บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 3 ด้าน คือ 1. เพื่อพัฒนาออนโทโลจีในการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายของการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เพื่อนำมาใช้กับตัวแบบระบบ การวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด 2. เพื่อพัฒนากฎเชิงความ หมายโดยใช้หลักการของการกฎนิวโร ฟัซซีแบบปรับตัวได้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับดึงองค์ความรู้เชิงความหมายออกมาใช้ และทดสอบการใช้ฐานกฎเชิงความหมาย 3. วัดประสิทธิภาพความถูกต้องของตัวแบบการวินิจฉัยผลตรวจเลือดและความเสี่ยงในการเกิดโรคด้วยตัวเอ ง โดยใช้ข้อมูลผลตรวจเลือดที่ทราบผลการวินิจฉัยโดยแพทย์แล้ว

ผู้วิจัยได้มีวิธีการดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนรวม 3 ขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอน การพัฒนาตาม กรอบแนวคิด ของต้นแบบระบบวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด ออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก โดยมีรายละเอียดเนื้อหาดังต่อไปนี้

3.1.1 สร้างฐานความรู้เชิงความหมาย

3.1.1.1 การสร้างกรอบแนวคิดการของงานวิจัย มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) การเตรียมองค์ความรู้จาก การศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ศึกษา วิธีการดำเนินงานในการตรวจวินิจฉัยโรคจา กผลเลือด ระบบการวินิจฉัยโรคโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การสร้าง ฐานความรู้โดยเทคนิค ออนโทโลจี เทคโนโลยีนิวโร- ฟัซซีแบบปรับตัวได้ จากเอกสารงานตำรา และบทความวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2) สร้างกรอบแนวคิด ของต้นแบบระบบวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด ผู้วิจัยทำการเชื่อมโยงและร่างกรอบแนวคิด ตามพื้นฐานความรู้ที่ได้จากผลการศึกษา ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.1.2 การสร้างออนโทโลจีของการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ มีการดำเนินการดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการสร้างออนโทโลจี

1) การกำหนดขอบเขตของออนโทโลจี (Specification)

เป็นขั้นตอนการกำหนดขอบเขตและกรอบการพัฒนา ออนโทโลจีเพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด พิจารณาถึงขอบเขตขององค์ความรู้ที่ต้องการศึกษา วัตถุประสงค์ของการพัฒนา ออนโทโลจี ลักษณะการใช้งานที่ต้องการ กลุ่มผู้ใช้งานต้องการอะไร และการบำรุงรักษาออนโทโลจี

2) การเก็บรวบรวมข้อมูลความรู้ (Knowledge Acquisition)

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมความรู้คือการเก็บรวบรวมและตรวจสอบแหล่งข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องและจัดหมวดหมู่ให้เป็นระบบครอบคลุมทุกหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ การแ ปลผลตรวจ และการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด ในการเก็บรวบรวมความรู้จากแหล่งข้อมูลที่เป็น ความรู้ ทั้งความรู้ชัด แจ้งจากเอกสาร ตำรา งานวิจัยทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และ ความรู้ ไม่ชัดแจ้ง ที่อยู่ภายในคนเช่น ประสบการณ์ ความชำนาญเฉพาะ ข้อมูลเชิงลึกของผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และการสนทนามีบางเทคนิคที่ใช้ในการรับความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ โดยทำการวิเคราะห์และสรุปข้อมูล ความรู้ จัดหมวดหมู่เบื้องต้นของแนวคิดและคำสำคัญ ภายใต้ขอบเขตการศึกษา

3) การพัฒนาแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptualization)

นำแนวคิด คำสำคัญที่สกัด ออกมาจากข้อมูลคว ามรู้ ไปเปรียบเทียบจับคู่กับคำศัพท์ และแนวคิดในฐานคำศัพท์ทางการแพทย์ (UMLS) เลือกแนวคิด คำสำคัญ และความสัมพันธ์ระหว่างคำสำคัญที่ได้จากฐานข้อมูลคำศัพท์ทางการแพทย์ มา สร้างแบบจำลอง กลุ่มแนวคิด คำสำคัญและ ความสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่มแนวคิดและคำสำคัญ ผลที่ได้มีลักษณะเป็นโครงสร้างลำดับชั้นซึ่งแสดงถึงลำดับความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดและคำสำคัญ

4) การแปลงและจัดรูปแบบกลุ่มข้อมูลเพื่อการนำเข้าข้อมูล (Formalization)

เป็นการแปลงแบบจำลองเบื้องต้นจากขั้นตอนที่ 3 ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ในขั้นตอนนี้จะนำแนวคิดและคำ สำคัญทั้งหมดที่รวบรวมได้ในขั้นตอนที่ 2 และ 3 จะถูกนำมาจัดกลุ่มตามความสัมพันธ์ในลักษณะ ของคำ ตามความหมาย (Semantic Term) คำพ้องความ (Synonym) และคำย่อ (Acronym) เกิดเป็นกลุ่มคำสำคัญที่ให้ขอบเขตตามแนวคิดที่เหมือนกันหลายๆ กลุ่ม และมีการกำหนดคำสำคัญหลัก ให้กับแต่ละแนวคิด โดยยึดหลักตาม ฐานข้อมูลคำ ศัพท์ทางการแพทย์ (UMLS) และ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5) การทำให้สัมฤทธิ์ผล (Implementation)

การนำไปใช้โดยนำผลที่ได้จากข้อ 4 ไปพัฒนาในโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างออนโทโลจี ในที่นี้ใช้โปรแกรม โปรทีเจ (Protégé) เวอร์ชัน 3.4.4 เพื่อสร้างออนโทโลจี ใช้

ภาษาโอดับบลิวแอล (OWL) ซึ่งสามารถนำเสนอโครงสร้างของ ออนโทโลจีเป็นรูปภาพได้ โดยใช้ ออนโท วิซ แท็บ (OntoViz Tab)

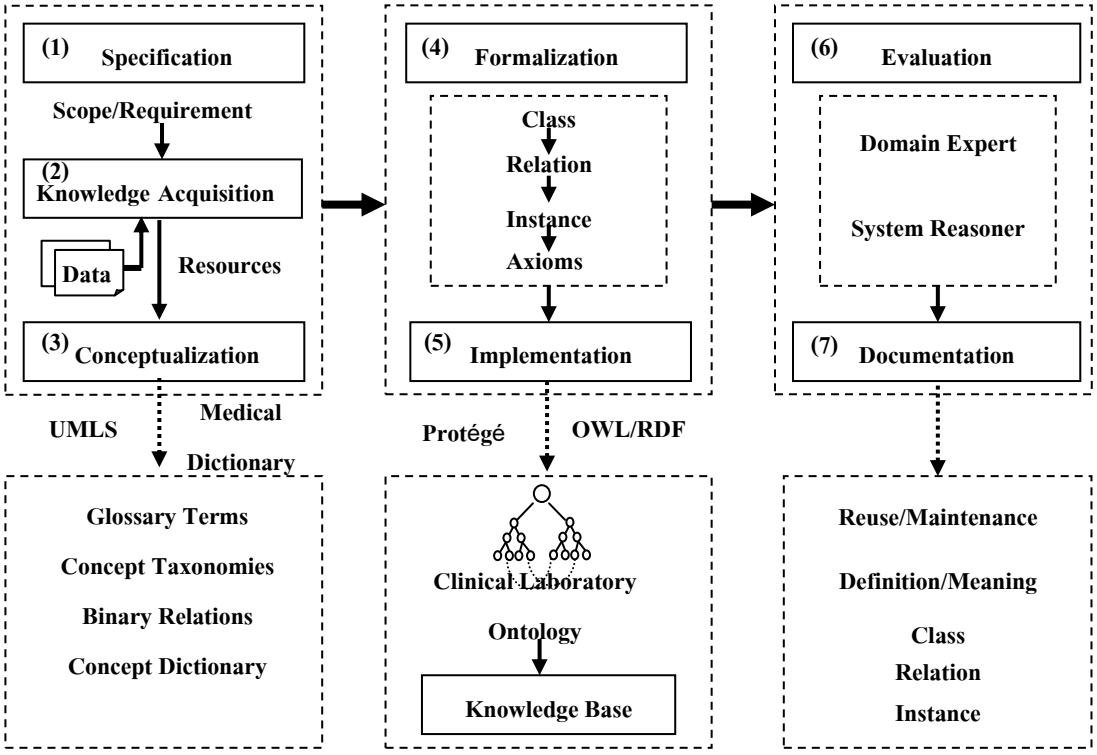
6) การประเมินประสิทธิภาพออนโทโลจี (Evaluation)

การวัด คุณภาพของ ออนโทโลจี วัด โดยวิธี การสองวิธี การตรวจสอบโดยระบบพิจารณาจากการตรวจสอบความสอดคล้อง (Consistency) การจำแนกคำ (Classify Taxonomy) และประเมินความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญ

7) การรวบรวมข้อมูลการสร้างและการดูแลรักษา ออนโทโลจี ในรูปเอกสาร (Documentation)

เป็นการบันทึกวิธีการขั้นตอนการทำงาน การสร้าง คำจำกัดความ ความหมายของแนวคิด ความสัมพันธ์ การดูแลรักษา ออนโทโลจี การนำออนโทโลจี กลับมาใช้ใหม่ สรุปขั้นตอนการสร้างออนโทโลจี ดังแสดงในภาพที่ 3.1

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการดำเนินงานใ นขั้นตอนที่ 1 จำนวน 2 เครื่องมือ ได้แก่ โปรแกรมโปรทีเจ เวอร์ชัน 3.4.4 เพื่อสร้างฐานความรู้ออนโทโลจี และวิเคราะห์ความสอดคล้องของออนโทโลจี



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างออนโทโลจีของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

3.1.2 การพัฒนากฎเชิงความหมายด้วยภาษาเอสดับบลิวอาร์แอล (SWRL) โดยใช้หลักการ กฎนิวโรฟัซซีแบบปรับตัวได้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม

ในขั้นตอนนี้นี้ผู้วิจัยจะได้ดำเนินการ 4 ขั้นตอนย่อย ได้แก่

ขั้นตอน ที่ 1 คือ การ สร้าง กฎนิวโร ฟัซซี จากผลการตรวจเลือดและการวินิจฉัยผลต รวจเลือด นำมาเขียนกฎฟัซซีเพื่อมาใช้ในการวินิจฉัยโรค

ขั้นตอนที่ 2 คือ เขียนกฎโดยใช้ ภาษาเอสดับลิวอาร์แอล ใช้เครื่องมือ SWRL Editor ใช้หลักการของกฎนิวโรฟัซซีที่ได้ในขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการทำงานของกฎเชิงความหมาย

ขั้นตอนที่ 4 การเรียนรู้และปรับตัวได้ของกฎเชิงความหมาย

3.1.2.1 การสร้างกฎของนิวโรฟัซซี (Fuzzy Rule) เขียนกฎฟัซซีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดทั้งหมด 5 กลุ่มการวินิจฉัยผลตรวจเลือด ประกอบไปด้วย การวินิจฉัยโรคเบาหวาน การวินิจฉัยการทำงานของไต การวินิจฉัยโรคเก๊าท์ การวินิจฉัยโรคไขมันในเลือดสูง และการวินิจฉัยการทำงานของตับ

การเขียนกฎ ส่วนของการนำความรู้เฉพาะทางของผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้ผลตรวจเลือดในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้น มานำเสนอในรูปแบบของกฎฟัซซี (If-Then Rule) เพื่อที่จะนำกฎไปใช้ในการวินิจฉัยโรคเบื้องต้น และความเสี่ยงในการเกิดโรคของแต่ละบุคคล ดังแสดงในตัวอย่างด้านล่าง (Mason, E. H., 1928), McGinn, T., Guyatt, G., Wyer, P., Naylor, C. D., & Stiell, I., 2002)

IF <condition>	THEN <action>
ถ้า (เงื่อน)	ดังนั้น (การกระทำ)

วินิจฉัยโรคเบาหวาน

IF ผลตรวจ FBS = high THEN ผลการวินิจฉัยโรคคือเป็นโรคเบาหวาน

วินิจฉยโรคเกี่ยวกับการทำงานของไต

IF ผลตรวจ BUN = high และ ผลตรวจ Creatinine = high THEN ผลการวินิจฉัยโรคคือมีความผิดปกติของการทำงานของไต

วินิจฉัยโรคเก๊าท์

IF ผลตรวจ Uric acid = high THEN ผลการวินิจฉัยโรคคือเป็นโรคเก๊ท์

วินิจฉยโรคไขมันในเลือดสูง

IF ผลตรวจ Cholesterol = high และ ผลตรวจ Triglyceride = high THEN ผลการวินิจฉัยโรคคือมีภาวะไขมันในเลือดสูง

วินิจฉัยโรคเกี่ยวกับการทำงานของตับ

IF ผลตรวจ ALP = high และ ผลตรวจ ALT = high และ ผลตรวจ AST = high THEN ผลการวินิจฉัยโรคคือมีความผิดปกติของการทำงานของตับ

3.1.2.2 การเขียนกฎเชิงความหมาย (SWRL Rules) เป็นการนำกฎ ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเขียนกฎด้วภาษาเอสดับบลิวอาร์แอล (SWRL) เพื่อการดึงองค์ค วามรู้ที่ได้จากการสร้างออนโทโลจีมาแสดง โดยใช้โปรแกรม โปรทีเจ (Protégé)โดยมี SWRL Tab เป็นเครื่องมือในการเขียนกฎ

3.1.2.3 ทดสอบการทำงานของกฎ (SWRL Inference Engine) โดยการอนุมานด้วย Jess Rule Engine

อินเฟอร์เรนเอนจิ้น ทำหน้าที่ในการติดต่อระหว่างฐานความรู้และฐานกฎ อินเฟอร์เรนเอนจิ้นมีหน้าที่ในการสั่งให้เอพีไอ (API) ไปทำการอ่านภาษาโอ ดับบลิวแอล จาก ออนโทโลจี ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และเรียกใช้งานฐานกฎ โดยดึงองค์ความรู้ใน ออนโทโลจี ประกอบด้วยคลาส (Class) และคุณสมบัติ (Properties) และข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลเข้ามาในออนโทโลจีในรูปแบบของค่าตัวแทนข้อมูล (Instance) จากนั้นจะนำข้อมูลที่ได้ไปทำการประมวลผลกับกฎที่ได้สร้างขึ้นในฐานกฎ ให้ได้ผลการอนุมานเป็น การวินิจฉัยโรคเบื้องต้นและแนะนำความเสี่ยงในการเกิดโรคกับผู้ใช้งานแต่ละบุคคล

3.1.2.4 การเรียนรู้และปรับตัวได้ของกฎเชิงความหมายโดยทษฎีโครงข่ายประสาทเทียม

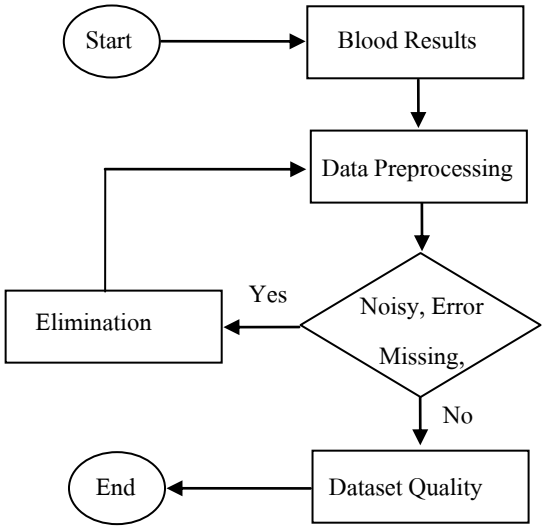
นำกฎเชิงความหมายที่พัฒนาขึ้นมาผ่านชุดข้อมูลการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงกฎจากชุดข้อมูลการเรียนรู้ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การคัดเลือกข้อมูลที่จะนำมาใช้เป็น ข้อมูลการเรียนรู้และชุดทดสอบ (Dataset Leaning and Testing) คือ ใช้ข้อมูลที่เป็นผลตรวจเลือดในส่วนที่ระบบต้องการและมี การวินิจฉัยโรค จากผลตรวจเลือด โดยแพทย์แล้ว คัดเลือกข้อมูลที่อายุมากว่า 35 ปี เพศชายและเพศหญิงในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน และมีผลการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดโดยแพทย์ว่าปกติและผิดปกติในปริมาณใกล้เคียงกัน โดยที่ในผลเลือดที่วินิจฉัยว่าผิดปกติต้องครอบคลุมการวินิจฉัยโรคทั้ง 5 กลุ่มประกอบไปด้วย การวินิจฉัยโรคเบาหวาน การวินิจฉัยการทำงานของไต การวินิจฉัยโรคเก๊าท์ การวินิจฉัยโรคไขมันในเลือดสูง และการวินิจฉัยการทำงานของตับ ตามงานวิจัยฉบับนี้

2) การเตรียมข้อมูลการเรียนรู้และชุดทดสอบ ชุดข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เป็นผลตรวจเลือดในส่วนที่ระบบต้องการและมีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดแล้ว โดยแบ่งข้อมูลแบบสุ่มเป็น 10 ส่วนเท่าๆกัน ใช้เทคนิคการ เรียนรู้และทดสอบแบบตรวจสอบไขว้ (10 Fold Cross-Validation) มีสัดส่วนของข้อมูลการเรียนรู้และทดสอบเป็น 9 ส่วนต่อ 1 ส่วน (Burman, P., 1989, Bengio, Y., &

Grandvalet, Y., 2004)

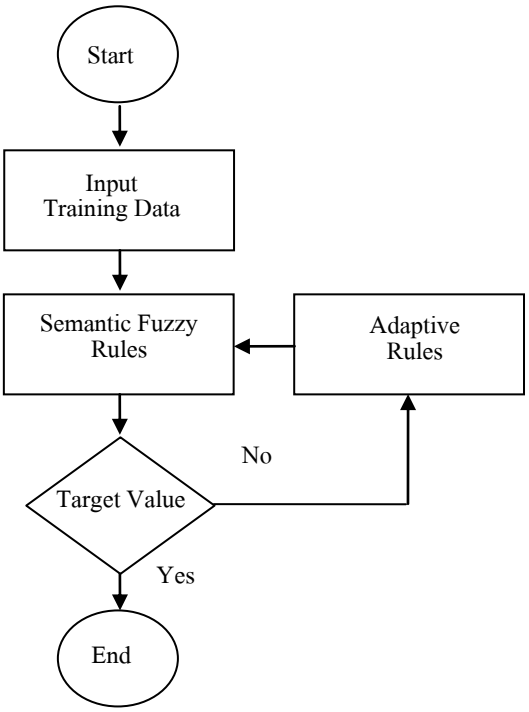
3) การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) นำข้อมูลที่จะใช้เป็นชุดข้อมูลการเรียนรู้และชุดทดสอบมาผ่านกระบวนการทำความสะอาดข้อมูล คือการเตรียมข้อมูลก่อนนำไปใช้ด้วยการตรวจสอบ การแก้ไข (หรือลบ) รายการข้อมูลที่ไม่ถูกต้องออกไปจากชุดข้อมูล จากตารางหรือฐานข้อมูล เช่น ข้อมูลรบกวน (Noisy Data) ข้อมูลมีค่าผิดพลาด (Error) หรือมีค่าผิดปกติ (Outliers) ข้อมูลไม่ครบถ้วน (Missing) เป็นต้น โดยการนำข้อมูลผลการตรวจเลือดที่มีการแปลผลการวินิจฉัยโรคเบื้องต้นแล้ว มาทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaninig) เพื่อให้ข้อมูลที่จะนำไปใช้เรียบรู้และทดสอบให้ระบบเป็นชุดข้อมูลที่มีคุณภาพ (Rahm, E., & Do, H. H., 2000, Kotsiantis, S. B., Kanellopoulos, D., & Pintelas, P. E.,2006)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำความสะอาดข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้และทดสอบตัวแบบระบบ

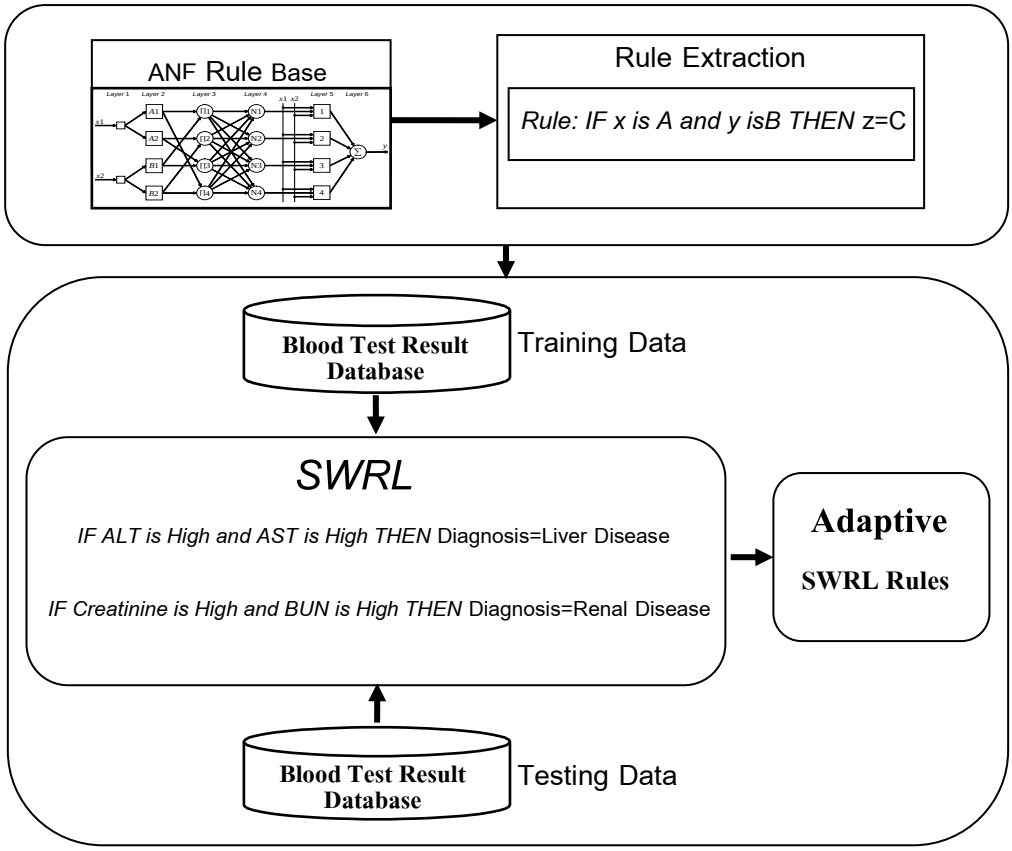
4) การเรียนรู้และปรับปรุงกฎเชิงความหมาย เป็นระบบการสอนออนโทโลจีให้กฎมีการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีของโครงข่ายประสาทเทียมการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning) โดยใช้ข้อมูลการเรียนรู้ที่ได้ทำการเตรียมไว้แล้วใช้ส่วนที่เป็นชุดการเรียนรู้ (Dataset Leaning) ที่ผ่านการทำความสะอาดข้อมูลเพื่อให้ข้อมูลที่นำมาใช้เรียนรู้แบบมีคุณภาพ นำข้อมูลที่ได้มาเรียนรู้ผ่านออนโทโลจีในส่วนของกฎ โดยใช้เทคนิควิธีการเรียนรู้แบบ โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back-Propagation Learning Algorithm) สอนในส่วนกฎให้เกิดการเรียนรู้เมื่อนำเข้าชุดข้อมูลสำหรับการ เรียนรู้เข้าไปในการอนุมานของกฎ วัดผลลัพธ์ที่ได้ เป็นความถูกต้อง ที่มากที่สุด

หรือค่าอัตราการผิดพลาดต่ำสุด การเรียนรู้ มีการปรับกฎเปลี่ยนแปลงค่าส่วนของตัวแปรภาษา (Linguistic Variable) และฟังก์ชันความเป็นสมาชิก (Membership Function) ในส่วนของกฎ และส่วนของผลลัพธ์ของกฎ เริ่มการเรียนรู้รอบที่ 2 จนถึงรอบที่ 10 หาค่าเฉลี่ยความถูกต้องและค่าอัตราการผิดพลาดที่ได้ หยุดทำการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม ดังแสดงในภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการเรียนรู้และปรับปรุงกฎของตัวแบบระบบ

สรุปการทำงานในขั้นตอนที่ 3.1.2 ศึกษาการเขียนกฎ ฟัซซีจากการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดโดยแพทย์ นำกฎฟัซซีที่ได้มาพัฒนากฎเชิงความหมายบนโปรแกรม โปรทีเจ เวอร์ชัน 3.4.4 โดยสร้างบนส่วนเสริมที่เรียกว่า SWRLTab อนุมานกฎด้วย Jess rule engine กฎเชิงความหมายใช้หลักการของกฎฟัซซี มีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม ชุดข้อมูลการเรียนรู้ผ่านการทำความสะอาดข้อมูลแล้ว โดยมีขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานของการสร้างกฎและการอนุมานกฎเชิงความหมาย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการดำเนินงานในขั้นตอนที่ 2 ได้แก่ โปรแกรมโปรทีเจ เวอร์ชัน 3.4.4 เพื่อสร้างฐานความรู้ ออนโทโลจี ส่วนเสริมในการเขียนกฎเชิงความหมาย (SWRLTab) โปรแกรมแมตแล็บ เวอร์ชัน 2011a วิเคราะห์การใช้งานกฎนิวโรฟัซซี

3.1.3 การพัฒนาตัวแบบระบบการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือดด้วยตัวเอง ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 คือ ส่วนการพัฒนาตัวแบบ และส่วนการประเมินประสิทธิภาพของตัวแบบ

3.1.3.1 การพัฒนาตัวแบบ

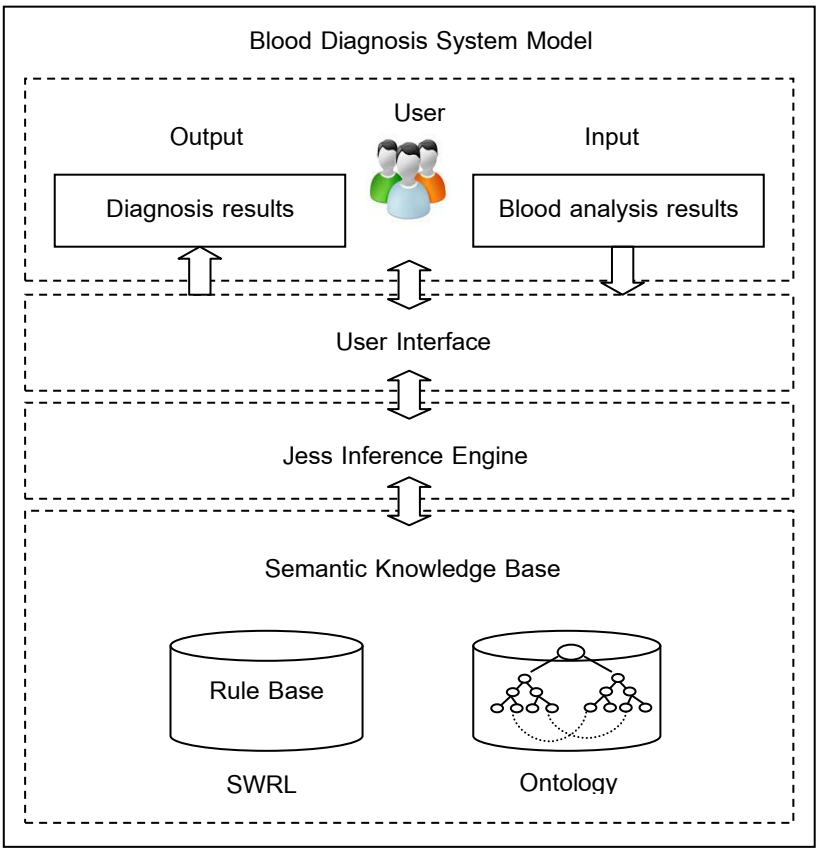
1) ส่วนการติดต่อ ระหว่างระบบกับผู้ใช้ (User Interface) ส่วนการติดต่อระบบเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการรับและแสดงผลข้อมูลของระบบผ่านทางหน้าจอติดต่อผู้ใช้งาน โดยระบบจะให้ผลวินิจฉัยโรคเบื้องต้น ผ่านระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนการรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน และส่วนการแสดง ผลลัพธ์กลับมาให้ผู้ใช้งาน

2) ส่วนการรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน (Input Data) เป็นการรับข้อมูล ผลตรวจเลือด ได้แก่ ค่าต่างๆ เช่น ตรวจโรคเบาหวานวัด ระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Sugar) ตรวจสอบ

การทำงานของไต ตรวจวัดสารครีอะตินีน ยูเรียไนโตรเจน (Creatinine, BUN) ตรวจหาโรคเก๊าท์ ตรวจระดับกรดยูริกในเลือด (Urid Acid) ตรวจหาความเสี่ยงโรค ไขมันในเลือดสูง ตรวจวัดระดับไขมันในเลือด (Cholesteral, Triglyceride) ตรวจการทำงานของตับ ตรวจวัดระดับ สารอัลคาไลน์ฟอสฟาเทส อะลานีนอะมิโนทรานสเฟอเรส แอสปาเทตอะมิโนทรานสเฟอเรส (ALP, ALT, AST)

3) ส่วนประมวลผลข้อมูล (Processing Data) ระบบจะทำการวิเคราะห์ผลการตรวจเลือดที่ได้จากการกรอกข้อมูล และทำการประมวลผลผ่านการอนุมานกฎ

สรุปผลการพัฒนาตัวแบบระบบวินิจฉัยผลตรวจเลือดดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการทำงานของตัวแบบระบบวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด

3.1.3.2 การวัดความถูกต้องของตัวแบบระบบ

วัดที่ผลลัพธ์ของการอนุมานกฎ ของระบบ โดยสามารถวัดประสิทธิภาพของระบบจากการเรียนรู้และการทดสอบแบบไขว้ (k-Fold Cross-Validation) เป็นวิธีการที่แบ่งข้อมูลแบบสุ่มออกเป็นเป็นกลุ่มจำนวน 10 กลุ่ม (10-Fold) โดยแบ่งการเรียนรู้และการทดสอบเป็น 10 รอบ ในรอบแรกเลือกข้อมูลกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 เป็นข้อมูลชุดเรียนรู้ และข้อมูลกลุ่มที่ 10 จะเป็นข้อมูลชุดสอบ จากนั้นในรอบที่ 2 จะสลับข้อมูลกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 มาเป็นชุดเรียนรู้และ

ข้อมูลกลุ่ม 9 เป็นชุดทดสอบ สลับอย่างนี้ไปเรื่อยๆจนครบ รอบที่ 10 ในขั้นตอนสุดท้ายจะหาค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) ค่าความถ่วงดุล (F-measure) อัตราความผิดพลาดเชิงบวก (False Positive Rate) อัตราความผิดพลาดเชิงลบ (False Negative Rate) และอัตราความผิดพลาดรวม (Error Rate) เพื่อบอกประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้ข้อมูลผลเลือด ของผู้มาตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาลศรีสังวรสุโขทัย ที่ได้รับการวินิจฉัยโรคแล้วโดยแพทย์จำนวน 1,610 คน นำมาใช้ในการทดสอบระบบ

$$Accuracy = \frac{A}{A+B+C}$$

$$\Pr ecision = \frac{A}{A+C}$$

$$\mathrm{Re}\, call = \frac{A}{A+B}$$

$$F-measure = 2 * \frac{(\Pr ecision * \mathrm{Re}\, call)}{(\Pr ecision + \mathrm{Re}\, call)}$$

$$\text{False Positive Rate} = \frac{B}{B+D}$$

$$\text{False Negative Rate} = \frac{C}{A+C}$$

$$\text{Error Rate} = \frac{B+C}{A+B+C+D}$$

เมื่อ A คือ จำนวนข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นถูกต้องที่ถูกดึงขึ้นมาแสดง

B คือ จำนวนข้อมูลที่ถูกต้องแต่ไม่ถูกดึงขึ้นมาแสดง

C คือ จำนวนข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นที่ไม่ถูกต้องแต่ถูกดึงขึ้นมาแสดง

เครื่องมือที่ใช้ในการคำนวน โปรแกรมการประมวลผลทางสถิติ

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะหรือแบบพกพาที่มีซีพียูไม่ต่ำกว่า Intel Core 2 Duo
- ฮาร์ดดิสก์ที่มีความจุไม่ต่ำกว่า 120 GB และหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 2 GB

3.2.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

- ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP
- ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาเว็บไซต์
- SPSS for Windows Version 17.0
- Protégé 3.4.4
- Matlab 2011a

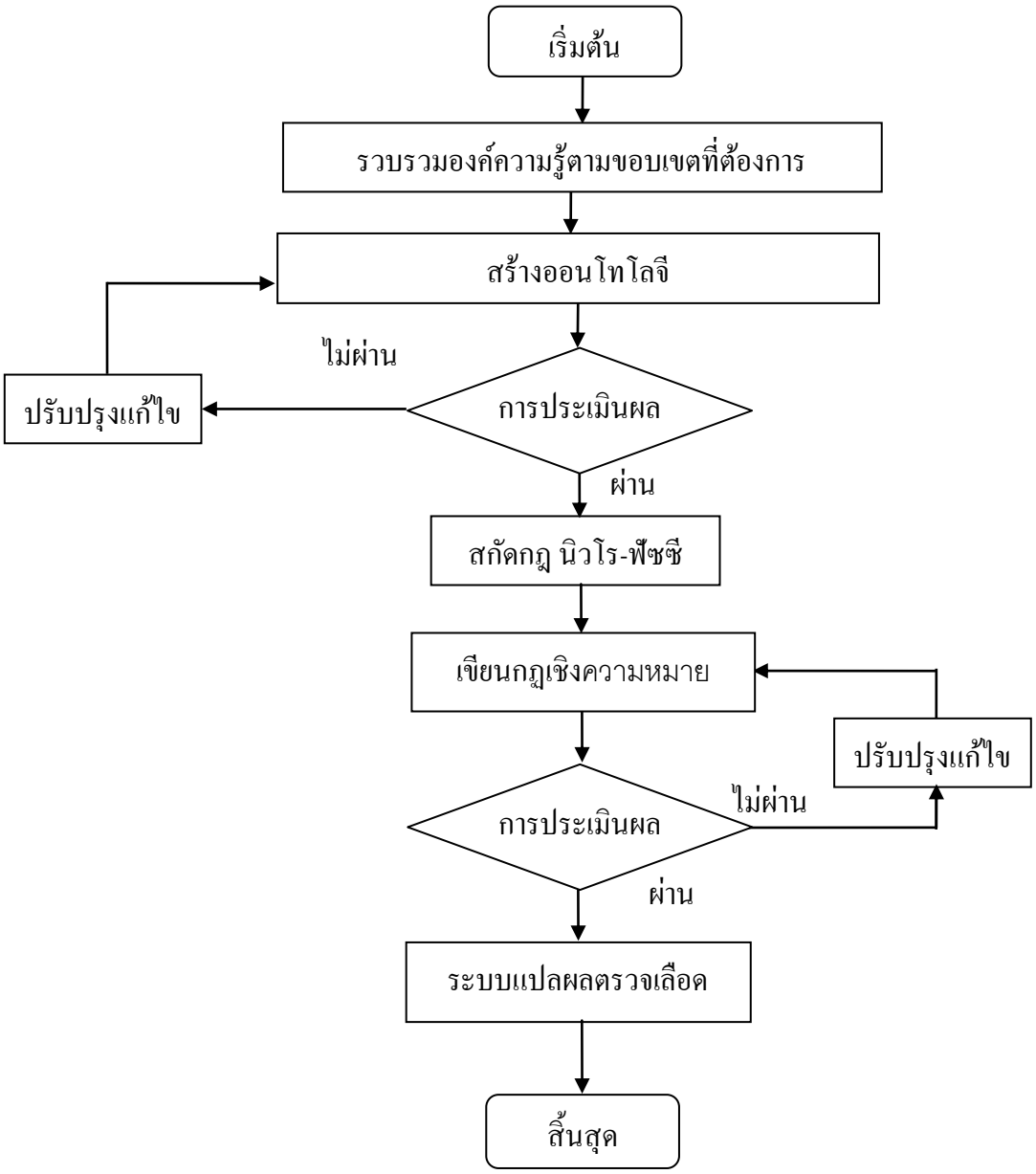
3.3 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยใช้ระยะเวลารวมทั้งสิ้น 18 ภาคการศึกษา ตั้งแต่ เดือนธันวาคม พ .ศ. 2552 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ภาคการศึกษา											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย.-ก.ค.	ส.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย-ก.ค.	ส.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย-ก.ค.	ส.ค.-พ.ย.	ธ.ค.-มี.ค.	เม.ย-ก.ค.	ส.ค.-พ.ย.
	2552-2553			2554-2555			2555-2556			2557-2558		
1. ศึกษาปัญหา												
2. รวบรวมข้อมูลจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง												
3. ทำการวิจัย												
4. ผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ												
5. เรียบเรียงและปรับปรุงงานวิจัย												
6. จัดทำเอกสารวิจัย												

ในบทที่ 3 นี้เป็นการนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัย ที่ประกอบด้วย ขั้นตอน การวิจัย เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการวิจัย แล ะระยะเวลาในการดำเนินงาน เพื่อ ตอบคำถามตามวัตถุประสงค์ และสมมติฐานที่กำหนดไว้ ตามแผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบดังภาพที่ 3.6

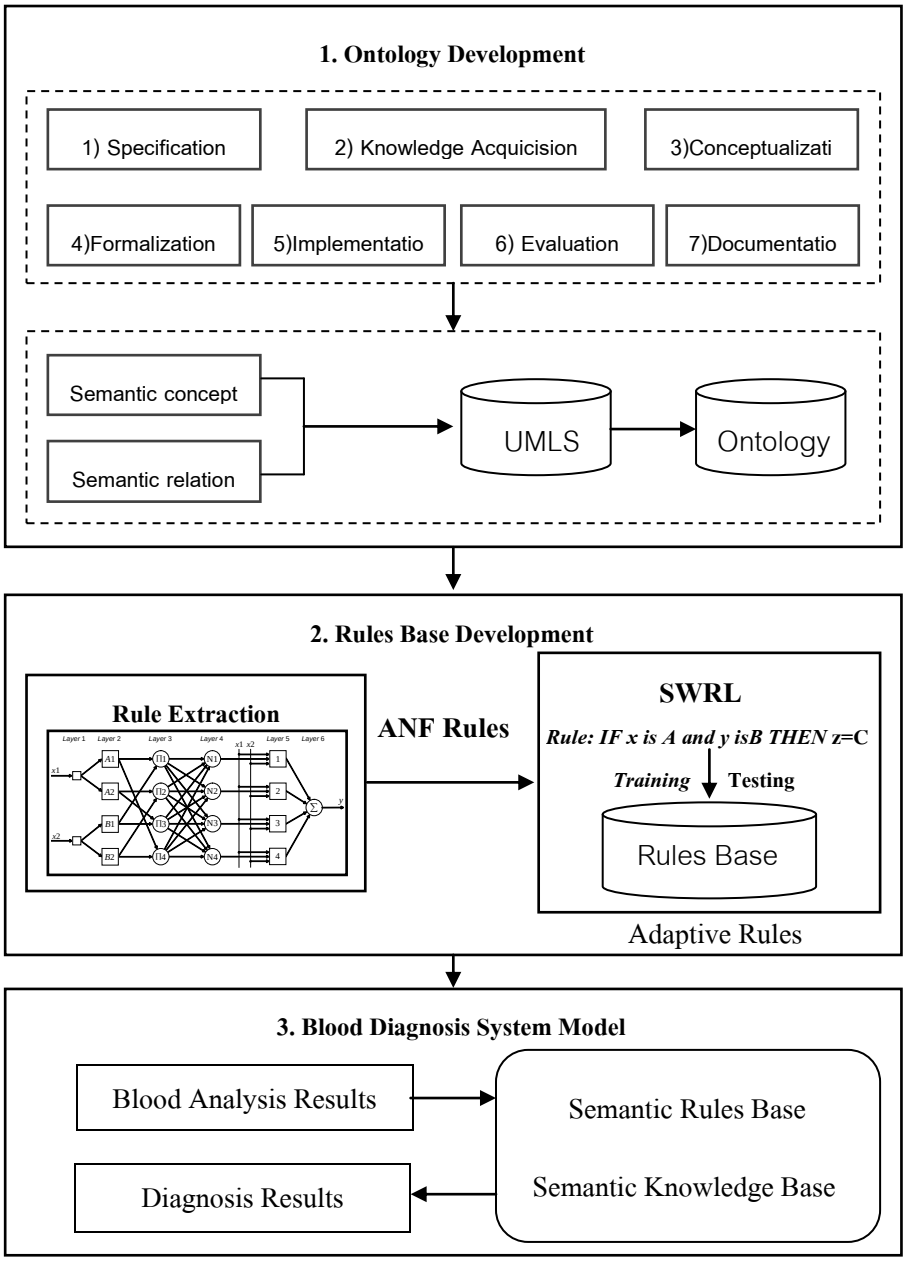


ภาพที่ 3.6 แผนภาพการทำงานของระบบวินิจฉัยผลโรคจากผลตรวจเลือด

3.4 สรุปภาพรวมขั้นตอนวิธีการการวิจัย

ขั้นตอนการทำงานประกอบไปด้วยการรวบรวมองค์ความรู้ในขอบเขตที่จะศึกษา นำมาพัฒนา

ฐานความรู้ออนโทโลจีการวินิจฉัยโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เขียนกฎฟัซซีเชิงความหมายแบบปรับตัวได้และการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม นำส่วนของฐานความรู้และฐานกฎที่พัฒนาขึ้นนำมาใช้เป็นฐานความรู้เชิงความหมายของตัวแบบระบบวินิจฉัยโรคจากผลตรวจเลือด โดยมีข้อ มูลนำเข้าเป็นผลตรวจเลือด ได้ผลลัพธ์เป็นการวินิจฉัยโรคเบื้องต้น และความเสี่ยงในการเกิดโรคส่วนบุคคล ดังแสดงดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ภาพรวมขั้นตอนการทำวิจัย