ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ ระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง

Can Label Detection System

ชื่อนักศึกษา

1. นายพงษ์ศักดิ์ แดงดุ้ย	รหัสประจำตัว	48035356
2. นายนพรัตน์ สุขเกษม	รหัสประจำตัว	48035375
3. นายพงศ์ธร ชาตรี	รหัสประจำตัว	48035382

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.พรพิมล ฉายรัศมี

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. รศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์	
2. อ.พรพิมล ฉายรัศมี	
3. อ.สุขสันต์ พาณิชพาพิบูล	
4. อ.สุรพงษ์ สิริพงศ์ดี	
5. อ.อมรชัย ชัยชนะ	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันพฤหัสบดีที่ 8 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.301 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(ผศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน มี.ค. พ.ศ. 50

<BT491142>

ระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

ระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง

CAN LABEL DETECTION SYSTEM

พงษ์ศักดิ์ แดงตุ้ย
นพรัตน์ สุขเกษม
พงศ์ธร ชาตรี

เลขหมู่ 75149
เลขทะเบียน
วัน,เดือน,ปี 24 ต.ค. 2550

.b 11814312
.i

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง

CAN LABEL DETECTION SYSTEM

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานของการประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab
2. เพื่อออกแบบระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab
3. เพื่อสร้างระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab
4. เพื่อทดสอบระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab ว่ามีประสิทธิภาพเพียงใด
5. เพื่อนำระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab ใช้ไปเป็นแนวทางในการศึกษา และพัฒนาต่อไป

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม Matlab และการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพิ่มขึ้น
2. ได้รูปแบบระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab
3. ได้ระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab
4. ได้ผลการทดสอบของระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab
5. นำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) และโปรแกรม Matlab ต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง
ชื่อนักศึกษา	นายพงษ์ศักดิ์ แดงตุ้ย
	นายนพรัตน์ สุขเกษม
	นายพงศ์ธร ชาตรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พรพิมล ฉายรัศมี
อาจารที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง เพื่อเป็นกรณีศึกษาระบบการทำงานในโรงงานอาหารกระป๋อง หรือเครื่องกระป๋องต่างๆ ที่มีการติดฉลากด้วยกระดาษหรือวัสดุอื่นๆ ซึ่งจะเน้นในเรื่องการนำโปรแกรม MATLAB และการประมวลผลภาพ (Image Processing) มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน และยังสามารถส่งเสียงเตือนเมื่อพบกระป๋องที่ไม่ติดฉลากได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Can Label Detection System
Student	Mr.Pongsak Dangtui
	Mr.Nopparat Sukkasem
	Mr.Pongtorn Chatree
Advisor	Dr.Pornpimon Chayratsami
Co-Advisor	Mr.Paiboon Pongwongtragull
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education
Program in	Industrial Instrument Technology
Academic Year	2006

ABSTRACT

This thesis presents a case study of a Can Label Detection System in the canned food factory. The system is to detect whether the paper label is put on the can by applying MATLAB program and Image processing together. The system is able to give an alarm where the unlabel can passes through the system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ ดร.พรพิมล ฉายรัศมี ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ไพบูลย์ พวงวงศ์ตระกูล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมถึงคณาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างมากที่กรุณาให้คำแนะนำแนวความคิดความรู้ต่างๆ แนวทางการแก้ไขปัญหาในการจัดทำตลอดจนถึงข้อมูลและอุปกรณ์ที่ใช้เป็นประโยชน์ต่อการทดลองโครงงาน ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรม และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนทางด้านการศึกษา เงินทุน และให้กำลังใจด้วยดีตลอดมาตั้งแต่ อดีตจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายต้องขอบคุณเพื่อนๆ ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนทำให้ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัญลักษณ์แสดงเงื่อนไขต่างๆ ในโปรแกรม MATLAB	6
2.2 แสดงฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับอ่านไฟล์ wavread	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การอ่านไฟล์เสียงที่มีนามสกุล WAV	10
2.2 ภาพประกอบการประมวลผลด้วยภาพ	11
2.3 ภาพประกอบการแปลงภาพให้เป็นภาพเชิงดิจิตอล	12
2.4 ภาพประกอบการสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง	12
3.1 แผนผังการทำงาน ของระบบตรวจจับฉลากกระป๋องด้วยโปรแกรม Matlab	15
3.2 ภาพพื้นหลังที่ใช้เป็นภาพอ้างอิง	16
3.3 ภาพกระป๋องที่ติดฉลาก	17
3.4 ภาพอ้างอิงที่ลบกับภาพกระป๋อง	17
3.5 ภาพที่ปรับเป็นสีขาวและสีดำ	17
3.6 กล่องจำลอง	18
3.7 ตำแหน่งที่ติดกล้องภายในกล่อง	18
4.1 ภาพกระป๋องที่ติดฉลาก	23
4.2 สายพานจำลอง	24
4.3 การหาค่าเฉลี่ยตามจุดต่างๆ ของกระป๋องที่ติดฉลาก	24
4.4 ภาพกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก	25
4.5 การหาค่าเฉลี่ยตามจุดต่างๆ ของกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการศึกษาในระบบควบคุมการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องกระป๋อง จะต้องมีการติดฉลากเพื่อการค้าด้วย และในขั้นตอนนี้เอง บางครั้งเครื่องจักรกลอาจมีการผิดพลาด คือ กระป๋องบางกระป๋องไม่ได้ติดฉลาก ทำให้ต้องเสียเวลาในการคัดแยก

1.2 จุดมุ่งหมายของการทำโครงงาน

จากการศึกษาเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการติดฉลากแล้ว กระป๋องบางกระป๋องอาจจะไม่ได้ติดฉลาก เนื่องจากความผิดพลาดของเครื่องจักร ทำให้ต้องใช้แรงงานคนในการคัดแยกกระป๋องเหล่านั้น

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

เมื่อจัดทำโครงงานชิ้นนี้เสร็จแล้ว ผู้จัดทำจะได้รับแนวทางในการศึกษาของระบบตรวจจับฉลากกระป๋องโดยการนำโปรแกรม MATLAB และการประมวลผลภาพ (Image Processing) มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เพื่อนำไปพัฒนาต่อไป

1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน

โครงงานนี้มีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถตรวจกระป๋องได้ว่ากระป๋องใดไม่ติดฉลาก
2. สามารถใช้กล้อง Webcam ในการช่วยจับภาพกระป๋อง
3. สามารถเตือนถ้าเจอกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก
4. สามารถใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) ประยุกต์เข้ากับโปรแกรม MATLAB

1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน

โครงงานนี้ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ ซึ่งการทำงานในระยะแรกจะเริ่มต้นจากการค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม MATLAB และวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) การเชื่อมต่อกล้อง Webcam เข้ากับโปรแกรม MATLAB เมื่อสามารถเข้าใจถึงหลักการต่างๆ แล้ว จึงเริ่มทำโปรแกรมที่ได้ศึกษามาตามขั้นตอนต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ ขีดความสามารถของโครงงานและเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วย ทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโปรแกรม MATLAB และวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) องค์ประกอบของระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง คำสั่งโปรแกรม MATLAB ที่ใช้สำหรับระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง หลักการทำงานของระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง ข้อดีของระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับ แผนผังการทำงานของโครงงาน ผังต่างๆที่ใช้ในโครงงาน ตลอดจนการออกแบบและสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น การกำหนดขนาดของไฟล์รูปภาพ มุมที่กล้องใช้จับภาพ เป็นต้น

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง

บทที่ 5 เป็นการสรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางในการแก้ไข รวมทั้งแนวทางในการพัฒนา

ภาคผนวก ก แสดงภาพกล่องจำลอง แบบจำลองการสร้างกล่อง

ภาคผนวก ข แสดงภาพกระป๋องที่ติดฉลาก และภาพกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก

ภาคผนวก ค แสดงภาพการทดลอง และภาพกระป๋องภายในกล่อง ณ. ตำแหน่งต่างๆ

ภาคผนวก ง ประกอบด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อประมวลผลการทำงานของระบบ

ภาคผนวก จ แสดงผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงานและการประมวลผลภาพ (Image Processing)

2.2 โปรแกรม MATLAB

MATLAB เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง (High-level Language) สำหรับคำนวณทางเทคนิคที่ประกอบด้วยการคำนวณเชิงตัวเลข กราฟิกที่ซับซ้อน และการจำลองแบบเพื่อให้มองเห็นภาพพจน์ได้ง่ายและชัดเจน ชื่อของ MATLAB ย่อมาจาก Matrix Laboratory เดิมโปรแกรม MATLAB ได้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณทาง Matrix หรือเป็น Matrix Software ที่พัฒนามาจากโครงงานชื่อ LINKPACK และ EISPACK

MATLAB ได้พัฒนามาด้วยการแก้ปัญหาที่ส่งมาจากหลายๆ ผู้ใช้เป็นระยะเวลาหลายปีจึงทำให้โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชั่นต่างๆ ให้เลือกมากมาย ในบางมหาวิทยาลัยได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นหลักสูตรพื้นฐานในการศึกษาทางด้านคณิตศาสตร์ วิศวกรรม และวิทยาศาสตร์แขนงต่างๆ ตลอดจนในด้านอุตสาหกรรมได้ใช้โปรแกรม MATLAB เป็นเครื่องมือในการวิจัย พัฒนาและวิเคราะห์

โปรแกรม MATLAB จะมีกล่องเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนคำตอบเรียกว่า Toolbox โดยโปรแกรม MATLAB จะมี Toolbox ในแต่ละสาขา เช่น การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing Toolbox) การประมวลผลภาพ (Image Processing Toolbox) ระบบควบคุม (Control System Toolbox) โครงข่ายประสาท (Neural Networks Toolbox) ฟัซซี่ลอจิก (Fuzzy Logic Toolbox) เวฟเลท (Wavelet Toolbox) การติดต่อสื่อสาร (Communication Toolbox) สถิติ (Statistics Toolbox) และสาขาอื่นๆ มากมาย ภายใน Toolbox แต่ละสาขาก็จะมีฟังก์ชั่นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในสาขานั้นๆ ให้เลือกประยุกต์ใช้งานเป็นจำนวนมาก

ข้อดีของโปรแกรม MATLAB สามารถจำแนกตามลักษณะเด่นที่ง่ายต่อการใช้งาน ดังนี้คือ

- มีฟังก์ชั่นคณิตศาสตร์ให้เลือกใช้ในการคำนวณมากมายตลอดจนเราสามารถสร้างฟังก์ชั่นขึ้นมาใช้งานได้เองในสาขาที่ต้องการ

- Algorithm พัฒนาได้ง่ายไม่ยุ่งยาก สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้ง่าย และรวดเร็วกว่าโปรแกรมภาษาอื่นๆ เช่น C FORTRAN BASIC เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีโครงสร้างแบบจำลอง (Simulink) ซึ่งเป็น Package ที่เรานำไปสร้างบล็อกไดอะแกรมเพื่อใช้ทดสอบ และประเมินผลระบบ Dynamic ต่างๆ ก่อนนำไปใช้งานจริง

- สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว

- นำไปใช้งานทางด้านกราฟิกได้เป็นอย่างดีทั้งในด้านการแสดงภาพตั้งแต่สองมิติที่เป็น Rectangular Polar Stair Bar รวมทั้งภาพสามมิติในรูปแบบพื้นผิว (Surface) และระดับสูงต่ำ (Contour) ตลอดจนสามารถนำภาพมาต่อกัน และเก็บไว้เพื่อที่จะสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวได้อีกด้วย

- ประยุกต์ใช้ในการสร้างรูปแบบ Graphical User Interface ได้โดยการเลือกใช้ Object และเมนูต่างๆ โดยโปรแกรม MATLAB จะมีเครื่องมือให้เลือกใช้ เช่น เมนู รายการ ปุ่มกด และ Fieds Object ต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกนำไปใช้งานปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

- ทำการประมวลผลร่วมกับโปรแกรมอื่นได้ เช่น FORTRAN, Borland C/C++, Microsoft Visual C++ และ Watcom C/C++ ด้วยการเขียนฟังก์ชั่นที่เป็น Mex ไฟล์โดยโปรแกรม MATLAB จะเรียกใช้ รูทีน จากโปรแกรมภาษา C และ FORTRAN

- โปรแกรม MATLAB เป็นระบบ Interactive ซึ่งส่วนของข้อมูลพื้นฐานเป็นอาร์เรย์ที่ไม่ต้องการมิติ ทำให้โปรแกรม MATLAB สามารถทำการแก้ปัญหาทางเทคนิคต่างๆ ได้มาก ใช้เวลาในการประมวลผลน้อย และดีกว่าโปรแกรมภาษา C และ FORTRAN

2.2.1 การเขียน M-File

โปรแกรมที่เขียนโดย MATLAB จะ save โดยใช้ Extension เป็น "m" ซึ่งเรานิยมเรียกโปรแกรมที่เขียนโดยใช้ MATLAB ว่า M-File โดย M-File นี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ เขียนในลักษณะของการบอกขั้นตอนหรือบอกบทการทำงานหรือที่นิยมเรียกว่า Script File และอีกประเภทหนึ่งจะเขียนขึ้นในลักษณะของ function ซึ่งผู้ใช้สามารถรวบรวมเอา Function ใหม่ M-File ในลักษณะนี้เรียกว่า Function File

คำสั่งที่ควบคุมขั้นตอนการทำงานของ M-File

เช่นเดียวกันกับการเขียน Program computer ทั่วไป MATLAB มีคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมขั้นตอนการทำงานของ *Program* เพื่อสะดวกในการทำงาน เช่นเดียวกับใน C, FORTRAN, หรือ BASIC แต่ข้อแตกต่างจากการใช้ภาษาพื้นฐานเหล่านั้น คือ

- ใน MATLAB ไม่มี *Line number* ดังนั้นการเขียนโปรแกรมหากต้องการชุดคำสั่งใดอาจต้องใช้ข้อความทางตรรกะเข้าช่วยหรือใช้วิธีการใช้ Subroutine หรือ Function เข้าช่วย

- ใน MATLAB ไม่ต้องมีการบอกว่าตัวแปรใดเป็น *String*, *Integer* หรือถ้าเป็นเลขทศนิยมก็ไม่จำเป็นต้องบอกว่าจะมี Precision แบบใดยกเว้นว่าต้องการกำหนดเอง

- ไม่จำเป็นต้องจอง Array หรือจอง *Dimension* ของตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถเรียกใช้ Function ต่างๆที่มีอยู่ใน MATLAB หรือที่สร้างขึ้นเองได้ตลอดเวลา หรือ ไม่จำเป็นต้องเขียน subroutine ขึ้นมาใหม่

- MATLAB ทำงานได้โดยไม่ต้อง Compile ก่อน ดั้งนั้น โดยทั่วไป MATLAB จะหยุดทำงานทันทีเมื่อพบ error

คำสั่งที่ใช้ควบคุมการทำงานหลักๆ มีดังนี้

- For loop — Repetitive Control Structure
- If - elseif - else - end — Conditional Control Structure
- *While loop* — *Repetitive Control Structure*

For Loop

สำหรับ For loop นั้นก็จะเหมือนกับ For loop (หรือ Do loop) ของภาษาอื่นๆ โดยมีโครงสร้างเป็น

```
For     m = a : b
        ชุดคำสั่งหรือการคำนวณ
End
```

โดยคำสั่งนี้จะกำหนดให้ MATLAB ทำการวนรอบ (loop) โดยเริ่มจากค่า m=a แล้วทำบรรทัดต่อมา คือ คำนวณชุดคำสั่งไม่ว่าจะมีชุดคำสั่งเท่าใดก็ตาม จากนั้นเมื่อพบคำสั่ง end แล้ว MATLAB ก็จะกลับไปเริ่มต้นที่ที่คำสั่ง for อีก แล้วทำงานต่อโดยใช้ค่า m=a+1 ไปเรื่อย และ จะเลิกทำงานเมื่อคำนวณค่าสุดท้ายที่ m=b ซึ่งในกรณีการใช้คำสั่งนี้ a และ b จะเป็นจำนวนเต็มหรือหากใช้

For m =a : b : c จะเป็นการทำค่า 1 เริ่มจาก a ถึง c โดยเพิ่มขึ้นครั้งละ b

การใช้ For loop ซ้อนกัน

ในหลายกรณีเรามีความจำเป็นต้องใช้ For loop ซ้อนกัน ซึ่งก็สามารถกระทำได้ เช่นตัวอย่างต่อไปนี้

```
for     k = 1 : 5
    for     i = 1 :5
        p(k,i) = k * I ;
    end
end
```

โปรแกรมนี้จะสร้าง Matrix p มีขนาด 5×5 โดยแต่ละ element จะมีค่าเท่ากับผลคูณของตำแหน่ง row และ column จากโปรแกรมข้างบนนี้ จะเริ่มเมื่อ k = 1 จากนั้นจะเข้า loop ที่สองซึ่งจะได้ค่า i = 1 ดังนั้น P(1,1) =1*1=1 และเมื่อพบคำสั่ง end เครื่องจะกลับไปที่จุดเริ่มต้นของ loop ที่ 2 ดังนั้น เมื่อถึงจุดนี้ k ยังคงเป็น 1 แต่ i=2 ดังนั้น P(1,2) = 1*2=2 และเครื่องหมายจะทำงานต่อไปจนกระทั่ง i=5 ซึ่งครบคำสั่ง for ของ loop ที่สอง จากนั้นเมื่อพบคำสั่ง end และ loop ที่สอง เครื่องจะทำงานในบรรทัดต่อไป แต่เมื่อพบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง end ของ loop แรกแล้ว เครื่องจะกลับไปเริ่มต้นใหม่โดยใช้ค่า k=2 แล้วจะวกกลับเข้ามา loop ที่สอง อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งวนค่า i=1,2,3,4,5 ไปเรื่อยๆ และ loop นี้จะหยุดการทำงานก็ต่อเมื่อจำนวนค่า k=5 และ 1=5

ใน MATLAB เนื่องจากเราเขียน m-file ใน Editor ของ MATLAB เอง ดังนั้นเมื่อมี loop ซ้อนกันหลาย loop MATLAB จะทำการจะย่อหน้าของคำสั่งให้เอง เพื่อความสะดวกในการแก้ไข โดยคำสั่งใน loop เดียวกันจะย่อหน้าเท่ากัน และคำสั่ง end จะตรงกับคำสั่ง for ของ loop นั้น ซึ่งจะเป็นเช่นเดียวกันกับคำสั่งในการวน loop อื่นๆ

If statement

สำหรับการใช้ คำสั่ง If มีรูปแบบดังนี้

If เงื่อนไข

ชุดคำสั่ง

end

โดยถ้าเงื่อนไขเป็นจริง MATLAB จะคำนวณชุดคำสั่ง แต่ถ้าไม่เป็นจริง MATLAB จะข้ามไปทำคำสั่งในบรรทัดที่ต่อจาก end ต่อไป ในเงื่อนไขหรือ condition จะต้องมีค่าเป็นจริงหรือเท็จ เท่านั้น เครื่องหมายที่ใช้เปรียบเทียบ ส่วนใหญ่เป็นดังนี้

ความหมาย	สัญลักษณ์คณิตศาสตร์	MATLAB
เท่ากับ	=	= =
ไม่เท่ากับ	≠	~ =
มากกว่า	>	>
น้อยกว่า	<	<
มากกว่าหรือเท่ากับ	_>	= >
น้อยกว่าหรือเท่ากับ	_<	= <
และ	AND	&
หรือ	OR	|

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์แสดงเงื่อนไขต่างๆ ในโปรแกรม MATLAB

ตัวอย่างเช่น

```
if  x = 0
    a =5
end
```

นั้นคือถ้า x = 0 แล้วจะได้ว่า a = 5 แต่ถ้า x ไม่เท่ากับศูนย์ จะไม่มีการกำหนดให้ค่า a = 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IF-Elseif-Else

การใช้ else และ elseif นั้นมีรูปแบบดังนี้

```
If      เงื่อนไขที่ 1
        ชุดคำสั่งที่ 1
elseif  เงื่อนไขที่ 2
        ชุดคำสั่งที่ 2
elseif  เงื่อนไขที่ 3
        ชุดคำสั่งที่ 4
.....
else    เงื่อนไขที่  n
        ชุดคำสั่งที่ n
end
```

ในกรณีถ้าเงื่อนไขที่ 1 เป็นจริง MATLAB จะทำชุดคำสั่งที่ 1 แล้วมาที่ end แต่ไม่เป็นจริง MATLABจะพิจารณาเงื่อนไขที่ 2 ถ้าเป็นจริง MATLABจะทำชุดคำสั่งที่ 2 แล้วมาที่ end แต่ถ้ายังไม่เป็นจริง MATLAB จะพิจารณาเงื่อนไขที่ 3 ถ้าเป็นจริง MATLABจะทำชุดคำสั่งที่ 3 แล้วไปที่ end ทำเช่นนี้ ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงเงื่อนไขที่ n ถ้าไม่มีเงื่อนไขใดเลยที่เป็นจริง MATLAB ก็จะไม่ทำชุดคำสั่งใดแล้วมาที่ end เลย

While-Loop

สำหรับ while loop นั้นก็จะคล้ายๆ กับ for loop จะต่างกันที่ while loop นี้จะไม่กำหนดจำนวนรอบเหมือนกับ for loop แต่จะเป็นการวน loopไปเรื่อยๆ ตราบเท่าที่เงื่อนไขที่ให้ยังเป็นจริง

รูปแบบของ while -loop คือ

```
While       เงื่อนไข
            ชุดคำสั่ง
end
```

โดย loop นี้จะดำเนินไปเรื่อยๆ จนกว่าเงื่อนไขนี้จะเป็นเท็จ เมื่อเงื่อนไขเป็นเท็จ MATLAB จะมาที่คำสั่ง n แล้วไปทำคำสั่งบรรทัดต่อไป เช่น

```
a = 0
while a < 5
a =  a + 1
b = 5 + a
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มต้น a = 0 เมื่อเข้าสู่ loop while เงื่อนไข a< 5 จะเป็นจริงดังนั้น MATLAB จะคำนวณค่า a = 0+1=1 และ b= 5+1 = 6 เมื่อถึง end แล้วMATLAB จะกลับไปที่ while อีกครั้งหนึ่ง ในขณะนี้ a = 1 ดังนั้นเงื่อนไข a < 5 ยังคงเป็นอยู่ดังนั้นMATLAB ก็จะคำนวณชุดคำสั่งต่อไปอีก ซึ่งจะทำเป็นรอบไปเรื่อยๆ และจะหยุดเมื่อมีค่ามากกว่า 5

คำสั่ง ยกเลิก Loop

ใน program หากว่า ต้องการยกเลิก loop ก็สามารถทำได้โดย

Break

เมื่อMATLABพบคำสั่งนี้จะออกจาก loop ที่กำลังทำอยู่ทันที แล้วดำเนินการคำนวณชุดคำสั่งหลังจาก end ต่อไปเช่น

```
For k =1:5
    y = k^2
    if  y = = 9
    end
    x = 5 / ( y-9 )
end
```

ในตัวอย่าง MATLAB จะเริ่มเข้า loop และคำนวณหาค่า y ก่อน ถ้าหากว่า y ไม่เท่ากับ 9 MATLAB ก็จะทำงานต่อไป เพื่อหาค่า x แต่ว่าเมื่อใดก็ตาม y = 9 ทำให้เงื่อนไขเป็นจริง MATLAB จะทำงานในชุดคำสั่งของ if นั่นคือคำสั่งให้หยุด (break) ดังนั้นถึงจุดนี้ MATLAB จะข้ามมาทำบรรทัดต่อจาก end loop for เลย ซึ่งเป็นการออกจาก loop มานั้นเอง

สำหรับคำสั่ง control flow ที่เพิ่มขึ้นของ MATLAB 5.x คือคำสั่ง switch –case ซึ่งเป็นคำสั่งที่ช่วยให้การใช้งานกรณีที่ตัวแปรมีโอกาสมีค่าได้หลายค่าและค่าแต่ละค่าจะมีคำสั่งให้ทำงานต่างๆ กันออกไป โดยมีโครงสร้างต่อไปนี้

```
Switch  ตัวแปร
Case            ค่าตัวแปรกรณีที่ 1
                ชุดคำสั่งที่ 1
Case            ค่าตัวแปรกรณีที่ 2
                ชุดคำสั่งที่ 2
Case            ค่าตัวแปรกรณีที่ 3
                ชุดคำสั่งที่ 3
                .....
Otherwise       ชุดที่ n                    end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของการทำงานคือ เมื่อเรากำหมดให้พิจารณาตัวแปรตามคำสั่ง switch จากนั้น MATLAB จะพิจารณาว่าค่าของตัวแปรที่กำหนดนั้นเข้ากับกรณีใด ก็จะทำชุดคำสั่งของกรณีนั้น พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้

```
X=input ('กรุณาเลือกคำตอบจากข้อ1-4 \n')
Switch x
case 1
fprintf ('ท่านได้เลือกข้อ1\n')
case 2
fprintf ('ท่านได้เลือกข้อ2\n')
case 3
fprintf ('ท่านได้เลือกข้อ3\n')
case 4
```

จากการที่กำหนดค่า x แล้วเราสั่งให้พิจารณาค่า x จากนั้น MATLAB จะพิจารณาว่าค่า x ที่กำหนดให้จะเข้ากับกรณีใด ก็จะทำตามคำสั่งนั้น เช่น x = 1 เครื่องก็จะพิมพ์ว่า ท่านได้เลือกข้อ1เป็นต้น

คำสั่งควบคุมขั้นตอนอื่นๆ

คำสั่งควบคุมขั้นตอนการทำงานอื่นๆ ของ MATLAB มีดังนี้

Pause ให้หยุดการทำงานแล้วรอจนกระทั่งมีการกด keyboard อันใดอันหนึ่งจึงจะทำงานต่อ

Pause(n) หยุดการทำงานเป็นเวลา n วินาที

Return เลิกการทำงานของ M-file นั้นทั้งหมด แล้วกลับไปที่จุด ซึ่งเรียกว่า M-file นี้มาใช้งาน

Pause on หรือ off ให้รับหรือไม่รับคำสั่ง pause ที่จะมีตามมาใน M-File นี้

สำหรับการเขียน M-File นั้นอย่างที่กล่าวมาแล้วก็คือเหมือนกับการเขียนโปรแกรมภาษาอื่นๆ โดยทั่วไปเพียงแต่จะมีรูปที่ง่ายกว่าและสามารถเรียกใช้ function ของ MATLAB ที่มีอยู่เดิมได้ตลอดเวลา

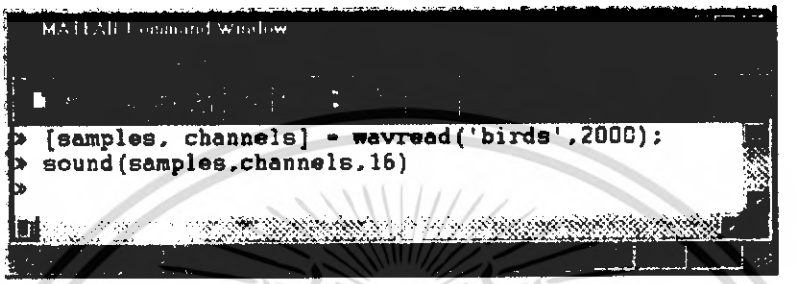
2.2.2 เสียง (Sound)

ฟังชั่นที่ใช้อ่านเสียงสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการส่งเสียงเตือนออกไปยังลำโพง เพื่อใช้เป็นสัญญาณเตือนการติดฉลากและไม่ติดฉลาก โปรแกรม MATLAB จะมีฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับอ่านไฟล์คือ wavread ซึ่งมีโครงสร้างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชัน	รายละเอียด
[sample, channels] = wavread('filename', 'size')	การ load ไฟล์เสียง filename (".wav")

ตารางที่ 2.2 แสดงฟังก์ชั่นที่ใช้สำหรับอ่านไฟล์ wavread

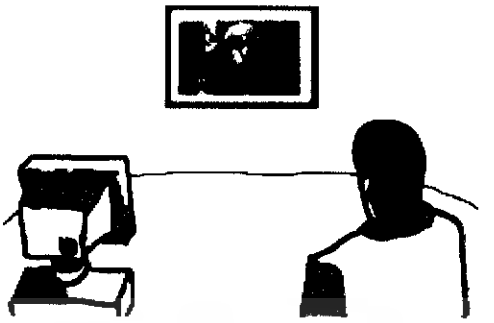


รูปที่ 2.1 การอ่านไฟล์เสียงที่มีนามสกุล WAV

2.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การแสดงภาพที่เกิดจากการถ่ายรูปหรือจากการสแกนภาพให้ปรากฏบนจอภาพคอมพิวเตอร์ รูปภาพที่เราเห็นกันอยู่ ไม่ว่าจะเป็นภาพที่ถ่ายโดยใช้กล้องธรรมดา หรือแบบดิจิตอล ถ้าเรามองกันในแบบของคอมพิวเตอร์แล้วล่ะก็ มันก็คือ จุดสีหลาย ๆ จุดที่นำมาเรียงต่อๆ กัน จนสามารถบอกได้ว่าเรียงกันเป็นรูปอะไร เนื้อหาของรูปภาพเป็นอย่างไร การมองเพื่อทำความเข้าใจรูปภาพหนึ่ง ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพถ่าย หรือภาพที่เป็นแบบดิจิตอลในคอมพิวเตอร์ก็ตาม ในมุมมองของมนุษย์กับรูปภาพ หรือมุมมองของคอมพิวเตอร์กับรูปภาพ เป็นคนละมุมกัน และแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง มนุษย์สามารถเข้าใจถึงเนื้อหาของภาพได้ว่าภาพที่ปรากฏนั้นให้ความพึงพอใจ ความน่าสนใจมากน้อยแค่ไหน และภาพนี้บอกอะไร สามารถสื่อถึงความรู้สึกอะไรบางอย่างได้หรือไม่ และอีกหลาย ๆ ความรู้สึกที่ได้จากการมองภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ภาพประกอบการประมวลผลด้วยภาพ

แต่เมื่อรูปภาพ ถูกนำมาทำเป็นภาพในคอมพิวเตอร์ มันจะรู้และเข้าใจภาพเป็นเพียงแค่เป็นจุดสีหลาย ๆ จุดที่เรียงต่อกันในความสัมพันธ์ระหว่างจุดภาพที่เหมาะสม ภาพดิจิตอลถึงแม้จะเก็บอยู่ในรูปของไฟล์ในดิสก์ของคอมพิวเตอร์เอง หรือแม้แต่เราจะนำเอาภาพสวย ๆ มาเป็นวอลเปเปอร์พื้นหลังของ Desktop ใน Windows ก็ตาม มันก็ไม่อาจจะรู้และเข้าใจถึงเนื้อหาของภาพที่ปรากฏนั้นได้ ยกเว้นมนุษย์ที่เป็นผู้ใช้คอมพิวเตอร์นั้น ๆ จะเป็นผู้เห็นภาพ ๆ นั้นจึงจะบอกได้ว่านี่คือภาพที่สวยหรือไม่สวย

2.3.1 การแปลงภาพให้เป็นภาพเชิงดิจิตอล

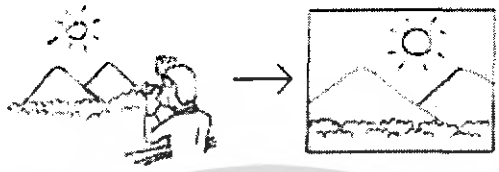
ภาพเป็นกระบวนการทางแสง (Optical Process) ซึ่งเกิดจากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) หลาย ๆ ช่วงความถี่ เช่น แสงธรรมดา รังสีเอ็กซ์แรย์ (X-Ray) รังสีอินฟาเรด (Infared) เป็นต้น และพลังงานเสียง เช่น อัลตราซาวนด์ (Ultrasound) ตกกระทบวัตถุแล้วสะท้อนกลับมาสู่ประสาทรับรู้ทางตาของมนุษย์ หรืออุปกรณ์ตรวจจับ เช่น เซนเซอร์ (Sensor) เป็นต้น

ถ้าพูดกันในภาษาทางเทคนิคแล้ว ภาพดิจิตอลนั้นก็คือ ฟังก์ชั่น 2 มิติ หรือ f(x,y) ของค่าความเข้มของแสงโดยที่ x และ y คือ ค่าที่บอกถึงตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก และค่าของฟังก์ชั่น ณ ตำแหน่งใด ๆ จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างของแสง ณ ตำแหน่งนั้น กระบวนการแปลงภาพให้เป็นภาพในเชิงดิจิตอลเราเรียกว่า Image Digitization มีกระบวนการ 3 ขั้นตอน คือ การบันทึกภาพ (Image Acquisition), การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง (Image Sampling) และ การประมาณค่าความเข้มของแสง (Image Quantization)

ก่อนที่จะได้ภาพมา อันดับแรก เราจะต้องทำการถ่ายภาพเสียก่อน การถ่ายภาพ เป็น การแปลงภาพเชิงต่อเนื่อง (Continuous Image) แบบ 3 มิติ ให้เป็นภาพเชิงต่อเนื่อง 2 มิติ โดยใช้อุปกรณ์เชิงแสง (Optical Device) เช่น กล้องถ่ายรูป เพื่อแปลงภาพให้มาเป็นภาพบนฟิล์ม, รูปถ่ายบนกระดาษ หรือภาพบนจอคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติแล้ว ภาพที่เรามองเห็นกันอยู่นั้น มีทั้งความกว้าง , ความสูง และความลึก ซึ่งเป็นแบบ 3 มิตินั่นเอง การถ่ายภาพด้วยกล้องจะทำให้เราได้ภาพมา แต่จะเป็นภาพที่มีแต่ความกว้าง และความสูงเท่านั้น ซึ่งเป็นภาพแบบ 2 มิติ เพราะเราไม่อาจจะถ่ายความลึกของสถานที่มาด้วยได้

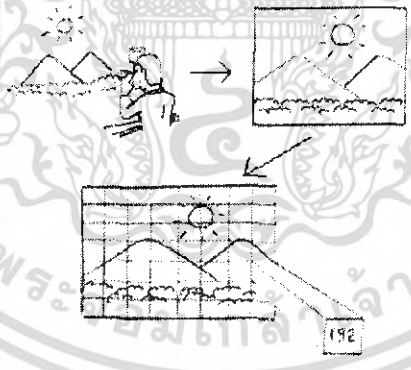


รูปที่ 2.3 ภาพประกอบการแปลงภาพให้เป็นภาพเชิงดิจิตอล

ในส่วนของการบันทึกภาพนี้ เป็นหน้าที่ของกลไกทางแสงในตัวกล้อง ที่จะทำหน้าที่รับภาพเข้ามา

2.3.2 การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง (Image Sampling)

เป็นการแปลงภาพ 2 มิติที่ได้ให้เป็นภาพเชิงดิจิตอล โดยการสุ่มเลือกทางจุดตำแหน่ง หรือ Spatially Sampling โดยสุ่มเลือกเฉพาะบางตำแหน่งในภาพ ซึ่งถ้าเราสุ่มเลือกมาละเอียดภาพที่ได้ก็จะมีความละเอียดสูง หน่วยของการสุ่มเลือกก็คือ จุด หรือ Pixel นั่นเอง



รูปที่ 2.4 ภาพประกอบการสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง

เหตุผลของการทำ Image Sampling นั้นก็คือ ในการแสดงผลของจอภาพคอมพิวเตอร์นั้น หน่วยของความละเอียดในการแสดงผลนั้นเป็นจุด (Pixel) แต่ในโลกแห่งความเป็นจริง ภาพที่เรามองเห็นด้วยตาไม่ใช่การเรียงกันของจุด แต่มันเป็นภาพเชิงต่อเนื่องคือ ไม่สามารถแยกลงไปเป็นทีละจุด ๆ ๆ ๆ ได้เลย เพราะฉะนั้น เมื่อภาพนั้นมาอยู่ในคอมพิวเตอร์ ภาพจะต้องถูกปรับให้อยู่ในหน้าจอที่ประกอบด้วยจุดสี เพราะฉะนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง หรือการทำ Image Sampling จากที่ได้กล่าวมานี้ ถ้าเราสุ่มเลือกจุดตำแหน่งถี่มากเท่าใด คุณภาพของภาพที่ได้ก็จะดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Image Acquisition Toolbox

Image Acquisition toolbox เป็นส่วนหนึ่งของ Matlab ซึ่งเป็นเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้กับวิดีโอและรูปภาพจากเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง และกล้องวิดีโอ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่ใช้ติดต่อกับ Hardware และวิดีโอได้โดยตรงโดยใช้ Matlab ในการวิเคราะห์และการมองเห็นของภาพ

Matlab และ Image Acquisition toolbox สามารถติดต่อกันได้โดยผ่านทาง hardware หรือจากวิดีโอ ซึ่งสามารถทำงานได้ดี

การทำงานของ Image Acquisition toolbox ใช้ฟังก์ชั่นนี้ได้โดยตรงจาก Matlab หรือสามารถใช้ร่วมกับฟังก์ชั่นอื่นๆ นอกจากนี้ Matlab ยังสามารถใช้ได้กับ editor/debugger ขอบภาพและกราฟฟิค โดยใช้การติดต่อประสานระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น แป้นพิมพ์ดีด จอภาพ

- เข้าถึงภาพเคลื่อนไหวและวิดีโอได้โดยตรงจาก Matlab
- ใช้การ Interfaces ที่เหมือนกับ Industry-standard และ กรอบภาพดิจิตอลจาก Matrox และ การแปลข้อมูล
- ใช้การ Interfaces กับ Windows ผ่านพอร์ท USB และ Fire Wire เช่น Web cameras Video capture board DVcamcorders
- สามารถฉายดูภาพวิดีโอได้
- รองรับทั้งวีดีโอมาตรฐานและไม่ได้มาตรฐาน เช่น CCIR NTSC PAL RGB RS170 SECAM และ S-VIDEO
- ให้การเข้าถึงไปลักษณะเฉพาะฮาร์ดแวร์ที่ถูกสนับสนุน อย่างเช่น Gain, Brightness, และ Sync Selection

Image Acquisition toolbox สามารถช่วยคุณเชื่อมต่อและวางตำแหน่งฮาร์ดแวร์ของคุณ เรียกดู Acquisition และ Acquire log และ การดำเนินรูปภาพ เครื่องมือที่ใช้จะมีความถูกต้องและรวดเร็ว ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของ Image Acquisition เช่น Triggers และ Callbacks

การเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์

Image Acquisition toolbox ทำงานสอดคล้องกับ Image-acquisition โดยอัตโนมัติอยู่แล้ว จึงสามารถเรียกใช้งานจาก Matlab ได้ง่ายมาก

การจะเรียกรูปภาพเข้ามานั้นสามารถทำได้เพียงเส้นทางเดียวเท่านั้น สามารถเรียก toolbox function แล้วนำมาปรับแต่งได้ด้วยตัวเอง

การวางตำแหน่งฮาร์ดแวร์

สามารถวางตำแหน่งของฮาร์ดแวร์ได้เองตามคุณสมบัติพิเศษของฮาร์ดแวร์แต่ละชนิด ให้ค้นหาได้ง่ายโดยการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอน เพราะคำสั่งที่ใช้ก็ยังเป็นรูปแบบเดิมหรือวางไว้ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัด

ใน Toolbox ให้กำหนดลักษณะพิเศษ 2 ลักษณะคือ ลักษณะพื้นฐาน และ ลักษณะพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะพื้นฐาน มีดังนี้

- Video Format
- Resolution
- Region of interest
- Frame grab interval

ลักษณะพิเศษ มีดังนี้

- Hue, saturation, and brightness
- Frame rate
- Contrast
- Video sync
- White and black reference levels

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

การออกแบบและการสร้างระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ Hardware และ Software ในส่วนของ Hardware ประกอบด้วย กล้องเว็บแคม ลำโพง และเครื่องคอมพิวเตอร์ ด้าน Software คือ โปรแกรม MATLAB โดยการทำงานจะเริ่มจากกล้องเว็บแคม นี้จะต้องเชื่อมต่อกับโปรแกรม MATLAB แล้ว โดยโปรแกรม MATLAB จะมีกล่องเครื่องมือที่ทำให้ได้ภาพ (Image Acquisition Toolbox) ในกล่องเครื่องมือนี้จะมีวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) ซึ่งจะมีคำสั่งและกรรมวิธีต่างๆ หลากหลายวิธี เมื่อกล้องเว็บแคมเชื่อมต่อกับโปรแกรม MATLAB จะสั่งแสดงภาพพื้นหลังที่ยังไม่มีกระป๋อง โดยกล้องจะติดตั้งในกล่องที่จำลองขึ้นมาเพื่อจำกัดแสง มีพื้นหลังสีเขียวที่ไม่สะท้อนแสงซึ่งสีเขียวเป็นหนึ่งในแม่สี จะง่ายต่อการแยกสีได้ดี เนื่องจากกระป๋องที่ใช้ทดลองเป็นสีแดง จากนั้นจะจับภาพที่มีเฉพาะพื้นหลังที่ยังไม่มีกระป๋อง เพื่อใช้เป็นภาพอ้างอิง จากนั้นโปรแกรมจะส่งเสียงเตือนเพื่อแสดงว่าพร้อมทำงาน เมื่อโปรแกรมเก็บภาพอ้างอิงแล้ว ไม่มีกระป๋องผ่านมา โปรแกรมจะไม่ส่งเสียงใดๆ เมื่อมีกระป๋องที่ติดฉลากผ่านมาจะมีเสียงเตือนที่แสดงว่าผ่าน แต่ถ้ากระป๋องที่ไม่มีฉลากผ่านมาจะมีเสียงเตือนอีกลักษณะเพื่อแสดงว่ามีกระป๋องที่ไม่ติดฉลากผ่านมา และจะทำงานวนรอบแบบนี้ไปเรื่อยๆ ซึ่งในเนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะในส่วนของการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมเข้ากับคอมพิวเตอร์ วิธีการที่ใช้ในการประมวลผลภาพ ผังงานของโปรแกรมและส่วนประกอบต่างๆ ในการออกแบบ

3.2 การออกแบบ

รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงาน ของระบบตรวจจับฉลากกระป๋องด้วยโปรแกรม MATLAB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมกับโปรแกรม MATLAB

การเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมกับโปรแกรม MATLAB จะใช้คำสั่งซึ่งจะเกี่ยวของกับกล่องเครื่องมือที่ทำให้ได้ภาพ (Image Acquisition Toolbox) จะมีคำสั่งดังนี้

คำสั่งในการตรวจสอบกล้องว่าเชื่อมต่อแล้วหรือไม่ (imaqhwinfo)

คำสั่งในการอ่านภาพ (Videoinput('winvideo', 1);

คำสั่งในการจับภาพนิ่ง (getsnapshot)

คำสั่งในการแสดงภาพที่อ่าน(preview)

คำสั่งในการแสดงภาพนิ่งที่จับ(imshow)

3.2.2 หลักการประมวลผลภาพ

วิธีการประมวลผลภาพนั้นมีหลายวิธีแต่วิธีที่ทางกลุ่มเลือกใช้มีกรรมวิธีดังนี้

เมื่อโปรแกรมอ่านภาพจากกล้องได้แล้วดังที่กล่าวมาในวิธีการในหัวข้อที่ 3.2.1 จากนั้นจะทำการจับภาพพื้นหลังเพื่อนำมาเป็นภาพที่ใช้อ้างอิง แสดงดังรูปที่ 3.1 ซึ่งเป็นภาพพื้นหลังของกล่องที่จำลองขึ้นมาซึ่งได้กล่าวไว้ในบทกล่าวนำข้างต้น หัวข้อที่ 3.1

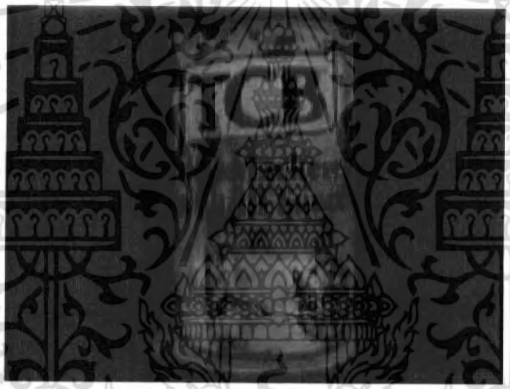
รูปที่ 3.2 ภาพพื้นหลังที่ใช้เป็นภาพอ้างอิง

จากนั้นเมื่อได้ภาพอ้างอิงที่สมบูรณ์โปรแกรมจะส่งเสียงเตือนเพื่อแสดงว่าพร้อมทำงาน จากนั้นจะทำการจับภาพกระป๋องเมื่อมีกระป๋องผ่านมา เมื่อได้ภาพกระป๋อง แสดงดังรูปที่ 3.2 โปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบค่า โดยจะนำค่าที่เป็นเมตริกซ์ของภาพอ้างอิงลบกับค่าที่เป็นเมตริกซ์ของภาพกระป๋อง จะได้ค่าออกมาค่าหนึ่ง ซึ่งภาพพื้นหลังจะหักล้างกันจะคงเหลือเฉพาะกระป๋องที่แสดงให้เห็นดังรูปที่ 3.3 จากนั้นทำการปรับภาพให้เหลือเฉพาะสีขาวและสีดำตามความเข้มที่เหมาะสม แสดงดังรูปที่ 3.4 เพื่อให้แยกได้ชัดเจนระหว่างภาพที่ติดฉลากและไม่ติดฉลาก รูปแสดงในภาคผนวก ข รูปที่ 1 และรูปที่ 2 จากนั้นหาค่า ERROR ของภาพที่ปรับเป็นสีขาวและสีดำ เพื่อนำค่า ERROR ไปทำการเปรียบเทียบว่าภาพใดติดฉลากและภาพใดไม่ติดฉลาก

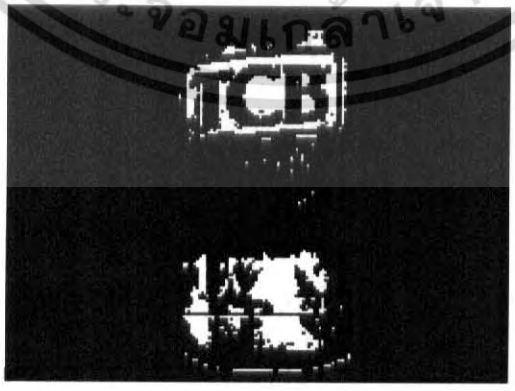
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รูปที่ 3.3 ภาพกระป๋องที่ติดฉลาก



รูปที่ 3.4 ภาพอ้างอิงที่ลบกับภาพกระป๋อง



รูปที่ 3.5 ภาพที่ปรับเป็นสีขาวและสีดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
75149

วิธีในการหาค่า ERROR จะใช้วิธี Minimum Mean Square คือการนำค่าของภาพที่ทำการที่ปรับเป็นสีขาวและสีดำ มายกกำลังสองเพื่อให้ค่าในเมตริกซ์บางค่าที่เป็นลบกลายเป็นค่าบวก จากนั้นนำค่าที่ยกกำลังสองมาหาค่าเฉลี่ย ก็จะได้ค่าค่าหนึ่งที่ออกมาเป็นตัวเลข นั่นคือค่า ERROR

3.3 การสร้างกล่องจำลองสำหรับบันทึกภาพกระป๋อง

การออกแบบและการสร้างกล่องจำลองสำหรับบันทึกภาพกระป๋อง ต้องคำนึงถึงความสะดวกดังนี้

1. มีขนาดกะทัดรัด สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
2. ควบคุมแสงจากภายนอกไม่ให้เข้ามารบกวนระบบที่จำลองขึ้นมา
3. ใช้สายพานช่วยในการเคลื่อนที่ของกระป๋อง
4. ใช้หลอดนีออนเป็นตัวควบคุมปริมาณแสงภายในกล่อง

การสร้างกล่องจำลองสำหรับบันทึกภาพกระป๋องสามารถทำได้ดังขั้นตอนในภาคผนวกที่ เมื่อสร้างเสร็จแล้วจะมีลักษณะดังนี้

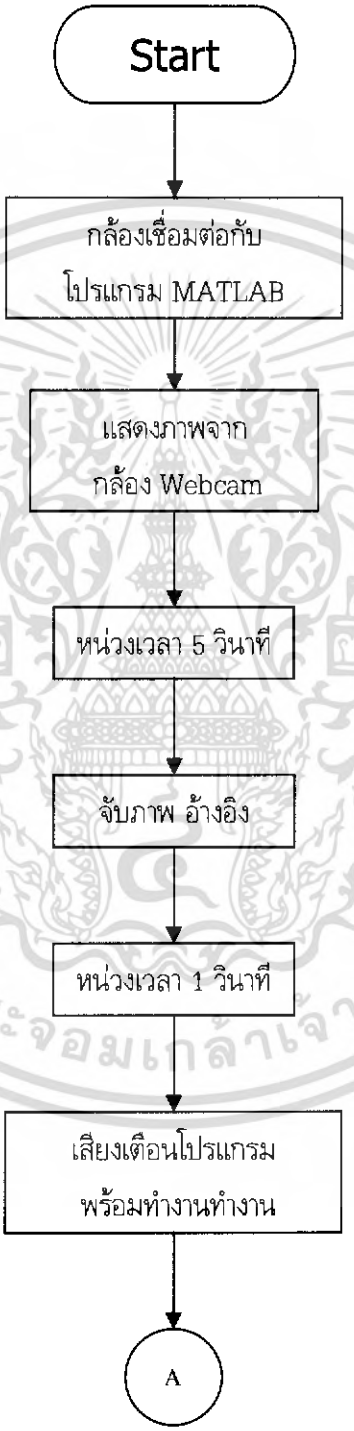
รูปที่ 3.6 กล่องจำลอง

ภายในจะมีกล้องเว็บแคมติดตั้งอยู่เพื่อบันทึกภาพกระป๋องที่ผ่านเข้ามาดังรูป 3.3.2

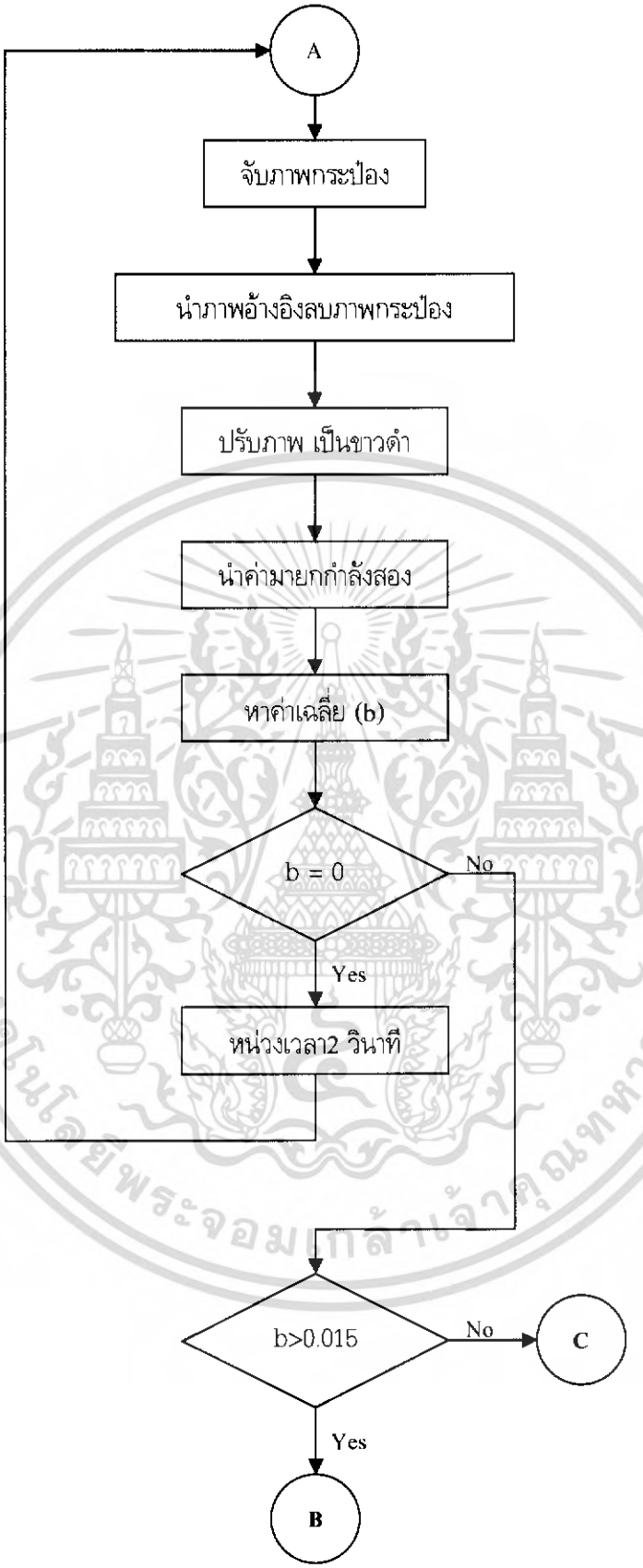
รูปที่ 3.7 ตำแหน่งที่ติดกล้องภายในกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

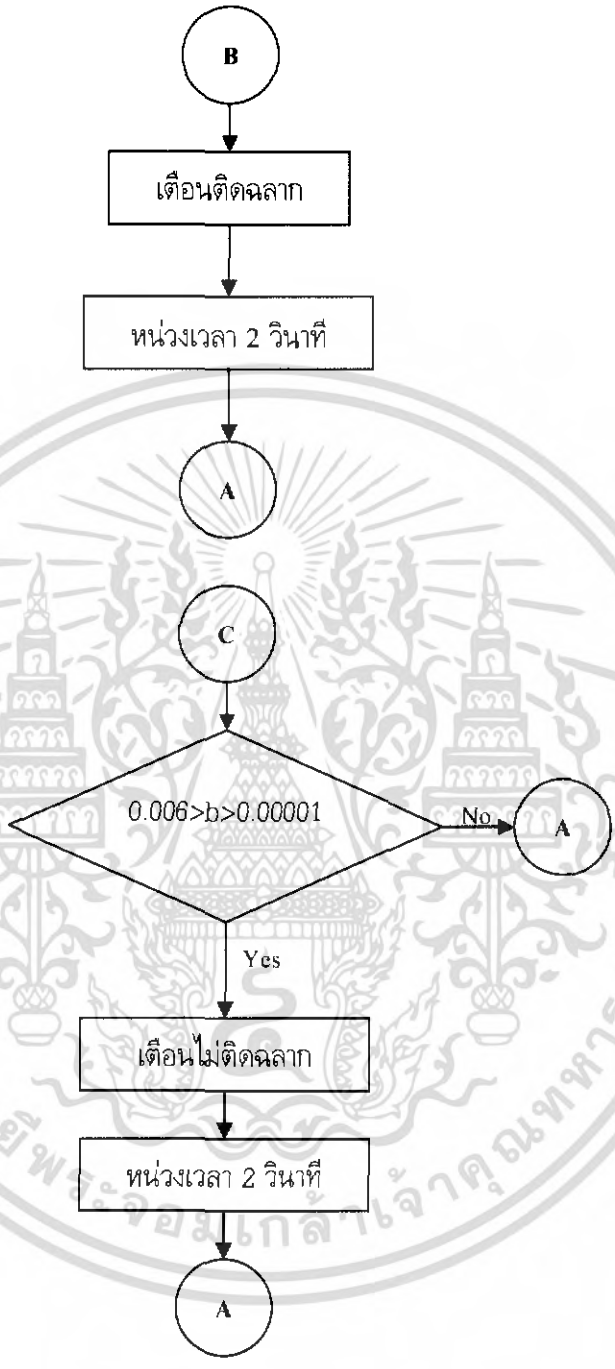
3.4 ผังงานของโปรแกรมและการทำงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ผังงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของโปรแกรม

จากที่กล่าวนำมาในข้างต้นเมื่อนำมาเขียนเป็นผังการทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้ (ดูจากรูปที่ 3.8) โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมกับโปรแกรม MATLAB และแสดงภาพที่มาจากกล้องเว็บแคม จากนั้นจะหน่วงเวลา 5 วินาที เพื่อให้กล้องปรับสภาพแสงให้เหมาะสม จากนั้นโปรแกรมจะจับภาพพื้นหลังของกล่องที่จำลองขึ้นมาเพื่อใช้เป็นภาพอ้างอิง และจะหน่วงเวลา 1 วินาที และจะมีเสียงเพื่อแสดงว่าในขณะนี้สามารถนำกระป๋องผ่านเข้ามาเพื่อตรวจได้แล้ว จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มต้นทำงานในลูปที่ 1 คือทำการจับภาพในขณะนั้นๆ และนำไปลบกับภาพอ้างอิงที่ได้จับไว้ในตอนแรก จากนั้นโปรแกรมจะนำภาพที่ลบกันมาปรับให้เป็นสีขาวและสีดำในความสว่างที่เหมาะสม และนำค่าของภาพที่ได้มายกกำลังสอง และหาค่าเฉลี่ย(b) จะได้ค่าเฉลี่ยคือค่า b จากนั้นโปรแกรมจะทำการเปรียบเทียบ ค่าของ b ถ้าค่าของ b เท่ากับ 0 แสดงว่ายังไม่มีกระป๋องผ่านเข้ามา ถ้าเป็นเช่นนี้โปรแกรมจะหน่วงเวลา 2 วินาที จากนั้นจะกลับไปทำงานซ้ำในลูปที่ 1 แต่ถ้าหากค่า b ไม่เท่ากับ 0 โปรแกรมจะทำคำสั่งถัดไปคือจะทำการเปรียบเทียบค่าของ b อีกครั้งถ้าค่า b มากกว่า 0.015 โปรแกรมจะส่งเสียงเตือนว่าเป็นกระป๋องที่ติดฉลาก จากนั้นโปรแกรมจะหน่วงเวลา 2 วินาที จากนั้นจะกลับไปทำงานซ้ำในลูปที่ 1 แต่ถ้าหากค่า b น้อยกว่า 0.015 โปรแกรมจะทำคำสั่งถัดไปคือจะทำการเปรียบเทียบค่าของ b อีกครั้งถ้าค่า b อยู่ในช่วงระหว่าง 0.015 ถึง 0.00001 โปรแกรมจะส่งเสียงเตือนว่าเป็นกระป๋องที่ไม่มีการติดฉลาก จากนั้นโปรแกรมจะหน่วงเวลา 2 วินาที จากนั้นจะกลับไปทำงานซ้ำในลูปที่ 1 แต่ถ้าหากค่า b ไม่อยู่ในช่วงนี้โปรแกรมจะทำคำสั่งถัดมาคือ กลับไปเริ่มต้นการทำงานในลูปที่ 1 อีกครั้ง และจะวนการทำงานอยู่ในลักษณะนี้ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของระบบตรวจจับฉลากกระป๋องที่ติดฉลาก และกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก เพื่อนำมาหาค่า ERROR ที่เหมาะสม การทดลองมีดังนี้

4.2 การตั้งค่าระบบตรวจจับฉลากกระป๋องก่อนการทดลอง

1.เชื่อมต่อกล้อง Webcam เข้ากับเครื่อง Computer

2.เปิดโปรแกรม MATLAB ตรวจสอบกล้อง Webcam เชื่อมต่อกับโปรแกรมแล้วหรือยัง

3.บันทึกภาพอ้างอิงลงในโปรแกรม MATLAB โดยยังไม่ต้องใส่กระป๋อง (ภาพอ้างอิงที่ต้องการจะมีลักษณะในบทที่ 3 รูปที่ 3.1)

4.3 การหาค่าเฉลี่ยของกระป๋องที่ติดฉลาก

กระป๋องที่ใช้ คือ ปลากระป๋องที่ติดฉลาก ยี่ห้อ TCB มีน้ำหนัก 150 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8.8 เซนติเมตร จำนวน 1 กระป๋องวางบนสายพานจำลอง โดยใช้มือเลื่อนสายพานจำลองให้เข้าหรือออก ตามตำแหน่งต่างๆในการบันทึกค่าแต่ละครั้ง จะต้องทำการหมุนกระป๋องทุกครั้งด้วยและทดลองในกล่องปิด

รูปที่ 4.1 ภาพกระป๋องที่ติดฉลาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการตั้งค่าระบบตามหัวข้อที่ 4.2
2. นำกระป๋องที่ติดฉลากวางบนสายพาน เลื่อนเข้า-ออกและหมุนกระป๋องในตำแหน่งที่แตกต่างกัน

รูปที่ 4.2 สายพานจำลอง

รูปที่ 4.3 การหาค่าเฉลี่ยตามจุดต่างๆ ของกระป๋องที่ติดฉลาก

3. บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

4.3.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 7 ค่าเฉลี่ยที่ออกมาจะมีค่าน้อยประมาณ 0.001-0.02 (ดูค่าที่บันทึกได้จากการทดลองในตารางกระป๋องที่ติดฉลากได้จากภาคผนวก ง)เพราะอยู่ด้านริม ถ้ามองจากภาพในตำแหน่งนี้จะไม่นำมาคิดในการตรวจจับภาพ เพราะภาพกระป๋องที่เข้ามาจะเข้ามาเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น เมื่อเทียบกับตำแหน่ง 2-6 ที่อยู่ตรงกลาง ค่าเฉลี่ยประมาณ 0.3-0.8 ซึ่งมีค่ามากกว่าอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นค่าเฉลี่ยในตำแหน่งที่ 2-6 นี้จะนำมาใช้ในการประมวลผล (ภาพกระป๋องในการทดลองตำแหน่งต่างๆ ดูได้จากภาคผนวกที่ ค) ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 0.015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การหาค่าเฉลี่ยของกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก

กระป๋องที่ใช้ คือ ปลากระป๋องที่ไม่ติดฉลาก ยี่ห้อ TCB มีน้ำหนัก 150 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8.8 เซนติเมตร จำนวน 1 กระป๋องวางบนสายพานจำลอง โดยใช้มือเลื่อนสายพานจำลองให้เข้าหรือออก ตามตำแหน่งต่างๆในการบันทึกค่าแต่ละครั้ง จะต้องทำการหมุนกระป๋องทุกครั้งด้วยและทดลองในกล่องปิด

รูปที่ 4.4 ภาพกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก

4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการตั้งค่าระบบตามหัวข้อที่ 4.2

2. นำกระป๋องที่ไม่ติดฉลากวางบนสายพาน (ดูรูปสายพานจำลองได้ที่รูป 4.2) เลื่อนเข้า-ออกและหมุนกระป๋องในตำแหน่งที่แตกต่างกัน

รูปที่ 4.5 การหาค่าเฉลี่ยตามจุดต่างๆ ของกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก

3. บันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 7 ค่าเฉลี่ยที่ออกมาจะมีค่าน้อยประมาณ 0.001-0.003 (ดูค่าที่บันทึกได้จากการทดลองในตารางกระป๋องที่ไม่ติดฉลากได้จากภาคผนวก ง) เพราะอยู่ด้านริม ถ้ามองจากภาพในตำแหน่งนี้จะไม่นำมาคิดในการตรวจจับภาพ เพราะภาพกระป๋องที่เข้ามาจะเข้ามาเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น เมื่อเทียบกับตำแหน่ง 2-6 ที่อยู่ตรงกลาง ค่าเฉลี่ยประมาณ 0.005-0.01 ซึ่งมีค่ามากกว่าอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นค่าเฉลี่ยในตำแหน่งที่ 2-6 นี้จะนำมาใช้ในการประมวลผล (ภาพกระป๋องในการทดลองตำแหน่งต่างๆ ดูได้จากภาคผนวก ค) ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 0.00001

4.5 การทดสอบเสียงเตือน

กระป๋องที่ใช้ คือ ปลากระป๋องที่ติดฉลาก ยี่ห้อ TCB มีน้ำหนัก 150 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8.8 เซนติเมตร จำนวน 5 กระป๋อง และปลากระป๋องที่ไม่ติดฉลาก 5 กระป๋อง ใส่ในถุงผ้าทึบแสง แล้วหยิบกระป๋องออกมาโดยไม่ต้องสนใจว่ากระป๋องนั้นติดฉลากหรือไม่ แล้วนำมาวางบนสายพานจำลอง โดยใช้มือเลื่อนสายพานจำลองให้เข้าหรือออกตำแหน่งใดก็ได้ และทดลองในกล่องปิด

4.5.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ทำการตั้งค่าระบบตามหัวข้อที่ 4.2

2.นำกระป๋องที่ไม่ติดฉลากวางบนสายพาน (ดูรูปสายพานจำลองได้ที่รูป 4.2) เลื่อนเข้า-ออกและหมุนกระป๋องในตำแหน่งที่แตกต่างกัน

3. บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

4.5.2 ผลการทดลอง

ผลการทดลองพบว่ากระป๋องที่ติดฉลาก ระบบจะไม่ส่งเสียงเตือนออกมาเพราะมีค่าเฉลี่ยมากกว่าค่าเฉลี่ยที่อ้างอิงไว้ (ดูได้จากหัวข้อ 3.5) ส่วนกระป๋องที่ไม่ติดฉลากระบบจะส่งเสียงเตือนออกมาเพื่อให้ทราบว่าขณะนี้ได้ตรวจพบกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก (ตารางผลการทดลองแบบสุ่มดูได้จากภาคผนวก จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ระบบตรวจจับฉลากกระป๋องเกิดจากการนำโปรแกรม MATLAB และการประมวลผลภาพ (Image Processing) มาประยุกต์ใช้ร่วมกัน โดยการใช้กล้อง Webcam ในการบันทึกภาพกระป๋อง ลักษณะของระบบที่ได้จำลองขึ้นมา คือ กระป๋องจะวางอยู่บนสายพานจำลองเลื่อนเข้าไปในกล่องปิด เพื่อควบคุมแสงจากภายนอกมารบกวน กระป๋องที่ใช้ในการทดลองคือ ปลากระป๋องยี่ห้อ TCB เป็นกระป๋องที่ติดฉลาก 1 กระป๋อง และกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก 1 กระป๋อง มีน้ำหนัก 150 กรัม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูง 8.8 เซนติเมตร

การทดลองจะกำหนดจุดวางกระป๋องบนสายพาน 7 ตำแหน่ง หาค่า ERROR ตำแหน่งละ 100 ครั้ง และต้องหมุนกระป๋องทุกครั้งต่อการบันทึกค่า 1 ครั้ง พบว่าตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 7 จะมีค่าเฉลี่ยน้อยมาก ตำแหน่งที่ 2-6 ค่าเฉลี่ยจะมีค่ามากกว่าตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 7 อย่างเห็นได้ชัด แต่เมื่อนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกัน กระป๋องที่ติดฉลากจะมีค่าเฉลี่ยที่มากกว่ากระป๋องที่ไม่ติดฉลาก คือค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 0.15 และค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.00001 ส่วนการทดลองแบบสุ่มเป็นการทดสอบโปรแกรมที่เขียนไว้ว่ามีความถูกต้องในการตรวจจับกระป๋องหรือไม่ และผลการทดลองที่ออกมาสรุปได้ว่า โปรแกรมที่เขียนนั้นมีความสมบูรณ์ตามขอบเขตของโครงงาน คือเมื่อมีกระป๋องที่ติดฉลากผ่านเข้ามาจะไม่มีเสียงเตือน และกระป๋องที่ไม่ติดฉลากจะแสดงผลเป็นเสียงเตือน

ส่วนที่ต้องปรับปรุงคือ สายพานจำลองที่ใช้ยังใช้มือในการเคลื่อนที่ กระป๋องที่ไหลเข้ามาในระบบยังมีเวลาในการเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ ควรจะออกแบบให้มีสายพานที่เคลื่อนที่ได้โดยอัตโนมัติ และมีเวลาในการเคลื่อนที่สม่ำเสมอ เพื่อที่จะนำไปพัฒนาการเขียนโปรแกรมให้ดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและวิธีแก้ปัญหา

1. ขาดความรู้ในเรื่องการประมวลผลภาพ (Image Processing) และแหล่งในการหาข้อมูล

วิธีการแก้ไข ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน หาข้อมูลทาง *Internet* และหนังสือคู่มือ MATLAB

2. กล่องที่ใช้เป็นระบบจำลอง ในขั้นต้นของการทดลองกล่องที่ใช้จะเป็นลักษณะเปิด แสงเข้าได้ทุกทิศทางเมื่อหาค่า ERROR ค่าที่ออกมามีความผิดเพี้ยน

วิธีการแก้ไข สร้างกล่องแบบปิดเพื่อควบคุมแสงจากภายนอก โดยใช้แสงของหลอดนีออนแทน จะเปิดเฉพาะช่องที่กระป๋องเข้า-ออกเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สีพื้นหลัง ในขั้นต้นการทดลองได้ใช้สีขาวเป็นสีพื้นหลัง ซึ่งสะท้อนแสงมาก และได้เปลี่ยนเป็นสีดำ ค่า Error ที่ออกมาก็ยังมีความผิดเพี้ยน

วิธีการแก้ไข ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ได้ให้คำแนะนำว่าควรจะใช้สีเขียวเข้ม เพราะเป็นแม่สีและสามารถแยกเม็ดสีได้ง่าย เมื่อนำมาใช้ทดลองพบว่าค่า ERROR ที่ออกมาก็ไม่มีความผิดเพี้ยน

5.3 แนวทางการพัฒนา

1. เพิ่มระบบสายพานเพื่อให้เวลาเคลื่อนที่ของกระป๋องมีความสม่ำเสมอ
2. กล่องที่ใช้เป็นระบบจำลองควรมีขนาดใหญ่ และแข็งแรงเพื่อรองรับระบบสายพาน
3. การเขียน M-file ควรตั้งค่าเวลาที่เหมาะสมในการประมวลผล ถ้ากระป๋องมีการเคลื่อนที่สม่ำเสมอ
4. ช่องเข้า-ออกของกระป๋องควรที่จะมีผ้าม่านปิดไว้เพื่อป้องกันแสงจากภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
5. ควรติดตั้งลิมิตสวิตช์เพื่อเช็คระบบ ถ้าหากกระป๋องที่ไม่ติดฉลากผ่านเข้ามาควรที่จะดันกระป๋องนั้นออกหรือแยกไปเก็บไว้อีกส่วนหนึ่งเพื่อรอนำไปแก้ไข
6. การทดลองควรจะหลากหลายมากกว่านี้ เช่น กระป๋องที่ติดฉลากสลับด้าน กระป๋องที่ติดฉลากเพียงครึ่งเดียว หรือกระป๋องที่มีลักษณะแบบลูกฟูก เป็นต้น
7. ใช้ Algorithm อื่นๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดมุ่งหมายของการทำโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน	1
1.4 ขีดความสามารถของโครงงาน	1
1.5 ขั้นตอนของการทำโครงงาน	1
1.6 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 โปรแกรม MATLAB	3
2.2.1 การเขียน M-File	4
2.2.2 เสียง (Sound)	10
2.3 การประมวลผลภาพ (Image Processing)	10
2.3.1 การแปลงภาพให้เป็นเชิงดิจิตอล	11
2.3.2 การสุ่มเลือกจุดตำแหน่ง	12
2.4 Image Acquisition Toolbox	13
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	15
3.1 กล่าวนำ	15
3.2 การออกแบบ	15
3.2.1 การเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมกับโปรแกรม MATLAB	16
3.2.2 หลักการประมวลผลภาพ	16
3.3 การสร้างกล่องจำลองสำหรับบันทึกภาพกระป๋อง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.4 ผังงานของโปรแกรมและการทำงาน	19
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	23
4.1 กล่าวนำ	23
4.2 การตั้งค่าระบบตรวจจับฉลากกระป๋องก่อนการทดลอง	23
4.3 การหาค่าเฉลี่ยของกระป๋องที่ติดฉลาก	23
4.3.1 ขั้นตอนการทดลอง	24
4.3.2 ผลการทดลอง	24
4.4 การหาค่าเฉลี่ยของกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก	25
4.4.1 ขั้นตอนการทดลอง	25
4.4.2 ผลการทดลอง	25
4.5การทดสอบเสียงเตือน	26
4.5.1 ขั้นตอนการทดลอง	26
4.5.2 ผลการทดลอง	26
บทที่ 5 บทสรุป	27
5.1 สรุป	27
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	27
5.3 แนวทางการพัฒนา	28
บรรณานุกรม	29
ภาคผนวก ก กล่องจำลอง	30
ภาคผนวก ข ภาพกระป๋อง	34
ภาคผนวก ค ภาพการทดลอง	36
ภาคผนวก ง โปรแกรมการทำงาน	42
ภาคผนวก จ ตารางผลการทดลอง	46
ประวัติผู้แต่ง	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ และวรรัตน์ ภัทรอมรกุล. 2537. **คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อินโฟเพรส.

โศรฎา แข็งการ และกนต์ธร ชำนิประศาสน์. **การใช้ MATLAB สำหรับงานทางวิศวกรรม6.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

มิติ รุจานุรักษ์ และ วุฒิพงศ์ อารีกุล. 2544. **การวัดประชากรเพลี้ยแป้งด้วยการประมวลผลภาพ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประหยัด เลวัน. 2544. **การปรับปรุงขั้นตอนวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลแบบฟัซซี่มีนสำหรับการรู้จำตัวอักษรภาษาไทย.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Applications. **Image Processing.** [Online]. Available: http://www.mathworks.com/applications/imageprocessing/

Introduction. **Image in MATLAB and Image Processing Toolbox.** [Online]. Available: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/?BB=1

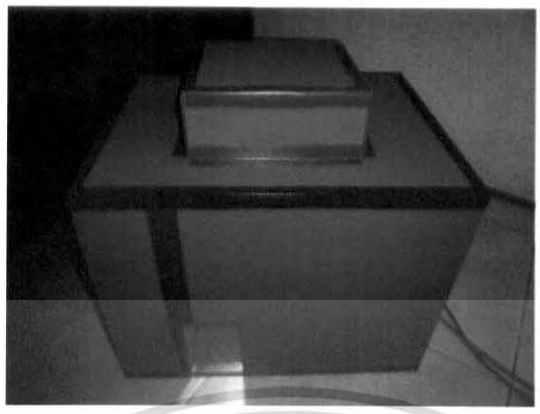
Image Processing. **บทความ Image Processing.** [Online]. Available: http://www.thaidev.com/index.php?cmd=listtitle&catid=41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

กล่องจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

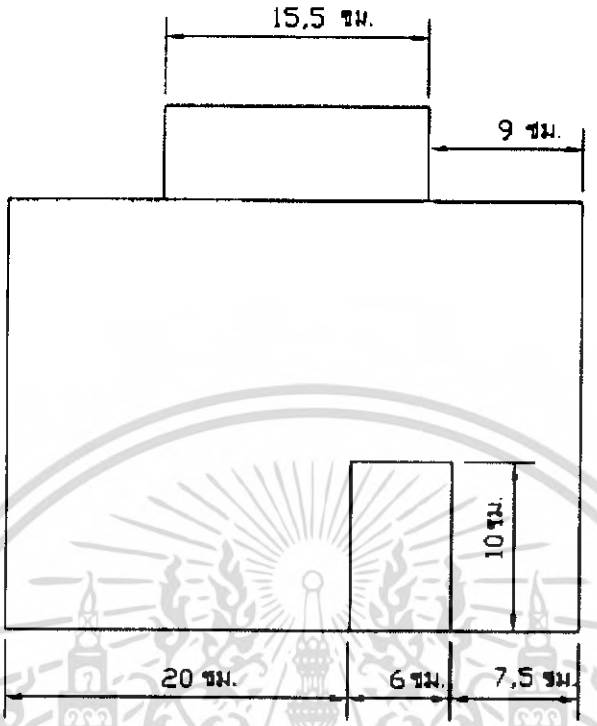


รูปที่ 1 กล่องจำลอง

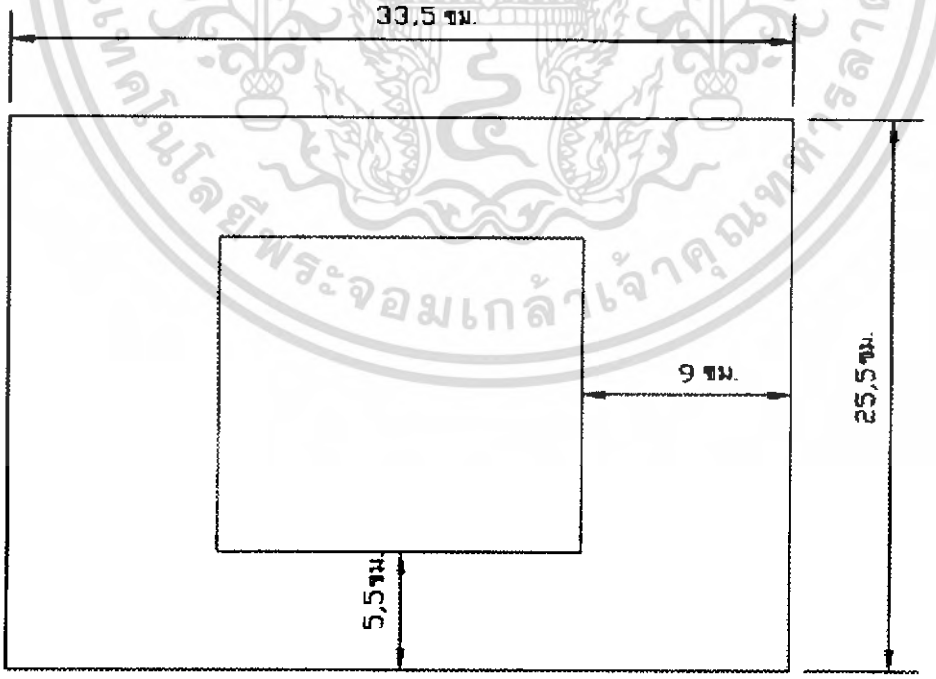
รูปที่ 2 กล้องเว็บแคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

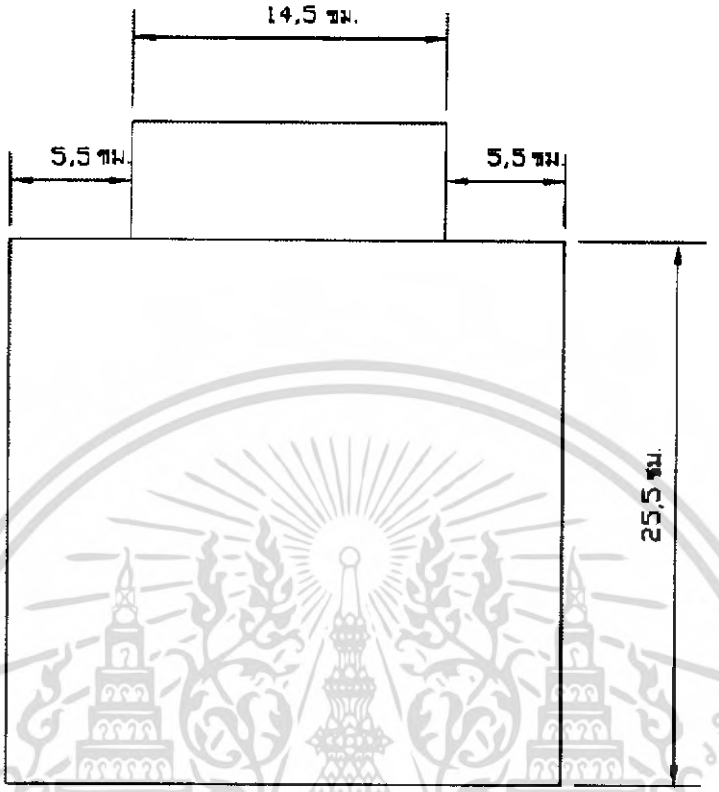


รูปที่ 3 แบบกล่องจำลองด้านข้าง

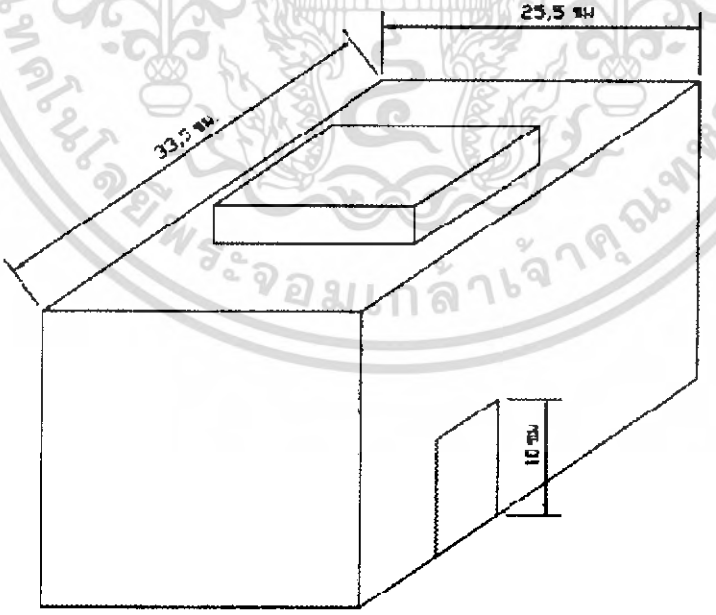


รูปที่ 4 แบบจำลองด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 แบบจำลองด้านหน้า



รูปที่ 6 แบบจำลอง 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาพกระป๋อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1 รูปกระป๋องที่ติดฉลาก

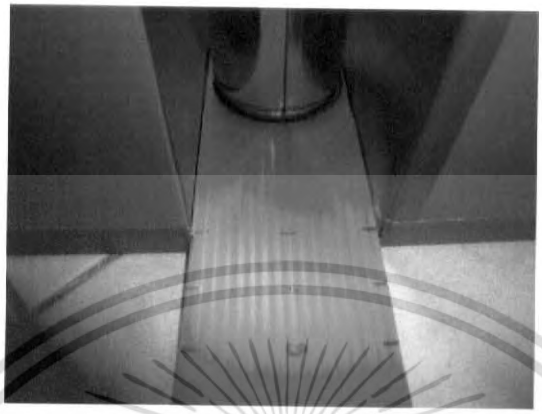
รูปที่ 2 รูปกระป๋องที่ไม่ติดฉลาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

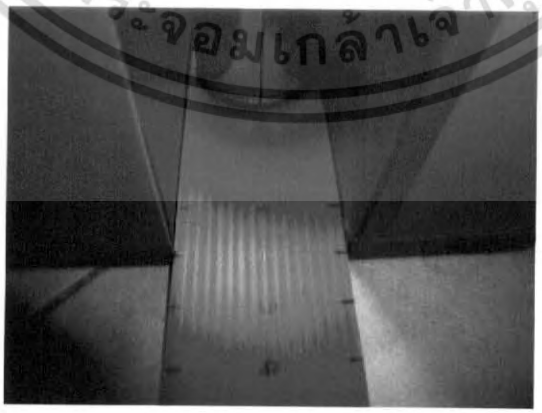
ภาพการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1 ตำแหน่งที่ 1 (สายพานจำลอง)

รูปที่ 2 ตำแหน่งที่ 1 มองจากกล้อง



รูปที่ 3 ตำแหน่งที่ 2 (สายพานจำลอง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 ตำแหน่งที่ 2 มองจากกล้อง

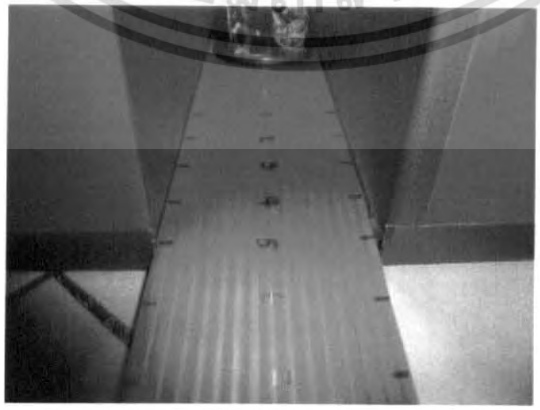
รูปที่ 5 ตำแหน่งที่ 3 (สายพานจำลอง)

รูปที่ 6 ตำแหน่งที่ 3 มองจากกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7 ตำแหน่งที่ 4 (สายพานจำลอง)

รูปที่ 8 ตำแหน่งที่ 4 มองจากกล้อง



รูปที่ 9 ตำแหน่งที่ 5 (สายพานจำลอง)

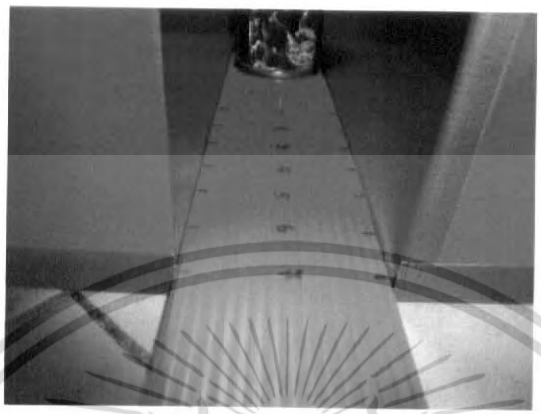
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 10 ตำแหน่งที่ 5 มองจากกล้อง

รูปที่ 11 ตำแหน่งที่ 6 (สายพานจำลอง)

รูปที่ 12 ตำแหน่งที่ 6 มองจากกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 ตำแหน่งที่ 7 (สายพานจำลอง)

รูปที่ 14 ตำแหน่งที่ 7 มองจากกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง

```
vdo = videoinput('winvideo', 1);
preview(vdo);
pause(10)
ref = getsnapshot(vdo);
pause(1)
[a,b]=wavread('ding');
sound(a,b);
for n = 1:50
   com = getsnapshot(vdo);
   sub = ref-com;
   bw = im2bw(sub,0.4);
   a = bw.^2;
   format long g
   b = mean(mean(mean(a)));
   subplot(2,3,1);imshow(ref);
   subplot(2,3,2);imshow(com);
   subplot(2,3,4);imshow(sub);
   subplot(2,3,5);imshow(bw);
   if b == 0
      com = getsnapshot(vdo);
      sub = ref-com;
      bw = im2bw(sub,0.4);
      a = bw.^2;
      format long g
      b = mean(mean(mean(a)));
      subplot(2,3,1);imshow(ref);
      subplot(2,3,2);imshow(com);
      subplot(2,3,4);imshow(sub);
      subplot(2,3,5);imshow(bw);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมระบบตรวจจับฉลากกระป๋อง (ตอ)

```
        pause(2)
  elseif b > 0.015
     com = getsnapshot(vdo);
     sub = ref-com;
     bw = im2bw(sub,0.4);
     a = bw.^2;
     format long g
     b = mean(mean(mean(a)));
     subplot(2,3,1);imshow(ref);
     subplot(2,3,2);imshow(com);
     subplot(2,3,4);imshow(sub);
     subplot(2,3,5);imshow(bw);
     [e,f]=wavread('chimes');
     sound(e,f);
     pause(2)
  elseif 0.015 > b > 0.00001
     [c,d]=wavread('ringin');
     sound(c,d);
     pause(2)
   end
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคำนวณหาค่า ERROR

```
vdo = videoinput('winvideo', 1);
ref = getsnapshot(vdo);
M-file
function q = can (ref,vdo)
pic = getsnapshot(vdo);
sub = ref-pic;
bw = im2bw(sub,0.4);
a = bw.^2;
format short g
q = mean(mean(mean(a)));
subplot(2,2,1);imshow(ref);
subplot(2,2,2);imshow(pic);
subplot(2,2,3);imshow(sub);
subplot(2,2,4);imshow(bw);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.0105	0.0693	0.0472	0.0585	0.0429	0.0207	0.025
2	0.0101	0.0559	0.0395	0.0503	0.0331	0.0391	0.0061
3	0.0105	0.0552	0.097	0.0456	0.0261	0.0226	0.0174
4	0.0352	0.0466	0.0691	0.0727	0.0629	0.0147	0.016
5	0.0492	0.0357	0.0755	0.0863	0.0775	0.0496	0.0199
6	0.0138	0.049	0.0782	0.0432	0.0335	0.0201	0.0138
7	0.0376	0.013	0.0626	0.043	0.0581	0.0328	0.0111
8	0.0289	0.0218	0.0649	0.044	0.0453	0.0218	0.0093
9	0.0209	0.0213	0.0715	0.0364	0.0426	0.0217	0.0082
10	0.0094	0.0142	0.0311	0.0383	0.026	0.0338	0.0021
11	0.0376	0.0736	0.0736	0.0485	0.0517	0.0186	0.0158
12	0.0391	0.0264	0.0763	0.0513	0.0512	0.0332	0.0166
13	0.0435	0.0295	0.0744	0.0499	0.0564	0.0223	0.0142
14	0.0421	0.0274	0.0854	0.0551	0.0581	0.0526	0.0084
15	0.0302	0.0347	0.08	0.0492	0.0503	0.0215	0.0071
16	0.0226	0.0302	0.0756	0.0437	0.0433	0.0138	0.0075
17	0.019	0.0899	0.0981	0.0699	0.0473	0.0326	0.0032
18	0.0151	0.0958	0.0878	0.0633	0.0402	0.0331	0.0062
19	0.0165	0.0843	0.092	0.0629	0.0382	0.0405	0.0087
20	0.0145	0.0734	0.0936	0.0469	0.0267	0.0467	0.0211
21	0.0137	0.0672	0.0964	0.0376	0.0261	0.062	0.0063
22	0.015	0.0649	0.1059	0.0346	0.0316	0.0678	0.005
23	0.0195	0.0716	0.0626	0.0441	0.0369	0.045	0.0042
24	0.0196	0.0738	0.0651	0.0498	0.0362	0.0435	0.0041
25	0.0155	0.0798	0.066	0.0507	0.0336	0.0347	0.0032

ตารางที่ 1 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ติดฉลากครั้งที่ 1-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
26	0.0163	0.0875	0.0613	0.0577	0.0457	0.0207	0.0028
27	0.0178	0.0934	0.06	0.0618	0.0429	0.0252	0.0024
28	0.0197	0.0762	0.0586	0.061	0.0455	0.0327	0.004
29	0.017	0.0752	0.0647	0.0571	0.0437	0.0543	0.0085
30	0.0188	0.0738	0.0666	0.0585	0.0437	0.054	0.0094
31	0.0167	0.0721	0.0709	0.0549	0.0379	0.0519	0.0107
32	0.0172	0.065	0.0672	0.0577	0.039	0.0354	0.0097
33	0.0171	0.0664	0.0704	0.0608	0.0402	0.0376	0.006
34	0.0212	0.0695	0.0737	0.061	0.0424	0.034	0.0045
35	0.0218	0.0875	0.0663	0.0621	0.045	0.0301	0.0052
36	0.0256	0.0965	0.0635	0.0574	0.0505	0.0279	0.0076
37	0.0211	0.0981	0.0616	0.067	0.0513	0.0305	0.0043
38	0.0178	0.0859	0.056	0.0671	0.051	0.0299	0.0026
39	0.018	0.0869	0.0941	0.0651	0.0474	0.0394	0.0039
40	0.02	0.0878	0.0902	0.0663	0.0452	0.043	0.0035
41	0.0152	0.0909	0.0914	0.0608	0.0436	0.0422	0.0079
42	0.0157	0.0376	0.0956	0.0622	0.0426	0.0395	0.0088
43	0.0151	0.0837	0.097	0.0516	0.0278	0.0434	0.0179
44	0.0224	0.0746	0.0532	0.0742	0.0546	0.0409	0.0054
45	0.0237	0.0626	0.0479	0.0743	0.0566	0.347	0.0039
46	0.0185	0.0634	0.0465	0.0698	0.0459	0.0389	0.008
47	0.0178	0.0642	0.0452	0.069	0.0438	0.0453	0.0082
48	0.0173	0.0684	0.0454	0.0627	0.0364	0.0463	0.0191
49	0.0158	0.076	0.0519	0.0385	0.0254	0.0476	0.0194
50	0.0156	0.0842	0.0579	0.0525	0.0311	0.0558	0.0055

ตารางที่ 2 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ติดฉลากครั้งที่ 26-50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
51	0.0239	0.081	0.0619	0.0541	0.004	0.0444	0.008
52	0.0197	0.0814	0.0613	0.0545	0.0414	0.0426	0.0042
53	0.0193	0.0795	0.0592	0.0646	0.047	0.0327	0.0026
54	0.0184	0.0861	0.0661	0.065	0.0463	0.0435	0.0034
55	0.0171	0.0863	0.0719	0.061	0.05	0.0363	0.0042
56	0.0182	0.0891	0.0678	0.0611	0.0433	0.0405	0.0093
57	0.0168	0.0881	0.0648	0.0629	0.0464	0.0353	0.0095
58	0.0178	0.1007	0.0583	0.0592	0.0379	0.03	0.0076
59	0.0171	0.0935	0.0511	0.063	0.0359	0.0313	0.008
60	0.0187	0.0948	0.0455	0.0601	0.0386	0.0284	0.0052
61	0.0251	0.0918	0.0374	0.0604	0.0439	0.0292	0.0041
62	0.0245	0.0802	0.0738	0.0639	0.0472	0.0335	0.0069
63	0.0256	0.0806	0.0777	0.0661	0.0506	0.0398	0.0085
64	0.0201	0.064	0.0822	0.0652	0.0516	0.054	0.0026
65	0.0182	0.0606	0.0448	0.0667	0.0521	0.046	0.0035
66	0.017	0.0631	0.0664	0.0627	0.0521	0.0378	0.0063
67	0.0173	0.0722	0.0606	0.0499	0.0435	0.0358	0.0094
68	0.0163	0.0727	0.0579	0.037	0.0416	0.0372	0.0189
69	0.0157	0.084	0.0533	0.0426	0.0256	0.0401	0.0066
70	0.0163	0.0784	0.0504	0.0438	0.0281	0.0414	0.0038
71	0.0157	0.081	0.0429	0.0537	0.0355	0.0379	0.003
72	0.0163	0.0779	0.0376	0.0533	0.0356	0.0316	0.0062
73	0.0165	0.0797	0.036	0.053	0.0413	0.0436	0.0054
74	0.0216	0.0748	0.0883	0.0513	0.0407	0.051	0.0028
75	0.0188	0.0846	0.046	0.0574	0.0436	0.036	0.0034

ตารางที่ 3 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ติดฉลากครั้งที่ 51-75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
76	0.0317	0.0807	0.0729	0.0699	0.0556	0.0343	0.0112
77	0.02	0.0394	0.0575	0.0618	0.0424	0.0317	0.0077
78	0.0188	0.0347	0.0534	0.0591	0.0423	0.033	0.0104
79	0.0205	0.0798	0.0579	0.0673	0.0462	0.0377	0.0126
80	0.0183	0.0766	0.0604	0.0613	0.0415	0.0355	0.004
81	0.0211	0.0748	0.0558	0.0576	0.0476	0.0248	0.0033
82	0.0204	0.0664	0.0468	0.0499	0.041	0.0235	0.0056
83	0.0231	0.0647	0.0478	0.0522	0.0391	0.0291	0.0065
84	0.0219	0.0638	0.0852	0.0456	0.0386	0.0231	0.0059
85	0.0182	0.0643	0.0384	0.0374	0.0332	0.0253	0.0079
86	0.0169	0.076	0.0477	0.0487	0.0303	0.0279	0.009
87	0.0191	0.0763	0.054	0.0587	0.0444	0.0331	0.0085
88	0.0188	0.0942	0.0683	0.0683	0.0523	0.0445	0.0052
89	0.0229	0.0896	0.0663	0.0688	0.0562	0.0334	0.0053
90	0.0274	0.0902	0.0666	0.0667	0.0539	0.0359	0.0011
91	0.0248	0.0787	0.0575	0.0586	0.0475	0.037	0.0056
92	0.0175	0.07	0.0466	0.0554	0.0371	0.021	0.0074
93	0.0173	0.0708	0.0479	0.0541	0.0386	0.0237	0.00103
94	0.0148	0.0744	0.0566	0.0573	0.0361	0.036	0.0044
95	0.0163	0.0305	0.052	0.0585	0.0421	0.0274	0.0026
96	0.0227	0.0545	0.0846	0.0472	0.039	0.0183	0.004
97	0.0497	0.0477	0.0807	0.0881	0.075	0.0138	0.0203
98	0.0453	0.0494	0.0778	0.0841	0.0709	0.0171	0.0193
99	0.0139	0.064	0.0381	0.0355	0.023	0.0241	0.0054
100	0.0158	0.0837	0.05	0.0503	0.0304	0.0241	0.0203

ตารางที่ 4 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ติดฉลากครั้งที่ 76-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ไม่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.00004	0.0018	0.0014	0.00005	0.0014	0.001	0.0022
2	0.00005	0.0021	0.0015	0.00006	0.0011	0.0018	0.00008
3	0.00003	0.0022	0.0011	0.00004	0.001	0.0017	0.00004
4	0.00004	0.0017	0.00008	0.00007	0.00006	0.002	0.00003
5	0.0012	0.0037	0.0043	0.004	0.0028	0.0028	0.0024
6	0.0029	0.00006	0.0039	0.0032	0.0027	0.003	0.0016
7	0.0017	0.0051	0.0066	0.0063	0.0046	0.0032	0.0018
8	0.00003	0.0044	0.0053	0.004	0.0035	0.0032	0.002
9	0.00005	0.0037	0.0043	0.0037	0.0028	0.0033	0.0023
10	0.00003	0.0031	0.0036	0.0036	0.0037	0.0029	0.0019
11	0.00006	0.0036	0.0041	0.0047	0.0034	0.0031	0.0012
12	0.0011	0.0039	0.0033	0.0028	0.0025	0.003	0.0021
13	0.00002	0.0032	0.0033	0.0027	0.0024	0.0029	0.0011
14	0.0013	0.0037	0.0046	0.003	0.0033	0.0028	0.0015
15	0.0016	0.0053	0.0063	0.0041	0.0035	0.0037	0.0022
16	0.00007	0.004	0.0043	0.0037	0.0033	0.0037	0.0018
17	0.0017	0.0065	0.0073	0.0074	0.0064	0.0029	0.016
18	0.0016	0.0062	0.007	0.0065	0.0057	0.0045	0.0022
19	0.0015	0.0057	0.0072	0.0064	0.0059	0.0046	0.0023
20	0.002	0.0074	0.0081	0.0078	0.007	0.0046	0.0022
21	0.0019	0.008	0.0079	0.0078	0.0065	0.0047	0.0023
22	0.0005	0.0079	0.0088	0.008	0.0065	0.0041	0.0014
23	0.0017	0.0075	0.0082	0.0072	0.0061	0.0048	0.0014
24	0.002	0.0072	0.0082	0.0066	0.0058	0.0051	0.0013
25	0.0021	0.007	0.0081	0.0052	0.0047	0.0052	0.0011

ตารางที่ 5 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ไม่ติดฉลากครั้งที่ 1-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ไม่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
26	0.0021	0.0072	0.0076	0.0061	0.0055	0.005	0.0017
27	0.002	0.008	0.0096	0.0062	0.0058	0.0057	0.0021
28	0.003	0.0085	0.0095	0.0101	0.0079	0.0064	0.0019
29	0.027	0.0069	0.0109	0.0098	0.0092	0.005	0.0019
30	0.0026	0.0077	0.0125	0.0097	0.0077	0.0044	0.0017
31	0.0021	0.0074	0.0075	0.0069	0.0066	0.0049	0.0017
32	0.0031	0.0066	0.0085	0.0073	0.0042	0.002	0.0019
33	0.0005	0.0076	0.0072	0.0063	0.0041	0.0016	0.0021
34	0.0007	0.0065	0.0063	0.0055	0.0039	0.0022	0.0016
35	0.0022	0.0057	0.0064	0.0057	0.0051	0.0036	0.002
36	0.0023	0.0071	0.0089	0.0079	0.0065	0.004	0.0018
37	0.0027	0.0077	0.0074	0.0057	0.0051	0.0048	0.0015
38	0.0007	0.0064	0.0068	0.0055	0.0062	0.0044	0.0016
39	0.001	0.0058	0.0055	0.0045	0.0046	0.004	0.0015
40	0.0016	0.0052	0.0051	0.0043	0.0052	0.004	0.0006
41	0.0015	0.0066	0.0067	0.0052	0.0052	0.0048	0.0014
42	0.0013	0.006	0.007	0.005	0.0042	0.0043	0.0013
43	0.0018	0.0069	0.0068	0.0063	0.0049	0.004	0.0015
44	0.0022	0.007	0.0076	0.0064	0.0047	0.004	0.0018
45	0.0022	0.0075	0.0079	0.0086	0.0065	0.0045	0.0019
46	0.0017	0.0068	0.0068	0.007	0.0063	0.0051	0.0015
47	0.0026	0.0073	0.0095	0.0098	0.0076	0.0064	0.0022
48	0.0021	0.0071	0.0081	0.0084	0.0066	0.0059	0.0018
49	0.0026	0.0087	0.009	0.0096	0.0071	0.0061	0.0019
50	0.0028	0.0092	0.0095	0.0086	0.0071	0.0053	0.0026

ตารางที่ 6 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ไม่ติดฉลากครั้งที่ 26-50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ไม่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
51	0.0024	0.0083	0.009	0.0095	0.0073	0.0051	0.0025
52	0.003	0.01	0.0088	0.009	0.0089	0.0055	0.0029
53	0.0024	0.0079	0.0096	0.0085	0.0088	0.0057	0.0033
54	0.0023	0.0084	0.009	0.0089	0.0086	0.0054	0.0027
55	0.0024	0.0072	0.0093	0.0089	0.0062	0.005	0.0025
56	0.0022	0.0073	0.0084	0.0094	0.0086	0.0051	0.0034
57	0.0028	0.0073	0.0091	0.0083	0.007	0.0053	0.0026
58	0.003	0.0073	0.008	0.0084	0.007	0.0043	0.0021
59	0.003	0.0073	0.0089	0.0083	0.0065	0.0045	0.002
60	0.0029	0.0067	0.0068	0.0074	0.0066	0.005	0.0024
61	0.0026	0.0069	0.0058	0.0078	0.0084	0.0065	0.0046
62	0.0023	0.0029	0.0061	0.0073	0.0065	0.0054	0.0042
63	0.0022	0.002	0.0074	0.0075	0.008	0.0061	0.0045
64	0.0019	0.003	0.0065	0.0087	0.0086	0.007	0.0048
65	0.0019	0.0029	0.0083	0.0084	0.0081	0.0066	0.0052
66	0.002	0.0031	0.0082	0.0123	0.0118	0.0092	0.0063
67	0.003	0.0035	0.0074	0.0098	0.0089	0.0072	0.0051
68	0.0023	0.0031	0.0107	0.0103	0.0099	0.0073	0.0049
69	0.0023	0.0089	0.008	0.0094	0.0089	0.005	0.0013
70	0.0025	0.0074	0.0084	0.0058	0.0058	0.0049	0.0014
71	0.0029	0.0077	0.0087	0.0082	0.0067	0.0054	0.0019
72	0.0035	0.009	0.0079	0.0078	0.0061	0.0055	0.0019
73	0.0023	0.0076	0.0096	0.0057	0.0047	0.0049	0.002
74	0.0031	0.0088	0.0091	0.0078	0.006	0.0043	0.0018
75	0.0023	0.0079	0.0099	0.0086	0.0058	0.0051	0.002

ตารางที่ 7 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ไม่ติดฉลากครั้งที่ 51-75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง							
กระป๋องที่ไม่ติดฉลาก							
ครั้งที่	ตำแหน่ง						
	1	2	3	4	5	6	7
76	0.0031	0.0091	0.0069	0.0078	0.0056	0.004	0.0021
77	0.0022	0.0067	0.0084	0.0055	0.0057	0.0047	0.0014
78	0.0025	0.008	0.0084	0.0058	0.0056	0.0046	0.001
79	0.0024	0.0077	0.0083	0.0074	0.006	0.0046	0.0016
80	0.0024	0.0071	0.0088	0.0089	0.007	0.005	0.0022
81	0.0028	0.0077	0.0091	0.0073	0.0063	0.005	0.0019
82	0.0023	0.0087	0.0091	0.0077	0.0069	0.0052	0.0016
83	0.0026	0.0084	0.0095	0.0077	0.0065	0.0055	0.0017
84	0.0036	0.0094	0.0089	0.0082	0.0063	0.0055	0.0016
85	0.0034	0.0083	0.0095	0.0084	0.0073	0.0052	0.0019
86	0.0025	0.0072	0.0085	0.0072	0.006	0.0039	0.0018
87	0.0031	0.0086	0.0094	0.0071	0.0058	0.0044	0.0021
88	0.0019	0.0058	0.0066	0.0053	0.0093	0.005	0.0012
89	0.0022	0.0057	0.0065	0.0041	0.0053	0.0051	0.0012
90	0.002	0.006	0.0068	0.0047	0.0052	0.0052	0.0014
91	0.003	0.0086	0.0097	0.0082	0.0063	0.0045	0.0021
92	0.003	0.0078	0.0094	0.0081	0.0063	0.0051	0.002
93	0.0033	0.0091	0.0094	0.0089	0.0077	0.0051	0.0035
94	0.0025	0.0092	0.0098	0.0067	0.0062	0.0053	0.0021
95	0.0029	0.0064	0.007	0.0073	0.0058	0.0054	0.0019
96	0.003	0.0071	0.0088	0.0113	0.0059	0.0051	0.0028
97	0.0042	0.0085	0.0086	0.0085	0.0088	0.0052	0.003
98	0.0028	0.0094	0.009	0.0089	0.0064	0.0058	0.0023
99	0.0036	0.0078	0.0073	0.01	0.0071	0.0062	0.0022
100	0.0033	0.0075	0.0092	0.0075	0.0076	0.0053	0.0021

ตารางที่ 8 การบันทึกผลการทดลองกระป๋องที่ไม่ติดฉลากครั้งที่ 75-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองแบบสุ่ม					
ครั้งที่	ค่า Error	ติดฉลาก	ไม่ติดฉลาก	มีเสียงเตือน	ไม่มีเสียงเตือน
1	0.0748	/			/
2	0.0053		/	/	
3	0.009		/	/	
4	0.0064		/	/	
5	0.0563	/			/
6	0.0035		/	/	
7	0.0314	/			/
8	0.0473	/			/
9	0.0007		/	/	
10	0.0419	/			/
11	0.0047		/	/	
12	0.0369	/			/
13	0.0011		/	/	
14	0.0021		/	/	
15	0.0039		/	/	
16	0.0364	/			/
17	0.0848	/			/
18	0.0033		/	/	
19	0.0074		/	/	
20	0.0049		/	/	
21	0.0262	/			/
22	0.0052		/	/	
23	0.0051		/	/	
24	0.0018		/	/	
25	0.0219	/			/

ตารางที่ 9 การทดลองแบบสุ่มครั้งที่ 1-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองแบบสุ่ม					
ครั้งที่	ค่า Error	ติดฉลาก	ไม่ติดฉลาก	มีเสียงเตือน	ไม่มีเสียงเตือน
26	0.005		/	/	
27	0.0667	/			/
28	0.0097		/	/	
29	0.0008		/	/	
30	0.0187	/			/
31	0.0009		/	/	
32	0.0017		/	/	
33	0.0025		/	/	
34	0.0436	/			/
35	0.0017		/	/	
36	0.0018		/	/	
37	0.021	/			/
38	0.0042		/	/	
39	0.0026		/	/	
40	0.0364	/			/
41	0.005		/	/	
42	0.0028		/	/	
43	0.0247	/			/
44	0.0304	/			/
45	0.0092		/	/	
46	0.0492	/			/
47	0.0376	/			/
48	0.0043		/	/	
49	0.035		/	/	
50	0.0096	/			/

ตารางที่ 10 การทดลองแบบสุ่มครั้งที่ 26-50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองแบบสุ่ม					
ครั้งที่	ค่า Error	ติดฉลาก	ไม่ติดฉลาก	มีเสียงเตือน	ไม่มีเสียงเตือน
51	0.011	/			/
52	0.0356	/			/
53	0.0408	/			/
54	0.0338	/			/
55	0.0035		/	/	
56	0.0295	/			/
57	0.0017		/	/	
58	0.0185	/			/
59	0.0026		/	/	
60	0.0037		/	/	
61	0.0027		/	/	
62	0.0247	/			/
63	0.0014		/	/	
64	0.0326	/			/
65	0.0367	/			/
66	0.0396	/			/
67	0.0015		/	/	
68	0.0367	/			/
69	0.0043		/	/	
70	0.035	/			/
71	0.0019		/	/	
72	0.0275	/			/
73	0.0427	/			/
74	0.0015		/	/	
75	0.0267	/			/

ตารางที่ 11 การทดลองแบบสุ่มครั้งที่ 51-75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองแบบสุ่ม					
ครั้งที่	ค่า Error	ติดฉลาก	ไม่ติดฉลาก	มีเสียงเตือน	ไม่มีเสียงเตือน
76	0.0014		/	/	
77	0.0209	/			/
78	0.0317	/			/
79	0.0027		/	/	
80	0.0341	/			/
81	0.0013		/	/	
82	0.0024		/	/	
83	0.0385	/			/
84	0.002		/	/	
85	0.0038		/	/	
86	0.0416	/			/
87	0.0302	/			/
88	0.002		/	/	
89	0.0243	/			/
90	0.0015		/	/	
91	0.0026		/	/	
92	0.0016		/	/	
93	0.051	/			/
94	0.0009		/	/	
95	0.0341	/			/
96	0.0426	/			/
97	0.0381	/			/
98	0.001		/	/	
99	0.0416	/			/
100	0.0012		/	/	

ตารางที่ 12 การทดลองแบบสุ่มครั้งที่ 76-100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายพงษ์ศักดิ์ แดงตุ้ย
วัน เดือน ปีเกิด	31 พฤษภาคม 2527
ภูมิลำเนา	124 ม.4 ต.ประณีต อ.เขาสมิง จ.ตราด 23150
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนศรีหฤทัย จังหวัดจันทบุรี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนขลุงรัชดาภิเษก จังหวัดจันทบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จังหวัดชลบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	จงทำวันพรุ่งนี้ให้ดีกว่าวันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายนพรัตน์ สุขเกษม
วัน เดือน ปีเกิด	16 พฤษภาคม 2527
ภูมิลำเนา	117/2 หมู่ 8 ต.ตลาดน้อย อ.บ้านหมอ จ.สระบุรี 18130
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนแสงทวีปวิทยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนบ้านหมอพัฒนานุกูล จังหวัดสระบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี จังหวัดลพบุรี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี จังหวัดลพบุรี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
คติพจน์	จงใส่ใจในเรื่องเล็กๆ เพราะทุกสิ่งมีความสำคัญเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายพงศ์ธร ชาตรี

วัน เดือน ปีเกิด 25 กุมภาพันธ์ 2528

ภูมิลำเนา 14 ซ.อุดมพงศ์ ถ.พิชัยเดชะ ต.นาสาร อ.บ้านนาสาร
จ.สุราษฎร์ธานี 84120

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา	โรงเรียนพุทธยาศรม จังหวัดสุราษฎร์ธานี
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คติพจน์ งานไม่ยากหรอก อยู่ที่คนต่างหากว่าจะทำหรือไม่ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์

หุ่นยนต์สายลับนักสืบ

SPY ROBOT

ภูวฤทธิ์ อยู่มณฑ์เทียร
อานนท์ เอี่ยมอาจ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วท.
ล749ป
2549

ขหมู่.....
ขทะเบียน.....75190
ป,เดือน,ปี.....24 ต.ค. 2550

.b.....11815358.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อ หุ่นยนต์สายลับนักสืบ

Spy Robot

ชื่อนักศึกษา 1. นายภูวฤทธิ์ อยู่มณฑ์เทียร รหัสประจำตัว 48035388

2. นายอานนท์ เอี่ยมอาจ รหัสประจำตัว 48035408

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วรวิทย์ สมหา

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.โกศล ดราชู

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
1. ผศ.สุชิน อาจหาญ	
2. อ.ประเสริฐ เคนพันค้อ	
3. อ.อำพล ทองระอา	
4. ผศ.วรวิทย์ สมหา	
5. อ.โกศล ดราชู	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันจันทร์ที่ 23 เดือนเมษายน พ.ศ. 2550 เวลา 14.00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.312 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(รศ.สุรสิทธิ์ ราตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 30 เดือน เม.ย. พ.ศ. 50

<BT491222>

หุ่นยนต์สายลับนักสืบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง หุ่นยนต์สายลับนักสืบ

SPY ROBOT

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ควบคุมในส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์
2. เพื่อออกแบบชิ้นส่วนการทำงานต่างๆ ของหุ่นยนต์
3. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ที่ได้ทำการออกแบบไว้
4. เพื่อทดสอบการทำงานตามที่ได้กำหนดไว้
5. เพื่อนำไปใช้ในการสำรวจ และสามารถประยุกต์ให้เหมาะสมกับขีดความสามารถ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการออกแบบการสร้างหุ่นยนต์
2. ได้หุ่นยนต์สำรวจที่สามารถใช้งานได้จริง
3. ได้หุ่นยนต์สายลับนักสืบ
4. ได้ผลการทดสอบและการทดลองของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ
5. ได้นำหุ่นยนต์สายลับนักสืบไปใช้ในการสำรวจในสถานที่ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	หุ่นยนต์สายลับนักสืบ	
ชื่อนักศึกษา	นายภูวฤทธิ์	อยู่มณฑ์เทียร
	นายอานนท์	เอี่ยมอาจ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วรวิทย์	สมหา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อ.โกศล	ตราชู
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอหุ่นยนต์สายลับนักสืบที่อาศัยการทำงานของซอฟแวร์และฮาร์ดแวร์ ตัวหุ่นนี้มีโครงสร้างที่ทำจากอลูมิเนียมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ กว้าง 32 เซนติเมตร ยาว 43.5 เซนติเมตร และสูง 17 เซนติเมตร โดยมีกลไกการทำงานที่สามารถควบคุมผ่านรีโมทไร้สาย หุ่นยนต์นี้สามารถเคลื่อนที่ไปเพื่อตรวจสอบความปลอดภัยตามสถานที่ต่างๆ โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์ ขนาด 7.5 แอมป์ จำนวน 1 ก้อน และ 9 โวลต์ จำนวน 3 ก้อน

ความสามารถของหุ่นยนต์สายลับนักสืบสามารถเคลื่อนที่ได้ถึง 4 รูปแบบ สามารถเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ฐานกล้องสามารถเลื่อนสูงได้ถึง 80 เซนติเมตร และตัวกล้องหมุนได้ 380 องศา โดยอาศัยกล้องวงจรปิดเป็นตัวส่งสัญญาณไปยังตัวรับสัญญาณแสดงภาพในหน้าจอโทรทัศน์ การทำงานชุดขับเคลื่อนใช้มอเตอร์กระแสตรง ควบคุมการทำงานโดยใช้รีโมทไร้สายสั่งงานผ่านวงจรวิทยุรถบังคับเข้าวงจรของรีเลย์เพื่อควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Spy Robot
Students	Mr. Puwarit Yumonthian
	Mr. Anon Angong
Advisor	Asst.Prof. Worawit Somha
Co-Advisor	Mr.Koson Tarchu
Education Level	Bechelor of Seience in Industrial Education
Program in	Industrial Instrument Technology
Academic Year	2006

ABSTRACT

This thesis presents the spy robot which includes software and hardware. Robot body is made from aluminium , which has a diameter of 32 centimeters, 43.5 centimeters long and 17 centimeters high. This robot can function by a remote to make it moving and looking around from place to place. This robot uses directed current battery which is in 12 volts, 7.5 Ampenes and 3 of them specify in 9 volts.

This robot can move in 4 directions, forward, backward ,left and right. The camera can move up to 80 centimeters high and it can be rotated in 360 degree. This camera will send the signal to the receiver and it displays on monitor. We modified a car remote control to work with our robot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากการร่วมมือกันทำงานเป็นอย่างดีระหว่างสมาชิกในกลุ่ม คณะผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรวิทย์ สมหา และอาจารย์โกศล ตราชูและอาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านเป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำที่ดีในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำงานและในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จและขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์และสำนักหอสมุดกลางที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณสำหรับพวกเราที่ได้ให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่างทางด้านการศึกษาตลอดมาจนถึงปัจจุบัน และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 จุดมุ่งหมายของโครงงาน	1
1.3 สมมุติฐานของการจัดโครงงาน	1
1.4 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.5 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.6 ขั้นตอนของการจัดทำโครงงาน	2
1.7 หลักการเบื้องต้น	2
1.8 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 กล่าวนำ	4
2.2 หลักการพื้นฐานของกล้องโทรทัศน์	4
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	5
2.3.1 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	5
2.3.2 ประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	5
2.4 หลักการของเฟือง	7
2.4.1 เฟืองตรง (Spur gear)	7
2.4.2 เฟืองหนอน (Worm gear)	8
2.4.3 เฟืองดอกจอก (Bevel gear)	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5 หลักการพื้นฐานของการสื่อสาร	9
2.5.1 ชนิดของสัญญาณข้อมูล	9
2.5.2 ทิศทางการส่งข้อมูล	9
2.5.3 สื่อที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล	10
2.5.4 สัญญาณวิทยุ (Radio Wave)	11
2.5.5 คลื่นวิทยุ (Broadcast radio)	12
2.5.6 คุณสมบัติของคลื่น	12
2.5.7 คุณสมบัติอื่นๆที่เกิดขึ้นกับคลื่น	14
2.5.8 ประเภทของคลื่นวิทยุ	15
2.6 แบตเตอรี่	17
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง การทำงาน	18
3.1 กล่าวนำ	18
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	19
3.2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	21
3.2.2 ชุดขับเคลื่อน	22
3.2.3 ชุดเลี้ยว	23
3.2.4 ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำของกล้อง	24
3.2.5 การหมุนของฐานกล้อง	25
3.3 ระบบสัญญาณ	26
3.3.1 ชุดส่งสัญญาณ	26
3.3.2 ชุดรับสัญญาณภาพ	27
3.4 ส่วนควบคุม	27
3.4.1 รีโมทควบคุม	27
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	30
4.1 กล่าวนำ	30
4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์	30
4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อนล้อหลัง	30
4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการปรับระดับกล้องขึ้น – ลง	33
4.2.4 การทดลองชุดควบคุมการรับการส่งสัญญาณภาพ	33
บทที่ 5 บทสรุป	34
5.1 สรุป	34
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	34
5.3 แนวทางการพัฒนา	35
บรรณานุกรม	36
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	37
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	40
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	43
ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน	45
ประวัติผู้แต่ง	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 การแบ่งช่วงความถี่ของสัญญาณวิทยุ	11
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่วางกล้อง	28
ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะวางกล้อง	29
ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการปรับระดับสูง-ต่ำ ของกล้อง	31
ตารางที่ 4.4 การการทดลองการรับ-ส่งสัญญาณภาพ	31
ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงการส่งกำลังและถ่ายทอดการหมุนของเฟือง	7
รูปที่ 2.2 เฟืองตรง (Spur gear)	8
รูปที่ 2.3 เฟืองหนอน (Worm gear)	8
รูปที่ 2.4 เฟืองดอกจอก (Bevel gear)	9
รูปที่ 2.5 แสดงคุณสมบัติพื้นฐานของคลื่น (4ลักษณะ)	13
รูปที่ 2.6 คลื่นฟ้าและคลื่นดิน	15
รูปที่ 2.7 องค์ประกอบของคลื่น	16
รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของการสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	18
รูปที่ 3.2 แบบด้านหน้าของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	19
รูปที่ 3.3 แบบด้านล่างของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	19
รูปที่ 3.4 แบบด้านหลังของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	20
รูปที่ 3.5 แบบด้านข้างของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	20
รูปที่ 3.6 แสดงการเคลื่อนที่ของหุ่นในลักษณะต่างๆ	21
รูปที่ 3.7 ชุดขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์	22
รูปที่ 3.8 โครงสร้างชุดขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์	22
รูปที่ 3.9 เลี้ยวด้านหน้าของหุ่นยนต์	23
รูปที่ 3.10 แบบโครงสร้างของชุดปรับระดับความสูง ต่ำของกล้อง	24
รูปที่ 3.11 โครงสร้างของชุดปรับระดับความสูง ต่ำของกล้อง	25
รูปที่ 3.12 แบบชุดการหมุนของฐานกล้อง	25
รูปที่ 3.13 ชุดการหมุนของฐานกล้อง	26
รูปที่ 3.14 ชุดส่งสัญญาณภาพ	26
รูปที่ 3.15 ชุดรับสัญญาณภาพ	27
รูปที่ 3.16 แบบตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง	28
รูปที่ 3.17 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง	29
รูปที่ 4.1 การทดลองชุดขับเคลื่อน	31
รูปที่ 4.2 ตำแหน่งการควบคุมการเลี้ยวซ้าย	31
รูปที่ 4.3 ตำแหน่งการควบคุมการเลี้ยวขวา	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ ก.1 ด้านหน้าหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	38
รูปที่ ก.2 ด้านข้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	38
รูปที่ ก.3 ด้านหลังหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	39
รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์ภาครับสัญญาณวิทยุ	41
รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคส่งสัญญาณวิทยุ	41
รูปที่ ข.3 วงจรรีเลย์ควบคุม	42
รูปที่ ง.1 ส่วนประกอบและหน้าที่ของปุ่มควบคุมการทำงานของรีโมทควบคุมหุ่นยนต์	47
รูปที่ ง.2 แสดงด้านหน้าของรีโมทควบคุมหุ่นยนต์	48
รูปที่ ง.3 แสดงสวิตช์เปิด-ปิดการทำงานของตัวหุ่นยนต์สายลับนักสืบ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เมื่อมีการตรวจพบวัตถุต้องสงสัย ก็จะมีการนำเจ้าหน้าที่เข้าไปทำการตรวจสอบวัตถุต้องสงสัยนั้น แต่ในบางกรณีอาจมีความเสี่ยงมากเกินไป ถ้าวัตถุต้องสงสัยนั้นเป็นวัตถุอันตราย เช่น วัตถุระเบิด ดังนั้นจึงต้องมีเครื่องมือบางอย่าง ที่จะเข้าไปทำการตรวจสอบวัตถุต้องสงสัยนั้นในเบื้องต้นเสียก่อน

หุ่นยนต์สำรวจนี้สามารถปฏิบัติงานได้บนพื้นผิวเรียบ หรือบนพื้นผิวที่ขรุขระบ้างเล็กน้อย โดยการเคลื่อนที่นั้นจะใช้ล้อยางในการขับเคลื่อน การควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นจะใช้รีโมรทคอนโทรลผ่านทางคลื่นความถี่วิทยุ ในส่วนของการสำรวจวัตถุต้องสงสัยนั้นจะสำรวจผ่านทางกล้องโทรทัศน์ที่ติดตั้งอยู่บนตัวหุ่น และส่งสัญญาณภาพที่ได้สำรวจมายังจอมอนิเตอร์เพื่อทำการตรวจสอบวัตถุต้องสงสัยนั้นต่อไป

1.2 จุดมุ่งหมายของการทำโครงงาน

เพื่อศึกษาผลการทำโครงงานนี้ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาเพื่อเป็นหุ่นยนต์สำรวจที่สามารถสร้างจากวัสดุที่หาได้ง่ายภายในท้องถิ่นซึ่งมีราคาไม่แพง และเพื่อประยุกต์ใช้กับงานในประเภทต่างๆ ได้อย่างเหมาะสมกับขีดความสามารถของหุ่นยนต์

1.3 สมมุติฐานของการจัดทำโครงงาน

หุ่นยนต์สำรวจนี้สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวรอบๆ ตัวหุ่น โดยการใช้กล้องโทรทัศน์วงจรปิดในการส่งสัญญาณภาพมายังเครื่องรับโทรทัศน์และสามารถควบคุมทิศทางการทำงานผ่านรีโมรทคอนโทรล

1.4 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหลักการและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์ควบคุมในส่วนต่างๆ ของหุ่นยนต์
2. เพื่อออกแบบชิ้นส่วนการทำงานต่างๆ ของหุ่นยนต์
3. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ที่ได้ทำการออกแบบไว้
4. เพื่อทดสอบการทำงานตามที่ได้กำหนดไว้
5. เพื่อนำไปใช้ในการสำรวจ และสามารถประยุกต์ให้เหมาะสมกับขีดความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานหุ่นยนต์สายลับนักสืบนี้จะควบคุมผ่านรีโมทคอนโทรล ซึ่งจะมีขีดความสามารถในการควบคุมในระยะควบคุมไม่เกิน 20 เมตร สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนไหวได้ 4 ทิศทางโดยมีกล้องสำรวจติดอยู่กับตัวหุ่นยนต์เพื่อส่งสัญญาณภาพที่ได้สำรวจกลับมายังฐานรับเพื่อแสดงผลให้ทราบ โดยฐานกล้องสามารถควบคุมการหมุนได้ 360 องศา พร้อมกับปรับความสูงของฐานกล้องได้ 80 เซนติเมตร และใช้เวลาปฏิบัติงานได้ไม่ต่ำกว่า 15 นาที และไม่เกิน 20 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแบตเตอรี่ในการจ่ายพลังงานด้วย โดยสามารถควบคุมบังคับทิศทางการเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้อง จากการดูผลการส่งข้อมูลภาพที่ได้รับมาจากหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

1.6 ขั้นตอนของการจัดทำโครงงาน

ศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการทำการทำโครงการหุ่นสายลับนักสืบ ออกแบบตัวหุ่นยนต์ สร้างตัวหุ่นยนต์ ทดสอบการทำงาน ประเมินผล แก้ไขปรับปรุง และจัดทำปริญญานิพนธ์

1.7 หลักการเบื้องต้น

หุ่นยนต์สายลับนักสืบนี้จะสามารถแสดงผลเป็นสัญญาณภาพที่ได้สำรวจจากตัวรถ ส่งสัญญาณภาพกลับมายังตัวฐานควบคุม โดยที่ผู้ควบคุมสามารถควบคุมหุ่นยนต์ไปในทิศทางที่เราต้องการ ให้สามารถเคลื่อนที่ทำการสำรวจไปยังตำแหน่งที่ต้องการสำรวจโดยสามารถมองจากจอภาพที่แสดงการเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์จากจอมอนิเตอร์ โดยที่ผู้ควบคุมสามารถเฝ้าติดตามตัวหุ่นยนต์ด้วยตัวเองตลอดเวลา ซึ่งหุ่นยนต์สายลับนักสืบนี้สามารถที่จะควบคุมให้เดินหน้า-ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย-เลี้ยวขวา ได้ตามความต้องการของผู้ที่ควบคุม

1.8 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษาและทำความเข้าใจ ซึ่งแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของโครงงาน ขีดความสามารถของโครงงาน และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการของ กล้องโทรทัศน์วงจรปิด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เฟือง สัญญาณวิทยุ หลักการพื้นฐานของการส่งสัญญาณ และแบตเตอรี่

บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลองหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

บทที่ 5 สรุปผลการจัดทำโครงงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางในการแก้ไขปรับปรุงและการพัฒนา

ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ

ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์

ภาคผนวก ง คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในบทนี้เป็นทฤษฎีและหลักการที่จะนำมาใช้ประกอบการสร้างโครงงานโดยประกอบด้วย ทฤษฎีและหลักการของกล้องโทรทัศน์ ดีซีมอเตอร์ เฟืองขับเคลื่อน สัญญาณวิทยุ การสื่อสารข้อมูล และแบตเตอรี่

2.2 หลักการพื้นฐานของกล้องโทรทัศน์

การรับและการแสดงภาพนั้น เป็นส่วนที่จะขาดไม่ได้เลยสำหรับโครงงานนี้ เพราะมีความจำเป็นอย่างยิ่งนั่น คือ กล้องโทรทัศน์ดิจิตอลวงจรปิด (Charge Coupled Device หรือที่เรียกสั้นๆ ว่า CCD) ในภาคการแสดงผลนั้น เราจะใช้เป็นเครื่องรับโทรทัศน์ที่มีช่องสัญญาณ AV เป็นตัวแสดงผลเพราะว่าเป็นอุปกรณ์ที่หาซื้อได้ง่ายและมีราคาไม่สูง ดังนั้นหลักการพื้นฐานของระบบรับและแสดงภาพสามารถแบ่งมาได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ หลักการทำงานของระบบรับคือ กล้องโทรทัศน์ดิจิตอล และ ระบบที่ใช้แสดงผลคือ หลักการของเครื่องรับโทรทัศน์ช่องสัญญาณ AV

CCD หรืออุปกรณ์ *Charge Couple Device* ก็คือ *VLSI (Very Large Scale IC)* ที่บรรจุด้วยจุดรับภาพมากกว่า 250,000 จุด อยู่บนแผ่นตรวจจับแสงในพื้นที่ขนาดเล็กเพียง 8.8 x 6.6 ตารางมิลลิเมตร เป็นผลจากการพัฒนาของเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ *CCD* จะให้อิเล็กตรอนเมื่อมีแสงสว่างเข้ามาตกกระทบกับตัวมัน เมื่อมีแสงสว่างตกกระทบตัวมัน ปริมาณอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงตามสัดส่วนกับความเข้มของแสงที่ได้รับ โดยแบ่งการทำงานภายใน *CCD* เป็น 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำเนิดอิเล็กตรอนจากแสงที่ได้รับ (Detect Incident Light) จุดรับภาพแต่ละจุด จะให้การกำเนิดอิเล็กตรอนตามความเข้มของแสงที่ได้รับซิลค์อะลูมิเนียมของจุดรับภาพ

2. เก็บรักษาอิเล็กตรอน (Store Induct Charge) ค่าความต่างศักย์จะอยู่ภายในของจุดรับภาพแต่ละจุด อิเล็กตรอนที่ถูกเก็บอยู่ในตัวจับแสงจำนวนมาก จะไหลสู่ *OFD (Over Flow Drain)* และขจัดปัญหาการเกิดหางของภาพ (Becoming) ซึ่งเกิดขึ้นเสมอสำหรับกล้องชนิดนี้ แต่ด้วยวิธีนี้จะรักษาระดับสูงสุดของจำนวนอิเล็กตรอนให้คงที่แม้ว่าจะมีแสงสว่างมากเกินไป

3. ถ่ายเทอิเล็กตรอน ซึ่งขณะที่มีแรงดันเข้ามาป้อนให้กับตัว อิเล็กโตรด จุดรับภาพในส่วนลึกของแต่ละแรงดันภายใต้อิเล็กอิเล็กโตรดจะเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนที่ถูกเก็บไว้จะเริ่มถ่ายเทลงมาให้กับรีจิสเตอร์ในแนวตั้ง (Vertical Register) ซึ่งจะเปรียบเสมือนประตูเชื่อนที่ถูกเปิดออก ขณะที่อิเล็กตรอนกำลังถูกถ่ายอยู่นั้น ความลึกของแต่ละแรงดันแต่ละจุดจะน้อยลงและกลับคืนค่ามาเหมือนเดิม การถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโฟโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์ไปสู่รีจิสเตอร์ในแนวตั้งได้สิ้นสุดลง ในระหว่างที่ทำการถ่ายเทอิเล็กตรอนภายในอยู่นั้น อิเล็กตรอนก็จะยังไม่มีการกำเนิด ถึงแม้ว่าตัวเซนเซอร์แสงกำลังรับแสงอยู่ก็ตาม เป็นเพราะว่าความเร็วในการถ่ายเทของอิเล็กตรอนนี้จะสูงกว่าการเกิดอิเล็กตรอน การถ่ายเทอิเล็กตรอนของCCD นี้สามารถตัดปัญหาการเผาไหม้และภาพที่มีภาพลักษณะเป็นดาวหางได้

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ดีซีมอเตอร์เป็นทรานสดิวเซอร์แรงบิดซึ่งมีการแบบให้มีคุณลักษณะพิเศษคือ แรงบิดของดีซีมอเตอร์จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์ แรงบิดของเพลาของดีซีมอเตอร์จะได้จากผลระหว่าง 2 ลักษณะ สนามแม่เหล็กและขดลวดตัวนำ กระแสที่ไหลในขดลวดตัวนำจะสร้างที่ประกอบด้วยเส้นแรงแม่เหล็ก Φ และขดลวดตัวนำเหล่านั้นอยู่ห่างจากศูนย์กลางการหมุนเท่ากับ r ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดของเพลา และของกระแสเท่ากับ

$$T = K \phi I \qquad (2.1)$$

เมื่อ T คือ แรงบิดของเพลามีหน่วยเป็นนิวตัน-เมตร

ϕ คือ เส้นแรงแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเวเบอร์

I คือ กระแสมีหน่วยเป็นแอมแปร์

K คือ ค่าคงที่

ดังนั้น แรงบิดของเพลาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของเส้นแรงแม่เหล็กและกระแสเมื่อขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็ก ก็จะทำให้เกิดโวลท์เตจตกคร่อมตัวของมันเอง โวลท์เตจนี้จะก็เป็นสัดส่วนกับความเร็วของเพลาของมอเตอร์และต้านการไหลของกระแส ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่ไหลย้อนกลับนี้กับความเร็วของเพลามอเตอร์คือ

$$E = K \phi \omega \qquad (2.2)$$

เมื่อ E คือ แรงดันย้อนกลับ emf มีหน่วยเป็นโวลต์

ϕ คือ เส้นแรงแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเวเบอร์

ω คือ ความเร็วของมอเตอร์มีหน่วยเป็นเรเดียน / วินาที

2.3.2 ประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

สามารถแบ่งประเภทของดีซีมอเตอร์ได้หลายๆ ประเภท ขึ้นอยู่กับลักษณะวิธีการสร้างสนามแม่เหล็กของตัวมอเตอร์และขึ้นอยู่กับพื้นฐานการออกแบบทางโครงสร้างของอาร์เมเจอร์ซึ่งถ้าแบ่งตามลักษณะ การจ่ายสนามแม่เหล็กสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1. ดีซีมอเตอร์แบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้
2. ดีซีมอเตอร์แบบเส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าพิจารณาแยกประเภทตามลักษณะการออกแบบโครงสร้างอาร์เมเจอร์สามารถแบ่งได้ 3 แบบคือ

1. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนเหล็ก
2. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์ที่มีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิว
3. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดหมุน

- ดีซีมอเตอร์แบ่งตามลักษณะการจ่ายสนามแม่เหล็ก

1. ดีซีมอเตอร์แบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้

ภาวะโวลต์เตจคงที่

ดีซีมอเตอร์แบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กนี้ จะมีใช้งานในภาวะเฉพาะเมื่อต้องการแรงบิดสูง ที่มีความเร็วต่ำ และแรงบิดต่ำที่มีความเร็วสูง เช่น ระบบการขับเคลื่อนที่ของตัวรถ ดีซีมอเตอร์แบบนี้ มักนิยมเรียกกันว่ามอเตอร์ขนาน (Shunt motor) มอเตอร์แบบนี้ จะสามารถปรับค่าเส้นแรงแม่เหล็กได้อย่างอิสระต่อกระแสของอาร์เมเจอร์ยังผลให้สามารถที่จะควบคุมพารามิเตอร์ของมอเตอร์ให้มีค่าคงที่ได้ตลอดช่วงพิสัยที่กว้าง มอเตอร์ชนิดนี้มักจะใช้งานในกรณีระบบบังคับการเคลื่อนที่ที่ต้องการแรงบิดสูง

2. ดีซีมอเตอร์แบบเส้นแรงแม่เหล็กมีค่าคงที่

ระบบการกระตุ้นฟิลด์ของมอเตอร์โดยทั่วไปมักใช้เป็นแบบแม่เหล็กถาวร ในระบบนี้เส้นแรงของฟิลด์มีค่าคงที่ดังนั้น อัตราส่วนระหว่างกระแสอาร์เมเจอร์และแรงบิดจะมีค่าคงที่

ข้อดีของมอเตอร์แบบฟิลด์แม่เหล็กถาวร

เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์แบบที่มีโครงสร้างของฟิลด์ด้วยการพันขดลวด จะเหนือกว่าคือไม่มีกำลังสูญเสียในฟิลด์มีประสิทธิภาพสูงและขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับขนาดแรงม้าเท่ากัน นอกจากนั้นความสัมพันธ์เชิงเส้นยังให้ค่าของกระแสอาร์เมเจอร์ที่สูงกว่าดีซีมอเตอร์แบบฟิลด์เป็นขดลวด และยังสามารถประยุกต์ใช้งานเหมาะสมกับระบบที่ต้องการแรงบิดของโหลดสูง

- ดีซีมอเตอร์แบ่งตามลักษณะการออกแบบโครงสร้างอาร์เมเจอร์

1. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนเหล็ก

โครงสร้างของมอเตอร์ชนิดนี้มีโมเมนท์ของแรงเฉื่อยสูงที่สุดและมีค่าอินดัคแตนซ์ของโรเตอร์สูงที่สุดด้วย ดังนั้นมอเตอร์นี้จึงมีปริมาณการจุความร้อนได้สูง และสามารถทนโอเวอร์โหลดได้ในระยะเวลาที่ยาวนานโดยไม่ทำให้มอเตอร์เสียหาย

2. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์ที่มีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิว

มอเตอร์ชนิดนี้จะมีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิวของอาร์เมเจอร์ แต่ไม่มีฝาสลอตทำให้ได้ค่าอินดัคแตนซ์ของโรเตอร์ต่ำกว่าแบบแกนเหล็ก ข้อเสียของมอเตอร์ชนิดนี้คือ ทำให้ขนาดของมอเตอร์แบบนี้ใหญ่ขึ้นและมีราคาแพงกว่าแบบแกนเหล็กด้วย

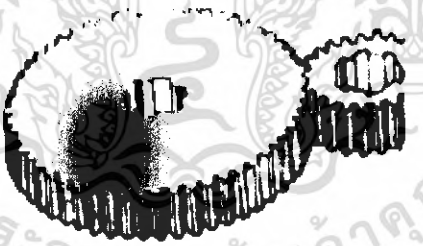
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ดีซีมอเตอร์แบบอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดหมุน

มอเตอร์แบบขดลวดหมุนนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้มีโมเมนท์ของแรงเฉื่อยน้อยมาก โครงสร้างของแม่เหล็กมอเตอร์แบบนี้มีจะช่องว่างอากาศ (Air – gap) ระหว่างแม่เหล็กจะมากกว่ามอเตอร์ชนิดอื่น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องออกแบบให้โครงสร้างของแม่เหล็กให้ใหญ่ขึ้นเพื่อให้ได้ช่องว่างของอากาศระหว่าง เส้นแรงแม่เหล็กที่เท่ากันกับของมอเตอร์ทั้งสองแบบที่กล่าวมา ดังนั้นราคาของมอเตอร์แบบนี้จึงค่อนข้างจะราคาแพง นอกจากนั้นโครงสร้างของโรเตอร์ชนิดนี้จะมีความจุของความร้อนได้ต่ำมาก ถ้าหากเกิดการโอเวอร์โหลดก็ทำให้เกิดความเสียหายได้ง่ายและโรเตอร์ลักษณะนี้ จะมีค่าอินดัคแตนซ์ต่ำมากคือประมาณน้อยกว่า 10 ไมโครเฮนรี่

2.4 หลักการของเฟือง

การถ่ายทอดการหมุนจากต้นกำลังนั้น ทำได้หลายวิธี เช่น ด้วยการใช้สายพาน โซ่ ล้อความฝืด เป็นต้น ล้อความฝืดก็คือ ล้อสองล้อที่ถูกกดให้ติดกัน เมื่อล้อหนึ่งหมุน หรือเป็นล้อขับก็จะทำให้อีกล้อหนึ่งหมุนตาม เพราะผิวหน้าของล้อทั้งสองเกิดความฝืด เนื่องจากการสัมผัส แต่ถ้าหากมีภาระมากๆ เช่น มีการส่งกำลังสูงๆ จะทำให้เกิดการลื่นไถล การส่งกำลังจึงไม่แม่นยำ เพื่อที่จะแก้ไขข้อเสียเหล่านี้จึงได้มีการนำเอาฟันเฟืองมาติดไว้ที่ผิวของล้อโดยรอบล้อ จึงมีลักษณะเป็นล้อฟันเฟือง ซึ่งต่อๆ มาเราจึงเรียกว่า "เฟือง" ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถส่งกำลังหรือถ่ายทอดการหมุนได้แม่นยำเที่ยงตรง และไม่มีการลื่นไถล ดังรูปที่ 2.1



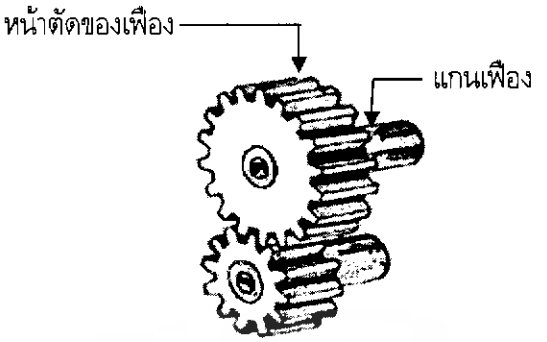
รูปที่ 2.1 การส่งกำลังและถ่ายทอดการหมุนของเฟือง

เฟืองที่ใช้ในเครื่องเล่นมีอยู่สองสามชนิดเท่านั้น แต่ลักษณะรูปร่างและหน้าที่จะต่างกัน เช่น

2.4.1 เฟืองตรง (Spur gear)

เป็นเฟืองที่มีลักษณะเป็นล้อทรงกระบอก มีฟันขนานกับแกน ตัวเฟืองมีหน้าตัดของฟันเฟืองขนานเท่ากัน และเหมือนกันตลอดทั้งเฟือง ดังรูปที่ 2.2

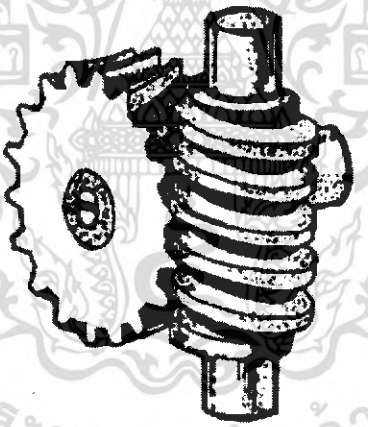
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 เฟืองตรง (Spur gear)

2.4.2 เฟืองหนอน (Worm gear)

เฟืองชุดนี้จะประกอบด้วยตัวเกลียวหนอนและเฟืองหนอนโดยเกลียวหนอนจะส่งกำลังหมุนไปขับให้เฟืองหนอนหมุนตามดังรูปที่ 2.3 เฟืองชนิดนี้ นิยมใช้กับการทดรอบความเร็วสูงๆ ให้เป็นความเร็วต่ำมากๆ เช่น ในกรณีของการทดรอบจากมอเตอร์ซึ่งมีความเร็วสูง เป็นต้น

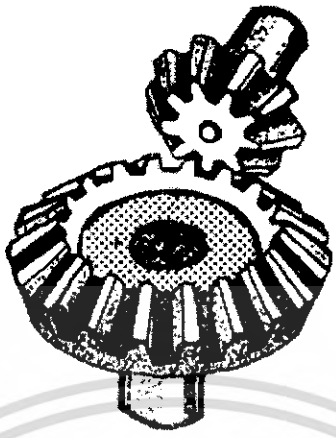


รูปที่ 2.3 เฟืองหนอน (Worm gear)

2.4.3 เฟืองดอกจอก (Bevel gear)

เฟืองชนิดนี้มีลักษณะรูปร่างเป็นรูปทรงกรวย (Cone) ฟันของเฟืองจะอยู่โดยรอบผิวของทรงกรวยและขนานกับแกนของเฟือง ดังรูปที่ 2.4 เฟืองดอกจอกจะใช้สำหรับเปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังระหว่างเพลาของล้อที่ตั้งฉากกัน เช่น การส่งกำลังไปยังเพลาของล้อรถ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 เฟืองดอกจอก (Bevel gear)

เฟืองที่จะสามารถขบกันได้ต้องมีขนาดของฟันเฟืองเท่ากันเท่านั้น ซึ่งขนาดของฟันนี้มีการวัดเป็น 2 ระบบ คือ ระบบเมตริกและระบบอังกฤษ ระบบเมตริกนั้นจะวัดขนาดเป็นมิลลิเมตร เราเรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองโมดูล (Module) ขนาดของโมดูลเฟือง จะมีค่าซึ่งกำหนดไว้เป็นมาตรฐาน ส่วนระบบอังกฤษจะวัดขนาดเป็นนิ้ว เรียกเฟืองระบบนี้ว่า เฟืองดีพี (DP=Diametral Pitch) ฉะนั้นการซื้อหาเฟือง หรือผลิตเฟืองนั้นต้องรู้ลักษณะรูปร่างของเฟืองและระบบของเฟืองเสียก่อนว่าใช้ชนิดไหน และรูปร่างเป็นอย่างไร ส่วนในด้านการผลิตนั้น จะต้องรู้อีกว่าถ้าจะกัดเฟืองขึ้นใช้ วัสดุควรเป็นอะไรจึงจะเหมาะสม

2.5 หลักการพื้นฐานของการสื่อสาร

2.5.1 ชนิดของสัญญาณข้อมูล สามารถจำแนกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1 สัญญาณแอนะล็อก (Analog signal)

เป็นสัญญาณแบบต่อเนื่องมีลักษณะเป็นคลื่นไซน์ เช่น การส่งข้อมูลผ่านสายโทรศัพท์

2 สัญญาณดิจิตอล (Digital signal)

เป็นสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่องซึ่งอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์

2.5.2 ทิศทางการส่งข้อมูล สามารถจำแนกทิศทางการส่งข้อมูลได้ 3 รูปแบบดังนี้

1.ารส่งข้อมูลแบบทิศทางเดียว (Simplex transmission)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่มีผู้ส่งข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียว และผู้รับข้อมูลก็จะทำหน้าที่รับข้อมูลแต่เพียงอย่างเดียวเช่นกัน การส่งข้อมูลในลักษณะนี้เช่น การส่งข้อมูลของสถานีโทรทัศน์

2.การส่งข้อมูลแบบสองทิศทางสลับกัน (*Half-duplex transmission*)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลทั้งผู้รับและผู้ส่ง โดยแต่ละฝ่ายสามารถเป็นผู้รับและผู้ส่งข้อมูลได้ แต่จะต้องสลับกันทำหน้าที่ จะเป็นทั้งผู้ส่งและผู้รับพร้อมกันทั้งสองฝ่ายไม่ได้ เช่น การส่งข้อมูลในลักษณะการสื่อสารโดยวิทยุ

3.การส่งข้อมูลแบบสองทิศทางพร้อมกัน (Full-duplex transmission)

เป็นการสื่อสารข้อมูลที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลของทั้งผู้ส่งและผู้รับข้อมูล โดยที่ทั้งสองฝ่ายสามารถที่เป็นทั้งผู้ส่งข้อมูลและผู้รับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน และสามารถส่งข้อมูลได้พร้อมๆ กันเช่น การสื่อสารโดยใช้สายโทรศัพท์

2.5.3 สื่อที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

การสื่อสารข้อมูลจำเป็นต้องอาศัยสื่อชนิดใดชนิดหนึ่ง เพื่อมาเป็นตัวเชื่อมต่อระหว่าง ผู้ส่งข้อมูลและผู้รับข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสะพานหรือทางเดิน สำหรับข้อมูลที่ทำการแลกเปลี่ยนระหว่างกัน สื่อในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ สื่อประเภทเหนี่ยวนำ (Conducted media) ซึ่งวัสดุที่จับได้เป็นตัวนำพาสัญญาณ เช่น สายทองแดง และอีกประเภทหนึ่งคือ สื่อประเภทกระจายคลื่น (Radiated media) เป็นสื่อที่ไม่ใช้วัสดุใดๆ ในการนำพาสัญญาณ เช่น คลื่นวิทยุ

ตัวกลางการสื่อสาร (Communication Media)

สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. สื่อนำข้อมูลแบบมีสาย **(Wried Media)**
2. สื่อนำข้อมูลแบบไร้สาย (เป็นสื่อที่ใช้ในโครงงาน) **(Wireless Media)**

1. **สื่อนำข้อมูลแบบมีสาย (Wried Media)**

1.1 สายคู่บิดเกลียว เป็นสายสัญญาณนำข้อมูลไฟฟ้า ซึ่งแต่ละเส้นจะมีลักษณะคล้ายกับสายไฟทั่วไป จำนวนสายจะมีเป็นคู่ซึ่งแต่ละคู่จะพันบิดกันเป็นเกลียววิ้ง การบิดเกลียวนี้จะช่วยลดสัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นในการส่งข้อมูล

1.2 สายโคแอกเชียล เป็นสายสัญญาณนำข้อมูลไฟฟ้า ที่มีความถี่ในการส่งข้อมูลประมาณ 100 - 500 MHz สายโคแอกเชียลมีความเร็วในการส่งข้อมูลและสูงกว่าสายคู่บิดเกลียว มีลักษณะเป็นฉนวนหุ้มเป็นชั้นๆหลายชั้นสลับกับตัวนำโลหะ ส่วนที่ตัวนำโลหะชั้นนอกทำหน้าที่เป็นสายดินและเป็นเกราะป้องกันสัญญาณที่มารบกวนจากภายนอกได้ดี จึงส่งข้อมูลได้ในระยะไกล

1.3 สายใยแก้วนำแสง ห่อหุ้มด้วยวัสดุที่ป้องกันแสง มีความเร็วในการส่งสูงเท่ากับความเร็วแสง ที่จะ สามารถใช้ส่งข้อมูลที่มีความถี่ที่สูงได้ สัญญาณที่ส่งผ่านใยแก้วนำแสง คือ แสงสัญญาณรบกวนจากภายนอกคือ แสงจากภายนอกเพียงอย่างเดียว สายใยแก้วนำแสงมีราคาสูงและดูแลรักษาเพื่อการใช้งานยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สื่อนำข้อมูลแบบไร้สาย (Wireless Media)

2.1 สัญญาณวิทยุ เป็นการส่งสัญญาณวิทยุในอากาศไปยังตัวรับสัญญาณ จึงทำให้ถูกสภาพแวดล้อมรบกวนข้อมูลได้ ในช่วงที่สภาพอากาศที่ไม่ดี การส่งสัญญาณวิธีนี้ จะช่วยส่งข้อมูลในระยะทางไกล หรือสภาพภูมิประเทศที่ไม่เอื้ออำนวยในการใช้สายข้อมูล

2.2 ไมโครเวฟภาคพื้นดิน จะมีเสาส่งสัญญาณไมโครเวฟที่อยู่ห่างๆ กันทำการส่งข้อมูลไปที่ในอากาศไปยังเสารับข้อมูล สามารถส่งข้อมูลไปได้ในปริมาณมาก แต่ในบางครั้งอาจถูกสภาพแวดล้อมมารบกวนการส่งสัญญาณได้เช่นกัน โดยเฉพาะในช่วงฝนตกและมีพายุ

2.3 การสื่อสารผ่านดาวเทียม เป็นการสื่อสารจากบนพื้นโลก ที่มีการส่งข้อมูลกลับไปยังดาวเทียมโดยดาวเทียมจะทำหน้าที่เป็นสถานีทวนสัญญาณ เพื่อจัดส่งต่อไปยังที่สถานีภาคพื้นดินอื่นๆ นิยมใช้กับการสื่อสารระหว่างประเทศ

2.5.4 สัญญาณวิทยุ (Radio Wave)

สัญญาณวิทยุเป็นสื่อประเภทไร้สาย (Wireless Media) ที่มีการส่งข้อมูลเป็นสัญญาณคลื่นวิทยุไปในอากาศไปยังตัวรับสัญญาณ จึงทำให้ถูกสภาพแวดล้อมรบกวนข้อมูลได้ในช่วงที่สภาพอากาศไม่ดี การส่งสัญญาณวิธีนี้จะช่วยส่งข้อมูลในระยะทางไกล หรือในสภาพภูมิประเทศที่ไม่เอื้ออำนวยในการใช้สายส่งข้อมูล สัญญาณคลื่นวิทยุสามารถแบ่งตามช่วงความถี่ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การแบ่งช่วงความถี่ของสัญญาณวิทยุ

ความถี่		ย่านความถี่	ตัวอย่างการใช้งาน
VEL	Very Low Frequency	3 kHz – 30 kHz	การสื่อสารใต้น้ำ
LF	Low Frequency	30 kHz – 300 kHz	สัญญาณนำล่องในการเดินเรือ
MF	Medium Frequency	300 kHz – 3 MHz	วิทยุ FM
HF	High Frequency	3 MHz – 30 MHz	วิทยุสื่อสาร
VHF	Very High Frequency	MHz	สัญญาณโทรทัศน์ช่อง3/5/7/9/11/วิทยุFM/วิทยุสายการบิน
UHF	Ultra Frequency	300 MHz – 3 GHz	สัญญาณโทรทัศน์ช่อง ITV/โทรศัพท์มือถือ
SHF	Super High Frequency	3 GHz – 30 GHz	สัญญาณไมโครเวฟภาคพื้นดินและภาคดาวเทียมเรดาร์
EHF	Extremely High Frequency	30 GHz – 300 GHz	สัญญาณไมโครเวฟผ่านดาวเทียมเรดาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 คลื่นวิทยุ (Broadcast radio)

คลื่นวิทยุ หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ต่ำกว่า 3000 GHz ลงมา แพร่กระจายในอากาศโดยปราศจากสิ่งนำเทียม คลื่นจะเดินทางเป็นเส้นตรง โดยมีทิศทางตั้งฉากกับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและ มีความเร็วเท่าแสง (3x108 เมตร/วินาที) เดินทางผ่านในสุญญากาศได้และหักเหได้ ความยาวคลื่นคืออัตราส่วนระหว่างความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นต่อความถี่คลื่นแฮรตเซี่ยน หมายถึง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่ประมาณ 10 กิโลไซเกิลต่อวินาที และ 3,000,000 เมกกะไซเกิลต่อวินาที คลื่นความถี่ระบบ MF นี้ส่วนใหญ่จะมีการแผ่กระจายคลื่นแบบ คลื่นดิน (Ground Wave) คลื่นความถี่วิทยุระบบ AM ที่ความถี่ 525-1605 kHzซึ่งอยู่ในย่านMF

คลื่นความถี่ระบบ HF หมายถึง ย่านความถี่ 3 MHz-30MHz เป็นคลื่นที่แผ่กระจายเป็นแบบ คลื่นฟ้า (Sky Wave) คือ คลื่นจะแผ่สะท้อนชั้นบรรยากาศชั้นไอโดโนสเฟียร์และกลับลงมาสู่พื้นโลกดังนั้นส่วนโค้งของโลกจึงไม่เป็นอุปสรรคในการติดต่อ

คลื่นความถี่ระบบ VHF หมายถึง ย่านความถี่ 30 MHz-300 MHz เป็นคลื่นที่แผ่กระจายแบบคลื่นอวกาศ (Space Wave) ซึ่งย่านความถี่วิทยุสมัครเล่น 144 - 146 MHz จึงจะใช้การแผ่กระจายคลื่นแบบนี้ ความถี่ระบบ VHF มีอุปสรรคคือภูมิประเทศหากต้องการให้รับหรือส่งได้ไกลต้องเพิ่มความสูงของสายอากาศและเพิ่มความไวของเครื่องรับ

คลื่นความถี่ระบบ FM ใช้ที่ความถี่ 88 - 108 MHz ซึ่งอยู่ในย่าน VHF

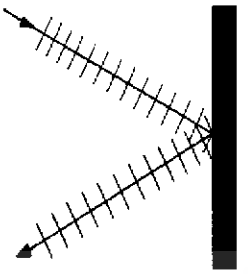
คลื่นความถี่ระบบ UHF หมายถึง ย่านความถี่ 300MHz-3GHz แผ่กระจายคลื่นเป็นแบบคลื่นตรง (Direct Wave) และคลื่นสะท้อน (Reflected Wave) วัตถุที่คลื่นวิทยุที่เดินทางผ่านยากที่สุด คือ โลหะ Simplex การติดต่อสื่อสารโดยวิธีการผลัดการรับ-ส่ง และใช้ความถี่เดียวกัน Duplex การติดต่อสื่อสารโดยการใช้ 2 ความถี่ พูดโต้ตอบสวนทางกันได้ทันที ไม่ต้องผลัดกัน รับ - ส่ง Semi duplex การติดต่อสื่อสารโดย Repeater ใช้ 2 ความถี่ เครื่องรับส่งวิทยุใช้ 1 ความถี่

2.5.6 คุณสมบัติของคลื่น

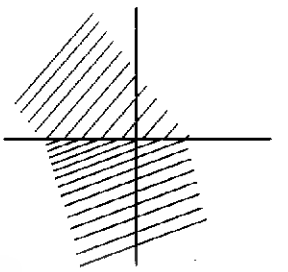
คุณสมบัติพื้นฐานของคลื่นต่างๆ สามารถพิจารณาได้ 4 ประการ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.5

1. การสะท้อนกลับ (Reflection)
2. การหักเห (Refraction)
3. การแพร่กระจายคลื่น (Diffraction)
4. การแทรกสอดของคลื่น (Interference)

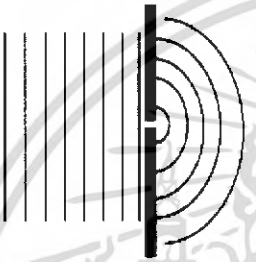
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



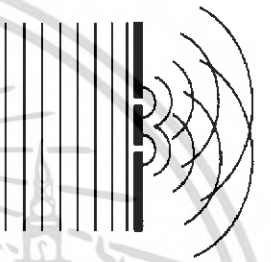
ก. การสะท้อนกลับ (Reflection)



ข. การหักเห (Refraction)



ค. การแพร่กระจายคลื่น (Diffraction)



ง. การแทรกสอดของคลื่น (Interference)

รูปที่ 2.5 คุณสมบัติพื้นฐานของคลื่น (4 ลักษณะ)

ก. การสะท้อนของคลื่น

การสะท้อนของคลื่น หมายถึง การเปลี่ยนทิศทางการเดินทางของคลื่นโดยทันทีทันใด เมื่อคลื่นนั้นจะเดินทาง ตกกระทบที่ผิวของตัวกลาง นั่นคือ คลื่นที่กระดอนออกจากผิวสะท้อนของตัวกลางในลักษณะเดียวกับแสงสะท้อนจากกระจกเงา

ข. การหักเหของคลื่น

การหักเหของคลื่นวิทยุ เกิดขึ้นเมื่อคลื่นวิทยุเดินทางจากตัวกลางหนึ่ง ไปยังอีกตัวกลางอีกหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าไม่เหมือนกัน โดยที่มุมตกกระทบ ณ ตัวกลางที่สองไม่เป็นมุมฉากพลังงานคลื่นส่วนหนึ่งจะสะท้อนกลับเข้าไปยังตัวกลางที่หนึ่ง โดยมีมุมตกเท่ากับมุมสะท้อน แต่ยังมีพลังงานคลื่นอีกส่วนหนึ่งเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สอง การเดินทางเข้าไปยังตัวกลางที่สองนี้ จะไม่เป็นแนวเส้นตรงต่อไปจากแนวทางเดินในด้านตัวกลางแรก แต่จะหักเหออกไปมากน้อยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางไฟฟ้าของตัวกลางทั้งสอง สาเหตุที่เกิดการหักเหของทางเดินของคลื่นวิทยุ เนื่องจาก ความเร็วของคลื่นวิทยุในตัวกลาง ที่มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าแตกต่างกันจะไม่เท่ากัน เช่น คลื่นวิทยุจะเดินทางในน้ำบริสุทธิ์จะช้ากว่าเดินทางในอากาศถึง 9 เท่า เป็นต้น

ค. การแพร่กระจายของคลื่น

การแพร่กระจายคลื่น มีชื่อเรียกได้แตกต่างกัน ไป เช่น การเลี้ยวเบนของคลื่น หรือการเบี่ยงเบนของคลื่น การเบี่ยงเบนของคลื่นเกิดขึ้น เมื่อคลื่นเดินทางผ่านมุมหรือขอบของตัวกลางทึบที่คลื่นนั้นไม่สามารถผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ คลื่นนี้มีคุณสมบัติ เดินทางเป็นเส้นตรง ดังนั้นถ้าเราลาก เส้นตรงจากสายอากาศไปยังยอดเขาส่วนที่อยู่หลังยอดเขาและต่ำกว่าเส้นนี้ลงมาไม่ควรที่จะได้รับคลื่นได้เลย แต่บางส่วนที่อยู่หลังยอดเขา ก็สามารถรับวิทยุย่านความถี่สูงได้เนื่องจากความถี่สูงขึ้นการเบี่ยงเบนของคลื่นก็ยิ่งลดลง กล่าวคือ คลื่นจะเดินทางเป็นแนวเส้นตรงแต่บางส่วนของคลื่นเกิดการกระทบกับยอดเขาแคบๆ ทำให้ คลื่นเกิดการแตกกระจายออกไปโดยรอบเสมือนกับเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นใหม่นั่นเอง

ง. การแทรกสอดของคลื่น

การแทรกสอดของคลื่นเรื่องนี้ เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทาง optical ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราจะมาพิจารณาเรื่อง Interference ต่อไปสิ่งนี้เกิดขึ้นเมื่อ 2 คลื่น ที่ออกจากแหล่งจ่ายอันเดียวและจะเดินทางมาด้วยเส้นทางที่ต่างกันมาถึงจุดหนึ่งพร้อมกัน สิ่งนี้จะเกิดขึ้นบ่อยมากในการเดินทางของ (High – Frequency ,Sky - wave propagation และใน Microwave space - wave propagation) มันอาจจะเกิดขึ้นเมื่อสายอากาศของไมโครเวฟถูกตั้งอยู่ใกล้กับพื้นดิน และคลื่นที่มาถึงจุดรับไม่ใช่เพียงจากทิศทางตรง แต่เป็นคลื่นที่หลังจากส่งสะท้อนจากพื้นดินด้วย

2.5.7 คุณสมบัติอื่นๆที่เกิดขึ้นกับคลื่น

1. การถูกดูดกลืน (Absorption) เมื่อคลื่นวิทยุเดินผ่านตัวกลางพลังงานส่วนหนึ่งจะสูญเสียไปในลักษณะที่กลายเป็นความร้อนเรียกว่า คลื่นวิทยุถูกดูดกลืนโดยตัวกลาง ตัวกลางนั้นไม่ว่าจะเป็นตัวนำ หรือมีภาพเป็นตัวต้านทานต่อคลื่นวิทยุ อาคารตึก และสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ บนพื้นโลกอุณหภูมิของอากาศ น้ำ และฝุ่นละออง ซึ่งประกอบกันเป็นชั้นบรรยากาศ สามารถเป็นตัวดูดกลืนพลังงานได้ทั้งสิ้น

2. การกระจัดการกระจาย (Scattering) เมื่อคลื่นเดินทางตกกระทบบนตัวกลางที่รวมกันเป็นกลุ่มพลังงานส่วนหนึ่งจะสะท้อนออกมา และบางส่วนก็เดินทางหักเหเข้าไปในตัวกลาง ส่วนหนึ่งของพลังงานที่เข้าไปในตัวกลาง จะถูกดูดกลืนแปลงรูปเป็นความร้อน และมีอีกส่วนหนึ่ง ถูกตัวกลางคายออกมาอีกในรูปของการกระจายพลังงานคลื่น เนื่องจากคลื่นที่กระจายออกมานี้ไม่ค่อยเป็นระเบียบ เราจึงเรียกคลื่นว่า คลื่นกระจัดกระจาย การกระจัดกระจายของคลื่นนี้ บางครั้งก็จะนำมาใช้ประโยชน์ได้เช่น ในระบบการสื่อสารที่เรียกว่าการสื่อสารแบบ Tropospheric Scatter ซึ่งจะอาศัย การกระจัดกระจายของคลื่นวิทยุจากกลุ่มอากาศที่หนาแน่นในชั้นบรรยากาศซึ่งจะอยู่ห่างจากผิวโลกเราประมาณ 10 กิโลเมตร และในบางครั้งการกระจัดกระจายของคลื่นก็มีผลเสียเช่น การสื่อสารย่านความถี่ไมโครเวฟ เมื่อคลื่นตกกระทบกับเม็ดฝนก็จะทำให้คลื่นเกิดการสูญเสียเป็นผลจากการกระจัดกระจายและการหักเหทำให้คลื่นไม่สามารถเดินทางไปยังปลายทางได้หมด

3. การลดทอนพลังงาน (Attenuation) จะมีความหมายหรือสาเหตุคล้ายคลึงกับการถูกการดูดกลืนของพลังงาน คือการลดทอนพลังงานคลื่น อันเนื่องมาจากการถ่างออกของลำคลื่นวิทยุในลักษณะที่จะคล้ายคลึงกับการถ่างออกของลำแสงไฟฉาย ปรากฏการณ์เช่นนี้ก็จะทำให้ความเข้มของพลังงานที่คลื่นวิทยุต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ลดลงไปเรื่อยๆ เมื่อคลื่นเดินทางห่างจากจุดกำเนิดออกไป ถ้าแหล่งกำเนิดคลื่นมีลักษณะที่ยัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

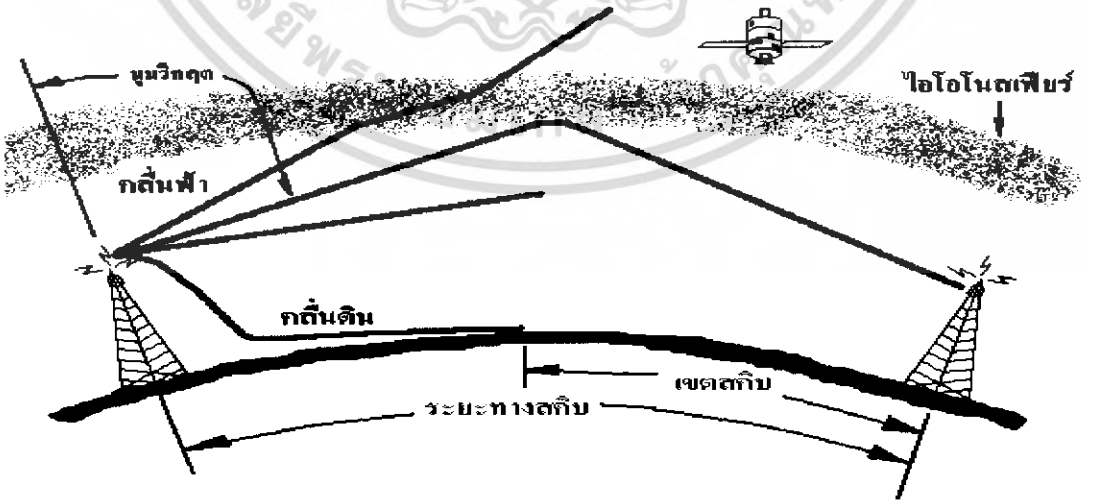
สามารถกระจายคลื่นได้ทุกทิศทางรอบตัวหรือเรียกว่า Isotropic Antenna นั้นคลื่นที่ถูกสร้างขึ้น จะลดความเข้มลงไปเรื่อยๆ เมื่อคลื่นเดินทางห่างออกไปโดยความเข้มจะแปรกลับกับระยะทางกำลังสองนั่นเอง

การแพร่กระจายออกอากาศทั่วไปทั้งในระบบ AM และ FM มีความถี่อยู่ในช่วง 30-300 MHz คลื่นวิทยุประเภทอื่นจะใช้ความถี่ในย่านอื่น เช่น คลื่นวิทยุสมัครเล่น คลื่นโทรศัพท์ วิทยุคลื่นสั้น เป็นต้น การแพร่กระจายคลื่น หรือที่เรียกว่าการออกอากาศจะเกิดขึ้นในทุกทิศทาง (Omnidirectional) ทำให้เสาอากาศที่ใช้รับสัญญาณไม่จำเป็นต้องติดตั้งให้ชี้ตรงมายังเสาส่งสัญญาณ เช่น เสารับอากาศของวิทยุติดรถยนต์ ในขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่ไปเรื่อยๆ วิทยุในรถจะสามารถรับสัญญาณวิทยุได้ตลอดเวลา ตราบเท่าที่รถยังคงวิ่งอยู่ภายในพื้นที่รัศมีการส่งสัญญาณ

2.5.8 ประเภทของคลื่นวิทยุ

คลื่นวิทยุที่กระจายออกจากสายอากาศ จะเดินทางไปทุกทิศทางในทุกระนาบ การกระจายคลื่นนี้มีลักษณะเป็นการขยายตัวของพลังงานออกเป็นทรงกลม ถ้าจะพิจารณาในส่วนของพื้นที่แทนหน้าคลื่นจะเห็นได้ว่ามันพุ่งออกไปเรื่อยๆ จากจุดกำเนิดและสามารถเขียนแนวทิศทางเดินของหน้าคลื่นได้ด้วยเส้นตรงหรือเส้นรังสี เส้นรังสีที่ลากจากสายอากาศออกไปจะทำมุมกับระนาบแนวนอน มุมนี้เรียกว่า มุมแผ่คลื่น อาจมีค่าเป็นบวก (มุมเงย) หรือมีค่าเป็นลบ (มุมกดลง) ก็ได้ มุมของการแผ่คลื่นนี้อาจนำมาใช้เป็นตัวกำหนดประเภทของคลื่นวิทยุได้

โดยทั่วไปคลื่นวิทยุอาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ คลื่นดิน (Ground Wave) กับคลื่นฟ้า (Sky Wave) พลังงานคลื่นวิทยุส่วนใหญ่จะเดินทางอยู่ใกล้ๆ ผิวโลกหรือเรียกว่าคลื่นดิน ซึ่งคลื่นนี้จะเดินไปตามส่วนโค้งของโลก คลื่นอีกส่วนที่ออกจากสายอากาศ ด้วยมุมแผ่คลื่นเป็นค่าบวก จะเดินทางจากพื้นโลกพุ่งไปยังบรรยากาศจนถึงชั้นเพดานฟ้าและจะสะท้อนกลับลงมายังโลกนี้เรียกว่า คลื่นฟ้า



รูปที่ 2.6 คลื่นฟ้าและคลื่นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

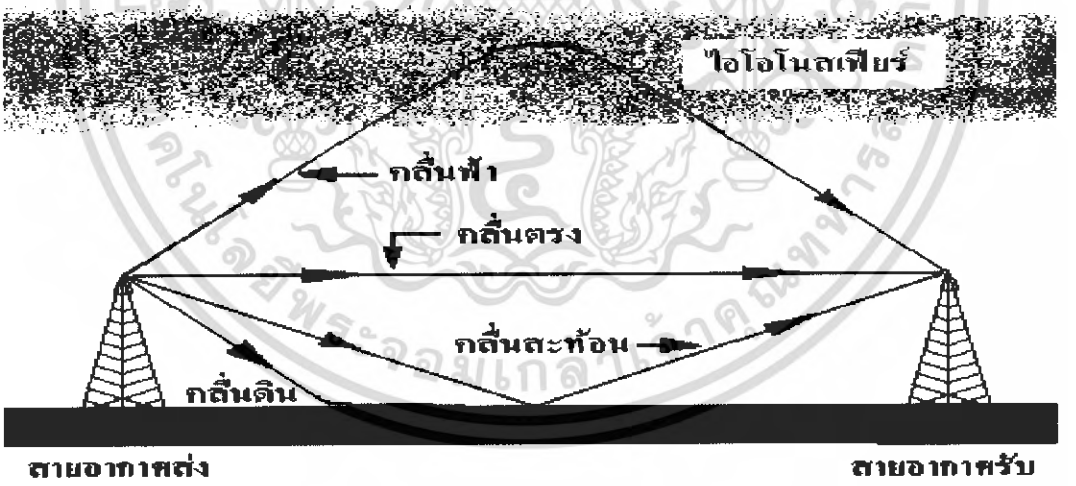
องค์ประกอบของคลื่น สามารถแบ่งออกเป็นได้ 4 องค์ประกอบด้วยกัน คือ คลื่นผิวดิน (Suruface Wave) คลื่นตรง (Direct Wave) คลื่นสะท้อนดิน (Ground Reflected Wave) และคลื่นหักเหโทรโปสเฟียร์ (Reflected Thropospheric Wave)

1. คลื่นผิวดิน หมายถึง คลื่นที่เดินตามไปยังผิวโลกอาจเป็นผิวดิน หรือผิวน้ำก็ได้ พิสัยของการกระจายคลื่นชนิดนี้ขึ้นอยู่กับค่าความนำทางไฟฟ้าของผิวที่คลื่นนี้เดินทางผ่านไป เพราะค่าความนำจะเป็นตัวกำหนดการถูกดูดกลืนพลังงานของคลื่นผิวโลก การถูกดูดกลืนของคลื่นผิวนี้จะเพิ่มขึ้นตามความถี่ที่สูงขึ้น

2. คลื่นตรง หมายถึง คลื่นที่เดินทางออกไปเป็นเส้นตรงจากสายอากาศ ส่งผ่านกับบรรยากาศตรงไปยังสายอากาศรับโดยมิได้มีการสะท้อนใดๆ

3. คลื่นสะท้อนดิน หมายถึง คลื่นที่ออกมาจากสายอากาศไปกระทบผิวดิน แล้วเกิดการสะท้อนไปเข้าที่สายอากาศรับ

4. คลื่นหักเหโทรโปสเฟียร์ หมายถึง คลื่นหักเหในบรรยากาศชั้นต่ำของโลกเรียกว่า โทรโปสเฟียร์ การหักเหนี้มิใช่เป็นการหักเหแบบปกติที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของในชั้นบรรยากาศของโลกกับความสูง แต่เป็นการหักเหที่เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของที่ชั้นบรรยากาศอย่างทันทีทันใด และไม่สม่ำเสมอของความหนาแน่นและในความชื้นของบรรยากาศ ได้แก่ ปรากฏการณ์ที่เรียกว่า อุณหภูมิแปรกลับ



รูปที่ 2.7 องค์ประกอบของคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.6 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยน พลังงานเคมีที่เก็บไว้เป็นพลังงานไฟฟ้า ได้มีการค้นพบว่า มีการใช้แบตเตอรี่ตั้งแต่สมัย บาบิโลเนียน เมื่อประมาณ 500 ปีก่อนคริสตศักราช แต่แบตเตอรี่ที่มีใช้ในปัจจุบันเป็นการค้นคว้าทดลองของนักวิทยาศาสตร์เมื่อ 200 ปีที่แล้ว ซึ่งแบ่งตามลักษณะของการใช้งานได้เป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือที่มักเรียกกันว่า"ถ่าน"มีอยู่หลายชนิด เช่น ถ่านอัลคาไลน์ ถ่านลิเทียม เป็นต้น แบตเตอรี่แบบนี้มีหลายขนาด ใช้ในวิทยุ นาฬิกา เก็บพลังงานได้สูง อายุการใช้งานสูง แต่เมื่อถูกใช้หมดจะกลายเป็นขยะมลพิษ

2. แบตเตอรี่ทุติยภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ๆ เป็นต้น

3. แบตเตอรี่เชิงกล เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วนำกลับมาชาร์จประจุใหม่ได้ โดยการเปลี่ยนขั้วอิเล็กโทรดขั้วลบของแบตเตอรี่ที่ใช้งานแล้ว ซึ่งทำให้มีการชาร์จประจุอย่างรวดเร็ว เช่น แบตเตอรี่ชนิดอลูมิเนียม-อากาศ

4. แบตเตอรี่ผสม เป็นแบตเตอรี่ที่มีเซลล์ของเชื้อเพลิงผสมอยู่ โดยขั้วอิเล็กโทรดข้างหนึ่งเป็นก๊าซ และอีกข้างหนึ่งเป็นขั้วของตัวมันเอง เช่น แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน

ปัจจุบันนิยมใช้งาน ทั้งแบตเตอรี่แบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ ที่มีคราบเป็นพิษ และผลเสียต่อสภาพแวดล้อม แบตเตอรี่ที่เข้ามาทดแทนแบตเตอรี่ตะกั่ว ในอนาคตสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1. แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-แคดเมียม (NiCd) แบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว แต่สามารถชาร์จประจุได้มากครั้งกว่า และอายุการใช้งานยาวนาน

2. แบตเตอรี่ชนิดโซเดียม-ซัลเฟอร์ (NaS) เป็นแบตเตอรี่ที่มีความหนาแน่นของพลังงานต่ำ ราคาแพง สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 350°C

3. แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน (ZnBr) เป็นแบตเตอรี่ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูง ราคาถูก อายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะสำหรับใช้กับรถไฟฟ้า แต่มักมีปัญหาจากการรั่วของประจุที่เก็บ และก๊าซโบรมีนเป็นก๊าซที่อันตราย

4. แบตเตอรี่ชนิดวาเนเดียม-รีด็อก (Vanadium-Redox) แบตเตอรี่แบบนี้สามารถชาร์จประจุได้ทันทีเพียงแค่เปลี่ยนอิเล็กโทรไลต์ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน อัตราการรั่วของประจุต่ำ มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ใช้ง่าย ราคาถูก ถึงแม้ว่าวาเนเดียมจะมีพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่จะปลอดภัยเมื่ออยู่ในภาชนะบรรจุที่ได้มาตรฐาน

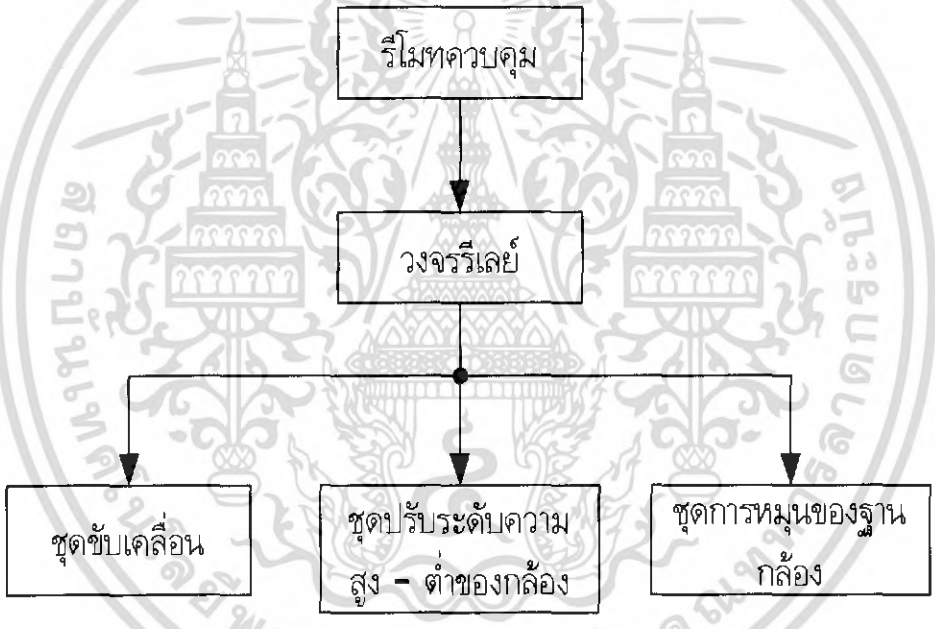
75190

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในการออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบควบคุมด้วยรีโมทแบบไร้สาย สามารถที่จะแบ่งออกเป็นส่วนส่วนที่สำคัญหลักๆ ซึ่งประกอบด้วยชุดขับเคลื่อน ระบบชุดยกกล้องรับภาพ ชุดรับ – ส่งภาพและชุดรีโมทควบคุมซึ่งแต่ละส่วนสามารถนำมาจัดลำดับแสดงเป็นแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.1

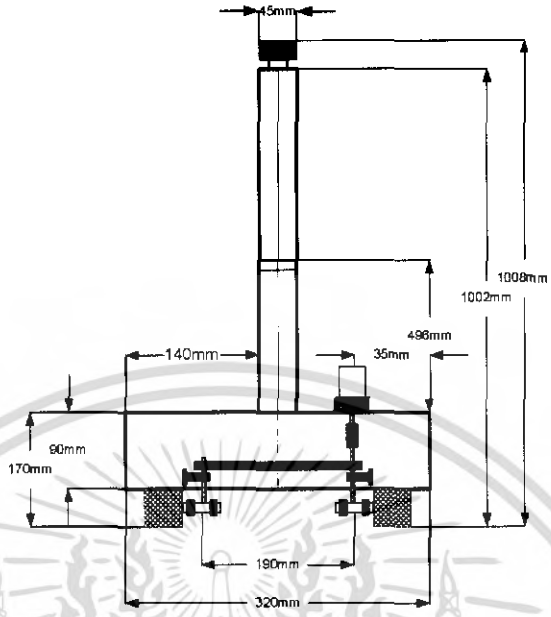


รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานของการสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

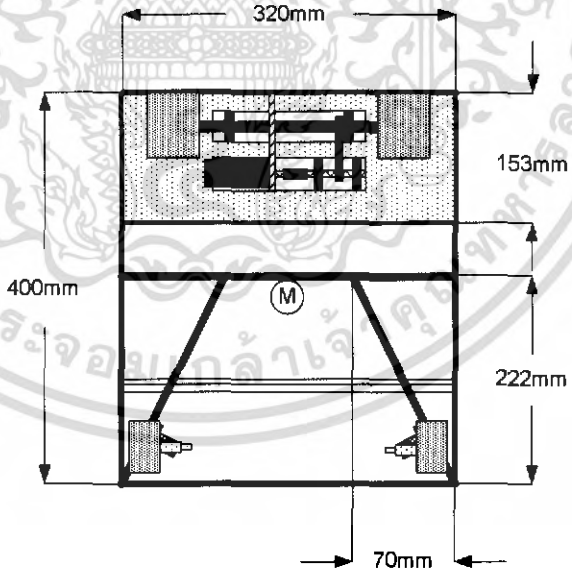
3.2 การออกแบบโครงสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

การออกแบบหุ่นยนต์สายลับนักสืบนี้ได้เน้นถึงความสะดวกในการจัดทำ ซึ่งมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนมากมายนักซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

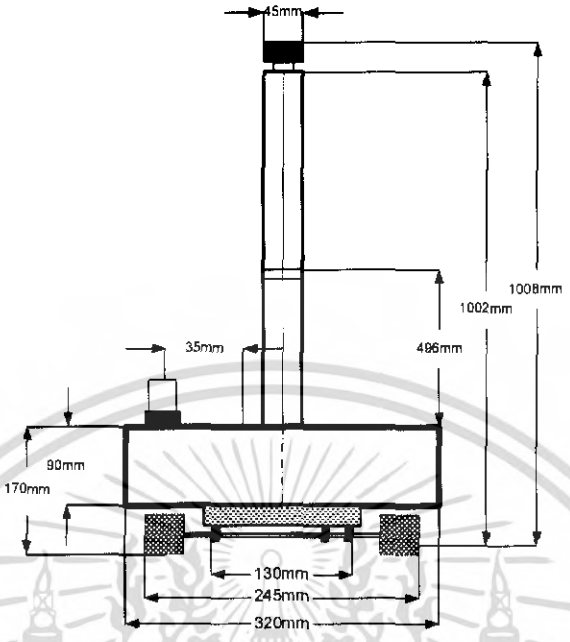


รูปที่ 3.2 แบบด้านหน้าของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

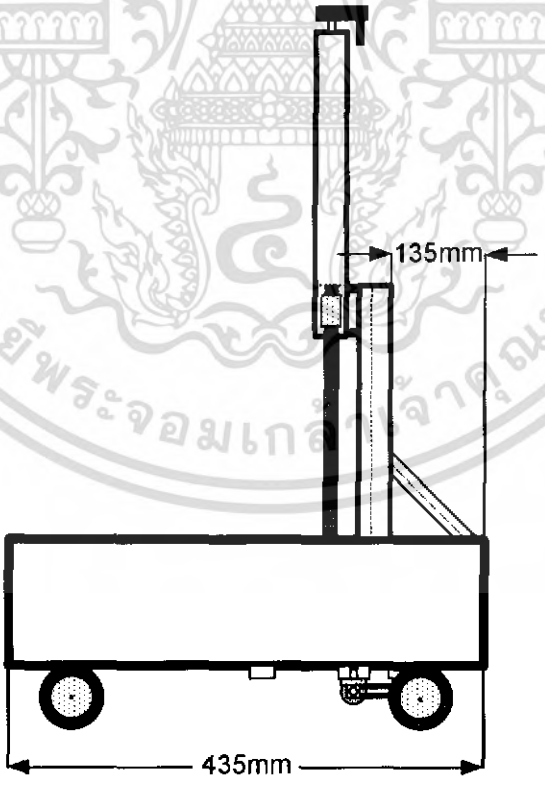


รูปที่ 3.3 แบบด้านล่างของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แบบด้านหลังของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

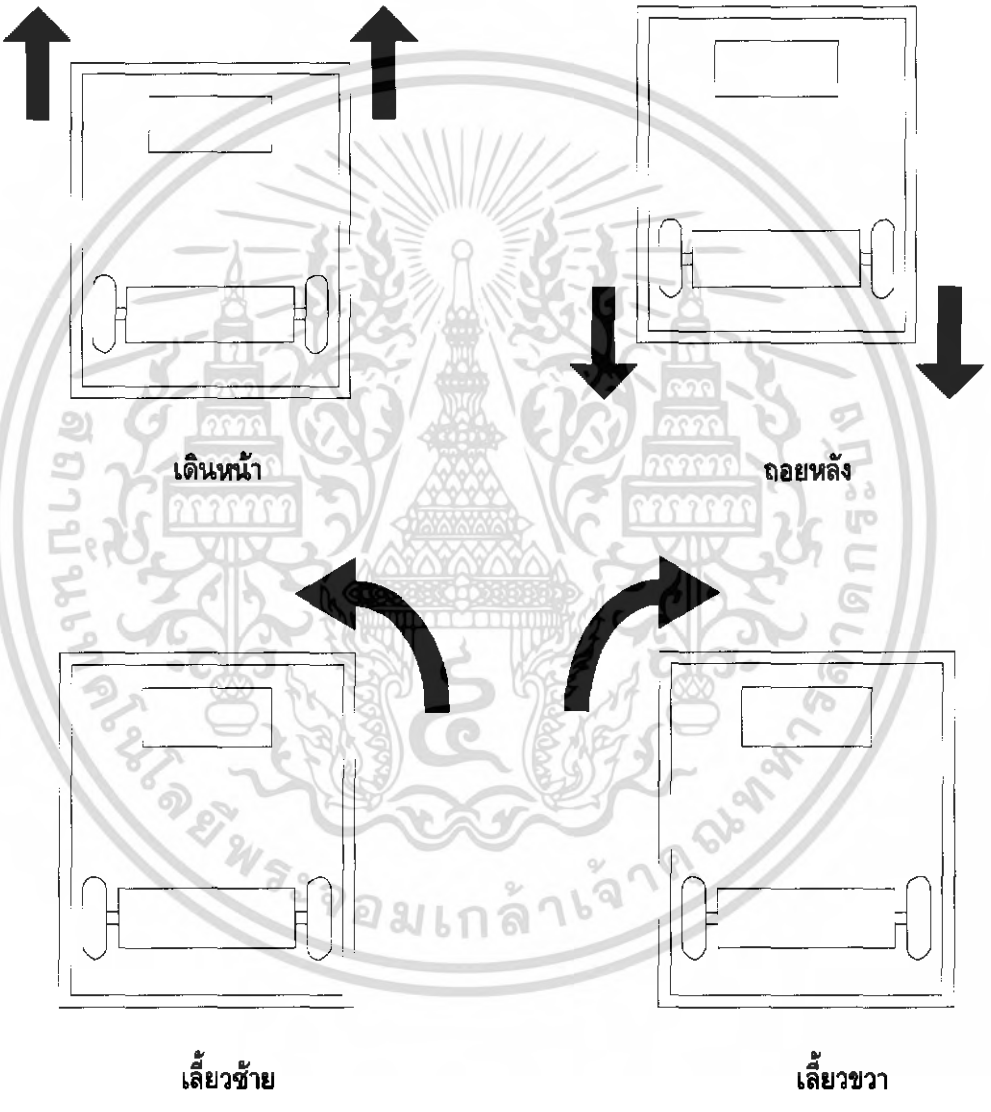


รูปที่ 3.5 แบบด้านข้างของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

การออกแบบกลไกสำหรับเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ได้ออกแบบมาโดยมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 ตัว ซึ่งจะใช้ในการขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์สำหรับล้อหลังและการเลี้ยวสำหรับล้อด้านหน้า ลักษณะการเคลื่อนที่ของหุ่นได้แสดงดังรูปที่ 3.6

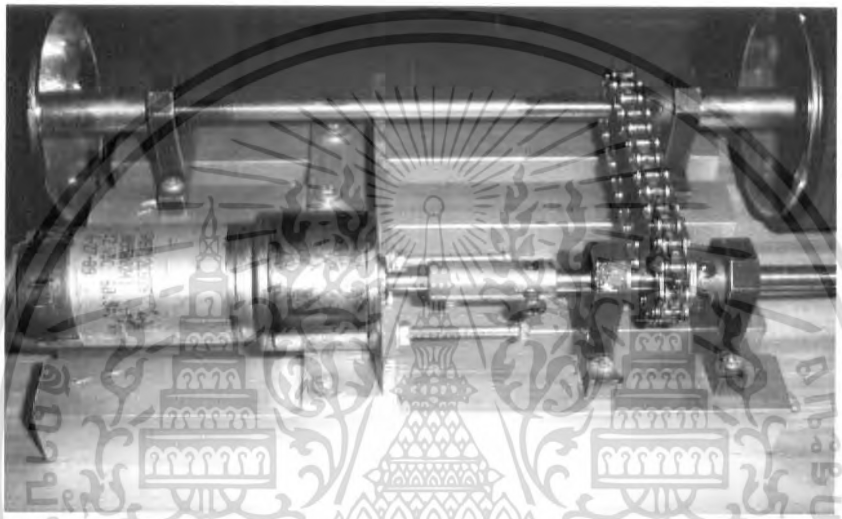


รูปที่ 3.6 การเคลื่อนที่ของหุ่นในลักษณะต่างๆ

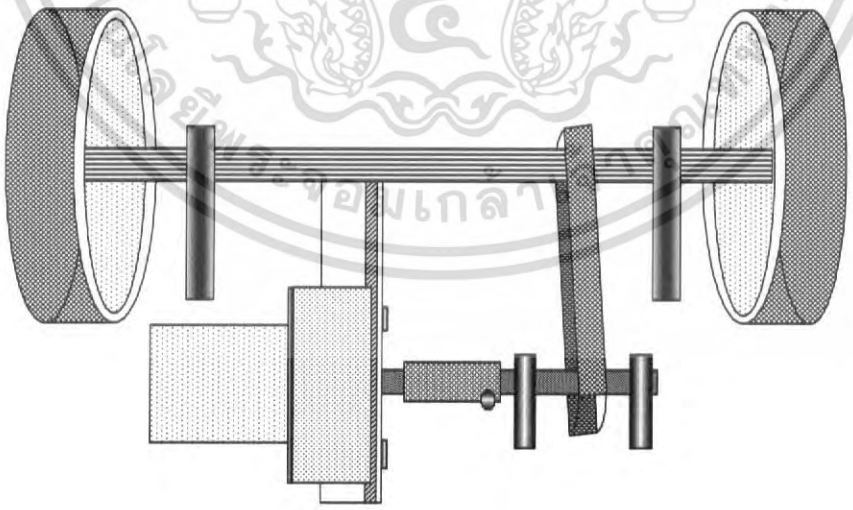
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ชุดขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์

ในส่วนของการขับเคลื่อนใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ ซึ่งมีความเร็วรอบประมาณ 150 รอบ/นาที จำนวน 1 ตัว โดยมีโซ่และเฟืองเป็นตัวส่งกำลังไปยังแกนเพลาซึ่งมีขนาด 6 มิลลิเมตร ซึ่งแกนเพลาจะถูกยึดอยู่กับลูกปืนเพลาซึ่งปลายของแกนเพลาจะต่ออยู่กับล้อจำนวน 2 ล้อ ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อ 7 เซนติเมตร บังคับทิศทางสามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งหมด 2 ทิศทาง คือ เดินหน้า และถอยหลัง



รูปที่ 3.7 ชุดขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์



รูปที่ 3.8 โครงสร้างชุดขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ชุดเลี้ยว

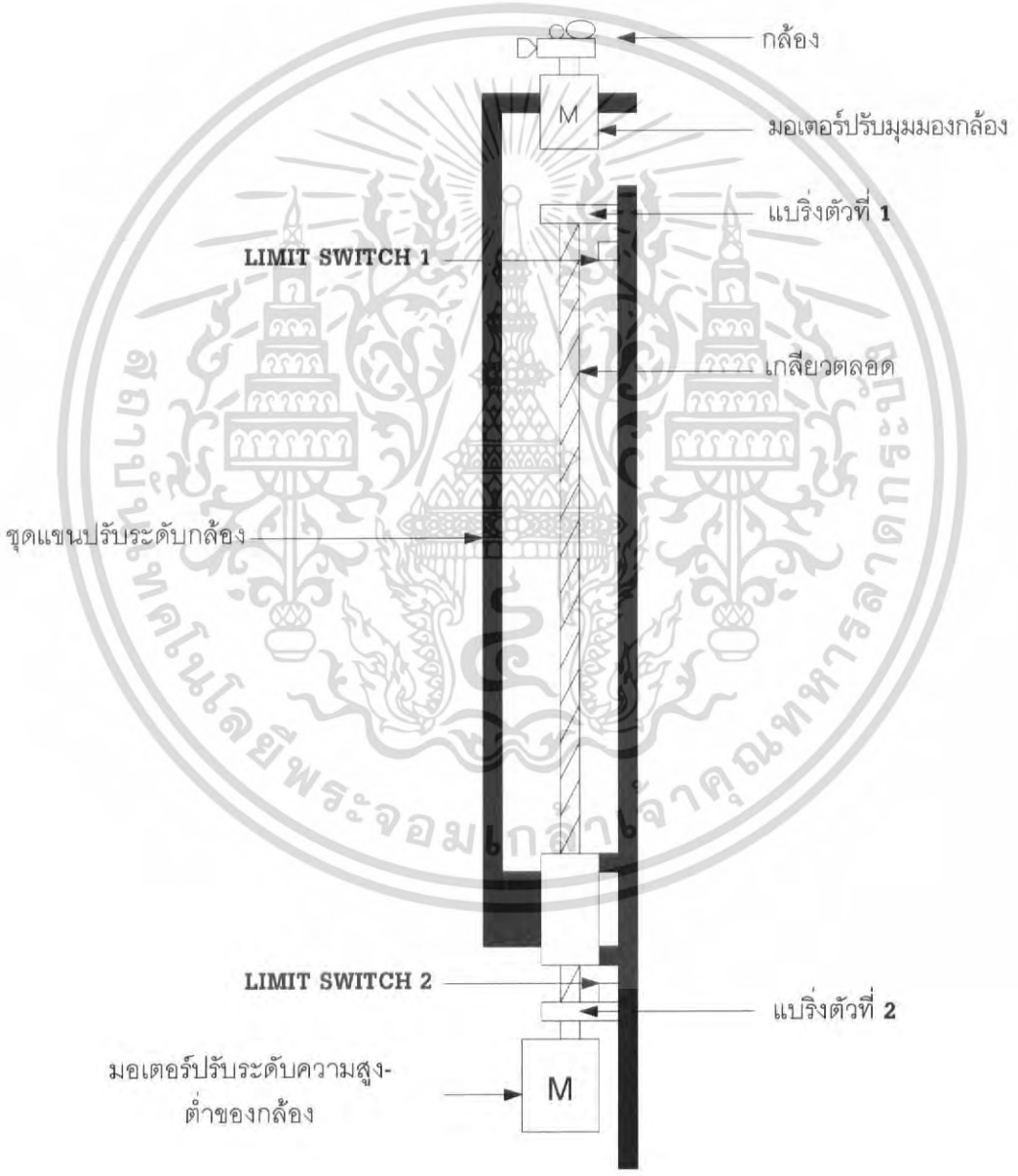
การออกแบบการเลี้ยวของหุ่นยนต์มุ่งเน้นให้เป็นแบบที่ง่ายมีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพในการเลี้ยวที่ดี ดังนั้นจึงประกอบไปด้วย ล้อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร จำนวน 2 ล้อ ต่อเข้ากันแกนเพลาที่ยึดกับตัวหุ่นยนต์ด้วยลูกปืนตุ๊กตาในลักษณะตั้งฉากกับพื้น ที่ปลายแกนเพลาบนสุดแต่ละล้อจะมีเฟืองขนาด 6 มิลลิเมตร ยึดติดอยู่ โดยที่ปลายของเฟืองทางด้านขวามือจะมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ มีความเร็วรอบ 10 รอบ/นาที ซึ่งให้แรงบิดที่สูงเหมาะสมกับลักษณะงานที่ใช้ โดยที่โซ่จะทำหน้าที่เป็นตัวส่งกำลังไปยังล้ออีกด้านให้เคลื่อนที่ไปตามแรงบิดของมอเตอร์ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กันทั้งสองล้อ ซึ่งจะติดตั้ง Limit Switch จำนวน 2 ตัวเพื่อทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งการเลี้ยวให้สามารถจำกัดอยู่ในตำแหน่งการเลี้ยวที่ต้องการได้

รูปที่ 3.9 ชุดเลี้ยวด้านหน้าของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

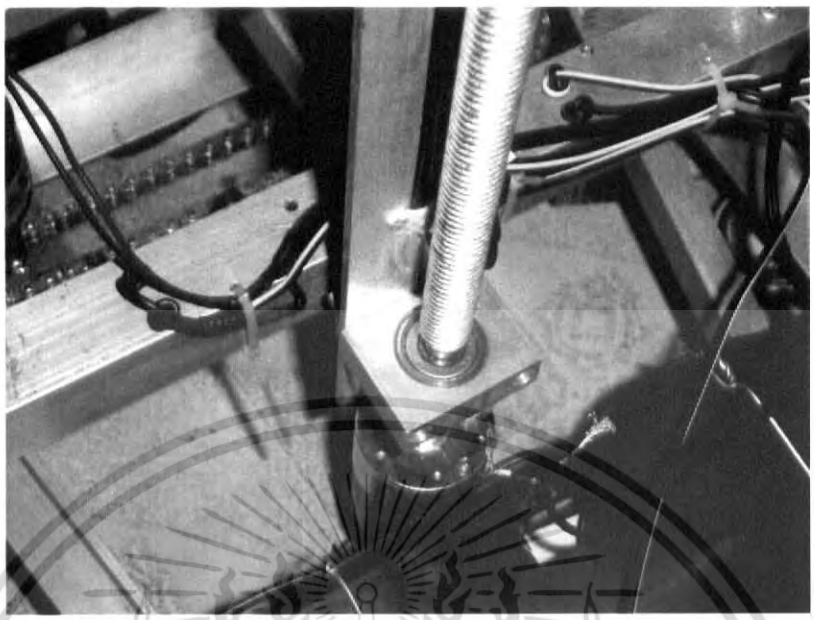
3.2.4 ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำของกล้อง

ในส่วนของชุดยกขึ้น ยกลงของฐานกล้องนั้นใช้มอเตอร์กระแสตรงที่แรงบิดค่อยข้างมากจำนวน 1 ตัวในการควบคุมให้ชุดการทำงานซึ่งใช้ระบบของเฟืองที่มีเกลียวตลอดเข้ามาช่วยในการออกแบบชุดยกขึ้น ยกลงเพื่อจะทำให้ทำงานได้ง่ายส่วนหลักการทำจะควบคุมด้วยการสั่งงานผ่านทางรีโมทควบคุมและเมื่อสั่งให้มอเตอร์ทำงานแล้วมอเตอร์กระแสตรงก็จะทำงานจะทำให้ชุดยกขึ้นลงทำงานโดยมีช่วงในการยกขึ้นลงที่ 0 ถึง 80 เซนติเมตร ซึ่งจะติดตั้ง Limit Switch จำนวน 2 ตัวเพื่อทำหน้าที่หยุดการปรับระดับของกล้อง



รูปที่ 3.10 แบบโครงสร้างของชุดปรับระดับความสูง ต่ำของกล้อง

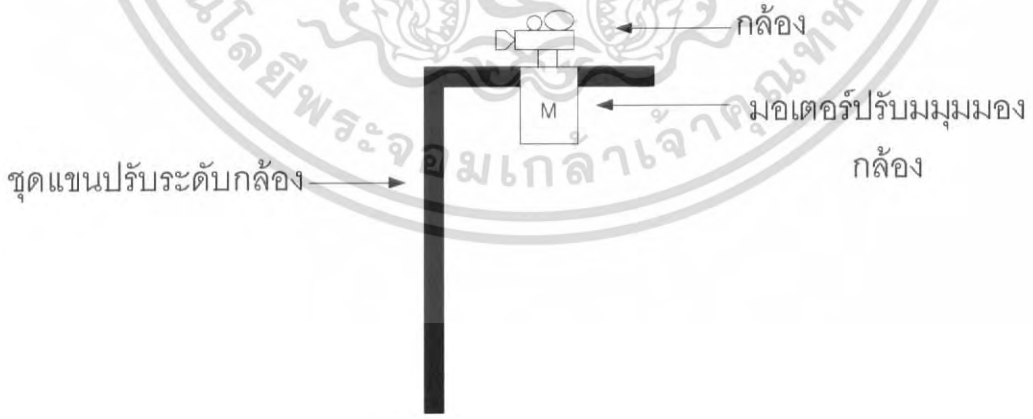
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 โครงสร้างของชุดปรับระดับความสูง ต่ำของกล้อง

3.2.5 การหมุนของฐานกล้อง

ในการออกแบบชุดหมุนฐานกล้อง ใช้หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง หลักการทำงานจะควบคุมผ่านทางรีโมทควบคุมและเมื่อมีไฟมาจ่ายให้กับมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์ทำงานโดยที่ปลายเพลาของมอเตอร์จะมีฐานกล้องติดอยู่



รูปที่ 3.12 แบบชุดการหมุนของฐานกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 ชุดการหมุนของฐานกล้อง

3.3 ระบบสัญญาณ

3.3.1 ชุดส่งสัญญาณ

ในส่วนของชุดรับสัญญาณภาพ จะใช้กล้องวงจรปิดโดยตัวกล้องมีขนาดกว้าง 2.7 เซนติเมตร ยาว 3.5 เซนติเมตร ส่วนตัวเลนส์รับภาพมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 เซนติเมตร และใช้ไฟเลี้ยง 9 โวลท์ ซึ่งใช้ไฟกระแสตรง ส่วนการส่งสัญญาณภาพจะส่งภาพเป็นแบบสี โดยจะทำการส่งภาพแบบไร้สาย ความถี่ในการส่งสัญญาณประมาณ 950 MHz ถึง 1200 MHz

รูปที่ 3.14 ชุดกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ชุดรับสัญญาณภาพ

ส่วนของชุดรับสัญญาณภาพ จะมีขนาดความกว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร โดยใช้ไฟเลี้ยงวงจร 12 โวลท์ ซึ่งใช้ไฟกระแสตรง ความถี่ในการรับสัญญาณประมาณ 950 MHz ถึง 1200 MHz โดยสามารถต่อเข้ากับโทรทัศน์ที่มีระบบ AV

รูปที่ 3.15 ชุดรับสัญญาณภาพ

3.4 ส่วนควบคุม

3.4.1 รีโมทควบคุม

การออกแบบรีโมทควบคุมการทำงานหุ่นยนต์สำรวจแบบบังคับด้วยมือและกล่องควบคุมด้วยรีโมทควบคุมแบบไร้สายนั้น โดยมีอุปกรณ์หลักที่ใช้คือสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับจำนวน 8 ปุ่ม โดยมีตำแหน่งของสวิตช์และหน้าที่การทำงานของสวิตช์แต่ละตำแหน่งดังที่แสดงในรูปที่ 3.16

ส่วนประกอบและหน้าที่ของปุ่มควบคุมการทำงานรีโมทควบคุมหุ่นยนต์มีดังนี้

1. ชุดควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (ปุ่มสีเหลือง)

ปุ่มที่ 1 ใช้สำหรับปรับระดับกล้องให้สูงขึ้น

ปุ่มที่ 2 ใช้สำหรับหันมุมมองของกล้องไปทางด้านซ้าย

ปุ่มที่ 3 ใช้สำหรับหันมุมมองของกล้องไปทางด้านขวา

ปุ่มที่ 4 ใช้สำหรับปรับระดับกล้องให้ต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ชุดควบคุมกล้องวงจรปิด (ปุ่มสีน้ำเงิน)

ปุ่มที่ 5 ใช้สำหรับเคลื่อนที่เดินหน้า

ปุ่มที่ 6 ใช้สำหรับเลี้ยวไปทางด้านซ้าย

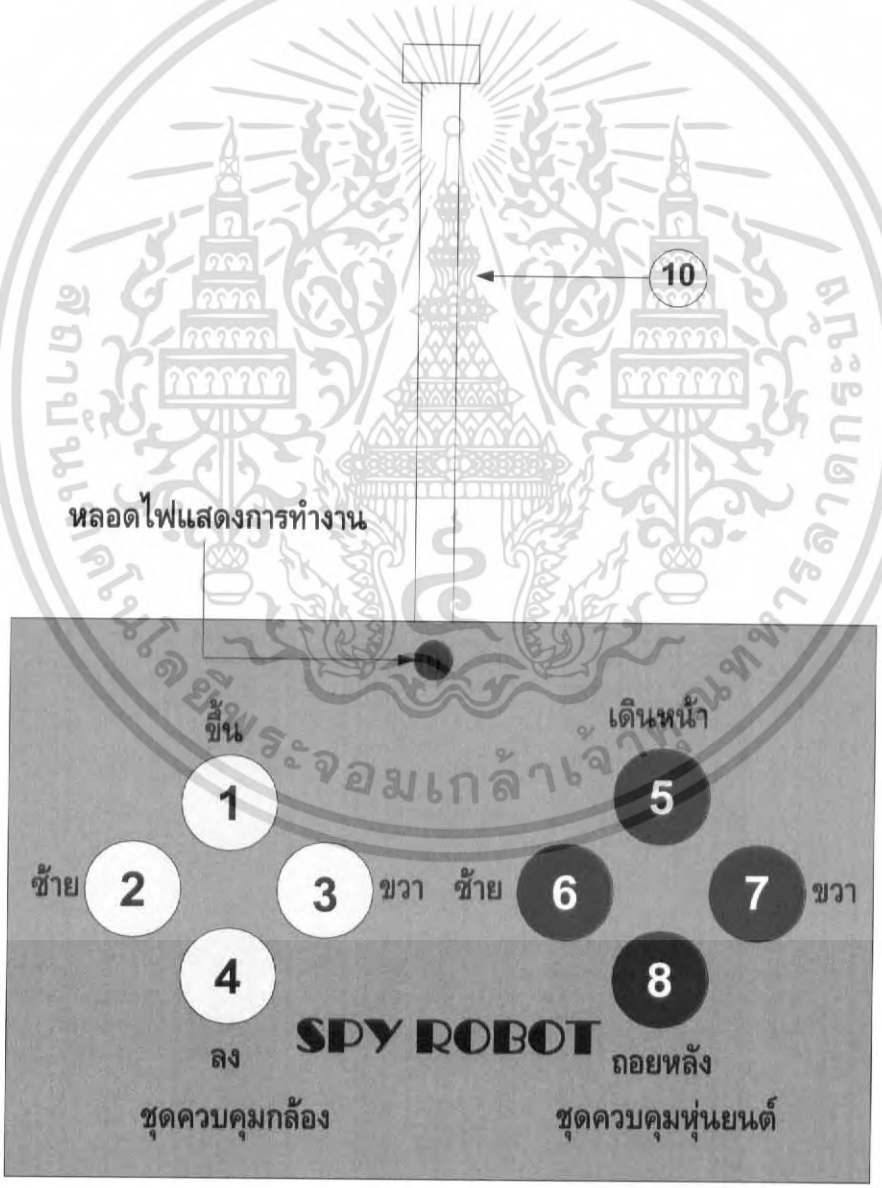
ปุ่มที่ 7 ใช้สำหรับเลี้ยวไปทางด้านขวา

ปุ่มที่ 8 ใช้สำหรับเคลื่อนที่ถอยหลัง

3.ส่วนประกอบอื่นๆ

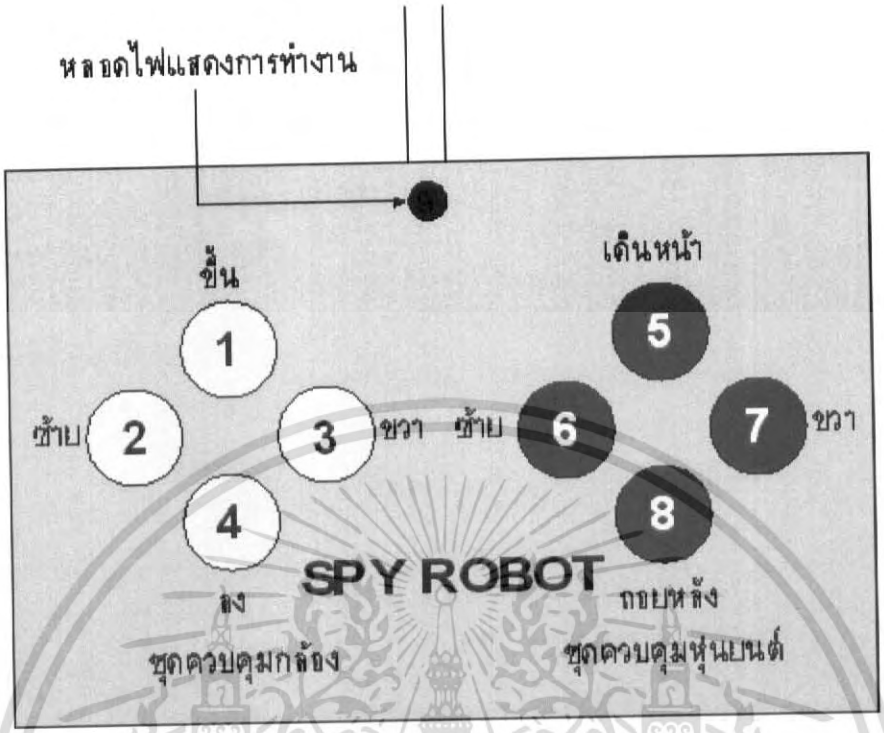
หมายเลขที่ 9 หลอด LED แสดงการทำงานของรีโมทควบคุม

หมายเลขที่ 10 เสาอากาศส่งสัญญาณวิทยุ



รูปที่ 3.16 แบบตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 ตำแหน่งปุ่มของรีโมทควบคุมที่ใช้งานจริง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของส่วนต่างๆ ของโครงงานหุ่นยนต์สายลับนักสืบแบบบังคับด้วยรีโมทควบคุมไร้สาย ที่ได้ออกแบบและจัดสร้างขึ้นนี้ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ในตอนต้นหรือไม่ เนื่องจากการทดลองเป็นสิ่งที่ทำให้มองเห็นผลการทำงานอย่างชัดเจน ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นรวมทั้งได้ทราบผลที่ได้จากการทดลองว่าตรงตามเงื่อนไขและขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ สามารถทำการแก้ไขก่อนที่จะนำไปประกอบเป็นตัวหุ่นยนต์ ซึ่งจะทำให้หาสาเหตุของปัญหาได้ยาก โดยในการทดลองจะแบ่งการทดลองวงจรออกเป็นส่วนๆ ได้แก่ ชุดควบคุมการขับเคลื่อนล้อหลัง ชุดควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ชุดควบคุมการปรับระดับกล้องขึ้น-ลง และชุดควบคุมการรับและการส่งสัญญาณ

4.2 การทดลองโครงสร้างของหุ่นยนต์

4.2.1 การทดลองชุดขับเคลื่อนล้อหลัง

1. ลำดับขั้นการทดลอง

1.1 ประกอบชุดล้อหลังเข้ากับตัวหุ่นยนต์สำรวจในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

1.2 ต่อชุดขับมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว

1.3 ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.4 ทำการทดสอบการวิ่งของล้อหลังพร้อมบันทึกผลการทดลอง

2. ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

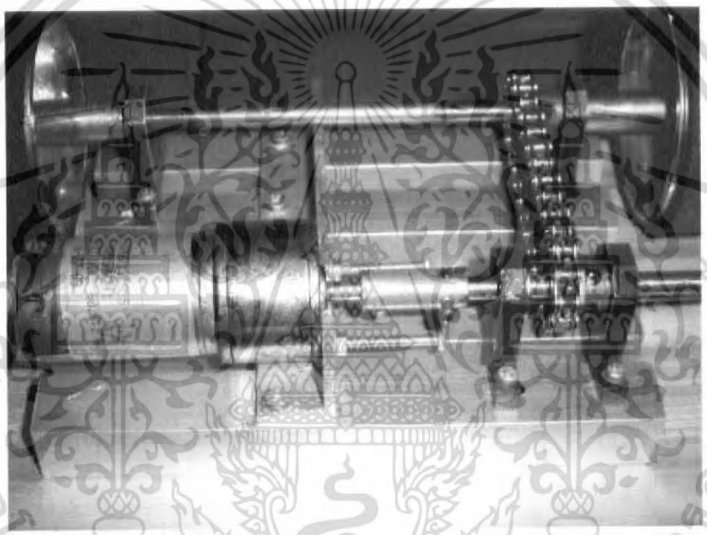
ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะไม่วางกล้อง

ระยะทาง/ วินาที	จำนวนครั้งที่ทดลอง (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
5 เมตร	10	12	09	10.33
10 เมตร	25	26	24	25
20 เมตร	56	59	54	56.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการขับเคลื่อนขณะวางกล้อง

ระยะทาง/ วินาที	จำนวนครั้งที่ทดลอง (วินาที)			ค่าเฉลี่ย (วินาที)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	
5 เมตร	12	13	10	11.66
10 เมตร	27	27	25	26.33
20 เมตร	62	67	56	61.66



รูปที่ 4.1 การทดลองชุดขับเคลื่อน

4.2.2 การทดลองชุดควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา

1. ลำดับการทดลอง

1.1 ประกอบกอบชุดควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวาเข้ากับตัวหุ่นยนต์ตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้

1.2 ต่อชุดควบคุมมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ของชุดควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา

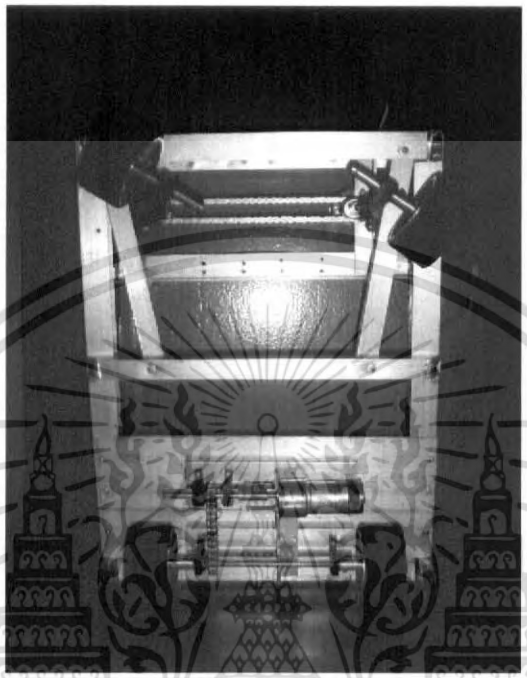
1.3 ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.4 ทดลองการทำงานของชุดควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา

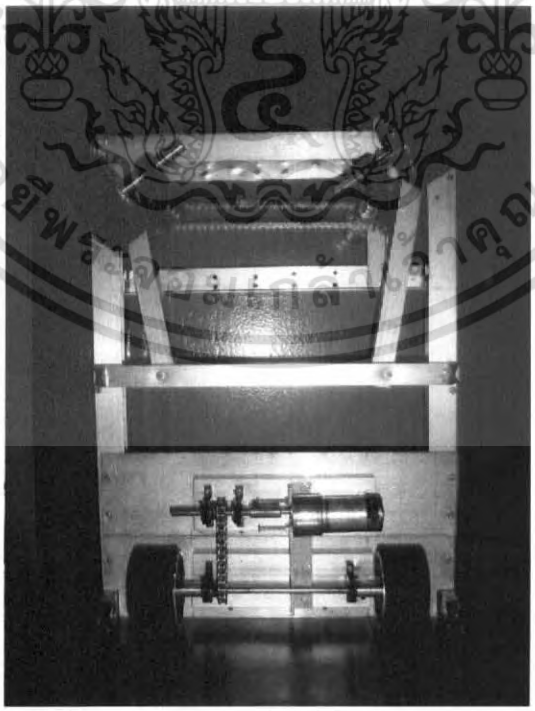
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดลองการทำงานของชุดควบคุมการเลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวาของหุ่นยนต์



รูปที่ 4.2 ตำแหน่งการควบคุมการเลี้ยวซ้าย



รูปที่ 4.3 ตำแหน่งการควบคุมการเลี้ยวขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การทดลองชุดควบคุมการปรับระดับกล้องขึ้น - ลง

1. ลำดับขั้นการทดลอง

1.1. ประกอบชุดควบคุมการปรับระดับกล้องขึ้น - ลง เข้ากับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

1.2. ต่อชุดควบคุมมอเตอร์เข้ากับมอเตอร์ชุดควบคุมการปรับระดับกล้องขึ้น – ลง

1.3. ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดสอบ

1.4. ทำการทดสอบการทำงานของชุดควบคุมการปรับระดับกล้องขึ้น - ลง

2. ผลการทดลอง

เมื่อทำการทดสอบชุดควบคุมการปรับระดับกล้องขึ้นสุด - ลงสุด จากผลการทดลองสรุปผลได้ดังดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการปรับระดับสูง-ต่ำ ของกล้อง

ตำแหน่งของกล้อง	ระยะเวลาที่ใช้
ขึ้นสุด	30 วินาที
ลงสุด	27 วินาที

4.2.4 การทดลองชุดควบคุมการรับการส่งสัญญาณภาพ

1. ลำดับขั้นการทดลอง

1.1. ประกอบชุดควบคุมการชุดควบคุมการรับและการส่งสัญญาณภาพกับตัวหุ่นยนต์ในตำแหน่งที่ได้ออกแบบไว้

1.2. ต่อชุดควบคุมชุดควบคุมการรับและการส่งสัญญาณภาพ

1.3. ทำการจ่ายไฟให้กับวงจรเพื่อทำการทดลอง

2. ผลการทดลอง

จากที่ได้ทำการทดลองการรับ-ส่งสัญญาณภาพได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 การการทดลองการรับ-ส่งสัญญาณภาพ

ระยะห่างระหว่างตัวรับและตัวส่ง	ลักษณะสัญญาณภาพที่แสดงผลทางโทรทัศน์
5 เมตร	ชัดเจน
10 เมตร	ชัดเจน
15 เมตร	ชัดเจน
20 เมตร	ไม่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการศึกษาการทดลองออกแบบการสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างหุ่นยนต์สำรวจที่สามารถสร้างจากวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีราคาไม่แพง จากการสร้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบนี้ทำให้มีความรู้และความเข้าใจคุณสมบัติและหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ชุดขับเคลื่อน หลักการทำงานของชุดโซ่และชุดวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ และสิ่งที่ได้ระหว่างการทำโครงงานชิ้นนี้คือ ได้ทราบถึงปัญหาต่างๆ ในขณะปฏิบัติการทำงาน เมื่อพบปัญหาก็ต้องหาวิธีแก้ไขปัญหา และการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทำให้โครงงานชิ้นนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งเอาไว้คือ สามารถสำรวจวัตถุที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามหุ่นยนต์สายลับนักสืบที่ได้สร้างขึ้นมานี้ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ทางคณะผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางแก้ไข และแนวทางการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้าง และทดสอบ พบว่ามีปัญหาที่เกิดขึ้นหลายประการ และได้ดำเนินการแก้ไขไปแล้ว ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหา ชุดล้อที่เคลื่อน ตัวยางล้อมักจะหลุดระหว่างการทดสอบการเคลื่อนที่ซึ่งขนาดของแก้มล้อจะต่ำมากทำให้ยางของล้อหลุดเลื่อนได้ง่าย

แนวทางแก้ไข นำกาวยางมาติดระหว่างตัวล้อกับยางให้แน่นก็จะช่วยแก้ปัญหาได้

2. ปัญหา ในส่วนของการเชื่อมต่อระหว่างเพลามักจะมีปัญหาการคลายของสกรูยึด

แนวทางแก้ไข ใช้ดอกสว่านขนาดเล็กเจาะเพลาให้ลึกเพื่อให้สกรูสามารถฝังเข้าไปในแกนเพลาเพื่อเพิ่มความแข็งแรง

3. ปัญหา ชุดเลี้ยวล้อหน้าไม่สามารถประมาณได้ว่าเลี้ยวถึงตำแหน่งมุมใดได้

แนวทางแก้ไข ใช้ Limit Switch สองตัวเพื่อทำหน้าที่ตัดวงจรเมื่อล้อได้เลี้ยวมาถึงตำแหน่งที่กำหนด

4. ปัญหา ชุดปรับระดับความสูงของตัวกล้องจะมีแรงกดจากน้ำหนักทางส่วนบนอยู่บ้าง ซึ่งตอนแรกที่ได้ทดลองเจอปัญหาคือ มอเตอร์ที่เราใช้มีความเร็วรอบประมาณ 50 รอบ และมีแรงบิดที่สูง ซึ่งผลจากการทดสอบก็สามารถรับแรงกดจากชุดกล้องได้ดีพอสมควร แต่ระยะการเคลื่อนที่ของตัวกล้องช้ามากซึ่งจะใช้เวลาในการขึ้นสูงสุดถึง 2 นาที ซึ่งเป็นปัญหาที่ควรแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางแก้ไข ได้ทำการเลือกมอเตอร์ที่มีความเร็วรอบให้มากขึ้นและแรงบิดที่มากขึ้นโดยใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบ 300 รอบ ซึ่งใช้เวลาปรับความสูงของกล้องประมาณ 30 วินาที

5. ปัญหา ในส่วนตัวเกลียวยาวตลอดแต่เดิมนั้นเราจะกลึงด้านปลายทั้งสองด้านให้เรียบเพื่อใส่ตุ๊กตาเพลาขนาด 6 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อไปทำการกลึงเกลียวออกนั้นไม่สามารถกลึงให้เหลือ 6 มิลลิเมตรได้ เพราะเหล็กจะอ่อนตัวเกินไป ซึ่งจะได้เต็มที่ 8 มิลลิเมตรเท่านั้น ซึ่งไม่ตรงกับตุ๊กตาเพลาที่เรามีอยู่

แนวทางแก้ไข ได้ทำการแก้ไขโดยการหาซื้อเพลาขนาด 8 มิลลิเมตร และข้อต่อเพลาลดขนาดจาก 8 มิลลิเมตร ไป 6 มิลลิเมตร เพื่อจะไปต่อโดยตรงกับเพลาของมอเตอร์

6. ปัญหา ตัวกล้องจับสัญญาณภาพส่งสัญญาณได้ไม่ไกลเท่าที่ควร

แนวทางแก้ไข ต้องใช้แบตเตอรี่ขนาด 9 โวลท์ ซึ่งต้องมีแรงดันที่คงที่และมีคุณภาพสูง

5.3 แนวทางการพัฒนา

ในการพัฒนาหุ่นยนต์สายลับนักสืบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นหรือสามารถนำไปพัฒนาเพื่อประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างอื่นๆ ซึ่งมีแนวทางดังนี้

1. ถ้าจะต้องการสำรวจในที่ที่สูงมากกว่านี้ ให้เพิ่มระยะความยาวของตัวยึดกล้องให้มากขึ้น

2. ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับชนิดต่างๆ กับตัวหุ่นยนต์ เช่น ตรวจจับความเร็วลม ค่าความชื้น ตรวจจับแก๊ส หรืออาจติดตั้งเซ็นเซอร์กันชนเพื่อไม่ให้หุ่นยนต์เกิดการกระแทกเสียหายได้

3. เนื่องจากในส่วนของความสูงของกล้องจะมีระยะเริ่มต้นอยู่ในระดับที่สูงพอประมาณ ทำให้ไม่สามารถจับภาพในส่วนด้านล่างนั้นได้ ซึ่งควรจะติดตั้งกล้องเพิ่มขึ้นอีก 1 ตัว

4. ความเร็วในการปรับระดับความสูงของกล้องยังควบคุมได้ช้าอยู่ ถ้าจะปรับให้เร็วมากขึ้นโดยใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วให้มากขึ้นและให้แรงบิดสูงๆ

5. เปลี่ยนชุดล้อเพื่อให้หุ่นยนต์สามารถสำรวจไปในพื้นผิวที่ขรุขระได้

6. ควรเพิ่มชุดชาร์ตไฟแบตเตอรี่ เพื่อให้สะดวกในการใช้งาน

8. สามารถนำไปประยุกต์เป็นหุ่นสังเกตการณ์คอยดูความเคลื่อนไหวบริเวณประตูของอาคารแทนพนักงานดูแลบริเวณที่นั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วาที ปริยพงศ์. **เส้นทางสู่นักประดิษฐ์หุ่นยนต์**.ครั้งที่ 1.กรุงเทพฯ : ส.ส.ท. 2547

ฤทธิ์ ธีระโกเมน. **รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์**. กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น. 2538

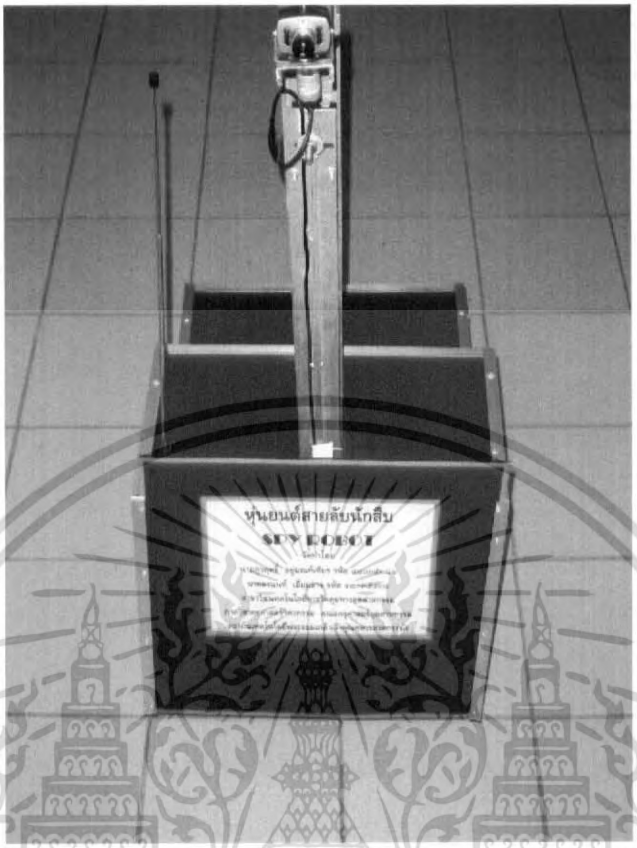
เจษฎา พรมมาหล้า และคณะ. **"หุ่นยนต์บังคับไร้สาย 2."** ปริญญานิพนธ์ครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต. สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ผศ.อำนาจ ทองผาสุก. **การควบคุมมอเตอร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

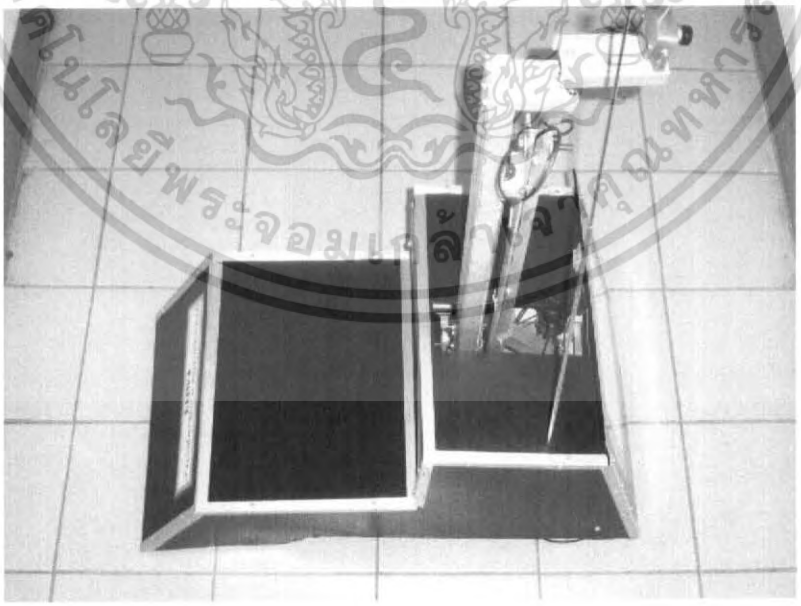
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

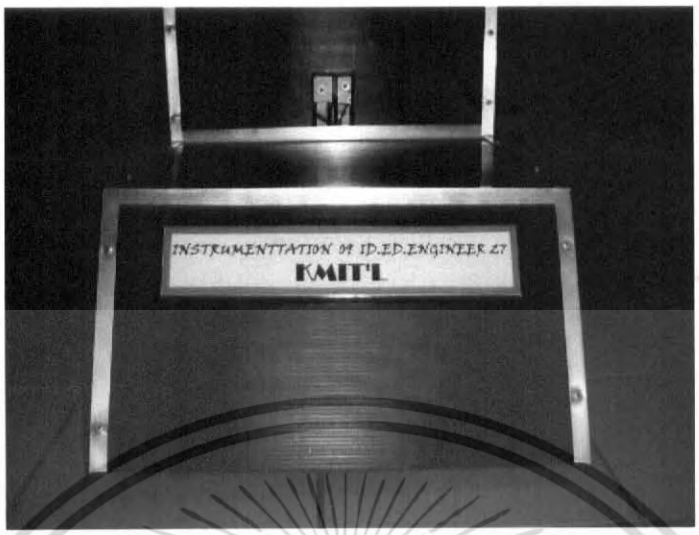


รูปที่ ก.1 ด้านหน้าหุ่นยนต์สายลับนักสืบ



รูปที่ ก.2 ด้านข้างหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.3 ด้านหลังหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

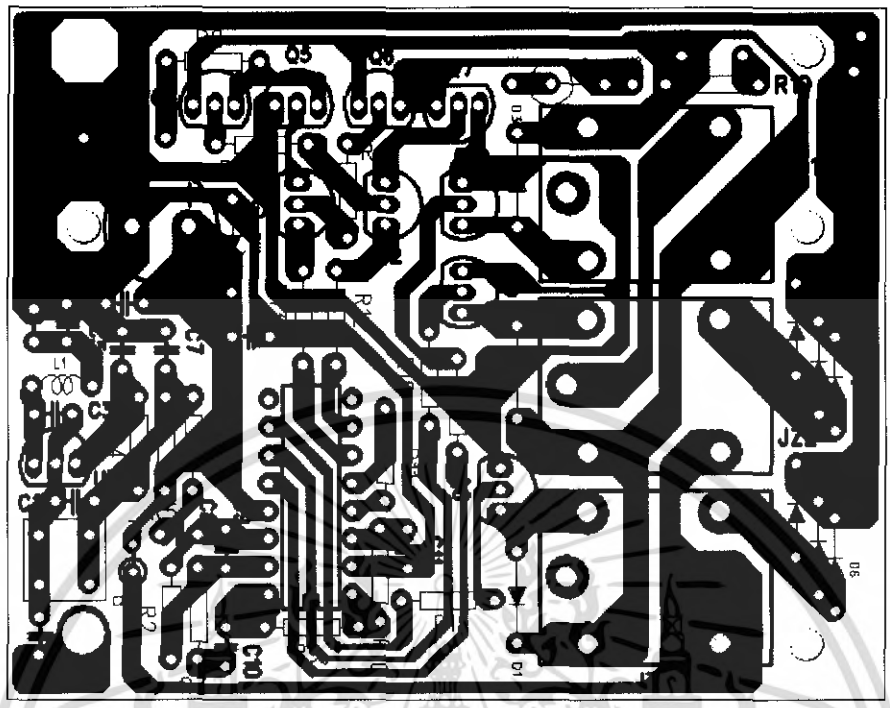
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

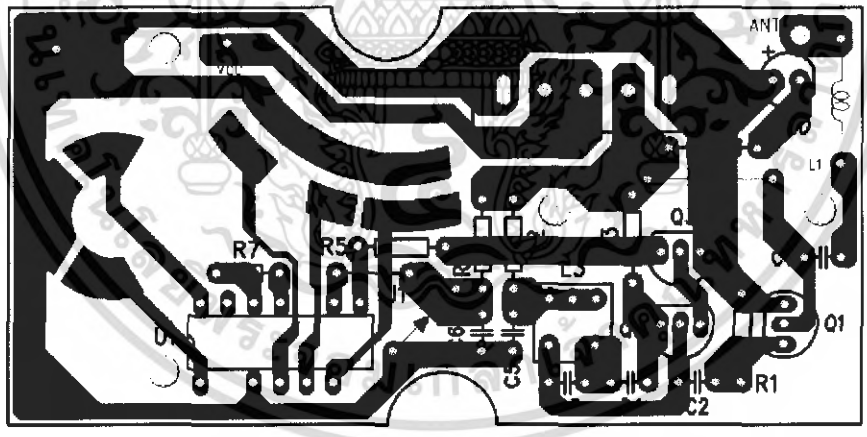
ภาคผนวก ข

วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

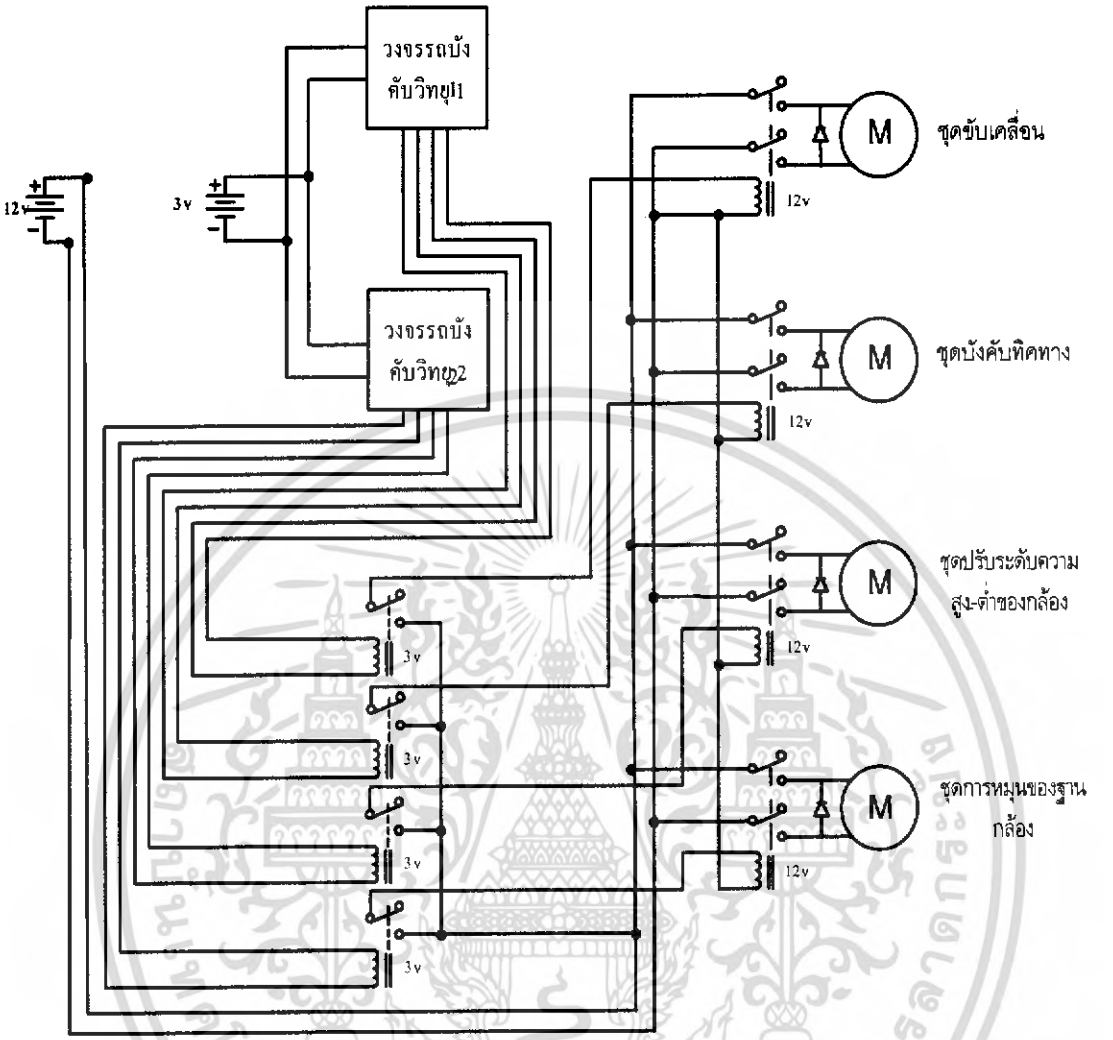


รูปที่ ข.1 แผ่นวงจรพิมพ์ภาครับสัญญาณวิทยุ



รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์ภาคส่งสัญญาณวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3 วงจรรีเลย์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

รายการอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ชุดควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลท์	300 รอบ	1 ตัว
	150 รอบ	1 ตัว
	10 รอบ	2 ตัว
ข้อต่อเพลา	ขนาด 6/6 มิลลิเมตร	7 ตัว
	ขนาด 4/6 มิลลิเมตร	1 ตัว
	ขนาด 6/8 มิลลิเมตร	1 ตัว
	ขนาด 3/3 มิลลิเมตร	1 ตัว
	ขนาด 8/8 มิลลิเมตร	1 ตัว
Limit switch	120 โวลท์ 15 แอมป์	4 ตัว
ชุดโซ่ราวลิ้นพร้อมข้อต่อ	เบอร์ 25	2 ชุด
แบตเตอรี่ชนิดแห้ง	12 โวลท์ 7.5 แอมป์	1 ก้อน
	10 โวลท์ 750 มิลลิแอมป์	1 ก้อน
	9 โวลท์	2 ก้อน
วงจรควบคุมระบบการทำงาน	ตัวรับและตัวส่งสัญญาณ	1 ชุด
สวิตช์	กดติดปล่อยดับ	8 ตัว
	สวิตช์คันโยก	2 ตัว
กล่องเอนกประสงค์	13 x 9 เซนติเมตร	1 กล่อง
	20 x 13 เซนติเมตร	1 กล่อง
แกนเพลา	ขนาด 6 มิลลิเมตร	1 เส้น
เฟืองเหล็ก	6/9	4 ตัว
ตุ๊กตาลูกปืน	ขนาด 6 มิลลิเมตร	12 ตัว
	ขนาด 8 มิลลิเมตร	2 ตัว
น็อตเกลียวตลอด	ขนาด 10 มิลลิเมตรกลึงปลายสองด้านให้เรียบขนาด 8 มิลลิเมตร	1 เส้น
ล้อยาง	ขนาด 7 มิลลิเมตร	2 คู่
เสาอากาศรับสัญญาณ	ความยาวยืดสุด 105 เซนติเมตร	1 อัน
	ความยาวยืดสุด 95 เซนติเมตร	1 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

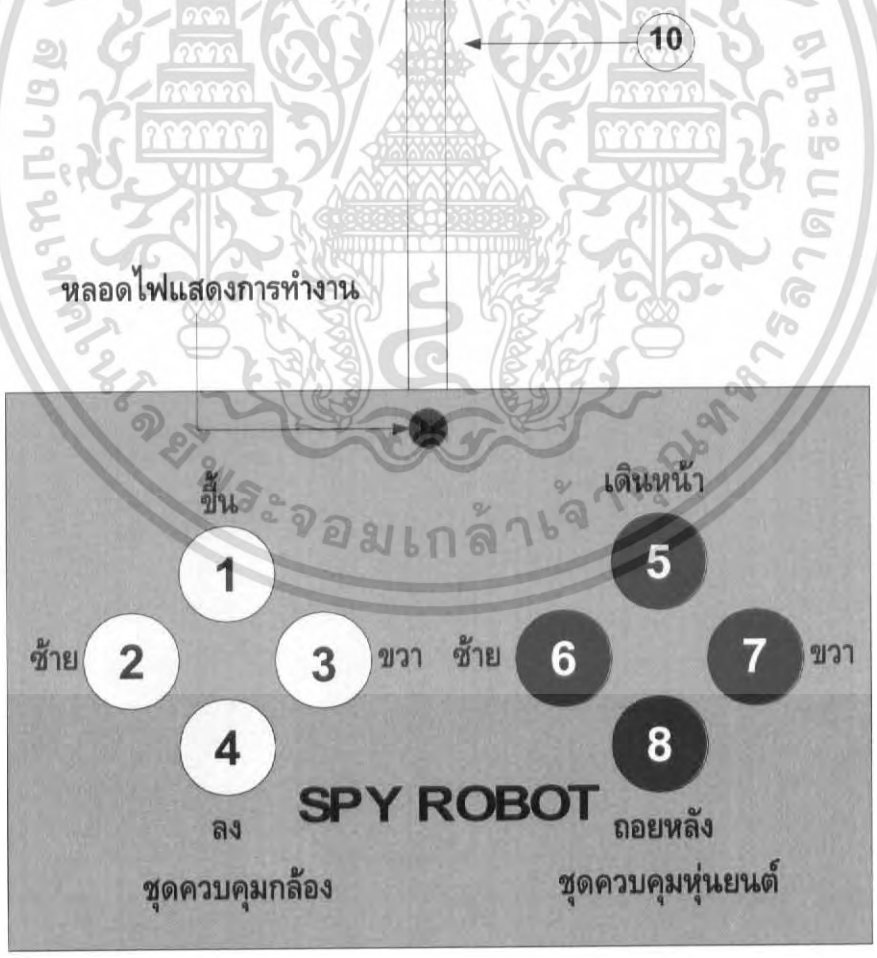
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะนำหุ่นยนต์สายลับนักสืบไปใช้งานนั้น ควรทำการศึกษาการใช้งานเบื้องต้นจากคู่มือของหุ่นยนต์ให้มีความเข้าใจเพื่อการใช้งานที่ถูกต้องและเพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับหุ่นยนต์อันเนื่องมาจากการใช้งานที่ไม่ถูกต้อง

2. ส่วนประกอบและปุ่มควบคุมของรีโมทคอนโทรล

การควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์จะใช้รีโมทคอนโทรลไร้สายซึ่งต้องศึกษาถึงส่วนประกอบและหน้าที่ของปุ่มควบคุมซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ ง.1 ส่วนประกอบและหน้าที่ของปุ่มควบคุมการทำงานของรีโมทควบคุมหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ง.1 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ส่วนประกอบและหน้าที่ของปุ่มควบคุมการทำงานรีโมทควบคุมหุ่นยนต์แบ่งเป็น 2 ชุดดังนี้

2.1 ชุดควบคุมกล้องวงจรปิด (ปุ่มสีเหลือง)

ปุ่มที่ 1 ใช้สำหรับปรับระดับกล้องให้สูงขึ้น

ปุ่มที่ 2 ใช้สำหรับหันมุมมองของกล้องไปทางด้านซ้าย

ปุ่มที่ 3 ใช้สำหรับหันมุมมองของกล้องไปทางด้านขวา

ปุ่มที่ 4 ใช้สำหรับปรับระดับกล้องให้ต่ำลง

2.2 ชุดควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (ปุ่มสีน้ำเงิน)

ปุ่มที่ 5 ใช้สำหรับเคลื่อนที่เดินหน้า

ปุ่มที่ 6 ใช้สำหรับเลี้ยวไปทางด้านซ้าย

ปุ่มที่ 7 ใช้สำหรับเลี้ยวไปทางด้านขวา

ปุ่มที่ 8 ใช้สำหรับเคลื่อนที่ถอยหลัง

หมายเลขที่ 9 หลอด LED แสดงสภาวะการทำงานของรีโมทควบคุม

รูปที่ ง.2 แสดงด้านหน้าของรีโมทควบคุมหุ่นยนต์

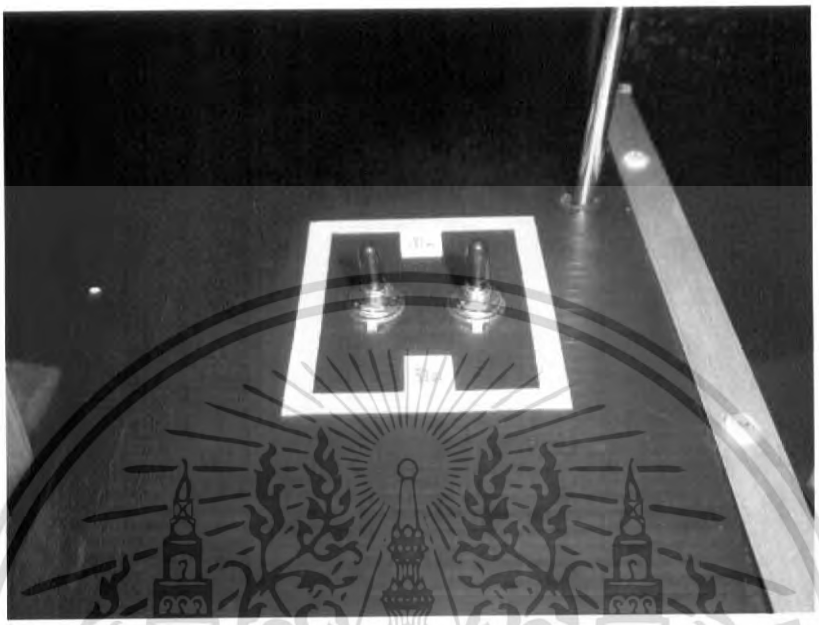
จากรูปที่ ง.2 มีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

หมายเลขที่ 10 เสาอากาศส่งสัญญาณวิทยุ

หมายเลขที่ 11 สวิตช์เปิด-ปิดรีโมทคอนโทรล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ส่วนประกอบของสวิตช์บนตัวหุ่นยนต์สายลับนักสืบ



รูปที่ ง.3 แสดงสวิตช์เปิด-ปิดการทำงานของตัวหุ่นยนต์สายลับนักสืบ

4. การติดตั้งและการใช้งาน

3.1 เปิดสวิตช์ที่รีโมทควบคุมและที่ตัวหุ่นยนต์

3.2 บังคับหุ่นยนต์ด้วยรีโมทควบคุมไปในทิศทางที่ต้องการสำรวจ

5. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อเกิดปัญหาในการใช้งานหุ่นยนต์สายลับนักสืบ สามารถตรวจสอบถึงสาเหตุและการแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ดังตารางด้านล่างนี้

อาการ	สาเหตุและการแก้ไขเบื้องต้น
หุ่นยนต์ไม่ทำงาน	ตรวจสอบแบตเตอรี่ที่จ่ายไฟให้กับชุดรับและชุดส่งของหุ่นยนต์
กล้องไม่สามารถจับภาพได้	ตรวจดูว่าภาคจ่ายไฟของกล้องทั้งตัวรับและตัวส่งว่ามีการการจ่ายไฟให้กับตัวกล้องหรือไม่
ปรับระดับความสูงและมุมมองของกล้องไม่ได้	ตรวจสอบมอเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมตัวกล้องทั้ง 2 ตัว ว่ามีแรงดันไฟฟ้าหรือไม่ถ้าไม่มีแสดงว่ามีปัญหาในส่วนของการจ่ายไฟของวงจรรีเลย์และอุปกรณ์ร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ควรตรวจสอบสายไฟและจุดต่อเชื่อมระหว่างแผงวงจรกับมอเตอร์ให้อยู่ในสภาพดีและพร้อมใช้งาน
- ตรวจสอบชุดรับและชุดส่ง ที่ใช้ในการส่งสัญญาณไม่ให้เกิดฝุ่นจับ
- ควรใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดหุ่นยนต์เป็นระยะ
- เมื่อไม่ใช้งานเป็นเวลานานควรถอดชุดแบตเตอรี่ออกจากตังหุ่นยนต์

5.2 ข้อควรระวัง

- ควรระวังไม่ให้หุ่นยนต์สายลับนักสืบอยู่ใกล้กับละอองน้ำหรือความชื้น ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายในตัวหุ่นยนต์เกิดความเสียหายได้
- ควรศึกษาคู่มือการใช้งานให้มีความเข้าใจเสียก่อน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นกับตัวหุ่นยนต์และตัวผู้บังคับหุ่นได้

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ความกว้าง	33 เซนติเมตร
ความยาว	58 เซนติเมตร
ความสูง	70 เซนติเมตร
ปรับระดับกล้องสูงสุด	110 เซนติเมตร
ปรับระดับกล้องต่ำสุด	70 เซนติเมตร
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลท์ 7.5 แอมป์ และ 10 โวลท์ 750 มิลลิแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล นายภูวฤทธิ์ อยู่มณฑ์เทียร

วัน เดือน ปีเกิด 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2528

ภูมิลำเนา 81 หมู่ที่ 2 ตำบลวังสำโรง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร

โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-6590-8326

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านไดปลาดุกราษฎร์ศรัทธาทรงธรรม จังหวัดพิจิตร

มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านไดปลาดุกราษฎร์ศรัทธาทรงธรรม จังหวัดพิจิตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยการอาชีพโพทะเล จังหวัดพิจิตร

ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร จังหวัดพิจิตร

ปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์ จงฝันให้ไกลและจงไปให้ถึงฝันนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง

ชื่อ-สกุล	นายอานนท์ เอี่ยมอาจ
วัน เดือน ปีเกิด	15 มีนาคม พ.ศ. 2528
ภูมิลำเนา	32 หมู่ที่ 13 ตำบลดงเสือเหลือง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร
	โทรศัพท์เคลื่อนที่ 08-6516-7850
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนวัดบ้านนา จังหวัดพิจิตร
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนดงเสือเหลืองพิทยาคม จังหวัดพิจิตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร จังหวัดพิจิตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคพิจิตร จังหวัดพิจิตร
ปริญญาตรี	สาขาวิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
	ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	คิดดี ทำดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้