



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้ (Variable Structure Control Systems) แบบที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันมีพื้นฐานมาจากการปรับเปลี่ยนการป้อนกลับของระบบจากการป้อนกลับแบบลบเป็นการป้อนกลับแบบบวกหรือสลับกันไปมาตามลักษณะของระบบ ณ เวลานั้นๆ ซึ่งการทำเช่นนี้ทำให้ระบบควบคุมโดยรวมมีสมบัติพิเศษเช่น สามารถทนทานต่อสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้ระดับหนึ่ง ค่าพารามิเตอร์ของระบบสามารถเปลี่ยนแปลงได้ภายใต้ขอบเขตหนึ่งเป็นต้น แต่เนื่องจากพื้นฐานของระบบควบคุมแบบนี้มีลักษณะที่เป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการป้อนกลับไปมาและในระบบจริงจะมีการประวิงเวลา (time delay) เสมอ ดังนั้นจึงทำให้เสถียรภาพเสถียรของระบบมีการแกว่งไปมารอบๆค่าใดค่าหนึ่ง ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่าการแกว่งหรือแชตเตอริง (Chattering) และเป็นจุดด้อยของระบบควบคุมแบบนี้ที่ไม่สามารถใช้กับระบบจริงบางระบบได้

ในปัจจุบันพัฒนาการของระบบควบคุมเข้าสู่ยุคของระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลา (Discrete-time Control Systems) ระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้ซึ่งมีพื้นฐานบางส่วนใกล้เคียงกับระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาจึงถูกพัฒนาต่อไป และได้มีการวิจัยเกี่ยวกับระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้ (Discrete-time Variable Structure Control Systems) แต่ปัญหาดั้งเดิมของระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้ คือ การแกว่งกลับมีมากขึ้นในระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลา อันเนื่องมาจากการที่ระบบ

ควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลานี้มีการซักรวบรวมตัวอย่าง (sampling) และการคงค่า (hold) ของสัญญาณ โดยเฉพาะสัญญาณควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนการเพิ่มการประวิงเวลาให้กับระบบโดยรวมนั่นเอง

จะเห็นได้ว่าการแกว่งในระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้เป็นข้อดีของระบบควบคุมแบบนี้ ดังนั้นการลดข้อดีข้อนี้ลงจึงเป็นเป้าหมายหนึ่งของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้

วัตถุประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์

เนื่องจากการแกว่งเป็นข้อดีของระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลา ดังนั้นวัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้คือ

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการแกว่งหรือแชตเตอริง (Chattering) ของระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้ (Discrete-time Variable Structure Control Systems)
2. เพื่อหาวิธีลดขนาดของการแกว่งและหาค่าของพารามิเตอร์เพื่อไม่ให้ขนาดของการแกว่งมากกว่าค่าขอบเขตที่กำหนด (Specified Bound)

โดยที่ระบบที่ใช้ในการศึกษาคือระบบเชิงเส้นชนิดที่ค่าของพารามิเตอร์ของระบบไม่แปรเปลี่ยนตามเวลา (Linear Time-invariant Systems) ที่เขียนในรูปของสมการสเทตและรูปแบบแบบบัญญัติ (Canonical Form) ที่มีสัญญาณเข้าเพียงตัวเดียวและไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ของระบบและไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก ในส่วนของตัวควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยนโครงสร้างของตัวควบคุมได้จะ ใช้การคงค่าอันดับศูนย์ของสัญญาณออก (zero-order hold) และมีสวิตชิงฟังก์ชันเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นที่พารามิเตอร์ไม่แปรเปลี่ยนตามเวลาของสเทตทุกสเทตของระบบและใช้ค่าของสวิตชิงฟังก์ชันในการกำหนดค่าของการแกว่งอีกด้วย

นอกจากนี้ผลที่ได้จากการทำวิทยานิพนธ์จะถูกทดสอบด้วยการจำลองแบบ (simulation) ระบบด้วยคอมพิวเตอร์

โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

เนื่องจากวิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้างของตัวควบคุมได้ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงประกอบด้วยสองส่วน ใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนที่เกี่ยวกับระบบควบคุมต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้างของตัวควบคุมได้
2. ส่วนที่เกี่ยวกับระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้างของตัวควบคุมได้

โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยส่วนย่อยดังต่อไปนี้คือ

1. ระบบควบคุมต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้างของตัวควบคุมได้ประกอบด้วย
 - 1.1 ลักษณะและสมบัติโดยทั่วไปรวมทั้งทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมแบบนี้
 - 1.2 ลักษณะของปัญหาและวิธีการออกแบบระบบควบคุมแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้างของตัวควบคุมได้ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์
2. ระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้างของตัวควบคุมได้ประกอบด้วย
 - 2.1 ลักษณะและสมบัติโดยทั่วไปของระบบควบคุมแบบนี้รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงที่ผ่านมา และความเกี่ยวเนื่องกันของระบบควบคุมแบบนี้กับระบบควบคุมต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้างของตัวควบคุมได้
 - 2.2 ลักษณะและการลดขนาดของการแกว่งเพื่อไม่ให้ขนาดของการแกว่งมีค่าเกินขอบเขตที่กำหนด

โดยจะประกอบด้วยบทต่างๆดังนี้คือ

บทที่ 1 หรือบทนี้เป็นบทนำ

บทที่ 2 กล่าวถึงระบบควบคุมต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน โครงสร้าง
ของตัวควบคุมได้

บทที่ 3 กล่าวถึงระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน
โครงสร้างของตัวควบคุมได้

บทที่ 4 กล่าวถึงวิธีทดสอบทฤษฎีด้วยการจำลองแบบระบบด้วย
คอมพิวเตอร์และผลการจำลองแบบ

บทที่ 5 กล่าวถึงแนวทางการประยุกต์และผลการประยุกต์ทฤษฎี
ที่เกี่ยวกับการแกว่ง

บทที่ 6 เป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ก กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมไม่ต่อเนื่อง
เชิงเวลา

ภาคผนวก ข กล่าวถึงการหาสมการพลวัตของสวิตชิงฟังก์ชัน

ภาคผนวก ค แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองแบบระบบ

ภาคผนวก ง แสดงตัวอย่างเมตริกซ์เริ่มต้นที่ใช้ใน โปรแกรมจำลองแบบ
ระบบ

ภาคผนวก จ แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลออกทาง
หน้าจอคอมพิวเตอร์

อนึ่งผู้ที่มีความรู้พื้นฐานทางด้านระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาแบบปรับเปลี่ยน
โครงสร้างของตัวควบคุมได้ สามารถที่จะละเลยบทที่ 2 ไปได้และผู้ที่ต้องการศึกษาความรู้
พื้นฐานเกี่ยวกับระบบควบคุมไม่ต่อเนื่องเชิงเวลาสามารถที่จะศึกษาได้จากภาคผนวก ก