บทที่ 3

ความรู้เกี่ยวกับระบบผู้เชี่ยวชาญ

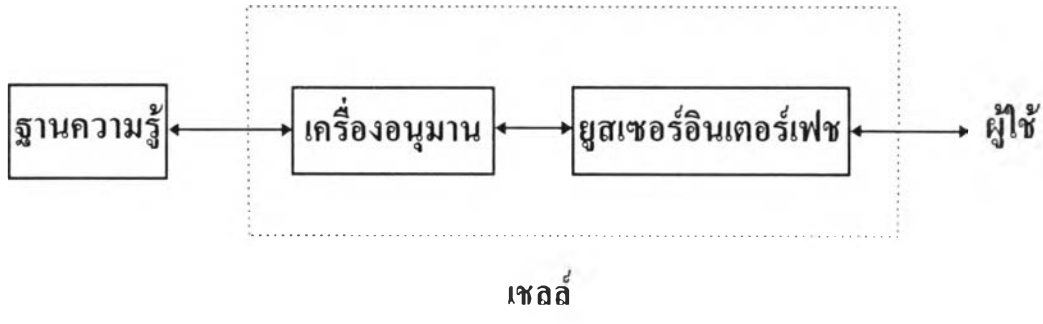
3.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เป็นแขนงวิชาที่มุ่งเน้นในด้านการทำความเข้าใจ เกี่ยวกับวิธีการทำให้คอมพิวเตอร์สามารถแสดงความฉลาดออกมาได้ เช่น การคิด การหาเหตุผล การรับรู้ ในระยะแรกงานวิจัยทางด้านนี้มักทำวิจัยเรื่องที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์ (Robotics) การค้นคว้าในสาขาปัญญาประดิษฐ์เริ่มในกลางทศวรรษที่ 1960 นีเวล (Newell) และ ไซมอน (Simon) ได้ค้นพบจากประสบการณ์ทางการวิจัยของเขาเองว่ากลยุทธ์ของกรรมวิธีการหาเหตุผลที่ต้องการให้มีลักษณะทั่วไปนั้นยังมีข้อจำกัดอยู่มากในการนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากๆ จากการค้นพบครั้งนี้ทำให้งานด้านปัญญาประดิษฐ์หันมาสนใจปัญหาที่มีขอบเขตเล็ก ประมาณกลางทศวรรษ ที่ 1980 ได้เกิดระบบผู้เชี่ยวชาญขึ้นอย่างมากมาย ในขณะนั้นมีนักวิจัยจำนวนหนึ่ง เช่น มินสกี (Minsky) และ บราชแมน (Brachman) เริ่มให้ความสนใจ และได้พัฒนาทฤษฎีของการแสดงความรู้ (Knowledge Representation) และพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาความรู้ ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นระบบที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ในการเป็นผู้เชี่ยวชาญ และให้คำปรึกษากับมนุษย์ โดยเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่ง ที่ระบบควบคุมโปรแกรม (Program Control)แยกออกเป็นอิสระออกจากส่วนของโปรแกรมที่

บรรจุความรู้ และสามารถแก้ปัญหาได้ในลักษณะที่คล้ายคลึงกับวิธีการที่มนุษย์ใช้ และจะแก้ปัญหาได้หลายอย่าง และจะเน้นแก้ปัญหาเฉพาะอย่าง และอยู่ในขอบเขตจำกัด โดยที่ทั่วไปยอมรับว่าปัญหานั้นแก้ไขยาก และไม่ค่อยมีโครงสร้าง ต้องใช้เวลาในการแก้ไขนาน และที่สำคัญปัญหานั้นไม่ใช่ใครก็แก้ได้ แต่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านจริงๆ ในปัญหาประเภทนี้คำตอบจะมีโอกาสเป็นได้หลายอย่าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพขณะนั้นของปัญหา และข้อมูลที่เข้ามา เราไม่สามารถจะกำหนดขั้นตอนในการแก้อย่างชัดเจนไว้ล่วงหน้าได้ ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาแบบที่มีมาซึ่งเป็นแบบเขียนโปรแกรมเป็นขั้นตอนการแก้ปัญหาหรืออัลกอริธึม (algorithm) จึงไม่สามารถจะนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาประเภทนี้ได้ ในบางครั้งเราเรียกระบบผู้เชี่ยวชาญว่าเป็น ระบบฐานความรู้ (Knowledge-based system) ทั้งนี้เพราะการทำงานของระบบจะต้องอาศัยความจริงและกฎของเรื่องนั้นๆ มารวบรวมเป็นความรู้ ความรู้ที่เก็บมีทั้งความรู้ที่เป็นความจริงที่อาจจะถูกบันทึกไว้ในรูปของตำรา หรือเอกสารวิชาการ และความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ที่อาจไม่อยู่ในรูปตำรา หรือ เอกสารวิชาการ แต่จะดึงออกมาจากผู้เชี่ยวชาญ หรือผู้ชำนาญที่มีประสบการณ์นั้น เราเรียกความรู้นี้ว่าเป็นความรู้ประเภทฮิวริสติกส์ แล้วเก็บรวบรวมในรูป ของฐานความรู้ (Knowledge base) ระบบจะอาศัยความรู้ที่มีอยู่ในตัวมันเองมาทำการอนุมาน ร่วมกับความจริงที่ได้เข้ามาใหม่จากผู้ใช้ แล้วให้คำตัดสิน และคำวินิจฉัยออกมาได้

ระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นผลิตผลจากการประยุกต์ของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ที่เติบโตเร็วที่สุด ระบบผู้เชี่ยวชาญ

พยายามทำตัวเองให้เหมือนกับผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้าน ระบบนี้ให้ความมั่นใจเพราะเป็นความรู้ของผู้เชี่ยวชาญ ความรู้ปรกติถูกรวบรวมไว้ในระบบผู้เชี่ยวชาญในรูปของความสัมพันธ์ ระบบผู้เชี่ยวชาญเก็บความรู้ และส่วนของการอนุมานแยกกัน ดังนั้นการใช้ความรู้ของระบบมีความชัดเจน และ เข้าได้ง่าย ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถอธิบายรายละเอียดที่ต้องการ และ ความแน่นอนของข้อสรุปที่มาถึงว่าเป็นอย่างไร ข้อดีของระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณความรู้ขนาดใหญ่ และระบบผู้เชี่ยวชาญไม่ลืมความรู้นั้น



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ความรู้ = ความจริง + กฎ + ฮิวริสติกส์

รูปที่ 3.2 ความรู้ในระบบผู้เชี่ยวชาญ

คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญต่างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไป ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถสร้างฐานความรู้ของตัวเอง ถึงแม้ว่าการบรรลุเป้าหมายนั้นมีความท้าทายมาก ผู้เชี่ยวชาญที่ไม่ใช้โปรแกรมเมอร์สามารถทำการขยายฐานความรู้ได้ สำหรับระบบผู้

เชี่ยวชาญใช้การรวมกับ ยูสเซอร์อินเตอร์เฟช และกลไกการอนุมาน บางครั้งเรียกว่าเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการขยายความรู้ โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวแสดงดังรูปที่ 3.1 ประกอบด้วย ฐานความรู้ เครื่องอนุมาน และการติดต่อกับผู้ใช้

ระบบฐานความรู้บรรจุรายละเอียดของปัญหาเฉพาะ ความรู้นั้นประกอบไปด้วย ความจริง กฎ และ ฮิวริสติกส์ แสดงดังรูปที่ 3.2

การใช้ความรู้ (ความจริง กฎ และฮิวริสติกส์) ของระบบผู้เชี่ยวชาญอยู่ในส่วนของเครื่องอนุมาน เครื่องอนุมานใช้กลไกในการอนุมานในการปฏิบัติการกับความรู้ และแสดงข้อสรุป ยูสเซอร์อินเตอร์เฟช เตรียมไว้สำหรับการติดต่อระหว่างโปรแกรมกับผู้ใช้

ที่ผ่านมา เครื่องอนุมานและ ยูสเซอร์อินเตอร์เฟช รวมกันอยู่ในเทอมของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ หน้าที่ของเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ

(1) ตอบข้อสรุปที่มาถึงว่าเป็นอย่างไร

(2) ตอบความมั่นใจของรายละเอียดที่ต้องการ

(3) มีส่วนที่ให้เติมความรู้เข้าไปในฐานความรู้

ถ้าขาดจากฐานความรู้ เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญไม่สามารถทำอะไรได้เลย แต่ที่สำคัญเชลล์ต้องมีความสามารถที่ทำงาน และอัพเดทฐานความรู้ ความรู้สามารถเติมเข้าไปโดยผู้เชี่ยวชาญที่ไม่ใช้โปรแกรมเมอร์ หรือโดยเป็นความรู้จากการอนุมานของระบบผู้เชี่ยวชาญเอง ความสามารถในส่วนนี้ทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญมีศักยภาพ และความยืดหยุ่น และเป็นเครื่องจักรที่คิดเองได้

3.2 การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผลิตผลทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่มีศักยภาพในการประยุกต์จริงมากที่สุด ระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถใช้ช่วยในงานอุตสาหกรรมหรือธุรกิจใดก็ได้ที่ต้องใช้ความชำนาญเฉพาะอย่าง ระบบผู้เชี่ยวชาญถึงแม้จะเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่ง แต่โครงสร้างและเทคนิคที่ใช้ในการสร้างหรือพัฒนาต่างจากโปรแกรมที่มีมาและเป้าหมายในการประยุกต์ใช้ก็แตกต่างกัน การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ผ่านมาได้แก่ การประยุกต์ใช้ในวงการแพทย์ การวิเคราะห์โครงสร้างสารอินทรีย์ และการสำรวจทรัพยากรธรณี

การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญในวงการแพทย์ ลักษณะของระบบผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มนี้คือ การแก้ปัญหาที่มีลักษณะของการวินิจฉัย (diagonosing) และให้ข้อเสนอแนะโดยอาศัยฐานความรู้ ไมซิน (Mycin) ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกเพื่อใช้ในการวินิจฉัย และ แนะนำเกี่ยวกับ การตรวจรักษาโรคติดเชื้อในเลือดที่มีกฎอยู่ประมาณ 400 ข้อ (Shortliffe, 1976) สำหรับวิธีในการหาเหตุผลระบบผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มของ ไมซิน ได้มีการพัฒนาต่อมาเรื่อยไปจนกลายเป็นต้นแบบของระบบผู้เชี่ยวชาญในยุคต่อมา

เดนดรัล (DENDRAL) เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญอีกแขนงหนึ่ง ที่ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางแมสสเปคโตรกราฟฟี (mass spectrography) ข้อมูลทางนิวเคลียร์ แมคนิติค รีโซแนนซ์ (neuclear magnetic resonance) และข้อมูลอื่นๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี เพื่ออนุมานหาโครงสร้างทางเคมีที่ไม่รู้จัก (Buchanan and Lederberger, 1971; Buchanan and

Feigenbaum, 1978) วิธีการของเดนดรัลจะอาศัยหลักการหาเหตุผลของการสร้าง และทดสอบ (Generate-and-test) มาแก้ไขปัญหา โดยการให้คะแนนความเป็นไปได้ของโครงสร้างต่างๆ ที่สอดคล้องกับเงื่อนไข (Constraints) ที่ระบบสร้างขึ้น และจากคะแนนนี้ก็จะหาโครงสร้างที่เป็นไปได้มากที่สุด สำหรับเมตาเดนดรัลได้เพิ่มเติมหน่วยความรู้ในการวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีให้กับระบบเพื่อเป็นตัวช่วยเสริมในการเลือกโครงสร้างทางเคมีที่เหมาะสม

SAINT โครงการนี้เกิดขึ้นโดยการค้นคว้าของ สเลเกิล (Slagle) ในปี คศ.2504 ซึ่งเป็นแนวหนึ่งในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ และอีกสิบปีต่อมาระบบนี้กลายเป็น MACSYMA ซึ่งเป็นโครงการที่พัฒนาโดยสถาบันเทคโนโลยีแห่งแมสซาชูเซตต์ (Massachusets Institute of Technology) เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับดิฟเฟอเรนทิเอต และอินทิเกรด

R1 (McDermott, 1982) เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้สำหรับจัดวางระบบคอมพิวเตอร์ให้กับ เครื่องคอมพิวเตอร์ VAX ซึ่ง R1 เป็นสิ่งที่เรียกได้ว่าประสบความสำเร็จมากที่สุดของออฟส์ไฟว์ (OPS5)

การประยุกต์ใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างประโยคของภาษาธรรมชาติ เช่น ภาษาอังกฤษ (Schank and Childers, 1984)

3.2.1 การประยุกต์ใช้ทางด้านวิศวกรรมเคมี

สำหรับการประยุกต์ใช้ทางด้านวิศวกรรมเคมี ได้นำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาประยุกต์ใช้ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) ด้านการออกแบบระบบควบคุม (Design of

Control Systems) การวางแผนของระบบปฏิบัติการแบบแบทช์ (Scheduling of Batch Operations) วิเคราะห์ระบบปฏิบัติการแบบกระบวนการ (Diagnosis of Process Operations) สังเคราะห์ และซิมูเลชั่นของระบบกระบวนการ (Systhesis and Simulation of Processing Systems) การพัฒนากระบวนการ และการออกแบบเบื้องต้น (Process Devlopment-Preliminary Conceptual Design) ระบบการควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ (The"Autonomous" Process Control System) การมองและการวิเคราห์ระบบปฏิบัติการกระบวนการ (Monitoring and Analysis of Process Operations)

ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) นักวิทยาศาสตร์ และวิศวกรต้องการที่จะออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่นผลิตภัณฑ์ทางพอลิเมอร์ เซรามิกส์ ตัวทำละลาย ผลิตภัณฑ์ยา เคมีภัณฑ์ทางการเกษตร ได้นำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการเลือกโดยพิจารณาจากโครงสร้างของโมเลกุล ขนาดของผลิตภัณฑ์ รูปทรงของผลิตภัณฑ์ และองค์ประกอบอื่นๆ ในกรณีที่การออกแบบมีความซับซ้อน ตัวอย่างเช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญในการเลือกหรือออกแบบอัลล์ลอย สีเคมี พอลิเมอร์ (Nagasaka et al., 1990) หรือพอลิเมอร์ผสม (Banares-Alcantara et al., 1987; 1988; Speck et al., 1989)

ด้านการออกแบบระบบควบคุม (Design of control system) ได้นำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการออกแบบระบบควบคุม ตัวอย่างเช่น ระบบผู้เชี่ยวชาญในการเลือกลูพควบคุมสำหรับโรงงานเคมี (Umeda and Niida, 1986) ระบบผู้เชี่ยวชาญในการช่วยออกแบบโครงแบบของการควบคุมสำหรับหอกลั่น (Birky st al., 1988) ระบบฐานความรู้ในการควบคุม

กระบวนการ (Tzouanas et al., 1988) ระบบฐานความรู้ในการควบคุมถังปฏิกรณ์เคมี (Basila. Stefanek and Cinar, 1990)

ด้านการวางแผนของระบบปฏิบัติการแบบแบทช์ (Scheduling of Batch Operations) ตัวอย่างเช่น ใช้ระบบฐานกฎในการวางแผนกระบวนการผลิตชิ้นงานโลหะ (Kerr and Ebsary, 1989)

ด้านการวิเคราะห์ระบบปฏิบัติการแบบกระบวนการ (Diagnosis of Process Operations) ตัวอย่างเช่น วิเคราะห์ความผิดพลาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในลูพควบคุม เช่น เครื่องรับรู้ (Sensor) และความผิดพลาดของหน่วยปฏิบัติการ (Calandranis et al., 1990)

การประยุกต์ใช้ในการเลือกเครื่องปฏิกรณ์ โดยนำระบบ AHP (Analytical hierarchy process) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการถ่วงน้ำหนักความสำคัญของคุณสมบัติของเครื่องปฏิกรณ์ที่นำมาใช้ในการพิจารณาเลือก โดยทำการจับคู่เปรียบเทียบ เนื่องจาก AHP เป็นโครงสร้างทางวิศวกรรมเคมีดังนั้นจึงนำมาอิมพลีเมนท์ เข้ากับระบบผู้เชี่ยวชาญได้ (P.J. Hanratty and B. Joseph, 1992)

ทางด้านการควบคุมกระบวนการ สำหรับการควบคุมกระบวนการนั้นได้มีประยุกต์ระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการวิเคราะห์ และหาทางแก้ไขปัญหา แบ่งได้เป็น 2 ทางคือการประยุกต์ใช้งานทางด้านระบบไม่ใช่เวลาจริง (Nonreal-time application) ได้แก่ การออกแบบโรงงานทางวิศวกรรมเคมีซึ่งมีลักษณะเป็นซอฟแวร์ชื่อ Design.KIT (Stephanopoulos et al., 1987) การออกแบบระบบควบคุม การออกแบบระบบไม่ต่อเนื่อง การเลือกโครงสร้างของ

ระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน (Distributed Control System, DCS) การเลือกชนิดของคะตะลิสต์ (R.Banares, et al., 1987) การเลือกอุปกรณ์ของระบบถ่ายเทความร้อน (J. Yang., et al., 1993) เป็นต้น และการประยุกต์ใช้งานกับระบบทันเวลา (Real-time application) ได้แก่ การวิเคราะห์ข้อผิดพลาดของกระบวนการที่เกิดขึ้นในขณะใดๆ ตารางการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ระบบรักษาความปลอดภัย ระบบเตือนภัยและแก้ไขปัญหาในระบบการควบคุมแบบกระจายส่วน เป็นต้น

3.2.2 การประยุกต์ทางด้านพลาสติก

การประยุกต์ใช้ทางด้านพลาสติกส่วนใหญ่จะนำระบบผู้เชี่ยวชาญไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ทางด้านการออกแบบกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก และระบบผู้เชี่ยวชาญในการเลือกชนิดของพลาสติก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

Kim และ Suh (1986) ได้นำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยออกแบบกรรมวิธีการฉีดพลาสติก จากคุณสมบัติทางกลที่เกิดจากความร้อน ของชิ้นงานพลาสติก เช่น ผลการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุล และความแข็งแรงของรอยเชื่อมสามารถวิเคราะห์ผลได้จากโปรแกรมซิมูเลชั่น นำไปหาค่าในการออกแบบ และหาหนทางเลือกที่เหมาะสมในการออกแบบกรรมวิธีการผลิต

Lovrich, M.L. และ Charles (1986) ได้นำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้ในการเลือกชนิดของพอลิเมอร์ และชนิดของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก โปรแกรมนี้มีชื่อว่า MAPS

เป็น โปรแกรมที่พัฒนาจากภาษา ออพส์ไฟว์ (OPS5) และรันบนเครื่อง แวกซ์ (VAX) โดยในการเลือกจะพิจารณาจากคุณสมบัติของพลาสติก และรูปทรงของผลิตภัณฑ์พลาสติก มีชนิดของกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกให้เลือกทั้งหมด 12 ชนิด

ต่อมา A. Shenoy และ U. Shenoy (1988) ได้ทำการศึกษาระบบผู้เชี่ยวชาญในกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติก ได้นำเอาระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยแก้ปัญหาในกรรมวิธีการฉีดพลาสติกที่มีปฏิกิริยามาเกี่ยวข้อง (Reaction Injection Molding) เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานพลาสติก หนทางในการแก้ปัญหานั้นมีหลายวิธี มีอยู่บางวิธีที่จะนำไปสู่ปัญหาใหม่ที่ต้องกลับมาทำการแก้ไขอีก นี่คือตัวอย่างของปัญหาที่มีความซับซ้อน Shenoy จึงได้นำทฤษฎีแฟคเตอร์แห่งความมั่นใจมาใช้เพื่อเรียงลำดับ ความสำคัญก่อนหลัง ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานพลาสติก

ต่อมา Hopgood (1989) ได้ศึกษากลไกการอนุมานสำหรับการเลือก และการประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ระบบคอมพิวเตอร์ ฐานความรู้ 2 ระบบ ซึ่งได้สร้างขึ้นเพื่อช่วยนักออกแบบผลิตภัณฑ์พลาสติก ระบบแรกจะเป็นการประยุกต์ ใช้การอนุมานภายใต้ความไม่แน่นอน ของปัญหาการเลือกทฤษฎีของเบย์ ที่ได้รับการปรับปรุง แล้วถูกนำมาใช้รวมกับความน่าจะเป็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปทั้งหมด พบว่าทฤษฎีนี้ยังมีข้อผิดพลาดอยู่

จากทฤษฎีของเบย์ ต่อมา Hebert และ Laplume (1992) ได้พัฒนาระบบฐานความรู้ที่ให้คำปรึกษาสำหรับการป้องกันความผิดพลาดที่เกิดกับผลิตภัณฑ์ และการออกแบบแม่แบบ รวมถึงการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการขึ้นรูปพลาสติกแบบฉีดโดยระบบจะทำการหาสาเหตุที่

สัมพันธ์กับปัญหา ซึ่งสาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่จะมาจากความผิดพลาดของเครื่องจักร ปัญหาจากแม่แบบ ปัญหาจากเงื่อนไขในการผลิต และ วัตถุดิบที่ใช้ผลิต จากนั้นระบบจะให้คำปรึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่สัมพันธ์กับสาเหตุ ซึ่งจะครอบคลุมถึง 112 ปัญหา

3.3 หลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ระบบผู้เชี่ยวชาญโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนประพื้นฐาน 5 ส่วน คือ ฐานความรู้ (Knowledge base) เครื่องอนุมาน (Inference engine) ส่วนดึงความรู้ (Knowledge acquisition subsystem) ส่วนอธิบาย (Expanation sub-system) และ ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User interface) ส่วนที่สำคัญที่สุดคือส่วนของ ฐานความรู้ และ เครื่องอนุมาน โดยที่ฐานความรู้ จะเป็นส่วนที่เปรียบเสมือนกับข้อมูลในซอฟต์แวร์ ธรรมดาหรือ ฐานข้อมูล (database) ในระบบสารสนเทศ (information system) เป็นส่วนที่ใช้เก็บความรู้ทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ ปัญหาหลักของฐานความรู้ คือ การเลือกวิธีการแสดงความรู้ หรือโครงสร้างสำหรับเก็บความรู้ที่เหมาะสม ส่วนของเครื่องอนุมานเป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่ทำการอนุมาน หรือหาเหตุผลจากความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้ เพื่อให้ได้คำตัดสิน หรือคำวินิจฉัย วิธีการอนุมานมีหลายแบบแต่แยกออกเป็นประเภทใหญ่ได้ 2 ประเภทคือ การอนุมานแบบเดินหน้า (Forward Chaining) และการอนุมานแบบย้อนหลัง (Backward Chaining) การอนุมานแบบเดินหน้า เป็นกรรมวิธีการหนึ่งในการควบคุมทิศทาง ของการอนุมานในฐานความรู้ ที่เป็นแบบกฎ การอนุมานแบบเดินหน้าจะเริ่มต้นการพิสูจน์เงื่อนไขที่อยู่หลัง IF ว่าถูก

ด้องหรือไม่ ก่อนที่จะบอกได้ว่าข้อสรุปหลัง THEN เป็นจริงหรือไม่ ส่วน การอนุมานแบบย้อนกลับ เป็นกรรมวิธีการในการควบคุมทิศทางของการอนุมาน ในเรื่องของฐานความรู้ที่เป็นกฎนั้น การอนุมานแบบย้อนหลังจะเริ่มด้นการหาค่าของเป้าหมาย (goal) โดยการพิสูจน์ข้อสรุป (หรือคู่ของแอตทริบิวต์และค่า) ของส่วนที่อยู่หลัง THEN จากเงื่อนไขที่อยู่หลัง IF ในการหาเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญ มี 2 แบบคือ แบบแรกคือ การหาเหตุผลแบบโมโนโทนิก (Monotonic Reasoning) เป็นระบบการหาเหตุผล ที่อยู่บนพื้นฐานที่ว่า เมื่อความจริงใดๆ ที่ได้รับการพิจารณา แล้วความจริงนั้นๆ จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ ตลอดของการหาเหตุผลครั้งนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า จำนวนความจริงที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้อง ณ เวลาหนึ่ง ๆ จะมีค่าของความน่าเชื่อถือ เพิ่มขึ้นอยู่เสมอ และจะไม่ลดลง แบบที่ 2 คือ การหาเหตุผลแบบนอนโมโนโทนิก (Nonmonotonic Reasoning) การหาเหตุผลแบบนี้จะตรงข้ามกับ การหาเหตุผลแบบ โมโนโทนิกคือความจริงที่ได้รับการสรุปมาก่อนหน้าแล้ว สามารถถูกตรวจสอบแก้ไขได้ ความจริงนั้นอาจจะไม่เป็นความจริงไปตลอดช่วงของการอนุมานก็ได้

3.3.1 การแสดงความรู้ (Knowledge Representation)

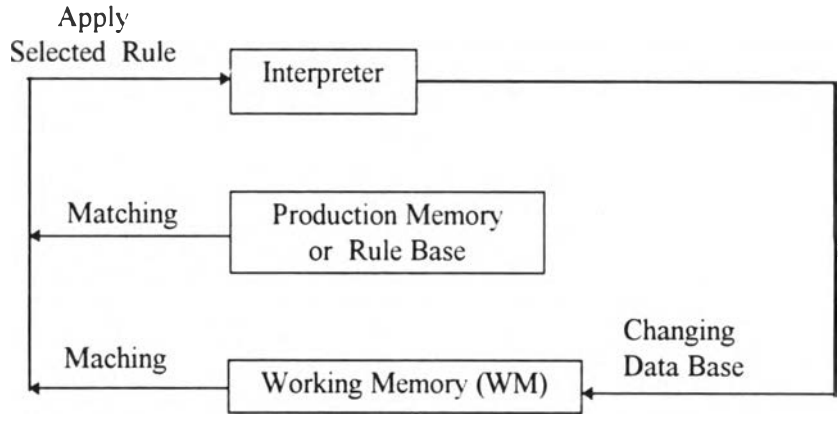
เป็นวิธีการในการแปลงความรู้ที่มีอยู่ ให้อยู่ในรูปคอมพิวเตอร์ หรือระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถทำงานได้ รูปแบบที่ใช้ในการแสดงความรู้ เช่น กฎ เฟรม

ก. โดยใช้ระบบฐานกฎ (Rule base)

การแสดงความรู้ในรูปของกฎ (Rule-base representation) ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยนีเวล (Newell) และ ไซมอน (Simon) เมื่อปี 2510 และมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบโปรดักชั่น

(production system) ซึ่งมีหลักเกณฑ์พื้นฐานง่ายๆ คือ อาศัยรูปประโยคของ IF ..... THEN ..... โดยประโยคที่ตามหลัง IF คือ การแสดงเงื่อนไข ประโยคที่ตามหลัง THEN คือการแสดงผลสรุป ระบบโปรดักชัน จะเป็นโมเดลคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่ขั้นตอนการประมวลผลจะบันทึกอยู่ในรูปของเซ็ตของกฎ กฎอันไหนจะถูกใช้ก่อนหลังนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับลำดับการบันทึกกฎ แต่ขึ้นอยู่กับว่าเงื่อนไขของกฎนั้นครบสมบูรณ์หรือไม่ ถ้าครบจะปฏิบัติตามกฎนั้น เมื่อเทียบกับคอมพิวเตอร์ จะบันทึกขั้นตอนการควบคุมนั้นไว้ทั้งหมด การประมวลผลของเครื่องจะเป็นไปตามการควบคุมนั้น

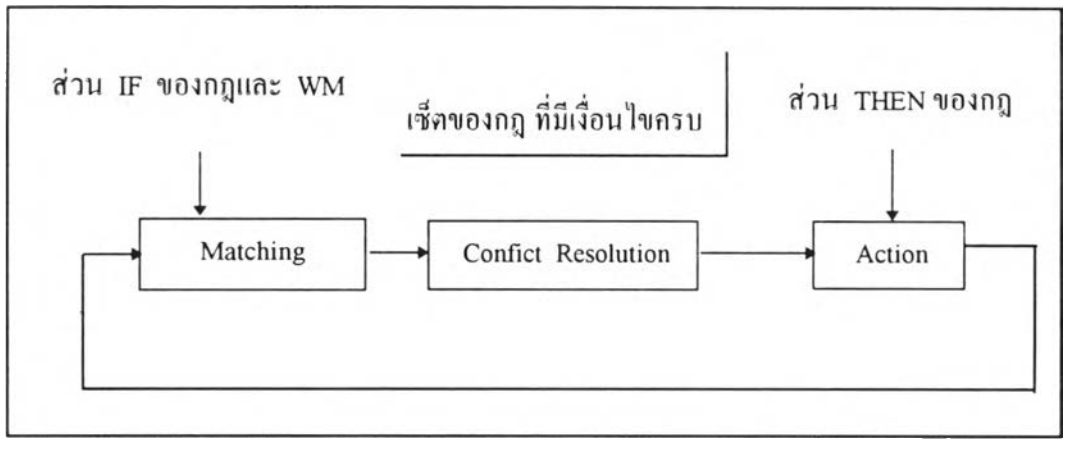
รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของระบบการผลิต (Production System) ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่เก็บความรู้ (Production Memory) ส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมแอคชั่น



รูปที่ 3.3 โครงสร้างของระบบการผลิต (Production System)

ของกฎ (Interpreter) หรือ ส่วนอนุมาน และส่วนที่ทำหน้าที่ในการเก็บความจริงที่ได้มีการอนุมานก่อนหน้า (Working Memory) ซึ่งทั้งสามส่วนนี้ ทำหน้าที่โดยหน่วยอินเตอร์พรีเตอร์จะนำกฎจาก ส่วนที่เก็บความรู้ มาเปรียบเทียบกับความรู้ที่ได้มาจากส่วนที่เก็บความจริงที่ได้

จากการสรุปมาก่อนหน้านี้ ในการเปรียบเทียบของอินเตอร์พรีเตอร์ นี้จะทำตามลำดับขั้นดังรูปที่ 3.4 ดังนี้ เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบในส่วนที่เป็นเซ็ตข้อมูลในส่วนที่เก็บความจริงที่ได้จากการสรุปก่อนหน้านี้ กับฐานความรู้ที่อยู่ใน ส่วนที่เก็บความรู้ ในกรณีนี้จะเป็นไปได้ที่มีกฎหลายข้อที่เมื่อเปรียบเทียบแล้วตรงกัน ในกรณีเช่นนี้ ส่วนที่ทำหน้าที่ในการเลือกกฎ (Conflict resolution) จะเลือกกฎข้อที่ถูกต้อง ซึ่งในการเลือกกฎนี้จะมีกรรมวิธีการของการอนุมานแบบเดินหน้า หรือการหาเหตุผลจากความจริง (Fact) ไปหา เป้าหมาย (Goal) และการอนุมานแบบย้อนกลับ ซึ่งเป็นการเหตุผลจากเป้าหมาย ไปหาความจริง เมื่อได้กฎที่ต้องการแล้วก็เอ็กซ์คิวต์ (Excecute) เมื่อเอ็กซ์คิวต์ เสร็จแล้ว ก็จะวนกลับไปทำ การเปรียบเทียบ (Pattern matching) ใหม่ และจะวนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้คำตอบที่แท้จริง



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรปฏิบัติของระบบการผลิต

ระบบฐานกฎของระบบผู้เชี่ยวชาญเป็นระบบที่ง่ายที่สุดในการแสดงความรู้ในปัจจุบัน ตารางที่ 3.1 แสดงข้อดีข้อเสียของระบบฐานกฎ

ในการกำจัดข้อเสียของระบบฐานกฎ ในการค้นคว้าทางปัญญาประดิษฐ์ ได้มี

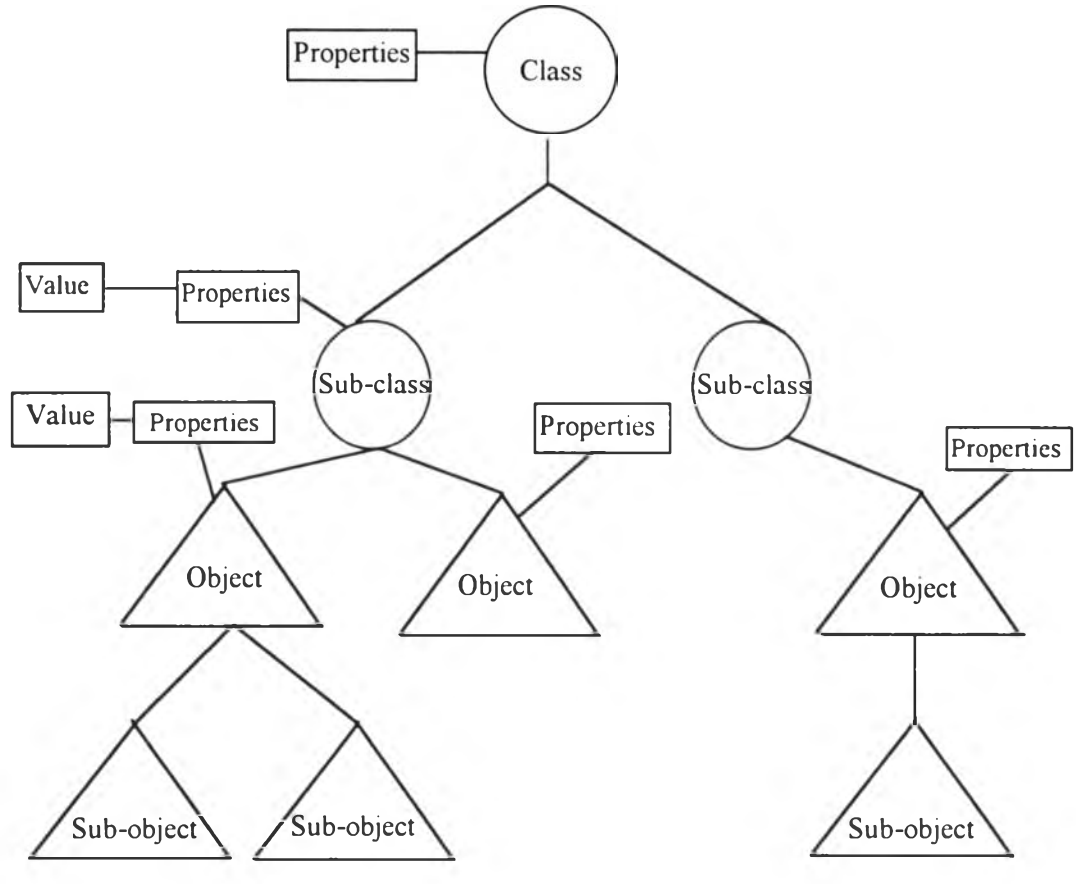
การพัฒนาฟัซซี่ลอจิค (Fuzzy logic) ระบบการรักษาข้อเท็จจริง (Truth-maintenance) เป็นเหมือนระบบฐานเฟรม (Frame-based systems) เป็นการรวบรวมเอาเทคนิคเพื่อแก้ไขความเชื่องานของระบบการรักษาข้อเท็จจริงคือ การคงไว้ซึ่งกลุ่มของความเชื่อที่ทราบว่ามีความขัดแย้งกัน และไม่เก็บความเชื่อที่ปราศจากเหตุผล

ตารางที่ 3.1 ข้อดีข้อเสียของระบบฐานกฎของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ข้อดี (Advantages)	ข้อเสีย (Disadvantages)
• ง่ายในพัฒนาฐานความรู้	• ความรู้ไม่รวมอยู่ในโครงสร้างรวม
• สนับสนุนโปรแกรมโมดูลล่า	• ความผิดพลาด ที่สร้างความเสียหายให้กับบล็อกขนาดใหญ่ของความรู้ที่สัมพันธ์กัน
• มีความยืดหยุ่น	• ไม่เหมาะกับ กฎที่มีปฏิกิริยากัน
• ง่ายในการแก้ไขปรับปรุง	• การควบคุมคลุมเครือ
• มีความยืดหยุ่นในการควบคุม	• ไม่มีประสิทธิภาพสำหรับความรู้แบบสถิต (Static knowledge) ขนาดใหญ่
• สามารถอ่าน และเข้าใจได้	• โฟกัสเกิน ความผิดพลาดยากที่จะเข้าใจจากภาพรวม ไม่สามารถที่จะคาดคะเนได้
• เหมาะสมสำหรับไดนามิก	

ข. โดยใช้เฟรม (Frame)

เฟรม (Frame) ใช้แสดง ออปเจกต์ (Object) คลาส (Class) แอดทริบิวท์ (Attributes) และค่าของแอดทริบิวท์ (Attributes value) เป็นรูปแบบการแสดงความรู้ที่เสนอโดยขึ้นโดย มินสกี (Minsky) ในปี ค.ศ. 1974 เพื่อเป็นโครงสร้างในการสร้างแบบจำลองของความจำของกระบวนการ เรียนรู้ของมนุษย์ เฟรมเป็นการแสดงความรู้แบบโครงสร้างแบบหนึ่งในเฟรมจะมีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับสภาพ เหตุการวัตถุ หรือความคิด และการบันทึกความสัมพันธ์ ต่างระดับระหว่างสิ่งต่างๆ



รูปที่ 3.5 แสดงโครงสร้างของการแสดงความรู้โดยใช้ เฟรม

จากรูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างของการแสดงความรู้โดยใช้เฟรม โดยจะแบ่งเป็นระดับตั้งแต่ คลาส คลาสย่อย (Sub-class) ออปเจกต์ (Object) และ ออปเจกต์ย่อย (Sub-object) ทำให้สามารถใช้ลักษณะการถ่ายทอดคุณสมบัติ เพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเก็บความรู้คือ สามารถถ่ายทอดคุณสมบัติ (Properties) และค่า (Value) จากคลาส มายัง คลาสย่อย และ ออปเจกต์ ได้แก่ ดิฟอลท์ (Default) ไม่สามารถถ่ายทอดคุณสมบัติจากออปเจกต์ ไปยังออปเจกต์ย่อยได้ แต่เราสามารถควบคุมให้มีการถ่ายทอดคุณสมบัติ และค่าได้ เฟรมสามารถแสดงความรู้ได้หลายประเภทนับตั้งแต่ความรู้ที่เป็นความจริง จนถึงความรู้ที่เป็นแบบขั้นตอน หรือกระบวนการ ความยืดหยุ่นในการอนุมาน ในระบบเฟรมไม่มีการกำหนดวิธีการอนุมานอย่างตายตัว ดังนั้นผู้ออกแบบระบบจึงสามารถเลือกวิธี การอนุมานให้เหมาะสมกับลักษณะ และสภาพของปัญหาได้ ข้อเสียของการแสดงความรู้แบบเฟรม คือ ปัญหาในการจัดความรู้ เนื่องจาก เฟรมเป็นการแสดงความรู้ ที่มีความยืดหยุ่นเข้ากับความรู้ได้หลายประเภท ทำให้การตรวจสอบความถูกต้อง และการปราศจากความขัดแย้ง ของความรู้เป็นไปได้ยาก ปัญหาการสร้างแบบจำลอง การที่ไม่มีการกำหนดวิธีการอนุมานแบบตายตัว ทำให้ระบบเฟรมมีความยืดหยุ่นในการใช้กับปัญหาประเภทต่างๆ แต่ในอีกแง่หนึ่งก็เป็นการเพิ่มภาระแก่ผู้ใช้ ด้วยในการที่จะต้องตัดสินใจ เลือกวิธีการอนุมาน

3.3.2 กลไกการหาเหตุผล (Reasoning Mechanism)

เป็นวิธีการหาคำตอบหรือการคิดของ ระบบผู้เชี่ยวชาญ เช่นการอนุมานแบบไปข้างหน้า และการอนุมานแบบย้อนกลับ อินเฮอริเทนซ์ (Inheritance) ค่าดีฟอลท์ และการเลือกกฎ

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ก. การอนุมานแบบไปข้างหน้า ระบบจะทำการเปรียบเทียบ (match) ข้อเท็จจริงที่อยู่ในส่วนที่เก็บความจริงที่ได้รับการอนุมานมาก่อนหน้า กับส่วนที่อยู่ทางขวามือของกฎ (antecedent) ถ้าตรงกันก็สรุปว่า ส่วนที่อยู่ทางซ้ายมือ (conclusion) จะเป็นความจริง คือจะมีการเปลี่ยนแปลง WM และ ระบบจะตรวจสอบ ดูว่าข้อเท็จจริงใหม่ตรงกับกฎข้อใดหรือไม่

ข. การอนุมานแบบย้อนกลับ ระบบจะทำการเปรียบเทียบกับเป้าหมาย (Match Goal) ที่ให้มากับ ส่วนที่อยู่ทางขวามือ (Conclusion) และ ถ้าตรงกันจะสรุปให้ส่วนทางขวา (antecedent) เป็นเป้าหมายอันใหม่ การนี้จะเป็นลูกโซ่ต่อไปจนกว่าจะได้สาเหตุ หรือข้อมูลของเป้าหมายนั้น

ค. อินเฮอริแทนซ์ (Inheritance) เป็นการถ่ายทอดคุณสมบัติ หรือ ค่า จากโหนดที่อยู่ในระดับสูงไปยังโหนดที่อยู่ในระดับต่ำ คือจากคลาสมายัง คลาสย่อย ออปเจกต์ และออปเจกต์ ย่อย ตามลำดับ ยกตัวอย่างเช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัดรีด เป็นคลาส ถ้าตั้งให้รูปทรงของผลิตภัณฑ์ เป็นคุณสมบัติของคลาส ตั้งค่าเริ่มต้นของคุณสมบัติ เป็น ท่อโปรไฟท์ รูปทรงของผลิตภัณฑ์ และ ท่อ โปรไฟท์ จะเป็นคุณสมบัติและค่าเริ่มต้นของออปเจกต์ ภายใต้คลาสนี้ด้วย

ง. ค่าดีฟอลท์ (Default) เป็นรูปแบบในการตั้งค่ามาตรฐานมาจากซอฟท์แวร์ ยกตัวอย่าง เช่น กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบเป่า (Blow Molding) ซึ่งเป็นคลาส และจะมีออปเจกต์ คือ กรรมวิธีการขึ้นรูปแบบฉีดเป่า (Injection Blow Molding) และกรรมวิธีการขึ้นรูปแบบอัด

เป่า (Extrusion Blow Molding) ดิฟอลท์คือ สามารถถ่ายทอดคุณสมบัติ และค่าจากคลาสไปยังออปเจกต์ย่อยได้ แต่ในกรณีที่มีออปเจกต์ย่อยลงไปอีก ดิฟอลท์คือ ไม่สามารถถ่ายทอดคุณสมบัติ และค่าจากออปเจกต์ ไปยังออปเจกต์ย่อยได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้มีการถ่ายทอดต้องทำการตั้งค่าใหม่

จ. การเลือกกฎ (Conflict resolution strategies) หลังจากทำการเปรียบเทียบ (Matching) แล้ว อาจจะได้กฎหลายกฎที่มีเงื่อนไขพร้อม ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องเลือกกฎใดกฎหนึ่งขึ้น วิธีการเลือกกฎอาจจะทำได้หลายวิธี

จ.1 เลือกโดย กฎที่ใช้สำหรับกฎ คือกฎที่มีความรู้ของกฎ (meta-rules)

จ.2 ลำดับความสำคัญถูกจัดโดยกฎที่ส่วนซ้ายมีรายละเอียดหรือข้อความมากที่สุด ทั้งนี้ก็เพราะกฎเช่นนี้ อาจจะให้ข้อสรุป (ส่วนขวา) ที่แม่นยำกว่า

จ.3 ลำดับความสำคัญสูงสุดให้แก่กฎที่เพิ่งถูกอนุมาน หรือถูกใช้

จ.4 จัดลำดับความสำคัญให้กับกฎที่มีข้อสรุป (ส่วนขวา) ที่มีข้อสรุปมาก

จ.5 ถ้ากฎสามารถให้ความสำคัญ (น้ำหนัก) ได้ก็จะเลือกกฎที่มีน้ำหนักมากที่สุดขึ้นมาก่อน

3.4 NEXPERT

Nexpert เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญที่เรียกโดยทั่วไปว่าเปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ มีส่วนที่เป็น แนววัตถุ และ กฎ เมื่อรวมเข้ากับกราฟฟิคยูสเซอร์อินเตอร์เฟช เป็น

เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญตัวใหม่คือ Smart element โดยพัฒนาภาษา Script เพื่อใช้ในการติดต่อกับฐานความรู้ ทำให้เกิดความรวดเร็วในการใช้งาน ต่อไปนี้เป็นรายละเอียดของเปลือกผู้เชี่ยวชาญ Nexpert

3.4.1 ชนิดของโปรแกรมฐานความรู้เฉพาะ (A specific type of knowlege based program)

ชนิดของโปรแกรมฐานความรู้เฉพาะ ที่จัดการกับความรู้ความชำนาญ ที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะประกอบด้วยเครื่องอนุมาน และ ฐานความรู้ที่อาจจะมีได้มากกว่าหนึ่ง โดยสร้างขึ้นเก็บไว้ในโดเมนของความรู้ ระบบเชี่ยวชาญอาจจะมี หรือ ไม่มีการติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟิค (Graphical User Interface) ก็ได้ระบบผู้เชี่ยวชาญที่ไม่มี อินเตอร์เฟสก็เหมือนกับว่าเป็นตัวที่เชื่อมระหว่างซอฟท์แวร์ต่างๆ เข้าด้วยกัน หรือ เป็นกลุ่มของ ความฉลาดของโปรแกรมที่มีอยู่แล้ว จากความรู้หลายสาขาที่สามารถ สร้างเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญได้ ทำให้ Neuron Data ใช้คำว่า "Knowledge-based application" มากกว่าที่จะใช้คำว่า ระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสามารถสร้างขึ้นได้ใน Smart Element

3.4.2 การแสดงข้อมูล (Data Representation)

ในการแสดงความรู้ ความรู้อาจจะได้มาจากความจริงที่ปรากฏอยู่ในตำรา หรือเอกสารวิชาการ ต่างๆ หรือเป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ที่สะสมมานานของผู้รู้ หรือผู้เชี่ยวชาญ รูปแบบการแสดงความรู้ต้องสามารถใช้กับความรู้ 2 ชนิด Nexpert มีการแสดงความรู้เป็น คลาส (Class) ออปเจกต์ (Object) คุณสมบัติ (Property) และ เมททอด (Method)

เพื่อให้เหมาะสมกับการเก็บในคอมพิวเตอร์ นำความรู้ไปใช้ได้ง่าย รายละเอียดแสดงได้ดังต่อไปนี้

ก. คลาส

คลาสมีสมาชิกคือ ออปเจกต์ จะเป็นส่วนที่เก็บ สารสนเทศต่างๆ ไว้ในฐานความรู้ หน้าที่ของ คลาส จะรวบรวมออปเจกต์ที่มีคุณสมบัติเด่นร่วมกันไว้ในคลาสเดียว แต่ละคลาสจะมีชื่อ เราสามารถกำหนดคุณสมบัติของคลาส ที่จะถ่ายทอดไปยังออปเจกต์ได้ คลาสสามารถ มี คลาสย่อย ได้ ถ้ามีการเพิ่มเติม ลักษณะเฉพาะของคลาสมา และ คลาสย่อย อาจจะเป็นสมาชิกของคลาสได้มากกว่า 1 คลาส

ข. ออปเจกต์

ออปเจกต์ เป็นสมาชิกของคลาสที่เก็บข้อมูลเริ่มต้น แต่ละออปเจกต์ จะมีชื่อของออปเจกต์ ที่ต้องไปประมวลผลโดยกฎมาตรฐานของ NEXPERT และมีคุณสมบัติของออปเจกต์ คุณสมบัติ ของคลาสสามารถถ่ายทอดไปยัง ออปเจกต์ได้ เรียกว่า อินเฮอริเทนซ์ ออปเจกต์ สามารถมี ออปเจกต์ย่อย ถ้ามีการเพิ่มเติมลักษณะเฉพาะของออปเจกต์ และออปเจกต์ย่อยอาจจะเป็นสมาชิกของออปเจกต์ได้มากกว่า 1 ออปเจกต์

ค. คุณสมบัติ

คุณสมบัติ จะเป็นสิ่งที่กำหนดคุณลักษณะของออปเจกต์ และ คลาส คุณสมบัติจะมีการกำหนด ชื่อของคุณสมบัติ ค่าเริ่มต้นของข้อมูล และ ชนิด ของข้อมูลที่สามารถกำหนดได้ 1-6 ชนิดได้คือ บูลีน (Boolene) จำนวนเต็ม (Integer) ทศนิยม (Float) อักขระ (String) ข้อมูล

(Data) เวลา (Time)

ง. เมททอด (Method)

เมททอด เป็นโดเมนของความรู้ ที่เก็บเป็นโครงสร้างของออปเจกต์ในฐานความรู้ ซึ่งเราสามารถเรียกใช้สารสนเทศจาก เมททอด ได้ เมททอด มีส่วนที่คล้ายกับกฎคือ มีโครงสร้าง IF.... THEN .... ESLE เหมือนกัน ส่วนที่ต่างกัน คือจะไม่มีเป้าหมาย ข้อสรุป และสมมุติฐาน (Hypothesis) ดังนั้นจึงเป็นข้อดี ในการออกแบบแนววัตถุ (Object-Oriented) เพราะฟังก์ชันที่ได้จะให้เซ็ตของออปเจกต์ ที่ไม่ขึ้นกับ เมททอด อื่นๆ หรือ กฎในฐานความรู้

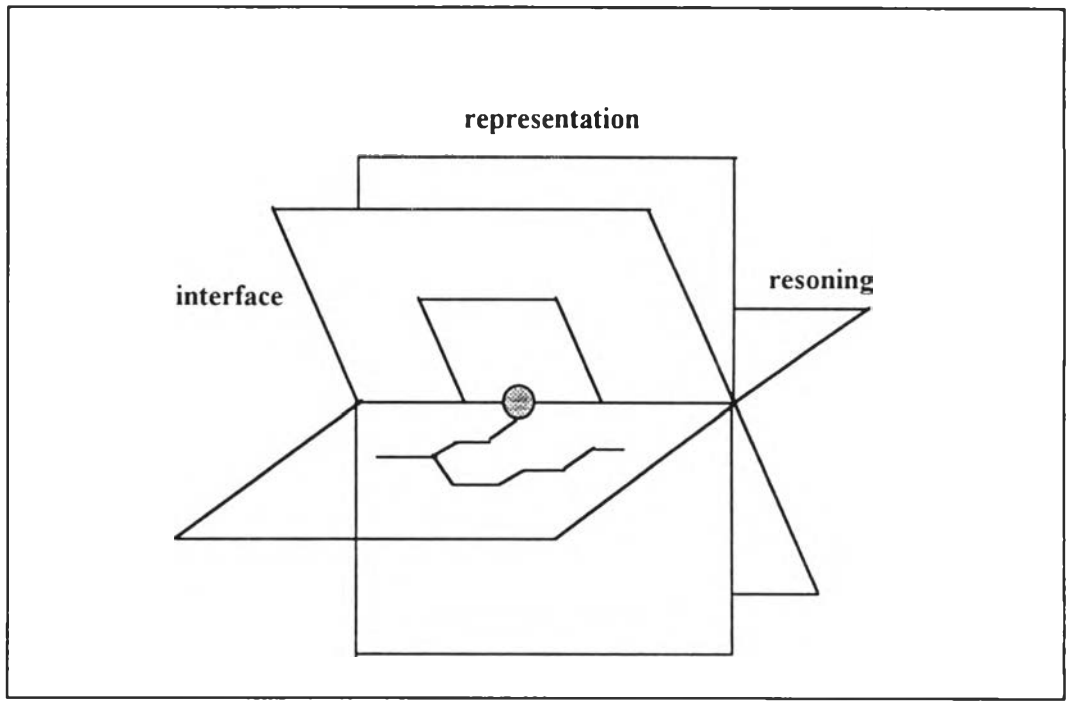
3.4.3 การแสดงเหตุผล (Resoning Representation)

ก. กฎ (Rule) กฎ เป็น โดเมนของความรู้ ที่เก็บไว้ในฐานความรู้ โครงสร้างของกฎ คือ IF .... THEN ..... THEN do .... or ESLE do ... กฎมี 2 ส่วน ส่วนแรกเงื่อนไข อยู่ในตำแหน่งหลัง IF อาจจะมีมากกว่า 1 เงื่อนไข ก็ได้ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการกระทำอยู่ในตำแหน่ง หลัง THEN หรือ ESLE ซึ่งจะมีมากกว่า 1 การกระทำก็ได้ ถ้าทำการตรวจสอบพบว่าทุก เงื่อนไข หลัง IF เป็นจริง เครื่องอนุมาน จะให้ไปกระทำ หลัง THEN ถ้ามี 1 เงื่อนไขเป็นเท็จ จะกระทำ หลัง ESLE การหาค่าของกฎ ทำได้สองทางคือ พิสูจน์จากคำตอบไปหาสาเหตุ (Goal-Driven) เป็นการอนุมานแบบย้อนกลับ หรือ พิสูจน์จากสาเหตุไปสู่คำตอบ (Data- Driven) เป็นการอนุมานแบบเดินหน้า คำตอบที่ได้จากกฎหนึ่งสามารถเป็นเงื่อนไขของอีกกฎหนึ่งได้

3.4.4 การรวบรวมข้อมูล การใช้เหตุผล และการติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิค

(Integration of Data, Reasoning, and GUI)

ก. การติดต่อระหว่างระบบ กับ ผู้ใช้ผ่านทาง กราฟฟิค (Graphical User Interface)



รูปที่ 3.6 การสร้างอินเตอร์เฟสในระดับข้อมูล

รูปที่ 3.6 ในการแสดงส่วนที่ตัดกัน (Intersect) ระหว่างระนาบของเหตุผล (Reasoning Plane) กับ ระนาบการแสดงค่าของข้อมูล (Representation) ระบบจะมุ่งความสนใจ ตลอดยาวของส่วนที่ตัดกัน เพื่อตัดสินค่าของข้อมูลที่สัมพันธ์ กับ เหตุผลถ้าข้อมูลไม่เพียงพอระบบจะถามข้อมูลจากผู้ใช้ จากรูป 3.6 มีการสร้างระนาบของอินเตอร์เฟสเพิ่มเติมอีกระนาบหนึ่ง โดยจะเป็นส่วนที่จะทำการติดต่อผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิค กราฟฟิคที่บรรจุเข้าไปเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้ประโยชน์จากฐานความรู้ และ รวมกลุ่มที่มีหน้าที่สัมพันธ์กันเข้าด้วย

กัน ผู้ใช้สามารถติดต่อกับฐานความรู้ผ่านทางกราฟฟิค และระบบส่งผลลัพย์มาให้ผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิค เช่นกัน ใน Smart Elements จะประกอบด้วยเซ็ตของกราฟฟิคที่สามารถสร้างเป็นระบบการติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางกราฟฟิค (Graphical User Interfaces) ประกอบด้วย

(1) Text and Iconic lables

(2) Push buttons

(3) Check boxes

(4) Radio buttons

(5) Selectio Menus

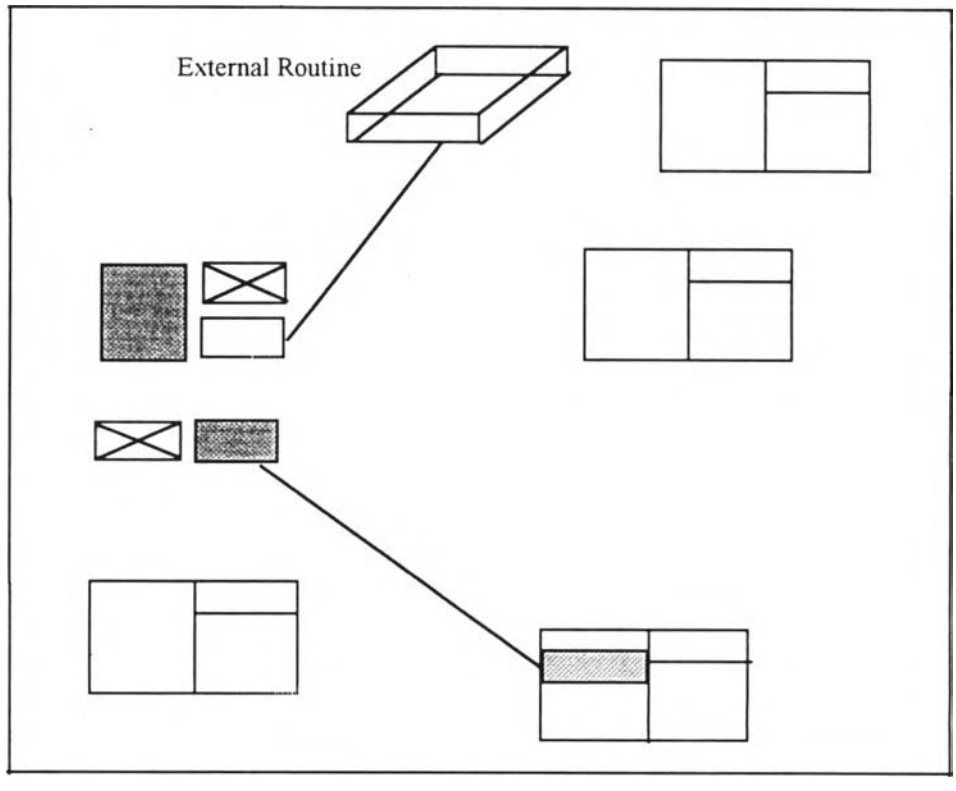
(6) Input fields

(7) Menus

(8) Selection table

(9) Input table

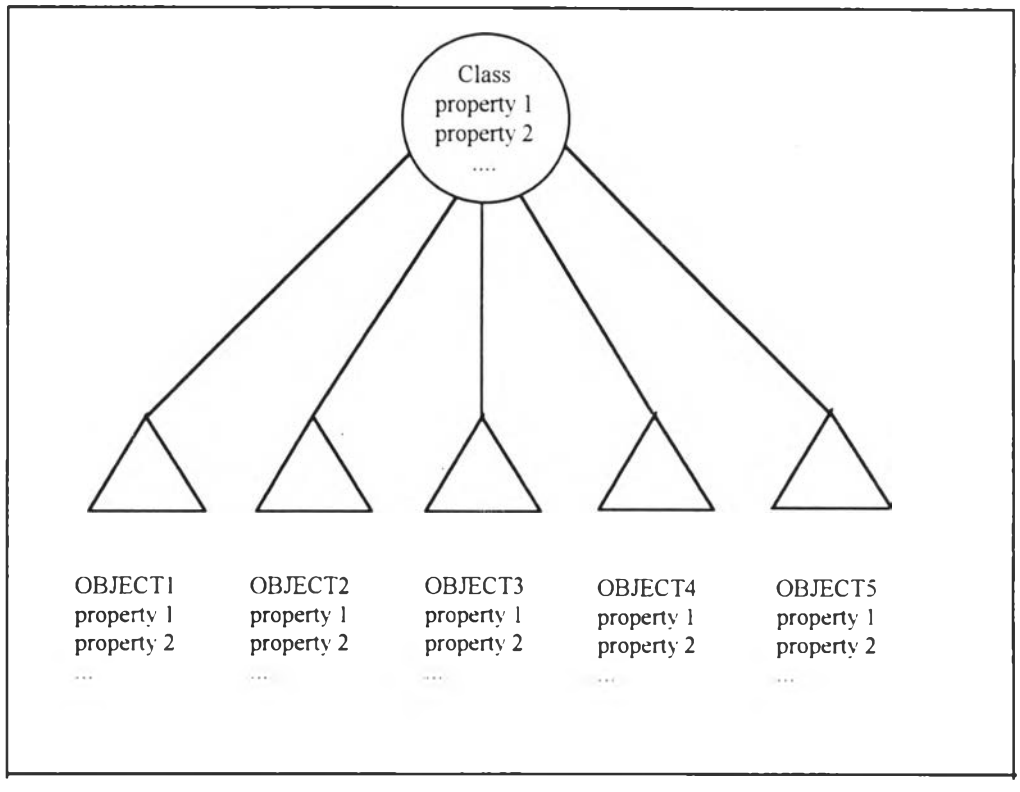
ข. การใช้เหตุผล (Reasoning)



รูปที่ 3.7 การกระทำ (Action) หลังจากที่เงื่อนไขของกฎเป็นเท็จ

การกระทำหลัง THEN แบ่งเป็นสองส่วนในกฎหนึ่ง ๆ ส่วนแรกคือ เมื่อเงื่อนไขหลัง IF เป็นจริง ก็จะเกิด การกระทำ หลัง THEN ส่วนที่สองคือ เมื่อเงื่อนไข 1 เงื่อนไข หลัง IF เป็นเท็จ จะเกิดการกระทำหลัง ESLE จากรูปที่ 3.7 บล๊อกที่ระบายสีดำด้านซ้าย คือเงื่อนไขที่เป็นจริง แต่มีเงื่อนไขที่เป็นเท็จอยู่ 1 เงื่อนไข คือ บล๊อกที่กากบาท ดังนั้นจึงเกิดการกระทำหลัง ESLE คือ บล๊อกที่ระบายสีดำด้านขวาซึ่งอาจจะไปเชื่อมกับโปรแกรมข้างนอก หรืออาจจะไปเป็นเงื่อนไขของกฎอีกข้อหนึ่งได้

ค. โครงสร้างข้อมูล



รูปที่ 3.8 โครงสร้างของคลาส และ ออปเจกต์

จากรูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างของ คลาส และ ออปเจกต์ คลาสจะมีสมาชิก คือออปเจกต์ โดยจะรวบรวมเอาออปเจกต์ที่มีคุณสมบัติร่วมกันไว้ในคลาสเดียวกัน ออปเจกต์มี หน้าที่เก็บสารสนเทศไว้ในฐานความรู้ ออปเจกต์แต่ละตัวจะมีชื่อ ซึ่งสามารถถูกเรียกไปใช้เป็นเงื่อนไขของ กฎ ได้ คลาส มีคุณสมบัติที่สามารถถ่ายทอดไปยังออปเจกต์ ได้ และ คุณสมบัติสามารถกำหนดค่าเริ่มต้น และชนิดของข้อมูลได้