# บทที่ 5

# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

## 5.1 บทสรุป

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะที่ขอบสำหรับคานตีโมเชนโค

บทที่ 1 เสนอแบบจำลองคานตีโมเชนโคปลายอิสระ ปลายยึด และปลายหมุดที่มีการหน่วงเคลวิน -ฟอจ์ท

บทที่ 2 ลดรูปแบบจำลองในบทแรก และทำให้เป็นระบบป้อนกลับโดยแท้ โดยการป้อนกลับมุมหมุนหรือโมเมนต์ พบว่าสำหรับคานปลายยึดหรือหมุดสามารถใช้ตัวควบคุมเดียวกัน และมีแบบจำลองลดรูปเหมือนกันอีกด้วย

บทที่ 3 ออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสถานะที่ขอบสำหรับแบบจำลองคานตีโมเชนโคลดรูปด้วยการแปลงก้าวถอยหลัง ไปเป็นสมการคลื่นที่มีเสถียรภาพแบบเลขชี้กำลัง โดยที่ตัวควบคุมสามารถหาได้จากผลเฉลยของสมการเคอร์เนลที่เป็นสมการไฮเพอร์โบลิกบนโดเมนสามเหลี่ยม ในการหาผลเฉลยของสมการใช้วิธีการประมาณสืบเนื่อง ผลเฉลยถูกประมาณด้วยฟังก์ชันพหุนามและฟังก์ชันเลขชี้กำลัง ซึ่งลู่เข้าอย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถประมาณโดยใช้เพียง 4 พจน์ หรือวิธีเชิงตัวเลขที่มีความผิดพลาดจากการคำนวณเป็น $O(h^2)$ โดยที่ทั้งสองวิธีได้ผลเฉลยตรงกัน

บทที่ 4 ใช้วิธีการเวียนเกิด $I_{MN}$ ของซาเกียน ซึ่งสามารถใช้กับระบบที่มีความแข็ง ใช้เวลาในการคำนวณน้อย และความผิดพลาดต่ำ การจำลองแบบพลวัตของคานตีโมเชนโคและคานตีโมเชนโคลดรูปปลายยึดทั้งสองข้าง พบว่ามีการกระจัดแตกต่างเพียงเล็กน้อย โดยแบบจำลองคานลดรูปมีความถี่การแกว่งต่ำกว่า ผลตอบสนองของระบบวงวนปิดที่มีตัวควบคุมที่ขอบออกแบบโดยใช้เทคนิคก้าวถอยหลัง ทำให้คานเข้าสู่สภาวะอยู่ตัวได้อย่างรวดเร็วโดยการปรับค่าพารามิเตอร์ $c$ เมื่อค่า $c$ มีค่ามากขึ้น พบว่าผลตอบสนองเข้าสู่สภาวะอยู่ตัวเร็วขึ้น แต่ก็ทำให้การกระจัดสูงสุดและ $\max \|u(\cdot,t)\|_2$ มีค่ามากขึ้นด้วย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ สามารถต่อยอดได้ในส่วนของการหารูปแบบปิดของผลเฉลยของสมการเคอร์เนล ซึ่งจะนำไปใช้ในการออกแบบตัวควบคุมปรับตัวได้ นอกจากนี้ในการสร้างสัญญาณควบคุม เราจำเป็นต้องรู้สถานะของการกระจัด $u(x,t)$ ตลอดทั้งคานซึ่งสามารถประมาณค่าได้จากตัวสังเกตร่วมตำแหน่ง โดยวัดจากความชันของคานด้านที่ถูกควบคุม $u_x(1,t)$ และนำมาออกแบบตัวควบคุมป้อนกลับสัญญาณออกต่อไป

I23548034