

# **Initial disease name prediction from blood test results using an adaptive Neuro-Fuzzy inference system**

**Surasak Mungsing<sup>1</sup>, Ronnarong Kaewprasert<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>School of Information Technology, Sripatum University, Thailand

<sup>2</sup>Clinical Pathology Department, Srisungworn Hospital, Sukhothai, Thailand

---

## **Abstract**

This article presents a research and development of a semantic decision making model for providing initial disease name prediction and personal risk of disease based on clinical laboratory results. The model based on an adaptive neuro-fuzzy inference system. The semantic fuzzy rule was designed with nine input blood results and three output interpretations. The input variables are FBS, BUN, Creatinine, Uric acid, Cholesterol, Triglyceride, ALP, ALT and AST. The output detected the laboratory results interpretation such as diagnosis risk levels of disease which are classified with a fuzzy linguistic variable. In this research, we presented an implementation of the ontology in Protégé 3.4.4 using OWL and SWRL rules. These rules can infer blood

diagnosis results from an existing semantic knowledgebase with rule inference engine. The efficiency in providing accuracy for initial

prediction of disease name from blood diagnosis result of the proposed model was evaluated by 10-fold cross-validation, using a verified data set for the network training and rule testing. The model performance was measured and found the average value of 98.55% for precision, 99.27% for recall, and 99.07% for F-measure.

**Keywords:** initial disease name prediction, blood diagnosis result, ontology, Fuzzy logic, Neural network.

*Received 19 February 2016; Accepted 24 May 2016*

---

Correspondence: Surasak Mungsing, School of Information Technology, Sripatum University, 2410/2 Phaholyothin Road, Jatujak, Bangkok, Thailand, 10900 (Tel.: +66-2579-1111 ext. 3040; E-mail address: smungsing@gmail.com).

# การกํานายชื่อโรคเบื้องต้นจากจากผลตรวจเลือดด้วยระบบอนุมานนิวโรฟิชซัลอจิกแบบปรับตัวได้

สุรศักดิ์ มั่งสิงห์<sup>1</sup>, รณรงก์ แก้วประเสริฐ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

<sup>2</sup>กลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลศรีสังหารสุโขทัย

## บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลงานวิจัยการพัฒนาตัวแบบระบบการตัดสินใจเชิงความหมายสำหรับการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นและความเสี่ยงในการเกิดโรคส่วนบุคคลจากผลการตรวจเลือดจากห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ตัวแบบ ถูกพัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของหลักการอนุมานนิวโรฟิชซัลอจิกแบบปรับตัวได้ กฎของการตัดสินใจเชิงความหมายแบบฟัชซีได้รับการออกแบบสำหรับข้อมูลนำเข้าผลตรวจเลือด 9 รายการตรวจ และข้อมูลการส่งออกการแปลผลตรวจ 3 ผลลัพธ์ ข้อมูลการนำเข้าประกอบด้วยผลตรวจ FBS, BUN, Creatinine, Uric acid, Cholesterol, Triglyceride, ALP, ALT และ AST ข้อมูลส่งออกเป็นผลของการแปลผลตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ผลการทำนายชื่อโรคเบื้องต้น และผลระดับความเสี่ยงในการเกิดโรค ในงานวิจัยนี้เราใช้โปรแกรมโปรเจกต์ เวอร์ชัน 3.4.4 ในการสร้างออนโทโลยีเพื่อเป็นฐานความรู้ในรูปแบบของ OWL และสร้างกฎเชิงความ

หมายในรูปแบบภาษา SWRL ที่สามารถอนุมานกฎจากฐานความรู้เชิงความหมายที่สร้างขึ้น การประเมินประสิทธิภาพ ความถูกต้องของตัวแบบระบบการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจเลือดใช้การตรวจสอบแบบไขว้ (10-Fold Cross-Validation) โดยใช้ชุดข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาใช้สอนเครือข่ายนิวรอลและทดสอบกฎ ผลการทดสอบพบว่าตัวแบบมีค่าเฉลี่ยของค่าความแม่นยำ (Precision) 98.55% ค่าความครบถ้วน (Recall) 99.27% และค่าความถ่วงดุล (F-measure) 99.07%

**คำสำคัญ:** ระบบการทำนายโรค, ผลเลือด, ออนโทโลยี, ฟัชซีลอจิก, โครงข่ายประสาทเทียม

วันที่รับต้นฉบับ 19 กุมภาพันธ์ 2559; วันที่ตอบรับ 24 พฤษภาคม 2559

## บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology : IT) มีบทบาทสำคัญในการด้านการแพทย์ มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของระบบการทำงานตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางโดยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่จะเห็นได้อย่างชัดเจนในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์เพื่อพัฒนาเครื่องมือทางการแพทย์ ได้แก่ การผ่าตัดจากระยะไกล (Telerobotic Operation) เพื่อให้บริการด้านสาธารณสุขเข้าถึงทุกท้องถิ่นในประเทศ มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและหุ่นยนต์เข้ามาช่วยให้แพทย์ทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้นในการผ่าตัดหัวใจซึ่งต้องการ

ความเที่ยงตรงของศัลยแพทย์ การพัฒนาดังกล่าวได้เพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาพยาบาลผู้ป่วยของแพทย์ตลอดจนเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทางแพทย์ที่ก้าวหน้าที่สุดในปัจจุบัน การจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management) เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับองค์กรต่างๆ ทั้งที่เป็นความรู้ชัดแจ้ง (Explicit) และความรู้ไม่ชัดแจ้ง (Tacit) การจัดการองค์ความรู้ในองค์กรทางด้านการแพทย์ ยังคงเป็นเรื่องที่มีความน่าสนใจและมีการศึกษามากมาย รวมถึงมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งปัจจุบันเทคโนโลยีซีแมนติกเว็บ (Semantic Web) ถูกนำมาเป็นทางเลือกในการนำมาประยุกต์ใช้งานด้านการแพทย์ในหลากหลายบริษัท เพื่อให้เกิดความสะดวกในการค้นหาข้อมูลในรูปแบบใหม่โดยการสร้างเครือข่ายข้อมูลขึ้นมาเพื่อให้ค้นหาได้ง่ายและรวดเร็ว ซีแมนติกเว็บจะทำงานในลักษณะออนไลน์และข้อมูลทุกอย่างที่ออนไลน์นั้น

ผู้นิพนธ์ประสานงาน: สุรศักดิ์ มั่งสิงห์, คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม 2410/2 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900 (โทร.: 0-2579-1111 ต่อ 3040; E-mail address: smungsing@gmail.com)

จะเชื่อมโยงกันด้วยความสัมพันธ์กันทั่วทั้งระบบ ทำให้เราสามารถลดขนาด และระยะเวลาในการทำงานให้น้อยลง

ซีแมนติกเว็บใช้มาตรฐานเทคโนโลยีของกรอบแนวคิดภาษาอาร์ดีเอฟ (Resource Description Framework: RDF) มาใช้อธิบายรูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูล ภาษาโอดดับลิวแอล (Web Ontology Language: OWL) ใช้อธิบายโครงสร้างของข้อมูลโดยนิยามขอบเขตของคำเกี่ยวกับข้อมูลโครงสร้างของข้อมูลและภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language: XML) ใช้เก็บข้อมูลรูปแบบเอกสารที่มีความแตกต่างกันให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ และสร้างข้อมูลที่สามารถอธิบายเนื้อหาของตัวเองได้ แนวทางของซีแมนติกเว็บช่วยทำให้การจัดการข้อมูล สามารถแบ่งปันข้อมูล และนำข้อมูลกลับมาใช้ใหม่ได้ข้ามแอปพลิเคชัน (Application) หรือคอมมูนิตี (Community) ที่มีการระบุขอบเขตได้ โดยมีกลไก (Machines) ที่สามารถเข้าใจองค์ประกอบของข้อมูลซึ่งมีการระบุขอบเขตทฤษฎี (Domain Theory) รูปแบบนี้ เราอาจเรียกว่าเป็นออนโทโลยี (Ontology)

การตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการสนับสนุนด้านวินิจฉัยโรคของผู้ป่วย ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มีหน้าที่หลักในการตรวจสิ่งส่งตรวจต่างๆ จากร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเลือดมาตรวจวิเคราะห์เพื่อค้นหาระดับของค่าต่าง ๆ เช่น ระดับน้ำตาลในเลือด (Fasting Blood Sugar) ระดับของสารที่ตรวจที่บ่งบอกถึงการทำงานของไต (BUN & Creatinine) หรือระดับไขมันคอเลสเตอรอล (Cholesterol) และค่าการตรวจวิเคราะห์ที่ได้นั้นแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญจะได้นำไปแปลผลการตรวจเพื่อวินิจฉัยโรค และแจ้งให้แก่ผู้รับการตรวจทราบต่อไป ความรู้ในการวินิจฉัยค่าการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่ได้จากผลตรวจเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างมากในเรื่องที่จะใช้ในการติดตามภาวะสุขภาพ และการวินิจฉัยการเกิดโรคต่าง ๆ อย่างไรก็ตามปัจจุบันการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดการความรู้ทางการแพทย์ยังมีอยู่อย่างจำกัด และได้ผลลัพธ์ที่ยังไม่มีความละเอียดเพียงพอในการช่วยวินิจฉัยโรคปัจจุบันวงการแพทย์และสาธารณสุขไทยใช้สาธารณสุขขั้นมูลฐานเป็นหัวใจของการพัฒนาการสาธารณสุข เน้นที่ตัวประชาชนให้มีบทบาทอันสำคัญในการดูแลสุขภาพตัวเอง โดยส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการดูแลตัวเอง (Self-Care) ทั้งในด้านการส่งเสริมสุขภาพ การป้องกันโรค และการรักษาโรค ดังนั้นการนำเทคโนโลยีด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เช่น การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert Systems: ES) มาช่วยในงานทางการแพทย์และสาธารณสุข จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมการสาธารณสุขขั้นมูลฐาน เพื่อให้ประชาชนมี

สุขภาพที่ดีและสามารถดูแลตัวเองได้ในระดับเบื้องต้น และป้องกันความเสี่ยงที่จะเกิดโรคได้ในระยะยาว

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการพัฒนาฐานความรู้ (Knowledge Base) ในเรื่องของการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจที่ได้จากห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (Medical Laboratory) เฉพาะในส่วนของการแปลผลตรวจเลือด (Laboratory Diagnosis) โดยใช้เทคโนโลยีออนโทโลยีในการสร้างฐานความรู้เชิงความหมาย ร่วมกับกฎนิวโรฟัซซีแบบปรับตัวได้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม (Adaptive Neuro Fuzzy Rule) เพื่อดึงฐานความรู้เชิงความหมายออกมาใช้ รวมถึงพัฒนาตัวแบบระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) โดยตัวแบบระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ใช้สำหรับประชาชนทั่วไปสามารถนำผลตรวจเลือดจากห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มาทำการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจเลือดด้วยตนเองในเบื้องต้นได้ เพื่อช่วยส่งเสริมการดูแลรักษาสุขภาพ การเฝ้าระวังการเกิดโรคด้วยตนเอง และกระตุ้นเตือนให้ประชาชนได้ไปพบแพทย์อย่างทันท่วงทีกรณีพบว่ามีความเสี่ยงของโรคต่าง ๆ ซึ่งสามารถเพิ่มผลสำเร็จในการรักษาได้ในอนาคต

## แนวคิดพื้นฐานของออนโทโลยี พืชลอจิก และโครงข่ายประสาทเทียม

### ออนโทโลยี (Ontology)

ฐานความรู้สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือ ออนโทโลยี เป็นรูปแบบองค์ความรู้เฉพาะทาง (Domain Knowledge) ที่ส่วนใหญ่จะเกิดจากการพัฒนาขึ้นโดยวิศวกรความรู้ (Knowledge Engineers) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง (Domain Experts) โดยมีวัตถุประสงค์หลัก คือเพื่อให้สามารถนำความรู้เฉพาะทาง ไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้หลากหลายชนิด เทคโนโลยีวิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนา จัดเก็บ และแบ่งปันองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางให้สามารถนำไปใช้งานได้โปรแกรมและระบบคอมพิวเตอร์ต่างๆ ให้สามารถทำงานได้อย่างชาญฉลาดและมีความเป็นอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น

ออนโทโลยี สามารถบอกระดับความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ โดยที่ออนโทโลยีเป็นการสร้างโครงสร้างฐานความรู้ทางด้านใดด้านหนึ่ง หรือขอบเขต (Domain) โดเมนขอบเขตหนึ่ง ซึ่งมีแนวคิดและความเข้าใจตรงกัน ออนโทโลยีใช้ในการอธิบายความหมายของสิ่งต่าง ๆ และสามารถจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ในขอบเขตความสนใจหนึ่งๆ ซึ่งในปัจจุบันออนโทโลยีได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานมากยิ่งขึ้น ออนโทโลยีถูกสร้างขึ้นมาจากขอบเขตข้อมูลองค์ความรู้ (Knowledge) นั้น ๆ โดยมีความสามารถในการใช้ข้อมูลร่วมกัน (Share) สามารถนำข้อมูลกลับมาใช้ได้ (Reuse) และมีความสามารถในการถ่ายทอดคุณสมบัติ

(Inheritance) การนำออนโทโลยีมาใช้งานจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการแชร์ข้อมูล และแยกองค์ความรู้ออกจากฐานข้อมูล มีงานวิจัยหลายงานที่ได้นำเทคโนโลยีซีแมนติกเว็บมาใช้งานด้านการแพทย์ได้แก่งานวิจัยของซานกา และคณะ<sup>1, 2, 3</sup>

การพัฒนาออนโทโลยีเป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องตามพัฒนาการขององค์ความรู้ในแต่ละสาขาวิชา มีแนวคิดในการพัฒนาออนโทโลยีสองแนวทางคือ การพัฒนาขึ้นเองโดยมีการระบุนขอบเขตของออนโทโลยีที่ศึกษา หรือการพิจารณาเลือกใช้ตัวแบบออนโทโลยีที่มีอยู่แล้ว (Consider Reuse) มาใช้ซ้ำหรือนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับขอบเขตที่ศึกษา<sup>4</sup>

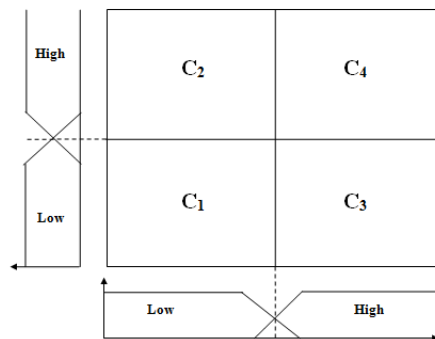
มาตรฐานของภาษาที่ใช้ในการพัฒนาออนโทโลยี (Ontology Language) เพื่อให้สามารถแบ่งปันและแลกเปลี่ยนข้อมูลได้บนเครือข่ายเว็บ คือ มาตรฐานโอดิบบิลิวแอลซึ่งเป็นภาษามาตรฐานสำหรับการพัฒนาออนโทโลยีเพื่อการใช้งานตามแนวทางของเว็บความหมาย ภาษาดังกล่าวได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยอิงจากมาตรฐานอาร์ดีเอฟ (RDF: Resource Description Framework) โดยใช้รูปแบบภาษา เอกซ์เอ็มแอล (XML: Extensible Markup Language) และมาตรฐานการอ้างอิงข้อมูลยูอาร์ไอ (URI: Uniform Resource Identifier) โดยมาตรฐานเหล่านี้ล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการพัฒนาเว็บความหมาย

โปรแกรมเครื่องมือสำหรับสนับสนุนการพัฒนาออนโทโลยี (Ontology Editor) ในปัจจุบันที่ได้รับความนิยม เช่น โปรแกรมโปรทีเจ (Protégé) ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford University) โปรแกรมโฮโซ (Hozo) ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยโอซากา (Osaka University) โปรแกรมออนโทอีดิท (OntoEdit) ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยคาร์ลสฮัท (Karlsruhe University) ประเทศเยอรมัน และโปรแกรมเว็บโอดีอี (WebODE) ซึ่งพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยสารพัดช่างแห่งมาดริด (Universidad Politécnica de Madrid) ประเทศสเปน เป็นต้น โดยเครื่องมือเหล่านี้เป็นเครื่องมือสนับสนุนกระบวนการวิศวกรรมความรู้ ที่ช่วยให้ผู้ใช้ที่เป็นวิศวกรความรู้ หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขา สามารถถ่ายทอดและจัดเก็บองค์ความรู้ในรูปแบบของออนโทโลยีได้สะดวก และง่ายยิ่งขึ้น สำหรับงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้โปรแกรมโปรทีเจในการพัฒนาออนโทโลยี

**ฟัชซีลอจิก (Fuzzy Logic)**

ฟัชซีลอจิก หรือ ตรรกศาสตร์คลุมเครือ ถูกพัฒนามาจากฟัชซีเซต (Fuzzy Set) โดยฟัชซีเซต เป็นเซตที่มีขอบเขตไม่เด่นชัดหรือคลุมเครือ เป็นการให้เหตุผลแบบประมาณการคล้ายการเลียนแบบวิธีความคิดที่ซับซ้อนของมนุษย์

ฟัชซีมีลักษณะที่พิเศษกว่าตรรกะแบบจริงเท็จ (Boolean Logic) เป็นแนวคิดที่มีการต่อขยายในส่วนของความจริง (Partial True) โดยค่าความจริงจะอยู่ในช่วงระหว่างจริง (Completely True) กับเท็จ (Completely False) หรือเป็นเซตที่มีค่าความเป็นสมาชิกอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 ตรรกะแบบฟัชซี (Fuzzy Logic) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจภายใต้ความไม่แน่นอนของข้อมูลโดยยอมให้มีความยืดหยุ่นได้ วิทยาการเกี่ยวกับฟัชซีลอจิกมีจำนวนมาก แต่ที่นิยมและการประยุกต์ใช้งานมากที่สุดได้แก่ กฎฟัชซีแบบถ้า-แล้ว (if-then rule)<sup>5</sup>



ภาพที่ 1 รูปแบบการจัดกลุ่มด้วยกฎฟัชซี<sup>5</sup>

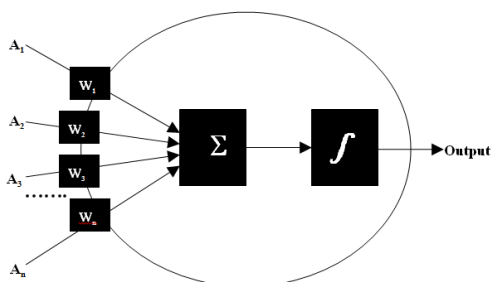
จากรูปที่ 1 สามารถเขียนเป็นกฎในรูปประโยคภาษาได้ดังนี้

- กฎข้อ 1: ถ้า  $x_1$  มีค่า low และ  $x_2$  มีค่า low แล้ว ข้อมูล  $(x_1, x_2)$  เป็นกลุ่ม  $C_1$
- กฎข้อ 2: ถ้า  $x_1$  มีค่า low และ  $x_2$  มีค่า high แล้ว ข้อมูล  $(x_1, x_2)$  เป็นกลุ่ม  $C_2$
- กฎข้อ 3: ถ้า  $x_1$  มีค่า high และ  $x_2$  มีค่า low แล้ว ข้อมูล  $(x_1, x_2)$  เป็นกลุ่ม  $C_3$
- กฎข้อ 4: ถ้า  $x_1$  มีค่า high และ  $x_2$  มีค่า high แล้ว ข้อมูล  $(x_1, x_2)$  เป็นกลุ่ม  $C_4$

**โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)**

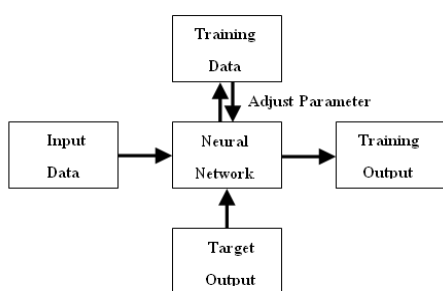
โครงข่ายประสาทเทียม คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ (ภาพที่ 2) สำหรับประมวลผลสารสนเทศด้วยการคำนวณแบบคอนเนคชันนิสต์ (Connectionist) เพื่อจำลองการทำงานของเครือข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ด้วยวัตถุประสงค์ที่จะสร้างเครื่องมือที่มีความสามารถในการเรียนรู้การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) และการอุปมานความรู้ (Knowledge Deduction) เช่นเดียวกับความสามารถที่มีในสมองมนุษย์ แนวคิดเริ่มต้นของเทคนิคนี้ได้มาจากการศึกษาข่ายงานไฟฟ้าชีวภาพ (Bioelectric Network) ในสมอง ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทรูโรน (Neurons) และจุดประสานประสาท

(Synapses) แต่ละเซลล์ประสาทประกอบด้วยปลายในการรับกระแสประสาท เรียกว่าเดนไดรต์ (Dendrite) ซึ่งเป็นส่วนนำเข้า (Input) และปลายในการส่งกระแสประสาทเรียกว่าแอกซอน (Axon) ซึ่งเป็นเหมือนผลึกซ์ของเซลล์ เซลล์เหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีการกระตุ้นด้วยสิ่งเร้าภายนอกหรือกระตุ้นด้วยเซลล์ด้วยกัน กระแสประสาทจะวิ่งผ่านเดนไดรต์เข้าสู่ นิวเคลียสซึ่งจะเป็นตัวตัดสินใจว่าต้องกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อหรือไม่ ถ้ากระแสประสาทแรงพอ นิวเคลียสก็จะกระตุ้นเซลล์อื่น ๆ ต่อไปผ่านทางแอกซอนของมัน



ภาพที่ 2 ตัวแบบของเซลล์ประสาท (Neuron) ในคอมพิวเตอร์

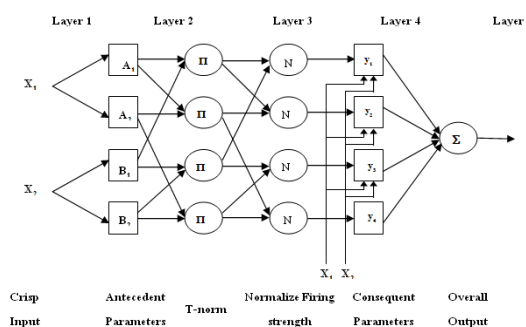
การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมเกิดจากการสอน (Training) (ภาพที่ 3) ซึ่งเป็นกระบวนการใช้ตัวอย่างเพื่อพัฒนาโครงข่ายประสาทเทียมที่รวมรูปแบบของการนำเข้า (Input) ด้วยคำตอบที่ถูกต้อง กลุ่มของตัวอย่างที่มีผลลัพธ์ (Output) ที่รู้จักถูกส่งไปยัง เครือข่ายซ้ำ ๆ กันเพื่อสอนระบบโครงข่ายประสาทเทียม กระบวนการสอนจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งความแตกต่างระหว่างการนำเข้า และรูปแบบผลลัพธ์สำหรับกลุ่มการสอน (Training Set) ได้ค่าที่ยอมรับได้



ภาพที่ 3 การเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning)

เนื่องจากโครงข่ายประสาทเทียม มีคุณสมบัติในการเรียนและจดจำรูปแบบต่าง ๆ ได้ แต่ไม่สามารถได้มาซึ่งเหตุผลของการตัดสินใจ ในขณะที่ระบบฟัซซี่ มีจุดเด่นสามารถให้เหตุผลเชิงตรรกะเหมือนความคิดของมนุษย์ในการตัดสินใจ

ด้วยข้อมูลที่คลุมเครือและมีคุณสมบัติของการใช้งาน ด้านการอธิบายการตัดสินใจด้วยกฎฟัซซี่ แต่ระบบฟัซซี่ที่ไม่มีความสามารถในการเรียนรู้กฎโดยอัตโนมัติจากข้อมูล จึงได้มีการคิดค้นวิธีการผสมระบบหลายระบบเข้าด้วยกัน เป็นระบบประสานแบบอัจฉริยะ (Hybrid Intelligent System: HIS) เพื่อนำเอาข้อดีแต่ละวิธีมารวมกันและขจัดข้อจำกัดของแต่ละวิธีออกไปได้ระบบใหม่เรียกว่าระบบฟัซซี่นิวรัลเน็ตเวิร์ค (Fuzzy Neural Network) หรือ ระบบนิวโรฟัซซี่ และระบบนิวโรฟัซซี่ที่เป็นที่นิยม ได้แก่ ระบบอนูมานนิวโรฟัซซี่แบบปรับตัวได้ (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems, ANFIS) ที่เสนอโดย J.-S. R. Jang ในปี ค.ศ. 1993<sup>6</sup>



ภาพที่ 4 สถาปัตยกรรมระบบอนูมานฟัซซี่บนฐานโครงข่ายปรับตัวได้<sup>6</sup>

จากภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างโครงสร้างง่าย ๆ ของ ANFIS ซึ่งมี 2 อินพุต แต่ละอินพุตแบ่งเป็นสองฟัซซี่เซต มิติที่ 1 แบ่งฟัซซี่เซตเป็น  $A_1$  และ  $A_2$  มิติที่ 2 แบ่งเป็น  $B_1$  และ  $B_2$  ส่วนข้อตามมีพารามิเตอร์เป็น  $r_{j0}$ ,  $r_{j1}$  และ  $r_{j2}$  โดยโครงสร้างดังกล่าวพื้นฐานแบบ Takagi Sugeno Kang Model (TSK) มีกฎจำนวน  $L$  กฎ ดังนี้

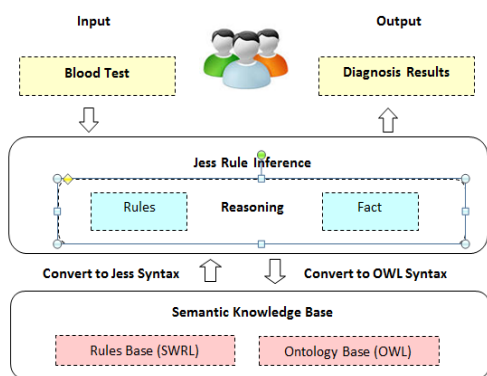
- Rule1: IF  $x_1$  is  $A_1$  and  $x_2$  is  $B_1$   
THEN  $y_1 = r_{10} + r_{11}x_1 + r_{12}x_2$
- Rule2: IF  $x_1$  is  $A_2$  and  $x_2$  is  $B_2$   
THEN  $y_2 = r_{20} + r_{21}x_1 + r_{22}x_2$
- RuleL: IF  $x_1$  is  $A_L$  and  $x_2$  is  $B_L$   
THEN  $y_2 = r_{L0} + r_{L1}x_1 + r_{L2}x_2$

งานวิจัยที่ผ่านมาได้นำเอาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ บันตดา สรรพรชัยพงษ์<sup>7</sup> ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในการตรวจวินิจฉัย และรักษาโรคตาแดง เป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่พัฒนาขึ้นสำหรับ นักศึกษาแพทย์ นักศึกษาพยาบาล พยาบาลและแพทย์ทั่วไป เพื่อให้คำปรึกษา

ในการตรวจวินิจฉัย และรักษาโรคตาแดง ชูเพ็ดครี วงศ์พุกธา และคณะ<sup>9</sup> นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ การสร้างฐานความรู้และการวัดประสิทธิภาพการทำงาน สำหรับระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยโรคจากการซักประวัติ การวินิจฉัยโรคของระบบใช้กลไกการอนุมานแบบ Interactive Forward Chaining และการแทนความรู้ในรูปกฎโปรดักชัน วัชรชัย วิริยะสุทธิวงศ์<sup>10</sup> ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ สำหรับวินิจฉัยโรคทางคลินิก โดยนำทฤษฎี ฟัชซีเซ็ตมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการอนุมานและการแทน ความรู้ ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับกระบวนการตัดสินใจของแพทย์

**วิธีการดำเนินการวิจัย**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 3 ด้าน คือ 1) เพื่อพัฒนา ออนโทโลยีในการสร้างฐานความรู้เชิงความหมายของการ ทำนายชื่อโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เพื่อนำมาใช้กับตัวแบบระบบการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจาก ผลตรวจเลือด 2) เพื่อพัฒนากฎเชิงความหมายโดยใช้หลักการ ของกฎนิเวศที่แบบปรับตัวได้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่าย ประสาทเทียม สำหรับดึงองค์ความรู้เชิงความหมายออกมาใช้ และทดสอบการใช้ฐานกฎเชิงความหมาย และ 3) วัดประสิทธิภาพ ความถูกต้องของตัวแบบการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผล ตรวจเลือดและความเสี่ยงในการเกิดโรคด้วยตัวเอง โดยใช้ข้อมูล ผลตรวจเลือดที่ทราบผลการวินิจฉัยโรคโดยแพทย์แล้ว



ภาพที่ 5 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework)

งานวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาตามกรอบแนวคิดการวิจัย (ภาพที่ 5) ของระบบทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจเลือด เป็น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1. สร้างฐานความรู้เชิงความหมาย 2. การพัฒนากฎเชิงความหมายด้วยภาษาเอสดับบลิวอาร์แอล (SWRL) โดยใช้หลักการกฎนิเวศที่แบบปรับตัวได้ด้วย วิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม และ 3. การวัดความ ถูกต้องของตัวแบบระบบ

**การสร้างฐานความรู้เชิงความหมาย**

ในขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี เริ่มจากการกำหนด ขอบเขตของออนโทโลยีเพื่อใช้ในการทำนายชื่อโรคเบื้องต้น จากผลตรวจเลือด ตามลักษณะการใช้งานที่ต้องการความ ต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน รวมถึงการบำรุงรักษาออนโทโลยี แล้วดำเนินการเก็บรวบรวมและตรวจสอบแหล่งข้อมูลความรู้ ที่เกี่ยวข้อง จัดหมวดหมู่ให้เป็นระบบและครอบคลุมทุกหัวข้อ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ข้อมูลการแปลผลตรวจและการทำนายชื่อโรคเบื้องต้น จากผลตรวจเลือด ความรู้จากแหล่งข้อมูลทั้งที่เป็นความรู้ ทั้งความรู้ชัดแจ้งจากเอกสาร ตำรา งานวิจัย ทางห้องปฏิบัติ การทางการแพทย์ และความรู้ไม่ชัดแจ้งที่อยู่ในคน เช่น ประสบการณ์ ความชำนาญเฉพาะ ข้อมูลเชิงลึกของ ผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และการสนทนากับ ผู้เชี่ยวชาญ ภายใต้ขอบเขตการศึกษา และทำการแปลงแบบ จำลองเบื้องต้นจากที่เก็บรวบรวมได้ให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถ นำไปประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ในขั้นตอนนี้ จะมีการนำแนวคิดและคำสำคัญทั้งหมดที่รวบรวมได้มาจัดกลุ่ม ตามความสัมพันธ์ในลักษณะของคำตามความหมาย (Semantic Term) คำพ้องความ (Synonym) และคำย่อ (Acronym) เพื่อ ทำให้เกิดเป็นกลุ่มคำสำคัญที่ให้ออบเขตตามแนวคิดที่เหมือนกัน หลายๆ กลุ่ม และมีการกำหนดคำสำคัญหลักให้กับแต่ละแนวคิด โดยยึดหลักตามฐานข้อมูลคำศัพท์ทางการแพทย์ (UMLS) และ ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญใช้โปรแกรมสำเร็จรูปโปรทีเจ (Protégé) เวอร์ชัน 3.4.4 เพื่อสร้างออนโทโลยีที่เป็นซอฟต์แวร์ ไอเพนซอร์ส พัฒนาโดยมหาวิทยาลัย Stanford University School of Medicine ซึ่งมีรูปแบบการสร้างที่มีตัวช่วย (Plug in) หลากหลาย และง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ ขั้นตอนในการสร้างประกอบด้วย

- การกำหนดขอบเขตของออนโทโลยี
- ในการพัฒนาต้นแบบฐานความรู้ของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ มีเนื้อหาครอบคลุมกระบวนการหลัก 3 กระบวนการ คือ กระบวนการก่อนการตรวจวิเคราะห์ กระบวนการตรวจ วิเคราะห์ และกระบวนการหลังการตรวจวิเคราะห์
- การกำหนดรายการคำศัพท์สำคัญ รวบรวมรายการคำศัพท์ สำคัญที่จะให้มีในออนโทโลยี เพื่อใช้สร้างคำอธิบาย คุณสมบัติให้กับคำศัพท์
- กำหนดคลาส หรือลำดับชั้นของคลาส
- กำหนดคุณสมบัติ หรือความสัมพันธ์ของคลาส
- กำหนดค่าข้อมูลอินสแตนส์

**การพัฒนากฎเชิงความหมาย**

ขั้นตอนการพัฒนากฎเชิงความหมาย เป็นการดำเนินการ สร้างกฎนิเวศที่จากผลการตรวจเลือดและการทำนายชื่อโรค

เบื้องต้นจากผลตรวจเลือด แล้วนำมาเขียนกฎฟัซซี่เพื่อมาใช้ในการทำนายชื่อโรคเบื้องต้น การเขียนกฎใช้ภาษาเอสดับบลิวอาร์แอลด้วยเครื่องมือ SWRL Editor และใช้หลักการของกฎนิเวโรฟัซซี่ที่ทดสอบการทำงานของกฎเชิงความหมายและการเรียนรู้และการปรับตัวได้ของกฎเชิงความหมาย

### การวัดความถูกต้องของตัวแบบระบบ

การวัดผลลัพธ์ของการอนุมานกฎของระบบ พิจารณาจากผลการวัดประสิทธิภาพของระบบจากการเรียนรู้และการทดสอบแบบไขว้ (10-Fold Cross-Validation) เป็นวิธีการที่แบ่งข้อมูลแบบสุ่มออกเป็นเป็นกลุ่มจำนวน 10 กลุ่ม โดยแบ่งการเรียนรู้และการทดสอบเป็น 10 รอบ ในรอบแรกเลือกข้อมูลกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 เป็นข้อมูลชุดเรียนรู้ และข้อมูลกลุ่มที่ 10 จะเป็นข้อมูลชุดทดสอบ จากนั้นในรอบที่ 2 จะสลับข้อมูลกลุ่มที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 มาเป็นชุดเรียนรู้ และข้อมูลกลุ่ม 9 เป็นชุดทดสอบ สลับอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนครบรอบที่ 10 ในขั้นตอนสุดท้ายจะหาค่าเฉลี่ยของค่าความถูกต้อง (Accuracy) ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความครบถ้วน (Recall) ค่าความถ่วงดุล (F-measure) อัตราความผิดพลาดเชิงบวก (False Positive Rate) อัตราความผิดพลาดเชิงลบ (False Negative Rate) และอัตราความผิดพลาดรวม (Error Rate) เพื่อบอกประสิทธิภาพของระบบ โดยใช้ข้อมูลผลเลือดของผู้มาตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาลศรีสังวรสุโขทัยที่ได้รับการวินิจฉัยโรคแล้วโดยแพทย์ปี 2556-2557 จำนวน 1,610 คน นำมาใช้ในการทดสอบระบบ ค่าความแม่นยำ ค่าความครบถ้วน ค่าความถ่วงดุล อัตราความผิดพลาดเชิงบวก อัตราความผิดพลาดเชิงลบ และอัตราความผิดพลาดรวม คำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$\text{Accuracy} = \frac{A+D}{A+B+C+D} \quad (1)$$

$$\text{Precision} = \frac{A}{A+B} \quad (2)$$

$$\text{Recall} = \frac{A}{A+C} \quad (3)$$

$$\text{F-measure} = \frac{2(\text{Precision} \times \text{Recall})}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (4)$$

$$\text{False Positive Rate} = \frac{B}{B+D} \quad (5)$$

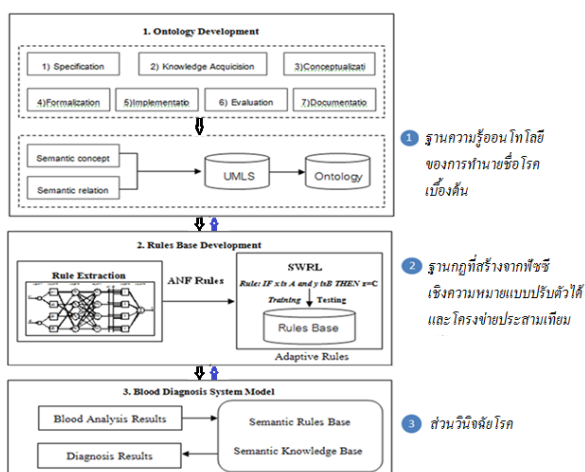
$$\text{False Negative Rate} = \frac{C}{A+C} \quad (6)$$

$$\text{Error Rate} = \frac{B+C}{A+B+C+D} \quad (7)$$

- A คือ กลุ่มผู้ที่ผิดปกติ และผลการทดสอบให้ผลผิดปกติ เรียกว่า ผลบวกจริง (True Positive, TP)
- B คือ กลุ่มผู้ที่ปกติ และผลการทดสอบให้ผลผิดปกติ เรียกว่า ผลบวกปลอม (False Positive, FP)
- C คือ กลุ่มผู้ที่ผิดปกติ และผลการทดสอบให้ผลปกติ เรียกว่า ผลลบปลอม (False Negative, FN)
- D คือ กลุ่มผู้ที่ปกติ และผลการทดสอบให้ผลปกติ เรียกว่า ผลลบจริง (True Negative, TN)

### 3.4 สถาปัตยกรรมของระบบทำนายชื่อโรคเบื้องต้น

สถาปัตยกรรมของระบบทำนายชื่อโรคเบื้องต้นที่พัฒนาในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน (ภาพที่ 6) คือ 1. ฐานความรู้ออนโทโลยีทางการแพทย์ การทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ 2. ฐานกฎ ที่สร้างจากกฎฟัซซี่เชิงความหมายแบบปรับตัวได้ และโครงข่ายประสาทเทียม และ 3. ส่วนทำนายชื่อโรคเบื้องต้น โดยนำส่วนของฐานความรู้ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และฐานกฎมาใช้เป็นฐานความรู้เชิงความหมายของตัวแบบระบบทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจาก



ภาพที่ 6 สถาปัตยกรรมของระบบทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลการตรวจเลือด

### ผลการวิจัย

#### การพัฒนาออนโทโลยี

การพัฒนาออนโทโลยีห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร และประสบการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อมาใช้ในการกำหนดความต้องการและออกแบบโครงสร้างของออนโทโลยี ซึ่งเป็นฐานความรู้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์ในเชิงความหมาย และใช้เป็นโครงร่างพื้นฐานในการอธิบาย ความรู้เฉพาะด้าน

ประกอบไปด้วยคลาสต่าง ๆ โดยคลาสเหล่านี้จัดเรียงอยู่ในลำดับชั้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์ และมีคุณสมบัติเฉพาะในแต่ละคลาสซึ่งออนโทโลยีถูกนำมาประยุกต์ใช้กับงานระบบต่างๆเพื่อช่วยในการจัดเก็บ และค้นคืนความรู้ การแลกเปลี่ยนการนำมาใช้ใหม่ และนำไปใช้เป็นฐานความรู้ในระบบตัดสินใจต่าง ๆ ซึ่งเป็นฐานความรู้เชิงความหมายในระบบผู้เชี่ยวชาญ ฐานความรู้ออนโทโลยีนี้ประกอบด้วยคลาส 124 คลาส คุณสมบัติหรือความสัมพันธ์ 64 คุณสมบัติ และข้อมูลอินสแตนซ์หรือตัวแทนข้อมูล 52 ข้อมูล

สร้างคลาสหลักของออนโทโลยีการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ 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 และประกอบด้วยคลาสย่อย (Sub class) ในทุกคลาสหลัก ดังแสดงแสดงในรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คลาสในลำดับชั้นที่ 1 ออนโทโลยีการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ลำดับที่ ชื่อคลาส คำอธิบาย

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

**สร้างคลาสย่อย (Subclass) ของคลาสหลักทั้ง 9 คลาส**

ตัวอย่างย่อยของคลาส Laboratory\_Interpretation ประกอบด้วยคลาสย่อย 4 คลาส ดังแสดงรายละเอียดของคลาสและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คลาสในลำดับชั้นที่ 2 ของ คลาส Laboratory\_Interpretation

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

ผลการประเมินโครงสร้างของออนโทโลยีการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์โดยผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน คือ แพทย์ 2 คน และนักเทคนิคการแพทย์ 8 คน ได้ผลประเมินความสอดคล้องของการแบ่งหมวดหมู่ของออนโทโลยีเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 มีส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.36 ผลประเมินความสอดคล้องของคุณสมบัติและความสัมพันธ์ในออนโทโลยีเฉลี่ย



เท่ากับ 4.22 มีส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.27 และในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 และมีส่วนเบี่ยงเบนเท่ากับ 0.32

### การพัฒนากฎเชิงความหมาย

โดยใช้หลักการของการกฎนิเวศที่แบบปรับตัวได้ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับดึงฐานความรู้เชิงความหมายออกมาใช้ในการตัดสินใจ การทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ได้กฎการแปลผลตรวจเลือดในโรคเบาหวาน การทำงานของไต โรคเก๊าท์ ภาวะไขมันในเลือด และการทำงานของตับ จำนวน 106 กฎ ดังแสดงตัวอย่างด้านล่าง

กฎที่-1: Blood test (?t)  $\wedge$  hasFBS (?t, ?s)  $\wedge$  swrlb:lessThan (?s, 60)  $\wedge$  hasRisk\_Degree (?t, ?r)  $\wedge$  hasDiagnosis (?t, ?d)  $\wedge$  hasDisease (?t, ?ds)  $\wedge$  sqwrl:select (?s, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-2: Blood test (?t)  $\wedge$  hasFBS (?t, ?s)  $\wedge$  swrlb:lessThan (?s, 70)  $\wedge$  swrlb:greaterThan (?s, 59)  $\wedge$  hasRisk\_Degree (?t, ?r)  $\wedge$  hasDiagnosis (?t, ?d)  $\wedge$  hasDisease (?t, ?ds)  $\wedge$  sqwrl:select (?s, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-3: Blood test (?t)  $\wedge$  hasCholesterol (?t, ?c)  $\wedge$  swrlb:greaterThan (?c, 400)  $\wedge$  hasTriglyceride (?t, ?tg)  $\wedge$  swrlb:lessThan (?tg, 200)  $\wedge$  hasRisk\_Degree (?t, ?r)  $\wedge$  hasDiagnosis (?t, ?d)  $\wedge$  hasDisease (?t, ?ds)  $\wedge$  sqwrl:select (?c, ?tg, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-105: 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, 501)  $\wedge$  swrlb:greaterThan (?as, 100)  $\wedge$  hasRisk\_Degree (?t, ?r)  $\wedge$  hasDiagnosis (?t, ?d)  $\wedge$  hasDisease (?t, ?ds)  $\wedge$  sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

กฎที่-106: 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:greaterThan (?as, 500)  $\wedge$  hasRisk\_Degree (?t, ?r)  $\wedge$  hasDiagnosis (?t, ?d)  $\wedge$  hasDisease (?t, ?ds)  $\wedge$  sqwrl:select (?a, ?al, ?as, ?d, ?ds, ?r)

### การวัดประสิทธิภาพความถูกต้องของตัวแบบระบบ

ทดสอบประสิทธิภาพของตัวแบบออนโทโลยีการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจเลือด หลังจากมีการให้ออนโทโลยีมีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนและปรับปรุงกฎจนมีค่าความถูกต้องของการแปลผลตรวจเลือด และการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นกฎที่ได้มีการเรียนรู้ที่ความถูกต้องเฉลี่ย (Accuracy) 97.84% อัตราความผิดพลาดเฉลี่ย 0.012 วัดประสิทธิภาพของระบบด้วยวิธีตรวจสอบแบบไขว้จากชุดข้อมูลการทดสอบ 10 รอบ มีค่าความแม่นยำเฉลี่ย (Precision) 98.55% ค่าความครบถ้วนเฉลี่ย (Recall) 99.27% และค่าความถ่วงดุลเฉลี่ย (F-measure) 99.07% จากการวิเคราะห์การประเมินผลระบบการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจเลือด พบว่ามีอัตราความผิดพลาดเชิงบวกเฉลี่ย (False Positive Rate) 0.016 และอัตราความผิดพลาดเชิงลบเฉลี่ย (False Neagtive Rate) 0.007 ผลของการนำกฎวินิจฉัยโรคในแต่ละกลุ่มมาใช้พบว่าบางกฎมีค่าวินิจฉัยโรคถูกต้องแต่พบความคลาดเคลื่อนในการให้ผลระดับความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่เหมือนกัน ส่งผลให้แสดงผลลัพธ์เป็นค่าวินิจฉัยโรคถูกต้องแต่ระดับความเสี่ยงไม่ถูกต้อง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวัดประสิทธิภาพของตัวแบบระบบ

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

### อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาวิจัยพบว่าตัวแบบฐานความรู้ออนโทโลยีทางการแพทย์ที่ได้พัฒนาและสร้างด้วยโปรแกรมโปรที่เจเวอร์ชัน 3.4.4 มีความครอบคลุมในหลายๆ บริบท ทั้งในด้าน การสืบค้นข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้เชิงความหมาย และในด้าน การใช้เป็นฐานความรู้ของระบบทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์สามารถรองรับการ

ทำงานในส่วนของการพัฒนากฎเชิงความหมาย โดยการอ้างอิง คำสำคัญที่เทียบเคียงคำศัพท์มาจากฐานข้อมูลทางการแพทย์ (UMLS) ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นแพทย์ และนักเทคนิคการแพทย์ได้มีการนำผลการประเมินและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงโครงสร้างของออนโทโลยี จนฐานความรู้ออนโทโลยีที่ได้มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจความหมายข้อมูล การตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และนำผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ไปวินิจฉัยโรคเบื้องต้นได้

ในส่วนของการสร้างกฎเชิงความหมายที่มาช่วยในการตัดสินใจ ได้ใช้หลักการของฟัชชี่ลอจิก เพื่อช่วยในการตัดสินใจในข้อมูลที่มีความไม่แน่นอน ในรูปแบบของกฎ ถ้า-แล้ว (IF-THEN Rules) ซึ่งแต่ละกฎจะเป็นการนำผลการตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการมาพิจารณาตามองค์ความรู้ของการแปลผลตรวจเลือดเทียบกับค่าปกติการตรวจนั้นๆ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปยังโรคที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ทำนายชื่อโรคเบื้องต้น

การเขียนกฎฟัชชี่เชิงความหมายใช้รูปแบบของตัวแปรภาษา (Linguistic Variable) โดยนำไปใช้ในการกำหนดคลาสคุณสมบัติ และค่าตัวแทนข้อมูลในออนโทโลยี กฎเชิงความหมายที่ได้มีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนโดยใช้อัลกอริทึมโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ (Back Propagation) การเรียนรู้ใช้ชุดข้อมูลการเรียนรู้ที่ผ่านการจัดการคุณภาพของข้อมูลแล้ว มีการกำจัดข้อมูลรบกวน ข้อมูลผิดพลาด และข้อมูลที่ไม่มีสอดคล้องออกไป กฎมีการปรับตัวตามชุดข้อมูลการเรียนรู้จนกว่าค่าความถูกต้องของผลลัพธ์ของกฎมีค่าความถูกต้อง ด้วยเทคนิคการเรียนรู้แบบไขว้จนครบ 10 รอบการเรียนรู้ จึงหยุดการเรียนรู้และการปรับตัวของกฎ

ระบบการทำนายชื่อโรคเบื้องต้น ใช้กลไกในการอนุมานที่มุ่งเน้นการเลือกใช้กฎจากข้อมูลนำเข้าที่เป็นข้อมูลหลัก การอนุมานจะเริ่มจากการนำข้อมูลนำเข้าของผลการตรวจเลือดทางห้องปฏิบัติการ มาเปรียบเทียบกับเงื่อนไขของกฎที่มีอยู่ทั้งหมดในแต่ละหมวดของการทำนายชื่อโรคเบื้องต้น ซึ่งกฎที่เงื่อนไขตรงกับข้อเท็จจริงหรือข้อมูลที่ถูกนำเข้ามา หลังจากข้อมูลที่นำเข้าเลือกกฎที่เหมาะสมแล้วข้อสรุปกฎนั้นๆ จะนำองค์ความรู้ของการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นออกมาแสดง การประเมินประสิทธิภาพตัวแบบระบบทำนายชื่อโรคเบื้องต้นโรคจากผลตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

อัตราความผิดพลาดเชิงบวกที่มีผลทำให้วินิจฉัยผลตรวจเลือดผิดพลาดอาจมาจากสาเหตุต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ผลของการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ผิดพลาดทั้งในส่วนก่อนขั้นตอนก่อนการตรวจวิเคราะห์ ขั้นตอนขณะตอนวิเคราะห์ และขั้นตอนหลังการตอนวิเคราะห์ ผู้รับการตรวจสุขภาพไม่ได้งดอาหารก่อนการตรวจเลือดตามข้อปฏิบัติ

หรือมาจากปัจจัยในเรื่องของ อายุ เพศ การออกกำลังกายมากเกินไป ปริมาณของอาหารที่รับประทาน ช่วงเวลาในการเจาะเลือด ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สามารถส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์เลือดทางเคมีพบค่าที่สูงผิดปกติได้ โดยที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสัมพันธ์กับการเกิดโรค และในส่วนของอัตราการผิดพลาดเชิงลบ อาจมีสาเหตุมาจากผู้มารับการตรวจสุขภาพอยู่ระหว่างกินยา บางตัวอยู่ ทำให้ค่าการตรวจวิเคราะห์ทางเคมีบางตัวไม่เป็นตามความจริงได้ การที่จะลดข้อผิดพลาดในส่วนอัตราความผิดพลาดทั้งในเชิงบวกและเชิงลบให้ตัวแบบระบบ จะต้องมีการกำจัดข้อมูลผลตรวจเลือดที่จะใช้เรียนรู้และทดสอบระบบที่ไม่สอดคล้องกับความสัมพันธ์ในการเกิดโรคออกไปให้หมด หรือต้องอาศัยปัจจัยตัวอื่น ๆ ช่วย เช่น การซักประวัติผู้มาตรวจสุขภาพ การตรวจร่างกายเบื้องต้น หรือการตรวจวิเคราะห์อื่นๆ ประกอบเข้ามาในตัวแบบระบบ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความถูกต้องในการวินิจฉัยผลตรวจเลือด ลดอัตราความผิดพลาดเชิงบวกและอัตราความผิดพลาดเชิงลบให้พบน้อยลงมากที่สุด ตัวแบบระบบเหมาะสำหรับให้บุคคลทั่วไปใช้ประเมินภาวะสุขภาพความเสี่ยงในการเกิดโรคด้วยตัวเองเบื้องต้นเพื่อการเข้ารับการวินิจฉัยและรักษาโดยแพทย์ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น จากผลการศึกษาที่ได้ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบในเบื้องต้น ทำให้เห็นความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาต่อยอดเพื่อประยุกต์ใช้งานจริงอย่างเป็นรูปธรรม สามารถนำไปทำนายชื่อโรคเบื้องต้นจากผลตรวจเลือดด้วยตนเองได้จริง จึงควรจะนำไปพัฒนาต่อเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานอยู่บนเว็บ

2. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาแนวทางการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นในบริบทขององค์ความรู้ที่แตกต่างออกไป โดยใช้ผลการศึกษาของงานวิจัยนี้เป็นฐาน และศึกษาเปรียบเทียบความเหมือนหรือแตกต่าง เพื่อขยายผลให้ได้ตัวแบบการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นที่มีความเฉพาะ (Specification) ต่อโรคใดโรคหนึ่งมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้จริงมากยิ่งขึ้น

3. ในการวิจัยครั้งต่อไป ควรศึกษาเพื่อพิสูจน์หรือทดสอบระบบการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นที่อาศัยปัจจัยอื่นร่วมในการตัดสินใจด้วย เช่น การซักประวัติการเจ็บป่วย อาการความผิดปกติที่เกิดขึ้น ประวัติการรับยา การกินอาหาร การออกกำลังกาย เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำนายชื่อโรคเบื้องต้นได้แม่นยำ ถูกต้อง และหลากหลายยิ่งขึ้น

#### เอกสารอ้างอิง

- Shankar, R. D., Martins, S. B., O'Connor, M. J., Parrish, D. B. and Das, A. K. 2006. Epoch:

- An Ontological Framework to Support Clinical Trials Management. International Workshop on Healthcare Information and Knowledge Management, 2006, pp. 25–32.
2. Casteleiro, M. A. and Des Diz, J. J. 2008. "Clinical Practice Guidelines: A Case Study of Combining OWL-S, OWL, and SWRL." *Knowl-Based Syst.* 21: 247–255.
  3. Mor P., Nuaman A., Tsvi K. and Mitchell S. 2008. "Onto-clust -A methodology for combining clustering analysis and ontological methods for identifying groups of comorbidities for developmental disorders." *Journal of BioMedical Informatics.* 42(1), 165–175.
  4. Maria, G., Akriki K., Costas V., George L. and Constantin H. 2007. Creating an Ontology for the User Profile: Method and Applications. Proceedings of the First IEEE International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS), Morocco 2007.
  5. พยุ่ง มีสัจ. 2553. เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาระบบพีซีและเครือข่ายประสาทเทียม. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
  6. Jang, JSR. 1993. "ANFIS : Adaptive-Ne twork-Based Fuzzy Inference System." *IEEE Transaction on Systems, Man, and Cybernetics* 23(3): 665-685.
  7. ปนัดดา สรรพรชัยพงษ์. 2544. "ระบบผู้เชี่ยวชาญในการตรวจวินิจฉัยและรักษาโรคตาแดง." สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาการคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
  8. ชูเพ็ญศรี วงศ์พุทธา และคณะ. 2547. "ระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยโรคจากการชักประวัติ : รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ชุดโครงการวิจัย." รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ชุดโครงการวิจัยเรื่องระบบผู้เชี่ยวชาญการวินิจฉัยโรคจากการชักประวัติมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
  9. วัชรชัย วิริยะสุทธีวงศ์. 2548. "การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญโดยใช้กฎพีซีเพื่อวินิจฉัยโรคทางคลินิก." วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต วิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.