อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี

PRODUCT CLASSIFICATION BY IMAGE PROCESSING VIA RGB SYSTEM

นายสมพร กันเดช รหัส 56363253

นายสรวิศ โรงคำ รหัส 56363260

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 24 มิ.ย. 2561
เลขทะเบียน 1722004E
เลขเรียกหนังสือ ปง.

ส265ก
2559

CD-STL 53

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2559

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี

ผู้ดำเนินโครงงาน นายสมพร กันเดช รหัส 56363253

นายสรวิศ โรงคำ รหัส 56363260

ที่ปรึกษาโครงงาน ดร.สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2559

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ดร.สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มุฑิตา สงจันทร์)

.....กรรมการ

(ดร.จิรวดี ผลประเสริฐ)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสมพร กันเดช รหัส 56363253
	นายสรวิศ โรงคำ รหัส 56363260
ที่ปรึกษาโครงงาน	ดร.สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการออกแบบและสร้างชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี โดยอาศัยเทคนิคการซ้อนทับภาพสีเพื่อลบข้อมูลในส่วนที่ไม่ต้องการออกที่ประมวลผลด้วยโปรแกรมแมทแล็บ ภาพที่ได้จากการซ้อนทับจะทำการปรับปรุงคุณภาพ และทำการกำหนดตำแหน่งของสีที่อยู่ในภาพ ระบบสีอาร์จีบีประกอบด้วยสีหลักสามสี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งใช้สติ๊กเกอร์สีติดบนสินค้าแต่ละชนิด ชุดสาธิตนี้สามารถคัดแยกแบบเรียลไทม์ได้โดยมีระบบมอเตอร์สายพานใช้ในการลำเลียงสินค้าที่ถูกคัดแยกแล้ว จากผลการทดสอบพบว่าชุดสาธิตสามารถแยกหมวดหมู่สินค้าได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และถูกต้อง นอกจากนี้ยังสามารถนำหลักการนี้ไปพัฒนาต่อให้สามารถคัดแยกสินค้าได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

Project title	Product Classification by Image Processing via RGB System
Name	Mr.Sompon Kandad ID.56363253
	Mr.Sorawit Rongkum ID.56363260
Project advisor	Mr.Sarawut Wattanawongpitak, D.Eng.
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic year	2016

Abstract

This thesis presents the design and creation of product classification demonstration by image processing via RGB color system using color image subtraction techniques to remove unwanted data, processed with the MATLAB program. The image with subtract will improve quality and determine the position of the color in the picture. The RGB system consists of three main colors; red, green and blue, which represented by stickers on each type of products. This demonstration can be sorted in real time. The belt conveyor system is used to transport the separated product. The test results, the demonstration can process precisely, quickly and accurately. In addition, this principle can further develop to classify the product more variety.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์อันดียิ่งจาก ดร.สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์ ที่ได้ให้ความกรุณามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้แนวคิดช่วยเหลือชี้แนะให้ความเอาใจใส่ตลอดและสละเวลาอันแสนมีค่าเพื่อตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางผู้จัดทำจึงใครขอขอบคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผ่านการเงินของคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการเบิกจ่ายงบประมาณการเดินเนินโครงงาน

ขอขอบคุณทุกๆท่านที่มิได้เอ่ยนามในที่นี้ ที่มีส่วนร่วมช่วยในโครงงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายสมพร กันเดช

นายสรวิศ โรงคำ

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ขั้นตอการดำเนินโครงงาน 2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 งบประมาณที่ใช้ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 ความรู้พื้นฐานด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล 4
2.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing) 8
2.3 แบบจำลองสี (Color Model) 9
2.3.1 แบบจำลองสีอาร์จีบี (RGB Color Model) 9
2.3.2 การแปลงระบบสีอาร์จีบี เป็นระบบสีโทนสีเทา 10
2.3.3 แบบจำลองสีเอสเอชวี (HSV Color Model) 10
2.4 เทคนิคการซ้อนทับภาพเพื่อลบภาพภาพ (Image Subtraction) 11
2.5 การหาจุดศูนย์กลาง (Centroid) 12
2.6 โปรแกรมแมทแลป (MATLAB) 15
2.7 หน้าต่างประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (GUI) 16
2.8 บอร์ดอาดูโน่ยูโน่อาร์สาม (Arduino UNO R3) 17

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.9 ชุดขับมอเตอร์ L298N Dual H-Bridge Motor Controller 18
2.10 มอเตอร์เกียร์ (Gear Motor) 19
2.11 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Reflective Photoelectric) 20

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 ชุดสาธิตจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี 24
3.2 การประมวลผลภาพ 24
3.2.1 องค์ประกอบของหน้าต่างโปรแกรม 26
3.2.2 ขั้นตอนการติดตั้งกล้องยูเอสบีเว็ปแคม (USB Webcam) 27
3.2.3 ขั้นตอนการติดตั้งอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต (Arduino I/O) 28
3.3 การทำงานของโปรแกรม 28
3.3.1 ขั้นตอนก่อนเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม 30
3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม 32
3.4 การซ้อนทับภาพเพื่อแยกสี 34
3.5 การใช้ชุดคำสั่งสำหรับอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต 35
3.6 การทำงานของชุดขับเคลื่อนสายพานด้วยบอร์ดอาดูโน่ 36

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบการคัดแยกสีของสินค้าโดยใช้สติ๊กเกอร์ที่มีขนาด
เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร 39
4.2 การทดสอบขนาดของสติ๊กเกอร์ที่เครื่องจำลองสามารถตรวจจับได้ 43
4.3 การทดลองเกี่ยวกับสีที่มีความใกล้เคียงกัน 46
4.4 การทดลองเมื่อนำสินค้าที่มีสีสติ๊กเกอร์ต่างกัน 2 ชิ้นมาวางลง
บนเครื่องทดสอบพร้อมกัน 48

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง 49
5.2 จุดเด่น จุดด้อย และข้อจำกัดของโครงงานที่ทำขึ้น 50
5.3 แนวทางการพัฒนาเพิ่มเติม 51

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 52

ภาคผนวก ก ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพ 53
ภาคผนวก ข การทดลอง 56
ภาคผนวก ค คำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลภาพ 66

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 73

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน 2

4.1 การทดสอบการคัดแยกสีของสินค้าโดยใช้สติ๊กเกอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร จำนวนสีละ 10 ครั้ง 42

4.2 การทดสอบการคัดแยกสีของสินค้าโดยใช้สติ๊กเกอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร จำนวน 10 ครั้ง 45

4.3 การทดลองเกี่ยวกับสีที่มีความใกล้เคียงกัน 48

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 พิกัดของระบบภาพดิจิทัล 4
2.2 การแปลงภาพอนาล็อกให้เป็นภาพดิจิทัล 5
2.3 ภาพแบบภาพขาวดำ 6
2.4 ภาพแบบโทนสีเทา 6
2.5 ภาพแบบอาร์จีบี 7
2.6 ภาพแบบดัชนี 7
2.7 แบบจำลองสีอาร์จีบี 10
2.8 แบบจำลองสีเอสเอชวี 10
2.9 จุดศูนย์กลางของพื้นที่ที่มีรูปร่างต่าง ๆ 12
2.10 บริเวณของพื้นที่ขนาดเท่ากับ 9 พิกเซล 13
2.11 เส้นรอบรูปของพื้นที่ขนาดเท่ากับ 8 พิกเซล 13
2.12 แกนหลัก และแกนรอง 14
2.13 การอัดแน่นของพื้นที่ใด ๆ 14
2.14 การปิดล้อมวัตถุของพื้นที่ 15
2.15 ตัวอย่างโปรแกรมแบบจำลองที่แสดงผลในหน้าต่าง 16
2.16 ภาพองค์ประกอบพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตของบอร์ดอาดูโน่ 17
2.17 ชุดขับมอเตอร์ L298N 19
2.18 มอเตอร์เกียร์กระแสตรง 12 โวลต์ 300 รอบต่อนาที 20
2.19 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Reflective Photoelectric) 20
2.20 วงจรภาคส่งของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ 21
2.21 วงจรภาครับของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ 22
3.1 ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี 24
3.2 หลักการทำงานของการประมวลผลภาพ 25
3.3 หน้าต่างประสานกราฟิกกับผู้ใช้งาน (GUI) 26
3.4 ส่วนประกอบการแสดงผลของโปรแกรม 27
3.5 การติดตั้งอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต 28
3.6 การทำงานของโปรแกรมจัดหมวดหมู่สินค้า 29
3.7 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม 30
3.8 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม CAMERA 30

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 หน้าต่างเพื่อเลือกใช้งานกล้อง 31

3.10 หน้าต่างเลือกขนาดการแสดงผล 31

3.11 หน้าต่างตอนเริ่มการทำงานโปรแกรม 32

3.12 ตรวจพบสินค้าชนิด A 33

3.13 ตรวจพบสินค้าชนิด B 33

3.14 โปรแกรมในส่วนของการซ้อนทับภาพ 34

3.15 การซ้อนทับภาพเพื่อให้ได้สีแดง 34

3.16 โปรแกรมคำสั่งในส่วนอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต 35

3.17 การทดลองสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดง 36

3.18 การทดลองสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีเขียว 37

3.19 การทดลองสินค้าชนิดอื่นๆ ที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงิน 38

4.1 การวางสินค้าชนิด A ลงบนชุดสาธิต 40

4.2 หน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าชนิด A 40

4.3 การลำเลียงวัสดุชนิด A ไปทางซ้ายมือ 40

4.4 การวางสินค้าชนิด B ลงบนชุดสาธิต 41

4.5 หน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าชนิด B 41

4.6 การลำเลียงสินค้าชนิด B ไปทางขวามือ 41

4.7 การวางสินค้าที่ไม่ทราบชนิดลงบนชุดสาธิต 42

4.8 หน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าไม่ทราบชนิด (สีน้ำเงิน) 42

4.9 สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร 43

4.10 สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร 44

4.11 สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร 44

4.12 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมประมวลผลให้เป็นสินค้าชนิด A 46

4.13 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมประมวลผลให้เป็นสินค้าที่ไม่ระบุชนิด 47

4.14 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมประมวลผลให้เป็นสินค้าชนิด B 47

4.15 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมไม่สามารถจัดหมวดหมู่ได้ 47

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการจัดเก็บของหรือจะทำการคัดแยกของไปเก็บในที่ต่าง ๆ เป็นเรื่องที่ยุ่งยากและเสียเวลามากเพราะต้องใช้เวลาในการตรวจสอบว่าประเภทของสินค้านั้น ๆ เป็นสินค้าประเภทใดจึงต้องใช้เวลาในการคัดแยก เนื่องด้วยในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามีระบบสายพานลำเลียงที่ใช้ในการคัดแยกวัตถุแบบอัตโนมัติซึ่งมีความเร็วในการคัดแยกสม่ำเสมอและสะดวกในการจัดประเภทหรือหมวดหมู่สินค้าโดยอาศัยหลักการทำงานของการประมวลผลภาพในรูปแบบของระบบสีอาร์จีบีที่รับข้อมูลจากกล้อง เมื่อนำสินค้าวาง ณ ตำแหน่งที่กำหนดตัวเซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณให้ตัวโปรแกรมรับค่าอินพุตผ่านกล้องไปยังตัวโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผล จากนั้นโปรแกรมจะทำการส่งสัญญาณเอาท์พุตไปยังมอเตอร์เพื่อทำการเคลื่อนย้ายสินค้านำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการคัดแยกหรือจัดหมวดหมู่สินค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าที่ได้มีการคิดค้นขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกในการคัดแยกสินค้าที่มีความแม่นยำในการคัดแยกสูง เพื่อที่จะลดความผิดพลาด ความยุ่งยาก และเวลาในการคัดแยกวัสดุหรือสินค้าที่นำมาจัดเก็บ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อสร้างชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพในการคัดแยกสินค้า 2 ชนิดด้วยระบบสีอาร์จีบี

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สามารถคัดแยกวัสดุหรือสินค้าได้เพียงครั้งละ 1 ชนิด
2. สามารถคัดแยกได้เฉพาะสินค้าที่ได้ทำสัญลักษณ์สีแดง กับสีเขียว สินค้าที่มีสัญลักษณ์สี-น้ำเงิน ระบบจะไม่ทำงาน
3. สามารถคัดแยกสีที่มีโทนสีใกล้เคียงกับสีอาร์จีบีได้
4. การคัดแยกสินค้านั้นจะต้องมีความสูงไม่เกิน 13 เซนติเมตร และไม่ต่ำกว่า 2 เซนติเมตร
5. สีที่นำมาใช้จะต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 6 มิลลิเมตร

1.4 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน

หัวข้อการปฏิบัติงาน	ภาคการศึกษาที่ 1/2559					ภาคการศึกษาที่ 2/2559				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ศึกษาการเขียนโปรแกรม										
2. ศึกษาเกี่ยวการประมวลผลภาพ										
3. ออกแบบโปรแกรมโดยใช้การประมวลผลภาพ										
4. ทำการทดสอบโปรแกรมกับ บอร์ดอาดูโน่										
5. ทำการออกแบบวงจรในการขับเคลื่อนชุดสายพาน										
6. ทดสอบการทำงานโปรแกรมการขับเคลื่อน										
7. ทำการทดสอบการทำงานของชุดสาธิต										
8. วิเคราะห์และสรุปผล										

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีประมวลผลภาพ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2. สามารถสร้างชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าได้
3. ชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ

1.6 งบประมาณที่ใช้

1. ค่าวัสดุในการทำชุดสาธิต	2500 บาท
2. ค่ากระดาษสำหรับพิมพ์	500 บาท
3. บอร์ดอาดูโน่	400 บาท
4. ค่าเข้าเล่มโครงงาน	900 บาท
5. ค่าเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ	50 บาท
รวมทั้งสิ้น	4450 บาท

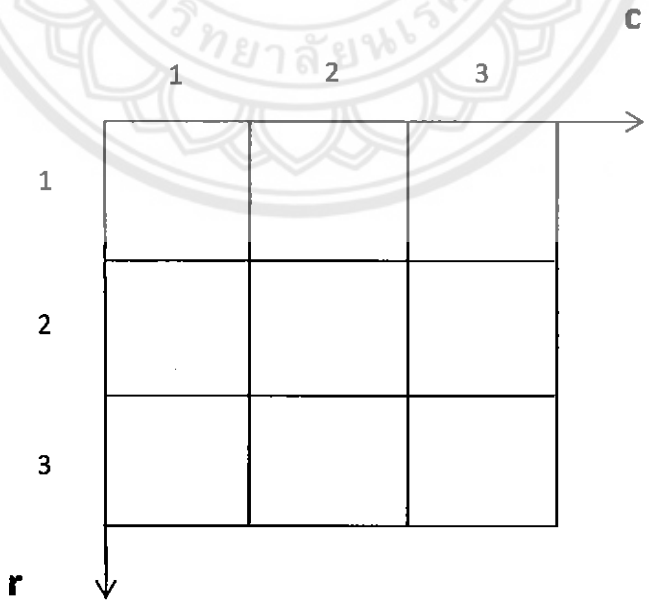
หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

โครงงานนี้จะมุ่งเน้นในเรื่องการประมวลผลภาพสำหรับใช้ในระบบการหมวดหมู่สินค้า เพื่ออำนวยความสะดวกในการจัดหมวดหมู่สินค้าและลำเลียงออกไปยังส่วนพื้นที่ต่าง ๆ โดยนำความรู้เรื่องทฤษฎีของการประมวลผลภาพและหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนำมาใช้ในกระบวนการจัดหมวดหมู่และลำเลียงสินค้าที่จะมีการพัฒนาขึ้นมาในโครงงานนี้เพื่อไปพัฒนาต่อในอนาคต

2.1 ความรู้พื้นฐานด้านการประมวลผลภาพดิจิทัล

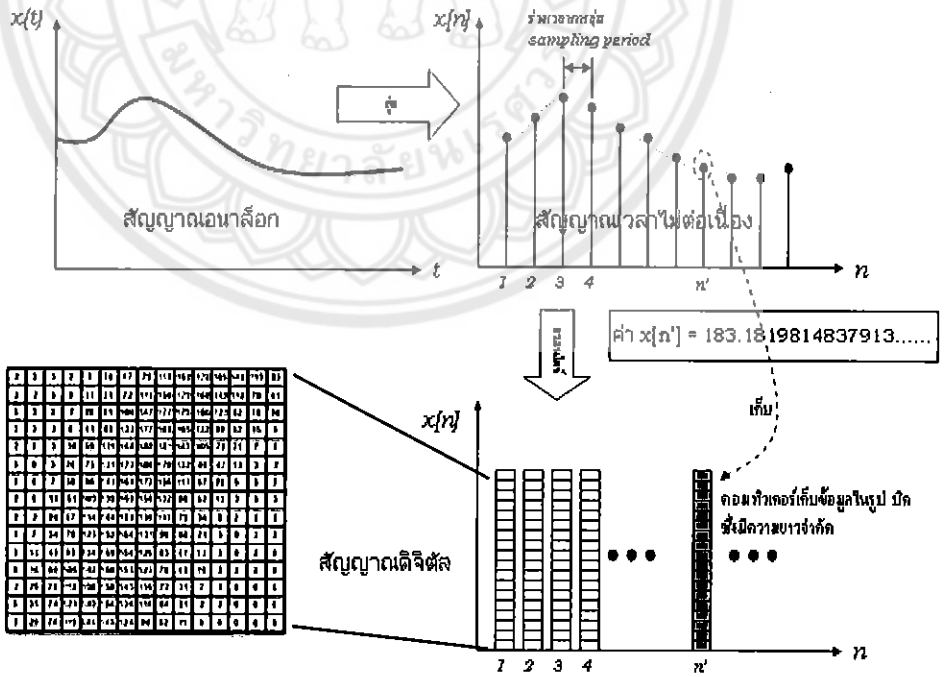
การประมวลผลภาพดิจิทัลจะเกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล เพื่อที่จะสามารถนำเอาข้อมูลนี้ไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้ซึ่งการทำงานของคอมพิวเตอร์ระบบการรับข้อมูลเข้าหรือส่งข้อมูลออกจะอยู่ในรูปแบบดิจิทัลเท่านั้น ในการประมวลผลภาพดิจิทัล เมื่อระบบได้รับข้อมูลภาพเข้าไปแล้วจะทำการคำนวณและส่งออกมาเป็นข้อมูลที่ใช้แทนข้อมูลภาพดิจิทัลเหล่านั้น การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความทรงจำของคอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการจองหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปร (array) ดังรูปที่ 2.1 โดยค่าในแต่ละช่องจะแสดงถึงคุณสมบัติของจุดภาพพิกเซล (pixel) และตำแหน่งของช่องตัวแปรเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพแบ่งเป็นช่องสเกล



รูปที่ 2.1 พิกัดของระบบภาพดิจิทัล

พิกัดของระบบภาพดิจิทัลการแปลงภาพเป็นภาพขาวดำมีขั้นตอนในการทำคือ แปลงภาพสีเป็นโทนสีเทาแล้วแปลงภาพโทนสีเทาที่ได้เป็นภาพขาวดำอีกที การแปลงภาพโทนสีเทาเป็นภาพขาวดำจำเป็นต้องมีการกำหนดค่าเริ่มต้นเพื่อให้ได้ภาพขาวดำที่เหมาะสม ค่าเริ่มต้นมีไว้สำหรับกำหนดว่าค่าความสว่างของรูปในแต่ละพิกเซลเมื่อแปลงเป็นภาพขาวดำแล้วพิกเซลดังกล่าวควรจะเป็นสีดำหรือสีขาวตัวอย่างเช่น เรากำหนดค่าเริ่มต้นไว้ที่ 128 แล้วอ่านค่าความสว่างในพิกเซลแรกของรูปได้ 200 ดังนั้นเมื่อทำการแปลงเป็นภาพขาวดำแล้วพิกเซลแรกนี้จะต้องเป็นสีขาว เป็นต้น หลายคนอาจจะเข้าใจผิดว่าภาพโทนสีเทาเป็นภาพขาวดำแต่ความจริงแล้วไม่ใช่ภาพโทนสีเทาเป็นภาพที่มีระดับของความสว่างอยู่โดยทั่วไปจะอยู่ที่ 0-255 ภาพโทนสีเทาก็คือภาพที่มีค่าสีอาร์จีบีเท่ากันหมดส่วนภาพขาวดำมีแค่ 0 กับ 1

ในการแปลงภาพให้เป็นสัญญาณดิจิทัลนั้นระบบจะนำรูปที่รับเข้ามาไปคำนวณ โดยกระบวนการสุ่มตัวอย่าง (Sampling) และการแบ่งนับ (Quantization) และส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิทัลคอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำ โดยการจองหน่วยความจำภายในเครื่องในรูปแบบของอาร์เรย์ โดยค่าในแต่ละช่องของอาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของรูปที่จุดพิกเซลนั้น ๆ และตำแหน่งของช่องอาร์เรย์ก็เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดพิกเซลภายในภาพด้วย ดังรูปที่ 2.2

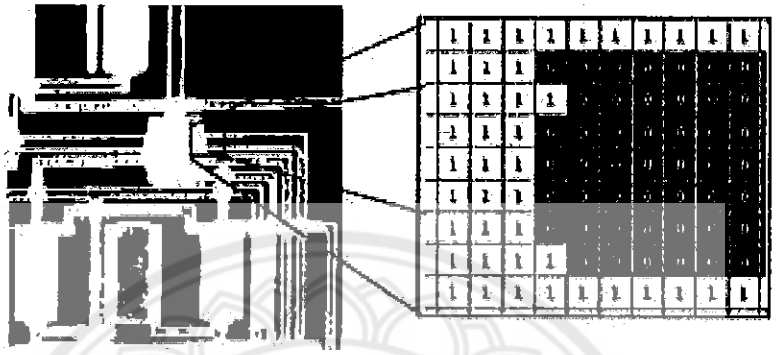


รูปที่ 2.2 การแปลงภาพแอนะล็อกให้เป็นภาพดิจิทัล

ที่มา : http://learn.hamamatsu.com/articles/microscopyimaging.html

ภาพดิจิทัลที่ได้จะมีรูปแบบการเก็บเป็นเมทริกซ์ซึ่งจะมีการจัดเก็บภาพแต่ละชนิดต่างกันขึ้นอยู่กับระบบสีของภาพดังกล่าว โดยแบ่งชนิดของภาพได้ดังนี้

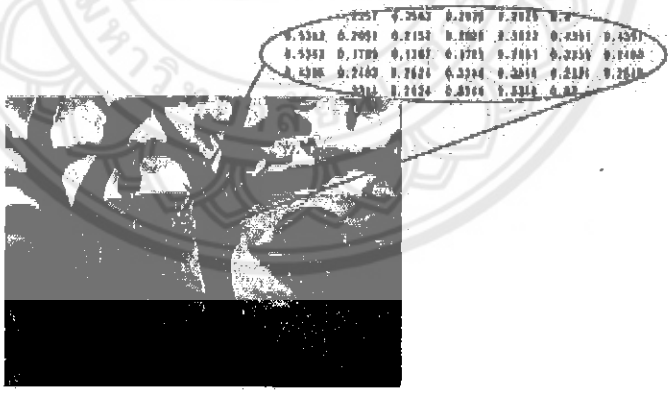
1. ภาพขาวดำ (Binary image) เป็นรูปที่ใช้เนื้อที่เพียง 1 บิตต่อพิกเซล โดยค่าสีจะมีแค่สองค่าคือ 0 หรือสีดำ และ 1 หรือสีขาวดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ภาพแบบภาพขาว-ดำ

ที่มา : http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/

2. ภาพโทนสีเทา (Grayscale Image) เป็นรูปที่เก็บโดยใช้รูปแบบของอาร์เรย์ 2 มิติ โดยค่าที่เก็บจะมีค่าอยู่ในช่วงๆหนึ่ง ซึ่งระดับของสีขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสีดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ภาพแบบโทนสีเทา

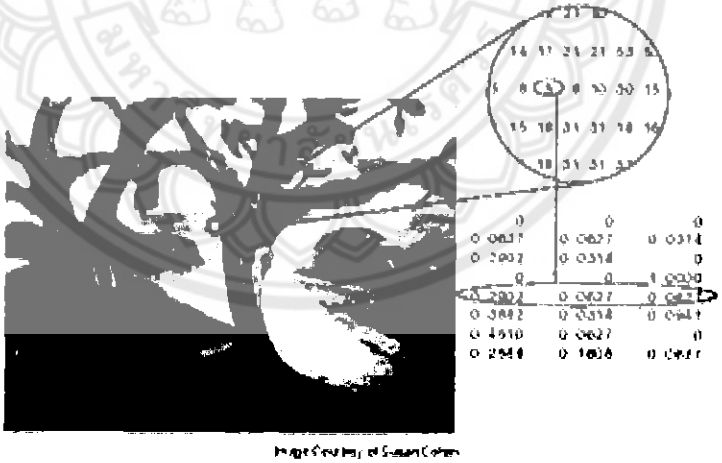
ที่มา : http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/

3. ภาพแบบอาร์จีบี (RGB Image) เป็นรูปที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติขนาด $m \times n \times 3$ โดยที่ m คือความยาว และ n คือ ความกว้างของภาพในหน่วยพิกเซล โดยในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกันคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 ภาพแบบอาร์จีบี

ที่มา : http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/

4. ภาพแบบดัชนี (Indexed Image) คือ การเก็บค่าสีในรูปของค่าตัวแปรดัชนี และในแต่ละช่องของอาร์เรย์จะเก็บตำแหน่งค่าสีของดัชนีนั้น ๆ ไว้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ภาพแบบดัชนี

ที่มา : http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/

2.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

ชีวิตประจำวันในปัจจุบันไม่ว่าจะเป็นการดำเนินการใด ๆ ก็มักจะเกี่ยวข้องกับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่งเสมอ เช่น การถ่ายภาพผ่านกล้องดิจิทัล การส่งข้อมูลภาพผ่านทางคอมพิวเตอร์หรือระบบปฏิบัติการอื่น ๆ และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูลที่ได้มาจากการถ่ายภาพหรือได้จากการบันทึกวีดีโอจึงเกิดเป็นเทคนิคการประมวลผลภาพขึ้นมาเพื่อใช้ในเชิงวิเคราะห์ข้อมูลหรือปรับแต่งคุณภาพรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลให้ดีขึ้นเช่น ระบบตรวจจับใบหน้า ระบบสแกนลายนิ้วมือรวมถึงระบบจัดหมวดหมู่สินค้าที่ทำให้ง่ายต่อการจัดหมวดหมู่ของสินค้าและลำเลียงขนส่งสินค้าในโรงงาน โดยใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพ

เทคนิคในการประมวลผลภาพ

ในการประมวลผลภาพมีเทคนิคต่าง ๆ ให้เลือกใช้มากมายรวมถึงหลักการการทำงานเพื่อจัดการข้อมูลและสามารถปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลได้ตามที่ต้องการ โดยจะมีเทคนิคในการประมวลผลภาพดังนี้

1. การบีบอัดภาพ (Image Compression) เป็นเทคนิคการบีบอัดภาพกราฟิกเพื่อให้ภาพมีขนาดเล็กง่ายในการจัดเก็บไฟล์ข้อมูลในสมัยก่อนไฟล์ภาพจะเป็น '.bmp' ซึ่งใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บมากคุณภาพจะลดลงตามค่าที่ถูกบีบอัด

2. การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) เป็นเทคนิคการเพิ่มความถูกต้องให้กับข้อมูลภาพหรือข้อมูลวีดีโอ โดยทำให้รายละเอียดของภาพที่ชัดให้มีความชัดเจนขึ้นหรือทำให้คุณลักษณะสำคัญเด่นขึ้นเพื่อเพิ่มคุณภาพของข้อมูลต้นฉบับเพื่อนำมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล

3. การซ่อมแซมภาพ (Image Restoration) เป็นเทคนิคคล้ายกับการปรับปรุงคุณภาพของภาพ คือการเน้นไปที่การปรับปรุงภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลวัตถุที่เป็นภาพ 3 มิติมากกว่าภาพ 2 มิติ เช่นข้อมูลภาพที่ได้จากดาวเทียมเนื่องจากสภาพพื้นผิวของโลกมีลักษณะกลมภาพที่ได้จึงไม่มีลักษณะตั้งฉากกับข้อมูล

4. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นเทคนิคที่ช่วยในการปรับปรุงความคมชัดของรูปภาพให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นเพื่อช่วยให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างความแม่นยำและถูกต้อง

5. การสร้างภาพตัดขวาง (Image Synthesis) เป็นเทคนิคในการสร้างภาพตัดขวางหรือการสร้างโมเดล 3 มิติจากข้อมูลภาพ 2 มิติเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการลำลองรูปภาพ เช่นในทางการแพทย์ภาพจากเครื่องซีทีสแกน (CT Scan)

6. การประมวลผลภาพสี (Color image processing) เป็นเทคนิคในการใช้สีในการแยกแยะลักษณะที่สำคัญของภาพที่เราสนใจเพื่อเน้นหรือแสดงส่วนที่เราต้องการให้แยกออกจากส่วนอื่นอย่างชัดเจน

7. การประมวลผลด้านโครงสร้าง (Morphological processing) โดยเป็นเทคนิคในการแยกแยะองค์ประกอบของภาพเพื่อแสดงส่วนของโครงสร้างภาพที่ต้องการทำให้เห็นโครงสร้างของภาพชัดเจน

8. การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) เป็นเทคนิคการแบ่งส่วนภาพที่เราต้องการออกจากภาพอื่นอย่างชัดเจนเพื่อทำการวิเคราะห์ภาพในส่วนที่เราต้องการโดยเฉพาะ

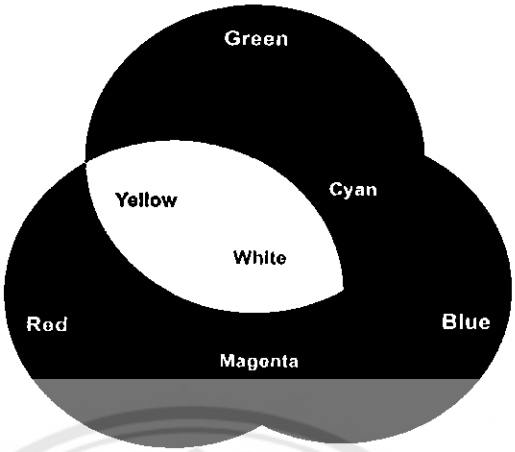
9. การจดจำรูปแบบภาพ (Image Recognition) เป็นเทคนิคสำคัญที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นการจดจำและเปรียบเทียบข้อมูลรายละเอียด และจุดสำคัญของภาพเพื่อทำการวิเคราะห์ภาพจากฐานข้อมูล

2.3 แบบจำลองสี (Color Model)

แบบจำลองสี เป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงถึงสีต่าง ๆ สำหรับคอมพิวเตอร์แล้วเราจะไม่ใช้แบบจำลองที่เป็นแบบจำลองทางการวิเคราะห์ (Analytical Model) เหมือนกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ซึ่งใช้วิธีการวัดซึ่งอยู่ในรูปของพลังงานช่วงของสเปกตรัม (Spectrum) แต่จะเป็นแบบจำลองทางทฤษฎี (Empirical Model) ที่ได้รับสัมพันธ์ของค่าที่ใช้อ้างอิงกับสีใด ๆ จากการทดลองที่เป็นการศึกษาแบบ ที่มีการเข้ารับรู้ของมนุษย์มาเกี่ยวข้อง

2.3.1 แบบจำลองสีอาร์จีบี (RGB Color Model)

เป็นแบบจำลองที่เฉพาะเจาะจงกับจอภาพคอมพิวเตอร์ เนื่องจากแบบจำลองสีอาร์จีบีได้ทำการสร้างสีต่าง ๆ ขึ้นโดยการใช้แหล่งกำเนิดแสงแสดงจำนวนสีสามสีได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินซึ่งแสงทั้งสามสีจะไม่เท่ากันในแต่ละอุปกรณ์ นอกเสียจากว่ามีคุณสมบัติของสารเรืองแสง การตั้งค่าจอภาพและสภาพแวดล้อมที่จอภาพคอมพิวเตอร์เหมือนกันทุกประการ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่จำนวนของพิกเซลที่อยู่ในสี โดยปกติระบบสีอาร์จีบีจะมีจำนวนบิตต่อพิกเซลคือ 24 บิตแบ่งออกเป็น สีแดง 8 บิต สีเขียน 8 บิต และสีน้ำเงิน 8 บิตรวมเป็น 24 ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แบบจำลองสีอาร์จีบี

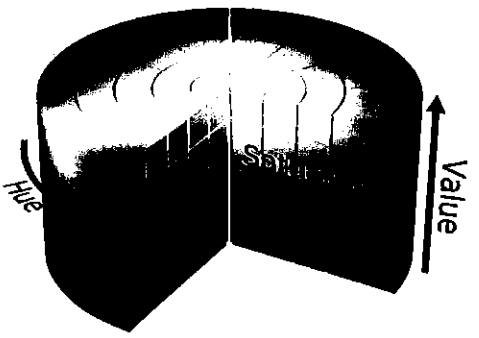
ที่มา : http://www.poeticmind.co.uk/research/rgb-cmyk-colour-systems/

2.3.2 การแปลงระบบสีอาร์จีบีเป็นระบบสีโทนสีเทา

การแปลงระบบสีอาร์จีบีเป็นระบบสีโทนสีเทานั้นจะทำการคิดคำนวณค่าในแต่ละจุดสี โดยแทนค่าอาร์จีบีทั้งสามค่าใหม่ตามสูตร $0.2989 \times R + 0.5870 \times G + 0.1140 \times B$ เมื่อค่าของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเท่ากันหมดแล้วจึงได้เป็นสีแบบโทนสีเทา

2.3.3 แบบจำลองสีเอสเอชวี (HSV Color Model)

เป็นแบบจำลองสีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นทางเลือก โดยแบบจำลองสีเอสเอชวีจะให้ความหมายที่ดีกว่าเมื่อกล่าวถึงสีต่าง ๆ ในเชิงศิลปะเช่นเมื่อพูดถึงสีเหลืองในทางศิลปะจะมีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาสีเหลืองอ่อน สีเหลืองแก่หรือสีน้ำตาลว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร จะพบว่าทุกสีคือสีเหลืองนั้นเองที่มีระดับความเข้มหรือมีความอิ่มตัวที่แตกต่างกันดังนั้นสีในแบบจำลองสีเอสเอชวี จึงให้ความรู้สึกที่เข้าใจได้มากกว่าสำหรับมนุษย์ซึ่งจำลองสีเอสเอชวีประกอบด้วยสามส่วนดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แบบจำลองสีเอสเอชวี

ที่มา : http://aventures-logicielles.blogspot.com/2010/11/playing-with-hsv-colors-and-html5.html

H หมายถึง สีที่มีค่าที่แตกต่างกันออกไปตามความถี่ของแสงที่ปล่อยมา (Hue) เช่นสีแดง สีเหลือง สีเขียว สีน้ำเงิน หรือ สีม่วง เป็นต้น

S หมายถึง หรือความอิ่มตัว (Saturation) ของค่าสีที่มีความแตกต่างนั้นๆ เช่นสีแดง และสี-ชมพู คือ สีแดงเพียงแต่สีชมพูมีความอิ่มตัวน้อยกว่าแบบจำลองสีเอสเอชวี

V หมายถึง ค่าความสว่างของสี (Value) โดยที่ค่าความสว่างต่ำสุดหมายถึงสีดำ และค่าความสว่างสูงสุดหมายถึงสีขาวซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุดของสีที่มีความแตกต่าง และการอิ่มตัวนั้น ๆ เช่น สีที่มีความแตกต่างใด ๆ มีค่าการอิ่มตัวมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อค่าความสว่างสูงที่สุดคือสีเหลือง และความสว่างต่ำสุดคือสีดำ

2.4 เทคนิคการซ้อนทับเพื่อลบภาพ (Image Subtraction)

เป็นเทคนิคในการซ้อนทับภาพเพื่อลบภาพในส่วนที่ไม่ต้องการออก โดยทำการแยกคุณลักษณะลักษณะเฉพาะของภาพเป็นการแยกหรือสกัดเอาข้อมูลที่สำคัญของภาพออกมาซึ่งลักษณะเฉพาะของภาพเป็นคุณสมบัติที่สามารถหาได้โดยเลือกใช้ขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพโดยที่ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพประกอบด้วย 3 ส่วนคือ สี รูปร่าง และพื้นผิว

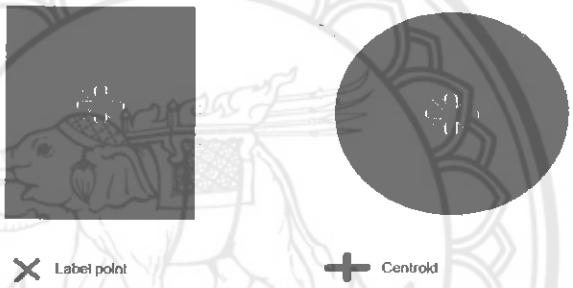
สี (Color) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่มีบทบาทสำคัญในระบบค้นคืนภาพเช่น ฮิตโตแกรมสีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสีที่ถูกนำมาใช้บ่อย ๆ เนื่องจากสีเป็นสิ่งที่สามารถมองเห็นได้ง่ายและเป็นสิ่งแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้จากการมองภาพนอกจากนี้สียังสามารถใช้ในการแยกแยะกลุ่มของภาพออกตามเนื้อหาได้เป็นอย่างดี เช่น สีฟ้าของน้ำทะเล สีแดงของดอกไม้ สีเขียวของต้นไม้ เป็นต้น

รูปร่าง (Shape) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่ใช้อธิบายถึงรูปร่างและลักษณะรวมถึงขนาดของวัตถุภายในภาพซึ่งทำให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังหรือแยกแยะระหว่างวัตถุที่มีรูปร่างแตกต่างกันออกจากกันได้

พื้นผิว (Texture) เป็นลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายความหยาบความละเอียดหรือความซับซ้อนของวัตถุภายในภาพซึ่งแต่ละภาพอาจจะประกอบด้วยวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกันออกไปการวิเคราะห์พื้นผิวจะช่วยให้สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุได้ดียิ่งขึ้น

2.5 การหาจุดศูนย์กลาง (Centroid)

จุดศูนย์กลางของมวลของพื้นที่หรือวัตถุใด ๆ ซึ่งมีการให้คำนิยามมาจากจุดศูนย์กลางในเชิงคณิตศาสตร์หรือเชิงกายภาพและมีความสำคัญในการรังวัดระยะของวัตถุต่อวัตถุในภาพโดยเราสามารถคำนวณรายละเอียดดังต่อไปนี้และแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 จุดศูนย์กลางของพื้นที่ที่มีรูปร่างต่าง ๆ

โดยในการคำนวณจุดศูนย์กลางจะต้องหาระยะของพื้นที่แล้วต่อมาจึงคำนวณหาจุดศูนย์กลางดังสมการ

$$M_{p,q} = \sum (f(x,y) - f_{background}) x^p y^p \qquad (2.1)$$

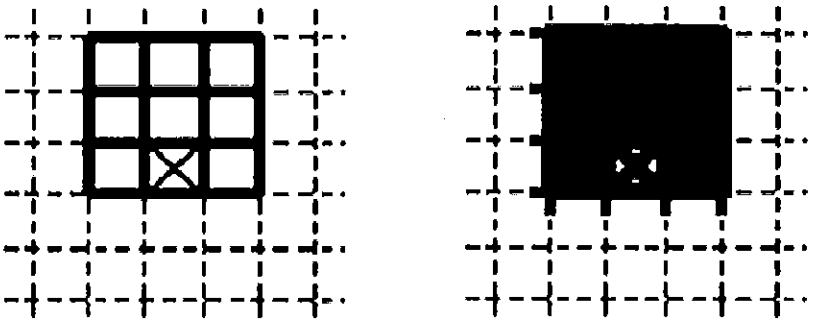
โดย $M_{p,q}$ = จุดศูนย์กลาง

X = ค่ามิติในแนวแกนนอน

Y = ค่ามิติในแนวแกนตั้ง

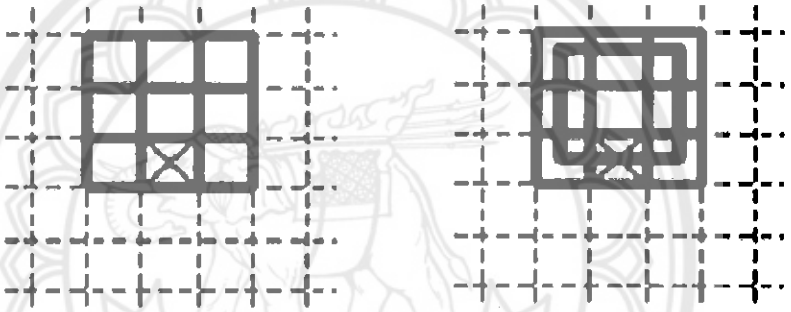
โดยมีองค์ประกอบในการพิจารณาดังนี้

บริเวณ (Area) คือจำนวนจริงของพิกเซลในช่องสี่เหลี่ยมของพื้นที่โดยทั่วไปจะพิจารณาเป็นพื้นที่สุทธิดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 บริเวณของพื้นที่ขนาดเท่ากับ 9 พิกเซล

เส้นรอบรูป (Perimeter) คือจำนวนจริงของพิกเซลที่บนขอบของพื้นที่ใดๆดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 เส้นรอบรูปของพื้นที่ขนาดเท่ากับ 8 พิกเซล

แกนหลัก (Major Axis) คือ จุดจบสองจุด (Ending Point) ที่สามารถวาดเส้นที่ยาวที่สุดใน พื้นที่ อีกทั้งสามารถคำนวณระยะและมุมได้ดังสมการ

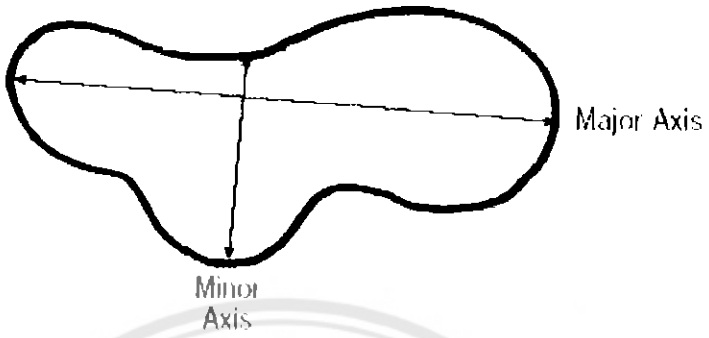
$$\text{Major} - \text{axis length} = \sqrt{(x_2 - x_2)^2 + (y_2 - y_1)^2} \qquad (2.2\ \text{ก})$$

$$\text{Major} - \text{axis angle} = \tan^{-1}\frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \qquad (2.2\ \text{ข})$$

โดย X = ค่ามิติในแนวแกนนอน

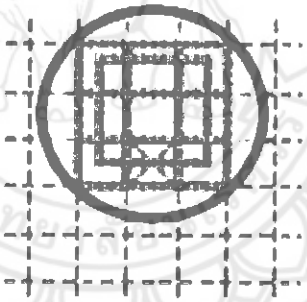
Y = ค่ามิติในแนวแกนตั้ง

แกนรอง (Minor Axis) คือ จุดจบสองจุด (Ending Point) ที่สามารถทำการวาดเส้นที่ยาวที่สุดและต้องตั้งฉากกับแกนหลักดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แกนหลัก และแกนรอง

การอัดแน่น (Compactness) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ต่อพื้นที่ของวงกลมที่มีเส้นรอบวงอันเดียวกันดังรูปที่ 2.13 โดยสามารถคำนวณหาการบีบอัดได้ตามสมการ



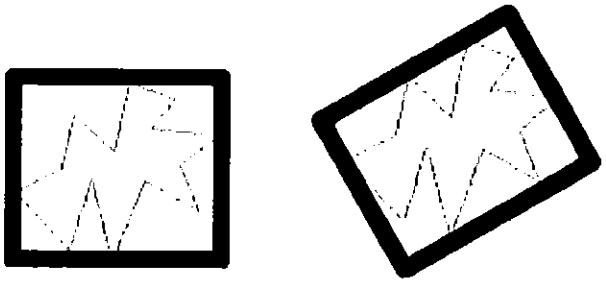
รูปที่ 2.13 การอัดแน่นของพื้นที่ใดๆ

$$\text{Compactness} = \frac{4\pi \times area}{(perimeter)^2} \qquad (2.3)$$

โดย $area$ = พื้นที่ที่ต้องการ

$perimeter$ = พื้นที่ที่ใช้ทั้งหมด

การปิดล้อมวัตถุ (Bounding Box) คือ สี่เหลี่ยมที่สามารถบรรจุพื้นที่นั้นๆ ได้ซึ่งโดยทั่วไปจะนิยมใช้สี่เหลี่ยมที่สามารถบรรจุพื้นที่ ที่มีขนาดเล็กที่สุดดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 การปิดล้อมวัตถุของพื้นที่

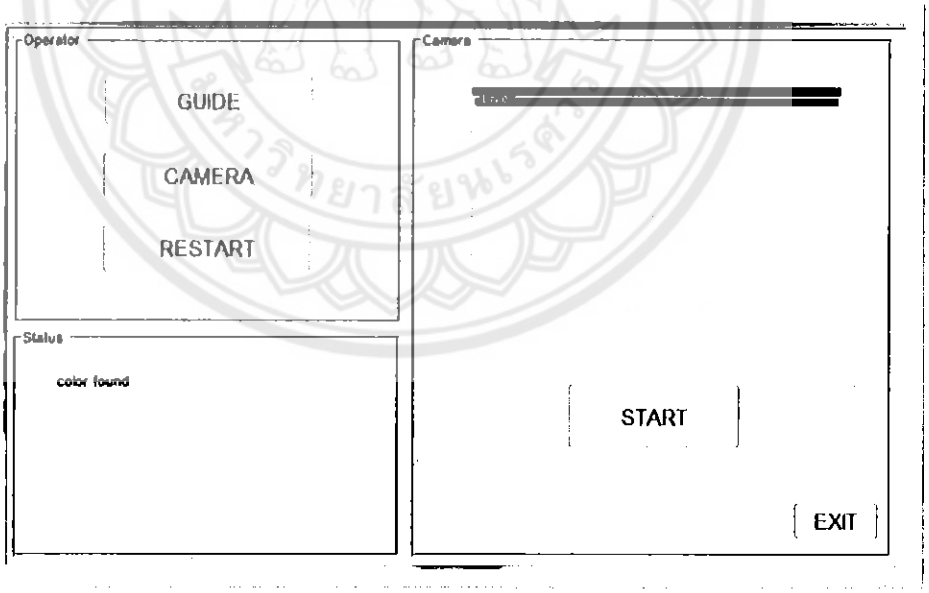
2.6 โปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB)

แมทแล็บเป็นภาษาทางคอมพิวเตอร์ระดับสูงที่ถูกออกแบบไว้ใช้งานสำหรับคำนวณเชิงตัวเลข (Numerical Computing) แสดงผลกราฟิกและเขียนแอพพลิเคชั่นทำให้เราสามารถคำนวณผลลัพธ์พัฒนาอัลกอลิทึมสร้างแบบจำลองและแอพพลิเคชั่นได้ง่าย โดยภายในตัวแมทแล็บประกอบด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ทูลบ็อกซ์ (Toolbox) และฟังก์ชันพื้นฐานจำนวนมากที่ทำให้มีการเลือกวิเคราะห์ทำได้หลากหลายวิธี พร้อมกับคำตอบที่รวดเร็วกว่าโปรแกรมตารางคำนวณ (Spreadsheet) หรือภาษาคอมพิวเตอร์สมัยก่อน เช่น C, C++, Fortran, Java และอื่น ๆ

คุณสามารถนำแมทแล็บไปประยุกต์ใช้งานได้หลายสาขามากมายในหลาย ๆ ด้านทั้งการประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) การสื่อสาร (Communication) การประมวลผลภาพและวิดีโอ (Image and Video Processing) ระบบการควบคุม (Control System) การวัดและควบคุม (Instruments and Control) การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ (Economic) การคำนวณทางชีววิทยา (Biology) และอื่น ๆ มีนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรหลายล้านคนทั้งในแวดวงการศึกษาและอุตสาหกรรมที่ใช้แมทแล็บในการคำนวณเชิงตัวเลข

2.7 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface)

ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface, GUI) เป็นฟังก์ชั่นการใช้งานส่วนหนึ่งของโปรแกรมแมทแล็บ โดยทำการการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้ภาพสัญลักษณ์เป็นการออกแบบส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีการโต้ตอบกับผู้ใช้ โดยมีการใช้งานสัญลักษณ์รูปภาพและสัญลักษณ์อื่น ๆ ของโปรแกรมแทนที่ผู้ใช้จะพิมพ์คำสั่งต่าง ๆ ในการทำงานช่วยทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้ง่ายและรวดเร็วขึ้นไม่จำเป็นต้องจดจำคำสั่งต่าง ๆของโปรแกรมมากนัก ถือเป็นวิธีการให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ให้ติดต่อสื่อสารกับระบบโดยผ่านทางภาพ เช่น ใช้เมาส์กดเลือกสัญลักษณ์แทนการพิมพ์คำสั่งดังแต่ก่อนซึ่งจะมีคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างรูปมากมายเลือกคำสั่งที่ต้องการจะวาดจากสัญลักษณ์ที่ปรากฏในโปรแกรมและใช้งานได้เลย โดยไม่ต้องพิมพ์คำสั่งต่าง ๆ ทางแป้นพิมพ์ช่วยทำให้เกิดความรวดเร็วในการทำงาน และไม่ต้องเสียเวลาในการเรียนรู้และจดจำคำสั่งที่ต้องการเพียงดูจากสัญลักษณ์ที่ปรากฏในโปรแกรมก็สามารถใช้งานได้ทันที ตัวอย่างโปรแกรมที่ช่วยออกแบบโปรแกรมที่ใช้หน้าต่างแรกแสดงโปรแกรม เช่น Microsoft Visual Basic และ แมทแล็บ ตัวอย่างหน้าต่างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ในโปรแกรมแมทแล็บดังรูปที่ 2.15

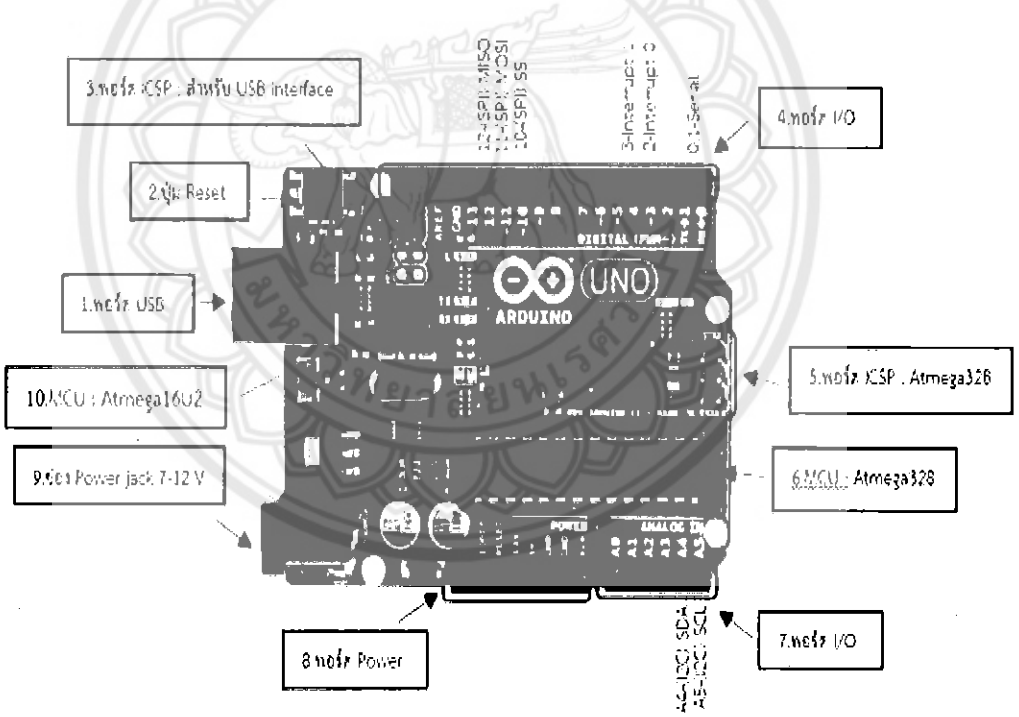


รูปที่ 2.15 ตัวอย่างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

2.8 บอร์ดอาดูโน่ ยูโน อาร์สาม (Arduino UNO R3)

อาดูโน่ เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูลเอ-อาร์วีที่มีการพัฒนาแบบมีการเปิดเผยข้อมูล (OpenSource) ทั้งด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อที่สามารถพัฒนาต่อยอดได้ โดยตัวบอร์ดอาดูโน่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

ความง่ายในการใช้งานของบอร์ดอาดูโน่ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขาอินพุตและเอาท์พุตของบอร์ดหรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกบอร์ดอาดูโน่ที่จะต่อเข้ากับบอร์ดเสริมเฉพาะ (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาต่อเข้ากับบอร์ดอาดูโน่แล้วเขียนลงในโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย โดยสามารถต่อขาอินพุตและเอาท์พุตของบอร์ดอาดูโน่ดังรูป 2.16



รูปที่ 2.16 ภาพองค์ประกอบพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตของบอร์ดอาดูโน่

ที่มา : goo.gl/rErsqccontent_copy

โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. USB Port : ใช้สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ดอาดูโน่

2. Reset Button : เป็นปุ่มเริ่มต้นการทำงานใหม่เมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3. ICSP Port : ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม

4. I/O Port : Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ในพอร์ตบางพอร์ตจะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น พอร์ต 0, 1 เป็นขา Tx, Rx Serial, พอร์ต 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 เป็นขา PWM

5. ICSP Port : Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้ในโปรแกรมอื่นๆ

6. MCU : Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ดอาดูโน่

7. I/OPort : นอกจากจะเป็นดิจิทัลอินพุตเอาท์พุตแล้วยังเป็นช่องรับสัญญาณตั้งแต่ขา A0-A5

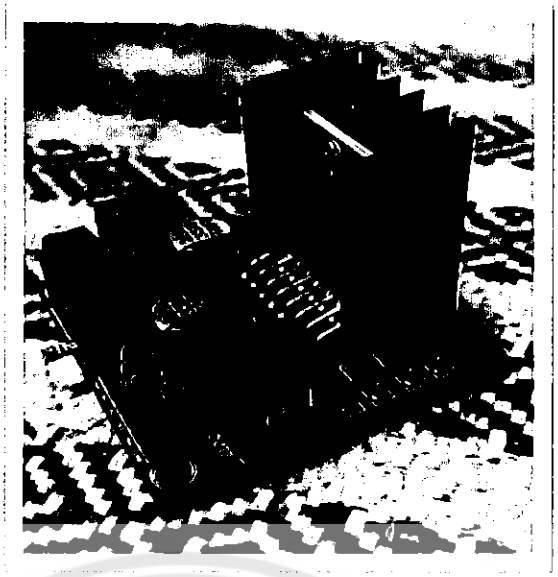
8. Power Port : ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอกประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์, +5 โวลต์, กราวน์

9. Power Jack : รับไฟจากตัวปรับต่อโดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 โวลต์

10. MCU : ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมต่อ โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Atmega16U2

2.9 ชุดขับมอเตอร์ L298N Dual H-Bridge Motor Controller

สำหรับหุ่นยนต์ (Robot) แล้วสิ่งที่เป็นพลังขับเคลื่อนหลักให้กับหุ่นยนต์นั้นก็คงจะหนีไม่พ้นมอเตอร์ ซึ่งต้องการการควบคุมจากชุดขับมอเตอร์ (Motor Driver) ที่จะเข้ามาควบคุมทั้งทิศทางและความเร็วของมอเตอร์นั้นก็คือ "L298N Dual H-Bridge Motor Controller" ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกเลือกนำไปใช้ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์ ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ทั้งหมด 2 ช่อง โดยที่วงจรของ L298N จะขับกระแสเข้ามอเตอร์ตามขั้วที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางในส่วนของความเร็วของมอเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ (PWM Pulse Width-Modulation) ดังรูปที่ 2.17

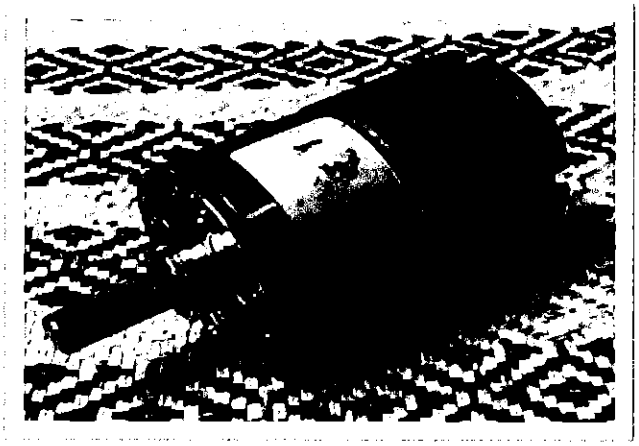


รูปที่ 2.17 ชุดขับมอเตอร์ L298N

2.10 มอเตอร์เกียร์ (Gear Motor)

มอเตอร์เป็นเครื่องกลที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลในรูปแบบของการหมุนเคลื่อนที่ โดยการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าด้วยส่วนที่หมุนได้พันด้วยขดลวดมอเตอร์เกียร์มีโครงสร้างที่สำคัญ คือ ส่วนแม่เหล็กถาวรและส่วนของขดลวดตัวนำซึ่งมีโครงสร้างคล้ายกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า มอเตอร์เกียร์ทำงานโดยการหมุนเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำและทิศทางการเคลื่อนที่การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าเรียกได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดและยังได้แพร่หลายไปยังโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เป็นอุปกรณ์ที่ได้ใช้ในการควบคุมงานและเครื่องจักรต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรกลอุตสาหกรรม เครื่องลำเลียง เป็นต้น

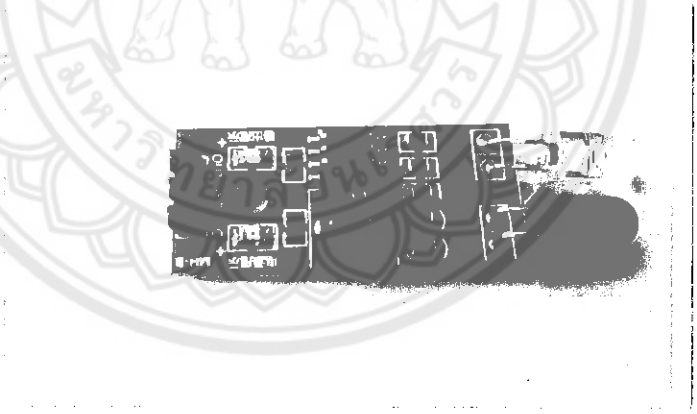
การเลือกใช้มอเตอร์เกียร์นั้นต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานซึ่งในบางครั้งจำเป็นต้องเลือกรูปแบบผสมที่มีลักษณะพิเศษที่มอเตอร์เกียร์สามารถสร้างอัตราทดได้หลากหลายโดยเฉพาะอัตราทดอย่างสูงซึ่งมีรอบไม่ถึง 10 รอบต่อนาที หรือต่ำกว่า 1 รอบต่อนาที ก็ยังทำได้ สามารถปรึกษาและดูรายละเอียดข้อมูลของมอเตอร์เกียร์เพิ่มเติมทั้งในรุ่นเกียร์ปกติที่มีของอยู่แล้วและราคาไม่แพงจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถตอบสนองการใช้งานของท่านได้อย่างหลากหลายและรวดเร็ว ซึ่งในการทำการทดลองนี้กลุ่มของข้าพเจ้าได้ทำการเลือกใช้มอเตอร์เกียร์กระแสตรง 12 โวลต์ 300 รอบต่อนาที เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนชุดสายพานดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 มอเตอร์เกียร์กระแสตรง 12 โวลต์ 300 รอบต่อนาที

2.11 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Reflective Photoelectric)

หลักการทำงานในวงจรนี้จะมีความพิเศษจากเซนเซอร์แบบสะท้อนทั่ว ๆ ไปตรงที่เซนเซอร์แบบสะท้อนที่มีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดจะใช้โฟโต้ไดโอดในการรับแสงอินฟราเรดเมื่อมีวัตถุเข้ามาบังในแนวแสงก็จะทำให้โฟโต้ไดโอดไม่ได้รับแสงที่ถูกปล่อยออกมาทำให้สถานะทางลอจิกที่เปลี่ยนไปและส่งเอาท์พุตในรูปสัญญาณดิจิทัลไปให้กลับบอร์ดอาดูโน่ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ (Reflective Photoelectric)

คุณสมบัติของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ

1. สามารถตรวจจับวัตถุในระยะ 2-30 เซนติเมตร

2. ทำงานโดยใช้ไอซีเปรียบเทียบแรงดันเบอร์ LM393

3. ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงวงจรการทำงาน 3-5.5 โวลต์

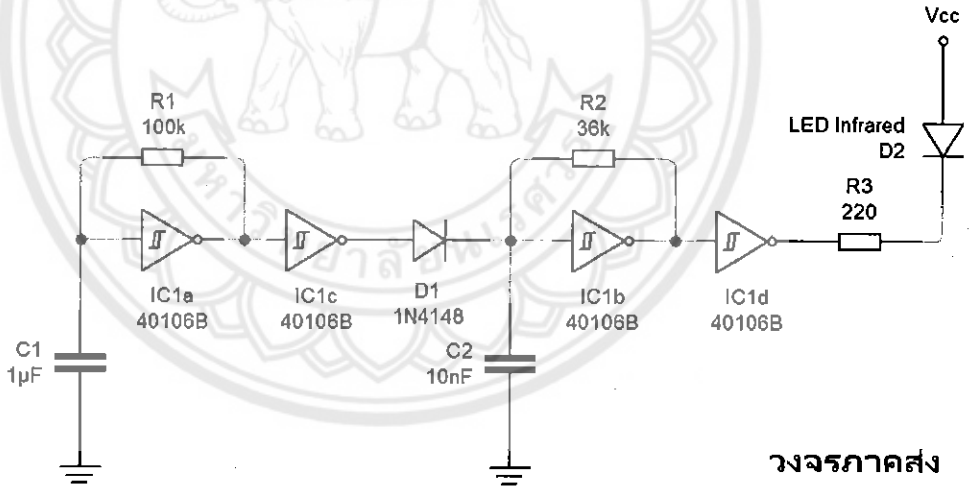
4. ใช้หลักการในการสะท้อนแสงในการตรวจจับ โดยใช้หลอดแอลอีดีอินฟราเรดส่องแสงออกไปในระยะที่ตั้งไว้ และมีโฟโต้ทรานซิสเตอร์ในการรับแสงท้อนกลับมาทำให้ค่าทางลอจิกเปลี่ยนแปลง

5. สามารถแยกสีขาวดำได้ดี

6. มีวงจรขนาดเล็กติดตั้งได้ง่าย

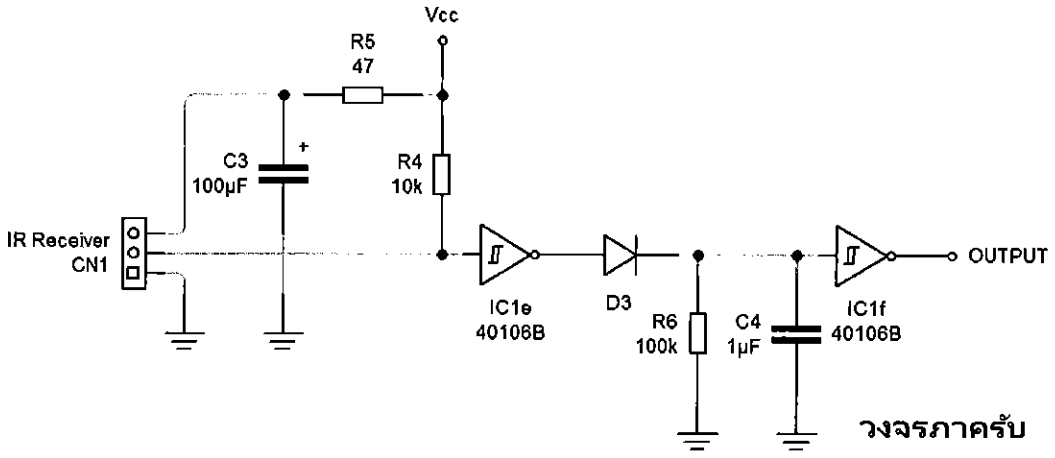
7. สามารถปรับความไวในการตรวจจับได้

วงจรตรวจจับวัตถุนี้จะใช้ตัวรับอินฟราเรดที่เป็นแบบไอซีและจะยอมรับค่าข้อมูลเข้ามาก็ต่อเมื่อแสงอินฟราเรดที่ได้รับนั้นมีการทำให้เบาบางลงมาแล้วส่งผลให้แสงอินฟราเรดที่ส่องเข้าตัวเซนเซอร์ไม่มีผลต่อการตรวจจับแสงของตัวเซนเซอร์ โดยมีการแบ่งวงจรการทำงานออกเป็นวงจรภาคส่ง และวงจรภาครับดังรูปที่ 2.20 และ 2.21



รูปที่ 2.20 วงจรภาคส่งของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ

ที่มา : goo.gl/0EVNGtcontent_copy



รูปที่ 2.21 วงจรภาครับของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ

ที่มา : goo.gl/0EVNGtcontent_copy

หลักการทำงานของวงจร

วงจรภาคส่งจะแบ่งออกได้เป็น 5 ภาค ดังนี้

1. ภาคสร้างความถี่ต่ำ 15 เฮิรตซ์เนื่องจากตัวไอซีที่เป็นตัวรับแสงอินฟราเรดจะไม่ตอบสนองต่อความถี่ 38 กิโลเฮิรตซ์ ที่ป้อนเข้าไปแบบตรง ๆ ตัวรับจะเลือกเปลี่ยนสถานะก็ต่อเมื่อมีการปล่อยความถี่ 38 กิโลเฮิรตซ์ ผสมกับคลื่นความถี่ต่ำผลที่ได้จากเอาท์พุตของตัวรับจะให้ออกมาเป็นคลื่นความถี่ต่ำที่ได้ป้อนเข้าไปผสม โดยในภาคนี้จะใช้ลอจิกเกตในการสร้างความถี่ออกมากรณีที่เป็นไอซีประเภท CMOS ซึ่งทั้งสูตรเมื่อคำนวณแล้วจะได้ออกมาเป็นค่าประมาณ จากที่ผู้เขียนได้ทำการทดลองพบว่าการใช้ค่าความต้านทาน 100 โอห์ม และตัวเก็บประจุที่มีค่า 1 ไมโครฟารัดจะให้ความถี่ประมาณ 15 เฮิรตซ์ และได้ค่าดิวตี้ไซเคิล 50 เปอร์เซ็นต์

2. ภาคบัฟเฟอร์ 1 ภาคนี้จะใช้ไอซีลอจิกน็อคเกตเป็นบัฟเฟอร์เพื่อกั้นไม่ให้โหลดมีผลต่อการผลิตความถี่หากไม่มีภาคนี้จะทำให้ค่าความถี่เปลี่ยนแปลงไปมาเนื่องจากโหลดจะไปดึงกระแสที่ควรจะถูกชาร์จให้ตัวเก็บประจุ

3. ภาคสร้างความถี่ 38 กิโลเฮิรตซ์ ที่ควบคุมได้ภาคนี้จะใช้วงจรสร้างความถี่โดยใช้ลอจิกเกตแบบธรรมดา ผู้เขียนได้ทดลองแล้วว่าตัวต้านทาน 36 โอห์ม และตัวเก็บประจุ 10 นาโนฟารัดจะผลิตความถี่ได้ประมาณ 38 กิโลเฮิรตซ์ และความถี่จะถูกสร้างต่อเมื่อมีการปล่อยสถานะทางลอจิกเป็น 0 เข้าไดโอด ทำให้ไดโอดไม่นำกระแส แต่หากปล่อยลอจิก 1 เข้าไปก็จะทำให้มีกระแสไหลไปชาร์จตัวเก็บประจุอย่างรวดเร็วและค้างไว้ทำให้ไม่มีการผลิตความถี่ออกมา

4. ภาคบัฟเฟอร์ 2 ภาคนี้จะกั้นไม่ให้โหลดที่นำมาใช้ในการต่อมีผลต่อการผลิตความถี่ 38 กิโลเฮิรตซ์

5. ภาคส่งสัญญาณ เมื่อความถี่ 15 เฮิรตซ์ และความถี่ 38 กิโลเฮิรตซ์มารวมกันก็จะได้คลื่นที่เหมาะสมสำหรับส่งออกไปแล้วในภาคนี้จะใช้หลอดแอลอีดีอินฟราเรดในการส่งสัญญาณออกไป

วงจรภาครับแบ่งออกเป็น 4 ภาค

1. ภาครับสัญญาณ ภาคนี้จะรับแสงเข้ามาโดยใช้ไอซีอินฟราเรด 38 กิโลเฮิรตซ์รับความถี่เข้ามาความถี่ที่ได้จากไอซีจะได้ออกมา 15 เฮิรตซ์ โดยความถี่สูง 38 กิโลเฮิรตซ์จะถูกตัดทิ้งไป โดย R5 ในวงจรทำหน้าที่จำกัดกระแสไหลเข้าตัวไอซี และมีตัวเก็บประจุ C3 ช่วยกรองให้แรงดันไฟเรียบมากยิ่งขึ้น หากไม่มี C3 จะทำให้แรงดันความถี่แฝงที่เราไม่ต้องการปะปนมาด้วยแล้วจะทำให้ไอซีไม่สามารถใช้งานได้

2. ภาคบัฟเฟอร์ เนื่องจากตัวไอซีให้กระแสเอาท์พุตที่ต่ำมาก ๆ ทำให้ควรใช้ไอซีต่อเป็นบัฟเฟอร์ และเลือกใช้ไอซีลอจิกเกตเป็นบัฟเฟอร์ส่งสัญญาณไปภาคต่อไป

3. ภาคแปลงความถี่เป็นสัญญาณดิจิทัลลอจิก สัญญาณอินพุตของภาคนี้จะเป็นสัญญาณความถี่ 15 เฮิรตซ์ ซึ่งยังไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งานจึงต้องวงจรในภาคนี้ในการรับสัญญาณเข้ามาแปลงเป็นสัญญาณลอจิก หลักการของวงจรคือการนำความถี่เข้ามาทางผ่านไดโอด ทำให้มีเฉพาะลอจิก 1 เท่านั้นที่สามารถผ่านไปได้ เมื่อมีลอจิก 0 ก็จะทำให้ไม่มีผลต่อตัวเก็บประจุเนื่องจากไดโอดได้กั้นแรงดันไม่ให้ไหลกลับไปอยู่ เมื่อความถี่ขอบขาขึ้นเข้ามาก็จะทำให้เกิดการชาร์จประจุอย่างรวดเร็วทำให้ตัวเก็บประจุเก็บแรงดันไว้เต็ม เมื่อถึงขอบขาลงตัวต้านทาน R6 จะทำหน้าที่ชาร์จประจุให้แรงดันลดลงเรื่อย ๆ เมื่อถึงตรงนี้มีลอจิก 1 เข้ามาเร็วพอที่จะไม่ทำให้แรงดันตกลงจนถึงค่าของแรงดันต่ำสุดที่ลอจิกเกตนับเป็นลอจิก 1 ก็จะทำให้เกิดการชาร์จประจุและวนลูปต่อไปแบบนี้เรื่อย ๆ ทำให้ลอจิกค้างสภาวะเป็น 1 ค้างไว้ แต่หากความถี่ 15 เฮิรตซ์หายไปเนื่องจากมีวัตถุมากั้นแสงที่ส่งมาจากภาคส่งก็จะทำให้ตัวเก็บประจุคลายประจุจนหมดแล้วให้ลอจิกออกมาเป็น 0

4. ภาคบัฟเฟอร์ – ภาคนี้จะทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ที่กลับสภาวะหากอินพุตที่ได้เป็นลอจิก 1 เอาท์พุตจะได้ลอจิก 0 และหากอินพุตเป็นลอจิก 0 เอาท์พุตจะให้ออกมาเป็นลอจิก 1

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

การสร้างชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบีโดยใช้กระบวนการประมวลผลภาพ ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการดำเนินการสร้างแบบจำลองการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี กระบวนการทำงานของแบบจำลองการจัดหมวดหมู่สินค้าและหลักการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในกระบวนการการจัดหมวดหมู่สินค้า

3.1 ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี

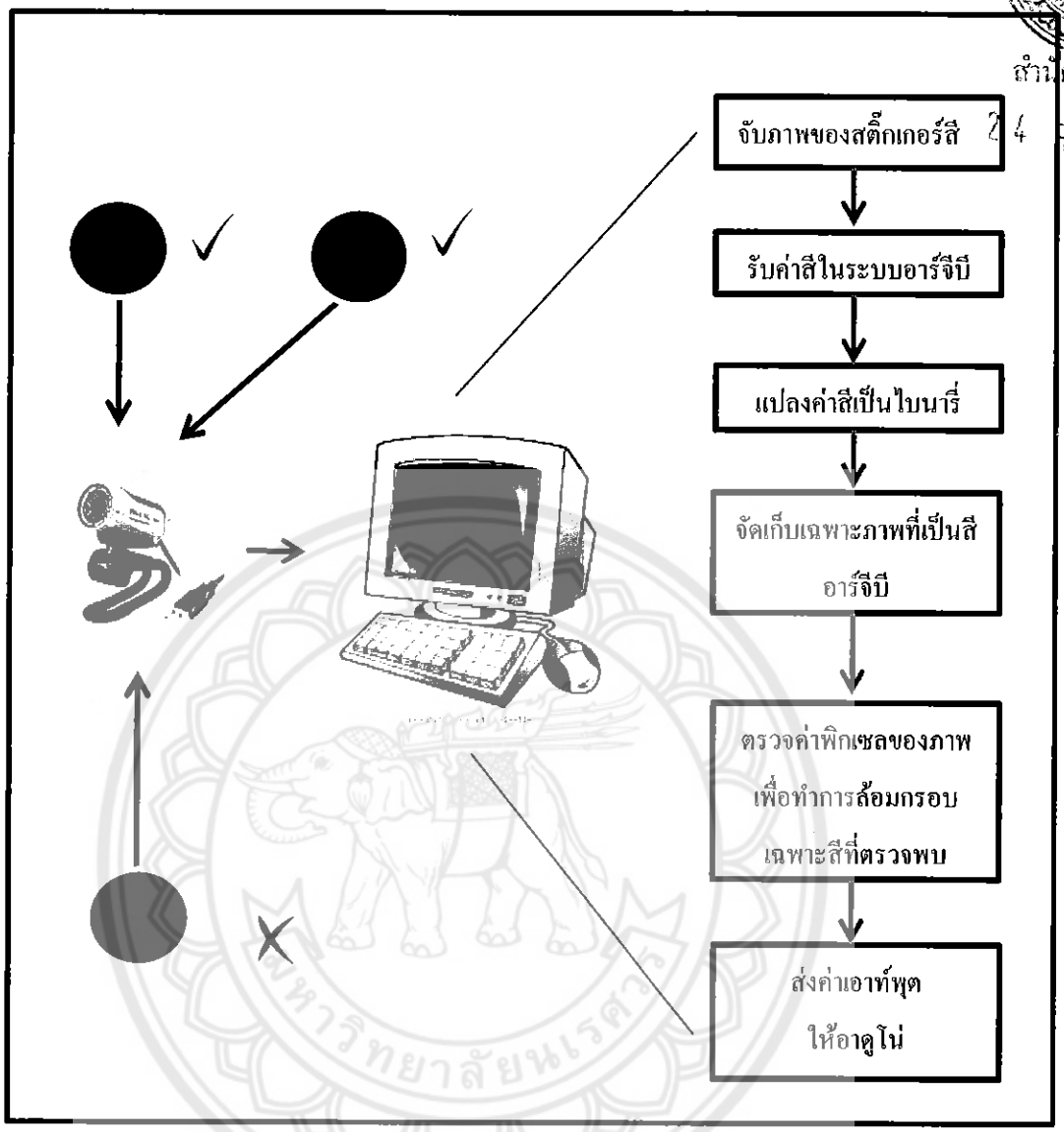
รูปที่ 3.1 ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี

จากรูปที่ 3.1 ระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ภาคหลัก ๆ คือ ภาคของการประมวลผลภาพทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรมแมทแล็บ และภาคการขับเคลื่อนชุดสายพานแบบมอเตอร์สองทิศทางโดยใช้บอร์ดอาดูโน่ในการสั่งการมอเตอร์เพื่อทำการคัดแยกและจัดเก็บสินค้า

3.2 การประมวลผลภาพ (Image processing)

ในขั้นตอนการประมวลผลภาพนี้ขั้นต้นเราใช้เทคนิคพื้นฐานความรู้ในเรื่องค่าสีพื้นฐาน (Base - RGB) มาช่วยในโปรแกรมและแบบจำลองการจัดหมวดหมู่สินค้า โดยจะสั่งการโปรแกรมการทำงานผ่านส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้งานในโปรแกรมแมทแล็บขั้นแรกเราต้องเข้าใจถึงค่าพื้นฐานของระบบที่ได้จากกระประมวลผลนี้เป็นค่าที่อยู่ในรูปแบบค่าลอจิกดิจิทัลที่คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้ได้ด้วยดังแสดงในรูปที่ 3.2

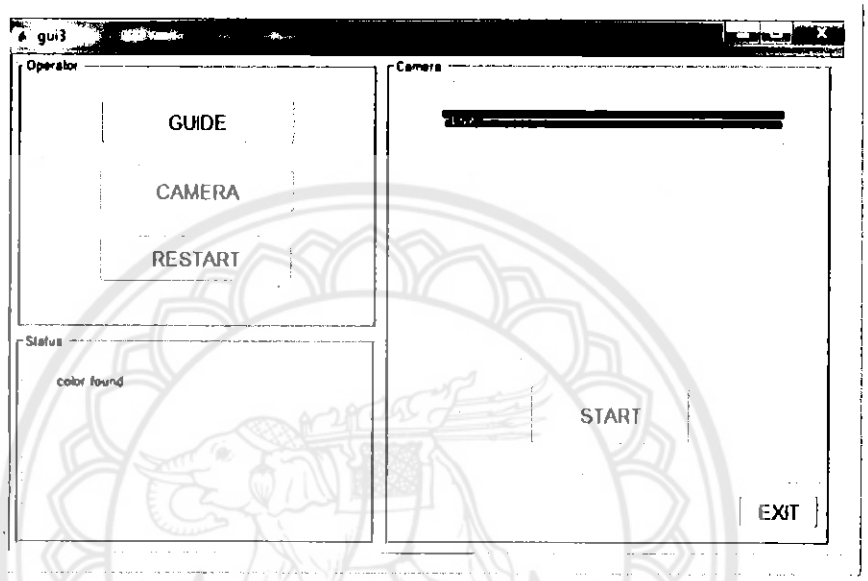
17220042
สำนักหอสมุด
24 M.A. 2561



รูปที่ 3.2 หลักการทำงานของการประมวลผลภาพ

ในการทดลองการจำลองการจัดหมวดหมู่สินค้านั้นได้ใช้เทคนิคในการมวลผลภาพสีในระบบอาร์จีบีแปลงเป็นข้อมูลไบนารี่ โดยใช้ฟังก์ชันหน้าต่างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เพื่อสั่งการให้โปรแกรมทำการประมวลผลค่าสีผ่านทางโปรแกรมแมทแล็บ โดยนำสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีมาแสดงผ่านกล้อง เมื่อกล้องตรวจพบวัตถุแล้วจะทำการจับภาพเป็นภาพนิ่งของวัตถุนั้นเพื่อทำการแปลงค่าข้อมูลพื้นฐานจากภาพที่มีค่าสีอาร์จีบีไปเป็นภาพสีอาร์จีบีในรูปไบนารี่

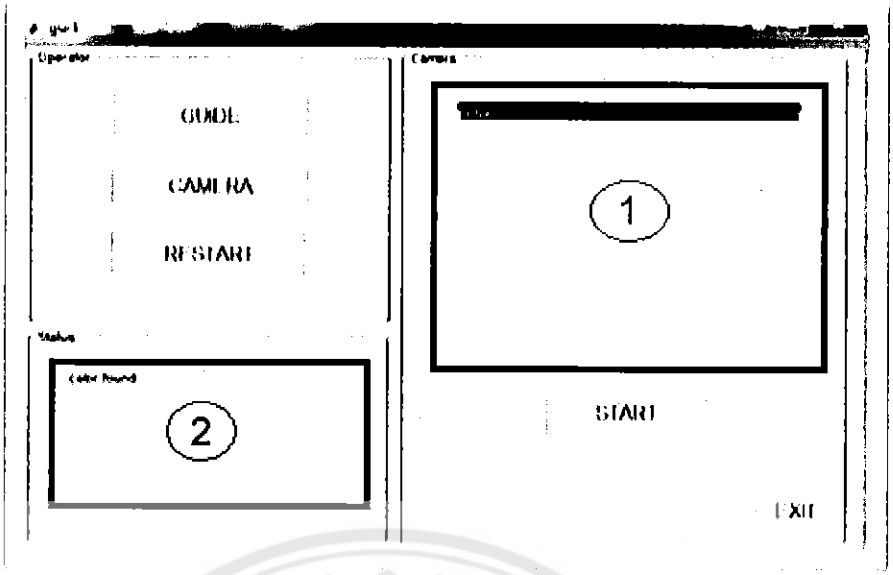
หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะทำการประมวลผลภาพว่าข้อมูลภาพที่ได้รับมานั้นเป็นภาพสีใดในระบบอาร์จีบี เมื่อทำการประมวลผลเสร็จแล้วระบบจะทำการประมวลภาพและแสดงผลออกมาเป็นสีที่ทำการประมวลผลเพื่อบอกว่าภาพสีที่ทำการประมวลผลนั้นว่ามีสีอะไร และทำการล้อมกรอบของสีนั้นเมื่อทำการรับรู้ถึงภาพสีนั้นแล้วระบบจะทำการสั่งลอจิกเอาท์พุตออกมาเพื่อสั่งการเข้าบอร์ดอาดูโน่ให้สั่งการมอเตอร์เพื่อทำการแยกสินค้านั้นตามค่าสีที่ได้ถูกตั้งไว้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แบบจำลองส่วนประสานกราฟิกกับผู้ใช้

3.2.1 องค์ประกอบของหน้าต่างโปรแกรม

ในการออกแบบหน้าต่างส่วนประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการจัดหมวดหมู่สินค้านี้เรามีแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนหลักได้แก่ ส่วนการเริ่มการแสดงการทำงานของระบบจัดหมวดหมู่สินค้าแบบเวลาจริงและส่วนแสดงผลรับของค่าที่ได้จากการโปรแกรมเพื่อบอกถึงหมวดหมู่ของสินค้านั้นดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ส่วนประกอบการแสดงผลของส่วนประสานกราฟิกกับผู้ใช้

ส่วนประกอบ

1. ส่วนของการแสดงผลจากกล้องยูเอสบีเว็บแคมไว้ใช้ในการตรวจจับสีของวัตถุที่ทำการทดลองและทำการประมวลผลภาพพร้อมทั้งล้อมกรอบสีของวัตถุนั้นว่าอยู่ตรงตำแหน่งใดของจอภาพแสดงโปรแกรม

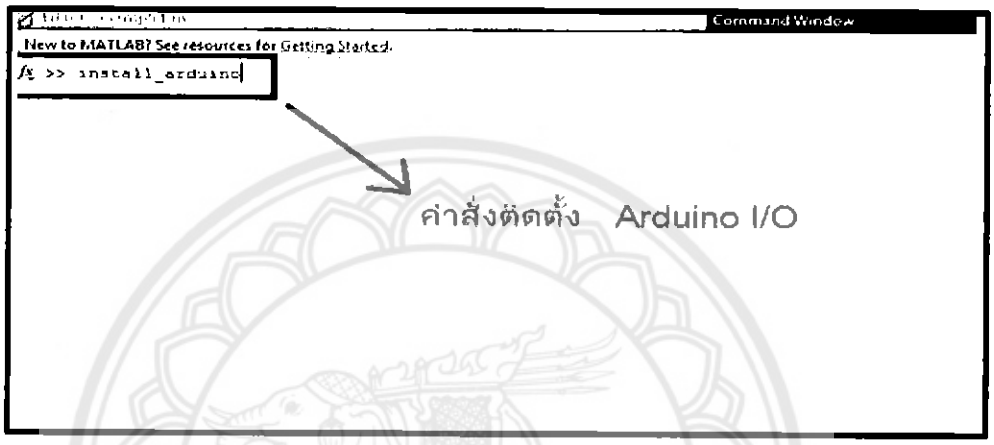
2. ส่วนแสดงผลของสีและแสดงค่าการทำงานระบบขณะที่ทำการตรวจจับสีของวัตถุว่ามีการตรวจพบสีของวัตถุนั้นเป็นสีอะไร

3.2.2 ขั้นตอนการติดตั้งกล้องยูเอสบีเว็ปแคม (USB Webcam)

ในส่วนขั้นตอนนี้เราจะต้องทำการติดตั้งไดร์เวอร์ (Diver) ของยูเอสบีเว็บแคมลงในคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งานก่อนเพื่อให้สามารถใช้งานกล้องเว็บแคมกับโปรแกรมได้ โดยเมื่อเราทำการเสียบยูเอสบีเว็บแคมในคอมพิวเตอร์เราแล้วนั้นโปรแกรมจะทำการติดตั้งไดร์เวอร์ให้โดยอัตโนมัติ

3.2.3 ขั้นตอนการติดตั้งอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต (Arduino I/O)

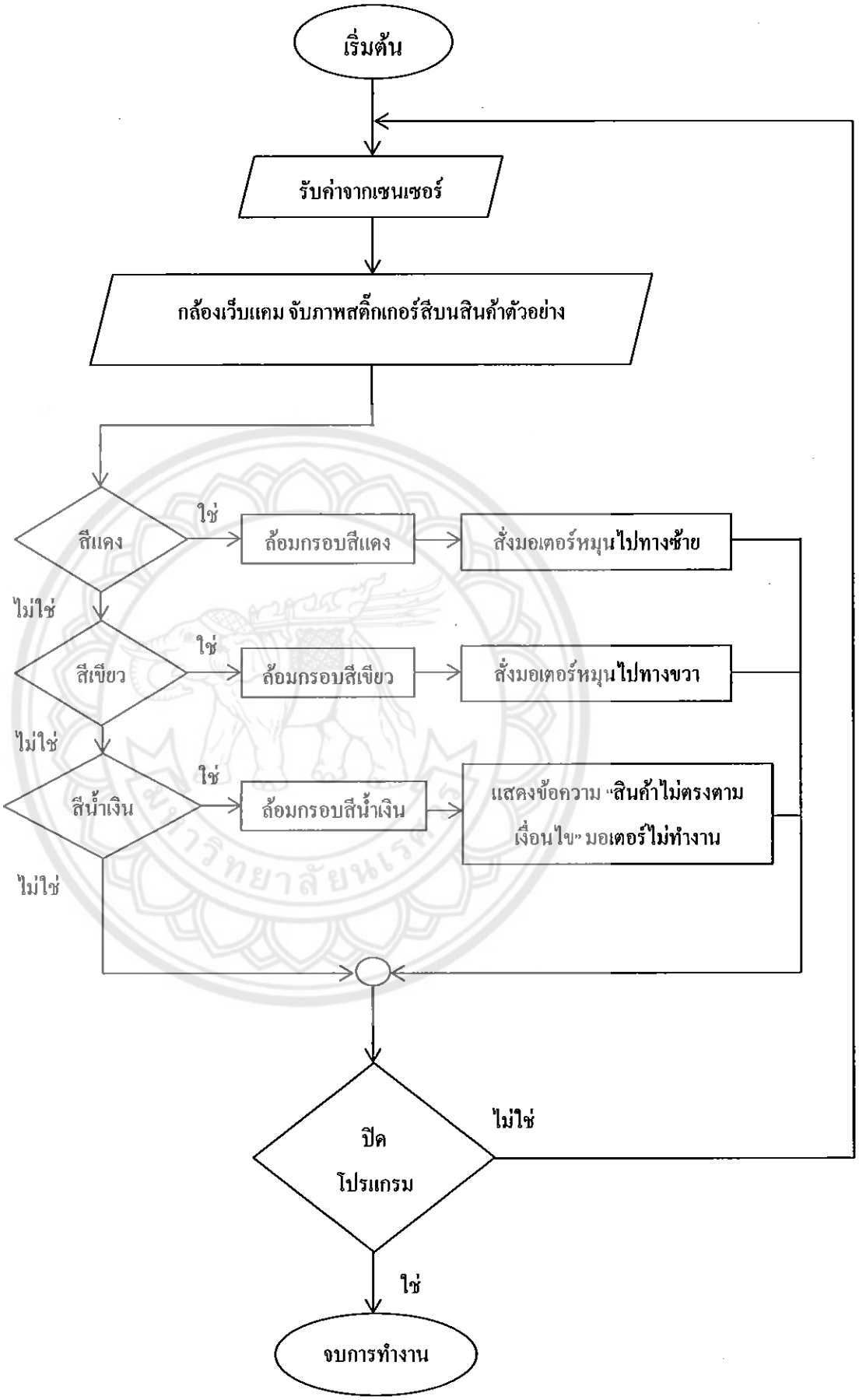
ส่วนเป็นการติดตั้งอาดูโน่อินพุตเอาท์พุตนี้เป็นส่วนที่จำเป็นมากในควบคุมแบบจำลองการจัดเก็บสินค้า โดยเป็นขั้นตอนการเชื่อมต่อบอร์ดอาดูโน่เข้ากับโปรแกรมแมทแล็บเพื่อทำการส่งค่าคำสั่งเอาท์พุตจากโปรแกรมแมทแล็บไปสั่งการบอร์ดอาดูโน่ในการควบคุมชุดขับเคลื่อนสายพานให้ทำงานโดยใช้ชุดคำสั่ง >> install_Arduino ในหน้าต่างสั่งการ (Command Window) ของโปรแกรมแมทแล็บมีวิธีการติดตั้งอาดูโน่อินพุตเอาท์พุตในโปรแกรมแมทแล็บดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การติดตั้งอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต

3.3 การทำงานของโปรแกรม

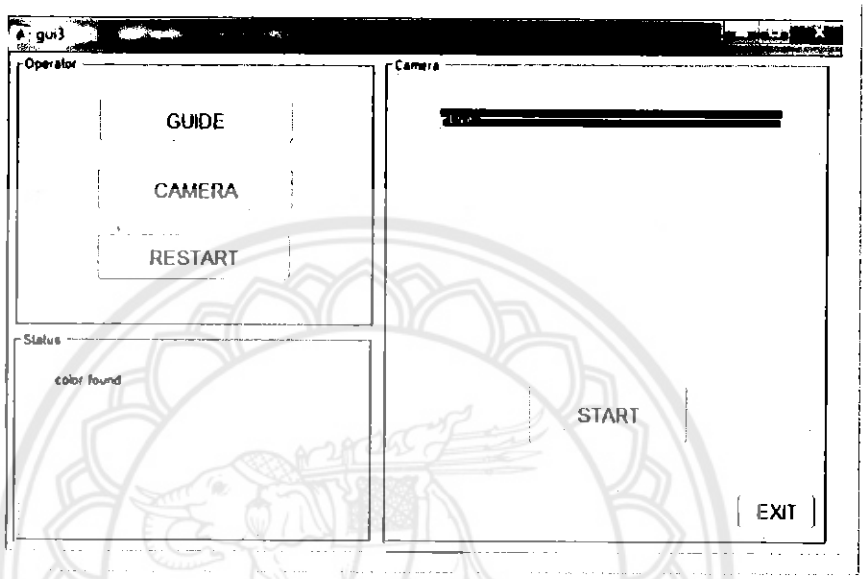
การทำงานของโปรแกรมจะแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือส่วนของโปรแกรมประมวลผลภาพ และส่วนของโปรแกรมควบคุมชุดขับเคลื่อนสายพาน โดยมีการใช้งานอุปกรณ์ร่วมกันระหว่างโปรแกรมแมทแล็บกับกล้องเว็บแคมและบอร์ดอาดูโน่ โดยมีกระบวนการทำงานจากการรับค่าจากเซนเซอร์เพื่อตรวจจับวัตถุเมื่อนำสินค้ามาวางบนสายพาน และภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคมจะถูกทำการประมวลผลภาพโดยเทคนิคการซ้อนทับภาพเพื่อให้รับรู้ตำแหน่งของสีที่เราต้องการ โดยจะทำตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรมที่เขียนไว้เมื่อตรวจพบตำแหน่งของสีในภาพแล้วจะทำการล้อมกรอบตำแหน่งสี เมื่อได้ผลลัพธ์ของสีบนสติ๊กเกอร์ชุดสาธิตจะทำการหมุนสายพานซ้ายหรือขวาผ่านทางบอร์ดอาดูโน่ตามสินค้าที่ทำการจัดหมวดหมู่ โดยมีภาพรวมการทำงานดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 การทำงานของโปรแกรมจัดหมวดหมู่สินค้า

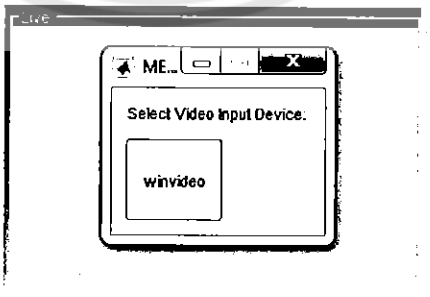
3.3.1 ขั้นตอนก่อนเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม

ในการเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมในขั้นแรกให้ทำการเปิดโปรแกรมการจัดหมวดหมู่สินค้าจากในโปรแกรมแมทแล็บ จะปรากฏหน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรมขึ้นมาดังรูปที่ 3.7



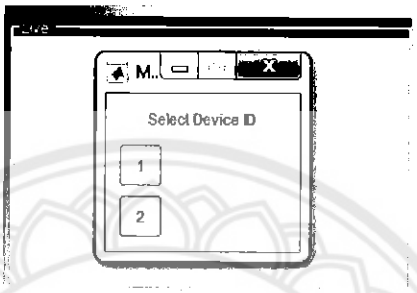
รูปที่ 3.7 หน้าต่างเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรม

ในส่วนนี้จะเป็นขั้นตอนต่อไปจะเป็นการเลือกใช้ฟังก์ชันการทำงานของกล้องในโปรแกรมแมทแล็บ โดยจะต้องเลือกใช้ตามระบบของผู้ใช้งานที่ได้ทำการติดตั้งไว้สามารถทำได้โดยการกดที่ปุ่ม CAMERA ในหน้าต่างโปรแกรมจะปรากฏกล่องข้อความดังรูปที่ 3.8



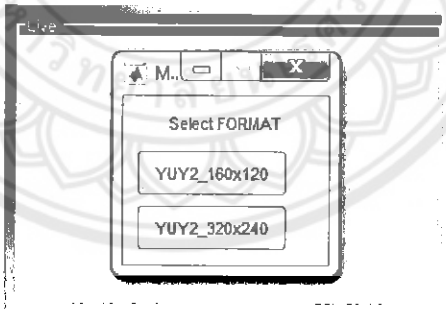
รูปที่ 3.8 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม CAMERA

หลังจากที่ทำการเลือกระบบกล้องของโปรแกรมแมทแล็บแล้วจะมีหน้าต่างข้อความแสดงขึ้นให้ทำการเลือกใช้งานกล้องของผู้ใช้งานตามที่ผู้ใช้งานได้ติดตั้งไว้ โดยมีการแสดงผลขึ้นอยู่กับอุปกรณ์การเชื่อมต่อของผู้ใช้งาน เช่น หมายเลข 1 คือกล้องของคอมพิวเตอร์ หรือโน้ตบุ๊กของผู้ใช้งาน หมายเลข 2 คือกล้องเว็บแคมที่ทำการติดตั้งเสริม (ในการทดลองนี้ใช้กล้องเว็บแคม) หมายเลข 3 คือกล้องเสริมหรือโปรแกรมที่ใช้งานเกี่ยวกับกล้องในคอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นอาจจะมีหมายเลข 4 หรือ 5 ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์การเชื่อมต่อของผู้ใช้งานขณะนั้นดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 หน้าต่างเพื่อเลือกใช้งานกล้อง

เมื่อทำการเลือกใช้งานกล้องแล้วจะมีหน้าต่างข้อความหน้าสุดท้ายแสดงขึ้นมาเป็นหน้าต่างให้เลือกขนาดการแสดงผลของกล้องที่ใช้ ในการทดลองสามารถเลือกใช้งานได้ตามการติดตั้งกล้องที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ดังรูปที่ 3.10



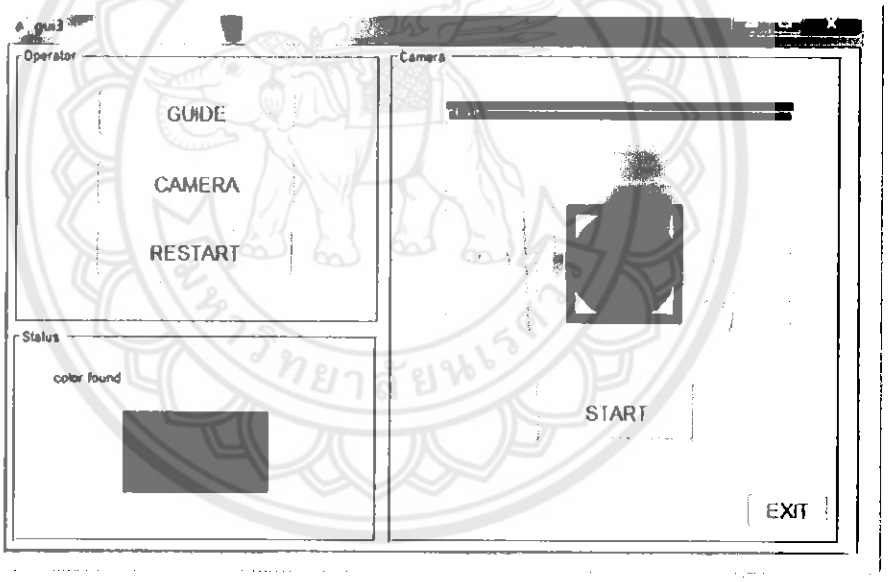
รูปที่ 3.10 หน้าต่างเลือกขนาดการแสดงผล

3.3.2 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

โดยในการทดลองต่อไปนี้ผู้ทำการทดลองจะทำกล่องสินค้าขึ้นมาเพื่อแบ่งหมวดหมู่ของสินค้าออกเป็น 3 หมวดหมู่โดยทำการติดสติ๊กเกอร์ 3 สี คือ สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียวใช้แทนหมวดหมู่ของสินค้าที่ทำการทดลองเพื่อให้ง่ายต่อการทำงานทดลองโปรแกรมโดยกำหนดสีของสติ๊กเกอร์ในการทดลองแทนสินค้าทั้งสามชนิดดังนี้

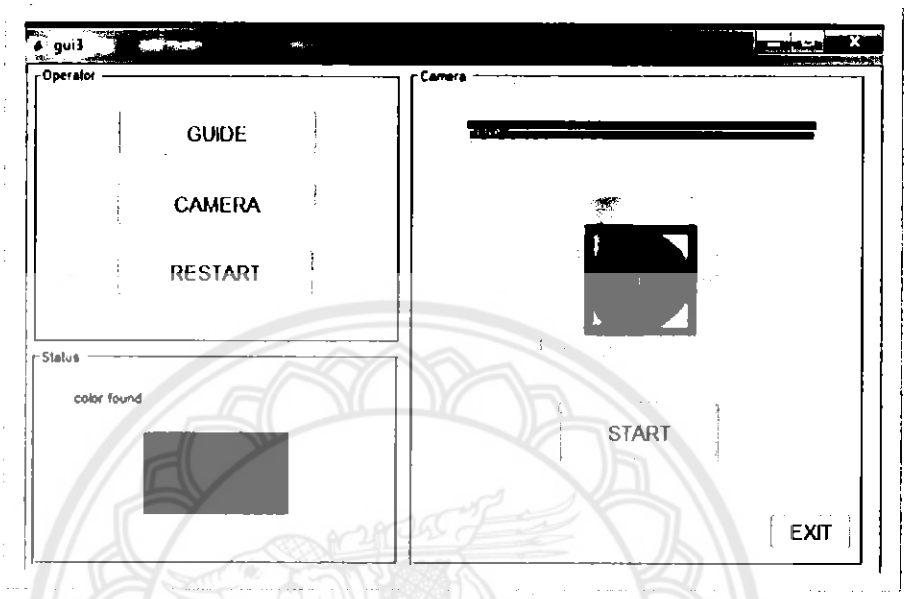
1. สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดง แทนสินค้าชนิด A
2. สินค้าที่สติ๊กเกอร์สีเขียว แทนสินค้าชนิด B
3. สินค้าที่สติ๊กเกอร์สีน้ำเงิน แทนสินค้าไม่ทราบชนิด

เมื่อนำสินค้าชนิด A ไปวางไว้บนสายพานลำเลียงโปรแกรมจะแสดงผลผ่านกล้องและโปรแกรมจะจับภาพ เพื่อทำการประมวลผลภาพผ่านทางโปรแกรมแมทแล็บว่ามีการตรวจพบสติ๊กเกอร์สีแดงดังรูปที่ 3.11



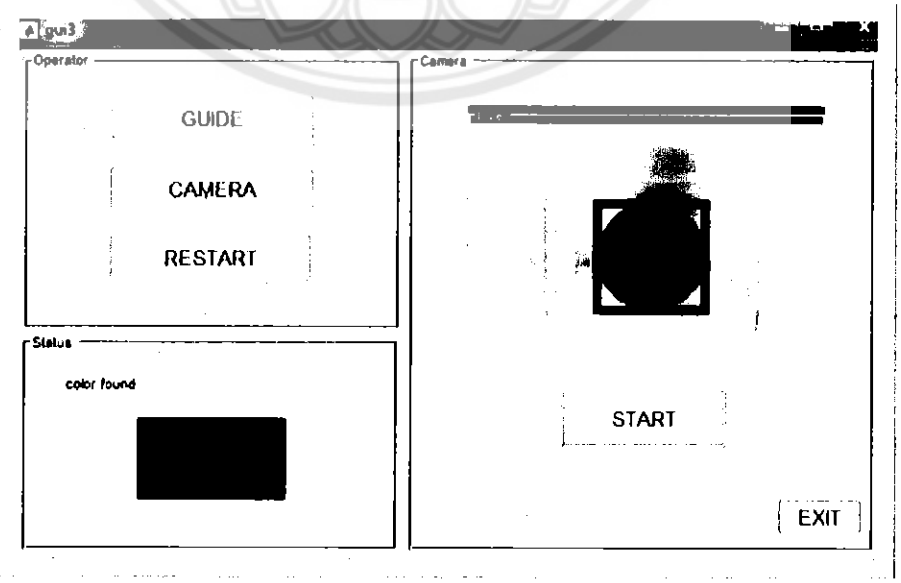
รูปที่ 3.11 ตรวจพบสินค้าชนิด A

เมื่อนำสินค้าชนิด B ไปวางไว้บนสายพานลำเลียงโปรแกรมจะแสดงผลผ่านกล้องและโปรแกรมจะจับภาพ เพื่อทำการประมวลผลภาพผ่านทางโปรแกรมแมทแล็บว่ามีการตรวจพบสติ๊กเกอร์สีเขียวดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ตรวจพบสินค้าชนิด B

เมื่อนำสินค้าชนิด C ไปวางไว้บนสายพานลำเลียงโปรแกรมจะแสดงผลผ่านกล้องและโปรแกรมจะจับภาพ เพื่อทำการประมวลผลภาพผ่านทางโปรแกรมแมทแล็บว่ามีการตรวจพบสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ตรวจพบสินค้าไม่ทราบชนิด

3.4 การซ้อนทับภาพเพื่อแยกภาพสี (Color image subtraction)

ในขั้นตอนนี้ในส่วนของโปรแกรมจะทำการซ้อนทับภาพหรือข้อมูลที่ได้รับมาเพื่อทำการแยกแยะภาพสีที่เราต้องการออกมาใช้ในโปรแกรม และทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพแล้วทำการล้อมกรอบสีที่ต้องการ โดยมีคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมดังรูปที่ 3.14

```
**********Red**********************************************************
   red_im = imsubtract(data(:,:,1), rgb2gray(data));
   red_im = medfilt2(red_im, [3 3]);
   red_im = im2bw(red_im,0.18);
   red_im = bwareaopen(red_im,300);
   bw_red = bwlabel(red_im, 8);
   stats_red = regionprops(logical(bw_red), 'BoundingBox', 'Centroid');
```

รูปที่ 3.14 โปรแกรมในส่วนของการซ้อนทับภาพ

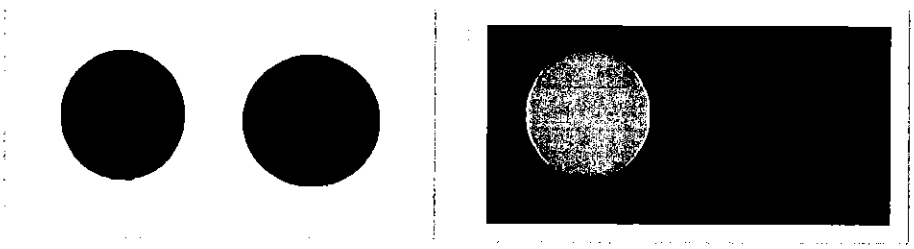
โดยคำสั่งมีรูปแบบดังนี้

ตัวแปร = imsubtract (ข้อมูล (:, :, คลาส) , ตัวแปรที่ต้องการจะลบ)

การเขียนคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม

red_im = imsubtract(data(:,:,1), rgb2gray(data));

เราจะทำการกำหนดตัวแปรที่ต้องการจะรับค่าขึ้นมาและใส่คำสั่ง 'imsubtract' ในการซ้อนทับภาพเพื่อที่จะคัดแยกสีที่ต้องการออกมา ตามด้วยข้อมูลที่เราต้องการจะซ้อนทับในส่วนโปรแกรมของจะเป็นตัวกำหนดค่าสีที่เราต้องการ โดยจะกำหนดเป็นคลาส 1 คือสีแดงจะถูกซ้อนทับ คลาส 2 คือสีเขียวจะถูกซ้อนทับ และคลาส 3 คือสีน้ำเงินจะถูกซ้อนทับโดยมีขั้นตอนการทำงานของการซ้อนทับภาพโดยการลบสีที่ไม่ใช้งานออกมาดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การซ้อนทับภาพเพื่อให้ได้สีแดง

3.5 การใช้ชุดคำสั่งสำหรับอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต

ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องทำการเชื่อมต่ออาดูโน่อินพุตเอาท์พุตกับโปรแกรมแกรมแมทแล็บก่อนถึงจะสามารถใช้งานโปแกรมแมทแล็บผ่านทางบอร์ดอาดูโน่ เพื่อรับค่าจากเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุที่เป็นตัวสั่งการให้มอเตอร์ทำงานหลังจากตรวจพบวัตถุและถูกระบุหมวดหมู่ของสินค้าชนิดนั้นแล้วจะมีชุดควบคุมการทำงานของสายพาน

บอร์ดอาดูโน่สามารถทำการรับค่าและส่งออกค่าอินพุตหรือเอาท์พุตในการสั่งการนั้นเราจะสั่งในรูปแบบของตัวแปลดิจิทัลค่าอินพุตหรือเอาท์พุตเป็น HIGH(1) หรือ LOW(0) ทำให้สามารถใช้งานได้ง่ายสามารถสั่งการรับค่าและส่งออกค่าอินพุตหรือเอาท์พุตได้หลายค่า โดยสามารถกำหนดค่าของอาดูโน่อินพุตหรือเอาท์พุตให้เข้าหรือออกขาไหนก็ได้ของบอร์ดอาดูโน่ โดยในการทดลองนี้ได้ใช้คำสั่งสองชุดคือคำสั่งรับค่าอินพุตจากเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุและส่งเอาท์พุตเข้าสู่บอร์ดไดร์มอเตอร์ดังรูปที่ 3.16

```
%%Arduino output
if readDigitalPin(b,'A0')==0
   writeDigitalPin(b, 'D7', 1);
   pause(7);
   writeDigitalPin(b, 'D7', 0);
end
```

รูปที่ 3.16 โปรแกรมคำสั่งในส่วนอาดูโน่อินพุตเอาท์พุต

-รูปแบบการเขียนคำสั่งในการรับค่าโดยคำสั่ง

{{ readDigitalPint(ตัวแปร,' พอร์ตที่ต้องการให้เป็นอินพุต ') }}

-รูปแบบการเขียนคำสั่งในการส่งค่าโดยคำสั่ง

{{ writeDigitalPin(ตัวแปร, พอร์ตที่ต้องการให้เป็นเอาท์พุต , ' เอาท์พุต '); }}

และสามารถสั่งให้ออกเป็น ค่า HIGH(1) หรือ LOW(0) ด้วยคำสั่ง

{{ writeDigitalPin ((ตัวแปร, พอร์ตที่ต้องการให้เป็นเอาท์พุต , ใส่เลข 0 หรือ 1); }}

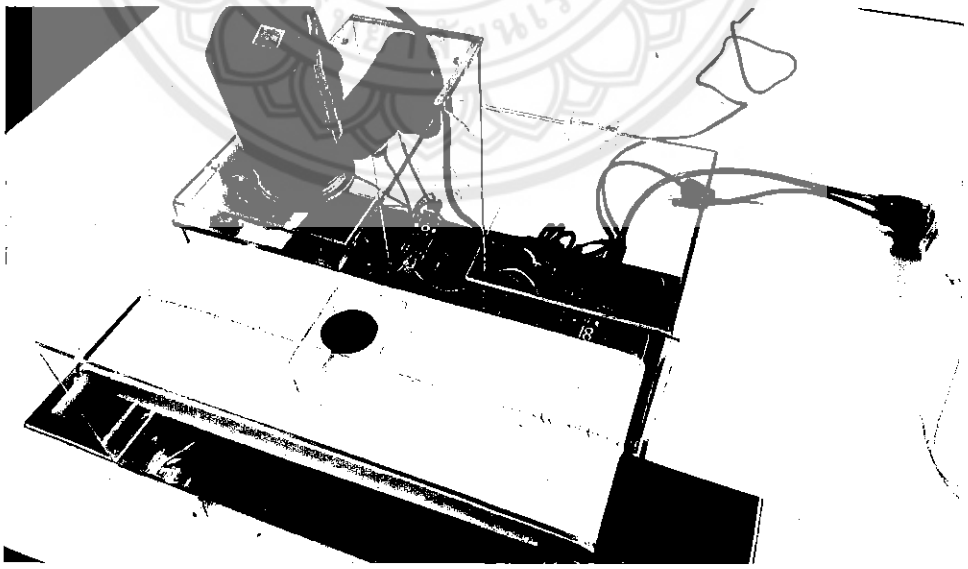
3.6 การทำงานของชุดขับเคลื่อนสายพานด้วยบอร์ดอาดูโน่

หลังจากที่ได้ทำการประมวลผลภาพและระบุค่าข้อมูลนั้นได้แล้วก็จะทำการสั่งเอาท์พุตส่งมาให้บอร์ดอาดูโน่แต่มอเตอร์ยังคงไม่ทำงานเพราะต้องรอรับค่าจากเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุด้วยเพื่อให้การทำงานของการจัดหมวดหมู่สินค้ามีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อได้รับค่าจากการตรวจสอบสีบนสติ๊กเกอร์และจากเซนเซอร์แล้วอาดูโน่จะส่งค่าเอาท์พุตสั่งการให้ชุดสายพานทำงาน โดยชุดสายพานที่ใช้จะเป็นระบบรางเลื่อนแบบสองทิศทางคือเลื่อนทางซ้ายและเลื่อนทางขวา โดยใช้มอเตอร์เกียร์กระแสตรง 12 โวลต์ 300 รอบต่อนาที 1 ตัว ในการขับเคลื่อนสายพาน โดยในการทดลองนี้ได้กำหนดขอบเขตของสินค้าที่ใช้ในระบบนี้แบ่งออกเป็นสามตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดง
2. สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีเขียว
3. สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงิน

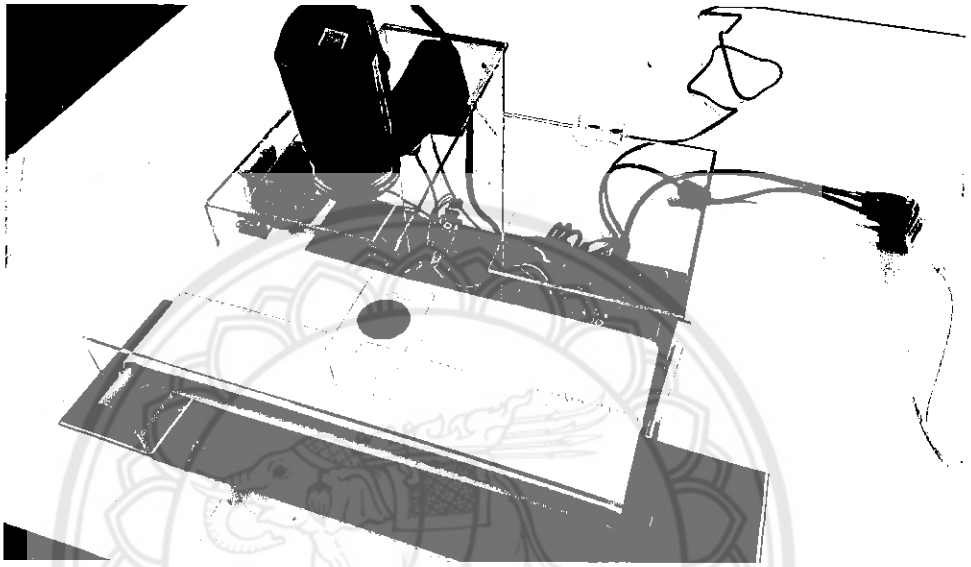
โดยการแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง ดังต่อไปนี้

1. การทดลองสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดง โดยนำสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดงไปวางไว้บนสายพานลำเลียงโปรแกรมจะแสดงผลผ่านกล้อง และจะจับภาพเพื่อทำการประมวลผลภาพผ่านทางโปรแกรมแมทแล็บว่ามีการตรวจพบสติ๊กเกอร์สีแดง และเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุตรวจพบสินค้าจำลองแล้วระบบจะทำการประมวลผลภาพและส่งค่าเอาท์พุตให้บอร์ดอาดูโน่สั่งการสายพานให้เลื่อนไปทางซ้ายดังรูปที่ 3.17



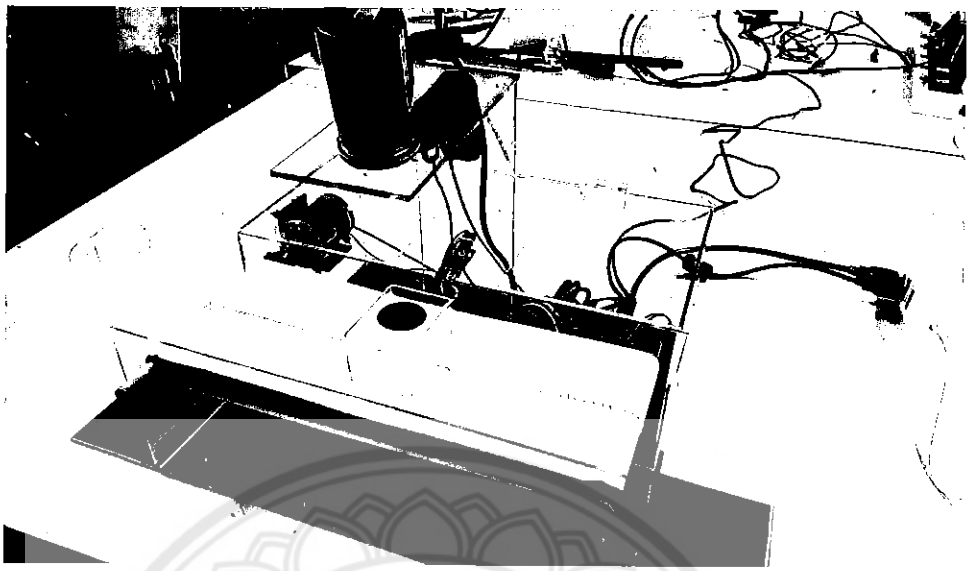
รูปที่ 3.17 การทดลองสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดง

2. การทดลองสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีเขียวโดยนำสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีเขียวไปวางไว้บนสายพานลำเลียงโปรแกรมจะแสดงผลผ่านกล้อง และจะจับภาพเพื่อทำการประมวลผลภาพผ่านทางโปรแกรมแมทแล็บว่ามีการตรวจพบสติ๊กเกอร์สีแดง และเซนเซอร์จับวัตถุตรวจพบสินค้าจำลองแล้วระบบจะทำการประมวลผลภาพ และส่งค่าเอาท์พุตให้บอร์ดอาดูโน่สั่งการสายพานให้เลื่อนไปทางขวาดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การทดลองสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีเขียว

3. การทดลองสินค้าชนิดอื่น ๆ ที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงิน โดยนำสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินไปวางไว้บนสายพานลำเลียงโปรแกรมจะแสดงผลผ่านกล้อง และจะจับภาพเพื่อทำการประมวลผลภาพผ่านทางโปรแกรมแมทแล็บว่ามีการตรวจพบสติ๊กเกอร์สีแดง และเซนเซอร์ตรวจพบสินค้าแล้วระบบจะทำการประมวลผลภาพ แต่เนื่องจากสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินในการทดลองนี้ถูกกำหนดให้เป็นสินค้าที่ไม่ต้องการจัดหมวดหมู่ในตัวโปรแกรมจะทำการแสดงข้อความว่า 'สินค้าไม่ตรงตามเงื่อนไข' และบอร์ดอาดูโน่จะไม่ทำการส่งค่าเอาท์พุตใด ๆ ออกไปตามที่โปรแกรมตั้งค่าไว้ถึงแม้ว่าเซนเซอร์จะสามารถตรวจจับสินค้าได้ก็ตามดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การทดลองสินค้าชนิดอื่นๆที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงิน

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

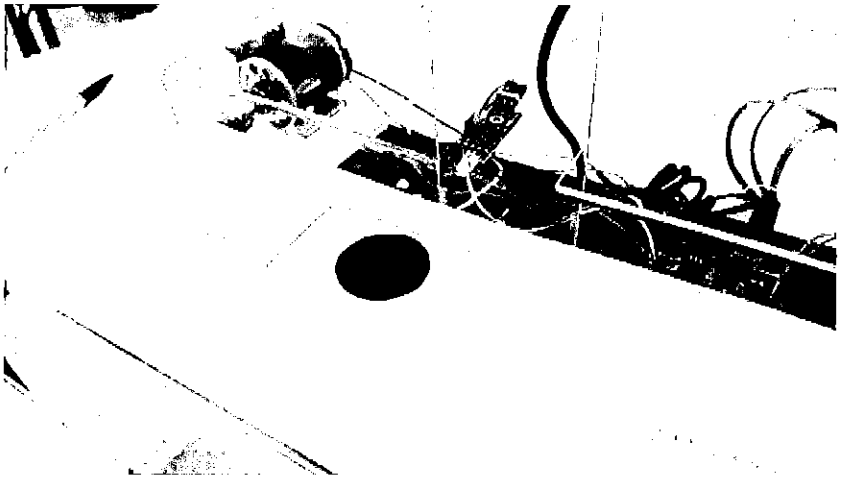
จากบทที่ 3 ซึ่งได้กล่าวถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมแบบจำลองการจัดเก็บสินค้าและชุดขับเคลื่อนสายพานแล้ว อันดับต่อไปจึงเป็นการทดลองการใช้งานจริงของโปรแกรม โดยในบทที่ 4 นี้จะเป็นการแสดงผลการทำงานของโปรแกรมอธิบายการทำงานของโปรแกรมชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้า และส่งสินค้าด้วยระบบสายพานซึ่งแบ่งการทดลองออกเป็นดังนี้

1. การทดลองคัดแยกสินค้าโดยใช้สติ๊กเกอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร
2. การทดลองขนาดของสติ๊กเกอร์ที่ชุดสาธิตสามารถตรวจจับได้
3. การทดลองสีที่มีความใกล้เคียงกับสามสีของระบบสีอาร์จีบี
4. การทดลองสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สองชิ้นมาวางลงบนชุดสาธิตพร้อมกัน

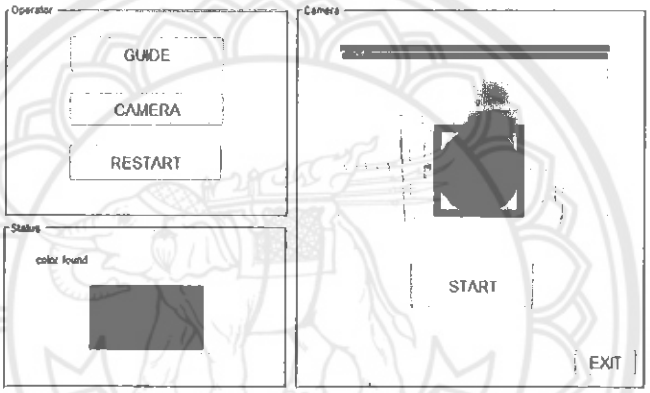
4.1 การทดลองการคัดแยกสีของสินค้าโดยใช้สติ๊กเกอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร

ในส่วนของการประมวลผลรูปภาพนั้นใช้การวิเคราะห์สีแบบอาร์จีบีทำการกำหนดชนิดของสินค้าออกเป็น 3 ชนิดโดยใช้สติ๊กเกอร์ 3 สีเป็นตัวแยกแยะคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินซึ่งขนาดของสติ๊กเกอร์ของแต่ละสีกำหนดให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร และมีขนาดของสินค้า 3.5 × 5 × 3 เซนติเมตร จะมีการทดลองดังนี้

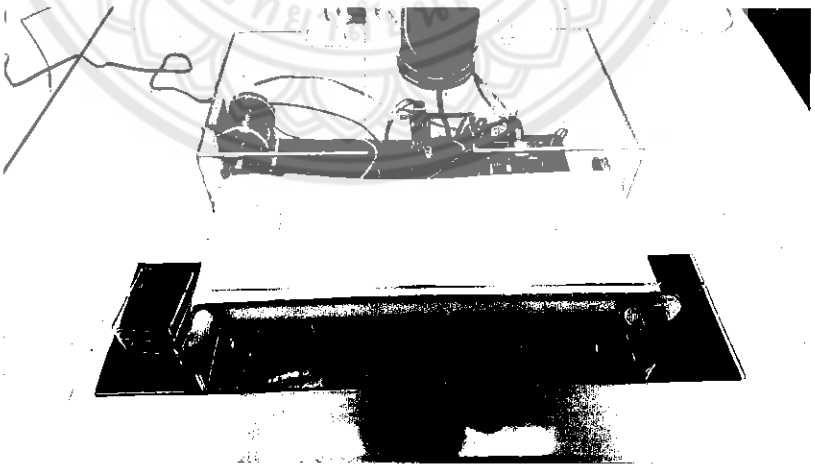
1. กำหนดให้สินค้าชนิด A แทนด้วยสติ๊กเกอร์สีแดงสินค้าชนิด B แทนด้วยสติ๊กเกอร์สีเขียว และสินค้าที่ไม่ถูกจัดอยู่ในชนิดใดแทนด้วยสติ๊กเกอร์สีน้ำเงิน
2. กำหนดให้สินค้าชนิด A ชุดสาธิตจะลำเลียงไปทางด้านซ้ายมือ สินค้าชนิด B ชุดสาธิตจะลำเลียงไปทางขวามือ และสินค้าที่ได้ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินชุดสาธิตจะไม่ทำการลำเลียง
3. ทดลองโดยใช้สติ๊กเกอร์สีทั้ง 3 สีไปติดกับสินค้าแต่ละชนิดวางลงบนชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้า
4. ทำการทดลองที่ระยะห่างจากสติ๊กเกอร์ถึงหน้ากล้อง 10 เซนติเมตร
5. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวโปรแกรมประมวลผลภาพ และชุดสาธิตโดยทำการทดลองสีละ 10 ครั้ง



รูปที่ 4.1 การวางสินค้าชนิด A ลงบนชุดสาธิต

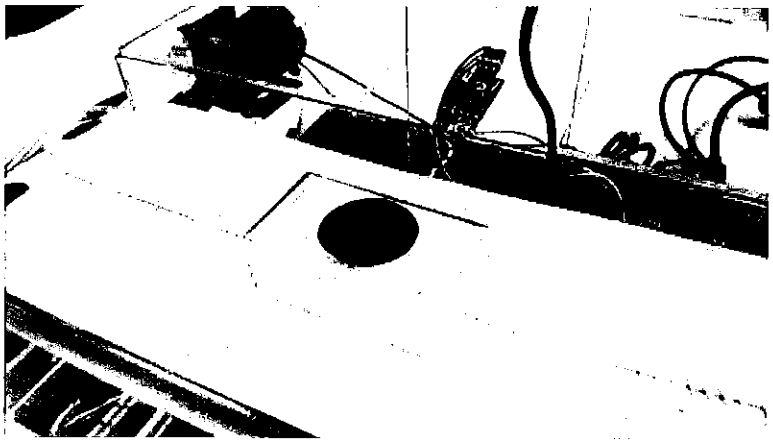


รูปที่ 4.2 หน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าชนิด A

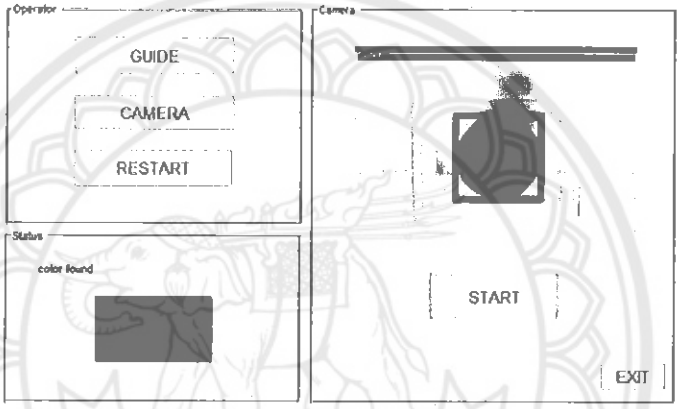


รูปที่ 4.3 การลำเลียงวัสดุชนิด A ไปทางซ้ายมือ

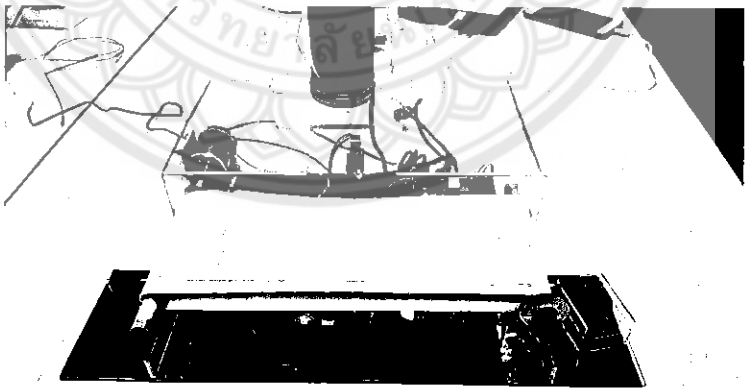
จากรูปที่ 4.1 เมื่อทำการวางสินค้าชนิด A ลงบนชุดสาธิตกล้องเว็บแคมจะรับรูปภาพโดยทำการจับภาพจากกล้องแล้วการตีกรอบให้กับสินค้าที่ได้ทำการประมวลผลแล้วดังรูปที่ 4.2 ชุดสาธิตจะทำการลำเลียงสินค้าชนิด A ไปทางซ้ายมือดังรูป 4.3



รูปที่ 4.4 การวางสินค้าชนิด B ลงบนชุดสาธิต

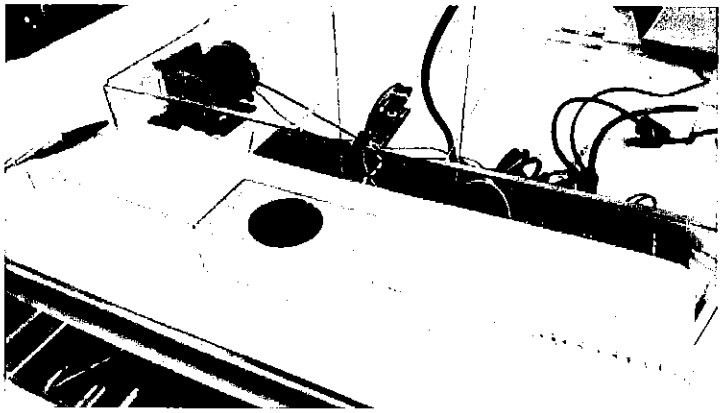


รูปที่ 4.5 หน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าชนิด B

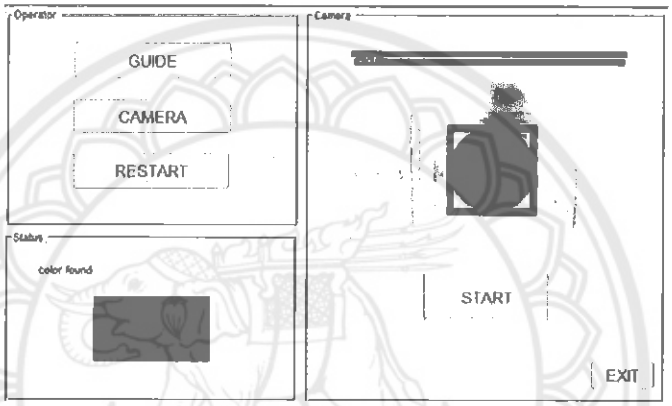


รูปที่ 4.6 การลำเลียงสินค้าชนิด B ไปทางขวามือ

จากรูปที่ 4.4 ทำการเปลี่ยนสินค้าเป็นชนิด B ซึ่งถูกแทนด้วยสติ๊กเกอร์สีเขียวโดยนำสินค้าไปวางลงที่ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้ากล้องเว็บแคมจะทำการตรวจจับสินค้าแบบทันทีทันใดดังรูปที่ 4.5 ชุดสาธิตจะทำการลำเลียงสินค้าชนิด B ไปทางขวามือดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.7 การวางสินค้าที่ไม่ทราบชนิดลงบนชุดสาธิต



รูปที่ 4.8 หน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าไม่ทราบชนิด (สีน้ำเงิน)

จากรูปที่ 4.7 ทำการเปลี่ยนสินค้าเป็นสินค้าซึ่งแทนด้วยสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินโดยนำสินค้าไปวางลงที่ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้ากล้องเว็บแคมจะทำการตรวจจับสินค้าแบบทันทีทันใด โปรแกรมจะทำการแจ้งเตือนว่าสินค้าไม่ตรงตามเงื่อนไขดังรูปที่ 4.8 ชุดสาธิตจะไม่ทำงาน

ตารางที่ 4.1 การทดสอบการคัดแยกสีของสินค้าโดยใช้สติ๊กเกอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร จำนวนสีละ 10 ครั้ง

สี	สามารถคัดแยกได้ (ครั้ง)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สีแดง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สีเขียว	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สีน้ำเงิน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ : (✓) ทำงานได้อย่างถูกต้อง (✗) ทำงานผิดพลาด

จากการทดลองที่ 4.1 ได้ทำการทดลองเพื่อหาค่าความแม่นยำของโปรแกรมประมวลผลและชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าโดยทำการทดสอบสีละ 10 ครั้ง พบว่าในส่วนของโปรแกรมสามารถตรวจจับสีของสติ๊กเกอร์ได้อย่างแม่นยำ และระบบขับเคลื่อนของชุดสาธิตสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องได้ผลดังตารางที่ 4.1

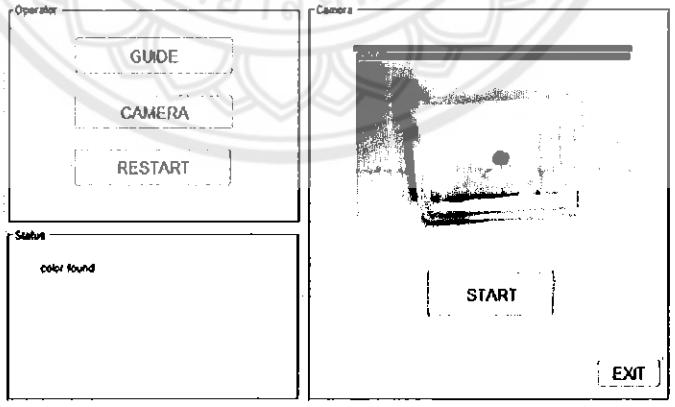
4.2 การทดสอบขนาดของสติ๊กเกอร์ที่เครื่องจำลองสามารถตรวจจับได้

ในส่วนนี้เป็นการทดลองเกี่ยวกับการหาขนาดที่เล็กที่สุดของสติ๊กเกอร์ที่ชุดสาธิตสามารถตรวจจับสีได้ที่ระยะ 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร พบว่าขนาดของสติ๊กเกอร์หรือขนาดของจุดสีมีความจำเป็นในขั้นตอนการตรวจจับสี โดยทำการตัดสติ๊กเกอร์เป็นรูปวงกลมที่เส้นผ่านศูนย์กลางสีละ 3 ขนาดคือ 2 มิลลิเมตร 4 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร เพื่อตรวจหาขนาดเล็กที่สุดที่ระบบสามารถทำการตรวจจับโดยระยะที่ทำการวางสินค้าเพื่อใช้ในการคัดแยกจริงคือระยะห่าง 10 เซนติเมตร จากสติ๊กเกอร์สินค้าถึงหน้ากล้อง โดยกำหนดเงื่อนไขในการทดลองดังนี้

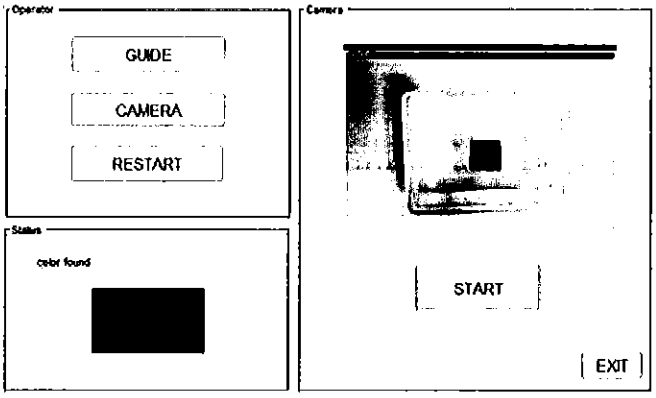
1. กำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสติ๊กเกอร์แต่ละสีที่ได้ทำการทดลองออกเป็น 3 ขนาดคือ 2 มิลลิเมตร 4 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร

2. กำหนดระยะที่ทำการทดลองออกเป็น 2 ระยะคือ 5 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร จากหน้ากล้องเว็บแคม

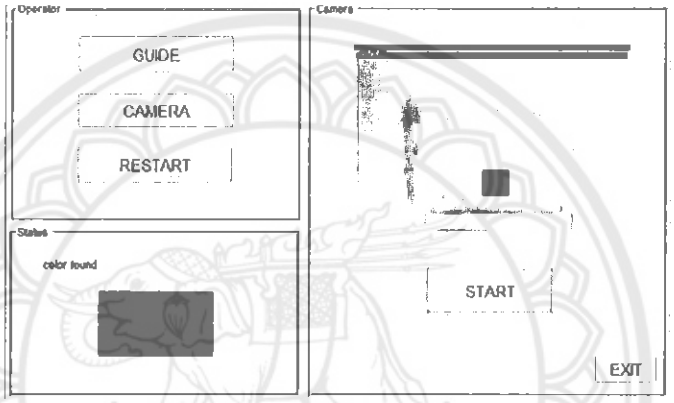
3. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวโปรแกรมประมวลผลภาพ และชุดสาธิตโดยทำการทดลองสีละ 10 ครั้ง



รูปที่ 4.9 สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร



รูปที่ 4.10 สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร



รูปที่ 4.11 สินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร

ตารางที่ 4.2 การทดสอบขนาดของสติ๊กเกอร์ที่เครื่องจำลองสามารถตรวจจับได้

สี	ขนาด (มม.)	สูง (ซม.)	สามารถตรวจจับได้ (ครั้ง)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
สีแดง	2	5	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
		10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	4	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	6	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สีเขียว	2	5	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
		10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	4	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	6	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สีน้ำเงิน	2	5	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
		10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	4	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
	6	5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ : (✓) สามารถตรวจจับสีได้ (✗) ไม่สามารถตรวจจับสีได้

จากตารางที่ 4.2 พบว่าสติ๊กเกอร์ขนาดที่เล็กที่สุดที่ชุดสาธิตสามารถประมวลผลได้ในระยะห่าง 10 เซนติเมตร จากสติ๊กเกอร์ถึงหน้ากล้องคือ สินค้าที่ทำการติดสติ๊กเกอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร และในระยะห่าง 5 เซนติเมตร จากสติ๊กเกอร์ถึงหน้ากล้องที่โปรแกรมสามารถประมวลผลได้คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร และ 6 มิลลิเมตร ดังตารางที่ 4.2

4.3 การทดลองเกี่ยวกับสีที่มีความใกล้เคียงกัน

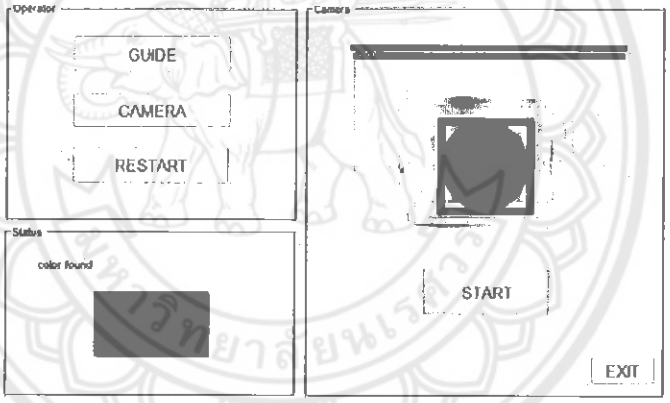
การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าสีที่มีความใกล้เคียงกับสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินจะมีผลต่อการประมวลผลหรือไม่ และสีแต่ละสีที่ตรวจจับได้โปรแกรมจะทำการประมวลผลให้จัดอยู่ในสีใดของ 3 สีหลัก โดยในการทดลองนี้จะนำสีทั้งหมด 6 สีที่มีความใกล้เคียงกับที่กำหนดไว้คือ สีส้ม สีชมพู สีเหลือง สีเหลือง สีฟ้า สีม่วงมาทำการทดลองโดยกำหนดเงื่อนไขในการทดลองออกเป็นดังนี้

1. ทดลองโดยใช้สติ๊กเกอร์สีทั้ง 6 สีไปติดกับวัตถุอ้างอิงวางลงบนชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้า

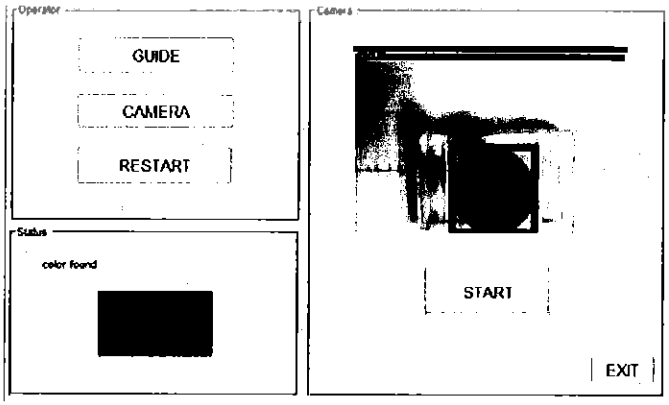
2. ทำการทดลองที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์ของสติ๊กเกอร์แต่ละสีคือ 2.5 เซนติเมตร

3. ทำการทดลองที่ระยะห่างจากสติ๊กเกอร์ถึงหน้ากล้อง 10 เซนติเมตร

4. ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของตัวโปรแกรมประมวลผลภาพและชุดสาธิตโดยทำการทดลองสีละ 10 ครั้ง

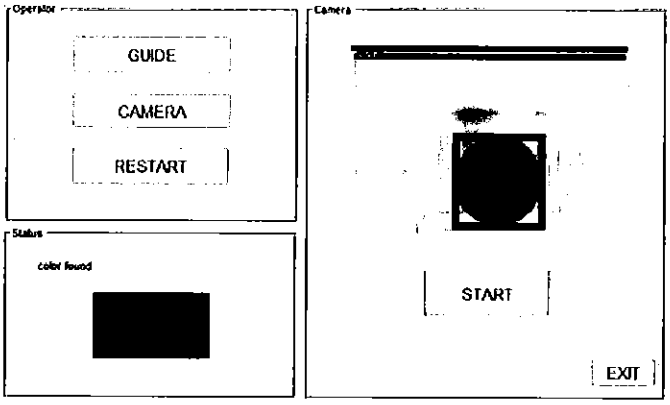


(ก) สติ๊กเกอร์สีส้ม

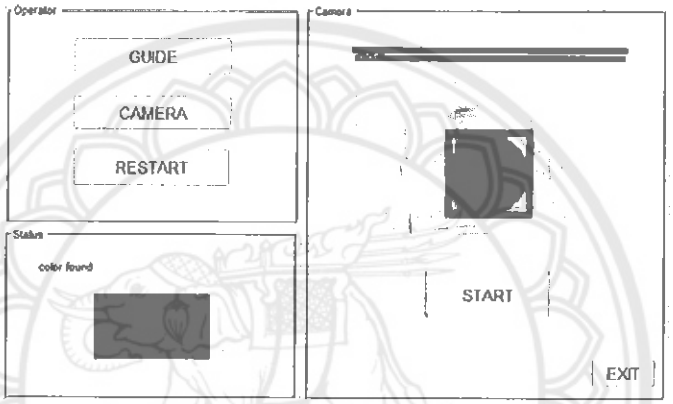


(ข) สติ๊กเกอร์สีชมพู

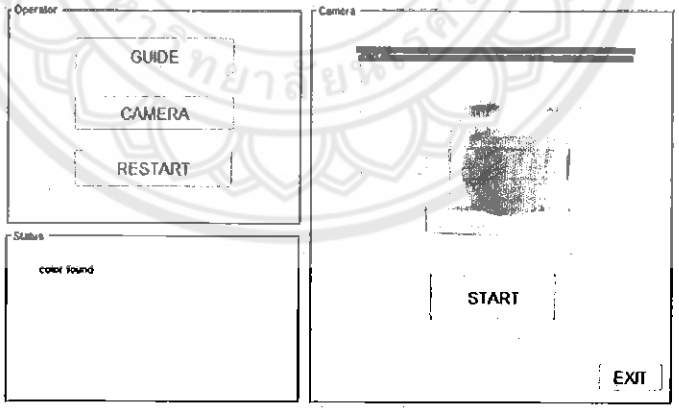
รูปที่ 4.13 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมประมวลผลให้เป็นสินค้าชนิด A



รูปที่ 4.13 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมประมวลผลให้เป็นสินค้าที่ไม่ระบุชนิด



รูปที่ 4.14 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมประมวลผลให้เป็นสินค้าชนิด B



รูปที่ 4.15 สีของสติ๊กเกอร์ที่โปรแกรมไม่สามารถจัดหมวดหมู่ได้

ตารางที่ 4.3 การทดลองเกี่ยวกับสีที่มีความใกล้เคียงกัน

สี	สามารถประมวลผลได้ (ครั้ง)										สีที่ประมวลผล
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
สีส้ม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	สีแดง
สีชมพู	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	สีแดง
สีเหลือง	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	ตรวจไม่พบ
สีเขียวอ่อน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	สีเขียว
สีฟ้า	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	สีเขียว
สีม่วง	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	สีน้ำเงิน

หมายเหตุ : (✓) สามารถตรวจจับสีได้ (✗) ไม่สามารถตรวจจับสีได้

จากการทดลองพบว่าสีที่นำมาพิจารณาคือ สีส้มกับสีชมพูซึ่งมีสีโทนเดียวกันกับสีแดง โปรแกรมจึงทำการประมวลผลให้เป็นสีแดงจากในโปรแกรมนั้นในขั้นตอนการเขียนโปรแกรมขั้นตอนในการประมวลผลภาพของสีโดยใช้ฟังก์ชันของการอ่านภาพสีเนื่องจากโปรแกรมที่ได้อ้างอิงไว้นั้นสามารถกำหนดได้เพียง 3 สีหลัก ๆ คือเลข 1 จะเป็นสีแดง เลขที่ 2 จะเป็นสีเขียว และเลขที่ 3 จะเป็นในส่วนของสีน้ำเงิน สำหรับกรองภาพสีของตัวโปรแกรมทำให้สีที่มีโทนเดียวกันสามารถตรวจจับได้โดยผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

4.4 การทดลองเมื่อนำสินค้าที่มีสีสติ๊กเกอร์ต่างกัน 2 ชิ้นมาวางลงบนเครื่องทดสอบพร้อมกัน

เป็นการทดลองเพื่อตรวจสอบว่าเมื่อตรวจพบสินค้า 2 ชิ้นที่มีหมวดหมู่ต่างกันมาทำการทดลองพร้อมกันแล้วทำการตรวจสอบว่าระบบการประมวลผลจะทำงานเป็นอย่างไร จะทำการทดสอบโดยการนำสินค้าที่มีสีแดงกับสีเขียว สีแดงกับสีน้ำเงิน และสีเขียวกับน้ำเงินมาทำการทดสอบพร้อมกับทีละคู่ จากการทดลองเพื่อสังเกตการทำงานของโปรแกรมโดยทดลองนำสินค้า 2 ชิ้นที่มีหมวดหมู่ที่แตกต่างกันมาทำการทดลองพร้อม ๆ กันพบว่าเมื่อนำสินค้าวางลงบนชุดสาธิตโปรแกรมจะทำการแจ้งเตือน และชุดสาธิตจะไม่ทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ว่าชุดสาธิตสามารถทำการคัดแยกสินค้าได้ครั้งละ 1 ชนิดเท่านั้น

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ระบบการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบีเพื่อช่วยในการจัดหมวดหมู่และลำเลียงสินค้าตามความต้องการของผู้ใช้ โดยมีความถูกต้องแม่นยำในการประมวลผลค่าสติ๊กเกอร์สีบนสินค้าและจำแนกจัดเก็บตามหมวดหมู่ของสินค้าได้ อีกทั้งยังมีการลำเลียงสินค้าในระบบสายพานลำเลียงขนาดเล็กซึ่งมีประโยชน์เป็นอย่างมากในการนำไปประยุกต์ใช้งานกับระบบโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องมีการจัดหมวดหมู่ของสินค้าและขนส่งไปในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อความรวดเร็วและสะดวกสบาย โดยมีการออกแบบให้สามารถควบคุมและสั่งการระบบจัดหมวดหมู่สินค้าที่สามารถใช้งานได้ง่ายผ่านโปรแกรมแมทแล็บ

ผู้จัดทำโครงงานใช้โปรแกรมแมทแล็บในการพัฒนาโปรแกรมการจัดหมวดหมู่สินค้าร่วมกับบอร์ดอาดูโน่และเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุในการประมวลผล และสั่งการชุดสายพานลำเลียง โดยเลือกใช้ภาษา C และ C++ ในการออกแบบและเขียนโปรแกรมเป็นภาษาพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ที่มีฟังก์ชันการทำงานไม่ซับซ้อนและสะดวกต่อการใช้งาน

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการใช้งานระบบจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบีที่เน้นในเรื่องของการประมวลผลภาพ โดยได้ทำการทดลองการทำงานของโปรแกรมพร้อมกับการทำงานของชุดสาธิตที่จัดทำขึ้นดังในบทที่ 4 ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็นสี่การทดลอง โดยจะจัดทำการทดลองซ้ำ ๆ ในแต่ละการทดลองเป็นจำนวนทั้งหมด 10 ครั้งต่อการทดลองเพื่อวัดการการทำงานของระบบจัดหมวดหมู่สินค้าตามชนิดของสินค้าที่ถูกระบุด้วยสติ๊กเกอร์สีว่ามีความถูกต้องและแม่นยำมากน้อยเพียงใดในการทดลองแต่ละการทดลอง ซึ่งได้ผลออกมาเป็นที่น่าพึงพอใจโดยที่ระบบการจัดหมวดหมู่และชุดสาธิตมีการทำงานเป็นไปตามเงื่อนไข แต่ด้วยขั้นตอนในการประมวลผลภาพนั้นเป็นการทำงานที่ต้องใช้ขั้นตอนในการประมวลผลสักครู่ต่อการทำงานอาจทำให้ความต่อเนื่องในการทำงานของระบบผิดพลาดเล็กน้อยเพราะตัวโปรแกรมต้องสีทำการประมวลผลของทั้งหมดตามที่ได้เขียนไว้ในลำดับขั้นตอนของโปรแกรม

5.2 จุดเด่น จุดด้อย และข้อจำกัดของโครงงานที่ทำขึ้น

จุดเด่นคือ

1. สามารถจัดหมวดหมู่สินค้าได้อย่างถูกต้องและแม่นยำเป็นไปตามความต้องการ โดยสินค้าที่ทำการจัดเก็บเป็นไปตามเงื่อนไขของระบบ

2. มีระบบรางเลื่อนแบบหมุนได้สองทิศทางเพื่อจัดส่งวัสดุตามความต้องการ

3. มีหน้าต่างส่วนประสานกราฟิกผู้ใช้ที่ควบคุมและแสดงผลการทำงานที่ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย

4. สามารถแก้ไขพื้นที่การลำเลียงสินค้าได้ โดยการเปลี่ยนค่าของโปรแกรมแต่ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของระบบ

5. สามารถเลือกใช้กล้องเว็บแคมอื่น ๆ ที่มีหรือใช้กล้องที่ติดตั้งบนเครื่องได้

จุดด้อยคือ

1. ไม่สามารถจัดเก็บสินค้านอกเหนือจากสินค้าที่ตั้งไว้ในเงื่อนไขการทำงานของระบบได้

2. โปรแกรมการทำงานช่วงรอยต่อระหว่างการทำงานของสินค้าสองชิ้น จะมีการทำงานค่อนข้างช้า เนื่องจากความเร็วในการประมวลผลของระบบขึ้นอยู่กับความเร็วในการประมวลของคอมพิวเตอร์ที่สั่งการระบบจัดเก็บสินค้า

3. ขนาดของสินค้าที่ทำการจัดเก็บต้องมีขนาดพอดีกับชุดสายพานลำเลียง

ข้อจำกัดคือ

1. สินค้าที่ทำการจัดหมวดหมู่ต้องเป็นสินค้าที่ถูกระบุไว้ในเงื่อนไขการทำงานเท่านั้น ถ้าเป็นสินค้าที่อยู่นอกเหนือเงื่อนไขที่ระบุไว้ระบบจัดเก็บสินค้าจะไม่ทำงาน

2. ขนาดของสินค้าที่นำมาใช้กับระบบนี้ต้องมีขนาดที่พอดีกับชุดสาธิตที่สามารถทำให้ชุดสาธิตทำงานได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด

3. เครื่องที่ใช้งานโปรแกรมนี้ได้ต้องติดตั้งแมทแล็บ 2016a

4. คอมพิวเตอร์ควรมีความต้องการขั้นพื้นฐานของทรัพยากร

- ระบบปฏิบัติการ Windows Vista, XP, 7 ขึ้นไป
- เครื่องที่ใช้งานโปรแกรมนี้ต้องติดตั้ง Microsoft.NET Framework 3.0 ขึ้นไป
- เครื่องที่ใช้งานโปรแกรมนี้ต้องติดตั้ง Arduino 1.01 ขึ้นไป

5.3 แนวทางการพัฒนาเพิ่มเติม

1. เพิ่มข้อจำกัดในการจัดหมวดหมู่ของสินค้าที่อยู่นอกเหนือจากเงื่อนไขของระบบให้สามารถจัดหมวดหมู่ได้โดยการเพิ่มชุดข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบค่าสี เป็นต้น

2. เพิ่มช่องทางการลำเลียงด้วยสายพานหรือการขยายระบบการขนส่งให้สามารถขนส่งสินค้าได้หลากหลายพื้นที่มากขึ้นตามความต้องการ

3. เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบการประมวลผลให้มีการทำงานที่เร็วขึ้นในการตรวจจับสีของสติ๊กเกอร์ที่จะพัฒนาต่อยอดให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4. นำไปต่อยอดพัฒนาในระบบปฏิบัติการที่ใหญ่ขึ้น เช่น โรงงานหรือในอุตสาหกรรม

เอกสารอ้างอิง

[1] **เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image processing)** สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2560 จาก goo.gl/fsOoBCcontent_copy

[2] **Enlace Arduino Matlab y Vision Artificial** สืบค้นเมื่อ กุมภาพันธ์ 2560 จาก https://www.youtube.com/watch?v=Iu2qlHaeHwk

[3] R. C. Gonzalez, and R. E. Woods, **Digital Image Processing**, 2nd Ed. New Jersey: Prentice Hall,Inc., 2002.

[4] R. M. Haralick, K. Shanmugam and I. **Dinstein,"Texture Feature for Image Classification," IEEE Trans**. On Systems Man Cybernatics, p.610-621,1973.

[5] phakinee anunontha : ชุดคำสั่งในโปรแกรม **MATLAB** สืบค้นเมื่อ มกราคม 2660 จา http://matabthai.blogspot.com/2013/04/matlab.html

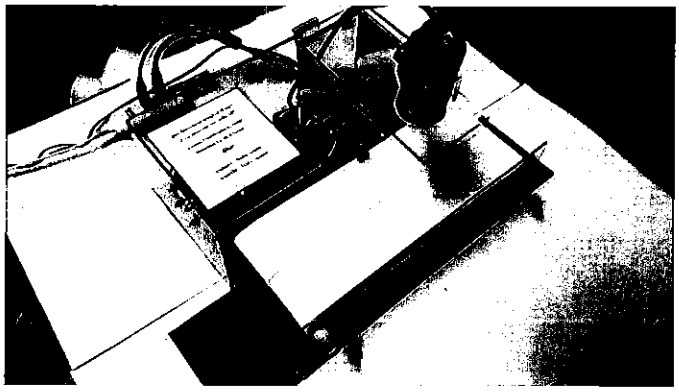
[6] **Image Segmentation & Image Representation.** ,สืบค้นเมื่อ มกราคม 2560 จาก http://www.kmitl.ac.th/~ksjirasa

[8] Sonka M., V. Hlavac and R. Boyle. 1998. **Image Processing, Analysis, and Machine Vision.** PWS Publishing, second Ed. 1998.

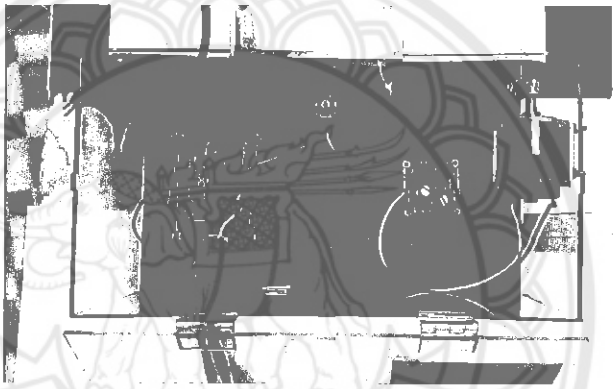
[9] วิธีติดตั้ง Arduino I/O port สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2560 จาก http://www.w3ii.com/th/arduino/arduino_io_functions.html

ภาคผนวก ก
ชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพ

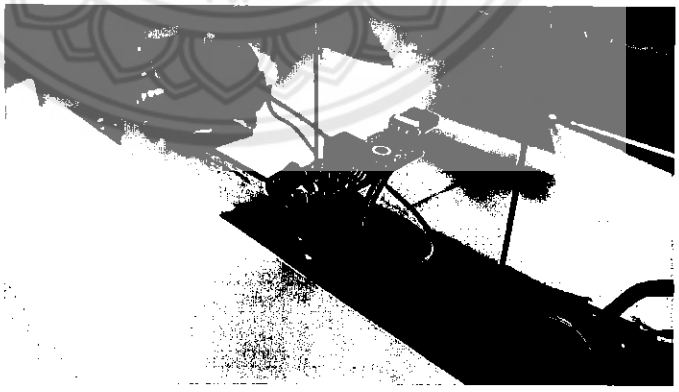
ส่วนประกอบของชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้า



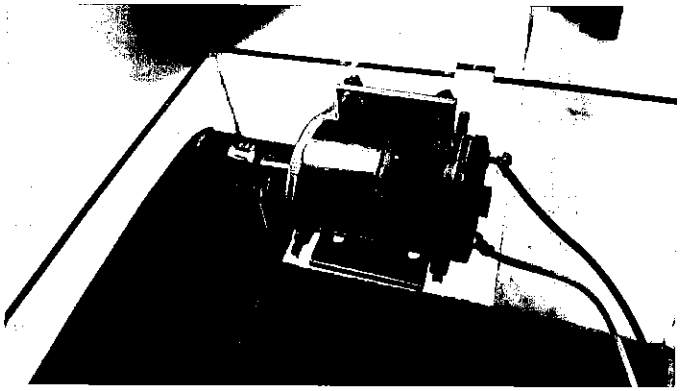
ภาพชุดสาธิตการจัดหมวดหมู่สินค้าด้วยการประมวลผลภาพผ่านระบบสีอาร์จีบี



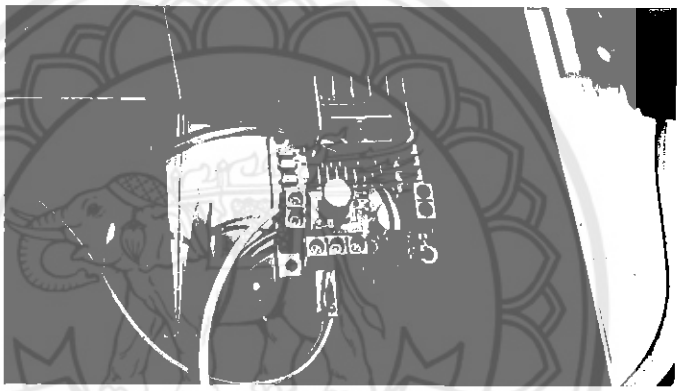
ภาพอุปกรณ์ที่ติดตั้งในชุดสาธิต



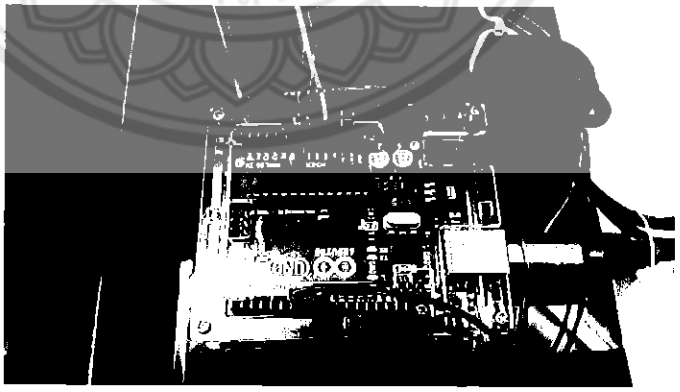
ภาพเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ



ภาพมอเตอร์เกียร์ 12Vdc 300 rpm



ภาพบอร์ดไดร์ฟมอเตอร์



ภาพบอร์ด Arduino UNO R3

ภาคผนวก ข

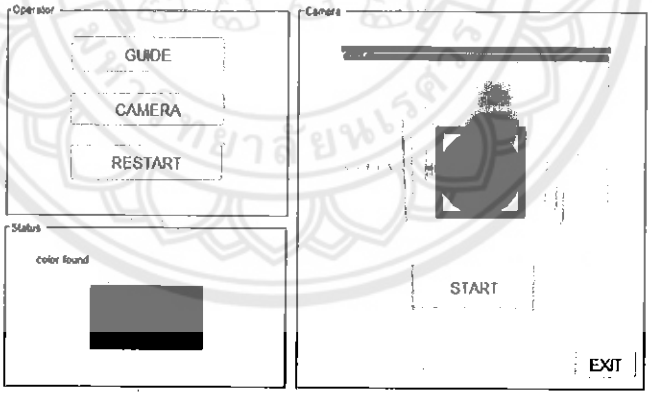
การทดลอง

การทดสอบและผลการทดสอบโปรแกรม

1. การทดสอบการคัดแยกสีของสินค้าโดยใช้สติ๊กเกอร์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร

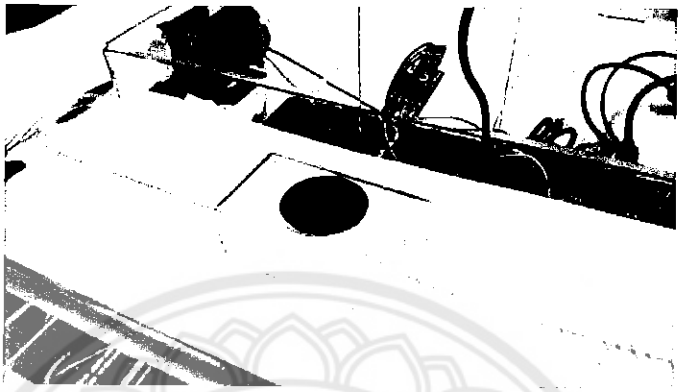
- ทดสอบสติ๊กเกอร์สีแดง

ภาพการวางสินค้าชนิด A ลงบนชุดสาธิต

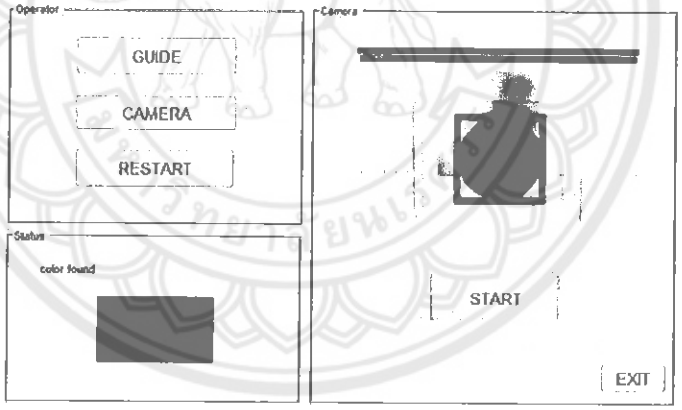


ภาพหน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าชนิด A

-ทดสอบสติ๊กเกอร์สีเขียว

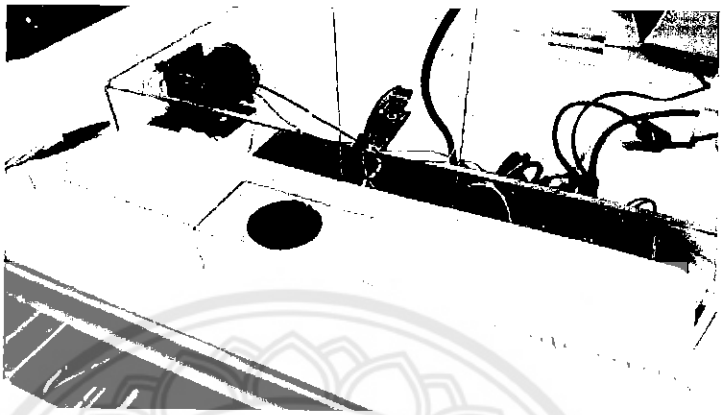


ภาพการวางสินค้าชนิด B ลงบนชุดสาธิต

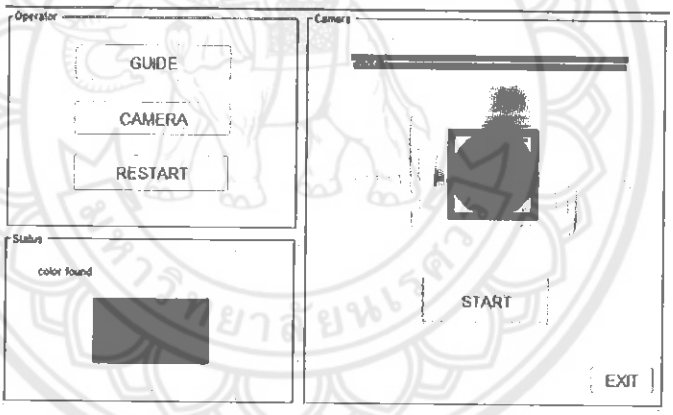


ภาพหน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าชนิด B

- ทดสอบสติ๊กเกอร์สีน้ำเงิน

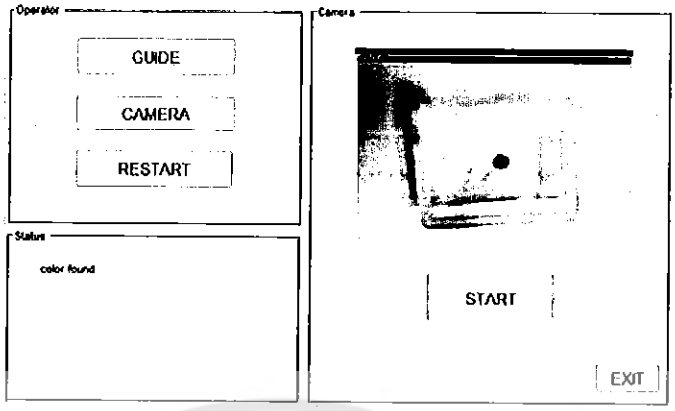


ภาพการวางสินค้าที่ไม่ทราบชนิดลงบนชุดสาธิต



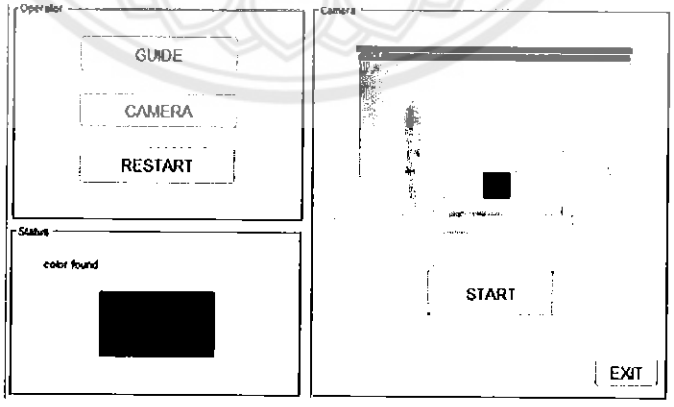
ภาพหน้าต่างประสานกราฟิกผู้ใช้ในส่วนของการประมวลผลสินค้าไม่ทราบชนิด

2. การทดสอบขนาดของสติ๊กเกอร์ที่เครื่องจำลองสามารถตรวจจับได้



ภาพสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร

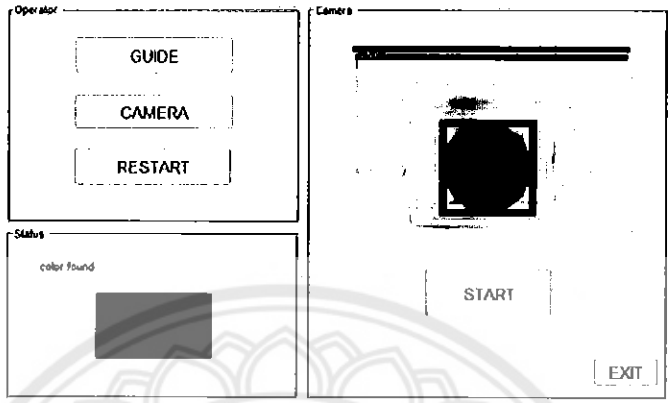
ภาพสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร



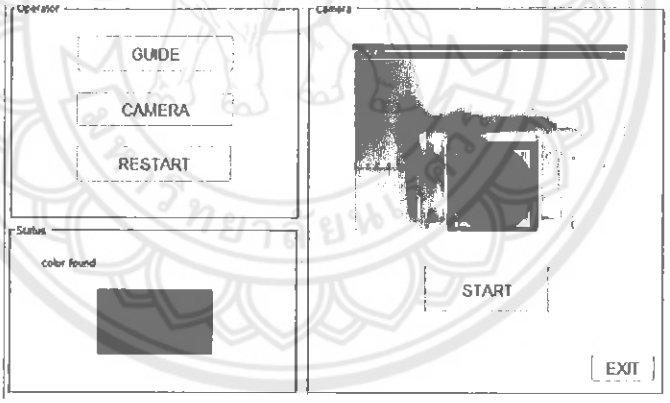
ภาพสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีน้ำเงินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ที่ระยะ 10 เซนติเมตร

3. การทดลองเกี่ยวกับสีที่มีความใกล้เคียงกัน

สีที่มีความใกล้เคียงกับสีแดง และถูกตรวจพบว่าเป็นสินค้าชนิด A

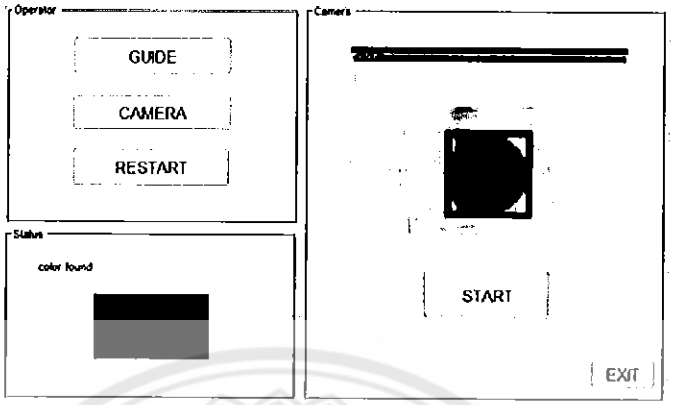


ภาพสติ๊กเกอร์สีส้ม



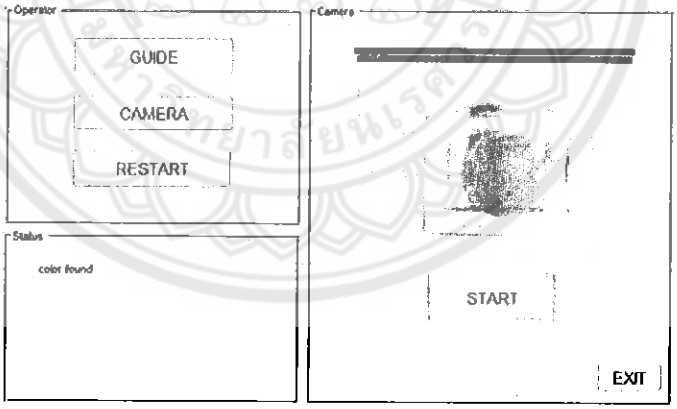
ภาพสติ๊กเกอร์สีชมพู

สีที่มีความใกล้เคียงกับสีเขียว และถูกตรวจพบว่าเป็นสินค้าชนิด B



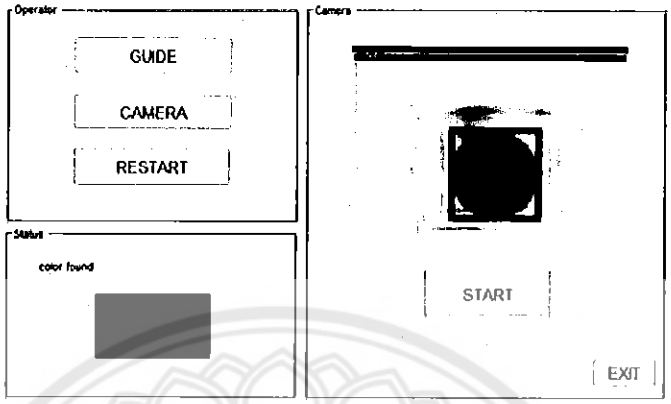
ภาพสติ๊กเกอร์สีเขียวอ่อน

สีที่เป็นสีผสมของสามสีหลัก ระบบไม่สามารถระบบหมวดหมู่ของสินค้าได้

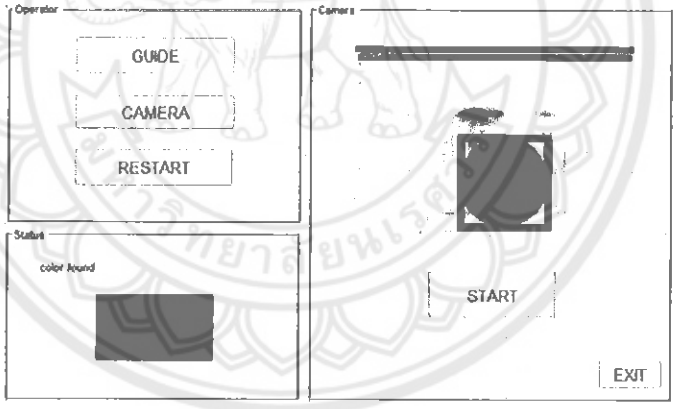


ภาพสติ๊กเกอร์สีเหลือง

สีที่มีความใกล้เคียงกับสีน้ำเงิน และถูกตรวจพบว่าเป็นสินค้าที่ไม่ระบุชนิด



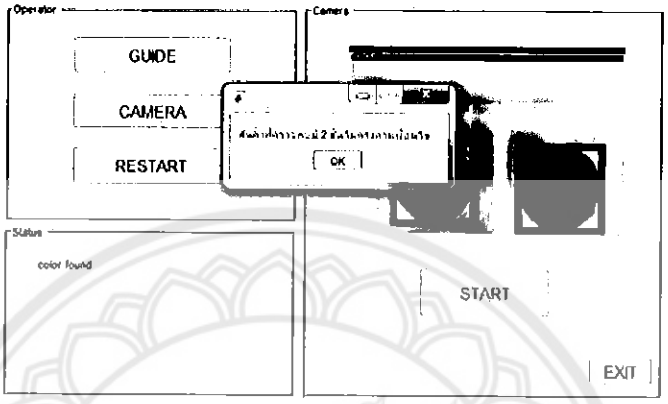
ภาพสติ๊กเกอร์สีฟ้าอ่อน



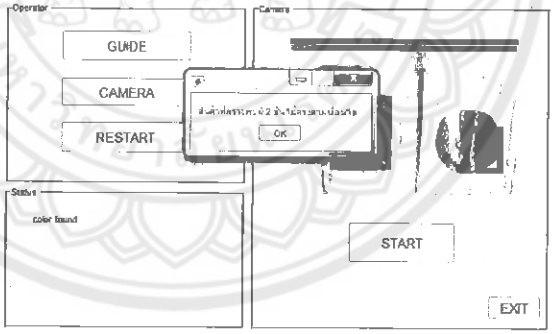
ภาพสติ๊กเกอร์สีม่วง

4. การทดลองเมื่อนำสินค้าที่มีสีสติ๊กเกอร์ต่างกัน 2 ชิ้นมาวางลงบนเครื่องทดสอบพร้อมกัน

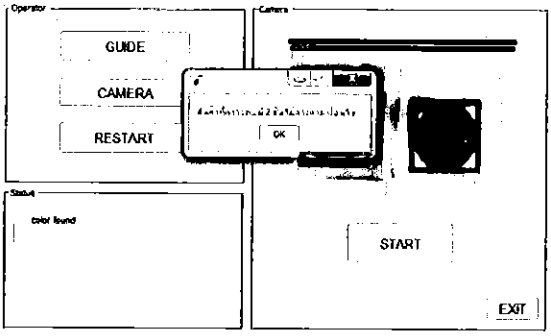
การทำงานของโปรแกรมเมื่อตรวจพบสินค้า 2 ชนิดขึ้นไปจะทำการจัดหมวดของสินค้าเฉพาะสีแรกที่ได้ตั้งค่าไว้ในโปรแกรมเมื่อตรวจพบเสมอ



ภาพการประมวลผลสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดง พร้อมกับสีเขียว



ภาพการประมวลผลสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีแดง พร้อมกับสีน้ำเงิน



ภาพการประมวลผลสินค้าที่ติดสติ๊กเกอร์สีเขียว พร้อมกับสีน้ำเงิน

ภาคผนวก ค
คำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลภาพ

โค้ดการทำงานของการประมวลผลภาพ

```
b = arduino('com3');
writeDigitalPin(b, 'A5', 1);
VidObj= videoinput(IA, DeviceID, Format);
handles.VidObj=VidObj;CAM=1;
vidRes = get(handles.VidObj, 'VideoResolution');
nBands = get(handles.VidObj, 'NumberOfBands');
set(VidObj, 'FramesPerTrigger', Inf);
set(VidObj, 'ReturnedColorspace', 'rgb')
VidObj.FrameGrabInterval = 5;
set(handles.axes2,'Visible','on')
axes(handles.axes2)
hImage = image( zeros(vidRes(1), vidRes(2), nBands) );
preview(handles.VidObj, hImage)

while(VidObj.FramesAcquired<=1000)
axes(handles.axes2)
data = getsnapshot(VidObj);

%*****************Red*************************************************
 red_im = imsubtract(data(:,:,1), rgb2gray(data));
red_im = medfilt2(red_im, [3 3]);
red_im = im2bw(red_im,0.18);
red_im = bwareaopen(red_im,300);
bw_red = bwlabel(red_im, 8);
stats_red = regionprops(logical(bw_red), 'BoundingBox', 'Centroid');
```

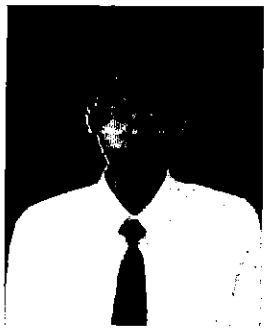
```
%*****************blue*****************************************************
blue_im = imsubtract(data(:,:,3), rgb2gray(data));
blue_im = medfilt2(blue_im, [3 3]);
blue_im = im2bw(blue_im,0.18);
blue_im = bwareaopen(blue_im,300);
bw_blue = bwlabel(blue_im, 8);
stats_blue = regionprops(logical(bw_blue), 'BoundingBox', 'Centroid');

%*****************green*****************************************************
green_im = imsubtract(data(:,:,2), rgb2gray(data));
green_im = medfilt2(green_im, [3 3]);
green_im = im2bw(green_im,0.09);
green_im = bwareaopen(green_im,300);
bw_green = bwlabel(green_im, 8);
stats_green = regionprops(logical(bw_green), 'BoundingBox', 'Centroid');

imshow(data);
hold on
if readDigitalPin(b,'A0')==0
if 1:length(stats_red) & 1:length(stats_green)
for object_reg = 1:length(stats_red)
bb_rd = stats_red(object_reg).BoundingBox;
bc_rd = stats_red(object_reg).Centroid;
rectangle('Position',bb_rd,'EdgeColor','r','LineWidth',5)
plot(bc_rd(1),bc_rd(2), '-m+')
object_greend= 1:length(stats_green)
bb_gd = stats_green(object_greend).BoundingBox;
bc_gd = stats_green(object_greend).Centroid;
rectangle('Position',bb_gd,'EdgeColor','g','LineWidth',5)
plot(bc_gd(1),bc_gd(2), '-m+')
g= imread('gray.png');
```

```
axes(handles.axes11)
imshow(g);
h = msgbox('สินค้าที่ตรวจพบมี 2 ชิ้นไม่ตรงตามเงื่อนไข');
writeDigitalPin(b, 'D6', 0);
pause(4.5);
writeDigitalPin(b, 'D6', 0);
end
end
end
if readDigitalPin(b,'A0')==0
if 1:length(stats_red) & 1:length(stats_blue)
for object_red = 1:length(stats_red)
bb_rd = stats_red(object_red).BoundingBox;
bc_rd = stats_red(object_red).Centroid;
rectangle('Position',bb_rd,'EdgeColor','r','LineWidth',5)
plot(bc_rd(1),bc_rd(2), '-m+')
object_blue = 1:length(stats_blue)
bb_b = stats_blue(object_blue).BoundingBox;
bc_b = stats_blue(object_blue).Centroid;
rectangle('Position',bb_b,'EdgeColor','b','LineWidth',5)
plot(bc_b(1),bc_b(2), '-m+')
g= imread('gray.png');
axes(handles.axes11)
imshow(g);
h = msgbox('สินค้าที่ตรวจพบมี 2 ชิ้นไม่ตรงตามเงื่อนไข');
writeDigitalPin(b, 'D6', 0);
pause(4.5);
writeDigitalPin(b, 'D6', 0);
end
end
end
```

```
if readDigitalPin(b,'A0')==0
if 1:length(stats_blue) & 1:length(stats_green)
for object_green= 1:length(stats_green)
bb_g = stats_green(object_green).BoundingBox;
bc_g = stats_green(object_green).Centroid;
rectangle('Position',bb_g,'EdgeColor','g','LineWidth',5)
plot(bc_g(1),bc_g(2), '-m+')
object_blue = 1:length(stats_blue)
bb_b = stats_blue(object_blue).BoundingBox;
bc_b = stats_blue(object_blue).Centroid;
rectangle('Position',bb_b,'EdgeColor','b','LineWidth',5)
plot(bc_b(1),bc_b(2), '-m+')
g= imread('gray.png');
axes(handles.axes11)
imshow(g);
h = msgbox('สินค้าที่ตรวจพบมี 2 ชิ้น ไม่ตรงตามเงื่อนไข');
writeDigitalPin(b, 'D6', 0);
pause(4.5);
writeDigitalPin(b, 'D6', 0);
end
end
end
if readDigitalPin(b,'A0')==0
for object_red = 1:length(stats_red)
bb_r = stats_red(object_red).BoundingBox;
bc_r = stats_red(object_red).Centroid;
rectangle('Position',bb_r,'EdgeColor','r','LineWidth',5)
plot(bc_r(1),bc_r(2), '-m+')
c='Red'
set(handles.text5,'String',c);
```

```
set(handles.text5,'String',c);
d='สินค้าที่ตรวจพบไม่ตรงกับเงื่อนไขที่ระบุไว้ ....';
set(handles.text6,'String',d);
h = msgbox('สินค้าไม่ตรงตามเงื่อนไข');
end
end
hold off
end
stop(vid);
flushdata(vid);
delete(vid);
clear all
```

ประวัติผู้เขียนโครงงาน



ชื่อ นายสมพร กันเดช

ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 10 หมู่ 5 หมู่บ้านวังปลาดุก ต.มะตูม
อ.พรหมพิราม จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนบ้านกร่างพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: **king_blackblue007@hotmail.com**

ชื่อ นายสรวิศ โรงคำ

ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 459/268 หมู่ 7 หมู่บ้านชินลาภ
ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
  คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
  มหาวิทยาลัยนเรศวร

Email: **popallst44@gmail.com**