



บทที่ 5

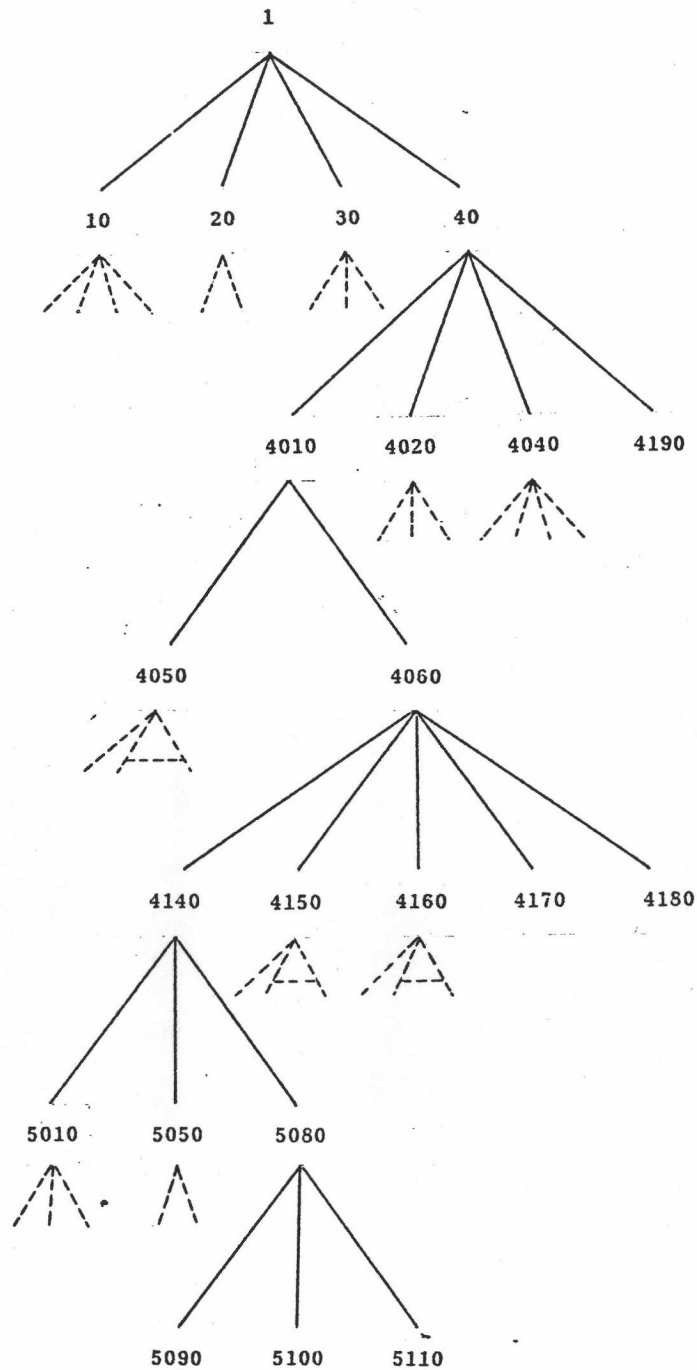
### การทดสอบโปรแกรมโครงระบบผู้เชี่ยวชาญ

หลังจากที่สร้างโปรแกรมตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 2-4 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมความรู้ในการตรวจจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียทางการแพทย์บางส่วนเพื่อนำมาทดสอบโปรแกรมโครงระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น และเพื่อให้สามารถพัฒนาฐานความรู้ตัวอย่างได้ในเวลาอันรวดเร็ว จึงรวบรวมความรู้จากหนังสือ "Manual of Clinical Microbiology" (Lennette, 1980) ซึ่งเป็นหนังสือที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในวงการนี้ และเลือกเฉพาะแบคทีเรียที่ใช้โอกาสในการเจริญเติบโตและย้อมติดสีแกรมบางจีเนิส (genus) เป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดยให้ขั้นตอนของการตรวจเริ่มต้นหลังจากที่ได้ทราบถึงรูปร่างของเซลล์และผลการย้อมสีแกรมของเชื้อที่สงสัยแล้ว

เมื่อรวบรวมความรู้ได้พอสมควรแล้ว จึงทำการแปลงความรู้นั้นให้อยู่ในรูปของกฎซึ่งมีรูปแบบตามที่ได้ออกแบบไว้ แล้วทำการพัฒนาฐานความรู้โดยใช้โปรแกรมโครงระบบผู้เชี่ยวชาญที่สร้างขึ้น (ดูวิธีใช้งานโปรแกรมจากภาคผนวก ก.) มีกฎรวมทั้งสิ้น 141 ข้อดังแสดงในภาคผนวก ข. หลังจากการนำเข้ากฎต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทดลองทำการปรึกษากับระบบโดยสมมติเหตุการณ์ขึ้นแล้วเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้มากับผลลัพธ์ที่คาดหวังไว้ซึ่งก็ได้ผลตรงกัน แสดงว่าการอนุมานความรู้ของโปรแกรมเป็นไปตามที่ความต้องการและทำงานได้ถูกต้อง รวมทั้งสามารถทำงานตามคำสั่งพิเศษที่เป็นความต้องการพื้นฐานคือ การให้เหตุผลของการตั้งคำถาม (why), การบันทึกข้อเท็จจริงในการอนุมานลงไฟล์ (save), การดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้ปรึกษาต่อ (load), และการยุติการปรึกษา (quit)

เนื่องจากกฎที่มีอยู่ในฐานความรู้มีจำนวนมากเกินกว่าที่จะนำมาแสดงการทดสอบให้เห็นได้ในที่นี้ ผู้วิจัยจึงได้ยกตัวอย่างเพียงส่วนหนึ่งของการทดสอบโดยกำหนดให้เชื้อแบคทีเรียเป้าหมายคือ Aeromonas salmonicida subspecies salmonicida ซึ่งผลการทดสอบทางห้องปฏิบัติการถูกกำหนดชั้นให้สอดคล้องกับชนิดของเชื้อนี้เพื่อทำการปรึกษา หากระบบทำงานถูกต้องผลสรุปที่ได้จะต้องเป็นเชื้อเป้าหมายดังกล่าว เพื่อให้สามารถติดตามการทำงานของ

โปรแกรม ผู้วิจัยได้ใช้คำสั่ง "trace on" เพื่อให้ระบบแสดงผลการทดสอบกฎในระหว่างการปรึกษา และเพื่อให้ทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ผู้วิจัยได้นำเอาเลขที่ของกฎในส่วนที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นกฎที่ถูกทดสอบในระหว่างการอนุมานมาแสดงดังในรูปที่ 5.1 (ดูเนื้อหาของกฎแต่ละข้อได้จากภาคผนวก ข.)



รูปที่ 5.1 เส้นทางของการอนุมานในการทดสอบโครงระบบผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อเริ่มต้นการอนุมานในรอบแรกระบบจะทำการทดสอบกฎเลขที่ 1 เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในโปรแกรมว่าการเริ่มต้นอนุมานนั้นให้เริ่มต้นจากกฎเลขที่ 1 ทุกครั้ง ดังนั้นหากฐานความรู้ใดไม่มีกฎเลขที่ 1 ก็จะไม่เกิดการอนุมานแม้ว่า ฐานความรู้นั้นจะมีกฎข้ออื่นๆอยู่ก็ตาม เนื่องจากกฎเลขที่ 1 ในฐานความรู้ ตัวอย่างไม่มีเงื่อนไขใดๆ จึงทำให้ผลการทดสอบกฎข้อนี้เป็นจริงทันที ทำให้ได้ ข้อเท็จจริงจากส่วนสรุปของกฎเลขที่ 1 และเนื่องจากอนุประโยคที่ 2 ของส่วน สรุปเป็นอนุประโยคคำสั่ง ให้ทำงานตามคำสั่งในไฟล์ LISTTEXT.COM หรือ LISTTEXT.EXE คือ แสดงข้อความที่อยู่ในไฟล์ TITLE.TXT ออกทางหน้าจอ

การอนุมานในรอบที่ 2 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยคที่ 1 ในส่วนสรุปของกฎเลขที่ 1 ซึ่งได้จากการอนุมานในรอบแรก เลขที่กฎเหล่านี้ ถูกเก็บเป็นลิงค์ลิสต์ ซึ่งที่อยู่ของหัวลิสต์ถูกเก็บไว้ในระเบียบของอนุประโยค เรียบร้อยแล้ว จึงไม่ต้องอ่านกฎทุกข้อในฐานความรู้ทำให้การอนุมานทำได้รวดเร็ว กฎที่จะทดสอบในรอบนี้ก็คือกฎเลขที่ 10, 20, 30, และ 40 ดังนั้นคำถามแรก ที่ระบบถามก็คือรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบใด ให้ตอบว่าเป็นแบบแท่ง (cell morphology is bacilli) คำถามที่ 2 ก็คือผลการย้อมสีแกรมเป็น อย่างไร ให้ตอบว่าเป็นแกรมลบ(gram stain is negative) ซึ่ง 2 คำตอบ นี้ทำให้กฎเลขที่ 40 เป็นจริงเพียงข้อเดียว ดังนั้นจะได้ข้อเท็จจริง

"organism is gram-negative bacilli" เพิ่มเข้ามาในระบบ และแจ้ง ให้ทำการทดสอบความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรต(carbohydrate utilization)ของเชื้อโดยใช้ OF-glucose

การอนุมานในรอบที่ 3 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "organism is gram-negative bacilli" คือกฎเลขที่ 4010, 4020, 4040, และ 4190 ดังนั้นคำถามที่ 3 ของระบบก็คือเชื้อสามารถเจริญบนอาหาร เลี้ยงเชื้อแม็คคองกี(McConkey agar)หรือไม่ ให้ตอบว่าสามารถเจริญได้ (growth on McConkey agar is yes) จากนั้นระบบก็ถามคำถามที่ 4 คือ ผลการทดสอบความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรต ให้ตอบว่าเป็นแบบหมัก (OF-glucose reaction is ferment) ทั้ง 2 คำตอบนี้ทำให้กฎเลขที่ 4010 เป็นจริง ทำให้ได้ข้อเท็จจริง "organism is fermentative gram-neg rod" เพิ่มเข้ามาในระบบ และแจ้งให้ทำการทดสอบ oxidase test ต่อไป

การอนุมานในรอบที่ 4 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "organism is fermentative gram-neg rod" คือกฎเลขที่ 4050 และ

4060 ระบบตั้งคำถามที่ 5 ถามถึงผลการทำ oxidase test ให้ตอบว่าได้ผลบวก(oxidase test is positive) สำหรับเงื่อนไขที่ 3 ของกฎทั้ง 2 ข้อในระบบสามารถค้นหาจากข้อเท็จจริงภายในระบบซึ่งเคยตอบไปแล้วจึงไม่ถามซ้ำอีก ผลการทดสอบกฎทั้ง 2 ข้อนี้ปรากฏว่ากฎเลขที่ 4060 เป็นจริง ทำให้ได้ข้อเท็จจริงเพิ่มเข้ามาในระบบอีก 4 ข้อคือ "expected genus is Aeromonas", "expected genus is Plesiomonas", "expected genus is Pasteurella", และ "expected genus is Vibrio" และแจ้งให้ทราบว่าจีนัสที่เป็นไปได้ของเขื่อนี้คือ Aeromonas หรือ Plesiomonas หรือ Pasteurella หรือ Vibrio ให้ทำการทดสอบ ornithine decarboxylase, motility, acid from mannitol และ arginine dihydrolase ต่อไป

การอนุมานในรอบที่ 5 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "expected genus is Aeromonas" คือกฎเลขที่ 4140 ระบบตั้งคำถามที่ 6 ถามถึงผลการทดสอบ ornithine decarboxylase ให้ป้อนคำสั่ง "why" แทนคำตอบ ระบบก็แสดงเนื้อหาของกฎเลขที่ 4140 และเลขที่ของกฎที่เกี่ยวข้องซึ่งมีกฎเพียงข้อเดียวคือกฎเลขที่ 4140 แล้วระบบจะถามคำถามนี้ซ้ำใหม่ แสดงว่าการทำงานตามคำสั่ง "why" ทำได้ถูกต้อง ให้ตอบว่าได้ผลลบ(ornithine decarboxylase is negative) และคำถามที่ 7 ถามถึงผลการทดสอบ arginine dihydrolase ให้ป้อนคำสั่ง "save" แทนคำตอบและตั้งชื่อไฟล์เพื่อทดสอบการทำงานของการบินทักข้อเท็จจริงลงไฟล์ แล้วจบการปรึกษา จากนั้นเริ่มทำการปรึกษาใหม่โดยป้อนคำสั่ง "load" เมื่อระบบถามคำถามแรก แล้วระบุชื่อไฟล์ให้ตรงกับที่บันทึกไว้ ระบบจะถามคำถามเดียวกับคำถามก่อนที่จะทำการบันทึกข้อเท็จจริงลงไฟล์ นั่นคือคำถามที่ 7 แสดงว่าการทำงานของการบินทักข้อเท็จจริงลงไฟล์และการดึงข้อเท็จจริงจากไฟล์มาใช้ปรึกษาต่อเป็นไปอย่างถูกต้อง ให้ตอบว่าการทดสอบได้ผลบวก(arginine dihydrolase is positive) ทำให้ผลการทดสอบกฎเลขที่ 4140 เป็นจริง ทำให้ได้ข้อเท็จจริง "genus is Aeromonas" เพิ่มเข้ามาในระบบ และแจ้งให้ทราบว่าจีนัสของแบคทีเรียนี้คือ Aeromonas ให้ทำการทดสอบ motility และ VP เพื่อจำแนกสปีชีส์ต่อไป

การอนุมานในรอบที่ 6 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "expected genus is Plesiomonas" คือกฎเลขที่ 4170 ซึ่งผลการทดสอบกฎข้อนี้ได้ผลเป็นเท็จโดยไม่ต้องตั้งคำถาม เนื่องจากเงื่อนไขที่ 2 ไม่ตรงกับที่

ตอบไปในคำถามที่ 6

การอนุมานในรอบที่ 7 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "expected genus is Pasteurella" คือกฎเลขที่ 4150 และ 4160 ซึ่งผลการทดสอบกฎทั้ง 2 ข้อนี้ได้ผลเป็นเท็จโดยไม่ต้องตั้งคำถามเช่นกัน เนื่องจากเงื่อนไขที่ 3 ของกฎเลขที่ 4150 และเงื่อนไขที่ 2 ของกฎเลขที่ 4160 เป็นเท็จ

การอนุมานในรอบที่ 8 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "expected genus is Vibrio" คือกฎเลขที่ 4180 ซึ่งผลการทดสอบกฎข้อนี้ได้ผลเป็นเท็จโดยไม่ต้องตั้งคำถามอีกเช่นกัน เนื่องจากเงื่อนไขที่ 2 เป็นเท็จ

การอนุมานในรอบที่ 9 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "genus is Aeromonas" คือกฎเลขที่ 5010, 5050 และ 5080 ระบบตั้งคำถามที่ 8 ถามถึงผลการทดสอบ motility ให้ตอบว่าได้ผลลบ (motility is no) จากคำตอบนี้จะทำให้ผลการทดสอบกฎเลขที่ 5080 เป็นจริงเพียงข้อเดียว ส่วนอีก 2 ข้อนั้นได้ผลเป็นเท็จ ทำให้ได้ชื่อเท็จจริง "species is Aeromonas salmonicida" เพิ่มเข้ามาในระบบ และแจ้งให้ทราบว่าสปีชีส์ของเชื้อแบคทีเรียนี้คือ Aeromonas salmonicida ซึ่งมี 3 สปีชีส์ย่อย ให้ทำการทดสอบ gas from glucose และ acid from sucrose ต่อไป

การอนุมานในรอบที่ 10 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "species is Aeromonas salmonicida" คือกฎเลขที่ 5090, 5100 และ 5110 ระบบจะตั้งคำถามที่ 9 ถามถึงผลการทดสอบ gas from glucose ให้ว่าตอบได้ผลบวก (gas from glucose is positive) ทำให้ผลการทดสอบกฎเลขที่ 5110 เป็นเท็จ คงเหลือกฎเลขที่ 5090 และ 5100 ระบบจะตั้งคำถามที่ 10 ถามถึงผลการทดสอบ acid from sucrose ให้ตอบว่าได้ผลลบ (acid from sucrose is negative) ทำให้ผลการทดสอบกฎเลขที่ 5100 เป็นจริง ได้ชื่อเท็จจริง "subsp. of A. salmonicida is salmonicida" เพิ่มเข้ามาในระบบและแจ้งให้ทราบว่าเชื้อแบคทีเรียนี้คือ Aeromonas salmonicida subspecies salmonicida

การอนุมานในรอบที่ 11 เป็นการทดสอบกฎที่เกี่ยวข้องกับอนุประโยค "subsp. of A. salmonicida is salmonicida" แต่ปรากฏว่าไม่มีกฎข้อใดเลยที่มีอนุประโยคนี้ในส่วนเงื่อนไข ในรอบนี้จึงไม่มีการทดสอบกฎข้อใด และเนื่องจากอนุประโยคนี้เป็นข้อเท็จจริงท้ายสุดที่ได้จากการอนุมานของระบบ จึงไม่มีข้อเท็จจริงใดที่จะทำให้เกิดการอนุมานในรอบต่อไป ดังนั้นการอนุมานจึงสิ้นสุดลง

จากการทดสอบนี้ปรากฏว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการอนุมานตรงกันกับที่ คาดหมายไว้ล่วงหน้า รวมทั้งการให้ข้อสรุปและคำแนะนำในระหว่างการปรึกษา ก็เป็นไปตามความต้องการที่ตั้งที่ออกแบบไว้ แสดงว่าการทำงานของโปรแกรม ถูกต้อง

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยใช้ เชื้อชนิดอื่นเป็นเป้าหมายอีก ซึ่งผลการทดสอบก็เป็นที่น่าพอใจคือสามารถทำงาน ได้ตรงตามความต้องการที่คาดไว้ ในการวิจัยนี้ฐานความรู้ตัวอย่างที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยเชื้อแบคทีเรีย 73 สปีชีส์ รายชื่อแสดงไว้ในตารางที่ ค.1 ในภาคผนวก ค. และผู้วิจัยได้รวบรวมวิธีการตรวจจำแนกชนิดของเชื้อเหล่านี้สร้างขึ้น เป็นแผนผังขั้นตอนในการทำการทดลอง แสดงไว้ในภาคผนวก ค. เช่นกัน แผนผังดังกล่าวนี้มีความสอดคล้องกับกฎที่แสดงไว้ในภาคผนวก ข. เพื่อให้ สามารถนำไปใช้ทดสอบหรือแก้ไขฐานความรู้ได้อย่างสะดวก