บทที่ 2

ระบบผู้เชี่ยวชาญ

ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) เป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่มุ่งศึกษาแนวทางที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความฉลาดอย่างมนุษย์ โดยใช้วิธีการป้อนข้อมูลหรือองค์ความรู้จำนวนมากให้กับระบบ และให้ระบบทำการวินิจฉัยหรือแก้ไขปัญหาออกมาให้กับผู้ใช้ ซึ่งมีขอบเขตที่กว้างขวาง เช่น การพิสูจน์ทฤษฎี การแก้ปัญหาโดยทั่วไป การเข้าใจภาษามนุษย์ การแก้ปัญหาในเชิงผู้เชี่ยวชาญ

2.1 **ระบบผู้เชี่ยวชาญ** (Expert system)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นสาขาหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ หมายถึงการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ให้สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้เสมือนกับมนุษย์ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ในการทำเช่นนี้ได้ ระบบคอมพิวเตอร์จะต้องจำลองกระบวนการหาเหตุผลของมนุษย์ โดยอาศัยความรู้และการวินิจฉัย[5] ในทางทันตกรรมได้มีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการวินิจฉัยรอยโรคในช่องปาก[6] และวางแผนการรักษาเกี่ยวกับการจัดฟัน[7]

2.2 **โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ**

โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญหรือระบบฐานความรู้ ประกอบด้วย

2.2.1 **ฐานความรู้** (knowledge base) เป็นส่วนที่ใช้เก็บความรู้ทุกประเภท หรือสารสนเทศ (information) ทั้งหมดที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยความรู้ที่เป็นจริง (factual knowledge) ซึ่งได้มาจากในตำราหรือสิ่งที่เป็นจริงตามทฤษฎี ความรู้ประเภทนี้เป็นความรู้ประเภทตรงไปตรงมาสามารถรู้ได้จากหนังสือ ตำราหรือเอกสารคู่มือต่างๆที่มีอยู่ทั่วไป ส่วนความรู้อีกประเภทหนึ่ง เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์หรือความจัดเจน (heuristic knowledge) ความรู้ประเภทนี้มักจะไม่

ปรากฏอยู่ในหนังสือหรือตำรา แต่จะได้มาจากความจัดเจนในเรื่องใดเรื่องหนึ่งหรือหลายเรื่อง ความรู้ในลักษณะนี้จึงมักจะเป็นการคะเนหรือคาดเดาอย่างมีเหตุมีผล (art of good guessing) ซึ่งในบางครั้งก็อาจมีชื่อเรียกความรู้ชนิดนี้ว่าเป็นหลักเกณฑ์ในการใช้วิจารณญาณที่ดี (art of good judgment) มีบุคคลที่เกี่ยวข้องกับฐานความรู้อยู่ 4 ประเภทได้แก่ [8]

2.2.1.1 วิศวกรซอฟต์แวร์ (software engineers) เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ในการสร้างเครื่องอนุมานจากฐานความรู้และส่วนติดต่อกับผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบผู้เชี่ยวชาญได้ แต่ไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียดเกี่ยวกับฐานความรู้ ดังนั้นวิศวกรซอฟต์แวร์จึงไม่จำเป็นที่จะต้องทราบเกี่ยวกับระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.2.1.2 วิศวกรความรู้ (knowledge engineers) เป็นบุคคลที่ทำหน้าที่ในการออกแบบ สร้างและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับฐานความรู้ เป็นบุคคลที่เป็นตัวเชื่อมต่อระหว่างผู้เชี่ยวชาญกับฐานความรู้ โดยทำหน้าที่นำความรู้จากผู้เชี่ยวชาญมาสร้างฐานความรู้

2.2.1.3 ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชานั้น (domain expert) เป็นบุคคลที่มีความรู้ความชำนาญในสาขาวิชานั้นๆอย่างแท้จริง โดยทำงานประสานกับวิศวกรความรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ให้องค์ความรู้แก่วิศวกรความรู้เพื่อนำไปสร้างเป็นฐานความรู้ ทั้งนี้วิศวกรความรู้และผู้เชี่ยวชาญจะไม่มีทางทราบได้ว่าจะมีผู้ตั้งคำถามกับระบบผู้เชี่ยวชาญอย่างไร ดังนั้นผู้เชี่ยวชาญจะต้องให้ข้อมูลให้มากที่สุดแก่วิศวกรความรู้ เพื่อที่จะได้สร้างฐานความรู้ที่สามารถตอบคำถามได้อย่างครอบคลุมมากที่สุด

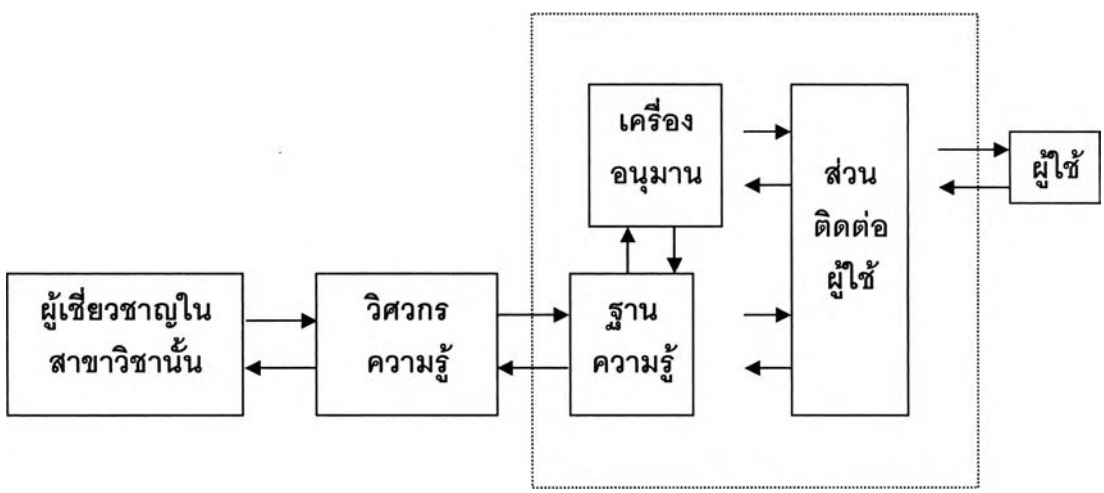
2.2.1.4 ผู้ใช้ เป็นบุคคลที่เห็นปัญหาและนำปัญหานั้นมาถามระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้คำตอบ โดยทั่วไปผู้ใช้จะเป็นผู้เห็นปัญหาแต่ไม่ทราบว่าฐานความรู้ความชำนาญที่ระบบผู้เชี่ยวชาญมีนั้นเป็นอย่างไร และไม่จำเป็นต้องทราบว่าการทำงานภายในของระบบเป็นเช่นไร ดังนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ดีจะต้องมีการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้ง่ายและเป็นธรรมชาติมากที่สุด เพื่อให้ผู้ใช้ใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.2 **เครื่องอนุมาน** (inference engine) หรือกลไกหาเหตุผล เป็นส่วนควบคุมการใช้ความรู้ในฐานความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ หรืออาจหมายถึงการเป็นอุปกรณ์กลไกใน

ด้านซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในด้านการใช้เหตุผล อาจจะอยู่ในรูปของโมเดลสำหรับแก้ปัญหา (problem solving) ที่ทำหน้าที่จัดการและควบคุมขั้นตอนต่างๆที่จำเป็นในการแก้ปัญหา มอดูลที่เป็นเครื่องอนุมานจะทำหน้าที่ในแง่ของการใช้ความรู้ที่มีอยู่ในฐานความรู้ รวมทั้งการได้มาซึ่งแนววิถีทางในการใช้เหตุผล (line of reasoning) ด้วยการอาศัยกฎที่อยู่ในรูปของถ้า-แล้ว (IF-THEN Rules) กฎนี้เองที่สามารถนำมาใช้เป็นรูปแบบหนึ่งสำหรับเป็นแนวในการใช้เหตุผล ซึ่งโดยปกติแล้วระบบผู้เชี่ยวชาญอันหนึ่งๆ จะมีกฎเช่นนี้จำนวนมาก

2.2.3 **ส่วนติดต่อกับผู้ใช้** (user interface) เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อให้การสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับระบบเป็นไปอย่างราบรื่น ช่วยให้ผู้ใช้ยอมรับและใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ใช้เก็บความรู้และส่วนที่ทำหน้าที่ในการแก้ปัญหา ไม่จำเป็นที่จะต้องถูกสร้างขึ้นพร้อมกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ ในระบบผู้เชี่ยวชาญโดยทั่วไป จึงได้รับการออกแบบมาให้เป็นระบบที่มีเฉพาะส่วนที่เป็นเครื่องอนุมาน โดยที่เว้นฐานความรู้เอาไว้ให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาต่อเอง[9] เรียกระบบ

ผู้เชี่ยวชาญที่มีลักษณะนี้ว่า เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system shell) หรือเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system building tool, ESBT) การพัฒนาระบบฐานความรู้โดยใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญนี้ วิศวกรความรู้จะเป็นผู้ที่นำความรู้จากผู้เชี่ยวชาญมนุษย์มาสร้างเป็นฐานความรู้ให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.3 **การนิรูปความรู้** (knowledge representation)

มนุษย์เราเมื่อพบกับปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน หรือปัญหาที่มีลักษณะพิเศษ ส่วนใหญ่แล้วจะสามารถปรับตัวสนองปัญหาเหล่านั้นได้ สาเหตุหลักที่ทำให้มนุษย์เรามีความสามารถเช่นนี้ ก็เนื่องจากมนุษย์มีความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องทั้งโดยตรงและทางอ้อมกับปัญหาเหล่านั้นอยู่ ในทำนองคล้ายกัน ถ้าหากจะสร้างโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่น สามารถแก้ปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนได้ นอกจากโปรแกรมนั้นจะต้องประกอบด้วยอัลกอริธึมที่ดี และมีประสิทธิภาพแล้วยังจำเป็นจะต้องมี "ความรู้" ด้วย "ความรู้" นี้ใช้เป็นทั้งข้อมูลในการแก้ปัญหา และเป็นตัวชี้นำสำหรับอัลกอริธึมต่างๆ ความรู้ที่มนุษย์เรามีอยู่นั้นมีหลายรูปแบบ ถึงแม้จะไม่รู้ว่าความรู้เหล่านี้ถูกเก็บอยู่ในสมองในรูปโครงสร้างแบบใด แต่การที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้ความรู้ได้ เราจำเป็นจะต้องบันทึกความรู้ในรูปแบบโครงสร้างใดโครงสร้างหนึ่งเข้าไปในคอมพิวเตอร์ ปัญหานี้เรียกว่า การนิรูปความรู้ การนิรูปความรู้นี้เป็นหัวใจสำคัญของการสร้างระบบความรู้ และมีความสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งกับการอนุมานและการจัดการความรู้

การใส่ความรู้ให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น วิศวกรความรู้จะเป็นผู้ที่นำมาแสดงลงในฐานความรู้ ซึ่งเรียกว่า การนิรูปความรู้

2.3.1 **การนิรูปความรู้โดยใช้กฎ**

มีชื่อเรียกอีกอย่างว่าระบบการผลิต (production system) ถูกพัฒนาโดย Newell และ Simon เมื่อปี ค.ศ. 1960 เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากง่ายต่อการเข้าใจ การนิรูปความรู้โดยใช้กฎมีหลักเกณฑ์พื้นฐานง่ายๆคือ อาศัยรูปประโยคของ IF เรียกว่าส่วนเงื่อนไขและส่วนของ THEN เรียกว่าส่วนข้อสรุปหรือส่วนปฏิบัติการ โครงสร้าง IF-THEN ของกฎ มีรูปแบบดังนี้คือ

IF <condition 1> and <condition 2> and…
<condition n>
THEN <conclusion 1> and <conclusion 2> and…
<conclusion M>

ยกตัวอย่างกฎแสดงความรู้เกี่ยวกับสาเหตุของการเกิดโรคปริทันต์อักเสบในวัยรุ่น เช่น

IF <คนไข้อายุ 12-21 ปี> and <มีการอักเสบของเหงือกสามเหลี่ยมระหว่างฟัน>
<and> <เกิดการละลายของกระดูกเบ้ารากฟันในแนวดิ่งของฟันหน้าและฟันกรามซี่แรก>
<and> <พบเชื้อแบคทีเรียชนิด Actinomycis actinomycetemcomitan>
THEN <เป็นโรคปริทันต์อักเสบในวัยรุ่น (Juvenile Periodontitis)>

โครงสร้างของระบบการผลิต จะประกอบด้วยส่วนย่อยหลักสามส่วน ได้แก่

2.3.1.1 ฐานกฎ (rule base) หรือหน่วยความจำการผลิต (production memory) เป็นฐานความรู้ที่เก็บความรู้ในรูปของกฎ

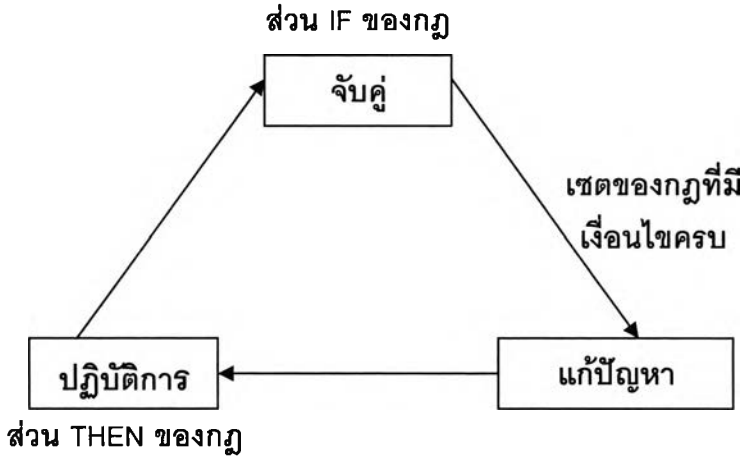
2.3.1.2 ส่วนตีความ (interpreter) หรือส่วนอนุมาน ทำหน้าที่ตรวจดูเนื้อหาในฐานกฎและหน่วยความจำใช้งาน แล้วจะเลือกกฎหนึ่งจากเซตของกฎที่มีเงื่อนไขครบขึ้นมาปฏิบัติการ

2.3.1.3 หน่วยความจำใช้งานหรือฐานข้อมูลครอบคลุม (global database) เป็นที่เก็บข้อมูลสถานะของระบบการผลิต ข้อมูล สถานะในหน่วยความจำใช้งาน และเป็นส่วนนำเข้าของ IF ของกฎ ซึ่งจะถูกอ้างอิงและเปลี่ยนแปลงโดยกฎในฐานกฎ

ในการปฏิบัติการแต่ละครั้งจะประกอบด้วยวงจรดังต่อไปนี้

- จับคู่ (matching): ทำการตรวจดูเนื้อหาของหน่วยความจำใช้งานและฐานกฎ เพื่อหากฎทั้งหมดที่มีเงื่อนไขพร้อม
- แก้ปัญหา (conflict resolution): จากกฎที่หาได้จากการจับคู่จะมีการเลือกกฎที่เหมาะสมขึ้นมา 1 กฎ
- ปฏิบัติการ (action): ปฏิบัติการตามส่วน THEN ของกฎที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 2 ซึ่งบางการปฏิบัติการอาจจะเป็นการเปลี่ยนเนื้อหาของหน่วยความจำใช้งาน

ขั้นตอนทั้งสามสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรการปฏิบัติงานของระบบการผลิต

ลักษณะการตีความนี้ จะเริ่มด้วยการเปรียบเทียบในส่วนที่เป็นชุดข้อมูล (data set) ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำใช้งานกับฐานความรู้ที่เก็บอยู่ในฐานกฎ บางครั้งเป็นไปได้ในกรณีมีกฎหลายข้อที่เมื่อเปรียบเทียบแล้วตรงกัน ในกรณีเช่นนี้ ส่วนแก้ปัญหาจะทำหน้าที่ในการเลือกกฎข้อที่ถูกต้อง เมื่อได้กฎข้อที่ต้องการแล้วจะกระทำการ (execute) เมื่อกระทำการเสร็จแล้วก็จะวนกลับไปทำการจับคู่และจะวนไปเรื่อยๆ จนกระทั่งได้คำตอบที่ต้องการ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมาทั้งหมดนี้เรียกว่า การอนุมาน (inference)

2.4 กลไกการอนุมาน

กลไกการอนุมาน คือส่วนที่ทำหน้าที่ในการอนุมานความรู้ต่างๆที่มีอยู่ในฐานความรู้เพื่อที่จะทำหน้าที่ในการหาผลลัพธ์ที่เป็นไปได้จากการที่ระบบได้รับข้อมูลจากผู้ใช้ ในระบบผู้เชี่ยวชาญ เครื่องอนุมานจะทำหน้าที่ 2 ประการคือ ประการแรกจะทำหน้าที่ในการตรวจสอบความจริงและกฎที่มีอยู่แล้วและเพิ่มความจริงอันใหม่เข้าไปเมื่อจำเป็น และประการที่สอง จะทำการตัดสินใจเกี่ยวกับลำดับก่อนหลังของการอนุมาน ในการที่จะทำเช่นนี้ได้ จะต้องทำการติดต่อและขอคำปรึกษากับผู้ใช้ องค์ประกอบของเครื่องอนุมานนั้น จะประกอบด้วยส่วนประกอบใหญ่ๆ 2 ส่วนคือ ส่วนที่เกี่ยวกับการอนุมาน ในการหาความรู้ใหม่จากความจริงและกฎที่มีอยู่แล้ว และส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุมจะทำหน้าที่ในการควบคุมและจัดลำดับของการอนุมาน

ลักษณะของกลไกการอนุมานความรู้แบ่งออกตามทิศทางได้เป็น 2 แบบคือ

2.4.1 **การอนุมานแบบหาเหตุผลไปข้างหน้า** (forward reasoning) มีชื่อเรียกอย่างอื่นว่า data-driven inference หรือ bottom-up inference มีขั้นตอนการทำงานคือ ระบบจะสอบถามข้อเท็จจริงบางอย่างจากผู้ใช้ ตรวจดูว่ามีกฎข้อใดบ้างในฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงในระบบ ทดสอบกฎ หากกฎข้อใดเป็นจริงจะมีผลทำให้เกิดข้อเท็จจริงใหม่ที่ได้จากส่วนสรุปของกฎนั้นเพิ่มจากที่มีอยู่เดิม ยกตัวอย่างในการออกแบบฟันปลอม เราจะใส่เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องเข้าไปทั้งหมด เช่น อายุผู้ป่วย ซี่ฟันที่ต้องการใส่ สภาพและความสมบูรณ์ของกระดูกรองรับให้ระบบทำการอนุมาน ในที่สุดจะได้คำตอบออกมาว่าเงื่อนไขที่ใส่เข้าไป ควรจะใส่ฟันปลอมลักษณะใด

2.4.2 **การอนุมานแบบหาเหตุผลย้อนกลับ** (backward reasoning) มีชื่อเรียกอย่างอื่นว่า goal-driven inference หรือ top-down inference มีขั้นตอนคือ ระบบจะสอบถามหรือตั้งเป้าหมาย (goal) ที่ผู้ใช้ต้องการ แล้วค้นหากฎทุกข้อในฐานความรู้ที่มีส่วนสรุปตรงกับเป้าหมาย ตรวจสอบเงื่อนไขของกฎที่ได้ เงื่อนไขใดที่สามารถสอบถามได้ ก็จะสอบถามจากผู้ใช้ ถ้าเงื่อนไขสอบถามไม่ได้ก็จะใช้เป็นเป้าหมายรอง (sub goal) แล้วทำต่อจนได้เป้าหมายหลักเป็นจริง ในกรณีที่ไม่สามารถทำให้เป้าหมายรองเป็นจริง อาจจะต้องทำการย้อนรอย (backtracking) และลองเปลี่ยนเป้าหมายรองระหว่างทาง ยกตัวอย่างในการออกแบบฟันปลอม เราจะตั้งเป้าหมายขึ้นมาเสียก่อน เช่น ต้องการใส่ฟันปลอมบางส่วนชนิดถอดได้ประเภท “สะพานฟันถอดได้” โดยที่ผู้ป่วยมีสภาพช่องปากและลักษณะเช่นนี้ ใช่หรือไม่