บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองระบบควบคุมต่างๆ ตามที่ออกแบบขึ้นในบทที่ผ่านมา ในบทนี้จะกล่าวสรุปผลการวิจัยทั้งหมดของงานวิจัยชิ้นนี้ เพื่อวิเคราะห์และอภิปรายผลให้เกิดความเข้าใจยังมากยิ่งขึ้น แล้วยังได้นำเสนอข้อเสนอแนะต่างๆ ที่ผู้วิจัยพบในการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อยอดในไปอนาคต

6.1 สรุปผลการการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาการออกแบบระบบควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สี่ใบพัดขนาดเล็ก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สี่ใบพัดทั้งในรูปของคณิตศาสตร์แทนระบบและระบบจริง โดยเริ่มดำเนินงานวิจัยชิ้นนี้ด้วยการสร้างหุ่นยนต์สี่ใบพัดแล้วนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จากหุ่นยนต์สี่ใบพัดที่สร้างขึ้นไปจำลองระบบควบคุมแบบป้อนกลับทั้งระบบควบคุมพีไอดีและระบบควบคุมแอลคิวอาร์ โดยระบบควบคุมพีไอดีได้ออกแบบให้ควบคุมแบบป้อนกลับสองวงรอบ ซึ่งประกอบไปด้วยตัวควบคุมความเร็วเชิงมุมและตัวควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ โดยปรับอัตราขยายของตัวควบคุมด้วยวิธีการปรับมือ จากนั้นนำค่าอัตราขยายที่ทำให้ผลตอบสนองของระบบที่ดีที่สุดในการจำลองการทำงานไปใช้บนระบบจริง แต่ยังมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทดลองปรับแต่งอัตราขยายบนระบบจริงด้วยวิธีการปรับมือในวงรอบของตัวควบคุมทิศทาง โดยอาศัยอัตราขยายจากการจำลองเป็นบรรทัดฐานสำหรับการปรับแต่ง ซึ่งทำให้ระบบควบคุมพีไอดีที่ออกแบบขึ้นมีประสิทธิภาพดีขึ้นกว่าเดิม เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบดีขึ้นดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาตัวควบคุมที่มีความคงทนมากขึ้นมาควบคุมระบบนี้ ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกระบบควบคุมแอลคิวอาร์ เพราะเป็นระบบควบคุมที่มีความคงทนมากกว่าระบบควบคุมพีไอดี โดยได้ออกแบบอัตราขยายด้วยค่าดรรชนีสมรรถนะ โดยกำหนดค่าน้ำหนักให้กับเมตริกซ์ Q และ R แล้วคำนวณค่าอัตราขยายบนโปรแกรม MATLAB ผลการจำลองมีประสิทธิภาพดีกว่าระบบควบคุมพีไอดีคือค่าพุ่งเกินน้อยกว่าด้วยเวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวใกล้เคียงกัน จากนั้นนำค่าอัตราขยายเดียวกันไปใช้บนระบบจริง ซึ่งผลปรากฏว่าระบบควบคุมแอลคิวอาร์ถูกรบกวนมากกว่าระบบควบคุมพีไอดี อันเนื่องจากการปรับกฎการควบคุมด้วยระบบควบคุมแบบป้อนไปข้างหน้า [17,18] และความผิดพลาดของพลวัตที่ไม่ได้คำนวณสิ่งรบกวนจากภายนอกร่วมด้วย

6.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับปัญหาต่างๆ ระหว่างดำเนินงานวิจัยนั้นเกิดจากฮาร์ดแวร์ไม่ได้มาตรฐานเพราะมีราคาถูก อาทิเช่น มอเตอร์ไร้แปรงถ่านที่มีความเร็วของมอเตอร์แต่ละตัวไม่เท่ากัน ทำให้แรงยกของสองมอเตอร์ในแกนเดียวกันไม่สมดุล โดยผู้วิจัยได้ใช้อุปกรณ์วัดความเร็ว (Tachometer) สำหรับวัดความเร็วมอเตอร์แต่ละตัวเพื่อตรวจสอบ และตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์ (ESC) มีอินพุตที่ควบคุมเป็นความกว้างพัลส์ (PWM) ซึ่งการอ่านค่าสัญญาณของตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์มีความไม่แน่นอนอ่านค่าได้บ้างไม่ได้บ้าง จากปัญหาทางฮาร์ดแวร์ทั้งมอเตอร์ไร้แปรงถ่านและตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์ผู้วิจัยได้แก้ปัญหา โดยศึกษาและเลือกใช้อุปกรณ์ดังกล่าวที่มีมาตรฐานมากขึ้น โดยสำหรับในข้อเสนอแนะอื่นๆ เพิ่มเติมผู้วิจัยจะขอแนะนำเพิ่มเติมเป็นข้อๆ ดังนี้

1. ฮาร์ดแวร์ที่เลือกใช้ควรศึกษาข้อมูลพื้นฐานและคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ชิ้นนั้นๆ รวมทั้งผู้ผลิตที่ได้มาตรฐาน อาทิเช่น มอเตอร์, ตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์, ไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซ็นเซอร์ เป็นต้น
2. ควรศึกษาชุดซอฟต์แวร์พัฒนาจาก Open Source ที่มีอยู่ในท้องตลาด และบอร์ดทดลองสำเร็จรูปเพื่อให้ง่ายและรวดเร็วสำหรับการพัฒนาในเฉพาะในส่วนของระบบควบคุม
3. ควรพัฒนาซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับผู้ใช้ (GUI) หรือศึกษาหาซอฟต์แวร์ที่ช่วยแสดงและวิเคราะห์ผลขณะทำการทดสอบ