สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์อัตโนมัติควบคุมโดยวิธีมัลติเอเยนต์

(MOBILE ROBOT CONTROL BY MULTI-AGENT METHOD)

T 0 6 1 8 0 4

โดย

นาย พิเชฐ คุณากรวงศ์

นาย นำชัย บุญทวีสิทธิ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61804
วัน,เดือน,ปี 21 ก.ค. 2549

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOBILE ROBOT CONTROL BY MULTI-AGENT METHOD

BY

MR.PICHATE KUNAKORNVONG

MR.NUMCHAI BOONTAVESIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	หุ่นยนต์อัตโนมัติควบคุมโดยวิธีมัลติเอเยนต์
THESIS TITTLE	MOBILE ROBOT CONTROL BY MULTI-AGENT METHOD
ชื่อนักศึกษา	นายพิเชฐ คุณากรวงศ์ รหัสประจำตัว 44010331
	นายนำชัย บุญทวีสิทธิ์ รหัสประจำตัว 44010256
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา
	อ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2547

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

.....

(อาจารย์บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ หุ่นยนต์อัตโนมัติควบคุมโดยวิธีมัลติเอเยนต์
ชื่อนักศึกษา นายพิเชฐ คุณากรวงศ์ รหัสประจำตัว 44010331
นายนำชัย บุญทวีสิทธิ์ รหัสประจำตัว 44010256
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา
อ.บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์
ระดับการศึกษา ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เสนอ การประยุกต์และสร้างหุ่นยนต์โดยเป็นการนำเอาเทคโนโลยีการควบคุมความคิดทางปัญญาประดิษฐ์ มาในใช้การประดิษฐ์หุ่นยนต์ โดยวัตถุประสงค์ของโครงงาน เพื่ออำนวยความสะดวก ในการจัดการงานต่างให้สำเร็จลุล่วง โดยใช้หลักการการแบ่งงานกันในการทำงาน รวมทั้งการพิจารณาถึงความสะดวกในการใช้งานรวมทั้งความประหยัดในการทำงาน ซึ่งลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์จะประกอบด้วยส่วนควบคุมที่ใช้การควบคุมทิศทางการเดินของตัวหุ่นยนต์ โดยมีกระบวนการที่ใช้ในการจัดการการทำงานโดยใช้ระบบมัลติเอเยนต์ที่ซึ่งเป็นส่วนพิจารณาว่าจะให้หุ่นยนต์ช่วยกันทำงานอย่างไรจึงจะมีความเหมาะสมซึ่งผลที่ได้จะแสดงได้ถึงความได้เปรียบในการทำงานระหว่างการทำงานแบบโดดเดี่ยว(One-agent) กับการทำงานเป็นกลุ่ม (Multi-agent) ซึ่งการทำงานเป็นกลุ่มจะทำงานโดยใช้ระบบแบล็กบอร์ดทำการตัดสินใจข้อมูลที่ได้รับมาซึ่งจะนำไปใช้ในการตัดสินใจสั่งงานในการควบคุมต่อไป เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานร่วมกันได้อย่างเป็นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	MOBILE ROBOT CONTROL BY MULTI-AGENT METHOD	
Student	Mr.Pichate Kunakornvong	ID.44010331
	Mr.Numchai Boontavesit	ID.44010256
Advisor	Assoc.Prof.Dr.Pitikhate Sooraksa	
	Mr.Boonchana Poorahong	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2004	

ABSTRACT

This project presents the robotic creation and application acquired from controlling technology and creative intelligence in order to build the robot. The objective of this project is to utilize the management procedures with the intention of achieving the goal by using the cooperated method, together with the consideration of expediency and economic feasibility. The characteristics of the robot is consisted of the body movement control which has the process used to manage the system processed by the multi-agent system to consider how each robot cooperates. Hence, the results will show the advantage comparing with the one-agent system. The multi-agent uses blackboard system in order to decide the achieved data which will be used to command the robots. As a result, the robots will work systematically together.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน รศ.ดร.ปิติเขต สู้รักษา และอาจารย์บุญย์ชนะ ภู่ระหงษ์ เป็นอย่างสูงและ ขอขอบคุณ พี่เต้ย ที่ให้คำปรึกษาในส่วนของโปรแกรมส่วน vision ซึ่งเป็นส่วนหลักของ โครงงานนี้ และขอขอบคุณ พี่แมว พี่เต่า ที่ให้คำปรึกษาในส่วนของงานด้านฮาร์ดแวร์และอื่น ๆ พี่ป๋อง ที่ให้คำปรึกษาในส่วนของเทคนิคการเขียนโปรแกรม

ขอบคุณคุณพ่อคุณแม่และอาจารย์ทุกท่านที่ให้การสนับสนุนเสมอมาและเพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจกันตลอดการทำงาน

พิเชฐ คุณากรวงศ์

นำชัย บุญทวีสิทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบควบคุมพื้นฐาน	3
2.1.1 ความรู้พื้นฐาน	4
2.1.2 พาเซอร์	4
2.1.3 ฐานข้อมูล	4
2.1.4 ส่วนแสดงผลข้อมูล	5
2.1.5 ขั้นตอนการทดสอบ	5
2.2 แสงและสี	7
2.2.1 โมเดลสีแบบ RGB	7
2.2.2 โมเดลสีแบบ CMY	9
2.2.3 โมเดลสีแบบ CMYK	10
2.2.4 โมเดลสีแบบ YIQ	10
2.2.5 โมเดลสีแบบ CIB Lab	11
2.3 การค้นหาเส้นทาง	12
2.3.1 Dijkstra search Algorithm	12
2.3.2 Breadth-First Search	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน และโปรแกรมการใช้งาน	17
3.1 ระบบการควบคุมหุ่นยนต์	17
3.2การออกแบบวงจร	19
3.3 การออกแบบชิ้นงานและโปรแกรม	19
3.3.1 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์	19
3.3.2 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรม	26
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	28
บทที่ 4 การทดลองและผลลัพธ์	30
4.1 การทดลองการควบคุมมอเตอร์ด้วยพัลส์วิดท์มอด	30
4.2 การประมวลผลภาพจากล้องวงจรปิด	32
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	35
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.1.1 อุปกรณ์	35
5.1.2. โปรแกรมระบบการมองเห็น	36
5.1.3. โปรแกรมสั่งงานระบบอัตโนมัติจากคอมพิวเตอร์	36
5.2 ปัญหาที่พบในการทดลองและการแก้ไข	36
5.2.1 ปัญหาจากการใช้งานมอเตอร์	36
5.2.2 ปัญหาจากการส่งสัญญาณแบบไร้สายผ่านโมดูลรับส่ง	36
5.2.3 ปัญหาจากระบบการมองเห็น	37
5.3 แนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไป	37
บรรณานุกรม	38
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะการวนลูปในช่วงของ พาเซอร์	5
2.2 การทำงานของระบบแบบกฎพื้นฐาน	6
2.3 แถบสเปกตรัมของแม่สี	8
2.4 เวกเตอร์โมเดลสีของ RGB	8
2.5 เวกเตอร์โมเดลสีของ CMY	9
2.6 ความสัมพันธ์ของโมเดลสีแบบ CMY กับ RGB	9
2.7 ผลลัพธ์การผสมสีจากโมเดลสี RGB ไป โมเดลสี CMYK	10
2.8 ความสัมพันธ์ของโมเดลสีแบบ YIQ กับ RGB	11
2.9 เส้นทางการเดินทางจากจุด R1 ไป R2	12
2.10 การสร้างเมตริกของเส้นทาง	13
2.11 การสมมุติค่าต่างๆ	13
2.12 ตารางค่าต่างๆเมื่อทำการวิเคราะห์แล้วทุกตำแหน่ง	14
2.13 เส้นทางที่ต้องการหา	14
2.14 การอัพเดทค่าจากตำแหน่งใกล้เคียง	15
2.15 เส้นทางขั้นสุดท้าย	16
3.1 องค์ประกอบของระบบ	17
3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบ	18
3.3 ระบบจำลองการทำงาน	19
3.4 วงจรใช้งาน	20
3.5 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมควบคุมความเร็ว	21
3.6 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพ	22
3.7 โครงสร้างการทำงานของหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ	23
3.8 การหาทิศทางของหน้าหุ่น โดยเทียบกับทิศทางของหุ่นกับ	24
3.9 การหาทิศทางปัจจุบันของหุ่นเทียบกับทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุ	25
3.10 การนำวัตถุเข้าไปเก็บยังพื้นที่	25
3.11 หน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้	26
3.12 การทำงาน เมื่อทำการกดที่ปุ่ม Forward	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.13 การทำงาน เมื่อปล่อยปุ่ม Forward	27
3.14 หน้าจอตั้งค่า สำหรับการประมวลผลภาพ	27
3.15 โครงสร้างหุ่นยนต์	28
3.16 ดีซีมอเตอร์ที่ใช้งาน	28
3.17 ชุดเครื่องรับ- ส่งสัญญาณวิทยุ	29
3.18 วงจรควบคุม และรับส่งสัญญาณพร้อมวงจรขับมอเตอร์	29
4.1 สัญญาณความเร็วระดับที่ 1	30
4.2 สัญญาณความเร็วระดับที่ 2	31
4.3 สัญญาณความเร็วระดับที่ 3	31
4.4 สนามที่ใช้ในการทดลอง	32
4.5 การปรับช่วงของสีเพื่อใช้ในการประมวลผล	33
4.6 การเริ่มต้นก่อนได้รับค่า	34
4.7 การเคลื่อนย้ายหุ่นยนต์	34
4.8 การนำไปเก็บยังเป้าหมาย	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าเริ่มต้นทางอารเรย์ต่างๆ	15
2.2 การเก็บค่าระยะทาง	15
2.3 ค่าการเก็บระยะทางขั้นสุดท้าย	16
4.1 คุณสมบัติ L293D	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันในทางด้านอุตสาหกรรมได้มีการนำหุ่นยนต์มาใช้งานมากขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการพัฒนาความสามารถของหุ่นยนต์ให้มีความสามารถมากขึ้น เพื่อจะตอบสนองความต้องการในการใช้งานของมนุษย์ โดยจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์จะช่วยอำนวยความสะดวกได้หลายอย่าง ซึ่งในอดีตไม่มีหุ่นยนต์มาใช้งานในการแก้ปัญหาจะเกิดความยุ่งยาก และซับซ้อนต่าง ๆ จากนั้นเมื่อมีหุ่นยนต์แล้ว จึงก็ต้องมีระบบในการควบคุมหุ่นยนต์ซึ่งเปรียบเสมือนกับเป็นส่วนของความคิดที่ใช้ในการทำงานหรือควบคุมส่วนต่าง จะเห็นว่าส่วนควบคุมนี้สำคัญอย่างยิ่งในการทำงานให้สัมฤทธิผลตามต้องการและสามารถให้ผู้ใช้ดำเนินการต่อภารกิจต่อไปได้ ซึ่งถ้าขาดส่วนนี้ไปก็ไม่สามารถที่จะทำงานให้สำเร็จได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

วิทยานิพนธ์นี้จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการทำงานของหุ่นยนต์ขนาดเล็กที่ใช้ระบบควบคุมการทำงานโดย วิธีการแบบมัลติเอเยนต์ การควบคุมระบบนี้จะเป็นการทำงานระบบการควบคุมหุ่นยนต์ที่กระจายตัวอย่างอิสระในพื้นที่ควบคุมสามารถเคลื่อนที่ไปหาเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสมที่สุด อีกทั้งยังสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางที่อยู่ในพื้นที่นั้น ๆ ได้ ซึ่งจะทำการสมมุติให้มีงานที่ต้องการจัดการอยู่จำนวนหนึ่ง จากนั้นจะแบ่งงานออกให้หุ่นยนต์แต่ละตัวที่มีฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสมกับงานนั้น ๆ หรือจะเป็นการช่วยเหลือกันในการทำงานที่ต้องการ ซึ่งถ้าไม่มีการแบ่งการทำงานได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับตำแหน่งที่กำหนดให้ ก็อาจจะทำให้เกิดความล่าช้าและสูญเสียทรัพยากรในด้านพลังงานเนื่องจากหุ่นยนต์ที่เรียกใช้งานนั้นไม่เหมาะสมกับงานที่กำหนด แต่ถ้าหากมีการจัดการอย่างเหมาะสมก็จะสามารถสั่งงานให้หุ่นยนต์ที่เหมาะสมเข้ามาทำงานดังกล่าว

สำหรับแนวคิดของระบบนี้จะสนใจในพื้นที่ของการควบคุม โดยที่การควบคุมหุ่นยนต์จะเกิดจากรูปแบบการทำงานที่เป็นระบบการผสมผสานของ มัลติเอเยนต์(multi-agent) ซึ่งจะสามารถแสดงให้เห็นเป็นรูปแบบระบบเหตุผล หรือสามารถถูกใช้ให้เป็นเครื่องมือควบคุมที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งจะสามารถพัฒนาต่อให้เป็น แบบ มัลติเอเยนต์เชิงขนาน (Parallel multi-agent) และมัลติเอเยนต์เชิงกระจาย (Distributed multi-agent) โดยในแบบแรกจะทำการตั้งเป้าหมายที่จะดำเนินการให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานร่วมกันของเอเยนต์ในพื้นที่แบ่งปัน ในระบบเชิงกระจายจะใช้ระบบเน็ตเวิร์คของมัลติเอเยนต์สำหรับการควบคุมหุ่นยนต์ออนไลน์ จากการพัฒนาที่กล่าวมาข้างต้นนี้ได้ทำการพิจารณาจากการประเมินผลถึงความเหมาะสมของระบบต่อกระบวนการทำงาน ว่าจะเลือกนำมาใช้จากการพัฒนาอย่างไร เพื่อที่นำไปสู่การใช้งานจริง ยกตัวอย่างของแอพลิเคชั่นที่นำไปใช้งานได้จริง เช่น

- พื้นที่โรงงาน (Factory Cells):[1]

PLATO-Z เป็นการนำมัลติเอเยนต์แบบเชิงกระจายมาเป็นวิธีการควบคุมส่วนย่อยของหุ่นยนต์ โดยจะทำการกำหนดระดับขั้นโดยรวมของการควบคุม ซึ่งรวมระดับของโครงงาน, พื้นที่ทำงาน, ส่วนย่อยขององค์ประกอบต่างๆ ซึ่งการทำงานของระบบจะเริ่มจากการจัดการแผนงานและทำเป้าหมายย่อยสำหรับที่ควบคุมในพื้นที่การทำงาน ซึ่งจะหมายถึงว่า ในส่วนย่อยจะใช้การจัดการโดยมัลติเอเยนต์

- หุ่นยนต์ระยะไกล (Telerobotics):[1]

OFMSpert เป็นการควบคุมสำหรับการจัดการของระบบที่ซับซ้อน โดยโครงสร้างระบบจะสร้างบนพื้นฐานของมัลติเอเยนต์ โดยการทำการควบคุมแบ่งออกเป็นส่วนย่อย โดยจะนำเอาระบบมัลติเอเยนต์แบบเชิงกระจายผสมกับระบบมัลติเอเยนต์แบบขนาน ซึ่งกรทำงานจะสอดคล้องกันในสถานที่ที่สภาพแวดล้อมแตกต่างกันจะทำการควบคุมโดยใช้เน็ตเวิร์คเข้าผสมด้วย เช่น การสั่งการในหุ่นยนต์ในระบบซึ่งอยู่ห่างไกลจากพื้นที่ที่ทำการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบควบคุมพื้นฐาน (RULE-BASED SYSTEM)

ระบบนี้เป็นการวิเคราะห์ทางเวลาจริง(Real Time)โดยจะอาศัยจากการวิเคราะห์จากจอแสดงผล(ซึ่งได้จากระบบการมองเห็น) และ สถานะของระบบจะเริ่มถูกพัฒนาและประเมินและทำการพัฒนาระบบของการวิเคราะห์นี้ การออกแบบระบบนี้อาศัยโครงสร้างพื้นฐานความรู้ (Knowledge Base)ในการจัดรูปแบบและกฎสำหรับทำการคำนวณ และพิจารณาตรรกะของข้อมูลตามเวลาจริง เทคนิคนี้ได้รับการปรับปรุงเพื่อใช้การทดสอบพื้นฐานและ การทดสอบตามเป็นจริงและการทดสอบทางจอมอนิเตอร์ ที่ความเร็ว เวลาจริงและ ความปลอดภัยในการตัดสินใจทำงานว่ามีความสามารถในการทำงานได้ ในกรณีต่าง ๆ มากมายก่อนขั้นตอนการทำงานและ การวิเคราะห์นั้นระบบจะไม่ต้องการข้อมูล โดยจะอธิบายขั้นตอนตามเวลาจริง สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล และผลที่ออกมา

ปัจจุบันการควบคุมระบบได้มีความซับซ้อนมาก การทดสอบเบื้องต้นและสิ่งที่สนับสนุนการควบคุมเป้าหมาย ของระบบได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้น แต่ก็ยังประสบปัญหา 2 อย่างคือ

1. การรวบรวมและขั้นตอนข้อมูล
2. ความสามารถจำกัดทางด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยจะเห็นได้จากการที่ ข้อมูลถูกเปลี่ยนให้อยู่ในระบบฐานเวลาจริงซึ่งส่งผลให้การวิเคราะห์ลดลงเนื่องจากการผิดพลาดของมนุษย์ในการคำนวณ ซึ่งส่งผลกระทบต่อขั้นตอนต่อไป

ในการทำงานของโปรแกรมการควบคุม จะแสดงให้เห็นการทำงานที่มีการจำกัดขอบเขตเนื่องจากขนาดของฉากและจำนวนพอร์ตที่จะแสดงผลมีอยู่จำกัด ความรู้ที่สำคัญในระบบนี้จะต้องการการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งวิธีที่จัดการโดย พื้นฐานความรู้ที่รวบรวมมาได้จากการทำงานของมัลติเอเยนต์มาสังเคราะห์เป็นสูตรในการคำนวณและทำการพิจารณา เทคนิคนี้จะเป็นการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน โดยในการตัดสินใจนั้นจะใช้หลักทางตรรกะซึ่งสามารถกระทำได้ทางโปรแกรม โดยจะถูกพัฒนาให้เป็นประโยชน์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับส่วนประกอบของระบบควบคุมที่จะนำมาใช้งานในการควบคุม จะมีส่วนประกอบหลักสำคัญด้วยกัน 5 ส่วน ดังจะแสดงดังต่อไปนี้

2.1.1 ความรู้พื้นฐาน (Knowledge Base)

ความรู้พื้นฐานจะประกอบด้วยข้อบังคับซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่จะใช้แสดงผล โดยแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนย่อย 3 ส่วนด้วยกัน ซึ่งแต่ละส่วนจะเป็นการสนับสนุนการทำงานของระบบซึ่งกันและกัน ได้แก่

1. ขั้นเตรียมการ
2. การระบุตัวแปร
3. การประมวลผล

ในขั้นเตรียมการจะเป็นการทดสอบที่หลากหลาย โดยแสดงก่อนจะนำมาทำการทดสอบซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. ตรวจสอบข้อมูลที่เข้ามาปัจจุบัน และทำการทดสอบด้วยคอมพิวเตอร์โดยทำการนับค่าต่างๆ
2. ทำการทดสอบด้วย TM ซึ่งจะทำการทดสอบโดยตรวจสอบจากการเปรียบเทียบกัน
3. ทำการคำนวณจากสูตรที่ใช้คิด หลังจากทำการคำนวณเสร็จทำการเปลี่ยนหน่วยด้วย
4. กำหนดช่องทางออกของเอาท์พุตที่จะใช้ทำการส่ง

2.1.2 พาเซอร์ (Parser)

เป็นส่วนของโปรแกรมที่ถูกเขียนในภาษาซี ซึ่งถูกขยายในส่วนของโครงสร้าง โดยตัวมันเองจะทำการลดภาระในการทำงานลงซึ่งถูกพัฒนาแบบการแสดงต่อไปนี้

1. กำจัดข้อมูลที่แสดงออกมา
2. ใช้เงื่อนไขของ else ในการทำงาน
3. สร้างเงื่อนไขทางเชิงตรรกะ ให้ข้อมูลผ่านการทดสอบจากข้อมูลเวลาจริง

2.1.3 ฐานข้อมูล (Database)

ฐานข้อมูล แฟ้มเอกสารฐานข้อมูลนั้นจะประกอบไปด้วย การสอบถามถึงตัวเครื่องหมายสัญลักษณ์ของชุดคำข้อมูลที่ประกอบด้วยรูปร่าง ฐานข้อมูลซึ่ง ถูกใช้โดยแฟ้มเอกสาร จากความรู้พื้นฐาน เพื่อใช้ในการอธิบายพาเซอร์ซึ่งเป็นข้อมูลที่มาจากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ส่วนแสดงผลข้อมูล (Message Display Windows)

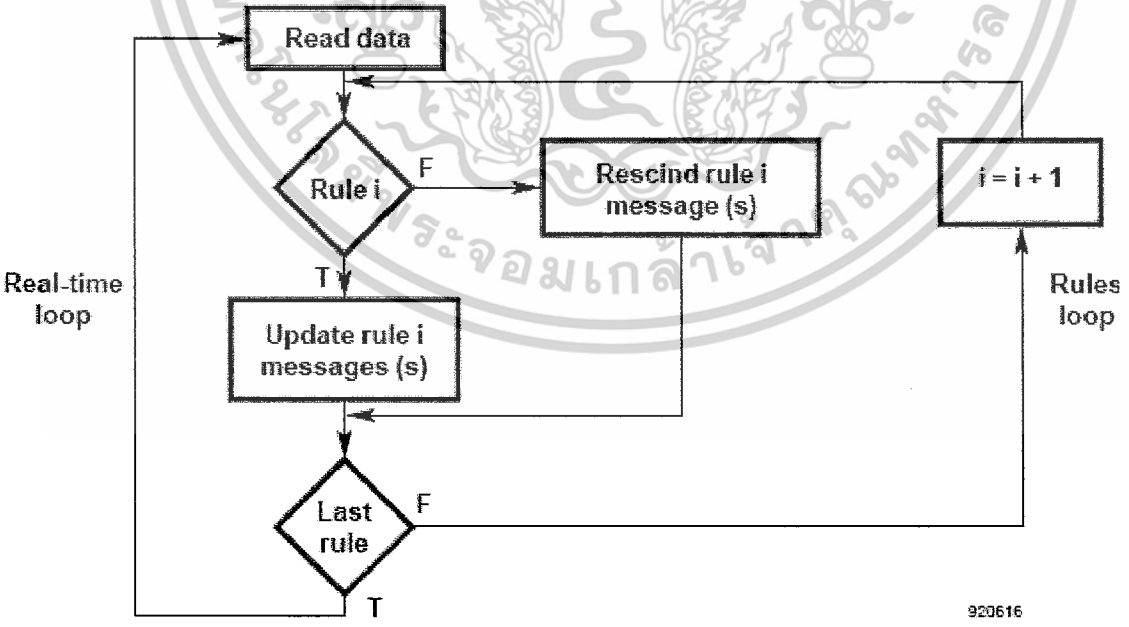
ข้อความที่จะแสดงออกมาทางเอาท์พุตจะมีรูปแบบดังนี้ คือเมื่อมีข้อความของข้อมูลเข้ามาใหม่ในลำดับขั้น ก็จะทำการเลื่อนข้อมูลเก่าออกไป และข้อความทั้งหมดจะเป็นอิสระต่อกันขึ้นอยู่กับเวลาของแต่ละวัน ซึ่งแต่ละข้อความก็จะแสดงแต่ละเหตุการณ์ในการทำงาน โดยความสำคัญของข้อความแบบลักษณะนี้จะเป็นส่วนเสริมต่อเข้ามา ซึ่งสามารถทำการหยุดพักหน้าจอและป้องกันการสูญหายของข้อมูลเก่าไป และทำการปรินออกมา

2.1.5 ขั้นตอนการทดสอบ (Knowledge-Base Generation and Testing)

การประมวลผลการพัฒนาความรู้พื้นฐาน จะประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

1. สร้างฐานข้อมูลเวลาจริง
2. ปรับปรุงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามข้อกำหนด
3. ทดลองหลักเกณฑ์
4. ระบุข้อกำหนดโดยรูปแบบการใช้งานเวลาจริง

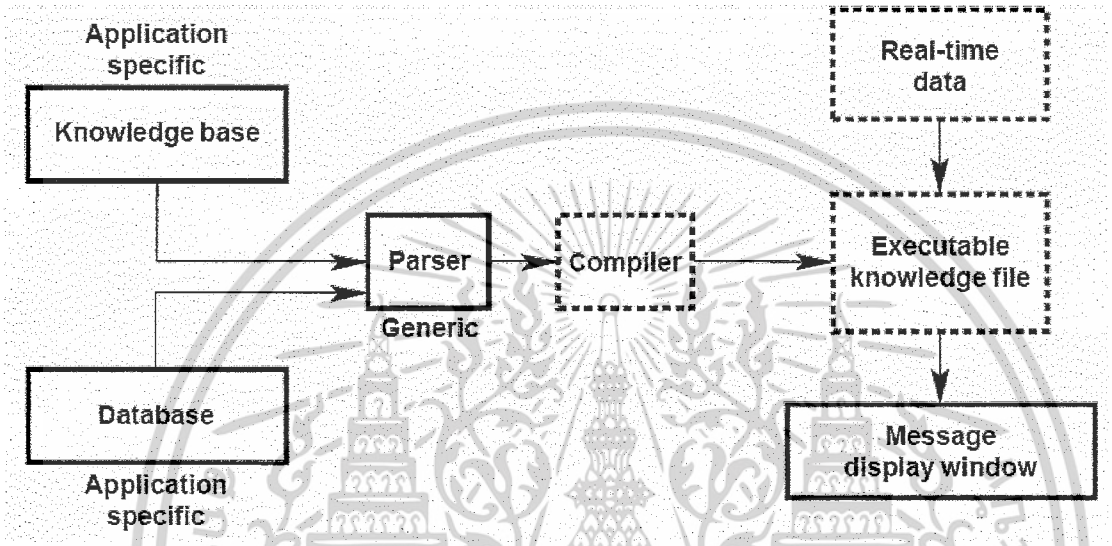
เมื่อทำการประกอบส่วนต่าง ๆ จากข้างบน มาใช้ในการทำงานเข้าด้วยกัน ก็จะปรากฏออกแบบในรูปแบบของ แผนภาพการทำงานระบบพื้นฐาน แสดงให้เห็นดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 ลักษณะการวนลูปในช่วงของ พาเซอร์ [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปจะเป็นการแสดงให้เห็นถึงการทำงานในแต่ละส่วนซึ่งนำมาประกอบกัน โดยจะมีส่วนประกอบของแต่ละ ส่วนนำมาประกอบรวมกันเพื่อ ใช้วิเคราะห์งานต่อไป ซึ่งมีส่วนของความรู้พื้นฐาน และฐานข้อมูลที่นำมาประกอบกันแล้วจึงไปพิจารณาต่อไปใน ส่วนของพาเซอร์ในการประมวลผล แล้วทำการแสดงผลของข้อมูลที่จะทำการวิเคราะห์ ออกมาทางจอแสดงผล



รูปที่ 2-2 การทำงานของระบบแบบกฎพื้นฐาน [2]

จากการทำการทดลองในระบบนี้จะเห็นได้ว่า

การพัฒนาภายในของกฎพื้นฐาน โปรแกรมใช้งานวิเคราะห์เวลาจริงเพื่อใช้ที่ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ ถูกพัฒนาและถูกแสดงให้เห็นที่อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการวิจัย เพื่อความพยายามครั้งนี้คือการทำให้ระบบเป็นระบบที่ปลอดภัยดีขึ้นและการทำให้น้อยลงจำนวนรวมของการประมวลผลข้อมูลรูปแบบที่ถูกต้องการสำหรับการ ประเมินค่าที่ตระเตรียมของแนวคิดนี้แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนมากของความกดดันที่สามารถดูแลได้ปลอดภัยซึ่งปกติจะบางทีสามารถถูกทำให้น้อยลงโดยการแสดงผลซึ่งจะค้นพบขอบเขตของระบบหลายๆ ซึ่งเกินกว่ากำลัง และจะพบได้ว่า ข้อความแสดงให้เห็นว่าที่ใช้งานได้ในให้เครื่องมือวัดเวลาที่ถูกทำให้เป็นอัตโนมัติของเหตุการณ์ เครื่องมือวัดความเร็วครั้งนี้ช่วยในตอนกำหนดเพื่อวิเคราะห์รูปแบบ และการกำหนดล่วงหน้าการทำให้น้อยลงจำนวนของขั้นตอนนั้นจะเร็วเกินไป อย่าไรก็ตามค่าในส่วนของพารามิเตอร์ที่ถูกดูแลสามารถการปรับปรุงแก้ไข และปรับปรุงได้ตามความเหมาะสมของความต้องการผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แสงและสี

สำหรับการทำงานของหุ่นยนต์ เมื่อเริ่มการทำงานจะเริ่มจากการวิเคราะห์จากภาพสี โดยจะนำเอาภาพจากกล้องวีดีโอวงจรปิดมาทำการประมวลผล ซึ่งภาพจากกล้องจะทำการเก็บสีของภาพมาทำการคำนวณหาสีที่จะนำประกอบการวิเคราะห์และจากการทำการศึกษาจะเห็นได้ว่ามีโมเดลของแบบสีหลายแบบที่ใช้ในการทำงานได้โดยโมเดลของแบบสีที่นิยมนำกันมาใช้งานได้แก่ โมเดลสีแบบ RGB จะเป็นมาตรฐานทั่วไปที่มาการใช้งานในโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไป เช่น Adobe Photoshop และโมเดลสีแบบอื่นๆอีกมากมาย

แสงเกิดจากรังสีแม่เหล็กแสงฟ้าของความถี่ที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งแสงที่เห็นได้จะอยู่ในช่วง 400 nm -700 nm โดยจะเห็นว่าแสงหรือความถี่ที่ผสมกัน ซึ่งเป็นจะกำหนดสี โดยประกอบด้วยจำนวนโปรตอนที่บางเบา แสงที่มีความถี่ที่ครอบครองหรือความถี่กำหนดถูกเรียกว่าสี สำหรับสีและแสงนั้นมีพลังงานจะมีส่วนกลับที่แปรผกผันกันกับความยาวคลื่นโดยพลังงานคลื่นจะแสดงถึงความสสามารถในการทะลุทะลวง

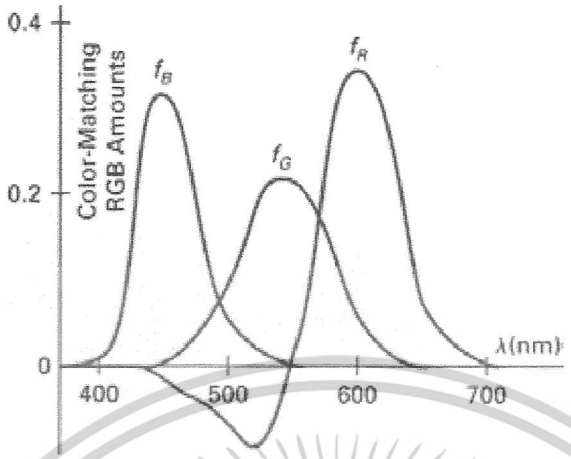
สีเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งที่ใช้ในภาพ ซึ่งจากการศึกษา โมเดลของแบบสี จะเห็นได้ว่ามีโมเดลของแบบสีอยู่ด้วยกันหลากหลายชนิด และจะเห็นได้ว่าประโยชน์ของโมเดลของแบบสีนั้นจะเป็นประโยชน์เมื่อต้องการสีที่มากขึ้น จากแม่สีก็จะทำการผสมสี (Mixing of Colors) ในโมเดลสีแบบ RGBประกอบด้วย แดง, เขียว, น้ำเงิน

2.2.1 โมเดลสีแบบ RGB (RGB Color Model)

RGB เป็นรูปแบบโมเดลการจัดแสงที่พื้นฐานและมีความสำคัญมากที่สุดคือใช้ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งจะใช้สำหรับจอมอนิเตอร์ที่ต้องการทำสีสแกนเนอร์ในการเก็บข้อมูลของภาพ อย่างไรก็ตามก็ยังมีโมเดลสีอื่นๆ อีก ที่เหมาะกับการใช้งานในลักษณะที่แตกต่างกันไปแล้วแต่ความต้องการในการนำมาใช้งาน

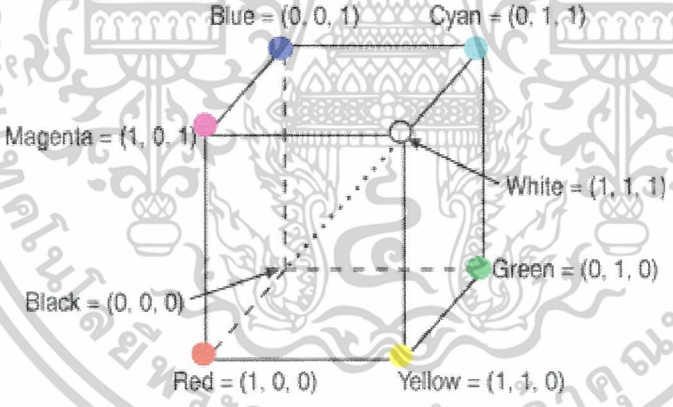
โดยในโมเดลสีแบบ RGB จะแสดงออกมาให้เห็นถึงส่วนของเส้นสเปกตรัมในช่วงของความยาวคลื่นของแต่ละความถี่สีที่ซึ่งใช้เป็นแม่สี ซึ่งจะใช้ในการนำมาผสมสีให้ได้สีอื่นที่ต้องการเพื่อนำไปใช้งานได้เพิ่มขึ้นจากเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-3 แถบสเปกตรัมของแม่สี [3]

จะเห็นว่า ในโมเดลสีแบบ RGB สามารถทำการสมมุติค่าของสี โดยกำหนดในรูปเมตริก เพื่อสะดวกต่อก็การคิดคำนวณสำหรับการประมวลผลในการผสมสี



รูปที่ 2-4 เวกเตอร์โมเดลสีของ RGB [4]

จากรูปที่ 2-4 จะทำการแทนค่าแต่ละสีในแนวตามแกน x , y , z ซึ่งจะกำหนดให้ สีดำมีค่าเป็น 0 หมด สีขาว มีค่าสีเป็น 1 หมด ส่วนที่ใช้เป็นแม่สี 3 สี ได้แก่ แดง เขียว น้ำเงิน จะอยู่ในแกนระนาบ แกน x , y , z ซึ่งจะเป็นไปตามสมการ

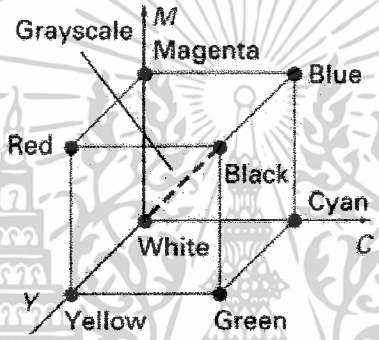
$$C_\lambda = R\mathbf{R} + G\mathbf{G} + B\mathbf{B}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะทำให้ได้ สีที่เกิดจากผสมในโมเดลสีของ RGB ตามที่ต้องการ ซึ่งในโมเดลสีแบบ RGB จะใช้ในการแสดงผลบนทางหน้าจอ (Monitor)

2.2.2โมเดลสีแบบ CMY (CMY color model)

ในโมเดลสีของ CMY จะกำหนด ให้แต่ละสี ซึ่งเป็นที่อยู่ในลำดับรอง จากแม่สี RGB ได้แก่ cyan (*C*), magenta (*M*), yellow (*Y*) โดยจะ กลับแกนของแม่สีใน RGB ให้เอา CMY มาใส่ในแนวแกน x, y, z แทน จะได้ เวกเตอร์ของ แกนสีดังรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-5 เวกเตอร์โมเดลสีของ CMY [4]

จากรูปที่ 2-5 จะสามารถหาความสัมพันธ์ของ โมเดลสี CMY ซึ่งสัมพันธ์กับ RGB ได้ดังเมตริกนี้

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2-6 ความสัมพันธ์ของโมเดลสีแบบ CMY กับ RGB

สำหรับโมเดลสีแบบ CMY สามารถทำการวิเคราะห์ได้จากโมเดลสีของ RGB โดยทำการเปลี่ยนแปลงจากตาราง เมตริก อย่างไรก็ตามรูปแบบโมเดลสีแบบ CMY ก็ยังไม่ได้เป็นที่นิยมในการนำมาใช้งานเท่าที่ควรนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3โมเดลสีแบบ CMYK (CMYK Color Model)

โดย สัญลักษณ์ของโมเดลสี CMYK จะประกอบด้วย Cyan (C) , Magenta (M) , Yellow (Y) , black (K) โดยโมเดลสีนี้จะใช้มากในการปริ้น ซึ่งจากผลการที่ใช้สีดำเข้ามาทำให้หมึกพิมพ์แห้งเร็วกว่าเดิม

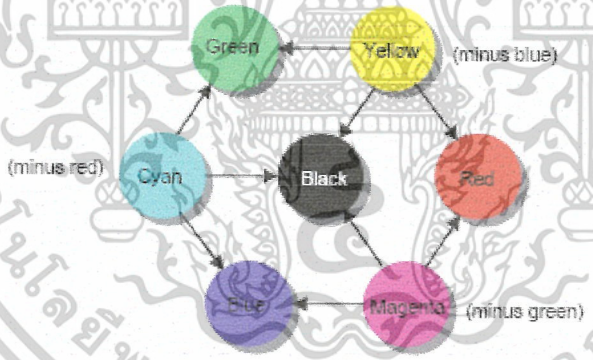
การเปลี่ยนจาก CMY ไป CMYK จะพบว่าสีดำที่เข้าจะมีค่าประมาณมาจากค่าของ C, M ,Y ซึ่งแทนสีดำด้วย K แล้วกำหนดให้ ตามสูตร

$$K = \min(C, M, Y)$$

$$C = C - K$$

$$M = M - K$$

$$Y = Y - K$$



รูปที่ 2-7 ผลลัพธ์การผสมสีจากโมเดลสี RGB ไป โมเดลสี CMYK [5]

2.2.4 โมเดลสีแบบ YIQ (YIQ Color Model)

จะให้สัญลักษณ์ในการแทนค่าของ ส่วนประกอบ เป็น ค่าของแสง (luminance) หนึ่งค่า กำหนด เป็นค่า Y และก็ค่าของสี(chrominance) อีกสองค่า กำหนดให้เป็นค่า I (inphase), Q (quadrature)

ซึ่งจากสมการของ โมเดลสีแบบ YIQ จะมีความสัมพันธ์กับโมเดลสีแบบ RGB ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2-8 ความสัมพันธ์ของโมเดลสีแบบ YIQ กับ RGB

โดยโมเดลสีแบบ YIQ ในระบบนี้ จะใช้ในระบบเผยภาพโทรทัศน์ของ สหรัฐอเมริกา (NTSC system)

2.2.5 โมเดลสีแบบ CIB Lab (CIE lab Color Model)

CIE Lab เริ่มนำเอามาใช้ในปี 1976 แล้วเป็นที่นิยมนำมาใช้ในการทดสอบวัดผลการส่งของวัตถุ ซึ่งก็ประกอบด้วย 3 ส่วนประกอบ คือ

L^* เป็น luminosity

a^* เป็น red/green axis

b^* เป็น yellow/blue axis

ซึ่งจะทำการคำนวณหาค่าของ L , A , B ได้จากสมการนี้ กำหนดให้ สีขาว = (*Xn, Yn, Zn*)

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16, \text{ when } Y/Y_n > 0.008856$$
$$L^* = 903.292(Y/Y_n) \text{ when } Y/Y_n \le 0.008856$$
$$a^* = 500(f(X/X_n) - f(Z/Z_n))$$
$$b^* = 200(f(X/X_n) - f(Z/Z_n))$$

$$\text{where } f(t) = t^{1/3} \text{ when } Y/Y_n > 0.008856$$
$$\text{else } f(t) = 7.787t + 16/116$$

จากโมเดลสีทั้งหมดที่แสดงมาให้เห็นเป็นรูปแบบที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน โดยจะเห็นได้ว่ารูปแบบส่วนใหญ่ของโมเดลสีจะมีการพัฒนามาจากโมเดลสีแบบ RBG โดยดูได้จากความสัมพันธ์ของเมตริกข้างบนเมตริก ซึ่งจะเห็นว่าโมเดลสีส่วนใหญ่มีส่วนผสมซึ่งเป็น RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

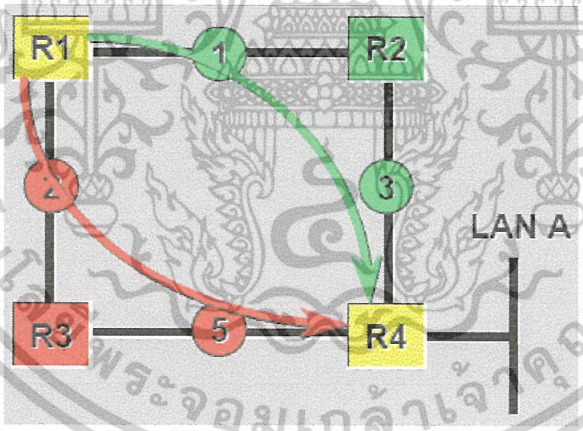
2.3 การค้นหาเส้นทาง (Path finding)

สำหรับเส้นทางการเดินของหุ่นยนต์นั้น โดยปกติเมื่อไม่มี สิ่งกีดขวางบนเส้นทางเดินเลย ก็จะทำการสร้างทางเดินจุดเริ่มต้นตรงๆไปยังเป้าหมายเลย แต่ในความเป็นจริงแล้ว จะมีสิ่งกีดขวางเส้นทางการเดินอยู่ ซึ่งอาจจะทำให้เสียเวลาในการเดินทางได้

ดังนั้นการคำนวณหาเส้นทางการเดินจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ซึ่งจะพยายามค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางไปให้ถึงเป้าหมาย ให้มีระยะทางหรือใช้เวลาในการเดินทางสั้นที่สุด ซึ่งก็จะมีวิธีการเดินเพื่อหลบหลบหลีกสิ่งกีดขวางต่างๆ เช่น

2.3.1 Dijkstra search Algorithm [6]

เป็นวิธีการคำนวณหาเส้นทางซึ่งใช้โปรโตคอลเดียวกับ OSPF (open shortest path first) ซึ่งได้รับการพัฒนามาจาก Dijkstra โดยจะทำการสมมุติว่าจะทำการหาเส้นทางจาก R1 ไป R4 ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถเดินได้ 2 ทาง คือ ผ่าน R2 กับ R3 แต่จะเห็นว่า R2 ใช้ระยะที่สั้นกว่าในการเดินทาง

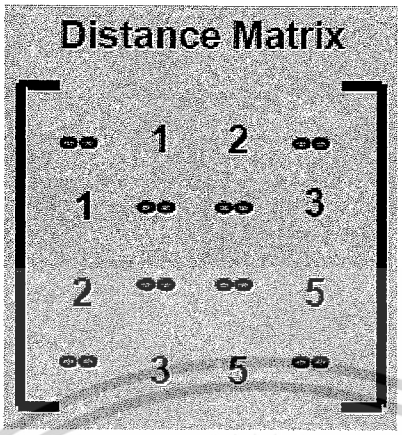


รูปที่ 2-9 เส้นทางการเดินทางจากจุด R1 ไป R2

ขั้นตอนการหาเส้นทางแบบ Dijkstra

1. สร้างเมตริกเส้นทางของ เส้นทางได้ ดังรูปที่ 2-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-10 การสร้างเมตริกของเส้นทาง

2. กำหนดตารางค่าต่างๆ เพื่อจะใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการคำนวณหาเส้นทาง โดยสมมุติให้จาก R1 ไปยังจุดต่างๆ ก่อน ตามรูปที่ 2-11

Node	R1	R2	R3	R4
I()	0	∞	∞	∞
Permanent?	yes	no	no	no

รูปที่ 2-11 การสมมุติค่าต่างๆ

จากรูปที่ 2-11 จะเห็นว่า ที่ จุด R1 ค่าของ เส้นทางจะเป็น 0 แล้ว ค่า Permanent ซึ่งแสดงการยืนยันการเดินทาง เป็น yes จากนั้นเมื่อเริ่มนำค่าจากเมตริก ใน แถวที่ 1 ตำแหน่งที่ R2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 มาบวกกับ ค่าเริ่มต้น 0 แล้วจะได้ ค่าในตำแหน่งที่ R2 ใน เป็น 1 ค่า ทำไปเรื่อยๆจนครบถึง R4 จะเห็นได้ว่า ค่าที่น้อยที่สุดอยู่ที่ R2 จึงใส่ ค่า permanent เป็น yes

3. ทำเหมือนข้อ 2 โดยเปลี่ยนตำแหน่ง เป็น R2, R3, R4 ไปเรื่อยจนครบ จะได้ค่าตามตารางในรูปที่ 2-12 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Node	R1	R2	R3	R4
l()	0	1	2	4
Permanent?	yes	yes	yes	yes

รูปที่ 2-12 ตารางค่าต่างๆเมื่อทำการวิเคราะห์แล้วทุกตำแห่ง

จากรูป ก็สรุปได้ว่า ระยะทางที่สั้นที่สุดจาก R1 ไป R2 คือ 1 จาก R1 ไป R3 คือ 2 จาก R1 ไป R4 คือ 4

2.3.2 Breadth-First Search [6]

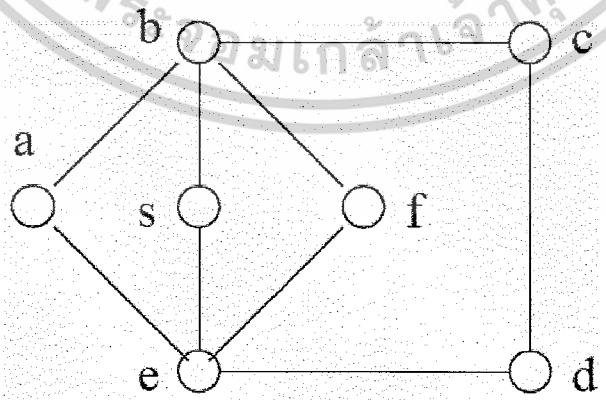
เป็นวิธีการค้นหาเส้นทางอีกวิธีหนึ่งโดยจะทำการหาจาก ฟังก์ชันภาพ G = (V;E) ให้ระยะเป็น d[v] จาก S ไป V และฟังก์ชัน pred[v] โดยจะทำการเก็บค่าไว้ใน 2 อาเรย์นี้ และก็จะมี อาเรย์เพิ่มมาอีก 1 เพื่อเก็บข้อมูลที่เป็นสี โดย กำหนด ให้

white (W, "undiscovered")

gray (G, "discovered" but not "processed")

black (B, "discovered" and "processed")

จากรูปที่ 2-13 จะทำการหาเส้นทางได้ ดังนี้



รูปที่ 2-13 เส้นทางที่ต้องการหา

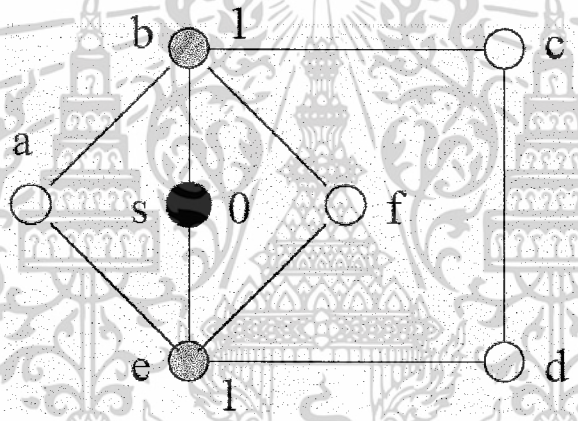
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำตารางที่ 2-1 กำหนดค่าเริ่มต้นค่าอารเรย์ต่างๆ

ตารางที่ 2-1 ค่าเริ่มต้นทางอารเรย์ต่างๆ

vertex u	s	a	b	c	d	e	f
$color[u]$	W	W	W	W	W	W	W
$d[u]$	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
$pred[u]$	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL

2. จากนั้น ทำการอัพเดทค่าจากตำแหน่งใกล้เคียงโดย เริ่มจาก ตำแหน่ง s ตามรูปที่ 2-14



รูปที่ 2-14 การอัพเดทค่าจากตำแหน่งใกล้เคียง

จะเห็นได้ว่าค่าสี b, e จะเปลี่ยนเป็นสีเทา หมายความว่า ตำแหน่งได้ถูกพบแล้วแต่ยังไม่ได้ทำการเริ่มกระบวนการในตำแหน่งต่อไป แล้วก็จะทำการเก็บค่าระยะทางลงไปในอารเรย์ระยะทางตามตารางที่ 2-2 ดังต่อไปนี้

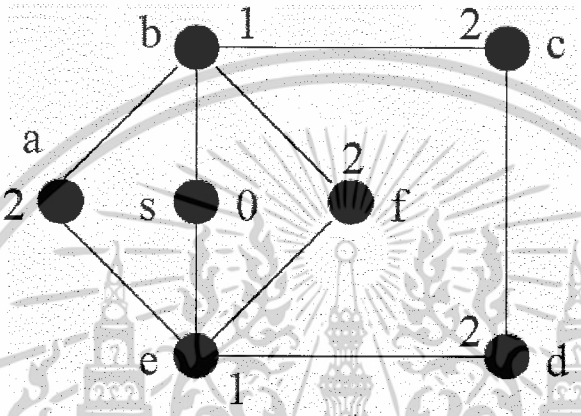
ตารางที่ 2-2 การเก็บค่าระยะทาง

vertex u	s	a	b	c	d	e	f
$color[u]$	B	W	G	W	W	G	W
$d[u]$	0	∞	1	∞	∞	1	∞
$pred[u]$	NIL	NIL	s	NIL	NIL	s	NIL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 2-2 จะเห็นได้ว่า ค่าของตารางนั้นเปลี่ยนจากตารางที่ 2-1 โดย อาร์เรย์ที่เก็บ pred[v] นั้นที่ช่องของ b, e จะเป็นค่า s แสดงว่าขั้นตอนก่อนหน้านี้ ได้มาจากโหนด s

3. ทำเหมือนในข้อที่ 2 ไปเรื่อยจนสุดท้ายแล้วจะได้ออกมาดังรูปที่ 2-15 และตารางที่ 2-3



รูปที่ 2-15 เส้นทางขั้นสุดท้าย

ตารางที่ 2-3 ค่าการเก็บระยะทางขั้นสุดท้าย

vertex u	s	a	b	c	d	e	f
$color[u]$	B	B	B	B	B	B	B
$d[u]$	0	2	1	2	2	1	2
$pred[u]$	NIL	b	s	b	e	s	b

จากข้อมูลทั้งสามารถหาได้แต่เพียงระยะที่สั้นที่สุดเท่านั้น แต่ยังต้องหาเวกเตอร์ G = (V;E) ที่ใช้ทำออกมาเป็นภาพของเส้นทาง ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

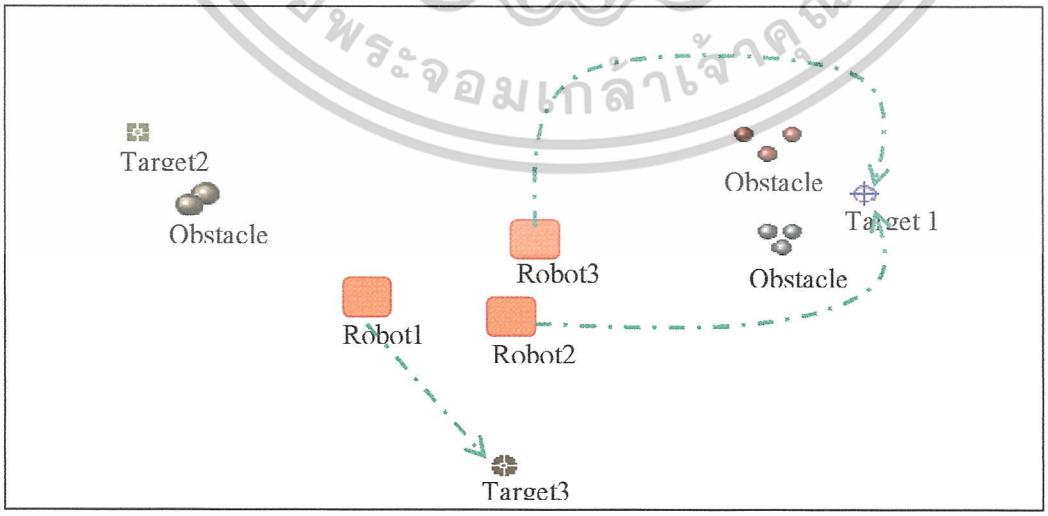
บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน และโปรแกรมการใช้งาน

ในบทนี้จะกล่าวถึง หลักการทำงานของหุ่นยนต์ และการออกแบบวงจรอิเล็คทรอนิคส์ รวมถึงการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในโครงงาน ซึ่งจะประกอบด้วย การรับส่งข้อมูลระหว่างหุ่นยนต์กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลโดยคลื่นวิทยุผ่านอุปกรณ์รับ-ส่ง วงจรขับมอเตอร์ และส่วนประกอบ ต่าง ๆ ของหุ่นยนต์

3.1 ระบบการควบคุมหุ่นยนต์

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงระบบการควบคุมหุ่นยนต์ในพื้นที่โดยในพื้นที่ที่เราสามารถควบคุมได้นั้นเราจะมีหุ่นยนต์ตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไปดูแลพื้นที่อยู่ เป้าหมายอาจจะมีได้ตั้งแต่ 1 อย่างขึ้นไป หุ่นยนต์แต่ละตัวจะได้รับคำสั่งจากมัลติเอเยนต์เพื่อให้ทำงานที่เหมาะสม

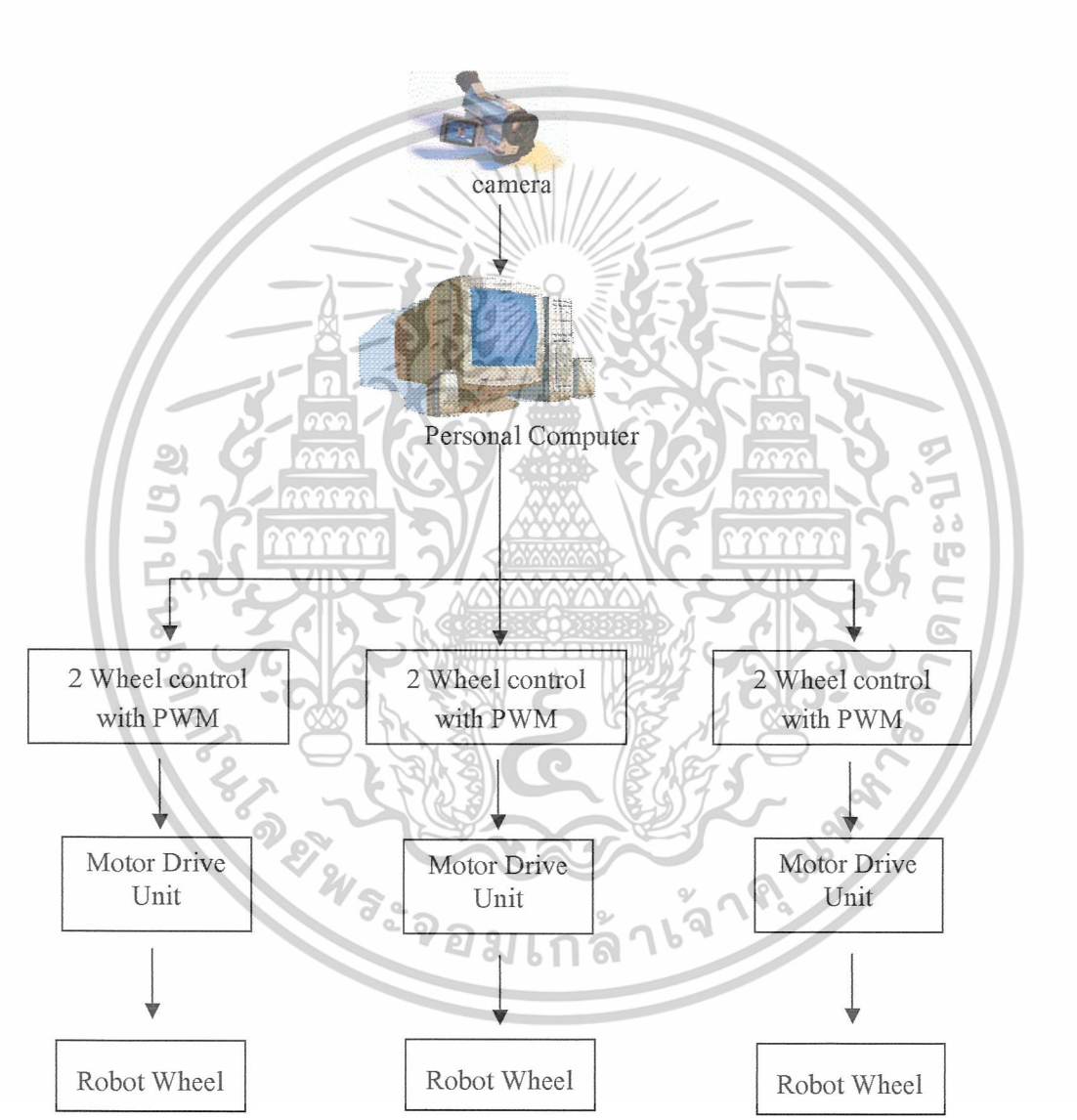
ในรูปที่ 3-1 แสดงถึงบริเวณควบคุมที่มีเป้าหมาย 3 แห่งพร้อมทั้งอุปสรรคต่าง ๆ ที่ต้องจัดการ และมีหุ่นยนต์ 3 ตัวที่ใช้ในการจัดการกับเป้าหมายและอุปสรรค มัลติเอเยนต์อาจจะสั่งให้หุ่นยนต์ 1 ตัวเข้าไปจัดการกับเป้าหมาย 1 แห่ง หรือ หุ่นยนต์หลายตัวเข้าไปจัดการกับเป้าหมายก็ได้ขึ้นอยู่กับว่าเป้าหมายนั้นมีความสำคัญมากน้อยเพียงไร และมีการจัดการยากเย็นเพียงไร ในที่นี้สมมุติให้ เป้าหมายที่ 1 จัดการได้ยากที่สุด เป้าหมายที่ 3 จัดการได้ง่ายที่สุดแต่ต้องจัดการอย่างรวดเร็ว การตัดสินใจทำงานจะเริ่มจากการจัดการเป้าหมายที่ 1 และเป้าหมายที่ 3 ก่อน จากนั้นจึงไปจัดการกับเป้าหมายที่ 2



รูปที่ 3-1 องค์ประกอบของระบบ

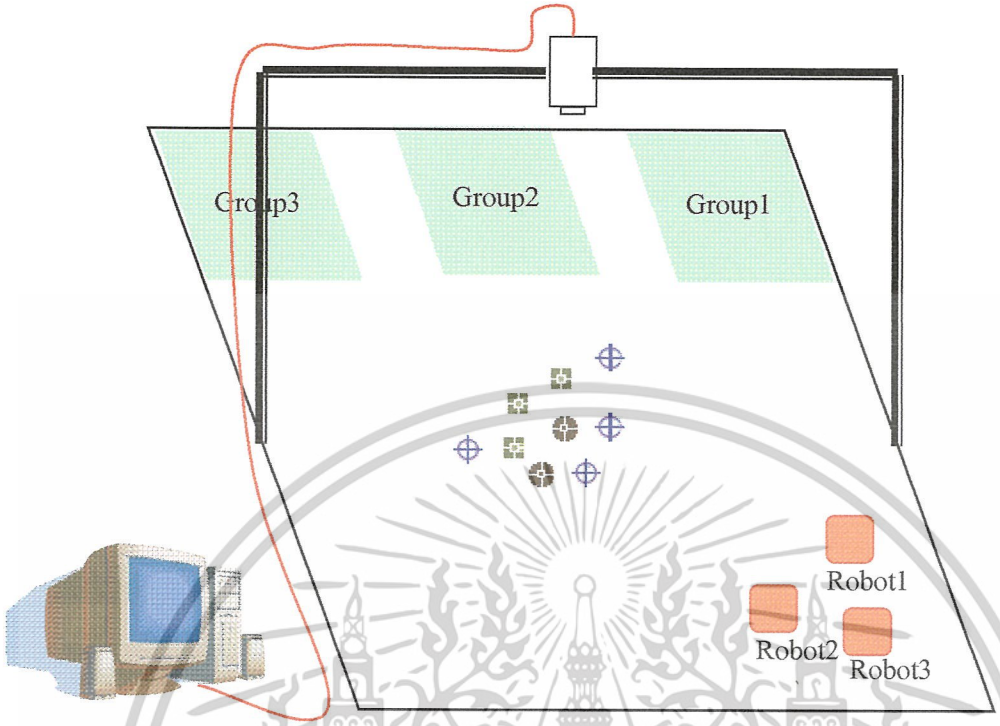
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61804

ในการทำงานจริงระบบจะรับข้อมูลจากกล้องที่ติดไว้ในพื้นที่และส่งข้อมูลภาพมาประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งและลักษณะของวัตถุเมื่อได้รับตำแหน่งและลักษณะของวัตถุมาแล้วจะเข้าไปจัดการแยกวัตถุที่มีลักษณะแตกต่างกันออกจากกันโดยที่รวมเอาวัตถุที่มีลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกันในพื้นที่ที่ได้จัดเตรียมไว้แสดงขั้นตอนการทำงานในรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 โครงสร้างการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-3 ระบบจำลองการทำงาน

3.2 การออกแบบวงจร

ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล เบอร์ AT89C2051 เป็นตัวเชื่อมต่อการทำงานระหว่างหุ่นยนต์กับคอมพิวเตอร์โดยมีวงจรดังรูปที่ 3-4 และรับส่งข้อมูลด้วยอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณวิทยุแสดงวงจรดังรูปที่ 3-4

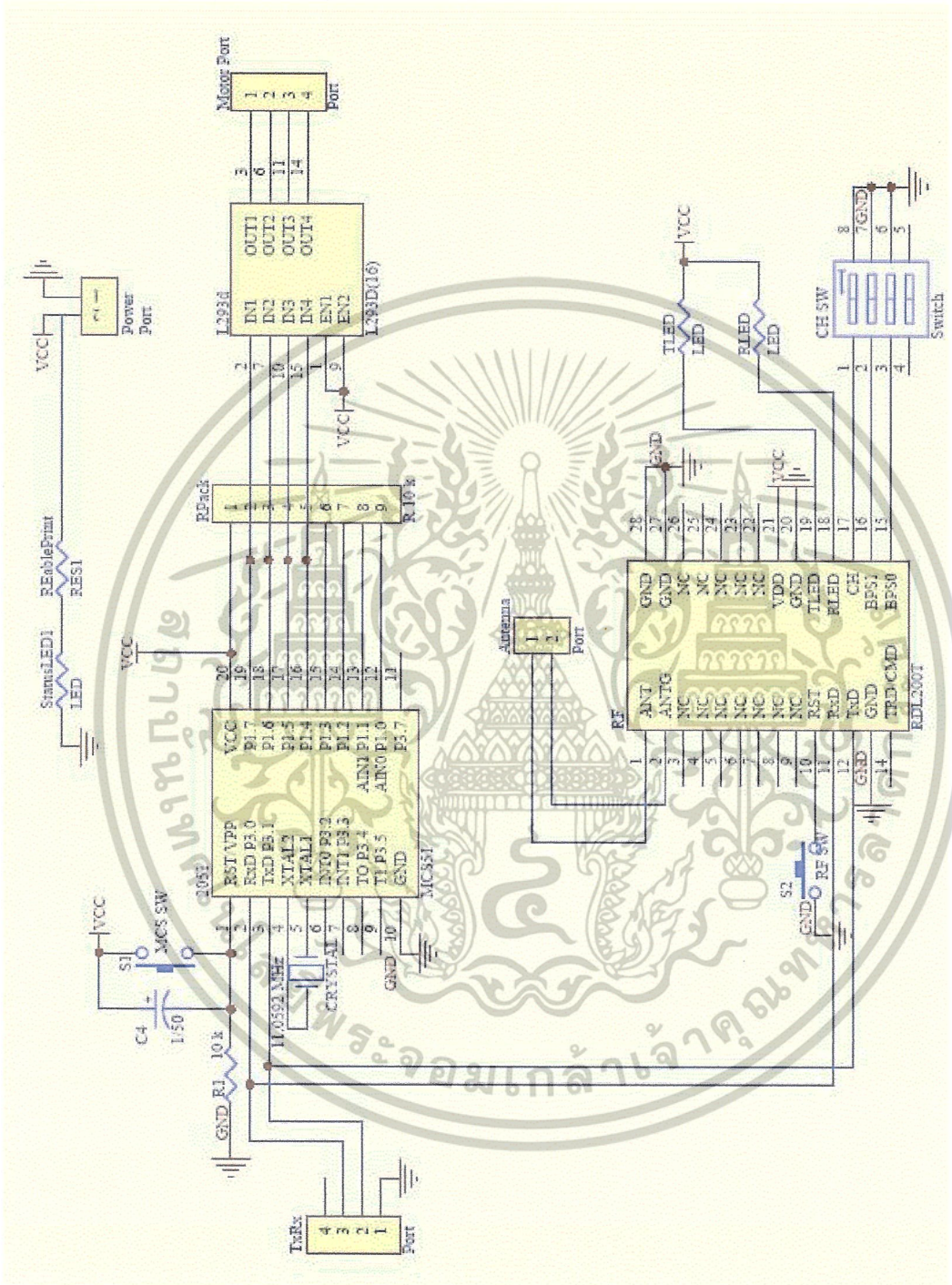
3.3 การออกแบบชิ้นงานและโปรแกรม

3.3.1 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์

โดยปกติแล้วมอเตอร์แต่ละตัวจะมีคุณสมบัติ และประสิทธิภาพที่ไม่เท่ากันทำให้เมื่อจ่ายแรงดันเข้าไปในมอเตอร์ในระดับที่เท่ากันมอเตอร์อาจหมุนด้วยความเร็วที่ไม่เท่ากันจึงอาจทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปไม่ตรงตามที่ต้องการจึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมมอเตอร์ที่ล้อทั้งสองด้วยพัลส์วิดธ์มอด (PWM : Pulse Width Mod)เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่ไปได้ในแนวเส้นตรงตามที่ต้องการ

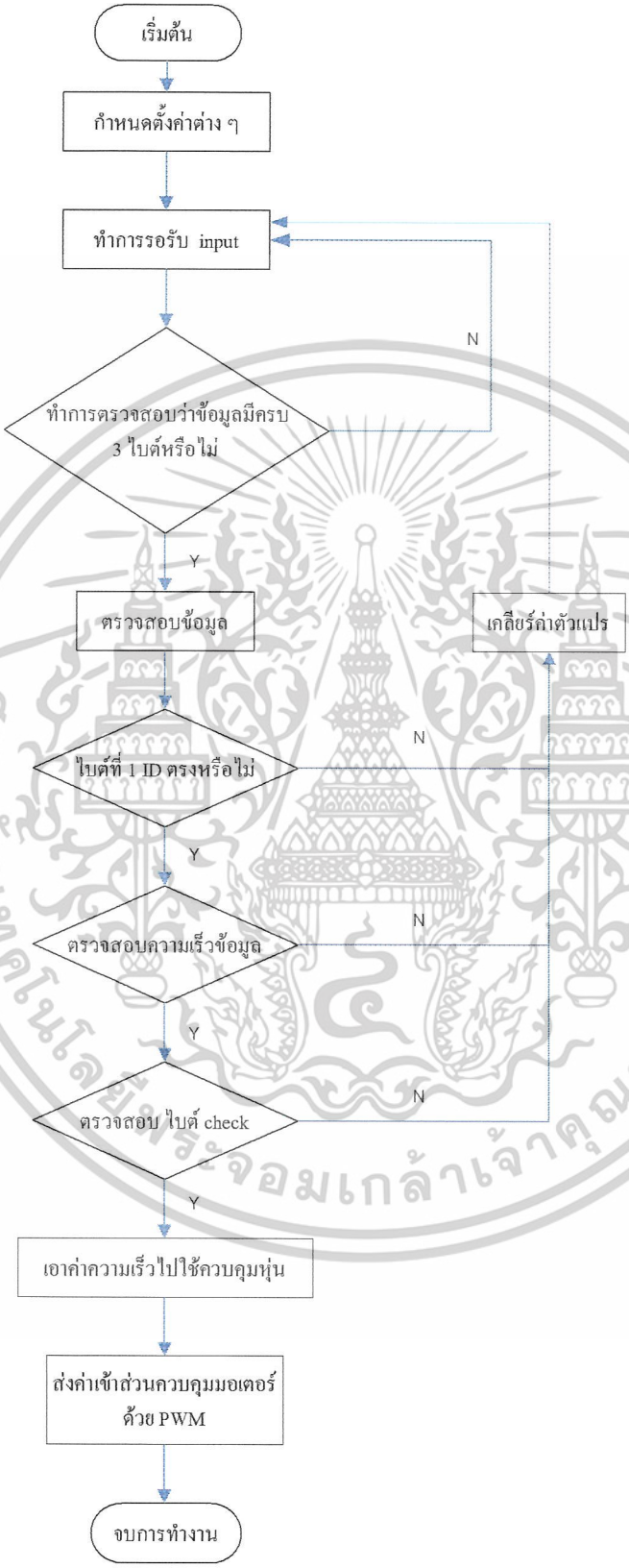
สำหรับการทำงานของวงจรควบคุมนั้นมีโครงสร้างดังรูปที่ 3-5 โดยเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์รับคำสั่งเคลื่อนที่เข้ามาก็จะสั่งให้มอเตอร์ทั้งสองข้างเคลื่อนที่ด้วยเกียร์ที่ต่างกันซึ่งการใช้งานพัลส์วิดท์มอดนั้นจะทำการสร้างสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม (Square Wave) ที่มีความถี่ต่ำขึ้นมา 1 สัญญาณ(ค่าดิวตี้ไซเคิล 50 : 50) และสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมความถี่สูงขึ้นมาอีก 1 สัญญาณเข้าไปซ้อนในสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยมความถี่ต่ำ เพื่อใช้ในการแบ่งเกียร์ของการขับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-4 วงจรใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



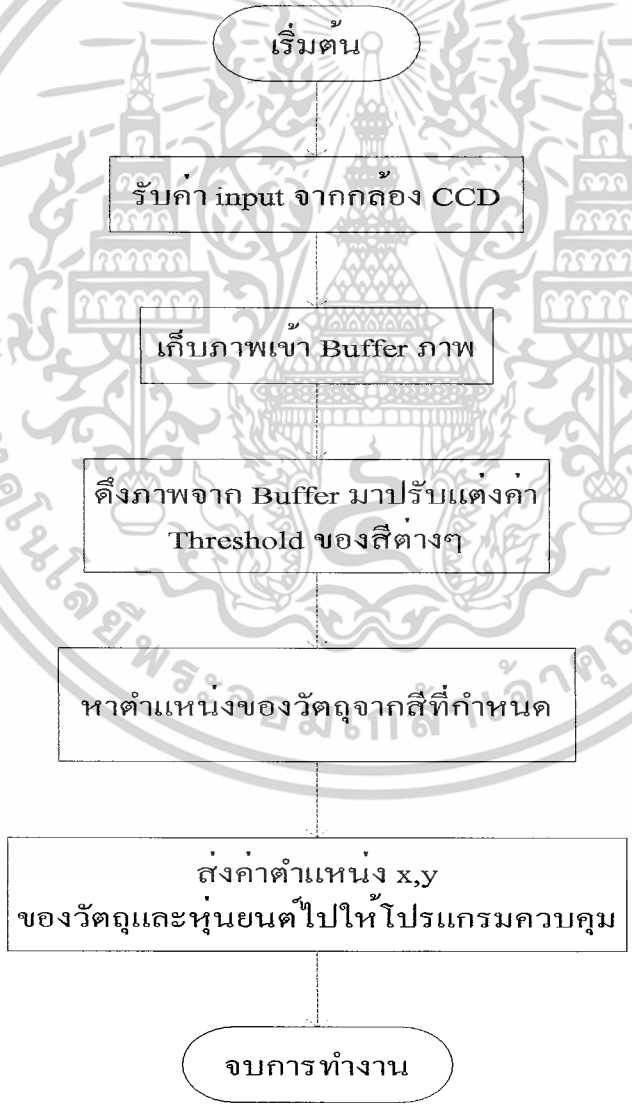
รูปที่ 3- 5 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมควบคุมความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโปรโตคอลที่ใช้ในการส่งข้อมูลหุ่นยนต์ จะประกอบด้วยข้อมูลจำนวน 3 ไบต์ ทั้งนี้

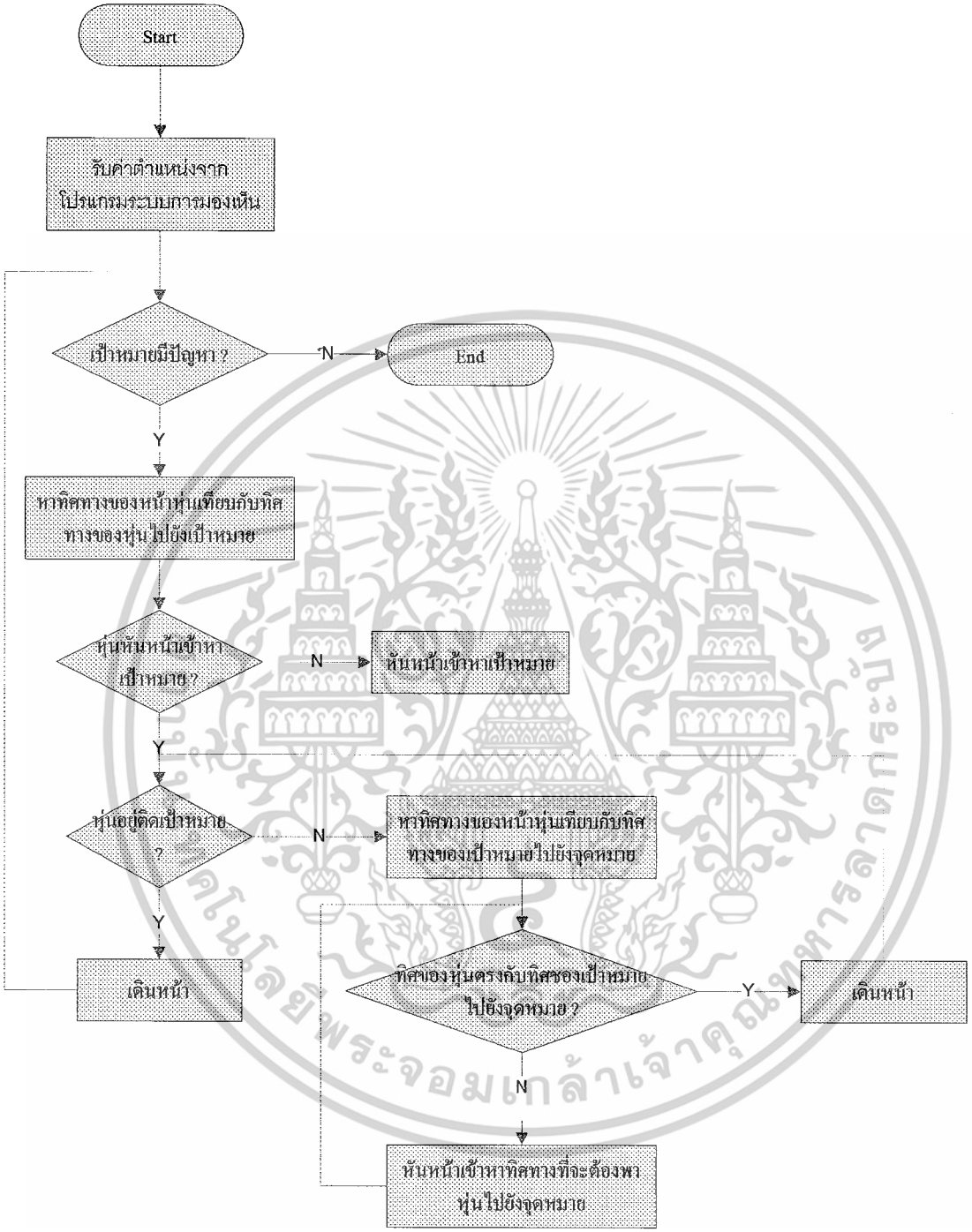
1. ในไบต์แรกจะระบุค่าของ ไอดีหุ่นยนต์ว่าเป็นหุ่นยนต์คัวไหน เช่น รหัส 1, รหัส 2
2. ไบต์ที่ 2 ใน 4 บิตแรก จะเป็นค่าของความเร็วล้อขวา และ 4 บิตต่อมาเป็นค่าความเร็วล้อซ้าย
3. ไบต์ที่ 3 เป็นไบต์สำหรับทำการตรวจสอบ

ไบต์ รหัส	ค่าความเร็วล้อขวา	ค่าความเร็วล้อซ้าย	ไบต์ ตรวจสอบ
8 บิต	4 บิต	4 บิต	8 บิต



รูปที่ 3- 6 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

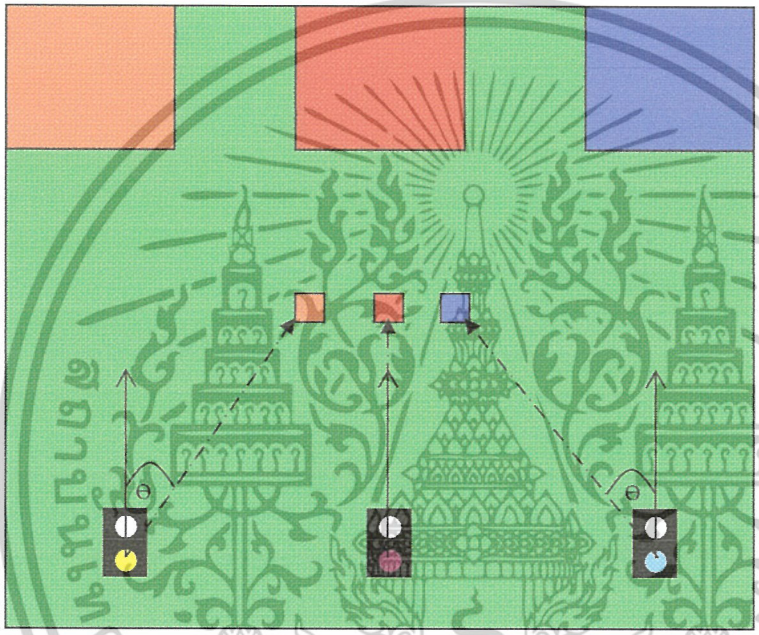


รูปที่ 3-7 โครงสร้างการทำงานของหุ่นยนต์แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงสร้างการทำงานของหุ่นยนต์ที่เห็นนั้นจะมีลักาณะการทำงานที่เห็นได้ว่าจะมีขั้นตอนการพิจารณาในการทำงานดังต่อไปนี้

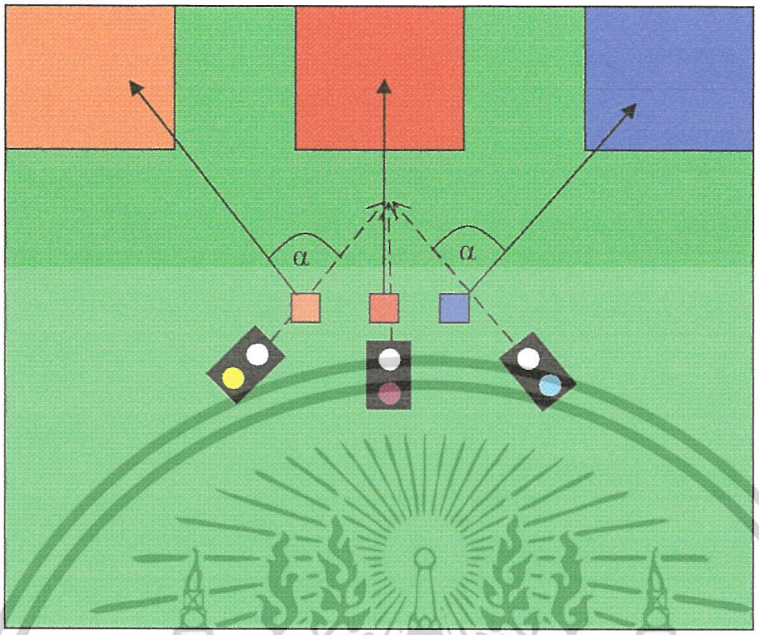
1. เมื่อหุ่นยนต์ทำการรับค่าตำแหน่งเรียบร้อย ก็จะทำการค้นทิศทางจากหุ่นยนต์เพื่อไปยังวัตถุที่ต้องการค้นหา โดยเทียบกับทิศทางของหุ่นยนต์กับวัตถุ



รูปที่ 3-8 การหาทิศทางของหน้าหุ่น โดยเทียบกับทิศทางของหุ่นกับวัตถุ

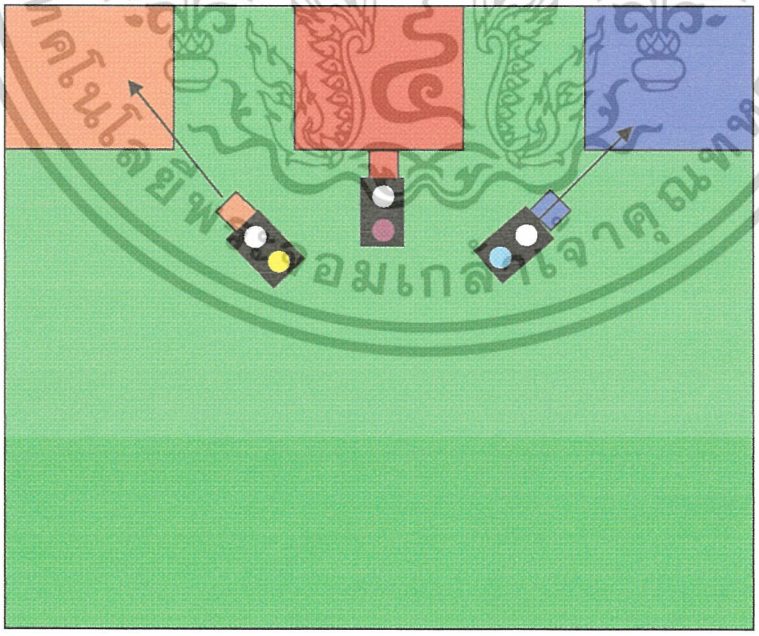
2. จากนั้นเมื่อหุ่นยนต์กำลังวิ่งเข้าไปทำงาน จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์กับวัตถุได้แสดงทิศทางที่เป็นลักษณะของมุมออกมา โดยจะเป็นมมที่เกิดจากการตัดระหว่างระนาบของวัตถุกับหุ่นไปยังพื้นที่เป้าหมายที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-9 การหาทิศทางปัจจุบันของหุ่นเทียบกับทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุ

3. ทำการเคลื่อนย้ายวัตถุเข้าไปในพื้นที่ที่ต้องการ ดังแสดงให้เห็นได้ในรูปที่ 3-10



รูปที่ 3-10 การนำวัตถุเข้าไปเก็บยังพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

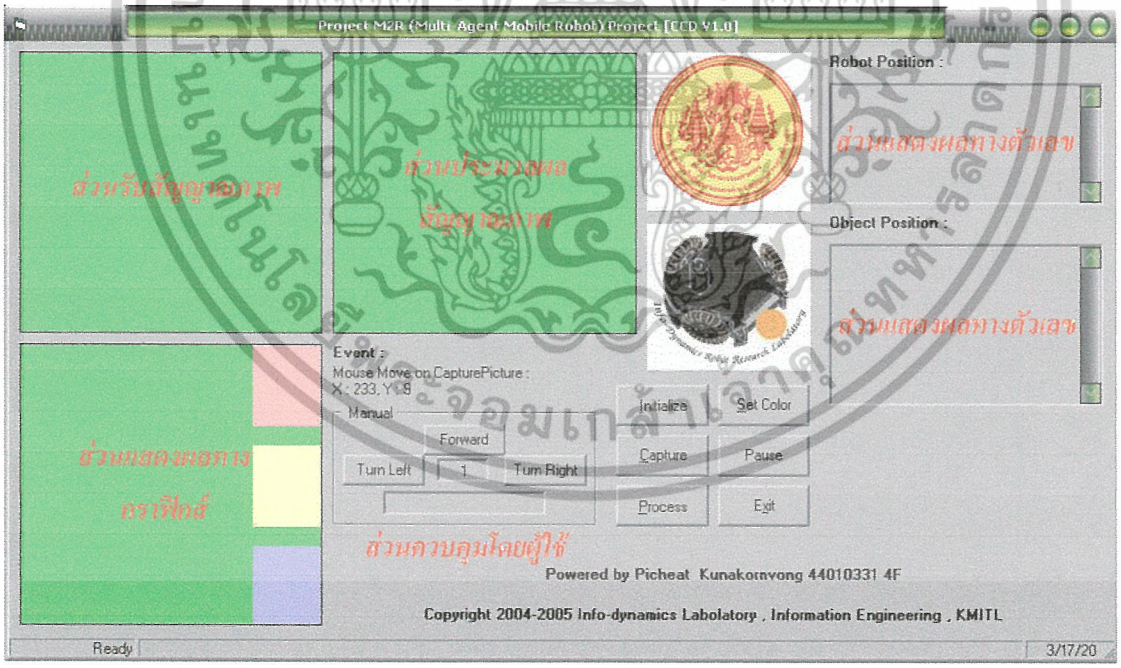
3.3.2 การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานโปรแกรม

ส่วนติดต่อผู้ใช้ของโปรแกรมมีองค์ประกอบดังนี้

1. ส่วนรับสัญญาณภาพจากกล้องวิดีโอ
2. ส่วนประมวลผลสัญญาณภาพที่รับจากกล้องวิดีโอ
3. ส่วนแสดงผลจากการประมวลผล จะประกอบด้วย
    1. แสดงผลทางกราฟิกส์
    2. แสดงผลทางตัวเลข
4. ส่วนควบคุมหุ่นยนต์โดยผู้ใช้

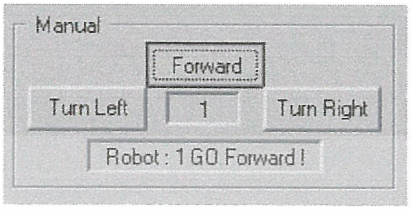
สำหรับฟังก์ชันการใช้งานหลัก ๆ มีดังนี้

1. การประมวลผลภาพเพื่อทำการหาตำแหน่งของวัตถุ และ หุ่นยนต์
2. การตั้งค่าสำหรับการประมวลผลภาพ
3. การควบคุมจากผู้ใช้งาน
4. การทำงานแบบอัตโนมัติ (โดยวิธีการแบบระบบกฎพื้นฐาน)



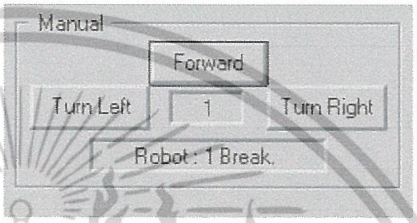
รูปที่ 3-11 หน้าจอส่วนติดต่อผู้ใช้

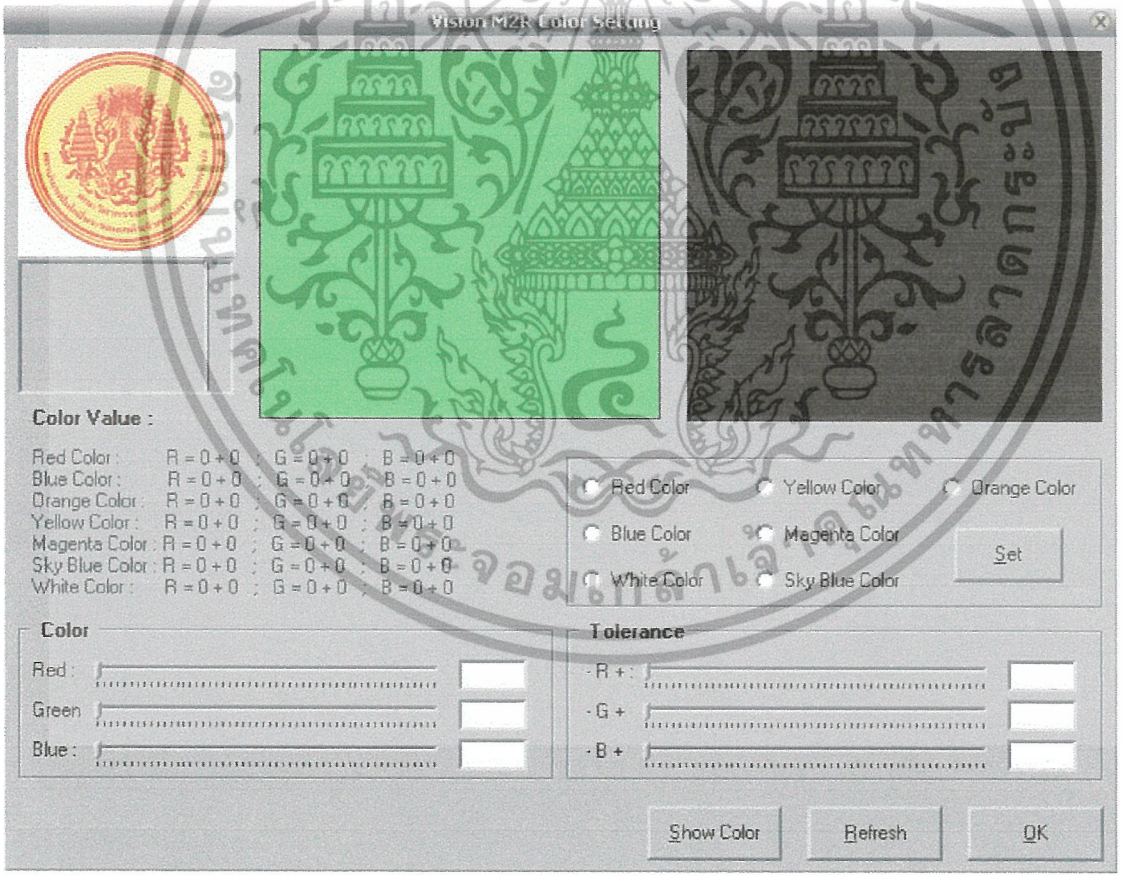
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-12 การทำงาน เมื่อทำการกดที่ปุ่ม Forward

รูปที่ 3-13 การทำงาน เมื่อปล่อยปุ่ม Forward





รูปที่ 3-14 หน้าจอตั้งค่า สำหรับการประมวลผลภาพ

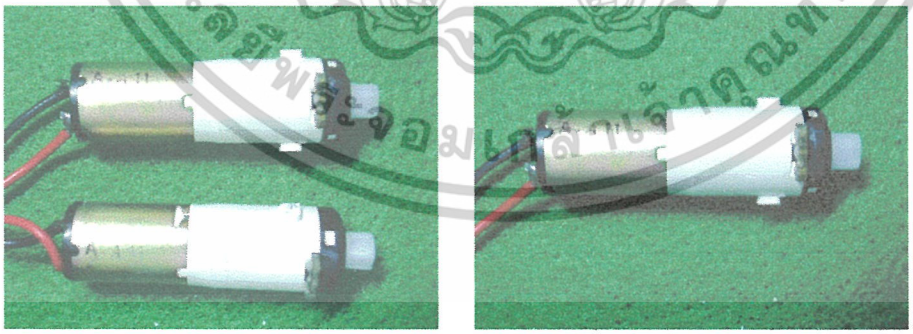
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. โครงหุ่นยนต์ขนาด 7.5 * 7.5 * 7.5 เซนติเมตร
3. ดีซีมอเตอร์
4. ชุดเครื่องรับ – ส่ง สัญญาณวิทยุ
5. วงจรควบคุม และรับส่งสัญญาณ พร้อมวงจรขับมอเตอร์

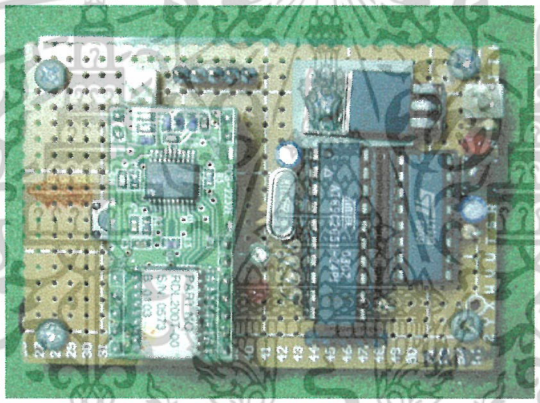
รูปที่ 3-15 โครงหุ่นยนต์



รูปที่ 3-16 ดีซีมอเตอร์ที่ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-17 ชุดเครื่องรับ- ส่งสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 3-18 วงจรควบคุม และรับส่งสัญญาณพร้อมวงจรขับมอเตอร์

เมื่อทำการสร้างวงจร และตัวหุ่นยนต์เรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปเป็นการทดลองการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ด้วยการทำงานแบบโดดเดี่ยว และการทำงานแบบมัลติเอเยนต์โดยแบล็คบอร์ด เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทที่ 4 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลลัพธ์

ในบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนในการทำการทดลองการควบคุมมอเตอร์ด้วยพัลส์วิดท์มอดและการประมวลผลภาพจากล้องวงจรปิดเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ โดยมีขั้นตอนในการสร้างพัลส์ดังนี้

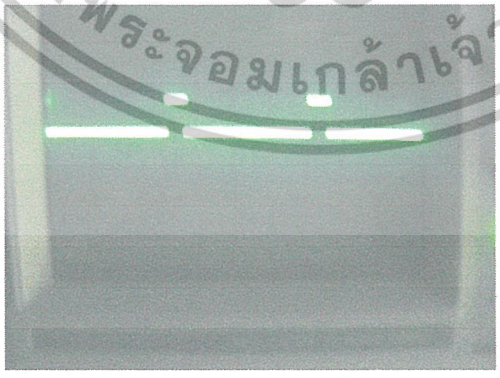
4.1 การทดลองการควบคุมมอเตอร์ด้วยพัลส์วิดท์มอด

โดยมีขั้นตอนในการสร้างพัลส์ดังนี้

- สร้างพัลส์ขนาด 500 เฮิร์ตเป็นพัลส์อ้างอิงคาบของพัลส์วิดท์มอด
- สร้างพัลส์ความถี่สูงขนาด 3 เมกกะเฮิร์ตเพื่อใช้แบ่งความกว้างของพัลส์วิดท์มอด
- รับข้อมูลกำหนดความกว้างพัลส์วิดท์มอดจากโปรแกรมแอพพลิเคชั่น
- สร้างพัลส์วิดท์มอดจากข้อมูลที่ได้รับมาโดยการนับจำนวนพัลส์ความถี่สูง

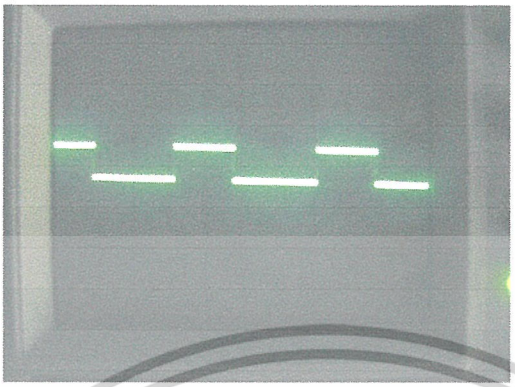
ซึ่งผลที่ได้เป็นดังต่อไปนี้

การทดลองนี้จะใช้การส่งข้อมูลควบคุมการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านพอร์ตอนุกรมและวัดสัญญาณที่ได้จากการสร้างพัลส์โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้นซึ่งได้ผลดังรูปที่ 4-1 ถึง 4-3 แสดงสัญญาณที่สร้างได้จากการแบ่งความเร็ว 3 ระดับจากการทดลองจะพบว่าสามารถควบคุมสร้างพัลส์จากโปรแกรมแอพพลิเคชั่นได้ตามต้องการ

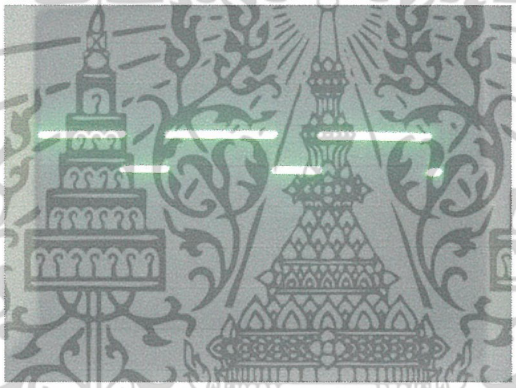


รูปที่ 4-1 สัญญาณความเร็วระดับที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-2 สัญญาณความเร็วระดับที่ 2



รูปที่ 4-3 สัญญาณความเร็วระดับที่ 3

สำหรับในการทดลองกับอุปกรณ์จริงในนี้ใช้ไอซี L293D ในการขับกระแสไปยังมอเตอร์ โดยคุณสมบัติของไอซี L293D เป็นดังนี้

กรณี	อินพุท 1	อินพุท 2	ผล
1	0	0	มอเตอร์ไม่หมุน
2	0	1	มอเตอร์หมุนซ้าย
3	1	0	มอเตอร์หมุนขวา
4	1	1	มอเตอร์ไม่หมุน

ตารางที่ 4-1 คุณสมบัติ L293D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้รับอินพุทที่ขาอินพุทเป็นไปตามกรณีที่ 1 และ 4 ไอซีL293D จะไม่ทำการขับกระแสออกและเมื่อได้รับอินพุทเป็นไปตามกรณีที่ 2 และ 3 ไอซี L293D จะทำการขับกระแสส่งไปยังมอเตอร์ให้หมุนไปทางใดทางหนึ่ง

ในการทดลองได้กำหนดให้ค่าอินพุทที่ขาใดขาหนึ่งเป็นลอจิก "1" และรับค่าพัลส์วิดท์มอดจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อีกขาหนึ่งจะเห็นว่าถ้าพัลส์วิดท์มอดที่รับมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าลอจิก "0" แคบไอซี L293D จะขับกระแสส่งไปยังมอเตอร์ในช่วงเวลาที่สั้นจึงทำให้มอเตอร์หมุนช้า ในทางกลับกันหากพัลส์วิทด์มอดที่ได้รับมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่าลอจิก "0" กว้างไอซี L293D ก็จะขับกระแสส่งไปยังมอเตอร์ในช่วงเวลาที่ยาวทำให้มอเตอร์หมุนได้เร็วขึ้น เราจึงสามารถควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้จากสัญญาณพัลส์วิดท์มอด

ถ้ากำหนดค่าอินพุทที่ขาใดขาหนึ่งเป็นลอจิก "0" และรับค่าพัลส์วิดท์มอดจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อีกขาหนึ่งผลที่ได้จะกลับกัน

4.2 การประมวลผลภาพจากกล้องวงจรปิด

1. จัดสนามจำลองขนาดประมาณ 100 x 120 ตารางเซนติเมตร และทำการติดตั้งกล้องให้มีความสูงจากพื้นสนามระยะ150 เซนติเมตร ที่ใช้ในการทดลอง โดยการจัดตำแหน่งกำหนดกล้องให้จับภาพจากด้านบน (Top view)

รูปที่ 4-4 สนามที่ใช้ในการทดลอง

2. รับภาพเป็นเฟรมวิดีโอจากกล้องวงจรปิด จากนั้นนำค่าที่ได้จากภาพซึ่งเป็นค่าของสีในแต่ละตำแหน่งของภาพ มาทำการเปรียบเทียบเข้ากับ ช่วงของค่าสีที่ต้องการ

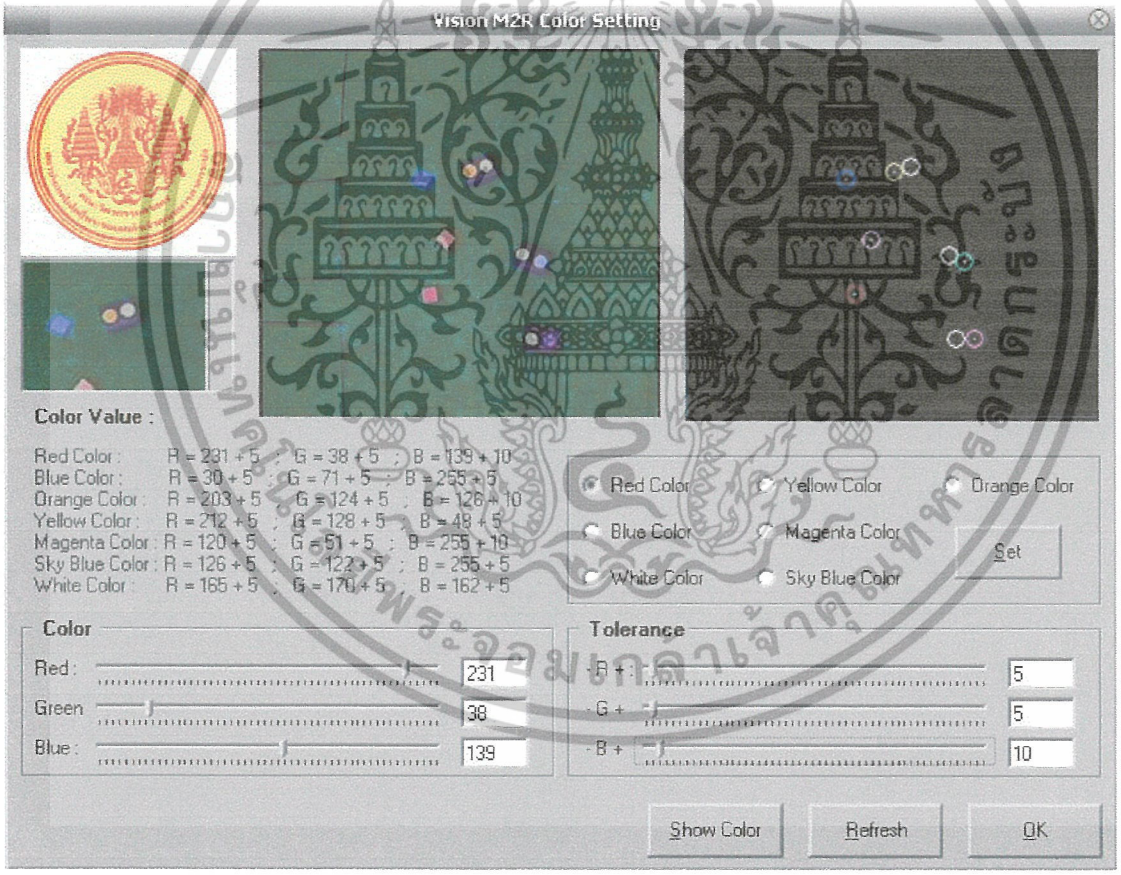
3. หากค่าสีที่ได้รับมีค่าอยู่ภายในช่วงที่กำหนดก็จะแทนค่าสีนั้นด้วยค่าที่กำหนดและเก็บเข้าอาร์เรย์ภาพ แต่หากค่านั้นไม่อยู่ในช่วงที่ต้องการก็จะแทนค่าสีนั้นด้วย ค่า 0 ในอาร์เรย์ภาพ โดยกำหนดอาร์เรย์ 2 มิติ ขนาดเท่าขนาดภาพที่รับมาจากกล้อง

4. หลังจากนั้นจะทำการพิจารณาค่าในอาร์เรย์ภาพเพื่อทำการประมวลผลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการประมวลผลภาพ

1. เริ่มต้นจากการรับค่าสีของแต่ละพิกเซลในรูปมา
2. ทำการเปรียบเทียบและปรับแต่งค่าสีของรูป ซึ่งสามารถทำได้โดยการทำการกำหนดช่วงของค่าสี และจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้ทำการปรับแต่งเรียบร้อย จะนำไปทำการคำนวณหาตำแหน่งของวัตถุ
3. หลังจากนั้นทำการหาค่าของตำแหน่งของวัตถุต่างๆ จากสีของวัตถุ โดยการหาทำได้จากการพิจารณากลุ่มของสีซึ่งได้ถูกเก็บในอาร์เรย์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นอาร์เรย์ที่แสดงถึงตำแหน่งบนพื้นสนามที่ใช้ในการทดลอง
4. ทำการส่งค่าตำแหน่งต่างๆไปให้โปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ทำงานต่อไป



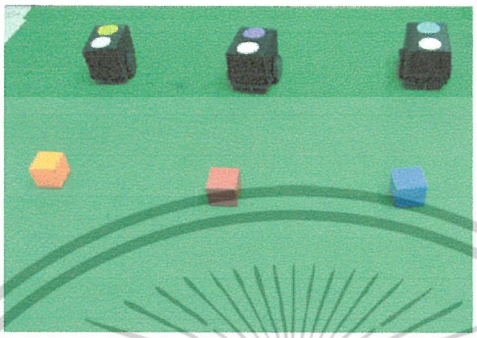
รูปที่ 4-5 การปรับช่วงของสีเพื่อใช้ในการประมวลผล

เมื่อทำการประมวลผลภาพเสร็จ จากนั้นจะเป็นการทำงานในส่วนขององการเคลื่อนที่ เมื่อได้รับค่าสั่งให้เริ่มทำงาน จะเริ่มดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

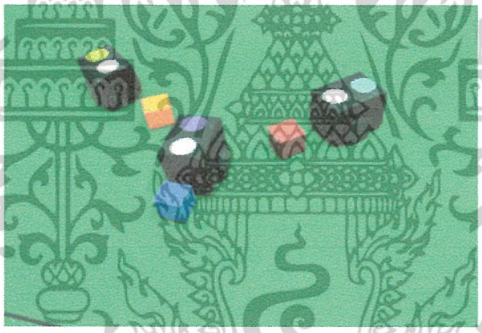
ขั้นตอนการเข้าทำงานของหุ่นยนต์

1. หุ่นยนต์จะได้รับค่าตำแหน่งของวัตถุ



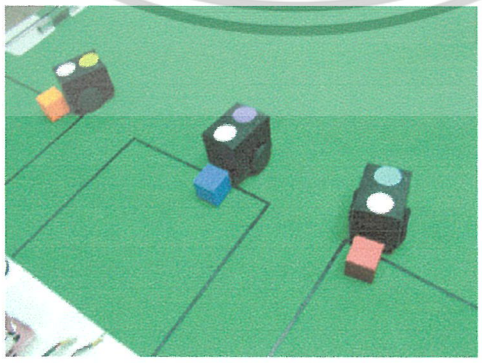
รูปที่ 4-6 การเริ่มต้นก่อนได้รับค่า

2. เคลื่อนที่ไปยังวัตถุนั้น เมื่อทำการประมวลเสร็จแล้ว ต้องไปทำการเคลื่อนย้ายวัตถุที่ตำแหน่งใด



รูปที่ 4-7 การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

3. นำวัตถุนั้นไปยังเป้าหมายที่ต้องการ



รูปที่ 4-8 การนำไปเก็บยังเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาการออกแบบระบบการควบคุมหุ่นยนต์เพื่อนำหุ่นยนต์มาใช้อำนวยความสะดวกในการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะสามารถประหยัดเวลาได้มากกว่าเดิม โดยการศึกษาจะเริ่มจากการศึกษาถึงความต้องการของระบบที่คาดว่าจะสามารถนำหุ่นยนต์ไปใช้งานได้ จากนั้นทำการออกแบบระบบโดยรวม ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังนี้

1. ส่วนของการออกแบบวงจรที่จะใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์
2. ส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์
3. ส่วนของโปรแกรมสั่งงานระบบอัตโนมัติจากคอมพิวเตอร์

ซึ่งผลที่คาดว่าจะได้รับก็คือระบบการทำงานแบบมัลติเอเยนต์สามารถทำให้งานเสร็จได้เร็วกว่าระบบเดิมที่มีการใช้งานอยู่

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 อุปกรณ์

จากการศึกษา และทดสอบอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในงานทำให้ทราบว่ามอเตอร์ที่นำมาใช้งานนั้นไม่ว่าจะมีคุณภาพสูงเท่าไรก็ตามก็ยังคงมีค่าความผิดพลาดไม่มากก็น้อยทำให้มอเตอร์แต่ละตัวที่นำมาใช้งานต้องมีการปรับแต่งการขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์สามารถทำงานได้เท่าเทียมกันที่สุด

การปรับแต่งการขับเคลื่อนได้นำการควบคุมมอเตอร์แบบจ่ายพัลส์ควบคุมซึ่งมีผลการทดลองดังกล่าวมาข้างต้น โดยจะเห็นว่าสามารถปรับการจ่ายพัลส์เพื่อควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้ ซึ่งทำให้มอเตอร์แต่ละตัวหมุนได้ด้วยความเร็วที่เท่ากันแม้ว่ามอเตรอ์จะมีค่าความผิดพลาดไม่เท่ากันก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2. โปรแกรมระบบการมองเห็น

ในโครงงานนี้เลือกใช้งานระบบการมองเห็นแทนการใช้งานเซ็นเซอร์แบบต่าง ๆ โดยคาดว่าจะให้ผลการทำงานที่ดีกว่าระบบเซ็นเซอร์แบบอื่น ๆ และทำให้การทำงานของระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ระบบการมองเห็นในโครงงานนี้ใช้รูปแบบการตรวจสอบสีของวัตถุ ซึ่งผลจากการทดลองด้วยกล้องวีดีโอวงจรปิดนั้นให้ผลดีในระดับหนึ่ง แต่เมื่อทดสอบกับกล้องระบบอื่น ๆ เช่นกล้องที่มีความละเอียดสูงกว่า หรือมีคุณภาพด้านอื่น ๆ ที่ดีกว่าก็จะให้ผลที่ดีกว่า จึงสามารถสรุปได้ว่าคุณภาพของกล้องที่นำมาใช้ในระบบการมองเห็นนั้นก็มีส่วนสำคัญ ในการทำงานเช่นกัน

5.1.3. โปรแกรมสั่งงานระบบอัตโนมัติจากคอมพิวเตอร์

จากการทดลองสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ด้วยอัลกอริทึ่มแบบกฎพื้นฐานให้ผลการทดลองที่ดีในระดับหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจากการศึกาเพิ่มเติมทำให้ทราบว่าอัลกอริทึ่มในการสั่งงานหุ่นยนต์นั้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ระบบมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสามารถสรุปได้ว่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้งาน ระบบเซ็นเซอร์ (ระบบการมองเห็น) รวมไปถึงอัลกอริทึ่มในการสั่งงานล้วนแล้วแต่มีผลให้ประสิทธิภาพของระบบสูงขึ้น หรือต่ำลงได้ และหากขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไประบบก็จะขาดประสิทธิภาพได้

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลองและการแก้ไข

จากการทดลองนั้นได้พบปัญหาหลายประการ โดยปัญหาหลัก ๆ จะเกิดจากอุปกรณ์ที่เลือกใช้มีคุณภาพต่ำเนื่องจากขาดเงินทุน ในการพัฒนาโครงงาน

5.2.1 ปัญหาจากการใช้งานมอเตอร์

ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่ามอเตอร์แต่ละตัวนั้นมีค่าความผิดพลาดไม่เท่ากันจึงทำให้การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ไม่ตรงตามที่ต้องการ

การแก้ไขได้ทำการควบคุมมอเตอร์แต่ละตัวให้มีความเร็วเท่ากันโดยการสร้างสัญญาณพัลส์จ่ายให้มอเตอร์เพื่อควบคุมความเร็ว

5.2.2 ปัญหาจากการส่งสัญญาณแบบไร้สายผ่านโมดูลรับส่ง

การส่งสัญญาณแบบไร้สายก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่พบในการทดลองซึ่งในการทดลองสั่งงานหุ่นยนต์บางครั้งหุ่นยนต์ไม่สามารถรับคำสั่งได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ซึ่งเกิดจากการสูญหายของข้อมูลระหว่างการส่งสัญญาณทำให้มีการทำงานที่ผิดพลาดเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแก้ไข ได้ทำการสร้างโปรโตคอลที่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งงานมอเตอร์ และให้โปรแกรมทำการส่งคำสั่งซ้ำออกไปทุก ๆ ช่วงเวลา 50 ไมโครวินาที

5.2.3 ปัญหาจากระบบการมองเห็น

ในส่วนของระบบการมองเห็นนั้นสามารถแยกปัญหาหลัก ๆ ได้ สองประการ คือ

1. ปัญหาจากกล้องวงจรปิด
2. ปัญหาจากสภาพแสงในพื้นที่ทดลอง

ปัญหาจากกล้องวงจรปิดนั้นเกิดจากคุณภาพของกล้องวงจรปิดเอง ซึ่งการแก้ไขเบื้องต้นสามารถทำได้โดยปรับคุณภาพของภาพที่ได้รับมาก่อนการประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือ ทำการเปลี่ยนกล้องจากกล้องวงจรปิดธรรมดา เป็นกล้องที่มีคุณภาพสูงขึ้น ซึ่งก็จะต้องใช้งบประมาณที่สูงขึ้น

ปัญหาจากสภาพแสงในพื้นที่ทดลองก็เป็นอีกปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นกับการทำงานของโปรแกรมระบบการมองเห็น ซึ่งหากแสงในพื้นที่ทดลองไม่เพียงพอก็อาจจะมองไม่เห็นสีของวัตถุที่ต้องการและจะทำให้การแปลงข้อมูลสีให้อยู่ในระบบการแสดงผลของคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำการแปลงข้อมูลเป็นตัวเลขขนาด 3 ไบต์ นั้นแปลงข้อมูลสีที่แตกต่างกันออกมาได้ค่าเท่ากันและจะทำให้การตรวจสอบทางสีไม่สามารถทำได้

การแก้ไข ได้ทดลองทำการติดแสงสว่างเพิ่มเติมในพื้นที่ทดลองเพื่อให้กล้องได้รับแสงสะท้อนจากวัตถุมากขึ้น และทำให้กล้องสามารถตรวจจับสีได้ดีขึ้น

5.3 แนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไป

จากแนวทางการทดลอง กับการที่ได้ทำการศึกษา จะทำให้สามารถคาดเดาได้ว่า การทำงานแบบมัลติเอเยนต์ นั้นจะทำให้ได้งานที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าการควบคุมการทำงาน แบบโดดเดี่ยว ซึ่งการทำงานลักษณะดังกล่าวข้างต้นจะเป็นที่นิยมมากกว่าด้วยเนื่องจากประสิทธิภาพที่สูงกว่า

โดยการพัฒนาสามารถพัฒนาได้ทั้งการเลือกใช้งานอุปกรณ์ที่ดีขึ้น การปรับปรุงระบบการควบคุมมอเตอร์ การเลือกใช้กล้องที่มีคุณภาพสูงขึ้น หรือแม้กระทั่งการพัฒนาอัลกอริทึมในการสั่งงานหุ่นยนต์โดยสามารถดูรายละเอียดของระบบการควบคุมแบบต่าง ๆ และอัลกอริทึมได้ในภาคผนวก ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] M. Occello, M.C. Thomas, *"A new Approach for process Control"*:,250 Rue Albert Einstein, Sophia Antipolis, 06560 Valbonne, FRANCE

[2] www.nasa.gov/centers/dryden/pdf/88275main_H-1859.pdf (control)

[3] www.cg.tuwien.ac.at/courses/CG/ slides_2002/15_Color_Models_&_Color_Apps.pdf (color)

[4] www.eecs.wsu.edu/~cs445/Lecture_15.pdf (color)

[5] www.userfs.cec.wustl.edu/~cse452/lectures/Color2004.4pp.pdf (color)

[6] www.rmav.arauc.br/pdf/spf.pdf (path finding)

[7] R. Engelmore and T. Morgan, *"Blackboard Systems"*, Addison-Wesley Publishing Company, 1988.

[8] http://www.blanchard.demon.co.uk/ Family_History.htm

[9] http://www.whyhere.net/photos/koala.jpg

[10] L.K.Wong แหล่งที่มา http://www.eie.polyu.edu.hk~enkinhdPID.pdf.

[11] M.-J. Jung, H.-S. Kim, H.-S. Shim and J.-H. Kim, *"Fuzzy Rule Extraction for Shooting Action Controller of Soccer Robot,"*, in Proc. IEEE Int. Fuzzy Systems Conference, Seoul, Korea, pp. 556 - 561, Aug. 1999.

[12] http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/sbaa/report.fuzzysets.html

[13] เกรียงไกร กัณฐโรจน์ , ไพโรจน์ ปกสุข , เสกสรรค์ แร่ทอง , *"ซอฟท์แวร์เลือกค่าพารามิเตอร์ของระบบควบคุมแบบ PID และฟัซซี่"* , ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม , คณะวิศวกรรมศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[14] http://www.engineeringtoolbox.com/32_499.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. ปัญญาประดิษฐ์ (AI : Artificial Intelligent)

ในโครงงานนี้จะกล่าวถึงปัญญาประดิษฐ์ที่เรียกว่า ระบบแบล็กบอร์ด(Blackboard) หรือ ระบบมัลติเอเยนต์ (Multi-Agent System)

2. นิยามของระบบแบล็กบอร์ด

ผู้อ่านจะเห็นถึงความแตกต่างที่ผู้เขียนจะให้ความแตกต่างของเทคนิคต่างๆซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงปรากฏการณ์ใหม่ของการค้นคว้า เช่น ระบบแบล็กบอร์ด (blackboard system), รูปแบบแบล็กบอร์ด (blackboard model), สถาปัตยกรรมแบล็กบอร์ด (blackboard architecture), รูปแบบการทำงานแบล็กบอร์ด (blackboard framework) และ เชลล์แบล็กบอร์ด (blackboard shell) ซึ่งเคยถูกใช้ในการทดลอง โดยมีผู้เขียนคนหนึ่งใช้ในทางสถาปัตยกรรม ซึ่งอาจจะคล้ายกับในรูปแบบของงาน

- ระบบแบล็กบอร์ดเป็นระบบที่ครอบคลุมแอพพลิเคชั่น (application) และ รูปแบบการทำงาน (framework)
- รูปแบบแบล็กบอร์ดเป็นรูปแบบในการแก้ปัญหาทั่วไป
- รูปแบบการทำงานแบล็กบอร์ดจะเป็นส่วนประกอบเฉพาะของ รูปแบบแบล็กบอร์ดหรือการทำให้สำเร็จเฉพาะ เช่น AGE เป็นกลุ่มของทางเลือกที่ใช้ในการจัดการรูปแบบแบล็กบอร์ด
- แบล็กบอร์ดแอพพลิเคชั่น (Blackboard application) เป็นระบบการแก้ปัญหาซึ่งเป็นปัญหาปกติ เช่น ความเข้าใจทางคำพูด, แผนการบรรลุเป้าหมาย, การประมวลผลในฉากที่มองเห็น ในช่วงแรกจะทำการพัฒนาในทางภาษาโปรแกรม เช่น LISP ซึ่งในปัจจุบันนี้แบล็กบอร์ดแอพพลิเคชั่นถูกพัฒนามาจากรูปแบบการทำงานแบล็กบอร์ด
- สถาปัตยกรรมแบล็กบอร์ด เป็นวิธีที่อ้างถึงการออกแบบ ระบบแบล็กบอร์ด
- เชลล์แบล็กบอร์ดมีลักษณะคล้ายกับรูปแบบการทำงานแบล็กบอร์ด

จากการแนะนำข้างต้นนี้ เพื่อจะอธิบายถึง ระบบแบล็กบอร์ดซึ่งสามารถมองได้ 3 ระดับ ในระดับแรก แบล็กบอร์ดแอพพลิเคชั่นเช่น โปรแกรมที่ใช้แก้ปัญหาจริง ต่อมาคือ รูปแบบการทำงานแบล็กบอร์ด ใช้ทำงานแทนระหว่างระดับ และ รูปแบบแบล็กบอร์ดเป็นส่วนที่สำคัญสุดและใช้อธิบายหลักทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. รูปแบบแบล็กบอร์ด

รูปแบบการแก้ไขปัญหา จะเป็นแผนภูมิที่จัดลำดับของเหตุผลของปัญหา และความรู้หลักจะสร้างทางแก้ปัญหา ตัวอย่าง เช่น รูปแบบการคิดเหตุผลย้อนกลับ (backward-reasoning model) การแก้ปัญหาจะเริ่มจากการคิดย้อนกลับจากเป้าหมายไปยังจุดเริ่มต้น ความรู้ที่ใช้จัดการแก้ไข เช่น "if-then" และ ขั้นตอนความคิดทางตรรกะ วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ MYCIN Program ส่วนรูปแบบการคิดไปข้างหน้า (forward-reasoning model) จะพัฒนาจากจุดเริ่มต้นไปเป้าหมาย ซึ่งรูปแบบการหาเหตุผลทางโอกาส เป็นการรวมเอาทั้ง 2 แบบมาใช้โดยเลือกที่ดีที่สุดในโอกาสที่จะใช้ในแต่ละทาง ส่วนการแก้ปัญหาส่วนกลางเกี่ยวกับคำถามรูปแบบของปัญหาจะให้ข้อคิดเกี่ยวกับรูปแบบการทำงานและกลวิธีในการประยุกต์

รูปแบบแบล็กบอร์ด เป็นการแก้ปัญหา ที่ซับซ้อนโดยจะอธิบายเกี่ยวกับความรู้และข้อมูล รูปแบบมาตรฐานของการคิดคำนวณจะประกอบด้วย โปรแกรม (program) การทำงานบนฐานข้อมูลโดย โปรแกรม จะประกอบด้วยกลุ่มของขั้นตอนและระบบควบคุมการสั่งงาน ความรู้ในการแก้ปัญหาจะถูกรวบรวมในขั้นตอนและโครงสร้างการควบคุม

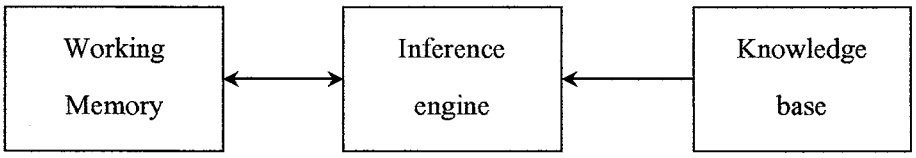
รูปแบบที่สอง (Second model) เป็นโครงสร้างระบบที่ได้รับการพัฒนาแล้ว จะอธิบายโดย MYCIN แสดงให้เห็นว่า อินพุตที่เข้าไปในระบบและเอาต์พุตจะถูกเก็บในหน่วยความจำ ซึ่งส่วนประกอบต่างๆจะถูกใช้จากพลังงานจากความรู้ในฐานความรู้เป็นที่ที่เก็บหน่วยความจำ (อ่านและเขียน) จุดเด่นของรูปแบบจะแยกความรู้จากสิ่งที่อยู่ในหน่วยความจำจะถูกใช้งานโดยหน่วยทำงาน (Inference Engine) ในลักษณะการเชื่อมระหว่างหน่วยความจำกับฐานความรู้โดยดึงเอาสมมุติฐานใหม่ที่กำลังทำงานอยู่เข้าไปเทียบกับฐานความรู้เดิมเพื่อที่จะหาวิธีการทำงาน อย่างไรก็ตาม รูปแบบก็มีข้อบกพร่อง 2 อย่าง

(1) ระบบควบคุมแอพพลิเคชั่นของความรู้ จะซับซ้อนมากในทางโครงสร้าง

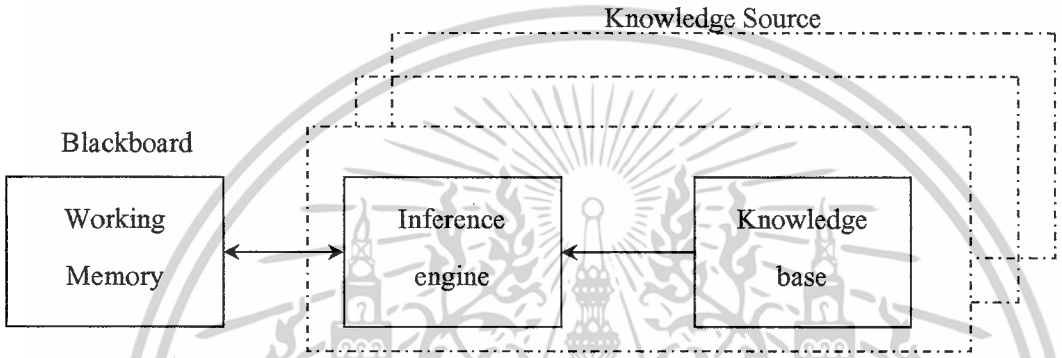
(2) ฐานความรู้ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับหน่วยการทำงาน ซึ่งจะยากต่อก็การทำงานโดยตรงเมื่อต้องใช้เป็นตัวเชื่อมในการทำงาน

สามารถมอง รูปแบบแบล็กบอร์ดในการพัฒนาที่จะหาจุดอ่อนของระบบ ช่วงแรกจะเรียนรู้ถึงแต่ละส่วนและก็แยกหน่วยการทำงานออกจากแต่ละส่วนๆ แต่ในปัจจุบันไม่ต้องแยกส่วนต่างออกโดยใช้การแทนที่วิธีเดิมแทน ในการติดต่อระหว่างส่วนจะใช้ได้เพียงอ่านและเขียน ในหน่วยความจำเฉพาะส่วนอื่นที่ยอมรับได้เท่านั้นและภายในหน่วยความจำจะถูกบรรจุในขอบเขตที่มีข้อมูลแตกต่างกัน อธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โครงสร้างพื้นฐานของ แบล็กบอร์ด



ตัวอย่างของรูปแบบแบล็กบอร์ดพื้นฐาน

รูปแบบแบล็กบอร์ดประกอบด้วย 2 ส่วน อธิบายดังนี้

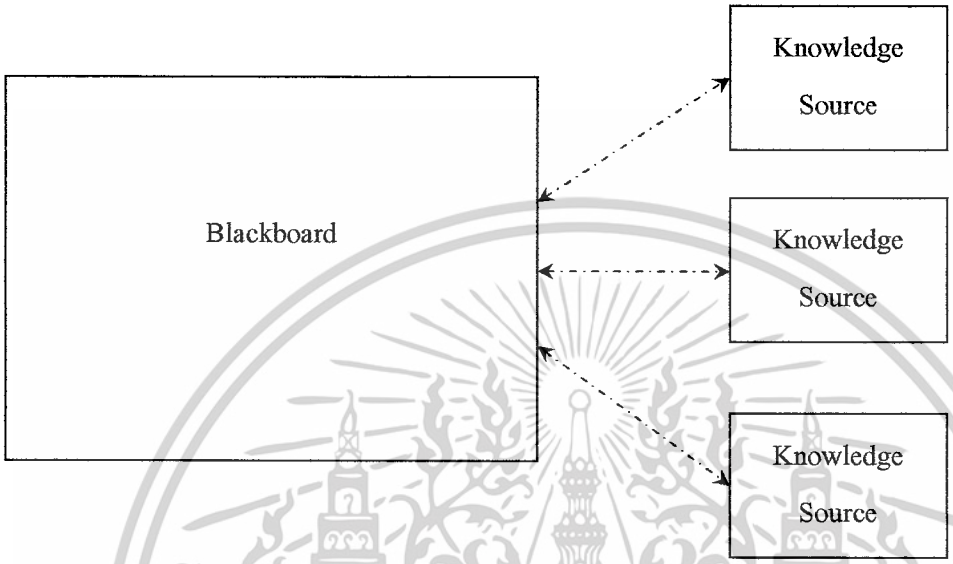
(1) แหล่งความรู้(knowledge source) การเรียนรู้ถูกใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละส่วน

(2)โครงสร้างข้อมูลแบล็กบอร์ด (blackboard data structure) สถานะ การแก้ปัญหาจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล แหล่งข้อมูลจะให้การเปลี่ยนเป็นแบล็กบอร์ดในการแก้ปัญหาเพิ่มขึ้น การทำงานระหว่างทั้ง 2 จะทำผ่านแบล็กบอร์ดเพียงที่เดียว

โดยจะไม่มีส่วนประกอบควบคุมเฉพาะใน รูปแบบแบล็กบอร์ดรูปแบบง่ายๆจะใช้แก้ปัญหาพฤติกรรมทั่วไปในการควบคุมสามารถทำได้ในแหล่งความรู้บนแบล็กบอร์ด, ในส่วนย่อยที่แยกเอาไว้ สำหรับส่วนประกอบควบคุมในแบบของแบล็กบอร์ด (blackboard frame) จะอธิบายต่อไป

การแก้ปัญหาในรูปแบบแบล็กบอร์ดเป็นโครงสร้างระดับสูง โดยใช้แก้ปัญหาที่เป็นโอกาสเฉพาะ และรูปแบบแบล็กบอร์ดจะกำหนดให้มีความรู้หลัก (domain knowledge) และ อินพุตทั้งหมด และปัญหาบางส่วนที่ต้องการแก้ สามารถอ้างถึงส่วนที่เป็นไปได้และปัญหาทั้งหมดที่ใช้การแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแบบแบล็กบอร์ด จะมีฐานข้อมูลหลัก เรียกว่า แบล็กบอร์ด แล้วจะมีส่วนย่อยที่เป็นอิสระ เรียกว่า แหล่งความรู้ โดยแหล่งความรู้จะเป็นควบคุมตัวแบล็กบอร์ด

ในรูปแบบแบล็กบอร์ดเป็นปัญหาพื้นที่ซึ่งจัดเป็นปัญหาหนึ่งหรือมากกว่าขึ้นอยู่กับลำดับขั้น ส่วนเรื่องลำดับขั้นหรือชนิดของลำดับการแก้ปัญหา จะกล่าวในแต่ละระดับในลำดับขั้น และเป็นส่วนเกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะ คำที่อธิบายในความรู้หลักจะถูกแบ่งส่วนเป็นอิสระที่จะเคลื่อนย้ายในแต่ละระดับ ซึ่งในแต่ละลำดับจะมีความคล้ายๆกัน รูปแบบความรู้ (knowledge model) จะแสดงการใช้การเปลี่ยนโดย อัลการิทึม(algorithm) ของแต่ละขั้นหรือ หลักการช่วยแก้ปัญหาในการจัดการหรือตั้งสมมุติฐานเหตุผลในบางโอกาสจะปรับให้จัดการปัญหาพื้นที่และงานเฉพาะนั้น แต่ละส่วนจะช่วยในการปรับกำหนด ในขั้นแรก ผลของการเพิ่มขึ้นของแต่ละปัญหาซึ่งทางเลือกของส่วนความรู้จะเป็นพื้นฐานบนสถานะการแก้ปัญหาบนการดำรงอยู่ของส่วนความรู้สามารถปรับปรุงได้ในแต่ละขั้นของแอพลิเคชั่นความรู้(knowledge application) ไม่ว่าจะใช้ เหตุผลไปข้างหน้า หรือ เหตุผลย้อนกลับ ก็สามารถใช้ได้ วิธีการจัดการที่แตกต่างกันถูกจัดเก็บในหมวดหมู่เหตุผล เช่น เหตุผล, เป้าหมาย, รูปแบบการทำงาน, การคาดคะเน โดยความซับซ้อนที่แตกต่างกันระหว่างวิธีการก็จะใช้ให้วิธีการสามารถพัฒนาในแต่ละขั้นของขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

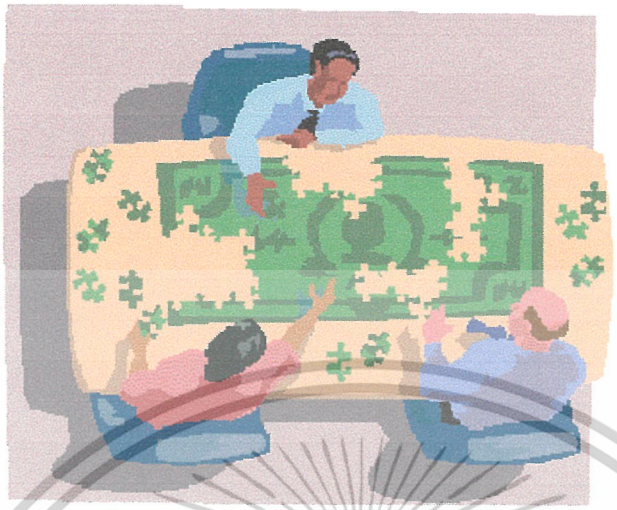
จะเห็นได้ว่าจะยากที่จะอธิบาย รูปแบบแบล็กบอร์ดเนื่องจากเป็นเพียงขอบเขตการจัดการง่ายๆที่ต้องการสร้าง ระบบแบล็กบอร์ด โดยรูปแบบจะไม่ลูกระบุรายละเอียดแน่นอนสำหรับการทำให้เป็นจริง ก็คือสมมุติว่า รูปแบบแบล็กบอร์ด เป็นแนวคิดกว้างๆ ไม่ได้เฉพาะเจาะจง เมื่อให้ปัญหาเข้าไประบบก็จะให้เพียงแนวทางเพื่อจะใช้ในการแก้ไขต่อไป ซึ่งแต่ละแนวทางจะมาจากระบบการทำงาน เพื่อจะได้ออกแบบระบบในรายละเอียด ก่อนที่จะเพิ่มเนื้อหา ต้องการสำรวจและสุรปพฤติกรรมของรูปนั้นก่อน

4. การทดลอง แก้ปัญหาเรื่อง จิกซอว์ และโคล่า

เมื่อต้องการลองแก้ปัญหาของกลุ่มคนที่พยายามต่อจิกซอว์ โดยจินตนาการให้ห้องว่างๆ เป็น แบล็กบอร์ด ขนาดใหญ่ และแต่ละคนก็ถือส่วนจิกซอว์ แต่ละชิ้น แล้วก็เริ่มทำการวางจิกซอว์บน แบล็กบอร์ด โดยแต่ละคนจะเห็นส่วนของตัวเอง และถ้าส่วนของตัวเองเหมาะก็จะต่อได้พอดี และแต่ละคนก็เข้าไปช่วยลงมือวางกันในแบล็กบอร์ด ปัญหานั้นก็จะถูกจัดการได้โดยเร็ว โดย แต่ละคนจะมีความตั้งใจและความรู้ เมื่อชิ้นส่วนของตัวเองถูกต่อเข้าแล้ว จุดเด่นของการร่วมมือกันในการแก้ปัญหาจะช่วยให้งานเสร็จเร็วขึ้น

จากปัญหานี้ แสดงให้เห็นว่าการแก้ปัญหาของแบล็กบอร์ดค่อนข้างได้ผลดี ต่อมาเปลี่ยนห้องให้เป็นเพียงทางเดินระหว่างห้องพอให้คนเดินผ่านเพียงคนเดียวผ่านในแบล็กบอร์ดไม่ให้มากกว่า 1 คน เดินผ่านเข้าไปใน แบล็กบอร์ดในเวลาเดียวกัน โดยจะมีบางคนเห็นคนเดินเข้าและเลือกคนที่เดินผ่าน แบล็กบอร์ดซึ่งในจอมอนิเตอร์จะเห็นคนทั้งหมดจะมีส่วนที่ยกมือขึ้น เพื่อต่อจิกซอว์ และในมอนิเตอร์สามารถเลือกคนได้ 1 คนจากทั้งหมด การเลือกคนนั้นจะใช้ บรรทัดฐานเป็นสิ่งที่ใช้ในการตัดสินใจเลือก ตัวอย่าง เช่น คนที่ยกมือคนแรก ที่มอนิเตอร์ ต้องมีวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา โดยใน มอนิเตอร์สามารถเลือกกลยุทธ์ก่อนการแก้ปัญหาจะเริ่ม หรือสามารถพัฒนากลยุทธ์การแก้ปัญหาให้เริ่มคลี่คลายออก เช่นการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจากซ้ายไปขวา ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า มอนิเตอร์เป็นส่วนสำคัญในการแก้ปัญหาในระบบแบล็กบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การแก้ปัญหาจิ๊กซอว์ [7]

อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบที่ซับซ้อนของจิกซอว์ในการแก้ปัญหาช่วยให้การหาร่องรอยทางธรรมชาติของพฤติกรรมบนระบบแบล็กบอร์ด จากตัวอย่างแสดงให้เห็นว่าการแยกส่วนที่เหมาะของความรู้ไปสู่แหล่งความรู้

ปัญหาเกี่ยวกับโคล่า(koala)เป็นปัญหาในอดีตโดยการคิดของ Ed Feigenbaum วัตถุประสงค์ของตัวอย่างแสดงถึง พลังของเหตุผลที่ใช้รูปแบบโดยตรง ในข้อมูลที่มี สัญญาณรบกวนเกิดขึ้น และเป็นการหวนคืนของตัวอย่างนี้ จะไม่ต้องใช้ ความรู้หลักโดยเฉพาะ

โดยสมมุติว่าคุณอยู่ในออสเตรเลีย และคุณเป็นนักท่องเที่ยว ซึ่งกำลังมองหา โคล่าจากสภาพแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ ดังนั้นคุณควรจะเริ่มหาจากกิ่งไม้ของ ยูคาลิปตัส(eucalyptus) ก่อนซึ่งเป็นสิ่งที่มันสนใจ อย่างไรก็ตามผลจากการที่มีใบไม้หนาแน่นแล้วก็มีแสงสะท้อน ทำให้ยากที่จะมองหามันเจอ เนื่องจากมันมีสีคล้ายธรรมชาติมาก ซึ่งท้ายที่สุดคุณก็ต้องถามเจ้าหน้าที่ป่าไม้ว่าจะหามันได้อย่างไร โดยปกติแล้ว โคล่าจะอยู่กันเป็นกลุ่มตามธรรมชาติ และจะอพยพกันตามป่า และพวกมันก็จะนั่งลงบนกิ่งไม้ที่โค้งงอแล้วก็เคลื่อนที่ขึ้นๆลงๆระหว่างต้นไม้ (ความรู้นี้เป็นพฤติกรรมต้นแบบของ โคล่าและก็แนะนำว่าควรใช้ รูปแบบขั้นสูง(highly model-driven) ในการหามัน) โดยถ้าคุณไม่แน่ใจว่าจะหาเจอคุณต้องมีจุดจุดหนึ่งคอยดูความเคลื่อนไหวมันอย่างช้าๆ (วิธีการนี้เป็นการตรวจหาอย่างแน่นอน) ส่วนเรื่องของ ส่วนประกอบความรู้ คุณต้องกลับเข้าไปในป่าเพื่อดูภาพจริงๆ และก็ดูว่าเป็นอะไร จะได้เน้นตรงจุดนั้นมองไปในระยะ 30 ฟุต ก็อาจจะยังไม่เจอลองอีกครั้งที่ 50 ฟุต และทันใดนั้นก็เห็นอยู่ 1ที่ ไม่ใช่เพียงที่เดียว แต่อาจจะเจอพวกของ โคล่าทั้งหมด

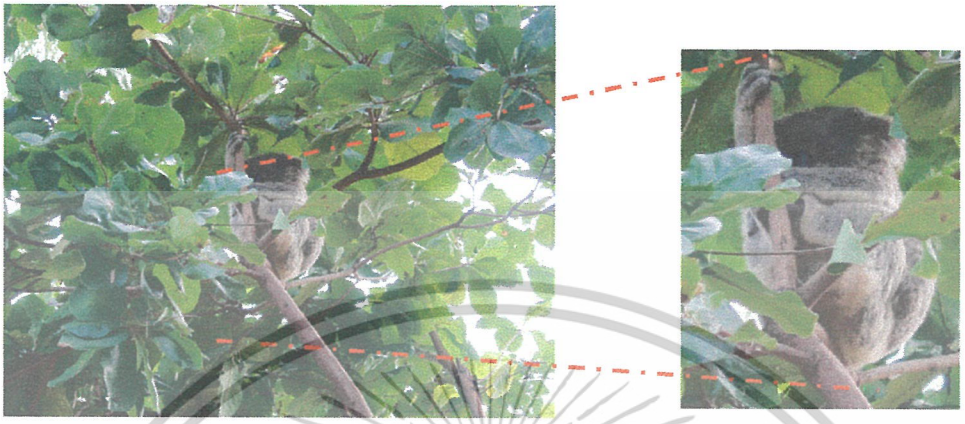
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาอีกทางทำได้โดยใช้สูตรในปัญหาของเส้นทางบนรูปแบบแบล็กบอร์ด ความรู้หลายๆชนิดสามารถนำไปสู่ทางแก้ปัญหาได้ เช่น สี และขนาดของโคล่า พฤติกรรมของโคล่าก็มีผลต่อฤดูกาลและเวลาในแต่ละวัน และความรู้บางอย่างสามารถหาจากหนังสือ เช่น handbook of Koala Size and color or Geography of the forest ในบางความรู้ก็ไม่เป็นทางการ เช่น ที่ที่มันชอบที่สุด ที่ที่จะพบมันหรือที่พักผ่อนที่มันชอบไป ความรู้หลายอย่างถูกใช้ให้ได้ผลอย่างไร? อันดับแรกต้องเลือกว่าส่วนประกอบของการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง ดังนั้น จะพิจารณาชนิดข้อมูลได้และสรุปจากพวกมันได้และก็จะนำไปสู่เป้าหมายในการหาโคล่า

การแก้ปัญหาทางการคิด เป็นกลุ่มของการทำกำหนดจุดต่อกัน อาจจะพูดได้ว่า วิธีการนี้จะมั่นใจได้ว่าเป็นโคล่าเพราะมันมีหัว ลำตัว และระยาง แล้วก็เพราะมันสามารถเทียบจากจุดซึ่งมันจะมีจุดสีมองดูคล้าย หัว เป็นปัจจัยสำคัญในการใช้แก้ปัญหา การแก้ปัญหาจะประกอบด้วย ส่วนของข้อมูล และเหตุผลในการแก้จะช่วยสนับสนุนหลักฐานและสนับสนุนแนวทางของเหตุผล

การตัดสินใจในการแก้ปัญหาจะต้องประกอบด้วยส่วนและสมมุติฐานที่ทำการระบุเจาะจงจะต้องแก้ปัญหาพื้นที่ซึ่งสามารถอธิบายจากบอร์ดี้ของโคล่าและแต่ละวิธีของรูปแบบการทำงานจะเป็นการแก้แต่ละส่วนอย่างเป็นลำดับ การพิจารณาในระดับที่สูงที่สุดก่อนแล้วจึงทำลำดับต่อไป โดยจะอธิบายในส่วนของหัว และร่างกาย ส่วนหัวจะถูกอธิบายบนระดับต่อด้วย หู จมูก และ ตา ส่วนร่างกายจะอธิบายถึงลำตัว ขา และแขน ซึ่งในแต่ละระดับเป็นตัวอธิบายมาประมาณได้ว่า ขนาด เพศ ความสูงของ โคล่าส่วนของร่างกายโดยคร่าวๆจะถูกอธิบายบนระดับเบื้องต้น ซึ่งอยู่ในส่วนที่เป็นของเรขาคณิตแล้ว เช่น เส้น แสง ส่วนเรื่องความเข้มก็จะมีสีและความเข้มมาเกี่ยวกับการอธิบาย ทางเรขาคณิต ในส่วนของจุดบนตัว โคล่าต้องทำการมาร์คภาพดูเส้นขอบ และขอบเขตส่วนของเส้นต้องผสมผสานกัน ซึ่งก็เป็นแนวทางในการอธิบายโครงสร้างสามารถสร้างจากส่วนโคล่าได้ ตัวอย่างเช่น จุดเพียงจุดเล็กๆ ขอบตาที่คลำ แต่ถ้ามีขนาดใหญ่กว่า เด่นกว่าก็อาจจะเป็นส่วนหัวได้ จะเห็นได้ว่าข้อมูลบางชิ้นเพียงหนึ่งชิ้นก็สามารถบอกได้ว่าคือ โคล่าเนื่องจากส่วนร่างกายจะช่วยสนับสนุน ถ้าสร้างสมมุติฐานว่า โคล่าอยู่สูงจากพื้น 30-50 ฟุต มันก็จะทำให้มั่นใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

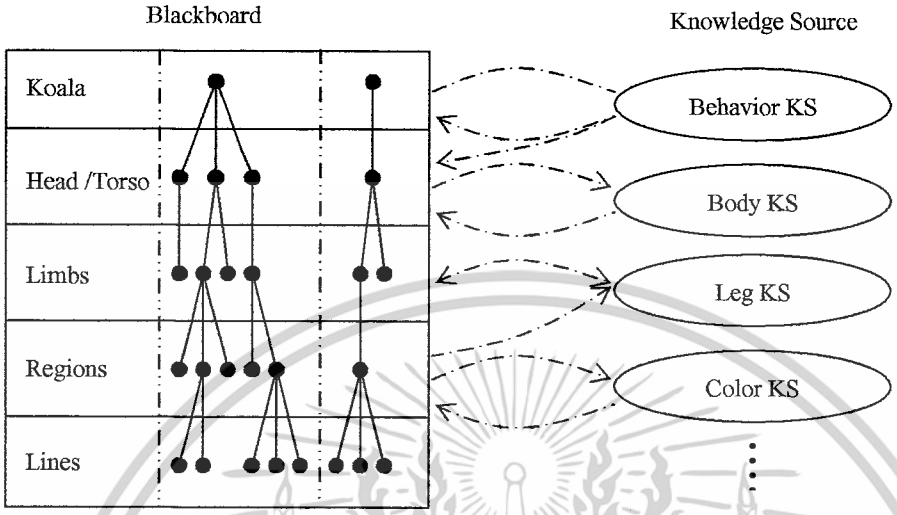


การหาโคล่า [8]

ความรู้ที่ต้องการเพิ่มในการอธิบาย โคล่าขึ้นอยู่กับการตัดสินใจถึงองค์ประกอบในการแก้ปัญหาพื้นที่ ต้องทำการระบุสีผิว รูปร่าง ส่วนประกอบของร่างกาย ถิ่นที่อยู่โดยเฉพาะ ซึ่งไม่มีทางที่ความรู้จะสามารถบอกได้ว่าคือโคล่า การแก้ปัญหาจะขึ้นอยู่กับการรวมกันของหลักความรู้หลาย ๆ ทาง ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสีของมันสามารถตัดสินได้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นไม่สามารถขาดได้ เช่นเดียวกับรูปร่างก็จะเป็นตัวกำหนดขอบเขตได้ อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาจะขึ้นอยู่ทั้งสองอย่าง และการร่วมมือเพื่อจะบรรลุผลในการวิเคราะห์ข้อมูลยังต้องการอย่างอื่นประกอบอีก

การต่อจิกซอว์และปัญหาของโคล่าเป็นองค์ประกอบของข้อมูลบนฐานข้อมูลแบล็กบอร์ด การแบ่งส่วนความรู้หลักจะนำไปสู่แหล่งข้อมูลเฉพาะ และลักษณะการแก้ปัญหาก็จะเกี่ยวข้องกับรูปแบบแบล็กบอร์ด ในปัญหาโคล่าได้รับโอกาสใหม่ โดยพบชิ้นส่วนใหม่และหลักฐานที่พบจะถูกตั้งสมมุติฐานขึ้นใหม่ ความรู้ที่สำคัญจะวิเคราะห์และสร้างสมมุติฐานใหม่ อย่างไรก็ตาม คำตอบของคำถามที่ว่าความรู้จะใช้แทนระบบ แม็คคานิค ที่กำหนดและสามารถทำงาน จากคำกล่าวแรกๆ ว่า รูปแบบการแก้ปัญหาเป็นแนวความคิดของรูปแบบการทำงานจากสูตรการแก้ไปสู่ปัญหา โดยรูปแบบนั้นจะไม่มีรูปแบบเฉพาะขึ้นอยู่กับรายละเอียดของการออกแบบ และการสร้างระบบความรู้แต่ละขั้นจะถูกแทนด้วยหลักการวัตถุ หรือกระบวนการทางวิศวกรรม เข้ามาเกี่ยวในการพิจารณาทาง ความเป็นธรรมชาติ (‘naturalness’) ว่าเหมาะสมกับความรู้ และทักษะวิธีการ การควบคุมเชิงกลจะต้องขึ้นอยู่กับความซับซ้อนและงานทั่วไปที่ทำอย่างไรก็ตาม การพยายามที่จะลดช่องแคบระหว่างรูปแบบและการจัดการ ซึ่งขณะนี้แบล็กบอร์ดถูกนำมาใช้ในการอธิบายรายละเอียดของส่วนประกอบหลักในรูปแบบของโครงสร้าง, หน้าที่, พฤติกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โครงสร้าง แบล็กบอร์ด สำหรับปัญหา โคล่า

5. รูปแบบการทำงานแบล็กบอร์ด

การพัฒนาให้เห็นถึงความแตกต่างการผสมผสานความรู้ของแผนการแสดงเหตุผลและอุปกรณ์ควบคุมเป็นความหลากหลายในการออกแบบระบบแบล็กบอร์ด ซึ่งเกี่ยวกับหลายองค์ประกอบ อิทธิพลที่สำคัญที่สุดที่นำไปสู่การแก้ปัญหาพัฒนามันจะสามารถเห็นได้ อย่างไรก็ตามสถาปัตยกรรม แบล็กบอร์ดอยู่ภายใต้การพัฒนาโปรแกรมซึ่งมีหลากหลายลักษณะ และรูปแบบการทำงาน แบล็กบอร์ดถูกสร้างโดยโครงสร้าง ซึ่งสมมุติระบบและสามารถอธิบายระดับความแตกต่าง ดังนั้นรายละเอียดของรูปแบบจะมีรายละเอียดมากกว่ารูปแบบทั่วไป และน้อยกว่าการพัฒนาเฉพาะ รูปแบบของงานเป็นแบล็กบอร์ดจะบรรจุคำอธิบายระบบ แบล็กบอร์ด ส่วนประกอบถูกรวบมาสร้างขึ้น เพื่อวัตถุประสงค์ของรูปแบบงานจะใช้แนวทางในการออกแบบสำหรับแบล็กบอร์ดในธรรมชาติของการคิดสามารถเห็นรูปแบบในการทำงานแบล็กบอร์ด อย่างไรก็ตามการพัฒนาปัญหาจะนำไปสู่รูปแบบ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลง เป็นผลกระทบการเพิ่มรายละเอียดให้ระบบ

6. แหล่งความรู้

ความรู้หลักต้องแก้ปัญหาการแบ่งส่วนแหล่งความรู้ ซึ่งมันจะแบ่งกันเป็นแบบอิสระ

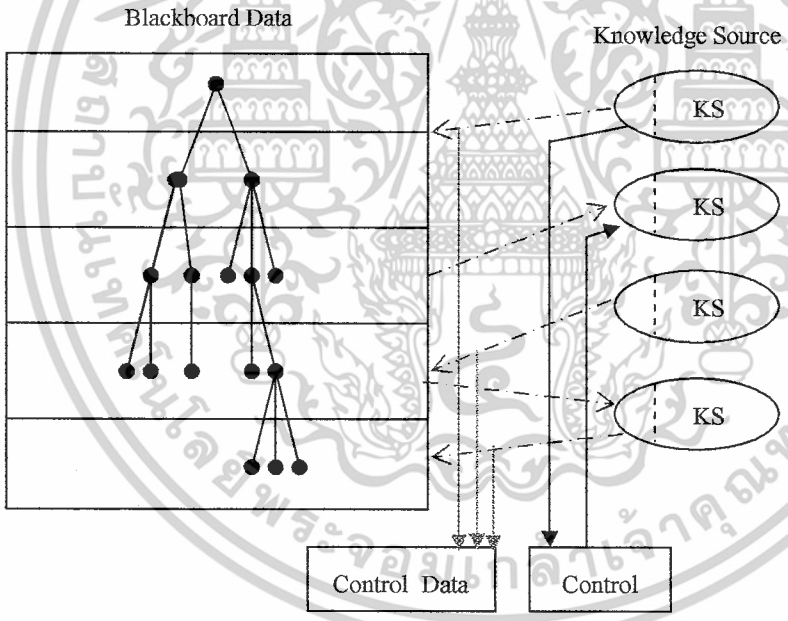
ส่วนประกอบของแต่ละความรู้จะให้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหา แหล่งความรู้จะทำการจัดขั้นบนแบล็กบอร์ด และทำการอัพเดทความรู้เฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งความรู้จะถูกแทนด้วยขั้นตอน หลักเกณฑ์หรือทางตรรกะ ข้อมูลที่เป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญจะมีการแทนด้วยขั้นตอนหรือหลักการ อย่างไรก็ตามระบบจะจัดสรรขั้นตอนสัญญาณทำเองโดยใช้ขั้นตอนในหลักการหรือใช้ทั้งหลักการและกระบวนการของความรู้

ความรู้จะพัฒนาเพียงแบล็กบอร์ด หรือโครงสร้างข้อมูลควบคุม และเพียงความรู้จะพัฒนาแบล็กบอร์ด การดัดแปลงปัญหาจะเห็นได้ชัดเจนขึ้น

แต่ละแหล่งความรู้จะรับผิดชอบความรู้แต่ละเงื่อนไขภายใต้มันจะสามารถแก้ปัญหาแต่ละแหล่งความรู้มีเงื่อนไขที่จะชี้แนะบนแบล็กบอร์ดซึ่งต้องดำรงอยู่ก่อนแหล่งความรู้ในส่วนที่ถูกกระตุ้น จะเห็นได้ว่าความรู้จะเป็นหลักการขนาดใหญ่ ความแตกต่างหลักๆ ระหว่างข้อบังคับและแหล่งความรู้เป็นขนาดเล็กในแต่ละความรู้ ส่วนเงื่อนไขของข้อบังคับขนาดใหญ่จะถูกเรียกว่าแหล่งความรู้แรกๆ และส่วนของการกระทำจะถูกเรียกว่าส่วนหลักของแหล่งความรู้



รูปแบบการทำงานของแบล็กบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. โครงสร้างข้อมูลแบล็กบอร์ด

ขั้นตอนการแก้ปัญหาข้อมูลจะถูกเก็บในฐานข้อมูลแบล็กบอร์ด และแหล่งความรู้จะทำการเปลี่ยนผลผลิตไป แบล็กบอร์ดซึ่งจะนำมาสู้การแก้ปัญหาหรือการจัดการแก้ไขถึงปัญหาปฏิกิริยาที่มีระหว่างความรู้ถูกแทนเพียงผ่านการเปลี่ยนแปลงบน แบล็กบอร์ด

วัตถุประสงค์ของแบล็กบอร์ดเป็นการคำนวณรวม และสถานะการแก้ต้องสร้างโดยแหล่งความรู้ ซึ่งจะถูกใช้ข้อมูล แบล็กบอร์ดที่มีผลต่อกันโดยทางอ้อม

แบล็กบอร์ดประกอบด้วยวัตถุจากการแก้ปัญหาพื้นที่วัตถุต่างสามารถเป็น ข้อมูลอินพุต, การแก้ปัญหาตามลำดับ, การเปลี่ยนแปลงและการแก้ปัญหาสุดท้าย

อุปกรณ์บนแบล็กบอร์ดจะถูกประกอบและวิเคราะห์ผ่านทุกระดับข้อมูลที่เกี่ยวกับอุปกรณ์บนระดับบริการคล้ายกับว่า อินพุต จะถูกจัดโดยแหล่งความรู้

วัตถุประสงค์และคุณสมบัติจะอธิบายความหมายการแก้ปัญหา คุณสมบัติจะถูกแทนโดยการใช้การเปรียบเทียบค่า แต่ละระดับใช้ส่วนประกอบชัดเจน ซึ่งหลายครั้งชื่อของวิธีการบนระดับที่แตกต่างกันจะคล้ายกัน ตัวอย่างเช่น type จะถูกใช้สำหรับว่า type-of-x-object หรือ type-of-y-object หลายครั้ง จะใช้วิธีการคล้ายกันเพื่อความสะดวก

ความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์จะแสดงถึงการเชื่อมต่อเครื่องหมายความสัมพันธ์สามารถระหว่าง วัตถุที่ต่างระดับเช่น part-of หรือ in-support-of หรือระหว่างวัตถุบนระดับเดียวกันเช่น next to หรือ follow

แบล็กบอร์ดสามารถมีได้หลายชื่อที่ต่างกัน การแก้ปัญหาพื้นที่สามารถแบ่งถึงความซับซ้อนหลายอย่าง ลักษณะนี้จะเคยใช้ในระบบ คริสตัลลิส (CRYSALIS)

8. ส่วนควบคุม (Control)

แหล่งความรู้จะรับผิดชอบการเปลี่ยนแปลงบนแบล็กบอร์ดโดยจะมีชุดขององค์ประกอบควบคุมบนจอมอนิเตอร์ซึ่งจะเปลี่ยนและตัดสินในการกระทำงานต่อไปโดยชนิดที่แตกต่างของข้อมูลจะทำให้สามารถควบคุมส่วนประกอบข้อมูลสามารถทำบนแบล็กบอร์ดหรือเก็บแยกไว้ และการควบคุมข้อมูลจะถูกใช้โดยส่วนประกอบควบคุมตัดสินใจให้เห็นได้ชัดเจน

หลักที่เห็นได้ชัดจะแสดงในสิ่งต่อไปในการทำขั้นตอน การนับสามารถทำ แหล่งความรู้หรือ อุปกรณ์แบล็กบอร์ดหรือผสมทั้งสองอย่างให้ระบบโดยปกติ

การแก้ปัญหาจะใช้ขั้นแรกเป็นขั้นตอนของเหตุผลสามารถประยุกต์ไปใช้ได้ในแต่ละสถานะ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ ลำดับความรู้ซึ่งจะแสดงเป็นไดนามิก(dynamic) และให้ผลมากกว่าการซ่อมและการแก้ก่อนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) แหล่งความรู้ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ แบล็กบอร์ดคล้ายกับการเปลี่ยนการทำงานโดยบันทึกลงโครงสร้างข้อมูลที่ควบคุมโดยระบบ

(2) แต่ละ แหล่งความรู้จะชี้ให้เห็นการทำการแก้ปัญหาใหม่

(3) ใช้ข้อมูลจากข้อ (1) และข้อ (2) ควบคุมส่วนประกอบโดยเลือกที่ต้องการศึกษา

(4) ขึ้นอยู่กับการบรรจุข้อมูลที่ต้องการศึกษา ส่วนประกอบควบคุมที่สำคัญจะเปรียบกับการแก้ปัญหาให้สำเร็จต่อไป

(a) ทำการศึกษาเป็นแหล่งความรู้, อุปกรณ์แบล็กบอร์ดจะเลือกให้คำอธิบายในแต่ละส่วน (วิธีตารางความรู้)

(b) ทำการศึกษา เป็นแบล็กบอร์ด, แหล่งความรู้ จะถูกเลือกในแต่ละขั้นตอนของวัตถุ

(c) ทำการศึกษา เป็นแหล่งความรู้ และวัตถุแบล็กบอร์ดซึ่ง แหล่งความรู้ จะรับจัดการ โดยแหล่งความรู้จะถูกจัดการพร้อมกัน

หลักเกณฑ์นี้จะให้การตัดสินต่อ เมื่อถึงขั้นตอนสุดท้ายโดยปกติความรู้หนึ่งจะชี้ให้เห็นเมื่อขั้นตอนการแก้ปัญหาถึงขั้นตอนสุดท้าย เพราะการแก้ปัญหาที่ยอมรับจะพบหรือเพราะระบบไม่สามารถทำงานเนื่องจากขาดความรู้หรือข้อมูล

การที่หุ่นยนต์จะทำงานได้ตามที่ต้องการนั้นนอกจากมีระบบวิธีการจัดการซึ่งเลือกแบบแบบแบล็กบอร์ด นั้นจะต้องสามารถควบคุมให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายตามที่แบล็กบอร์ดได้สั่งการซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

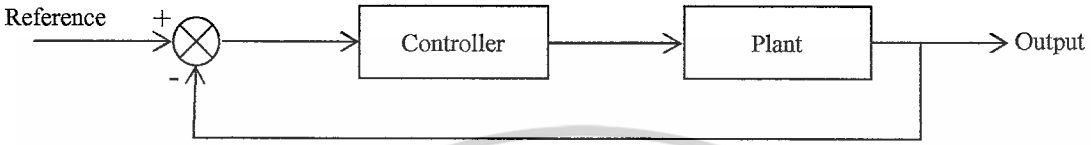
9. การควบคุมหุ่นยนต์

การที่หุ่นยนต์จะทำงานตามอัลกอริทึม (Algorithm) ได้อย่างสมบูรณ์นั้นจะต้องสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของมันได้อย่างแม่นยำและถูกต้องซึ่งวิธีการควบคุมนั้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ตัวควบคุมแบบพี(Proportional Controller), ตัวควบคุมแบบไอ(Integral Controller), ตัวควบคุมแบบดี(Derivative Controller), ตัวควบคุมแบบพีไอ(Proportional Integral Controller), ตัวควบคุมแบบพีดี(Proportional Derivative Controller), ตัวควบคุมแบบพีไอดี(Proportional Integral Derivative Controller), ตัวควบคุมแบบฟัซซี่(Fuzzy Controller) ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ตัวควบคุมประเภทต่าง ๆ

ตัวควบคุมในตระกูลพีไอดี (PID) ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นลักษณะตัวควบคุมแบบป้อนกลับ (Close Loop) ซึ่งมีโครงสร้างโดยทั่วไปดังนี้



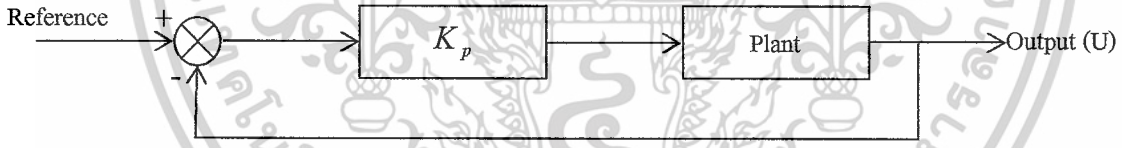
โครงสร้างทั่วไปของตัวควบคุมตระกูล PID [9]

11. ตัวควบคุมแบบพี (P : Proportional Controller)

ตัวควบคุมแบบสัดส่วนนี้เป็นตัวควบคุมที่สามารถสร้างได้ง่ายโดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการขยายสัญญาณโดยมีความสัมพันธ์ระหว่างผลลัพธ์ของตัวควบคุมกับสัดส่วนความผิดพลาดดังสมการ

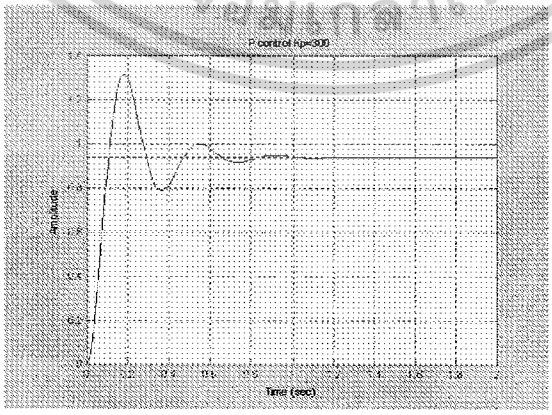
$$U = K_p e$$

ซึ่งตัวควบคุมมีโครงสร้างดังนี้



โครงสร้างของตัวควบคุมแบบสัดส่วน

ผลตอบสนองการทำงานแสดงได้ดังนี้



ผลตอบสนองในโดเมนเวลาของตัวควบคุมแบบสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของตัวควบคุมแบบนี้คือสร้างได้ง่าย เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์เพียงตัวเดียวที่จะต้องปรับค่า ส่วนข้อเสียก็คือตัวควบคุมแบบนี้จะทำให้เกิดการแกว่งของสัญญาณได้ และเกิดความคลาดเคลื่อนจากจุดหมายที่ต้องการที่เรียกว่าเกิดออฟเซ็ท (offset) ขึ้น

12. ตัวควบคุมแบบไอ (I : Integral controller)

ตัวควบคุมแบบอินทิกรัลนี้เป็นตัวควบคุมที่อาศัยหลักการอินทิกรัลในการสร้างสัญญาณควบคุมขึ้น

$$U = K_i \int e dt$$

ผลของการใช้งานตัวควบคุมแบบอินทิกรัลจะทำให้สามารถกำจัดความคลาดเคลื่อนของระบบออกได้จนหมดซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_p(s)}{1+G_p(s)}$$

$$Y(s) = E(s)G_p(s)$$

$$E(s) = \frac{R(s)}{1+G_p(s)}$$

$$e = \lim_{t\to\infty} e(t) = \lim_{s\to 0} sE(s) = \lim_{s\to 0} \frac{sR(s)}{1+G_p(s)} = \lim_{s\to 0} \frac{1}{1+G_p(s)} = \frac{1}{1+\infty} = 0$$

ข้อดีของตัวควบคุมแบบนี้คือจะสามารถกำจัดความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการใช้ตัวควบคุมแบบสัดส่วน ส่วนข้อเสียคือจะทำให้ระบบทำงานได้ช้าลงซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้งานตัวควบคุมแบบ I นี้ร่วมกับตัวควบคุมแบบสัดส่วน ซึ่งมีชื่อเรียกว่าตัวควบคุมแบบพีไอ (PI)

13. ตัวควบคุมแบบพีไอ (PI : Proportional Integral Controller)

ตัวควบคุมแบบนี้สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขข้อเสียของตัวควบคุมแบบสัดส่วนโดยอาศัยการเพิ่มขึ้นของอันดับโดยสัญญาณที่ป้อนให้แก่ระบบจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือสัญญาณที่เป็นสัดส่วน และสัญญาณที่เป็นค่าอินทิกรัลของความคลาดเคลื่อนตามเวลาโดยที่อัตราขยายสัญญาณเป็นค่าคงที่ ซึ่งสามารถแสดงได้ตามสมการ

ฟังก์ชันถ่ายโอนคือ

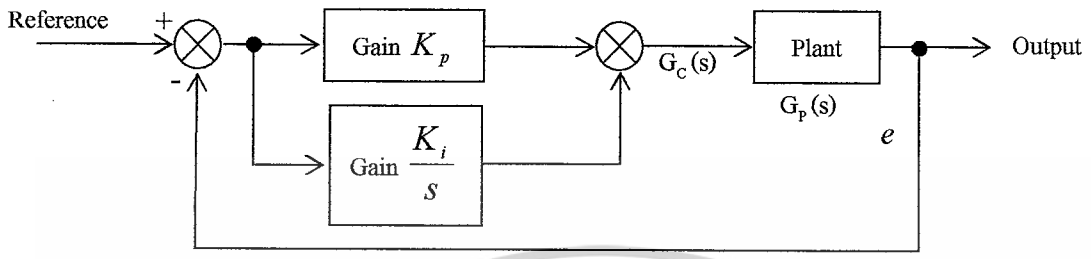
$$G_c(s) = K_P + \frac{K_i}{s}$$

ผลตอบสนองแสดงได้ดังสมการ

$$U = eG_c(s)G_p(s)$$

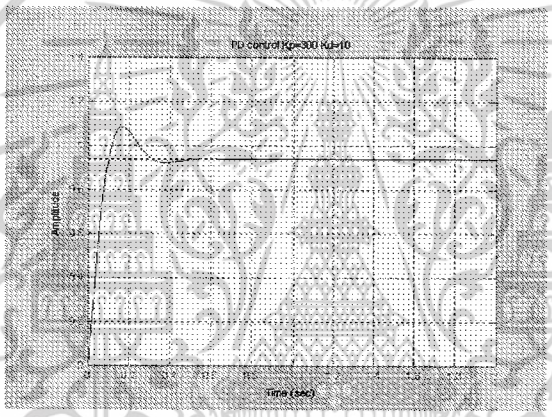
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวควบคุมพีไอ มีโครงสร้างดังนี้



โครงสร้างของ Proportional Integral Controller

ผลตอบสนองการทำงานแสดงได้ดังนี้



ผลตอบสนองในโดเมนเวลาของตัวควบคุมแบบ PI

14. ตัวควบคุมแบบดี (D : Derivative Controller) [10]

ตัวควบคุมแบบอันดับนี้จะช่วยขจัดข้อผิดพลาดของผลลัพธ์ที่ได้จากตัวควบคุมแบบสัดส่วน ผลลัพธ์จะถูกคำนวณจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของความผิดพลาดต่อเวลา

$$U = K_P(\frac{de}{dt})$$

ตัวควบคุมแบบอันดับนี้จะไม่ถูกนำมาใช้เดี่ยว ๆ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของระบบที่ใช้งานตัวควบคุมแบบอันดับนี้จะจะชดเชยผลลัพธ์อย่างรวดเร็วผลในระยะยาวจะก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนที่สูง(Overshoot) ข้อดีของตัวควบคุมแบบนี้คือจะช่วยเพิ่มเสถียรภาพของระบบและลด overshoot และทำให้ผลตอบสนองชั่วคราวดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ตัวควบคุมแบบพีดี (PD : Proportional Derivative Controller)

ตัวควบคุมแบบพีดีนี้จะแก้ข้อผิดพลาดโดยจะสร้างสัญญาณควบคุมก่อนหน้าที่จะเกิดความผิดพลาดขึ้นดังนั้นจึงเหมาะกับระบบที่มีการเหลื่อมของเวลาค่อนข้างมากซึ่งสัญญาณควบคุมจะแปรตามอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณผิดพลาด

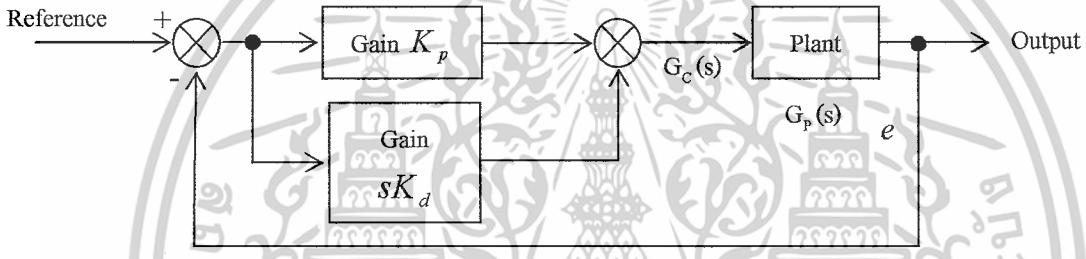
ฟังก์ชันถ่ายโอนแสดงได้ดังสมการ

$$G_c(s) = K_P + sK_d$$

ผลตอบสนองแสดงได้ดังสมการ

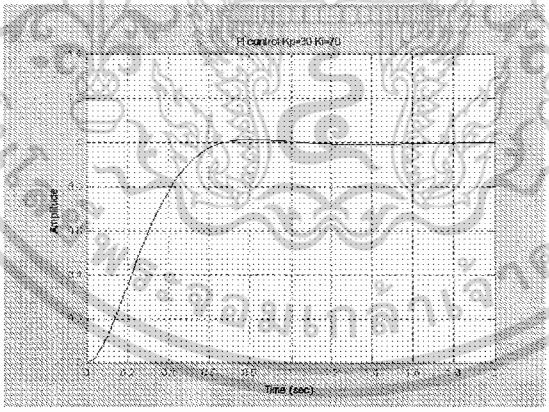
$$U = R(s)G_C(s)G_P(s)$$

ตัวควบคุมแบบ PD มีโครงสร้างดังนี้



โครงสร้างของ Proportional Derivative Controller

ผลตอบสนองการทำงานแสดงได้ดังนี้



ผลตอบสนองในโดเมนเวลาของตัวควบคุม PD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

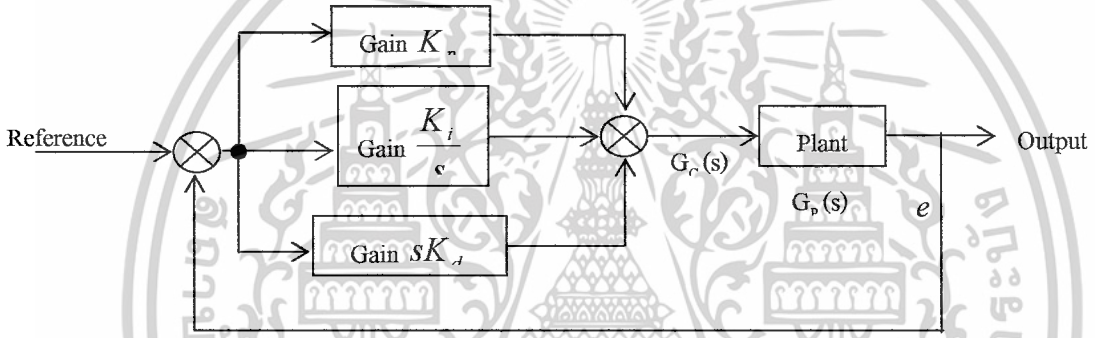
16. ตัวควบคุมแบบพีไอดี (PID : Proportional Integral Derivative Controller)

ตัวควบคุมชนิดนี้จะรวมเอาข้อดีของตัวควบคุมทั้งสามชนิดคือใช้อัตราขยายสัญญาณของตัวควบคุมแบบสัดส่วน ลดค่าความคลาดเคลื่อนโดยคุณสมบัติของตัวควบคุมแบบอินทริกัล และลดค่าความผิดพลาดด้วยคุณสมบัติของตัวควบคุมแบบเดริเวทีฟ

โดยในตัวควบคุมแบบ PID นี้จะประกอบด้วยส่วนของตัวควบคุม PI และ PD ซึ่งมีสมการของฟังก์ชันถ่ายโอนดังนี้

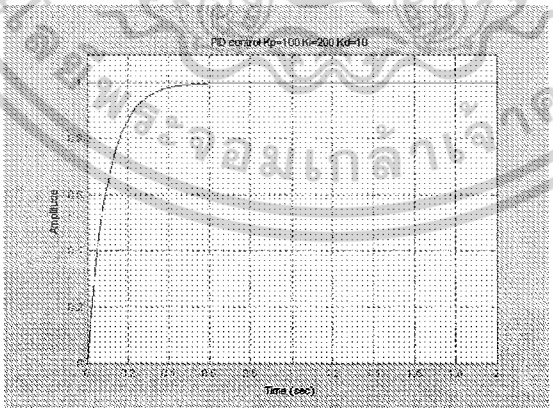
$$G_c(s) = K_P(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s)$$

ตัวควบคุมแบบพีไอดีมีโครงสร้างดังนี้



โครงสร้างของ Proportional Integral Derivative Controller

ผลตอบสนองการทำงานแสดงได้ดัง



ผลตอบสนองในโดเมนเวลาของตัวควบคุมแบบ PID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17. ตัวควบคุมแบบฟัซซี (Fuzzy Controller)

ระบบควบคุมแบบฟัซซีมีพื้นฐานอยู่บนทฤษฎีฟัซซีลอจิก และ ฟัซซีเซตหลักการที่สำคัญของทฤษฎีฟัซซีเซต คือการยอมรับสมาชิกที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเซตเพียงบางส่วนเข้ามาเป็นสมาชิกซึ่งไม่เหมือนกับทฤษฎีของเซตดั้งเดิมที่การเป็นสมาชิกของเซตนั้นเท่าหรือไม่เท่ากับเซตนั้น ๆ ไม่มีการยอมรับสมาชิกเพียงบางส่วนซึ่งจากนี้จะได้กล่าวถึงทฤษฎีของเซตและฟัซซีเซตต่อไป

ทฤษฎีเซตดั้งเดิม (Crisp Set) หรือ ทฤษฎีของคริชพเซต (Chrisp Set)

ทฤษฎีของเซตคริชพเซตมีหลักการพื้นฐานดังนี้

ให้ Universe U มีสมาชิกดังนี้ {1 , 2 , 3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9}

เซต A มีสมาชิกดังนี้ {1 , 3 , 5 , 7 , 9}

เซต B มีสมาชิกดังนี้ {1 , 3 , 5 , 7 , 9}

เซต C มีสมาชิกดังนี้ {1 , 3 , 5 , 7}

เซต D มีสมาชิกดังนี้ {2 , 4 , 6 , 8}

สามารถนิยามได้ดังนี้

เซต A เป็นเซตว่างก็ต่อเมื่อเซต A ไม่มีสมาชิกอยู่เลย สามารถแทนได้ด้วย

$$A = \{\} \text{ หรือ } A = \varnothing$$

1 , 3 , 5 , 7 , 9 อยู่ในเซต A หมายถึง 1 , 3 , 5 , 7 , 9 เป็นสมาชิกของเซต A สามารถแทนได้ด้วย

$$1, 3, 5, 7, 9 \in A$$

2 , 4 , 6 , 8 ไม่อยู่ในเซต A หมายถึง 2 , 4 , 6 , 8 ไม่เป็นสมาชิกของเซต A สามารถแทนได้ด้วย

$$2, 4, 6, 8 \notin A$$

สมาชิกทุกตัวของเซต C เป็นสมาชิกของเซต A และเซต C ไม่เท่ากับเซต A หมายถึง เซต C เป็นสับเซตแท้ของเซต A สามารถแทนได้ด้วย

$$C \subset A$$

สมาชิกทุกตัวของเซต B และ C อยู่ในเซต A หมายถึงเซต B และ C เป็นสับเซตของเซต A สามารถแทนได้ด้วย

$$B, C \subseteq A$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาชิกทุกตัวของเซต B เป็นสมาชิกของเซต A และสมาชิกทุกตัวของเซต A เป็นสมาชิกของเซต B หมายถึงเซต B เท่ากับเซต A สามารถแทนได้ด้วย

$$B = A$$

การปฏิบัติการเบื้องต้นของเซต

คอมพลีเมนต์ (Complement) ของเซต A หมายถึงการสร้างเซตใหม่จากสมาชิกใน Universe ที่ไม่มีสมาชิกของเซต A อยู่เลยสามารถแทนได้ด้วย

$$A = A'$$

เซต A อินเตอร์เซค (Intersect) กับ เซต C จะได้เซตใหม่ที่มีสมาชิกที่เป็นสมาชิกของทั้งเซต A และ เซต C สามารถแทนได้ด้วย

$$A \cap C = \{1, 3, 5, 7\}$$

เซต A ยูเนี่ยน (Union) กับ เซต C จะได้เซตใหม่ที่มีสมาชิกที่อยู่ในเซต A และ เซต C ทั้งหมดสามารถแทนได้ด้วย

$$A \cup D = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$

18. ฟัซซีเซต (Fuzzy Set) [11]

จากทฤษฎีของคริชพเซตที่ผ่านมาจะเห็นว่าการเป็นสมาชิกของเซตนั้นมีเพียงสองระดับคือเป็นสมาชิก หรือไม่เป็นสมาชิกในเซต ซึ่งจะแตกต่างจากฟัซซีเซตที่แสดงการเป็นสมาชิกด้วยระดับของความเป็นสมาชิกจากมากไปน้อย เช่น

ให้ฟัซซีเซต $\mu_A(X) = [0,1]$ ค่าความเป็นสมาชิกของ X จะสามารถแสดงได้ดังนี้

$$0 < X \leq 1$$

และสามารถนิยามการเป็นสมาชิกของ X ได้ดังนี้

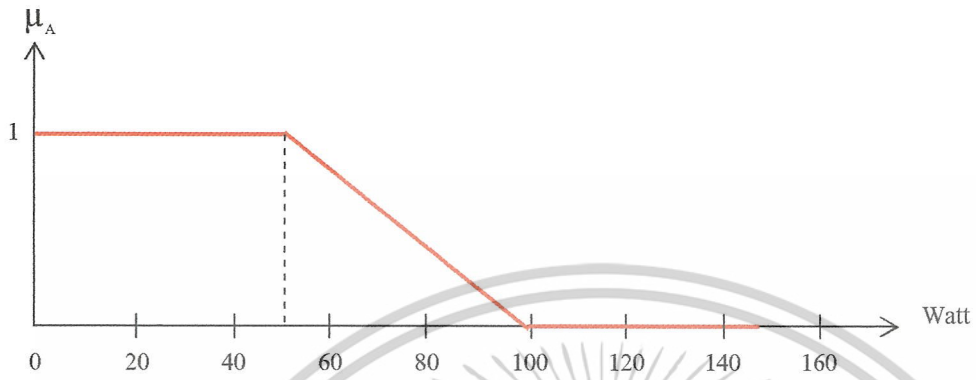
- ถ้า $X = 0$ หมายถึง X ไม่มีความเป็นสมาชิกในเซต μ_A เลย
- ถ้า $X = 1$ หมายถึง X มีความเป็นสมาชิกในเซต μ_A อย่างสมบูรณ์

ตัวอย่างของฟัซซีเซต ถ้าหากให้แรงดันไฟฟ้าเป็น Universe และแสดงฟัซซี่เซตด้วยขนาดแรงดันดังนี้

$$\text{LowPower}(x) = \{1, \text{if Watt}(x) \leq 50,\ (100-\text{Watt}(x))/50, \text{if } 50 < \text{Watt}(x) \leq 100,$$
$$0, \text{if Watt}(x) > 100\ \}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้สมาชิกของฟัซซีเซตแสดงดังนี้



แสดงสมาชิกของฟัซซีเซต Voltage(x)

ความหมายของสมาชิกใน LowCurrent ฟัซซี่เซตสามารถแสดงได้ดังตารางนี้โดยที่สมาชิกของฟัซซีเซต LowCurrent ประกอบด้วย โทรทัศน์ , วิทยุ , มอเตอร์ , พัดลมขนาดเล็ก

อุปกรณ์ไฟฟ้า	กำลังงานไฟฟ้า (Watt)	ค่าความเป็นสมาชิก (μ_A)
คอมพิวเตอร์	350	0
เตารีด	150	0
โทรทัศน์	50	1
วิทยุ	60	0.2
มอเตอร์	80	0.6
พัดลมขนาดเล็ก	20	1

ความหมายของค่าในฟัซซีเซต LowCurrent

การว่างของฟัซซีเซต [12]

ฟัซซีเซต LowCurrent ข้างต้นจะว่างถ้ามีสมาชิก Universe เพียงสองตัวคือ คอมพิวเตอร์และเตารีด ซึ่งนั่นหมายความว่า ฟัซซีเซต LowCurrent มีสมาชิกที่มีค่าความเป็นสมาชิกเท่ากับ “0” ทุกตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเท่ากันของฟัซซีเซต

ฟัซซีเซต A จะเท่ากับ ฟัซซี่เซต B ได้เมื่อฟังก์ชันระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต A เท่ากับฟังก์ชันระดับการเป็นสมาชิกของฟัซซีเซต B ที่ทุก ๆ ค่า ดังนี้

$$A = B \text{ เมื่อ } \mu_A(X) = \mu_B(X)$$

การเป็นเซตย่อยของฟัซซีเซต ฟัซซีเซต A จะเป็นเซตย่อยของฟัซซีเซต B เมื่อ

$$A \subset B \leftrightarrow \mu_A(X) \leq \mu_B(X)$$

การปฏิบัติการเบื้องต้นของฟัซซีเซต

คอมพลีเมนต์ของฟัซซีเซต A สามารถแทนได้ด้วย A' และนิยามโดย

$$\mu_{A'}(X) = 1 - \mu_A(X)$$

ยูเนี่ยนของฟัซซีเซต A กับ B นิยามโดย

$$\mu_C(X) = \max[\mu_A(X), \mu_B(X)]$$

$$\mu_C = \mu_A \vee \mu_B(X)$$

อินเตอร์เซคชั่นของฟัซซีเซต A กับ B นิยามโดย

$$\mu_C(X) = \min[\mu_A(X), \mu_B(X)]$$

$$\mu_C = \mu_A \wedge \mu_B(X)$$

19. ฟัซซีลอจิก (Fuzzy Logic) [13]

ฟัซซีลอจิกจะนำพื้นฐานของฟัซซีเซตมาใช้งานในการรวมค่าลอจิกต่าง ๆ ให้เป็นค่าฟัซซี ซึ่งมีการกำหนดความหมายให้คำสั่งแต่ละคำสั่งดังนี้

การ AND ของฟัซซีลอจิก

คือค่าความจริงที่น้อยที่สุดสำหรับค่าฟัซซี A และ Bนั่นคือการยูเนี่ยนกันในฟัซซีเซต A และ B นิยามได้ดังนี้

$$\mu(A \text{ AND } B) = \min[\mu_A(X), \mu_B(X)]$$

การ OR ของฟัซซีลอจิก

คือค่าความจริงที่มากที่สุดสำหรับค่าฟัซซี A และ B นั่นคือการอินเตอร์เซคชั่นกันในฟัซซีเซต A และ B นิยามได้ดังนี้

$$\mu(A \text{ OR } B) = \max[\mu_A(X), \mu_B(X)]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การ NOT ของฟัซซีลอจิก

คือค่าความจริงที่ไม่ได้อยู่ในฟัซซีเซตสำหรับค่าฟัซซี่ A นั่นคือการคอมพลีเมนต์ของฟัซซีเซต A

$$\mu(\text{NOT A}) = 1 - \mu_A(X)$$

20. การนำเอาฟัซซีลอจิกไปประยุกต์ใช้งาน (Fuzzy Logic Application) [14]

การนำเอาฟัซซีลอจิกไปใช้งานโดยทั่วไปจะมี 3 ขั้นตอน คือ

1. เปลี่ยนคริชพเซตที่มีอยู่ให้เป็นฟัซซีเซต
2. การวินิจฉัย
3. เปลี่ยนฟัซซีเซตที่วินิจฉัยแล้วให้กลับเป็นคริชพเซต

ในการใช้งานระบบฟัซซีจะทำการเปลี่ยนคริชพเซตที่มีอยู่ให้เป็นฟัซซีเซตเนื่องจากการพิจารณาในระบบฟัซซีด้วยกฎพื้นฐานจะอธิบายการทำงานของระบบในรูปของฟัซซี โดเมนได้ง่ายกว่าในคริชพ โดเมน

Fuzzy Modeling

คือวิธีในการสร้าง fuzzy inference system เพื่อใช้งาน มีลักษณะหลักๆคือ

1. โครงสร้างของ fuzzy inference ทำให้ง่ายต่อการทำงานโดยการนำความชำนาญของคนในระบบที่ต้องการมาใช้จำลองแบบระบบนั้น

2. ข้อมูลของของอินพุตและเอาท์พุตของระบบที่ต้องการ จะถูกนำมาใช้สำหรับการจำลองระบบที่ต้องการด้วย

ขั้นตอนแรกของ fuzzy modeling คือ **surface structure** ประกอบด้วย

1. เลือกตัวแปรอินพุตและเอาท์พุต
2. เลือกแบบของ fuzzy inference system
3. กำหนดจำนวนของ linguistic term ของแต่ละอินพุตและเอาท์พุต
4. ออกแบบกฎฟัซซี If-then

ขั้นตอนที่สองของ fuzzy modeling คือ **deep structure** ประกอบด้วย

1. เลือกรูปแบบฟังก์ชันสมาชิกที่เหมาะสม
2. สัมภาษณ์คนที่ชำนาญในระบบเพื่อกำหนดพารามิเตอร์ของฟังก์ชันสมาชิก
3. ปรับพารามิเตอร์ให้เหมาะสมโดยใช้วิธี regression หรือ optimization

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้