บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในเบื้องต้นจุดประสงค์หลักของการควบคุมจำกัดไว้เฉพาะกับระบบเชิงเส้นไม่แปรตามเวลา แต่จากการวิเคราะห์แล้วพบว่า ในกรณีที่เขตไร้ผลสนองมีพารามิเตอร์แปรตามเวลาทุกตัว ปัญหาที่พิจารณาจะเทียบเท่ากับปัญหาการควบคุมระบบแปรตามเวลาที่มีการรบกวนทางเข้ามีขอบเขต (Bounded input disturbance) ดังนั้นสิ่งแรกที่พิจารณาคือวิธีการที่เหมาะสมในการควบคุมระบบเชิงเส้นไม่ทราบค่าแปรตามเวลา จากการที่ได้ค้นหาจากเอกสารอ้างอิงต่างๆพบว่าส่วนใหญ่แล้วยังให้ผลการควบคุมไม่เป็นที่พอใจคือความคลาดเคลื่อนยังคงมีขนาดใหญ่ การควบคุมแบบปรับตัวเองสำหรับระบบเชิงเส้นไม่ทราบค่าแปรตามเวลาส่วนใหญ่จะอาศัยกฎการปรับที่มั่นคง (Robust adaptive law) หรือการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization) ที่มีการจำกัดพารามิเตอร์ ผลที่ได้คือระบบยังคงมีเสถียรภาพอยู่ได้แต่ไม่สามารถรับประกันได้ว่าความคลาดเคลื่อนจะมีขนาดเล็กและผลจากการจำลองก็ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ

การควบคุมแบบปรับตัวเองสำหรับระบบที่แปรตามเวลาไม่สามารถวิเคราะห์เสถียรภาพและกฎการปรับด้วยสมการความคลาดเคลื่อนเหมือนกับกรณีที่ระบบคงที่ได้ ดังนั้นเทคนิคการวิเคราะห์ที่เคยใช้กับระบบคงที่หรือระบบที่ไม่แปรตามเวลาจึงนำมาใช้ไม่ได้

ในงานวิจัยนี้อาศัยการผสมผสานกันระหว่างการควบคุมแบบปรับตัวเองชนิดแบบจำลองอ้างอิงธรรมดาซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับระบบเชิงเส้นไม่แปรตามเวลาที่ปราศจากการรบกวน กับการควบคุมแบบโครงสร้างแปรผัน (Variable structure control) เพื่อใช้ควบคุมระบบคงที่หรือระบบแปรตามเวลาที่ประกอบด้วยเขตไร้ผลสนองไม่ทราบค่าที่แปรตามเวลาและระบบเชิงเส้นแปรตามเวลาที่มีการรบกวนทางเข้า โดยอาศัยการแบ่งพารามิเตอร์ที่แปรตามเวลาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่คงที่เรียกว่าพารามิเตอร์ในนาม (Nominal parameter) และส่วนที่แปรตามเวลาซึ่งถูกมองให้เป็นความไม่แน่นอน ได้แก่ ผลกระทบจากพารามิเตอร์ที่แปรตามเวลา ผลจากการรบกวนทางเข้า หรือผลจากเขตไร้ผลสนอง

ด้วยโครงสร้างของตัวควบคุมที่นำเสนอนั้นจะรับประกันได้ว่าความคลาดเคลื่อนจะมีขนาดลดลงและลู่เข้าสู่เซตตกค้างเล็กๆที่สามารถทำให้ลดลงได้ด้วยการปรับพารามิเตอร์ในการออกแบบ

จากการวิเคราะห์และผลการจำลองพอจะสรุปข้อดีและข้อด้อยของวิธีควบคุมที่นำเสนอ ดังต่อไปนี้

ข้อดีของวิธีที่นำเสนอ

1. พารามิเตอร์จะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ได้ในเซตกระชับ
2. ไม่ต้องการขนาดของความไม่แน่นอนและพารามิเตอร์เบื้องต้น แต่ถ้าพอทราบข้อมูลบ้างข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่
3. โครงสร้างของตัวควบคุมง่ายแก่การเข้าใจเพราะว่าโครงสร้างหลักยังคงเหมือนการควบคุมแบบปรับตัวเองชนิดแบบจำลองอ้างอิงธรรมดา ดังนั้นเทคนิคพื้นฐานที่มีอยู่แล้วยังคงนำมาใช้ร่วมกันได้
4. สามารถนำมาใช้กับระบบไม่เชิงเส้นที่จัดให้อยู่ในรูป ระบบเชิงเส้นแปรตามเวลาที่เป็นไปตามข้อสมมุติ + การรบกวนทางเข้า เช่น เพนดูลัม [7, 9] หรือ แขนกล [7]

ข้อด้อยของวิธีที่นำเสนอ

1. ต้องเป็นระบบที่วัดตัวแปรสถานะได้ครบ
2. ยังคงพิสูจน์เสถียรภาพไม่ได้เมื่อส่วนที่เป็นเชิงเส้นแปรตามเวลาและอยู่ในรูปทั่วไป
3. ยังคงจำกัดเฉพาะระบบเฟสต่ำสุด (Minimum phase) ซึ่งเป็นข้อจำกัดพื้นฐานของการควบคุมแบบปรับตัวเองชนิดแบบจำลองอ้างอิง
4. สัญญาณควบคุมจะมีความถี่สูงขึ้นเมื่อความไม่แน่นอนมีขนาดเพิ่มขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ตัวสังเกตแบบปรับตัวเอง (Adaptive observer) ในกรณีที่ระบบวัดตัวแปรสถานะไม่ครบ หรือการจำลองระบบด้วยฟังก์ชันถ่ายโอนสำหรับการป้อนกลับสัญญาณออก แต่การใช้ฟังก์ชันถ่ายโอนก็ต้องมีการสมมุติให้การเปลี่ยนของพารามิเตอร์มีค่าน้อยๆ
2. การหาพื้นผิวสวิตชิงที่เหมาะสม เช่น การใช้พื้นผิวสวิตชิงแบบปรับตัวเอง (Adaptive switching surface)
3. สำหรับข้อจำกัดเกี่ยวกับระบบเฟสต่ำสุดอาจแก้ไขได้โดยใช้ การควบคุมแบบปรับตัวเองชนิดวางขั้ว (Adaptive pole placement)

สิ่งที่ได้นำเสนอมานั้นเป็นการออกแบบตัวควบคุมสำหรับระบบที่อยู่ในรูปทั่วไป อย่างไรก็ตามในกรณีที่เจาะจงระบบเราอาจจะออกแบบตัวควบคุมด้วยเทคนิคที่นำเสนอได้ดีกว่านี้