

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาและวิจัยในครั้งนี้เป็น การพัฒนาตัวแบบการวินิจฉัย โรคจากผลตรวจเลือดและความเสี่ยงในการเกิดโรคด้วยตัวเอง โดยใช้ฐานความรู้ ออนโทโลยี เป็นฐานความรู้เชิงความหมาย ของระบบผสมผสานกับฐาน กฎเชิงความหมายที่ใช้หลักการของกฎนิเวศ โรฟซีแบบปรับตัวได้ ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อพัฒนาออนโทโลยีในการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายของการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
2. เพื่อพัฒนากฎเชิงความหมายโดยใช้หลักการของการกฎนิเวศโรฟซีแบบปรับตัวได้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับดึงองค์ความรู้เชิงความหมายออกมาใช้ และทดสอบการใช้ฐานกฎเชิงความหมาย
3. วัดประสิทธิภาพความถูกต้องของตัวแบบการวินิจฉัยผลตรวจเลือดและความเสี่ยงในการเกิดโรคด้วยตัวเอง โดยใช้ข้อมูลผลตรวจเลือดที่ทราบผลการวินิจฉัยโดยแพทย์แล้ว

โดยในบทนี้ผู้วิจัยจะได้นำเสนอผลการวิจัยตามลำดับของวัตถุประสงค์หลักทั้ง 3 ข้อ ผู้วิจัยจะได้นำเสนอเป็นลำดับดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อพัฒนาออนโทโลยี ในการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายของการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

ผลการศึกษาเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโดยใช้เลือกใช้เครื่องมือคือ โปรแกรมโปรทีเจ เวอร์ชัน 3.4.4 (Protégé 3.4.4) ซึ่งเป็นโปรแกรมฟรีแพลตฟอร์ม โอเพ่นซอร์สที่พัฒนาโดย มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีส่วนเสริม ช่วยในการอำนวยความสะดวกในการพัฒนาฐานความรู้เชิงความหมาย ใ้ห่างต่อการสร้างและแก้ไข เช่น มีส่วนช่วยในการสร้างคลาส (OWLclasses Tab) ส่วนช่วยในการสร้างคุณสมบัติ (Properties Tab) ส่วนช่วยในการกำหนดตัวแทนข้อมูล (Individuals Tab) ส่วนช่วยในการเขียนกฎเชิงความหมาย (SWRLTab) ส่วนช่วยในการนำเสนอโครงสร้างของ ออนโทโลยี ในรูปแบบรูปภาพ (OntoViz) มีช่วยของตัวช่วยในการตรวจสอบความสอดคล้องของโครงสร้าง ออนโทโลยี (Reasoning Pellet) เป็นต้น ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาฐานความรู้ ออนโทโลยี ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์สำหรับการวินิจฉัยโรค (Laboratory

Diagnosis Ontology)

ดังที่ได้กล่าวไว้ในขั้นตอนการวิจัยว่า กระบวนการพัฒนาออนโทโลยีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นการเริ่มต้นพัฒนาออนโทโลยีในขอบเขตที่ยังไม่มีผู้ที่พัฒนาทฤษฎีขึ้นมาก่อน กระบวนการสร้าง ออนโทโลยีในงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 7 ขั้นตอนคือ 1) การกำหนดขอบเขตและกรอบการพัฒนา ออนโทโลยี 2) การเก็บรวบรวมองค์ความรู้ 3) การพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ 4) การแปลงและจัดรูปแบบ กลุ่มข้อมูลเพื่อนำเข้าข้อมูล 5) การทำให้สัมฤทธิ์ผล 6) การประเมินประสิทธิภาพ ออนโทโลยี 7) การรวบรวมข้อมูลการสร้างและการดูแลรักษาออนโทโลยีในรูปแบบเอกสาร

โดยใช้เป็นวิธีดำเนินการสร้างจน ได้ผลลัพธ์ของการสร้าง ออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

เมื่อนำความรู้ที่ได้จากการดึงความรู้ (Knowledge Acquisition) จากแหล่งข้อมูลทั้งความรู้ไม่ชัดแจ้ง (Tacit Knowledge) และความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) ทำการแปลงความรู้ (Knowledge Representation) มาจัดเก็บลงในออนโทโลยีฐานความรู้ (Ontology Knowledge Based) เพื่อช่วยในระบบตัดสินใจและใช้ประโยชน์ในการอนุมานกฎ (Rule Inference)

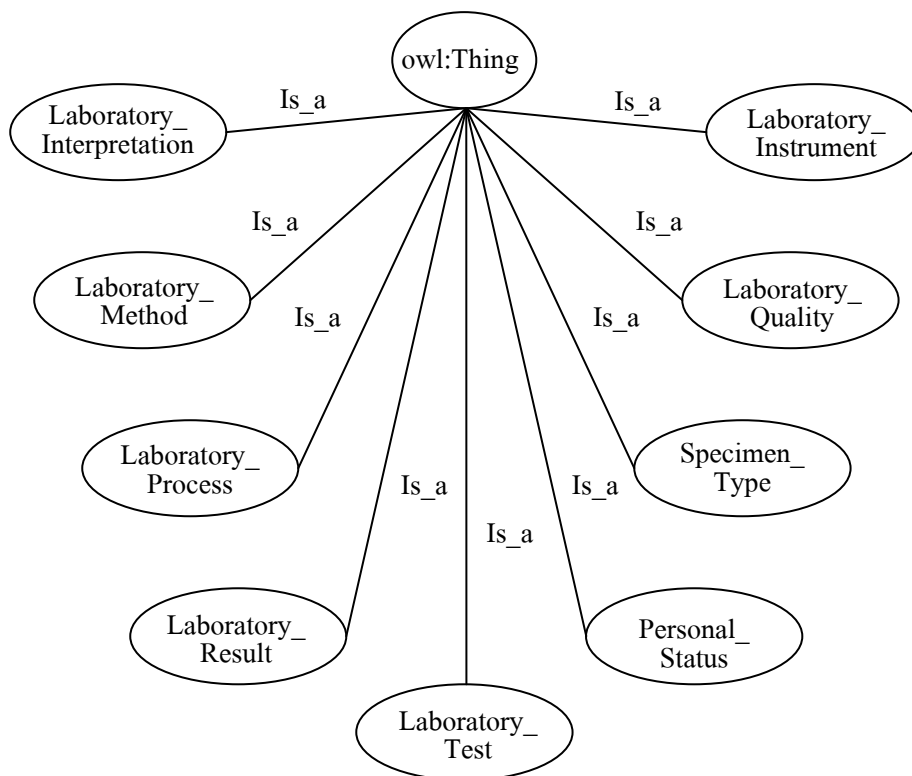
การพัฒนาออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อมาใช้ในการกำหนดความต้องการและออกแบบโครงสร้างของ ออนโทโลยี ซึ่งเป็นฐานความรู้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงความหมาย และใช้เป็นโครงร่างพื้นฐานในการอธิบาย ความรู้เฉพาะด้านประกอบไปด้วยคลาส โดยคลาสเหล่านี้จัดเรียงอยู่ใน ลำดับชั้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์ และมีคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละคลาสซึ่ง ออนโทโลยี ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับงานระบบต่างๆเพื่อช่วยในการจัดเก็บ และค้นคืนความรู้ การแลกเปลี่ยน การนำมาใช้ใหม่ และนำไปใช้เป็นฐานความรู้ในระบบตัดสินใจต่างๆ ซึ่งเป็นฐานความรู้เชิงความหมายในระบบผู้เชี่ยวชาญ ฐานความรู้ ออนโทโลยี นี้ประกอบด้วยคลาส คุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ และข้อมูลอินสแตนซ์หรือตัวแทนข้อมูล ดังนี้

1) สร้าง คลาสหลักของ ออนโทโลยี การวินิจฉัยโรค จากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ออนโทโลยีที่ได้ประกอบด้วย 9 คลาสหลัก (Super-Class) คือ Laboratory_Instrument, Laboratory_ Interpretation, Laboratory_Method, Laboratory_Process, Laboratory_Result, Laboratory_Test, Laboratory_Quality, Personal_Status และ Specimen_Type และประกอบด้วย คลาสย่อย (Sub class) ในทุกคลาสหลัก ดังแสดงแสดงในรายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คลาสในลำดับชั้นที่ 1 ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Laboratory_Instrument	คลาสแทนข้อมูลเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
2	Laboratory_Interpretation	คลาสแทนข้อมูลการแปลผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
3	Laboratory_Method	คลาสแทนข้อมูลวิธีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
4	Laboratory_Process	คลาสแทนข้อมูลกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
5	Laboratory_Quality	คลาสแทนข้อมูลระบบควบคุมคุณภาพทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
6	Laboratory_Result	คลาสแทนข้อมูลผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
7	Laboratory_Test	คลาสแทนข้อมูลประเภทของรายการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
8	Personal_Status	คลาสแทนข้อมูลส่วนบุคคล
9	Specimen_Type	คลาสแทนข้อมูลชนิดของสิ่งส่งตรวจ

ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ประกอบด้วยส่วนบนสุดคือ owl:Thing เป็นคลาสลำดับแรก มีคลาสหลัก 9 คลาส ได้แก่ Laboratory_Instrument, Laboratory_Interpretation, Laboratory_Method, Laboratory_Process, Laboratory_Result, Laboratory_Test, Laboratory_Quality, Personal_Status และ Specimen_Type ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ Is-a กับ owl:Thing ดังภาพที่ 4.1



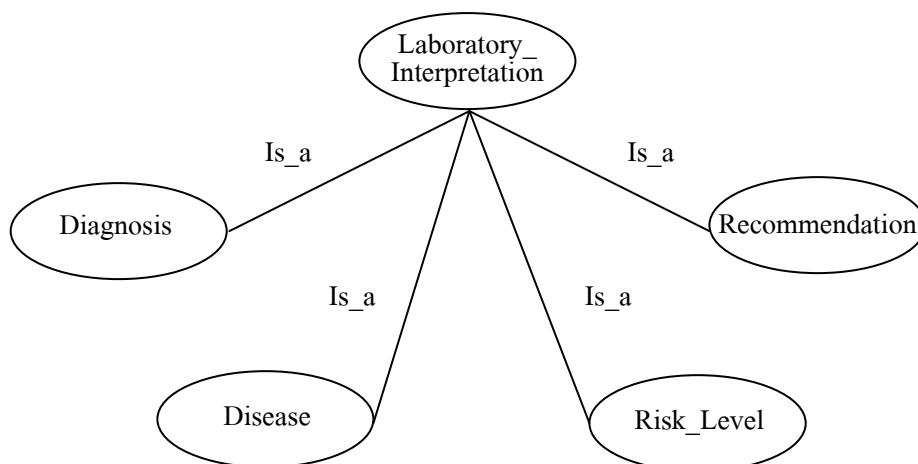
ภาพที่ 4.1 คลาสหลักออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

2) สร้างคลาสย่อย (Subclass) ของคลาสหลักทั้ง 9 คลาส

คลาส Laboratory_ Interpretation ประกอบด้วยคลาสย่อย 4 คลาส ดังแสดงรายละเอียดของคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คลาสในลำดับชั้นที่ 2 ของคลาส Laboratory_ Interpretation

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Diagnosis	คลาสแทนข้อมูลการวินิจฉัยผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
2	Disease	คลาสแทนข้อมูลชื่อโรคต่างที่สัมพันธ์กับผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
3	Recommendation	คลาสแทนข้อมูลคำแนะนำหลังจากวินิจฉัยผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
4	Risk_Level	คลาสแทนข้อมูลระดับความเสี่ยงในการเกิดโรคส่วนบุคคล

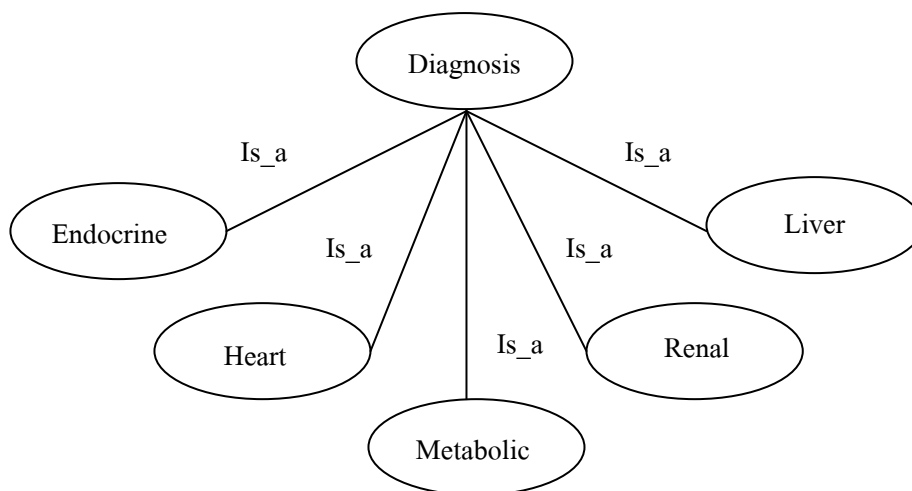


ภาพที่ 4.2 คลาสย่อยของ Laboratory Interpretation และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

คลาส Diagnosis ประกอบด้วยคลาสย่อย 5 คลาส ดังแสดงรายละเอียดของคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คลาสย่อยของคลาส Diagnosis

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Endocrine	คลาสแทนข้อมูลการแปลผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ
2	Heart	คลาสแทนข้อมูลการแปลผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เกี่ยวกับระบบหัวใจและหลอดเลือด
3	Liver	คลาสแทนข้อมูลการแปลผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ของการทำงานของตับ
4	Metabolic	คลาสแทนข้อมูลการแปลผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ระบบเมแทบอลิซึมของร่างกาย
5	Renal	คลาสแทนข้อมูลการแปลผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ของการทำงานของไต

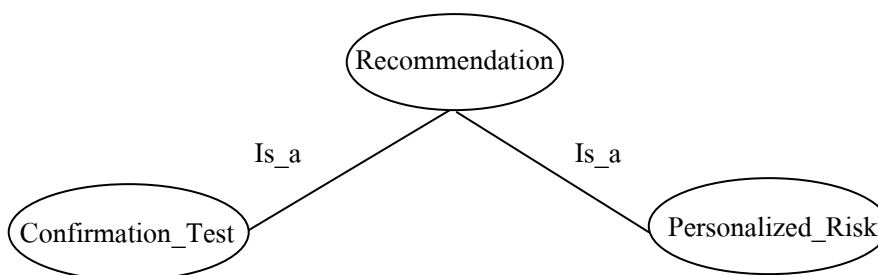


ภาพที่ 4.3 คลาสย่อยของ Diagnosis และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

คลาส Recommendation ประกอบด้วยคลาสย่อย 2 คลาส ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายของคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 คลาสย่อยของคลาส Recommendation

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Confirmation_Test	คลาสแทนข้อมูลคำแนะนำวิธีการตรวจยืนยันอื่นๆ
2	Personalized_Risk	คลาสแทนข้อมูลคำแนะนำระดับความเสี่ยงส่วนบุคคล

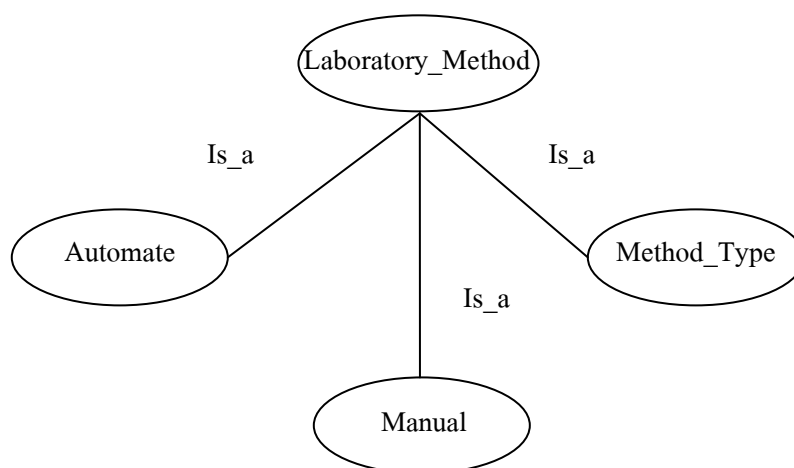


ภาพที่ 4.4 คลาสย่อยของ Recommendation และความสัมพันธระหว่างคลาส

คลาส Laboratory_Method ประกอบด้วยคลาสย่อย 3 คลาส คือ Automate, Manual และ Method_Type ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 คลาสในลำดับชั้นที่ 2 ของคลาส Laboratory_Method

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Automate	คลาสแทนข้อมูลวิธีการตรวจวิเคราะห์แบบใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติ
2	Manual	คลาสแทนข้อมูลวิธีการตรวจวิเคราะห์แบบใช้วิธีทำด้วยตัวเอง
3	Method_Type	คลาสแทนข้อมูลชื่อวิธีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

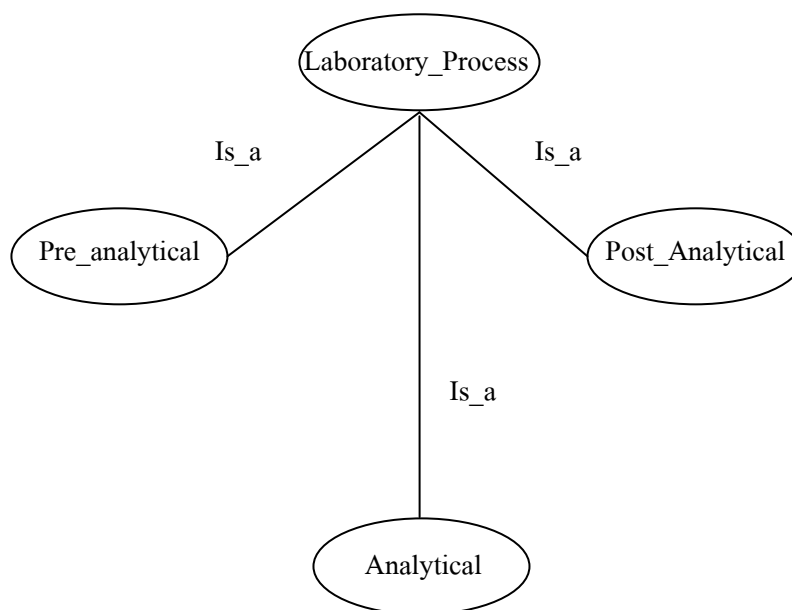


ภาพที่ 4.5 คลาสย่อยของ Laboratory_Method และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

คลาส Laboratory_Process ประกอบด้วยคลาสย่อย 3 คลาส คือ Pre_Analytical, Analytical และ Post_Analytical ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 คลาสในลำดับขั้นที่ 2 ของคลาส Laboratory_Process

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Pre_Analytical	คลาสแทนข้อมูลขั้นก่อนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
2	Analytical	คลาสแทนข้อมูลขั้นตอนขณะทำการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
3	Post_Analytical	คลาสแทนข้อมูลขั้นตอนหลังการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

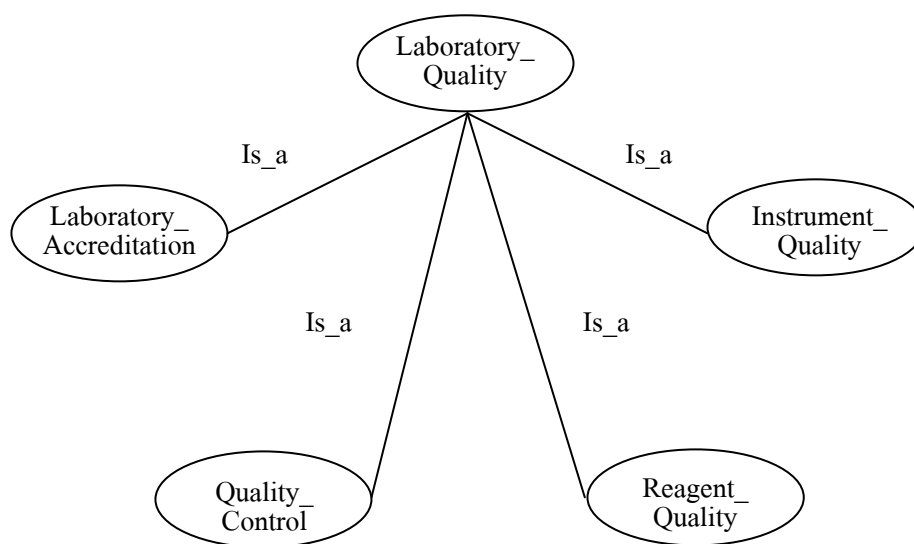


ภาพที่ 4.6 คลาสย่อยของ Laboratory_Process และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

คลาส Laboratory_Quality ประกอบด้วยคลาสย่อย 4 คลาส คือ Instrument_Quality, Laboratory_Accreditation, Quality_Control และ Reagent_Quality ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 คลาสในลำดับชั้นที่ 2 ของคลาส Laboratory_Quality

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Instrument_Quality	คลาสแทนข้อมูลการควบคุมคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
2	Laboratory_Accreditation	คลาสแทนข้อมูลการรับรองระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
3	Quality_Control	คลาสแทนข้อมูลระบบควบคุมคุณภาพทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
4	Reagent_Quality	คลาสแทนข้อมูลการควบคุมคุณภาพของน้ำยาที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

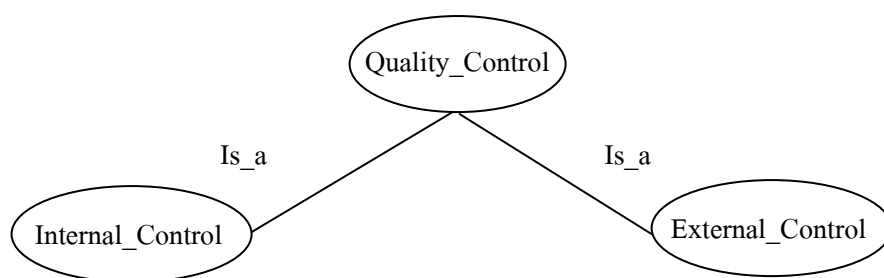


ภาพที่ 4.7 คลาสย่อยของ Laboratory_Quality และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้าง คลาสย่อย ของคลาส Quality_Control ประกอบด้วยคลาสย่อย 2 คลาส คือ Internal_Control และ External_Control ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 คลาสย่อยของคลาส Quality_Control

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Internal_Control	คลาสแทนข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายใน
2	External_Control	คลาสแทนข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายนอก

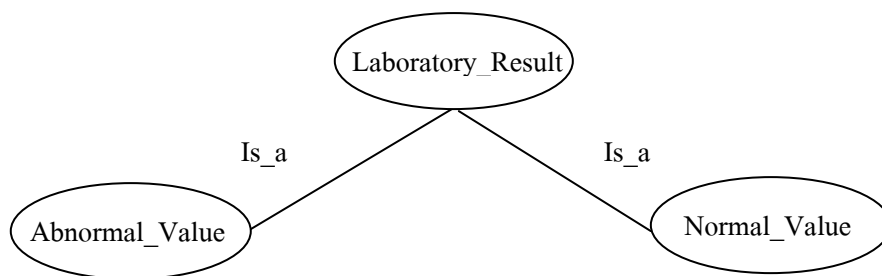


ภาพที่ 4.8 คลาสย่อยของ Quality_Control และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Laboratory_Result ประกอบด้วยคลาสย่อย 2 คลาส คือ Abnormal_Value และ Normal_Value ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 คลาสในลำดับชั้นที่ 2 ของคลาส Laboratory_Result

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Abnormal_Value	คลาสแทนข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายใน
2	Normal_Value	คลาสแทนข้อมูลการควบคุมคุณภาพภายนอก

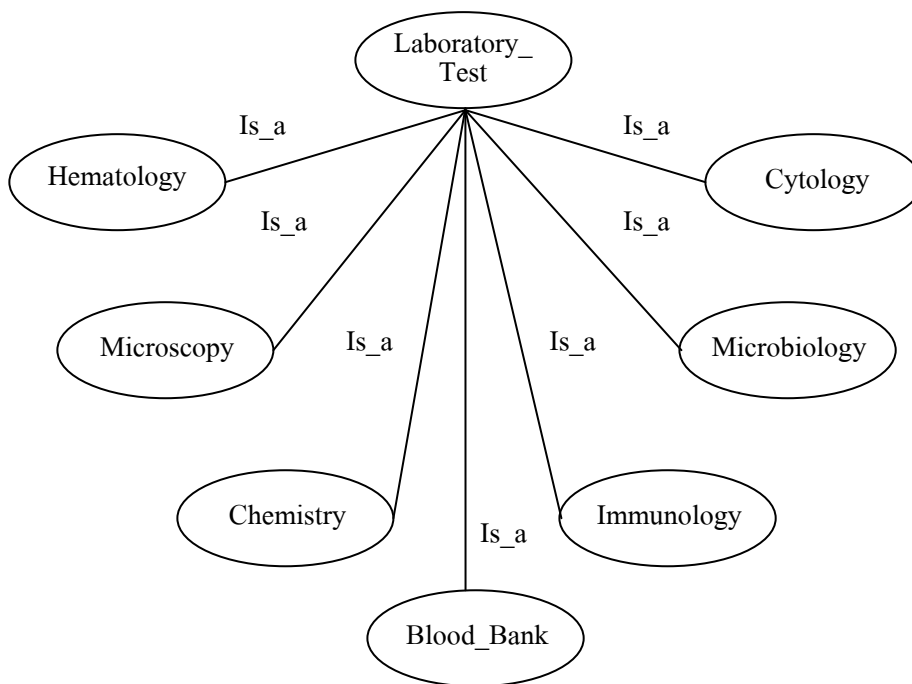


ภาพที่ 4.9 คลาสย่อยของ Laboratory_Result และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลา ย่อยของคลาส Laboratory_Test ประกอบด้วยคลาสย่อยของงานตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ 7 คลาส คือ Blood_Bank, Chemistry, Cytology, Hematology, Immunology, Microbiology และ Microscopy ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 คลาสในลำดับชั้นที่ 2 ของ คลาส Laboratory_Test

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Blood_Bank	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจวิเคราะห์ต่างๆในงานตรวจทางธนาคารเลือด
2	Chemistry	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจวิเคราะห์ต่างๆในงานตรวจทางเคมีคลินิก
3	Cytology	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจวิเคราะห์ต่างๆในงานตรวจทางเซลล์วิทยา
4	Hematology	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจวิเคราะห์ต่างๆในงานตรวจทางโลหิตวิทยาคลินิก
5	Immunology	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจวิเคราะห์ต่างๆในงานตรวจทางภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก
6	Microbiology	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจวิเคราะห์ต่างๆในงานตรวจทางจุลชีววิทยาคลินิก
7	Microscopy	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจวิเคราะห์ต่างๆในงานตรวจทางจุลทรรศนศาสตร์คลินิก

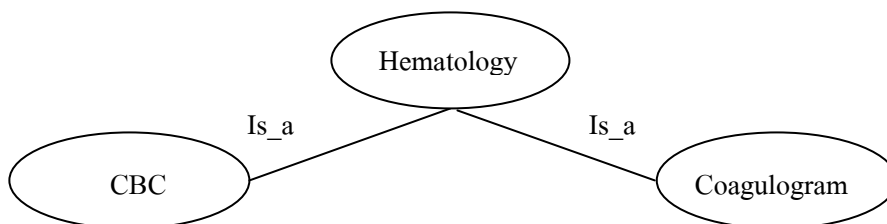


ภาพที่ 4.10 คลาสย่อยของ Laboratory_Test และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Hematology ประกอบด้วยคลาสย่อยของงานตรวจทางโลหิตวิทยาคลินิก 2 คลาส คือ CBC และ Coagulogram ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คลาสย่อยของคลาส Hematology

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	CBC	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด
2	Coagulogram	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาข้อบ่งชี้การแข็งตัวของเลือด

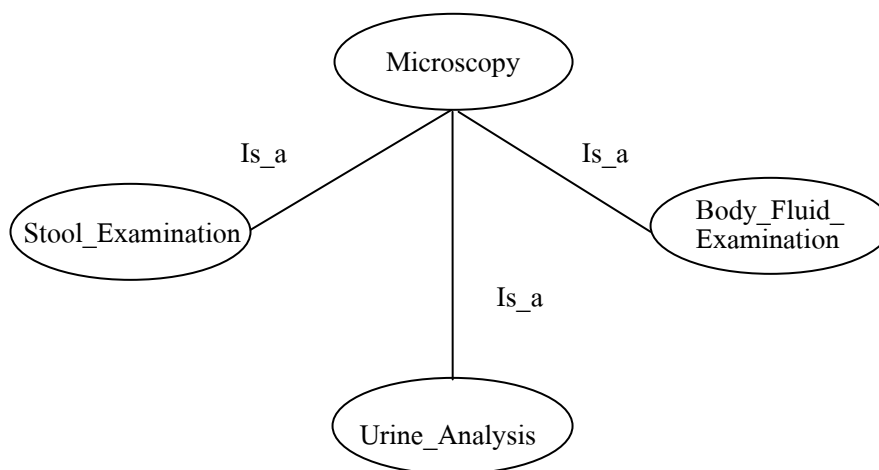


ภาพที่ 4.11 คลาสย่อยของ Hematology และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Microscopy ประกอบด้วยคลาสย่อยของงานตรวจทางจุลทรรศน์ ศาสตร์คลินิก 3 คลาส คือ Body_Fluid_Examination, Stool_Examination และ Urine_Analysis ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 คลาสย่อยของคลาส Microscopy

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Body_Fluid_Examination	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจความผิดปกติของสารคัดหลั่งต่างๆ
2	Stool_Examination	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาความผิดปกติของอุจจาระ
3	Urine_Analysis	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาความผิดปกติของปัสสาวะ

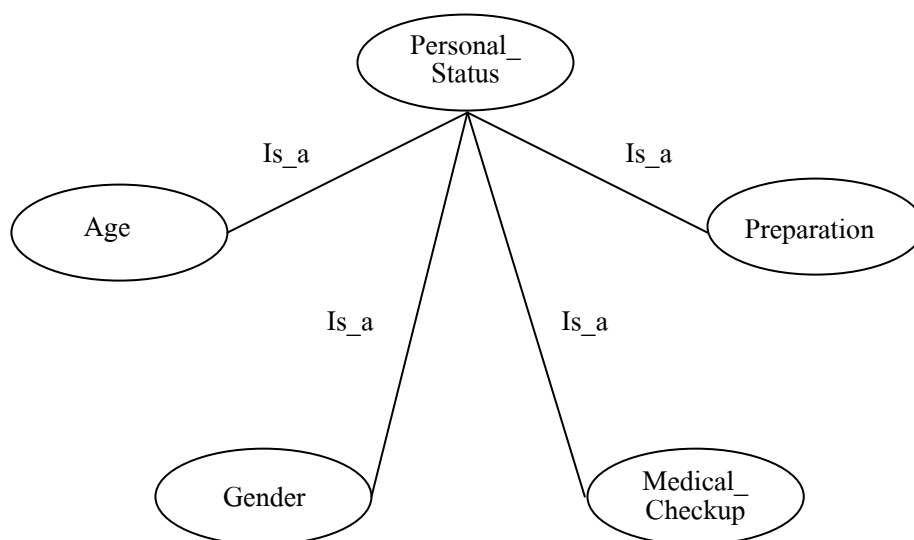


ภาพที่ 4.12 คลาสย่อยของ Microscopy และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Personal_Status ประกอบด้วยคลาสย่อยข้อมูลของผู้มาตรวจสุขภาพ 4 คลาส คือ Age, Gender, Medical_Checkup และ Preparation ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 คลาสย่อยของคลาส Personal_Status

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Age	คลาสแทนข้อมูลอายุของผู้รับการตรวจสุขภาพ
2	Gender	คลาสแทนข้อมูลเพศของผู้รับการตรวจสุขภาพ
3	Medical_Checkup	คลาสแทนข้อมูลรายการตรวจสุขภาพของผู้รับการตรวจสุขภาพ
4	Preparation	คลาสแทนข้อมูลของการเตรียมตัวก่อนเข้ารับการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ของผู้รับการตรวจสุขภาพ

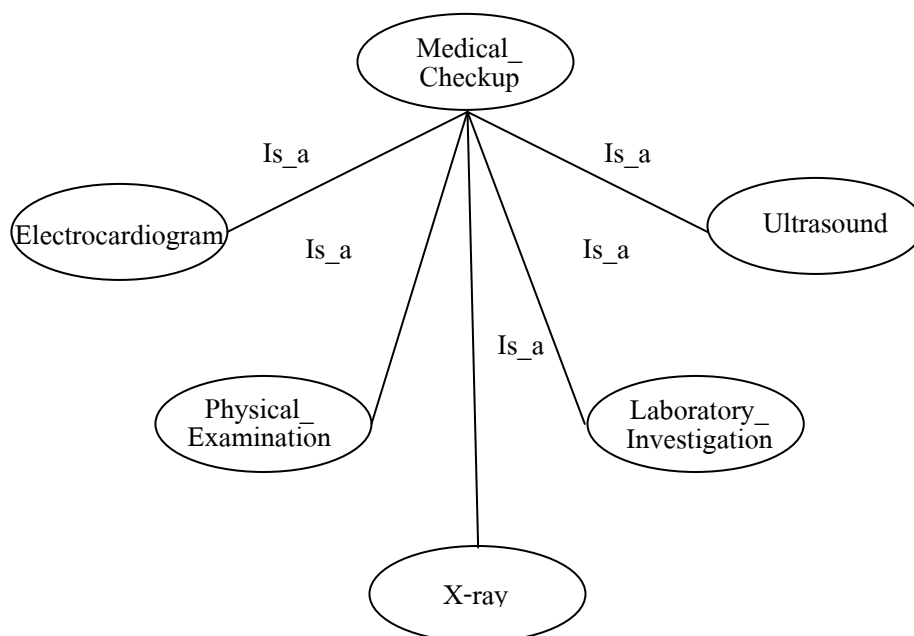


ภาพที่ 4.13 คลาสย่อยของ Personal_Status และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Medical_Checkup ประกอบด้วยคลาสย่อยข้อมูลการตรวจสุขภาพของผู้มาตรวจสุขภาพ ต่างๆ 5 คลาส คือ Electrocardiogram, Physical_Examination, Laboratory_Investigation, Ultrasound และ X-ray ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 คลาสย่อยของคลาส Medical_Checkup

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Electrocardiogram	คลาสแทนข้อมูลของการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
2	Physical_Examination	คลาสแทนข้อมูลของการตรวจร่างกายเบื้องต้น
3	Laboratory_Investigation	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจสุขภาพทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
4	Ultrasound	คลาสแทนข้อมูลของการตรวจอัลตราซาวด์
5	X-ray	คลาสแทนข้อมูลของการตรวจเอ็กซเรย์

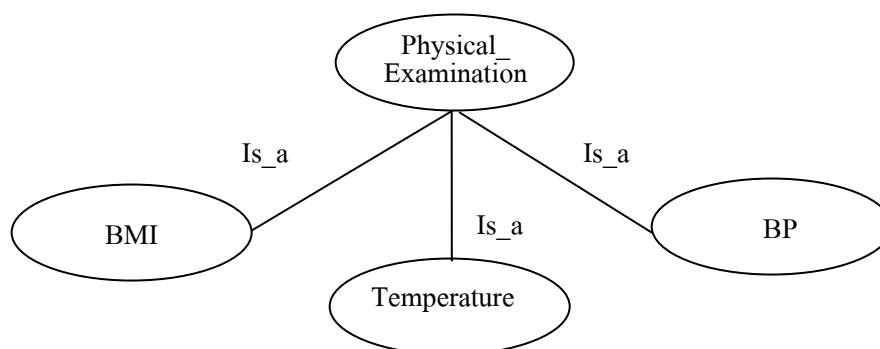


ภาพที่ 4.14 คลาสย่อยของ Medical_Checkup และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Physical_Examination ประกอบด้วยคลาสย่อยข้อมูลการตรวจร่างกายของผู้มาตรวจสุขภาพ 3 คลาส คือ BMI, BP และ Temperature ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 คลาสย่อยของคลาส Physical_Examination

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	BMI	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาค่าดัชนีมวลกาย
2	BP	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจวัดความดันโลหิต
3	Temperature	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย

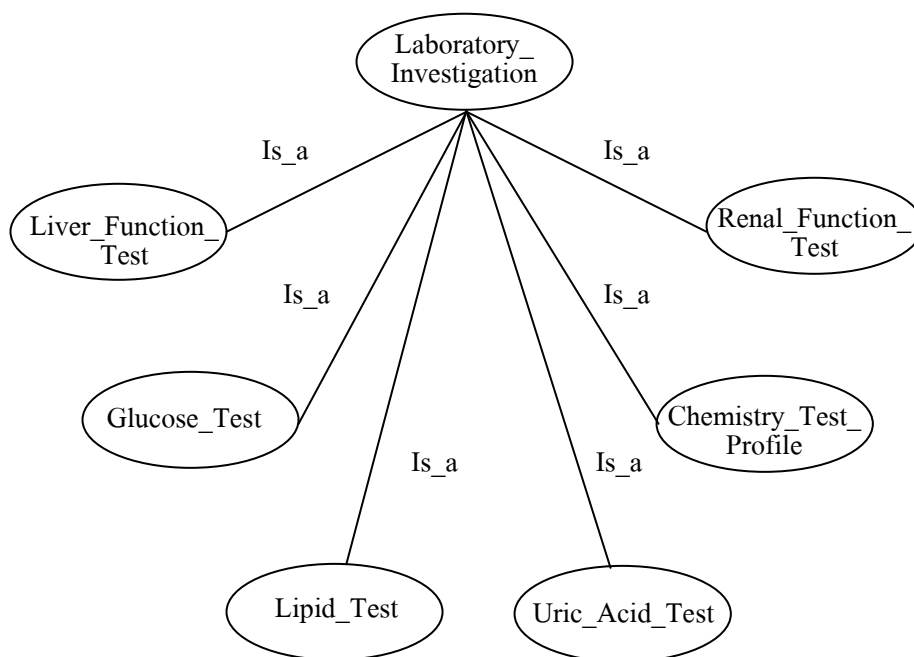


ภาพที่ 4.15 แสดงคลาสย่อยของ Physical_Examination และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Laboratory_Investigation ประกอบด้วยคลาสย่อยข้อมูลการตรวจเลือดของผู้มาตรวจสุขภาพ 6 คลาส คือ Liver_Function_Test, Glucose_Test, Lipid_Test, Renal_Function_Test, Uric_Acid_Test และ Chemistry_Test_profile ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 คลาสย่อยของคลาส Laboratory_Investigation

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Liver_Function_Test	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาการทำงานของตับ
2	Glucose_Test	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาระดับน้ำตาลในเลือด
3	Lipid_Test	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาระดับไขมันในเลือด
4	Renal_Function_Test	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหาการทำงานของไต
5	Uric_Acid_Test	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจหากรดยูริกในเลือด
6	Chemistry_Test_profile	คลาสแทนข้อมูลของรายการตรวจทางเคมีคลินิก

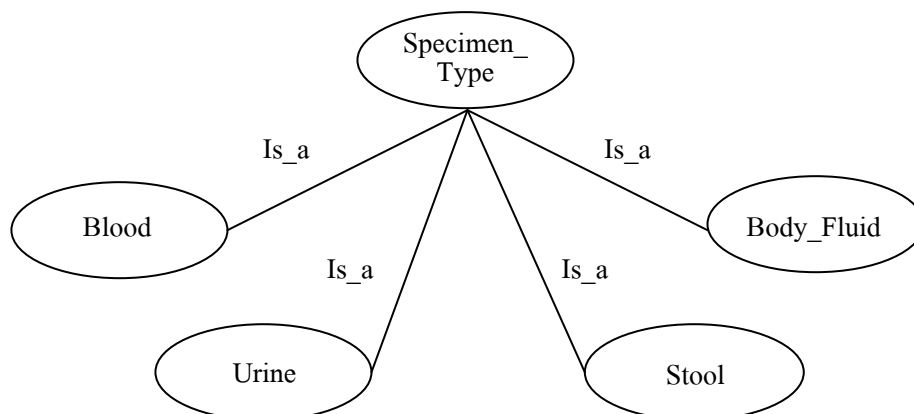


ภาพที่ 4.16 คลาสย่อยของ Laboratory_Investigation และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Specimen_Type ประกอบด้วยคลาสย่อยข้อมูลชนิดของสิ่งส่งตรวจของผู้มาตรวจสุขภาพ 4 คลาส คือ Blood, Body_Fluid, Stool และ Urine ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 คลาสย่อยของคลาส Specimen_Type

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Blood	คลาสแทนข้อมูลของชนิดสิ่งส่งตรวจที่เป็นเลือดและส่วนประกอบของเลือด
2	Body_Fluid	คลาสแทนข้อมูลของชนิดสิ่งส่งตรวจที่เป็นสารคัดหลั่งในร่างกาย
3	Stool	คลาสแทนข้อมูลของชนิดสิ่งส่งตรวจที่เป็นอุจจาระ
4	Urine	คลาสแทนข้อมูลของชนิดสิ่งส่งตรวจที่เป็นปัสสาวะในภาวะต่างๆ

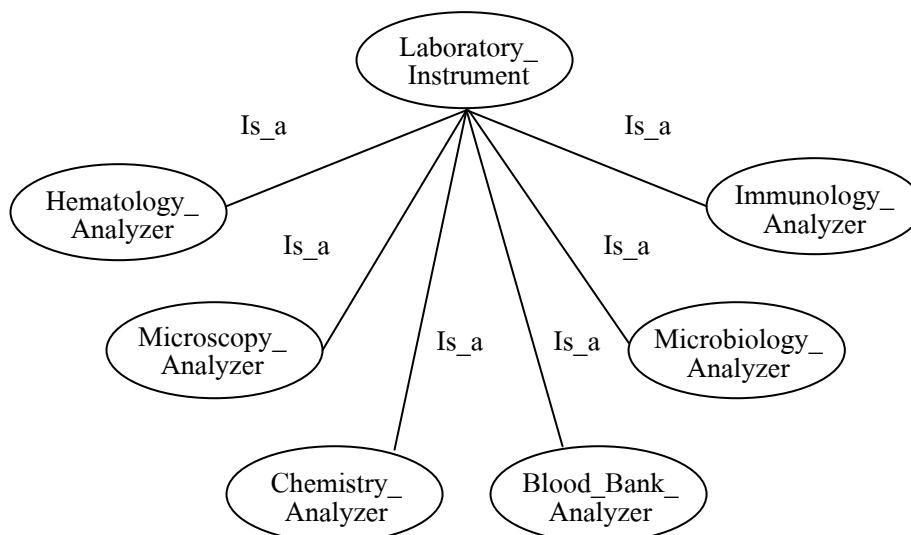


ภาพที่ 4.17 คลาสย่อยของ Specimen_Type และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

สร้างคลาสย่อยของคลาส Laboratory_Instrument ประกอบด้วยคลาสย่อยข้อมูลชนิดของเครื่องมือที่ใช้ ในการตรวจวิเคราะห์ในงาน ตรวจ ต่างๆ 6 คลาส คือ Blood_Bank_Analyzer, Chemistry_Analyzer, Hematology_Analyzer, Immunology_Analyzer, Microbiology_Analyzer และ Microscopy_Analyzer ดังแสดงรายละเอียดคำอธิบายคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 คลาสย่อยของ คลาส Laboratory_Instrument

ลำดับที่	ชื่อคลาส	คำอธิบาย
1	Blood_Bank_Analyzer	คลาสแทนข้อมูลของเครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ของงาน ธนาคารเลือด
2	Chemistry_Analyzer	คลาสแทนข้อมูลของเครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ของงาน เคมีคลินิก
3	Hematology_Analyzer	คลาสแทนข้อมูลของเครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ของงาน โลหิตวิทยาคลินิก
4	Immunology_Analyzer	คลาสแทนข้อมูลของเครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ของงาน ภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก
5	Microbiology_Analyzer	คลาสแทนข้อมูลของเครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ของงาน จุลชีววิทยาคลินิก
6	Microscopy_Analyzer	คลาสแทนข้อมูลของเครื่องมือการตรวจวิเคราะห์ของงาน จุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก



ภาพที่ 4.18 คลาสย่อยของ Laboratory_Instrument และความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

3) สร้าง คุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ ระหว่างข้อมูลภายใน ของออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ โครงสร้างของคลาสใน ออนโทโลยีประกอบไปด้วยลักษณะของคลาสหลักและคลาสย่อยตามลำดับชั้นของ ข้อมูลความรู้ที่ได้ออกแบบไว้ คุณสมบัติของคลาสมี 2 ประเภท คือ

3.1) คุณสมบัติที่เป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Object Properties) เป็นคุณสมบัติที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสดับ คลาสมีรายละเอียดของคุณสมบัติ การกำหนดค่า และคำอธิบายคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 คุณสมบัติชนิด Object Property

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
1	hasAbnormal_Range	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวิเคราะห์ที่ผิดปกติ
2	hasAccreditation	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการรับรองคุณภาพทางห้องปฏิบัติการ
3	hasBlood_Type	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายชนิดของสิ่งส่งตรวจที่มาจากเลือด

ตารางที่ 4.19 คุณสมบัติชนิด Object Property (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
4	hasCardiac_Marker	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการประเมินภาวะโรคหัวใจ
5	hasCBC	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด
6	hasChemistry	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจทางเคมีคลินิก
7	hasCoagulogram	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจปัจจัยการแข็งตัวของเลือด
8	hasCytology	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจทางเซลล์วิทยา
9	hasDiagnosis	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายผลตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ
10	hasDietary	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายการเตรียมตัวด้านการบริโภคอาหารก่อนการตรวจสุขภาพ
11	hasDisease	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการโรคที่สัมพันธ์กับการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ
12	hasElectrolyte	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจหาสารน้ำและอิเล็กโทรไลต์

ตารางที่ 4.19 คุณสมบัติ Object Property (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
13	hasHematology	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจทางโลหิตวิทยาคลินิก
14	hasImmunology	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจทางภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก
15	hasInstrument	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการเครื่องมือที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
16	hasLipid_Profile	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของไขมันในเลือด
17	hasLiver_Function	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจการทำงานของตับ
18	hasMethod	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายวิธีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
19	hasMicrobiology	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจทางจุลชีววิทยาคลินิก
20	hasMicroscopy	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจทางจุลทรรศน์ศาสตร์คลินิก
21	hasName	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายชื่อผู้มารับบริการตรวจสุขภาพ

ตารางที่ 4.19 คุณสมบัติ Object Property (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
22	hasNormal_Range	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายค่าปกติของการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
23	hasQC	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
24	hasRenal_Function	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจการทำงานของไต
25	hasRisk_Level	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายระดับความเสี่ยงส่วนบุคคลในการเกิดโรค
26	hasSpecimen	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายชนิดของสิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
27	hasTest	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์
28	hasTumor_Marker	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของตัวบ่งชี้มะเร็ง
29	hasUA	String	เป็นคุณสมบัติที่ระบุค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่อใช้อธิบายรายการตรวจวิเคราะห์ของการตรวจตะกอนปัสสาวะ

คุณสมบัติ Object Properties เป็นคุณสมบัติที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับคลาสมีรายละเอียดความสัมพันธ์ในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 คุณสมบัติ Object Property ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับคลาส

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ความสัมพันธ์ระหว่าง	
		คลาส	คลาส
1	hasAbnormal_Range	Laboratory_Test	Abnormal_value
2	hasAccreditation	Laboratory_Quality	Laboratory_Accreditation
3	hasBlood_Type	Specimen_Type	Blood
4	hasCardiac_Marker	Medical_Checkup	Chemistry
5	hasCBC	Hematology	CBC
6	hasChemistry	Laboratory_Test	Chemistry
7	hasCoagulogram	Hematology	Coagulogram
8	hasCytology	Laboratory_Test	Cytology
9	hasDiagnosis	Laboratory_Interpretation	Diagnosis
10	hasDietary	Personal_Status	Preparation
11	hasDisease	Laboratory_Interpretation	Disease
12	hasElectrolyte	Laboratory_Test	Chemistry
13	hasHematology	Laboratory_Test	Hematology
14	hasImmunology	Laboratory_Test	Immunology
15	hasInstrument	Laboratory_Method	Laboratory_Instrument
16	hasLipid_Profile	Medical_Checkup	Chemistry
17	hasLiver_Function	Medical_Checkup	Chemistry
18	hasMethod	Laboratory_Test	Laboratory_Method
19	hasMicrobiology	Laboratory_Test	Microbiology
20	hasMicroscopy	Laboratory_Test	Microscopy
21	hasName	Medical_Checkup	Personal_Status
22	hasNormal_Range	Laboratory_Test	Normal_Value
23	hasQC	Labotaory_Test	Laboratory_Test
24	hasRenal_Function	Laboratory_Investigation	Renal_Function_Test
25	hasRisk_Level	Laboratory_Interpretation	Risk_Level

ตารางที่ 4.20 คุณสมบัติชนิด Object Property ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ความสัมพันธ์ระหว่าง	
		คลาส	คลาส
26	hasSpecimen	Laboratory_Test	Specimen_Type
27	hasTest	Disease	Labotatory_Test
28	hasTumor_Marker	Laboratory_Test	Immunology
29	hasUA	Micoscopy	Urine_Analysis

3.2) คุณสมบัติที่เป็นตัวกำหนดความสัมพันธ์ของตัวแทนข้อมูล (Datatype Properties) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับตัวแทนข้อมูล มีรายละเอียดของคุณสมบัติ การกำหนดค่า และคำอธิบายคุณสมบัติดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 คุณสมบัติชนิด Datatype Property

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
1	hasAge	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิด ตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าอายุของผู้มารับการตรวจสุขภาพ
2	hasAlbumin	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิด ตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Albumin ในเลือด
3	hasALP	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิด ตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ ALP ในเลือด
4	hasALT	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิด ตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ ALT ในเลือด
5	hasAST	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิด ตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ AST ในเลือด
6	hasBMI	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิด ตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดดัชนีมวลกาย

ตารางที่ 4.21 คุณสมบัติ Datatype Property (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
7	hasBP	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดค่าความดันโลหิต
8	hasBUN	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ BUN ในเลือด
9	hasCalcium	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Calcium ในเลือด
10	hasCholesterol	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Cholesterol ในเลือด
11	hasCPK	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ CPK ในเลือด
12	hasCreatinine	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Creatinine ในเลือด
13	hasDirect_bilirubin	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Direct bilirubin ในเลือด
14	hasFBS	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Glucose ในเลือด
15	hasHb	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Hb ในเลือด
16	hasHct	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Hct ในเลือด
17	hasHDL	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ HDL ในเลือด

ตารางที่ 4.21 คุณสมบัติ Datatype Property (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
18	hasLDH	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ LDH ในเลือด
19	hasLDL	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ LDL ในเลือด
20	hasMCH	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดค่าของ MCH
21	hasMCHC	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดค่าของ MCHC
22	hasMCV	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดค่าของ MCV
23	hasPhosphorus	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Phosphorus ในเลือด
24	hasRBC	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดจำนวนของ RBC ในเลือด
25	hasRDW	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดค่าของ RDW
26	hasTotal_bilirubin	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Total bilirubin ในเลือด
27	hasTotal_protein	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Total protein ในเลือด
28	hasTriglyceride	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Triglyceride ในเลือด
29	hasUric_acid	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดระดับของ Uric acid ในเลือด
30	hasWBC	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดจำนวนของ WBC ในเลือด

ตารางที่ 4.21 คุณสมบัติ Datatype Property (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ช่วงค่าที่อนุญาต	คำอธิบาย
31	hasDiastolic_pressure	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดคลื่นโลหิตขณะหัวใจคลายตัว
32	hasSystolic_pressure	Integer	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขจำนวนเต็ม (Integer) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดคลื่นโลหิตขณะหัวใจบีบตัว
33	hasTemperature	Float	เป็นการระบุค่าคงที่ชนิดตัวเลขทศนิยม (Float) เพื่อใช้อธิบายค่าการตรวจวัดอุณหภูมิของร่างกาย

คุณสมบัติ Datatype Properties เป็นคุณสมบัติที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับตัวแทนข้อมูลมีรายละเอียดความสัมพันธ์ในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 คุณสมบัติ Datatype Property ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับตัวแทนข้อมูล

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ความสัมพันธ์ระหว่าง	
		คลาส	ตัวแทนข้อมูล
1	hasAge	Age	ค่าตัวเลขที่แสดงอายุ
2	hasAlbumin	Diagnosis	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Albumin ในเลือด
3	hasALP	Diagnosis, Liver_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ ALP ในเลือด
4	hasALT	Diagnosis, Liver_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ ALT ในเลือด
5	hasAST	Diagnosis, Liver_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ AST ในเลือด
6	hasBMI	Diagnosis, Phycical_Examination	ค่าตัวเลขที่แสดงค่าดัชนีมวลกาย
7	hasBP	Diagnosis, Phycical_Examination	ค่าตัวเลขที่แสดง ค่าความดันโลหิต

ตารางที่ 4.22 คุณสมบัติ Datatype Property ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับตัวแทนข้อมูล (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ความสัมพันธ์ระหว่าง	
		คลาส	ตัวแทนข้อมูล
8	hasBUN	Diagnosis, Renal_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ BUN ในเลือด
9	hasCalcium	Diagnosis	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Calcium ในเลือด
10	hasCholesterol	Diagnosis, Lipid_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Cholesterol ในเลือด
11	hasCPK	Diagnosis, Cardiac_Marker	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ CPK ในเลือด
12	hasCreatinine	Diagnosis, Renal_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Creatinine ในเลือด
13	hasDirct_bilirubin	Diagnosis, Liver_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Direct Bilirubin ในเลือด
14	hasFBS	Diagnosis, Glucose_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ น้ำตาลในเลือด
15	hasHb	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Hb
16	hasHct	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Hct
17	hasHDL	Diagnosis, Lipid_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ HDL ในเลือด
18	hasLDH	Diagnosis	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ LDH ในเลือด
19	hasLDL	Diagnosis, Lipid_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ LDL ในเลือด
20	hasMCH	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ MCH ในเลือด

ตารางที่ 4.22 คุณสมบัติ Datatype Property ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสกับตัวแทนข้อมูล (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อคุณสมบัติ	ความสัมพันธ์ระหว่าง	
		คลาส	ตัวแทนข้อมูล
21	hasMCHC	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ MCHC
22	hasMCV	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ MCV
23	hasPhosphorus	Diagnosis, Laboratory_Investigation	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Phosphorus ในเลือด
24	hasRBC	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดง จำนวน เม็ดเลือดแดง
25	hasRDW	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ RDW
26	hasTotal_bilirubin	Diagnosis, Liver_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Total Bilirubin ในเลือด
27	hasTotal_protein	Diagnosis, Liver_Function_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Total protein ในเลือด
28	hasTriglyceride	Diagnosis, Lipid_Test	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Triglyceride ในเลือด
29	hasUric_acid	Diagnosis, Laboratory_Investigation	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Uric acid ในเลือด
30	hasWBC	Diagnosis, CBC	ค่าตัวเลขที่แสดง จำนวนเม็ดเลือดขาว
31	hasDiastolic_pressure	Diagnosis, Physical_Examination	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Diastolic Pressure
32	hasSystolic_pressure	Diagnosis, Physical_Examination	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ Systolic Pressure
33	hasTemperature	Diagnosis, Physical_Examination	ค่าตัวเลขที่แสดงระดับของ อุณหภูมิร่างกาย

4) กำหนดค่าอินสแตนซ์ (Instance) หรือค่าตัวแทนข้อมูล คือค่าที่ใช้แสดงข้อมูลตามคุณสมบัติของคลาสนั้นๆ จากการสรุ้ ำฐานความรู้ ้อนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ มีรายละเอียดค่าตัวแทนของข้อมูลของคลาสต่างๆดังนี้

ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
1	Endocrine	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระบบต่อมไร้ท่อ	High_sugar_dietary Hyperglycemia Hypoglycemia Normal_sugar
2	Heart	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระบบหัวใจและหลอดเลือด	Hyperlipidemia Hypertriglyceridemia Optimal_lipid Optimal_triglyceride
3	Liver	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระบบตับ	Abnormal_liver_function Normal_liver_function
4	Metabolic	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระบบเมแทบอลิซึม	High_protein_dietary Hypouricemia Hyperuricemia Normal_Uric_acid
5	Renal	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระบบไต	Abnormal_renal_function Normal_renal_function High_protein_intake Low_protein_intake Dehydration Exercise
6	Disease	ประกอบด้วยค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบาย	Alcoholism Cancer

ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
		ตัวแทนข้อมูลภายในคลาสโรค	Cardiovascular_disease Diabetes Gout Hepatitis Hepatobiliary_diseases Hyperparathyroidism Hyperthyroidism Hypothyroidism Infections Liver_disease Malabsorption Malnutrition Necrosis Nephrotoxic_drug Normal Osteomalacia Pancreas_disease Pancreatitis Renal_disease
7	Risk_Level	ประกอบด้วยค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระดับความเสี่ยง	Very_low_risk Low_risk Borderline_high_risk High_risk Very_high_risk
8	Automate	ประกอบด้วยค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสเครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ	Fully_automate Semi_automate

ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
9	Manual	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระบบทำงานด้วยตนเอง	Cells_stain_observation Microscopic_examination Sediment_observation
10	Method_Type	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสชนิดของวิธีการตรวจวิเคราะห์	Chromatography ELISA Electrophoresis Flow_cytometry HPLC Immunoassay LPLC Latex_agglutination PCR Passive_hemagglutination Rapid_plasma_reagin Spectrophotometer Spectroscopy
11	Analytical	ประกอบด้วยค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสกระบวนการขณะตรวจวิเคราะห์	Calibration Interference Quality_control Reference_interval Sensitivity Specificity Statistical_analysis

ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
12	Post_Analytical	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาส กระบวนการหลังการตรวจวิเคราะห์	Report_validation Report_transportation Result_interpretation Specimen_storage
13	Pre_Analytical	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาส กระบวนการก่อนการตรวจวิเคราะห์	Specimen_collection Specimen_preparation Specimen_transportation Venipuncture
14	Instrument_Quality	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการควบคุมคุณภาพของเครื่องมือ	Instrument_Calibration Instrument_Maintenance
15	Laboratory_Accreditation	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสนิตของระบบควบคุมคุณภาพทางห้องปฏิบัติการ	ISO15189 ISO17025 LA LOINC
16	External_Control	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสนิตของวิธีการควบคุมคุณภาพภายนอก	EQA Interlaboratory_comparison

ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
17	Internal_Control	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสชนิดของวิธีการควบคุมคุณภาพภายใน	IQC Proficiency_testing
18	Reagent_Quality	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสชนิดของวิธีการควบคุมคุณภาพน้ำยา	Expiry_date Verification
19	Abnormal_Value	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสระดับของค่าการตรวจวิเคราะห์ที่ผิดปกติ	Very_low Low Borderline_high High Very_high
20	Normal_Value	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสค่าปกติของการตรวจวิเคราะห์	ALP_35-100 U/L ALT_3-36 U/L AST_0-35 U/L BUN_7-22 mg/dl Cholesterol_ < 200 mg/dl Creatinine_0.8-1.2 mg/dl FBS_70-110 mg/dl Triglyceride_ < 200 mg/dl Uric_acid_3-7 mg/dl
21	Blood_Bank	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการตรวจวิเคราะห์ทางธนาคารเลือด	ABO_group Rh_group

ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
22	Chemistry	ประกอบด้วย ค่า คงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก	ALP ALT AST Albumin BUN Cholesterol Creatinine D_bilirubin FBS Globulin HDL LDL T_bilirubin T_protein Triglyceride Uric_acid
23	Cytology	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการตรวจวิเคราะห์ทางเซลล์วิทยา	Biopsy Pap_smear
24	CBC	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการตรวจวิเคราะห์หาความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด	Basophil Eosinophil Hb Hct Lymphocyte MCH MCHC MCV Monocyte

ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
			Neutrophil Platelet_count RDW RBC_count WBC_count
25	Coagulogram	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการตรวจวิเคราะห์การแข็งตัวของเลือด	aPTT PT INR
26	Immunology	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการตรวจวิเคราะห์ทางภูมิคุ้มกันคลินิก	ANA HBsAg HVCAb HIVAb HIVAg RF TPHA VDRL ASO
27	Microbiology	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยาคลินิก	AFB_stain Culture Gram_stain KOH Wet_smear
28	Body_Fluid_Examination	ประกอบด้วยค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาส	Cell_count Cell_identifier

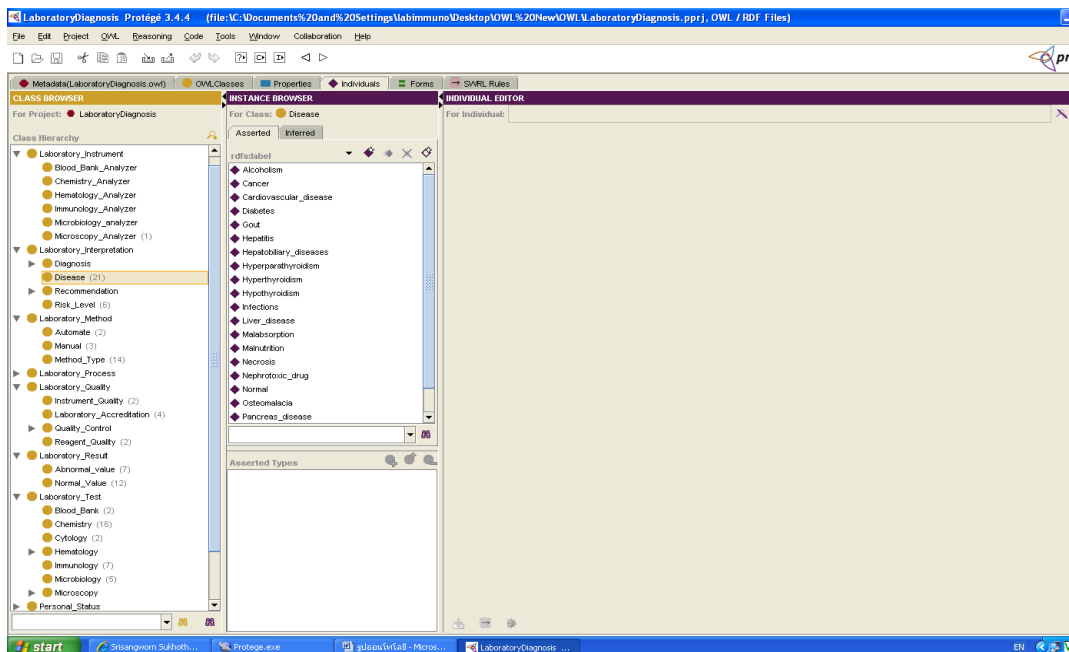
ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
		วิธีการตรวจวิเคราะห์สารคัด หลั่ง	
29	Stool_Examination	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิด ข้อความ (String) เพื่ออธิบาย ตัวแทนข้อมูลภายในคลาส วิธีการตรวจวิเคราะห์อุจจาระ	Occult_blood Parasite
30	Urine_Analysis	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิด ข้อความ (String) เพื่ออธิบาย ตัวแทนข้อมูลภายในคลาส วิธีการตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะ	Color Epithelial_cell RBC Specific_gravity U_protein U_sugar WBC pH
31	Age	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิด ข้อความ (String) เพื่ออธิบาย ตัวแทนข้อมูลภายในคลาสอ ายุ ของผู้มาตรวจสุขภาพ	Adult Baby Old Teen Young
32	Gender	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิด ข้อความ (String) เพื่ออธิบาย ตัวแทนข้อมูลภายในคลาสเพศ ของผู้มาตรวจสุขภาพ	Female Male
33	Preparation	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิด ข้อความ (String) เพื่ออธิบาย ตัวแทนข้อมูลภายในคลาสการ เตรียมตัวของผู้มาตรวจสุขภาพ	Fasting Non_fasting

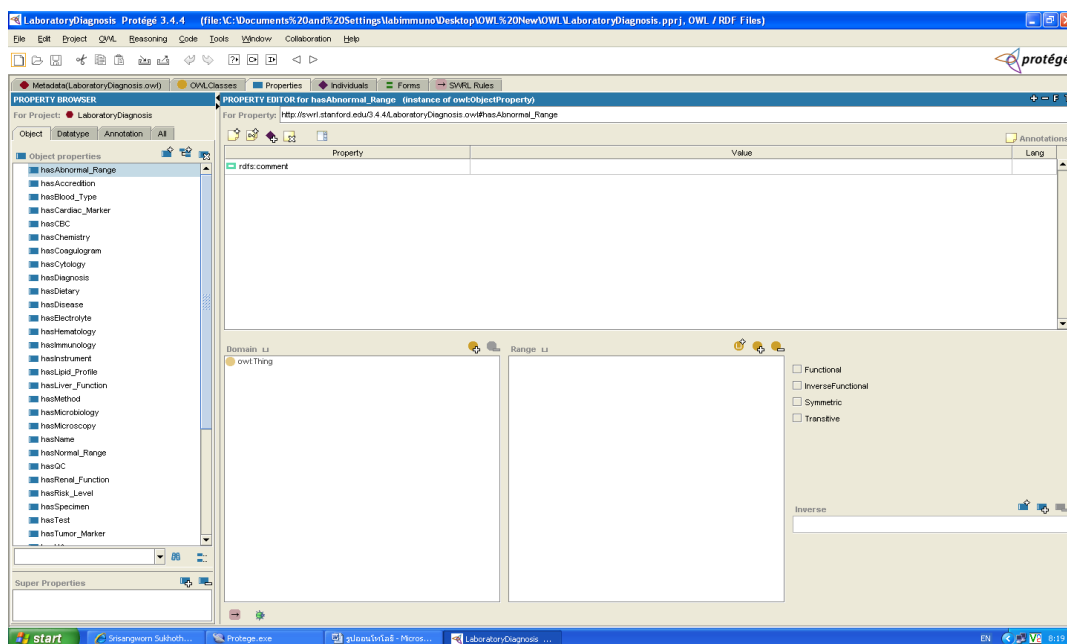
ตารางที่ 4.23 ค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส (ต่อ)

ลำดับที่	คลาส	คำอธิบาย	ค่าตัวแทนข้อมูล
34	Blood	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสนชนิดของสิ่งส่งตรวจที่เป็นเลือด	Cloted EDTA Heparin NaF Sodium citrate
35	Body_Fluid	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสนชนิดของสิ่งส่งตรวจที่เป็นสารคัดหลั่ง	Amniotic Ascitic CSF Pericardial Peritoneal Pleural Synovial
36	Stool	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสนชนิดของสิ่งส่งตรวจที่เป็นอุจจาระ	One_specimen_per_day
37	Urine	ประกอบด้วย ค่าคงที่ชนิดข้อความ (String) เพื่ออธิบายตัวแทนข้อมูลภายในคลาสนชนิดของสิ่งส่งตรวจที่เป็นปัสสาวะ	Catheterized First_morning Midstream Random Urine_24hrs

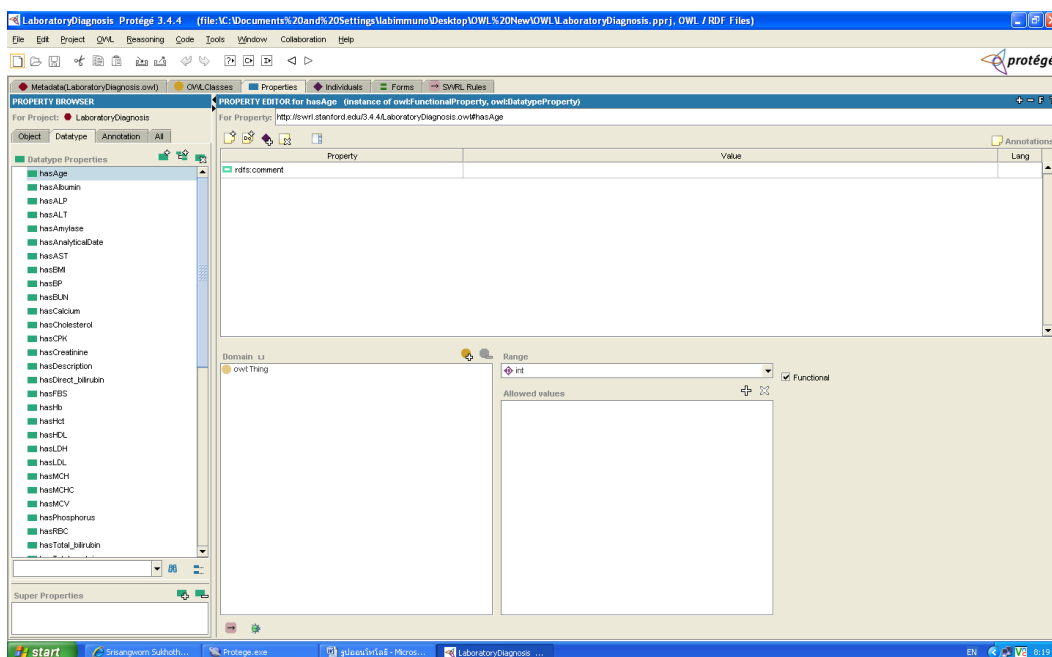
สรุปผลการพัฒนา ฐานความรู้ ออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจ ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ พัฒนาระบบโปรแกรม โปรทีเจ เวอร์ชัน 3.4.4 ดังแสดงในภาพที่ 4.19 ภาพรวมของโครงสร้างคลาสของ ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรค ในรูป 4.20 ภาพรวมของ Object Property ในรูป 4.21 ภาพรวมของ Datatype Property และในรูป 4.22 ภาพตัวอย่างของค่าตัวแทนข้อมูล



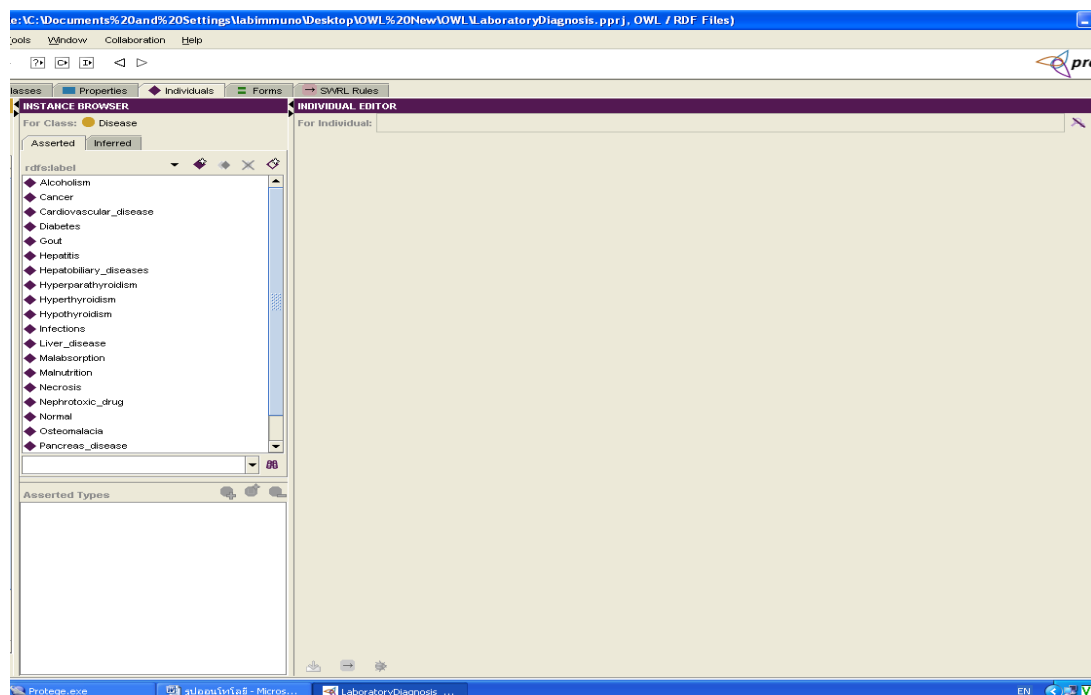
ภาพที่ 4.19 ภาพรวมของโครงสร้างคลาสของออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์



ภาพที่ 4.20 ภาพรวมของโครงสร้างคุณสมบัติชนิด Object Property ของออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์



ภาพที่ 4.21 ภาพรวมของโครงสร้างคุณสมบัติชนิด Datatype Property ของออนโทโลยีการวินิจฉัยโรค
จากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์



ภาพที่ 4.22 ภาพตัวอย่างค่าตัวแทนข้อมูลของออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทาง
ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

5) การประเมิน ออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ การประเมิน ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ มีวิธีการประเมินประกอบด้วย 2 วิธีการ ดังนี้

5.1) ผลการประเมินโครงสร้างของ ออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์โดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เฉพาะด้าน คือ แพทย์ 2 คน และนักเทคนิคการแพทย์ 8 คน เพื่อเป็นการประเมินโครงสร้าง ของออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ทั้งในเรื่องของความถูกต้องของการแบ่งหมวดหมู่ข้อมูล และการสร้างคุณสมบัติมีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ เพื่อนำผลการประเมินที่ได้มาใช้ในการปรับปรุงโครงสร้างของออนโทโลยีทั้งในส่วนของคลาส ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส คุณสมบัติและค่าตัวแทนข้อมูล ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยมีรายละเอียดการประเมินดังตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 ผลประเมินการแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลในออนโทโลยี

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	แปลผล
1. ความถูกต้องของการจัดแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลคลาส	4.00	0	มาก
2. ความเหมาะสมของการจัดกลุ่มของคลาสภายในออนโทโลยี	4.10	0.31	มาก
3. คลาสในออนโทโลยีมีความครอบคลุมในการจัดเก็บความรู้เพียงพอ	4.30	0.48	มาก
4. ชื่อของคลาสภายในออนโทโลยีมีความเหมาะสมและสามารถสื่อความหมายได้เข้าใจ	4.30	0.48	มาก
5. การจัดลำดับของคลาสภายในออนโทโลยีมีความเหมาะสม	4.20	0.42	มาก
6. ความครบถ้วนของข้อมูลคลาสในออนโทโลยี	4.20	0.42	มาก
7. ความถูกต้องและเหมาะสมของข้อมูลคลาสแบบลำดับชั้น ทั้งคลาสหลัก และคลาสย่อย	3.60	0.51	ดี

ตารางที่ 4.24 ผลประเมินการแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูลในออนโทโลยี (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	แปลผล
8. ความครบถ้วนของค่าตัวแทนข้อมูลในแต่ละคลาส	4.40	0.51	มาก
9. ความถูกต้อง และเหมาะสมของชนิดของค่าตัวแทนข้อมูล	4.30	0.48	มาก
10. ภาพรวมของออนโทโลยีมีการออกแบบโครงสร้าง เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งาน	4.00	0	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.14	0.36	มาก

ตารางที่ 4.25 ผลประเมินคุณสมบัติและความสัมพันธ์ในออนโทโลยี

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD	แปลผล
1. ความถูกต้องของคุณสมบัติของคลาสมีความเหมาะสม	4.1	0.31	มาก
2. ความถูกต้องของคุณสมบัติของข้อมูลมีความเหมาะสม	4	0	มาก
3. ชื่อของคุณสมบัติมีความเหมาะสมและสามารถสื่อ ความหมายได้	4.7	0.48	มาก
4. ชื่อคุณสมบัติของคลาส (Object properties) และ รายละเอียดของชนิดข้อมูลมีความสอดคล้องกัน	4.3	0.48	มาก
5. ชื่อคุณสมบัติของชนิดข้อมูล (Data type properties) และ รายละเอียดของชนิดข้อมูลมีความสอดคล้องกัน	4	0	มาก
6. การเลือกใช้ชนิดของคุณสมบัติได้เหมาะสมกับ รายละเอียดของคลาส	4.4	0.51	มาก
7. คุณสมบัติของคลาสสามารถอธิบายลักษณะของคลาสได้	4	0	มาก
8. คุณสมบัติของข้อมูลสามารถอธิบายลักษณะของข้อมูลได้	4.4	0.51	มาก
9. ความครบถ้วนครอบคลุมของคุณสมบัติหรือความสัมพันธ์	4.3	0.48	มาก
10. ภาพรวมของคุณสมบัติของออนโทโลยีมีความเหมาะสม	4	0	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.22	0.27	มาก

ตารางที่ 4.26 สรุปผลประเมินโครงสร้างข้อมูล คุณสมบัติและความสัมพันธ์ ในออนโทโลยีจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
	\bar{X}	SD.	แปลผล
1. โครงสร้างคลาส และค่าตัวแทนข้อมูล	4.14	0.36	มาก
2. คุณสมบัติและความสัมพันธ์	4.22	0.27	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.18	0.32	มาก

ผลการประเมินการออกแบบโครงสร้าง ออนโทโลยีเพื่อพัฒนาฐานความรู้ การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ผลประเมินการแบ่งหมวดหมู่ของข้อมูล ในออนโทโลยีเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 มีส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.36 ผลประเมินคุณสมบัติและความสัมพันธ์ ในออนโทโลยีเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 มีส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.27 และในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 และมีส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.32 ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญได้มีข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ดังนี้

1) ปรับปรุงการจัดลำดับโครงสร้างคลาส โดยให้เรียงคลาสดำดับความสำคัญคือ คลาส Laboratory_Interpretation เคยเป็นคลาสย่อยของ Laboratory_Result ปรับแยกออกมาเป็นคลาสหลัก และประกอบไปด้วยคลาสย่อย Diagnosis, Disease, Recommendation และ Risk_Level

2) เพิ่มคลาสหลักภายในออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์คือคลาส Laboratory_Instrument ประกอบด้วยคลาสย่อย Blood_Bank_Analyzer, Chemistry_Analyzer, Hematology_Analyzer, Immunology_Analyzer, Microbiology_Analyzer และ Microscopy_Analyzer

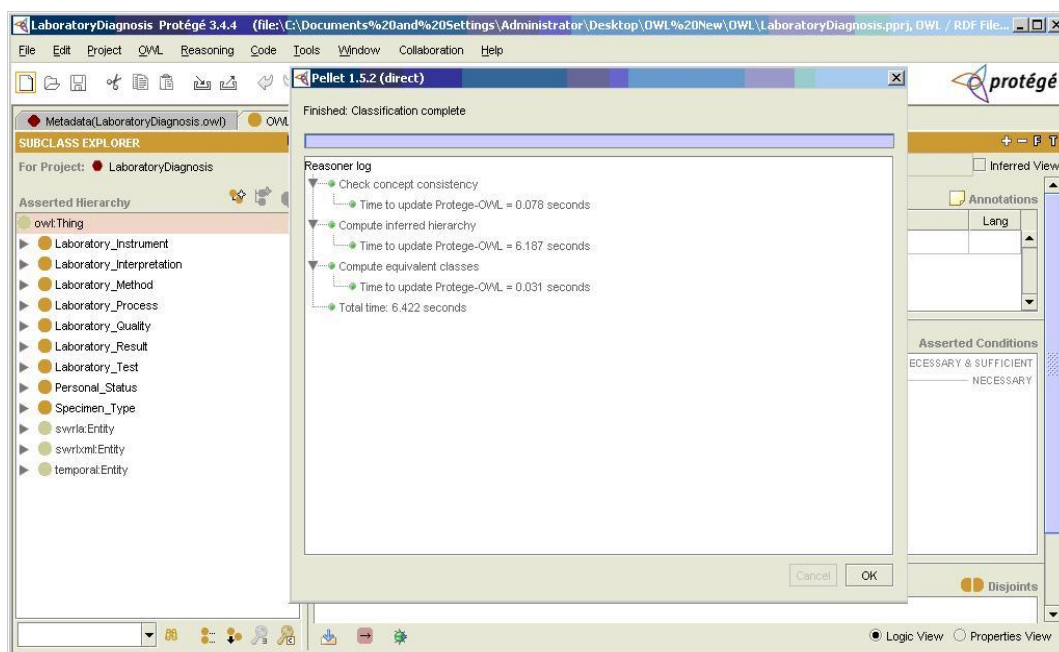
3) เพิ่มคุณสมบัติ ระหว่างคลาส (Object properties) คือ hasTest, hasSpecimen, hasNormal_Range, has Abnormal_Range และ hasRisk_Level

4) เพิ่มคุณสมบัติระหว่างข้อมูล (Datatype property) คือ hasAnalytical_date, hasBMI, hasDiastolic_pressure, hasSystolic_pressure และ hasTemperature

การปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของข้อมูลและคุณสมบัติ เพื่อให้ครอบคลุมการตั้งองค์ความรู้มาประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้กฎและการอนุมานได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2) การประเมินความ สอดคล้องของ โครงสร้าง ออนโท โลยี โดยใช้โปรแกรมเป็นผู้ประเมิน (Consistency Checking)

ในการพัฒนา ออนโทโลยี โดยใช้ โปรแกรม โปรทีเจ มีส่วนของ Reasoner และใช้ Pellet 1.5.2 ในการตรวจสอบความสอดคล้องของ โครงสร้างออนโทโลยี การสร้างคลาส คุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ และการกำหนดค่าตัวแทนข้อมูล โดยตรวจสอบความถูกต้องในเชิง โครงสร้างแบบอัตโนมัติ ผลการตรวจสอบดังแสดงดังภาพที่ 4.23 ไม่พบข้อผิดพลาดทางโครงสร้าง



ภาพที่ 4.23 แสดงส่วนของ Reasoner ในโปรแกรมโปรทีเจที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องของ โครงสร้างออนโทโลยี

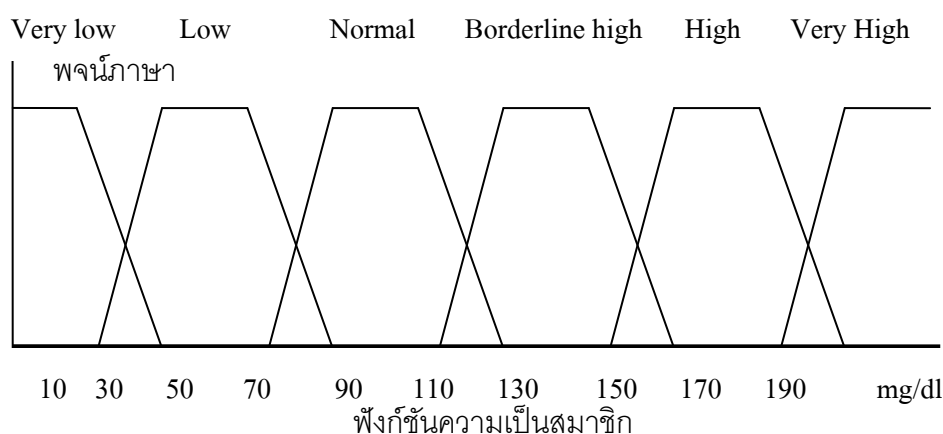
4.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนากฎเชิงความหมายโดยใช้หลักการของการ กฎนิวโร ฟัชซีแบบปรับตัวได้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับดึงองค์ความรู้เชิง ความหมายออกมาใช้ และทดสอบการใช้งานกฎเชิงความหมาย

การศึกษาเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อพัฒนาฐานกฎเชิงความหมายด้วยภาษากฎ SWRL ดำเนินการแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเขียนกฎ ฟัชซีเพื่อใช้ในการแปลผลตรวจเลือด ฟัชซีและตัวแปรภาษา (Linguistic Variable)

เซตแบบฟัชซีสามารถประยุกต์ใช้ในการอธิบายค่าของตัวแปร เช่น ผลตรวจระดับน้ำตาล ในเลือดต่ำ คำว่าต่ำเป็นคำที่ใช้แสดงปริมาณระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าค่าปกติที่กำหนดไว้ ในทางรูป นัยสามารถเขียนได้เป็น ระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ ตัวแปรระดับของน้ำตาลเป็นตัวแปรภาษา (Linguistic

variable) ซึ่งเป็นแนวคิดที่สำคัญมากในตรรกะแบบฟัซซี ที่นำไปใช้กำหนดคลาส คุณสมบัติ และค่าตัวแทนข้อมูลในออนโทโลยี ตัวแปรภาษาช่วยกำหนดค่าของสิ่งที่จะอธิบายทั้งในรูปคุณภาพโดยใช้พจน์ภาษา (Linguistic term) และในรูปปริมาณโดยใช้ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership function) ตัวอย่างตัวแปรสัญลักษณ์ เช่น ระดับน้ำตาลในเลือด มีค่าพจน์ภาษาเป็น (Very Low, Low, Normal, Borderline high, High, Very High) คำว่า Very low, Low, Normal, Borderline high, High และ Very High มีค่าตัวแปรที่บอกถึงระดับตัวแปรเชิงตัวเลข ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ([0, 60], [61, 70], [71, 110], [111, 140], [141, 200], [201, 400]) ภาพที่ 4.24 แสดงตัวอย่างเซตของตัวแปรภาษาการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด

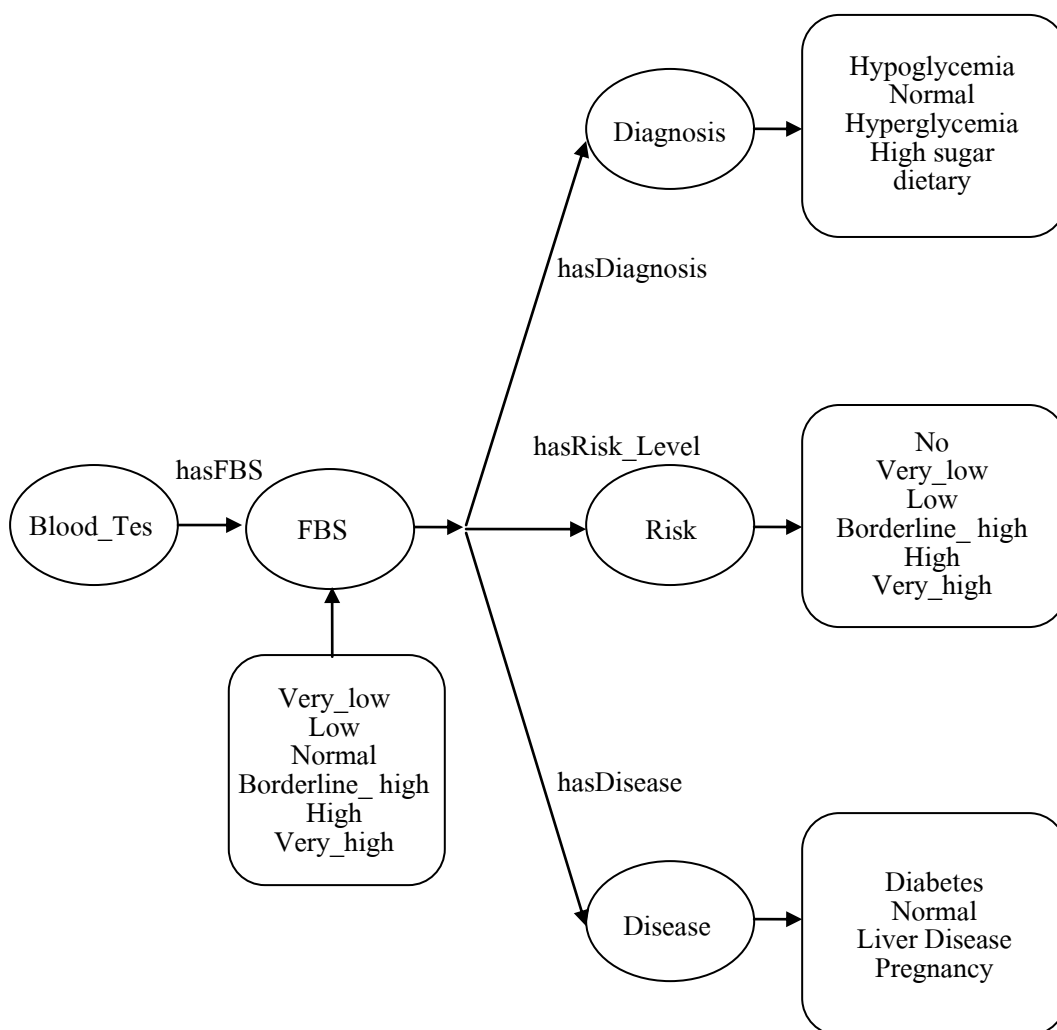


ภาพที่ 4.24 ตัวแปรภาษา ของระดับน้ำตาลในเลือด

1) ผลรูปแบบกฎฟัซซี (Fuzzy Rules)

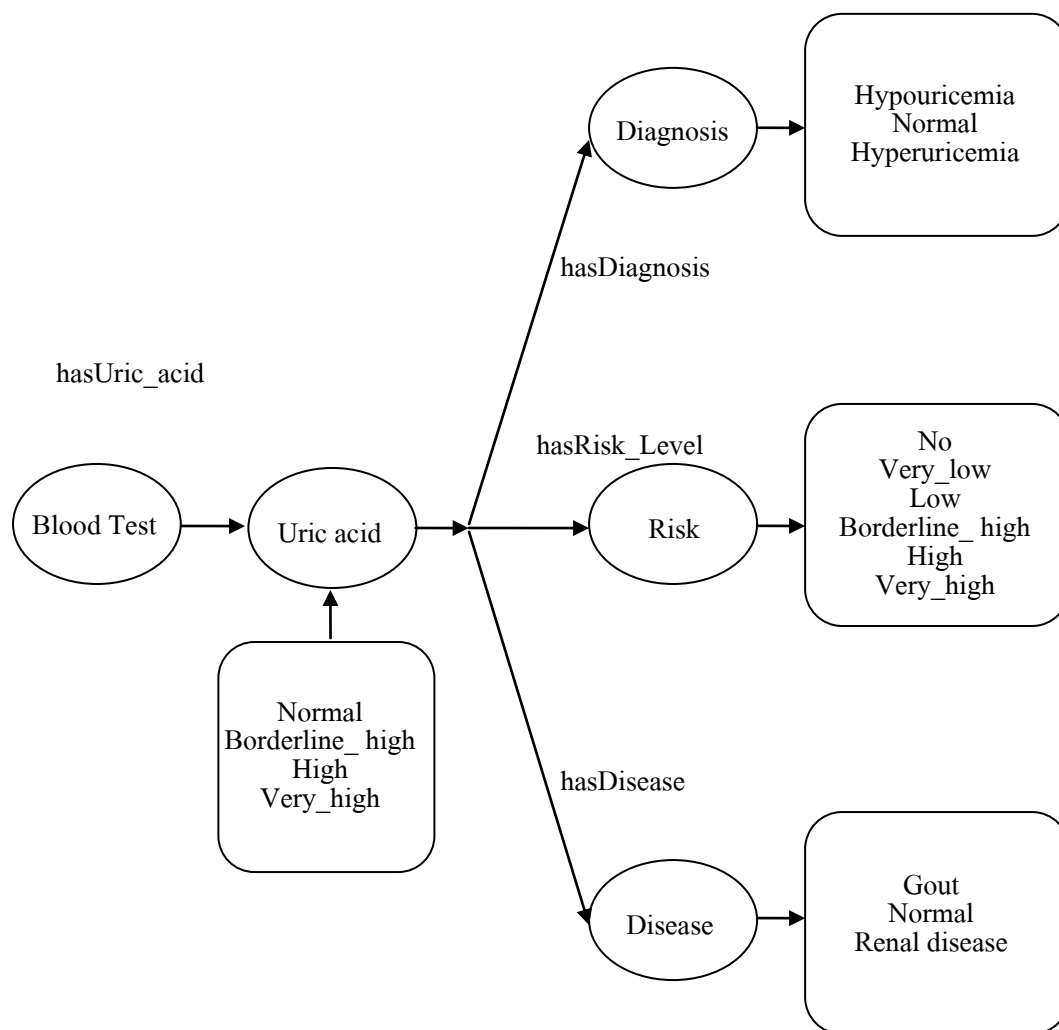
การใช้กฎของฟัซซีในการดึงองค์ความรู้ออกมาใช้ สามารถแสดงในรูปประโยค ข้อตั้ง ดังนั้นข้อตาม IF Premise (Antecedent), THEN Conclusion (Consequent) กฎของฟัซซีลอจิกมีจำนวนมากแต่ที่นิยมและการประยุกต์ใช้งานมากที่สุดได้แก่กฎฟัซซีแบบถ้า-แล้ว (Fuzzy If-Then Rule) กฎเป็นส่วนที่มีความสำคัญในการทำงานเพื่อการอนุมานให้ผลการตัดสินใจกฎเชิงความหมายนำกฎของฟัซซีมาใช้ในรูปแบบของกฎ IF-THEN Rules ในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นสามารถสร้างเป็นกฎได้ 13 กฎ ซึ่งแต่ละกฎจะเป็นการนำผลการตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการมาพิจารณา เพื่อวินิจฉัยโรคและความเสี่ยงในการเกิดโรค โดยแบ่งกฎออกเป็นกลุ่ม 5 กลุ่ม ได้แก่ การวินิจฉัยโรคเบาหวาน การวินิจฉัยการทำงานของไต การวินิจฉัยโรคเก๊าท์ การวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด และการวินิจฉัยการทำงานของตับ ตัวอย่างกฎในกลุ่มของความผิดปกติต่างๆ ดังแสดงกลไกการทำงานของกฎเชิงความหมายดัง ภาพที่ 4.24 และ 4.25, 4.26, 4.27, 4.28

กลไกการทำงานของกฎพีชชีการวินิจฉัยโรคเบาหวาน การทำงานของกฎทำงานผ่านโครงสร้างของคลาส 5 คลาส ประกอบไปด้วยคลาส Blood_Test ผ่านมายังค่าตัวแทนข้อมูลของ คลาสผลตรวจเลือด FBS ใช้ความสัมพันธ์คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasFBS เป็นตัวกำหนดค่าระดับ FBS เซึ่งคุณภาพ แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปยังคลาสอีก 3 คลาส คือ Diagnosis, Risk_Level และ Disease การเชื่อมโยงใช้คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasDiagnosis, hasRisk_Level และ hasDisease ได้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวแทนข้อมูลที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของทั้ง 5 คลาส ออกมาเป็นการแปลผลเลือดเทียบกับค่ามาตรฐานของระดับน้ำตาลปกติ ในร่างกาย วินิจฉัยโรคจากผล ตรวจเลือดที่ได้สัมพันธ์กับการเกิดโรคเบาหวาน และบอกระดับความเสี่ยงการเกิดโรคเบาหวาน ดังภาพที่ 4.25



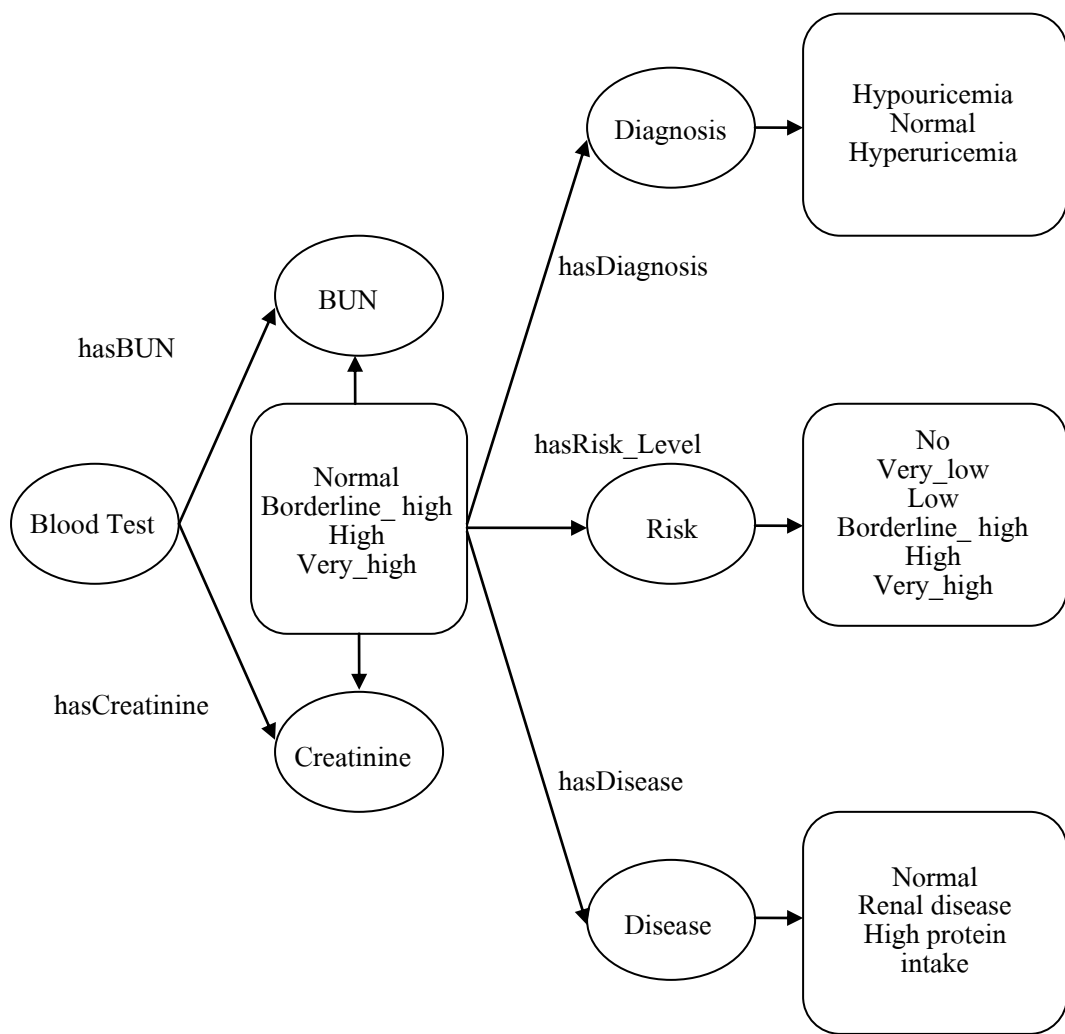
ภาพที่ 4.25 กลไกการทำงานของกฎพีชชีบนฐานความรู้ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคเบาหวาน จากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

กลไกการทำงานของกฎพีชชีการวินิจฉัยโรคเก๊าท์ การทำงานของกฎทำงานผ่านโครงสร้างของคลาส 5 คลาส ประกอบไปด้วยคลาส Blood_Test ผ่านมายังค่าตัวแทนข้อมูลของ คลาสผลตรวจเลือด Uric acid ใช้ความสัมพันธ์คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasUric_acid เป็นตัวกำหนดค่าระดับ Uric acid เชิงคุณภาพ แล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปยังคลาสอีก 3 คลาส คือ Diagnosis, Risk_Level และ Disease การเชื่อมโยงใช้คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasDiagnosis, hasRisk_Level และ hasDisease ได้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวแทนข้อมูลที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของทั้ง 5 คลาส ออกมาเป็นการแปลผลเลือดเทียบกับค่ามาตรฐานของระดับ กรดยูริกปกติในร่างกาย วินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดที่ได้สัมพันธ์กับการเกิดโรคเก๊าท์ และบอกระดับความเสี่ยงการเกิดโรคเก๊าท์ ดังภาพที่ 4.26



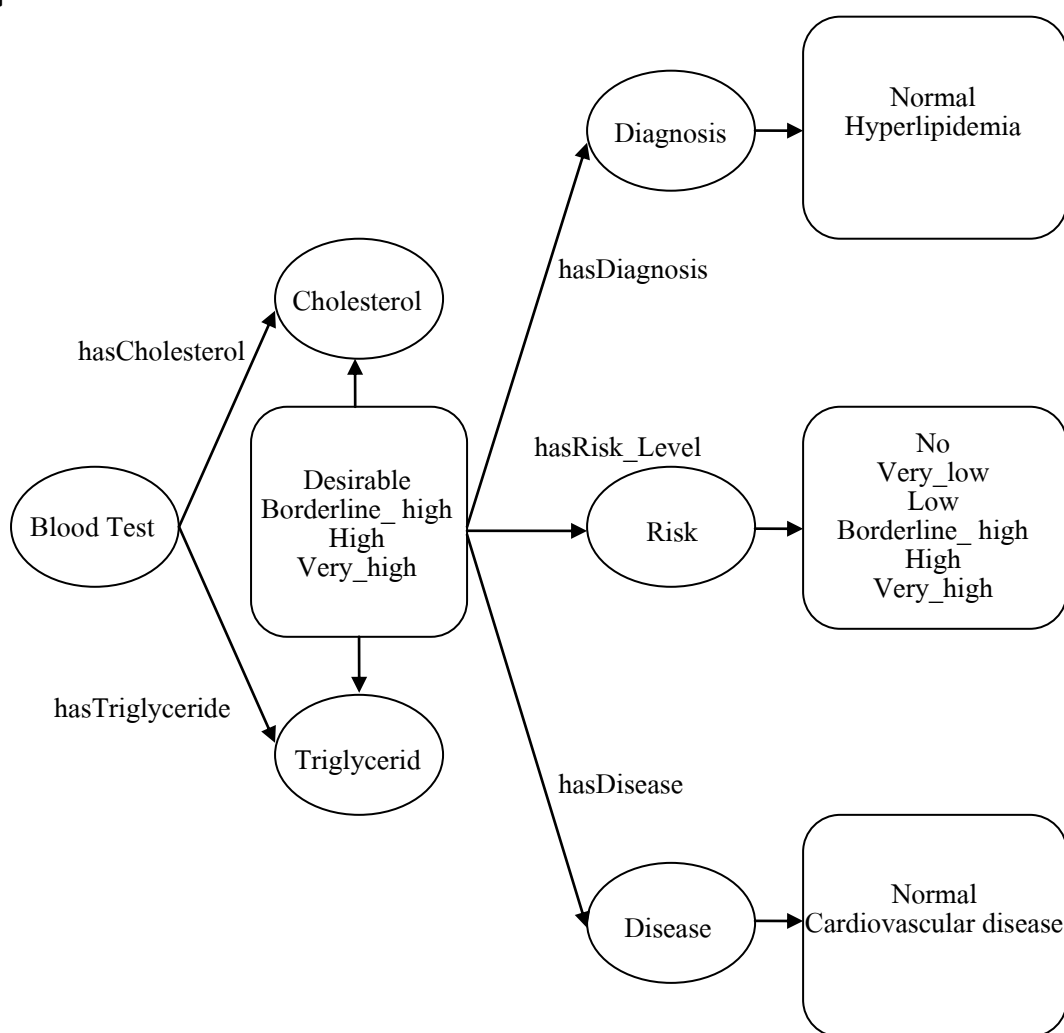
ภาพที่ 4.26 กลไกการทำงานของกฎพีชชีบนฐานความรู้ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคเก๊าท์จากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

กลไกการทำงานของกฎพีชชีการวินิจฉัย การทำงานของไต การทำงานของกฎทำงานผ่าน โครงสร้างของคลาส 6 คลาส ประกอบไปด้วยคลาส Blood_Test ผ่านมายังค่าตัวแทนข้อมูลของ คลาส ผลตรวจเลือด BUN และ Creatinine ใช้ความสัมพันธ์คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasBUN และ hasCreatinine เป็นตัวกำหนดค่าระดับ BUN และ Creatinine เชิงคุณภาพ แล้วเชื่อมโยง ความสัมพันธ์ไปยังคลาสอีก 3 คลาส คือ Diagnosis, Risk_Level และ Disease การเชื่อมโยงใช้ คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasDiagnosis, hasRisk_Level และ hasDisease ได้ผลลัพธ์เป็น ค่าตัวแทนข้อมูลที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของทั้ง 6 คลาส ออกมาเป็นการแปลผลเลือด เทียบกับค่ามาตรฐานของระดับ BUN และ Creatinine ปกติในร่างกาย วินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดที่ได้ สัมพันธ์กับการทำงานของไต และบอกระดับความเสี่ยงการเกิดโรคเกี่ยวกับไต ดังภาพที่ 4.27



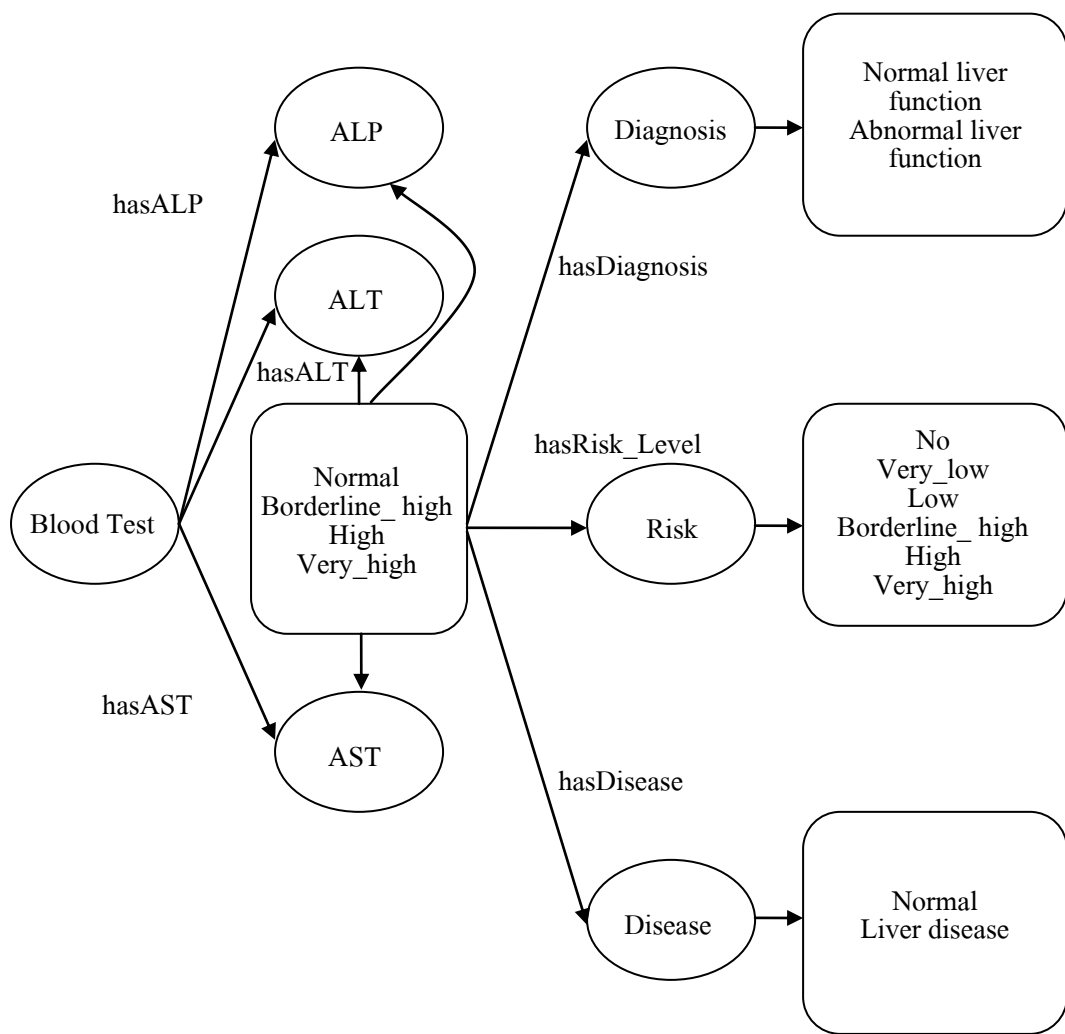
ภาพที่ 4.27 กลไกการทำงานของกฎพีชชีบนฐานความรู้ออนโทโลยีการวินิจฉัยการทำงานของไตจาก ผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

กลไกการทำงานของกฎพีชชีการวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด การทำงานของกฎทำงานผ่านโครงสร้างของคลาส 6 คลาส ประกอบไปด้วยคลาส Blood_Test ผ่านมายังค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส ผลตรวจเลือด Cholesterol และ Triglyceride ใช้ความสัมพันธ์คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasCholesterol และ hasTriglyceride เป็นตัวกำหนดค่าระดับ Cholesterol และ Triglyceride เซึ่งคุณภาพแล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปยังคลาสอีก 3 คลาส คือ Diagnosis, Risk_Level และ Disease การเชื่อมโยงใช้คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasDiagnosis, hasRisk_Level และ hasDisease ได้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวแทนข้อมูลที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของทั้ง 6 คลาส ออกมาเป็นการแปลผลเลือดเทียบกับค่ามาตรฐานของระดับ Cholesterol และ Triglyceride ปกติในร่างกาย วินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดที่ได้สัมพันธ์กับโรคไขมันในเลือด และบอกระดับความเสี่ยงการเกิดโรคที่ไขมันในเลือดสูง ดังภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 กลไกการทำงานของกฎพีชชีบนฐานความรู้ออนโทโลยีการวินิจฉัยไขมันในเลือดจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

กลไกการทำงานของกฎพีชชีการวินิจฉัยการทำงานของตับ การทำงานของกฎทำงานผ่านโครงสร้างของคลาส 7 คลาส ประกอบไปด้วยคลาส Blood_Test ผ่านมายังค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส ผลตรวจเลือด ALP, ALT และ AST ใช้ความสัมพันธ์คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasALP, hasALT และ hasAST เป็นตัวกำหนดค่าระดับ ALP, ALT และ AST เซึ่งคุณภาพแล้วเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปยังคลาสอีก 3 คลาส คือ Diagnosis, Risk_Level และ Disease การเชื่อมโยงใช้คุณสมบัติชนิด Datatype Property คือ hasDiagnosis, hasRisk_Level และ hasDisease ได้ผลลัพธ์เป็นค่าตัวแทนข้อมูลที่เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลของทั้ง 7 คลาส ออกมาเป็นการแปลผลเลือดเทียบกับค่ามาตรฐานของระดับ ALP, ALT และ AST ปกติในร่างกาย วินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดที่ได้สัมพันธ์กับการทำงานของตับ และบอกระดับความเสี่ยงการเกิดโรคเกี่ยวกับตับ ดังภาพที่ 4.29



ภาพที่ 4.29 กลไกการทำงานของกฎพีชชีบนฐานความรู้ออนโทโลยีการวินิจฉัยการทำงานของตับจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

การเขียนกฎพีชซีในการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด

การเขียนกฎพีชซี โดยอาศัยองค์ความรู้ตามทฤษฎีการแปลผลตรวจเลือด เทียบกับค่าปกติ และ ผิดปกติของการตรวจแต่ละรายการตรวจนั้นๆ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลเลือดที่ได้กับการเกิดโรค ที่เกี่ยวข้องในการวินิจฉัยโรคทั้ง 5 กลุ่ม คือ ผลตรวจ FBS กับโรคเบาหวาน ผลตรวจ BUN, Creatinine กับการทำงานของไต ผลตรวจ Uric acid กับโรคเก๊าท์ ผลตรวจ Cholesterol, Triglyceride กับโรคไขมันในเลือด และผลตรวจ ALP, ALT,AST กับการทำงานของตับ นำความสัมพันธ์ของผลเลือดที่ได้กับการเกิดโรคมารเขียนในรูปแบบของกฎพีชซี

กฎพีชซีในการวินิจฉัยโรคก่อนการเรียนรู้

กฎพีชซีในการวินิจฉัยโรคเบาหวาน

กฎ 1:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่า 70 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าปกติ และพบภาวะ hypoglycemia

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 70-110 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือดปกติ และไม่พบความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 110 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ และพบความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน

กฎพีชซีในการวินิจฉัยการทำงานของไต

กฎ 1:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN น้อยกว่า 7 mg/dl และมีระดับ Creatinine น้อยกว่า 0.8 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตปกติ และไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 2

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 7-22 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 0.8-1.2 mg/dl **Then**

แปลผลเลือดการทำงานของไตปกติ และไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN มากกว่า 22 mg/dl และมีระดับ Creatinine มากกว่า 1.2 mg/dl **Then** แปล

ผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎพีชชีในการวินิจฉัยโรคเก๊าท์

กฎ 1:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Uric acid น้อยกว่า 3.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับกรดยูริกในเลือดน้อยกว่าปกติ และไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเก๊าท์

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Uric acid เท่ากับ 3.0-7.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับกรดยูริกในเลือดปกติ และไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเก๊าท์

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Uric acid มากกว่า 7.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับกรดยูริกในเลือดสูงกว่าปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเก๊าท์

กฎพีชชีในการวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด

กฎ 1:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol น้อยกว่า 200 mg/dl และมีระดับ Triglyceride น้อยกว่า 200 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือด

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol มากกว่า 200 mg/dl และมีระดับ Triglyceride มากกว่า 200 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดเล็กน้อย

กฎพีชชีในการวินิจฉัยการทำงานของตับ

กฎ 1:

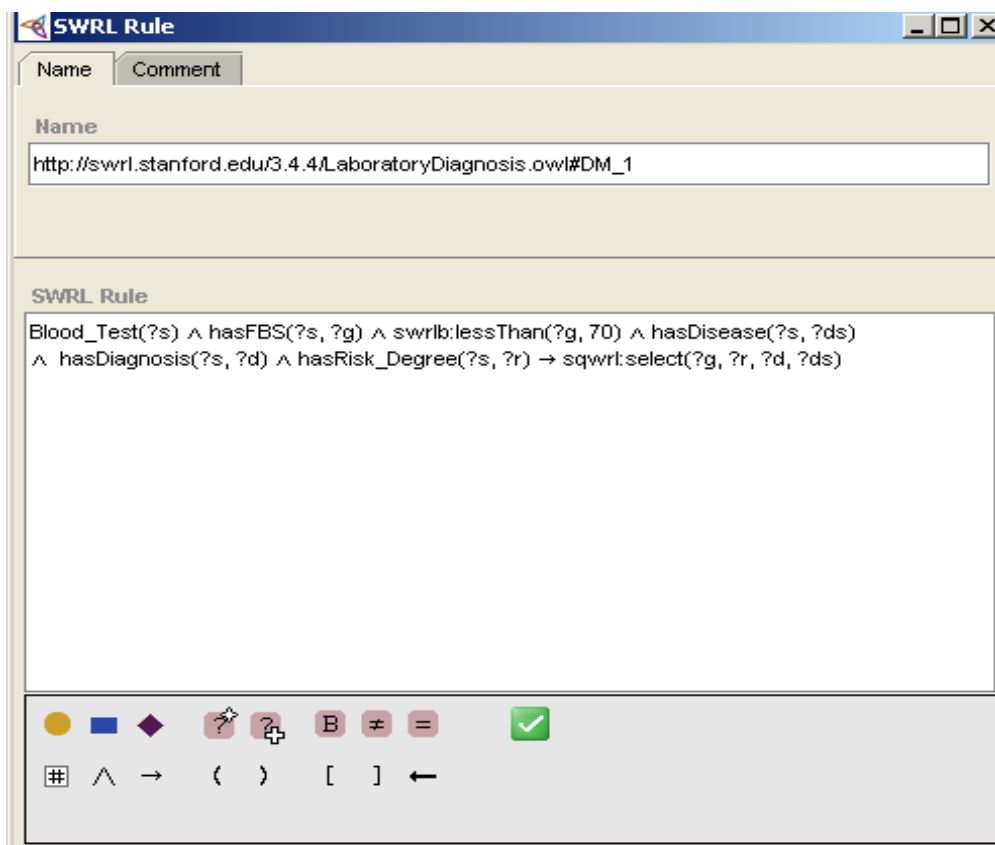
If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L Then แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT มากกว่า 37 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 36 U/L Then แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

ขั้นตอนที่ 2 เขียนกฎเชิงความหมาย (SWRL)

นำกฎพีชชีในการวินิจฉัยโรคที่ได้มาเขียนในรูปแบบภาษากฎเชิงความหมาย (SWRL) บนฐานความรู้ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด สร้างบน SWRLTab กฎเชิงความหมายในการตัดสินใจในการวินิจฉัยโรคทั้ง 5 กลุ่มโรค ประกอบไปด้วย การวินิจฉัยโรคเบาหวานจำนวน 3 กฎ การวินิจฉัยการทำงานของไตจำนวน 3 กฎ การวินิจฉัยโรคเก๊าท์จำนวน 3 กฎ การวินิจฉัยโรคไขมันในเลือดจำนวน 2 กฎ และการวินิจฉัยการทำงานของตับ จำนวน 2 รวม 13 กฎ เขียนด้วยภาษาเอสดับบลิวอาร์แอล บนส่วนเสริมที่เรียกว่า SWRL editor กฎเชิงความหมายทั้งหมดที่สร้างขึ้นจะถูกเก็บไว้ในฐานกฎบนโปรแกรมโปรทีเจในตัวช่วยสร้าง SWRL Tab การสร้างกฎใหม่เลือกที่เมนูสร้างกฎใหม่ (Create New Rule) จะปรากฏหน้าจอ SWRL Rule ขึ้นมาแสดง สามารถเขียนกฎภาษาเอสดับบลิวอาร์แอลได้ง่าย เนื่องจากมีตัวช่วยสร้างที่สามารถเลือกใช้ทั้งส่วนของตัวแปร สัญลักษณ์ ตามหลักการเขียนด้วยโครงสร้างของภาษาเอสดับบลิวอาร์แอล ดังภาพที่ 4.30



ภาพที่ 4.30 กฎเชิงความหมายภาษา SWRL เขียนบนส่วนเสริมที่เรียกว่า SWRL Tab

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยโรคก่อนการเรียนรู้

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยโรคเบาหวาน

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasFBS (?t, ?s) \wedge swrlb:lessThan (?s, 70) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?s, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasFBS (?t, ?s) \wedge swrlb:lessThan (?s, 111) \wedge swrlb:greaterThan (?s, 69) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?s, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-3: Blood test (?t) \wedge hasFBS (?t, ?s) \wedge swrlb:greaterThan (?s, 110) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?s, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยการทำงานของไต

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:lessThan (?b,) hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 0.7) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:lessThan (?b, 23) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 6) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 1.3) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 0.7) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-3: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 22) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 1.2) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยโรคเก๊าท์

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasUric_acid (?t, ?ua) \wedge swrlb:lessThan (?ua, 3.0) hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?ua, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasUric_acid (?t, ?ua) \wedge swrlb:lessThan (?ua, 7.1) \wedge swrlb:greaterThan (?ua, 2.9) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow

sqwrl:select (?ua, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-3: Blood test (?t) \wedge hasUric_acid (?t, ?ua) \wedge swrlb:greaterThan (?ua, 7.0) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?ua, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 200) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:lessThan (?tg, 200) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

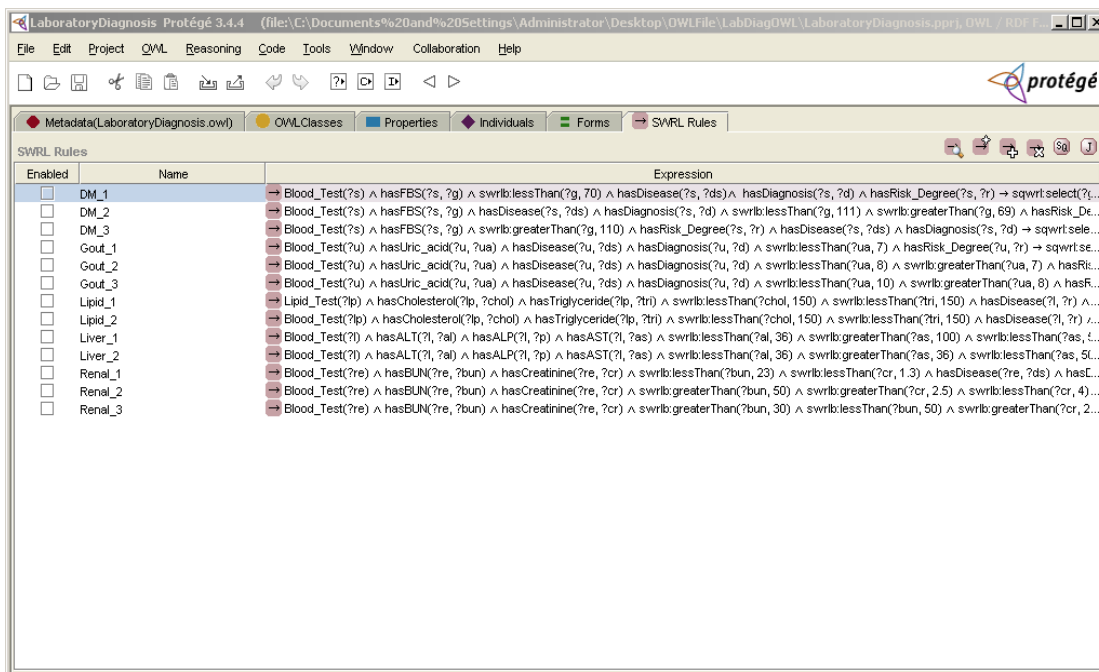
กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 200) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:greaterThan (?tg, 200) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยการทำงานของตับ

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยโรคทั้ง 5 กลุ่ม ที่สร้างขึ้นก่อนที่จะมีการเรียนรู้และปรับปรุงกฎ กฎจะถูกเก็บไว้ในฐานความรู้ออนโทโลยีอันดับลิวดอล สามารถมองเห็นกฎที่สร้างขึ้น ทั้งหมดและถูกรวบรวมกฎไว้เป็นฐานกฎภาษาเอสดับลิวอาร์แอลอยู่ใน SWRL Tab ทั้งหมด 13 กฎ ตามหลักการแปลผลตรวจเลือดเทียบกับค่าปกติของการตรวจนั้นๆ ดังแสดงในภาพที่ 4.31

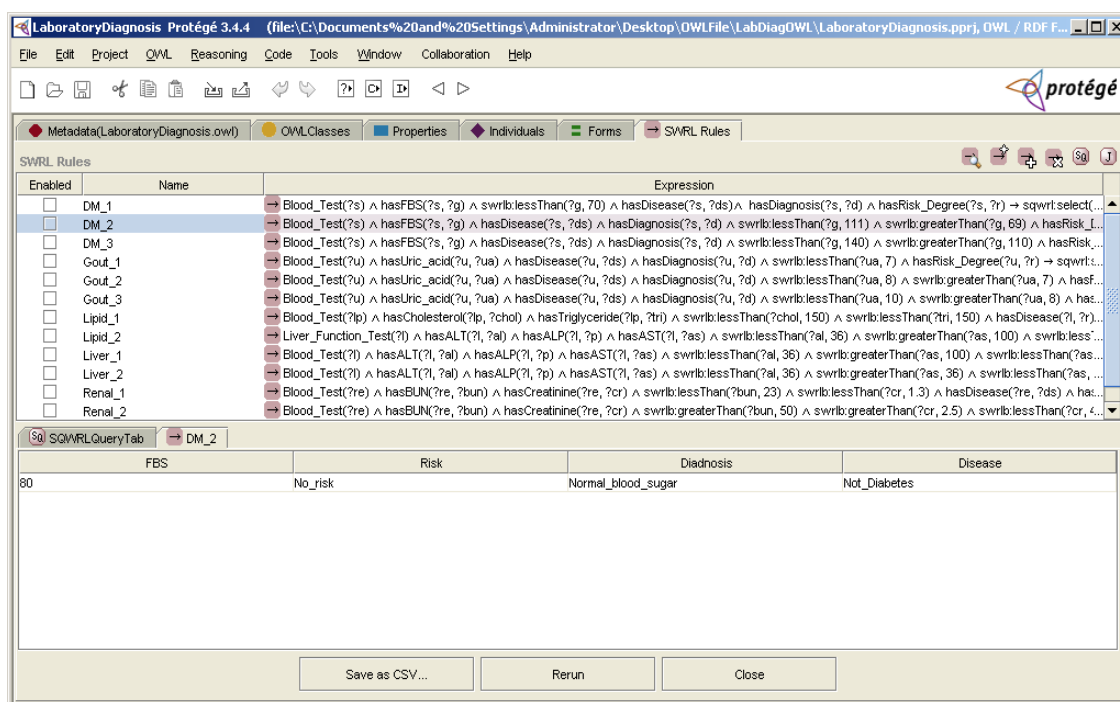


ภาพที่ 4.31 ฐานกฎเชิงความหมายการวินิจฉัยโรค 13 กฎ บนส่วนเสริม SWRL Tab

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบการทำงานของกฎ

กลไกการอนุมานเปรียบเสมือนอัลกอริทึม ส่วนที่ควบคุมการใช้ฐานความรู้ที่สร้างขึ้น เพื่อให้ได้วิธี การตัดสินใจในการ แก้ปัญหา ดังนั้นกลไกการอนุมานจึงเป็นส่วน สำคัญที่สุดในระบบ ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะเป็ นตัวกำหนดความสามารถของระบบ ความเร็วของระบบ และความถูกต้องในการ แก้ปัญหาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสม โดยระบบนี้ใช้กลไกในการอนุมานมุ่งเน้น การเลือกใช้กฎจาก ข้อมูลนำเข้าที่เป็นข้อมูล หลัก การอนุมานจะเริ่มจากการนำ ข้อมูล นำเข้าของผลการตรวจเลือดทาง ห้องปฏิบัติการ มาเปรียบเทียบกับเงื่อนไขของกฎที่มีอยู่ทั้งหมดในแต่ละหมวดของการวินิจฉัยโรค ซึ่ง กฎที่มีเงื่อนไขตรงกับข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ถูกนำเข้ามา หลังจากข้อมูลที่นำเข้าเลือกกฎที่เหมาะสม แล้วกฎนั้นๆ จะนำองค์ความรู้ของการวินิจฉัยโรคออกมาแสดง การอนุมานจะทำในลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะไม่มีกฎใดที่ถูกอนุมานได้อีก หรือหมายถึงการ ได้คำตอบคือค่าการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นจากผล ตรวจเลือดสำหรับผู้รับการตรวจสุขภาพ ทั้งนี้ในการเปรียบ เทียบข้อเท็จจริงกับเงื่อนไขของกฎใน ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจ เลือดจะถูกนำมาช่วยในการทำงาน เนื่องจากเงื่อนไขของกฎจะ เก็บเป็นกลุ่มการวินิจฉัยโรคที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนด ดังนั้นคลาสและ ความสัมพันธ์ของคลาสใน ออนโทโลยีจะถูกนำมาใช้ในการถ่ายทอดคุณสมบัติเพื่อช่วยในการทำการอนุมาน และในการแสดงผล ลัพท์ในส่วนการวินิจฉัยโรค ออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้การอนุมาน (Inference) ผ่านกฎที่เราสร้าง

ขึ้น เพื่อให้ออนโทโลยีที่ออกแบบและสร้างไว้แล้วสามารถดึงความรู้จากฐานความรู้ที่สร้างขึ้น ผ่านส่วนของฐานกฎเชิงความหมาย ใช้ภาษาในการเขียนกฎ ออนโทโลยีที่ใช้ภาษา SWRL ใช้งานร่วมกับ Rule Engine เพื่อการอนุมานกฎ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ JESS Rule Engine เป็นตัวนำกฎเชิงความหมายภาษา SWRL มาอนุมานผล เช่น ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือด 80 mg/dl ผลการอนุมานกฎได้ผลลัพธ์การวินิจฉัยโรคเบื้องต้น เป็น ระดับน้ำตาลในเลือดปกติ ไม่มีความเสี่ยงโรคเบาหวาน และไม่โรคเบาหวาน ดังแสดงในภาพที่ 4.32



ภาพที่ 4.32 ผลการอนุมานกฎการวินิจฉัยโรคเบาหวาน และการแสดงผลลัพธ์ของการอนุมานกฎ

ขั้นตอนที่ 4 การเรียนรู้และปรับตัวได้ของกฎเชิงความหมายโดยทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียม

ขั้นตอนที่ 4.1 การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ วิธีการจัดการข้อมูลก่อนการวิเคราะห์

(Data Preprocessing) ข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล หรือระบบสารสนเทศ ส่วนใหญ่เป็นข้อมูลที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการในการจัดการ ข้อมูล มีข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ และข้อมูลมีความผิดปกติ ได้แก่ ข้อมูลบางตัวมีความซ้ำซ้อน (Redundancy) ข้อมูลมีการสูญหาย (Missing) ข้อมูลมีความผิดปกติ (Outlier) ข้อมูลไม่สอดคล้อง (Inconsistency) ข้อมูลไม่อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำมาวิเคราะห์ในกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล หรือค่าข้อมูลมีความไม่สม่ำเสมอ หรือไม่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้ หรือเป็นค่าที่ไม่สมเหตุสมผลตามความเป็นจริง

ในการนำผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ ที่อยู่พื้นฐานข้อมูลไปใช้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผ่านกระบวนการจัดการ ข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ โดยในที่นี้ เรียกว่าการทำความสะอาดข้อมูล (Data cleaning) วัตถุประสงค์หลักของการจัดการข้อมูลก่อนการวิเคราะห์คือ การป้องกันปัญหาข้อมูลที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งจะส่งผลให้สารสนเทศที่นำข้อมูลนี้ไปใช้ไม่มีคุณภาพตามไปด้วย

1) การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection)

เป็นการคัดเลือกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่สามารถนำมาใช้ในการเป็นชุดข้อมูลในการเรียนรู้และทดสอบตัวแบบระบบ จำนวนข้อมูล จากฐานข้อมูลผลตรวจเลือดที่มีการวินิจฉัยผลแล้วทั้งหมด 1,884 ราย คัดเลือก ข้อมูลที่มีช่วงอายุมากกว่า 35 ปีขึ้นไป เลือกเพศทั้งเพศชายและหญิงที่มีจำนวนไม่แตกต่างกัน เลือกผลการตรวจที่มีทั้งผลปกติ และผลผิดปกติครอบคลุมทั้ง 5 การวินิจฉัยโรค ในจำนวนไม่แตกต่างกัน ผลการคัดเลือกข้อมูลเลือกข้อมูลตามข้อกำหนดได้จำนวน 1,645 ราย ดังแสดงรายละเอียดของข้อมูลดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ข้อมูลพื้นฐานของชุดข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลการทดสอบจำนวนทั้งหมด 1,645 ข้อมูล

รายละเอียดข้อมูล		จำนวนข้อมูล	ร้อยละ
เพศ	ชาย	816	49.6
	หญิง	829	50.4
ช่วงอายุ	35-44 ปี	395	24.0
	45-54 ปี	428	26.0
	55-64 ปี	450	27.4
	>64 ปี	372	22.6
ปกติ		841	51.1
ผิดปกติ		804	48.9
โรคเบาหวาน		229	13.9
โรคเก๊าท์		68	4.1
การทำงานของไตผิดปกติ		57	3.5
โรคไขมันในเลือดสูง		368	22.4
การทำงานของตับผิดปกติ		82	4.9

2) การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning)

การทำความสะอาดข้อมูล (Data cleaning) หมายถึง การทำความสะอาดข้อมูล เป็นกระบวนการตรวจสอบและการแก้ไข (หรือลบ) รายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกไปจากชุดข้อมูล ตารางหรือฐานข้อมูล ซึ่งเป็นหลักสำคัญของฐานข้อมูล เพราะหมายถึงความไม่สมบูรณ์ความไม่ถูกต้อง ความไม่สัมพันธ์กับข้อมูลอื่นๆ เป็นต้นจึงต้องมีการแทนที่การปรับปรุง หรือการลบข้อมูลที่ไม่ถูกต้องเหล่านี้ออกไปเพื่อให้ข้อมูลมีคุณภาพ การทำความสะอาดข้อมูล เกิดขึ้นเนื่องจาก มีความไม่สอดคล้องของข้อมูล ซึ่งอาจเกิดจากข้อผิดพลาดของการบันทึกข้อมูล การส่งข้อมูล หรือการให้ความหมายของข้อมูลที่จัดเก็บแตกต่างกัน การบูรณาการกับฐานข้อมูลอื่นๆ เช่น คลังข้อมูล หรือหลายฐานข้อมูล จึงมีโอกาสสูงที่จะเกิด ข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพ การนำข้อมูลไปใช้เพื่อการตัดสินใจ ความถูกต้องของข้อมูลจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อหลีกเลี่ยงการสรุปที่ ผิดพลาด

ข้อมูลผิดพลาด (Errors) เป็นข้อมูลที่ประกอบไปด้วยข้อมูล 3 รูปแบบ ได้แก่ข้อมูลไม่ถูกต้อง (Inaccurate) ข้อมูลไม่สมบูรณ์ (Incomplete) และข้อมูลไม่สอดคล้อง (Inconsistency) ข้อมูลต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลเกิดความคลาดเคลื่อน ส่งผลให้การสรุปและอภิปรายผลการวิจัยไม่มีประสิทธิภาพมีโอกาสบิดเบือนจากความเป็นจริง เมื่อนำผลการวิจัยไปใช้อาจก่อให้เกิดผลเสียอาทิเช่น เสียงบประมาณ วัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น แต่ผลลัพธ์ที่ได้กลับมามีประสิทธิภาพหรือมีแต่น้อยมากไม่คุ้มค่ากับทรัพยากรที่สูญเสียไป สำหรับความผิดพลาดของข้อมูลนั้นเกิดได้จากการนำเข้าข้อมูลไม่ถูกต้อง เช่น แหล่งข้อมูลได้มาจากลายมือเขียนตัวหนังสือเล็ก อ่านไม่ออก ทำให้ต้องเดาว่าเขียนว่าอะไร ความรีบเร่งของการนำเข้าข้อมูลมีโอกาสทำให้นำเข้าข้อมูลไม่ถูกต้องด้วยเช่นกัน หรือความผิดพลาดของข้อมูลเกิดจากการรวมข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำ เข้าข้อมูลด้วยคนหรือเวลาแตกต่างกันแล้วนำข้อมูลมารวมกันทีหลัง เป็นต้น ดังนั้นก่อนการวิเคราะห์ข้อมูลจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบ (Screening) และการทำความสะอาดข้อมูล (Cleaning Data) ก่อนเสมอ

การทำความสะอาดข้อมูลเป็นการตัดข้อมูลออกหรือปรับปรุงข้อมูลที่เกิดการผิดพลาดให้มีความสมบูรณ์ถูกต้องและสอดคล้องกัน มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับรูปแบบ (Format) ของค่าในแต่ละระเบียบให้เหมาะสม เช่น ข้อความ (String) ตัวเลข (Numeric) การค้นหาค่าของตัวแปรที่ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนด การรวมหรือตัดระเบียบที่ซ้ำกัน ค้นหาและจัดการแก้ไขค่าผิดปกติ (Outliners) สำหรับเทคนิคการทำข้อมูลให้สมบูรณ์มีด้วยกันหลายวิธี ตั้งแต่วิธีธรรมดาไปจนถึงการใช้โปรแกรมเข้ามาช่วย ในงานวิจัยนี้ใช้ การตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Scanning) และตรวจสอบด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบ

จากผลของการนำข้อมูลทั้งหมดจำนวน 1,645 ข้อมูล มาทำความสะอาดข้อมูลได้มีการกำจัดข้อมูลที่ไม่มีคุณภาพที่ส่งผลต่อการนำไปใช้และการวัดความถูกต้องของระบบออกไปทั้งสิ้น

105 ข้อมูล คงเหลือข้อมูลที่นำไปใช้งานในการเรียนรู้และทดสอบ ตัวแบบระบบทั้งสิ้น 1,610 ข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ผลของการทำความสะอาดข้อมูลการเรียนรู้และข้อมูลทดสอบ

รอบ	จำนวนข้อมูลทั้งหมด	จำนวนข้อมูลที่ตัดออกจากการทำความสะอาดข้อมูล					จำนวนข้อมูลคงเหลือ
		Missing	Outlier	Redundancy	Inconsistency	รวม	
1	1,645	3	10	2	11	26	1,619
2	1,619	0	2	2	2	6	1,613
3	1,613	0	1	0	1	2	1611
4	1,611	0	0	0	1	0	1,610
5	1,610	0	0	0	0	0	1,610

ขั้นตอนที่ 4.2 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน ผลการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) โดยใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) การเรียนรู้ใช้ชุดข้อมูลการเรียนรู้ที่ผ่านการจัดการคุณภาพของข้อมูลแล้วจากขั้นตอนที่ 4.1 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้และการทดสอบแบบไขว้ (k-Fold Cross-Validation) โดยพื้นฐานของเทคนิคนี้คือ เป็นวิธีการที่แบ่งข้อมูลแบบสุ่มออกเป็นเป็นกลุ่มจำนวน 10 กลุ่ม จากข้อมูลทั้งหมด 1,610 ข้อมูล แบ่งได้กลุ่มละ 161 ข้อมูล โดยแบ่งการเรียนรู้แบ่งการเรียนรู้เป็น 10 รอบ ในรอบแรกเลือกข้อมูลกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 เป็นข้อมูลชุดเรียนรู้ และเก็บข้อมูลกลุ่มที่ 10 จะเก็บไว้เป็นข้อมูลชุดสอบ จากนั้นในรอบที่ 2 จะสลับข้อมูลกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 มาเป็นชุดเรียนรู้และเก็บข้อมูลกลุ่ม 9 เป็นชุดทดสอบ ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆจนเรียนรู้ครบรอบที่ 10 โดยทุกรอบมีสัดส่วนการเรียนรู้ต่อการทดสอบเท่ากับ 9 ส่วนต่อ 1 ส่วน

ขั้นตอนการเรียนรู้ โดยนำเข้าสู่ชุดข้อมูลการเรียนรู้ เข้าสู่ตัวแบบระบบในส่วนของ กฎในรอบที่ 1 ปรับปรุงกฎตามชุดข้อมูลการเรียนรู้ตามรูปแบบการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดของชุดข้อมูลที่ใช้ การปรับตัวในส่วนของกฎฟัซซีเชิงความหมาย ปรับในส่วนตัวแปรภาษา และค่า ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก อนุমান กฎ ได้ผลการวินิจฉัยโรค วัดค่าความถูกต้องของกา วินิจฉัยโรค และอัตราความผิดพลาด วนรอบการเรียนรู้ในรอบที่ 2 การเรียนรู้รอบที่ 3 ไปจนรอบการเรียนรู้ครบ 10 รอบ หยุดการเรียนรู้ให้ระบบ วัดค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้อง (Accuracy) ได้เท่ากับ 97.88 % และค่าเฉลี่ยอัตราความผิดพลาด (Error Rate) เท่ากับ 0.012 จากการเรียนรู้ให้ระบบทั้ง 10 รอบ พบว่าในรอบที่ 7 ให้ค่าความ

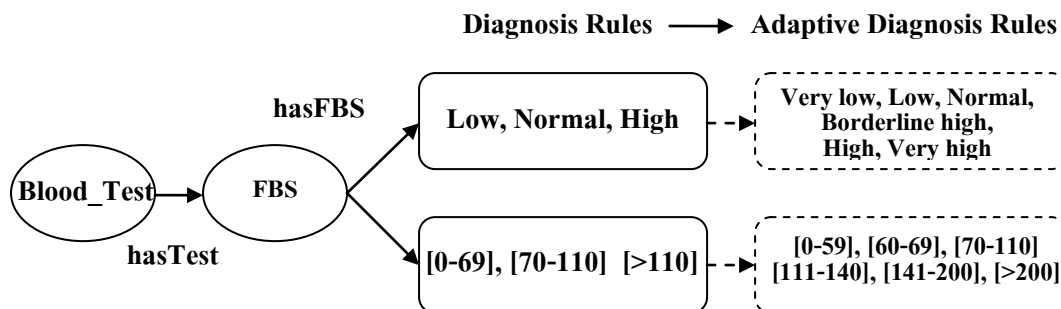
ถูกต้องสูงสุด 99.12 % และอัตราความผิดพลาดต่ำสุด 0.009 และใช้การเรียนรู้รอบที่ 7 เป็นชุดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดในการนำไปปรับปรุงกฎในขั้นตอนที่ 4.3 ดังแสดงผลการเรียนรู้ในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ค่าความถูกต้องและอัตราความผิดพลาดจากการเรียนรู้ด้วยชุดข้อมูลการเรียนรู้

รอบ	จำนวนข้อมูลการเรียนรู้	ชุดข้อมูลการเรียนรู้	ค่าความถูกต้อง % Accuracy	อัตราความผิดพลาด Error Rate
1	1,449	1,2,3,4,5,6,7,8,9	98.16	0.011
2	1,449	1,2,3,4,5,6,7,8,10	97.92	0.012
3	1,449	1,2,3,4,5,6,7,9,10	97.86	0.012
4	1,449	1,2,3,4,5,6,8,9,10	98.26	0.010
5	1,449	1,2,3,4,5,7,8,9,10	97.27	0.013
6	1,449	1,2,3,4,6,7,8,9,10	96.84	0.013
7	1,449	1,2,3,5,6,7,8,9,10	99.12	0.009
8	1,449	1,2,4,5,6,7,8,9,10	98.43	0.011
9	1,449	1,3,4,5,6,7,8,9,10	97.36	0.013
10	1,449	2,3,4,5,6,7,8,9,10	97.62	0.013
ค่าเฉลี่ย			97.88	0.012

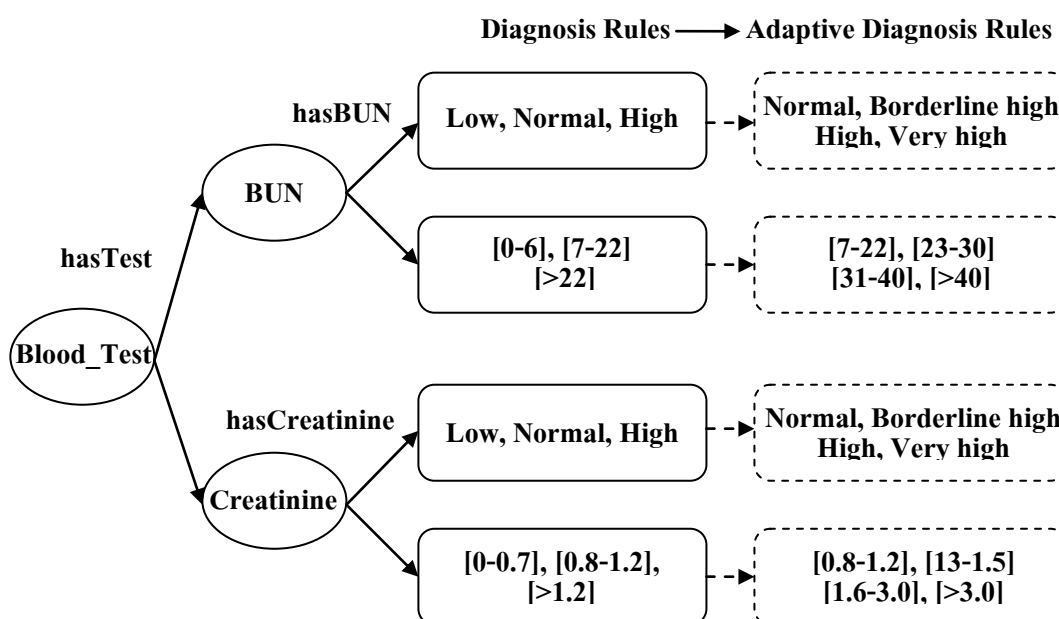
ขั้นตอนที่ 4.3 การปรับตัวได้ของกฎวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด การเรียนรู้ของการนำเข้าสู่ชุดข้อมูลการเรียนรู้ใช้เรียนรู้ให้ฮอนโทโลยีในส่วนของกฎการเรียนรู้ เพื่อปรับปรุงส่วนของกฎฟัซซี ทั้งในส่วนของข้อมูลตัวแปรภาษา และส่วนของค่าฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

กลุ่มการวินิจฉัยโรคเบาหวาน ข้อมูลนำเข้าของชุดการเรียนรู้เป็นผลตรวจ ระดับของ FBS ในเลือดและผลการวินิจฉัยโรค กฎการวินิจฉัยผลตรวจเลือดจะเริ่มจาก เขียนกฎผ่าน คลาส Blood_Test อาศัยความสัมพันธ์ hasFBS มายังค่าตัวแทนข้อมูล FBS ที่เป็นข้อมูลในรูปพจน์ภาษา 3 ระดับ คือ Low, Normal, High และผ่าน ค่าตัวแทนข้อมูล FBS ที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่สอดคล้องกับค่าเชิงคุณภาพทั้ง 3 ระดับ หลังจากระบบผ่านชุดข้อมูลการเรียนรู้กฎมีการปรับตัวของกฎจากรูปแบบการวินิจฉัยโรคของชุดข้อมูลการเรียนรู้ ปรับข้อมูลใน ส่วนของพจน์ภาษาและข้อมูลฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเพิ่มเป็น 5 ระดับที่สอดคล้องกับชุดข้อมูลการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 4.33



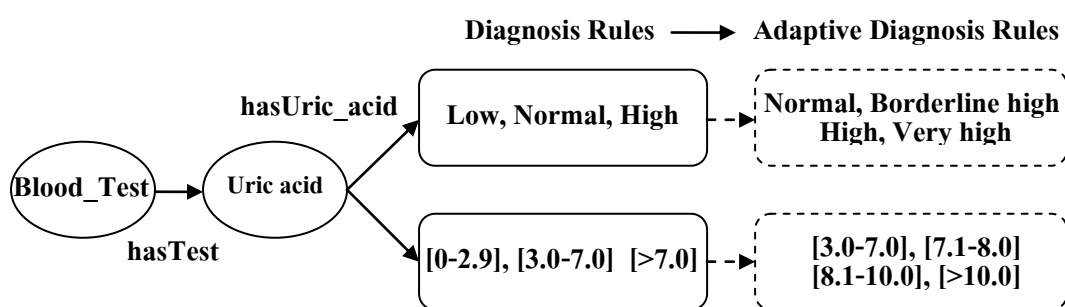
ภาพที่ 4.33 ผลการปรับตัวของกฎการตรวจวินิจฉัยโรคเบาหวาน

กลุ่มการวินิจฉัยการทำงานของไต ข้อมูลนำเข้าของชุดการเรียนรู้เป็นผลตรวจระดับของ BUN และ Creatinine ในเลือดและผลการวินิจฉัยโรค กฎการวินิจฉัยผลตรวจเลือดจะเริ่มจากเขียนกฎผ่านคลาส Blood_Test อาศัยความสัมพันธ์ hasBUN และ hasCreatinine มายังค่าตัวแทนข้อมูล BUN และ Creatinine ในรูปพจน์ภาษา 3 ระดับ คือ Low, Normal, High และค่าตัวแทนข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิกที่สอดคล้องกับค่าเชิงคุณภาพทั้ง 3 ระดับ หลังจากระบบผ่านชุดข้อมูลการเรียนรู้ กฎมีการปรับตัว ของกฎจากรูปแบบ การวินิจฉัยโรค ของชุดข้อมูลการเรียนรู้ ปรับข้อมูลในส่วนของพจน์ ภาษาและ ข้อมูลฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เพิ่มขึ้น 4 ระดับที่สอดคล้องกับชุดข้อมูลการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 4.34



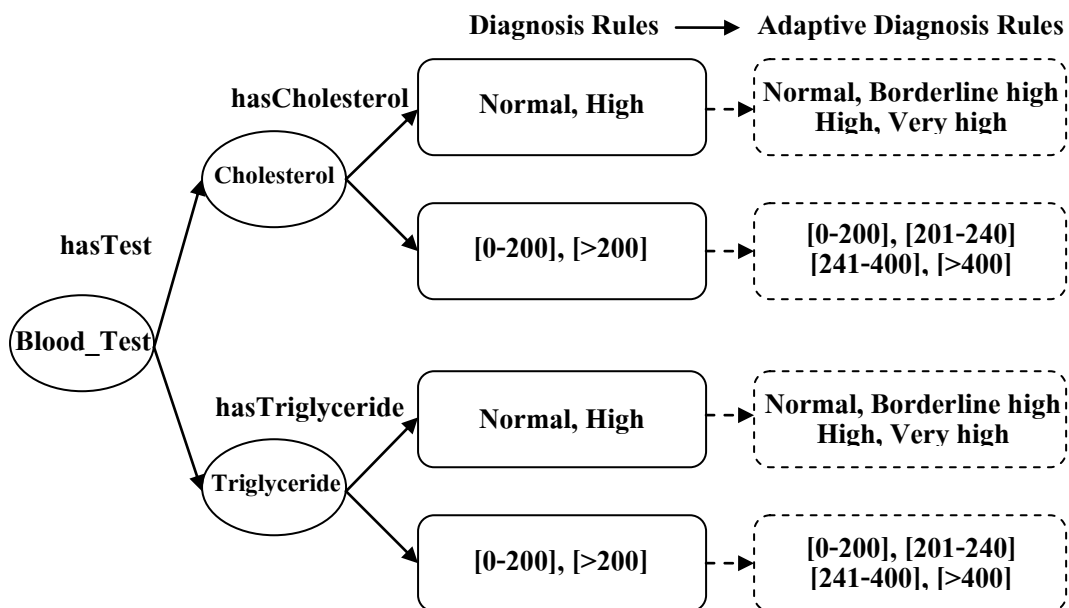
ภาพที่ 4.34 ผลการปรับตัวของกฎการตรวจวินิจฉัยการทำงานของไต

กลุ่มการวินิจฉัยโรคเก๊าท์ ข้อมูลนำเข้าของชุดการ เรียนรู้เป็นผลตรวจระดับของ กรด Uric acid ในเลือดและผลการวินิจฉัยโรค กฎการวินิจฉัยผลตรวจเลือดจะเริ่มจากเขียนกฎผ่านคลาส Blood_Test อาศัยความสัมพันธ์ hasUric_acid มายังค่าตัวแทนข้อมูลของคลาส Uric acid ในรูปพจน์ภาษา 3 ระดับ คือ Low, Normal, High และค่าตัวแทนข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ที่สอดคล้องกับค่าเชิงคุณภาพทั้ง 3 ระดับ หลังจากระบบผ่าน ชุดข้อมูลการเรียนรู้กฎมีการปรับตัวของกฎ จากรูปแบบการวินิจฉัยโรคของชุดข้อมูลการเรียนรู้ ปรับข้อมูลในส่วนของพจน์ภาษาและข้อมูลฟังก์ชัน ความเป็นสมาชิกเพิ่มเป็น 4 ระดับที่สอดคล้องกับชุดข้อมูลการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 4.35



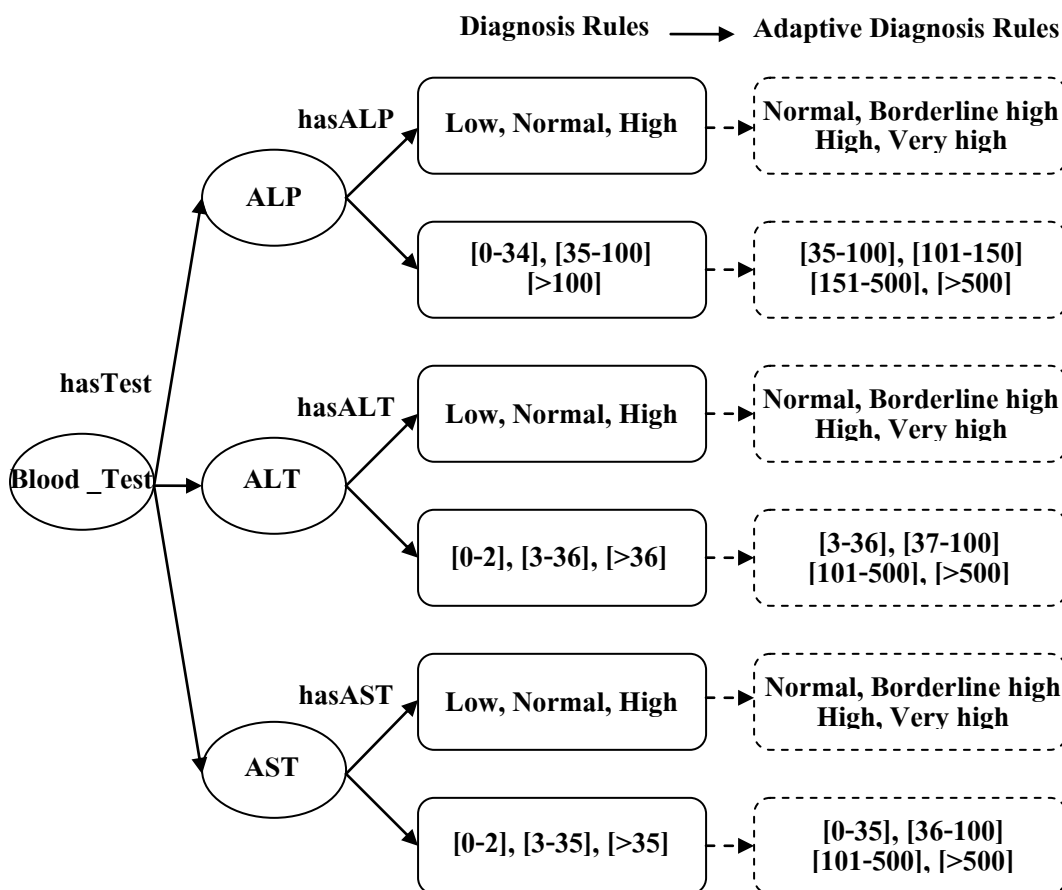
ภาพที่ 4.35 ผลการปรับตัวของกฎการตรวจวินิจฉัยโรคเก๊าท์

กลุ่มการวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด ข้อมูลนำเข้าของชุดการ เรียนรู้เป็นผลตรวจระดับของ ไขมัน ชนิด Cholesterol และ Triglyceride ในเลือดและผลการวินิจฉัยโรค จากผลตรวจเลือดแล้ว กฎการ วินิจฉัยผลตรวจเลือดจะเริ่มจากเขียนกฎผ่านคลาส Blood_Test อาศัยความสัมพันธ์ hasCholesterol และ hasTriglyceride มายังค่าตัวแทนข้อมูล Cholesterol และ Triglyceride ในรูปพจน์ภาษา 2 ระดับ คือ Normal, High และค่าตัวแทนข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ที่สอดคล้องกับค่า เชิงคุณภาพทั้ง 2 ระดับ คือ 0-200 mg/dl และมากกว่า 200 mg/dl หลังจากระบบผ่าน ชุดข้อมูลการ เรียนรู้กฎมีการปรับตัว ของกฎจากรูปแบบการวินิจฉัยโรคของชุดข้อมูลการเรียนรู้ ปรับข้อมูลในส่วน ของพจน์ภาษาและข้อมูลฟังก์ชันความเป็นสมาชิกเพิ่มเป็น 4 ระดับ Normal, Borderline high, High และ Very high และผ่านค่าตัวแทนข้อมูล Cholesterol และ Triglyceride ที่เป็นค่าตัวแทนข้อมูลเชิงปริมาณใน รูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพทั้ง 4 ระดับ คือ Cholesterol (0-200 mg/dl, 201-240 mg/dl, 241-400 mg/dl, มากกว่า 400 md/dl) และ Triglyceride (0-200 mg/dl, 201-240 mg/dl, 241-400 mg/dl, มากกว่า 400 md/dl) ดังแสดงในภาพที่ 4.36



ภาพที่ 4.36 ผลการปรับตัวของกฎการตรวจวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด

กลุ่มการวินิจฉัยการทำงานของตับ ข้อมูลนำเข้าของชุดการเรียนรู้เป็นผลตรวจระดับของ ALP, ALT และ AST ในเลือดและผลการวินิจฉัยโรค จากผลการตรวจเลือดแล้ว กฎการวินิจฉัยผลตรวจเลือด จะเริ่มจากเขียนกฎผ่านคลาส Blood_Test ใช้ความสัมพันธ์ hasALP, hasALT และ hasAST มายัง ตัวแทนข้อมูลค่า ALP, ALT และ AST ที่เป็นค่าตัวแทนข้อมูล ในรูปพจน์ภาษา 3 ระดับ คือ Low, Normal และ High และผ่านค่าตัวแทนข้อมูล ALP, ALT และ AST ที่เป็นค่าตัวแทนข้อมูลเชิงปริมาณ ในรูปแบบฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ที่สอดคล้องกับค่าเชิงคุณภาพทั้ง 3 ระดับ คือ ALP (0-34 U/L, 35-100 U/L, มากกว่า 100 U/L) ALT (0-2 U/L, 3-36 U/L, มากกว่า 36 U/L) และ AST (0-2 U/L, 3-35 U/L, มากกว่า 35 U/L) หลังจากระบบผ่าน ชุดข้อมูลการเรียนรู้ กฎมีการปรับตัว จากรูปแบบของชุดข้อมูลการเรียนรู้ ปรับข้อมูลในรูปพจน์ ภาษาและ ข้อมูลฟังก์ชันความเป็นสมาชิก เป็น 4 ระดับที่สอดคล้องกับชุดข้อมูลการเรียนรู้ คือ Normal, Borderline high, High และ Very high และผ่านค่าตัวแทนข้อมูล ALP, ALT และ AST ที่เป็นค่าตัวแทนข้อมูลเชิงปริมาณในรูปแบบ ฟังก์ชันความเป็นสมาชิก ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงคุณภาพทั้ง 4 ระดับ คือ ALP (35-100 U/L, 101-150 U/L, 151-500 U/L, มากกว่า 500 U/L) ALT (3-36 U/L, 37-100 U/L, 101-500 U/L, มากกว่า 500 U/L) และ AST (0-35 U/L, 36-100 U/L, 101-500 U/L, มากกว่า 500 U/L) ดังแสดงในภาพที่ 4.37



ภาพที่ 4.37 ผลการปรับตัวของกฎการตรวจวินิจฉัยการทำงานของตับ

ขั้นตอนการปรับปรุงกฎการวินิจฉัยโรคหลังจากการเรียนรู้

ขั้นตอนก่อนการเรียนรู้ มีจำนวนกฎการวินิจฉัยโรคทั้งหมด 13 กฎ หลังจากผ่านขั้นตอนการเรียนรู้โดยชุดข้อมูลการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีการปรับปรุงกฎการวินิจฉัยโรคทั้ง 5 กลุ่มโรคได้ทั้งสิ้น 106 กฎ

กฎพีชซีในการวินิจฉัยโรคหลังการเรียนรู้

กฎพีชซีในการวินิจฉัยโรคเบาหวาน

กฎ 1:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่า 60 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือด ต่ำกว่าปกติมาก และพบภาวะ hypoglycemia พบในผู้ป่วยเบาหวานที่ฉีดอินซูลิน หรือ กินอาหารไม่เพียงพอ ออกกำลังกายมากเกินไป

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 60 -69 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าปกติ และพบภาวะ hypoglycemia พบในผู้ป่วยเบาหวาน ที่ฉีดอินซูลิน หรือ กินอาหารไม่เพียงพอ ออกกำลังกายมากเกินไป

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 70 - 110 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือดปกติ และไม่พบความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน

กฎ 4:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 111-140 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือดสูงกว่าปกติ และพบความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวาน

กฎ 5:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดเท่ากับ 141 - 200 mg/dl

Then แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือด เท่ากับ สูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานสูง

กฎ 6:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับน้ำตาลในเลือดมากกว่า 200 mg/dl **Then** แปลผลเลือดระดับน้ำตาลในเลือด สูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงในการเกิดโรคเบาหวานสูง

กฎพีซีในการวินิจฉัยการทำงานของไต**กฎ 1**

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 7-22 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 0.8-1.2 mg/dl **Then** แปลผลเลือดการทำงานของไตปกติ และไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 7-22 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.3-1.5 mg/dl **Then** แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 7-22 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.6-3.0 mg/dl **Then** แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูง

กฎ 4:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 7-22 mg/dl และมีระดับ Creatinine มากกว่า 3.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูงมาก

กฎ 5:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 23-30 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 0.8-1.2 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 6:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 23-30 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.3-1.5 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 7:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 23-30 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.6-3.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูง

กฎ 8:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 23-30 mg/dl และมีระดับ Creatinine มากกว่า 3.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูงมาก

กฎ 9:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 31-40 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 0.8-1.2 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 10:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 31-40 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.3-1.5 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูง

กฎ 11:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 31-40 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.6-3.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูงมาก

กฎ 12:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN เท่ากับ 31-40 mg/dl และมีระดับ Creatinine มากกว่า 3.0 mg/dl **Then**

แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูงมาก

กฎ 13:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN มากกว่า 40 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 0.8-1.2 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไต

กฎ 14:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN มากกว่า 40 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.3-1.5 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูง

กฎ 15:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN มากกว่า 40 mg/dl และมีระดับ Creatinine เท่ากับ 1.6-3.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูงมาก

กฎ 16:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ BUN มากกว่า 40 mg/dl และมีระดับ Creatinine มากกว่า 3.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดการทำงานของไตผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคไตสูงมาก

กฎพีชซีในการวินิจฉัยโรคเกาต์**กฎ 1:**

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Uric acid เท่ากับ 3.0-7.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับกรดยูริกในเลือดปกติ และไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกาต์

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Uric acid เท่ากับ 7.1-8.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับกรดยูริกในเลือดสูงกว่าปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกาต์

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Uric acid เท่ากับ 8.1-10.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับกรดยูริกในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกาต์สูง

กฎ 4:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Uric acid มากกว่า 10.0 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับกรดยูริกในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกาต์สูงมาก

กฎพีชซีในการวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด**กฎ 1:**

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol น้อยกว่า 200 mg/dl และมีระดับ Triglyceride น้อยกว่า 200 mg/dl

Then แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือด

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol น้อยกว่า 200 mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 201-240 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดเล็กน้อย

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol น้อยกว่า 200 mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 241-400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดปานกลาง

กฎ 4:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol น้อยกว่า 200 mg/dl และมีระดับ Triglyceride มากกว่า 400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดมาก

กฎ 5:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 201-240 mg/dl และมีระดับ Triglyceride น้อยกว่า 200 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดเล็กน้อย

กฎ 6:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 201-240 mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 201-240 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดเล็กน้อย

กฎ 7:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 201-240 mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 241-400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดปานกลาง

กฎ 8:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 201-240 mg/dl และมีระดับ Triglyceride มากกว่า 400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดมาก

กฎ 9:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 240-400 mg/dl และมีระดับ Triglyceride น้อยกว่า 200

mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูง

กฎ 10:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 240-400 mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 201-240 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูง

กฎ 11:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 240-400 mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 241-400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูง

กฎ 12:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol เท่ากับ 240-400 mg/dl และมีระดับ Triglyceride มากกว่า 400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูง

กฎ 13:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol มากกว่า 400 mg/dl และมีระดับ Triglyceride น้อยกว่า 200 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูงมาก

กฎ 14:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol มากกว่า 400 mg/dl mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 201-240 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูงมาก

กฎ 15:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol มากกว่า 400 mg/dl และมีระดับ Triglyceride เท่ากับ 241-400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูงมาก

กฎ 16:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ Cholesterol มากกว่า 400 mg/dl และมีระดับ Triglyceride มากกว่า 400 mg/dl **Then** แปลผลเลือดมีระดับไขมันในเลือดสูงกว่าปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดหัวใจและหลอดเลือดสูงมาก

กฎพีชซีในการวินิจฉัยการทำงานของตับ

กฎ 1:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 2:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 3:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 4:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 5:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 6:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 7:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 8:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 9:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-050 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 10:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-500 และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 11:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-500 และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับ ในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 12:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-500 และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 13:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 14:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 15:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST

เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 16:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT น้อยกว่า 37 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 17:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 18:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 19:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 20:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP น้อยกว่า 100 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 21:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 22:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 23:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 24:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 100-150 และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 25:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-050 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 26:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-500 และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 27:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-500 และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 28:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP เท่ากับ 151-500 และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 29:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 30:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT เท่ากับ 37-100 U/L และมีระดับ

มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 61:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT มากกว่า 500 U/L และมีระดับ AST น้อยกว่า 36 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดปกติ การทำงานของตับปกติ และไม่พบความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 62:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT มากกว่า 500 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 36-100 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติเล็กน้อย การทำงานของตับผิดปกติเล็กน้อย และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 63:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT มากกว่า 500 U/L และมีระดับ AST เท่ากับ 101-500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติ การทำงานของตับผิดปกติ และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

กฎ 64:

If ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP มากกว่า 500 U/L และมีระดับ ALT มากกว่า 500 U/L และมีระดับ AST มากกว่า 500 U/L **Then** แปลผลเลือดมีระดับเอนไซม์จากตับในเลือดผิดปกติมาก การทำงานของตับผิดปกติมาก และมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเกี่ยวกับตับ

การปรับปรุงกฎเชิงความหมาย (SWRL)

นำกฎพีชชีในการวินิจฉัยโรคที่ปรับปรุงกฎแล้วมาเขียนในรูปแบบภาษากฎเชิงความหมาย (SWRL) บนฐานความรู้ออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด สร้างบน SWRLTab สร้างกฎเชิงความหมายในการตัดสินใจในการวินิจฉัยโรคทั้ง 5 กลุ่มโรค ประกอบไปด้วย การวินิจฉัยโรคเบาหวาน จำนวน 6 กฎ การวินิจฉัยการทำงานของไตจำนวน 16 กฎ การวินิจฉัยโรคเก๊าท์จำนวน 4 กฎ การวินิจฉัยโรคไขมันในเลือดจำนวน 16 กฎ และการวินิจฉัยการทำงานของตับ จำนวน 64 รวม 106 กฎ บนส่วนเสริมที่เรียกว่า SWRL editor และกฎเชิงความหมายทั้งหมดที่สร้างขึ้นจะถูกเก็บในฐานกฎในรูปแบบภาษาเอสดับบลิวอาร์แอลสามารถมองเห็นได้บนส่วนเสริมที่เรียกว่า SWRL Tab ดังภาพที่ 4.38

$\wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?s, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-5: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasFBS} (?t, ?s) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?s, 201) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?s, 140) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?s, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-6: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasFBS} (?t, ?s) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?s, 200) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?s, ?d, ?ds, ?r)$

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยการทำงานของไต

กฎที่-1: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasBUN} (?t, ?b) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?b, 23) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?b, 6) \wedge \text{hasCreatinine} (?t, ?c) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?c, 1.3) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?c, 0.7) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-2: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasBUN} (?t, ?b) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?b, 23) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?b, 6) \wedge \text{hasCreatinine} (?t, ?c) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?c, 1.6) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?c, 1.2) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-3: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasBUN} (?t, ?b) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?b, 23) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?b, 6) \wedge \text{hasCreatinine} (?t, ?c) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?c, 3.1) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?c, 1.5) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-4: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasBUN} (?t, ?b) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?b, 23) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?b, 6) \wedge \text{hasCreatinine} (?t, ?c) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?c, 3.0) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-5: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasBUN} (?t, ?b) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?b, 31) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?b, 22) \wedge \text{hasCreatinine} (?t, ?c) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?c, 1.3) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?c, 0.7) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-6: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasBUN} (?t, ?b) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?b, 31) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?b, 22) \wedge \text{hasCreatinine} (?t, ?c) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?c, 1.6) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?c, 1.2) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \longrightarrow \text{sqwrl:select} (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-7: $\text{Blood test} (?t) \wedge \text{hasBUN} (?t, ?b) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?b, 31) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?b, 22) \wedge$

hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 3.1) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 1.5) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-៨: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:lessThan (?b, 31) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 22) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 3.0) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-៩: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:lessThan (?b, 41) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 30) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 1.3) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 0.7) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-១០: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:lessThan (?b, 41) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 30) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 1.6) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 1.2) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-១១: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:lessThan (?b, 41) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 30) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 3.1) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 1.5) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-១២: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:lessThan (?b, 41) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 30) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 3.0) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-១៣: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 40) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 1.3) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 0.7) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-១៤: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 40) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 1.6) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 1.2) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-១៥: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 40) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 3.1) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 1.5) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-១៦: Blood test (?t) \wedge hasBUN(?t, ?b) \wedge swrlb:greaterThan (?b, 40) \wedge hasCreatinine(?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 3.0) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?b, ?c, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยโรคเก๊าท์

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasUric_acid (?t, ?ua) \wedge swrlb:lessThan (?ua, 7.1) \wedge swrlb:greaterThan (?ua, 2.9) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?ua, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasUric_acid (?t, ?ua) \wedge swrlb:lessThan (?ua, 8.1) \wedge swrlb:greaterThan (?ua, 7) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?ua, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-3: Blood test (?t) \wedge hasUric_acid (?t, ?ua) \wedge swrlb:lessThan (?ua, 10.1) \wedge swrlb:greaterThan (?ua, 8) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?ua, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-4: Blood test (?t) \wedge hasUric_acid (?t, ?ua) \wedge swrlb:greaterThan (?ua, 10) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?ua, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยโรคไขมันในเลือด

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 200) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:lessThan (?tg, 200) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 200) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:lessThan (?tg, 241) \wedge swrlb:greaterThan (?tg, 200) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-3: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 200) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:lessThan (?tg, 401) \wedge swrlb:greaterThan (?tg, 240) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-4: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 200) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:greaterThan (?tg, 400) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-5: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:lessThan (?c, 241) \wedge swrlb:greaterThan

hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-14: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 400) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:lessThan (?tg, 241) \wedge swrlb:greaterThan (?tg, 200) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-15: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 400) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:lessThan (?tg, 401) \wedge swrlb:greaterThan (?tg, 240) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-16: Blood test (?t) \wedge hasCholesterol (?t, ?c) \wedge swrlb:greaterThan (?c, 400) \wedge hasTriglyceride (?t, ?tg) \wedge swrlb:greaterThan (?tg, 400) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎเชิงความหมายในการวินิจฉัยการทำงานของตับ

กฎที่-1: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-3: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-4: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-5: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-6: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-7: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-8: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-9: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-10: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-11: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-12: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a,

150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-13: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-14: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-15: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-16: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 37) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-17: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-18: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-19: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-20: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-21: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-22: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-23: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-24: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-25: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-26: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្ពុជា-27: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a,

150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-28: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-29: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-30: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-31: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-32: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 36) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-33: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-34: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as)

\wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-35: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-36: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-37: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-38: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-39: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-40: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-41: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease

(?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-42: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-43: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-44: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-45: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-46: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-47: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-48: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:lessThan (?al, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 100) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \rightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-49: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-50: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-51: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-52: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 34) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-53: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-54: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-55: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

កម្មវិធី-56: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 151) \wedge swrlb:greaterThan (?a,

100) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

ករណី-57: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

ករណី-58: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

ករណី-59: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 100) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

ករណី-60: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:lessThan (?a, 501) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 150) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 500) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

ករណី-61: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 36) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

ករណី-62: Blood test (?t) \wedge hasALP (?t, ?a) \wedge swrlb:greaterThan (?a, 500) \wedge hasALT (?t, ?al) \wedge swrlb:greaterThan (?al, 500) \wedge hasAST (?t, ?as) \wedge swrlb:lessThan (?as, 101) \wedge swrlb:greaterThan (?as, 35) \wedge hasRisk_Degree (?t, ?r) \wedge hasDiagnosis (?t, ?d) \wedge hasDisease (?t, ?ds) \longrightarrow sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-63: $\text{Blood_test} (?t) \wedge \text{hasALP} (?t, ?a) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?a, 500) \wedge \text{hasALT} (?t, ?al) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?al, 500) \wedge \text{hasAST} (?t, ?as) \wedge \text{swrlb:lessThan} (?as, 501) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?as, 100) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \rightarrow \text{sqwrl:select} (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)$

กฎที่-64: $\text{Blood_test} (?t) \wedge \text{hasALP} (?t, ?a) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?a, 500) \wedge \text{hasALT} (?t, ?al) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?al, 500) \wedge \text{hasAST} (?t, ?as) \wedge \text{swrlb:greaterThan} (?as, 500) \wedge \text{hasRisk_Degree} (?t, ?r) \wedge \text{hasDiagnosis} (?t, ?d) \wedge \text{hasDisease} (?t, ?ds) \rightarrow \text{sqwrl:select} (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)$

หลังจากมีการเรียนรู้และปรับปรุงกฎแล้วต้อง ทดสอบกฎเชิงความหมาย ที่ที่สร้างขึ้นใหม่หลัง การเรียนรู้เพื่อทดสอบว่ากฎ สามารถ ดึงความรู้จากฐานความรู้ที่สร้างขึ้น ผ่านส่วนของฐานกฎเชิง ความหมาย ใช้ภาษาในการเขียนกฎ ออนโทโลยีที่ใช้ภาษา SWRL ใช้งานร่วมกับ Rule Engine เพื่อการ ออนุมานกฎ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ใช้ JESS Rule Engine เป็นตัวนำกฎเชิงความหมายภาษา SWRL มาอนุมาน ผล เช่น ผู้ตรวจสุขภาพมีระดับ ALP ในเลือด 60 U/L ระดับ ALT 15 U/L และ ระดับ AST 20 U/L ผล การอนุมานกฎได้ผลลัพธ์การวินิจฉัยโรคเบื้องต้น เป็น ระดับเอนไซม์ของตับในเลือดปกติ ไม่มีความ เสี่ยงโรคตับ และไม่เป็นโรคตับ ดังแสดงในภาพที่ 4.39

The screenshot shows the Protégé 3.4.4 interface with the 'SWRL Rules' tab selected. A table of rules is visible, with 'Liver_rule1' selected. Below the rules, a 'SQWRLQueryTab' window is open, displaying the results of a query for 'Liver_rule1'. The table shows the following values:

ALP	ALT	AST	Risk	Diagnosis	Disease
15	20	60	No_risk	Normal_liver_function	Normal

Buttons for 'Save as CSV...', 'Rerun', and 'Close' are visible at the bottom of the query window.

ภาพที่ 4.39 ผลการอนุมานกฎการวินิจฉัยการทำงานของตับ และการแสดงผลลัพธ์ของการอนุมานกฎ

4.3 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 การวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของ ตัวแบบระบบการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด และความเสี่ยงในการเกิดโรคด้วยตัวเอง โดยใช้ข้อมูลผลตรวจเลือดที่ทราบผลการวินิจฉัยโดยแพทย์แล้ว

จากการทดสอบระบบโดยนำข้อมูลผลการตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ที่มีค่าการวินิจฉัยผลตรวจเลือดแล้วของผู้มารับการตรวจสุขภาพของโรงพยาบาลศรีสังวรสุโขทัย ในปี 2555-2557 จำนวน 1,610 ราย จากประเมินผลการทำงานของ ตัวแบบระบบการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด การประเมินตัวแบบระบบใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบไขว้ (k-Fold Cross-Validation) เป็นวิธีการวัดประสิทธิภาพในการทำนายตัวอย่างของตัวแบบ โดยพื้นฐานของเทคนิคนี้ คือการสุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มจากแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นส่วนๆ (Fold) และนำบางส่วนจากชุดข้อมูลนั้นมาทดสอบผลลัพธ์จากการทำนายตัวแบบระบบ การเลือกสุ่มข้อมูลแบบความเที่ยงตรง 10 กลุ่ม และทำการคำนวณค่าจากการทำนาย 10 รอบ โดยแต่ละรอบจะมีข้อมูลเรียนรู้ 9 กลุ่ม และข้อมูลทดสอบ 1 กลุ่ม เทคนิคการตรวจสอบแบบไขว้ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อให้ข้อมูลทุกตัวมี โอกาสเป็นชุดเรียนรู้และชุดทดสอบได้แบบสลับ

ผลการศึกษาเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพ เมื่อผู้วิจัยได้กรอบแนวคิดซึ่งสามารถทราบองค์ประกอบ และพัฒนาในแต่ละองค์ประกอบ ต มามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 สร้างฐานความรู้ ออนโทโลยี ของการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การสร้างฐานกฎพีชเชิงความหมาย และการเรียนรู้และปรับตัวได้แบบโครงข่ายประสาทเทียม ผู้วิจัยการทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบออนโทโลยีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด หลังจากมีการให้ออนโทโลยีมีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนและปรับปรุงกฎจนมีค่าความถูกต้องของการแปลผลตรวจเลือด และการวินิจฉัยโรคเป็นไปตามค่าเป้าหมาย กฎที่ได้มีการเรียนรู้ที่ความถูกต้องเฉลี่ย (Accuracy) 97.84 % อัตราความผิดพลาดเฉลี่ย 0.012 วัดประสิทธิภาพของระบบด้วยวิธีตรวจสอบแบบไขว้จากชุดข้อมูลการทดสอบ 10 รอบ มีค่าความแม่นยำเฉลี่ย (Precision) 98.55 % ค่าความครบถ้วนเฉลี่ย (Recall) 99.27 % และค่าความถ่วงดุลเฉลี่ย (F-measure) 99.07 % ดังแสดงในตารางที่ 4.30 จากการวิเคราะห์การประเมินผลระบบการวินิจฉัย โรคจากผลตรวจเลือด พบว่ามีอัตราความผิดพลาดเชิงบวกเฉลี่ย (False Positive Rate) 0.016 และอัตราความผิดพลาดเชิงลบเฉลี่ย (False Negative Rate) 0.007 ผลของการนำ กฎวินิจฉัยโรคในแต่ละกลุ่ม มาใช้พบว่าบางกฎมีค่าวินิจฉัยโรค ถูกต้อง แต่พบความคลาดเคลื่อนในการให้ผล ระดับความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่เหมือนกัน ส่งผลให้แสดงผลลัพธ์เป็นค่าวินิจฉัยโรคถูกต้องแต่ระดับความเสี่ยงไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 4.30 ผลการวัดประสิทธิภาพโดยทดสอบแบบไขว้ (10-Fold Cross Validation)

รอบ	จำนวน ข้อมูลการ ทดสอบ	ข้อมูลการ ทดสอบ กลุ่มที่	ประสิทธิภาพของตัวแบบระบบ				
			% Precision	% Recall	% F- measure	False Positive Rate	False Negative Rate
1	161	1	98.46	99.41	98.16	0.022	0.011
2	161	2	98.82	99.08	99.56	0.013	0.013
3	161	3	97.81	99.21	98.94	0.024	0.00
4	161	4	98.78	99.66	99.47	0.016	0.012
5	161	5	99.13	99.39	98.34	0.012	0.013
6	161	6	97.84	99.25	99.38	0.025	0.010
7	161	7	98.72	99.12	99.12	0.015	0.000
8	161	8	98.93	99.26	99.26	0.014	0.000
9	161	9	99.06	99.28	99.64	0.000	0.014
10	161	10	97.96	99.03	98.86	0.023	0.000
ค่าเฉลี่ย			98.55	99.27	99.07	0.016	0.007

4.4 สรุป ในบทนี้เป็นการวิเคราะห์ และนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอให้เป็นไปตามลำดับของวัตถุประสงค์ในงานวิจัย ได้แก่ ผลการศึกษาเพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พัฒนาออนโทโลยี การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ในขอบเขตความรู้ด้านผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ที่สัมพันธ์กับการแปลผลตรวจเพื่อวินิจฉัยโรค รวบรวมความรู้ทั้งความรู้ชัดแจ้ง และความรู้ ไม่ชัดแจ้ง พัฒนาโดยใช้โปรแกรม โปรทีเจ เวอร์ชัน 3.4.4 องค์ประกอบของฐานความรู้ออนโทโลยีที่สร้างขึ้นประกอบไปด้วย คลาส คุณสมบัติ และตัวแทนข้อมูล ออนโทโลยีที่พัฒนาขึ้นผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและประเมินโดยระบบ ผลการศึกษาในวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พัฒนาในส่วนของกฎเชิงความหมาย โดยใช้หลักการของกฎ พีชชี นำมาเขียนในรูปแบบของภาษากฎเชิงความหมาย (SWRL) พัฒนารูปแบบเสริมบนโปรแกรม โปรทีเจ ที่เรียกว่า SWRLTab ที่มีตัวช่วยในการเขียนกฎเรียกว่า SWRL editor มีการทดสอบการใช้งานกฎผ่านการอนุมานด้วย Jess Rule Engine ฐานกฎเชิงความหมายที่พัฒนาขึ้นมีการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม กฎมีการปรับตัวได้เพื่อให้ค่าผลลัพธ์การอนุมานผลการวินิจฉัยโรคมีค่าความถูกต้องตามค่าเป้าหมาย โดยใช้ชุดข้อมูลการเรียนรู้ที่ผ่านการจัดการคุณภาพของข้อมูลแล้ว ผลการศึกษา

ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ฐานความรู้ และฐานกฎที่ได้จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และ 2 ถูกนำมาเป็น ฐานความรู้ให้ ตัวแบบ ระบบวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดผ่านการอ นุমানกฎเชิงความหมาย โดยมี ข้อมูลนำเข้าเป็นผลตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ได้ผลลัพธ์ของการอนุมานออกมาเป็น ผลการวินิจฉัยโรคเบื้องต้น และความเสี่ยงในการเกิดโร ค การวัดประสิทธิภาพของระบบ ตัวแบบ ประเมิน โดยใช้ข้อมูลการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดที่วินิจฉัยโดยแพทย์แล้วมาตรวจสอบระบบแบบ ไขว้ 10 รอบ รายงานประสิทธิภาพของระบบเป็นค่าความแม่นยำ ความครบถ้วน และความถ่วงดุล