ปีที่ 29 ฉบับที่ 3

กรกฎาคม-กันยายน 2532

Vol. 29, No.3
July-September 1989

ปีที่ 29 ฉบับที่ 3 Vol.29 No.3
กรกฎาคม - กันยายน 2532 July – September 1989
ISSN 0125-3689

พัฒนบริหารศาสตร์

THAI JOURNAL OF DEVELOPMENT ADMINISTRATION

ฉบับพิเศษ 3 พฤศจิกายน 2540

อนุมงคล ศิริเวทิน	191	การสร้างระบบชำนาญการ : ผลการวิเคราะห์ระบบต้นแบบ 8 ระบบ
สวัสดิ์ สุคนธรังษี	218	โครงสร้างบัญชีอัตราเงินเดือนข้าราชการพลเรือนหมายเลข 3 : ข้อบกพร่องและแนววิเคราะห์ทางทฤษฎี

วารสารพัฒนบริหารศาสตร์ ปีที่ 29 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม - กันยายน 2532

การสร้างระบบผู้ชำนาญการ : ผลการวิเคราะห์ระบบต้นแบบ 8 ระบบ

อนุมงคล ศิริเวทิน*

1. บทนำ

เนื่องจากปัญญาประดิษฐ์ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบผู้ชำนาญการหรือระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิในสาขานี้บางคน เช่น Bobrow et. al. (1986 - หน้า 880) และ Davis (1986 - หน้า 957) เรียกว่าระบบเชิงฐานความรู้ (knowledge-based system) หรือระบบเชิงความรู้ (knowledge system) (แต่ผู้อยู่ในวงการบางคนเช่น Waterman (1986 - หน้า 18) ก็ให้คำนิยามที่ละเอียดขึ้นไปอีกคือนิยามว่าระบบผู้ชำนาญการเป็นเซ็ทย่อยของระบบเชิงความรู้) กำลังเป็นเรื่องที่ได้รับความสนใจ และกล่าวถึงอย่างสูง นอกจากนี้ก็มีผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับระบบผู้ชำนาญการออกมาในตลาดไม่ขาดระยะ ไม่ว่าจะเป็นตัวระบบผู้ชำนาญการเอง ภาษาสั่งงานสำหรับใช้สร้างระบบผู้ชำนาญการ บทความ และหนังสือที่กล่าวถึงหัวข้อนี้

ในประเทศไทย ความสนใจในหัวข้อนี้ก็มีเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด แต่การเผยแพร่ความรู้และประสบการณ์ในการสร้างระบบผู้ชำนาญการยังมีน้อยเกินไป โดยเฉพาะในรูปแบบที่ผู้สนใจอาจนำมาใช้เป็นตัวอย่างหรือเกณฑ์ในการสร้างระบบดังกล่าว

* รองศาสตราจารย์ และอธิการบดี สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

ของตนเองขึ้นมาบ้าง ในฐานะที่ผู้เขียนได้มีประสบการณ์ในการแนะนำและควบคุมการสร้างระบบผู้ชำนาญการระดับต้นแบบหลายระบบ โดยเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ที่สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ ผู้เขียนมีความรู้สึกว่า การนำประสบการณ์ดังกล่าวมาเผยแพร่ น่าจะเป็นประโยชน์แก่นักวิชาการ และผู้ที่อยู่ในวงการคอมพิวเตอร์ที่สนใจวิทยาการด้านนี้ และผู้ที่ประสงค์จะสร้างระบบผู้ชำนาญการ แต่ยังไม่เข้าใจในขั้นตอนการดำเนินงาน หรือยังไม่แน่ใจในการเลือกใช้เทคนิคและวิธีการในแต่ละขั้นตอนของการดำเนินงาน จะได้มีตัวอย่างเพื่อเปรียบเทียบประกอบการตัดสินใจมากขึ้น

ดังนั้นบทความบทนี้จึงมีลักษณะผสมระหว่างการสำรวจ (survey) (อย่างมีขอบเขตจำกัด) การวิจารณ์ และเป็นบทความเชิงสอน (tutorial) และบทความแสดงจุดยืน (position paper) ด้วยอีกส่วนหนึ่งในขณะเดียวกัน

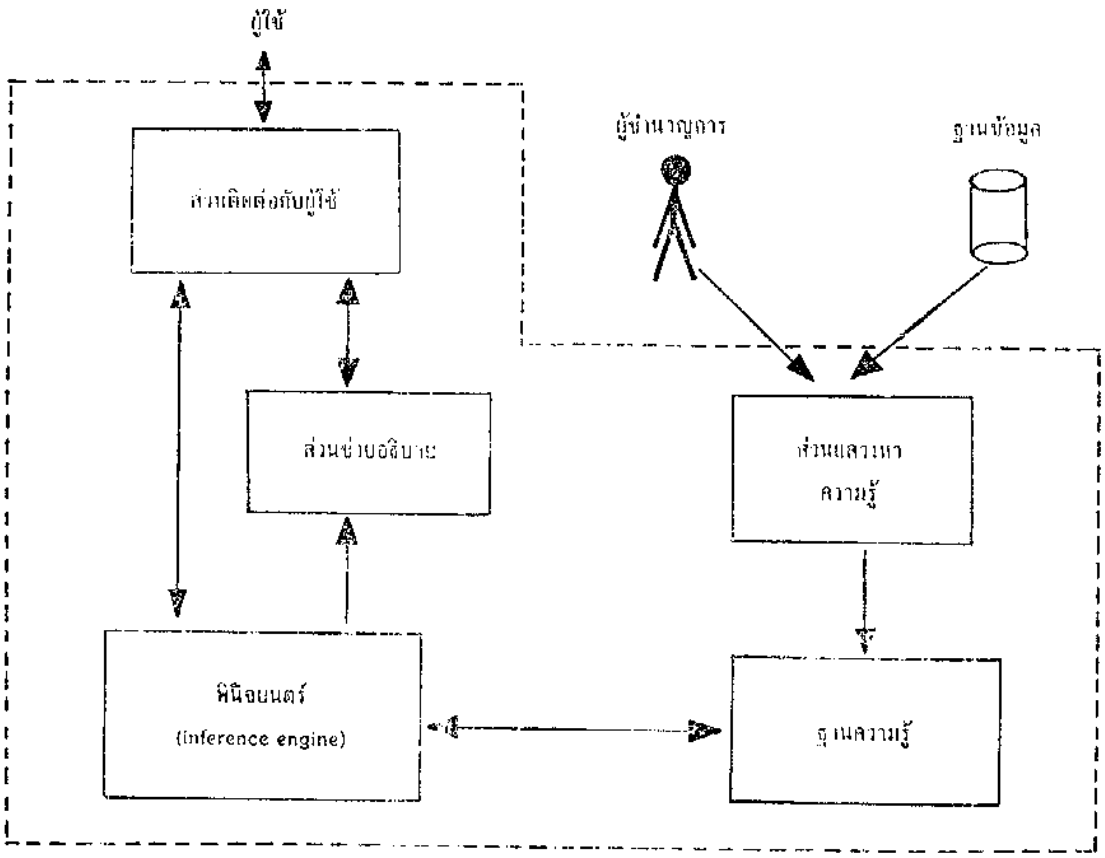
2. ระบบผู้ชำนาญการ

เพื่อความเข้าใจร่วมกัน สำหรับผู้อ่านบทความนี้และเพื่อผู้ที่อาจมีพื้นฐานในเรื่องระบบผู้ชำนาญการไม่เพียงพอ ผู้เขียนขอให้นิยามคำว่า ระบบผู้ชำนาญการ และคำที่เกี่ยวข้องตลอดจนลักษณะทั่วไปของระบบผู้ชำนาญการดังต่อไปนี้

ระบบผู้ชำนาญการเป็นระบบของชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นมาโดยมุ่งหวังที่จะให้สามารถทำงานได้เสมือนผู้ชำนาญการในหัวข้อปัญหาใดหัวข้อหนึ่ง

ระบบผู้ชำนาญการมีโครงสร้างพื้นฐานดังแสดงในภาพที่ 1

ภาพที่ 1 : โครงสร้างพื้นฐานของระบบผู้ชำนาญการ



จะเห็นได้ว่าระบบผู้ชำนาญการจะแยกฐานความรู้เฉพาะเรื่อง (domain knowledge base) ออกจากส่วนที่ใช้ควบคุมการแก้ปัญหา หรือพินิจยนตร์ (inference engine) และเพื่อให้สามารถทำงานได้เหมือนผู้ชำนาญการที่เป็นบุคคล ระบบผู้ชำนาญการจะมีส่วน (module) ที่ทำหน้าที่อธิบายการทำงานของตนโดยเฉพาะเรียกว่าส่วนช่วยอธิบาย (explanation module) ส่วนประกอบที่สำคัญอีกสองส่วนได้แก่ ส่วนแสวงหาความรู้ (knowledge acquisition module) ซึ่งจะช่วยวิศวกรความรู้ (knowledge engineer) ในการแสวงหาและรับถ่ายทอดความรู้จากผู้ชำนาญการ ส่วนสุดท้ายได้แก่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (user interface module) ที่มีหน้าที่ช่วยให้การติดต่อกับระบบเหมือนกับการติดต่อกับมนุษย์ได้มากที่สุด

ระบบผู้ชำนาญการแตกต่างจากชุดคำสั่งงานปรกติหลายประการเช่น ระบบผู้ชำนาญการจะมีข้อมูลในรูปของความรู้และสัญลักษณ์แทนที่จะเป็นตัวเลข วิธีการแก้ปัญหาจะเป็นแบบหยั่งรู้ (heuristic) แทนที่จะเป็นแบบทำตามขั้นตอน (algorithmic) โดยใช้กระบวนการของการอ้างถึงและสรุป (inferential process) แทนที่จะเป็นการทำซ้ำ ๆ กัน (repetitive) เช่น ในชุดคำสั่งงานธรรมดา และระบบผู้ชำนาญการยังแยกส่วนของความรู้ออกจากส่วนควบคุมดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งมักจะไม่ค่อยพบกันในชุดคำสั่งงานธรรมดา

ปัญหาที่สำคัญอีกสองประการที่ผู้พัฒนาระบบผู้ชำนาญการจะต้องประสบ ได้แก่ ประการที่หนึ่ง การเลือกหัวข้อปัญหาที่เหมาะสมซึ่งโดยปรกติแล้ว หัวข้อปัญหาที่เหมาะสมจะมีลักษณะแคบแต่ลึกและจะแตกต่างจากปัญหาปรกติที่เรานำคอมพิวเตอร์มาช่วยแก้ คือ โดยทั่วไปแล้วเราจะไม่ทราบว่าคำตอบที่ได้ "ถูก" หรือ "ผิด" แต่ผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นจะมีความเห็นส่วนใหญ่ตรงกันว่า คำตอบที่ได้ "ดี" หรือ "ไม่สู้ดี" ปัญหาประการที่สองได้แก่ การแสวงหาความรู้ที่จะมาใช้ในการแก้ปัญหานั้นทั้งที่เป็นความรู้จริง ๆ (specific knowledge) และวิธีการที่จะประยุกต์และควบคุมการใช้ความรู้นั้นให้นำไปสู่คำตอบ (inference engine, control structure) ถ้าหัวข้อปัญหาที่เลือกเหมาะสมก็หมายความว่า ความรู้ที่เราแสวงหามีอยู่ในตัวคน คนใดคนหนึ่ง (หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง) แต่การที่ทราบว่าความรู้มีอยู่เช่นนี้แล้ว มิได้หมายความว่าเราจะแสวงหาความรู้นั้นมาได้โดยง่าย กระบวนการนี้มีชื่อเรียกว่า วิศวกรรมความรู้ (knowledge engineering) และดำเนินการโดยวิศวกรความรู้ (knowledge engineer) ซึ่งจะทำหน้าที่คล้ายกับนักวิเคราะห์ระบบ (systems analyst) ในระบบประมวลผลธรรมดา และวิศวกรความรู้จะเป็นส่วนหนึ่งของทีมงานที่พัฒนาระบบผู้ชำนาญการ

3. ระบบผู้ชำนาญการที่นำมาวิเคราะห์

ระบบผู้ชำนาญการที่ผู้เขียนบทความได้มีส่วนร่วมในการเลือกและกำหนดหัวข้อปัญหาและผู้ชำนาญการ แนะนำและควบคุมการพัฒนาและนำผลการวิเคราะห์มาเสนอในบทความนี้มีอยู่ด้วยกันรวม 8 ระบบ โดยมีรายชื่อและรายละเอียดบางประการดังแสดงในตารางที่หนึ่ง

ระบบเหล่านี้พัฒนาขึ้นโดยนักศึกษาในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนวิชา MIS & Expert Systems ในภาค 2 ปีการศึกษา 2529

ระบบทุกระบบเขียนขึ้นเพื่อใช้งานกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC หรือเครื่องที่มีลักษณะการทำงานเช่นเดียวกัน ที่มีขนาด 512 KB ขึ้นไป และมีเครื่องอ่าน/เขียนจานแม่เหล็ก (disc drive) อย่างน้อย 1 เครื่อง 6 ระบบ ในจำนวนนี้เขียนขึ้นด้วยภาษา Turbo Prolog โดยบริษัท Borland (1986) และหนึ่งระบบใช้ภาษา EXSYS (1984) และอีกหนึ่งระบบใช้ภาษาเบสิคและภาษา Turbo Prolog แทบทุกระบบใช้วิธีการจัดเก็บความรู้โดยเก็บในรูปของกฎ (rule-based) โดยมีกฎประมาณ 40-100 กฎ และใช้เวลาในการพัฒนาระหว่าง 4-8 สัปดาห์ ซึ่งนับได้ว่าเป็นระบบประเภทต้นแบบสาธิต (demonstration prototype) ตามนิยามของ Waterman (1986-หน้า 139-140)

รายละเอียดเพิ่มเติมของแต่ละระบบมีดังต่อไปนี้ "Orthopaedic" : ช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคทางกระดูกและข้อเพื่อเป็นแนวทางในการวินิจฉัยโดยละเอียดในขั้นต่อไป ช่วยให้การตรวจและซักประวัติคนไข้เป็นไปอย่างมีระบบ แสดงผลออกเป็น suggested diagnosis เหมาะสมกับสภาพที่แพทย์จำนวนน้อยต้องตรวจรักษาคนไข้จำนวนมากในเวลาอันจำกัด

ตารางที่ 1 ระบบผู้ชำนาญการที่วิเคราะห์

ชื่อระบบ	ชื่อผู้พัฒนาระบบ	ชื่อผู้ชำนาญการ	ความชำนาญของระบบ
Orthopaedic	สมศรี ดุงคศักดิ์ ขจร โรจนเมธินทร์ ศิวารักษ์ อัคนิวรรณ	รศ.นพ.ณรงค์ บุณยรัตเวช	วินิจฉัยโรคข้อและกระดูก
การทำงบประมาณการเงินจำลอง	วราภรณ์ กิตติรุ่งเรืองกุล สุภาพร เกษสุคนธ์ ไพศรี ตันติเวชวุฒิกุล	คณะเจ้าหน้าที่สินเชื่อ	จัดทำงบการเงินจำลอง
Financial Analyst	รัชนีกร สุทธะพินทุ สุมาลี อิสระยั่งยืน	คณะผู้วิเคราะห์สินเชื่อ	วิเคราะห์ฐานะการเงินของกิจการ
จิตเวช	สุเมธ ภูวิทยพันธ์ วัชรพร รัตนบรรเจิดกุล	นพ.ชะฤทธิ์ พงศ์อนุตรี นพ.วิภาส พงศ์เที่ยงธรรม	วินิจฉัยโรคทางจิต
Package Tour	รวิวรรณ เทนอิสสระ ตรีทิพย์ ลือสิริพงศ์ สุวาณี เชิดเกียรติกุล	สุจินต์ อ่อนหนู	จัดทำรายการท่องเที่ยว
Cashflow	สมชาย ตั้งพัฒนาประดิษฐ์ ธงชัย โชคอำนวยชัย	ลินยู เจริญกุล	บริหารการเงินและสภาพคล่อง
Diagnose	เดือนงาม สุดแสวง อัจฉรา อรรถานนท์ สมชาย วิจักขณ์พันธุ์	นพ.พิชัย วิจักขณ์พันธุ์ นพ.สมยศ เหรียญศิริวัฒน์	ตรวจรักษาโรคที่มีอาการไข้
Stocks Trader	ประสิทธิ์ อ้วนเจริญ นิตยา ธุยะวัฒน์	พิชัย พงศ์ไพโรจน์	แนะนำการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์

"การทำงบการเงินจำลอง" : ช่วยบุคคลที่เชี่ยวชาญในด้านการสอบถามข้อมูลจากลูกค้า (สินเชื่อ) โดยนำข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินกิจการของลูกค้ามา (ประกอบกับค่าเฉลี่ยอุตสาหกรรม) สร้างงบการเงินจำลองของกิจการของลูกค้า (คืองบกำไรขาดทุน งบดุล และผลวิเคราะห์งบการเงิน)

เท่าที่เป็นอยู่ยังมีลักษณะคล้ายชุดคำสั่งงานธรรมดา เพราะจะถามคำถามที่เตรียมไว้แล้วจนครบ แล้วนำคำตอบที่ได้มาพิจารณา (ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้แล้ว) ว่าเชื่อถือได้หรือไม่และจะเชื่อตามนั้นหรือปรับแก้อย่างไร อาจปรับปรุงให้แสดงผลโดยทันที (realtime) เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญนำไปประกอบการพิจารณาในการซักถามลูกค้าให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นได้

"Financial Analyst" : รับข้อมูลเป็นงบดุล งบกำไรขาดทุน และผลวิเคราะห์งบการเงินของกิจการใด ๆ เพื่อมาประเมินว่า สมควรนำเงินไปลงทุนในกิจการนั้นหรือไม่ และสมควรให้สินเชื่อกับกิจการนั้นหรือไม่

มีลักษณะการทำงานต่อเนื่องกับระบบ "การทำงบการเงินจำลอง" โดยที่ระบบ "การทำงบการเงินจำลอง" เป็นการพยายามจำลองฐานะของกิจการใดกิจการหนึ่งออกมาในรูปแบบของงบการเงิน และ "Financial Analyst" จะทำหน้าที่วิคราะห์ต่อโดยยึดถือตัวเลขในงบการเงินเป็นหลักเพื่อให้ได้ผลออกมาว่าสมควรหรือไม่ที่จะร่วมลงทุนในกิจการหรือให้สินเชื่อในกิจการ

"จิตเวช" : ช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคทางจิตโดยครอบคลุมทั้งโรคที่มีสาเหตุทางอารมณ์หรือจิตใจ (functional) และโรคที่มีสาเหตุมาจากความผิดปกติทางกาย (organic)

เหตุที่กำหนดให้ผู้ใช้เป็นแพทย์ (ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นแพทย์ทางโรคจิตโดยตรง) ก็เพราะคำถามต่าง ๆ เป็นคำถามเทคนิคมาก อีกทั้งผู้ที่อยู่ในข่ายสงสัยว่าจะเป็นโรคจิตก็ไม่สมควรที่จะวินิจฉัยโรคของตนเอง

"Package Tour" : จัดรายการทัวร์ภายในประเทศไทยระยะ 3-10 วัน สำหรับกลุ่มลูกค้าจากต่างประเทศ โดยรับข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนวัน วัย สัญชาติ และลักษณะความต้องการของกลุ่มลูกค้า รวมทั้งบริษัททัวร์ในต่างประเทศที่เป็นผู้ติดต่อ ผลการทำงานจะแสดงทั้งสถานที่เที่ยว สถานที่พัก ยานพาหนะที่ใช้ในแต่ละช่วงของการเดินทาง และค่าใช้จ่ายภายในกรอบที่ต้องการ

ไม่ใช้ความรู้ลึกซึ้งมากนักแต่ก็ช่วยให้การจัดรายการทำได้เร็วขึ้นมาก มีลักษณะคล้ายระบบซอฟท์แวร์ทั่วไปอยู่บ้างแต่การจัดการแบบระบบผู้ชำนาญการช่วยให้การปรับปรุงฐานความรู้ (ซึ่งต้องทำบ่อยมาก) ทำได้สะดวกและรวดเร็วกว่าในกรณีธรรมดามาก

"Cashflow" : ช่วยผู้มีหน้าที่จัดสรรเงินและดูแลสภาพคล่องของบริษัท เงินทุนในการบริหารการเงิน โดยรับข้อมูลสภาวะการเงินและสภาวะลูกหนี้ประเภทต่างๆ ของบริษัท ประกอบกับสภาพตลาดเงิน กล่าวคือ อัตราดอกเบี้ย ช่วงเวลา แหล่งเงินทุนหรือแหล่งที่ต้องการเงินทุน ฯลฯ แล้วตัดสินใจลงทุนและ/หรือเรียกหนี้คืน โดยให้บริษัทได้ประโยชน์สูงสุดในขณะที่ยังคงดำรงสภาพคล่องที่เหมาะสม และอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ของธนาคารแห่งประเทศไทย

น่าจะมีประโยชน์ในฐานะผู้ช่วยผู้เชี่ยวชาญที่ปฏิบัติงานจริง โดยเฉพาะถ้าข้อมูลเกี่ยวกับการเงินส่วนมากเป็นข้อมูลที่สามารถรับได้โดยตรงจากคอมพิวเตอร์ (on-line)

"Diagnose" : ช่วยในการวินิจฉัยโรคที่มีอาการไข้ (ประมาณ 30-40 โรค) โดยการถามประวัติและอาการ (โดยการพิมพ์ข้อมูลเข้าไปและโดยการตอบคำถามของระบบ) รวมทั้งการติดตามอาการคนไข้หลังการรักษา (follow up) สามารถให้ยาและรายละเอียดในการใช้ยา สามารถใช้ได้กับผู้ใช้ 4 กลุ่มคือ แพทย์ ผู้ช่วยแพทย์ (เช่น พยาบาล พนักงานอนามัย เป็นต้น) บุคคลทั่วไป และเภสัชกร (จริงและเทียม)

ถ้าขยายขึ้นไปให้ครอบคลุมได้ 130 โรค ตามความตั้งใจของผู้พัฒนาได้จริงก็จะมีประโยชน์มากพอควร แต่ด้วยวิธีการที่ใช้อยู่สามารถจัดทำในรูปแบบอื่น เช่น

เป็นผังงาน หรือรายการคำถาม-ข้อวินิจฉัย โดยได้ผลใกล้เคียงกันและมีต้นทุนต่ำกว่ามาก อาจสมควรปรับปรุงในรายละเอียดเพื่อเพิ่มความถูกต้องในการวินิจฉัยให้สูงกว่านี้

"Stocks Trader" : ให้คำแนะนำในการซื้อ-ขายหลักทรัพย์โดยรับข้อมูลการซื้อขายหลักทรัพย์ของหลักทรัพย์ที่สนใจทุกวันทำการ ได้แก่ ข้อมูลราคาต่ำสุด ราคาสูงสุด ราคาปิด ปริมาณการซื้อขาย ฯลฯ

เทคนิคที่ใช้ยังเป็นเทคนิคของชุดคำสั่งงานธรรมดาอยู่ แต่ผลที่ได้จากชุดคำสั่งงานภาษา Prolog (โดยการส่งข้อมูลจากชุดคำสั่งงานภาษาเบสิค ไปยังชุดคำสั่งงานภาษา Prolog) ดูเสมือนผลลัพธ์จากระบบผู้ชำนาญการ

4. หัวข้อพิจารณาในการพัฒนาระบบ

4.1 การเลือกหัวข้อปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีว่าการเลือกหัวข้อปัญหาในการสร้างระบบผู้ชำนาญการนั้นเป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งในตัวของมันเอง ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งก็คือการเลือกหัวข้อปัญหาที่ยากเกินไป สาเหตุที่เป็นดังนี้อาจจะเพราะว่าระบบผู้ชำนาญการเป็นเรื่องใหม่และยังไม่มีตัวอย่างที่เข้าใจกันดีมากพอว่า ระบบผู้ชำนาญการสามารถทำงานที่มีระดับความยากได้มากน้อยเพียงไร นอกจากนี้เมื่อมีระบบผู้ชำนาญการที่ทำงานใดงานหนึ่งได้แล้ว ก็มักจะไม่มีเหตุผลจูงใจที่จะพัฒนาระบบผู้ชำนาญการที่มีความสามารถคล้ายคลึงกันขึ้นมาอีกเหมือนดังที่ปฏิบัติกันอยู่เป็นปรกติวิสัยในการประมวลผลธรรมดา (เช่น มีชุดคำสั่งงานจ่ายเงินเดือน ชุดคำสั่งงานสินค้าคงคลัง และชุดคำสั่งงานบัญชีเป็นจำนวนมาก เป็นต้น) ทั้งนี้เพราะวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาชุดคำสั่งงานธรรมดานั้นเน้นประโยชน์ใช้สอย แต่ในขณะนี้วัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาระบบผู้ชำนาญการส่วนใหญ่ยังเน้นการวิจัยและทดลองหาความรู้ใหม่ ๆ มากกว่าประโยชน์ใช้สอยจริงจัง กลุ่มผู้พัฒนา DENDRAL (ดู Alty et. al. (1984 - หน้า 87-88),

et. al. (1969) และ Lindsay et. al. (1980)) ซึ่งเป็นระบบผู้ชำนาญการที่ประสบความสำเร็จระบบแรก ๆ แนะนำเกณฑ์ง่าย ๆ ในการเลือกหัวข้อปัญหาไว้ 2 ข้อดังนี้

1. เน้นสาขาเฉพาะที่ต้องใช้ความรู้เฉพาะด้านอย่างมาก แต่ไม่ต้องใช้ความรู้สามัญ (Common sense) มากนัก
2. เลือกงานที่ไม่ยาก (คนใช้เวลาคิดมากกว่า 2-3 ชั่วโมงขึ้นไป) และไม่ง่ายจนเกินไป (คนใช้เวลาคิดน้อยกว่า 2-3 นาที)

ระบบผู้ชำนาญการที่พิจารณาเลือกหัวข้อเกี่ยวกับการวินิจฉัยโรค 3 ระบบด้วยกันคือ โรคทั่ว ๆ ไปที่มีอาการไข้ โรคเกี่ยวกับข้อและกระดูก และโรคเกี่ยวกับจิต ทั้ง 3 หัวข้อนี้เรียกได้ว่าเป็นไปตามแนวโน้มทั่วไป และมีปัญหาน้อยในช่วงของการพัฒนา ผู้เขียนได้พยายามสนับสนุนให้ผู้พัฒนาระบบที่เหลือเลือกหัวข้อปัญหาในทางธุรกิจ (โดยมุ่งหวังประโยชน์ใช้สอย และผลการวิจัยสาขาที่จะประยุกต์ได้เป็นหลัก) ซึ่งค่อนข้างจะขัดกับแนวโน้มทั่วไปเพราะระบบผู้ชำนาญการในทางธุรกิจยังมีอยู่น้อยมากเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะทางแพทย์และวิทยาศาสตร์ ผลก็คือผู้ทำงานในกลุ่มนี้ประสบปัญหาในช่วงดำเนินงานสูงกว่าผู้พัฒนา 3 ระบบแรก และต้องมีการปรับเปลี่ยนหัวข้อและขอบข่ายของความสามารถของระบบรวมถึงการเปลี่ยนตัวผู้เชี่ยวชาญด้วยหลายครั้ง ในท้ายที่สุดผู้พัฒนาได้เลือกหัวข้อดังต่อไปนี้ การสร้างโปรแกรมท่องเที่ยวประเทศไทย 3-10 วัน ให้แก่ลูกค้าต่างประเทศ การสร้างงบการเงินจำลอง (โดยได้ข้อมูลบางส่วน) เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาปล่อยสินเชื่อการให้คำแนะนำในการซื้อขายหลักทรัพย์ การพิจารณาให้สินเชื่อและการร่วมลงทุน และการจัดสรรเงินสดประจำวัน

เมื่อพิจารณาแต่ละหัวข้อ จะเห็นได้ว่าทุกหัวข้อมีความเหมาะสมในแง่ที่ผู้ที่จะปฏิบัติงานแต่ละงานดังกล่าวให้ดีจะต้องเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละเรื่องอย่างแท้จริง แต่เมื่อพิจารณาในรายละเอียดจะพบว่านอกจากระบบที่เกี่ยวกับการแพทย์ หัวข้อปัญหาของระบบอื่น ๆ ยังมีข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ อยู่บ้างดังต่อไปนี้

การสร้างโปรแกรมท่องเที่ยวนั้นแม้จะต้องใช้ผู้ชำนาญในการจัดทำ แต่วิธีการจัดทำค่อนข้างจะมีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนและไม่จำเป็นต้องใช้ปรีชาญาณ (intuition)

หรือความรู้ในลักษณะ heuristic นัก ดังนั้น ระบบนี้จึงมีลักษณะคล้ายชุดคำสั่งงานธรรมดาที่มีขอบเขตการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้และระบบสูงกว่าปรกติมาก แต่ก็มีความเหมาะสมด้านอื่น ๆ เช่น การแยกส่วนควบคุมออกจากฐานความรู้ เป็นต้น ซึ่งจะได้กล่าวถึงในตอนต่อไป

ระบบที่เกี่ยวกับสินเชื่อทั้งสองระบบนั้น ความจริงแล้วน่าสนใจมาก เพราะหากสามารถพัฒนาขึ้นได้จะมีประโยชน์ใช้สอยจริง แต่ปรากฏว่าระบบมีลักษณะขัดกับคุณลักษณะเบื้องต้นของระบบผู้ชำนาญการในยุคนี้อยู่เรื่องหนึ่ง คือผู้ให้ข้อมูล (ผู้ขอรับสินเชื่อ) อาจให้ข้อมูลไม่จริง และโดยทั่วไปแล้วอาจพยายามให้ข้อมูลเท็จเพื่อประโยชน์ของตนก็ได้ และผู้เชี่ยวชาญสินเชื่อจะพยายามใช้ความสามารถเชิงสัมผัสในการประเมินความเชื่อถือของคำตอบ เช่น จับตาดูว่าผู้ตอบมีความกระวนกระวายในขณะตอบแต่ละคำถามเพียงไร ฟังว่าน้ำเสียงที่พูดสม่ำเสมอหรือเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด การตอบคำถามตอบได้ทันทีหรือไม่ ตอบตรงคำถามหรืออ้อมค้อมเพียงไร ฯลฯ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญจริงยังต้องใช้เทคนิคการถามซึ่งขึ้นกับผลตอบสนองจากการสังเกตดังกล่าวอีกด้วย ซึ่งคอมพิวเตอร์ไม่มีความสามารถในการสังเกตดังกล่าวจึงทำงานในลักษณะนี้ให้ได้ผลดีจริงได้ยาก

ระบบจัดสรรเงินสดประจำวันนั้นความจริงนับได้ว่าเป็นระบบที่เหมาะสมระบบหนึ่ง แต่ในการทำงานจริงผู้เชี่ยวชาญจะโทรศัพท์ติดต่อกับสถาบันการเงินประเภทต่าง ๆ เพื่อขอทราบและต่อรองอัตราดอกเบี้ย ซึ่งในสภาพปัจจุบันในประเทศไทยยังอาศัยความสัมพันธ์เชิงบุคคลอยู่มาก ดังนั้นระบบผู้ชำนาญการจึงถูกจำกัดด้วยความสามารถขั้นพื้นฐานในการทำงานนี้ (เพราะการจะเขียนชุดคำสั่งงานให้คอมพิวเตอร์สามารถโทรศัพท์ติดต่อได้เช่นเดียวกับคนธรรมดานั้นเป็นปัญหาขนาดใหญ่มากในตัวของมันเองอยู่แล้ว)

ระบบสุดท้ายเกี่ยวกับการซื้อขายหลักทรัพย์นั้นก็เป็นหัวข้อปัญหาที่น่าสนใจมาก แต่ความเป็นผู้เชี่ยวชาญในด้านนี้ ยังไม่มีนิยามและการยอมรับที่เป็นมาตรฐานใช้ได้ทั่วไป และผู้พัฒนาได้เลือกวิธีการวิเคราะห์ที่เรียกกันว่า การวิเคราะห์เชิง

เทคนิค (technical analysis) มาเป็นเกณฑ์ในการพัฒนาระบบเป็นผลให้ระบบมีลักษณะเป็นชุดคำสั่งงานธรรมดาที่มีการทำงานในลักษณะโต้ตอบสูงกว่าปรกติ แทนที่จะเป็นระบบผู้ชำนาญการที่แท้จริง

4.2 การแสวงหาความรู้ (knowledge acquisition) และวิศวกรรมความรู้ (knowledge engineering)

ในเรื่องการแสวงหาความรู้และวิศวกรรมความรู้นั้นอาจแบ่งเป็นหัวข้อย่อยได้อีก 3 หัวข้อคือ การเลือกผู้ชำนาญการ วิธีการถ่ายทอดความรู้จากผู้ชำนาญการ และเครื่องมือในการถ่ายทอดความรู้

ในการเลือกผู้ชำนาญการนั้น ผู้ดำเนินงานทุกระบบได้ใช้เกณฑ์ที่พึงประสงค์ทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะของผู้ชำนาญการ กล่าวคือ เป็นผู้ที่เชี่ยวชาญในหัวข้อปัญหาอย่างแท้จริง มีความสนใจและกระตือรือร้นที่จะทำงานนี้ มีทักษะสูงในการอธิบายแนวความคิดของตน ทราบหรือเข้าใจถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ในงานลักษณะนี้ สามารถและเต็มใจที่จะอุทิศเวลาของตนเพื่อการนี้ได้อย่างต่ำครึ่งเวลา ในความเป็นจริงแต่ละระบบก็ประสบความสำเร็จในระดับที่แตกต่างกันออกไป แต่ไม่มีชุดใดสามารถหาผู้ชำนาญการที่มีลักษณะที่ดีครบทุกประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในคุณสมบัติสุดท้ายเรื่องเวลา โดยส่วนรวมผู้ชำนาญการที่เป็นแพทย์ให้เวลากับโครงการได้มากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ 2 ใน 3 เป็นญาติกับผู้พัฒนาระบบ และอีกคนหนึ่งมีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ค่อนข้างดี ผู้ชำนาญการที่เป็นนักธุรกิจมักจะให้เวลากับโครงการได้ไม่มากนัก (สัปดาห์ละไม่เกิน 2 ครั้ง ๆ ละไม่เกิน 2 ชั่วโมง) และส่วนมากไม่มีความเข้าใจ หรือเชื่อใจในความสามารถของคอมพิวเตอร์ว่าจะมาทำงานแทนคนได้จริง ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียในการทำงานในช่วงนี้

สำหรับวิธีการถ่ายทอดความรู้นั้น วิศวกรความรู้ส่วนใหญ่ต้องใช้เวลาในช่วงแรกศึกษาตำราเบื้องต้นของหัวข้อปัญหาซึ่งเป็นความรู้ใหม่ของแต่ละกลุ่มแทบทั้งสิ้น ในช่วงต่อมาเป็นการศึกษากรณีที่เกิดขึ้นแล้วโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้อธิบายถึงลำดับ

ขั้นตอนและเหตุผลในการตัดสินใจดำเนินการต่าง ๆ เช่น การสรุป การตั้งคำถาม การตอบรับ หรือตอบปฏิเสธ เป็นต้น ในช่วงนี้วิศวกรความรู้และผู้ชำนาญการจะพยายามมองหา (formulate) กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหา และกลุ่มหนึ่งได้สร้างระบบต้นแบบ (prototype) ขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนดเพื่อให้ผู้ชำนาญการทดลองใช้และประเมินผล ซึ่งเป็นการกระทำที่พึงปรารถนาแต่กระทำได้ลำบากในสถานการณ์จริง เนื่องจากขาดแคลนเครื่องมือ ดังจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อที่สาม นอกจากนี้เพียง 2-3 กลุ่มเท่านั้นที่ผู้ชำนาญการได้มีโอกาสลองใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นมากับกรณีข้อมูลจริงในระหว่างการพัฒนา ทั้งนี้ด้วยข้อจำกัดด้านเวลาของผู้เชี่ยวชาญลักษณะงานของหัวข้อปัญหาต่าง ๆ และการขาดแคลนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในการทำงานจริง

ในเรื่องเครื่องมือสำหรับถ่ายทอดความรู้นั้น เนื่องจากผู้พัฒนาส่วนใหญ่เลือกใช้ภาษา Prolog ซึ่งเป็นภาษา logic-based เท่านั้น จึงไม่มีส่วนของภาษาที่ช่วยทำงานนี้โดยอัตโนมัติ ผู้พัฒนากลุ่มหนึ่งเลือกใช้ภาษา EXSYS ซึ่งมีลักษณะเป็นเปลือกระบบผู้ชำนาญการ (expert system shell) และมีเครื่องมือสำหรับช่วยในการสร้างระบบผู้ชำนาญการอยู่บ้าง แต่เนื่องจากผู้พัฒนากลุ่มนี้มิได้ลงทะเบียนเรียนวิชานี้เพื่อหน่วยกิต จึงไม่ได้พยายามใช้ความสามารถด้านนี้ที่มีอยู่ สำหรับโครงการระยะยาวกว่านี้ไม่ว่าผู้พัฒนาจะเลือกใช้ภาษาใดในการพัฒนาระบบ เมื่อพัฒนาขึ้นมาได้ระดับหนึ่งระบบดังกล่าวควรจะมีความสามารถที่จะช่วยในการถ่ายทอดและรับความรู้ซึ่งผู้พัฒนาสามารถใช้ในการแสวงหาความรู้จากผู้ชำนาญการได้ในช่วงต่อไป มีระบบผู้ชำนาญการบางระบบที่เขียนด้วยภาษา Prolog ได้แยกส่วนของความรู้ในเรื่องต่าง ๆ ออกอย่างชัดเจนเพื่อช่วยให้สามารถเปลี่ยนแปลงปรับปรุงฐานความรู้ได้โดยไม่กระทบกระเทือนส่วนอื่น ๆ ของระบบ เช่น ใน Diagnose สามารถเพิ่ม/ลด/เปลี่ยนชื่อยาได้ และใน Orthopaedic สามารถเปลี่ยนน้ำหนักสำหรับสมุฏฐานต่าง ๆ ในแต่ละโรค (ซึ่งมีผลเท่ากับเปลี่ยนกฎที่จะใช้สรุปว่าผู้ใดเป็นโรคอะไร) ได้ เป็นต้น

4.3 ภาษาสั่งงาน

จากระบบผู้ชำนาญการทั้งสิ้น 8 ระบบ 6 ระบบ เลือกใช้ภาษา Turbo Prolog โดย Borland(1986) เป็นภาษาสั่งงาน ระบบหนึ่งเลือกใช้ภาษา EXSYS (1984) และระบบหนึ่งใช้ภาษา Basic ร่วมกับภาษา Prolog ระบบทุกระบบเขียนขึ้นใช้งานกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ผู้พัฒนามีชุดคำสั่งแปลภาษา Prolog ให้เลือกใช้ถึง 3 ชุดด้วยกันคือ Turbo Prolog, Micro Prolog และ Prolog 86 แต่เนื่องจากมีการสอนภาษา Turbo Prolog ในชั้นเรียนประกอบกับการทำงานของชุดคำสั่งแปลภาษานี้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นที่น่าพอใจ ผู้พัฒนาส่วนใหญ่จึงเลือกใช้ภาษานี้ ทั้ง ๆ ที่เมื่อเทียบแล้วภาษา Turbo Prolog เป็นเพียงภาษาที่เรียกว่าภาษาเชิงตรรก (logic-based) ทั่วไปและนับไม่ได้ว่าเป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบผู้ชำนาญการที่ดีเท่าภาษาที่มีลักษณะเป็นเปลือกระบบผู้ชำนาญการ เช่น ภาษา Expert, EMycin (Buchanan and Shortliffe 1984) และ OPS5 (Forgy 1981) หรือมีลักษณะเป็นชุดเครื่องมือ (tool kit) กล่าวคือ มีวิธีการที่ใช้ในหลายเปลือกระบบผู้ชำนาญการ เช่น ESE (Hirsch et. al. 1985) KEE (Fikes and Kehler 1985) และ LOOPS (Stefik et. al. 1983) แต่เนื่องจากผู้พัฒนาไม่คุ้นเคยกับภาษาดังกล่าวและชุดคำสั่งแปลภาษาเหล่านี้ส่วนมากก็ไม่แพร่หลาย ผลจึงเป็นดังกล่าวมาแล้ว

จากผลการใช้งานได้พบว่า Turbo Prolog ทำงานได้เร็ว สร้างสภาพแวดล้อมสำหรับการโต้ตอบ (interactive environment) ได้ดีมาก สร้างและใช้จอภาพ (screen) และหน้าต่าง (window) ได้สะดวกเหมือนดังที่ Shammas (85) ได้รายงานไว้ นอกจากนี้ยังสามารถทำงานกับภาษาไทย (ในระดับรับข้อมูล-แสดงผลแต่ไม่นำไปประมวลผล) ได้โดยง่าย ซึ่งมีประโยชน์สามารถใช้สร้างระบบผู้ชำนาญการที่ถามคำถามและแสดงผลเป็นภาษาไทยได้ เพียงแต่ผู้ใช้ต้องตอบคำถามด้วยอักษา "y" หรือ "n" หรือรหัสเป็นตัวเลข (แทนที่จะใช้ภาษาไทยซึ่งก็ไม่สะดวกไปกว่านี้) เท่านั้น นอกจากนี้การใช้ภาษา Prolog ยังทำได้ในลักษณะประกาศ (declarative) ซึ่งถ้าใช้ในลักษณะนี้ภาษา Prolog จะทำงานเป็นพินิจยนตร์ (inference engine) โดยอัตโนมัติโดยใช้วิธีการมุ่งหาเป้า (goal-seeking) ซึ่งจัดเป็นวิธีการแบบโยงถอยหลัง (backward chaining) แต่ถ้ามีเหตุผลที่ต้องการทำงานแบบกำหนดวิธีการ (procedural) ที่ใช้วิธีการวินิจฉัยแบบอื่น

เช่น โยงก้าวหน้า (forward chaining) ก็สามารถทำได้ดังเช่นในระบบ Diagnose และระบบ Package Tour เป็นต้น ระบบผู้ชำนาญการระบบอื่นเช่น ระบบจิตเวช และระบบ Orthopaedic ก็ใช้วิธีการหาคำตอบที่เป็นแบบกำหนดวิธีการแบบอื่นที่มิใช่การโยงถอยหลัง หรือการโยงก้าวหน้า และก็สามารถใช้ภาษา Prolog ได้โดยสะดวกเช่นกัน โดยสรุปแล้วผู้เขียนเห็นด้วยกับ Webster (86) ว่า ภาษานี้เหมาะสมสำหรับการใช้สร้างระบบผู้ชำนาญการ

สำหรับภาษา EXSYS นั้นก็นับว่าเป็นเปลือกระบบผู้ชำนาญการที่น่าสนใจมากภาษาหนึ่ง เพราะมีความต้องการต่ำคือสามารถใช้ได้กับเครื่องไมโครระดับ IBM PC ที่มีขนาดความจำตั้งแต่ 256 KB ขึ้นไป ต้องการเครื่องอ่าน/เขียนจานแม่เหล็กเพียงหนึ่งเครื่อง และใช้ชุดคำสั่งงานควบคุม version DOS 2.0 ขึ้นไป ภาษานี้ใช้วิธีการจัดเก็บความรู้แบบกฎ (rules) และสามารถรับกฎได้ประมาณ 700 กฎต่อทุก ๆ 64 KB ที่เกิน 192KB ขึ้นไป จึงมีศักยภาพที่จะสร้างระบบผู้ชำนาญการขนาดใหญ่มากได้ในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขนาดเพียง 512KB หรือ 640KB เท่านั้น นอกจากนี้ยังมีคุณลักษณะที่เป็นประโยชน์สมกับที่เป็นระบบผู้ชำนาญการอีกหลายประการเช่นทุกๆ ครั้งที่รับกฎข้อใหม่เข้าไปจะตรวจสอบความสมนัย (consistency) กับกฎต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้ว และสามารถรับและทำงานกับความรู้ที่มีความไม่แน่นอนได้โดยกำหนดให้เป็นความน่าจะเป็นระดับต่าง ๆ และมีวิธีการให้เลือกจัดการกับความน่าจะเป็นนี้มากกว่าหนึ่งแบบรวมทั้งแบบ Bayes ด้วย เป็นต้น

4.4 การจัดเก็บความรู้เฉพาะเรื่อง

เป็นที่ทราบกันดีว่าในปัจจุบันนี้มีวิธีการจัดเก็บความรู้เฉพาะเรื่องที่นิยมใช้กันอยู่ 3 วิธีด้วยกัน (ดู Waterman (1986) หน้า 63-79 และ Alty et. al. (1984) หน้า 60-76) คือ กฎ (rules) หรือกฎการผลิต (production rules) ข่ายความหมาย (semantic nets) หรือเครือข่ายความหมาย (semantic networks) และกรอบ (frames) ในบรรดาระบบผู้ชำนาญการที่กล่าวถึง ผู้พัฒนาส่วนใหญ่เลือกใช้วิธีการจัดเก็บแบบกฎซึ่งมีวิธีการจัดเก็บซึ่งแตกต่างกันหลายรูปแบบ จนมีบางกลุ่มเข้าใจคลาดเคลื่อนว่าตนได้

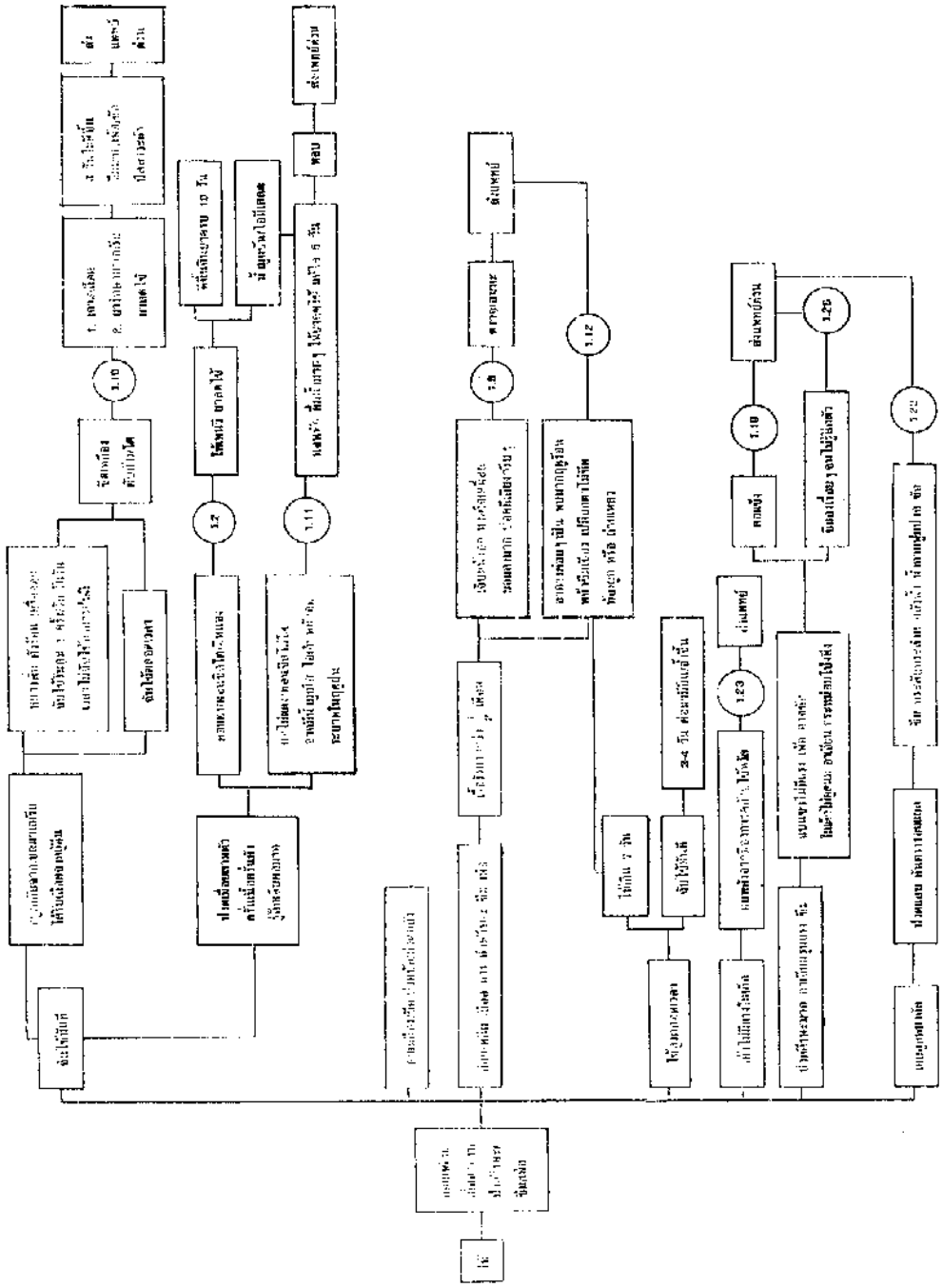
จัดเก็บโดยวิธีข่ายความหมาย แต่ความจริงแล้วควรจะยังเรียกว่าเป็นแบบกฎมากกว่า (ดูภาพ 2)

ผู้พัฒนาบางระบบยังคุ้นเคยกับวิธีการเขียนคำสั่งงานแบบกำหนดวิธีการ และ algorithmic อยู่ จึงใช้วิธีการดังกล่าวในการจัดเก็บความรู้ (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบที่พัฒนาด้วยภาษา Basic) ซึ่งเป็นสาเหตุให้หลาย ๆ ระบบไม่มีการแยกส่วนของความรู้ออกจากส่วนควบคุม หรือพินิจยนตร์ (inference engine) อย่างแจ้งชัด ทำให้สูญเสียลักษณะของระบบผู้ชำนาญการไป

สาเหตุที่ผู้พัฒนาส่วนใหญ่นิยมใช้กฎมากกว่าข่าย หรือกรอบในการจัดเก็บความรู้นั้น ๆ ส่วนหนึ่งคงจะเป็นเพราะภาษาที่ใช้ เพราะทั้ง Prolog และ EXSYS ต่างก็เป็นภาษาที่เอื้ออำนวยต่อการจัดเก็บแบบกฎมากกว่าแบบอื่น ๆ และอีกส่วนหนึ่งน่าจะเกิดจากความเคยชิน และความเข้าใจของผู้พัฒนาเพราะกฎเข้าใจได้ง่ายกว่าอีก 2 แบบ และตัวอย่างระบบผู้ชำนาญการที่พัฒนาแล้วและมักจะถูกยกมาเป็นตัวอย่างส่วนใหญ่จะใช้กฎ เช่น MYCIN, DENDRAL, PROSPECTOR, RI, XCON และ YES/MVS เป็นต้น

ผู้เขียนมีความรู้สึกว่าวิธีการจัดเก็บแบบกฎสามารถใช้งานได้กับปัญหาทุกประเภท แต่ปัญหาที่สามารถจัดกลุ่ม (group) หรือชั้น (class) ของสิ่งของ (objects) ในเซ็ทที่เราสนใจได้อย่างค่อนข้างชัดเจน และในแต่ละกลุ่มหรือชั้นมีรายละเอียดร่วมกันจำนวนมาก การจัดเก็บแบบกฎจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าการจัดเก็บแบบข่ายความหมายมาก ส่วนการจัดเก็บแบบกรอบนั้นน่าจะเหมาะสมกับปัญหาประเภทที่สามารถจัดกลุ่มหรือชั้นของสิ่งของได้ แต่ในแต่ละกลุ่มหรือชั้นนั้นนอกจากจะมีรายละเอียดร่วมกันจำนวนมากแล้ว ยังมีรายละเอียดที่แตกต่างกันอยู่มากอีกด้วย อย่างไรก็ดี การเลือกวิธีการจัดเก็บส่วนความรู้ยังขึ้นอยู่อย่างมากกับภาษาสั่งงานที่ผู้พัฒนาสามารถเลือกใช้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเป็นภาษาประเภท เลือกระบบผู้ชำนาญการที่มีวิธีการจัดเก็บเพียงแบบเดียว เช่น Emycin, Expert หรือ OPS5 ผู้พัฒนาก็คงไม่มีทางเลือกนอกจากจะใช้วิธีการจัดเก็บที่มีอยู่ในภาษานั้น

ภาพที่ 2 : ตัวอย่างการจัดเก็บความรู้เฉพาะเรื่อง (บางส่วน) ใน Diagnose



4.5 พินิจยนตร์ (inference engine) หรือส่วนควบคุม (control structure)

เนื่องจากผู้พัฒนาส่วนใหญ่เลือกใช้ภาษา Prolog จึงมีพินิจยนตร์ของภาษา Prolog โดยอัตโนมัติอยู่แล้ว แต่เมื่อพิจารณาชุดคำสั่งงานดังกล่าวในรายละเอียดแล้วปรากฏว่า ผู้พัฒนาส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้ความสามารถส่วนนี้ของภาษา Prolog มากนัก แต่กลับเขียนชุดคำสั่งงานให้ทำงานแบบโยงก้าวหน้า หรือแบบผสมอื่น ๆ เสียเป็นส่วนใหญ่ (ตัวอย่างเช่นในภาพที่ 2) และหลายระบบก็มีวิธีการทำงานที่เป็นขั้นตอน (algorithmic) มากกว่าวิธีการหยั่งรู้ (heuristic) ซึ่งคงจะเกิดมาจากสาเหตุใหญ่ 2 ประการ ได้แก่ความเคยชินของผู้พัฒนาประการหนึ่ง และเกณฑ์ที่ได้จากผู้ชำนาญการที่อาจมีลักษณะเป็นขั้นตอนอย่างมากอีกประการหนึ่ง ปัญหาประการหลังนี้แท้ที่จริงแล้วเป็นปัญหาที่สืบเนื่องมาจากเรื่องของการแสวงหาความรู้และธรรมชาติของระบบผู้ชำนาญการ ซึ่งควรจะมีพัฒนาการในทางที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ ไปพร้อมกับการเติบโตและก้าวหน้าด้านวิศวกรรมความรู้ รวมถึงเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับวิศวกรความรู้

ดังได้กล่าวแล้วว่าเกณฑ์หรือวิธีการทำงานที่วิศวกรความรู้แสวงหามาได้จากผู้ชำนาญการนั้นจะมีอิทธิพลกับพินิจยนตร์ที่วิศวกรความรู้จะเลือกใช้ในบรรดาระบบผู้ชำนาญการที่ศึกษา เกณฑ์เหล่านี้มีตั้งแต่ที่มีรูปแบบง่าย ๆ (แต่ไม่ได้หมายความว่าจะหามาได้โดยง่าย) เช่น เป็นเซ็ทของสมุฏฐานกลุ่มหนึ่งสำหรับแต่ละโรค หรือเป็นเซ็ทที่มีเงื่อนบางอย่าง (เช่นต้องมีอย่างน้อย 3 สมุฏฐาน จากในเซ็ทนี้รวมกับอีกอย่างน้อย 2 สมุฏฐานจากอีกเซ็ทหนึ่ง) จนกระทั่งเกณฑ์ที่มีโครงสร้างเป็นลำดับชั้นที่สลับซับซ้อน เช่นในการพิจารณาให้สินเชื่อโดยดูจากงบดุล และงบกำไรขาดทุนจะพยายามหาระดับสภาพคล่องของบริษัทที่ขอสินเชื่อโดยพิจารณาจาก quick ratio, current ratio ฯลฯ พยายามหาความมีกำไร (profitability) จาก profit margin และการเปรียบเทียบอัตราส่วนผลตอบแทนต่อทรัพย์สิน และผลตอบแทนต่อเงินกองทุน กับอัตราเฉลี่ยอุตสาหกรรม หา leverage ของบริษัทในลักษณะเดียวกัน แล้วนำ leverage, ความมีกำไร และระดับสภาพคล่องมาประเมินความสามารถในการจัดการประเมิน ความเสี่ยงของบริษัทจาก

ความเต็มใจในการชำระหนี้ ความสามารถในการชำระหนี้ และเงินลงทุนจนท้ายที่สุดตัดสินใจว่าควรให้สินเชื่อหรือไม่จากความเสี่ยงของบริษัทและหลักทรัพย์ที่ใช้ค้ำประกันหนี้ และในระหว่างนี้ก็สามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินกิจการแก่บริษัทตามสภาพของค่าต่าง ๆ ที่ประเมินได้ เช่น บริษัทควรเพิ่มสินค้าในสต๊อก บริษัทควรจ่ายเงินปันผลเพราะส่วนของผู้ถือหุ้นมีมูลค่าสูง และบริษัทควรลดหนี้สินระยะยาวโดยการขายทรัพย์สินที่ไม่ให้ดอกผล เป็นต้น

สำหรับวิธีการในการสรุปเพื่อเสนอข้อแนะนำหรือข้อวินิจฉัยนั้นส่วนใหญ่ได้ใช้วิธีการโยงก้าวหน้า หรือวิธีการที่ค่อนข้างเป็นขั้นตอนอื่น ๆ ดังได้กล่าวแล้วมีกรณีหนึ่งที่น่าสนใจและอาจนำไปใช้ได้ในสภาพการณ์อื่น ๆ คือ ระบบผู้ชำนาญการ Orthopaedic ใช้วิธีการให้แต้มแก่สมุฏฐานเพื่อสรุปโรค (ดูตารางที่ 2 เป็นตัวอย่าง)

ในกรณีพิเศษ (special case) ที่คะแนนเป็นหนึ่งเท่ากันหมดทุกสมุฏฐาน เช่น สมมติว่ามี 10 สมุฏฐาน และเกณฑ์ในการสรุปเป็น 3 การใช้ข้อสรุปด้วยวิธีนี้จะลดภาระในการเขียนคำสั่งลงไปมาก เพราะกรณีที่จะเกิดขึ้นได้ทั้งหมดคือ $^{10}C_3 = 120$ กรณี แต่สามารถเขียนครอบคลุมได้ทุกกรณี โดยเขียนคำสั่งครั้งเดียวเท่านั้น สำหรับเกณฑ์ในการสรุป Gouty arthritis และ Osteoarthrosis ที่ยกมาเป็นตัวอย่างนี้อาจจะไม่มีปริมาณถึง 120 แต่การหากรณีให้ครบจะทำได้ค่อนข้างยุ่งยากและอาจตกหล่นไม่ครบถ้วนถ้าไม่ใช้วิธีการให้คะแนน ส่วนปัญหาที่ว่าสมุฏฐานดังกล่าวจะไม่มี auto-correlation ซึ่งกันและกัน และสามารถนำคะแนนมาบวกกันได้โดยตรงหรือไม่ ตลอดจนการให้คะแนนนั้นถูกต้องเพียงไร เป็นปัญหาในเรื่องวิศวกรรมความรู้ที่กล่าวถึงแล้ว สังเกตว่า สมุฏฐาน (?) บางคู่ไม่สามารถเกิดขึ้นพร้อมกันได้ เช่น Female และ Male เป็นต้น

4.6 ส่วนช่วยอธิบาย (explanation module)

ระบบผู้ชำนาญการส่วนมากที่ศึกษามีส่วนช่วยอธิบายแบบง่าย ๆ กล่าวคือ สามารถตอบได้ว่าสาเหตุที่สรุปได้คำตอบออกมาเป็นเพราะว่าได้รับข้อเท็จจริงอะไร

เข้าไป และสรุปอะไรเพิ่มเติม (โดยใช้กฎข้อใด) ซึ่งวิธีทำก็ตรงไปตรงมาโดยเพียงแต่เก็บ trace ของการสรุปทุกครั้งเข้าไว้ และเป็นส่วนที่ทำได้โดยอัตโนมัติในภาษา EXSYS นอกจากนี้ในภาษา EXSYS ยังสามารถตอบคำถาม "ทำไม" เมื่อผู้ใช้สงสัยว่าทำไมระบบจึงถามคำถามใดคำถามหนึ่งได้โดยอัตโนมัติอีกด้วย โดยที่ EXSYS ใช้พินิจยนตร์แบบโยงถอยหลัง หรือมุ่งสู่เป้า คำตอบที่ได้จึงเป็นเพียงคำอธิบายเฉพาะหน้าว่าระบบกำลังพยายามจะเข้าสู่กฎข้อใด ซึ่งมีข้อสมมติและข้อสรุปอะไรบ้างเท่านั้น ซึ่งอาจมีประโยชน์หรือไม่มีประโยชน์ก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่า chain of reasoning ยาวเพียงไร และผู้ถามคำถาม "ทำไม" ติดตามขั้นตอนของการทำการโยงถอยหลังได้ใกล้ชิดเพียงใด

นอกจากนั้นบางระบบก็สามารถแสดงรายการข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ป้อนให้กับระบบ เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบสุดท้าย และความถูกต้องของคำตอบที่ผู้ใช้ได้ตอบไปได้อีกด้วย

โดยสรุปแล้วผู้พัฒนาระบบที่ศึกษาไม่ได้ใช้ความพยายามกับส่วนนี้มากนัก เพราะเห็นว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญในระดับรอง ประกอบกับมีเวลาและทรัพยากรจำกัดในการพัฒนาระบบ

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการให้คะแนนเพื่อสรุปโรค

Disease : Gouty arthritis.
Criteria : Sum of score greater or equal 3.00

Information	Score
Male	1.00
Subcutaneous module	0.25
Monoarthritis	1.00
Polyarthritis	0.50
Symmetry pattern	0.25
Asymmetry pattern	0.50
Ankle joint	0.50
First metatarsal joint	1.00

Disease : Osteoarthrosis.
Criteria : Sum of score greater or equal 7.25

Information	Score
Female	2.00
Male	1.00
Wieght bearing joint	1.00
Small joint	0.50
Large joint	0.50
Distal interphalangeal joint of finger	0.50
Monoarthritis	0.50
Oligoarthritis	1.00
Polyarthritis	1.00
Stiffness	1.00
Crepitus	1.50
Locking	1.00
Pain on standing	1.00
Pain all time	0.50
Restrict movement	1.00
Herberden's node	2.00
Effusion	0.50

4.7 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (user interface module)

ระดับของความสามารถของส่วนนี้ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้อะไรเป็นเกณฑ์วัด ถ้าตั้งระดับความคาดหวังไว้สูง เช่น Walker (ed) (1987) ว่าจะให้ระบบผู้ชำนาญการสามารถติดต่อกับผู้ใช้ได้ด้วยภาษาคน (natural language) ก็ต้องนับว่าระบบที่ศึกษาทุกระบบล้มเหลวในส่วนนี้โดยสิ้นเชิง แต่ในความเป็นจริงแล้วน่าจะต้องพิจารณาเป็นรายกรณีไปว่าระบบผู้ชำนาญการนั้นมีความชำนาญในเรื่องอะไร มีวัตถุประสงค์จะใช้งานกับคนกลุ่มใด และคนกลุ่มนั้นโดยปรกติจะสนทนากับผู้ชำนาญการในลักษณะและระดับใด ถ้าการสนทนาเป็นระดับเทคนิคก็น่าจะเพียงพอที่ระบบผู้ชำนาญการจะติดต่อ

กับผู้ใช้ในระดับเทคนิค แต่ถ้าปรกติติดต่อในระดับชาวบ้าน (เช่นหมอกับคนไข้) ระบบผู้ชำนาญการก็ไม่ควรจะถามคำถามเทคนิค เป็นต้น

ดังได้กล่าวแล้วในส่วนที่รายงานเกี่ยวกับภาษาสั่งงานว่า ระบบบางระบบสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้เป็นภาษาไทย ส่วนมากจะใช้เทคนิค หน้าต่าง และรายการ (menu) ซึ่งก็ค่อนข้างสะดวกสำหรับการทำงานกับคอมพิวเตอร์ แต่อาจไม่สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง (เช่นหมอมักจะไม่ยื่นรายการอาการโรคให้คนไข้เลือกตอบว่ามีหรือไม่ แต่มักจะให้คนไข้แจ้งอาการเองและถามเพิ่มเติม) ประเด็นนี้ความจริงแล้วคงเป็นทางเลือกของผู้พัฒนาเพราะไม่ว่าจะเลือกวิธีใดก็มีทั้งข้อดีและข้อเสีย การยอมให้ผู้ใช้แจ้งอาการด้วยตนเองทำได้สะดวกในสภาพความเป็นจริง แต่ทำได้ยากถ้าผู้ใช้ไม่เคยชินกับการพิมพ์ดีด และจะทำงานได้ช้ากว่าทำกับรายการ แต่ถ้าหัวข้อในรายการไม่ตรงกับที่ตนต้องการจะบอกก็จะทำให้น่าเบื่อ เป็นต้น นอกจากนี้บางระบบที่ยอมให้ผู้ใช้พิมพ์อาการเข้าไปในระบบได้พยายามแก้ปัญหาถ้อยคำเบื้องต้นระดับหนึ่ง เช่น รับคำว่า "เป็นไข้" "มีไข้" และ "จับไข้" ด้วยความหมายเดียวกัน และสำหรับคำตอบเรื่องเพศ (ซึ่งในสภาพความเป็นจริงคงไม่ต้องถาม) ก็รับคำตอบ "ผู้ชาย" "ชาย" และ "ช" เป็นคำตอบเดียวกัน เป็นต้น นอกจากนี้บางระบบก็ยอมให้มีการทบทวนและแก้ไขคำตอบเพื่อความสะดวกในการใช้ระบบ

ความจริงแล้วขอบข่ายความสามารถในการทำงานของส่วนนี้มีความสัมพันธ์กับส่วนช่วยอธิบายอยู่มาก และในการทำงานบางหน้าที่ก็แทบจะแยกไม่ออกว่าเป็นหน้าที่ของส่วนนี้หรือส่วนช่วยอธิบาย โดยหลักการแล้ว ประเด็นในการพิจารณาออกแบบและพัฒนา ตลอดจนวิธีการที่ใช้ของส่วนนี้ก็ไม่แตกต่างไปจากประเด็นและวิธีการที่ใช้ในการออกแบบส่วนที่ทำหน้าที่นี้ในซอฟท์แวร์ระบบอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการใช้ง่ายและชวนให้ใช้ ความมีประสิทธิภาพในการใช้ การลดอัตราความผิดพลาดในระหว่างการติดต่อระหว่างคนและระบบ ฯลฯ หรือการใช้ภาษาไทย การใช้หน้าต่างหลายอัน การใช้หน้าต่างซ้อนสลับ (pop-up window) การใช้รายการ การใช้กราฟิกส์หรือรูปภาพ การใช้เสียง ฯลฯ ก็ตาม ดังนั้น จึงอาจถือได้ว่าส่วนนี้เป็นส่วนที่มีลักษณะ "เฉพาะตัว" น้อย

ที่สุดในบรรดาหัวข้อต่าง ๆ เกี่ยวกับการพัฒนาระบบผู้ชำนาญการที่ได้นำมาพิจารณาในบทความนี้

5. บทสรุป

ประสบการณ์จากการศึกษาระบบผู้ชำนาญการระดับต้นแบบสาธิต (demonstration prototype) ทั้ง 8 ระบบนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงความสำคัญเกี่ยวกับการเลือกหัวข้อปัญหา และการเลือกผู้ชำนาญการผู้พัฒนาควรจะต้องใช้เวลาพิจารณาหาคำตอบใน 2 เรื่องนี้ให้เพียงพอ มิฉะนั้นแล้วจะต้องเสี่ยงอย่างสูงกับการกลับมาเริ่มต้นใหม่ครั้งแล้วครั้งเล่า หรือประสบกับความล้มเหลวโดยสิ้นเชิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องเกี่ยวกับเวลาที่ผู้ชำนาญการจะให้แก่โครงการได้

ในการดำเนินงานนั้น ผู้พัฒนาควรเตรียมตัวเตรียมใจที่จะพบกับอุปสรรคสำคัญยิ่งในช่วงของการแสวงหาความรู้ โดยเฉพาะอยางยิ่งถ้าต้องการจะจำลองขั้นตอนการคิดให้เหมือนกับผู้ชำนาญการ แม้แต่ระบบที่มีชื่อเสียงและใช้อ้างอิงกันทั่วไป เช่น MYCIN (Shortliffe (1976) และ PROSPECTOR (Gaschnig (1981)) ก็ไม่ได้ทำเช่นนี้ (Alty et. al. (1984 หน้า 199)) ในบรรดาระบบที่ศึกษาในครั้งนี้มีเพียงไม่เกินครึ่งที่จะทำเช่นนี้ได้ แต่ลักษณะงานของระบบเหล่านั้นก็เอื้ออำนวยและมีลักษณะเป็นขั้นตอนค่อนข้างมาก (เช่น ระบบ Tour Package, Financial Analyst, Diagnose และ Stocks Trader เป็นต้น) ระบบที่เหลือโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบ Orthopaedic ใช้วิธีการของ MYCIN และ PROSPECTOR ที่มุ่งหวังผลสรุปที่ถูกต้องยอมรับได้แต่อาจจะ (และคงจะ) ไม่ตรงกับที่ผู้ชำนาญการใช้จริง

ภาษาสั่งงานที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยขณะนี้แม้จะยังไม่มีภาษาที่เป็นเปลือกระบบผู้ชำนาญการ และชุดเครื่องมือ (toolbox) มากนักแต่ผู้เขียนคิดว่ามีเพียงพอที่จะใช้พัฒนาระบบระดับวิจัยได้อย่างสบาย ๆ และภาษา เช่น Turbo Prolog, LISP หรือ EXSYS ก็น่าจะเพียงพอที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบขนาดใช้งานจริง

(production) โดยเฉพาะ EXSYS ซึ่งมีเครื่องมืออำนวยความสะดวกหลายอย่างอยู่ในระบบเรียบร้อยแล้ว

การแยกส่วนของความรู้ออกจากพินิจยนตร์เป็นเทคนิคที่ผู้เขียนคำสั่งงานไม่ได้ใช้อยู่เป็นประจำ และอาจต้องการวินัยในการดำเนินการอยู่บ้างแต่ก็เป็นวิธีการที่รับมาปฏิบัติได้ไม่ยาก และความจริงแล้วน่าจะเป็นเทคนิคมาตรฐานที่ใช้ในการเขียนคำสั่งงานโดยทั่วไปด้วยเพราะน่าจะช่วยให้การบำรุงรักษาชุดคำสั่งงานทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การจัดการกับความรู้ที่ไม่แน่นอน (fuzzy knowledge) คงเป็นประเด็นที่ต้องพบในการปฏิบัติงานจริง แม้ว่าระบบที่ศึกษาจะไม่มีระบบใดที่ยอมรับความรู้ประเภทนี้แต่ผู้เขียนคิดว่า หากจะทำก็คงทำได้ไม่ยากนัก โดยเฉพาะถ้าสามารถกำหนดความไม่แน่นอนให้เป็นความน่าจะเป็นได้

การเลือกใช้พินิจยนตร์แบบต่าง ๆ นั้นผู้เขียนเห็นว่าเป็นปัญหาในขั้นตอนการสร้างที่ลึกซึ้งกว่าปัญหาอื่น ผู้ชำนาญการในเรื่องนี้ยังตกลงกันไม่ได้ว่าระบบผู้ชำนาญการที่ดีควรจะมีพินิจยนตร์ที่มีรูปแบบเดียวหรือมีหลายรูปแบบ ซึ่งก็เป็นปัญหาที่เกี่ยวโยงกับรูปแบบของการจัดเก็บความรู้ ภาษาสั่งงานที่ใช้และวิธีการแก้ปัญหาดังได้กล่าวมาแล้ว วิธีหนึ่งที่จะหาความเข้าใจและความชำนาญในเรื่องนี้อาจจะเป็นการทดลองใช้พินิจยนตร์แบบต่าง ๆ กับระบบผู้ชำนาญการระบบเดียวกัน เพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างแท้จริง และไม่เพิ่มงานในด้านอื่น ๆ อย่างไรก็ดีปัญหานี้เป็นปัญหาในเรื่องประสิทธิภาพของระบบมากกว่าปัญหาเรื่องความเป็นไปได้ของระบบ กล่าวคือไม่ว่าจะเลือกใช้พินิจยนตร์แบบใดก็คงจะสามารถสร้างระบบได้ แต่อาจไม่มีประสิทธิภาพสูงนัก

โดยสรุปแล้วผู้เขียนรู้สึกว่านอกจากปัญหาของการหาผู้ชำนาญการที่สามารถให้เวลากับโครงการได้แล้ว การสร้างระบบผู้ชำนาญการระดับต้นแบบหรือระดับวิจัย มิได้เป็นงานที่ยากจนเกินไป ตรงกันข้ามกลับเป็นงานที่น่าสนใจและคงมีผลประโยชน์ไม่น้อย สำหรับผู้สนใจงานด้านนี้และพร้อมที่จะต่อสู้กับความลำบากในช่วง

ของการดำเนินงานด้านวิศวกรรมความรู้ สำหรับระบบทั้ง 8 ระบบที่ศึกษาก็นับว่าประสบความสำเร็จค่อนข้างดีในระดับระบบต้นแบบ กล่าวคือสามารถทำงานได้ถูกต้องหลายกรณี (แม้จะมีความเปราะบางสูง) มีลักษณะของระบบผู้ชำนาญการค่อนข้างสมบูรณ์มีการติดต่อกับผู้ใช้ในระดับที่พอรับได้ และบางระบบก็มีประโยชน์ใช้สอยจริงอยู่บ้าง

เอกสารอ้างอิง

Alty, J.L. & M.J. Coombs (1984) "Expert Systems-Concepts and Examples," NCC Publications.

Bobrow, G.D., S. Mittal & M.J. Stefik (1986) "Expert Systems : Perils and Promise," CACM Vol. 29, 880-894.

Borland International (1986) "Turbo Prolog Owner's Handbook," Borland International, Inc.

Buchanan, B.G. & E. Shortliffe (1984) "Rule-Based Expert Systems," Addison-Wesley.

Buchanan, B.G., G.L. Sutherland & E.A. Feigenbaum (1969) "Heuristic DENDRAL : a program for generating explanatory hypotheses in organic chemistry," in B. Weltzer & D. Michie (eds), Machine Intelligence, 4, Edinburgh University Press.

Divis, R. (1986) "Knowledge based systems," Science V231, 4741 (February).

EXSYS Inc. (1984) EXSYS-Expert System Development Package, P.O. Box 75158, Albuquergue, NM 87194, USA.

Fikes, R. & T. Kehler (1985) "The role of frame-based representation in reasoning," CACM Vol. 28, No. 9, 904-920.

Forgy, C.L. (1981) "OPS 5 User's Manual," report CMU-CS-81-135, Dept. of Computer Science, Carnegie-Mellon University.

Gaschnig, J. (1981) "PROSPECTOR : An expert system for mineral exploration," Machine Intelligence, Infotech State of the Art Report, series 9, No. 3.

Hirsch, P., M. Meier, S. Snyder & R. Stillman (1985) "PRISM : Prototype inference System," AFIPS Conference Proceeding 54, 121-124.

Lindsay, R.K., B.G. Buchanan, E.A. Feigenbuam & J. Lederberg (1980) "Applications of Artificial Intelligence in Organic Chemistry : The DENDRAL Project," McGraw-Hill.

Shammas, N.C. (1986) "Software Review-Turbo Prolog," BYTE, September, 293-295.

Shortliffe, E.H. (1976) "Computer-Based Medical Consultations : MYCIN.," Elsvier.

Stefik, M., D.G. Bobrow, S. Mittal & L. Conway (1983) "Knowledge programming in Loops : Report on and experimental course," The Artificial Intelligence Magazine, Fall issue, 3-13.

Walker, A. (ed.), M. McCord, J.F. Sowa & W.G. Wilson, (1987)," Knowledge Systems and Prolog," Addison-Wesley.

Waterman, D.A. (1986) "A Guide to Expert Systems," Addison-Wesley.

Webster, B. (1986) "Two fine Products," BYTE, September, 335-340.