บทที่ 1

บทนำ

จากภาวะการแข่งขันสูงในปัจจุบัน ทำให้โรงงานต่างๆ พยายามทำงานใกล้กับขีดจำกัด เพื่อเพิ่มอัตราผลผลิตและประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงมีโอกาสสูงที่จะเกิดความผิดพร่องหรืออุปกรณ์วัดเสียหาย ความผิดพร่องดังกล่าวอาจจะนำไปสู่ความเสียหาย เนื่องจากระบบขาดเสถียรภาพ หรือไม่ได้ผลิตผลตามต้องการ ในระบบควบคุมอัตโนมัติจึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีเสถียรภาพ มีความเชื่อถือได้ และความปลอดภัย อีกทั้งต้องควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์

โดยทั่วไประบบควบคุมอาจแบ่งได้เป็น 2 ระดับ อันดับแรกเป็นการควบคุมเพื่อให้ได้ผลผลิตตามความต้องการได้แก่ การควบคุมแบบป้อนกลับ, การควบคุมแบบป้อนไปข้างหน้า อันดับที่สองเป็นการสอดส่องและตรวจสอบระบบ ซึ่งใช้สำหรับแสดงสถานะของกระบวนการที่ไม่ต้องการหรือผิดพร่อง แล้วจัดการกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นด้วยวิธีที่เหมาะสม

ระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่อง ทำหน้าที่ในการตรวจหาความผิดพร่องในระบบและวิเคราะห์หาสาเหตุในการเกิด เพื่อช่วยให้ระบบมีความปลอดภัย และได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามต้องการ เมื่อเกิดความผิดพร่องขึ้นในระบบ ระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องจะมีส่วนช่วยเพิ่มความปลอดภัย และลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น อีกทั้งยังอาจช่วยลดเวลาในการหาสาเหตุของความผิดพร่อง ทำให้ลดค่าเสียหายในการที่จะต้องหยุดทำงานในเวลานาน

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

R. Isermann[1] และ J.J. Gertler[2] ได้ศึกษาและรวบรวมแนวทางการทำระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่อง ซึ่งในแบบดั้งเดิมนั้นจะอยู่ในรูปของฮาร์ดแวร์จำนวนมากโดยใช้อุปกรณ์พิเศษสำหรับวัดตัวแปรที่ต้องการโดยเฉพาะ หรือใช้อุปกรณ์วัดหลายตัวที่มีคุณสมบัติต่างกันในการวัด แต่เนื่องจากวิธีนี้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก อีกทั้งตัวแปรที่ต้องการวัดบางตัวไม่สามารถที่จะหาอุปกรณ์วัดที่เหมาะสมมาวัดได้ วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับบางระบบเท่านั้น

งานด้านระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องมักจะนิยมวิธีใช้การวิเคราะห์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งวิธีที่ใช้แบบจำลอง (model-based) [3][4][5] ซึ่งพอจำแนกได้เป็น การประมาณพารามิเตอร์ (parameter estimation) การประมาณตัวแปรสถานะ (state estimation) และสมการพาริตี้ (parity equation) [6] วิธีประมาณพารามิเตอร์เหมาะสำหรับความผิดพร่องแบบทวีคูณ(multiplicative fault) ซึ่งได้แก่ กรณีที่สัมประสิทธิ์ของกระบวนการเปลี่ยน แต่เนื่องจากค่าดังกล่าวไม่สามารถหาได้โดยตรง อีกทั้งความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ทางกายภาพกับพารามิเตอร์ของแบบจำลองไม่รู้อย่างชัดแจ้ง และเป็นไปได้หลายแบบ จึงทำให้วิธีนี้ใช้ไม่ได้ในบางกรณี สำหรับการประมาณตัวแปรสถานะและ สมการพาริตี้เหมาะสำหรับความผิดพร่องแบบเพิ่มพูน(additive fault) เช่นกรณีระบบมีการรั่ว (leakage) วิธีการนี้ต้องการความรู้เกี่ยวกับแบบจำลองของระบบ ซึ่งในบางระบบไม่สามารถหาแบบจำลองดังกล่าวได้ อีกทั้งวิธีการนี้ไม่มีความคงทน(robust) ต่อความไม่แน่นอนของแบบจำลอง อย่างไรก็ตามก็ได้มีการศึกษาถึงความคงทนของวิธีการนี้ในงานวิจัยของ R.J. Patton [7]

นอกจากวิธีการที่อาศัยแบบจำลองวิเคราะห์ในโดเมนเวลาแล้ว ยังมีการวิเคราะห์โดยใช้โดเมนความถี่ [8] โดย P.M. Frank และ X. Ding อีกทั้งยังมีการใช้แบบจำลองเชิงคุณภาพในการตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่อง เช่น ในงานของ O.O. Oyeleye และ M.A. Kramer [9] และจากคุณสมบัติข้อมูลของกระบวนการจึงได้มีอีกแนวทางที่เป็นที่น่าสนใจนอกเหนือจากการอาศัยแบบจำลอง โดยอาศัยการวิเคราะห์ทางสถิติแทน เช่น ในงานของ J. Zhang, E.B. Martin และ A.J. Morris [10]

ในช่วงกว่าทศวรรษที่ผ่านมา ปัญญาประดิษฐ์ได้กลับมาเป็นที่นิยมศึกษาและวิจัย Z. Fathi และ W.F. Ramirez [11] จึงได้นำฐานความรู้มาใช้งานร่วมกับการวิธีใช้การวิเคราะห์ เพื่อลดข้อด้อยของวิธี ใช้การวิเคราะห์ที่มีความซับซ้อนในการประมวลผล แต่เนื่องจากข้อจำกัดของฐานความรู้ที่ไม่สามารถเรียนรู้และทำนายระบบนอกขอบเขตโดเมน ในงานวิจัยต่อมา [12,13] จึงได้มีการนำเอาข่ายงานประสาทมาใช้ในการวินิจฉัยความผิดพร่องของกระบวนการทางเคมี ข่ายงานประสาทได้มีการนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การตรวจพบความผิดพลาดของเครื่องมือและอุปกรณ์วัด[14] จุดเด่นของการใช้ข่ายงานประสาทคือ ความสามารถในการเรียนรู้และจดจำรูปแบบความผิดพร่องที่เกิดขึ้น อีกทั้งยังสามารถจำแนกความผิดพร่องหลายจุดได้(multiple fault) รูปแบบของการนำข่ายงานประสาทมาใช้งานส่วนมากอยู่ในรูปของการรู้จำแบบ เช่นในงานของ T. Sorsa, H.N. Koivo และ H. Koivisto [15] ซึ่งใช้ข่ายงานประสาท ในการตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องในระบบถังปฏิกรณ์ชนิดต่อเนื่อง (continuous stirred tank reactor) นอกจากนี้รูปแบบการประยุกต์ใช้งานของข่ายงานประสาทอาจอยู่ในรูปของ ตัวประมาณ (estimator) หรือ ตัวทำนาย (predictor) เพื่อสร้าง

ส่วนตกค้าง(residual) ขึ้นมาเพื่อทำการวินิจฉัย ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ในงานของ R.J. Patton, J. Chen และ T.M. Siew [16] อย่างไรก็ตาม การใช้ข่ายงานประสาทในรู้แบบข้างต้น มีข้อจำกัดที่ต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก เพื่อฝึกข่ายงานประสาท

ในปี ค.ศ. 1995 M.M.Polycarpou และ A.J.Helmicki[17] ได้เสนอโครงสร้างของตัวประมาณออนไลน์ มาใช้ในการประมาณระบบส่วนที่เปลี่ยนไปจากสภาวะปกติ ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวสามารถใช้โครงสร้างที่มีความสามารถในการประมาณรูปแบบต่างๆ เช่น ข่ายงานประสาทฟัซซี่ลอจิก และข่ายงานเรเดียลเบซิส (radial basis networks) เป็นต้น โดยงานวิจัยดังกล่าวได้แสดงให้เห็นถึงเสถียรภาพของตัวประมาณออนไลน์ และแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับแก้ภาวะความผิดพร่อง โดยใช้ตัวประมาณออนไลน์ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยของ M.M.Polycarpou และ A.J. Helmicki สนใจเฉพาะปัญหาการตรวจพบโดยใช้โครงสร้างที่มีความสามารถในการประมาณ

งานวิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่อง โดยอาศัยตัวประมาณออนไลน์ของ M.M.Polycarpou และ A.J. Helmicki โดยศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของการวินิจฉัยหาสาเหตุความผิดพร่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิทยานิพนธ์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องในระบบพลวัต โดยใช้ตัวประมาณออนไลน์

1.3 ขอบเขตงานวิทยานิพนธ์

ในงานวิทยานิพนธ์เป็นการศึกษาในสร้างระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่อง โดยมีขอบเขตของงานวิทยานินธ์ดังนี้คือ

1. ศึกษาการสร้างและนำตัวประมาณออนไลน์มาใช้ในการตรวจพบความผิดพร่อง
2. ศึกษาวิธีการวินิจฉัยความผิดพร่องที่เกิดขึ้น เพื่อใช้ในการสาเหตุของการเกิดความผิดพร่อง

3. ทดสอบและปรับปรุงวิธีการตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องในระบบสามถัง
4. ทดสอบและปรับปรุงวิธีการตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องในระบบถังปฏิกรณ์เคมีชนิดต่อเนื่อง

1.4 โครงสร้างวิทยานิพนธ์

ในงานวิทยานิพนธ์นี้ประกอบด้วยเนื้อหาจำนวน 6 บท ดังมีรายละเอียดโดยย่อดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญของปัญหา และขอบเขตของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงคำจำกัดความของความผิดพร่อง และวิธีการตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่อง

บทที่ 3 กล่าวถึงโครงสร้างตัวตรวจพบความผิดพร่องด้วยตัวประมาณออนไลน์ และนำเสนอการพัฒนาสำหรับการวินิจฉัยความผิดพร่อง

บทที่ 4 กล่าวถึงการประยุกต์และพัฒนาปรับปรุงตัวประมาณออนไลน์ในการตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องในระบบสามถัง รวมถึงผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

บทที่ 5 กล่าวถึงการประยุกต์และพัฒนาปรับปรุงตัวประมาณออนไลน์ในการตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องในระบบถังปฏิกรณ์เคมีชนิดต่อเนื่อง รวมถึงผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

บทที่ 6 เป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปประยุกต์สร้างระบบตรวจพบและวินิจฉัยความผิดพร่องในระบบควบคุม