บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

ผลลัพธ์สำคัญที่ได้ในวิทยานิพนธ์นี้คือการสังเคราะห์ตัวควบคุมด้วยวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำ โดยนำไปประยุกต์ใช้กับระบบเชิงเส้นไม่แปรผันตามเวลา รวมทั้งการพัฒนาชุดทดลองระบบสายพานลำเลียงเพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ รวมถึงพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยเก็บบันทึกสัญญาณที่จำเป็น อีกทั้งคำนวณค่าเกรเดียนต์ของฟังก์ชันจุดประสงค์และดรรชนีสมรรถนะ บทสรุปของวิทยานิพนธ์สามารถแบ่งได้เป็นประเด็นสำคัญๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. ในบทที่ 2 เราได้แสดงให้เห็นวิธีการออกแบบตัวควบคุมพลวัตโดยวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำอย่างละเอียด และอธิบายถึงการหาค่าทิศทางการค้นหาและขนาดความยาวของการค้นหา ด้วยวิธีการประมาณเฮสเซียนเมทริกซ์โดยวิธี BFGS และวิธีการตามรอยถอยหลัง ตามลำดับ

2. ในบทที่ 3 เรากล่าวถึงการประดิษฐ์ชิ้นส่วนอุปกรณ์สำหรับระบบสายพานลำเลียงเพื่อทำการทดลอง เราได้พัฒนาโปรแกรมทั้งในส่วนของการสร้างสัญญาณต่างๆ ให้ได้ตามลักษณะที่ต้องการ รวมถึงการเขียนโปรแกรมที่เก็บบันทึกสัญญาณ และในส่วนของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นส่วนของการสังเคราะห์ตัวควบคุมพลวัต

3. เนื่องจากวิธีการออกแบบตัวควบคุมพลวัตโดยวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำเป็นหลักทฤษฎี เราจึงขยายผลทฤษฎีกับการออกแบบตัวควบคุมสำหรับระบบสายพานลำเลียง ในบทที่ 4 เราได้กล่าวถึงวิธีการสังเคราะห์ตัวควบคุมพลวัตสำหรับระบบสายพานลำเลียงโดยวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำ การสังเคราะห์ตัวควบคุมให้ระบบควบคุมวงปิดมีสมรรถนะสูงขึ้น โดยนำเสนอผลการจำลองด้วยคอมพิวเตอร์

4. ในบทที่ 5 เราได้แสดงให้เห็นตัวอย่างการออกแบบตัวควบคุมพลวัตโดยวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำ เห็นได้อย่างชัดเจนว่าวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำสามารถสังเคราะห์ตัวควบคุม ทำให้ระบบควบคุมวงปิดมีสมรรถนะสูงขึ้นได้

ลักษณะเด่นของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์

- วิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำเป็นแนวทางรวมการหาเอกลักษณ์กับการสังเคราะห์ตัวควบคุม สำหรับระบบพลวัตที่มีพารามิเตอร์ของระบบไม่อาจทราบค่าล่วงหน้า และพลวัตของกระบวนการอาจมีการเปลี่ยนแปลง หรือมีความไม่แน่นอน โดยคำนึงถึงสมรรถนะของระบบวงปิด
- ในส่วนของโปรแกรมเพื่อช่วยเก็บบันทึกสัญญาณที่จำเป็น และโปรแกรมคำนวณค่าเกรเดียนต์ของฟังก์ชันจุดประสงค์และดรรชนีสมรรถนะ สามารถทำงานได้จริงในงานปฏิบัติจริง รวมถึงสามารถนำไปใช้กับระบบอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้อีกด้วย

ลักษณะด้อยของงานวิจัยในวิทยานิพนธ์

- วิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำมีความเหมาะสมกับระบบบางระบบเท่านั้น เนื่องจากการเก็บบันทึกสัญญาณจำนวน 3 ครั้ง ทำให้สิ้นเปลืองเวลาในการทดลอง
- ระบบสายพานลำเลียงที่ประดิษฐ์ขึ้นยังคงมีข้อจำกัดหลายๆ ประการ เช่นสภาวะอิ่มตัวของมอเตอร์กระแสตรง เฟืองที่ใช้สำหรับสายพานยังมีมีเขตไร้ผลสนองที่ค่อนข้างกว้าง ข้อจำกัดด้านอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้เป็นอุปสรรคอย่างยิ่งในการสังเคราะห์ตัวควบคุม เนื่องจากเราต้องนำสัญญาณที่ได้ไปใช้สำหรับการคำนวณด้วย
- สายพานยังมีความไม่สม่ำเสมออยู่บ้าง โดยเฉพาะตรงรอยต่อ ซึ่งทำให้สายพานมีความเร็วที่สภาวะอยู่ตัวไม่นิ่งเท่าที่ควร

6.2 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยสามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎี อุปกรณ์ที่ให้ปฏิบัติงานจริง และโปรแกรม แต่ละหัวข้อมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. สังเกตได้ว่าวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำเป็นหลักทฤษฎี ที่นำสัญญาณต่างๆ มาช่วยลดการคำนวณค่าเกรเดียนต์ แต่ลักษณะดังกล่าวจะมีความผิดพลาดของค่าตัวเลขได้ง่าย เนื่องจากความผิดพลาดในขณะเก็บบันทึกสัญญาณมีหลายปัจจัยมาก ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เก็บบันทึกสัญญาณที่มีสัญญาณอื่นๆ เข้ามารบกวน ค่าสัญญาณที่เก็บบันทึกก็จะมีความผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ดังนั้นเราควรหลีกเลี่ยงการเก็บบันทึกสัญญาณในขณะที่สัญญาณอื่นเข้ามารบกวน

2. ในการปฏิบัติงานจริงสังเกตเห็นว่า การทดลองครั้งที่ 2 ในขั้นตอนการเก็บบันทึกสัญญาณอาจไม่สามารถไปใช้ได้จริงในขณะปฏิบัติงาน เนื่องจากการทดลองครั้งที่ 2 เป็นการนำเอาสัญญาณความแตกต่างระหว่างสัญญาณเข้าอ้างอิงกับสัญญาณออกจากการทดลองครั้งแรกมาป้อนให้กับระบบ แต่ในทางปฏิบัติอาจไม่สามารถทำได้ ดังนั้นเราจึงควรแก้ไขการทดลองครั้งที่ 2 นี้ อาจกระทำได้ด้วยการป้อนสัญญาณเป็นลักษณะป้อนไปหน้า (Feedforward) เพื่อให้ระบบสามารถปฏิบัติงานได้ตามปกติ

3. ในส่วนของโปรแกรม LabVIEW ที่ใช้สำหรับการเก็บบันทึกสัญญาณที่ใช้สำหรับการคำนวณยังคงมีข้อจำกัดในการประยุกต์ใช้กับระบบที่มีความซับซ้อน อีกทั้งยังไม่สามารถคำนวณค่าเกรเดียนต์ด้วยภายในโปรแกรมเดียว ยังต้องอาศัย MATLAB ช่วยในการคำนวณ ดังนั้นแนวทางที่อาจแก้ปัญหาข้อจำกัดนี้ได้คือ เขียนโปรแกรมภาษาซีเพื่อใช้ร่วมกับโปรแกรม LabVIEW เพื่อให้สามารถคำนวณค่าเกรเดียนต์ได้ด้วย ซึ่งจะทำให้การนำวิธีปรับจูนการป้อนกลับวนซ้ำสามารถปรับจูนได้อย่างอัตโนมัติ