บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การควบคุมแบบปรับตัวเองตามแบบจำลองอ้างอิงโดยการใช้เครือข่ายนิวรอนเป็นรูปแบบการประยุกต์การใช้งานเครือข่ายนิวรอนในระบบควบคุมอีกวิธีหนึ่ง โดยลักษณะตัวควบคุมดังกล่าวไม่จำเป็นต้องเขียนให้อยู่ในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน แต่อาศัยอัลกอริทึมกลวิธีการเรียนรู้และชุดข้อมูลที่เหมาะสมในการฝึกเครือข่ายนิวรอนเพื่อใช้เป็นตัวควบคุม โดยมีวัตถุประสงค์ให้สมรรถนะโดยรวมของระบบเป็นไปตามแบบจำลองอ้างอิงที่ได้ออกแบบไว้และสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมในเวลาจริงได้

ในงานวิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เครือข่ายนิวรอนในระบบควบคุมโดยทดสอบกับกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนในเวลาจริง พบว่าสามารถควบคุมกระบวนการให้มีผลตอบเป็นไปตามแบบจำลองอ้างอิงที่ต้องการได้ แต่ในช่วงภาระชั่วครู่ (Transient Response) ผลตอบที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนไปจากผลตอบจากแบบจำลองอ้างอิง ดังแสดงในรูปที่ 4.24-4.27 ทั้งนี้เนื่องจากผลของการประวิงเวลา (Delay Time) ที่มีในกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มเข้าสู่สถานะอยู่ตัว (Steady State) ค่าความคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะลดลง เมื่อเปรียบเทียบลักษณะผลตอบกับระบบควบคุมแบบพีไอดีเชิงเลขที่สภาวะการทำงานเดียวกันพบว่า ระบบควบคุมที่ใช้เครือข่ายนิวรอนให้ลักษณะของผลตอบที่มีการพุ่งเกิน (Overshoot) และช่วงเวลาเข้าที่ (Settling Time) น้อยกว่า ดังแสดงในรูปที่ 4.28-4.29 และรูปที่ 4.46-4.49 เมื่อเปลี่ยน Load Disturbance ระบบควบคุมที่ใช้เครือข่ายนิวรอนตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและเข้าสู่สถานะอยู่ตัว (Steady State) อย่างรวดเร็ว แต่การแกว่งของผลตอบจะมากกว่าตัวควบคุมแบบพีไอดี เนื่องจากการปรับค่าพารามิเตอร์ของเครือข่ายนิวรอนที่ใช้เป็นตัวควบคุมโดยเครือข่ายดังกล่าวพยายามเรียนรู้ผลตอบที่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น และสร้างสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมป้อนให้กับกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อให้การเข้าสู่สถานะอยู่ตัวเป็นไปอย่างรวดเร็วดังแสดงในรูปที่ 4.34-4.37 แต่ทั้งนี้ถ้าประยุกต์ใช้เครือข่ายนิวรอนนอกเหนือขอบเขตข้อมูลที่ได้รับการฝึกเครือข่ายนิวรอนจะเสียเวลาในการเรียนรู้ชุดข้อมูล

ดังกล่าวใหม่ทำให้ลักษณะของผลตอบในช่วงแรกมีความคลาดเคลื่อนมาก แต่เมื่อเวลาผ่านไป ระบบควบคุมที่ใช้เครือข่ายนิวรอนจะให้ลักษณะผลตอบเป็นไปตามแบบจำลองอ้างอิงที่กำหนดไว้

จากการทดลองสามารถสรุปลักษณะข้อดี-ข้อเสียของการใช้งานเครือข่ายนิวรอนในระบบควบคุมได้ดังนี้

5.1 ข้อดีของระบบควบคุมที่ใช้เครือข่ายนิวรอน

5.1.1 ความสามารถในการจัดการปัญหาที่ไม่ต้องการขบวนการนิยามเด่นชัดเหมือนกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยทั่วๆไป ในทางตรงกันข้ามสามารถแก้ปัญหาโดยอาศัยการรวบรวมชุดของตัวอย่างปัญหาและคำตอบเพื่อใช้ในการฝึกเครือข่ายนิวรอน และเครือข่ายนิวรอนดังกล่าวจะพยายามปรับปรุงข้อมูลความรู้ภายในเพื่อให้สามารถหาคำตอบของปัญหาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับตัวอย่างที่ได้รับการเรียนรู้แล้วนั้น

5.1.2 ความสามารถในการเรียกฐานข้อมูลความรู้ โดยอาศัยเนื้อหาความรู้เป็นเครื่องชี้นำและพร้อมที่จะเดาโดยอาศัยฐานความรู้นั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกันออกมา ในกรณีที่หาข้อมูลที่ตรงกับความเป็นจริงออกมาไม่ได้

5.1.3 เหมาะกับปัญหาที่ต้องมีการคาดเดาคำตอบในขณะที่ข้อมูลอินพุตมีการผิดเพี้ยนหรือเต็มไปด้วยสิ่งรบกวน

5.2 ข้อเสียของระบบควบคุมที่ใช้เครือข่ายนิวรอน

5.2.1 ไม่เหมาะในการนำไปใช้ในการคำนวนที่ต้องการความละเอียด ความแม่นยำสูง และต้องการคำตอบอย่างรวดเร็ว

5.2.2 ไม่มีกฎเกณฑ์แน่นอนในการกำหนดโครงสร้างของเครือข่ายนิวรอนอันได้แก่ จำนวนชั้น หรือจำนวนปม ที่เหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหานั้นๆ ทั้งนี้อาศัยการลองถูกลองพลาดและนำผลที่ได้เปรียบเทียบกัน เพื่อให้ได้โครงสร้างที่เหมาะสมที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.3 ใช้เวลาในการประมวลผลนาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของเครือข่าย โดยต้องคำนึงถึงเป็นอย่างมากในการประยุกต์ในการทำงานในเวลาจริง

5.2.4 เสถียรภาพของระบบจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของเครือข่าย ซึ่งหมายถึงการเลือกจำนวนชั้นและจำนวนปมที่เหมาะสมสำหรับการจัดการปัญหานั้นๆ

5.2.5 ข้อมูลที่เข้ามาถ้านอกเหนือจากที่เคยได้เรียนรู้ในขั้นตอนการฝึกเครือข่าย อาจทำให้การควบคุมไม่เป็นไปตามความต้องการได้ ทั้งนี้เครือข่ายนิวรอนจะต้องใช้เวลาเรียนรู้ชุดข้อมูลนี้พอสมควร

5.2.5 การเลือกกฎการเรียนรู้ที่เหมาะสม จะเป็นตัวกำหนดความสามารถในการเรียนรู้เพื่อการหาคำตอบของปัญหาเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

5.2.6 การควบคุมวิธีนี้ไม่เหมาะกับระบบที่มีการปะวิงเวลา (Time Delay) ที่ยาวนาน

5.3 <u>ข้อเสนอแนะ</u>

จากการทดลองการควบคุมแบบปรับตัวเองตามแบบจำลองอ้างอิงโดยเครือข่ายนิวรอน พบว่าการปรับค่าพิสัยของสัญญาณเอาต์พุตจากปมนิวรอนในชั้นเอาต์พุตของเครือข่ายนิวรอนที่ใช้เป็นตัวควบคุมมีผลต่อสมรรถนะและความเร็วในการเรียนรู้เพื่อสร้างค่าสัญญาณควบคุมที่เหมาะสม วิธีการปรับค่าพิสัยให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติเป็นเรื่องที่น่าศึกษาต่อไป อีกทั้งการนำ Memory Neural Network [26] ซึ่งเป็นเครือข่ายนิวรอนที่มีลักษณะผสมระหว่างเครือข่ายนิวรอนแบบป้อนไปข้างหน้า (Feedforward Neural Network) กับเครือข่ายนิวรอนแบบมีการป้อนกลับ (Feedback Neural Network) และเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้กับกระบวนการที่มีการประวิงเวลา (Delay Time) มาทดสอบกับระบบควบคุมในเวลาจริงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจในการพัฒนาต่อไปเช่นกัน