สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

เครื่องต้นแบบการคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

A Prototype by Using Image processing to sort the sizes of Mangos teens

โดย

พิมล ผลพฤกษา

อิทธิพล พจนสัจ

อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

มนตรี ไชยชาญยุทธ์

พรประพา คงตระกูล

กิติพล ชิตสกุล (ที่ปรึกษาโครงการวิจัย)

RCH
TJ
1540
.C753
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83623
วัน,เดือน,ปี.....10 ก.ย. 2551

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณประจำปีงบประมาณ 2550

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร

b 11981552
i

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พิมล ผลพฤกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย

(ภาษาไทย) เครื่องต้นแบบการคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ

(อังกฤษ) A Prototype by Using Image processing to sort the sizes of Mangos teens

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประจำปี 2550 จำนวนเงิน 623,000 บาท
ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2549 ถึง เดือนกันยายน 2550

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัยพร้อมหน่วยงานที่สังกัดและหมายเลขโทรศัพท์

แผนก/ภาควิชา	สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
กอง/คณะ	วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กระทรวง	ทบวงมหาวิทยาลัย
ที่อยู่	17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์	0-7750-6422
โทรสาร	0-7750-6410

คณะผู้วิจัย

3.1 ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

นายกิติพล ชิตสกุล

Mr.Kitiphol Chitsakul

ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวง/เขต ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

3.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

นายพิมล ผลพฤกษา

Mr. Phimon Phonphruksa

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

17/1 หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ผู้ร่วมวิจัย

3.3.1 นายอิทธิพล พจนสัจ

Mr.Itiphol Potejanasaja

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

17/1 หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

3.3.2 นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ

Mr. Autthasat Naktawan

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

17/1 หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

3 .3.3 นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์

Mr. Montre Chaichanyut

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

17/1 หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160

3.3.4 นางสาว พรรณิภา ยั่วยล

Miss Pannipa Youryon

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

หมู่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย **เครื่องต้นแบบการคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ**

ชื่อผู้วิจัย นายพิมล ผลพฤกษา
นายอิทธิพล พจนสัจ
นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ
นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
นางสาว พรรณิภา ยั่วยล
นายกิติพล ชิตสกุล (ที่ปรึกษาโครงการวิจัย)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประจำปี 2549 จำนวนเงิน 623,000 บาท
ระยะเวลาการทำวิจัย 1 ปี ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2549 ถึง เดือนกันยายน 2550

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและสร้างเครื่องคัดแยกขนาดผลมังคุด ด้วยวิธีการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจากการประมวลผลภาพและนำไปเปรียบเทียบกับผลมังคุดขนาดมาตรฐาน ในการทดลองครั้งนี้ได้แยกขนาดผลมังคุดออกเป็น 5 ขนาดด้วยกัน โดยใช้ระบบกลไกแบบคานยก ซึ่งควบคุมการยกด้วยแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านวงจรควบคุม ที่ต่อมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตขนาน หลังจากคอมพิวเตอร์ทำการรับภาพที่ถ่ายจากกล้องเว็บแคม โปรแกรมก็จะทำการตัดขอบของภาพและทำให้เป็นภาพขาวดำ แล้วจึงทำการคำนวณขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของมังคุดว่าเป็นขนาดใด หลังจากนั้นจึงส่งสัญญาณไปยังชุดควบคุมระบบคานยก ให้ปล่อยผลมังคุดลงในรางตามเบอร์ที่กำหนดไว้ วิธีการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมังคุด และคำนวณเปรียบเทียบกับขนาดมาตรฐานที่ใช้ในการทดลองนี้มีความเร็วในการคำนวณสูง เมื่อทำงานร่วมกับกลไกแบบคานยกจะมีค่าความผิดพลาดในการคัดแยกน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากการวางตำแหน่งของผลมังคุดไม่ตรงจุดกึ่งกลางการถ่ายภาพของระบบคานยก และมีความเร็วในการคัดแยกขนาดที่มากกว่า 25 ผลต่อนาทีโดยใช้แรงงานเพียง 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title

A Prototype by Using Image processing to sort the sizes of Mangos teens

Research Team: Mr. Phimon Phonphruksa

Mr.Itiphol Potejanasaja

Mr. Autthasat Naktawan

Mr. Montre Chaichanyut

Miss Pannipa Youryon

Mr.Kitiphol Chitsakul (Advisor)

ABSTRACT

The objective of the present study is to investigate A Prototype Using Image processing to sort the sizes of Mangos teens by calculated the diameter method to compare with standard sizes of Mangos teens. We constructed the mechanics to separate 5 sizes of Mangos teens and used the computer to control via the parallel port. Webcam will send the pictures to computer and then the programs will cut the edge and convert the picture to black and white after that we will calculated the diameter and send the information of size to mechanics and put the Mangos teens in the corrected groove. The method of calculated the diameter and compare with standard size of mangos teens is fast and accurate when combine with the mechanics we construct the error less then one percent and able to separate over 25 mangos teens per minute for one man work.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	IV
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 กล้องถ่ายภาพดิจิตอลและกล้องเว็บแคม	5
บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	13
บทที่ 4 ระบบกลไกการคัดแยกขนาดผลมังคุด	23
บทที่ 5 การทดลอง	33
บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	42
บรรณานุกรม	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ข้อแตกต่างระหว่าง CCD กับ CMOS.....9

3.1 มาตรฐานในการกำหนดขนาดมังคุด.....22

5.1 ผลการทดสอบโปรแกรมวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมังคุด.....32

5.2 ผลการทดสอบเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบคานยก.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ภาพถ่ายที่มีจำนวน Pixels ขนาดต่าง กัน.....3

1.2 ภาพถ่ายผลมังคุด 4 ขนาด 3

1.3 ภาพเงาจากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นจำนวน pixels ที่ต่างกันตามขนาดของผลมังคุด.....3

3.1 (a) โมเดลในระบบพิกัด Color Space (b) การผสมสีทางแสง (Additive Primary Color) 15

3.2 Gray scale.....16

3.3 ภาพในโทนสีเทา.....16

3.4 การนับของบิตในเลขฐานสอง.....17

3.5 การบอกถึงค่าสีตั้งแต่ 0 -255.....17

3.6 ภาพที่ 256 สี, 16 สีและ 2 สี.....18

3.7 ภาพไบนารีและข้อมูลของแต่ละพิกเซล.....21

4.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน.....23

4.2 เครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการใช้ระบบสายพานลำเลียง.....24

4.3 โครงสร้างเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ.....25

4.4 โครงสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ.....26

4.5 ชุดอุปกรณ์แสดงผลการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ.....26

4.6 ชุดอุปกรณ์เชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับ
คอมพิวเตอร์.....27

4.7 ชุดอุปกรณ์เชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับ
คอมพิวเตอร์ และแหล่งจ่ายไฟ.....27

4.8 วงจรบอร์ดเชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับ
พอร์ตพริ้นเตอร์ของคอมพิวเตอร์.....28

4.9 วงจรบอร์ดแสดงผลการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ.....29

4.10 วงจรขับรีเลย์ควบคุมการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ.....29

4.11 ฟอร์มเลือกรูปแบบการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ.....29

4.12 ฟอร์มรูปแบบการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบแมนนวล...30

4.13 ฟอร์มรูปแบบการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติ....31

5.1 กราฟแสดงผลการทดสอบโปรแกรมวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมังคุด.....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

5.2 เครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการใช้ระบบสายพานลำเลียง.....35

5.3 เครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการใช้ระบบการยก.....35

5.4 กราฟแสดงผลการทดสอบเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบการยก.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

มังคุดเป็นไม้ผลเมืองร้อนมีชื่อวิทยาศาสตร์ *Garcinia mangostana L.* อยู่ในตระกูล Garcinia มังคุดเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคทั้งประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากมังคุดเป็นผลไม้ที่มีรสชาติอร่อย มีรสหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นหอมชวนรับประทาน รูปทรงและสีของผลสวยงาม จนทำให้มังคุดได้รับสมญานามว่าเป็น "ราชินีแห่งไม้ผลเมืองร้อน หรือ "Queen of fruits" [1-2] แหล่งปลูกมังคุดแหล่งใหญ่ๆในประเทศไทย เช่น ในภาคตะวันออก และภาคใต้ ในภาคตะวันออกได้แก่จังหวัด จันทบุรี ระยอง ตราด และปราจีนบุรี ในภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป จังหวัดที่ปลูกมาก คือ ชุมพร นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี

ผลมังคุดจะมีทรงผลลักษณะค่อนข้างกลม หัวและท้ายบุ๋มเล็กน้อย ผลมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 – 7 ซม. และมีน้ำหนักต่อผลเฉลี่ยประมาณ 80 – 150 กรัม ที่โคนผลมีก้านผลสั้นๆ และมีกลีบเลี้ยง 4 กลีบติดอยู่

การผลิตมังคุดในปัจจุบันนอกจากบริโภคภายในประเทศแล้วยังส่งตลาดต่างประเทศในลักษณะแช่แข็ง เช่น ญี่ปุ่น ฮ่องกง สิงคโปร์ ไต้หวัน และในรูปผลสดส่งออกไปประเทศ ยุโรป อเมริกา แคนาดา ตะวันออกกลาง ซึ่งมีแนวโน้มของการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี สำหรับการส่งออกตลาดต่างประเทศผู้ส่งออกมังคุดจะมีกฎเกณฑ์การรับซื้อที่ต่างไปจากตลาดในประเทศ จะเลือกซื้อเฉพาะมังคุดที่มีคุณภาพตามตลาดต้องการเท่านั้น เช่น ขนาดผลละ 80-100 กรัม ผิวผลสะอาด และต้องมีก้านผลติดอยู่ที่โคนผลจึงจะทำให้มังคุดมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวได้นานขึ้นโดยไม่เน่าเสีย และต้องเป็นมังคุดที่ใช้รับประทานเนื้อได้ทั้งหมดไม่มีอาการเปลือกแข็งยางไหล [3-4] ซึ่งลักษณะดังกล่าวทำให้เกษตรกรผู้ผลิตไม่สามารถคัดแยกขนาดโดยใช้สายตาคาดคะเน ตามความต้องการของตลาดได้ นอกจากนี้ในการคัดแยกขนาดโดยใช้เครื่องมือที่มีขายทั่วไปซึ่งมีสองรูปแบบใหญ่ๆ คือแบบการใช้กระเดื่องชั่งน้ำหนักเปรียบเทียบกับน้ำหนักของผลมังคุดที่คัดแยกได้ค่อนข้างช้า และมีปัญหาเมื่อน้ำหนักผลมังคุดใกล้เคียงกันทำให้การคัดแยกขนาดคลาดเคลื่อนจนต้องมีการปรับเทียบอยู่บ่อยครั้ง และแบบที่สองใช้กลไกเหวี่ยงให้ผลมังคุดผ่านช่องตามขนาดที่ต้องการซึ่งทั้งสองวิธีนอกจากไม่สามารถคัดแยกขนาดได้อย่างละเอียด มีราคาสูง และต้องนำเข้าจากต่างประเทศแล้ว ยังมีผลเสียคือ ทำให้ก้านผลบางส่วนหลุดออกมาและเปลือกมังคุดช้ำจากการกระแทกของกลไกทำให้ผลมังคุดเน่าเสียเร็วขึ้นและมียางไหล ทำให้เป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทบทวนวรรณกรรม/ สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

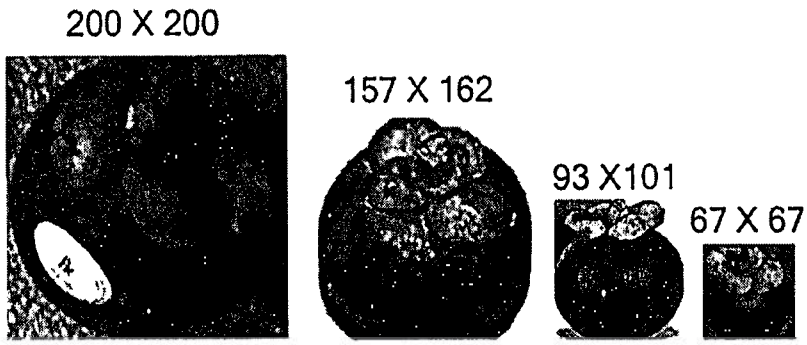
การประมวลผลภาพถ่าย (Image Processing) [6-7] ได้เริ่มมีการวิจัยอย่างแพร่หลายและมีการนำมาประยุกต์ใช้งานมากขึ้นเช่น ในทางการแพทย์ได้มีการนำมาช่วยในการวินิจฉัยรักษาโรคโดยการใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพถ่ายที่ได้จากเครื่อง X-Ray หรือ เครื่อง Computer Tomography (CT) [8-9] หรือในระบบการรักษาความปลอดภัยที่นำมาใช้ตรวจสอบความแตกต่างของบุคคล จากภาพถ่ายลายนิ้วมือ (Fingerprints) [10] ในทางการเกษตรก็มีการนำวิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายมาประยุกต์ใช้งานเช่น งานวิจัยของศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ได้นำวิธีการวิเคราะห์ภาพถ่ายมาวัดความแก่ของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง[5] เป็นต้น เนื่องจากอุปกรณ์ถ่ายภาพในปัจจุบันมีราคาถูกลง ขณะที่ความละเอียดในการถ่ายภาพสามารถทำได้สูงขึ้น สามารถใช้งานได้ง่าย โดยอุปกรณ์สำคัญในกระบวนการถ่ายภาพที่ใช้รับภาพ เปลี่ยนจากการถ่ายภาพลงบนแผ่นฟิล์ม (Film) มาเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า CCD (Charge-Coupled Device) [11-13] ซึ่งจะทำหน้าที่ รับภาพและแปลงภาพที่ตกกระทบเป็นสัญญาณดิจิตอล บันทึกลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ทันที ทำให้มีความสะดวก รวดเร็ว ในการนำภาพถ่ายนั้นมาวิเคราะห์และประมวลผล จึงสามารถสร้างระบบการประมวลผลภาพถ่ายอย่างต่อเนื่องที่มีความคมชัดสูงและรวดเร็ว ทางคณะนักวิจัยจึงได้เสนอแนวคิดการคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพเพื่อหาทางปรับปรุง เพิ่มความละเอียด รวดเร็ว มีความแม่นยำสูง ใช้งานง่าย และราคาต่ำ ที่สำคัญคือไม่มีผลกระทบทำให้เกิดความเสียหายต่อผลมังคุดในกระบวนการคัดแยก และเป็นต้นแบบในการคัดแยกผลไม้อย่างอื่นด้วยต่อไป

ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้อาศัยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีประมวลผลภาพด้วยกล้อง ซีซีดี (CCD camera) เป็นตัวตรวจจับภาพ (sensor) และแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล นำมาประมวลผลในการคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยวิธีถ่ายภาพ เพื่อช่วยลดปัญหาของเครื่องคัดแยกขนาด ระบบกลไกที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันและช่วยลดการนำเข้าเครื่องราคาแพงจากต่างประเทศด้วย

หลักการทำงานของเครื่องคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยภาพ จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ด้วยกันคือ ส่วนแรกเป็นชุดสายพานลำเลียง มีหน้าที่ลำเลียงผลมังคุดมายังส่วนที่สองซึ่งเป็นส่วนถ่ายภาพ ซึ่งในส่วนนี้เป็นตำแหน่งที่จะทำการคัดแยกขนาดด้วย โดยจะมีกล้องถ่ายภาพติดอยู่ กล้องก็จะถ่ายภาพ และส่งข้อมูลภาพนั้นมายังชุดประมวลผลภาพ เพื่อวิเคราะห์จากภาพถ่ายที่ได้ว่ามีขนาดจำนวน Pixels เท่าไหร่ เปรียบเทียบกับจำนวน pixels หรือขนาดผลมังคุดที่ได้มีการตั้งค่าไว้ก่อนจะคำนวณว่าเป็นผลมังคุดขนาดไหน ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกป้อนไว้ในชุดประมวลผลภาพ จากนั้นจึงส่งคำสั่งมายังส่วนที่สามซึ่งจะเป็นชุดควบคุมกลไกที่ทำหน้าที่คัดขนาดโดยจะใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MSC-51) เป็นตัวประมวลผลขับกลไกเพื่อคัดแยกขนาดผลมังคุดลงในถาดตามเบอร์ที่กำหนดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ภาพถ่ายที่มีจำนวน Pixels ขนาดต่าง กัน

รูปที่ 1.2 ภาพถ่ายผลมังคุด 4 ขนาด

รูปที่ 1.3 ภาพเงาจากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นจำนวน pixels ที่ต่างกันตามขนาดของผลมังคุด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบการคัดแยกขนาดผลมังคุดโดยวิธีการประมวลผลภาพ
2. เพิ่มประสิทธิภาพ ความละเอียด การใช้งานที่ง่าย และรวดเร็ว ในการคัดแยกขนาดผลมังคุดโดยไม่ทำให้ผลมังคุดเสียหาย
3. เพื่อตรวจสอบ รักษาและเพิ่มมาตรฐาน ในการควบคุมคุณภาพของมังคุดในการส่งออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการศึกษาและออกแบบเครื่องมือในการคัดแยกขนาดผลมังคุด ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ โดยไม่ทำให้ผลมังคุดเสียหาย ให้มีประสิทธิภาพสูงทั้งในด้านความถูกต้อง รวดเร็ว และสามารถใช้งานได้ง่าย ประกอบด้วยเนื้อหา จำนวน 7 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 บทนำ จะกล่าวถึงความเป็นมาของโครงงาน รายละเอียดเกี่ยวกับมังคุด วิธีการคัดแยกขนาดผลมังคุดนิยมใช้กัน วัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงงาน

บทที่ 2 กล้องถ่ายภาพและกล้องเว็บแคม

บทที่ 3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง จะกล่าวถึงทฤษฎี เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สำคัญสำหรับนำมาใช้ประกอบกับโครงงานนี้ได้ รวมทั้งที่มาของสมการต่างๆที่ใช้ในการทดลอง

บทที่ 4 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต้นแบบ และโปรแกรมการคัดแยกขนาดด้วยภาพ

บทที่ 5 การทดลอง และผลการทดลองอุปกรณ์ต้นแบบและโปรแกรมที่ใช้ในการคัดขนาดผลมังคุด

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง การวิเคราะห์และข้อเสนอแนะต่างๆในการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
กล้องถ่ายภาพดิจิตอลและกล้องเว็บแคม

2.1 กล้องดิจิตอล (Digital Camera)

กล้องถ่ายภาพ นับได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อกิจวัตรประจำวันและการทำงานในสาขาวิชาชีพต่าง ๆ เนื่องจากรูปภาพเป็นสื่อที่บันทึกเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ กล้องถ่ายภาพแบบใช้ฟิล์มได้รับความนิยมมาช้านาน เนื่องจากใช้งานง่าย พกพาสะดวก มีหลายราคาให้เลือกใช้งาน แต่มีความยุ่งยากในการอัดรูปจากฟิล์มลงบนกระดาษ ซึ่งต้องอาศัยร้านถ่ายรูปเป็นผู้ทำหน้าที่จัดการ ผู้ใช้กล้องไม่สามารถดำเนินการเองได้ด้วยข้อจำกัดของกล้องถ่ายภาพแบบใช้ฟิล์ม ทำให้กล้องดิจิตอลกำเนิดขึ้นมาด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีการใช้งานที่สะดวกสบาย ไม่ต้องซื้อฟิล์มและเสียค่าใช้จ่ายในการล้างหรืออัดรูป สามารถดูภาพได้ทันทีบนจอ LCD บนตัวกล้องหรือแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ สามารถลบและถ่ายรูปใหม่ได้ตามต้องการ ผู้ใช้กล้องสามารถจัดการกับภาพถ่ายได้ด้วยตนเอง เมื่อถ่ายภาพแล้วสามารถโอนถ่ายข้อมูลภาพเพื่อนำมาใช้งานได้ทันที ภาพถ่ายที่ได้จะอยู่ในรูปของไฟล์รูปแบบต่าง ๆ เช่น JPEG, BMP, TIFF หรือ RAW ซึ่งจะนำไปใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว สามารถเก็บภาพเหล่านั้นไว้ได้นานเท่าที่ต้องการโดยที่ภาพไม่เลอะเลือน สีไม่ผิดเพี้ยน นอกจากนี้ยังสามารถส่งภาพทาง e-mail และใช้กล้องดิจิตอลถ่ายภาพวีดีทัศน์ได้ด้วย ปัจจุบันกล้องดิจิตอลมีราคาไม่สูงมากนักจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.1.1 ภาพดิจิตอล

ภาพดิจิตอลเกิดจากจุดสีสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ประกอบขึ้นหลาย ๆ จุด จนกลายเป็นภาพที่สามารถมองเห็นได้ว่าเป็นภาพอะไร พิกเซลเหล่านี้มีขนาดเล็กมาก เรียงตัวกันจนอัดแน่นอยู่ในพื้นที่ของภาพจนแทบจะมองไม่เห็นนอกจากจะขยายภาพขึ้นมามาก ๆ จึงจะสังเกตเห็นได้ ภาพดิจิตอลสามารถนำไปใช้งานกับคอมพิวเตอร์ได้ดีไม่ว่าจะเป็นการตกแต่งแก้ไขภาพ สร้างเทคนิคพิเศษ และบันทึกลงในสื่อบันทึกข้อมูลแบบดิจิตอล เก็บไว้ได้นานโดยที่สีของภาพไม่ซีดหรือเสื่อมคุณภาพ ภาพดิจิตอลสร้างได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และอุปกรณ์ที่ใช้งาน ได้แก่

2.1.1.1 จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer Software) ได้แก่ โปรแกรมการวาดภาพต่าง ๆ เช่น Illustrator, CorelDraw, Photoshop จะช่วยให้สร้างภาพขึ้นมาจากความว่างเปล่าและบันทึกเก็บเป็นไฟล์ได้

2.1.1.2 จากเครื่องสแกนเนอร์ (Scanner) เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้มานานในการนำรูปภาพจากภายนอก เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด มาแปลงให้กลายเป็นข้อมูลดิจิตอลเพื่อนำไปใช้งาน วิธีการทำไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยุ่งยากเพียงนำรูปภาพหรือฟิล์มที่ต้องการใช้งานมาวางบนเครื่องสแกนเนอร์ แล้วสั่งสแกนภาพ ภาพนั้นก็จะถูกสแกนและส่งเข้าคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานได้ทันที

2.1.1.3 จากกล้องถ่ายภาพดิจิตอล (Digital Camera) ซึ่งจะให้ภาพที่มีคุณภาพดี สามารถดูภาพที่ถ่ายได้ทันที สามารถลบภาพที่ไม่ต้องการได้โดยไม่สิ้นเปลืองฟิล์ม นำไปใช้กับคอมพิวเตอร์ได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลาในการล้างอัดหรือส่งสแกนภาพ

2.1.2 กล้องดิจิตอลคืออะไร

กล้องถ่ายภาพดิจิตอล มีส่วนประกอบและหลักการทำงานคล้ายกับกล้องแบบใช้ฟิล์มคือ สามารถนำไปถ่ายภาพและบันทึกภาพที่ต้องการได้ แต่บันทึกในรูปแบบไฟล์ข้อมูลแทนการบันทึกลงบนฟิล์ม เรียกง่าย ๆ ว่ากล้องถ่ายภาพแบบไม่ใช้ฟิล์ม แต่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า "เซนเซอร์" ในการบันทึกภาพแทน โดยแปลงข้อมูลของแสงมาเป็นรูปแบบไฟล์ดิจิตอลซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถอ่านเข้าใจได้ แล้วบันทึกเก็บไว้ในอุปกรณ์เก็บข้อมูล สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการพิมพ์ออกมาเป็นภาพ ตกแต่งแก้ไขภาพ ส่งภาพทาง E-mail หรือนำภาพไปจัดเก็บบนเว็บไซต์ได้

2.1.3 ประเภทของกล้องดิจิตอล

โดยทั่วไปกล้องดิจิตอล แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ กล้องแบบคอมแพค (Compact) และกล้องแบบ Single Lens Reflex (SLR) ซึ่งมีความแตกต่างกันด้านกลไกการทำงานบางอย่าง รวมถึงกลุ่มผู้ใช้งานและระดับราคา ดังนี้

2.1.3.1 กล้องถ่ายภาพแบบคอมแพค (Compact Camera) เป็นกล้องที่ได้รับความนิยมอย่างสูง มีให้เลือกหลายรุ่น ขนาดเล็กกะทัดรัด ใช้งานง่าย น้ำหนักเบา ราคาไม่สูงนัก เนื่องจากถูกออกแบบให้เหมาะกับผู้ใช้งานทั่วไป สามารถเลือกรูปแบบการถ่ายภาพแบบอัตโนมัติหลายรูปแบบ เช่น คำสั่งถ่ายภาพบุคคล ภาพวิวทิวทัศน์ ภาพระยะใกล้ ภาพกีฬา เป็นต้น กล้องแบบนี้มีเลนส์ติดมากับตัวกล้องแบบถาวร ถอดเปลี่ยนไม่ได้ มีช่องมองภาพแยกออกมาจากเลนส์ต่างหาก ทำให้ภาพที่ได้จากเลนส์กับช่องมองภาพมีความคลาดเคลื่อนไม่เหมือนกันเท่าใดนัก การถ่ายภาพในระยะใกล้ ๆ อาจทำให้ตัววัตถุที่ต้องการถ่ายคลาดเคลื่อนไปจากภาพที่มองเห็นในช่องมองภาพ ทำให้เกิดความยุ่งยากในการใช้งานสำหรับกล้องดิจิตอลที่มีจอ LCD จะช่วยให้สามารถดูภาพที่กำลังจะถ่ายจากจอ LCD ได้ทันที และมีความใกล้เคียงกับภาพจริงเกือบ 100% แต่มีข้อจำกัดคือ ใช้พลังงานค่อนข้างมากทำให้ระยะการใช้งานแบตเตอรี่สั้น ปัจจุบันได้พัฒนาช่องมองภาพเป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเป็นแบบ LCD ขนาดเล็กเหมือนกล้องวีดีโอ ทำให้ประหยัดพลังงานแต่มักมีราคาแพง

2.1.3.2 กล้องถ่ายภาพแบบ SLR (Single Lens Reflex Camera) เหมาะสำหรับผู้ใช้งานมืออาชีพ เป็นกล้องถ่ายภาพแบบมองผ่านเลนส์ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่จะถ่ายใกล้เคียงกับที่จะถูกบันทึกลงฟิล์ม ตัวกล้องมีขนาดใหญ่และหนักกว่ากล้องแบบคอมแพค มีฟังก์ชั่นการทำงานมากกว่า และที่สำคัญสามารถถอดเปลี่ยนเลนส์ได้ หลักการการทำงานโดยใช้ปริซึม 5 เหลี่ยมและกระจกสะท้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ เมื่อแสงผ่านเข้าสู่เลนส์จะกระทบกับกระจกสะท้อนภาพไปยังปริซึม และออกไปยังช่องมองภาพ เมื่อกดชัตเตอร์ถ่ายภาพกระจกสะท้อนภาพจะกระดกขึ้น ทำให้แสงตกกระทบลงสู่ฟิล์มหรือตัวเซนเซอร์รับภาพ

2.1.4 ส่วนประกอบของกล้องดิจิตอล

ส่วนประกอบหลัก ๆ ของกล้องดิจิตอล มีดังนี้

2.1.4.1 ตัวกล้อง มีลักษณะเป็นกล่องทึบแสงซึ่งมีหน้าที่ไม่ให้แสงสว่างผ่านเข้าไปยังตัวกล้องได้ ตัวกล้องมีขนาดแตกต่างกันไปตามคุณภาพและราคาของกล้อง

2.1.4.2 เลนส์ กล้องดิจิตอลส่วนใหญ่จะไม่สามารถถอดหรือเปลี่ยนเลนส์ได้ แต่หากกล้องที่เปลี่ยนเลนส์ได้จะมีราคาแพงและมักใช้งานในระดับมืออาชีพ เลนส์จะทำหน้าที่ถ่ายทอดแสงสะท้อนจากวัตถุเข้ามายังตัวรับแสงของกล้อง วัสดุที่ใช้ในการทำเลนส์มี 2 ชนิดคือ พลาสติกและแก้ว ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งคุณภาพและราคา เลนส์พลาสติก จะมีราคาถูก ทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพต่ำ มักจะใช้ในกล้องรุ่นเก่า สำหรับเลนส์ที่ทำจากแก้ว มีความใสมากกว่าเลนส์พลาสติก สามารถซูมได้ทั้งแบบ Digital Zoom และ Optical Zoom จะได้ภาพที่มีคุณภาพดีกว่าอย่างเห็นได้ชัด

2.1.4.3 ช่องมองภาพ เพื่อใช้มองภาพและจัดองค์ประกอบของภาพแล้วถ่ายภาพได้ทันที นอกจากนี้ยังมีช่องมองภาพที่เป็นจอ LCD ติดอยู่กับตัวกล้อง ทำงานเช่นเดียวกับช่องมองภาพธรรมดา ภาพที่ปรากฏจะเหมือนกับภาพที่ถ่ายออกมาได้ทุกประการ ช่องมองภาพมี 2 ชนิดคือ ช่องมองภาพแบบเล็งแล้วถ่าย (Optical Viewfinder) เป็นช่องมองภาพแบบที่ใช้ในกล้องราคาถูก ให้ภาพที่ละเอียดไม่มากนัก การใช้งานสามารถเล็งได้โดยตรงจากช่องมองภาพแล้วออกไปได้ทันที กล้องดิจิตอลที่มีช่องมองภาพแบบนี้จะเป็นกล้องดิจิตอลอัตโนมัติ ไม่ต้องปรับแต่งค่ามากนักก็สามารถเล็งผ่านช่องแล้วกดชัตเตอร์เพื่อถ่ายภาพได้ทันที และช่องมองภาพแบบจอ LCD (Liquid Crystal Display) เป็นช่องมองภาพที่สะดวกต่อการใช้งานเป็นอย่างยิ่งสำหรับกล้องดิจิตอล เพราะสามารถมองผ่านทางจอ LCD แล้วจัดองค์ประกอบของภาพได้ และยังสามารถเลือกภาพที่ได้ถ่ายไปแล้วขึ้นมาดูได้ทันที หากไม่พอใจก็สามารถลบภาพออกได้ ทำให้ไม่เสียเวลาในการถ่ายและเลือกภาพที่ต้องการ จอ LCD จะมีขนาดและคุณภาพแตกต่างกันตามราคาและยี่ห้อของกล้อง หากเป็นจอคุณภาพต่ำจะไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนเมื่อมองจากด้านข้างหรือมองจากพื้นที่ ๆ มีแสงสว่างมาก ๆ ข้อจำกัดของจอ LCD คือสิ้นเปลืองพลังงาน ทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ในกล้องดิจิตอลเสื่อมเร็วเมื่อเปิดจอ LCD ไว้ตลอดเวลา ดังนั้น ควรปิดหน้าจอ LCD ไว้ขณะที่ไม่ได้ใช้งาน

2.1.4.4 แบตเตอรี่ การทำงานของกล้องดิจิตอลต้องอาศัยพลังงานจากแบตเตอรี่หรือพลังงานจากหม้อแปลงไฟฟ้า แบตเตอรี่ที่ใช้กับกล้องดิจิตอลมีหลายประเภท เช่น 1. แบตเตอรี่แบบอัลคาไลน์ AA มีอายุการใช้งานไม่นานนัก เนื่องจากกล้องดิจิตอลส่วนใหญ่มีจอภาพ LCD ซึ่งใช้พลังงานสูง 2. แบตเตอรี่แบบ NiCD เป็นแบตเตอรี่ที่เก็บไฟได้น้อยและใช้งานได้ไม่นานนัก จึงไม่นิยมใช้แม้ว่าจะมีราคาถูก แต่สามารถชาร์จไฟและนำมากลับมาใช้ได้อีก แต่การชาร์จไฟนั้นจะต้องรอให้ใช้งานจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมดก่อนจึงทำการชาร์จได้ 3.แบตเตอรี่แบบ NiMH เป็นแบตเตอรี่ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากน้ำหนักเบา เก็บไฟได้นาน สามารถชาร์จได้ทันทีและบ่อยครั้งโดยไม่ต้องรอให้แบตเตอรี่หมดก่อน คุณภาพดี ราคาไม่แพง และหาซื้อได้ง่าย 4. แบตเตอรี่แบบ Li-ion เป็นแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดและราคาแพง เนื่องจากมีน้ำหนักเบา เก็บกระแสไฟได้นานและมากกว่าแบตเตอรี่แบบ NiMH สามารถชาร์จไฟได้ทันทีที่ต้องการ นิยมใช้กับกล้องที่มีราคาแพงและคุณภาพสูงนอกจากแบตเตอรี่แล้ว ที่ชาร์จแบตเตอรี่นับเป็นอุปกรณ์เสริมสำคัญต่อการใช้งานกล้องดิจิตอล ที่ชาร์จแบตเตอรี่มี 2 ชนิดคือ การชาร์จแบบเร็ว คือใช้เวลาชาร์จเพียง 2-3 ชั่วโมง แต่ประจุไฟฟ้าที่ชาร์จเข้าไปจะไม่เต็มที่นัก การชาร์จแบบช้าใช้เวลาประมาณ 4-5 ชั่วโมง ซึ่งจะช่วยถนอมแบตเตอรี่มากกว่าและเกิดความร้อนน้อยกว่าแบบเร็ว

2.1.4.5 หน่วยความจำ เปรียบเทียบได้กับฟิล์มของกล้องถ่ายภาพธรรมดา หน่วยความจำทำหน้าที่ในการบันทึกภาพถ่ายที่ได้จากกล้องดิจิตอลลงบนหน่วยความจำของตัวกล้องซึ่งมี 2 ประเภท ดังนี้ 1. หน่วยความจำภายใน มีหน้าที่เก็บข้อมูลของภาพลงในตัวกล้อง เมื่อต้องการโอนถ่ายข้อมูลรูปภาพออกมาใช้งานต้องทำการต่อสายออกจากตัวกล้องผ่านทางพอร์ตต่าง ๆ ที่ตัวกล้องใช้งานอยู่แล้ว ต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือพริ้นเตอร์ก่อนจึงจะสามารถใช้งานได้ 2. หน่วยความจำภายนอก ส่วนใหญ่กล้องดิจิตอลจะใช้หน่วยความจำประเภท Flash Memory ซึ่งเป็นตัวเก็บข้อมูลขนาดเล็ก หน่วยเก็บข้อมูลที่นิยมใช้อยู่ในกล้องนั้นจะมี Compact Flash และ Smart Card ซึ่งมีความจุในการเก็บข้อมูลต่างกันออกไปตามราคา โดยส่วนมากจะเก็บข้อมูลได้ต่ำที่สุด 16 เมกะไบต์

2.1.4.6 ปุ่มควบคุมการทำงาน มีหน้าที่จัดการกับลักษณะของภาพถ่าย จะทำงานคู่กับเมนูการทำงานที่จะแสดงผลออกทางจอ LCD กับตัวกล้อง ซึ่งกล้องแต่ละตัวก็จะมีการทำงานของปุ่มควบคุมการทำงานและเมนูควบคุมการทำงานที่ต่างกันออกไป กล้องราคาถูกแบบอัตโนมัติจะมีปุ่มควบคุมการทำงานไม่มากนัก แต่หากเป็นกล้องราคาแพงและประสิทธิภาพสูงจะมีปุ่มการทำงานมากและมีการทำงานที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

2.1.4.7 ชัตเตอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวเปิดและปิดหน้ากล้องในการรับแสงว่าจะเปิดให้แสงที่สะท้อนจากวัตถุผ่านได้นานเท่าใด โดยส่วนมากชัตเตอร์ของกล้องดิจิตอลจะสามารถ

กดได้ 2 ระดับคือ การกดชัตเตอร์แล้วยกขึ้นทันที ซึ่งเป็นการหาตำแหน่งโฟกัสของภาพ และการกดชัตเตอร์ค้างไว้ประมาณ 1-2 วินาทีเป็นการเปิดหน้ากล้องเพื่อ

ทำการถ่ายภาพจริง ๆ

2.1.5 ตัวรับภาพของกล้องดิจิตอล

ตัวรับภาพบนกล้องดิจิตอลมี 2 ชนิดคือ CCD (Charge-Couple Device) และ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) กล้องดิจิตอลในปัจจุบันจะใช้ CCD เป็นส่วนใหญ่ CCD และ CMOS มีต้นกำเนิดเหมือนกันคือทำมาจาก Silicon มันทำหน้าที่เป็นเซลรับแสงที่วางเรียงต่อๆ กันเป็นตารางๆ เซลรับแสงเหล่านี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสง (Photon) เป็นประจุไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Electron) คล้ายกับการทำงานของโซล่าเซล (Solar Cell) ดังนั้นปริมาณของกระแสไฟฟ้าจึงสัมพันธ์กับความเข้มของแสง แต่มีการออกแบบโครงสร้างการทำงานที่แตกต่างกัน สิ่งที่แตกต่างกันระหว่าง CCD และ CMOS คือขั้นตอนและวิธีการอ่านค่าจำนวนประจุไฟฟ้า เมื่อ Sensor ได้รับแสงที่นี้เรามาดูการทำงานของแต่ละแบบ

2.1.5.1 ตัวรับภาพแบบCCD (Charge Couple Device: CCD)

CCD เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่เรียกกันว่า Semiconductor ซึ่งอุปกรณ์ CCD นี้เปรียบเสมือนดวงตาของกล้องโทรทัศน์ หน้าที่หลักของ CCD คือรับแสงที่ผ่านจากเลนส์เข้ามา แล้วแปลงให้เป็นข้อมูลแบบดิจิตอล CCDภายในตัวกล้องมีหลายขนาดด้วยกัน มีตั้งแต่ขนาดเล็กไปถึงขนาดใหญ่ เช่น 1/4 นิ้ว , 1/3 นิ้ว , 2/3 นิ้ว ซึ่งขนาดของ CCD ที่มีขนาดใหญ่ก็จะย่อมให้คุณภาพของภาพดีกว่า CCD ผลิตขึ้นมาเพื่อเป็นตัวรับภาพโดยเฉพาะ ใน CCD ปริมาณแสง หรือความเข้มของแสงที่ Pixel ได้รับจะถูกแปลงเป็นจำนวนตัวเลข เพื่อจะได้ส่งต่อไปยังหน่วยประมวลผลเพื่อทำการนับจำนวนอิเล็กตรอนของแต่ละ Pixel จากนั้นจะทำการประมวลผลเป็นภาพ (ซึ่งการออกแบบหน่วยประมวลผลของกล้องแต่ละยี่ห้อจะแตกต่างกัน) ซึ่งค่านั้นจะได้มาจากการที่ CCD ทำการแยกสีของแสงที่เข้ามาซึ่งโดยทั่วไปเรามองเห็นเป็นสีขาวแต่ความจริงประกอบด้วยสีต่างๆ มากมาย ซึ่ง CCD จะทำการแยกเป็นสามสีเท่านั้นคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ซึ่งสามสีนี้สามารถนำมาผสมกันได้เป็นล้านๆ สี

2.1.5.2 ตัวรับภาพแบบ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)

CMOS ใช้เทคโนโลยีนิดเดียวกับการออกแบบ Chip จากต้นแบบของ IBM ซึ่งมันถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และรวมไปถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านบางชนิด จากการที่จำนวนการบริโภค CMOS มีมาก (Economies of Scale) จึงทำให้มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องของการบริโภคพลังงานต่ำและมีความร้อนสะสมต่ำ โดยการทำงานอาศัยทรานซิสเตอร์พื้นฐานหลายๆตัว นิยมมากในการนำมาใช้งานกับอุปกรณ์ประเภท Microprocessor, Microcontroller และ Static RAM ใน CMOS แต่ละ Pixel สามารถนับจำนวนอิเล็กตรอนได้ด้วยตัวมันเองโดยใช้หลักการเดียวกับการออกแบบ Computer Chip

ตารางที่ 2.1 ข้อแตกต่างระหว่าง CCD กับ CMOS

ผลการทดสอบ	CCD	CMOS
คุณภาพที่ได้	สูง	ต่ำ
ความไวแสง(เวลาในการบันทึกแสง)	สูง	ต่ำ
พลังงานที่ใช้	สูง	ต่ำ
สัญญาณรบกวน	น้อย	สูงกว่า
การประมวลผล	ซับซ้อนกว่า	ง่ายกว่าแบบแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อน	สูง	ต่ำ
เวลาในการบันทึกแสง	น้อย	สูง
การใช้งาน	เพื่อการสร้างภาพโดยเฉพาะ	ใช้กับงานที่หลากหลาย

2.1.6 ไฟล์รูปภาพ

การใช้งานรูปภาพนั้นมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ว่าต้องการใช้งานในด้านใด ไฟล์รูปภาพที่นำมาใช้งานทั่ว ๆ ไปมีหลายนามสกุล ดังนี้

.BMP เป็นไฟล์มาตรฐานที่ระบบปฏิบัติการ Windows สร้างขึ้นมา เป็นไฟล์ที่สามารถรักษาความละเอียดของภาพได้เป็นอย่างดี แต่มีข้อจำกัดคือ ไฟล์นั้นจะมีขนาดใหญ่นำมาใช้งานไม่สะดวก

.JPG เป็นไฟล์ที่มีการบันทึกข้อมูลแบบสูญเสียข้อมูล ภาพที่ได้นำมาใช้งานทั่ว ๆ ไป ไฟล์ประเภทนี้จะตัดรายละเอียดของภาพบางส่วนออก ซึ่งเป็นรายละเอียดที่ไม่สามารถมองเห็นสีได้มากนัก เหมาะสำหรับเก็บไว้ดูหรือนำไปลงอินเทอร์เน็ต

.GIF เป็นไฟล์ที่มีการบีบอัดข้อมูลสูง แต่จะให้ความละเอียดของภาพมากกว่า ทำให้ไฟล์มีขนาดเล็กมาก มักนำมาใช้งานบนอินเทอร์เน็ตมากที่สุด เพราะไฟล์ที่มีขนาดเล็กทำให้ไม่เสียเวลาในการเปิดหน้าเว็บไซต์ที่มีรูปภาพประกอบได้ในเวลาอันรวดเร็ว

.PSD เป็นไฟล์ที่เกิดจากโปรแกรมตกแต่งรูปภาพคือ Photoshop ไฟล์ประเภทสามารถแก้ไขได้ง่าย เพราะมีการทำงานเป็นเลเยอร์ มีข้อจำกัดคือมีไฟล์ขนาดใหญ่ และสามารถเปิดได้กับโปรแกรม Photoshop อย่างเดียวเท่านั้น ไม่สามารถนำไปเปิดกับโปรแกรมจัดการรูปภาพอื่น ๆ ได้

.TIFF เป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับงานสิ่งพิมพ์เป็นส่วนใหญ่ สามารถแสดงผลความละเอียดของภาพได้ทุกระดับตั้งแต่ภาพขาวดำไปจนถึงภาพสี ซึ่งจะนำไปใช้กับงานทางด้านการพิมพ์ สามารถใช้ได้กับทั้งเครื่อง MAC และ PC โปรแกรมที่ใช้ ตัวอย่างเช่น PageMaker

.PNG เป็นไฟล์ที่มีความยืดหยุ่นสูง ใช้งานได้กับเครื่องที่มีการเปลี่ยนแพลตฟอร์มการทำงาน และสามารถทำงานอยู่บนคนละระบบปฏิบัติการ เช่น Linux และ Windowsจะเห็นได้ว่าไฟล์แต่ละประเภทนั้นมีลักษณะการทำงานและการบีบอัดไฟล์ที่ต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับการนำมาใช้งานและความต้องการของผู้ใช้งานว่าต้องการไฟล์แบบใด

ประเภทของไฟล์ภาพที่ใช้ในกล้องดิจิตอล

กล้องดิจิตอลจะเก็บข้อมูลภาพอยู่ในระบบดิจิตอล โดยส่วนมากจะแบ่งไฟล์ในการบันทึกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ไฟล์สกุล TIFF (Tagged Image File) ได้รับการพัฒนามาจากบริษัท Microsoft และ Aldus เป็นไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในการจัดเก็บไฟล์ภาพทั้ง 3 ประเภท เนื่องจากเป็นไฟล์ที่บีบอัดแบบไม่สูญเสียข้อมูล โดยการประมวลผลของโปรแกรมภายในตัวกล้องดิจิตอล สามารถแสดงผลได้ในทุกระดับความละเอียด ตั้งแต่ภาพขาวดำไปจนถึงภาพสี สามารถนำไปใช้งานได้ง่าย นำไปเปิดกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้ในการตกแต่งรูปภาพ หรือโปรแกรมจัดการภาพถ่ายทั่วไปได้ มีข้อจำกัดคือเป็นไฟล์ที่มีขนาดใหญ่มาก นิยมนำไปใช้ในงานการพิมพ์ต่าง ๆ ที่ต้องการนำเสนอภาพที่ไม่สูญเสียรายละเอียดของภาพให้ได้ภาพที่ใกล้เคียง กับภาพต้นฉบับมากที่สุด เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์โฆษณา

2. ไฟล์สกุล JPEG (Joint Photographic Experts Group) ภาพที่จัดเก็บในสกุลนี้ใช้เทคโนโลยีการบีบอัดภาพให้ออกมาเป็นบล๊อคของพิกเซล จากนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนเพื่อให้เกิดการบีบอัดในอัตราส่วน 10:1 ไปจนถึง 100:1 ยิ่งภาพมีการบีบอัดมากขึ้นเท่าใด ความละเอียดและความคมชัดจะน้อยลงไปด้วย จึงเป็นที่นิยมใช้กับกล้องดิจิตอล เนื่องจากเป็นไฟล์ที่มีขนาดเล็ก สามารถจัดเก็บภาพลงในหน่วยความจำได้จำนวนมากและสามารถเลือกรูปแบบความละเอียดในการบันทึกได้ เช่น หากต้องการความละเอียดมากก็จะใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมาก ต้องการความละเอียดน้อยก็ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อย การจัดเก็บไฟล์ภาพแบบ JPEG เป็นการลดคุณภาพของภาพถ่าย โดยการตัดสีที่ไม่จำเป็นออกไป เช่น สีที่สายตาไม่สามารถมองเห็นได้แล้วอาศัยการคำนวณเพื่อจัดเรียงลำดับของสีใหม่ สำหรับไฟล์ภาพประเภทนี้นิยมใช้สำหรับการถ่ายภาพทั่วไป ที่ไม่ต้องอาศัยความละเอียดของภาพสูง เช่น ภาพที่นำไปใช้สำหรับการเขียนโฮมเพจ

3. ไฟล์สกุล RAW เป็นไฟล์ที่มีการจัดเก็บในกล้องที่มีค่าความละเอียดมาก ๆ หรือค่า Resolution สูง การบันทึกภาพแต่ละครั้งจะบันทึกลงในกล้องโดยไม่ผ่านการปรับแต่งค่าใด ๆ ถือเป็นการบันทึกแบบข้อมูลดิบ การแสดงผลภาพถ่ายจากโปรแกรมที่มากับตัวกล้อง โปรแกรมอื่น ๆ ไม่สามารถใช้งานได้ ไฟล์ชนิดนี้มักจะอยู่ในกล้อง SLR ระดับสูงที่มีราคาแพงมาก

2.1.7 การแบ่งชนิดของกล้องดิจิตอลตามความความละเอียดของภาพ

ถ้าเราแบ่งกล้องดิจิตอลตามความละเอียดของตัวรับภาพเราจะสามารถแบ่งประเภทของกล้องดิจิตอลได้ 4 ระดับคือ 1. กล้องความละเอียดต่ำมาก มักจะเป็นกล้องรุ่นเก่า หรือ กล้องประเภท 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

2.2 กล้องเว็บแคม (Webcam)

เว็บแคม(Webcam) [3] หรือ ชื่อเรียกเต็มๆว่า Web Camera แต่ในบางครั้งก็มีคนเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference เว็บแคมเป็นอุปกรณ์อินพุตที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเราไปปรากฏในหน้าจอมอนิเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้คนอีกที่หนึ่งสามารถเห็นตัวเราเคลื่อนไหวได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อย ๆ อุปกรณ์อย่างกล้องเว็บแคมไม่ใช่ว่าจะเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมดทุกตัว แต่ละรุ่น แต่ละยี่ห้อจะมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ตามแต่ผู้ผลิตจะคิดค้นและออกแบบมาให้เหมาะสมกับการใช้งานใด

สำหรับเซ็นเซอร์ที่กล้องเว็บแคมใช้นั้นจะมีหลักๆอยู่ 2 ชนิด คือ CCD และ CMOS แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในตอนนี้ก็คือ CMOS เนื่องจากเหตุผลหลาย ๆ ประการและตัวเซ็นเซอร์แบบ CMOS ก็สามารถออกแบบได้ถึง 2 ชนิดด้วยกันคือ CLF Color CMOS Censor ที่มีความละเอียดของพิกเซลเพียง 110,000 พิกเซล(367 x 291) เท่านั้นในขณะที่ VGA Color CMOS Censor ให้ความละเอียดที่ สูงกว่าที่ 350,000พิกเซล(655 x 493) ดังนั้น เวลาเลือกซื้อกล้องเว็บแคมก็ดูได้ทั้งความละเอียดที่ระบุไว้ หรือชนิดของ CMOS ก็ได้ สำหรับเซ็นเซอร์แบบ CCD จะเป็นเซ็นเซอร์ที่นิยมใช้ในกล้องดิจิตอล เพราะให้ความละเอียดที่สูงกว่าและก็มีสัญญาณรบกวน(noise) ไม่มากเหมือนกับเซ็นเซอร์แบบ CMOS แบ่งตามรูปแบบการเชื่อมต่อสำหรับการเชื่อมต่อของกล้องเว็บแคมในปัจจุบันส่วนใหญ่ จะเป็นอินเทอร์เฟซแบบ USB แทบทั้งสิ้นโดย USB ที่ใช้ก็จะเป็นเวอร์ชัน 1.1 เสียส่วนมาก แต่ก็จะมีเวอร์ชัน 2.0 ในบางรุ่น กล้องเว็บแคมแบบไร้สายจะใช้การเชื่อมต่อในแบบ WiFi หรือ Wireless LAN ทำให้สามารถเคลื่อนย้ายไปได้ทุกที่โดยไม่ต้องคำนึงถึงสายให้วุ่นวาย

การเลือกซื้อกล้องเว็บแคม ต้องรู้ว่าจะนำกล้องเว็บแคม มาใช้งานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทใด ถ้าเป็นโน้ตบุ๊กก็ต้องเป็นกล้องเว็บแคมขนาดเล็กกะทัดรัด และสามารถติดตั้งบนจอแอลซีดีของโน้ตบุ๊กได้แต่ถ้าใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เดสก์ทอป แนะนำรุ่นที่มีขาตั้งที่มั่นคงสามารถวางบนจอมอนิเตอร์ เมื่อเลือกรูปแบบของกล้องได้แล้ว ก็มาเลือกตามคุณสมบัติภายในของกล้องเว็บแคมโดยเลือกจาก ชนิดของเซ็นเซอร์ที่ใช้กับภาพ โดยจะมีให้เลือกเป็น CMOS ในแบบ CIF และ VGA ซึ่งแนะนำว่าเป็นแบบ VGA จะให้ความละเอียดที่สูงกว่า หรือถ้าต้องการความละเอียดที่มากกว่านี้ ก็เลือกเซ็นเซอร์แบบ CCD จะดีกว่าแต่ทั้งนี้ราคาก็จะเพิ่มสูงขึ้น ตามชนิดของเซ็นเซอร์และความละเอียดของตัวกล้องเว็บแคมคำแนะนำเล็กๆน้อยๆ ในการเลือกซื้อกล้องเว็บแคมก็คือควรจะเลือกกล้องที่มีหน้ากากปกติดตัวเลนส์ไว้ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดเพราะมีผลต่ออายุการใช้งานของตัวเลนส์ ดังนั้นถ้าจะให้ดี ก็ต้องมีหน้ากากปิดเลนส์เป็นดีที่สุด และเพื่อที่จะได้กล้องเว็บแคมที่เหมาะสมกับการใช้งาน

ในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกใช้กล้องเว็บแคม เนื่องจากมีราคาถูกและเชื่อมต่อและการควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ทำได้ไม่ยากนักรวมทั้งในการทดลองครั้งนี้ยังอยู่ในขั้นตอนของการคัดแยกขนาดเพียงอย่างเดียวเท่านั้นจึงยังไม่ต้องการความละเอียดของภาพมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การประมวลผลภาพ

3.1.1 ภารประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข หมายถึง การนำภาพที่พบทั่วไปมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการนำภาพที่นำมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นี้จะถูกแทนที่ด้วยตัวเลขให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ แต่ภาพที่ได้โดยส่วนมากแล้วจะเป็นภาพที่ได้จากตัวรับสัญญาณซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน f(x , y) ที่ต่อเนื่องในระนาบ 2 มิติ โดยจะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง (x , y) ซึ่งเรียกว่าระดับสีเทา (Gray Level)

จากการที่นำภาพเชิงตัวเลขไปใช้ในการประมวลผลในรูปแบบต่าง ๆ มากมายนั้น สามารถที่จะแบ่งรูปแบบของการประมวลภาพเหล่านั้นออกเป็น 2 ระดับด้วยกัน คือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High - level Image Processing)

การประมวลผลภาพในระดับต่ำนั้น เป็นการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่าง ๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ และมีจุดประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านี้ไปใช้ในการประมวลผลภาพในระดับสูงต่อไป แต่การประมวลผลภาพในระดับสูงคือการทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักและเข้าใจภาพได้ ในขณะที่การประมวลผลภาพในระดับต่ำ โดยทั่วไปจะประกอบด้วย การกำจัดสัญญาณรบกวน , การทำให้ภาพคมชัด, การหาขอบเขตภาพ, การแบ่งแยกวัตถุภายในภาพ เป็นต้น

ความแตกต่างที่สำคัญอีกข้อหนึ่งของการประมวลผลภาพใน 2 ระดับ คือข้อมูลที่จะนำมาใช้ประมวลภาพ ซึ่งการประมวลผลในระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างหรือระดับความเข้มของจุดภาพโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพในระดับสูงข้อมูลที่จะนำมาประมวลจะถูกแสดงในรูปสัญลักษณ์โดยสัญลักษณ์เหล่านั้นจะแสดงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพและใช้ตัวแปรที่ได้จากการประมวลผลในระดับต่ำมาอธิบายถึงสัญลักษณ์เหล่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการประมวลผลภาพในระดับต่ำนี้มีความสำคัญมากสำหรับที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจและรู้จักภาพได้

3.1.2 ลักษณะของการเก็บภาพให้อยู่ในระบบข้อมูลแบบ Digital

ลักษณะของแฟ้มข้อมูลภาพจะมีการกำหนดตำแหน่งเหมือนเมตริกซ์โดยที่จำนวนคอลัมน์ (Column) และโร(Row) จะแทนจำนวนจุดภาพ(Pixel)ของภาพ เช่นภาพขนาด 256x256 จะหมายถึงแฟ้มข้อมูลของภาพดังกล่าวมีขนาด 256 คอลัมน์และ 256 โร จะสามารถแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A = \begin{bmatrix} f(1,1) & f(1,1) & f(1,3) & ..... & f(1,256) \\ f(2,1) & f(2,2) & f(2,3) & ..... & f(2,256) \\ f(3,1) & f(3,2) & f(3,3) & ..... & f(3,256) \\ - & - & - & ..... & - \\ f(3,1) & f(256,1) & f(256,3) & ..... & f(256,256) \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

จากสมการที่ 3.1 จะเห็นได้ว่าแฟ้มข้อมูลภาพจะประกอบไปด้วย สมาชิกของเมตริกซ์ทั้งหมด I x j ตัวและตำแหน่งในเมตริกซ์ต่าง ๆ ก็จะมี f(i, j) ซึ่งเป็นค่าระดับสีเทา (Gray level) ของภาพที่จุดนั้นโดยที่ค่าระดับสีเทาอาจมีได้ตั้งแต่ 2 ระดับ จนถึง 256 ระดับ โดยจะเพิ่มขึ้นในอัตราที่เป็นตัวเลข 2^N โดยที่ N = 1, 2, 3...ที่ 256 ระดับสี ซึ่งตัวอย่างของภาพสามารถแสดงได้จากสมการที่ 3.1 ซึ่งจะเห็นว่าภาพภาพหนึ่งนั้น เกิดจากการเรียงตัวกันของจุดภาพที่มีระดับค่าสีเทาต่าง ๆ กัน

3.1.3 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลภาพจะมีความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป แต่ที่ใช้กันมากจะใช้กันที่ค่าระดับความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของจุดภาพอยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้เนื้อที่เก็บข้อมูล 1 ไบต์ หรือ 8 บิต สำหรับ 1 จุดภาพ ($2^8 = 256$) ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความละเอียดของระดับความเข้มสูงๆ อาจจะต้องการจำนวนบิตสำหรับเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต อาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต โดยค่าความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 2^{16} และ 2^{24} โดยจะแยกให้ชัดเจนดังนี้

- ภาพ 2 ระดับ คือมีเพียงแค่จุดขาวกับจุดดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดเป็นข้อมูลขนาด 1 บิต
- ภาพ 16 ระดับ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 4 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงได้ 16 ระดับสี ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาวดำ
- ภาพ 256 ระดับ คือในแต่ละจุดจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงได้ 256 สี ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาวดำ
- ภาพทรูคัลเลอร์ (True color) คือ ในแต่ละจุดภาพจะต้องมีขนาดของข้อมูล 24 บิต ทำให้สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนจริงที่สุด เพราะสามารถแสดงสีได้ถึง 16,777,216 ระดับสี โดยจะแสดงได้แต่ภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาวดำได้

การแสดงภาพนี้ใช้วิธีการตั้งค่าของแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สี จาก 262,144 สีหรือ 256 สี จาก 262,144 สี ขึ้นอยู่กับโหมดการแสดงผลสำหรับทรูคัลเลอร์ จะไม่มีการเลือกสีแสดงผลโดยการส่งค่าสี RGB ผ่าน D/A สีละ 8 บิต ออกไป ความแตกต่างของการแสดงภาพสีและขาวดำ คือ ภาพขาวดำจะต้องให้แม่สีทั้งสามสีมีค่าเท่ากัน เนื่องจาก VGA กำหนดให้แม่สีแต่ละสีใช้ได้เพียง 64 ระดับสีเท่านั้น หากต้องการให้เห็นทั้ง 256 ระดับ ต้องแสดงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

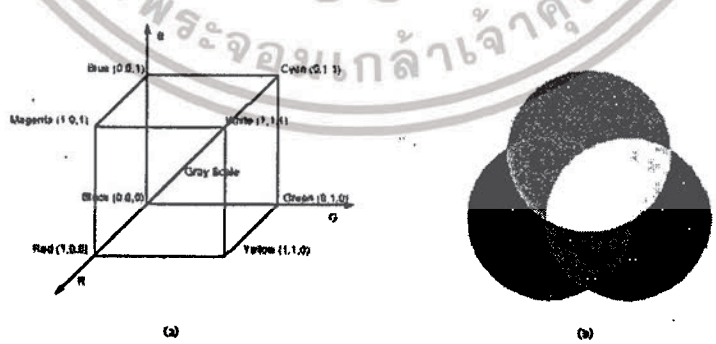
โหมดทรูคัลเลอร์ แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่งในโหมดนี้จะสามารถใช้รีจีสเตอร์ได้ 8 บิต สำหรับแต่ละแม่สี

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักวัตถุภายในภาพได้นั้นแบ่งได้ 2 ระดับด้วยกันคือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High level Image Processing) การประมวลผลภาพระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่าง ๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลระดับสูงต่อไป

การประมวลผลภาพในระดับสูง เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลระดับต่ำมาวิเคราะห์หรือเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้ สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพระดับต่ำและสูง คือ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผล โดยการที่ประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ ซึ่งจะแสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในภาพเช่น ขนาด หรือ รูปร่างของวัตถุในภาพ

3.1.4 โมเดลสี (Color Model)

โมเดลสีหรือ Color Space ประกอบด้วยแม่สีหลักสามแม่สีได้แก่ สีแดง Red: R สีเขียว Green: G และสีน้ำเงิน Blue: B โดยภาพที่แสดงผลให้เห็นนั้นเกิดขึ้นจากการนำแต่ละแม่สีมาพล็อตในระบบพิกัด Color Space ดังรูปที่ 3.1(a) โดยแต่ละสีจะมีค่าตั้งแต่ศูนย์จนถึงหนึ่ง โดยที่ศูนย์ หมายถึงสีนั้นมีความเข้มมากจึงดูมืด {ทึบ} และ หนึ่ง หมายถึงสีนั้นมีความเข้มน้อยจึงดูสว่างจะได้ภาพการผสมสีทางแสงหรือการบวกแม่สีเข้าด้วยกัน (Additive Primary Color) ดังรูปที่ 3.1(b)



(a) (b)

รูปที่ 3.1 (a) โมเดลในระบบพิกัด Color Space (b) การผสมสีทางแสง(Additive Primary Color)

โดยทั่วไปนั้นจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้ในการแทนความเข้มของแต่ละแม่สี 256 ระดับ(0–255) จำนวน 8 บิต รวมทั้ง 3 สีแล้วใช้จำนวน 8 x 3 = 24 บิต ซึ่งสามารถใช้สร้างสีได้ถึง 256 x256 x 256

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 16,777,216 สี การแปลงภาพสีเป็นขาวดำได้นั้นทำได้หลายวิธี เช่น การใช้สมการ (3.2) แปลงค่า RGB ให้เป็นค่าเฉลี่ยแล้วแทนลงไปในพิกเซลนั้นๆซึ่งจะได้จำนวนบิตที่ใช้แทนระดับความเข้มของภาพเท่ากับ 24 บิตเหมือนเดิม หรืออีกวิธีโดยการเปลี่ยนจากภาพสี RGB เป็นภาพ Gray Scale ซึ่งจำนวนบิตที่ใช้แทนระดับความเข้มของภาพจะเหลือ 8 บิต โดยจะมีการคูณด้วยค่าคงที่ไปที่แต่ละสีของ RGB ซึ่งค่าคงที่นั้นโดยความจริงแล้วอาจจะไม่ใช่ตัวเลขที่ตายตัวเสมอไป แต่โดยทั่วไปแล้วมักเป็นดังสมการที่ (3.2)

$$Y = 0.3R+0.59G+0.11B \qquad (3.2)$$

โดยที่ Y คือค่าของความเข้มมีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0 (สีดำ) ไปจนถึง 255 (สีขาว) แสดงได้ดังรูปที่ 3.3

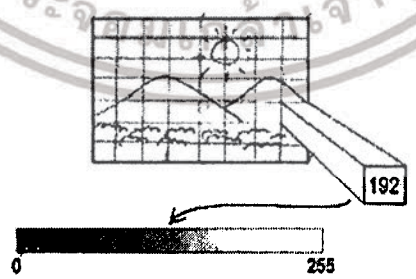
R คือค่าระดับสีแดง

G คือค่าระดับสีเขียว

B คือค่าระดับสีน้ำเงิน

รูปที่ 3.2 Gray scale

เมื่อเราได้ภาพจากการ Sampling มาแล้ว แต่ละจุดในภาพจะถูกแทนด้วยสีภาพในโทนสีเทา หรือ Grayscale จะประกอบไปด้วยสีดำ และไล่เฉดสีจางลงไปจนถึงสีขาวดังรูปที่ 3.2

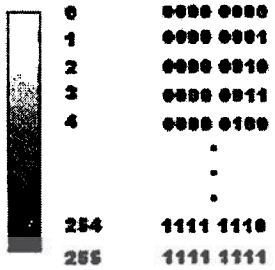


รูปที่ 3.3 ภาพในโทนสีเทา

สีดำ จะแทนด้วยค่าตัวเลข 255 สีขาวจะแทนด้วยค่าตัวเลขคือ 0 รวมทั้งสิ้น 256 ระดับสี (0-255) หรือ 2^8 โดยที่ 8 ก็คือ จำนวนบิตในหน่วยความจำที่ใช้ในการเก็บค่านี้หนึ่งค่า เพราะฉะนั้นสีดำจะถูกแทนด้วยรหัสในเลขฐานสองคือ 00000000 และสีขาวก็จะถูกแทนด้วยรหัส 11111111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสีที่อยู่ตรงกลางระหว่างสีดำกับสีขาว จะไล่ไปตามลำดับการนับของบิตในเลขฐานสอง ดังรูป ที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การนับของบิตในเลขฐานสอง

ถ้าภาพเป็นแบบโทนขาวดำ (Grayscale) แต่ละจุดภาพก็จะถูกแทนที่ด้วยตัวเลขที่บอกถึงค่าสีตั้งแต่ 0-255 ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 การบอกถึงค่าสีตั้งแต่ 0 -255

จะเห็นได้ว่า แต่ละจุด ๆ จะถูกแทนที่ด้วยตัวเลข ซึ่งตัวเลขเหล่านี้ก็อยู่ระหว่าง 0-255 คือตั้งแต่ 0, 1, 2, 3, 4, ... 255 เป็นโทนสีเท่า แต่ถ้าเป็นภาพขาวดำล่ะก็จะมีอยู่ด้วยกันแค่ 2 สี คือสีดำแทนด้วยเลข 0 กับสีขาวแทนด้วยเลข 255 เพราะฉะนั้นถ้าเป็นภาพขาวดำหนึ่งจุดภาพจะใช้พื้นที่เก็บข้อมูลเพียง 1 บิตเท่านั้น แต่ถ้าเป็นภาพในโทนสีเทานั้นใน 1 จุดภาพจะใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูล 8 บิต ที่เป็น 8 บิตก็เพราะว่าค่าระดับสีเมื่อเปลี่ยนเป็นเลขฐานสองแล้ว จะได้ 8 บิต เช่น

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

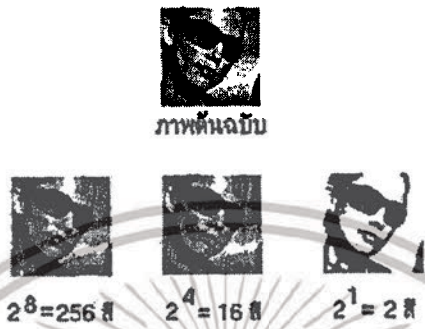
เพราะฉะนั้นใน 1 จุดสี จะมีค่าใดค่าหนึ่งเท่านั้น จึงใช้พื้นที่ในการเก็บเพียง 8 บิต บางครั้งจะใช้การเขียนในแบบยกกำลังคือ

- ภาพขาวดำ 2^1 (1 ก็คือ 1 บิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83623

- ภาพโทนสีเทา 2^8 (8 ก็คือ 8 บิต)

ระดับความเข้มของสีที่เรากำหนดให้กับภาพ ถ้าภาพ ๆ นั้นใช้ระดับสีน้อย เช่น 256 , 128 , 64 , 32 , 16 , 8 , 4 , 2(1 บิต) ผลที่ได้ก็คือการไล่สีของภาพนั้นจะไม่นวลเป็นรอยที่ไม่น่าดู ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ภาพที่ 256 สี, 16 สีและ 2 สี

จะเห็นว่าในความเป็นจริงแล้วความละเอียดของภาพจะมีมากกว่านี้ และอัตราในการสุ่มภาพนั้น ถ้าเราไม่คำนึงถึงคุณภาพและรายละเอียดของภาพ แต่คำนึงถึงเนื้อหาของภาพ เราใช้อัตราน้อย ๆ ก็ได้ เช่น เราต้องการทราบแค่ว่ารูปนี้คือรูปอะไรเท่านั้น เพราะฉะนั้นเมื่อเราพูดถึงเนื้อหาของภาพแบบดิจิตอล ก็จะเกี่ยวข้องกับเรื่องของการมองเห็นของมนุษย์ด้วย เพราะภาพที่มีความละเอียดต่างกัน ดวงตาของมนุษย์อาจจะแยกแยะไม่ได้หรือสนใจเพียงแค่เนื้อหา แต่ไม่สนใจในรายละเอียด ดังนั้นถ้ารูป ๆ หนึ่ง Sampling มาแค่ 2^1 เราดูออกหรือไม่ว่าเป็นรูปหน้าคนและเพียงพอหรือไม่ที่จะนำไปใช้งาน ข้อมูลเพียงแค่ 2 บิต คือ 0 กับ 1 ถ้าเพียงพอและครอบคลุมก็สามารถที่นำไปใช้ได้ แต่ถ้าต้องการข้อมูลมากกว่านี้ เช่น ทำระบบ Detect หน้าคนที่จะต้องใช้ข้อมูลอื่น ๆ ด้วยจึงต้องการข้อมูลจุดที่มากกว่า

3.1.5 การทำเทรสโฮลด์ (Threshold technique)

การทำเทรสโฮลด์ถือว่าเป็นเทคนิคที่สำคัญในการประมวลผลภาพ ในส่วนของการทำเซกเมนต์ภาพ ซึ่งมีจุดประสงค์ของการทำเซกเมนต์ภาพ คือ การแยกองค์ประกอบของภาพออกไปเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันทางกายภาพของภาพนั้น และส่วนประกอบที่ถูกแยกออกมานั้นอาจถูกนำไปประมวลภาพในส่วนอื่นได้ต่อไป ซึ่งการทำเซกเมนต์ภาพจะมีหลักการทำงานในแนวเดียวกันกับสายตาของคน คือ สามารถแยกลักษณะเด่นออกมาจากภาพที่มองเห็นได้ และเทคนิคการทำเทรสโฮลด์ถือว่าเป็นการแยกองค์ประกอบของภาพที่ง่ายเทคนิคหนึ่งมีหลักการว่าจุดภาพที่มีคุณสมบัติอยู่ในบางช่วงใด ๆ จะถูกจัดเป็นกลุ่มได้โดยที่ระดับความเข้มหนึ่งนั้นสามารถที่จะแบ่งแยกกลุ่มของจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มได้อย่างชัดเจน คือกลุ่มของวัตถุ (Object) ซึ่งจะมีระดับความเข้มของภาพ g(x , y) ค่อนข้างต่ำ (มืด) กับกลุ่มของส่วนที่เป็นพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลัง (Background) ที่จะมีระดับความเข้มของภาพ g(x , y) ค่อนข้างสูง (สว่าง) ระดับความเข้มของภาพที่ถูกแบ่งออกเป็น 256 ระดับ จะเห็นได้ว่าการที่แยกกลุ่มข้อมูลออกเป็น 2 กลุ่มอย่างชัดเจนย่อมสามารถทำได้ โดยการเลือกค่าเทรสโฮลด์ ที่มีค่าความเข้มอยู่ระหว่างกลุ่มทั้งสองบนฮิตโตแกรมระดับความเข้มของภาพ แล้วทำการตรวจสอบแต่ละจุดภาพว่าถ้ามีค่า g(x , y) น้อยกว่าค่าเทรสโฮลด์ถือว่าเป็นจุดภาพของวัตถุที่แสดงได้ด้วยจุดดำ แต่หากว่าจุด g(x , y) นั้นมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรสโฮลด์ก็ถือว่าเป็นจุดภาพในส่วนพื้นหลังที่แสดงได้ด้วยจุดขาว ดังนั้นข้อมูลภาพ $g_{thr}(x , y)$ ที่ผ่านการทำเทรสโฮลด์สามารถนิยามได้ดังสมการที่ 3.3

$$G_{thr}(x,y)=\begin{cases}0 \; if \;\; g(x,y)\langle T \\ 1 \; if \;\; g(x,y)\geq T\end{cases} \tag{3.3}$$

โดยที่ $g_{thr}(x , y)$ คือ ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นไบนารี

$g(x , y)$ คือ ข้อมูลภาพอินพุตที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

T คือ ค่าเทรสโฮลด์เป็นค่าคงที่ที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง L

0 คือ จุดดำ (ส่วนที่เป็นวัตถุ)

1 คือ จุดขาว (ส่วนที่เป็นพื้นหลัง)

จะเห็นได้ว่า การทำเซกเมนต์ภาพโดยใช้เทคนิคการทำเทรสโฮลด์เพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่มีความถูกต้องเหมาะสมนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุด คือ ค่าเทรสโฮลด์ที่ใช้นั่นเอง เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสมแล้วภาพผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่ถูกต้อง ดังนั้นปัญหาของการทำเซกเมนต์ภาพโดยวิธีการทำเทรสโฮลด์นี้ก็คือการทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมสำหรับภาพแต่ละภาพที่นำมาทำการเซกเมนต์ได้ ซึ่งได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเทรสโฮลด์ไว้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีย่อมมีความเหมาะสมกับภาพที่แตกต่างกันไป

3.1.5.1 การทำเทรสโฮลด์แบบครอบคลุม (Global Threshold)

สำหรับขั้นตอนการหาค่าเทรสโฮลด์ที่ครอบคลุมตลอดทั้งภาพโดยอัตโนมัติ ปกติจะมีพื้นที่ฐานของการดำเนินการบนฮิตโตแกรมของระดับความเข้มของจุดภาพ ซึ่งฮิตโตแกรมระดับ ความเข้มนี้สามารถสร้างได้จากการนับจำนวนของจุดภาพที่มีระดับความเข้มเท่ากับค่าความเข้มที่จุดนั้นทั้งหมดทั่วทั้งภาพนั่นเอง จากนั้นจึงทำการหาค่าเทรสโฮลด์ในรูปแบบต่าง ๆ ที่สามารถแบ่งฮิตโตแกรมนี้ออกเป็น 2 ส่วน (ส่วนที่เป็นระดับความเข้มของวัตถุ กับส่วนที่เป็นระดับความเข้มของพื้นหลัง)ได้อย่างถูกต้องตรงตามความต้องการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของภาพที่มีอัตราความแตกต่างของระดับความเข้มระหว่างส่วนที่เป็นวัตถุ กับส่วนที่เป็นพื้นหลังมีค่าสูง (แตกต่างกันมาก) และยังมีระดับความเข้มที่เกิดขึ้นในแต่ละส่วนมีความสม่ำเสมอย่อมเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จะใช้ระดับความเข้มที่มีจำนวนของจุดภาพที่ต่ำสุดซึ่งอยู่ระหว่างกลุ่มระดับความเข้มที่มีค่าสูงสุด (peak) ทั้งสองบนฮิตโตแกรมเป็นค่า " ค่าเทรสโฮลด์ " หรือในกรณีทั่วไปค่าเทรสโฮลด์อาจพิจารณาระดับค่าความเข้มที่สามารถแบ่งฮิตโตแกรมออกเป็น 2 กลุ่ม แล้วทำให้ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีค่ามากที่สุด แต่ความแปรปรวนที่เกิดขึ้นระหว่างกลุ่มมีค่าต่ำสุด หลังจากนั้นนำค่าเทรสโฮลด์ที่คำนวณได้ ไปทำเทรสโฮลด์กับแต่ละภาพทั่วทั้งภาพเพื่อให้ได้ภาพผลลัพธ์ที่เป็นไบนารีที่สุด

3.1.5.2 การหาค่าเทรสโฮลด์โดยการกำหนดล่วงหน้า (Reassigned Threshold Value)

การหาค่าเทรสโฮลด์โดยวิธีการกำหนดล่วงหน้านี้เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เป็นการกำหนดค่าเทรสโฮลด์เองจากผู้ใช้ ซึ่งจะขึ้นกับประสบการณ์ของผู้ใช้นั้น ๆ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งจะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุดของระดับความเข้มของข้อมูลอินพุท

3.1.5.3 การหาค่าเทรสโฮลด์จากค่ากลาง (Mid Range Threshold Value)

การหาค่าวิธีนี้จะพิจารณาจากค่ากลาง โดยอาศัยการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) มาประยุกต์ ค่าที่ได้จะเป็นค่ากึ่งกลางระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุดกับค่าต่ำสุดของข้อมูลอินพุท สำหรับการหาค่ากึ่งกลางจะได้ดังสมการที่ 3.4

$$Thr = \frac{Max[g(x,y)] + Min[g(x,y)]}{2} \qquad (3.4)$$

โดยที่ Thr ค่าเทรสโฮลด์

g(x,y) ข้อมูลอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

Max[g(x,y)] ค่าสูงสุดเกรย์สเกลของข้อมูลอินพุท

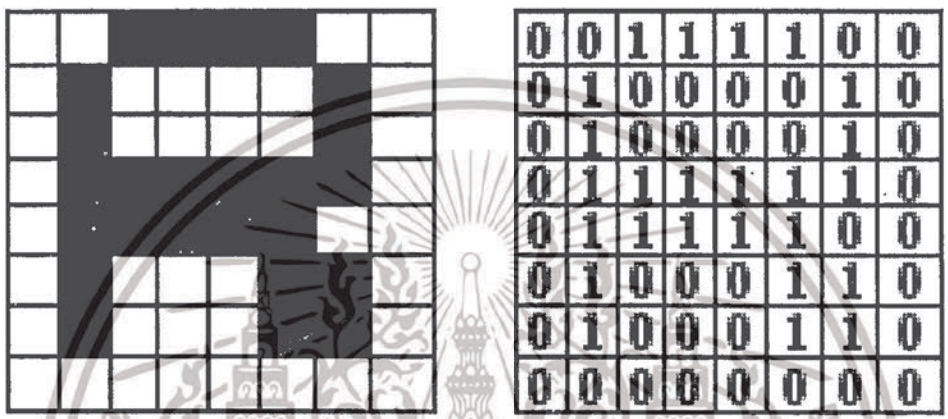
Min[g(x,y)] ค่าต่ำสุดเกรย์สเกลของข้อมูลอินพุท

3.1.6 การสร้างภาพไบนารี

การสร้างภาพไบนารี หมายถึงการเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่มีความเข้มหลายระดับ ให้ภาพเป็นภาพที่มีระดับความเข้มเพียง 2 ระดับ คือ 1 จุดภาพ มีค่าได้แค่ 2 ค่าเท่านั้น โดยเป็น 1 กับ 0 ซึ่ง 1 หมายถึงจุดภาพที่มีสีดำ และ 0 จะหมายถึงจุดภาพที่มีสีขาว การแปลงข้อมูลภาพหลายระดับไปเป็นภาพไบนารี จึงมีความจำเป็นและมีประโยชน์มาก ในการแสดงผลภาพที่มีความเข้มของภาพหลายระดับบนอุปกรณ์ ที่มีความสามารถในการแสดงผลได้ 2 ระดับ ประโยชน์อีกประการคือ การลดเนื้อที่การเก็บข้อมูลภาพให้เหลือเพียง 8 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสร้างภาพไบนารีสามารถทำโดยใช้เทคนิคการทำเทรสโฮลด์ (Thresholding Techniques) โดยพิจารณาว่าจุดใดควรเป็นจุดขาวหรือจุดดำ จะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างจุดภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งเรียกว่า "ค่าเทรสโฮลด์" เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่มีข้อมูลภาพมีลักษณะแตกต่างกันระหว่างวัตถุ และพื้นหลัง โดยค่าของจุดภาพใดๆ ที่มีค่าน้อยกว่าค่าเทรสโฮลด์จะถูกกำหนดให้เป็นค่า 1 (จุดสีดำ) และถ้าค่าของจุดภาพมีค่ามากกว่าค่าของเทรสโฮลด์จะถูกเปลี่ยนให้เป็นค่า 0 (จุดสีขาว) ซึ่งสามารถแสดงตามรูปที่ 3.7 และตามสมการที่ 3.5



0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	1	0
0	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0

รูปที่ 3.7 ภาพไบนารีและข้อมูลของแต่ละพิกเซล

$$b(x,y) = \begin{cases} 1; g(x,y) < Thr \\ 0; g(x,y) \geq Thr \end{cases} \quad (3.5)$$

b(x,y) : ข้อมูลภาพผลลัพธ์เป็นภาพไบนารี

g (x,y) : ข้อมูลภาพอินพุทที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง L ระดับ

Thr : ค่าเทรสโฮลด์เป็นค่าคงที่ระหว่าง 0 ถึง L ระดับ

1 : จุดดำ

0 : จุดขาว

โดยที่ L คือระดับความเข้มของจุดภาพสูงสุด

ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรสโฮลด์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่คมชัดและเหมาะสม สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ค่าเทรสโฮลด์ เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรสโฮลด์ที่ไม่เหมาะสมภาพที่ได้จะไม่คมชัด และรายละเอียดบางส่วนจะขาดหายไป ดังนั้นปัญหาการสร้างภาพด้วยวิธีเทรสโฮลด์คือทำอย่างไรจึงสามารถคำนวณค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 มาตรฐานในการกำหนดขนาดมังคุด

ตารางที่ 3.1 แหล่งที่มา: มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช2-2546(Thai agricultural Commodity and food standard TACFS2-2003)

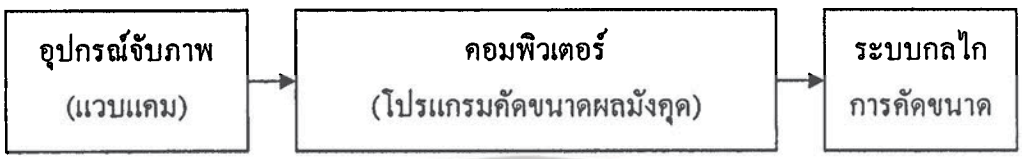
รหัสขนาด	น้ำหนัก (กรัม)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)
1	>125	>62
2	101-125	59-62
3	76-100	53-58
4	51-75	46-52
5	30-50	38-45

จากตารางที่ 3.1 เป็นการแสดงค่าขนาดมาตรฐานของมังคุดที่ใช้ในการขาย หรือส่งออกนอกประเทศ โดยมีการกำหนดเบอร์ 1 ถึง เบอร์ 5 โดยไล่จากขนาดใหญ่มาเล็กตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ระบบกลไกการคัดแยกขนาดผลมังคุด

4.1 การออกแบบระบบกลไกการคัดขนาดมังคุด



รูปที่ 4.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

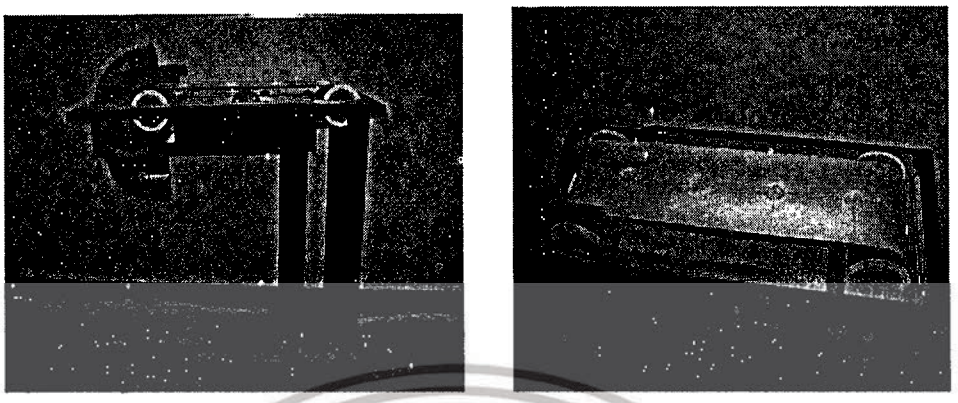
จากรูปที่ 4.1 เป็นโครงงานที่มีส่วนประกอบอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน คือ ส่วนของอุปกรณ์จับภาพ ส่วนของคอมพิวเตอร์ประมวลผล และส่วนของระบบกลไก ในส่วนของอุปกรณ์จับภาพจะใช้กล้องเว็บแคมในการจับภาพ โดยจัดให้มีแสงสว่างที่เพียงพอในการจับภาพ และตัวกล้องเว็บแคมจะต้องมีการจัดให้จับภาพอยู่ในระยะโฟกัสที่เหมาะสมตามคุณสมบัติของกล้อง

ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการคัดขนาดของผลมังคุดนั้น ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมวิชวลเบสิก 6(Visual Basic 6) แล้วนำมาใช้งาน โดยได้ทำการแบ่งโปรแกรมออกเป็นหลายส่วนด้วยกันคือ การจับภาพที่ต้องการ การเปลี่ยนภาพสี (Color picture) เป็นภาพสีเทา (Gray scale) การหาค่าเทรสโฮลด์ เพื่อทำให้วัตถุเป็นภาพไบนารี และทำการนับจำนวนพิกเซลของวัตถุ จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการ การคัดขนาดของผลมังคุด และแสดงผลการคัดขนาดของผลมังคุดออกมา อีกทั้งสามารถที่จะเก็บข้อมูลที่คัดขนาดของผลมังคุดได้อีกด้วย

และในส่วนของระบบกลไกคัดขนาด จะทำการทดลองกลไกสองแบบด้วยกันคือแบบแรกจะใช้ระบบสายพานในการลำเลียงผลมังคุดมายังส่วนจับภาพและถ่ายภาพ แบบที่สองจะใช้กลไกการคัดแยกแบบคานยกถ่วงน้ำหนัก โดยนำมาปรับปรุงและเพิ่มอุปกรณ์ใหม่ ให้สามารถนำมาใช้งานด้วยวิธีการใช้โปรแกรมในการควบคุมได้ โดยจะมีการเพิ่มสวิตช์ เซนเซอร์ โซลินอยด์แม่เหล็กไฟฟ้า และเพิ่มวงจรเรกกูเลต วงจรบัฟเฟอร์ วงจรเชื่อมต่อพอร์ตปริ้นเตอร์ วงจรควบคุมการทำงานของรีเลย์ มาสร้างเป็นเครื่องที่ใช้ในการคัดขนาดผลมังคุดโดยวิธีการประมวลผลภาพได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ระบบกลไกคัดขนาดมังคุดโดยการใช้สายพานลำเลียง



รูปที่ 4.2 เครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการใช้ระบบสายพานลำเลียง

จากการออกแบบระบบกลไกเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบสายพานลำเลียง ดังรูปที่ 4.2 จะใช้มอเตอร์ เป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน โดยควบคุมความเร็วและให้ระยะของมังคุดแต่ละผลห่างกัน 10 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถแยกมังคุดแต่ละผลได้ โดยเมื่อมังคุดมาถึงจะถ่ายภาพจะหยุดนิ่งประมาณ 5 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่คอมพิวเตอร์ทำการถ่ายภาพเก็บภาพถ่ายและประมวลผลขนาดของมังคุด แต่เมื่อได้นำโปรแกรมมาควบคุมการทำงานร่วมกับการคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพปรากฏว่าไม่สามารถนำมาใช้ในการคัดขนาดผลมังคุดได้ เนื่องจากการควบคุมมอเตอร์ให้หยุดตรงตำแหน่งที่ต้องการถ่ายภาพและเก็บภาพไม่แน่นอนทุกครั้ง ทำให้การควบคุมภาพถ่ายเพื่อนำไปประมวลผลมีความคลาดเคลื่อนสูง ทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบไว้ทำนายขนาดผลมังคุดผิดพลาดสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ระบบกลไกเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบคานยก

รูปที่ 4.3 โครงสร้างเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 1 ช่องสำหรับวางมังคุดก่อนการคัดขนาด

หมายเลข 2 สวิตช์เปิด-ปิดการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 4 แป้นวางมังคุดสำหรับใช้ในการประมวลผลภาพโดยใช้กล้องเว็บแคม (หมายเลข 6)

หมายเลข 4 เซ็นเซอร์ตรวจจับการวางของผลมังคุดเพื่อเริ่มการประมวลผลของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 5 เป็นสวิตช์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานมอเตอร์ของของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการ ประมวลผลภาพ

หมายเลข 6 เป็นกล้องเว็บแคมที่ใช้ในการจับภาพของมังคุดที่ต้องการคัดขนาดเพื่อใช้ในการประมวลผลด้วยโปรแกรมด้วยคอมพิวเตอร์

หมายเลข 7 เป็นกลไกการคัดขนาดโดยใช้เครื่องคัดขนาดไข่แล้วนำมาดัดแปลงเพื่อให้สอดกล้องกับการใช้งานด้วยการควบคุมผ่านพอร์ตพริ้นเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์

หมายเลข 8 เป็นแอลดีอี (LED) แสดงเบอร์การคัดขนาดเบอร์ต่างๆของมังคุด และแสดงการทำงานของมอเตอร์ของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 9 เป็นช่องสำหรับเก็บมังคุดที่ได้คัดขนาดตามเบอร์ต่างๆของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

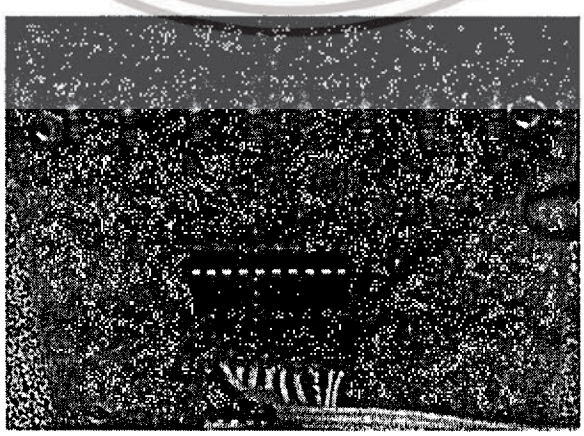
รูปที่ 4.4 โครงสร้างชุดอุปกรณ์ควบคุมเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 10 เป็นชุดอุปกรณ์ที่ใช้วงจรบัฟเฟอร์ในการติดต่อพริ้นเตอร์ของคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ควบควบคุมการทำงานของชุดอุปกรณ์ควบคุมโซลินอยด์ (หมายเลข 11)

หมายเลข 11 เป็นชุดอุปกรณ์ควบคุมโซลินอยด์โดยใช้วงจรออฟโต้ทรานซิสเตอร์ร่วมกับการทำงานของสวิตช์รีเลย์

หมายเลข 12 เป็นโซลินอยด์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกลไกการคัดขนาดของมังคุด

หมายเลข 14 เป็นมอเตอร์เอซีที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนการทำงานของระบบการคัดขนาดทั้งหมด



รูปที่ 4.5 ชุดอุปกรณ์แสดงผลการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 14 เป็นบอร์ดชุดอุปกรณ์แสดงการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

รูปที่ 4.6 ชุดอุปกรณ์เชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับคอมพิวเตอร์

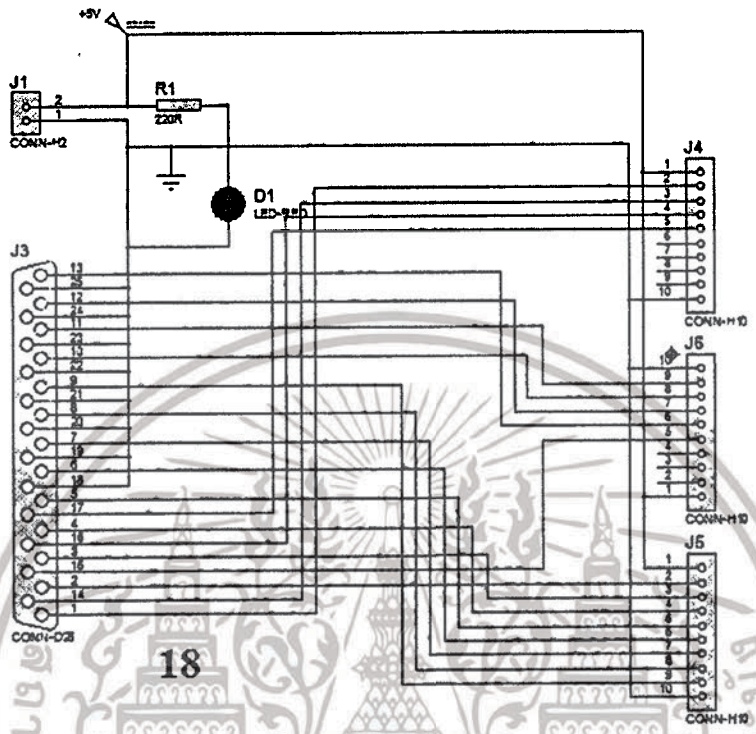
หมายเลข 15 เป็นพอร์ตพริ้นเตอร์ของคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ ซึ่งเชื่อมต่อกับชุดอุปกรณ์บัฟเฟอร์ (หมายเลข 10)

หมายเลข 16 เป็นยูเอสบีของคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่รับสัญญาณจากกล้องเว็บแคม (หมายเลข 6) และเป็นแหล่งจ่ายไฟดีซี (+5 โวลต์) ให้กับชุดอุปกรณ์บัฟเฟอร์ (หมายเลข 10)

รูปที่ 4.7 ชุดอุปกรณ์เชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับคอมพิวเตอร์ และแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

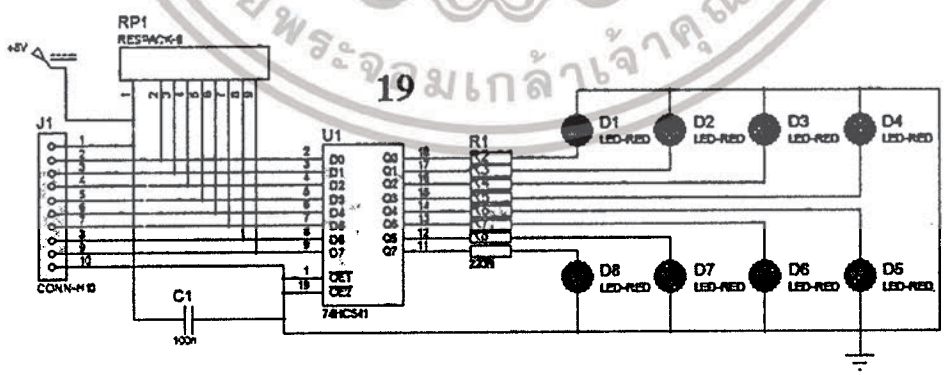
หมายเลข 17 เป็นชุดอุปกรณ์เชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับคอมพิวเตอร์ และแหล่งจ่ายไฟเอซี (220โวลต์)



18

รูปที่ 4.8 วงจรบอร์ดเชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับพอร์ตพริ้นเตอร์ของคอมพิวเตอร์

หมายเลข 18 เป็นวงจรบอร์ดเชื่อมต่อการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพกับพอร์ตพริ้นเตอร์ของคอมพิวเตอร์

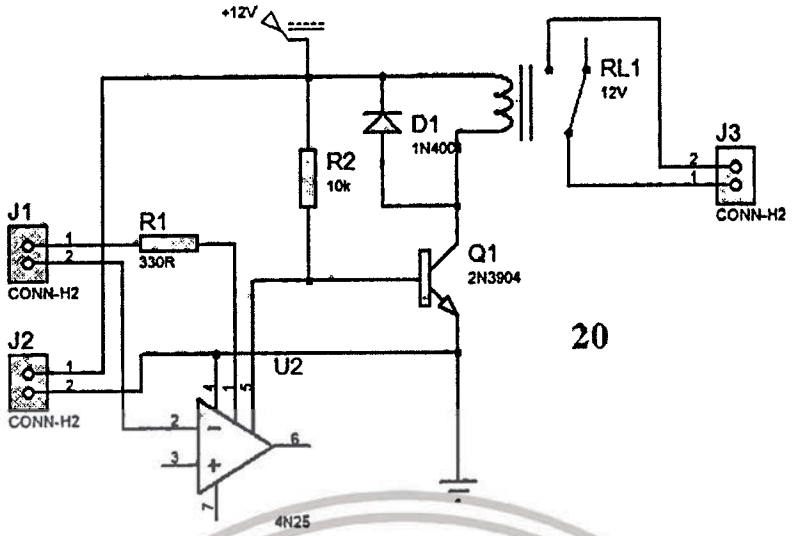


19

รูปที่ 4.9 วงจรบอร์ดแสดงผลการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 19 เป็นวงจรบอร์ดแสดงผลการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

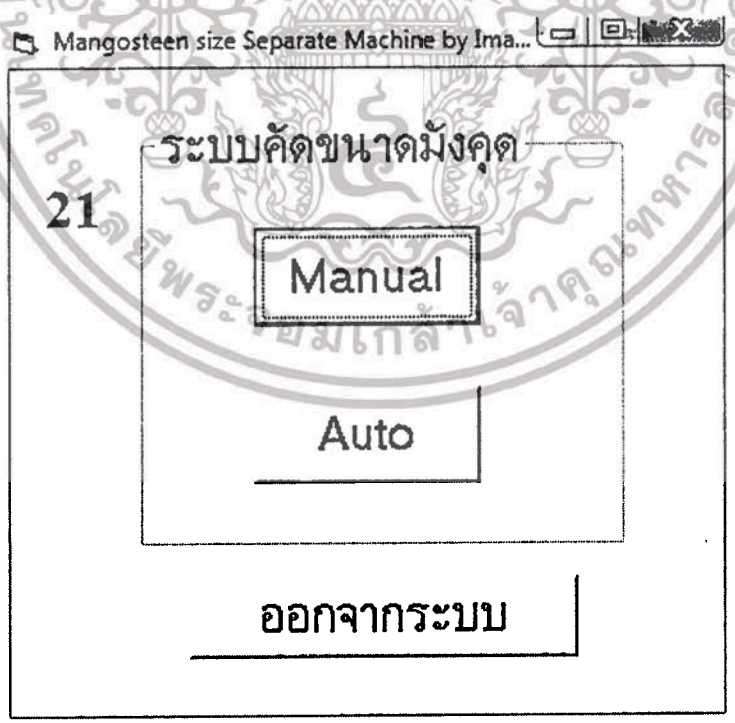
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 วงจรขับรีเลย์ควบคุมการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 20 เป็นวงจรขับรีเลย์ควบคุมการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

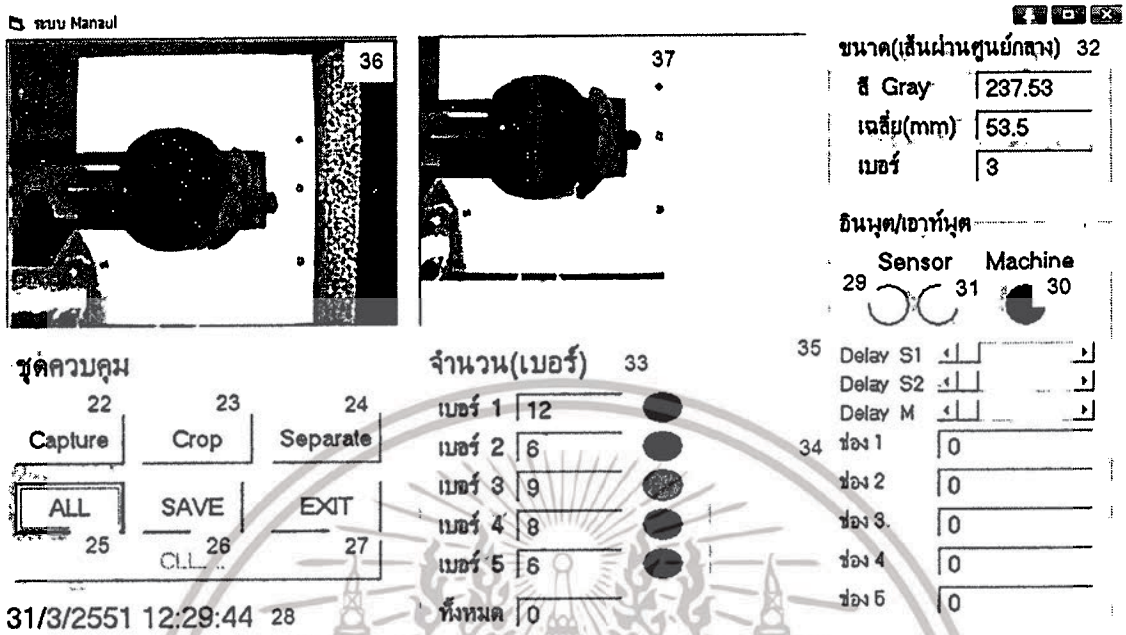
4.2 การออกแบบหน้าต่างระบบคอมพิวเตอร์การคัดแยกขนาดผลมังคุด



รูปที่ 4.11 ฟอร์มเลือกรูปแบบการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 21 เป็นฟอร์มเลือกรูปแบบการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ



รูปที่ 4.12 ฟอร์มรูปแบบการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบแมนนวล (Manual System)

หมายเลข 22 เป็นปุ่มเลือกการจับภาพจากกล้องเว็บแคม (หมายเลข 6) เพื่อใช้ในการประมวลผลภาพ

หมายเลข 24 เป็นปุ่มเลือกการกำหนดกรอบของขอบภาพเพื่อใช้ในการประมวลผลภาพ

หมายเลข 24 เป็นปุ่มเลือกการคัดขนาดของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 25 เป็นปุ่มเลือกการทำงานทั้งหมดของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 26 เป็นปุ่มเลือกการบันทึกผลที่ได้จากการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 27 เป็นปุ่มเลือกออกจากการทำงาน

หมายเลข 28 เป็นการแสดงวันและเวลาในการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 29 เป็นฟอร์มแสดงการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับผลมังคุด (หมายเลข 4)

หมายเลข 40 เป็นฟอร์มแสดงการทำงานมอเตอร์ของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ (หมายเลข 14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 41 เป็นฟอร์มแสดงการนับรอบการทำงานมอเตอร์ของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 42 เป็นฟอร์มแสดงค่าของสี ขนาด และเบอร์ ที่ได้จากการประมวลผลภาพ

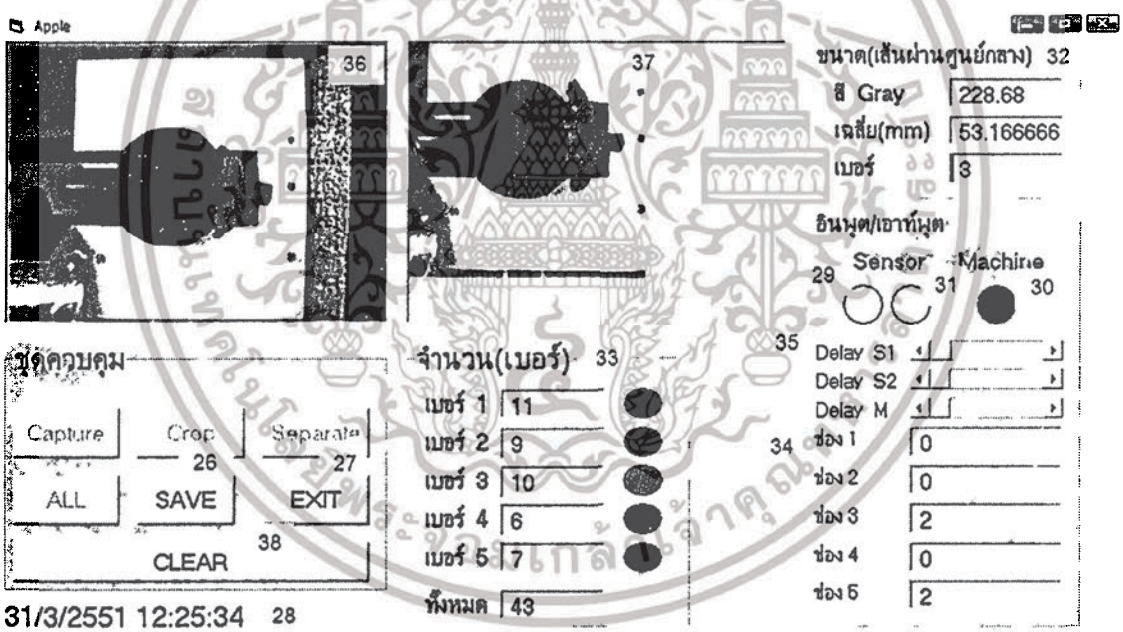
หมายเลข 44 เป็นฟอร์มแสดงจำนวนขนาดของมังคุดในแต่ละขนาด และจำนวนทั้งหมดที่ได้จากการประมวลผลภาพ

หมายเลข 44 เป็นฟอร์มแสดงการนับเคาน์เตอร์ (Counter) ของการทำงานในแต่ละครั้งการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 45 เป็นฟอร์มปรับแต่งเวลาในการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับมังคุด มอเตอร์เอซี และการนับเคาน์เตอร์ (Counter) ในการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

หมายเลข 46 เป็นฟอร์มแสดงรูปภาพวีดีโอการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคม

หมายเลข 47 เป็นฟอร์มแสดงรูปภาพที่ทำการประมวลผลการนับจำนวนของพิกเซลจากภาพ(จุดภาพสีดำ)



รูปที่ 4.13 ฟอร์มรูปแบบการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบอัตโนมัติ (Auto System)

หมายเลข 48 เป็นปุ่มเลือกการเคลียร์ระบบ (Clear System) การทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1 การทดสอบโปรแกรมวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมังคุด

ในการทดลองนี้เพื่อทดสอบการทำงานของตัวกล้องเว็บแคม และส่วนของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุม การจับภาพ แสง การบันทึกภาพรวมทั้งโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลขนาดของผลมังคุด โดยการทดลองเริ่มจากนำกล้องเว็บแคมมาปรับหาระยะความสูงจากผลมังคุดให้ได้ขนาดภาพที่ต้องการ โดยให้เห็นขอบภาพของผลมังคุดอย่างชัดเจน การทดลองจะเริ่มจากมังคุดที่มีขนาดผลใหญ่สุด คือเบอร์ 1 หลังจากนั้นจะใช้ระยะความสูงของกล้องเท่าเดิมและทำการทดลองผลมังคุดขนาดที่เล็กลงมาจนครบทุกขนาด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่5.1 ผลการทดสอบโปรแกรมวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมังคุด

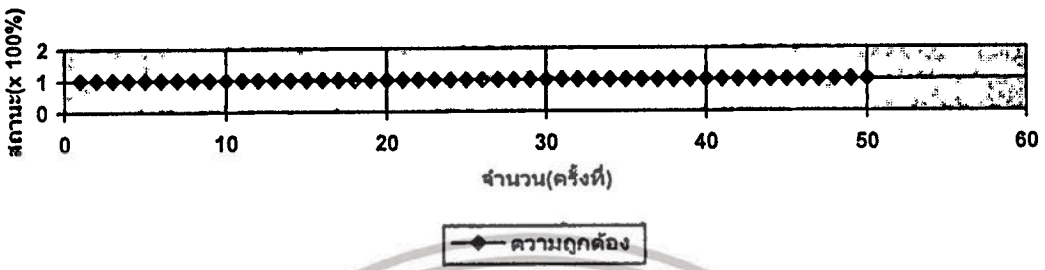
ครั้งที่	ค่าจริง		ผลการทดลอง		
	เบอร์	ขนาด(มม.)	ขนาด(มม.)	เบอร์	สถานะ
1	1	63.5	63.5	1	ถูก
2	1	65	65.5	1	ถูก
3	1	67	67	1	ถูก
4	2	59.5	59.6	2	ถูก
5	2	60	60.4	2	ถูก
6	2	62	62.4	2	ถูก
7	3	53	53.5	3	ถูก
8	3	56	56	3	ถูก
9	3	58	58.4	3	ถูก
10	4	46	46	4	ถูก
11	4	47	46.9	4	ถูก
12	4	52.5	52.5	4	ถูก
13	5	39	39	5	ถูก
14	5	42.5	42.5	5	ถูก
15	5	45.5	45.5	5	ถูก
16	5	39	39	5	ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17	5	42.5	42.5	5	ถูก
18	5	45.6	45.6	5	ถูก
19	4	46.5	46	4	ถูก
20	4	47	47	4	ถูก
21	4	52.5	52.2	4	ถูก
22	3	53	53.5	3	ถูก
23	3	56	55.5	3	ถูก
24	3	58	58.1	3	ถูก
25	2	59.5	59.5	2	ถูก
26	2	60	60.1	2	ถูก
27	2	62	62	2	ถูก
28	1	63.5	63.5	1	ถูก
29	1	65	65	1	ถูก
30	1	67	67	1	ถูก
31	1	67	66.5	1	ถูก
32	1	62	62.5	1	ถูก
33	3	58	58.5	3	ถูก
34	3	53.5	53.5	3	ถูก
35	4	46	46	4	ถูก
36	2	60	60	2	ถูก
37	2	59.5	59.5	2	ถูก
38	3	56	56	3	ถูก
39	4	47	47	4	ถูก
40	5	42.5	42.6	5	ถูก
41	1	64.5	64.5	1	ถูก
42	1	63	63.1	1	ถูก
43	3	53	53.1	3	ถูก
44	4	46	46	4	ถูก
45	5	39	39	5	ถูก
46	2	60	60	2	ถูก
47	5	43	43	5	ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

48	4	46	46	4	ถูก
49	1	62.5	62.5	1	ถูก
50	1	65	65	1	ถูก



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงผลการทดสอบโปรแกรมวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมังคุด

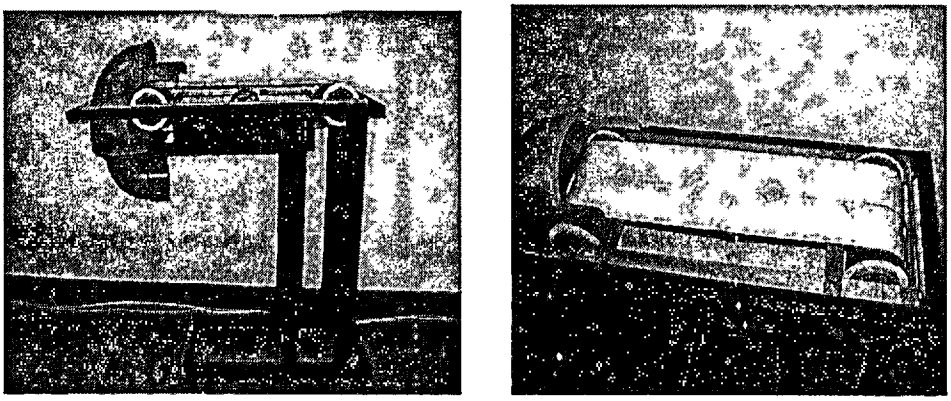
$$\left[\begin{array}{l} \%error = \left(\dfrac{50-50}{50}\right) x100\% \\ \%error = 0\% \end{array}\right] \qquad (5.1)$$

จากการทดสอบโปรแกรมวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของมังคุดที่ได้มีการจัดวางมังคุดไว้ตรงตำแหน่งในการวัดที่แน่นอน ผลที่ได้นั้นจะมีความเที่ยงตรงสูงมาก เพราะความคลาดเคลื่อนที่ได้จะมีค่าเป็นศูนย์

5.2 การทดลองที่ 2 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบสายพานลำเลียง

ในการทดลองนี้จะทดสอบระบบสายพานลำเลียงผลมังคุดโดยควบคุมจากคอมพิวเตอร์ให้สายพานหยุดที่ตำแหน่งที่ต้องการทุกครั้งตรงตำแหน่งที่มีการทำเครื่องหมายไว้ โดยจะทำการโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์สั่งให้มอเตอร์หมุนผ่านวงจรควบคุมมอเตอร์ จนเมื่อสายพานเลื่อนมาจนถึงจุดที่ต้องการ เซนเซอร์ที่ติดอยู่กับระบบสายพานก็จะส่งสัญญาณกลับไปให้คอมพิวเตอร์ทราบเพื่อจะสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

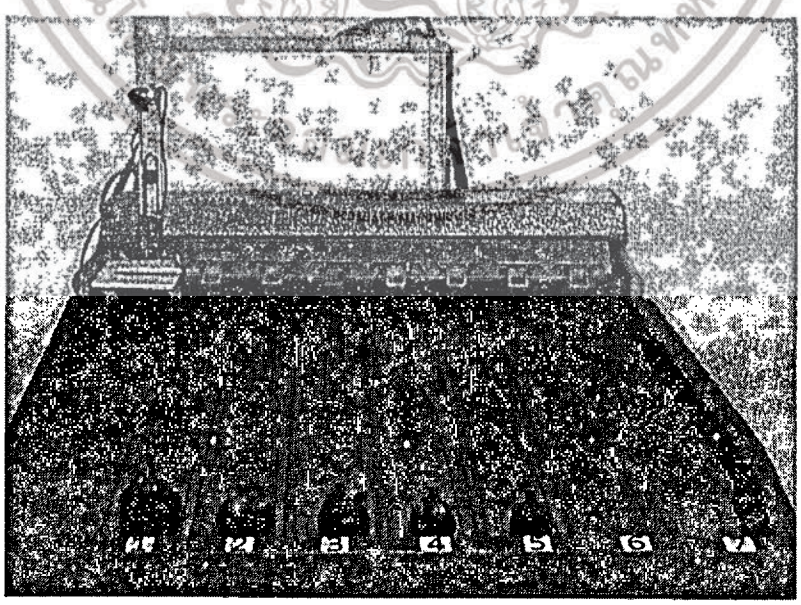


รูปที่ 5.2 เครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการใช้ระบบสายพานลำเลียง

จากการระบบกลไกเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบสายพานลำเลียง ดังรูปที่ 5.2 เมื่อได้นำโปรแกรมมาควบคุมการทำงานร่วมกับการคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ ปรากฏว่าไม่สามารถนำมาใช้ในการคัดขนาดผลมังคุดได้ เนื่องจากไม่สามารถควบคุมให้ผลมังคุดหยุดตรงตำแหน่งที่ต้องการประมวลผล อันเนื่องมาจากความผิดพลาดในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ที่ไม่สามารถบังคับให้หยุดตรงตำแหน่งที่ต้องการทุกครั้ง

5.3 การทดลองที่ 3 วิธีการคัดขนาดมังคุดโดยใช้ระบบคานยก

ในการทดลองนี้จะนำผลมังคุดวางที่ตำแหน่งสำหรับจับภาพหลังจากนั้นจะนำภาพที่ได้ไปประมวลผลและให้ยกผลมังคุดไปใส่ลงในรางตามขนาดกำหนดไว้ และตรงกับที่ประมวลผลได้ซึ่งตำแหน่งของผลมังคุดจะอยู่ตรงตำแหน่งเดิมทุกครั้ง ทำให้ไม่มีความผิดพลาดในการทำนายขนาด



รูปที่ 5.3 เครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการใช้ระบบการยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการออกแบบระบบกลไกเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบการยก ดังรูปที่ 5.3 เมื่อได้นำโปรแกรมมาควบคุมการทำงานของเครื่องคัดขนาดมังคุดแบบการยกร่วมกับการคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ ปรากฏว่าสามารถนำมาใช้ในการคัดขนาดผลมังคุดได้ เนื่องจากสามารถควบคุมให้ผลมังคุดหยุดตรงตำแหน่งที่ต้องการประมวลผล โดยการใช้คนงาน 1 คนในการวางผลมังคุด

ตารางที่5.2 ผลการทดสอบเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบคานยก

ครั้งที่	เบอร์ค่าจริง	ผลการทดลอง	
		เบอร์	สถานะ
1	1	1	ถูก
2	1	1	ถูก
3	1	1	ถูก
4	1	1	ถูก
5	1	1	ถูก
6	2	2	ถูก
7	2	2	ถูก
8	2	2	ถูก
9	2	2	ถูก
10	2	2	ถูก
11	3	3	ถูก
12	3	3	ถูก
13	3	3	ถูก
14	3	3	ถูก
15	3	3	ถูก
16	4	4	ถูก
17	4	4	ถูก
18	4	4	ถูก
19	4	4	ถูก
20	4	4	ถูก
21	5	5	ถูก
22	5	5	ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

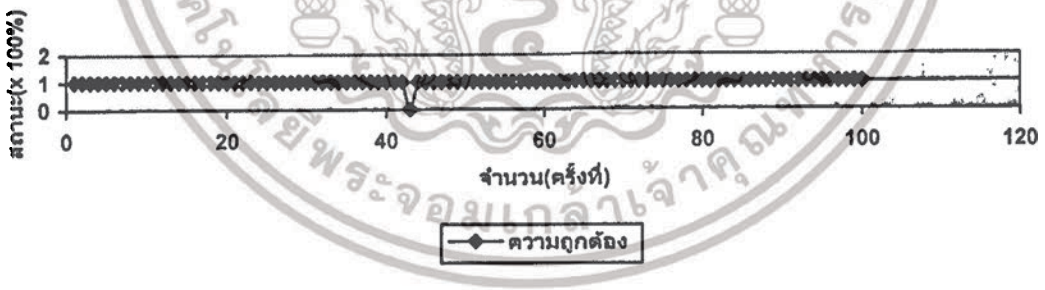
23	5	5	ถูก
24	5	5	ถูก
25	5	5	ถูก
26	1	1	ถูก
27	2	2	ถูก
28	3	3	ถูก
29	4	4	ถูก
30	5	5	ถูก
31	1	1	ถูก
32	2	2	ถูก
33	3	3	ถูก
34	4	4	ถูก
35	5	5	ถูก
36	1	1	ถูก
37	2	2	ถูก
38	3	3	ถูก
39	4	4	ถูก
40	5	5	ถูก
41	1	1	ถูก
42	2	2	ถูก
43	3	2	ผิด
44	4	4	ถูก
45	5	5	ถูก
46	1	1	ถูก
47	2	2	ถูก
48	3	3	ถูก
49	4	4	ถูก
50	5	5	ถูก
51	1	1	ถูก
52	1	1	ถูก
53	1	1	ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54	1	1	ถูก
55	1	1	ถูก
56	2	2	ถูก
57	2	2	ถูก
58	2	2	ถูก
59	2	2	ถูก
60	2	2	ถูก
61	3	3	ถูก
62	3	3	ถูก
63	3	3	ถูก
64	3	3	ถูก
65	3	3	ถูก
66	4	4	ถูก
67	4	4	ถูก
68	4	4	ถูก
69	4	4	ถูก
70	4	4	ถูก
71	5	5	ถูก
72	5	5	ถูก
73	5	5	ถูก
74	5	5	ถูก
75	5	5	ถูก
76	1	1	ถูก
77	2	2	ถูก
78	3	3	ถูก
79	4	4	ถูก
80	5	5	ถูก
81	1	1	ถูก
82	2	2	ถูก
83	3	3	ถูก
84	4	4	ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

85	5	5	ถูก
86	1	1	ถูก
87	2	2	ถูก
88	3	3	ถูก
89	4	4	ถูก
90	5	5	ถูก
91	1	1	ถูก
92	2	2	ถูก
93	3	2	ถูก
94	4	4	ถูก
95	5	5	ถูก
96	1	1	ถูก
97	2	2	ถูก
98	3	3	ถูก
99	4	4	ถูก
100	5	5	ถูก



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงผลการทดสอบเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพแบบการยก

$$\left[\begin{array}{l} \%error = \left(\dfrac{100-99}{100}\right) x100\% \\ \%error = 1\% \end{array}\right] \qquad (5.2)$$

จากการทดสอบเครื่องคัดขนาดมังคุดโดยการใช้ระบบการยกร่วมกับการทำงานของโปรแกรมคัดขนาดมังคุดโดยการประมวลผลภาพ ซึ่งใช้การควบคุมการทำงานของระบบคัดแยกด้วยโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านพอร์ตพริ้นเตอร์ของคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้นั้นจะมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 1 เพราะเกิดจากคนงานจัดวางผลมังคุดไว้ไม่ตรงตำแหน่งในการประมวลผล

5.4 การทดลองที่ 4 ความเร็วในการคัดแยกขนาดผลมังคุดแบบคานยก

ในการทดลองนี้จะจับเวลาโดยใช้นาฬิกาและเขียนโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ให้ทำการคัดแยกขนาดต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 1 นาที และทำการป้อนผลมังคุดเข้าคัดแยกตลอดระยะเวลา 1 นาที หลังจากนั้นจะนับจำนวนว่าภายในเวลาที่กำหนดตัวเครื่องสามารถแยกขนาดได้เป็นจำนวนเท่าไหร่

5.5 ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในหัวข้อที่ 5.1 ทำให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมังคุดเมื่อให้ระยะห่างระหว่างกล้องเว็บแคมและผลมังคุดมีค่าคงที่คือ

$$d = y / (2*n) \qquad (5.3)$$

เมื่อ d คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของผลมังคุด
y คือ จำนวนพิกเซลทั้งหมด
n คือ จำนวนของคอลัมน์ (i)
2 คือ ค่าคงที่ที่สัมพันธ์กับความสูงของกล้องเว็บแคม

และจากการทดลองเมื่อมีการวางผลมังคุดให้ตรงตำแหน่งที่มีการทำเครื่องหมายไว้ทุกครั้ง หรือประมาณตรงกลางของตำแหน่งภาพ โปรแกรมจะคำนวณขนาดของผลมังคุดได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีความผิดพลาดเลย

จากการทดลองในหัวข้อที่ 5.2 ค่าความแม่นยำในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้หยุดตรงตำแหน่งที่ต้องการทุกครั้ง ขึ้นกับหลายปัจจัยเช่นแรงที่มอเตอร์ได้รับในขณะนั้นจากน้ำหนักของผลมังคุดที่ไม่เท่ากันแรงเสียดทานของลูกรอกทั้งตัวตั้งและตัวตาม ความฝืดของสายพาน และอีกหลายปัจจัยที่ทำให้การทดลองมีค่าความผิดพลาดสูง ทำให้โปรแกรมคำนวณขนาดผิดพลาดถึง 15 เปอร์เซ็นต์ จึงไม่เลือกระบบกลไกแบบสายพานขับเคลื่อนมาใช้ในการคัดขนาดผลมังคุดในการทดลองต่อไป

จากการทดลองในหัวข้อที่ 5.3 เนื่องจากตำแหน่งของผลมังคุดมีจุดวางที่แน่นอนโดยสาเหตุความผิดพลาดมักเกิดจากความรีบร้อนของผู้วางผลมังคุดเอง ทำให้ค่าความผิดพลาดในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัดแยกขนาดด้วยระบบกลไกแบบคานยกมีค่าน้อยคือประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงเลือกระบบกลไกนี้ในการสร้างเครื่องคัดแยกขนาดผลมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพต่อไป

จากการทดลองในหัวข้อที่ 5.4 ตัวเครื่องสามารถคัดแยกผลมังคุดในระยะเวลา 1 นาที ได้ไม่น้อยกว่า 25 ลูก ในทุกครั้งที่ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาดเล็กน้อยประมาณร้อยละ 1 ซึ่งขึ้นอยู่กับการวางตำแหน่งของมังคุดและแสงที่ใช้ในการประมวลผล

6.2 ข้อเสนอแนะ

1.ในการเขียนโปรแกรม ถ้าต้องการความเร็วในการประมวลผลมากที่สุด จะต้องกำหนดค่าของคอลัมน์ให้น้อยที่สุด คือ จำนวน 1 คอลัมน์ ซึ่งจะมีความแม่นยำค่อนข้างต่ำ แต่ถ้าต้องการความแม่นยำที่สูงขึ้นจะต้องกำหนดค่าของคอลัมน์เพิ่มขึ้น และจะส่งผลให้ค่าของเวลาในการประมวลผลเพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นในการเลือกค่าของจำนวนคอลัมน์ที่เหมาะสมมาใช้งานจะขึ้นอยู่กับค่าที่ได้จากผลการทดลอง และการเลือกค่าของการหน่วงให้เซนเซอร์กับมอเตอร์ทำงานจะขึ้นอยู่กับความเร็วในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง

2.การเซตตำแหน่งของกล้องเว็บแคม จะต้องให้สอดคล้องกับสมการที่ 5.3 ในการคำนวณหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลาง

3.ในการพัฒนาของเครื่องคัดขนาดมังคุดขั้นต่อไป ควรจะลดชุดอุปกรณ์ในการประมวลผลเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่สามารถเขียนโปรแกรมได้ อย่างเช่น ชุดกล่องควบคุมพีแอลซี (PLC) ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือ PIC เพื่อลดค่าใช้จ่ายจากการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผล

4. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถตรวจสอบการหลุดของขั้วผลมังคุด

5. พัฒนาโปรแกรมให้สามารถตรวจจับความผิดปกติบริเวณผิวของผลมังคุดได้ เช่น จุดสีเหลือง ยาง รอยขูดขีด หรือรอยผิดปกติอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1]. สมเกียรติ เสริมภักดี, "การปลูกมังคุด", อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2543, 71 หน้า.

[2]. ดร. นพรัตน์ บำรุงรักษ์, "พืชหลักปักษ์ใต้", ปีรามิด จัดพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2536, หน้า 119 – 125.

[3]. สมศักดิ์ วรรณศิริ, "มังคุด", โรงพิมพ์เอเชียแปซิฟิคพริ้นติ้ง, กรุงเทพฯ, 2541, 63 หน้า.

[4]. (*Garcinia mangostana* Linn.), วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5]. กรกฎ วัฒนวิเชียร และ นภดล อรุณยะเดช, "การวัดความแก่ของผลส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง", NECTEC, Technical Journal, Vol. 3 No. 12, Nov, 2001- Feb, 2002.

[6]. Morimoto Kazuya and Matsutani Takashi, "Image Processor", US. Patent No. 6944358, Sep 13, 2005.

[7]. Vinay K. Ingle and John G. Proakis, "Digital Signal Processing Using MATLAB V.4®", PWS Publishing Company, 1997.

[8]. Roger H. Johnson and Alan C. Nelson, "Optical Tomography of small objects using parallel ray and post Specimen Optical Magnification", US. Patent No. 6944322, Sep 13, 2005.

[9]. K.C. Gendreau, G.Y. Prigozhin, R.K. Huang, and M.W. Bautz, "A Technique to Measure Trap Characteristics in CCD's Using X-Ray", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 42, No. 11, Nov 1995, Page: 1912-1917.

[10]. Michael Schiller and Emmily S. Ginsberg, "Fingerprint Verification Method" US. Patent No. 4581760, April 8, 1986.

[11]. Marvin H. White, Ingham A. Mack, Gerald M. Borsuk, and Member, "Charge-Coupled Device (CCD) Adaptive Discrete Analog Signal Processing", IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-27, No.2, Feb 1979, Page: 390-405.

[12]. K. Shinoda, M. Hamasaki, T. Asaida, F. Nagumo, "A CCD Chip for EFP and Colour TV Camera Applications, Sony Broadcast LTD., UK, Sony Corporation, Japan.

[13]. Sohei Manabe, Yosiyuki Mastunaga, Akihiko Furukama, and Member, "A 2-Million-Pixel CCD Image Sensor Overlaid With an Amorphous Silicon Photo Conversion Layer", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 38, No. 8, Aug 1991, Page: 1765-1771.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้