สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ผ่านระบบเน็ตเวิร์คไร้สาย

ROBOTIC CONTROL SYSTEM VIA WIRELESS NETWORK

โดย

นายชัชพล ตั้งมาลา

นายศุกรีย์ สวัสดิ์วนิช

วศพ.
ส3568
2550

เลขทะเบียน 83221
วัน,เดือน,ปี - 6 ส.ค. 2551

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROBOTIC CONTROL SYSTEM VIA WIRELESS NETWORK

BY

MR.CHATCHAPOL TUNGMALA

MR.SUGREE SAWASVANICH

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

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ผ่านระบบเน็ตเวิร์คไร้สาย

Robotic Control System via Wireless Network

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ผ่านระบบเน็ตเวิร์คไร้สาย		
ชื่อนักศึกษา	นายชัชพล	ตั้งมาลา	รหัสประจำตัว 47010161
	นายศุกรีย์	สวัสดิ์วนิช	รหัสประจำตัว 47010772
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2550		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์โรโบซาเปียน (Robosapien) ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายไร้สายโดยมีอุปกรณ์พีดีเอ (Personal Digital Assistant: PDA) เป็นตัวกลางการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายไร้สายและพอร์ตอินฟราเรดของหุ่นยนต์ พร้อมทั้งพัฒนาความสามารถของหุ่นยนต์ในการตรวจจับวัตถุทรงกลม โดยการติดตั้งกล้องดิจิตอลที่หุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถมองเห็นและเคลื่อนไหวได้แบบกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Robotic Control System via Wireless Network	
Student	Mr. Chatchapol Tungmala	ID. 47010161
	Mr. Sugree Sawasvanich	ID. 47010772
Advisor	Mr. Puchong Hongsuwan	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2007	

ABSTRACT

This Thesis is a Robosapien Control System via Wireless Network, associate with PDA (Personal Digital Assistant), as a bridge between wireless network and robosapien's infrared port. Also, improve the robosapien's abilities of circle detection by attaches a digital camera for robot visually and semi-automatic movement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้หากไม่มีอาจารย์ภุชงค์ หงษ์สุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาและดร.สมเกียรติ อุดมหรรษากุล ซึ่งคอยแนะนำสิ่งต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์นี้ รวมไปถึงเพื่อนๆ ที่คอยแนะนำหนังสือและแหล่งความรู้ดีๆ ให้อยู่เสมอ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ คอยกระตุ้นและให้กำลังใจอันเป็นพลังสำคัญต่อการฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณทางสถาบันที่ได้ให้โอกาสในการแสดงออกถึงความสนใจของผู้จัดทำโครงงาน ที่ได้ศึกษาค้นคว้ามาตลอดเวลา 4 ปีที่ได้ศึกษาภายใต้รั้วสถาบันแห่งนี้

ชัชพล ตั้งมาลา

ศุกรีย์ สวัสดิ์วนิช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	จ
สารบัญตาราง	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.3 สถาปัตยกรรมของระบบ	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ที่มาหุ่นยนต์	5
2.1.1 ประเภทของหุ่นยนต์	5
2.1.2 มุมมองต่อหุ่นยนต์	7
2.2 หุ่นยนต์โรโบซาเปียน	8
2.3 อินฟราเรด	11
2.3.1 ที่มาและความหมาย	11
2.3.2 คุณสมบัติของไออาร์ดีเอ	12
2.3.3 การส่งข้อมูลตามมาตรฐานไออาร์ดีเอ	12
2.3.4 อินฟราเรดในอิเล็กทรอนิกส์	14
2.4 ทีซีพี/ไอพี (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)	15
2.4.1 ซ็อกเก็ต	16
2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาพ	17
2.5.1 ภาพบิตแมป	17
2.5.2 การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.3 การกำหนดค่าระดับของความเข้มแสง	19
2.5.4 ภาพสี	21
2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ	22
2.6.1 การลดสัญญาณรบกวน	22
2.6.2 การแปลงภาพให้เป็นสีเทา	23
2.6.3 การทำภาพเป็นภาพไบนารี	23
2.6.4 การทำออโตเมติก เทสโซลด์	25
2.6.5 การแบ่งภาพวัตถุ	25
2.7 การวิเคราะห์วัตถุทรงกลม	26
2.8 การตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม	28
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน	29
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	29
3.2 การออกแบบระบบ	34
3.2.1 หน้าต่างโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย	34
3.2.2 หน้าต่างโปรแกรมฝั่งลูกข่าย	38
3.2.3 แผนผังลำดับงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	41
3.2.4 กระบวนการตรวจจับวัตถุทรงกลม	42
3.2.5 กระบวนการตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม	46
บทที่ 4 ผลการทดลอง	48
บทที่ 5 บทสรุป	63
5.1 สรุป	63
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	63
5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา	63
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ	64
บรรณานุกรม	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบ	2
รูปที่ 2.1 หุ่นยนต์ที่ใช้ในโรงงาน	6
รูปที่ 2.2 หุ่นยนต์ภายใต้งานสำรวจของนักวิทยาศาสตร์	6
รูปที่ 2.3 หุ่นยนต์ที่ใช้ในวงการแพทย์	6
รูปที่ 2.4 หุ่นยนต์ที่เลียนแบบมนุษย์	7
รูปที่ 2.5 หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง	7
รูปที่ 2.6 หุ่นยนต์สำรวจอวกาศขององค์การนาซา (NASA)	7
รูปที่ 2.7 หุ่นยนต์โรโบซาเปียน	8
รูปที่ 2.8 แผงวงจรหลักของหุ่นยนต์	10
รูปที่ 2.9 พัลส์ของข้อมูล	11
รูปที่ 2.10 แผนผังแสดงการทำงานของซ็อกเก็ต	17
รูปที่ 2.11 การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง	18
รูปที่ 2.12 รายละเอียดของภาพขนาดต่างๆ	18
รูปที่ 2.13 การกำหนดค่าระดับความเข้มเทา	19
รูปที่ 2.14 รูปภาพที่ถูกแทนที่ด้วยค่าของสี	20
รูปที่ 2.15 ภาพในระดับบิตต่างๆ	20
รูปที่ 2.16 แสดงรูปและแถบแสงของแม่สีหลัก 3 สี	21
รูปที่ 2.17 แสดงการผสมของแม่สีหลัก 3 สีไปสู่สีอื่นๆ	22
รูปที่ 2.18 แสดงภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนด้วยมาร์คขนาดต่างๆกัน	23
รูปที่ 2.19 การแปลงจากภาพสีเป็นภาพสีเทา	23
รูปที่ 2.20 แสดงการเทสโชลด์โดยกำหนดค่าเทสโชลด์เป็นค่าต่างๆ	24
รูปที่ 2.21 แสดงการเทสโชลด์โดยพิจารณาจากฮิสโตรแกรม	25
รูปที่ 2.22 ภาพต้นฉบับ	27
รูปที่ 2.23 ภาพที่ผ่านการแปลงภาพให้เป็นสีเทา	27
รูปที่ 2.24 ภาพขาวดำ ที่ผ่านการออโตเมติก เทสโชลด์	27
รูปที่ 2.25 ภาพที่ตัดเฉพาะวัตถุที่ต้องการออกมา	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์พีดีเอ	30
รูปที่ 3.2 หุ่นยนต์โรโบซาเปียนที่ติดตั้งอุปกรณ์พีดีเอ	30
รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน	31
รูปที่ 3.4 โปรแกรมฝั่งแม่ข่าย	31
รูปที่ 3.5 โปรแกรมฝั่งลูกข่าย	32
รูปที่ 3.6 ส่วนป้อนค่าไอพีและพอร์ตของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย	34
รูปที่ 3.7 ส่วนปุ่มกดใช้ในการรอรับการเชื่อมต่อของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย	35
รูปที่ 3.8 ส่วนหน้าต่าง History ของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย	36
รูปที่ 3.9 ส่วนพอร์ตที่ใช้ในการส่งอินฟราเรดของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย	37
รูปที่ 3.10 ส่วนป้อนหมายเลขไอพีและพอร์ตของโปรแกรมฝั่งลูกข่าย	38
รูปที่ 3.11 ส่วนแสดงผลภาพ	38
รูปที่ 3.12 ส่วนปุ่มที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์	39
รูปที่ 3.13 ส่วนปุ่มควบคุมกล้องและประมวลผลภาพ	39
รูปที่ 3.14 แสดงกรอบที่สามารถคลิ้กเลือกทรงกลมที่ต้องการตรวจจับ	40
รูปที่ 3.15 แผนผังลำดับงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	41
รูปที่ 3.16 แบ่งรูปวัตถุออกเป็น 9 ส่วน เพื่อนับจำนวนพิกเซลสีขาวที่เป็นวัตถุ	42
รูปที่ 3.17 แสดงตำแหน่งวัตถุโดยพิจารณาจากจุดศูนย์กลาง	44
รูปที่ 3.18 แสดงการตีกรอบรอบวัตถุทรงกลมเพื่อรอการคลิ้กเลือก	46
รูปที่ 3.19 แสดงการคลิ้กเลือกทรงกลมที่ต้องการตรวจจับ	47
รูปที่ 4.1 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องแม่ข่าย	48
รูปที่ 4.2 หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายที่ใส่ค่าไอพีและหมายเลขพอร์ตแล้ว	49
รูปที่ 4.3 ปุ่ม Listen สำหรับใช้รอฟังสัญญาณร้องขอการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่าย	50
รูปที่ 4.4 ผลที่ปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมเครื่องแม่ข่ายหลังกดปุ่ม Listen	51
รูปที่ 4.5 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องลูกข่าย	52
รูปที่ 4.6 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องลูกข่ายที่ใส่ค่าไอพีและหมายเลขพอร์ตแล้ว	52
รูปที่ 4.7 ปุ่ม Connect เพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย	53
รูปที่ 4.8 ผลที่ปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่ายหลังกดปุ่ม Connect	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.9 ผลปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายหลังกดปุ่ม Connect	54
รูปที่ 4.10 ปุ่ม Select Device เพื่อเริ่มการใช้งานกล้องดิจิตอล	55
รูปที่ 4.11 ผลที่ปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่ายหลังกดปุ่ม Select Device	55
รูปที่ 4.12 ผลหลังจากกดปุ่ม Auto Detect เพื่อให้เครื่องลูกข่ายประมวลผลภาพ	56
รูปที่ 4.13 หน้าต่างขณะที่โปรแกรมรอการคลิ้กของผู้ใช้	57
รูปที่ 4.14 ปุ่ม Stop Cam และปุ่ม Disconnected เพื่อหยุดการใช้งานกล้อง และยกเลิกการเชื่อมต่อ	57
รูปที่ 4.15 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องลูกข่ายหลังจากยกเลิกการเชื่อมต่อแล้ว	58
รูปที่ 4.16 หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายหลังจากยกเลิกการเชื่อมต่อแล้ว	59
รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนหมายเลขพอร์ตของหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย	60
รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนหมายเลขพอร์ตของหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย	61
รูปที่ 4.19 หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายในส่วนของ Device	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบวัตถุทรงกลม	43
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีมีความก้าวหน้ามากขึ้น มนุษย์สามารถประดิษฐ์คิดค้นเครื่องจักรหรือประยุกต์ทฤษฎี แนวคิด ออกมาได้อย่างมากมาย และหุ่นยนต์ในปัจจุบันมีแนวคิดเพื่อให้มีลักษณะคล้ายคลึงมนุษย์ให้มากยิ่งขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาทำงานแทนมนุษย์ หรือทำในสิ่งที่มนุษย์ยากที่จะกระทำได้ เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวได้โดยไม่ต้องอาศัยการควบคุมจากมนุษย์

โรโบซาเปียน (Robosapien) เป็นหุ่นยนต์ขนาดเล็กที่สามารถบังคับเพื่อควบคุมการเคลื่อนไหวของมันได้โดยผ่านรีโมทคอนโทรล (Remote Control) โดย รีโมทคอนโทรลจะทำการส่งสัญญาณอินฟราเรด (Infrared) ออกมาเพื่อทำให้หุ่นยนต์สามารถปฏิบัติได้ตามชุดคำสั่งที่กำหนดให้ได้ โดยโครงงานครั้งนี้จะนำมาประยุกต์เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถกระทำการประมวลผลตามชุดคำสั่งผ่านการสั่งการจากมนุษย์เพียงบางส่วนเท่านั้น

โครงงานจะมีขั้นตอน คือ การทำให้หุ่นยนต์ตรวจจับวัตถุทรงกลม เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถตรวจจับวัตถุที่กำหนดขึ้นมาได้ และสามารถตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม โดยการติดตั้งกล้องดิจิตอลเข้ากับตัวหุ่นเพื่อส่งภาพที่ได้กลับไปประมวลผลยังส่วนของคอมพิวเตอร์ แล้วจึงส่งชุดคำสั่งที่ได้จากการประมวลผลนั้นมาควบคุมหุ่นยนต์

1.1 วัตถุประสงค์และประโยชน์ของโครงงาน

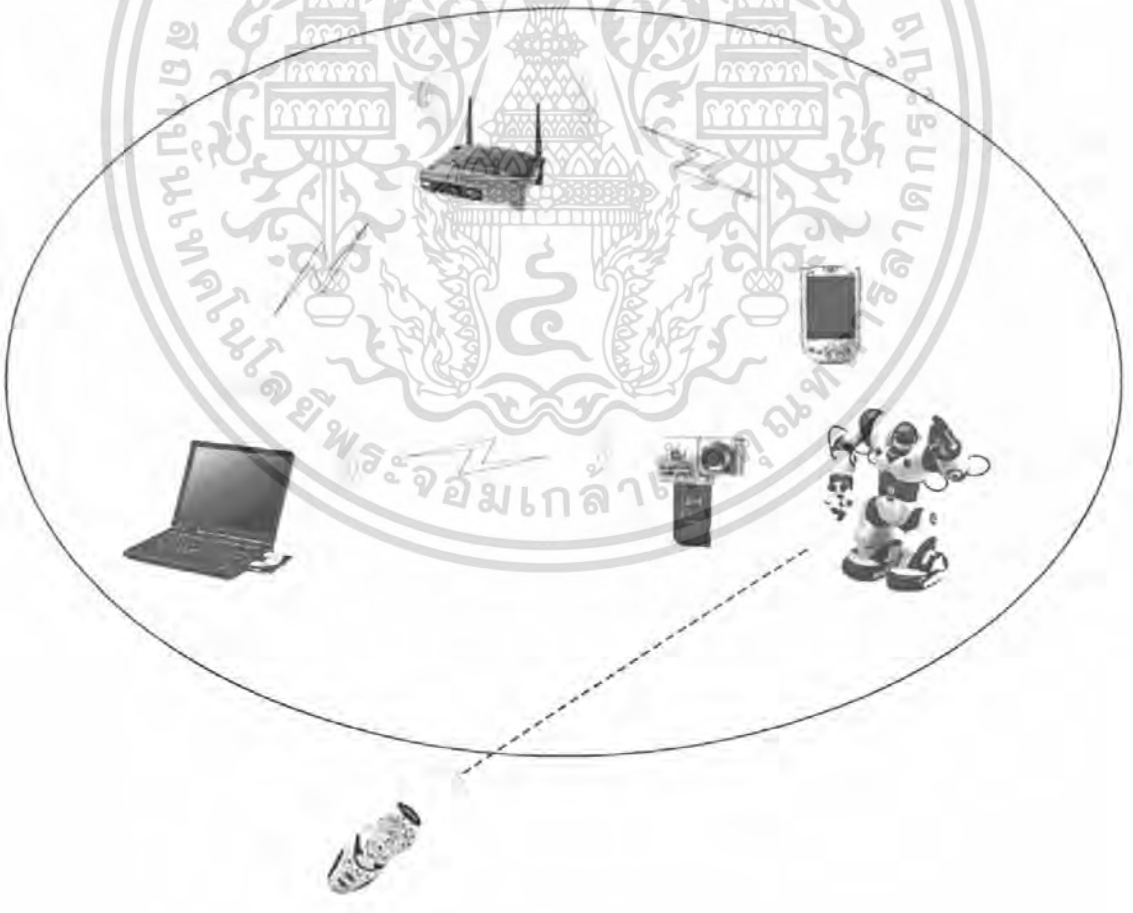
1. ควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์โรโบซาเปียนได้อย่างเป็นอิสระด้วยคอมพิวเตอร์โดยผ่านเครือข่ายไร้สาย
2. พัฒนาระบบตรวจจับวัตถุทรงกลมให้แก่หุ่นยนต์โรโบซาเปียน เพื่อให้สามารถค้นหาวัตถุนั้นได้
3. พัฒนาระบบตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลมให้แก่หุ่นยนต์โรโบซาเปียน เพื่อให้สามารถติดตามทรงกลมในระหว่างที่วัตถุทรงกลมเคลื่อนที่ไปอยู่ตำแหน่งต่างๆ
4. เป็นต้นแบบของระบบควบคุมหุ่นยนต์โรโบซาเปียน เพื่อการพัฒนาต่อไป คือ ระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI: Artificial Intelligence) และการพัฒนาเป็นระบบฝังตัว (Embedded System) เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวเองอย่างแท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

1. ควบคุมหุ่นยนต์โรโบซาเปียน ด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายไร้สายเพื่อใช้งานแทนอุปกรณ์รีโมทคอนโทรล
2. พัฒนาระบบการตรวจจับวัตถุทรงกลม เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถตรวจจับวัตถุได้ด้วยตนเอง
3. สร้างระบบรู้จำวัตถุเบื้องต้น ให้แก่หุ่นยนต์ เพื่อให้สามารถตัดสินใจเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวเอง
4. สร้างระบบติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ ให้แก่หุ่นยนต์ เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหวได้ด้วยตัวเอง

1.3 สถาปัตยกรรมของระบบ



รูปที่ 1.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาปัตยกรรมของระบบ ประกอบไปด้วย

1.	หุ่นยนต์โรโบซาเปียนและรีโมทคอนโทรล	1	ชุด
2.	เครื่องคอมพิวเตอร์ (Laptop or Personal Computer)	1	เครื่อง
3.	กล้องดิจิตอล (Digital Camera)	1	ชุด
4.	พีดีเอ (PDA : Personal Digital Assistant)	1	เครื่อง

5. เครือข่ายอินเตอร์เน็ต , เครือข่ายไร้สาย
6. สัญญาณอินฟราเรด

ในการควบคุมหุ่นยนต์โรโบซาเปียนนั้น เดิมทีสามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้โดยง่ายผ่านรีโมทคอนโทรลที่มีมาให้พร้อมกับตัวหุ่นยนต์ รีโมทคอนโทรลจะติดต่อกับหุ่นยนต์ด้วยสัญญาณอินฟราเรด ซึ่งคำสั่งในแต่ละคำสั่งเราสามารถกดปุ่มเพื่อออกคำสั่งให้หุ่นทำงานนั้น ตามที่ได้ตั้งคำสั่งการทำงานของแต่ละปุ่มที่กดบังคับจากรีโมทคอนโทรล ในส่วนของโครงงานนี้ ได้คิดวิธีติดต่อและบังคับหุ่นยนต์โรโบซาเปียนโดยไม่ต้องใช้รีโมทคอนโทรลบังคับ เพียงแต่เราจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการติดต่อกับหุ่นยนต์ โดยใช้อุปกรณ์พีดีเอเป็นตัวช่วย

เริ่มต้น เมื่อทำการติดต่อเครือข่ายผ่านทางอินเตอร์เน็ต และให้เครื่องคอมพิวเตอร์และพีดีเอสามารถเชื่อมต่อกันได้เป็นผลสำเร็จแล้ว ที่หน้าจอลูกข่าย บนเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีปุ่มควบคุมอยู่ ซึ่งหากเรากดปุ่ม โปรแกรมก็จะส่งชุดคำสั่งนั้นๆ ไปยังเครื่องพีดีเอ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตโดยใช้โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) และเมื่อพีดีเอได้รับข้อมูลหรือชุดคำสั่งนั้นมา จะทำการอ่านข้อมูลเหล่านั้น และทำการแปลงชุดคำสั่งที่ได้รับมา ให้อยู่ในรูปของสัญญาณอินฟราเรด และปล่อยสัญญาณอินฟราเรดออกมาจากอุปกรณ์พีดีเอ โดยที่ตัวหุ่นยนต์จะมีพอร์ตในการรับสัญญาณอินฟราเรดอยู่แล้ว

ในขั้นตอนการควบคุมหุ่นยนต์ที่จะทำให้ หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนไหว หรือกระทำกิริยาได้ตามที่เราต้องการก็คือ กล้องดิจิตอล ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นดวงตาของหุ่นยนต์ในการจำแนกวัตถุหรือทางเดินต่างๆ โดยในขณะที่เราทำการควบคุมหุ่นยนต์อยู่นั้น เราจะทำการถ่ายภาพจากกล้องดิจิตอลกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ และให้โปรแกรมทางฝั่งลูกข่าย หรือที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการประมวลผลภาพที่ได้ แล้วจึงส่งชุดคำสั่งเพื่อออกคำสั่งไปที่ตัวหุ่นยนต์ เป็นเช่นนี้ไปเรื่อยๆ

กล้องดิจิตอลที่ติดตั้งที่ตัวหุ่นยนต์นั้น มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดซึ่งชนิดที่สามารถนำใช้ได้อย่างสะดวกและประหยัดมากที่สุดคือกล้องดิจิตอลที่มีการเชื่อมต่อโดยผ่านพอร์ตยูเอสบี (USB : Universal Serial Bus) โดยที่เราจะสามารถดูการแสดงผลภาพของกล้องดิจิตอลผ่านทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่เหลือเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากในการที่จะทำให้หุ่นยนต์สามารถกระทำตามที่เราต้องการได้ คือขั้นตอนการเขียนซอฟต์แวร์การตรวจจับทรงกลม (Circle Detection) และขั้นตอนการเขียนซอฟต์แวร์การติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุ (Object Tracking) โดยเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อกับกล้องดิจิตอลได้แล้ว กล้องดิจิตอลจะทำการจับภาพที่ได้กลับมาประมวลผลยังเครื่องคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งนำมาวิเคราะห์เพื่อเลือกคำสั่งในการควบคุมหุ่นยนต์ต่อไป

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1. เขียนโปรแกรมการติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และพีดีเอ ผ่านระบบเครือข่ายไร้สายด้วยโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี โดยผ่านซ็อกเก็ต
2. เขียนโปรแกรมติดต่อกับพีดีเอ เพื่อแปลงข้อมูลที่รับมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่งไปยังพอร์ตอินฟราเรดของหุ่นยนต์ โดยส่งสัญญาณให้ออกมาอยู่ในรูปของสัญญาณอินฟราเรดไปควบคุมหุ่นยนต์
3. เขียนโปรแกรม สำหรับติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และกล้องวีดีโอผ่านพอร์ตยูเอสบี เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถแสดงภาพจากกล้องวีดีโอได้ และสามารถนำภาพจากกล้องวีดีโอที่ได้รับมาวิเคราะห์เพื่อที่ใช้ในการตัดสินใจในการบังคับหุ่นยนต์ต่อไป
4. เขียนโปรแกรมเพื่อแยกแยะวัตถุทรงกลมได้อย่างแม่นยำ ในสภาพที่มีความเข้มแสงแตกต่างกัน
5. เขียนโปรแกรมเพื่อติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม โดยใช้วิธีการติดตามด้วยเม็ดสี
6. ทำการติดตั้งกล้องดิจิตอล บริเวณส่วนหัวของหุ่นยนต์โรโบซาเปียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ที่มาของหุ่นยนต์

ปัจจุบันเทคโนโลยีของหุ่นยนต์นั้นได้เจริญก้าวหน้าไปมาก ต่างจากเมื่อก่อนที่หุ่นยนต์จะถูกนำไปใช้ ในงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ แต่ปัจจุบันมีการนำมาใช้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นหุ่นยนต์ที่ใช้ในทางการแพทย์ หุ่นยนต์สำหรับงานสำรวจ หุ่นยนต์ที่ใช้งานในอวกาศ หรือแม้แต่หุ่นยนต์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องเล่นของมนุษย์ จนกระทั่งในปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้หุ่นยนต์นั้นมีลักษณะที่คล้ายมนุษย์ เพื่อเลียนแบบพฤติกรรมต่างๆ ของมนุษย์

หุ่นยนต์ คือ เครื่องจักรกลชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะการทำงานแบบอัตโนมัติ (Automatics Machine) หรือกึ่งอัตโนมัติ (Semi automatics Machine) และสามารถโปรแกรมให้ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างได้ อย่างไรก็ดีอาร์ไอเอ (RIA : The Robotics Industries Association) ได้ให้คำจำกัดความของหุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นที่ยอมรับกัน ในที่ประชุมระดับนานาชาติของบริษัทอุตสาหกรรมที่ใช้หุ่นยนต์ 11 แห่ง เมื่อปี พ.ศ.2524 เอาไว้ว่าหุ่นยนต์อุตสาหกรรม คือ เครื่องจักรกลที่สามารถทำการโปรแกรมใหม่ได้หลายครั้ง สามารถทำงานได้หลายๆ หน้าที่ ซึ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อให้สามารถหยิบ จับ เคลื่อนย้าย วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ หรืออุปกรณ์พิเศษต่างๆ โดยการตั้งโปรแกรมเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ ให้ทำงานได้ตามต้องการ

2.1.1 ประเภทของหุ่นยนต์

หุ่นยนต์แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

1. หุ่นยนต์ชนิดติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed Robot)

เป็นหุ่นยนต์ที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนได้ด้วยตนเอง หุ่นยนต์ประเภทนี้จะมีลักษณะเป็นแขนกล สามารถเคลื่อนไหวได้เฉพาะแต่ละข้อต่อ ภายในตัวเองเท่านั้น ส่วนมากมักถูกนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 หุ่นยนต์ที่ใช้ในโรงงาน

รูปที่ 2.2 หุ่นยนต์ภายใต้งานสำรวจของนักวิทยาศาสตร์

รูปที่ 2.3 หุ่นยนต์ที่ใช้ในวงการแพทย์

2. หุ่นยนต์ชนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Robot)

เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถเคลื่อนที่ไปไหนมาไหนได้ด้วยตนเอง สามารถเคลื่อนย้ายโดยการใช้ล้อ หรือเคลื่อนที่โดยการใช้ขา ซึ่งหุ่นยนต์ประเภทนี้ ส่วนใหญ่ยังเป็นงานวิจัยที่อยู่ในห้องทดลอง เพื่อพัฒนาออกมาใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่นหุ่นยนต์สำรวจดาวอังคารขององค์การนาซ่า แต่ปัจจุบันก็ได้มีการพัฒนา ให้มีลักษณะเป็นสัตว์เลี้ยงอย่างสุนัข เพื่อให้มาเป็นเพื่อนเล่นกับคน หรือแม้กระทั่งมีการพัฒนาหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่แบบสองขาได้อย่างมนุษย์ เพื่ออนาคตจะสามารถนำไปใช้ในงานที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายแทนมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 หุ่นยนต์ที่เลียนแบบมนุษย์

รูปที่ 2.5 หุ่นยนต์สัตว์เลี้ยง

รูปที่ 2.6 หุ่นยนต์สำรวจอวกาศขององค์การนาซา (NASA)

2.1.2 มุมมองต่อหุ่นยนต์

ในปัจจุบัน หุ่นยนต์ได้ถูกปรับเปลี่ยนผ่านการขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมทางด้านไอที เช่น หุ่นยนต์ที่เคยทำด้วยพลาสติก ได้ถูกพัฒนาจนสามารถเลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ได้ ซึ่งก่อนหน้านี้ ผู้คนอาจจะคุ้นเคยกับการนำหุ่นยนต์มาเพื่อช่วยแบกรับการทำงาน อย่าง อาซิโม (ASIMO) ที่บริษัทฮอนด้า จากประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้พัฒนา โดยได้ใช้เทคโนโลยีด้านปัญญาประดิษฐ์ เพื่อตอบสนองการใช้งาน หรือกระทั่งการสร้างหุ่นยนต์กู้ภัย (Rescue Robot) ที่มีรูปลักษณ์ตามแต่จินตนาการด้านการใช้งานนั้นๆ

ในที่สุด วิวัฒนาการของหุ่นยนต์ได้พัฒนาหุ่นยนต์จนสามารถตอบสนองความบันเทิงได้ จนกระทั่ง บริษัท นิชิเวิร์ล จำกัด เริ่มนำหุ่นยนต์ที่มีโครงสร้างคล้ายมนุษย์ หรือสิ่งมีชีวิต มาเปิดตัวเริ่มตั้งแต่ โรโบซาเปียน โรโบเพ็ท (Robopet) โรโบแรพเตอร์ (Roboraptor) หรือล่าสุดที่เปิดตัวไป ไม่นานมานี้อย่าง โรโบซาเปียน วิทู (Robosapien V2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์โรโบซาเปียนสามารถมีการเคลื่อนไหวที่คล้ายมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยสามารถตั้งโปรแกรมล่วงหน้าได้ 67 คำสั่ง อาทิ การหยิบ โยน เตะ ต่อย เต้นรำ กังฟู และอื่นๆ ซึ่งนับเป็นมิติใหม่ของเทคโนโลยี ต่อมาได้มีการพัฒนาโรโบแรพเตอร์เป็นพฤติกรรมหลักที่แสดงอารมณ์ และสนองตอบสิ่งรอบข้าง อาทิ การตอบโต้ ล่าเหยื่อ ตื่นเต้น ระมัดระวัง อีกทั้งยังเสริม ระบบอินฟราเรด วิชชั่น (Infrared Vision) เพื่อตรวจจับวัตถุบริเวณใกล้เคียง รวมถึงการรับรู้วัตถุใกล้ตัว

2.2 หุ่นยนต์โรโบซาเปียน

รูปที่ 2.7 หุ่นยนต์โรโบซาเปียน

หุ่นยนต์โรโบซาเปียนเป็นหุ่นยนต์ที่มีการออกแบบตามหลักเทคโนโลยีทางชีวภาพ ที่รวมเอาความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และเครื่องกล เป็นการผสมผสานระหว่างมนุษย์และลิง โดยหุ่นยนต์โรโบซาเปียนนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาโดย มิสเตอร์ มาร์ค ทิลเด้น นักฟิสิกส์วิทยาในด้านหุ่นยนต์ที่เคยร่วมงานกับนาซา ดีอาร์พา (DARPA: Defense Advanced Research Projects Agency) และ เจพี-แอล (JPL : Jet Propulsion Laboratory) ในด้านการพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านหุ่นยนต์ และด้านระบบการขับเคลื่อนยาน ในสถาบันวิจัย ลอสอลามอส เนชั่นแนล แลบโบราโทรี (Los Alamos National Laboratory) ที่แคลิฟอร์เนีย และยังเป็นผู้พัฒนาหลักการ ไบโอมอร์ฟิค โรโบติก (Biomorphic Robotic) ในปี 1988 ซึ่งโรโบซาเปียนเป็นหุ่นยนต์ตัวแรกที่ได้สร้างขึ้นตามหลักการดังกล่าว ที่มีการเปิดตัวในเชิงพาณิชย์ ด้วยทฤษฎี ไบโอมอร์ฟิค โรโบติกจึงทำให้โรโบซาเปียนนี้มีความสามารถในด้านต่างๆ มากมาย ที่รวบรวมอากัปกิริยาท่าทางและความชาญฉลาดของมนุษย์เข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ด้วยกัน ทั้งยังสามารถตั้งโปรแกรมล่วงหน้าได้มากมาย จึงทำให้โรโบซาเปียนนี้มีขีดความสามารถที่มากมายตามจินตนาการของผู้บังคับเอง

ในด้านการเคลื่อนไหวนั้นสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างลื่นไหลและต่อเนื่อง ทั้งในเรื่องของการเดินการหมุนตัว การส่งเสียงต่างๆ ที่ถอดแบบจากมนุษย์ และจุดที่โดดเด่นของโรโบซาเปียนคือการใช้แขนในการทำอากัปกิริยาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการโจมตีแบบคาราเต้ การเหวี่ยงแขนขึ้นลง ที่น่าสนใจที่สุดคือการหยิบจับสิ่งของ อีกทั้งยังสามารถขว้างหรือโยนของออกไปได้อีกด้วย และด้วยฟังก์ชั่นการเคลื่อนไหวที่มากมายกว่า 67 ฟังก์ชั่น ร่วมด้วยโปรแกรมที่ควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรลที่มากถึง 84 โปรแกรม ในการบังคับด้วยรีโมทคอนโทรล ที่มีปุ่มในการควบคุมถึง 21 ปุ่ม พร้อมการปรับเปลี่ยนโหมดในการทำงานได้ถึง 3 โหมด ควบคุมการตอบสนองด้วยเซ็นเซอร์ เสียง และการสัมผัส โดยมีจุดสัมผัสและเซ็นเซอร์ซ่อนไว้ที่แขนและขา

โรโบซาเปียน เป็นหุ่นยนต์ที่ราคาไม่แพงที่ทำงานด้วยการควบคุมผ่านทางสัญญาณอินฟราเรด โรโบซาเปียน มีความสามารถทำได้หลายอย่าง โดยที่มันสามารถเดินไปข้างหน้า เดินถอยหลัง หมุนตัว เต้น หรือแม้กระทั่งยกมือโบกทักทายเราก็สามารถทำได้ เพียงแค่กดปุ่มบังคับง่ายๆด้วยรีโมท เราสามารถจัดเก็บฟังก์ชั่นของการทำงานได้หลายอย่างด้วยกัน และเมื่อกดปุ่มบังคับ โรโบซาเปียน ก็จะแปลงรหัสและทำงานตามฟังก์ชั่นที่เราบันทึกไว้ นอกจากนี้เรายังสามารถทำการแก้ไขโปรแกรมของหุ่นยนต์ใหม่ เพื่อให้มีฟังก์ชั่นที่แตกต่างหลากหลายออกไปได้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น เมื่อโรโบซาเปียนเดินสะดุดหรือเดินชนกับบางสิ่งบางอย่างด้วยเท้าของมัน แทนที่มันจะหยุดนิ่งก็เพิ่มเติมฟังก์ชั่นให้ โรโบซาเปียนร้องโอ๊ยแทน หรือว่าจะเป็นการให้โรโบซาเปียนทำคาราเต้สับใส่สิ่งของ หมุนตัว ก้มลง และเดินไปเดินมา แม้ว่าโรโบซาเปียนจะเป็นหุ่นยนต์ของเล่นที่ยอดเยี่ยมคุ้มค่าคุ้มราคาก็จริง หากแต่ว่าถ้าใช้ฟังก์ชั่นเดิมๆ ไปเรื่อยๆ ไม่นานก็อาจจะมีความรู้สึกเบื่อหน่ายเกิดขึ้นบ้าง จึงมีการคิดค้นหาวิธีและฟังก์ชั่นใหม่ๆ ในการบังคับหุ่นยนต์โรโบซาเปียนนี้

เมื่อทำการถอดชิ้นส่วนของตัวหุ่นยนต์ออกมา ซึ่งสาเหตุที่สามารถถอดออกได้ง่ายมาจากการที่ผู้คิดค้นสร้างหุ่นยนต์โรโบซาเปียนนี้ขึ้นมานั้น ต้องการที่จะทำให้สามารถที่จะแกะถอดเพื่อแก้ไขฟังก์ชั่นของโรโบซาเปียนได้ง่ายขึ้น เริ่มต้นจากแขนกลหมุนได้ที่ใช้สำหรับหยิบจับสิ่งของ เมื่อถอดเกราะหน้าและเกราะหลังของโรโบซาเปียนออก จะพบสายไฟจำนวนมากต่อเข้ากับแผงวงจรหลักยกเว้นสายของไมโครโฟนและลำโพงที่ไม่ได้ถูกเชื่อมต่อ และสายทั้งหมดนั้นถูกเชื่อมต่อไว้ชัดเจน ดังนั้นแม้เราจะทำการรื้อแยกชิ้นส่วนของโรโบซาเปียนทั้งหมดแล้ว เราก็ยังสามารถที่จะประกอบโรโบซาเปียนนั่นขึ้นมาใหม่ได้

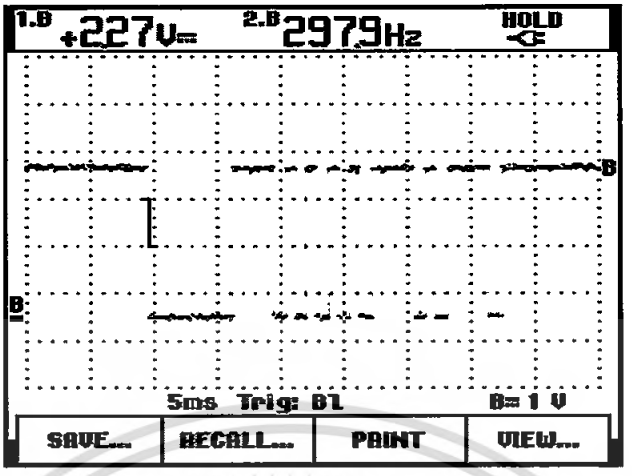
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 แผงวงจรหลักของหุ่นยนต์

โรโบซาเปียนสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงแทนที่ของคลื่นวิทยุ ซึ่งในที่นี้จะใช้พีดีเอในการรับสัญญาณคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วทำการแปลงสัญญาณบิตข้อมูลเป็นสัญญาณอินฟราเรดส่งต่อให้กับโรโบซาเปียนที่พีดีเอ โดยที่เราทำการจัดเก็บฟังก์ชั่นการทำงานของหุ่นยนต์เป็นคำสั่งในรูปแบบสัญญาณบิตข้อมูล ซึ่งเมื่อเกิดการบังคับหุ่นยนต์ขึ้นผ่านทางระบบไร้สาย เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณบิตข้อมูลนั้นไปยังพีดีเอ และพีดีเอจะทำการแปลงสัญญาณนั้นเป็นอินฟราเรดแล้วส่งต่อให้ภาครับสัญญาณที่ติดอยู่ที่บริเวณหัวของโรโบซาเปียน

ภายในส่วนหัวของโรโบซาเปียนมีตัวรับสัญญาณอินฟราเรดอยู่ ซึ่งตัวรับสัญญาณของอินฟราเรดนั้นรับสัญญาณจากรีโมทควบคุมและส่งข้อมูลไปยังแผงควบคุม หากต้องการจะเลี่ยงการติดต่อกับตัวรับสัญญาณอินฟราเรดโดยตรง จำเป็นที่จะต้องรู้คำสั่งที่มันส่งไปยังแผงควบคุม ซึ่งทำให้เราสามารถสร้างการส่งสัญญาณแบบใหม่ได้ด้วยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ พีดีเอ และตัวรับสัญญาณอินฟราเรดที่ส่วนหัวของโรโบซาเปียนที่แผงควบคุม จะได้รับคำสั่งออกมาเป็นสัญญาณอินฟราเรด ในแต่ละคำสั่งนั้นคำสั่งจะเป็นตัวเลขฐานสิบหก 2 ตัว เช่น การขยับแขนข้างขวาเข้าข้างในของโรโบซาเปียนนั้นได้จากการส่งโค้ดสัญญาณ $85 โดยที่ทั่วไปแล้วเลขฐานสิบหกจะยุ่งยากซับซ้อนมากกว่าแบบ 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 พัลส์ของข้อมูล

สัญญาณอินฟราเรดที่ออกมาจะยังคงสูงอยู่จนกว่าสัญญาณจะถูกส่งออกไป หลังจากนั้นบิต "0" จำนวน 5 ตัวจะถูกส่งไปเพื่อบ่งบอกว่าสัญญาณคำสั่งกำลังจะมาถึง ก่อนจะส่งบิตคำสั่งตามมา โดยหากเป็นบิต "1" จะถูกส่งเป็น "1110" และหากเป็นบิต "0" จะส่งเป็น "10" เช่น สัญญาณ $85 จะออกมาเป็นดังนี้

ไบนารี	: 1	0	0	0	0	1	0	1
โรโบซาเปียน	: 1110	10	10	10	10	1110	10	1110

โดยที่บิต "1" และบิต "0" นั้นจะถูกส่งมาห่างกันประมาณ 0.8333 มิลลิวินาที

2.3 อินฟราเรด

2.3.1 ที่มาและความหมาย

รังสีอินฟราเรดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีคลื่นความถี่อยู่ในช่วง 10^{11} - 10^{14}เฮิรตซ์ หรือ ความยาวคลื่น 10^{-3} – 10^{-6} ย่านความถี่ของรังสีอินฟราเรดจะคาบเกี่ยวอยู่กับย่านความถี่ของคลื่นไมโครเวฟเล็กน้อย นอกจากนี้รังสีอินฟราเรดยังได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานกับเครื่องใช้ภายในบ้าน เช่น รีโมทคอนโทรล และการควบคุมระยะไกล ซึ่งเป็นระบบสำหรับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ จากระยะไกล โดยใช้รังสีอินฟราเรดจะเป็นตัวนำคำสั่งจากเครื่องควบคุมไปยังเครื่องรับ และรังสีอินฟราเรดยังทนต่อการรบกวนจากแสงภายนอกได้อีกด้วย

ไออาร์ดีเอ (IrDA : Infrared Data Association) เป็นการส่งข้อมูลโดยใช้รังสีอินฟราเรดเป็นตัวส่งสัญญาณข้อมูลแทนการใช้สายเคเบิล กำเนิดขึ้นในเดือนมิถุนายนปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พ.ศ. 2536 โดยการรวมตัวของบริษัท 50 แห่ง ก่อตั้งเป็นสมาคมไออาร์ดีเอ เพื่อเป็นการกำหนดมาตรฐานในการติดต่อของช่องสัญญาณอนุกรมคอมพิวเตอร์ และส่งเสริมการสื่อสารด้วยรังสีอินฟราเรด เพื่อพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ รวมถึงชิ้นส่วนประกอบ การสื่อสาร และด้านการตลาดของผู้บริโภคอีกด้วยในภาพรวมนั้น การสื่อสารด้วยรังสีอินฟราเรด คือ เทคโนโลยีพื้นฐานที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป เช่น รีโมทคอนโทรล ฯลฯ ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลทางอินฟราเรดตั้งอยู่บนมาตรฐานทางบริษัทที่ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นมาตรฐานสากลทำให้มีการเริ่มใช้งานอย่างกว้างขวางในคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก พีดีเอ เครื่องพิมพ์ โทรศัพท์ โมเด็ม อุปกรณ์ทางด้านการแพทย์ อุปกรณ์ทางด้านอุตสาหกรรม และอุปกรณ์ไร้สายต่าง ๆ ซึ่งมีประสิทธิภาพ มีราคาต่ำ กินไฟต่ำ มีราคาไม่สูงนัก และใช้งานการสื่อสารแบบ 2 ช่องทางโดยผลัดเปลี่ยนการส่งข้อมูลถึงกัน (half – duplex) มาตรฐานทางระดับชั้นทางกายภาพ (physical layer) ของไออาร์ดีเอ ในปัจจุบันนี้คือ เวอร์ชัน 1.3

2.3.2 คุณสมบัติของไออาร์ดีเอ

- เป็นการเชื่อมต่อแบบไร้สายที่ได้รับมาตรฐาน
- มีแพลตฟอร์มแบบต่างๆ ที่ใช้ไออาร์ดีเอ เป็นจำนวนมาก
- ได้รับการออกแบบเพื่อทำงานทดแทนสายเคเบิลได้
- สามารถรับส่งข้อมูลในระยะสั้น ประมาณ 1 - 2 เมตร
- มีขอบเขตการส่งสัญญาณในรัศมี 30 องศา ช่วยป้องกันคลื่นรบกวนจากอุปกรณ์อื่น ๆ
- มีอัตราการถ่ายโอนข้อมูลที่ความเร็ว 4 ล้านบิตต่อวินาที (Mbps) และ 16 ล้านบิตต่อวินาที
- ทิศทางในการส่งข้อมูลเป็นแบบไดเรคไลน์ออฟไซต์ (direct line-of-sight) สำหรับการรับ – ส่ง ระหว่าง อุปกรณ์ 2 ตัวเป็นหลัก

2.3.3 การส่งข้อมูลตามมาตรฐานไออาร์ดีเอ

มาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลของไออาร์ดีเอ ถูกกำหนดขึ้นในเดือนกันยายน พ.ศ. 2536 โดยได้กำหนดพื้นฐานมาตรฐานการเชื่อมต่อข้อมูลแบบเอสไออาร์ (SIR) คือ การใช้ช่องสัญญาณอาร์เอส 232 (RS232) เพื่อให้ใช้งานได้กับเครื่องพีซี ด้วยรูปแบบการใช้งานที่ง่าย การส่งสัญญาณไปให้ตัวรับจะเป็นแบบ อินฟราเรดอีมิตติ้งไดโอด (Infrared emitting diode) วิธีนี้จะช่วยให้ประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลในลักษณะนี้สามารถครอบคลุมช่วงการส่งสัญญาณได้ถึง 115.2 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps) ซึ่งจัดเป็นช่วงของการส่งที่กว้างที่สุด ความต้องการการส่งข้อมูลที่ความเร็วน้อยที่สุดตามมาตรฐานของไออาร์ดีเอ เท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที การส่งข้อมูลทุกครั้งต้องเริ่มต้นการส่งที่ความถี่นี้ เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ ที่ความเร็วสูงกว่านี้จะต้องมีรูปแบบพิเศษ ซึ่งจะทำงานที่ 1.152 ล้านบิตต่อวินาทีและใช้วิธีการลดขนาดของพัลส์เช่นเดียวกับในการส่งในอาร์เอส232 แต่ใช้กับการลดลงของความยาวพัลส์ถึง 1/4 ของความยาวพัลส์เริ่มต้น อัตราเร็วที่สุดของการส่งข้อมูลที่สนับสนุนมาตรฐานไออาร์ดีเอเท่ากับ 4 ล้านบิตต่อวินาที (มักจะเรียกว่าเอฟไออาร์(FIR)) และทำงานที่ พัลส์ 125 นาโนวินาที ที่ 4 พีพีเอ็ม (PPM : Pulse – Position Modulation)

กำลังของการส่องสว่างและความไวของตัวรับถูกกำหนดให้อยู่ในระดับที่ตำแหน่งและการพุ่งของลำแสง ± 15 องศา มีเพียงพอสำหรับการสื่อสารในแบบจุดต่อจุด (point to point) ช่วยป้องกันการรบกวนจากสภาวะภายนอกโดยลดกำลังไฟที่ไม่จำเป็น ระยะทางที่น้อยที่สุดในการส่งข้อมูลเท่ากับระยะทาง 1 เมตร ตัวตรวจสอบจะทำการรับสัญญาณที่ส่งเข้ามา จากนั้นเปลี่ยนรูปร่างของสัญญาณใหม่ และส่งกลับเข้าไปที่ช่องสัญญาณ (port) ระบบทำงานในรูปแบบการสื่อสารแบบ 2 ช่องทางโดยผลัดเปลี่ยนการส่งข้อมูลถึงกัน ซึ่งยอมให้มีการทำงานได้เมื่อมีการส่งข้อมูลในทิศทางเดียวเท่านั้น ที่เวลาใดๆ ที่ความถี่ไม่เกิน 115.2 กิโลบิตต่อวินาที การเพิ่มขึ้นของอย่างน้อยที่สุด ถูกกำหนดที่ 40 mw/sr ที่ความเร็วมากกว่านี้ ผลลัพธ์จะต้องเพิ่มขึ้นอย่างต่ำ 100 w/sr ค่าความไวเริ่มต้น (sensitivity threshold) มีค่าเท่ากับ 40 มิลลิวัตต์/ตารางเมตร และ 100 มิลลิวัตต์/ตารางเมตร สำหรับเอสไออาร์ และเอฟไออาร์ ตามลำดับ ความยาวคลื่นมาตรฐานอยู่ในช่วง 850 นาโนเมตร และ 900 นาโนเมตร

มาตรฐานที่เพิ่มขึ้น ถูกสร้างขึ้นในปี 1997 สำหรับการประยุกต์ใช้งานในการควบคุมเรียกว่ามาตรฐานไออาร์คอนโทรล (IrControl) มาตรฐานนี้ได้ใช้ความถี่ย่อยของ IEC1603 – 1 ในการกำหนดตัวส่งที่ความถี่ 155 กิโลเฮิร์ตซ์ ความสามารถของการส่งข้อมูลเท่ากับ 72 กิโลบิตต่อวินาที ระบบยังคงเกิดปัญหาบางอย่างเกี่ยวกับการทำให้เอสไออาร์/เอฟไออาร์ ใช้งานเข้ากับมาตรฐานไออาร์ดีเอได้ ข้อเสียข้อหนึ่งคือวงจรตรวจสอบมีความแตกต่างจากวงจรอื่นที่ระบบเบสแบนด์ (baseband) ดังนั้นการรวมทั้งสองอย่างนี้ให้เป็นการประยุกต์ใช้งานเดียวกันจึงมีราคาแพง การใช้ไออาร์คอนโทรลและเอสไออาร์/เอฟไออาร์ในหนึ่งการใช้งานนั้นจะหมายความว่าช่องสัญญาณของฮาร์ดแวร์ของอินฟราเรด 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องถูกสร้างขึ้นด้วยอินฟราเรด ความเร็วสูงวีไออาร์มีความเร็วในการส่งข้อมูลอย่างต่ำ 16 ล้านบิตต่อวินาทีในระยะทางที่มากกว่า 1 เมตร

2.3.4 อินฟราเรดในอิเล็กทรอนิกส์

อินฟราเรดถูกสร้างโดยง่าย และไม่มีอันตราย หรือรบกวนจากสนามแม่เหล็ก ดังนั้นอินฟราเรดจึงถูกใช้ในการสื่อสาร และการควบคุมแต่ก็ยังไม่สมบูรณ์มากนักแหล่งกำเนิดแสงอื่นๆ ก็สามารถสร้างอินฟราเรดได้เช่นเดียวกัน และมีโอกาสที่จะรบกวนกันเองในระบบสื่อสารได้ เช่น ดวงอาทิตย์ เป็นต้น เนื่องมาจากมันส่งสเปกตรัมของแสงกว้างมากๆ การนำอินฟราเรดไปใช้งานหลายๆทางทั้งใช้งานกับรีโมทควบคุมทีวี เครื่องอัดวีดีโอ และอุปกรณ์อื่นๆ ส่วนมากจะนิยมใช้ อินฟราเรด ไดโอด ซึ่งมีต้นทุนที่ต่ำและหาซื้อได้ทั่วไป

ต่อไปนี้ ควรคิดว่าอินฟราเรดเป็นแสงสีแดง ซึ่งแสงสีแดงนี้สามารถสื่อความหมายบางอย่างกับเครื่องรับได้เป็นต้นว่าสัญญาณวิทยุเปิดและปิดสามารถส่งไปและมีความหมายได้หลากหลายความหมาย หลายๆ สิ่งสามารถสร้างอินฟราเรดได้ อะไรก็ตามที่สามารถปลดปล่อยความร้อนได้ก็จะสามารถทำได้ รวมถึงร่างกายคนเราด้วยเช่นกัน หรือแม้แต่เตาไฟ หรือแรงเสียดทานจากการถูมือเข้าด้วยกัน หรือแม้แต่บ่อน้ำพุร้อนก็เช่นกัน

เพื่อให้เกิดการสื่อสารที่ดี ไม่เกิดสัญญาณเพี้ยนหรือลวง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องใช้รหัสเฉพาะที่สามารถจะระบุบ่งชี้บอกกับด้านรับได้ว่า ข้อมูลไหนเป็นข้อมูลจริงและอันไหนเป็นข้อมูลลวง ในทางเปรียบเทียบแล้ว เมื่อมองขึ้นไปบนท้องฟ้ายามค่ำคืนก็จะเห็นดาวนับร้อยนับพันดวง แต่ว่าเราสามารถชี้ชัดได้ทันที หากเราพบเครื่องบินบินผ่านมา เนื่องจากมองเห็นแสงกระพริบของมันดังนั้นแสงกระพริบของมันจึงเปรียบเหมือนเป็นรหัสเฉพาะซึ่งเป็นเหมือนรหัสในการบอกเรา

ในกรณีเดียวกับเครื่องบิน ห้องที่มีทีวีในบ้านก็จะมีอินฟราเรดเป็นร้อยๆอยู่โดยรอบ ทั้งจากร่างกายมนุษย์ แสงไฟรอบๆ หรือแม้แต่กาแฟร้อนแก้วหนึ่ง ทางที่เราจะหลีกเลี่ยงแหล่งอินฟราเรดเหล่านั้นก็คือต้องสร้างรหัสเฉพาะขึ้นมา ดังนั้นเราจึงใช้รีโมทคอนโทรล เพื่อใช้ระบุอินฟราเรดเฉพาะในช่วงของมันโดยจะอยู่ในช่วงความถี่ที่แน่นอน เช่น ด้านรับอินฟราเรดของทีวี เครื่องอัดวีดีโอ หรือ สเตอริโอก็เปลี่ยนมาใช้ความถี่ที่แน่นอนนี้และไม่สนใจอินฟราเรดที่รับได้ที่เหลือทั้งหมด ช่วงความถี่ที่ดีที่สุดสำหรับงานนี้คือมีค่าระหว่าง 30 และ 60 กิโลเฮิรตซ์ ที่นิยมใช้กันมากคือที่ความถี่ราวๆ 36 กิโลเฮิรตซ์ ดังนั้น รีโมทคอนโทรลใช้ความถี่ราวๆ 36 กิโลเฮิรตซ์ในการส่งผ่านข้อมูล แสงอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกส่งโดยอินฟราเรดไดโอดที่มีช่วงของพัลส์ที่ 36,000 ครั้งต่อวินาที โดยจะส่งลอจิก 1 และเมื่อที่ลอจิก 0 ก็จะเงียบ

ในการสร้างพัลส์ของอินฟราเรดที่ 36 กิโลเฮิรตซ์นั้นง่ายมาก จะยากขึ้นอีกก็คือเพื่อให้รับแล้วสามารถระบุบ่งชี้ความถี่ได้เลย จึงเป็นสิ่งที่ทำให้อุปกรณ์ด้านรับอินฟราเรดของหลายบริษัทได้บรรจุใส่ฟิลเตอร์เข้าไปด้วย โดยจะมีกระบวนการถอดรหัสสัญญาณไฟฟ้า และรูปร่างของสัญญาณที่จะออกมาจะเป็นในลักษณะของสแควร์เวฟ (square wave) ซึ่งสามารถบอกได้ว่าพัลส์ของอินฟราเรดที่เข้ามานั้นอยู่ในช่วงความถี่ 36 กิโลเฮิรตซ์ หรือไม่ โดยหากพัลส์ของอินฟราเรดนั้นอยู่ในช่วงความถี่ 36 กิโลเฮิรตซ์ จะความต่างศักย์เป็น +5 โวลต์ และหากไม่อยู่ในช่วงความถี่ 36 กิโลเฮิรตซ์ ก็จะได้ความต่างศักย์เป็น 0 โวลต์

เพื่อไม่ให้รีโมทคอนโทรลแต่ละเครื่องเกิดการใช้ความถี่ซ้อนทับกัน จนทำให้รีโมทของทีวียี่ห้อหนึ่งไปเปลี่ยนช่องของทีวีอีกยี่ห้อหนึ่งได้ จึงใช้ความถี่ช่วงที่ต่างกัน เช่น จาก 36 เป็น 50 กิโลเฮิรตซ์ ดังนั้น ในแต่ละผู้ผลิตก็จะใช้เทคนิคการเข้ารหัสการส่งผ่านข้อมูลที่แตกต่างกันไป เพื่อไม่ให้เกิดสัญญาณรบกวนกันเอง

2.4 ทีซีพี/ไอพี (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

โดยทั่วไปในการติดต่อสื่อสารที่เป็นที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน จะกระทำบนพื้นฐานของโปรโตคอลทีซีพี/ไอพี ซึ่งทีซีพี/ไอพีเป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้

ในการส่งข้อมูลผ่านทางทีซีพี/ไอพีนั้น ทีซีพี/ไอพีจะทำการแบ่งข้อมูลนั้นๆออกเป็นส่วนย่อยๆ ซึ่งเรียกว่าแพ็กเก็ต (Packet) โดยแต่ละส่วนจะถูกเพิ่มข้อมูลบอกตำแหน่งต้นทาง และปลายทางที่จะส่งไว้ให้ จากนั้นแพ็กเก็ตเหล่านี้จะถูกส่งกระจายผ่านไปยังเส้นทางต่างๆ ที่เชื่อมโยงกันในระบบตามเส้นทางที่สามารถส่งถึงปลายทางได้ โดยแต่ละแพ็คเก็ตไม่จำเป็นต้องเรียงลำดับหรือไปตามเส้นทางเดียวกัน ซึ่งในระบบจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า เร้าเตอร์ (Router) จะเป็นตัวคอยจัดหาเส้นทางที่ดีที่สุดให้กับทุกแพ็คเก็ต เมื่อไปถึงผู้รับที่ปลายทางแล้ว แพ็กเก็ตจะมารวมกันเป็นข้อความยาวๆ เหมือนเดิม แต่ถ้าแพ็กเก็ตใดขาดหายหรือตกหล่น คอมพิวเตอร์ก็จะตรวจสอบ และส่งแพ็กเก็ตมาใหม่จนข้อมูลครบเหมือนเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ซ็อกเก็ต

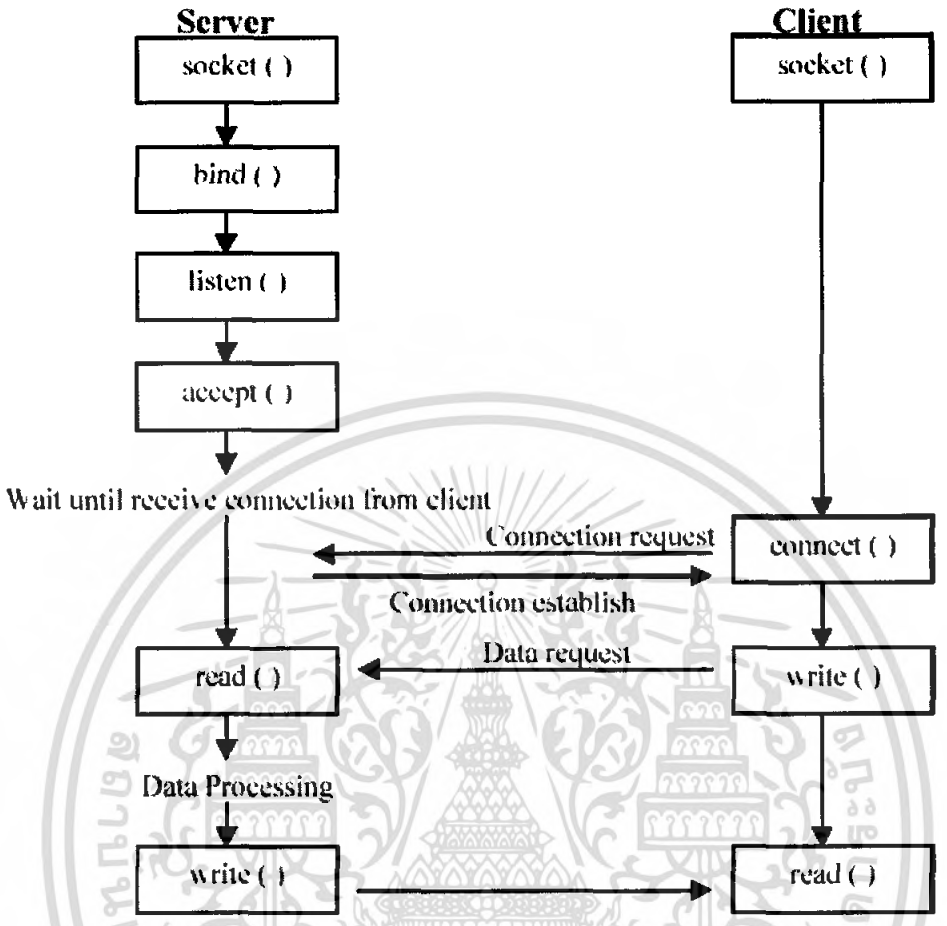
ซ็อกเก็ต คือ จุดสิ้นสุดของเครือข่ายที่เป็นการรวม หมายเลขไอพี (IP Address) และหมายเลขพอร์ต (Port Number) เข้าด้วยกัน คำว่าซ็อกเก็ตถูกใช้เปรียบเทียบ เพราะว่าข้อมูลที่บรรจุอยู่ในซ็อกเก็ต สามารถนำไปใช้ได้โดยตรงกับกระบวนการที่ถูกร้องขอในคอมพิวเตอร์เป้าหมายบนอินเตอร์เน็ต สามารถสร้างซ็อกเก็ตเพื่อระบุความแตกต่างของโปรแกรมประยุกต์ที่กำลังทำงานบนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยซ็อกเก็ต สามารถแบ่งออกเป็นประเภทตามลักษณะการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. Connection Oriented Sockets
2. Connectionless Sockets
3. Raw Sockets

การติดต่อผ่านซ็อกเก็ตต้องการจุดปลาย (Endpoint) เพื่อใช้ในการติดต่อ ซึ่งจุดปลายจะประกอบด้วย และ หมายเลขพอร์ต ซ็อกเก็ตที่ถูกสร้างขึ้นจะมีวัตถุประสงค์การใช้งานอยู่ 2 ลักษณะ ได้แก่ การรอรับการเชื่อมต่อและการเชื่อมต่อไปยังปลายทาง โดยซ็อกเก็ตที่รอรับการเชื่อมต่อนั้นจะเป็นซ็อกเก็ตที่ใช้ในฝั่งแม่ข่าย ในขณะที่ซ็อกเก็ตที่ทำการเชื่อมต่อไปยังเครื่องปลายทางจะใช้ในฝั่งลูกข่าย

หลักการของซ็อกเก็ตคือ ฝั่งแม่ข่ายจะทำการสร้างซ็อกเก็ตขึ้นมาแล้วเปิดพอร์ตเพื่อรองรับการติดต่อจากลูกข่าย เมื่อมีการติดต่อจากฝั่งลูกข่าย เข้ามาก็จะเริ่มรับส่งข้อมูล ตามรูปถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 แผนผังแสดงการทำงานของซ็อคเก็ต

2.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับภาพ

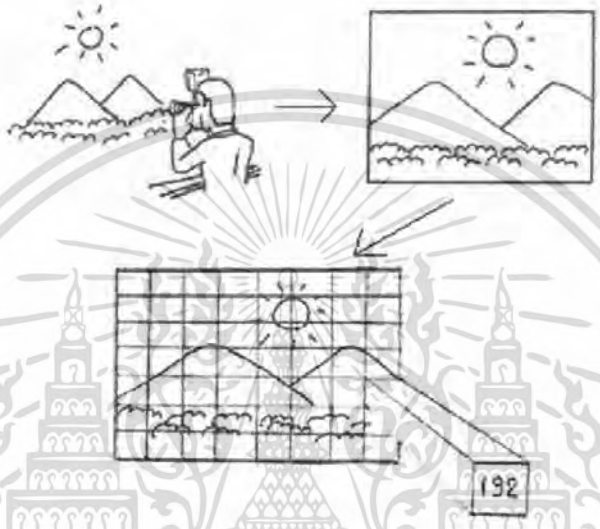
2.5.1 ภาพบิตแมป (Bitmap Image)

เป็นภาพที่ประกอบจากจุดเล็กๆจำนวนมากที่เรียงกันจนเป็นภาพๆ หนึ่ง เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นภาพที่ชัดเจนมากขึ้น ลักษณะของภาพชนิดนี้ให้นึกถึงการสร้างภาพบนตารางสี่เหลี่ยมเล็กๆ ซึ่งจะใช้สีแต้มลงในช่องสี่เหลี่ยมแต่ละช่องจนกลายเป็นภาพที่สมบูรณ์ขนาดใหญ่ เนื่องจากตารางนี้มีขนาดเล็กมากๆ ดังนั้นดวงตาของมนุษย์ไม่สามารถที่จะมองเห็นและแยกแยะรายละเอียดส่วนย่อยเล็กๆ นั่นได้ แต่เมื่อลองขยายภาพดู จะเห็นเป็นรูปตาราง ยิ่งขยายใหญ่เท่าไร ตารางสี่เหลี่ยมก็ยิ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นจนอาจมองภาพนั้นไม่ออกว่าเป็นภาพอะไร สิ่งนั้นส่งผลเช่นเดียวกัน เมื่อเราขยายภาพบิตแมปบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำให้รายละเอียดไม่ชัดเจน โดยทั่วไปภาพบิตแมปเป็นภาพประเภทที่นิยมใช้กันมากในภาพถ่ายหรือภาพวาด เนื่องจากมันสามารถไล่โทนสีและแสงเงาได้เหมือนจริงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83221

2.5.2 การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง (Image Sampling)

เป็นการแปลงภาพ 2 มิติที่ได้ให้เป็นภาพเชิงดิจิตอล โดยการสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่ง (Spatially Sampling) โดยสุ่มเลือกเฉพาะบางตำแหน่งในภาพ ซึ่งถ้าเราสุ่มเลือกมาละเอียดภาพที่ได้ก็จะมีความละเอียดสูง หน่วยของการสุ่มเลือกก็คือ พิกเซล (Pixel)



รูปที่ 2.11 การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง

เหตุผลของการทำการสุ่มเลือกจุดตำแหน่งนั้นก็คือ ในการแสดงผลของจอภาพคอมพิวเตอร์นั้น หน่วยของความละเอียดในการแสดงผลนั้นเป็นพิกเซล แต่ในโลกแห่งความเป็นจริง ภาพที่เรามองเห็นด้วยตา ไม่ใช่การเรียงกันของพิกเซล แต่เป็นภาพเชิงต่อเนื่องคือ ไม่สามารถแยกลงไปเป็นทีละพิกเซลได้เลย เพราะฉะนั้นเมื่อภาพนั้นมาอยู่ในคอมพิวเตอร์ ภาพจะต้องถูกปรับให้อยู่ในหน้าจอที่ประกอบด้วยพิกเซล จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง จากที่ได้กล่าวมานี้ ถ้าเราสุ่มเลือกจุดตำแหน่งถี่มากเท่าใดคุณภาพของภาพที่ได้ก็จะดีขึ้น ลองดูเมื่อขยายเท่าๆ กัน ดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 2.12 รายละเอียดของภาพขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปทั้ง 3 รูป จะเห็นได้ว่าภาพๆ เดียวกัน เมื่อทำการสุ่มเลือกทางจุดมาไม่เท่ากัน ขยายออกมา คุณภาพของภาพที่ได้จึงต่างกัน

ภาพที่ 1 สุ่มเลือกมา 128x128 พิกเซล

ภาพที่ 2 สุ่มเลือกมา 64x64 พิกเซล

ภาพที่ 3 สุ่มเลือกมา 32x32 พิกเซล

ในการสุ่มเลือกทางตำแหน่งนี้ ถ้าในระยะความกว้างและความสูงของภาพ เราสุ่มมาละเอียดมากๆ เช่น สุ่มมา 128 พิกเซล คุณภาพของภาพก็จะดีขึ้น แต่ก็ต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลภาพมากขึ้น และขนาดของภาพก็จะมากขึ้นด้วย

2.5.3 การกำหนดค่าระดับของความเข้มแสง (Image Quantization)

เมื่อเราได้ภาพจากการสุ่มเลือกจุดตำแหน่งมาแล้ว แต่ละพิกเซลในภาพจะถูกแทนด้วยสีภาพในโทนสีเทา (Grayscale) จะประกอบไปด้วยสีดำ และไล่เฉดสีจางลงไปจนถึงสีขาวดังรูป

รูปที่ 2.13 การกำหนดค่าระดับความเข้มเทา

สีดำ จะแทนด้วยค่าตัวเลข 0 สีขาวจะแทนด้วยค่าตัวเลขคือ 255 รวมทั้งสิ้น 256 ระดับสี (0-255) หรือ 2 กำลัง 8 โดยที่ 8 ก็คือ จำนวนบิตในหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บค่านี้หนึ่งค่า เพราะฉะนั้น สีดำ จะถูกแทนด้วยรหัสในเลขฐานสองคือ 00000000 และสีขาวก็จะถูกแทนด้วยรหัส 11111111 และสีที่อยู่ตรงกลางระหว่างสีดำกับสีขาวก็จะไล่ไปตามลำดับการนับของบิตในเลขฐานสองดังรูป

ถ้าภาพเป็นแบบโทนสีเทา แต่ละพิกเซลก็จะถูกแทนที่ด้วยตัวเลขที่บอกถึงค่าสีตั้งแต่ 0-255 ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 รูปภาพที่ถูกแทนที่ด้วยค่าของสี

จะเห็นได้ว่า แต่ละพิกเซลจะถูกแทนที่ด้วยตัวเลข ซึ่งตัวเลขเหล่านี้ก็อยู่ระหว่าง 0-255 คือตั้งแต่ 0,1,2,3,4,...,255 เป็นโทนสีเทา แต่ถ้าเป็นภาพขาวดำก็จะมีอยู่ด้วยกัน 2 สีคือ สีดำ แทนด้วยเลข 0 กับสีขาวแทนด้วยเลข 255 เพราะฉะนั้นถ้าเป็นภาพขาวดำ 1 พิกเซลจะใช้พื้นที่เก็บข้อมูลเพียง 1 บิตเท่านั้น แต่ถ้าเป็นภาพในโทนสีเทานั้น ใน 1 พิกเซลจะใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล 8 บิต ที่เป็น 8 บิตก็เพราะว่าค่าระดับสีเมื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสองแล้วจะได้ 8 บิต เช่น

ค่าระดับสี 0 ก็คือ 00000000
ค่าระดับสี 1 ก็คือ 00000001
ค่าระดับสี 2 ก็คือ 00000010 ... ...
ค่าระดับสี 256 ก็คือ 11111111

เพราะฉะนั้นใน 1 พิกเซล จะมีค่าใดค่าหนึ่งเท่านั้น จึงใช้พื้นที่ในการเก็บเพียง 8 บิต บางครั้งจะใช้การเขียนในแบบยกกำลังคือ ภาพขาวดำ 2 ยกกำลัง 1

ภาพโทนสีเทา 2 ยกกำลัง 8

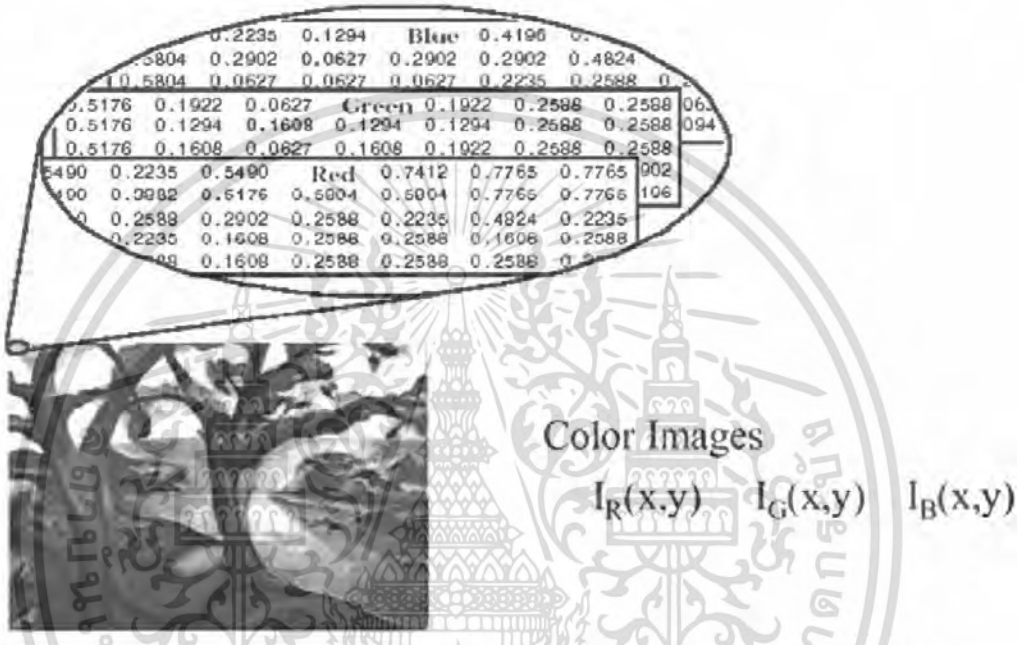
ระดับความเข้มของสีที่เรากำหนดให้กับภาพ ถ้าภาพๆ นั้นใช้ระดับสีน้อย เช่น 256, 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2 (1 บิต) ผลที่ได้ก็คือการไล่สีของภาพนั้นจะไม่นวล ดังรูปต่อไปนี้

รูปที่ 2.15 ภาพในระดับบิตต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

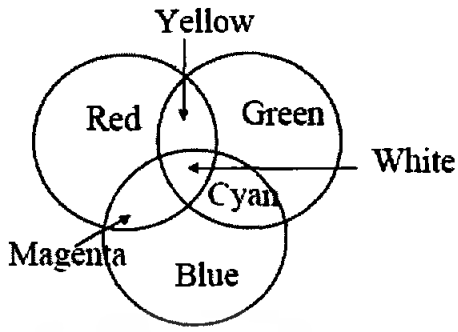
2.5.4 ภาพสี (Color Image)

เป็นภาพที่แต่ละพิกเซลของภาพ จะเก็บค่าระดับความเข้มของแต่ละแถบแสงของแม่สีหลัก 3 สีซ้อนกันคือ สีแดง(red) สีเขียว(green) สีน้ำเงิน(blue) ซึ่งในแต่ละพิกเซลนั้นๆ ก็จะแสดงผลของค่าสีของแต่ละพิกเซลตามระดับความเข้มในแต่ละแถบแสงนั้น



รูปที่ 2.16 แสดงรูปและแถบแสงของแม่สีหลัก 3 สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Long name	Short name	RGB values
Black	k	[0 0 0]
Blue	b	[0 0 1]
Green	g	[0 1 0]
Cyan	c	[0 1 1]
Red	r	[1 0 0]
Magenta	m	[1 0 1]
Yellow	y	[1 1 0]
White	w	[1 1 1]

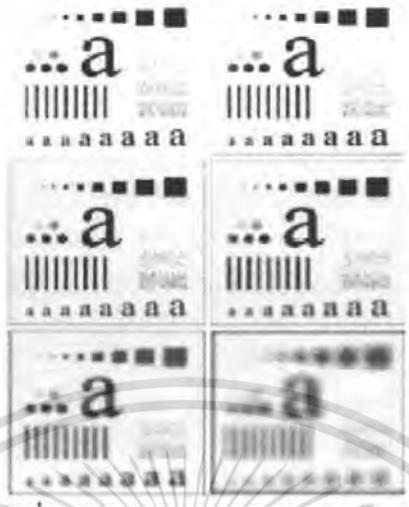
รูปที่ 2.17 แสดงการผสมของแม่สีหลัก 3 สีไปสู่สีอื่นๆ

2.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ

2.6.1 การลดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction)

การลดสัญญาณรบกวน โดยใช้ตัวกรองความถี่แบบค่าเฉลี่ย (Averaging operator) คือ ตัวกรองแบบความถี่ต่ำผ่านชนิดหนึ่ง ซึ่งผลรวมของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกรองชนิดนี้จะมีค่าเป็นหนึ่ง สัมประสิทธิ์ในแต่ละตำแหน่งจะมีค่าเป็นหนึ่งทั้งหมดคูณกับเลขจำนวนหนึ่ง เพื่อทำให้ผลรวมของสัมประสิทธิ์มีค่าเป็นหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น เมื่อพิจารณาตัวกรองแบบค่าเฉลี่ยขนาด 3×3 สัมประสิทธิ์ในแต่ละตำแหน่งจะมีค่าเท่ากับหนึ่งคูณด้วย 1/9 ซึ่งมาร์คของตัวกรองความถี่แบบค่าเฉลี่ยมีได้หลายขนาด เช่น 3×3 5×5 เป็นต้น ซึ่งผลกระทบของการกรองสัญญาณรบกวนด้วยตัวกรองความถี่แบบค่าเฉลี่ยจะมีทั้งข้อดี และข้อเสีย กล่าวคือ การเพิ่มขนาดของมาร์คจะช่วยลดสัญญาณรบกวนได้มากขึ้น หรืออาจกล่าวได้ว่า เมื่อขนาดของมาร์คยิ่งมีขนาดใหญ่เท่าไร ปริมาณของสัญญาณรบกวนก็จะถูกลดลงไปได้มากเท่านั้น แต่ลักษณะของภาพจะมีลักษณะพร่ามัวมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 แสดงภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวนด้วยมาร์คขนาดต่างๆกัน

2.6.2 การแปลงภาพให้เป็นสีเทา (Gray scale image)

ในการแปลงภาพสีให้เป็นภาพสีเทานั้น เราจะทำการพิจารณาส่วนประกอบของภาพสี นั่นคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยทำการบันทึกค่าระดับความเข้มของแต่ละสีหลักๆนี้ แล้วทำการแปลงเป็นค่าสีเทาโดยการใช้สมการ Gray Scale(x,y) = (0.299 × Red(x,y)) + (0.587 × Green(x,y)) + (0.114 × Blue(x,y)) จะทำให้เราได้ภาพที่มีสีเทา

รูปที่ 2.19 การแปลงจากภาพสีเป็นภาพสีเทา

2.6.3 การทำภาพเป็นภาพไบนารี (Binary Image)

ภาพไบนารีคือภาพที่มีค่าสี 1 บิต คือ 0 และ 1 เท่านั้น โดยในกระบวนการทำภาพให้เป็นภาพไบนารี จะใช้วิธีการกำหนดเทสโชลด์ (Threshold) ซึ่งมีเทคนิคคือ การกำหนดค่าระดับความเข้มเทาคงที่ค่าหนึ่ง เพื่อแยกวัตถุที่ต้องการออกจากพื้นหลังของภาพ (Background) และยังเป็นอีกขั้นตอนหนึ่งเพื่อใช้ในการสร้างภาพแบบไบนารี ซึ่งในการกำหนดค่าเทสโชลด์ ถ้าได้ค่าเทสโชลด์ที่ไม่เหมาะสม เช่น ค่าเทสโชลด์ที่มีค่าน้อยหรือ

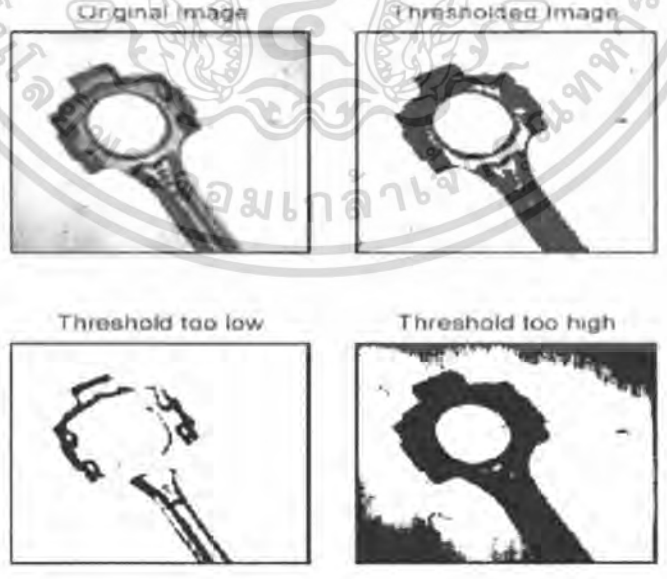
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากเกินไปอาจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพวัตถุที่ต้องการขาดหายไป หรือภาพจะมีสิ่งไม่พึงประสงค์ปนมาด้วยเช่นสัญญาณรบกวน (Noise) ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดค่าเทสโชลด์ที่เหมาะสม ซึ่งในการกำหนดค่าเทสโชลด์ที่เหมาะสม สามารถพิจารณาจากฮิสโตรแกรม (Histogram) ของภาพ ซึ่งกลุ่มของข้อมูลทั้งสองจะแยกออกเป็นสองกลุ่มตามการกระจายของข้อมูล ดังนั้นการเลือกค่าเทสโชลด์ที่เหมาะสมนั้นจะต้องเลือกค่าที่ต่ำที่สุดที่อยู่ระหว่างกลุ่มข้อมูลทั้งสอง โดยค่าเทสโชลด์จะต้องเป็นค่าที่เหมาะสมมากที่สุด เพื่อให้ได้วัตถุหรือสิ่งที่ต้องการจากภาพต้นแบบมากที่สุดโดยปราศจากสัญญาณรบกวน ซึ่งในการทดสอบแยกกลุ่มข้อมูล เมื่อสร้างภาพฮิสโตรแกรมระดับเทาของภาพแล้ว กลุ่มของข้อมูล 2 กลุ่ม คือกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มของวัตถุ และกลุ่มของพื้นหลังของภาพ จากนั้นทำการเลือกค่าต่ำสุดระหว่าง 2 กลุ่มเป็นค่าเทสโชลด์ โดยจะกำหนดให้เทสโชลด์มีค่าต่างๆ โดยกำหนดให้

1. กำหนดค่าระดับความเข้มเทาในการเทสโชลด์ (T)
2. กำหนดให้ I(x,y) คือภาพต้นแบบ
3. กำหนดให้ O(x,y) คือภาพที่ทำการเทสโชลด์

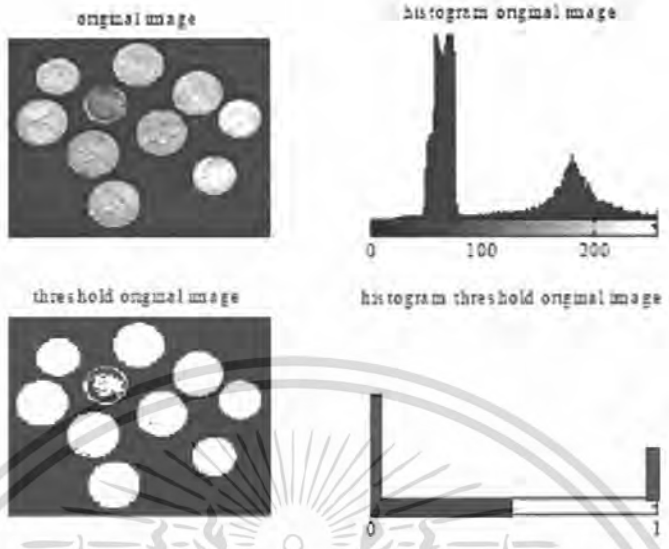
โดยที่ ถ้า I(x,y) > T แล้ว กำหนดให้ O(x,y) = 255

แต่ถ้า I(x,y) <= T แล้ว กำหนดให้ O(x,y) = 0



รูปที่ 2.20 แสดงการเทสโชลด์โดยกำหนดค่าเทสโชลด์เป็นค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 แสดงการเทสโซลด์โดยพิจารณาจากฮิสโตรแกรม

2.6.4 การทำออโตเมติก เทสโซลด์ (Automatic Threshold)

ออโตเมติก เทสโซลด์ เป็นการปรับค่าเทสโซลด์ ให้สามารถปรับค่าได้แบบอัตโนมัติ ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับแอพพลิเคชั่นที่เราใช้งานอยู่ โดยอาจจะคำนวณจากรูปที่ได้จากการเทสโซลด์ค่าหนึ่ง เปรียบเทียบกับรูปที่ได้จากการเทสโซลด์อีกค่าหนึ่ง จากนั้นนำมาเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ค่าเทสโซลด์ที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น หรืออาจจะคำนวณจากอัตราความหนาแน่นของวัตถุที่ผ่านการเทสโซลด์มา ว่ามีความใกล้เคียงกับภาพต้นฉบับมากเพียงใด โดยวิธีการต่างๆ เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการใช้งานว่านำไปใช้งานอย่างไร

การทำออโตเมติก เทสโซลด์ นั้น เป็นเพียงการเลือกค่าเทสโซลด์ที่เหมาะสมในการประมวลผลภาพ แต่หากวัตถุชนิดนั้นมีความซับซ้อนมากเกินไป จะทำให้ภาพที่ได้ออกมามีความสว่างไม่สม่ำเสมอกันทั้งภาพ หากเป็นเช่นนี้จะต้องใช้วิธีที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น เช่น อะแด็ปทีฟ เทสโซลด์ (Adaptive Threshold) เป็นต้น

2.6.5 การแบ่งภาพวัตถุ (Image Segmentation)

เป็นทฤษฎีในการแบ่งภาพวัตถุ ว่าเป็นวัตถุเดียวกัน หรือคนละวัตถุกันหรือไม่ เพื่อง่ายต่อการไปพิจารณาวัตถุทรงกลมต่อไป ซึ่งในการวิเคราะห์จะทำการสแกนภาพทีละพิกเซลตั้งแต่ซ้ายไปขวา และบนลงล่าง กับ ขวาไปซ้าย และ ล่างขึ้นบน ของภาพที่ทำการเทสโซลด์มาเรียบร้อยแล้ว โดยเมื่อทำการสแกนไปและเจอพิกเซลใดๆ ที่มีค่าความเข้มแตกต่างจากค่าความเข้มของพื้นหลังที่อยู่ตำแหน่งพิกัดที่น้อยที่สุด และมากที่สุดตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็จะทำการจดจำพิกัดนั้น และทำการตัดภาพออกมา เพื่อมาทำการประมวลผลรูปทรงกลมต่อไป

2.7 การวิเคราะห์วัตถุทรงกลม

ในการวิเคราะห์นั้นจะพิจารณารูปทรงกลม โดยใช้กล้องดิจิตอล จำเป็นต้องวิเคราะห์ข้อมูลภาพจากกล้องดิจิตอล มีกระบวนการดังต่อไปนี้

1.ทำการรับภาพมา และทำกระบวนการลดสัญญาณรบกวน

2.นำภาพที่ผ่านการลดสัญญาณรบกวน มาทำการแปลงภาพให้เป็นสีเทา

3.นำภาพที่ทำการแปลงภาพให้เป็นสีเทาเรียบร้อยแล้ว มาผ่านกระบวนการออโตเมติก เทสโชลด์ โดยกำหนดค่าเทสโชลด์ที่เหมาะสมมาทำการประมวลผล

4.นำภาพที่ผ่านการทำออโตเมติก เทสโชลด์ มาทำการแบ่งภาพวัตถุ เพื่อระบุจำนวนวัตถุและตัดแบ่งออกมาทีละวัตถุเพื่อประมวลผลต่อไป

5.นำรูปที่ทำการทำการแบ่งภาพวัตถุ ในแต่ละรูปมาทำการประมวลผลการตรวจสอบวัตถุทรงกลมทีละรูป

6.หากวัตถุที่พิจารณา เป็นวัตถุทรงกลม ก็สั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามที่ได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างขั้นตอนการเตรียมรูปภาพ

รูปที่ 2.22 ภาพต้นฉบับ

รูปที่ 2.23 ภาพที่ผ่านการแปลงภาพให้เป็นสีเทา

รูปที่ 2.24 ภาพขาวดำ ที่ผ่านการออโตเมติก เทสโซลด์

รูปที่ 2.25 ภาพที่ตัดเฉพาะวัตถุที่ต้องการออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม

ในการตรวจจับวัตถุทรงกลมที่เคลื่อนที่จะกระทำภายหลังจากกระบวนการตรวจสอบวัตถุทรงกลม มีกระบวนการดังต่อไปนี้

1. หลังจากวิเคราะห์วัตถุทรงกลมเรียบร้อยแล้ว จะทำการจดจำตำแหน่งตรงจุดกึ่งกลางของรูปทรงกลมนั้น
2. หาค่าเฉลี่ยในแต่ละสี (แดง เขียว น้ำเงิน) ของวัตถุทรงกลม เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง
3. ถ่ายภาพใหม่
4. เปรียบเทียบสีระหว่างค่าอ้างอิงกับภาพดังกล่าว โดยที่ค่าสีสามารถผิดเพี้ยนได้เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

ระบบประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายภายใน (LAN : Local Area Network) หรืออินเตอร์เน็ต
2. หุ่นยนต์โรโบซาเปียน
3. อุปกรณ์ พีดีเอ ที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายไร้สาย หรืออินเตอร์เน็ต
4. กล้องดิจิตอล ที่มีการเชื่อมต่อแบบยูเอสบี

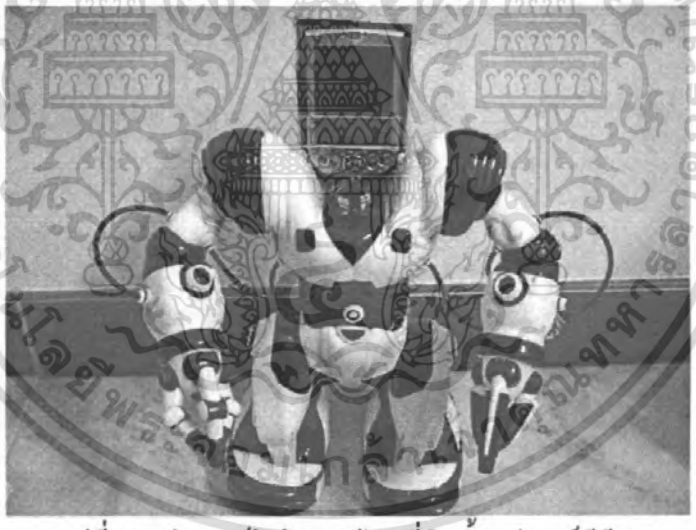
วัตถุประสงค์ของระบบคือ ทดแทนระบบการควบคุมหุ่นยนต์โรโบซาเปียน จากเดิมที่ใช้รีโมทคอนโทรล เป็นการควบคุมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายไร้สาย จากนั้นทำการรับข้อมูลภาพจากกล้องดิจิตอลเพื่อมาประมวล ตรวจหาชนิดของวัตถุที่เป็นทรงกลม จากนั้นทำการติดตามวัตถุทรงกลม โดยทำการวิเคราะห์เลือกคำสั่งการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ติดตั้งอุปกรณ์ พีดีเอ ยังตัวหุ่นยนต์โรโบซาเปียนดังรูปที่ 3.2 เพื่อให้พีดีเอ ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างการสื่อสารจากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังหุ่นยนต์โรโบซาเปียน พีดีเอจะทำหน้าที่รับคำสั่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ในรูปไบต์ (Byte) ข้อมูล และส่งต่อข้อมูลออกทางพอร์ตอินฟราเรดในรูปสัญญาณอินฟราเรด โดยคำสั่งที่ส่งออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์จะอยู่ในรูปข้อความเลขฐาน 16 เพื่อให้พีดีเอ สามารถรับและแปลงออกเป็นสัญญาณอินฟราเรดได้ทันที

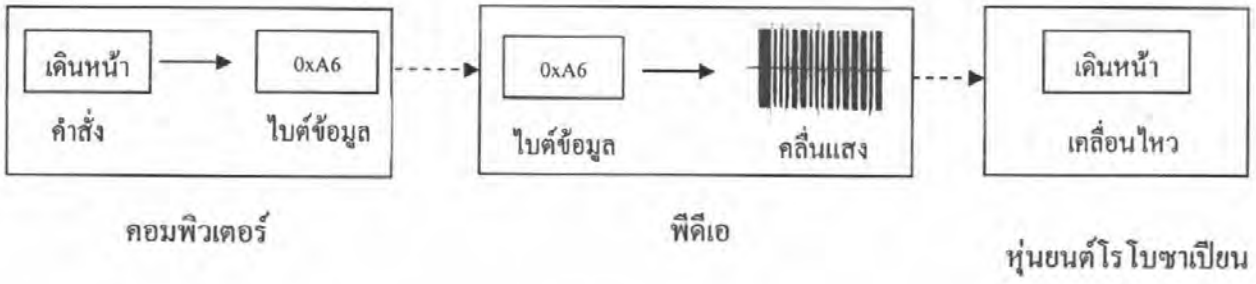
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 อุปกรณ์พีดีเอ



รูปที่ 3.2 หุ่นยนต์โรโบซาเปียนที่ติดตั้งอุปกรณ์พีดีเอ

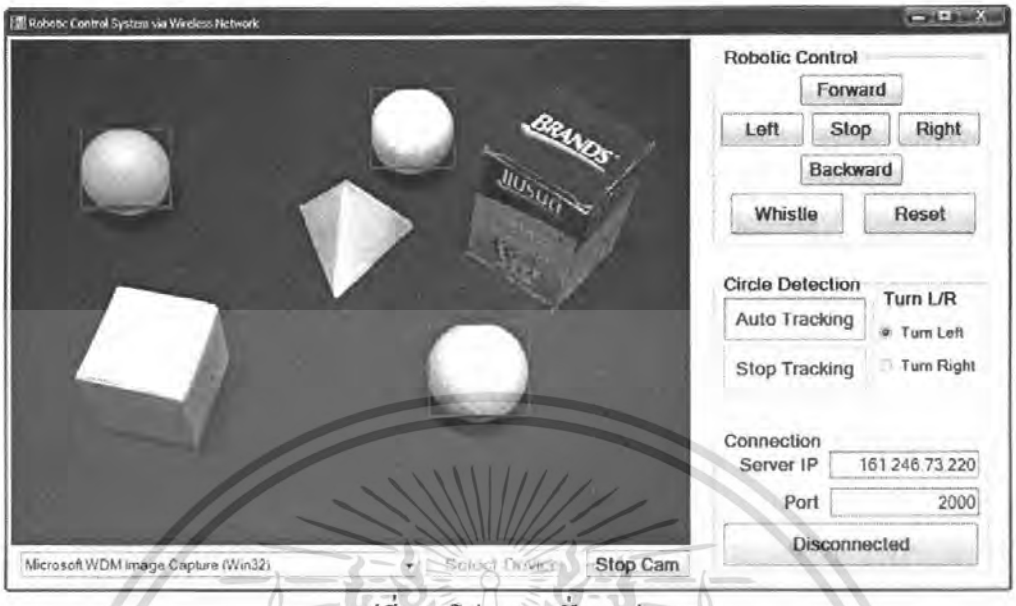
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

รูปที่ 3.4 โปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 โปรแกรมฝั่งลูกข่าย

2. สร้างโปรแกรมเพื่อติดต่อระหว่าง คอมพิวเตอร์ และพีดีเอผ่านเครือข่ายแลน หรืออินเตอร์เน็ต โดยใช้เครื่องมือ Microsoft Visual C# 2005 สำหรับสร้างการเชื่อมต่อและสร้างส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) โดยที่โปรแกรม แบ่งออกเป็น เครื่องแม่ข่าย(พีดีเอ) และ เครื่องลูกข่าย (คอมพิวเตอร์) รูปที่ 3.4 และ 3.5 แสดงตัวอย่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่าย ตามลำดับ โปรแกรมที่เขียนขึ้นนั้นเป็นโปรแกรมที่จะต้องทำงานบนระบบ .Net Compact Framework 2.0 แต่เนื่องจากระบบปฏิบัติการของเครื่องพีดีเอทั่วไปรองรับการทำงานที่ระบบ .Net Compact Framework 1.0 เท่านั้นจึงต้องทำการอัพเกรดเสียก่อน เพื่อให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้บนอุปกรณ์พีดีเอ

   2.1 โปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย ทำหน้าที่รองรับการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่าย โดยการเปิดซ็อกเก็ตซึ่งประกอบไปด้วย หมายเลขไอพีและ หมายเลขพอร์ท เมื่อเปิดซ็อกเก็ตแล้ว จะทำการเข้าสู่สถานะรอการเชื่อมต่อ (Listening) จากเครื่องลูกข่าย

   2.2 โปรแกรมของเครื่องลูกข่าย มีหน้าที่ในการส่งคำสั่ง ควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โรโบซาเปียนไปเครื่องแม่ข่าย โดยในขั้นแรกจะทำการแปลงคำสั่งที่เกิดจากการกดปุ่มควบคุมให้อยู่ในรูปข้อความของสัญญาณควบคุม เช่น เมื่อมีการกดปุ่ม Forward จะเป็นการสั่งให้หุ่นยนต์โรโบซาเปียนเดินหน้า คำสั่ง "เดินหน้า" จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปข้อความของสัญญาณควบคุม คือเป็นไบต์ข้อมูล "0xA6" เพื่อให้สามารถส่งผ่านช่องสัญญาณของเครือข่ายทีซีพีได้ จากนั้น จะทำการส่งข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารระหว่างเครื่องแม่ข่าย และเครื่องลูกข่าย จะเกิดขึ้นได้สมบูรณ์จนสามารถส่งข้อความจากเครื่องลูกข่ายไปยังเครื่องแม่ข่ายได้ก็ต่อเมื่อ

2.2.1 เครื่องแม่ข่ายอยู่ในสถานะรอการเชื่อมต่อ

2.2.2 เครื่องลูกข่ายทำการเชื่อมต่อมายังหมายเลขไอพี และหมายเลขพอร์ตของเครื่องแม่ข่ายได้อย่างถูกต้อง

2.2.3 เครื่องแม่ข่าย ยอมรับคำร้องขอการเชื่อมต่อของเครื่องลูกข่าย

3. สร้างโปรแกรม เชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์พีดีเอ กับหุ่นยนต์โรโบซาเปียน โดยการส่งคำสั่งในรูปสัญญาณอินฟราเรดจากอุปกรณ์พีดีเอ ไปยังช่องรับสัญญาณอินฟราเรดของหุ่นยนต์โรโบซาเปียน จากข้อ 2 เมื่ออุปกรณ์ พีดีเอ (เครื่องแม่ข่าย) ได้รับไบต์ข้อมูลควบคุม (“0xA6”) จากเครื่องลูกข่าย (คอมพิวเตอร์) พีดีเอจะนำไบต์ข้อมูลที่ได้รับ มาสร้างเป็นสัญญาณอินฟราเรดโดยใช้ชุดคำสั่ง RobosapienInfrared เพื่อส่งสัญญาณแสงไปสั่งงานหุ่นยนต์โรโบซาเปียน ทดสอบการทำงานของระบบโดยการควบคุมการเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์โรโบซาเปียน จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังหุ่นยนต์โรโบซาเปียนผ่านเครือข่ายไร้สาย
4. ติดตั้งกล้องดิจิตอลเข้ากับตัวหุ่นยนต์โรโบซาเปียน โดยจะต้องทำการติดตั้งไดรฟ์เวอร์ของกล้องดิจิตอล เพื่อให้สามารถใช้งานกล้องดิจิตอลบนระบบปฏิบัติการ Windows XP ได้ แล้วจึงทำการเขียนฟังก์ชันเรียกใช้งานฟังก์ชันข้อความควบคุม (Control Message) เพื่อควบคุมให้แสดงผลภาพเคลื่อนไหวบนหน้าต่างโปรแกรม (User Interface) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้
5. การประมวลผลจากภาพที่ปรากฏจากกล้อง จะเริ่มต้นโดยการจับภาพมาเก็บไว้ที่คลิปบอร์ด (Clipboard) ซึ่งเป็นหน่วยความจำ แล้วจึงทำการเรียกประมวลผลภาพนั้นมาจากคลิปบอร์ดอีกทีหนึ่ง โดยเขียนโปรแกรมให้ทำการจับภาพโดยอัตโนมัติ ด้วยระยะห่างของเวลาตามที่กำหนดไว้ในโปรแกรม
6. การวิเคราะห์ภาพเพื่อให้หุ่นยนต์ค้นหาวัตถุทรงกลมที่อยู่รอบตัว โดยทำการจับภาพมาประมวลผลว่า มีวัตถุที่ต้องการอยู่ในบริเวณด้านหน้าที่กล้องจับภาพมาหรือไม่ ซึ่งทำได้โดยการเขียนโปรแกรมในการประมวลผลภาพด้วยการเปลี่ยนจากภาพสี ให้เป็นภาพขาวดำ จากนั้นเปลี่ยนเป็นภาพไบนารีด้วยค่าเทสโฮลด์ที่กำหนดไว้ แล้วทำการตัดเฉพาะส่วนที่คิดว่าคือวัตถุออกมา โดยพิจารณาจากพิกเซลสีขาว (255) ที่ติดกันเป็นกลุ่ม แล้วนำมาวิเคราะห์ว่าใช่วัตถุทรงกลมหรือไม่ พร้อมทั้งระบุตำแหน่งของจุดศูนย์กลางทรงกลม เพื่อกำหนดทิศทางหรือองศาการเดินของหุ่นยนต์โดยสามารถคลิ้กเลือกรูปทรงกลมที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อทราบตำแหน่งจุดศูนย์กลางของทรงกลมแล้ว โปรแกรมจะทำการเก็บค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน ของรูปทรงไว้เพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง
8. นำค่าสีที่เก็บไว้ดังกล่าว มาคำนวณค่าผิดพลาดที่น่าจะเกิดขึ้นจากองค์ประกอบภายนอก
7. ทำการทดสอบโปรแกรมและวิเคราะห์ โดยจำลองสถานการณ์ให้วัตถุที่วางอยู่โดยรอบแตกต่างกันออกไป แล้วสั่งให้โปรแกรมทำงาน สังเกตการเดินของหุ่นยนต์ บันทึกผล

3.2 การออกแบบระบบ

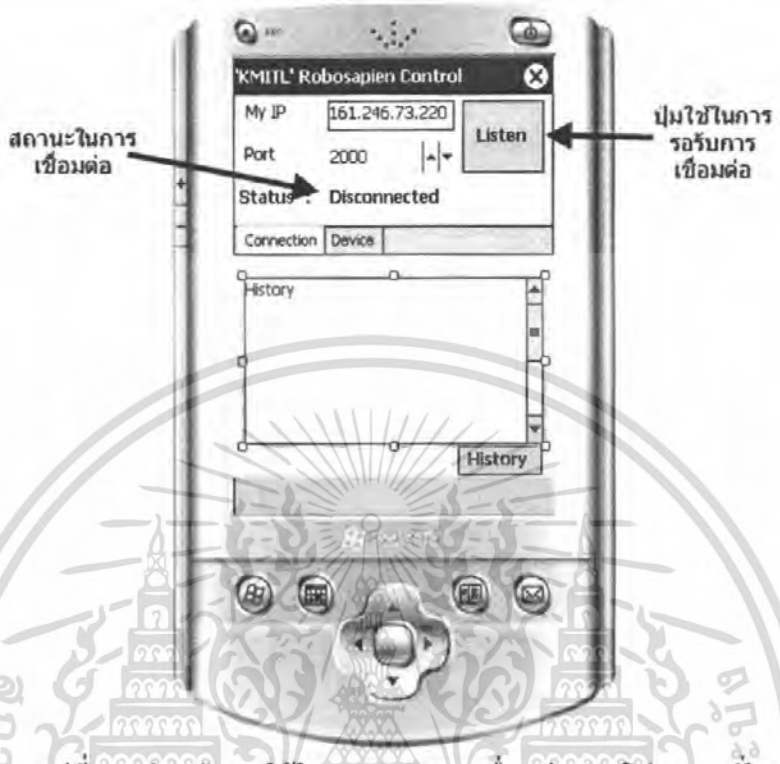
โปรแกรมที่ออกแบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ โปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจะถูกติดตั้งอยู่ที่อุปกรณ์พีดีเอ และโปรแกรมฝั่งลูกข่ายจะถูกติดตั้งอยู่ที่คอมพิวเตอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 หน้าต่างโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

รูปที่ 3.6 ส่วนที่ใช้ป้อนค่าไอพีและพอร์ตของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

จากรูปที่ 3.6 เป็นส่วนที่ใช้สำหรับป้อนหมายเลขไอพีและพอร์ตของเครื่องพีดีเอเพื่อใช้ในการติดต่อกับเครื่องฝั่งลูกข่ายโดยต้องป้อนค่าไอพีและพอร์ตให้ตรงกันจึงจะสามารถติดต่อถึงกันได้ ตามหลักการของซ็อกเก็ตที่จะต้องมีหมายเลขไอพีและพอร์ต

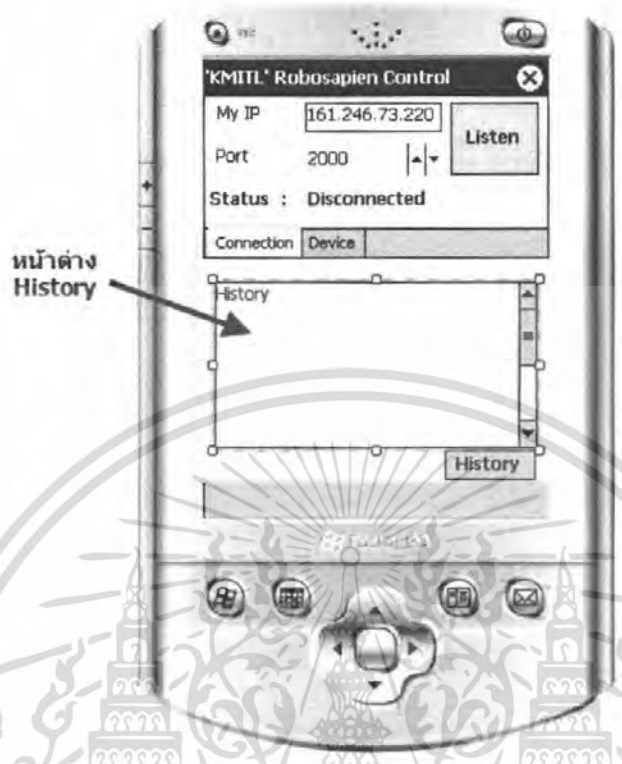
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ส่วนปุ่มกดใช้ในการรอรับการเชื่อมต่อของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

จากรูปที่ 3.7 คือส่วนปุ่มกดที่ใช้ในการรอรับการเชื่อมต่อเมื่อกดปุ่ม Listen ที่ สถานะจะเปลี่ยนเป็น Listening และเมื่อมีการเชื่อมต่อเกิดขึ้นที่ สถานะจะเปลี่ยนสถานะเป็น connected และเมื่อไม่มีการเชื่อมต่อ สถานะจะเป็น Disconnected

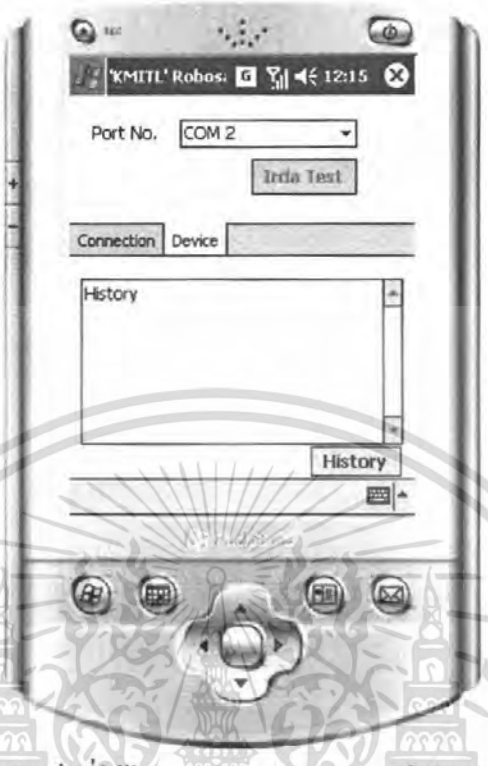
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ส่วนหน้าต่าง History ของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

จากรูปที่ 3.8 คือส่วนหน้าต่าง History ที่ใช้ในการแสดงข้อมูลที่ถูกส่งมาจากโปรแกรมฝั่งลูกข่าย เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ว่าคำสั่งที่เราส่งมาจากโปรแกรมฝั่งลูกข่ายมีความถูกต้องหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

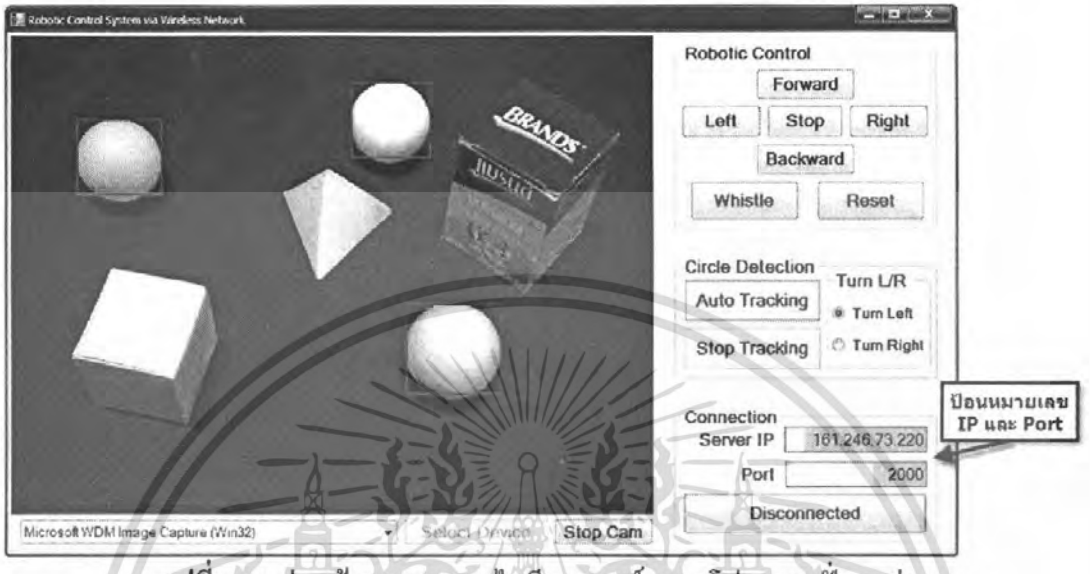


รูปที่ 3.9 ส่วนพอร์ตที่ใช้ในการส่งอินฟราเรดของโปรแกรมฝั่งแม่ข่าย

รูปที่ 3.9 แสดงส่วนพอร์ตที่ใช้ในการส่งสัญญาณอินฟราเรด และ ปุ่ม IrDA Test เป็นปุ่มที่ใช้ในการทดสอบสัญญาณอินฟราเรดว่าสามารถทำงานได้หรือไม่

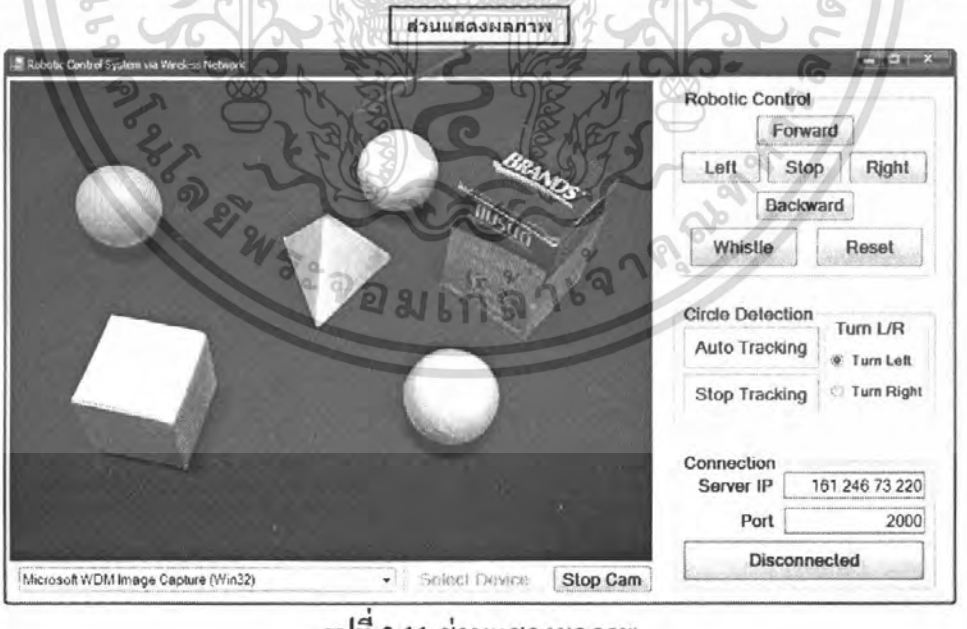
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 หน้าต่างโปรแกรมฝั่งลูกข่าย



รูปที่ 3.10 ส่วนป้อนหมายเลขไอพีและพอร์ตของโปรแกรมฝั่งลูกข่าย

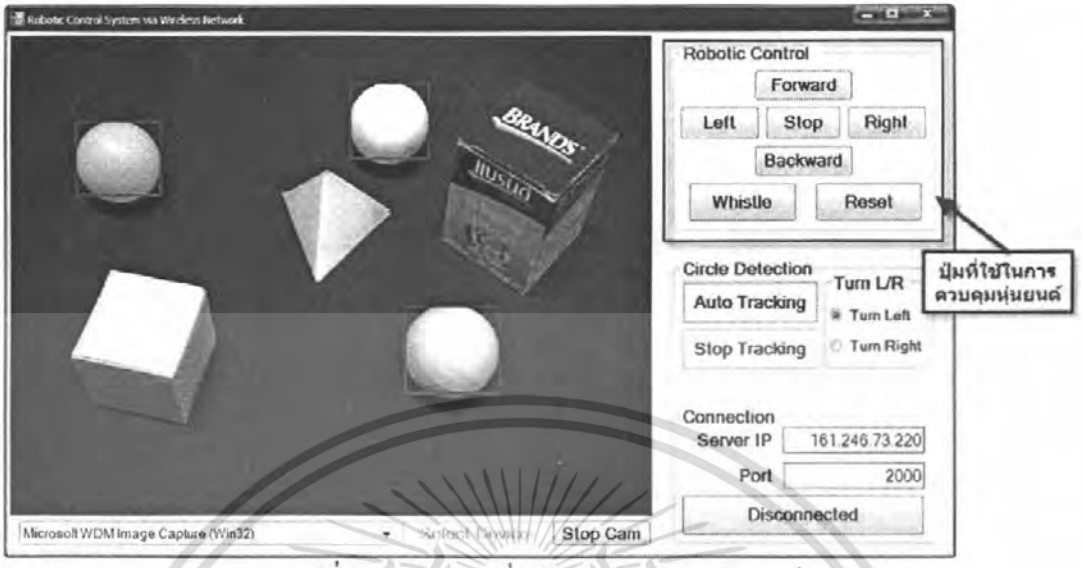
รูปที่ 3.10 คือส่วนที่ใช้สำหรับป้อนค่าหมายเลขไอพีและพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับโปรแกรมฝั่งลูกข่าย โดยต้องป้อนค่าให้ตรงกับโปรแกรมฝั่งแม่ข่ายจึงจะสามารถทำการเชื่อมต่อได้



รูปที่ 3.11 ส่วนแสดงผลภาพ

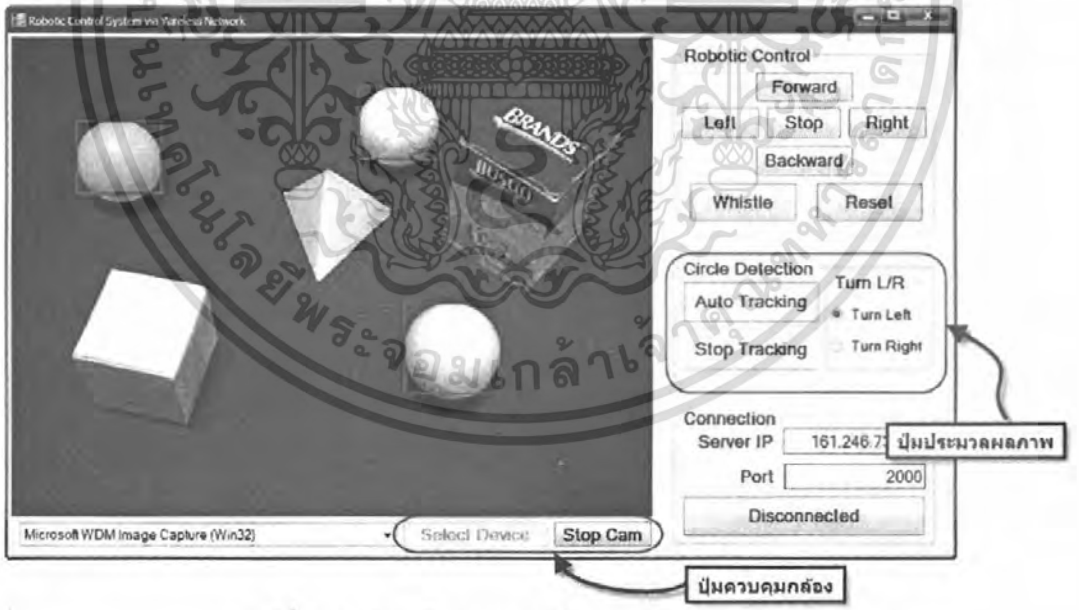
รูปที่ 3.11 คือส่วนที่ใช้แสดงผลของกล้องที่ติดตั้งไว้กับตัวหุ่นยนต์โรโบซาเปียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ส่วนปุ่มที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์

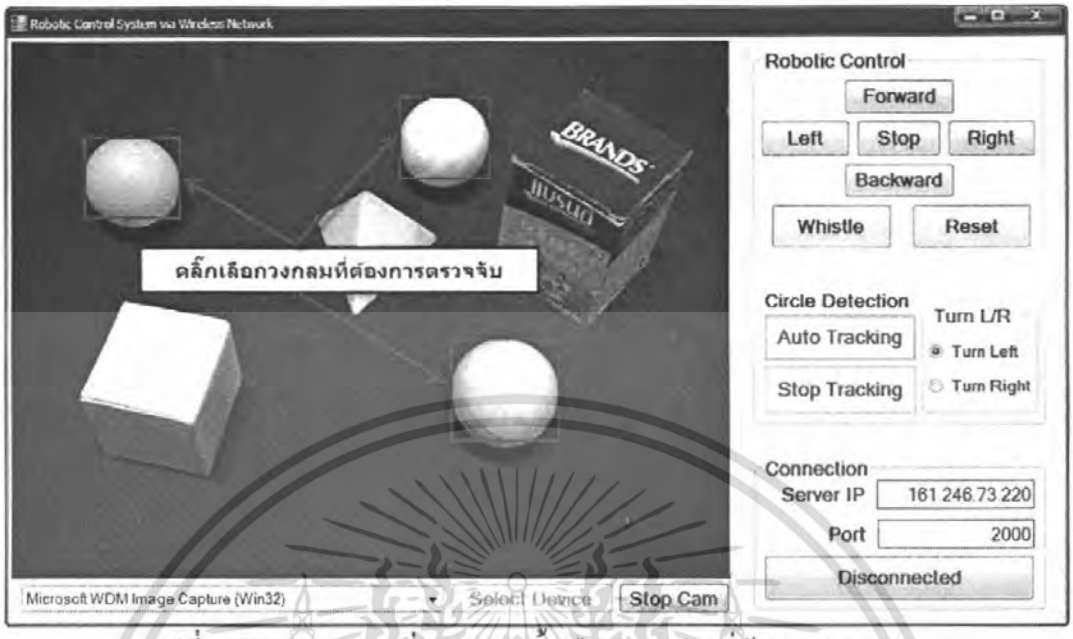
รูปที่ 3.12 เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์โรโบซาเปียนให้สามารถเดินหน้า ถอยหลัง หันซ้าย หันขวา หยุดเดิน ผิวปาก และรีเซตได้



รูปที่ 3.13 ส่วนปุ่มควบคุมกล้องและประมวลผลภาพ

รูปที่ 3.13 คือปุ่มกดส่วนที่ควบคุมกล้องให้ทำงานหรือหยุดทำงาน เมื่อกดปุ่ม Select Device จะแสดงผลภาพที่ได้จากกล้องที่หน้าจอแสดงผล อีกส่วนหนึ่งคือส่วนควบคุมการประมวลผลภาพเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถตรวจจับทรงกลมได้อย่างถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

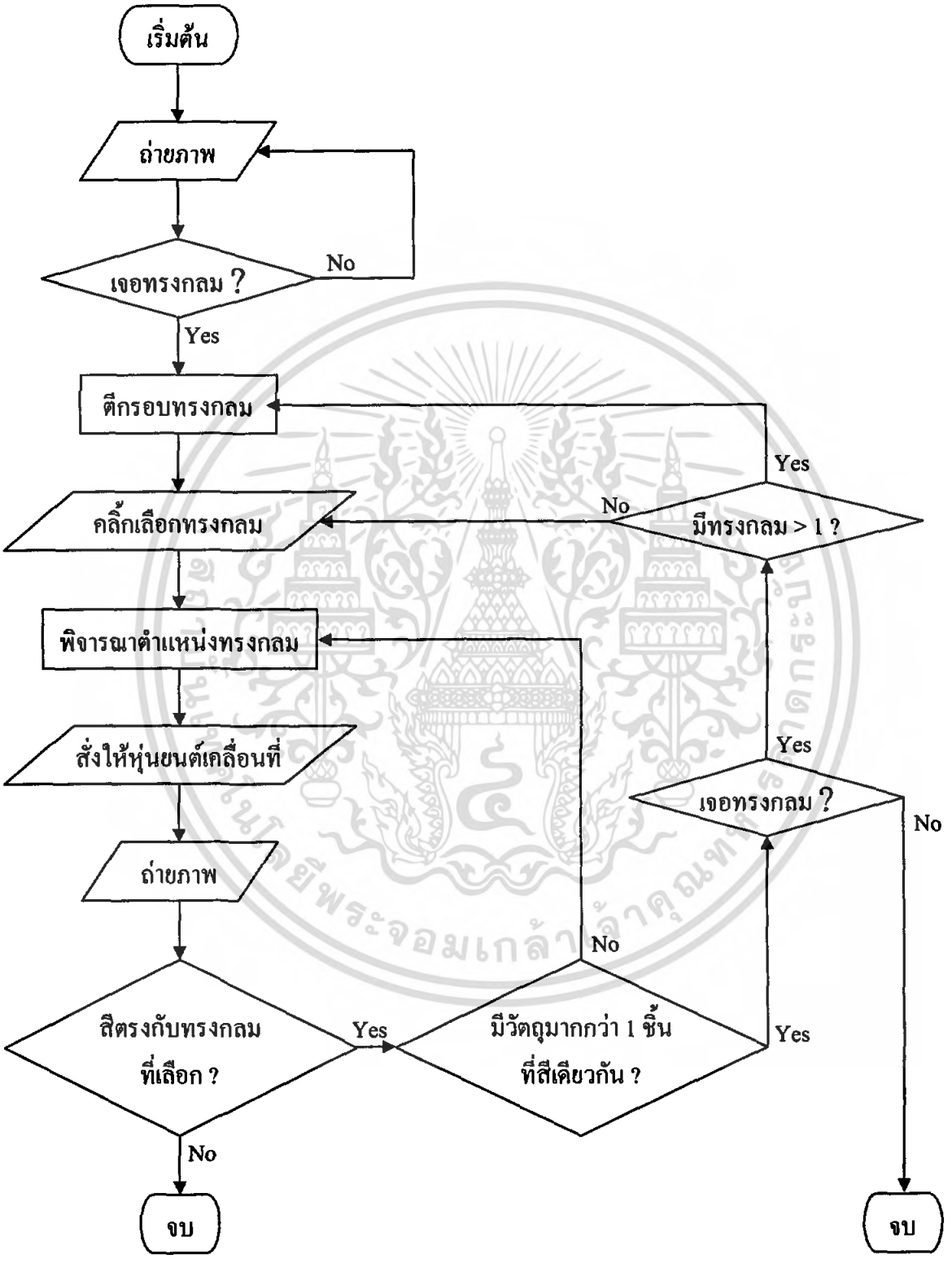


รูปที่ 3.14 แสดงกรอบที่สามารถคลิ๊กเลือกทรงกลมที่ต้องการตรวจจับ

รูปที่ 3.14 สามารถคลิ๊กเลือกทรงกลมที่ต้องการตรวจจับ โดยคลิ๊กในกรอบสี่เหลี่ยมสีแดง หุ่นยนต์จะเดินเข้าหาทรงกลมสีนั้น และเมื่อทรงกลมนั้นเคลื่อนที่หุ่นยนต์จะพยายามรักษาให้ทรงกลมอยู่ตรงกลางจอภาพตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 แผนผังลำดับงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



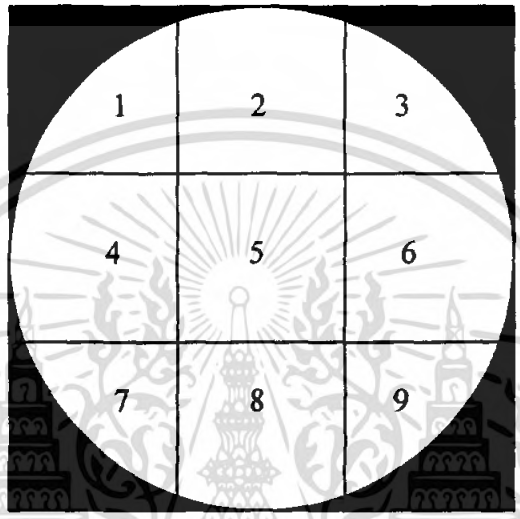
รูปที่ 3.15 แผนผังลำดับงานแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 กระบวนการตรวจจับวัตถุทรงกลม (Circle detection)

กระบวนการตรวจจับวัตถุทรงกลม มีดังนี้

1. บันทึกภาพปัจจุบันจากกล้องดิจิตอล ให้เป็นภาพนิ่งเพื่อนำมาประมวลผล
2. วิเคราะห์วัตถุในรูปว่าเป็นรูปทรงที่ต้องการ (ทรงกลม) โดยมีหลักการดังนี้
   1) แบ่งรูปวัตถุนั้นออกเป็น 9 ส่วน เท่าๆ กัน ดังรูป



รูปที่ 3.16 แบ่งรูปวัตถุออกเป็น 9 ส่วน เพื่อนับจำนวนพิกเซลสีขาวที่เป็นวัตถุ

   2) ทำการนับจำนวนพิกเซลที่มีค่าความเข้มเท่ากับ 255 (สีขาว) เทียบกับจำนวนพิกเซลทั้งหมดของพื้นที่ในแต่ละส่วน แล้วคำนวณออกมาในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของพิกเซลที่เป็นวัตถุ} = \frac{(\text{จำนวนพิกเซลที่มีค่าเท่ากับ } 255) \times 100}{\text{จำนวนพิกเซลทั้งหมด}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางเปรียบเทียบวัตถุทรงกลม

ส่วนที่	เปอร์เซ็นต์ของพิกเซลที่เป็นวัตถุทรงกลม
1	40 – 60%
2	80% ขึ้นไป
3	40 – 60%
4	80% ขึ้นไป
5	95% ขึ้นไป
6	80% ขึ้นไป
7	40 – 60%
8	80% ขึ้นไป
9	40 – 60%

หากค่าเปอร์เซ็นต์ของพิกเซลที่เป็นวัตถุในแต่ละส่วน ตรงตามที่กำหนดไว้ จะถือว่าวัตถุชนิดนั้นคือทรงกลม

3. หาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของทรงกลม และแบ่งภาพออกเป็น 9 ส่วนเท่าๆ กัน เพื่อระบุตำแหน่งจุดศูนย์กลางว่าอยู่ในส่วนใดของภาพ และกำหนดทิศทางการเดินของหุ่นต่อไป

ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง $(x,y) = ((X_{max} - X_{min})/2 \ , (Y_{max} - Y_{min})/2)$

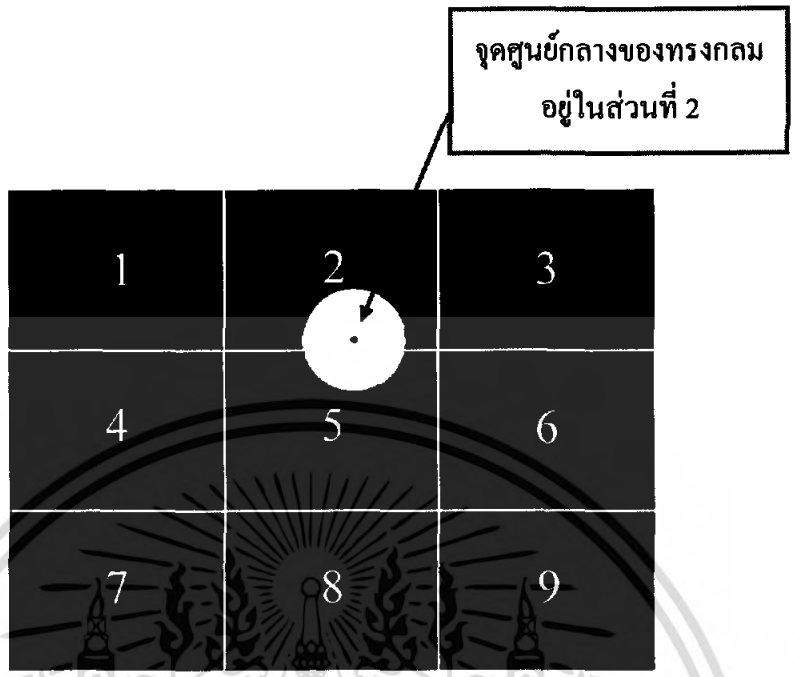
โดย X_{max} = ตำแหน่งของวัตถุในแนวแกน X ที่มากที่สุด

X_{min} = ตำแหน่งของวัตถุในแนวแกน X ที่น้อยที่สุด

Y_{max} = ตำแหน่งของวัตถุในแนวแกน Y ที่มากที่สุด

Y_{min} = ตำแหน่งของวัตถุในแนวแกน Y ที่น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แสดงตำแหน่งวัตถุโดยพิจารณาจากจุดศูนย์กลาง

กำหนดให้

1) ด้านซ้าย คือ ทรงกลมอยู่ด้านซ้ายของตัวหุ่นยนต์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้
   - ส่วนที่ 1
   - ส่วนที่ 4
   - ส่วนที่ 7

2) ตรงกลาง คือ ทรงกลมอยู่ตรงกลางของหุ่นยนต์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้
   - ส่วนที่ 2
   - ส่วนที่ 5
   - ส่วนที่ 8

3) ด้านขวา คือ ทรงกลมอยู่ด้านขวาของตัวหุ่นยนต์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้
   - ส่วนที่ 3
   - ส่วนที่ 6
   - ส่วนที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการหาจุดศูนย์กลางของทรงกลม ว่าอยู่ที่บริเวณใดใน 9 ส่วนที่ได้แบ่งไว้ พร้อมทั้งนำผลที่ได้ ไปกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

จุดศูนย์กลางทรงกลมอยู่ภายในส่วนที่	ทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
1	หันซ้าย เดินหน้า
2	เดินหน้า
3	หันขวา เดินหน้า
4	หันซ้าย
5	-
6	หันขวา
7	หันซ้าย ถอยหลัง
8	ถอยหลัง
9	หันขวา ถอยหลัง

จากทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์แสดงให้เห็นว่าหุ่นพยายามเคลื่อนที่ให้ทรงกลมอยู่ตรงกลางของจอภาพ (ส่วนที่ 5) กำหนดให้ระบบประมวลผลอย่างต่อเนื่องจากภาพที่ถ่ายมา โดยต้องรอให้หุ่นยนต์หยุดนิ่งก่อนจึงจะสามารถจับภาพได้อย่างชัดเจน และมีความถูกต้องสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 กระบวนการตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม (Object tracking)

กระบวนการตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลม มีดังนี้

1. เมื่อสามารถตรวจสอบวัตถุทรงกลมเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลการวิเคราะห์วัตถุทรงกลม โดยแสดงออกมาในลักษณะการตีกรอบล้อมรอบรูปเฉพาะที่เป็นวัตถุทรงกลมเท่านั้น เพื่อรอการคลิ้กเลือกวัตถุทรงกลม

รูปที่ 3.18 แสดงการตีกรอบรอบวัตถุทรงกลม เพื่อรอการคลิ้กเลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อทำการคลิ้กเลือกรูปทรงกลมรูปใดรูปหนึ่งแล้ว จะทำการเก็บค่าเฉลี่ยเม็ดสีของรูปทรงกลม ณ ตำแหน่งที่ทำการคลิ้กไว้

รูปที่ 3.19 แสดงการคลิ้กเลือกทรงกลมที่ต้องการตรวจจับ

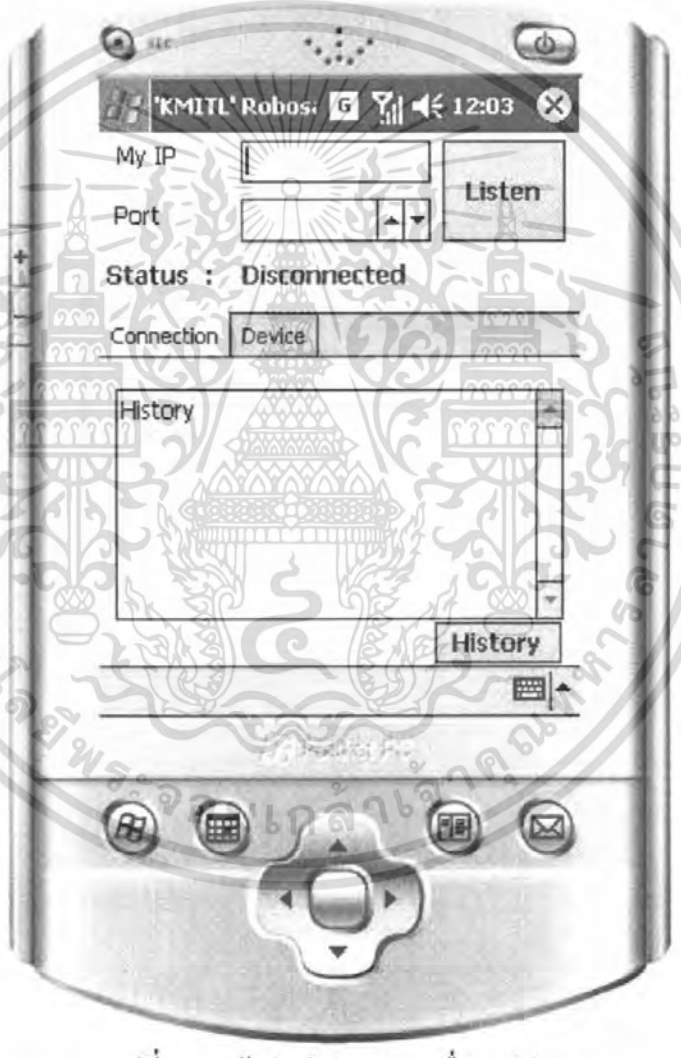
3. จากนั้นหุ่นยนต์จะเริ่มเคลื่อนที่ตามตารางทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ที่กำหนดไว้ (ตารางที่ 3.2)
4. ทำการสแกนหาค่าเม็ดสีในภาพใหม่เมื่อพบแล้วก็สั่งให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ตามข้อที่ 3
5. กรณีที่มีทรงกลมสีเดียวกันมากกว่า 1 ลูก จะทำการตรวจสอบวัตถุทรงกลมใหม่เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกวัตถุทรงกลมที่ต้องการได้
6. หากสแกนหาค่าเม็ดสีไม่พบ แสดงว่าวัตถุทรงกลมไม่อยู่ในมุมมองของหุ่นยนต์แล้วหุ่นจะหยุดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

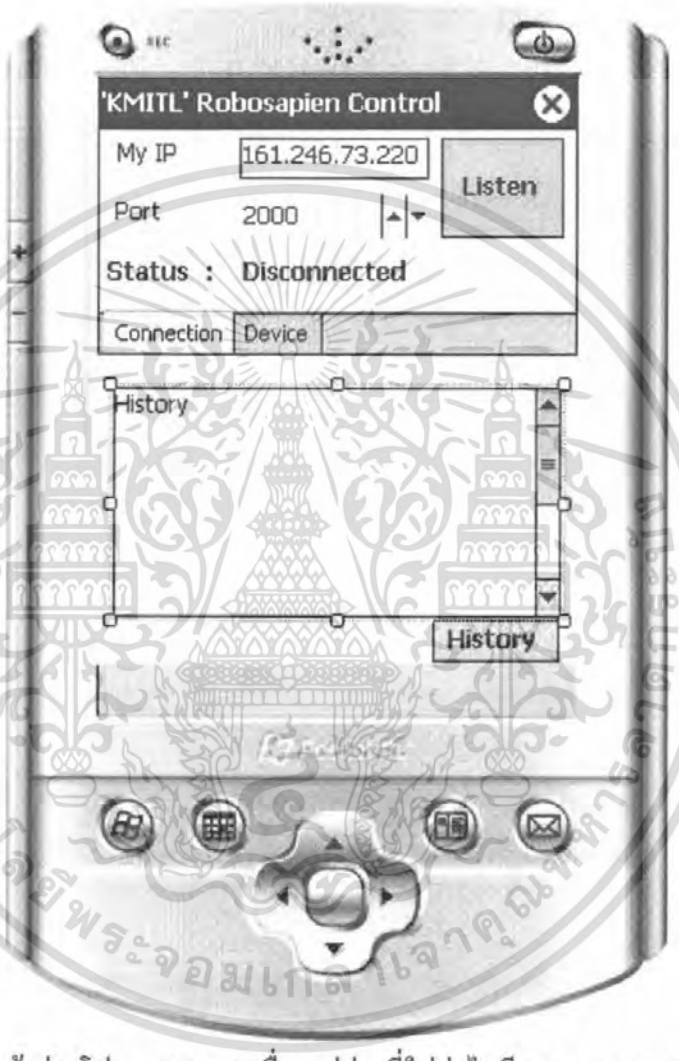
1. เริ่มต้นทำการทดลองโดยเปิดหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายสำหรับการเชื่อมต่อกับเครื่องลูกข่าย โดยหน้าต่างโปรแกรมของทางฝั่งเครื่องแม่ข่ายเป็นดังนี้



รูปที่ 4.1 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องแม่ข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการตั้งค่าที่เครื่องแม่ข่ายโดยใส่ค่าไอพีแอดเดรสของเครื่องแม่ข่าย โดยในการทดลองนี้เครื่องแม่ข่ายใช้ไอพีแอดเดรสคือ 161.246.73.220 และหมายเลขพอร์ต ที่จะใช้เป็นช่องทางในการเชื่อมต่อซึ่งเป็นค่าที่กำหนดเอง ในการทดลองนี้ใช้หมายเลขพอร์ตคือ 2000



รูปที่ 4.2 หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายที่ใส่ค่าไอพีและหมายเลขพอร์ตแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อทำการตั้งค่าไอพีแอดเดรสและหมายเลขพอร์ตที่เครื่องแม่ข่ายเรียบร้อย กดปุ่ม Listen ที่อยู่มุมบนด้านขวามือของหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย เพื่อให้เครื่องแม่ข่ายรอฟังสัญญาณร้องขอการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่าย

รูปที่ 4.3 ปุ่ม Listen สำหรับใช้รอฟังสัญญาณร้องขอการเชื่อมต่อจากเครื่องลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งหลังจากกดปุ่มแล้ว จะแสดงผลที่หน้าต่างโปรแกรมว่าขณะนี้เครื่องแม่ข่ายมีสถานะเป็น "รอฟังสัญญาณ" (listening)

รูปที่ 4.4 ผลที่ปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมเครื่องแม่ข่ายหลังกดปุ่ม Listen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทางฝั่งเครื่องลูกข่าย เปิดหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่ายสำหรับเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย และประมวลผลภาพเพื่อบังคับหุ่นยนต์ โดยหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่ายเป็นดังนี้

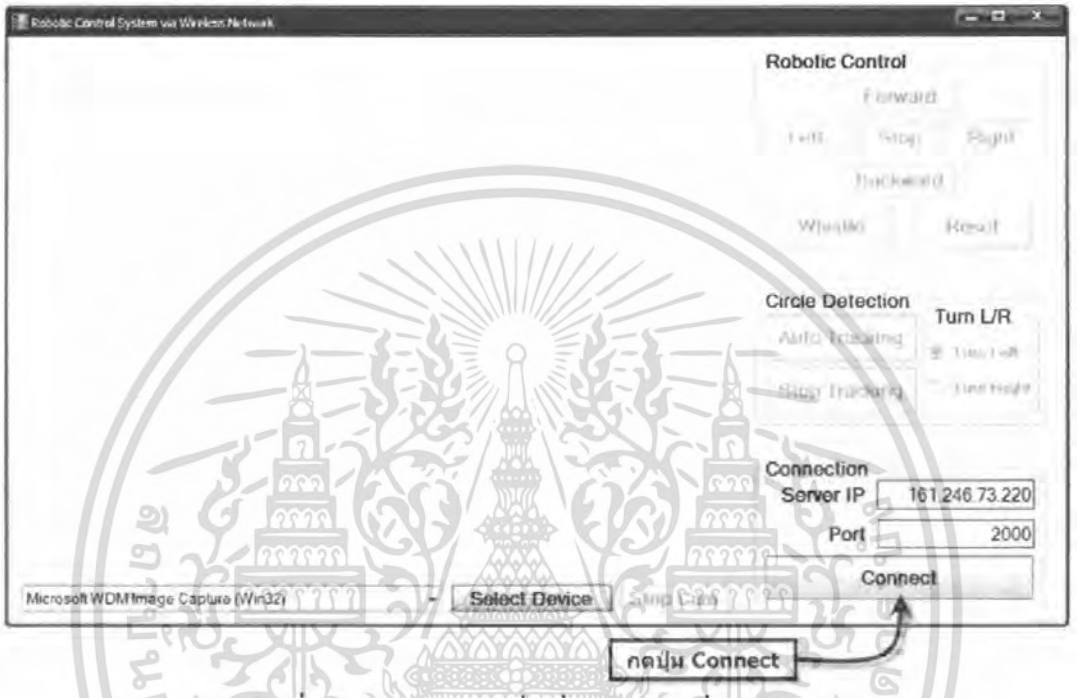
รูปที่ 4.5 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องลูกข่าย

5. ทำการตั้งค่าไอพีแอดเดรส และหมายเลขพอร์ตในหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย โดยใช้ค่าหมายเลขไอพีแอดเดรส และหมายเลขพอร์ตเดียวกับที่เครื่องแม่ข่ายใช้ ซึ่งเครื่องแม่ข่ายใช้ไอพีแอดเดรสคือ 161.246.73.220 และหมายเลขพอร์ตคือ 2000

รูปที่ 4.6 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องลูกข่ายที่ใส่ค่าไอพีและหมายเลขพอร์ตแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อทำการตั้งค่าไอพีแอดเดรส และหมายเลขพอร์ตที่เครื่องลูกข่ายเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Connect เพื่อทำการร้องขอและเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย



รูปที่ 4.7 ปุ่ม Connect เพื่อเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่าย

ซึ่งเมื่อกดปุ่มและเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายได้แล้ว ส่วนควบคุมหุ่นยนต์ของเครื่องลูกข่ายก็จะสามารถใช้งานได้ โดยปุ่มกดนี้จะเปลี่ยนไปเป็น Disconnected เพื่อรอให้คลิ้กหยุดการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ผลที่ปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่ายหลังกดปุ่ม Connect

และหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายก็จะปรากฏข้อความขึ้นว่า "เชื่อมต่ออยู่กับเครื่องลูกข่าย" (client connected)

รูปที่ 4.9 ผลปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายหลังกดปุ่ม Connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังจากที่เครื่องแม่ข่ายและเครื่องลูกข่ายเชื่อมต่อถึงกันแล้ว กดปุ่ม Select Device เพื่อเริ่มการทำงานของกล้องดิจิตอลที่ติดอยู่กับตัวหุ่นยนต์

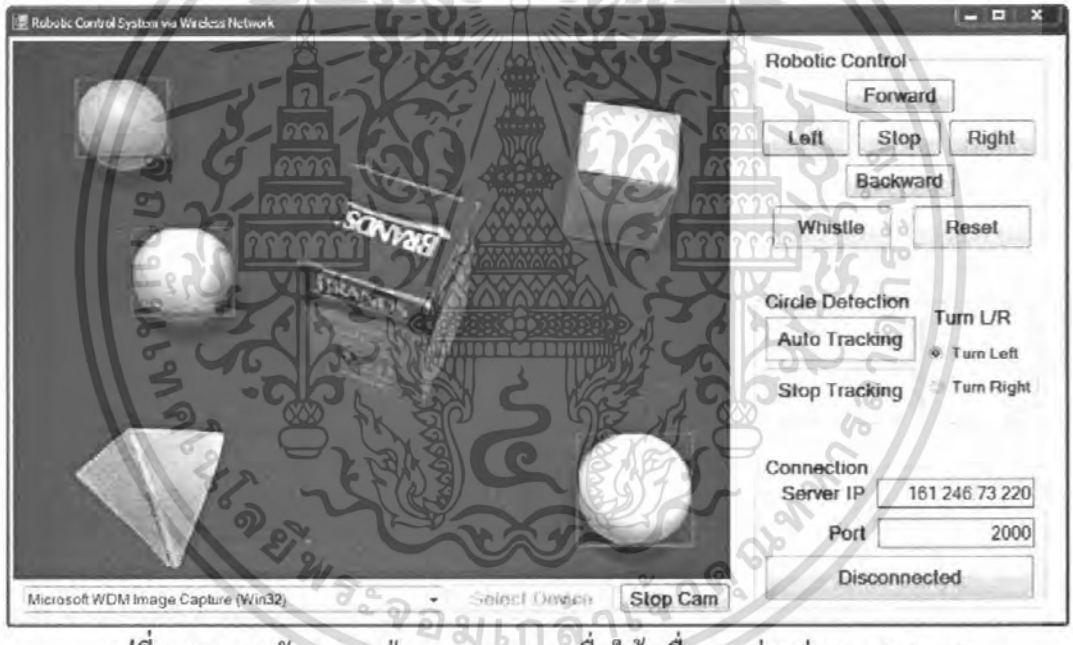
รูปที่ 4.10 ปุ่ม Select Device เพื่อเริ่มการใช้งานกล้องดิจิตอล

ซึ่งเมื่อกดปุ่มแล้ว ภาพที่ได้จากกล้องดิจิตอลจะแสดงผลปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมเครื่องลูกข่าย

รูปที่ 4.11 ผลที่ปรากฏบนหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่ายหลังกดปุ่ม Select Device

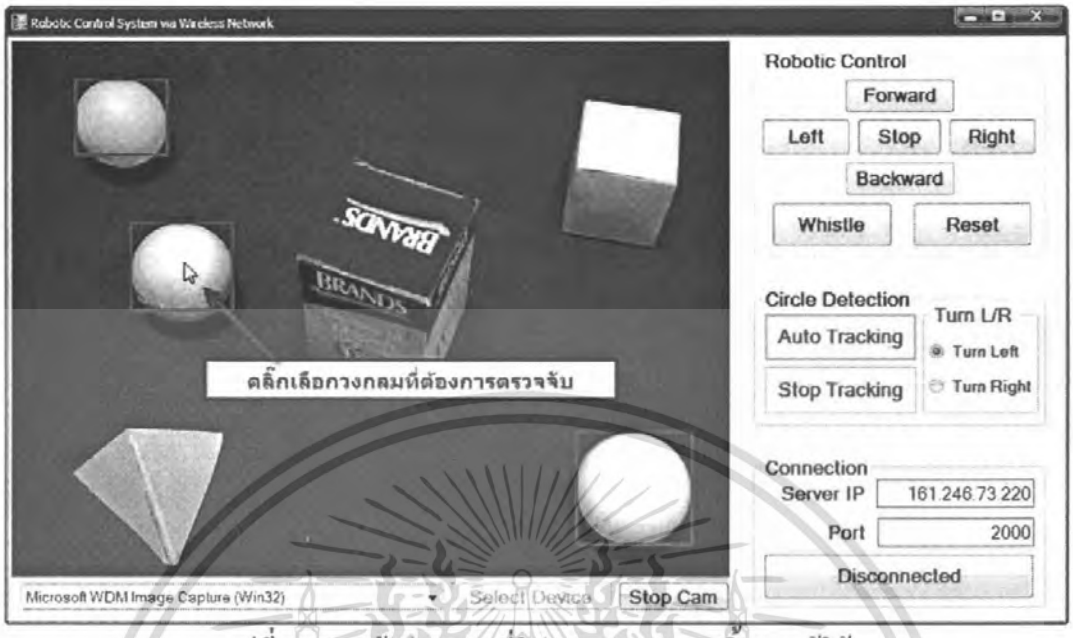
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เมื่อกล้องดิจิตอลทำงานแล้ว กดปุ่ม Auto Tracking เพื่อเริ่มคำสั่งในการวิเคราะห์ประมวลผลภาพจากกล้องดิจิตอลเพื่อให้หุ่นค้นหาวัตถุทรงกลมที่อยู่รอบตัวมัน เมื่อเจอวัตถุทรงกลมก็จะหยุดแล้วโปรแกรมจะทำการตีกรอบวัตถุทรงกลมที่อยู่ภายในมุมมองของการแสดงผลขณะนั้นแสดงผลปรากฏออกมา โดยขณะนั้นโปรแกรมจะหยุดรอเพื่อรอการคลิ๊กของผู้ใช้ ซึ่งการทำงานของปุ่ม Stop Tracking คือ การสั่งหยุดกระบวนการทุกรูปแบบมาอยู่ในสถานะรอคำสั่งจากผู้ใช้ต่อไป ในการทดลองนี้จะกำหนดให้เครื่องลูกข่ายทำการประมวลผลภาพทุกๆ 2 วินาที ผลที่ได้คือ หุ่นยนต์ค้นหาวัตถุทรงกลมที่อยู่รอบตัวมันโดยประมวลผลไปเรื่อยๆ และหากสั่งให้หุ่นยนต์หยุดหา ให้กดปุ่ม Stop Tracking เพื่อหยุดทำงาน



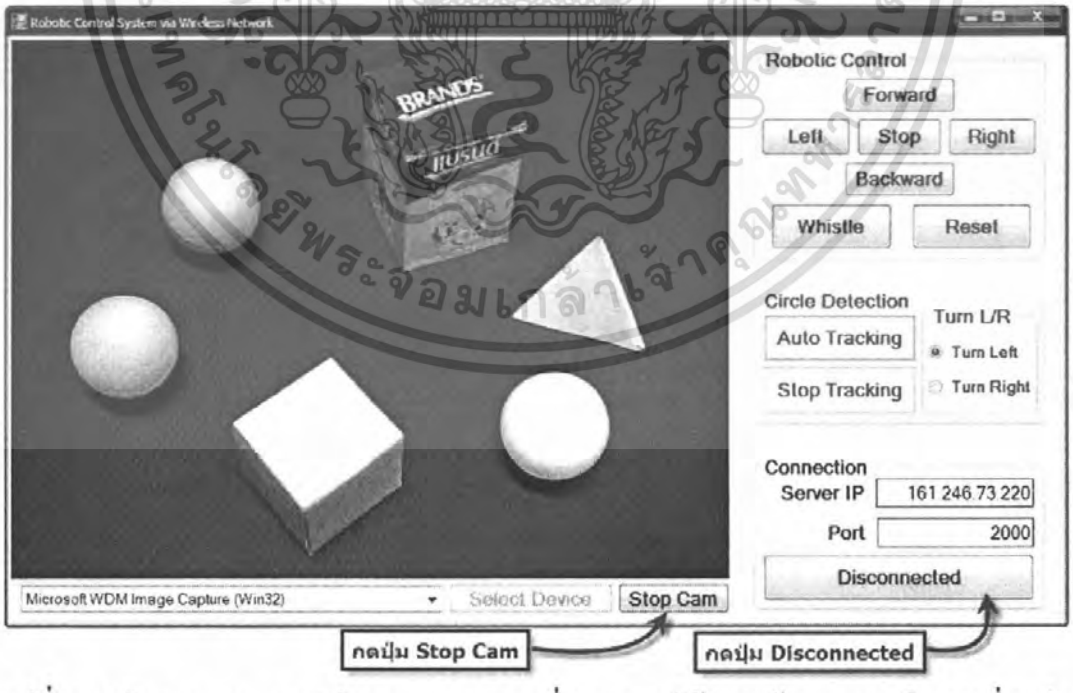
รูปที่ 4.12 ผลหลังจากกดปุ่ม Auto Detect เพื่อให้เครื่องลูกข่ายประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 หน้าต่างขณะที่โปรแกรมรอการคลิ๊กของผู้ใช้

เมื่อต้องการเลิกใช้งานโปรแกรม กดปุ่ม Stop Cam เพื่อหยุดการทำงานของกล้องดิจิตอล และกดปุ่ม Disconnected ที่หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย



รูปที่ 4.14 ปุ่ม Stop Cam และปุ่ม Disconnected เพื่อหยุดการใช้งานกล้องและยกเลิกการเชื่อมต่อ

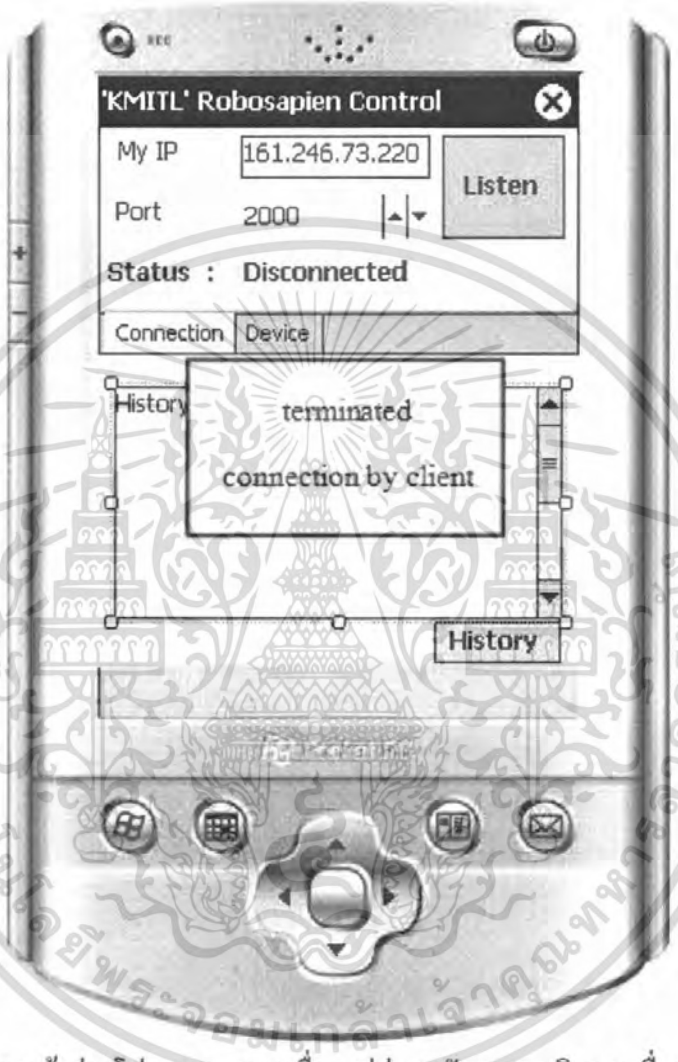
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการยกเลิกการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับเครื่องลูกข่ายแล้ว ที่หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่ายจะแสดงผลกลับเป็นสถานะที่รอการเชื่อมต่อกับเครื่องแม่ข่ายอีกครั้ง

รูปที่ 4.15 หน้าต่างโปรแกรมเครื่องลูกข่ายหลังจากยกเลิกการเชื่อมต่อแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนทางฝั่งของเครื่องแม่ข่าย หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายจะแสดงข้อความ “ยกเลิกการเชื่อมต่อโดยเครื่องลูกข่าย” (terminated connection by client)



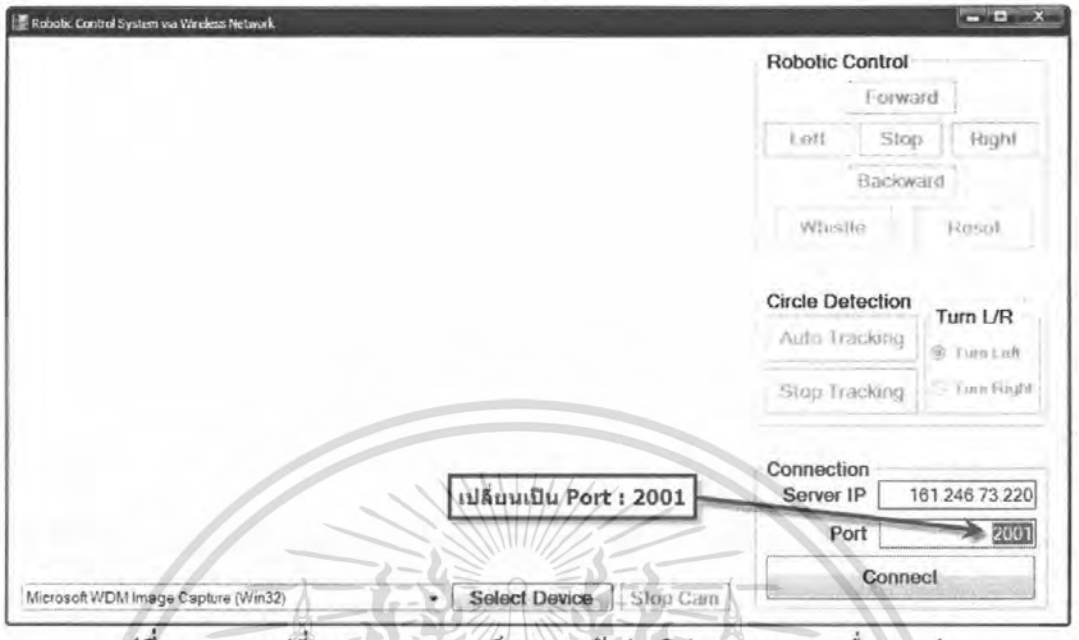
รูปที่ 4.16 หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายหลังจากยกเลิกการเชื่อมต่อแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. หากต้องการเชื่อมต่อเพื่อใช้งานหุ่นยนต์ใหม่อีกครั้ง โดยที่ยังไม่ออกจากโปรแกรมแล้วเริ่มโปรแกรมใหม่ จะต้องเปลี่ยนหมายเลขพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อก่อน เนื่องจากเมื่อทำการยกเลิกการเชื่อมต่อแล้ว แต่พอร์ตยังคงเปิดอยู่ จึงทำให้ใช้งานพอร์ตเดิมไม่ได้

รูปที่ 4.17 การเปลี่ยนหมายเลขพอร์ตของหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย

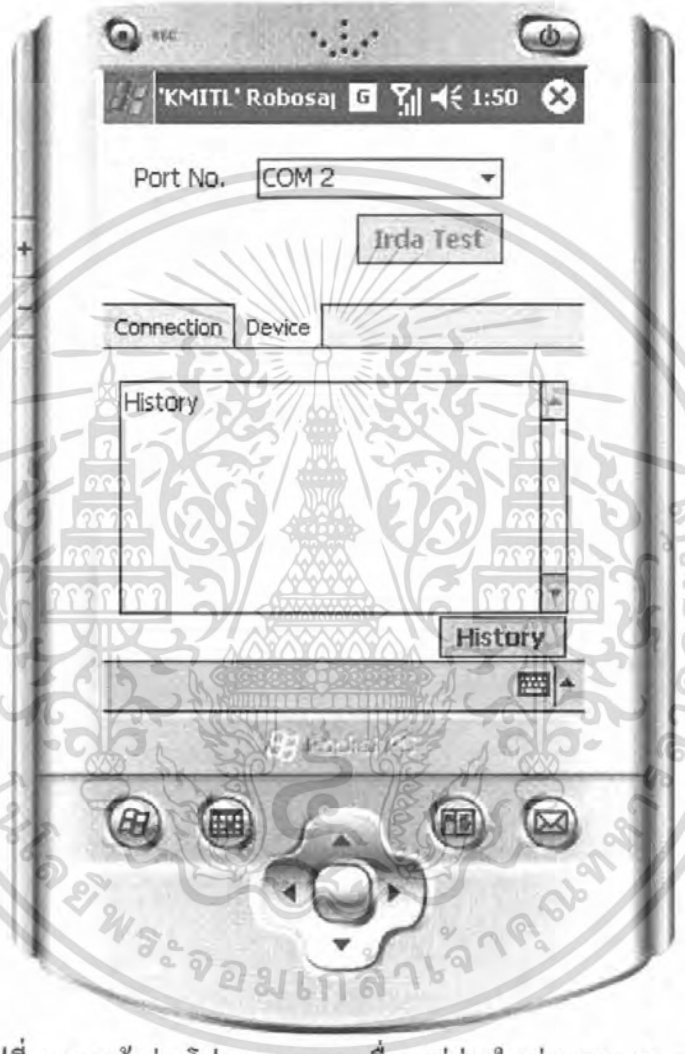
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 การเปลี่ยนหมายเลขพอร์ตของหน้าต่างโปรแกรมของเครื่องลูกข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. อนึ่ง เราสามารถทดสอบว่าเครื่องแม่ข่ายติดต่อกับหุ่นยนต์ได้หรือไม่ โดยดูที่แถบ Device ที่หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย กดปุ่ม IrDA Test เพื่อส่งคำสั่งจากเครื่องแม่ข่ายไปยังหุ่นยนต์ หากหุ่นยนต์ตอบสนองตามคำสั่ง แสดงว่าเชื่อมต่อได้ปกติ



รูปที่ 4.19 หน้าต่างโปรแกรมของเครื่องแม่ข่ายในส่วนของ Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้ คือ การสร้างชุดจำลองการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์โรโบซาเปียน ที่มีลักษณะเป็นหุ่นยนต์สำเร็จรูป สามารถเดิน เคลื่อนไหว หรือมีปฏิกิริยาโต้ตอบเมื่อมีการสัมผัสเซนเซอร์ ดังนั้นตามวัตถุประสงค์จึงมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนรู้ในด้านการพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนไหว และ ควบคุมการตัดสินใจ

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

ปัญหาจากการทดลอง เกิดเนื่องมาจาก การติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้าไปยังตัวหุ่นยนต์(พีดีเอ และ กล้องดิจิตอล) มีผลให้เสียสมดุลในการเคลื่อนไหว โดยเฉพาะเมื่อมีน้ำหนักมากขึ้น มีผลให้หุ่นยนต์ไม่สามารถยกเท้าได้สูงเพียงพอต่อการเดินไปในทิศทางที่ถูกกำหนดไว้ จากผลการทดลองหลายครั้งมีทิศทางการเคลื่อนที่ไม่ตรงกับที่ต้องการ จึงต้องใช้เวลาในการเคลื่อนที่มากกว่าที่ควร ปัญหาในเรื่องของแสงสว่างภายนอกที่มี อาจทำให้การคำนวณอาจคลาดเคลื่อนได้

5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

วิธีการแก้ไข อาจทำการย้ายตำแหน่งการติดตั้งพีดีเอ จากบริเวณหัว มาไว้บริเวณลำตัวด้านหน้าหรือหลัง หรืออาจใช้การย้ายตำแหน่งของการติดตั้งกล้องดิจิตอล จากเดิมที่ออกแบบให้ใช้กล้องดิจิตอลแบบเอสดี/ไอโอ (SD/IO) ที่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับพอร์ตเอสดีของ พีดีเอ บริเวณด้านบน แต่เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์เป็นกล้องดิจิตอลแบบยูเอสบี ซึ่งไม่ยึดติดกับตำแหน่งของอุปกรณ์ พีดีเอ จึงสามารถเคลื่อนย้ายตำแหน่งติดตั้งกล้องดิจิตอลได้อย่างอิสระ ซึ่งผู้ทดลองคาดว่า การติดตั้งกล้องบริเวณลำตัวด้านบน สะดวกและให้มุมมองของภาพที่เหมาะสมต่อการวิเคราะห์วัตถุรอบตัวมากที่สุด แต่เนื่องจากการเปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ประเภทยูเอสบี ที่มีสายเชื่อมต่อ ทำให้แนวความคิดของหุ่นยนต์ไร้สาย ถูกจำกัดไปด้วย ดังนั้นในการพัฒนาขั้นต่อไป ควรเลือกใช้กล้องดิจิตอลประเภทเอสดี/ไอโอ แต่จะพบปัญหาของข้อจำกัดในการส่งข้อมูลภาพที่อาจทำได้ช้ากว่ากล้องดิจิตอลแบบยูเอสบี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

ในการพัฒนาขั้นต่อไป หากได้รับการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์กล้องดิจิตอล เป็นประเภทเอสดี/ไอโอ การเพิ่มคุณสมบัติของกล้องดิจิตอลให้มีความสามารถจับภาพได้ดีแม้กล้องกำลังเคลื่อนไหวอยู่ หรือการเพิ่มขนาดความละเอียดของกล้อง และ สามารถส่งผ่านข้อมูลมาประมวลผลยังเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ หรือแม้แต่การประมวลผลที่พีดีเอในทันที จะสามารถสร้างหุ่นยนต์ตามแนวความคิดหุ่นยนต์ไร้สาย ได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังสามารถนำภาพที่ได้รับจากกล้องดิจิตอลมาประมวลผลเพื่อพัฒนาเป็นระบบรู้จำวัตถุ (Object Recognition) ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น การตรวจจับวัตถุเคลื่อนไหว หรือแม้แต่การเพิ่มเติมระบบปัญญาประดิษฐ์ ให้แก่หุ่นยนต์เพื่อให้มีลักษณะใกล้เคียงหุ่นยนต์เสมือนมนุษย์ (Humanoid Robotic) และการใช้หุ่นยนต์โรโบซาเปียนวีทู ซึ่งมีความสามารถขั้นพื้นฐานที่เหนือกว่าโรโบซาเปียนวีวัน ทำให้สามารถพัฒนาบุคลากรทางด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพให้แก่สถาบันและประเทศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Rafael C. Gonzalez. 2001. **Digital Image Processing.** 2nd ed. New Jersey : Pearson Halls.

Andrew S. Tanebaum. 2004. **Computer Networks.** Bangkok : Pearson Education Indochina Ltd.

สมเกียรติ อุดมหรรษากุล. 2550. การประมวลผลภาพเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วี.เจ. พริ้นติ้ง.

http://knowledge.eduzones.com/knowledge-2-8-30389.html

http://thaicert.nectec.or.th/paper/basic/tcp-ip.php

http://www.thaidev.com/index.php?cmd=showtitle&id=102

http://www.robotics4.net/Software/RoboSapiens.aspx

http://www.codeproject.com/cs/library/

http://code.google.com/p/aforge/

http://ct021.homelinux.org/humanoids/main.htm

http://www.expert2you.com/view_article.php?art_id=1872

http://web.udru.ac.th/~onanong/unit4.1.pdf

http://web.cecs.pdx.edu/~mperkows/THEATRE/little-theatre.html

http://homepages.strath.ac.uk/~lau01246/robot/hackrobos.shtml

http://www.aibohack.com/robosap/ir_codes.htm

http://research.microsoft.com/vision/cambridge/recognition/default.htm

http://www.widebase.net/knowledge/itterm/it_term_desc.php?term_id=TCP/IP

http://www.codeproject.com/KB/cs/MouseActions.aspx

http://www.nectec.or.th/pub/book/2004-6-4-507995-c++5.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้