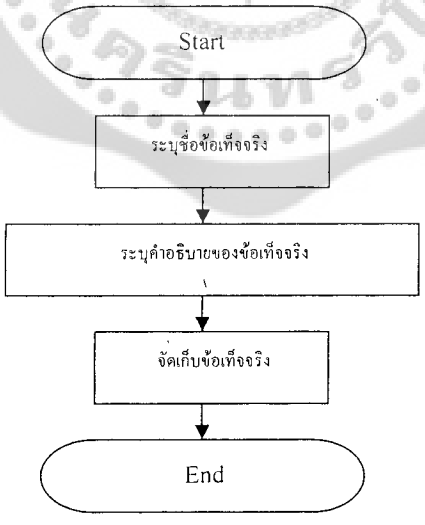


รูป 3.3 โครงสร้างฐานความรู้ของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเท็จจริงหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย ชื่อข้อเท็จจริง และคำอธิบาย ดังรูปที่ 3.4 และกระบวนการสร้างข้อเท็จจริง สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.5

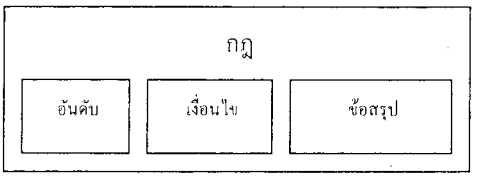


รูป 3.4 ส่วนประกอบของข้อเท็จจริงที่ใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

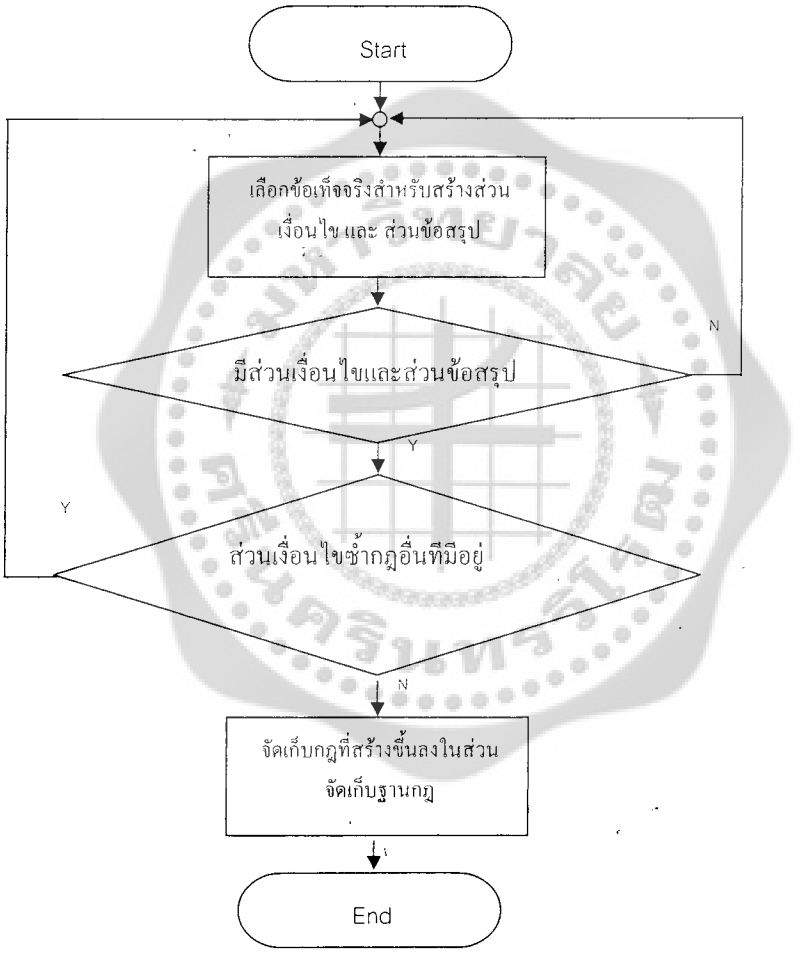


รูป 3.5 การสร้างข้อเท็จจริง

กฎโพรดักชัน ประกอบด้วยส่วนเงื่อนไข (Premise) และข้อสรุป (Conclusion) ดังรูปที่ 3.6 และการสร้าง แก้ไข เพิ่มเติมกฎ และการจัดเก็บกฎ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.7

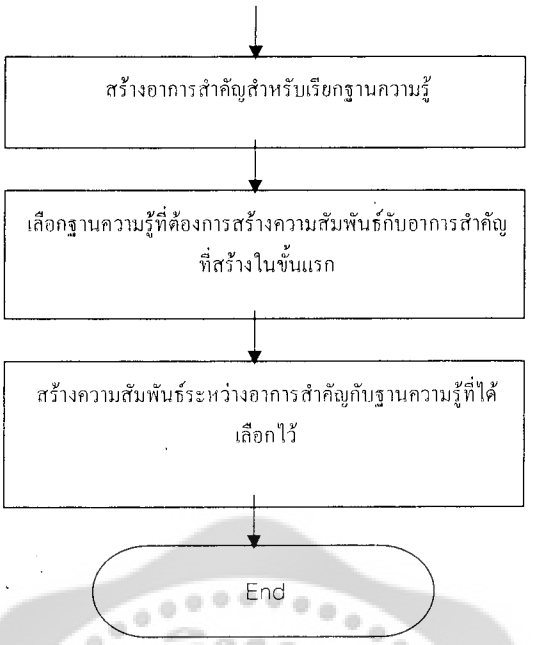


รูป 3.6 โครงสร้างของกฎ



รูป 3.7 การสร้างกฎ

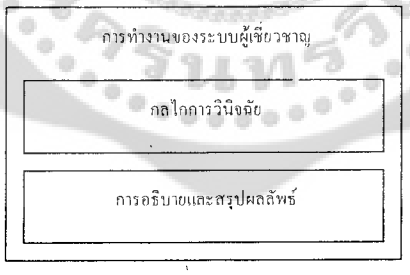
เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์นี้ สามารถจัดเก็บฐานความรู้ทางการแพทย์ได้มากกว่า 1 ฐานความรู้ โดยการจัดการฐานความรู้แสดงได้ดังรูปที่ 3.8



รูป 3.8 การจัดการฐานความรู้

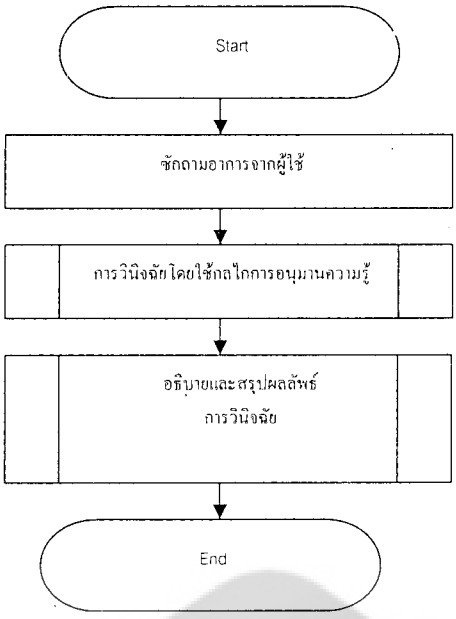
3.2.2 ส่วนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Operation)

การทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยนี้ จะทำงานตามฐานความรู้ที่ผู้ใช้เลือก โดยประกอบด้วยกลไกการวินิจฉัย การอธิบาย และสรุปผลการวินิจฉัย ดังรูป 3.9

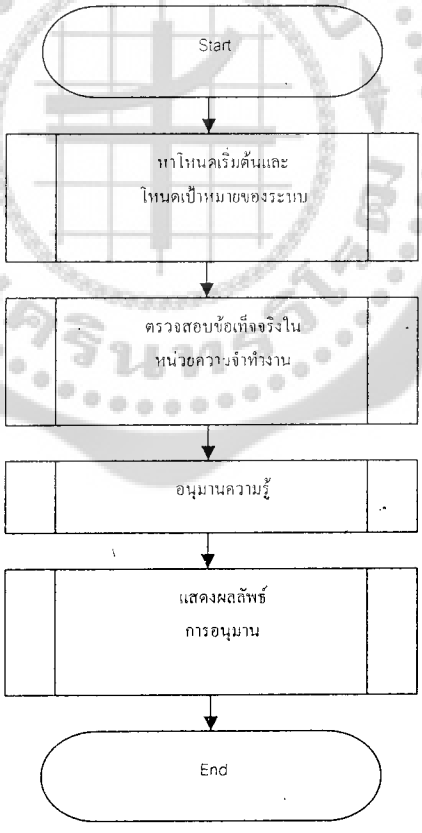


รูป 3.9 การทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

การทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญที่ออกแบบขึ้น ดังรูป 3.10 จะทำงานโดยเริ่มจากการซักถามอาการจากผู้ใช้ จากนั้นระบบจะเข้าสู่กลไกการวินิจฉัย ซึ่งใช้กลไกการอนุมานแบบ Forward Chaining ดังรูป 3.11 และหลังจากสิ้นสุดการวินิจฉัยระบบจะทำการอธิบายและสรุปผลการวินิจฉัย

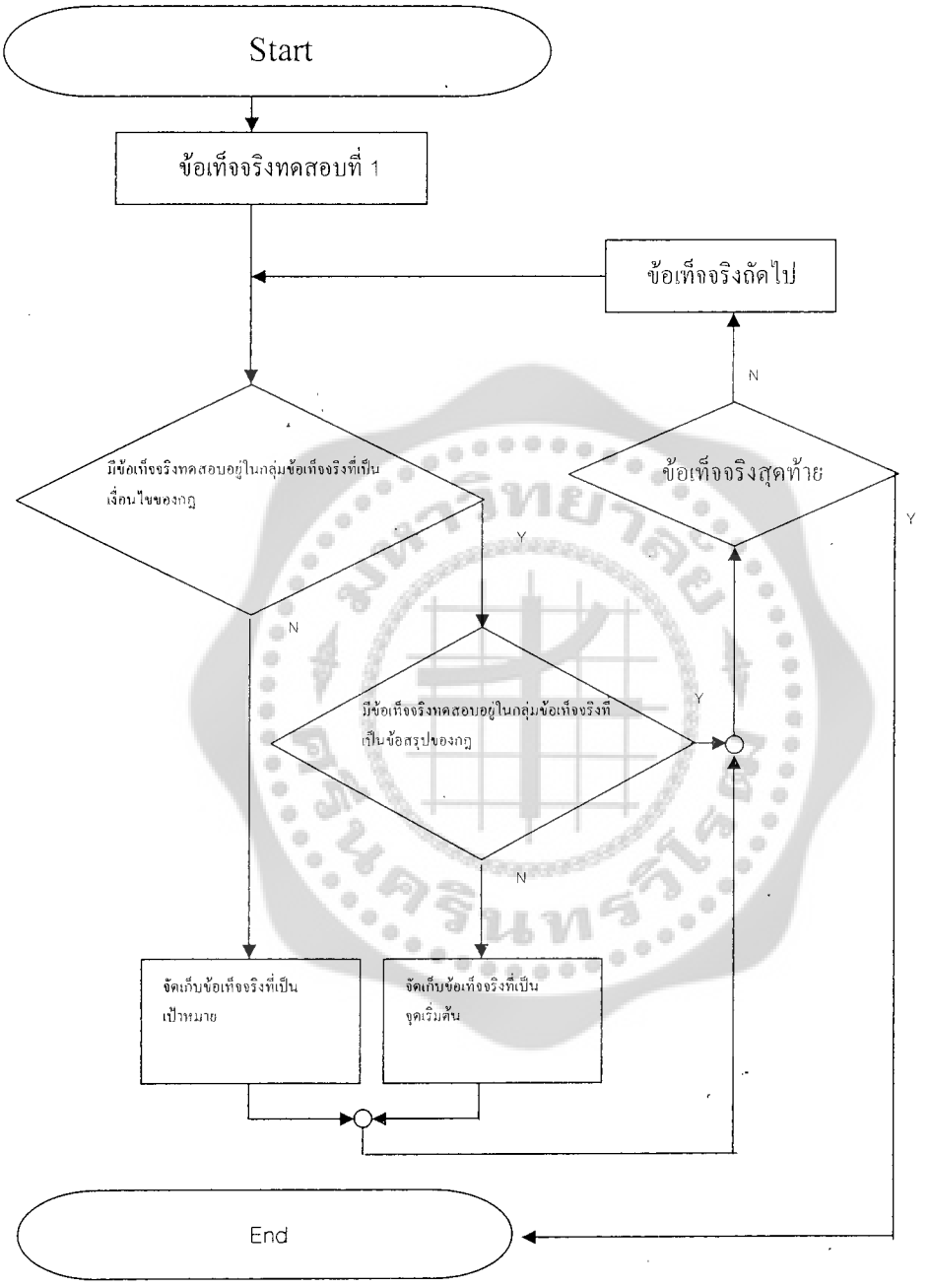


รูป 3.10 การทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ



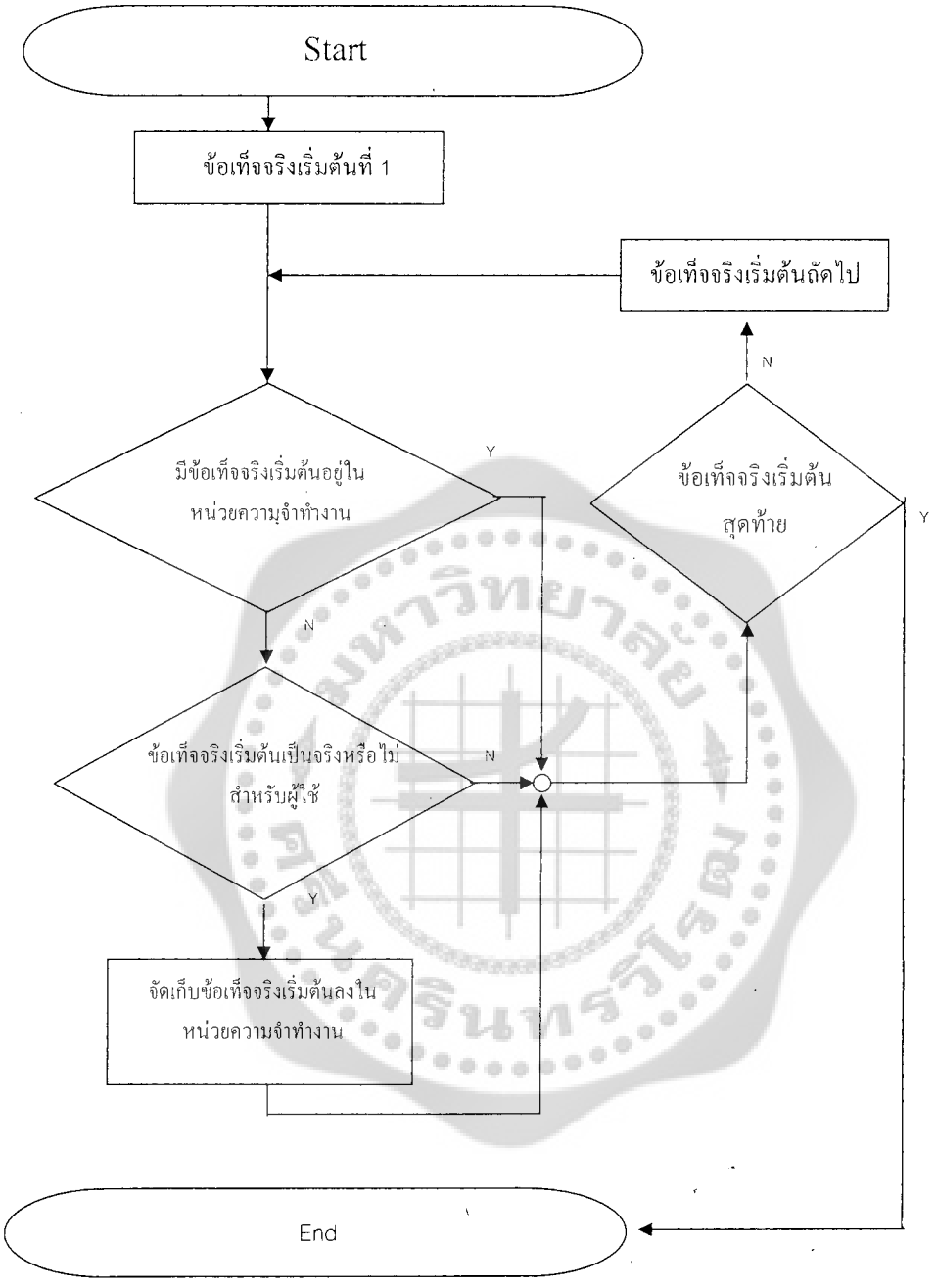
รูป 3.11 กระบวนการอนุมานความรู้แบบ Forward Chaining

ข้อเท็จจริงในฐานความรู้ของระบบในการวิจัยนี้ จะสามารถแทนได้ 3 ลักษณะคือ โหนดเริ่มต้น (Start node) โหนดระหว่างกลาง (Intermediate node) และโหนดปลายทางหรือโหนดเป้าหมาย (Goal node) โดยการหาโหนดเริ่มต้นและโหนดเป้าหมาย สามารถทำได้ดังรูป 3.12



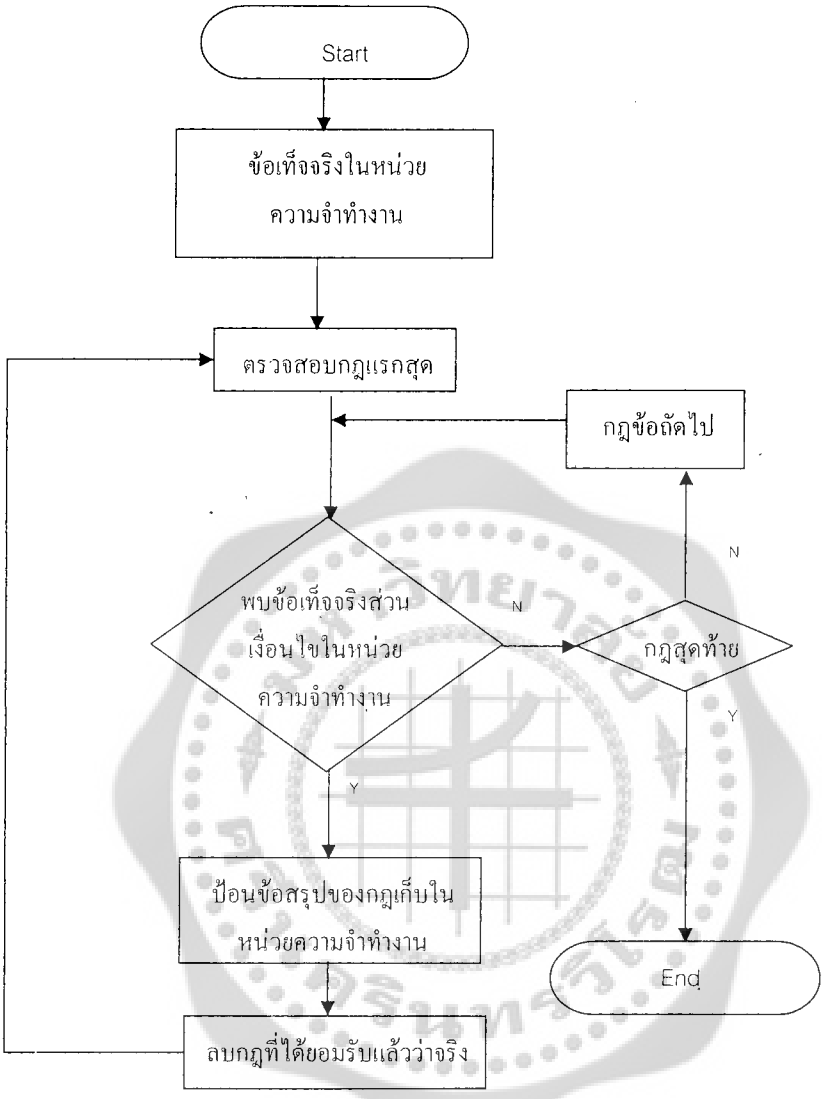
รูป 3.12 การหาโหนดเริ่มต้นและโหนดเป้าหมาย

ในกระบวนการวินิจฉัย มีขั้นตอนการจับคู่ตรวจสอบข้อเท็จจริงของปัญหาในหน่วยความจำทำงานของระบบ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูป 3.13

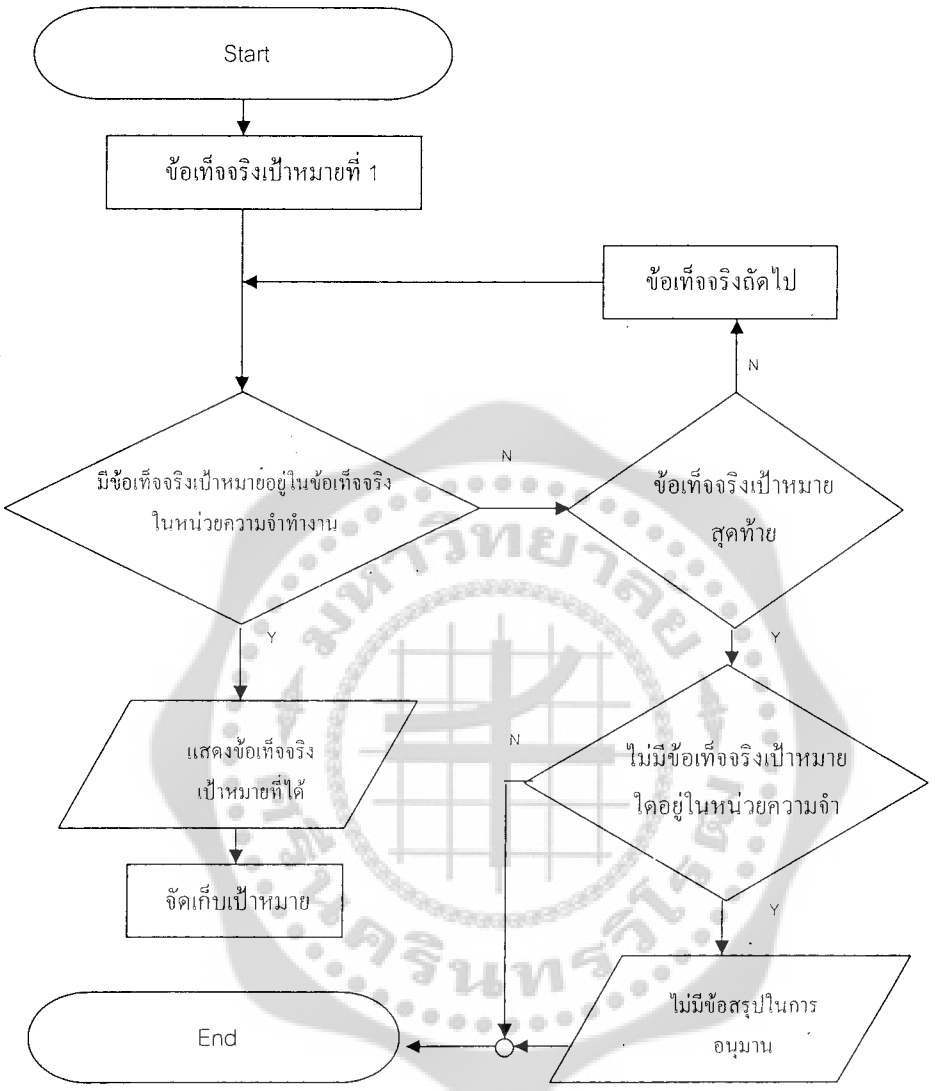


รูป 3.13 การจับคู่ตรวจสอบข้อเท็จจริงของปัญหาในหน่วยความจำทำงาน

กระบวนการอนุมานความรู้และการแสดงผลการอนุมานความรู้ของระบบ สามารถแสดงได้ดังรูป 3.14 และรูป 3.15 ตามลำดับ



รูป 3.14 กระบวนการอนุมานความรู้



รูป 3.15 **การแสดงผลการอนุมานความรู้**

บทที่ 4

การทำงานและการทดสอบเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

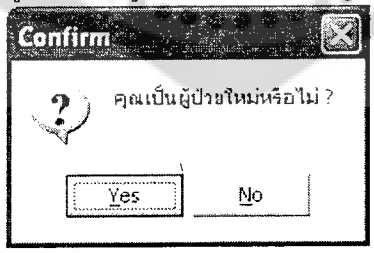
4.1 การทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดว์ มีกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

หลังจากที่ได้ทำการเรียกโปรแกรมแล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูป

รูป 4.1 หน้าต่างต้อนรับเข้าสู่ระบบ

จากนั้นโปรแกรมจะทำการถามผู้ใช้ว่าเป็นผู้ป่วยใหม่หรือไม่ดังรูป

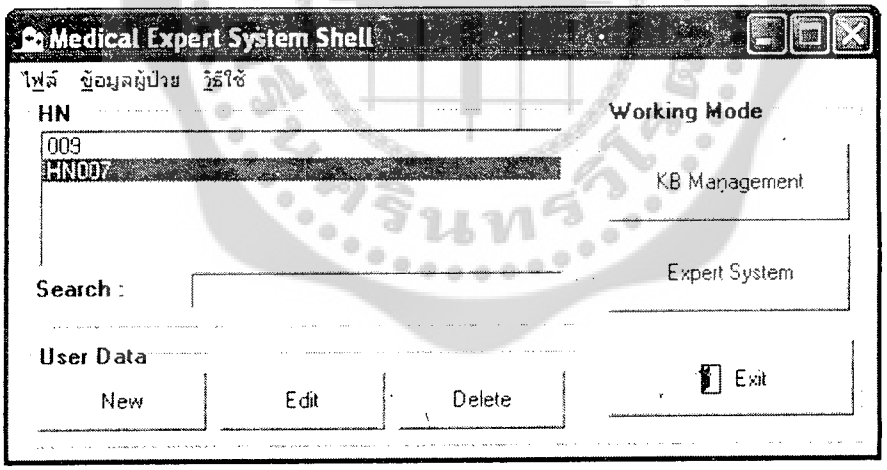


รูป 4.2 ผู้ใช้ใหม่

ถ้าเป็นผู้ใช้ใหม่ให้เลือก Yes จะปรากฏหน้าต่างดังรูป

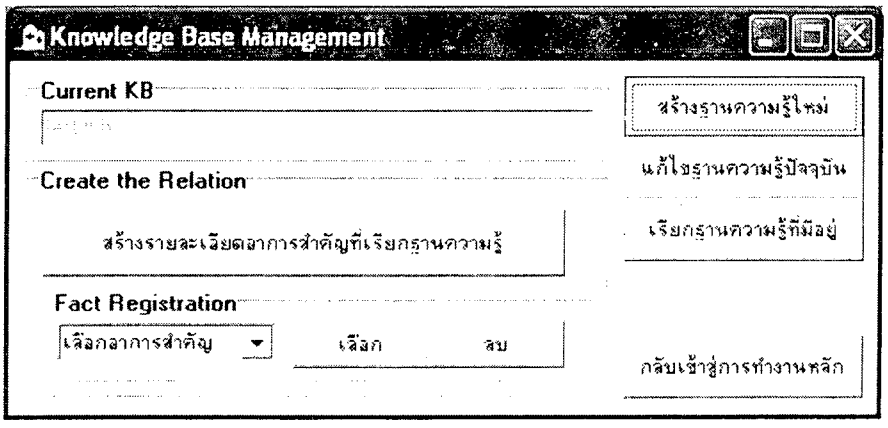
รูป 4.3 หน้าต่างกรอกข้อมูลผู้ใช้ใหม่

เมื่อผู้ป่วยทำการกรอกข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการเลือกปุ่ม Confirm เพื่อยืนยัน จากนั้นระบบจะเข้าสู่หน้าต่างหลัก ดังรูป

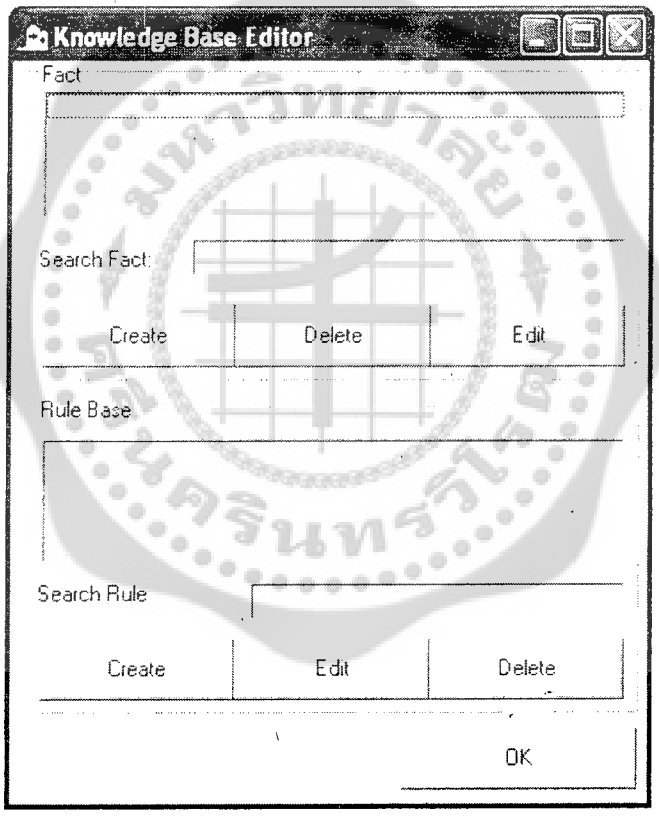


รูป 4.4 หน้าต่างหลักของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

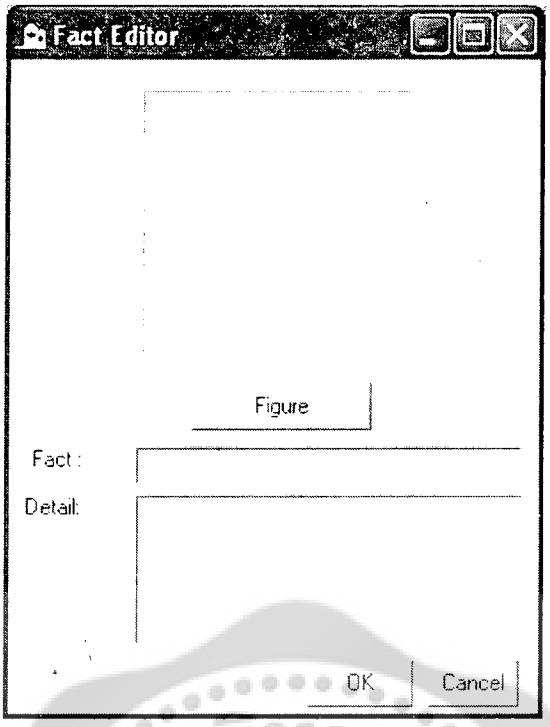
การทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 2 โหมด ดังรูป 4.4 ได้แก่ โหมดการจัดการฐานความรู้ (KB Management) ดังรูป 4.5- 4.8 และโหมดการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Operation) ดังรูป 4.9 – 4.11



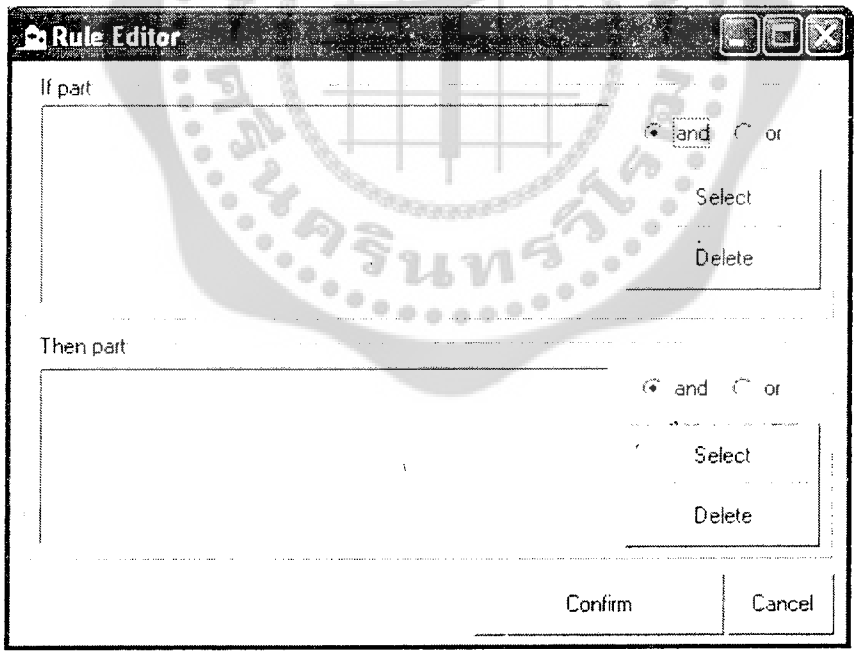
รูป **4.5** หน้าต่างโหมดการจัดการฐานความรู้



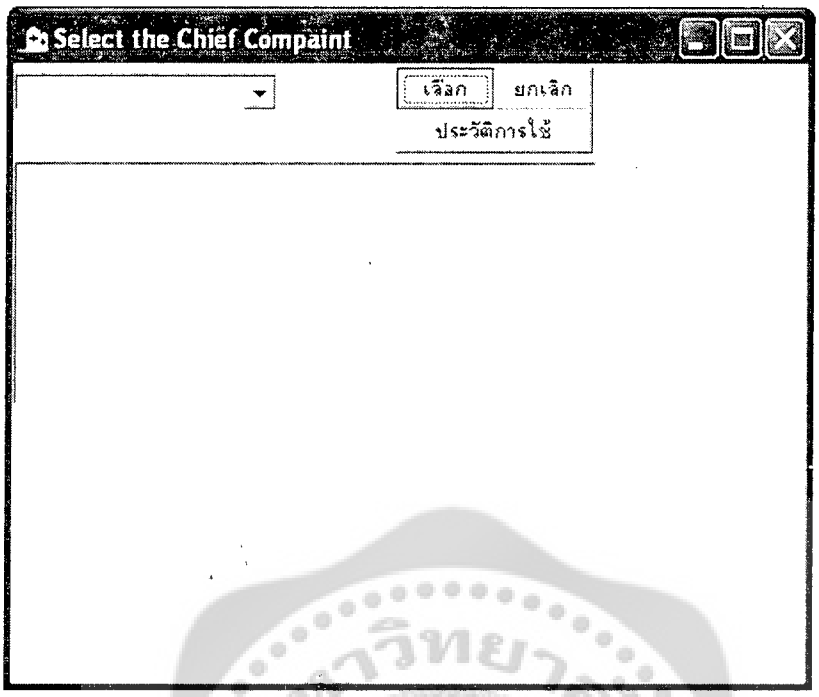
รูป **4.6** หน้าต่าง **KB Editor**



รูป 4.7 หน้าต่าง **Fact Editor**

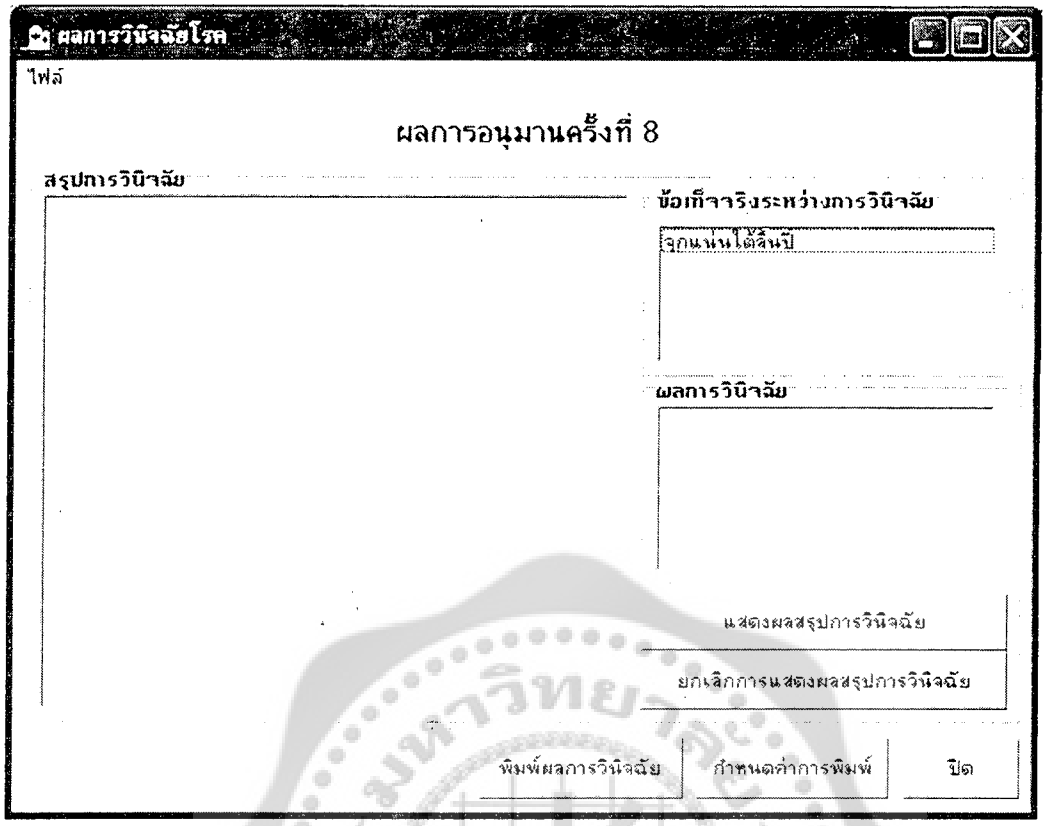


รูป 4.8 หน้าต่าง **Rule Editor**



รูป **4.9** หน้าต่าง **Select the Chief Compaint**

รูป **4.10** หน้าต่างกลไกการอนุมานความรู้



รูป 4.11 หน้าต่างผลการอนุมานความรู้

4.2 การทดสอบเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

กระบวนการทดสอบเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ที่พัฒนาขึ้น ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 2 ส่วนคือ การทดสอบเพื่อปรับปรุงเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือ α-Test และการทดสอบเพื่อประเมินผลการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ หรือ β-Test

4.2.1 การทดสอบเพื่อปรับปรุงเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

การทดสอบขั้นตอนนี้ เป็นการตรวจสอบระบบจากผู้เชี่ยวชาญและวิศวกรความรู้ เพื่อแก้ไขปรับปรุงระบบผู้เชี่ยวชาญให้มีความสมบูรณ์ ภายหลังจากที่วิศวกรความรู้ได้พัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบเสร็จสิ้นลง โดยขั้นตอนการทดสอบสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

1) การตรวจสอบแก้จุดบกพร่อง (Debug) ในการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญโดยวิศวกรความรู้

2) การตรวจสอบความถูกต้องของกระบวนจัดการฐานความรู้โดยวิศวกรความรู้และแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ

จากการตรวจสอบข้างต้น ปรากฏว่า ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ ได้แก่ ความผิดพลาดจากจุดบกพร่องในกลไกการอนุมานและการเชื่อมโยงกับผู้ใช้ ความผิดพลาดจากการผิดไวยากรณ์ (Syntax error) ของรูปแบบของการสร้างกฎในฐานความรู้ ซึ่งวิศวกรความรู้ได้แก้ไขจนเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเป็นที่เรียบร้อย โดยวิธีการทดสอบใช้ฐานความรู้ตัวอย่าง ดังตาราง 4.1 และทำการเปรียบเทียบความถูกต้องของกลไกการอนุมานกับเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ CLIPS และ JESS

ตาราง 4.1 ฐานความรู้ตัวอย่างสำหรับการทดสอบเพื่อปรับปรุงเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

ID	Rule
R1	IF *q* THEN *x*
R2	IF *m* THEN *y*
R3	IF *w* and *x* THEN *g* and *z*
R4	IF *a* and *b* THEN *c*
R5	IF *d* or *z* THEN *e*
R6	IF *c* and *e* THEN *f*
R7	IF *x* THEN *a*
R8	IF *y* THEN *b*
R9	IF *f* THEN *s*
R10	IF *g* THEN *r*

4.2.2 การทดสอบเพื่อประเมินผลการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

การทดสอบเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ เป็นทดลองนำฐานความรู้ทางการแพทย์จริง ที่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญ (รศ.นพ.สงวนศักดิ์ ฤกษ์ศุภผล) สร้างขึ้นมา ดังตาราง 4.2 นำมาทดลองใช้งานกับเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้น ปรากฏว่า เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ สามารถใช้งานกับฐานความรู้ทางการแพทย์จริงได้อย่างถูกต้อง

ตาราง 4.2 ฐานความรู้ **Acute Abdominal Pain**

Rule number	IF part ปวดท้องด้านล่างขวา	Then part
1	ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆANDกดเจ็บบริเวณที่ปวดด้านขวาล่างและปล่อยแล้วเจ็บANDตรวจทางทวารหนักพบมีการเจ็บด้านขวาANDตรวจเลือดพบเม็ดเลือดขาวชนิด PMN มากกว่าปกติและ/หรือพบเม็ดเลือดขาวในปัสสาวะ	Acute Appendicitis or Meckel's diverticulitis ไส้ติ่งอักเสบ
2	ปวดบริเวณกลางท้อง รอบๆสะดือANDการปวดท้องย้ายมาที่ด้านขวาล่างANDกดเจ็บบริเวณที่ปวดด้านขวาล่างและปล่อยแล้วเจ็บ	Acute Appendicitis or Meckel's diverticulitis ไส้ติ่งอักเสบ
3	[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDมีประวัติเป็นหวัดนำมาก่อนANDกดเจ็บบริเวณที่ปวดแต่ปล่อยไม่เจ็บANDตรวจเลือดพบเม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte มากกว่าปกติ	Mesenteric lymphadenitis ต่อมน้ำเหลืองในช่องท้องอักเสบ
4	ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะANDปัสสาวะแล้วมีอาการผิดปกติ เช่น แสบ ขัด ขุ่นพบANDเม็ดเลือดขาวในปัสสาวะ	Urinary tract infection ทางเดินปัสสาวะอักเสบ
5	เพศหญิง อายุ 14 ปีขึ้นไป AND มีการขาดหายของประจำเดือนANDตรวจปัสสาวะพบการตั้งครรภ์AND[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDกดเจ็บบริเวณที่ปวดด้านขวาล่างและปล่อยแล้วเจ็บ	Ectopic pregnancy ตั้งครรภ์นอกมดลูก
6	เพศหญิง อายุ 14 ปีขึ้นไป AND [ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDมีเลือดออกทางช่องคลอดตรงกับรอบประจำเดือนANDตรวจปัสสาวะมีพบการตั้งครรภ์	Dysmenorrhea ปวดประจำเดือน
7	[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDท้องร่วง และ/หรือคลื่นไส้อาเจียน	Gastroenteritis ลำไส้อักเสบ
8	เพศหญิง อายุ 14 ปีขึ้นไป AND [ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDปวดท้องช่วงกลางรอบเดือนANDตรวจปัสสาวะไม่พบการตั้งครรภ์ANDไม่มีตกขาวผิดปกติ	Mittelschmerz syndrome
9	เพศหญิง อายุ 14 ปีขึ้นไป AND [ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆ]AND	Pelvic inflammatory

	ปวดท้องช่วงกลางรอบเดือนANDตรวจปัสสาวะไม่พบการตั้งครรภ์ANDมีตกขาว หรือหนองจากช่องคลอด	disease อุ้งเชิงกรานอักเสบ
10	ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะANDอายุน้อยกว่า 1 ปีANDถ่ายอุจจาระเป็นมูกปนเลือด (Current jelly stool)AND และ/ หรือคลำก้อนได้ที่ท้อง	Intussusception ลำไส้กลืนกัน
11	ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะANDอายุน้อยกว่า 1 ปีANDถ่ายอุจจาระเป็นน้ำ หรือเป็นเนื้อปนมูก	Gastroenteritis
	ปวดท้องด้านบนขวา	
12	ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะANDตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับโตหรือคลำท้องได้ก้อนบริเวณด้านขวาบนANDมีไข้	Cholecystitis ถุงน้ำดีอักเสบ
13	ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะANDตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับโตหรือคลำท้องได้ก้อนบริเวณด้านขวาบนANDไม่มีไข้	Choledochal cyst ถุงน้ำผิดปกติในทางเดินน้ำดี
14	ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับโตหรือคลำท้องได้ก้อนบริเวณด้านขวาบน	Choledochal cyst ถุงน้ำผิดปกติในทางเดินน้ำดี
15	[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตหรือคลำได้เพียงเล็กน้อย และคลำท้องไม่ได้ก้อนANDอุจจาระสีปกติANDมีไข้	Hepatitis ตับอักเสบ
16	[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตหรือคลำได้เพียงเล็กน้อย และคลำท้องไม่ได้ก้อนANDอุจจาระสีซีดขาว	Biliary tract obstruction ทางเดินน้ำดีอักเสบ
17	ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบเสียดๆANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDกดเจ็บบริเวณที่ปวดANDอาเจียนมากANDประวัติการติดเชื้อทางเดินหายใจ หรือประวัติบาดเจ็บบริเวณหน้าท้องมาก่อนช่วง 1-2 สัปดาห์ANDมี Amylase หรือ Lipase ในเลือดสูงขึ้นผิดปกติ	Pancreatitis ตับอ่อนอักเสบ
18	[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDความปวดสัมพันธ์กับมื้ออาหาร เช่นหลังอิ่มหรือหิวมาก หรือปวดเวลากลางคืนANDกดไม่เจ็บหรือเจ็บเล็กน้อยบริเวณที่ปวดAND และ/ หรือ ร่วมกับตรวจทางห้องปฏิบัติการปกติ	Peptic ulcer diseases โรคกระเพาะ
19	ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบเสียดๆANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDกดไม่เจ็บบริเวณที่ปวดANDไข้ ไอ หอบANDฟังปอดได้เสียง crepitation บริเวณปอดด้านล่างข้างเดียวกับการปวดท้อง	RLL Pneumonia ปอดบวมกลีบขวาล่าง
	ปวดท้องด้านล่างซ้าย	
20	ปวดท้องด้านบนซ้ายANDปวดแบบเสียดๆANDและ/ หรือ ความปวดสัมพันธ์กับมื้ออาหาร เช่นหลังอิ่ม หรือหิวมาก หรือปวดเวลากลางคืนANDไม่มีท้องผูกANDไม่มีท้องเสียANDไม่มีไข้ANDไม่มีอาเจียน หรือ/ อาเจียนเพียงเล็กน้อยANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDกดไม่เจ็บหรือเจ็บเล็กน้อยบริเวณที่ปวด	Peptic ulcer diseases
21	[ปวดท้องด้านบนซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบน	Left Pyelonephritis

	ซ้ายANDปวดแบบเสียดๆ]ANDปัสสาวะแล้วมีอาการผิดปกติ เช่น แสบขัด ขุ่นANDพบเม็ดเลือดขาวในปัสสาวะANDไข้ANDเคาะบริเวณหลังระดับเอวด้านที่ปวดท้องแล้วมีอาการเจ็บมาก	ไตอักเสบด้านซ้าย
22	[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDปัสสาวะแล้วมีอาการผิดปกติ เช่น แสบขัด ขุ่นANDพบเม็ดเลือดขาวในปัสสาวะANDไข้ANDเคาะบริเวณหลังระดับเอวด้านที่ปวดท้องแล้วมีอาการเจ็บมาก	Right Pyelonephritis ไตอักเสบด้านขวา
23	ปวดท้องด้านบนซ้ายANDปวดแบบเสียดๆANDปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบเสียดๆANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDกดไม่เจ็บบริเวณที่ปวดANDไข้ ไอ หอบANDฟังปอดได้เสียง crepitation บริเวณปอดด้านล่างข้างเดียวกับการปวดท้อง	LLL Pneumonia ปอดบวมกลีบซ้ายล่าง
	ปวดท้องด้านล่างซ้าย	
24	[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบเสียดๆ]ANDมีประวัติท้องผูก ถ่ายอุจจาระแข็งANDไม่มีไข้ANDไม่มีอาเจียน หรืออาเจียนเพียงเล็กน้อยANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDกดไม่เจ็บหรือเจ็บเล็กน้อยบริเวณที่ปวดANDอาจคลำได้ก้อนและไม่เจ็บที่ท้องด้านซ้ายล่าง	Constipation ท้องผูก
25	ไม่มีไข้ANDไม่มีอาเจียน หรืออาเจียนเพียงเล็กน้อยANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDกดไม่เจ็บหรือเจ็บเล็กน้อยบริเวณที่ปวดANDอาจคลำได้ก้อนและไม่เจ็บที่ท้องด้านซ้ายล่างAND[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบเสียดๆ]ANDมีประวัติท้องผูก ถ่ายอุจจาระแข็ง	Constipation ท้องผูก
26	เพศหญิง อายุ 14 ปีขึ้นไป AND มีการขาดหายของประจำเดือนANDตรวจปัสสาวะพบการตั้งครรภ์AND[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบเสียดๆ]ANDกดเจ็บบริเวณที่ปวดด้านขวาล่างและปล่อยแล้วเจ็บ	Ectopic pregnency
27	[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]ANDท้องอืดANDอาเจียนมีน้ำดีปน หรือกลิ่นเหม็นเหมือนอุจจาระANDไม่อุจจาระ หรือผายลมANDมีประวัติการผ่าตัดบริเวณท้อง	Band adhesion ลำไส้อุดตันจากผังพืดในช่องท้อง
28	[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]ANDท้องอืดANDอาเจียนมีน้ำดีปน หรือกลิ่นเหม็นเหมือนอุจจาระANDไม่อุจจาระ หรือผายลมANDอายุน้อยกว่า 1 ปีANDถ่ายอุจจาระเป็นมูกปนเลือด (Current jelly stool)	Intussusception
29	[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบน	Henoch-Schonlein

	ขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]ANDผื่นขนาดเล็ก นูนเล็กน้อย (pulpable purpura) เป็นมากที่ครึ่งล่างของลำตัวANDปวดตามข้อ	purpura
30	[ปวดท้องด้านล่างขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนขวาANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านบนซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]OR[ปวดท้องด้านล่างซ้ายANDปวดแบบบีบๆเป็นระยะ]ANDท้องอืดANDอาเจียนมีน้ำดีปน หรือกลิ่นเหม็นเหมือนอุจจาระANDไม่อุจจาระ หรือผายลมANDไม่มีไข้	Intestinal obstruction ลำไส้อุดตัน
31	เด็กทารกอายุน้อยกว่า 3 เดือนANDร้องกวนปวดท้อง มีเป็นเวลาสม่ำเสมอทุกวันANDรับประทานอาหารได้ตามปกติANDน้ำหนักขึ้นเป็นปกติANDไม่มีท้องผูกANDไม่มีท้องเสียANDไม่มีไข้ANDไม่มีอาเจียน หรืออาเจียนเพียงเล็กน้อยANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อนANDกดไม่เจ็บบริเวณที่ปวด	Infantile colic โคลิก
	ปวดท้องในเด็กเล็กที่ไม่สามารถระบุบริเวณที่ปวดได้อย่างชัดเจน	
32	ปวดท้องในเด็กเล็กที่ไม่สามารถระบุบริเวณที่ปวดได้อย่างชัดเจน]OR[ปวดบริเวณกลางท้อง รอบๆสะดือ]ANDปวดท้องไม่มมาก และไม่รบกวนกิจกรรมปกติของเด็ก เช่น การรับประทาน การเล่น การนอนANDความรุนแรงของอาการปวดท้องคงที่ ไม่ปวดมากขึ้นANDมีอาการอื่นร่วมมากกว่า 1 อาการ เช่น ประวัติไข้ ไอ น้ำมูก เจ็บคอ ปวดศีรษะ อาเจียน ท้องเสีย เบื่ออาหารANDไม่มีตัวเหลือง ตาเหลืองANDตับไม่โตและคลำท้องไม่ได้ก้อน	Acute viral syndrome or Gastroenteritis ลำไส้อักเสบ

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบและพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ โดยมีสถาปัตยกรรมของระบบ ประกอบด้วย 2 โหมดการทำงาน (Working Mode) คือ ส่วนจัดการฐานความรู้ (Knowledge Base Management) และส่วนการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System Operation) ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบการทำงานต่างๆ คือ กลไกการวินิจฉัย ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ ส่วนพัฒนาและติดต่อฐานความรู้ ส่วนให้คำอธิบาย และหน่วยความจำระยะสั้น สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์นี้ ได้รับการออกแบบให้มีส่วนที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการฐานความรู้ และจากการทดสอบกับฐานความรู้ตัวอย่าง และฐานความรู้ที่ได้มาจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญจริงๆ ปรากฏว่า กลไกการจัดการฐานความรู้ของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ สามารถสร้าง แก้ไข เพิ่มเติม และจัดเก็บฐานความรู้ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพดี

5.1.2 การออกแบบกลไกการอนุมานความรู้ในโหมดการทำงานระบบผู้เชี่ยวชาญ ของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยนี้ ใช้แบบจำลองของกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งได้รับการออกแบบโดยจัดวางโครงสร้างและกลไกการทำงาน ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับกระบวนการวินิจฉัยโรคของแพทย์ ที่วินิจฉัยผู้ป่วยจากอาการสำคัญของผู้ป่วย โดยใช้กลไกการอนุมานแบบ Forward Chaining และจากการทดสอบการทำงานของกลไกการอนุมานดังกล่าวข้างต้นในการใช้ฐานความรู้ตัวอย่าง และฐานความรู้ที่ได้จากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏว่า กลไกการอนุมานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ สามารถทำการอนุมานได้อย่างถูกต้องตามความรู้ที่มีในฐานความรู้ที่กำหนดให้

5.1.3 การสร้างฐานความรู้ของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญในการวิจัยนี้ ใช้การแทนความรู้ในรูปกฎโพรดักชัน โดยที่โครงสร้างของกฎจะมีลักษณะเป็นรายการ ซึ่งประกอบด้วยส่วนเงื่อนไข และส่วนผลของกฎ ข้อดีของการแทนความรู้แบบนี้คือ มีความยืดหยุ่น (Modularity) ในการใช้ความรู้สูง เนื่องจากกฎแต่ละกฎมีความสมบูรณ์ในตัวเอง และผู้ใช้สามารถป้อนความรู้ได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

5.1.4 จากการพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทางการแพทย์ตามโครงสร้างที่ออกแบบไว้ โดยใช้ภาษา C Builder เป็นเครื่องมือในการพัฒนา พบว่า เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญทาง

การแพทย์ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows ^{xp} บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผลกลาง Pentium IV ขึ้นไป

5.1.5 เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบที่พัฒนามาขึ้นนี้ ได้ผ่านการทดสอบเพื่อปรับปรุงระบบจากแพทย์ผู้เชี่ยวชาญแล้ว และจากการทดสอบเพื่อประเมินผลการทำงานของระบบ โดยทดลองใช้กับฐานความรู้เรื่อง Acute Abdominal Pain พบว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้องครอบคลุมความรู้ที่มีและสถานการณ์ที่กำหนดให้ทุกกรณี

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความถูกต้องและสมบูรณ์ในการอนุมานความรู้ของระบบผู้เชี่ยวชาญ ขึ้นอยู่กับ ความถูกต้องและสมบูรณ์ของความรู้ที่ผู้ใช้ป้อนเข้าสู่ระบบเป็นหลัก ดังนั้น ในการสร้างฐานความรู้จำเป็นต้องอาศัยแพทย์ผู้เชี่ยวชาญที่สามารถเสียสละเวลาในการจัดทำและทดสอบฐานความรู้ให้สมบูรณ์และครอบคลุมเนื้อหาทุกกรณี

5.2.2 ในการทดลองเพื่อประเมินผลการทำงานของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญในงานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยใช้ฐานความรู้เพียง 2 ชุดเท่านั้น และยังไม่ได้ทำการวัดความเร็วในการอนุมานเปรียบเทียบกับระบบผู้เชี่ยวชาญอื่น หรือเปรียบเทียบกับเวลาที่แพทย์ใช้ในการวินิจฉัยโรค เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านทุน บุคลากร ทรัพยากร และเวลาในการทำวิจัย ดังนั้นเพื่อให้ผลการวิจัยมีความสมบูรณ์ ควรเพิ่มเติมฐานความรู้สำหรับทดสอบมากขึ้น และถ้ามีงบประมาณเพียงพอ ควรนำระบบไปทดลองใช้จริง

5.23 ในอนาคตควรพัฒนาเพิ่มเติมกลไกการอนุมานความรู้ ให้ครอบคลุมสำหรับการอนุมานความภายใต้ความไม่แน่นอนด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] ขจรศักดิ์ คันธพนิต และวิฑิต จางไววิทย์. " ระบบผู้เชี่ยวชาญโรคมะเร็งปากมดลูก ", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 13 , มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2533.

[2] บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. " การออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ Backward Chaining." , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 11 , สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศน์ , 2531.

[3] นเรศ เลิศพลังสันติ บุญเจริญ ศิริเนาวกุล และภูเบศ เสถียรพจน์. " การพัฒนาเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ ", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16 , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

[4] พิพัฒน์ ศุภศิริสันต์ และบุญเจริญ ศิริเนาวกุล. " การสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ Forward Chaining. ", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 11 , สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศน์ , 2531.

[5] ไพรัช ธัชยพงษ์ ครรชิต ไมตรี และสัญญา สายะสถิตย์ " ระบบผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์เคมีเบื้องต้น ", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 11 , สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศน์, 2531.

[6] ไพรัช ธัชยพงษ์ ครรชิต ไมตรี และศิลา ตั้งวาริธร. "ระบบผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์โรคเบื้องต้น" , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 11 , สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศน์ , 2531.

[7] พิทักษ์ ธรรมวาริน และศุภมิตร จิตตะยโศธร " ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับช่วยปรับแต่งฐานข้อมูล ", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 16 , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2536.

[8] วณพันธ์ วัยวุฒิ. " ระบบผู้เชี่ยวชาญการรักษาพยาบาลเบื้องต้นภาษาไทย." , การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 12 , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2532.

[9] Bahrami, A. ***Designing Artificial Intelligence Based Software.*** Singapore :Sigma Press-Wilmlow, 1992.

[10] Durkin, John. ***Expert System : Design and Development.*** New York : Macmillan Publishing Company, Inc., 1994.

[11] Giarratano, Joseph. ; and Riley, Gary. ***Expert Systems : Principles and Programming(Second Edition).*** Boston : PWS Publishing Company., 1994.

[12] Harris, C.J. ; Moore, C.G. ; and Brown, M. ***Intelligent Control : Aspects of Fuzzy Logic and Neural Nets.*** Singapore : World Scientific Publishing., 1993.

[13] Harrison, Patrick R. ***Common Lisp and Artificial Intelligence.*** New Jersey : Prentice-Hall, Inc. , 1990.

[14] Hasemer, Tony. ; and Domingue, John. ***Common Lisp Programming for Artificial Intelligence.*** London : Addison-Wesley Publishing Company, Inc. , 1989.

[15] Luger, George F.and Stubblefield, William A. ***Artificial Intelligence and The Design of Expert Systems.*** California : Benjamin/Cummings Publishing Company , Inc., 1989.

[16] Rolston, David W. ***Principles of Artificial Intelligent and Expert System Development.*** Singapore : McGRAW-Hill Book Company, Inc., 1988.

[17] Schalkoff, Robert J. ***Artificial Intelligence:An Engineering Approach.*** Singapore : McGraw-Hill, Inc. , 1990.

[18] Wiriysuttiwong, W. ; Kantapanit, K. and Singhadej, P. "Development of a Clinical Diagnosis Expert System". *Proceedings of The 1999 National Computer Science and Engineering Conference*, Bangkok ,P9-P16, 1999.

[19] Zahedi, Fatemeh. ***Intelligent System for Business : Expert Systems with Neural net.*** California : Wadsworth Publishing Company, Inc. , 1993.