ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ระบบตรวจสอบคุณภาพยาชนิดบรรจุแผงโดยใช้การประมวลผลภาพ

DRUGS PANEL QUALITY INSPECTION SYSTEM USING DIGITAL IMAGE PROCESSING

นายเขตกาณุ ภักต รหัส 54360025
นายภาณุเดช โสภิณท์ รหัส 54360209

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 20 ก.ค. 2558
เลขทะเบียน 1687566
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว 615 ส 2557

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2557

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อโครงงาน	ระบบตรวจสอบคุณภาพยาชนิดบรรจุแผงโดยใช้การประมวลผลภาพ			
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเขตกาญุ	ภักต	รหัส	54360025
	นายภาณุเดช	โสภิณท์	รหัส	54360209
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล			
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์			
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์			
ปีการศึกษา	2557			

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ

(อาจารย์รัฐภูมิ วรานุสาสน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

หัวข้อโครงงาน	ระบบตรวจสอบคุณภาพยาชนิดบรรจุแผงโดยใช้การประมวลผลภาพ
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายเขตกาญ ภักต รหัส 54360025
	นายภาณุเดช โสภิณฑ์ รหัส 54360209
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเสนอระบบตรวจสอบคุณภาพยาชนิดบรรจุแผงโดยใช้การประมวลผลภาพ ระบบนี้ได้มีการพัฒนาเครื่องสายพานจำลองที่มีการติดตั้งกล้องเว็บแคมสำหรับรับภาพแบบอัตโนมัติ เมื่อมีการรับภาพก็จะนำมากำจัดสัญญาณรบกวนและปรับปรุงภาพเพื่อให้ได้ภาพย่อยที่เป็นเม็ดยาให้เหมาะสมก่อน แล้วนำไปตรวจสอบสีซึ่งจะเปรียบเทียบกับค่าสีที่ถูกกำหนดไว้ และตรวจความสมบูรณ์ของเม็ดยาซึ่งได้กำหนดขนาดของเม็ดยาที่สมบูรณ์ไว้

ระบบตรวจสอบคุณภาพยาชนิดบรรจุแผงโดยใช้การประมวลผลภาพสามารถตรวจสอบคุณภาพยาจากสีและความสมบูรณ์ของขนาดเม็ดยาได้ โดยแจ้งผลการตรวจสอบผ่านทางหน้าจอภาพ และมีการบันทึกการตรวจสอบเอาไว้ โดยมีความถูกต้องมากกว่าร้อยละ 90

Project Title	Drugs panel Quality Inspection System Using Digital Image Processing		
Name	Mr.Khatkanu Pakta	ID.	54360025
	Mr.Panadet Sophin	ID.	54360209
Project Advisor	Assistant Professor, Ph.D.Panomkhawn Riyamongkol		
Major	Computer Engineering.		
Department	Electrical and Computer Engineering.		
Academic year	2014		

.....

Abstract

This project presents drugs panel quality inspection system using image processing. The developed system has a belt equipped with a web camera for taking images automatically. For each taken image, noise reduction and image enhancement processes are applied to get sub-images of pill. Then, the color of each pill is compared with the preset color. In order to check the completeness of the pill, the size of pill has been calculated and compared with the defined size.

The drugs panel quality inspection system using image processing can inspect pills inside drug panels from color and completeness. The results of the inspection can be shown through the screen and have been recorded. The accuracy of the proposed system is more than 90 percents.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศกรรมคอมพิวเตอร์ฉบับนี้ ที่สำเร็จลุล่วงมาได้นั้น เนื่องจากความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล อาจารย์ประจำภาควิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนะ พร้อมทั้งชี้แนะวิธีการแก้ปัญหาอย่างตรงจุด ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินโครงงาน จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ทั้งนี้ต้องขอขอบคุณท่านกรรมการ ทั้งสองท่านเป็นอย่างมาก อันได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล มุณีสว่าง และอาจารย์รัฐภูมิ วรานุสาสน์ อาจารย์ประจำภาควิชาไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้ปรึกษาและแนะแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่คอยเป็นแรงใจ ค่อยให้การสนับสนุนในเรื่องต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นกำลังกายและกัลังทรัพย์ และต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่คอยสั่งสอยให้ความรู้จนผู้จัดทำโครงงานได้จัดทำจนสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจ ช่วยให้คำปรึกษาทั้งเรื่องการเรียน และปัญหาต่างๆจนสามารถสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นายเขตกาณุ ภักต

นายภาณุเดช โสภิณฑ์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญรูป ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ตารางแสดงกิจกรรมการดำเนินงาน 2
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.7 งบประมาณ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 การประมวลผลภาพ (image processing) 5
2.2 ระบบสีอาร์จีบี (RGB) 5
2.3 ภาพไบนารี่ (binary image) โดยการทำเทรชโฮลด์ (threshold) 5

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 การหาขอบภาพ (Edge Detection) 6
2.4.1 วิธีเกรเดียนต์ (Gradient) 6
2.4.2 วิธีลาปลาเซียน (Laplacian) 7
2.5 จุดศูนย์กลาง (Centroid) 7
2.6 การประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ (Morphological Operation) 11
2.6.1 อีโรชั่น (Erosion) 13
2.6.2 ดิเลชั่น (Dilation) 14
2.6.3 การเปิด (Opening) 16
2.6.4 การปิด (Closing) 17
2.7 การตรวจสอบโดยอัตโนมัติ (Automated inspection) 18
2.8 การลบพื้นหลัง (Background Subtraction) 19
2.9 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกล้องดิจิตอล 21
2.10 แมตแล็บ (MATLAB) 23

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ 24
3.1 วิเคราะห์ความต้องการของอุตสาหกรรมขนาดกลาง ขนาดย่อม และวิเคราะห์ความต้องการของระบบ 24
3.2 ภาพรวมของระบบ (System Overview) 26
3.3 หลักการทำงานของระบบ 29
3.3.1 การถ่ายภาพอัตโนมัติ 29
3.3.2 การตรวจสอบคุณภาพแผงยา 30
3.3.2.1 การแปลงภาพในระดับเทา 30

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2.2 การตัดขอบแผงยา 31

3.3.2.3 การแปลงภาพระบบสเกลสีเทา ให้เป็นภาพไบนารี 31

3.3.2.4 การทำการประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ 32

3.3.2.5 การหาเม็ดยาที่สมบูรณ์ 32

3.3.2.6 การนับเม็ดยา 33

บทที่ 4 ผลการทดลอง 34

4.1 ผลการออกแบบโปรแกรม 34

4.2 การทดลองถ่ายภาพแผงยาอัตโนมัติ 35

4.2.1 การถ่ายภาพแผงยาอัตโนมัติ 35

4.2.2 ตัดพื้นหลังออกเพื่อให้เหลือเฉพาะแผงยา 36

4.2.3 แนวการวางแผงยา 37

4.2.4 ระยะห่างระหว่างแผงยา 37

4.3 การทดลองนับจำนวนเม็ดยา 38

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 42

5.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง 42

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข 43

5.3 แนวทางการพัฒนาในอนาคต 43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 44

ภาคผนวก ก. การใช้งาน โปรแกรม 47

ประวัติผู้เขียนโครงงาน 51

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 กราฟแสดงการหาขอบด้วยวิธีเกรเดียนต์ (B) และวิธีลาปลาเซียน (C) โดย (A) แสดงถึงความแตกต่างของระดับความเข้มของสี....7

2.2 จุดศูนย์กลางของบริเวณที่มีรูปร่างต่างๆ....8

2.3 พื้นที่ของบริเวณภาพเท่ากับ 9 พิกเซล....9

2.4 เส้นรอบรูปของบริเวณภาพเท่ากับ 8 พิกเซล....9

2.5 แกนเอกและแกนโท....10

2.6 ความหนาของบริเวณภาพ....11

2.7 องค์ประกอบของโครงสร้างในลักษณะต่างๆ....12

2.8 พื้นหน้าและพื้นหลังในภาพ....12

2.9 กระบวนการประมวลผลภาพของการทำอีโรชั่น....13

2.10 องค์ประกอบของโครงสร้าง....13

2.11 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และภาพที่ทำอีโรชั่น (ขวา) รอบการประมวลผล = 10....14

2.12 กระบวนการประมวลผลภาพของการทำดิเลชั่น....14

2.13 องค์ประกอบของโครงสร้าง....15

2.14 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และ ภาพที่ทำดิเลชั่น (ขวา) รอบการประมวลผล = 10....15

2.15 กระบวนการประมวลผลภาพของการเปิด....16

2.16 องค์ประกอบของโครงสร้าง = ดิสก์ที่มีขนาดเมตริก10*10....16

2.17 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และภาพที่ทำการเปิด (ขวา) รอบการประมวลผล = 1....17

2.18 กระบวนการประมวลผลของการปิด....17

2.19องค์ประกอบของโครงสร้าง = ดิสก์ที่มีขนาดเมตริก10*10....18

2.20 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และ ภาพที่ทำการปิด (ขวา) รอบการประมวลผล = 1....18

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.21 การดำเนินการขั้นตอนที่เกิดจากการตรวจสอบอัตโนมัติ (a) ระบบควบคุมป้อนกลับ(Feedback Process Control) และ(b) ชิ้นส่วนอะไหล่ที่อยู่ในระดับคุณภาพ 2 ระดับ หรือมากกว่านั่น 19

2.22 เทคนิคการหาภาพวัตถุที่เคลื่อนไหว 20

2.23 ออพติคัลโฟลว์ 21

3.1 แสดงภาพรวมของระบบ (Overview) 26

3.2 แสดงระบบสายพานจำลอง 27

3.3 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมตรวจสอบแผงยาอัตโนมัติ 28

3.4 แสดงประวัติการตรวจสอบ 28

3.5 แผนผังการทำงานของขั้นตรวจสอบแผงยา 29

3.6 แสดงการลบพื้นหลังเพื่อหาภาพแผงยา 30

3.7 แสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพสเกลเท่า 30

3.8 แสดงการตัดขอบแผงยา 31

3.9 แสดงการแปลงภาพระบบสเกลสีเทาให้เป็นภาพไบนารี 31

3.10 แสดงการทำการประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ แบบดิสก์ 32

3.11 แสดงการหาเม็ดยาที่สมบูรณ์ 32

3.12 แสดงการนับเม็ดยา 33

4.1 แสดงการออกแบบโปรแกรมตรวจสอบแผงยาอัตโนมัติ 34

4.2 แสดงประวัติการตรวจสอบ 35

4.3 แสดงผลการตัดพื้นหลัง 36

4.4 แสดงการวางแผงยาที่ถูกต้อง (ก.) และไม่ถูกต้อง (ข.) 37

4.5 แสดงระยะการวางแผงยาที่ถูกต้อง (ก.) และไม่ถูกต้อง (ข.) 37

4.6 กราฟแสดงความถูกต้องการนับเม็ดยา 41

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน 3

4.1 แสดงผลการถ่ายภาพอัตโนมัติ 35

4.2 แสดงผลการทดลองตรรวจสอบนับจำนวนเม็ดยา 38

4.3 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู 38

4.4 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม 39

4.5 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว 39

4.6 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาสีเขียวเม็ดยาวสีขาว 40

4.7 แสดงผลการทดลองการตรวจหาแผงยาที่ต่างชนิดกัน 40

5.1 ปัญหา และแนวทางแก้ไข 43

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันมีการแข่งขันด้านการตลาดที่สูงมาก จึงทำให้สายงานการผลิตในปัจจุบันต้องมีการคำนึงถึงคุณภาพผลิตภัณฑ์ก่อนออกสู่ท้องตลาด จึงต้องมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ให้มีความสมบูรณ์มากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีในการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์มีราคาสูงมาก จึงทำให้ต้องใช้แรงงานคนมาทดแทน

ในภาคการผลิตในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (SME) ในประเทศไทยมีเป็นจำนวนมาก บางผลิตภัณฑ์ต้องใช้ทรัพยากรคนในการตรวจสอบคุณภาพผลผลิตด้วยตาว่ามีคุณภาพผลิตภัณฑ์ตรงตามที่ต้องการหรือไม่ เช่น ความสมบูรณ์ของหีบห่อบรรจุภัณฑ์ ซึ่งอาจจะทำให้ต้องใช้งบประมาณสูงในการจ้างแรงงานคนในการตรวจสอบผลิตภัณฑ์และอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบคุณภาพได้ง่าย

จากปัญหาดังกล่าวทางกลุ่มจึงจัดทำ“ระบบตรวจสอบคุณภาพยาชนิดบรรจุแผง” นี้ขึ้นเพื่อช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของแผงยาอัตโนมัติ โดยระบบนี้ใช้หลักการการประมวลผลภาพ (Image Processing) และการเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) ในการประมวลผล โดยระบบนี้จะเรียนรู้คุณลักษณะจากภาพของแผงยาที่สมบูรณ์และแผงยาที่ไม่สมบูรณ์เพื่อเป็นข้อมูลตั้งต้นในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ จากนั้นเมื่อมีผลิตภัณฑ์ผ่านกล้อง กล้องจะทำการถ่ายภาพแล้วดึงคุณลักษณะของแผงยาไปเปรียบเทียบกับโมเดลทางคณิตศาสตร์ แล้ววิเคราะห์ว่าแผงยานั้นมีความสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้กับแผงยาได้หลายชนิดโดยที่ไม่ต้องพัฒนาซอฟท์แวร์ขึ้นมาใหม่ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายของระบบตรวจสอบคุณภาพแผงยา เพื่อให้อุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมสามารถนำไปใช้กับระบบการผลิตได้ จึงทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของการบรรจุยาให้มีคุณภาพเทียบเท่ากับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้แล้ว ยังเป็นการประหยัดค่าจ้างแรงงานคนได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยตรวจสอบคุณภาพแผงยาแบบอัตโนมัติ
2. เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบอย่างง่ายที่ช่วยในการตรวจสอบคุณภาพแผงยา

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ใช้กับการผลิตแบบสายพาน
2. ระบบนี้มีข้อจำกัดในการจัดวางแผงยาบนสายพาน ต้องจัดวางให้อยู่ในทิศทางเดียวกัน
3. ต้องตรวจสอบในที่มีแสงพอดี ไม่สว่างหรือมืดจนเกินไป เนื่องจากแสงมีผลต่อการตรวจจับภาพ
4. ระบบมีเพียงสัญญาณแจ้งว่าแผงยานั้นสมบูรณ์หรือไม่

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. วิเคราะห์ความต้องการของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม
2. วางแผนขั้นตอนการทำงานและออกแบบระบบ
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวโปรแกรมแม็ทแลป (Matlab) , โอเพ่นซีวี (OpenCV) และหลักการประมวลผลภาพ (Image Processing) รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้อง คอมพิวเตอร์
4. กำหนดขอบเขตของระบบ
5. เริ่มเขียนโปรแกรมโดยใช้หลักการประมวลผลภาพในการทำงาน
6. ทำแบบจำลองระบบ
7. ทำระบบตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์
8. ทดสอบการทำงานของระบบพร้อมปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์มากที่สุด
9. สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มรายงาน

1.5 ตารางแสดงกิจกรรมการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

กำหนดการดำเนินงาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. วิเคราะห์ความต้องการของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม										
2. วางแผนขั้นตอนการทำงานและออกแบบระบบ										
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวโปรแกรม แม็ทแลป (Matlab) , โอเพ่นซีวี (OpenCV) และหลักการประมวลผลภาพ (Image Processing) รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ เช่น กล้องคอมพิวเตอร์										
4. กำหนดขอบเขตของระบบ										
5. เริ่มเขียนโปรแกรมโดยใช้หลักการประมวลผลภาพในการทำงาน										
6. ทำแบบจำลองระบบ										
7. ทำระบบตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์										

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน (ต่อ)

กำหนดการดำเนินงาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
8. ทดสอบการทำงานของระบบพร้อมปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์มากที่สุด								■	■	
9. สรุปผลการทดลองและจัดทำรูปเล่มรายงาน									■	■

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบนี้สามารถตรวจสอบคุณภาพตามที่กำหนดไว้ได้
2. ระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม
3. ระบบนี้จะช่วยยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมได้

1.7 งบประมาณ

1. เอกสารประกอบการศึกษาค้นคว้า	1,500 บาท
2. ค่าถ่ายสำเนาเอกสาร	500 บาท
รวมทั้งสิ้น	2,000 บาท

หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การประมวลผลภาพ (image processing)

การประมวลผลภาพ คือ เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีดิทัศน์ (วิดีโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ภาพด้วย โดยการจับเอาหรือถ่ายเท (Maniltipulation) รายละเอียดของภาพที่ได้จากวัตถุเพื่อนำรายละเอียดของภาพเหล่านั้นไปทำประโยชน์ให้มากยิ่งขึ้น วิธีการประมวลผลภาพ [1,2] จะต่างกับวิธีการทางคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ (Computer graphic) [1,2] กล่าวคือ วิธีการทางคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ ตัวคอมพิวเตอร์เองที่จะเป็นตัวที่สร้างภาพ แต่เทคนิคทางการประมวลผลภาพ นั้นใช้คอมพิวเตอร์สำหรับจัดเก็บข้อมูล

2.2 ระบบสีอาร์จีบี (RGB)

ระบบสีอาร์จีบี[1] เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงินโดยมีการรวมกันแบบเติมแต่ง (Additive) ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ หลอดรังสีแคโทด (Cathode ray tube) ในการใช้งานระบบสีอาร์จีบียังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แก่ ระบบสีอาร์จีบีของซีไออี (RGB_{CIE}) และ ระบบสีอาร์จีบีของทีเอสซี ($RGBN_{TSC}$) [3,4]

2.3 ภาพไบนารี่ (binary image) โดยการทำเทรชโฮลด์ (threshold)

การสร้างภาพไบนารีด้วยวิธีเทรชโฮลด์ [3,5,6,7] มีหลักการในการเลือกจุดว่าจุดนั้นจะเป็นสีขาวหรือสีดำ โดยจะเปรียบเทียบกับค่าคงที่ค่านึงซึ่งคือค่าเทรชโฮลด์ โดยถ้ากำหนดเทรชโฮลด์ = 100 แล้ว พิกเซลในรูปที่มีค่าน้อยกว่า 100 จะถูกเปลี่ยนเป็น 0 และ พิกเซลที่มีค่ามากกว่า 100 จะถูกเปลี่ยนเป็น 255 ดังสมการ (2.1)

$$g(x,y) = 0 \text{ ถ้า } f(x,y) < \text{ค่าเทรชโฮลด์} \quad (2.1)$$
$$g(x,y) = 255 \text{ ถ้า } f(x,y) \geq \text{ค่าเทรชโฮลด์}$$

เมื่อ f(x,y) คือ ตำแหน่งพิกเซลของภาพต้นฉบับ

g(x,y) คือ ตำแหน่งพิกเซลของภาพผลลัพธ์

2.4 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

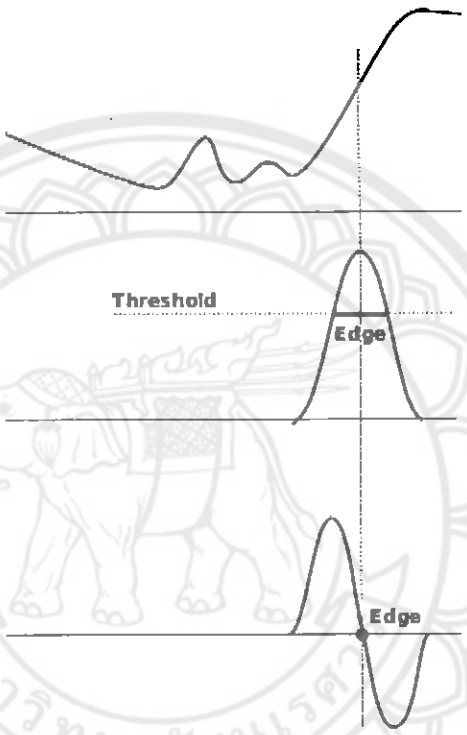
การหาขอบภาพ (Edge Detection) [3,8,9,10,11,12,13] เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ เราจะสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรู้จำชนิดของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตาม การหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นเรื่องที่ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ มีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากความแตกต่างนี้มีค่ามากขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจนวิธีการหาขอบนั้นมีด้วยกันหลายวิธี แต่อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือวิธีเกรเดียนต์ (Gradient) และวิธีลาปลาซ (Laplacian) โดยในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 วิธีเกรเดียนต์ (Gradient)

เป็นความคิดแรกที่ใช้วิเคราะห์หาขอบภาพ [11,12,13] โดยใช้วิธีการวัดความเป็นแปลงความเข้ม (Gray level) ของจุดภาพที่กำลังพิจารณากับจุดภาพที่อยู่ข้างเคียง เพื่อการตัดสินใจต่อไปว่าเป็นขอบภาพหรือไม่ โดยวิธีนี้จะหาขอบด้วยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่าเทรชโฮลด์ จึงอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น โรเบิร์ต (Roberts), พรีวิต (Prewitt) และ แคนนี (Canny) เป็นต้น

2.4.2 วิธีลาปลาเซียน (Laplacian)

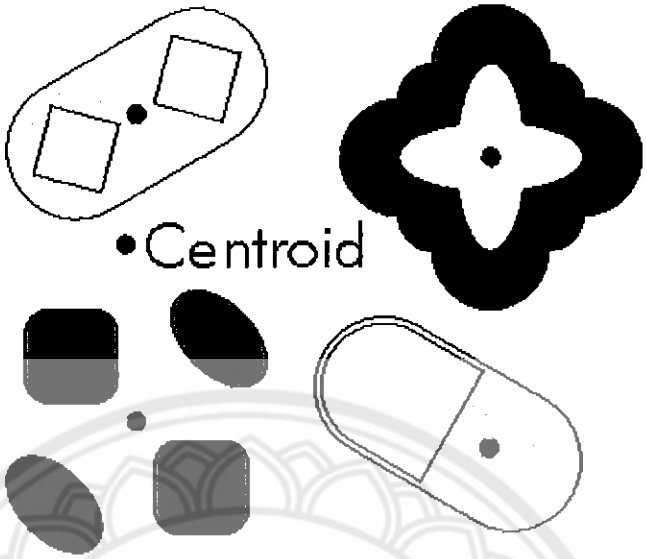
วิธีนี้จะหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับ 2 โดยใช้จุดที่ค่า เป็น "0" ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าวิธีเกรเดียนต์ สามารถใช้กรองความถี่ต่ำได้ขอบโครงภาพ ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น ลาปลาเซียนของเกาส์ (Laplacian of Gaussian) และ มาร์ส-ฮิลเดรน (Marrs-Hildreth) เป็นต้น



รูปที่ 2.1 กราฟแสดงการหาขอบด้วยวิธีเกรเดียนต์ (B) และวิธีลาปลาเซียน (C) โดย **(A) แสดงถึงความ**แตกต่างของระดับความเข้มของสี [13]

2.5 จุดศูนย์กลาง (Centroid)

จุดศูนย์กลาง [2,3,10] คือ จุดศูนย์กลางของมวลของบริเวณ (Region) หรือวัตถุใดๆซึ่งมีการนิยามมาจากจุดศูนย์กลางในเชิงคณิตศาสตร์หรือเชิงกายภาพและมีความสาคัญในการรังวัดระยะของวัตถุต่อวัตถุในรูป โดยเราสามารถคำนวณได้ในรายละเอียดดังต่อไปนี้ และแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 จุดศูนย์กลางของบริเวณที่มีรูปร่างต่าง ๆ [24]

การคำนวณจุดศูนย์กลางจะต้องหาโมเมนต์ของวัตถุแล้วต่อมาจึงคำนวณหาจุดศูนย์กลาง**ดังสมการต่อไปนี้**

โมเมนต์อย่างง่าย

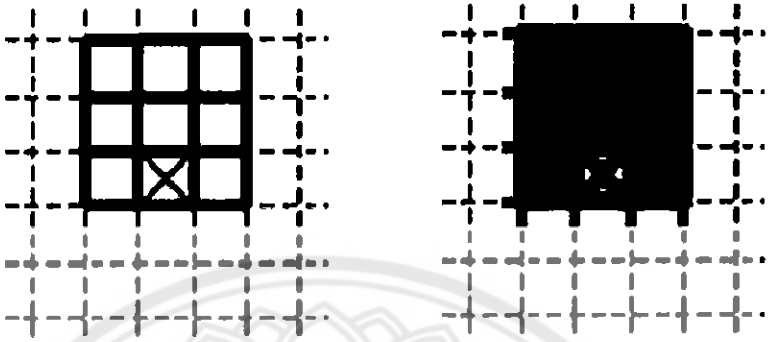
$$m(p,q) = \sum_{\text{พิกเซลที่เกี่ยวข้อง}} (f(x,y) - f_{\text{พื้นหลัง}})\, x^p y^q \qquad (2.2)$$

$$\sum_{\text{พิกเซลที่เกี่ยวข้อง}} x^p y^q \text{ สำหรับไบนารีบิตแมป} \qquad (2.3)$$

$m_{0,0}$ **เป็นบริมาณโทนสีเทาหรือพื้นที่**

$$\left(\frac{m_{1,0}}{m_{0,0}}, \frac{m_{0,1}}{m_{0,0}}\right) \text{ เป็นศูนย์กลางมวลร่วมกัน} \qquad (2.4)$$

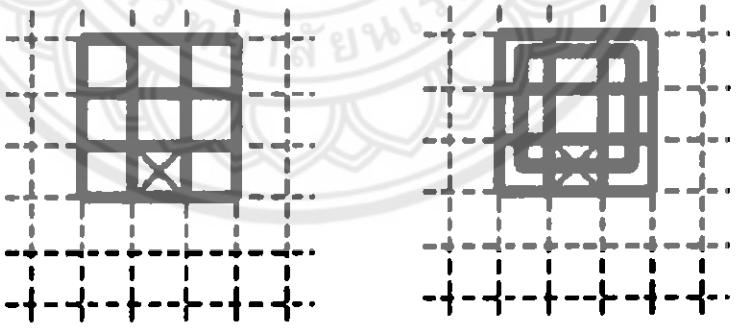
พื้นที่ (Area) **คือ จำนวนจริงของพิกเซล ในรูปร่างของบริเวณ โดยทั่วไปจะพิจารณาเป็นพื้นที่สุทธิ** (Net Area)



รูปที่ 2.3 พื้นที่ของบริเวณภาพเท่ากับ 9 พิกเซล [10]

เส้นรอบรูป (Perimeter) คือ จำนวนจริงของพิกเซลบนขอบของบริเวณภาพใดๆ

$$\text{เส้นรอบรูป} = \sum_{i=1}^{n-1} d_i = \sum_{i=1}^{n-1} |x_i - x_{i-1}| \qquad (2.5)$$



รูปที่ 2.4 เส้นรอบรูปของบริเวณภาพเท่ากับ 8 พิกเซล [10]

แกนเอก (Major Axis) คือ จุดจบสองจุด (Ending Point) ที่สามารถวาดเส้นที่ยาวที่สุดใน บริเวณภาพอีกทั้งสามารถคำนวณระยะและมุม

$$\text{ความยาวแกนเอก} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2.6)$$

$$\text{มุมแกนเอก} = \tan^{-1}\left(\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}\right) \quad (2.7)$$

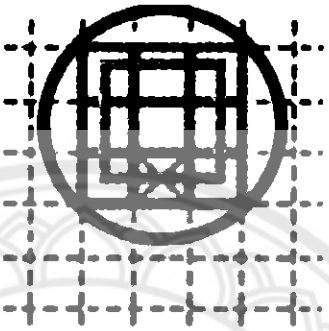
แกนโท (Minor Axis) คือ จุดจบสองจุดที่สามารถวาดเส้นที่ยาวที่สุดและต้องตั้งฉากกับแกนเอก

$$\text{ความยาวแกนโท} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (2.8)$$

รูปที่ 2.5 แกนเอกและแกนโท [10]

ความหนา (Compactness) คือ อัตราส่วนของพื้นที่ต่อพื้นที่ของวงกลมที่เส้นรอบวงเดียว

$$\text{ความหนา} = \frac{4\pi \cdot \text{พื้นที่}}{(\text{เส้นรอบรูป})^2} \qquad (2.9)$$

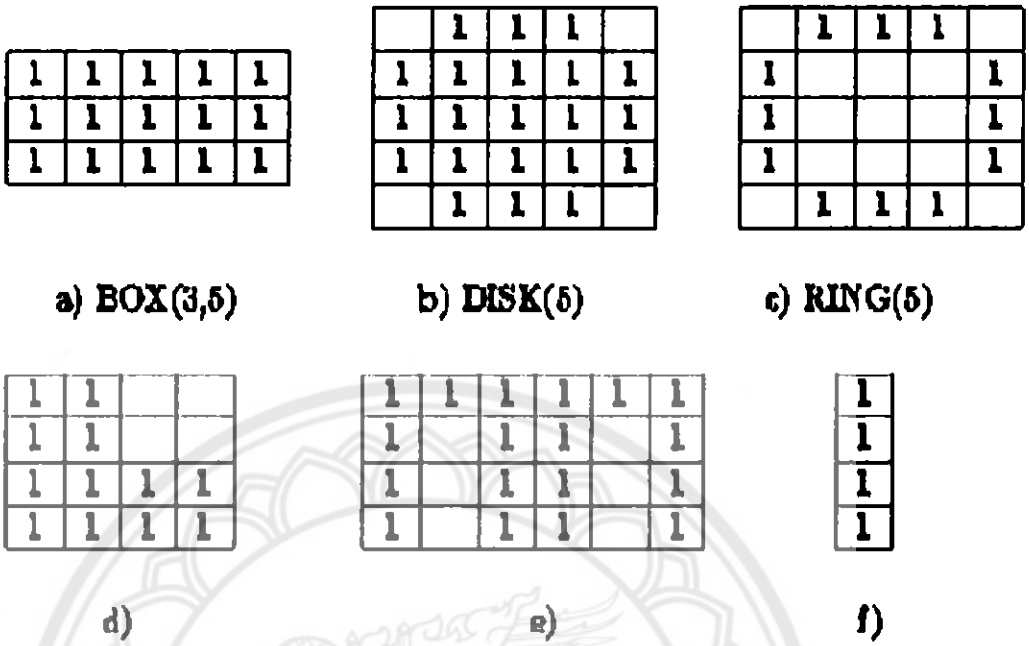


รูปที่ 2.6 ความหนาของบริเวณภาพ [10]

2.6 การดำเนินงานทางสัณฐานวิทยา (Morphological Operation)

การดำเนินงานทางสัณฐานวิทยา [5,8,10] คือ เซตของการประมวลการผลทางภาพในเรื่องรูปทรง โดยการประยุกต์องค์ประกอบของโครงสร้าง (Structure Element) มาดำเนินงานกับภาพอินพุต และได้ผลลัพธ์หรือภาพเอาต์พุตที่มีขนาดเท่ากับภาพอินพุต

องค์ประกอบของโครงสร้าง คือ เมตริกที่ถูกนิยามให้เป็นรูปร่างและขนาดที่เป็นบริเวณใกล้เคียง (Neighborhood) สำหรับการดำเนินงานทางสัณฐานวิทยา โดยในเมตริกจะประกอบด้วยค่าไบนารี 2 ค่า คือ 0 และ 1 ซึ่งสามารถมีรูปร่างตามที่เรากำหนด โดยที่ 1 จะกำหนดเป็นบริเวณใกล้เคียง (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.7 องค์ประกอบของโครงสร้างในลักษณะต่างๆ [4]

พื้นหลัง (Background) คือพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 ในภาพ (ดูรูปที่ 2.8)

พื้นหน้า (Foreground) คือพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ในภาพ (ดูรูปที่ 2.8)

รูปที่ 2.8 พื้นหน้าและพื้นหลังในภาพ[10]

การประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ ประกอบด้วยการดำเนินการพื้นฐานที่สำคัญ 2 ตัว คืออีโรชั่น (Erosion) และดิเลชั่น (Dilation) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.6.1 อีโรชั่น (Erosion)

อีโรชั่น (Erosion) คือ เทคนิคที่ใช้ในการลบ (Remove) ติ่งหรือจะหอยของขอบ (Spike of edges) ของบริเวณภาพ ซึ่งสามารถอธิบายด้วยสมการดังต่อไปนี้

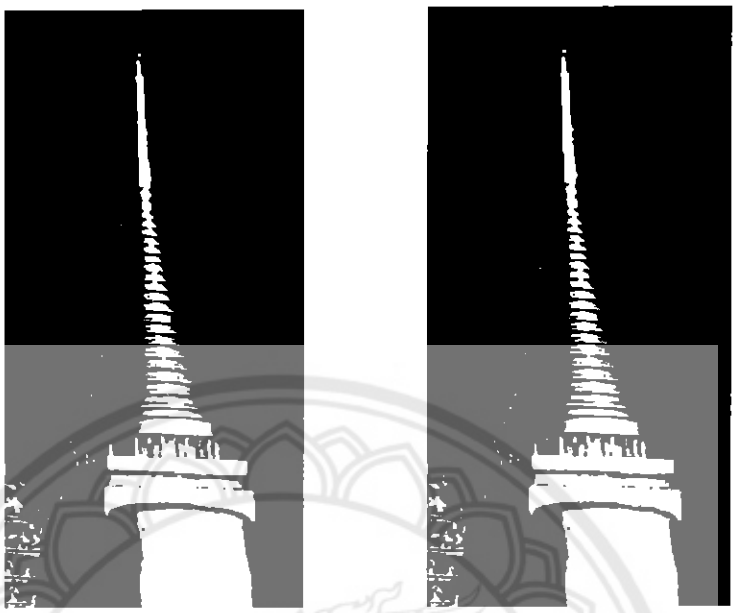
$$A \Theta B = \{p \mid B_p \subseteq A\} \tag{2.10}$$

รูปที่ 2.9 กระบวนการประมวลผลภาพของการทำอีโรชั่น [10]

เมื่อเราใช้องค์ประกอบของโครงสร้าง (รูปที่2.10) มาดำเนินงานด้วยการทำอีโรชั่นกับรูปภาพต้นฉบับ (รูปที่ 2.11) จะได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

$$SE = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.10 องค์ประกอบของโครงสร้าง [10]

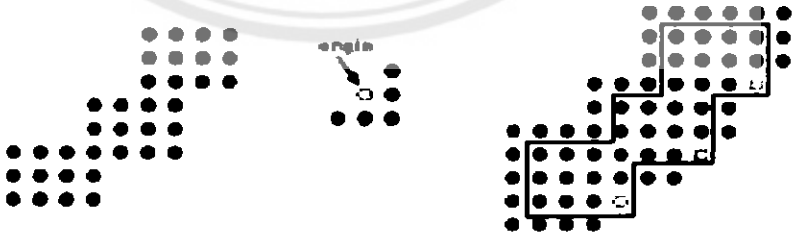


รูปที่ 2.11 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และภาพที่ทำอิโรชั่น (ขวา) รอบการประมวลผล = 10 [10]

2.6.2 ดิเลชั่น (Dilation)

ดิเลชั่น (Dilation) คือ เทคนิคที่ใช้ขยายขอบของพื้นหน้าหรือพื้นหลังของภาพตามที่กำหนด โดยทั่วไปมักใช้ในการเติมเต็มหลุม (Hole Filling) ซึ่งสามารถอธิบายด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$A \cdot B = (AB) \oplus B \tag{2.11}$$

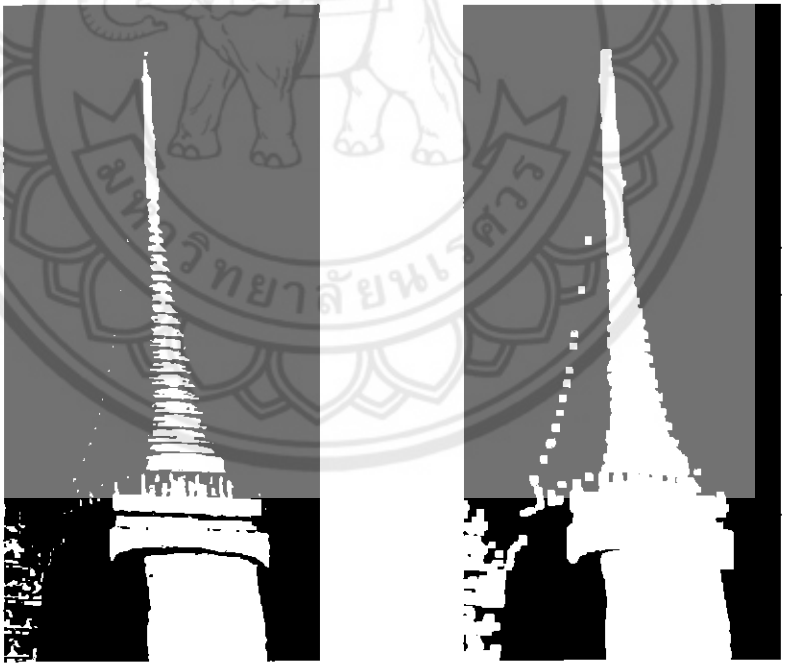


รูปที่ 2.12 กระบวนการประมวลผลภาพของการทำดิเลชั่น [10]

เมื่อเราใช้องค์ประกอบของโครงสร้าง (รูปที่ 2.13) มาดำเนินงานด้วยการทำดิเลชั่นกับรูปภาพต้นฉบับ (รูปที่ 2.14) จะได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

$$SE = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 2.13 องค์ประกอบของโครงสร้าง [10]



รูปที่ 2.14 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และ ภาพที่ทำดิเลชั่น (ขวา) รอบการประมวลผล = 10 [10]

2.6.3 การเปิด (Opening)

การเปิด (Opening) คือ การทำอีโรชั่น แล้วตามด้วยดิเลชั่น โดยทั่วไปเป็นขั้นเตรียมการในการแยกบริเวณใหญ่ให้เป็นบริเวณย่อย (Skeleton) ซึ่งสามารถอธิบายด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$A \circ B = (A \Theta B) \oplus B \qquad (2.12)$$

รูปที่ 2.15 กระบวนการประมวลผลภาพของการเปิด [10]

เมื่อเราใช้องค์ประกอบของโครงสร้าง (รูปที่ 2.16) มาดำเนินงานด้วยการทำการเปิดกับรูปภาพต้นฉบับ (รูปที่ 2.17) จะได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	

รูปที่ 2.16 องค์ประกอบของโครงสร้าง = ดิสก์ที่มีขนาดเมตริก10*10 [10]

รูปที่ 2.17 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และภาพที่ทำการเปิด (ขวา) รอบการประมวลผล = 1 [10]

2.6.4 การปิด (Closing)

การปิด (Closing) คือ การทำดิเลชั่น (Dilation) แล้วตามด้วยอีโรชั่น (Erosion) โดยทั่วไปใช้เพื่อการต่อส่วนแคบๆของบริเวณภาพซึ่งสามารถอธิบายด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$A \cdot B = (A \oplus B)\Theta B \tag{2.13}$$

รูปที่ 2.18 กระบวนการประมวลผลของการปิด [10]

เมื่อเราใช้องค์ประกอบของโครงสร้าง (รูปที่ 2.19) มาดำเนินงานด้วยการทำการปิดกับรูปภาพต้นฉบับ (รูปที่ 2.20) จะได้ผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

	1	1	1	1	1	1	1	1	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	

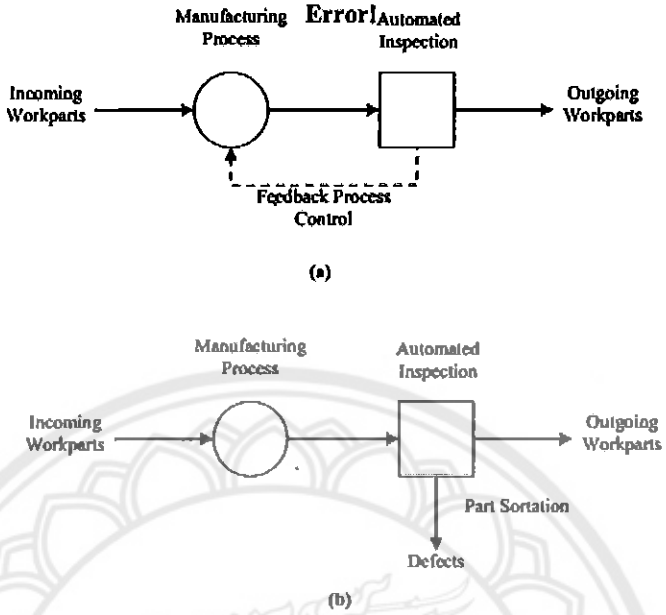
รูปที่ 2.19 องค์ประกอบของโครงสร้าง = ดิสก์ที่มีขนาดเมตริก10*10 [10]

รูปที่ 2.20 รูปภาพต้นฉบับ (ซ้าย) และ ภาพที่ทำการปิด (ขวา) รอบการประมวลผล = 1 [10]

2.7 การตรวจสอบโดยอัตโนมัติ (Automated inspection)

การตรวจสอบโดยอัตโนมัติ [12,13,14,15] ที่มีศักยภาพเต็มรูปแบบจะประสบความสำเร็จที่ดีที่สุดเมื่อมันถูกรวมเข้าไปในกระบวนการผลิต และการตรวจสอบ 100% ถูกนำมาใช้และเมื่อผลของการที่จะนำไปสู่ขั้นตอนการกระทำในเชิงบวก

การกระทำในเชิงบวกที่สามารถใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างในสองรูปแบบที่เป็นไปได้ตามที่แสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การดำเนินการขั้นตอนที่เกิดจากการตรวจสอบอัตโนมัติ (a) ระบบควบคุม**ป้อนกลับ** (Feedback Process Control) และ (b) ชิ้นส่วนอะไหล่ที่อยู่ในสองระดับคุณภาพหรือมาก**กว่านั่น** [14]

2.8 การลบพื้นหลัง (Background Subtraction)

การลบพื้นหลัง [17,18] เป็นขั้นตอนวิธีตัดพื้นหลังออกจากเฟรมวิดีโอ มีหลักการ**คือ เมื่อภาพ**ของเฟรมหนึ่งๆ มาลบ กับพื้นหลังจะได้เป็นวัตถุ นั้นๆ ดังสมการ

$$O = I - B \tag{2.14}$$

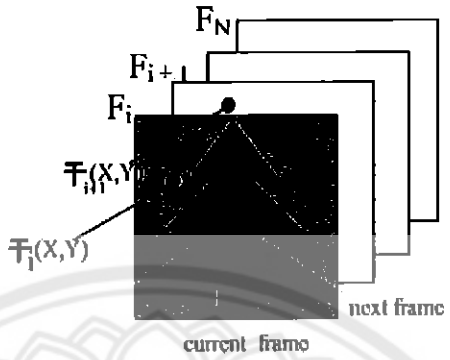
เมื่อ O คือ วัตถุ

I คือ ภาพของเฟรมหนึ่งๆ

B คือ ภาพพื้นหลัง

สำหรับขั้นตอนการประมวลผลจำเป็นจะต้องทำให้ภาพเป็นสเกลสีเทาเพื่อลด หน่วยความจำที่ใช้เพราะสเกลสีเทา 1 จุดใช้ 8 บิต ในขณะที่อาร์จีบีใช้ 24 บิต

รูปขั้นตอนการประมวลผลโดยวิธีการลบพื้นหลัง [17,18]



รูปที่ 2.22 เทคนิคการหาภาพวัตถุที่เคลื่อนไหว [18]

$\bar{F}(X,Y)$ คือ ค่าจุดสีแบบสเกลสีเทาของภาพที่จุดเอ็กซ์,วาย

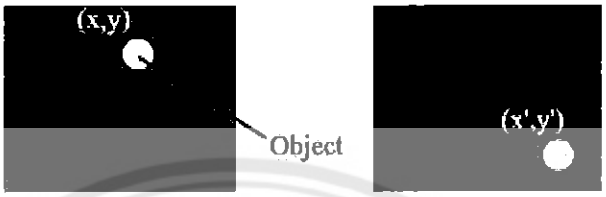
N คือ จำนวนเฟรมทั้งหมดของบัฟเฟอร์ (buffer) ที่นำมาจองหน่วยความจำเอาไว้นำมาเข้าสมการได้ดังนี้

$$\frac{\sum_{t=0}^{n} \bar{F}(x,y)}{N} \qquad (2.15)$$

นั่นคือ ผลรวมของค่าสเกลสีเทาที่จุดเอ็กซ์,วาย ของภาพหารด้วยจำนวนของเฟรมทั้งหมดของบัฟเฟอร์จะได้ค่าพื้นหลังเฉลี่ยทั้งหมดโดยต้องกำหนดให้พื้นหลังคือส่วนของภาพในเฟรมที่ไม่เหมือนกัน

ออพติคัลโฟลว์ (Optical Flow)

เป็นวิธีการหาเว็กเตอร์ลัพธ์ของส่วนที่ภาพเคลื่อนไหวไปแล้ว ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 ออพติคัลโฟลว์ [18]

รูปภาพจะมีวัตถุที่เคลื่อนไหวไปมาเราสามารถนำมาหาเวคเตอร์ลัพธ์ของการเคลื่อนที่**ของวัตถุนั้น ได้** โดยต้องรู้พิกัดที่ จุดเอ็กซ์,วาย ของเฟรมเริ่มต้นและเฟรมสุดท้าย

2.9 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกล้องดิจิตอล

กล้องดิจิตอล [19] คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการถ่ายภาพ เหมือนกับกล้อง**ถ่ายภาพทั่วๆ ไป** แต่กล้องดิจิตอลจะเก็บข้อมูลภาพไว้ในรูปแบบของหน่วยความจำเอสดีการ์ด (SD Card) **ซึ่งแตกต่าง จาก**กล้องถ่ายภาพรุ่นเก่าที่เก็บข้อมูลภาพในรูปแบบฟิลม์

ตัวรับภาพซีซีดี (CCD) และความละเอียดของภาพตัวรับภาพบนกล้องดิจิทัลมี 2 **ชนิดคือ อุปกรณ์ถ่ายแทประจุหรือเซนเซอร์พิกเซลตอบสนอง (Charge-Couply Device หรือ CCD) และเซนเซอร์ พิกเซลตอบสนองแบบกึ่งตัวนำเมทัลอ็อกไซด์ควบเสริม (Complementary Metal Oxide** Semiconductor หรือ CMOS) กล้องดิจิทัลในปัจจุบันจะใช้เซนเซอร์พิกเซลตอบสนอง เป็นส่วนใหญ่ ทำ หน้าที่เป็นตัวรับแสงของกล้องและรับรู้ระดับของความสว่างหรือเข้มของแสงเท่านั้น แต่ไม่สามารถรับรู้ หรือแยกสีได้เซนเซอร์พิกเซลตอบสนอง ที่รับรู้สีต่าง ๆ ได้จะต้องวางฟิลเตอร์ลงบนชิป กล้องระดับกลาง หรือกล้องที่ใช้ทั่วไปนิยมใช้ฟิลเตอร์อาร์จีบี

ซึ่งจะวางสลับกันเป็นตารางอย่างเป็นระเบียบ ตัวรับภาพซีซีดี ที่บันทึกได้นั้นเรียกว่าค่าความชัดลึก (Bit Depth) กล้องดิจิทัลทั่วไปสามารถบันทึกค่าความลึกได้ที 24 บิต เช่น กล้องที่ใช้ฟิลเตอร์อาร์จีบี จะมีค่าความลึกอย่างละ 8 บิต ได้แก่ อาร์=8 บิต จี=8 บิต บี=8 บิต ก็จะได้ค่าความลึกที่ 24 บิต โดยจะเรียกค่าความละเอียด เช่น 5 ล้านพิกเซล, 4.1 ล้านพิกเซล และ 3.34 ล้านพิกเซล จำนวนพิกเซลที่มากจะหมายถึงความคมชัดของภาพที่จะมีความคมชัดมากขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากสามารถบันทึกรายละเอียดของภาพได้มากขึ้น ซึ่งความละเอียดของภาพจะระบุในคู่มือการใช้งานกล้องดิจิทัล หรือตรวจสอบได้จากขนาดของภาพสูงสุดที่กล้องสามารถถ่ายได้ เช่น ภาพที่มีขนาด 2,048 x 1,536 เมื่อคูณขนาดทั้งแนวตั้งและแนวนอนทั้ง 2 เข้าด้วยกันจะได้ความละเอียดเท่ากับ 3,145,728 ซึ่งจะเป็นค่าพิกเซลโดยประมาณ คือมีความละเอียดประมาณ 3 ล้านพิกเซลความละเอียดของภาพจากกล้องดิจิทัลหมายถึงจำนวนพิกเซลที่อยู่บนตัวรับภาพทั้งหมด ความละเอียดของภาพหรือพิกเซล เป็นการนำจุดที่เป็นสีหลายสีหลายๆ จุดมาต่อกันให้ได้เป็นภาพออกมา หากมองโดยทั่วไปจะไม่เห็นความแตกต่างว่าภาพเหล่านั้นมีจุดจำนวนมากต่อกันอยู่ ในทางทฤษฎีเรียกภาพนี้ว่า ภาพแบบแรสเตอร์ (Raster) หมายถึงภาพที่นำเอาเม็ดสีจำนวนนับหมื่นนับแสนมาเรียงต่อกันแล้วเกิดเป็นรูป และเมื่อขยายภาพเหล่านั้นออกมาจะพบว่ามีเม็ดสีจำนวนมากเรียงกันอยู่ ส่วนภาพอีกลักษณะหนึ่งจะเป็นภาพที่เรียกว่า ภาพแบบเวกเตอร์ (Vector) ซึ่งจะไม่มีอยู่ภายในกล้องดิจิทัล เพราะเป็นภาพที่เกิดจากการใช้ซอฟต์แวร์และคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นมา เมื่อขยายภาพเข้ามาในระยะใกล้ ๆ จะไม่พบอาการแตกของภาพเลย เนื่องจากภาพแบบเวกเตอร์เกิดจากการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ไม่ได้เกิดจากพิกเซลเหมือนกับภาพแบบแรสเตอร์

ความละเอียดของภาพจะเป็นตัวกำหนดประเภทของกล้องดิจิทัลได้ 4 ระดับคือ

1. กล้องความละเอียดต่ำมาก มักจะเป็นกล้องรุ่นเก่า หรือ กล้องประเภทเว็บแคม (WebCam) ซึ่งมีความละเอียดไม่เกิน 3 แสนพิกเซล

2. กล้องความละเอียดต่ำ มีความละเอียดอยู่ที่ประมาณ 3 แสน – 1.5 ล้านพิกเซล

3. กล้องความละเอียดปานกลาง เป็นกล้องที่มีราคาอยู่ในระดับปานกลาง ภาพถ่ายมีคุณภาพพอใช้ได้ มีความละเอียดอยู่ที่ 2.1 – 4 ล้านพิกเซล

4. กล้องความละเอียดสูง มีความละเอียดมากกว่า 4 ล้านพิกเซล ตัวกล้องมีราคาค่อนข้างสูงและมีคุณภาพดี

2.10 แมตแล็บ (MATLAB)

แมตแล็บ [20] เป็นซอฟต์แวร์ในการคำนวณและการเขียนโปรแกรม โปรแกรมหนึ่ง ที่มีความสามารถครอบคลุมตั้งแต่ การพัฒนาอัลกอริธึม การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการทำซิมูเลชั่นของระบบ การสร้างระบบควบคุม และโดยเฉพาะเรื่องการประมวลผลภาพ และเวฟเลท (wavelet) การสร้างเมตริกซ์ ข้อสำคัญอย่างหนึ่งของแมตแล็บก็คือข้อมูลทุกตัวจะถูกเก็บใน ลักษณะของแถวลำดับ คือในแต่ละตัวแปรจะได้รับการแบ่งเป็นส่วนย่อยเล็กๆขึ้น ซึ่งการใช้ตัวแปรเป็นแถวลำดับ ในแมตแล็บเราไม่จำเป็นที่จะต้องจองมิติเหมือนกับ การเขียนโปรแกรมในภาษาขั้นต่ำทั่วไป ซึ่งทำให้เราสามารถที่จะแก้ปัญหาของตัวแปรที่อยู่ในลักษณะ ของเมทริกซ์และเวกเตอร์ได้โดยง่าย ซึ่งทำให้เราลดเวลาการทำงานลงได้ ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้โปรแกรมแมตแล็บ ถูกนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวางในงานทั่วๆไป

โปรแกรมแมตแล็บ จะมีกล่องเครื่องมือที่ใช้ในการหาคำตอบเรียกว่ากล่องเครื่องมือ (Toolbox) โดยโปรแกรมแมตแล็บ จะมีกล่องเครื่องมือในแต่ละด้าน เช่น การประมวลผลสัญญาณ (Signal processing toolbox) การประมวลผลภาพ (image processing toolbox) ฟัซซี่ลอจิก (fuzzy logic toolbox) เวฟเลท (wavelet toolbox) การติดต่อสื่อสาร (communication toolbox) สถิติ (Statistics toolbox) และอื่นๆอีกมากมาย ภายในกล่องเครื่องมือ ก็จะมีฟังก์ชันต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาในด้านนั้นๆ ให้เลือกประยุกต์ใช้งานเป็นจำนวนมาก ซึ่งในโครงงานนี้เราได้ใช้กล่องเครื่องมือเรื่องการประมวลผลภาพ (image processing toolbox)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการ

ในบทนี้ผู้ดำเนินโครงงานจะกล่าวถึงรายละเอียดการดำเนินโครงงานโดยแบ่งการทำงานหลักของระบบออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. วิเคราะห์ความต้องการของอุตสาหกรรมขนาดกลาง ขนาดย่อม และวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

2. ภาพรวมของระบบ จะกล่างถึงในส่วนของภาพรวมของระบบว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง แต่ละส่วนสัมพันธ์กันอย่างไร และระบบมีการทำงานอย่างไร

3. หลักการทำงาน และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของกล้อง ที่ใช้ในการถ่ายภาพแผงยาที่ต้องการตรวจสอบในระบบ พร้อมทั้งกล่าวถึงอุปกรณ์สำหรับแจ้งเตือนผลการตรวจสอบแผงยา

3.1 วิเคราะห์ความต้องการของอุตสาหกรรมขนาดกลาง ขนาดย่อม และวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

ปัจจุบันปัญหาของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Main problems for SMEs) กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้เก็บรวบรวมข้อมูลและดำเนินการศึกษาวิจัยในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา พบว่าปัญหาโดยรวมของเอสเอ็มอีเอส (SMEs) ที่ประสบอยู่ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาพอจะสรุปโดยสังเขปได้คือ

1) ปัญหาด้านการตลาด
2) ขาดแคลนเงินทุน
3) ปัญหาด้านแรงงาน
4) ข้อจำกัดด้านการบริหารจัดการ
5) เทคโนโลยีการผลิต
6) ปัญหาการเข้าถึงการส่งเสริมของรัฐ
7) ปัญหาข้อจำกัดด้านบริการส่งเสริมพัฒนาขององค์กรภาครับและเอกชน
8) ปัญหาข้อจำกัดในการรับรู้ข่าวสารข้อมูล
9) ความสามารถในการแข่งขันกับการรุกของธุรกิจขนาดใหญ่
10) ความมั่นใจในสินค้าและบริการ
11) ความหลากหลายของสินค้าในตลาด
12) การแสวงหาแหล่งเงินทุน

จากปัญหาเทคโนโลยีการผลิต ปัญหาการขาดแคลนเงินทุน ปัญหาด้านแรงงาน และความสามารถในการแข่งขันกับการรุกของธุรกิจขนาดใหญ่ จึงทำให้ระบบตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่มีต้นทุนต่ำ และสามารถปรับเปลี่ยนไปใช้ได้กับหลายผลิตภัณฑ์ เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ เหล่านี้ได้ เช่น

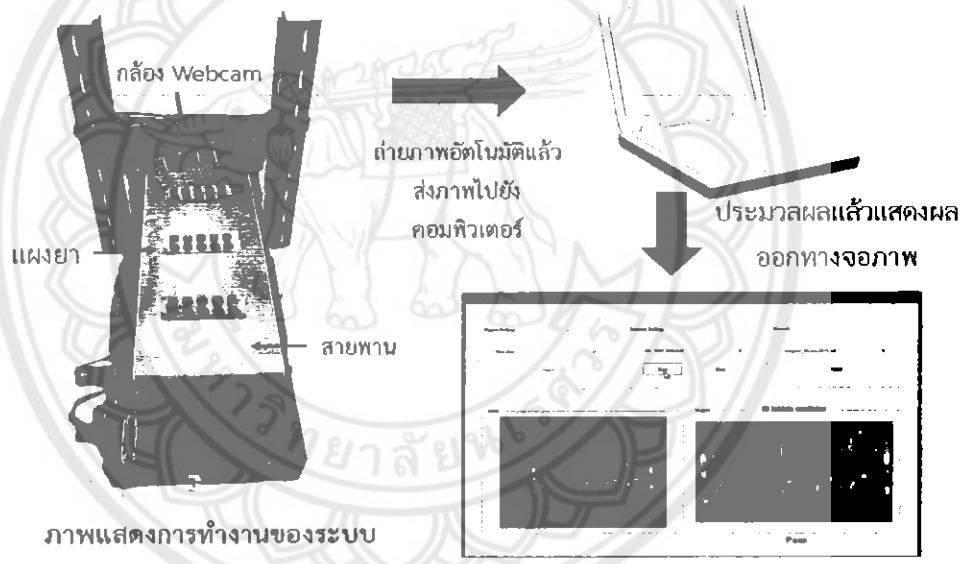
- แก้ปัญหาการเรียนรู้เทคโนโลยีการผลิต โดยที่ไม่ทำเป็นต้องเรียนรู้เทคโลโนยีใหม่เมื่อเปลี่ยน ชนิดของสินค้าที่ตรวจสอบ
- ปัญหาคาดแคลนเงินทุน โดยอุปกรณ์ที่ใช้ ราคาต่ำ ซึ่งช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้
- ปัญหาด้านแรงงาน ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานในการตรวจสอบคุณภาพ เนื่องจากต้องใช้ทุนเป็นอย่างมากและการตรวจสอบด้วยตาอาจก่อให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายอีกด้วย
- ความสามารถในการแข่งขันกับการรุกของธุรกิจขนาดใหญ่ โดยการควบคุมคุณภาพของสินค้าเพื่อแข่งขันกับธรุกิจขนาดใหญ่

ทางผู้จัดทำได้นำมาวิเคราะห์และสร้างระบบได้ดังนี้

- ระบบสามารถเรียนรู้ลักษณะของแผงยาได้หลายชนิดและสามารถนำระบบนี้ไปใช้ในการตรวจสอบแผงยารูปแบบอื่นได้โดยไม่ต้องซื้อระบบใหม่
- ระบบสามารถใช้ทดแทนแรงงานคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งระบบจะช่วยลดข้อผิดพลาดที่เกิดการตรวจด้วยตาได้ แล้วยังสามารถทำงานได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว
- ระบบสามารถควบคุมคุณภาพของการบรรจุยาให้มีมาตรฐานเดียวกันได้
- ระบบนี้ต้องลงทุนต่ำแต่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับระบบที่ใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่

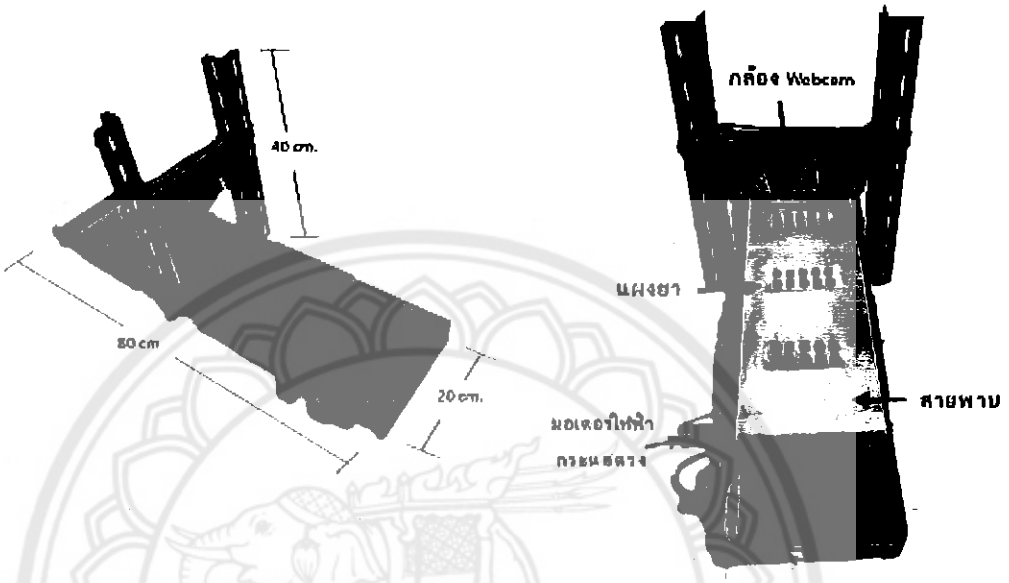
3.2 ภาพรวมของระบบ (System Overview)

ระบบนี้ใช้อุปกรณ์หลักๆเพียง 2 ชนิดคือ กล้องที่ใช้ในการถ่ายภาพแผงยาเพื่อนำไปตรวจสอบความสมบูรณ์และคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลว่าแผงยานั้นๆมีความสมบูรณ์มากน้อยเพียงใด ผู้ใช้สามารถนำแผงยาที่สมบูรณ์และไม่สมบูรณ์มาเป็นข้อมูลตั้งต้นในการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์แล้ว ระบบจะทำการเก็บโมเดลนี้ไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้เป็นตัวแปรตั้งต้นในการตรวจสอบคุณภาพ จากนั้นเมื่อมีแผงยาผ่านกล้อง กล้องจะทำการถ่ายภาพแบบอัตโนมัติแล้วดึงคุณลักษณะของแผงยาไปเปรียบเทียบกับโมเดลทางคณิตศาสตร์ แล้ววิเคราะห์ว่าแผงยานั้นมีความสมบูรณ์หรือไม่หากตรวจพบแผงยาที่ไม่สมบูรณ์จะมีการแจ้งเตือนผ่านทางจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งระบบดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้กับแผงยาหลายชนิดโดยที่ไม่ต้องพัฒนาซอฟท์แวร์ขึ้นมาใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของระบบ (Overview)

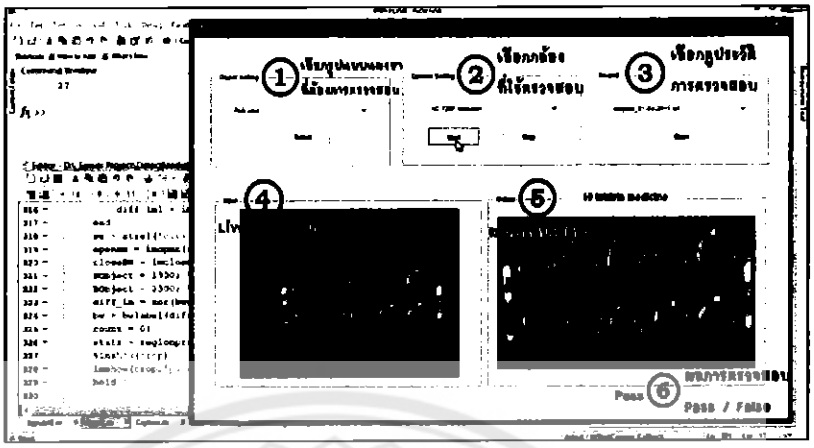
ระบบจำลองสายพานใช้กล้องที่มีความละเอียด 720p พร้อมทั้งให้ไฟแอลอีดี (LED) เพื่อส่องสว่าง และใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 50 รอบ/นาที ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงระบบสายพานจำลอง

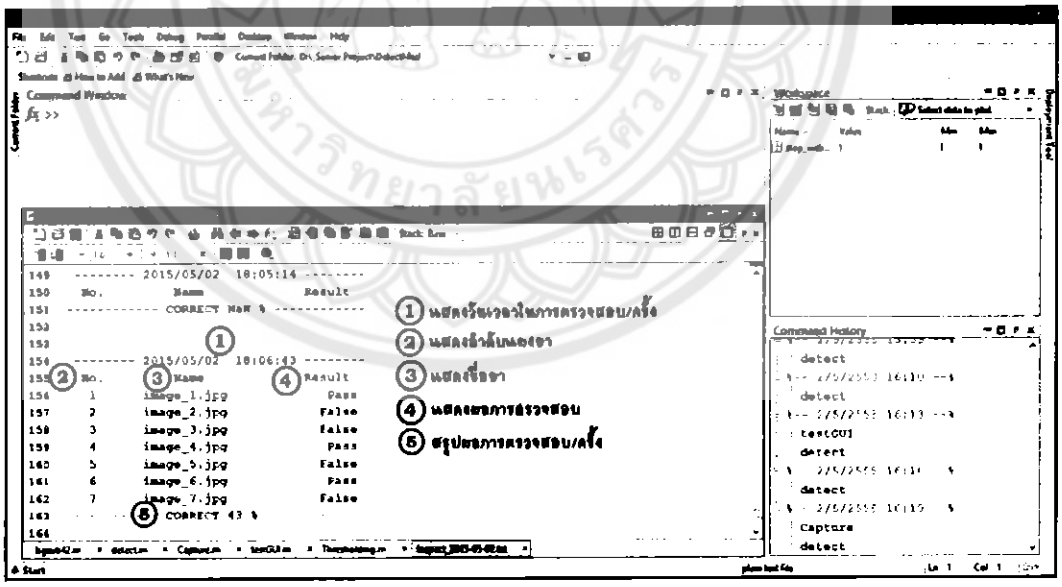
โปรแกรมนี้ถูกออกแบบให้สามารถตรวจสอบคุณภาพแผงยาแบบอัตโนมัติได้หลายรูปแบบ โดยสามารถเลือกรูปแบบของแผงยา (1) และเลือกกล้องเว็บแคมที่ใช้ในการตรวจสอบได้ (2) ระบบยังออกแบบให้เก็บประวัติ

การตรวจสอบตามวันและเวลาให้สามารถดูประวัติการตรวจสอบย้อนหลังได้ (3) ระบบจะแสดงวีดีโออินพุต (4) ตามเวลาจริง และภาพการตรวจสอบแผงยา (5) โดยแสดงการนับเม็ดยา พร้อมทั้งแสดงผลการตรวจสอบ (6) ว่ายาแผงนั้นบรรจุยาครบหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.3

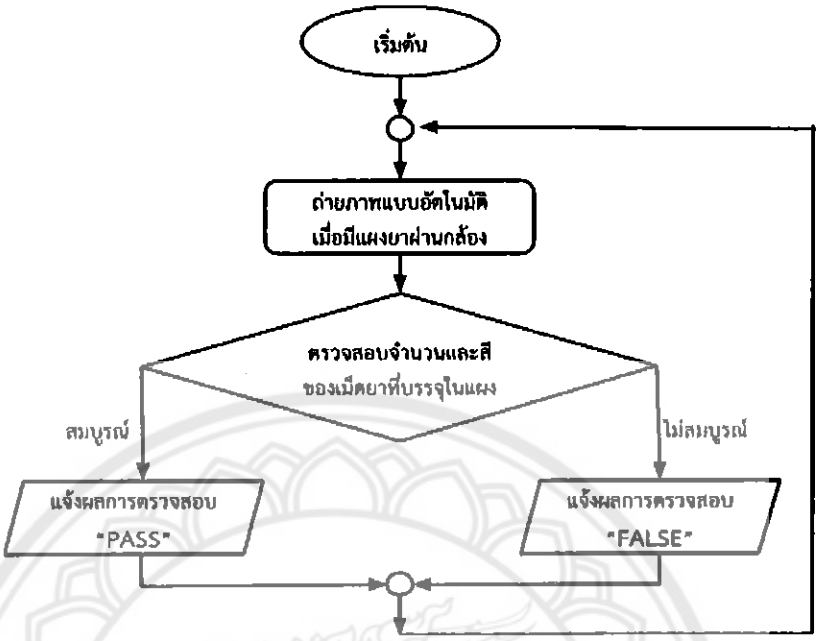


รูปที่ 3.3 แสดงหน้าต่างของโปรแกรมตรวจสอบแผงยาอัตโนมัติ

โดยรายละเอียดที่แสดงในประวัติการตรวจสอบประกอบด้วย (1) วันและเวลาที่ตรวจสอบในแต่ละครั้ง (2) ลำดับการตรวจสอบ (3) ชื่อแผงยา (4) ผลการตรวจสอบ และ (5) สรุปผลการตรวจสอบ ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงประวัติการตรวจสอบ

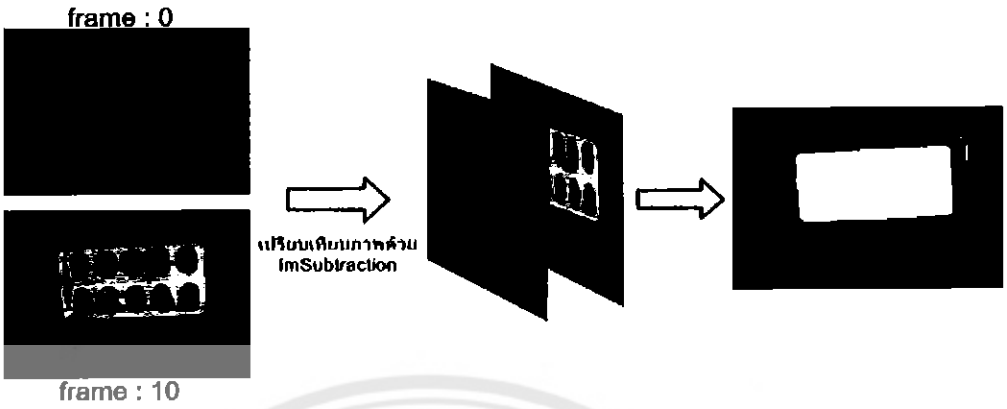


รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของขั้นตรวจสอบแผงยา

3.3 หลักการทำงานของระบบ

หลักการทำงาน และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของกล้อง ที่ใช้ในการถ่าย**ภาพแผงยาที่ต้องการตรวจสอบในระบบ** พร้อมทั้งกล่าวถึงอุปกรณ์สำหรับแจ้งเตือนผลการตรวจสอบ**แผงยา โดยมีหลักการดังนี้**

3.3.1 **การถ่ายภาพอัตโนมัติ** เมื่อแผงยาผ่านกล้อง กล้องจะทำถ่ายภาพแบบอัตโ**นมัติ โดยมี**การเปรียบเทียบรูปภาพที่รับเข้ามากับรูปภาพต้นแบบ ขั้นตอนนี้จะรับภาพที่ถ่ายต่อ 1 เ**ฟรมไป**เปรียบเทียบกับรูปภาพต้นแบบ (เฟรม 0) แล้วดูค่าที่ต่างกันของรูปภาพ ถ้ารูปภาพแผงยา **(เฟรม 10) ถูก**ถ่ายมาเปรียบเทียบจะมีค่าความต่างที่มากทำให้ทราบว่ามีวัตถุผ่านหน้ากล้องเราจะเลือกเอาภาพนั้นมาตรวจสอบต่อไปดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการลบพื้นหลังเพื่อหาภาพแผงยา

3.3.2 การตรวจสอบคุณภาพแผงยา เมื่อได้รับภาพแผงยาจะนำภาพแผงยาที่ได้ดำเนินการดังนี้

3.3.2.1 การแปลงภาพในระดับเทา ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำภาพที่ถูกกำจัดพื้นหลังออกไปแล้วมาทำการแปลงภาพ โดยจะแปลงข้อมูลภาพในระดับสี ให้เป็นภาพระดับเทา โดยใช้หลักการแปลงภาพด้วยสูตรสเกลสีเทาคือ 0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B เพื่อปรับภาพให้มีความเหมาะสมก่อนที่จะนำภาพที่ได้ไปหาขอบเขตของภาพในขั้นตอนถัดไป

รูปที่ 3.7 แสดงการแปลงภาพสีเป็นภาพสเกลเทา

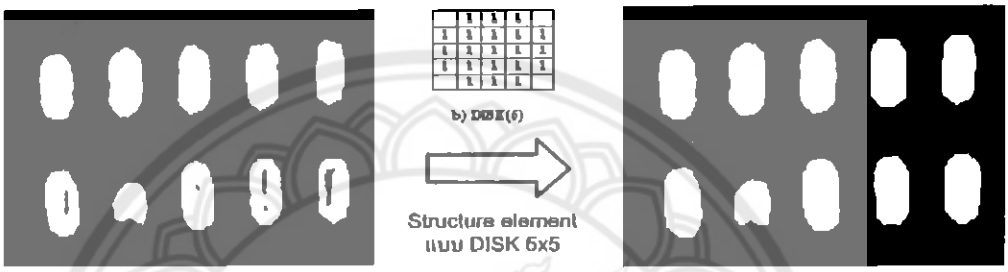
3.3.2.2 การตัดขอบแผงยา หลังจากที่ได้ภาพจากการแปลงภาพในระดับเทาแล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการหาขอบเขตภาพเพื่อให้ได้ภาพที่มีเพียงส่วนที่เป็นแผงยาเท่านั้นโดยการหาขอบ โดยใช้สูตรของแคนนี (canny) จากนั้นทำการหาตำแหน่งสูงสุด และต่ำสุดของขอบในทั้งแกนเอ็กซ์และแกนวายเพื่อตัดส่วนเกินออก พร้อมทั้งปรับขนาดรูปภาพให้มีขนาดเท่ากันเป็น 200 X 350 พิกเซล ภาพที่ได้จากขั้นตอนนี้จะนำไปหารูปร่างของภาพในขั้นตอนต่อไปดังรูป 3.8

รูปที่ 3.8 แสดงการตัดขอบแผงยา

3.3.2.3 การแปลงภาพระบบสเกลสีเทา ให้เป็นภาพไบนารี หลังจากที่ได้ภาพจากการแปลงภาพในระดับเทาแล้ว ขั้นตอนนี้จะทำการแปลงภาพในระดับเทาให้เป็นภาพในระบบไบนารี โดยใช้วิธีการของโอสึ (Otsu's method) ดังรูป 3.9

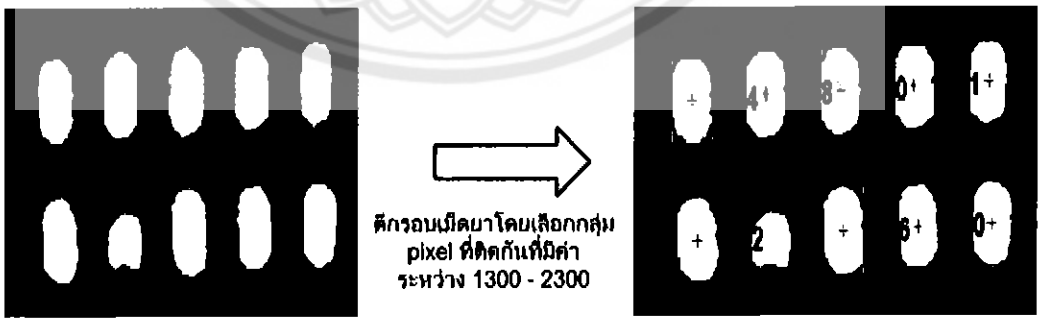
รูปที่ 3.9 การแปลงภาพระบบสเกลสีเทาให้เป็นภาพไบนารี

3.3.2.4 การทำการประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ หลังจากได้ภาพที่เป็นภาพไบนารีแล้วจะทำการย่อภาพคือ เทคนิคที่ใช้ในการลบ (Remove) เป็นการลบติ่งหรือจะหอยของขอบ (Spike of edges) ของบริเวณภาพออก และจากนั้นจะทำการขยายภาพ คือ เทคนิคที่ใช้ขยายขอบของพื้นหน้าหรือพื้นหลังของภาพตามที่กำหนด โดยทั่วไปมักใช้ในการเติมเต็มหลุม (Hole Filling) โดยใช้องค์ประกอบของโครงสร้างแบบดิสก์ (DISK) 5x5 ดังรูป 3.10



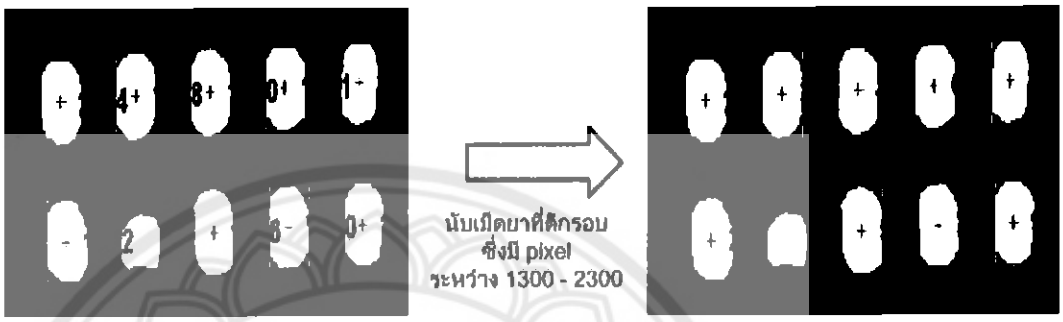
รูปที่ 3.10 แสดงการทำการประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ **แบบดิสก์**

3.3.2.5 การหาเม็ดยาที่สมบูรณ์ [21,22,23] หลังจากที่ได้ภาพจากการทำการประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพแล้วจะทำการหาจุดกึ่งกลางของแต่ละเม็ดยา และทำการหาขนาดของเม็ดยา (พิกเซล ที่มีค่าเป็น 1 ที่อยู่ติดกัน) ถ้าหากเม็ดยามีขนาดระหว่าง 1300 ถึง 2300 จะทำการนับจำนวนเม็ดยาและทำการตีกรอบเม็ดยานั้นๆ ดังรูป 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงการหาเม็ดยาที่สมบูรณ์

3.3.2.6 การนับเม็ดยา เมื่อเราตีกรอบเม็ดยาที่สมบูรณ์แล้วจะทำการนับเม็ดยาเพื่อนับจำนวนของการบรรจุยาโดยแสดงดังรูปที่ 3.12



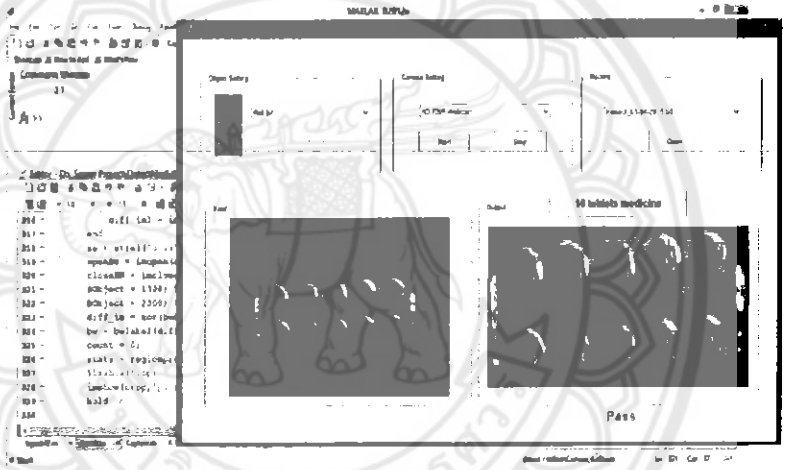
รูปที่ 3.12 แสดงการนับเม็ดยา

บทที่ 4

ผลการทดลอง

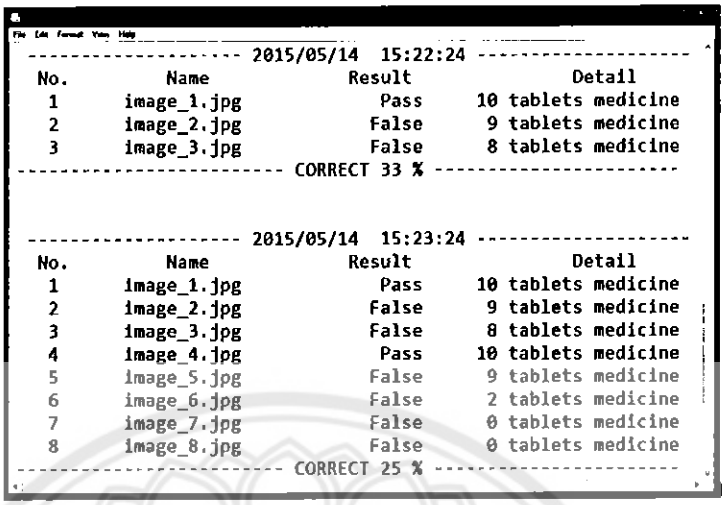
4.1 ผลการออกแบบโปรแกรม

ผลการออกแบบโปรแกรมตรวจสอบแผงยาอัตโนมัติ โดยสามารถเลือกรูปแบบแผงยาที่ต้องการตรวจสอบ เลือกกล้องที่ใช้ในการตรวจสอบ และดูประวัติการตรวจสอบได้ พร้อมทั้งแสดงวิดีโออินพุต และภาพการนับเม็ดยาพร้อมผลการตรวจสอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงการออกแบบโปรแกรมตรวจสอบแผงยาอัตโนมัติ

รายละเอียดที่แสดงในประวัติการตรวจสอบประกอบด้วย วันและเวลาที่ตรวจสอบ ลำดับการตรวจสอบ ชื่อแผงยา ผลการตรวจสอบ และ สรุปผลการตรวจสอบ ดังแสดงในรูปที่ 4.2



```
-------------------- 2015/05/14  15:22:24 --------------------
 No.        Name              Result             Detail
  1      image_1.jpg             Pass      10 tablets medicine
  2      image_2.jpg            False       9 tablets medicine
  3      image_3.jpg            False       8 tablets medicine
------------------------- CORRECT 33 % -------------------------


-------------------- 2015/05/14  15:23:24 --------------------
 No.        Name              Result             Detail
  1      image_1.jpg             Pass      10 tablets medicine
  2      image_2.jpg            False       9 tablets medicine
  3      image_3.jpg            False       8 tablets medicine
  4      image_4.jpg             Pass      10 tablets medicine
  5      image_5.jpg            False       9 tablets medicine
  6      image_6.jpg            False       2 tablets medicine
  7      image_7.jpg            False       0 tablets medicine
  8      image_8.jpg            False       0 tablets medicine
------------------------- CORRECT 25 % -------------------------
```

รูปที่ 4.2 แสดงประวัติการตรวจสอบ

4.2 การทดลองถ่ายภาพแผงยาอัตโนมัติ

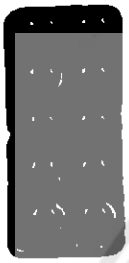
4.2.1 การถ่ายภาพแผงยาอัตโนมัติ

เมื่อมีแผงยาผ่านกล้องให้โปรแกรมทำการถ่ายภาพแผงยาแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการตรวจสอบ ดังแสดงผลการถ่ายภาพอัตโนมัติในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการถ่ายภาพอัตโนมัติ

ชนิดของแผงยา		ผลการถ่ายภาพ	
		ถ่ายหนึ่งภาพ ต่อ หนึ่งแผงยา	ไม่ถ่ายภาพ
	แผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู	100	0

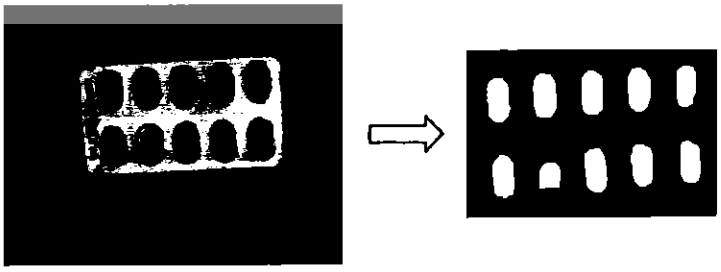
ตารางที่ 4.1 แสดงผลการถ่ายภาพอัตโนมัติ (ต่อ)

	แผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม	97	3
	แผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว	90	10
	แผงยาสีเขียวเม็ดยาวสีขาว	99	1

หมายเหตุ: การทดลองนี้ใช้แผงยา 100 แผงต่อหนึ่งชนิดแผงยา

4.2.2 ตัดพื้นหลังออกเพื่อให้เหลือเฉพาะแผงยา

เมื่อกล้องถ่ายภาพแบบอัตโนมัติจะทำให้มีพื้นหลังที่อาจจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการหาเม็ดยา จึงต้องทำการตัดพื้นหลังออกเพื่อเลือกตรวจสอบเฉพาะแผงยาเท่านั้น ดังแสดงในรูป 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงผลการตัดพื้นหลัง

4.2.3 แนวการวางแผงยา

แผงยาจะต้องถูกวางในแนวนอน โดยสามารถเอียงได้ไม่เกิน 30° เพราะจะทำให้องค์ประกอบของภาพเปลี่ยนแปลงไป เช่น ขนาดของแผงยา ขนาดของเม็ดยา รวมไปถึงค่าสีและแสงเงาของภาพ ดังแสดงในรูปที่ 4.4

ก. ข.

รูปที่ 4.4 แสดงการวางแผงยาที่ถูกต้อง (ก.) และไม่ถูกต้อง (ข.)

4.2.4 ระยะห่างระหว่างแผงยา

การวางแผงยาต้องวางให้มีระยะห่างอย่างน้อย 10 เซนติเมตร เพราะจะทำให้การถ่ายภาพแผงยามีความผิดพลาด เช่น ถ่ายภาพแผงยาพร้อมกัน 2 แผง ดังแสดงในรูปที่ 4.5

ก. ข.

รูปที่ 4.5 แสดงระยะการวางแผงยาที่ถูกต้อง (ก.) และไม่ถูกต้อง (ข.)

4.3 การทดลองนับจำนวนเม็ดยา

การนับจำนวนเม็ดยาจะทำการหาจุดกึ่งกลางของแต่ละเม็ดยาและทำการหาขนาดของเม็ดยา (พิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ที่อยู่ติดกัน) ถ้าหากเม็ดยามีขนาดน้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ จะไม่ทำการนับจำนวนเม็ดยาและไม่ทำการตีกรอบเม็ดยานั้นๆ ดังแสดงผลการทดลองในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองตรวจสอบนับจำนวนเม็ดยา

ชนิดของแผงยา	ค่าความถูกต้องในการตรวจสอบ (ร้อยละ)
แผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู	100
แผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม	100
แผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว	95
แผงยาสีเขียวเม็ดยาวสีขาว	95

หมายเหตุ: การทดลองนี้ใช้แผงยา 100 แผงต่อหนึ่งชนิดแผงยา

จากผลการทดลองที่ได้ เมื่อนำแผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพูจำนวน 100 แผง ทั้งแผงยาที่สมบูรณ์และไม่สมบูณ์อย่างละ 50 แผง มาทดลองได้ผลว่าตรวจสอบเป็นแผงยาที่สมบูรณ์ 50 แผงและตรวจสอบว่าเป็นแผงยาที่ไม่สมบูรณ์ 50 แผง ซึ่งมีค่าความถูกต้องร้อยละ 100 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู

	แผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู	**แผงยาสมบูรณ์**	**แผงยาไม่สมบูรณ์**
	แผงยาสมบูรณ์	50	0
	แผงยาไม่สมบูรณ์	0	50

ทำการทดลองในทำนองเดียวกัน เมื่อนำแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้มจำนวน 100 แผง ทั้งแผงยาที่สมบูรณ์และไม่สมบูณ์อย่างละ 50 แผง มาทดลองได้ผลว่าตรวจสอบเป็นแผงยาที่สมบูรณ์ 50 แผงและตรวจสอบว่าเป็นแผงยาที่ไม่สมบูรณ์ 50 แผง ซึ่งมีค่าความถูกต้องร้อยละ 100 ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม

แผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม	แผงยาสมบูรณ์	แผงยาไม่สมบูรณ์
แผงยาสมบูรณ์	50	0
แผงยาไม่สมบูรณ์	0	50

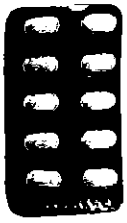
ทำการทดลองในทำนองเดียวกัน เมื่อนำแผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียวจำนวน 100 แผง ทั้งแผงยาที่สมบูรณ์และไม่สมบูณ์อย่างละ 50 แผง มาทดลองได้ผลว่าตรวจสอบเป็นแผงยาที่สมบูรณ์ 50 แผงและตรวจสอบว่าเป็นแผงยาที่ไม่สมบูรณ์ 50 แผง ซึ่งมีค่าความถูกต้องร้อยละ 100 ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว

แผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว	แผงยาสมบูรณ์	แผงยาไม่สมบูรณ์
แผงยาสมบูรณ์	47	3
แผงยาไม่สมบูรณ์	2	48

ทำการทดลองในทำนองเดียวกัน เมื่อนำแผงยาสีเขียวเม็ดยาวสีขาวจำนวน 100 แผง ทั้งแผงยาที่สมบูรณ์และไม่สมบูณ์อย่างละ 50 แผง มาทดลองได้ผลว่าตรวจสอบเป็นแผงยาที่สมบูรณ์ 50 แผงและตรวจสอบว่าเป็นแผงยาที่ไม่สมบูรณ์ 50 แผง ซึ่งมีค่าความถูกต้องร้อยละ 100 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงร้อยละความถูกต้องในการตรวจสอบแผงยาสีเขียวเม็ดยาวสีขาว

	**แผงยาสีเขียวเม็ดยาสีขาว**	**แผงยาสมบูรณ์**	**แผงยาไม่สมบูรณ์**
	แผงยาสมบูรณ์	45	5
	แผงยาไม่สมบูรณ์	0	50

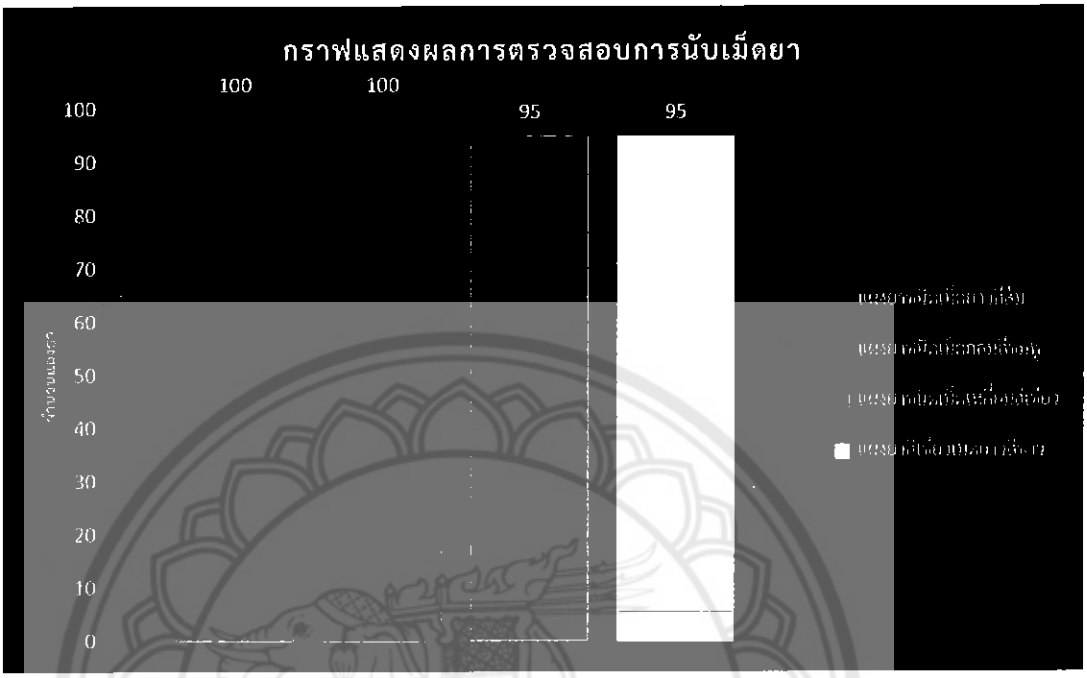
ทำการทดลองโดยการเลือกตรวจสอบแผงยาแต่ละชนิดโดยการนำแผงยาชนิดอื่นที่แตกต่างกันมาตรวจสอบความถูกต้อง โดยการตรวจสอบแผงยาสีเขียวเม็ดยาสีขาว ใช้แผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว 100 แผง แผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม 100 แผง แผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู 100 แผง และในทำนองเดียวกันกับแผงยาชนิดอื่นซึ่งความถูกต้องของแผงยาแต่ละชนิดจะแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดลองการตรวจหาแผงยาที่ต่างชนิดกัน

ชนิดของแผงยา	แผงยาสีเขียวเม็ดยาสีขาว	แผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว	แผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม	แผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู
แผงยาสีเขียวเม็ดยาสีขาว		0	0	0
แผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียว	0		0	0
แผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม	0	0		2
แผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู	0	0	4	

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าการนำยาที่ต่างชนิดกันมาตรวจสอบจะไม่สามารถตรวจสอบได้ แต่แผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู และแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้มจะยังสามารถหาเจอได้เพราะแผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู และแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้มนั้นใช้ค่าแชลแนลสีเดียวกันในการตรวจสอบ เพียงแต่ค่าเทรชโฮลด์ที่ใช้มีค่าต่างกัน ซึ่งแผงยาสีเขียวเม็ดยาสีขาว และแผงยาสีเขียวเม็ดยาสีขาวใช้แชลแนลสีแตกต่างจากแผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู และแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้ม

กราฟแสดงผลการนับจำนวนเม็ดยา



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความถูกต้องการนับเม็ดยา

จากกราฟรูปที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้มและแผงยาชนิดเม็ดก**ลมสีชมพู มีค่า**ความถูกต้องมากที่สุดคือ 100 % และแผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียวกับแผงยาสีเขียวเม็ดย**าสีขาว มีค่า**ความถูกต้องร้อยละ 95 %

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้ใช้ความรู้เรื่องการประมวลผลภาพกับเฟรมวิดีโอ ซึ่งในการประมวลผลวิดีโอนั้นค่อนข้างมีข้อจำกัดและสิ่งที่ส่งผลต่อการทำงานของโปรแกรมอย่างมากคือ วิดีโอที่ได้จากกล้องเว็บแคม (webcam) โดยวิดีโอที่จะนำมาประมวลผลนั้นควรจะเป็นวิดีโอที่มีความคมชัดและความสว่างที่เหมาะสม

ซึ่งในการทดลองนั้นผู้จัดทำได้ทำการควบคุมแสงสว่างในการถ่ายภาพโดยการสร้างระบบปิดที่มีแสงสว่างคงที่ ซึ่งจะทำให้ภาพที่ได้ถ่ายจากกล้องเว็บแคมมีความสว่างอยู่ในระดับเดียวกัน และยังส่งผลต่อการตรวจจับวัตถุเพื่อทำการถ่ายภาพอีกด้วย โดยในการตรวจจับวัตถุนั้นจะเป็นการประมวลผลกับเฟรมวิดีโอ โดยที่จะใช้คุณลักษณะของสีแผงยาซึ่งจะแตกต่างจากพื้นหลังแต่ในการถ่ายภาพนั้นมีข้อจำกัดที่แสงสะท้อนของแผงยากับไฟส่องสว่างซึ่งแสงสะท้อนอาจจะส่งผลให้ไม่สามารถถ่ายภาพได้เพราะค่าสีไม่ตรงกับค่าที่ได้กำหนดไว้ และหลังจากที่ทำการตรวจจับได้จะทำการถ่ายภาพ เพื่อนำภาพที่ได้ไปประมวลผลต่อไปว่าแผงยานั้นได้บรรจุครบ หรือมียาแตกหักอยู่หรือไม่ โดยการประมวลผลกับภาพแผงยาที่ถ่ายมานั้นจะทำการเปลี่ยนภาพให้เป็นภาพในระบบไบนารีเพื่อทำการแยกเม็ดยากับพื้นหลังออกจากกัน และทำการตรวจจับขนาดเม็ดยาที่ได้ ซึ่งหากขนาดของเม็ดยามีขนาดเล็กกว่าค่าที่ได้กำหนดจะถือว่าเม็ดนั้นไม่สมบูรณ์ หลังจากที่ได้ทำการตรวจสอบแล้วจะแสดงผลออกมาทางหน้าจอว่าแผงยาที่ได้ทำการตรวจสอบนั้นสมบูรณ์หรือไม่ ซึ่งก่อนที่จะทำการตรวจสอบแผงยาชนิดใหม่ได้ จำเป็นต้องนำแผงยานั้นมาถ่ายภาพเพื่อทำการวิเคราะห์สีและขนาดของเม็ดยาซึ่งจะได้ค่าเทสโฮลด์ (threshold) และขนาดเฉลี่ยของเม็ดยานั้น ค่าที่ได้นั้นก็จะทำไปใช้กับโปรแกรมตรวจสอบอัตโนมัติต่อไป

จากการทดลองตรวจสอบคุณภาพการบรรจุยาแล้วพบว่าแผงยาชนิดเม็ดยาวสีส้มและแผงยาชนิดเม็ดกลมสีชมพู มีค่าความถูกต้องมากที่สุดคือ 100 % และแผงยาชนิดเม็ดเหลี่ยมสีเขียวกับแผงยาสีเขียวเม็ดยาสีขาว มีค่าความถูกต้องร้อยละ 95 % ซึ่งมีค่าความถูกต้องในระดับที่น่าพอใจ

5.2 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

จากการทดลองทำให้ทราบถึงสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดขึ้น ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถทำการตรวจจับวัตถุที่ผ่านเข้ามาได้และไม่สามารถตรวจสอบแผงยาได้อย่างถูกต้อง โดยปัญหาอุปสรรคที่พบและแนวทางแก้ไขปัญหาแสดงดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ปัญหา และแนวทางแก้ไข

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1. ความสว่างของวิดีโอ เนื่องด้วยประสิทธิภาพของกล้อง	1. ใช้กล้องที่มีประสิทธิภาพของความสว่างที่สมจริง
2. การสะท้อนของแผงยากับไฟส่องสว่าง	2. ปรับปรุงระบบไฟส่องสว่าง
3. ความเร็วและความต่อเนื่องในการตรวจสอบ	3. เลือกใช้กล้องที่มีความกว้างในการถ่ายภาพเพื่อลดระยะระหว่างกล้องกับแผงยา
4.ความละเอียดของวิดีโอ	2. ใช้กล้องที่มีความละเอียดสูง

ดังนั้นในทางปฏิบัติถ้าสามารถขจัดปัญหา และอุปสรรคดังกล่าวไปได้ ก็จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมได้สมบูรณ์มากขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

1. ปรับปรุงให้สามารถตรวจสอบได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ทั้งการตรวจจับวัตถุที่ผ่านกล้องและการประมวลผลภาพของแผงยา เช่นการเพิ่มอัลกอริทึมในการหารูปร่าง

2. เพิ่มชนิดของยาให้มากขึ้น ทั้งยาประเภทแคบซูนซึ่งด้วยทั่วไป จะมี 2 สีใน 1 เม็ด

3. ปรับปรุงให้สามารถต่อกับอุปกรณ์ในการคัดแยก เช่น คานดีด ท่อเป่าลม เพื่อทำการคัดแยกยาที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ ออกจากสายพาน

4. ปรับปรุงระบบให้สามารถตรวจสอบแผงยาได้ทุกทิศทาง โดยไม่ต้องจำกัดทิศทางการวางของแผงยา

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ. ดร. มนตรี กาญจนะเดชะ. Introduction to Digital Image Processing. http://fivedots.coe.psu.ac.th/ , 2552

[2] Mira Park, Jesse S. Jin, Sherlock L. Au, Suhuai Luo, and Yue Cui. Automated Defect Inspection Systems by Pattern Recognition. The School of Design, Communication & IT, The University of Newcastle, Australia Multi Base Ltd, Hong Kong , 2552

[3] Hunter and Sewall, R., Photoelectric Color-Difference Meter, Proceedings of the Winter Meeting of the Optical Society of America, 38(7):661, 1998.

[4] Hunter and Sewall, R., Accuracy, precision, and stability of new photo-electric color-difference meter, proceedings of the Thirty-Third Annual Meeting of the Optical Society of America, 38(12):1094, 1991.

[5] Stöderström, T. and Stoica, P. System identification, New York: Prentice-Hall, 1989.

[6] อภิญญา ชัยรัตน์. (2555). ระบบตรวจหาคำศัพท์ที่ถูกเน้นข้อความเพื่อสนับสนุนการแปลคำศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย. ปริญญานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก

[7] "Thresholding" [online]. Available: http://www.labplays.com/2013/01/emgu-cv-lab-6-threshold.html

[8] A. AL-Marakeby, Ayman A. Aly, Farhan A. Salem1. Fast Quality Inspection of Food Products using Computer Vision. International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 2556

[9] "Morphological" [online]. Available: http://www.wbi.msu.ac.th/file/648/doc_25.ppt

[10] "centroid" [online]. Available: https://app.enit.kku.ac.th/mis/administrator/doc_upload/20101011102347.pdf

[11] Muthukrishnan.R and M.Radha. Edge detection Techniques for image segmentation. International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), 2554

[12] Nassir Salman. Image Segmentation Based on Watershed and Edge Detection Techniques. The International Arab Journal of Information Technology, 2549

[13] นางสาวจิรา แก้วสุวรรณ์.(2549). การตรวจจับและการแก้ไขการวางตัวของภาพโดยใช้ซัพพอร์ตเวกเตอร์
แมชชีน.วิทยานิพนธ์ วท.บ., สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร

[14] UNIT 2 AUTOMATED INSPECTION SYSTEM. Fundamentals of CIM, 2551

[15] Juan Pablo Mercol, Juliana Gambini, Juan Miguel Santos. Automatic classification of oranges using image processing and data mining techniques. Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y UBA, Buenos Aires, Argentina, 2549

[16] Umar Shahbaz Khan,Javaid Iqbal,Mahmood A. Khan. Automatic Inspection System Using Machine vision. Department of Mechatronics College of E& ME, National University of Science and Technology Rawalpindi Pakistan 46000, 2551

[17] Mahamuni P. D, R. P. Patil, H.S. Thakar. MOVING OBJECT DETECTION USING BACKGROUND SUBTRACTION ALGORITHM USING SIMULINK. International Journal of Research in Engineering and Technology, 2557

[18] นายสนั่น งานวิวัฒน์ถาวร(2551). Motion Detection By Background Substraction . วิทยานิพนธ์ วศ.บ., มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา

[19] "กล้องดิจิตอล" [online]. Available : http://www.photohutgroup.com/สอนเรื่องถ่ายภาพ/การทำงานของกล้อง-Digital.html

[20] ดร.ปริญญา สงวนสัตย์. คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์. นนทบุรี : ไอดีซีฯ, 2553

[21] Varun Sharma . Object Counting using MATLAB. International Journal of Scientific & Engineering Research, 2556

[22] Brosnan, T. and Sun, D., Improving quality inspection of food products by computer vision - a review, Journal of Food Engineering, 61:3-16, 2004.

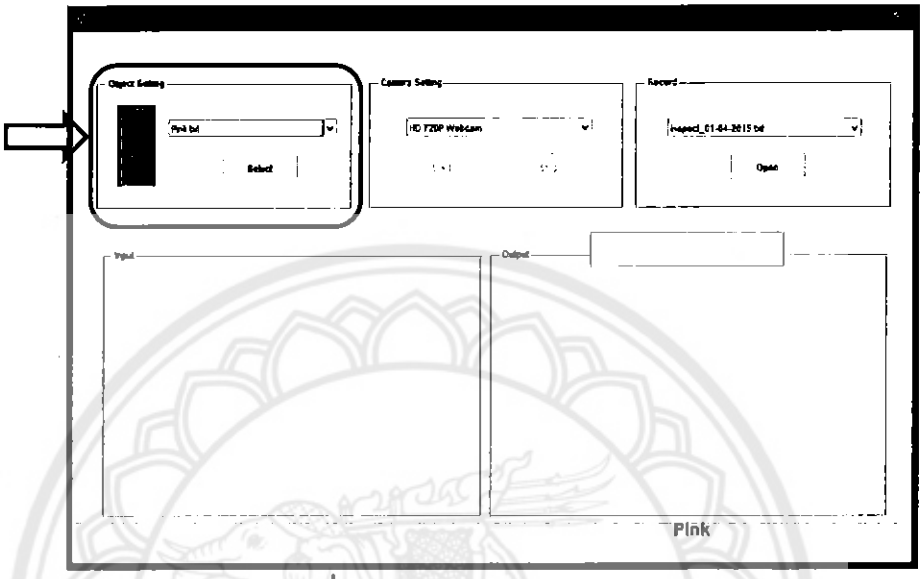
[23] Du, C.-J. and Sun, D.-W., Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation, Trends in Food Science & Technology, 15:230-249, 2004

[24] "centroid" [online]. Available : http://edndoc.esri.com/arcobjects/9.2/ComponentHelp/esriGeometry/IArea_Centroid.htm

ภาคผนวก

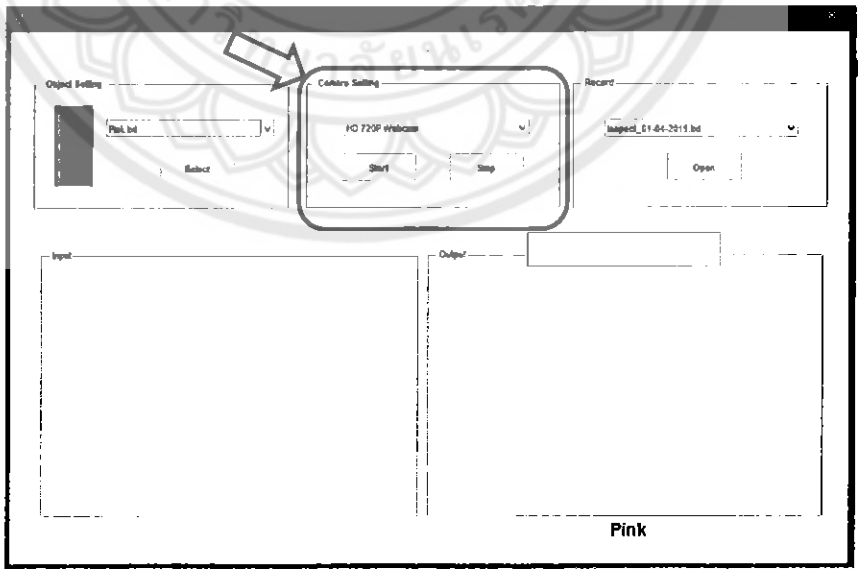
การใช้งาน โปรแกรม DQIS (Drugs panel Quality Inspection System)

1. เลือกรูปแบบของแผงยาที่ต้องการตรวจสอบ แล้วคลิ๊กปุ่ม Select ดังแสดงในรูปที่ ก.1



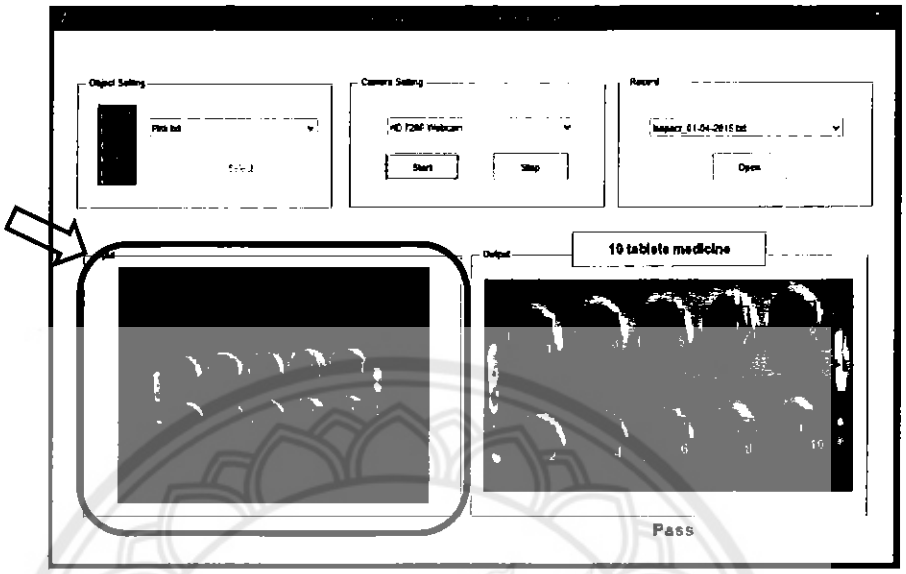
รูปที่ ก.1 แสดงการเลือกรูปแบบแผงยา

2. เลือกกล้องที่ใช้ในการตรวจสอบ แล้วคลิ๊กปุ่ม Start เมื่อต้องการเริ่มการตรวจสอบ หรือ คลิ๊กปุ่ม Stop เมื่อต้องการหยุดการตรวจสอบ



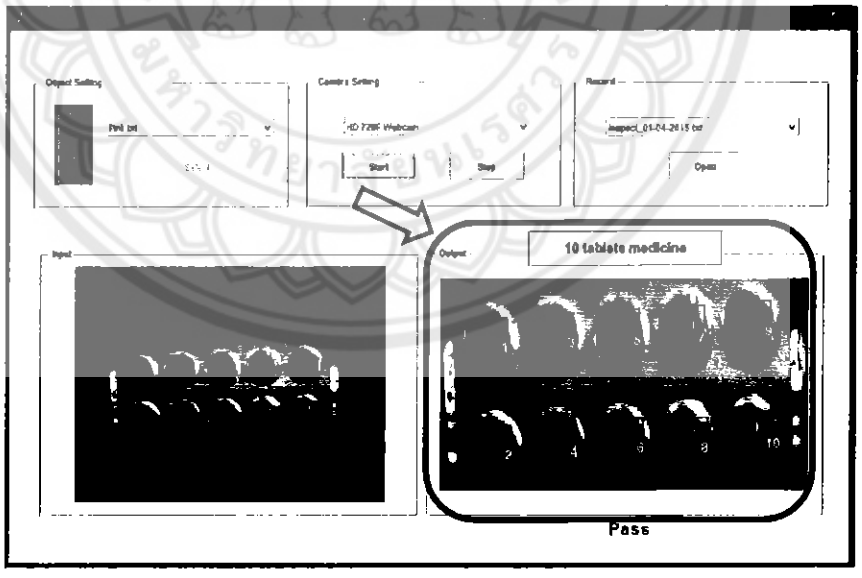
รูปที่ ก.2 แสดงการเลือกใช้กล้อง

3. เมื่อกดปุ่ม Strat จะแสดงวิดีโออินพุตแบบ Real Time และทำการตรวจสอบโดยอัตโนมัติ ดังแสดงในรูปที่ ก.3



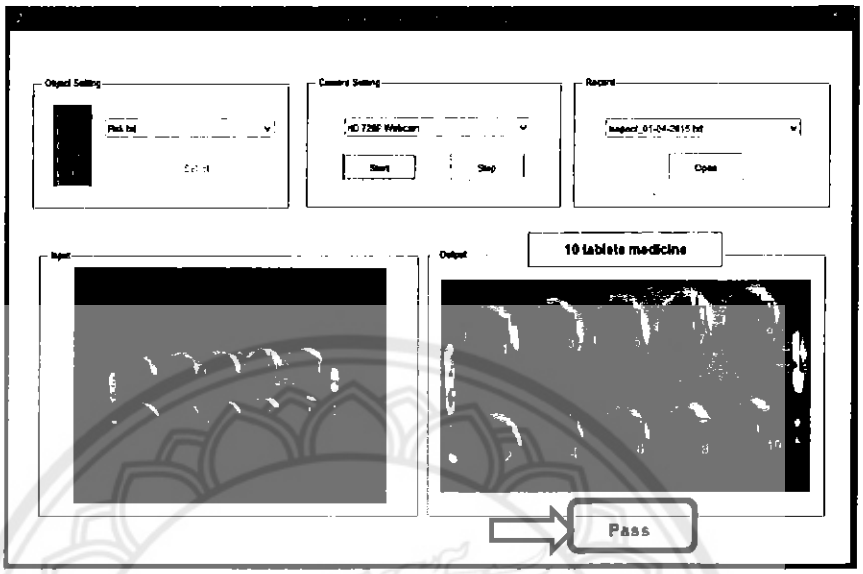
รูปที่ ก.3 แสดง VDO Input แบบ Real Time

4. เมื่อตรวจสอบแล้วจะมีการแสดงรูปผลลัพธ์พร้อมแสดงการนับเม็ดยา ดังแสดงในรูปที่ ก.4



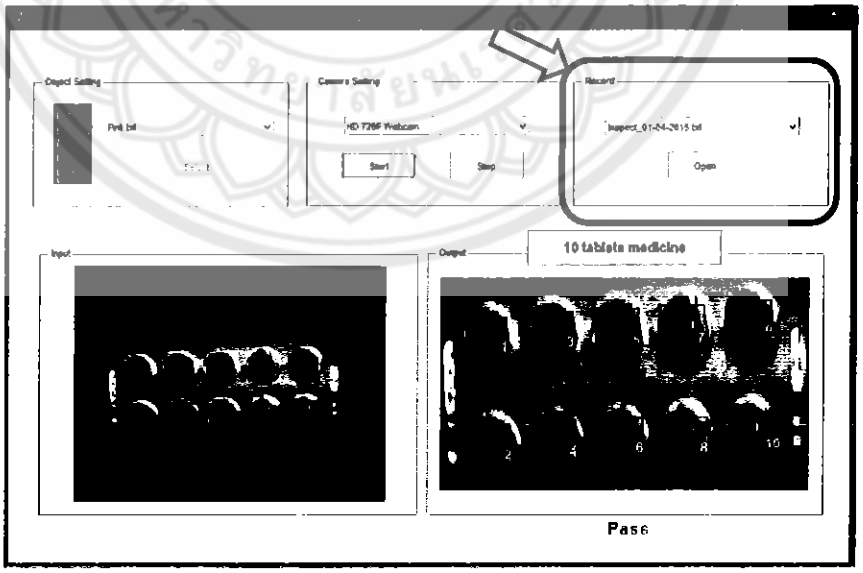
รูปที่ ก.4 แสดงการนับเม็ดยา

5. เมื่อนับเม็ดยาแล้วจะมีการแสดงผลการตรวจสอบอยู่ด้านล่างรูปผลลัพธ์ PASS / FASLE ดังแสดงในรูปที่ ก.5



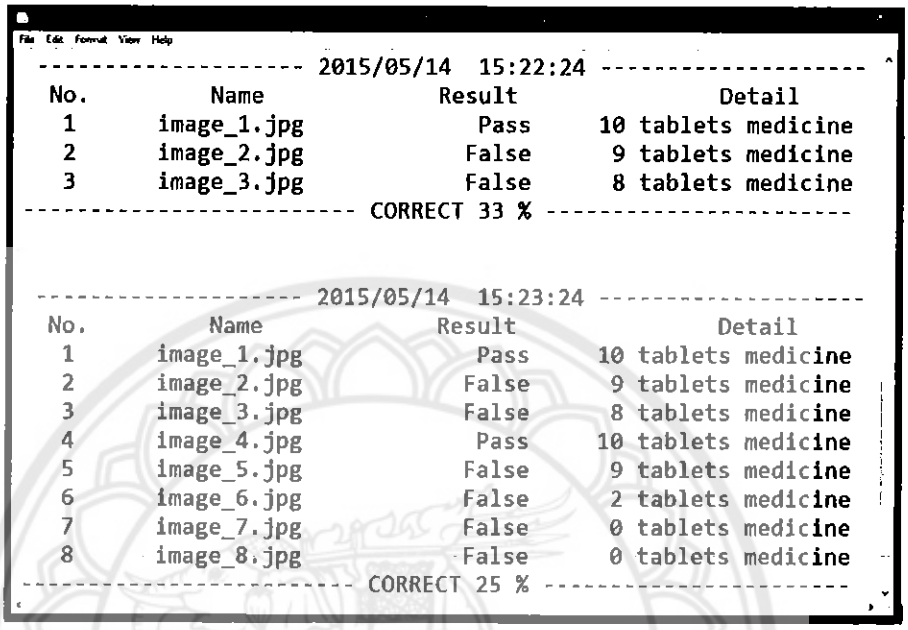
รูปที่ ก.5 แสดงผลการตรวจสอบ PASS / FASLE

6. การเลือกดูประวัติการตรวจสอบแผงยา โดยเลือกดูประวัติได้จากวันที่ทำการตรวจสอบ แล้วคลิ๊กปุ่ม Open ดังแสดงในรูปที่ ก.6



รูปที่ ก.6 แสดงประวัติการตรวจสอบแผงยา

7. แสดงประวัติการตรวจสอบแผงยาพร้อมผลการตรวจสอบ และรายละเอียดอื่นๆ เช่น วันที่และเวลาในการตรวจสอบ ลำดับการตรวจสอบ ผลการนับเม็ดยาและสรุปผลการตรวจสอบ เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ ก.7



```
File  Edit  Format  View  Help
 -------------------- 2015/05/14  15:22:24 --------------------
  No.         Name              Result             Detail
   1      image_1.jpg             Pass      10 tablets medicine
   2      image_2.jpg            False       9 tablets medicine
   3      image_3.jpg            False       8 tablets medicine
------------------------- CORRECT 33 % -----------------------


 -------------------- 2015/05/14  15:23:24 --------------------
  No.         Name              Result             Detail
   1      image_1.jpg             Pass      10 tablets medicine
   2      image_2.jpg            False       9 tablets medicine
   3      image_3.jpg            False       8 tablets medicine
   4      image_4.jpg             Pass      10 tablets medicine
   5      image_5.jpg            False       9 tablets medicine
   6      image_6.jpg            False       2 tablets medicine
   7      image_7.jpg            False       0 tablets medicine
   8      image_8.jpg            False       0 tablets medicine
------------------------- CORRECT 25 % -----------------------
```

รูปที่ ก.7 แสดงประวัติการตรวจสอบ