

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	52
3.1 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม	55
3.1.1 การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	
ET-ARM STAMP STM32	55
3.1.2 การใช้งานอาร์ซีเซอร์โวมอเตอร์ (RC Servo Motor)	57
3.2 ปรับปรุงฮาร์ดแวร์ (Hardware)	59
3.2.1 ชุดเกียร์ (Gear Box)	59
3.2.2 ชุดล้อ	59
3.2.3 มอเตอร์ (Motor)	60
3.3 ติดตั้งเซนเซอร์เขียนโปรแกรมติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์	
(Microcontroller)	61
3.3.1 เซ็นเซอร์อุณหภูมิ	61
3.3.2 โมดูลวัดความเร่ง	61
3.3.3 ไจโรสโคป (Gyroscope)	61
3.3.4 อัลตราโซนิก (Ultrasonic)	62
3.3.5 เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder)	62
3.4 ติดตั้งงานรักษาสมดุลและเขียนโปรแกรมควบคุม	62
3.4.1 อธิบายการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนของระบบงานรักษาสมดุล	63
3.4.2 อธิบายการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนของการควบคุม	
การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	68
3.5 เขียนโปรแกรมสร้างแผนที่ของหุ่นยนต์	71
3.5.1 อธิบายการทำงานการสร้างแผนที่ของหุ่นยนต์	72
3.6 เขียนโปรแกรมการประมวลผลทางภาพ	73
3.6.1 อธิบายการทำงานการประมวลผลทางภาพของหุ่นยนต์	73
3.6.2 อธิบายการทำงานวิธีตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Detection)	74
3.6.3 อธิบายการทำงานวิธีทางการเข้าคู่รูปแบบ (Template Matching)	75
3.6.4 อธิบายการเปรียบเทียบด้วยวิธี SURF (Speeded Up Robust Features)	76
3.7 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์	77

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.8 ทดสอบการทำงานโดยรวมของหุ่นยนต์	78
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและทดลอง	79
4.1 ลักษณะโครงสร้างของหุ่นยนต์	79
4.1.1 โครงสร้างของหุ่นยนต์เมื่อประกอบรวมกันทั้งหมด	80
4.1.2 โครงสร้างของหุ่นยนต์แสดงให้เห็นส่วนขับเคลื่อน	80
4.1.3 โครงสร้างของจานรักษาสมดุล(ส่วนบน)	81
4.2 ผลการทดลองการทำงานของเอ็นโค้ดเดอร์	82
4.3 ผลการทดลองการทำงานของอัลตราโซนิก	82
4.4 ผลการทดลองการหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	83
4.5 ผลการทดลองการหาค่าความผิดพลาด ความแม่นยำ และความเที่ยงตรง	85
4.6 ผลการทดสอบหาค่ามุมของเข็มทิศอิเล็กทรอนิกส์ของหุ่นยนต์	87
4.7 ผลการทดลองการหาความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง	92
4.7.1 การควบคุมมอเตอร์ด้านซ้ายและด้านขวาโดยการควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller)	92
4.7.2 การหาค่า Curve fitting ของมอเตอร์ด้านซ้าย	95
4.7.3 การหาค่า Curve fitting ของมอเตอร์ด้านขวา	96
4.7.4 การควบคุมมอเตอร์ด้านซ้ายและด้านขวาโดยวิธี Curve fitting	96
4.7.5 การควบคุมมอเตอร์ด้านซ้ายและด้านขวาโดยวิธี Curve fitting + การควบคุมแบบพีไอดี	98
4.8 ผลการทดลองการควบคุมจานรักษาสมดุล	100
4.8.1 การควบคุมจานรักษาสมดุลโดยการควบคุมแบบพีไอดี	100
4.8.2 การหาค่า Curve fitting ของมอเตอร์แกน X	102
4.8.3 การหาค่า Curve fitting ของมอเตอร์แกน Y	103
4.8.4 การควบคุมจานรักษาสมดุลโดยวิธี Curve fitting	104
4.8.5 การควบคุมจานรักษาสมดุลโดยวิธี Curve fitting + การควบคุมแบบพีไอดี	105

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.9 ผลการตั้งค่าฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy logic) ของหุ่นยนต์	107
4.9.1 ตัวอย่างการกำหนดค่ากฎฟัซซี่ลอจิก	108
4.10 ผลการทดลองการทำงานของอัลตราโซนิกในการสร้างแผนที่ระบุตำแหน่ง	109
4.10.1 ผลการทดลองการวาดแผนที่ด้วยการบังคับด้วยจอยสติ๊ก (Joy Sticks)	109
4.10.2 ผลการทดลองการวาดแผนที่ขณะวิ่งอัตโนมัติ	110
4.11 ผลการทดลองโปรแกรมประมวลผลทางภาพ	111
4.11.1 ผลการทดลองการสอบเทียบกล้องเว็บแคม	111
4.11.2 ผลการทดลองการตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Detection)	111
4.11.3 ผลการทดลองการตรวจจับภาพด้วยวิธีทางการเข้าคู่รูปแบบ (Template Matching)	113
4.11.4 ผลการทดลองการตรวจจับภาพด้วยวิธี SURF (Speeded Up Robust Features)	114
บทที่ 5 สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ	116
5.1 สรุปผลของโครงการ	116
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	118
5.3 ข้อเสนอแนะ	118
บรรณานุกรม	120
ภาคผนวก	121