

บทที่ 4

การออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นมีขั้นตอนต่างๆ ที่มากมายและซับซ้อนมาก ในปัจจุบันยังไม่มีระบบผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูปที่สามารถนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้เลย เนื่องจากความรู้เป็นเรื่องที่กว้างใหญ่ไพศาลมาก หากที่จะนำความรู้ต่างๆ เหล่านั้นมาทำเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญสำเร็จรูปได้ และในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นมีขั้นตอนต่างๆ ซับซ้อนมากมาย ซึ่งประกอบด้วยกลไกการอนุมาน ฐานความรู้ หน่วยติดต่อกับผู้ใช้ และอื่นๆ ผู้พัฒนาระบบจะต้องใช้เวลามากในการออกแบบ เขียนโปรแกรม และสร้างความรู้ให้กับระบบ ในการพัฒนาระบบทางด้านโปรแกรมนั้น ผู้พัฒนาจะต้องรู้เทคโนโลยีทางด้านซอฟต์แวร์ของระบบปัญญาประดิษฐ์ และจะต้องมีความรู้ความชำนาญในเรื่องงานที่จะสร้างเป็นผู้เชี่ยวชาญนั้นด้วย เช่น การเดินเครื่องโรงไฟฟ้าแม่เมาะ และการแก้ปัญหาการผลิตของโรงผลิตกำลัง เป็นต้น ผู้ที่ทำหน้าที่แสดงความรู้ จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการแสดงความรู้ และมีความรู้ในเรื่องที่จะใส่ให้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้ที่ทำหน้าที่เช่นนี้เรียกว่า วิศวกรความรู้ (Knowledge engineer) หน้าที่ของวิศวกรความรู้โดยทั่วไปแล้ว คือ การศึกษาและนำความรู้จากแหล่งต่างๆ เช่น หนังสือ ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น มาทำการจัดเป็นระบบและสร้างให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม พร้อมที่จะนำเข้าไปบรรจุในเปลือกกระบบผู้เชี่ยวชาญ ต้องตรวจสอบ และบำรุงรักษาระบบ การตรวจสอบนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของระบบผู้เชี่ยวชาญ ว่าการทำงานเป็นไปตามจุดประสงค์หรือไม่ สำหรับการบำรุงรักษาก็คือ การปรับปรุงฐานความรู้ให้ทันสมัยขึ้นตามกาลเวลาที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งการทำงานของวิศวกรความรู้ตามที่กล่าวมานี้จะต้องประสานกันอย่างใกล้ชิดกับผู้เชี่ยวชาญและแหล่งความรู้ต่างๆ

ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญนั้นวิศวกรความรู้ (Knowledge engineer) เป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญมาก

4.1 หน้าที่ของวิศวกรความรู้

วิศวกรความรู้ มีหน้าที่สำคัญในระบบผู้เชี่ยวชาญ คือ มีหน้าที่ดึงความรู้ (Knowledge Acquisition) ซึ่งสามารถแยกเป็น 3 หัวข้อ ดังนี้

4.1.1 การถอดความรู้ (Knowledge Extraction) คือ การที่วิศวกรความรู้ทำหน้าที่ เรียนรู้และทำความเข้าใจกับความรู้จากแหล่งความรู้ ที่จะนำเข้าสู่ระบบ

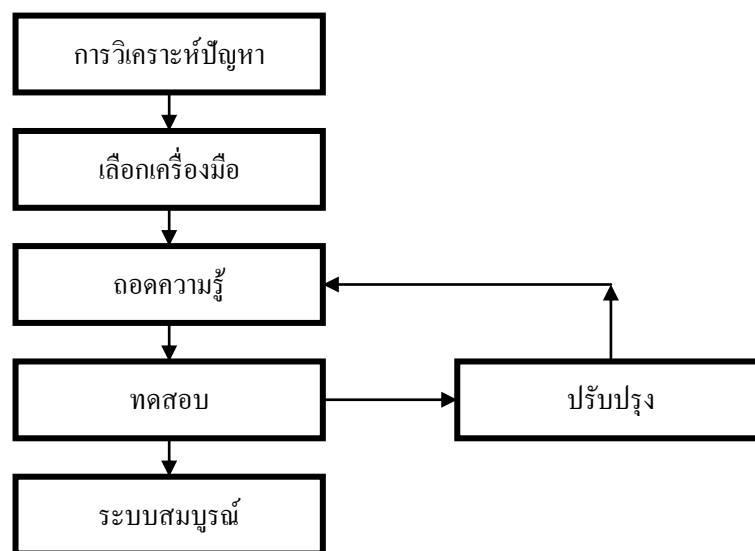
4.1.2 การเปลี่ยนความรู้ (Knowledge Transformation) คือ การที่วิศวกรความรู้ นำความรู้ที่ได้มาจากการถอดความรู้ มาจัดให้เป็นระบบที่เหมาะสม และบรรจุลงในเปลือกกระบบผู้เชี่ยวชาญ

4.1.3 การจัดการความรู้ (Knowledge Management) คือ การที่วิศวกรความรู้ตรวจสอบ และบำรุงรักษาฐานความรู้

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software) มาทดแทนการทำงานของวิศวกรความรู้ โดยซอฟต์แวร์จะต้องมีระบบการเรียนรู้ (Learning) เพื่อทำหน้าที่ในการถอดความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

4.2 กระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในส่วนที่ต้องอาศัยวิศวกรความรู้ มีกระบวนการของการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ เริ่มตั้งแต่การวิเคราะห์ปัญหา เลือกเครื่องมือ ถอดความรู้ แล้วทำการทดสอบระบบต้นแบบ ถ้ายังไม่ถูกต้องก็ทำการปรับปรุง แก้ไขระบบ และทดสอบใหม่อีกจนได้ต้นแบบที่ถูกต้อง ดังแสดงกระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญในรูป 4.1



รูป 4.1 กระบวนการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ

4.2.1 การวิเคราะห์ปัญหา

การวิเคราะห์ปัญหาของระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น ผู้พัฒนาระบบจะต้องทำความเข้าใจเบื้องต้นกับปัญหาเหล่านั้น และจะต้องมีการเตรียมการสำหรับการแก้ปัญหานั้นด้วย เรื่องที่สำคัญ

สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาที่จะต้องพิจารณาก็คือ ความจำเป็นหรือความเหมาะสมของการใช้ระบบ ผู้เชี่ยวชาญว่ามีความรู้ความเข้าใจปัญหาอย่างถูกต้อง รวมทั้งการจัดขั้นตอนสำหรับการแก้ปัญหา และการกำหนดรูปแบบของการให้คำปรึกษา

ในกรณีที่ความรู้มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมาก วิธีการที่ช่วยในการแก้ปัญหาได้ดี คือการจัดความรู้ในรูปแบบต้นไม้ การใช้โครงสร้างต้นไม้จะเป็นวิธีการที่สะดวก องค์ประกอบของโครงสร้างแบบต้นไม้จะประกอบด้วยโหนด (Node) และ อาร์ค (Arc) สำหรับโหนดจะแทนความหมายที่จะแสดงในฐานความรู้ และอาร์คจะเป็นส่วนที่เชื่อมความสัมพันธ์ของโหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกันเข้าด้วยกัน

ปัญหาที่เหมาะสมสำหรับให้ระบบผู้เชี่ยวชาญช่วยแก้ไขคือ

4.2.1.1 ปัญหาเกี่ยวข้องกับการวินิจฉัย (Inference) หรือการวิเคราะห์ข้อมูล (Data analysis)

4.2.1.2 ปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้ที่ไม่แน่นอน (Uncertainty knowledge)

4.2.1.3 ปัญหาที่ไร้โครงสร้าง คือ ไม่อาจแก้ไขได้ด้วยสูตรสำเร็จ หรือคณิตศาสตร์

4.2.2 การเลือกเครื่องมือ

การเลือกเครื่องมือ ควรพิจารณาการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ การแสดงความรู้ กลไกการอนุมาน การติดต่อกับผู้พัฒนาระบบ การติดต่อกับผู้ใช้ และภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ ว่าทำได้สะดวก มีประสิทธิภาพ เป็นไปตามที่ผู้พัฒนาระบบต้องการหรือไม่

4.2.2.1 ความสามารถของระบบผู้เชี่ยวชาญ

การติดต่อระหว่างระบบผู้เชี่ยวชาญ กับผู้พัฒนาระบบ ควรมีความสามารถสูง และใช้ประโยชน์จากระบบได้มาก เช่น

- 1) พัฒนาฐานความรู้ที่ต้องการ มีความสอดคล้องกับระบบ
- 2) สามารถเพิ่มส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการอนุมานเข้าไปได้
- 3) สามารถสร้างส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้เป็นไปตามที่ผู้พัฒนาระบบ

ต้องการ

- 4) สามารถติดต่อกับซอฟต์แวร์ และฐานข้อมูลชนิดอื่นๆ ได้
- 5) ใช้ประโยชน์จากระบบคอมพิวเตอร์ได้มาก

4.2.2.2 การแสดงความรู้

การแสดงความรู้นั้น จะต้องง่าย และสามารถใส่เรื่องที่ต้องการได้ครบถ้วน เช่น การบรรยายประสงค์ (Object Descriptions) การกำหนดค่าความมั่นใจ (Certainties) และการแสดงการกระทำ (Actions)

4.2.2.3 กลไกการอนุมาน

การเลือกพัฒนากลไกการอนุมาน จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้คือ วิธีการอนุมาน การค้นหากฎข้อที่เหมาะสม การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงกับโปรแกรมอื่นๆ

ความเร็ว และความเที่ยงตรง ก็ขึ้นกับวิธีการอนุมาน ดังนั้นการเลือกวิธีการอนุมานต้องให้เหมาะสม

4.2.2.4 การติดต่อกับผู้ใช้

ผู้ใช้งานจะต้องใช้งานได้สะดวก ขอคำปรึกษาง่าย และชัดเจน ระบบที่ดีมากมักมีการแสดงผลด้วยกราฟ ภาพประกอบ และสามารถโต้ตอบเป็นภาษาธรรมชาติได้ด้วย

4.2.2.5 ลักษณะทางซอฟต์แวร์

ควรมีความสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ง่าย ใช้ร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้ และสามารถคอมไพล์ (Compile) เป็นเอ็กซิกิวทีฟไฟล์ (Execute file) จะทำให้เกิดความสะดวกในการนำไปใช้งาน

4.3 กระบวนการถอดความรู้

กระบวนการถอดความรู้ หมายถึง ขบวนการที่ผู้พัฒนาระบบเรียนรู้ และทำความเข้าใจกับความรู้ ที่จะนำมาพัฒนาเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญ การเรียนรู้และการทำความเข้าใจกับความรู้ นั้นสามารถหาได้จากแหล่งความรู้ต่างๆ เช่น ผู้เชี่ยวชาญ หนังสือ เป็นต้น

4.4 การสร้างต้นแบบ

การสร้างต้นแบบควรประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

4.4.1 เป้าหมาย

เป้าหมาย คือ จุดหมายปลายทางของระบบ ต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจน

4.4.2 ทิศทางการไหลของความรู้ การทำงานของโปรแกรม (Flow diagram)

จะต้องมีความละเอียด ชัดเจน และสามารถปรับปรุงแก้ไขได้สะดวก

4.5 การทดสอบและปรับปรุงระบบ

โปรแกรมที่จัดทำ จะต้องได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ และวิศวกรความรู้ อย่างละเอียด

ถ้าหากระบบต้นแบบมีความคลาดเคลื่อนจากการวางระบบเอาไว้ จะต้องกลับไปทำการออกแบบระบบต้นแบบใหม่

4.6 การออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับเดินเครื่องหม้อไอน้ำโรงไฟฟ้า

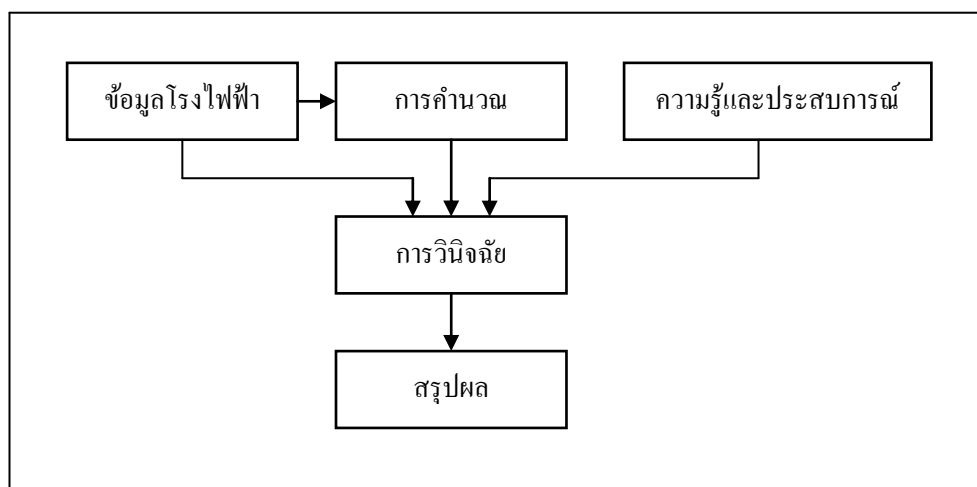
ในการออกแบบ และพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ แบ่งออกเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

4.6.1 การวิเคราะห์ และศึกษาวิธีการเดินเครื่อง

วิเคราะห์ และศึกษาวิธีการเดินเครื่อง การควบคุมหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะจากวิศวกร ผู้เชี่ยวชาญการเดินเครื่องหม้อไอน้ำของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ รวมทั้งการศึกษารวบรวมความรู้จากตำรา คู่มือการเดินเครื่อง

4.6.2 ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ

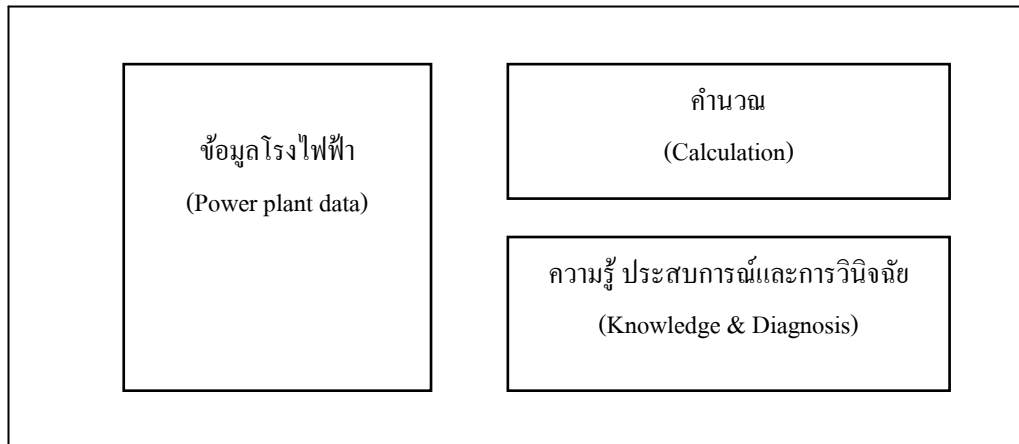
ในการออกแบบระบบผู้เชี่ยวชาญจะเลียนแบบการทำงานของผู้เชี่ยวชาญมนุษย์ โดยก่อนอื่นจะต้องรับรู้ข้อมูลของโรงไฟฟ้าเข้ามาก่อน ซึ่งได้แก่ข้อมูลที่บันทึกไว้ โดยเครื่องบันทึกต่างๆ ของโรงไฟฟ้า จากเครื่องวัด จอภาพ การสังเกตและการสัมผัสอุปกรณ์ เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลบางส่วนมาคำนวณ เช่น ความดัน อุณหภูมิ และอัตราการไหลของน้ำเลี้ยง ไอน้ำ เป็นต้น คำนวณหาค่าพลังงานที่ตำแหน่งต่างๆ ในวงจรการทำงานของโรงไฟฟ้า แล้วคำนวณสมดุลความร้อน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพอุณหภูมิต่อไป ตรวจสอบข้อมูลจากความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่ บางครั้งอาจหาความรู้เพิ่มเติมจากเอกสาร ตำราประกอบ แล้วทำการวินิจฉัย ตัดสินใจ แสดงผลลัพธ์ว่าจะปฏิบัติกรอย่างไรต่อไป การทำงานดังกล่าวแสดงในรูป 4.2



รูป 4.2 องค์ประกอบการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ

4.6.2.1 องค์ประกอบการควบคุมการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า

การควบคุมการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วน ดังแสดงในรูป 4.3



รูป 4.3 องค์ประกอบการควบคุมการเดินเครื่องหม้อไอน้ำของผู้เชี่ยวชาญ

1) ข้อมูลโรงไฟฟ้า

โรงไฟฟ้ามีวงจรการทำงานดังแสดงในรูป 2.1 มีทิศทางการไหลของน้ำและไอน้ำผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในหม้อไอน้ำดังแสดงในรูป 2.2 มีทิศทางการไหลของพลังงานในหม้อไอน้ำ ดังแสดงในรูป 2.3

กระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้าได้ต่อเชื่อมกับระบบคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูป 2.12 จะทำการบันทึกข้อมูลหลายแบบ เช่น บันทึกทรายชั่วโมง (Hourly log) บันทึกเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน บันทึกการทดสอบ หรือบันทึกแบบอื่นๆ สำหรับบันทึกทรายชั่วโมงนั้น ข้อมูลโรงไฟฟ้าแม่เมาะจะถูกบันทึกโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการกวาดตรวจ (Scan) ข้อมูลทุก 1 นาที นำค่ามาเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง จัดทำเป็นบันทึกทรายชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมง แล้วบันทึกเป็นแฟ้มข้อมูลทุกวัน ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ปัญหาการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าได้

เนื่องจากการควบคุมการเดินเครื่องหม้อไอน้ำโรงไฟฟ้าเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก ซับซ้อนมาก มีพลังงานผ่านระบบหม้อไอน้ำเป็นจำนวนมาก การควบคุมการสูญเสียความร้อนในการเดินเครื่องที่หม้อไอน้ำก็เป็นเรื่องที่ยุ่งยากมากเช่นกัน การควบคุมต้องใช้ทั้งศาสตร์และศิลป์ เช่น เมื่อพบว่าท่อถ่ายเทความร้อนสกปรก จะไม่รีบใช้เครื่องเป่าเขม่าทำความสะอาดทันทีในทุกพื้นที่ถ่ายเทความร้อน แต่จะมีการดำเนินการให้ผิวท่อถ่ายเทความร้อนบางส่วนสกปรกบ้าง เพื่อให้ประสิทธิภาพอุณหภูมิรวมสูงที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เช่นในขณะนั้นอุณหภูมิของไอน้ำออกจาก

เครื่องดงไอมีค่าต่ำกว่าปกติ เนื่องจากผิวท่อเครื่องดงไอสกปรก และในช่วงนั้นผิวท่อถ่ายเทความร้อนของผนังเตา (Water walltubes) ก็สกปรกเช่นกัน การแก้ไขจะเลือกใช้เครื่องเป่าเขม่าที่ผิวท่อเครื่องดงไอก่อน โดยปล่อยให้ผิวถ่ายเทความร้อนของผนังเตาสกปรกต่อไปอีกสักระยะเพื่อให้อุณหภูมิของไอน้ำสูงขึ้นและรักษาสภาพอุณหภูมิไอน้ำที่สูงๆ ไว้ให้นานที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ แต่ต้องควบคุมไม่ให้สูงเกินข้อจำกัดการเดินเครื่อง การกระทำได้กล่าวเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพอุณหภูมิรวมของโรงไฟฟ้า เป็นต้น

2) การคำนวณ

ข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องวัด เครื่องบันทึก บางส่วนไม่สามารถวินิจฉัยได้ทันที แต่ต้องนำมาคำนวณ วิเคราะห์ และแปลผลข้อมูลเสียก่อน ดังที่จะแสดงตัวอย่างการคำนวณหาประสิทธิภาพของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของ SAH1 และ SAH2 (SAH1 & SAH2 effectiveness) ดังนี้

เมื่อกำหนดให้ถ่านหินป้อนเข้าเตาเผาหม้อไอน้ำ มีองค์ประกอบของเชื้อเพลิงที่วิเคราะห์โดยการวิเคราะห์พื้นฐานแบบที่ได้รับจริง ดังนี้ คือ

C = 26 %, H = 2.04 %, N = 0.8 %, O = 7.71 %, S = 3 %, M = 29.76 %, A = 30.69 %

และข้อมูล

อัตราการไหลของถ่านหิน = 297.11 t/h

อัตราการไหลของอากาศสำหรับเผาไหม้ = 337.01 kg/s

SAH 1 รั่ว 7 %

SAH 2 รั่ว 7 %

จากสมการ (2.1) ถึง (2.3) ประมาณความชื้นในแก๊สไอเสีย

$$mf_{H_2O} = \frac{[(297.11 \text{ t/h})(\frac{1000 \text{ kg/t}}{3600 \text{ s/h}})](0.5136 \text{ kg}_{H_2O}/\text{kg}_{fuel})}{337.01 \text{ kg/s} + \{[1 - (0.996 \times 0.3069)](297.11 \text{ t/h})(\frac{1000 \text{ kg/t}}{3600 \text{ s/h}})\}}$$

$$= 0.1075 \text{ kg}_{H_2O}/\text{kg}_{fuel}$$

จากสมการ (2.4) คำนวณปริมาณค่าความร้อนจำเพาะของแก๊สไอเสียขึ้น

$$c_{p, gm} = 1.01(1-0.1075) + 1.97(0.1075) = 1.11 \text{ kJ/kg K}$$

จากสมการ (2.48) คำนวณอุณหภูมิแก๊สออกจาก SAH1 ปรับค่าสำหรับอุณหภูมิอากาศเข้าที่เบี่ยงเบนจากค่าที่ออกแบบ

$$T_{go, sah1_r} = \frac{\left(\begin{array}{l} 26.7 \text{ }^{\circ}\text{C} (287.60 \text{ }^{\circ}\text{C} - 156.83 \text{ }^{\circ}\text{C}) \\ + 287.60 \text{ }^{\circ}\text{C} (156.83 \text{ }^{\circ}\text{C} - 53.15 \text{ }^{\circ}\text{C}) \end{array} \right)}{287.60 \text{ }^{\circ}\text{C} - 53.15 \text{ }^{\circ}\text{C}} = 142.08 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

จากสมการ (2.49) คำนวณอุณหภูมิแก๊สออกจาก SAH2 ปรับค่าสำหรับอุณหภูมิอากาศเข้าที่เบี่ยงเบนจากค่าที่ออกแบบ

$$T_{go, sah2_r} = \frac{\left(\begin{array}{l} 26.7 \text{ }^{\circ}\text{C} (285.56 \text{ }^{\circ}\text{C} - 153.42 \text{ }^{\circ}\text{C}) \\ + 285.56 \text{ }^{\circ}\text{C} (153.42 \text{ }^{\circ}\text{C} - 44.43 \text{ }^{\circ}\text{C}) \end{array} \right)}{285.56 \text{ }^{\circ}\text{C} - 44.43 \text{ }^{\circ}\text{C}} = 143.70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

จากสมการ (2.50) คำนวณอุณหภูมิแก๊สออกจาก SAH1 ปรับค่าสำหรับอุณหภูมิอากาศเข้าที่เบี่ยงเบนจากค่าที่ออกแบบ และเสมือนว่าไม่มีการรั่ว

$$\begin{aligned} T_{go, sah1_rnl} &= \frac{\frac{7}{100} (1.01 \text{ kJ/kg K})(142.08 \text{ }^{\circ}\text{C} - 26.7 \text{ }^{\circ}\text{C})}{1.11 \text{ kJ/kg K}} + 142.08 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ &= 149.43 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

จากสมการ (2.51) คำนวณอุณหภูมิแก๊สออกจาก SAH2 ปรับค่าสำหรับอุณหภูมิอากาศเข้าที่เบี่ยงเบนจากค่าที่ออกแบบ และเสมือนว่าไม่มีการรั่ว

$$T_{go, sah2_rnl} = \frac{\frac{7}{100} (1.01 \text{ kJ/kg K})(143.70 \text{ }^{\circ}\text{C} - 26.7 \text{ }^{\circ}\text{C})}{1.11 \text{ kJ/kg K}} + 143.70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$= 151.15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

จากสมการ (2.69) คำนวณประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของ SAH1

$$\varepsilon_{\text{SAH1}} = \frac{287.60 \text{ }^{\circ}\text{C} - 149.34 \text{ }^{\circ}\text{C}}{287.60 \text{ }^{\circ}\text{C} - 53.15 \text{ }^{\circ}\text{C}} \times 100 = 58.93 \%$$

จากสมการ (2.70) คำนวณประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของ SAH2

$$\varepsilon_{\text{SAH2}} = \frac{285.56 \text{ }^{\circ}\text{C} - 151.07 \text{ }^{\circ}\text{C}}{285.56 \text{ }^{\circ}\text{C} - 44.43 \text{ }^{\circ}\text{C}} \times 100 = 55.74 \%$$

เมื่อได้ผลการคำนวณ ก็จะส่งไปที่ส่วนของการวินิจฉัย

3) ความรู้ ประสบการณ์ และการวินิจฉัย

ในส่วนนี้ผู้เชี่ยวชาญจะประมวลผล วินิจฉัยข้อมูลที่ได้จากข้อมูลดิบ ข้อมูลจากการคำนวณ ความรู้ ประสบการณ์ เอกสารและตำราต่างๆ

จากผลการคำนวณค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของ SAH1 และ SAH2 ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้เชี่ยวชาญจะทำการวินิจฉัย และสรุปผลได้ว่า ประสิทธิภาพของ SAH1 มีค่าสูงกว่า SAH2 และทำการวินิจฉัยต่อไปว่าประสิทธิภาพของ ทั้ง SAH1 และ SAH2 นั้นปกติหรือไม่? โดยเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ แล้วสรุปผลหากตัวใด หรือทั้งสอง มีค่าต่ำกว่าเป้าหมาย ผู้เชี่ยวชาญก็จะดำเนินการค้นหาข้อปฏิบัติการเดินเครื่องต่อไป

ในการวินิจฉัยปัญหาการเดินเครื่องหม้อไอน้ำ จะทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และการสูญเสียความร้อนของหม้อไอน้ำ จะใช้ทฤษฎี เหตุผลที่เกี่ยวข้อง และสมมุติฐาน โดยวิเคราะห์ปริมาณการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นจริง แล้วเปรียบเทียบกับเป้าหมายการสูญเสียความร้อน เพื่อหาแนวทางลดการสูญเสีย ดังนี้

3.1) ความร้อนสูญเสียไปกับแก๊สไอเสียร้อน

ปกติความร้อนจะถ่ายเทให้กับน้ำเลี้ยง ไอน้ำ และอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ แต่สูญเสียไปกับแก๊สไอเสียร้อน ใช้ทฤษฎีการพาความร้อน เพราะสัมประสิทธิ์การพาความร้อน

ร้อนเปลี่ยน เมื่อรู้ปริมาณความร้อนสูญเสียทั้งหมด จะนำไปเปรียบเทียบกับค่าปริมาณความร้อนสูญเสียตามที่ออกแบบไว้

สาเหตุของการสูญเสียพลังงานความร้อนไปกับแก๊สไอเสียร้อน มีปริมาณมาก มาจากการป้อนปริมาณอากาศส่วนเกินมากเกินไป การยกหัวพ่นเชื้อเพลิงสูงเกินความจำเป็น การป้อนเชื้อเพลิงมากเกินไป และปัญหาการพอกตัวของสแลก(Slag) ทำให้การถ่ายเทความร้อนระหว่างแก๊สไอเสียกับอากาศ และแก๊สไอเสียกับไอน้ำลดลง เป็นต้น

แนวทางแก้ไขคือ ลดปริมาณอากาศส่วนเกินให้เหลืออยู่ในปริมาณที่เหมาะสม ลดอุณหภูมิของแก๊สไอเสียลงโดยไม่สูงกว่าค่าที่ออกแบบไว้แต่ก็ไม่ต่ำเกินไปเพราะจะทำให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำในแก๊สไอเสียซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดการกัดกร่อนท่อและอุปกรณ์ และทำการใช้เครื่องเป่าเขม่า (Sootblower) ในชุดที่เหมาะสม กัมหัวพ่นเชื้อเพลิงมาอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม การกำหนดปริมาณอากาศส่วนเกินให้มีปริมาณที่เหมาะสม กระทำได้โดยการตั้งค่าเป้าหมายของระบบควบคุมปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้

3.2) ความร้อนสูญเสียของไอน้ำที่ทางออกเครื่องดงไอ และทางออกเครื่องให้ความร้อนซ้ำ

โดยปกติการเดินเครื่องจะควบคุมสภาพของไอน้ำ ที่ทางออกเครื่องดงไอ และทางออกเครื่องให้ความร้อนซ้ำ ให้ได้ตามค่าที่ออกแบบไว้ การเดินเครื่องในบางช่วงต้องมีการลดอุณหภูมิของไอน้ำที่ทางออกเครื่องดงไอและทางออกเครื่องให้ความร้อนซ้ำ เพื่อช่วยไม่ให้เกิดปัญหาอุณหภูมิแกว่งสูงจนเกินไปในขณะที่ใช้งานเครื่องเป่าเขม่าทำความสะอาดพื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อนในหม้อไอน้ำ คำนวณปริมาณการสูญเสีย ปริมาณความร้อนของไอน้ำที่ทางออกเครื่องดงไอ และทางออกเครื่องให้ความร้อนซ้ำทั้งหมด แล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบไว้เพื่อหาปริมาณความร้อนสูญเสีย

สาเหตุที่ความร้อนของไอน้ำต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็น มักจะมาจากการตั้งค่าเป้าหมายของระบบควบคุม ของเครื่องลดอุณหภูมิไว้ต่ำเกินไป ปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้น้อยเกินไป หัวพ่นเชื้อเพลิงกัมต่ำเกินไป ปริมาณการป้อนเชื้อเพลิงน้อยเกินไป เป็นต้น

แนวทางแก้ไข ตั้งค่าเป้าหมายของระบบควบคุมของเครื่องลดอุณหภูมิไอน้ำออกจากเครื่องดงไอ และไอน้ำออกจากเครื่องให้ความร้อนซ้ำ ให้เหมาะสม, ปรับปริมาณอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้ให้ไม่น้อยเกินไป, ปรับการกัมของหัวพ่นเชื้อเพลิงให้เหมาะสม, ป้อนปริมาณเชื้อเพลิงให้พอเพียง เป็นต้น

3.3) ความร้อนสูญเสียจากการระบายน้ำทิ้ง (Heat loss in blowdown)

โดยทั่วไปในการเดินเครื่อง จะควบคุมการระบายน้ำทิ้ง เพื่อช่วยรักษาคุณภาพน้ำในหม้อไอน้ำ โดยปกติเมื่อคุณภาพน้ำมีสภาพปกติแล้ว จะทำการปิดลิ้น(Valve) ระบายน้ำทิ้ง จากการออกแบบ กำหนดให้ในช่วงเดินเครื่องหม้อไอน้ำที่ 100 %MCR มีการระบายน้ำทิ้ง (Continuous blowdown) ประมาณ 1.3 kg/s ดังนั้นหากมีการระบายน้ำทิ้ง มากกว่าค่าที่ออกแบบไว้ ถือว่าเป็นการสูญเสีย

สาเหตุการสูญเสียความร้อนส่วนนี้ไปมาก เนื่องจากคุณภาพของน้ำในหม้อไอน้ำ และถึงแม้คุณภาพของน้ำในหม้อไอน้ำจะดีพอแล้ว แต่บางครั้งก็อาจลืมหันปิดลิ้น

แนวทางแก้ไข ตรวจสอบคุณภาพของน้ำในหม้อไอน้ำอยู่เสมอ รวมทั้งตรวจสอบลิ้นระบายน้ำทิ้ง อีกทางหนึ่งในการกระตุ้นให้เกิดสนใจในเรื่องนี้คือต้องวิเคราะห์ความร้อนสูญเสียจากการระบายน้ำทิ้ง

3.4) ความร้อนสูญเสียจากน้ำเลี้ยง

หากน้ำเลี้ยงมีอุณหภูมิต่ำเกินไป จะทำให้ระบบควบคุมหม้อไอน้ำสั่งให้เชื้อเพลิงเพิ่มขึ้น เพื่อให้ น้ำซึ่งเย็นกว่าเดิมเดือดเป็นไอ ส่งผลให้อุณหภูมิของไอน้ำที่ทางออกเครื่องดงไอ และที่ทางออกเครื่องให้ความร้อนซ้ำ รวมทั้งอุณหภูมิแก๊สไอเสียร้อนสูงขึ้น และผลต่อมาทำให้ปริมาณน้ำลดอุณหภูมิของเครื่องดงไอ และเครื่องให้ความร้อนซ้ำสูงขึ้น แล้วท้ายที่สุดทำให้เกิดความร้อนสูญเสียมากขึ้น ปกติจะควบคุมอุณหภูมิของน้ำเลี้ยงให้ได้ตามค่าที่ออกแบบไว้ จะต้องคำนวณหาปริมาณความร้อนของน้ำเลี้ยงแล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบไว้ อนึ่งหากค่าอุณหภูมิของน้ำเลี้ยงที่วัดได้ต่ำกว่าค่าที่ออกแบบไว้ก็จะถือว่าเป็นการสูญเสีย

สาเหตุที่ทำให้ น้ำเลี้ยงมีอุณหภูมิต่ำเกินไป ได้แก่ ไอน้ำจากชุดกังหันที่แยกมาอุ่นน้ำในถังสะสมน้ำเลี้ยง (Feedwater storage tank) ใหลน้อยกว่าปกติ ซึ่งอาจเกิดจากเปิดลิ้นน้อยเกินไป ไม่ได้นำเครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงเข้าใช้งาน หรือเครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงสกปรกเป็นต้น

แนวทางแก้ไข ตรวจสอบปริมาณการสูญเสียความร้อน จากนั้นตรวจสอบการเปิดลิ้นไอน้ำที่มาจากถังสะสมน้ำเลี้ยงให้เหมาะสม ตรวจสอบว่านำเครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงเข้าใช้งานครบ สมบูรณ์ และผลการทำงานของเครื่องอุ่นน้ำเลี้ยง เป็นต้น

3.5) ความร้อนสูญเสียของไอน้ำที่ทางเข้าเครื่องให้ความร้อนซ้ำ

โดยปกติการเดินเครื่องจะควบคุมสภาพของไอน้ำที่ทางเข้าเครื่องให้ความร้อนซ้ำ ให้ได้ตามค่าที่ออกแบบไว้ หากไอน้ำที่ทางเข้าเครื่องให้ความร้อนซ้ำมี

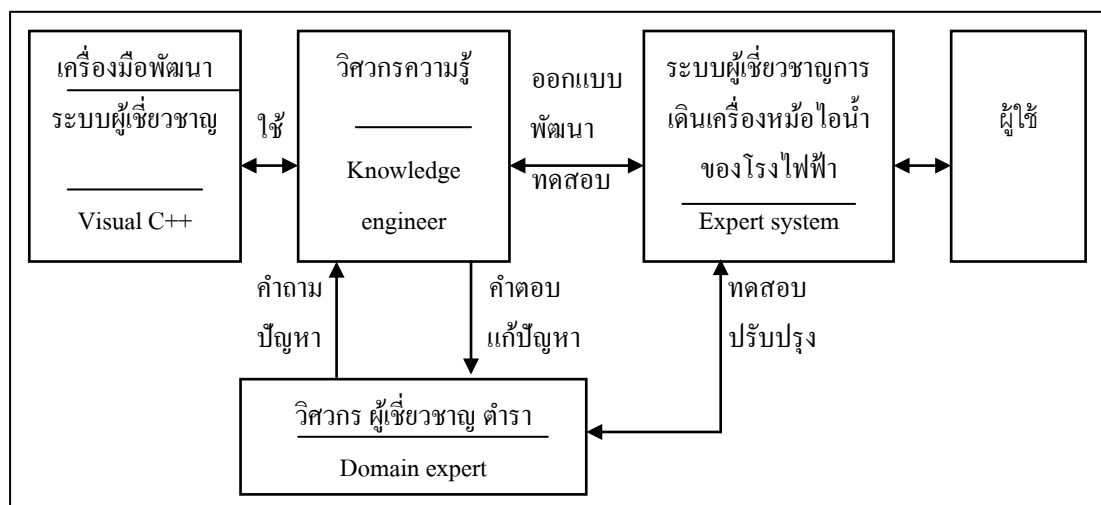
อุณหภูมิสูงเกินไปจะทำให้ความร้อนใช้ประโยชน์ของวงจรน้ำและไอน้ำลดลง คำนวณหาปริมาณความร้อนของไอน้ำที่ทางเข้าเครื่องให้ความร้อนซ้ำแล้วเปรียบเทียบกับค่าที่ออกแบบไว้ หากสูงกว่าค่าที่ออกแบบไว้ก็จะถือว่าเป็นการสูญเสีย

สาเหตุที่ไอน้ำในช่วงก่อนเข้าเครื่องให้ความร้อนซ้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น มาจากเส้นทางอ้อมของไอน้ำความดันสูง(High pressure steam bypass valve) ของไอน้ำหลักรั่วหรือเปิดอยู่ หรือประสิทธิภาพอุณหภาพ ของกังหันความดันสูงลดลง ซึ่งเป็นผลทำให้ความร้อนเหลือออกมาจากกังหันความดันสูงมากขึ้น เป็นต้น

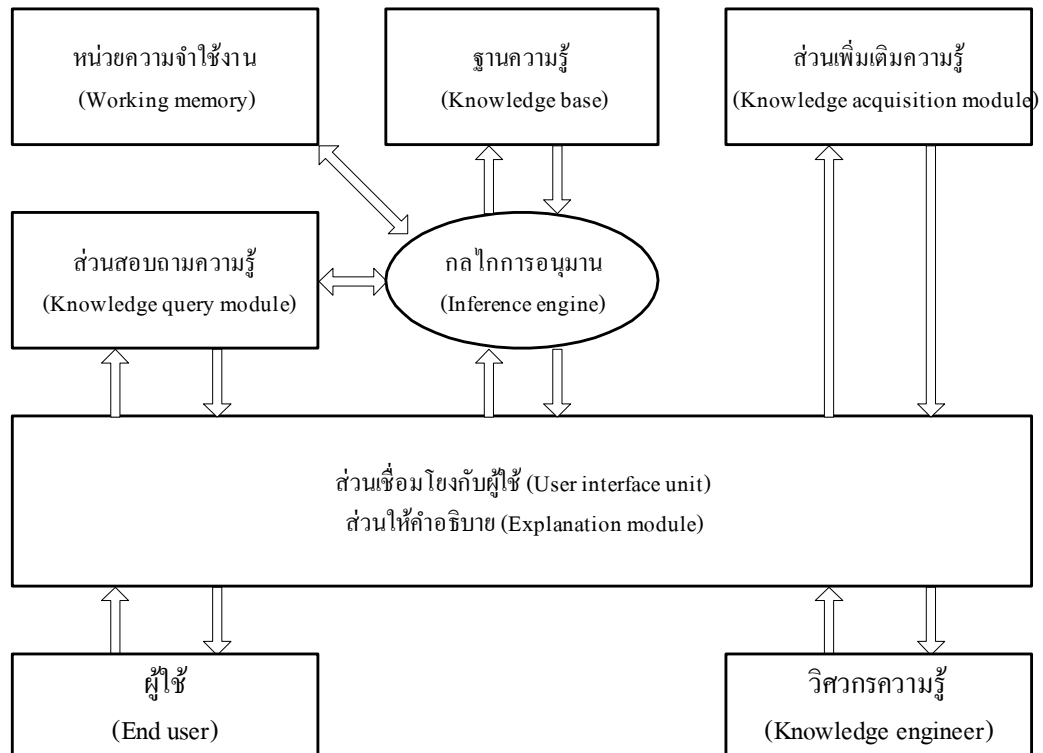
แนวทางแก้ไข ตรวจสอบเส้นทางอ้อมของไอน้ำความดันสูงของไอน้ำที่ออกจากเครื่องคังไอ และแก้ไขการรั่ว หรือทำการปิดลิ้น หากอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนความดันสูงสำหรับเครื่องอุ่นน้ำเลี้ยงใช้งานอยู่ในสภาพปกติและเส้นทางอ้อมความดันสูงของไอน้ำหลักปิดอยู่แล้ว ก็แสดงว่าเป็นปัญหาที่ประสิทธิภาพอุณหภาพของกังหันความดันสูงลดลง ซึ่งต้องวิเคราะห์ประสิทธิภาพอุณหภาพของกังหันความดันสูง หากประสิทธิภาพตกมากเกินไป ควรหยุดเครื่องทำการซ่อม เป็นต้น

4.6.2.2 สถาปัตยกรรมของระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ

ในการออกแบบและพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ จะจัดโครงสร้างและการทำงานของระบบให้มีการทำงานคล้ายกับการทำงานของผู้เชี่ยวชาญ โดยวิศวกรรมรู้รูปแบบ และพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ดังแสดงในรูป 4.4 และออกแบบสถาปัตยกรรมระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ ดังรูป 4.5



รูป 4.4 วิศวกรรมความรู้ ของการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ



รูป 4.5 สถาปัตยกรรมระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ

จากรูป 4.5 สถาปัตยกรรมระบบผู้เชี่ยวชาญต้นแบบ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 7 ส่วนคือ

1) หน่วยความจำใช้งาน

เป็นหน่วยเก็บบันทึกข้อมูลชั่วคราวของระบบผู้เชี่ยวชาญ ข้อมูลได้จากเครื่องบันทึกของโรงไฟฟ้า และข้อมูลจากผู้ใช้

2) ฐานความรู้

เป็นส่วนที่เก็บรวบรวมความรู้สำหรับการวินิจฉัย จัดเก็บในรูปแบบของกฎ

3) ส่วนเพิ่มเติมความรู้

เป็นส่วนที่วิศวกรความรู้ใช้พัฒนาฐานความรู้สำหรับการวินิจฉัย

4) ส่วนสอบถามความรู้

เป็นส่วนที่นำความรู้ของระบบมาแสดง และสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม

5) ส่วนกลไกการอนุมาน

เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ของการวินิจฉัยการเดินเครื่องหม้อไอน้ำ โรงไฟฟ้านั้น สำหรับกลไกการอนุมาน จัดทำเป็นลูกโซ่แบบไปหน้า

6) ส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้

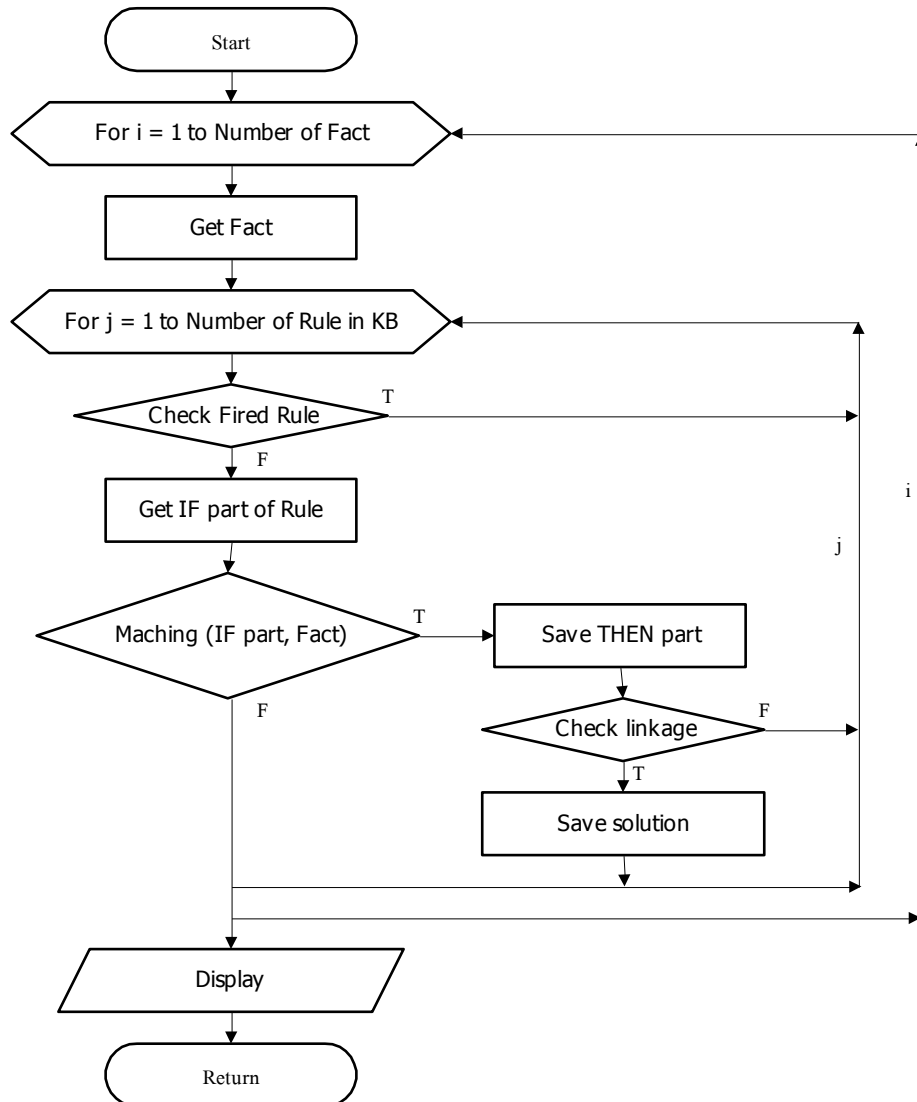
ส่วนนี้เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับระบบผู้เชี่ยวชาญ ทำให้การสื่อสารราบรื่น และเป็นที่ยอมรับ

7) ส่วนให้คำอธิบาย

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่อธิบายรายละเอียดการวินิจฉัยให้แก่ผู้ใช้

4.6.3 ออกแบบส่วนวินิจฉัย

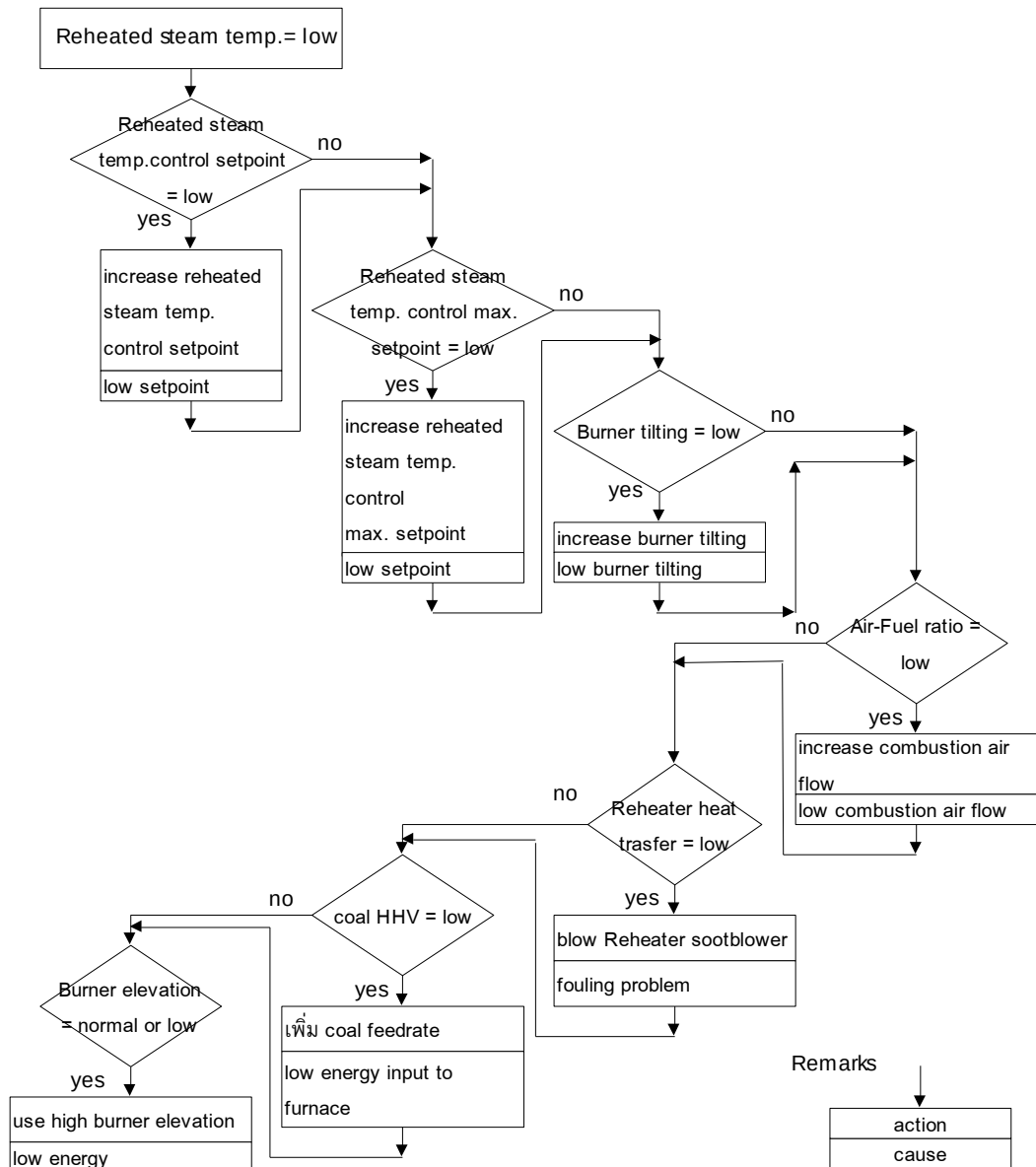
ในการออกแบบส่วนวินิจฉัยของระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการเดินเครื่องหม้อไอน้ำ โรงไฟฟ้านั้น เมื่อพิจารณาลักษณะของปัญหาแล้ว พบว่าลักษณะการแก้ปัญหาเป็นการนำข้อมูลมา ทำการอนุมานเพื่อหาผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งผลลัพธ์นั้นมากมาย ซับซ้อน มีโอกาสเป็นไปได้หลาย อย่าง ลักษณะการวินิจฉัยเป็นแบบไปหน้า จึงได้ออกแบบกลไกการอนุมานเป็นห่วงโซ่แบบไปหน้า โดยสามารถเขียนผังงานดังแสดงในรูป 4.6



รูป 4.6 ผังงานของกลไกการอนุมานเป็นห่วงโซ่แบบไปหน้า ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการเดินเครื่องหม้อไอน้ำถ่านหินลิกไนต์ของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

4.6.4 ออกแบบฐานความรู้แทนความรู้ให้เหมาะสมกับกลไกการอนุมาน

การออกแบบและแทนความรู้ในฐานความรู้เป็นห่วงโซ่แบบไปหน้า ความรู้ที่จัดเก็บสามารถแสดงเป็นผังงานได้ ดังรูป 4.7 ได้จัดทำผังงานแสดงความรู้เมื่ออุณหภูมิของไอน้ำที่ออกเครื่องให้ความร้อนซ้ำมีค่าต่ำกว่าปกติ แสดงแนวทางแก้ปัญหาและสาเหตุของปัญหาด้วย



รูป 4.7 ผังงานของความรู้เมื่ออุณหภูมิของไอน้ำที่ออกเครื่องให้ความร้อนซ้ำ มีค่าต่ำกว่า

ปกติ

4.6.4.1 ฐานความรู้ที่จัดทำในรูปกฎ

ฐานความรู้ที่จัดทำในรูปกฎ แสดงข้อมูลบางส่วนดังต่อไปนี้

rule0001

if final fw temp L then alarm final fw temp L

rule0002

if final fw temp L then check hp htr7 inservice

rule0003

if HP Htr7 inservice then check HP Htr6 inservice

rule0004

if HP Htr7 heat transfer L then clean HP Htr7

rule0005

if HP Htr6 heat transfer L then clean HP Htr6

rule0006

if HR_L steam temp L then alarm HR_L steam temp L

rule0007

if HR_R steam temp L then alarm HR_R steam temp L

rule0008

if HR steam temp L then increase HR steam temp control setpoint

rule0009

if HR steam temp L then increase HR steam temp control max setpoint

rule0010

if burner tilting L then increase burner tilting

rule0011

if RH heat transfer L then check RH heat transfer

rule0012

if MS temp L then check MS temp L

rule0013

if MS temp H then check MS temp H

rule0014

if CR steam temp L then check CR steam temp L

rule0015

if flue gas temp H then alarm flue gas temp H

rule0016

if flue gas temp H then manual O2 trim

rule0017

if flue gas temp H and manual O2 trim then decrease air flow

rule0018

if flue gas temp H and manual O2 trim then decrease burner tilting

rule0019

if final fw temp L then check HP Htr6 inservice

rule0020

if HR_L steam temp L and HR_R steam temp L then HR steam temp L

rule0021

if ESP1 outlet gas temp H or ESP2 outlet gas temp H then flue gas temp H

rule0022

if flue gas temp H then blow sootblower at walltube

rule0023

if flue gas temp H then exercise burner tilting

rule0024

if flue gas temp H and blow sootblower at walltube then blow sootblower at RH elev.d, e

rule0025

if flue gas temp H and blow sootblower at RH elev.d, e then decrease coal feedrate

rule0026

if HR steam temp L then check RH spray flow

rule0027

if HR steam temp L and RH spray flow N then blow soot blower at RH elev.e, d

rule0028

if HR steam temp L and blow soot blower at RH elev.e, d then decrease blow sootblower at walltube

rule0029

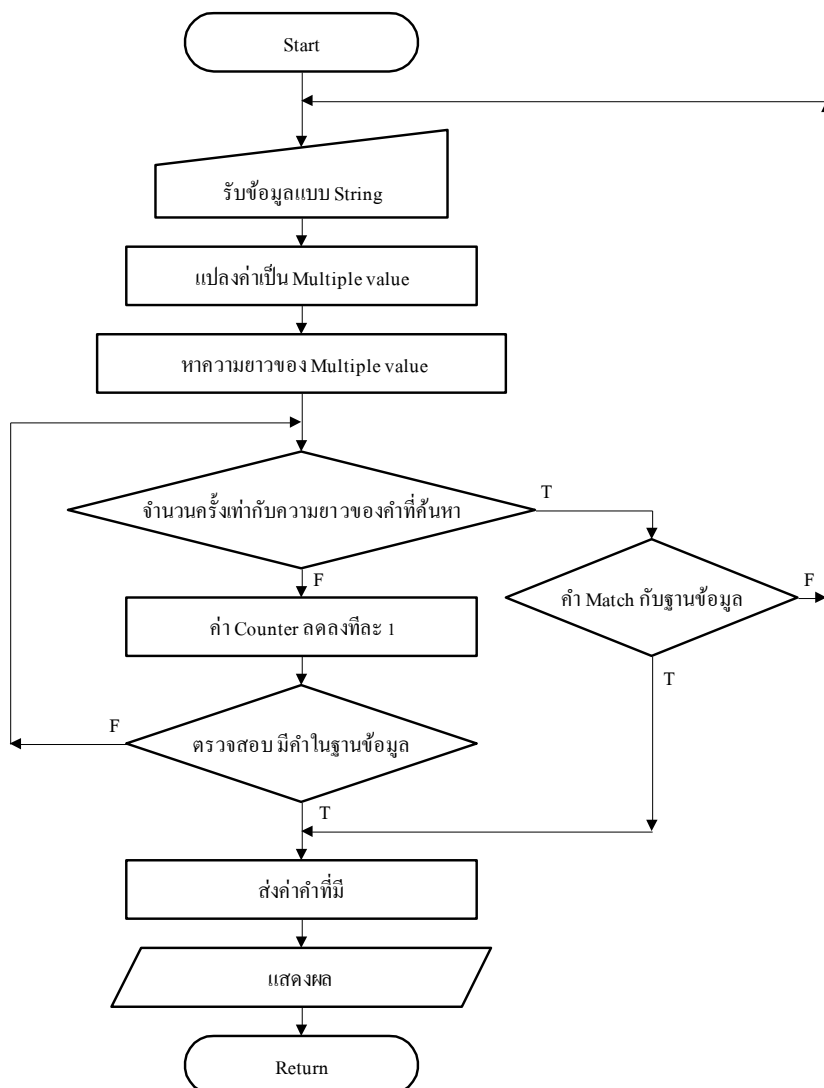
if ESP1 outlet gas temp H then decrease total air flow

rule0030

if ESP2 outlet gas temp H then decrease total air flow

4.6.5 ออกแบบส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้ ส่วนสอบถามความรู้ หน่วยความจำใช้งาน ส่วนให้คำอธิบาย และส่วนเพิ่มเติมความรู้

ระบบผู้เชี่ยวชาญจะต้องสามารถประมวลผลภาษาธรรมชาติได้ด้วย จึงจะทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญทำงาน ได้คล้ายกับการทำงานของมนุษย์มากขึ้น สำหรับการทำงานในส่วนของการประมวลผลภาษาธรรมชาตินั้น ได้จัดทำโดยมีผังงานดังแสดงในรูป 4.8



รูป 4.8 ผังงานการทำงานประมวลผลภาษาธรรมชาติ

จากรูป 4.8 เมื่อผู้ใช้หรือระบบผู้เชี่ยวชาญรับคำทั้งหมดมาในรูปแบบสายอักขระ (String) การที่จะเปรียบเทียบแยกคำที่ไม่ต้องการออกได้ ต้องทำการแปลงให้อยู่ในรูปแบบหลายมูลค่า (Multiple values) แล้วจึงตัดคำออกมาทีละคำเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับคำที่เราทำการนิยามเอาไว้

4.6.6 พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญการเดินเครื่องหม้อไอน้ำของโรงไฟฟ้าแม่เมาะ ใช้งานบนเครื่อง ไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer language) ซีพลัสพลัส (C++) ใช้ ตัวแปลโปรแกรม (Compiler) คือไมโครซอฟท์วิซวลซีพลัสพลัส (Microsoft visual C++) เวอร์ชัน 6 บนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์วินโดวส์ 98 (Microsoft windows 98) หรือเวอร์ชันหลังจากนี้