บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ข่ายงานนิวรัลสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานหลาย ๆ ด้านซึ่งได้แก่ การแพทย์, หุ่นยนต์, ตลาดหลักทรัพย์, การวิจัยทางวิทยาศาสตร์, และวิศวกรรมศาสตร์ ข่ายงานสามารถแก้ปัญหาแบบไม่เชิงเส้นได้เป็นอย่างดีโดยไม่จำเป็นต้องรู้ทฤษฎีหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบ เนื่องจากในการสร้างแบบจำลองข่ายงานใช้เพียงค่าอินพุท และเอาท์พุทเท่านั้น ข่ายงานถูกฝึกโดยป้อนค่าอินพุทที่สอดคล้องกับค่าเอาท์พุท ในระหว่างที่ข่ายงานได้รับการฝึกข่ายงานจะสร้างแบบจำลองภายใน (internal model) ของกระบวนการ หลังจากที่ข่ายงานได้รับการฝึกอย่างเพียงพอแล้วข่ายงานสามารถใช้แบบจำลองนี้เพื่อทำนายเอาท์พุทของกระบวนการโดยการป้อนค่าอินพุทค่าใหม่เข้าไป

อัลกอริธึมการกระจายย้อนกลับ (backpropagation) เป็นอัลกอริธึมที่ใช้ฝึกข่ายงาน โดยอาศัยพื้นฐานกฎการเรียนรู้แบบเกรเดียนท์เดสเซ็นท์ (gradient descent search) ดังนั้นแบบจำลองของกระบวนการสามารถหาได้โดยอัลกอริธึมนี้โดยใช้อินพุทของกระบวนการเป็นอินพุทให้แก่ข่ายงาน และเอาท์พุทของกระบวนการเป็นค่าเป้าหมายที่ให้ข่ายงานได้เรียนรู้

การประยุกต์ของข่ายงานนิวรัลทางวิศวกรรมเคมีได้แก่การวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ (sensor data analysis) (McAvoy et al., 1989) การตรวจความผิดพลาด (fault detection) (Kramer and Leonard, 1990) และการสร้างแบบจำลอง (process modelling) (Bhat et al., 1990)

สำหรับการประยุกต์ในระบบควบคุมได้แก่การควบคุมแบบเอ็นไอเอ็มซี (nonlinear internal model control) (Nahas, 1992) การควบคุมแบบนิวรัลอะแดพทีฟ (neural adaptive control) (Ydstie, 1990) และการควบคุมแบบทำนายแบบจำลอง (model predictive control) (Hernandez and Arkun, 1990)

การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ใช้สมการต่าง ๆ เช่น สมดุลมวล สมดุลพลังงาน และกฎต่าง ๆ ในการเขียนสมการ ในกรณีที่กระบวนการมีความซับซ้อนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะอยู่ในรูปสมการอนุพันธ์อันดับสูง และสมการค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน หรือในบางครั้งกระบวนการอาจมีความซับซ้อนมากจนไม่สามารถเขียนในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นข่ายงานนิวรัลจึงเป็นหนทางหนึ่งในการแก้ปัญหานี้ เนื่องจากดังที่กล่าวมาแล้วว่าการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข่ายงานนิวรัลนั้นใช้ข้อมูลของค่าอินพุท และเอาท์พุทของกระบวนการเท่านั้น และจากที่เราทราบกันดีแล้วว่าแบบจำลองแบบผกผัน (inverse model) คือตัวควบคุมนั่นเอง ดังนั้นการสร้างตัวควบคุมโดยใช้ข่ายงานนิวรัลสามารถทำได้เช่นเดียวกับการสร้างแบบจำลองจากข่ายงานนิวรัล เพียงแต่ใช้อินเวอร์สของแบบจำลองเป็นข้อมูลในการฝึกข่ายงาน เมื่อได้ข่ายงานนิวรัลทั้งสองประเภทนี้แล้วจึงนำมาใช้ในระบบควบคุมกระบวนการ

งานวิจัยนี้จึงเริ่มขึ้นเพื่อศึกษาการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข่ายงานนิวรัลซึ่งเป็นงานวิจัยที่ทำต่อจาก สุรพล คำสุภา (1995) ซึ่งได้ศึกษาการสร้างแบบจำลองโดยใช้ข่ายงานนิวรัล งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการสร้างแบบจำลอง และตัวควบคุมโดยใช้ข่ายงานนิวรัล ของกระบวนการถังที่มีของเหลวไหลตามแรงโน้มถ่วง และ เครื่องปฏิกรณ์ถังกวนแบบต่อเนื่อง โครงสร้างการควบคุมที่ศึกษามี 5 โครงสร้าง และนำไปทดสอบกับตัวควบคุมพีไอดี

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. คิดค้นเทคนิคการฝึกข่ายงานนิวรัลที่ใช้เป็นตัวควบคุม และ แบบจำลอง

2. คิดค้นประดิษฐ์โครงสร้างของตัวควบคุมแบบนิวรั ล

3. เปรียบเทียบตัวควบคุมแบบนิวรัล กับตัวควบคุมพีไอดี

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. กระบวนการเป็นกระบวนการแบบไม่เชิงเส้น ในการทดลองใช้กระบวนการ ถังที่มีของเหลวไหลตามแรงโน้มถ่วง และเครื่องปฏิกรณ์ถังกวนแบบต่อเนื่อง (CSTR)

2. อัลกอริธึมในการฝึกข่ายงานนิวรัล ใช้อัลกอริธึมการกระจายย้อนกลับ (back propagation algorithm) และการเรียนรู้โดยการใช้โมเมนตัม

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

แบ่งเป็น 4 ขั้นตอนคือ

1. ศึกษาค้นคว้าผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงเวลาที่ผ่านมา

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นของข่ายงานนิวรัล และการประยุกต์ใช้ข่ายงานนิวรัลในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะการระบุกระบวนการ หลังจากนั้นค้นคว้าจากวารสารต่างประเทศเพื่อศึกษาโครงสร้างการควบคุมที่มีผู้เสนอมาแล้ว และนำแนวความคิดดังกล่าวมาสร้างโครงสร้างการควบคุมสำหรับควบคุมกระบวนการแบบไม่เชิงเส้น

2. ศึกษาและเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรมแม็ทแลบ

โปรแกรมแม็ทแลบ (MATLAB) เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณเชิงแมทริกซ์ซึ่งเป็นการคำนวณขั้นสูง นอกจากนี้ยังมีการแสดงผลแบบกราฟิก (graphic) อีกทั้งสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมภาษาซี และโปรแกรมภาษาฟอร์แทรน และมีทูลบ็อกซ์ (toolboxes) ต่าง ๆ ที่ใช้ในการแก้ปัญหาเฉพาะด้านไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์เชิงตัวเลข (numerical analysis), การประมวลผลสัญญาณ (signal processing), การระบุกระบวนการ (system identifications) และข่ายงานนิวรัล (neural networks)

ในขั้นตอนนี้จะแบ่งงานออกเป็นสามส่วนคือ

ก. การจำลองกระบวนการโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model)

ข. การเขียนอัลกอริธึมการกระจายย้อนกลับเพื่อนำไปใช้ในการฝึกข่ายงาน

ค. การเขียนโครงสร้างการควบคุม

3. การทดลอง และเก็บข้อมูลจากการทดลอง

4. การวิเคราะห์ผล และจัดทำรายงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของข่ายงานนิวรัล และผลของพารามิเตอร์ต่างที่มีผลต่อการเรียนรู้ของข่ายงานนิวรัล

2. แบบจำลอง และตัวควบคุมแบบนิวรัล และโครงสร้างการควบคุมที่เหมาะสม

3. ตัวควบคุมแบบนิวรัลที่สามารถนำไปใช้กับกระบวนการแบบไม่เชิงเส้น

1.6 เนื้อหาวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของงานวิจัยแบ่งเป็น 6 บท บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของงานวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ขอบเขตการวิจัย ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และ เนื้อหาวิทยานิพนธ์ บทที่ 2 เป็นผลงานวิจัยที่ผ่านมา บทที่ 3 กล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับข่ายงานนิวรัลซึ่งอธิบายถึงโครงสร้างของข่ายงานนิวรัลในยุคแรก ๆ โครงสร้างของข่ายงานในปัจจุบัน อัลกอริธึมการกระจายย้อนกลับ และการเรียนรู้โดยการใช้โมเมนตัม บทที่ 4 กล่าวถึงโครงสร้างของแบบจำลอง โครงสร้างการควบคุมแบบต่าง ๆ และท้ายสุดกล่าวถึงการระบุกระบวนการซึ่งมีอยู่สองโครงสร้างคือแบบจำลองแบบไม่กลับกระแส และแบบจำลองแบบกลับกระแส บทที่ 5 กล่าวถึงแบบจำลองกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการที่ใช้ในการทดลอง บทที่ 6 เป็นการทดลอง ผลการทดลอง การวิเคราะห์ และสรุปผลการทดลอง บทสุดท้ายคือภาคผนวกซึ่งกล่าวถึงโปรแกรมแม็ทแลบ การแก้สมการ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณิตศาสตร์ในกระบวนการวิศวกรรมเคมีโดยใช้วิธีเชิงตัวเลข (numerical method) ตัวควบคุมแบบป้อนกลับแบบพีไอดี และการจูนตัวควบคุมแบบป้อนกลับแบบพีไอดีโดยใช้วิธีของ "ซีเกลอร์-นิโคลส์" และตัวอย่างของโค้ดโปรแกรมที่สำคัญ