

บทที่ 2

ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

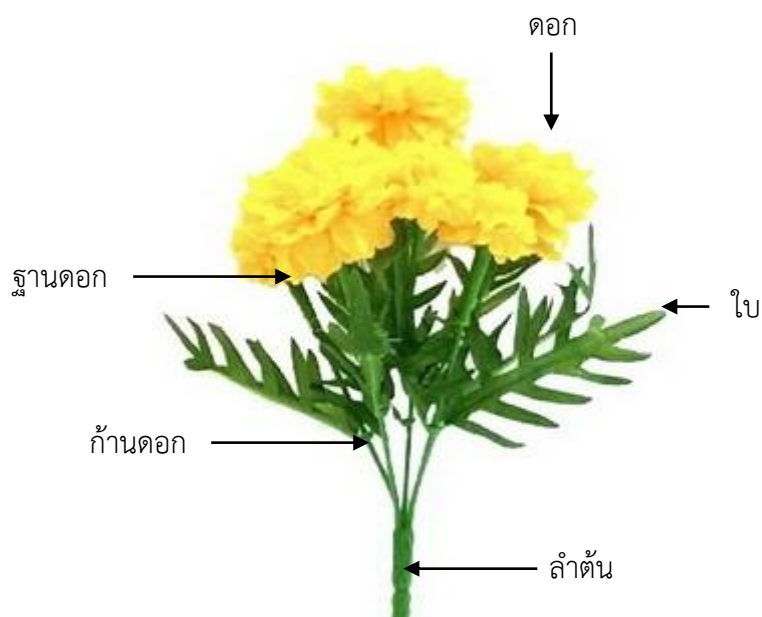
ในบทนี้จะมีการอธิบายถึงทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำระบบคัดแยกดอกดาวเรืองแบบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพ ซึ่งได้กล่าวรายละเอียดของทฤษฎีต่างๆ ไว้ เช่น องค์ประกอบเกี่ยวกับดอกดาวเรือง หน้าที่ของอุปกรณ์ที่นำมาใช้งาน ทฤษฎีของโปรแกรมที่ใช้เขียนชุดคำสั่งเพื่อสั่งให้ระบบทำงาน และทฤษฎีของการประมวลผลภาพ สิ่งที่จะกล่าวในบทนี้จึงมีความสำคัญมากที่จะทำให้การทำเครื่องต้นแบบสายพานคัดแยกดอกดาวเรืองแบบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพออกมามีประสิทธิภาพ เนื่องจากได้มีการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องในการทำระบบนี้

ดอกดาวเรือง (Marigold)

ดอกดาวเรืองเป็นไม้ดอกชนิดหนึ่งที่คนไทยนิยมปลูก เพราะคุณสมบัติหลายอย่างที่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกในประเทศไทย ในด้านการเพาะปลูกดาวเรืองโตเร็ว ปลูกง่าย ทนต่อสภาพแวดล้อม และในด้านความสวยงาม ดาวเรืองมีสีสดใส สามารถออกดอกในระยะเวลาอันสั้น ประมาณ 60 – 70 วัน ในด้านธุรกิจดาวเรืองถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบหลักๆ ตามขนาดของดอก คือ ดอกดาวเรืองขนาดเล็กถูกนำมาใช้ทำพวงมาลัยหรือทำดอกแห้งจำหน่าย ส่วนดอกใหญ่นิยมตัดดอกนำไปปักแจกันหรือทำพวงหรีด อีกทั้งปลูกเพื่อส่งโรงงานอาหารสัตว์ ในประเทศไทยปลูกดาวเรืองกว่า 4,000 ไร่ ประกอบด้วยพื้นที่ในจังหวัดต่างๆ ได้แก่ จังหวัดพะเยา จังหวัดลำปาง จังหวัดนันทบุรี กรุงเทพมหานคร จังหวัดราชบุรี จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดอุดรธานี และจังหวัดอื่นๆ เป็นบางส่วน (เว็บเพื่อพืชเกษตรไทย, 2560) ดอกดาวเรืองที่ปลูกกันทั่วไปนั้นแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ ดาวเรืองอเมริกัน ดาวเรืองฝรั่งเศส และดาวเรืองพันธุ์ลูกผสม ส่วนในประเทศไทยนิยมปลูกพันธุ์ซอเฟอร์เรน ทอริดอร์ ดับเบิลอีเกิล และพันธุ์ดาวเรืองเกษตร

ลักษณะของดอกดาวเรือง

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ของดอกดาวเรืองประกอบด้วย ส่วนประกอบหลัก คือ ลำต้น ใบ ดอก และเมล็ด โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของดอกดาวเรือง

ที่มา : http://www.chinatownyaowarach.com/private_folder/Tang_Flower/TF0134.jpg

จากภาพที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบของดอกดาวเรือง ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ 1) ลำต้น 2) ก้านดอก 3) ฐานดอก 4) ใบ และ 5) ดอก

ส่วนประกอบของดอกดาวเรือง

1. ดอก โดยทั่วไปดอกของดาวเรืองเป็นช่อกระจุกแน่นบนก้านดอกเดียวกัน โดยส่วนใหญ่ นิยมเรียกนับเป็น 1 ดอก ซึ่งในหนึ่งต้น จะมีหลายช่อดอกหรือหลายดอกจากกิ่งแขนงที่แตกออก แต่ละดอกหรือแต่ละช่อดอกจะประกอบด้วยย่อยจำนวนมากที่เรียงซ้อนกันบนฐานรองดอก แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ดอกชั้นนอก เป็นดอกเพศเมีย มีลักษณะโคนกลีบเป็นหลอดปลายกลีบดอกแผ่ออก ขอบกลีบหยักเป็นคลื่นหรือเรียบ

ส่วนที่ 2 ดอกชั้นในหรือกลางดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีลักษณะคล้ายกระดิ่งหรือท่อกลับดอกสั้น และเล็ก

2. ลำต้น มีลักษณะเป็นเหลี่ยม ลำต้นตั้งตรง และแตกกิ่งก้านสาขาเป็นทรงพุ่มแน่นส่วนเนื้อไม้ เป็นไม้เนื้ออ่อน เพราะหักง่าย มีความสูงหลายขนาดขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ ตั้งแต่ 30 -120 เซนติเมตร

3. ใบ ดาวเรืองเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ชนิดใบประกอบแบบขนนกปลายคี่ ออกเป็นใบหลักใบเดียว ตรงข้ามกัน และเยื้องสลับกันตามความสูงของลำต้น ใบหลักประกอบด้วยใบย่อยที่ออกตรงข้ามกันเป็นคู่ๆ ประมาณ 9 คู่ และใบย่อยเดี่ยวที่ปลายใบ ใบย่อยแต่ละใบมีลักษณะรูปหอก มีก้านใบสั้น โคนใบสอบแคบ ไม่มีหูใบ ส่วนปลายใบแหลม แผ่นใบกว้างประมาณ 0.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.5-5 เซนติเมตร แผ่นใบสากมือ ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย แผ่นใบมีสีเขียวสด และค่อนข้างกรอบ

4. ก้านดอก เป็นส่วนล่างสุดของดอกที่ติดต่อกับลำต้นหรือกิ่ง หรือเป็นส่วนก้านช่อดอก

5. ฐานรองดอก เป็นส่วนปลายสุดของก้านดอก แผลออกไปทำหน้าที่รองรับส่วนต่างๆ ของดอก

มาตรฐานการแยกขนาดของดอกดาวเรือง

โดยมาตรฐานของขนาดดอกดาวเรืองนั้น มีการกำหนดขนาดที่เป็นมาตรฐานให้กับดอกดาวเรืองตามความต้องการของตลาดหรือโรงงานสำหรับการซื้อขาย ได้แสดงมาตรฐานของขนาดของดอกดาวเรืองดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานการแยกขนาดของดอกดาวเรือง

ชื่อเรียก	ขนาด	หน่วยวัด	ราคา/ดอก (บาท)
ขนาดจัมโบ้	10	เซนติเมตร	1.2
ขนาดใหญ่	8 - 9	เซนติเมตร	1.05
ขนาดรอง	7 - 8	เซนติเมตร	0.6
ขนาดเล็ก	6 - 7	เซนติเมตร	0.3

ที่มา : <http://puechkaset.com>

จากตารางที่ 1 แสดงราคาของดอกดาวเรืองแต่ละขนาดในท้องตลาดในปัจจุบัน (เว็บไซต์ราคาพืชผลทางการเกษตร, 2560) โดยการคัดแยกขนาดของดอกดาวเรืองแบบเดิมใช้วิธีการแยกด้วยแรงงานคน แยกและทำการบรรจุลงถุง มักพบปัญหาคือ การใช้แรงงานคนคัดแยกดอกดาวเรืองได้ขนาดที่ไม่ตรงตามมาตรฐานที่ต้องการและใช้ระยะเวลาในการคัดแยกนาน

การประมวลผลภาพพื้นฐาน (Basic Image Processing)

พิกเซล (Pixel)

พื้นที่เล็กๆ จุดหนึ่งในภาพ โดยในแต่ละจุดนั้นจะมีค่าตัวเลขกำกับซึ่งตัวเลขเหล่านี้จะมาจากค่าของแม่สีสามสี R (สีแดง) G (สีเขียว) และ B (สีฟ้า) (Rafael C.Gonzalez, 2011) ใช้บอกระดับความเข้มของแต่ละเฉดสีหากมีพิกเซลหลายๆ จุดมาต่อกันจะกลายเป็นภาพซึ่งมีขนาดจำนวนพิกเซลด้านกว้าง จำนวนพิกเซลด้านยาว ยกตัวอย่าง เช่น รูปภาพขนาด 800 X 600 พิกเซลหมายความว่ารูปภาพนี้มีความกว้าง 800 พิกเซลและความยาว 600 พิกเซล เป็นต้น

ระดับเทา (Gray Level)

เป็นค่าซึ่งระบุความสว่างหรือความเข้มซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-255 (0 คือระดับเข้ม 255 คือระดับสว่าง) รวมทั้งพิกัดแนวนอนและแนวตั้งซึ่งใช้ระบุตำแหน่งในแถวลำดับภาพ (Image Array) เช่นจากรูปตัวอย่างที่ 2.2 (ก) และ (ข) จุดภาพแฉวนอนที่ 3 และแนวตั้งที่ 2 ในภาพที่ 2.2 (ข) ซึ่งมีค่าระดับเทา 40 โดยมีวิธีการหาค่าระดับเทาดังสมการที่ 2.1

$$\text{Gray Level} = \frac{R + G + B}{3} \quad (2.1)$$

โดยที่ Gray Level คือ ภาพสีระดับเทา

R คือ ค่าของสีแดง

G คือ ค่าของสีเขียว

B คือ ค่าของสีน้ำเงิน



(ก) ข้อมูลภาพระดับเทา

จุดภาพแนวนอน ที่ 3 และแนวตั้งที่ 2 ซึ่งมีค่าระดับ เทาคือ 40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
	40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
	40	40	200	200	200	200	200	200	40	40
	40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
	40	40	40	40	200	200	40	40	40	40
	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

(ข) ตำแหน่งในแถวลำดับภาพ (Image Array)

ภาพที่ 2.2 เปรียบเทียบระดับสีเทาของข้อมูลภาพ

ที่มา : <http://fivedots.coe.psu.ac.th/~kom/?p=297>

การแปลงภาพสีให้เป็นภาพเกรย์สเกล (Grayscale)

เพื่อการประมวลผลที่รวดเร็วขึ้นจึงมีการเปลี่ยนภาพสีเป็นภาพระดับสีเทา ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 มีขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา ทำได้โดยแยกระดับความสว่างของแม่สีแต่ละพิกเซล คือสีแดง 29.9% สีเขียว 58.7% และสีน้ำเงิน 11.4% รวมเป็น 100% คำนวณตามสมการที่ (2.2) และ (2.3) เพื่อหาค่าระดับสีเทา

สมการที่ (2.4) เป็นวิธีการเทียบบัญญัติไตรยางค์

$$G' = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (2.2)$$

สมการที่ (2.5) เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยจากแม่สี

$$G' = \frac{R + G + B}{3} \quad (2.3)$$

จากสมการที่ (2.2) ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าของระดับสีเทาที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นวิธีการเทียบบัญญัติไตรยางค์ โดยเป็นการดึงค่าออกจากแม่สีแต่ละสีจากที่กล่าวในข้างต้นค่าที่ได้คือค่า

ระดับสีเทาและจากสมการที่ (2.3) เป็นการหาค่าเฉลี่ยจากค่าแม่สี โดยผลที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยที่เป็นค่าของระดับสีเทาที่ถูกเฉลี่ยจากแม่สีทั้งสาม

การลบพื้นหลัง (Background Subtraction)

เทคนิคการลบพื้นหลังเป็นกระบวนการแยกภาพสองภาพโดยเอาพื้นหลังออกถ้าภาพสองภาพมีพื้นหลังที่เหมือนกันเช่นจะนำภาพที่จับได้จากกล้องมาหาความแตกต่างระหว่างเฟรมซึ่งจะนำเทคนิคการแปลงภาพสีเป็นภาพขาวดำมาประยุกต์ใช้คือส่วนของภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไปหรือส่วนที่เคลื่อนไหวที่ก็จะให้ค่าพิกเซลในภาพมีค่ามากกว่าเทรชโฮลด์ (Threshold) ซึ่งจะทำให้ภาพที่แปลงเป็นภาพขาวดำมีลักษณะเป็นจุดสีขาวสำหรับภาพเคลื่อนไหวและเป็นจุดสีดำสำหรับส่วนที่อยู่คงที่ดังตัวอย่างในภาพที่ 2.3



(ก) ภาพที่จับจากกล้อง



(ข) ภาพเคลื่อนไหวจะเป็นสีขาว

ภาพที่ 2.3 ลักษณะการรับภาพจากกล้อง

ที่มา : <http://fivedots.coe.psu.ac.th/~kom/?p=297>

จากภาพที่ 2.3 (ก) แสดงให้เห็นภาพที่จับจากกล้องโดยจากรูปจะมีคนเดินอยู่บนถนนเมื่อนำภาพไปแปลงเป็นภาพขาวดำและหาความแตกต่างของเฟรมเทรชโฮลด์จะได้ภาพที่ 2.3 (ข) ซึ่งจะเห็นว่าภาพในส่วนที่กำลังเคลื่อนไหวจะเป็นสีขาววิธีการหาค่าเฉลี่ยส่วนที่เคลื่อนไหว (Running Average Method) เป็นกระบวนการหาภาพพื้นหลังโดยการนำภาพพื้นหลังของเฟรมก่อนหน้ามาหาค่าเฉลี่ยซึ่งเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างจะเร็วแต่มีปัญหาคือค่อนข้างที่จะเปลืองทรัพยากรหน่วยความจำโดยความต้องการของหน่วยความจำคือ $n \times$ ขนาดของเฟรมเมื่อ n คือจำนวนเฟรมและสมการที่ใช้ในการหาพื้นหลังคือ $B_{i+1} = \alpha \times F_i + (1 - \alpha) \times B_i$ โดยที่ α คือ อัตราการเรียนรู้ซึ่งมีค่าปกติอยู่ที่ 0.05 วิธีการหาค่าเฉลี่ยส่วนที่เคลื่อนไหวโดยเลือกลักษณะที่โดดเด่นเป็นวิธีการที่แต่ละพิกเซลจะมีการ

จำแนกว่าเป็นภาพวัตถุที่โดดเด่น (Foreground) หรือพื้นหลังซึ่งจะมีการส่งค่ากลับไปกับแบบจำลองภาพพื้นหลัง (Background Model) ซึ่งถ้าพบว่าพิกเซลที่มีการจำแนกแล้วเป็นวัตถุที่โดดเด่นก็จะไม่ส่งค่าให้และไม่นำมาคำนวณแบบจำลองภาพพื้นหลังซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ 2.4 และ 2.5

$$B_{i+1}(x, y) = \alpha \times F_i(x, y) + (1 - \alpha) \times B_i(x, y) \quad (2.4)$$

$$B_{i+1}(x, y) = B_i(x, y) \quad (2.5)$$

โดยที่ ถ้า $F_i(x, y)$ เป็นภาพพื้นหลัง จะใช้สมการที่ 2.4

ถ้า $F_i(x, y)$ เป็นภาพวัตถุที่โดดเด่น จะใช้สมการที่ 2.5

เฟรมพื้นหลังล่าสุด คือ B_i

เฟรมพื้นหลังปัจจุบัน คือ B_{i+1}

เฟรมของวัตถุสนใจล่าสุด คือ F_i

α คือค่า อัตราการเรียนรู้โดยปกติแล้วมีค่าเท่ากับ 0.05

ในสภาพแวดล้อมพื้นฐานซึ่งมีกล้องวางคงที่ไว้การลบพื้นหลังเป็นวิธีการขั้นพื้นฐานที่นำมาใช้ในการประมวลผลภาพสำหรับการประยุกต์ใช้กล้องในงานรักษาความปลอดภัยซึ่งขั้นตอนการลบพื้นหลังขั้นแรกต้องศึกษาแบบจำลองของพื้นหลังก่อนซึ่งจำเป็นจะต้องรู้ว่าแบบจำลองของพื้นหลังเป็นการเปรียบเทียบระหว่างภาพในเฟรมปัจจุบันกับภาพพื้นหลังก่อนหน้านั้นซึ่งได้ถูกลบไว้แล้วโดยจะสมมติว่าวัตถุที่ได้จากการตัดออกไปคือวัตถุที่สนใจ

การแปลงภาพเกรย์สเกล (Grayscale) เป็นภาพขาวดำ

เป็นการแปลงค่าในแต่ละจุดพิกเซลให้เหลือเพียง 2 ค่าคือ 0 กับ 255 เพื่อช่วยให้ง่ายต่อการแยกวัตถุที่สนใจออกจากพื้นหลังโดยการเปรียบเทียบในการแปลงจะนำค่าในแต่ละพิกเซลเปรียบเทียบกับค่าเทรชโฮล หากค่าพิกเซลน้อยกว่าค่าเทรชโฮลจะกำหนดค่าใหม่ในพิกเซลนั้นเป็น 0 คือสีดำ หากค่าพิกเซลมากกว่าค่าเทรชโฮลจะกำหนดค่าใหม่ในพิกเซลนั้นเป็น 1 คือสีขาว ดังสมการที่ 2.6 และ 2.7

$$g(x, y) = 0 \quad ; \quad f(x, y) < T \quad (2.6)$$

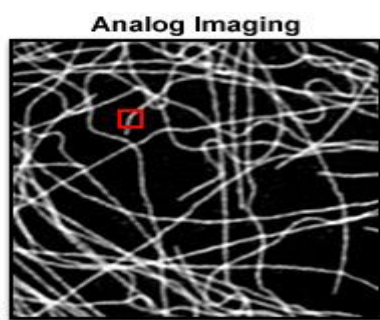
$$g(x, y) = 255 \quad ; \quad f(x, y) \geq T \quad (2.7)$$

โดย $g(x, y)$ คือ ค่าระดับสีเทาในจุดพิกเซลนั้นที่ถูกแปลง (มีค่า 0 กับ 1)

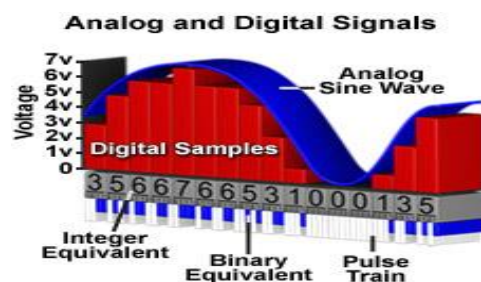
$f(x, y)$ คือ ค่าระดับสีเทาในจุดพิกเซลนั้น

T คือ ค่าเทรชโฮลที่ใช้ในการเปรียบเทียบ

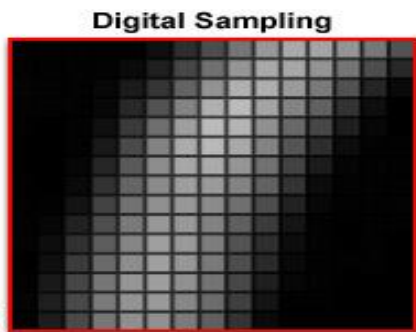
ในการแปลงภาพให้เป็นสัญญาณดิจิทัลนั้น ระบบจะนำภาพที่รับเข้ามาไปคำนวณโดยกระบวนการสุ่มสัญญาณ (Sampling) แสดงดังภาพที่ 2.4 (ค) และ ควอนไทเซชัน (Quantization) แสดงดังภาพที่ 2.4 (ง) และส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิทัล จากนั้นคอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำ โดยการจองหน่วยความจำภายในเครื่องในรูปแบบของอาร์เรย์ โดยค่าในแต่ละช่องของอาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติต่างๆ ของภาพที่จุดภาพนั้นๆ และตำแหน่งของช่องอาร์เรย์ก็เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพภายในภาพด้วย



(ก) สัญญาณแอนะล็อก (Analogue Signal)



(ข) สัญญาณดิจิทัล (Digital Signal)



(ค) กระบวนการสุ่มสัญญาณ (Sampling)

Pixel Quantization

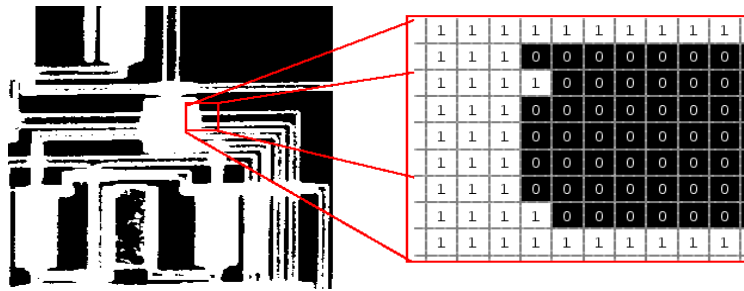
2	3	3	2	3	16	47	78	118	152	170	165	149	119	83
3	2	3	3	11	31	72	113	150	170	168	149	118	78	41
5	3	2	7	28	51	100	147	177	175	156	123	82	38	10
3	3	3	8	41	83	132	177	188	186	132	88	62	15	0
2	0	3	16	59	111	160	188	181	145	105	72	31	7	0
0	0	3	26	75	131	172	185	170	132	85	47	13	3	2
0	0	7	38	50	141	168	172	150	113	87	28	5	3	2
2	0	10	51	103	132	159	155	132	58	62	13	3	3	3
2	2	20	47	114	144	152	132	111	78	34	8	2	3	3
3	7	34	78	123	152	154	131	26	80	21	3	0	3	2
3	13	49	53	134	159	154	125	83	47	13	3	0	2	0
0	18	40	106	142	160	152	123	78	43	20	2	2	2	0
2	25	70	118	150	159	145	116	72	31	7	3	0	0	0
5	31	74	123	149	154	136	118	64	21	2	2	0	0	0
3	29	74	119	144	145	124	96	52	11	0	0	0	0	0

(ง) ควอนไทเซชัน (Quantization)

ภาพที่ 2.4 การแปลงภาพแอนะล็อกให้เป็นภาพดิจิทัล

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

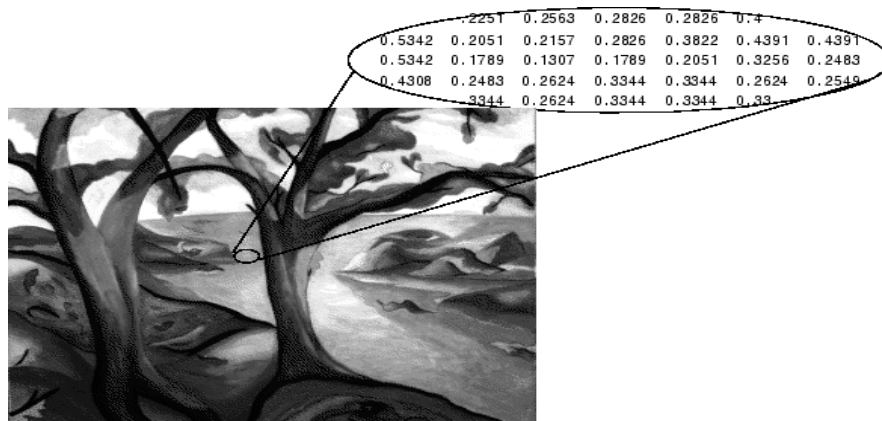
ภาพสีแบบไบนารี (Binary) หรือภาพสีขาว-ดำเป็นภาพที่ใช้เนื้อที่เพียง 1 บิตต่อจุดภาพโดยค่าสีจะมีแค่สองค่าคือ 0 หรือสีดำและ 1 หรือสีขาวแสดงได้ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ภาพสีแบบไบนารี หรือภาพสีขาว-ดำ

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

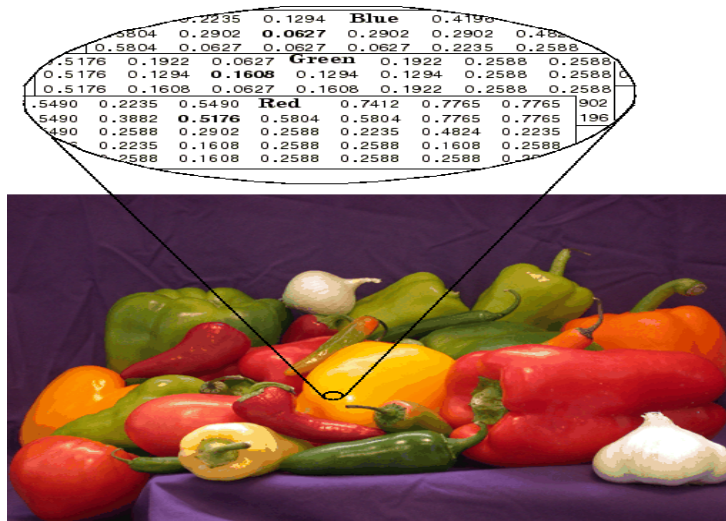
ภาพสีระดับเทาเป็นภาพที่เก็บโดยใช้รูปแบบของอาร์เรย์ 2 มิติ โดยค่าที่เก็บจะมีค่าอยู่ในช่วงๆ หนึ่ง ซึ่งระดับของสีขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสีแสดงได้ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ภาพสีแบบ Grayscale หรือภาพสีระดับเทา

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

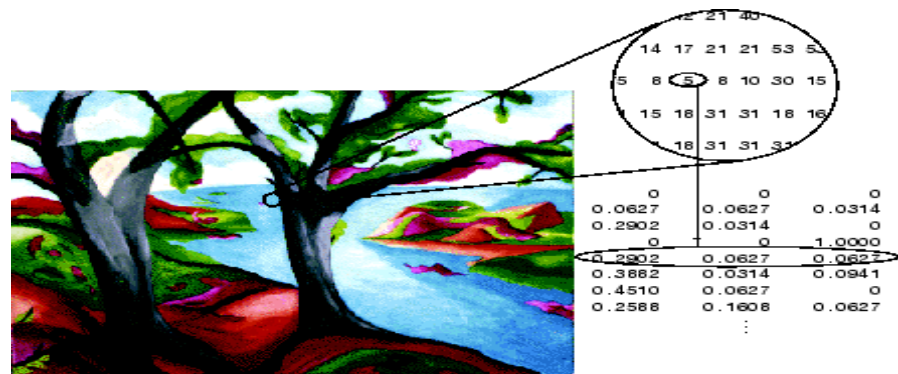
ภาพสี RGB เป็นภาพที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติ ขนาด $m \times n \times 3$ โดยที่ m คือความยาว และ n คือความกว้างของภาพในหน่วยจุดภาพ ส่วนมิติสุดท้ายนั้นในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกัน คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) แสดงได้ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ภาพสีแบบ RGB

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

ภาพสีแบบอินเด็กซ์ (Indexed) เป็นภาพที่มีรูปแบบการเก็บแบบอินเด็กซ์คือ ภาพประเภทนี้จะเก็บค่าสีเป็นอินเด็กซ์และในแต่ละช่องอาร์เรย์ จะเก็บตำแหน่งของสีในอินเด็กซ์นั้นๆ ไว้แสดงได้ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ภาพสีแบบอินเด็กซ์

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

วิธีการหาขอบของภาพ (Edge Detection Methods)

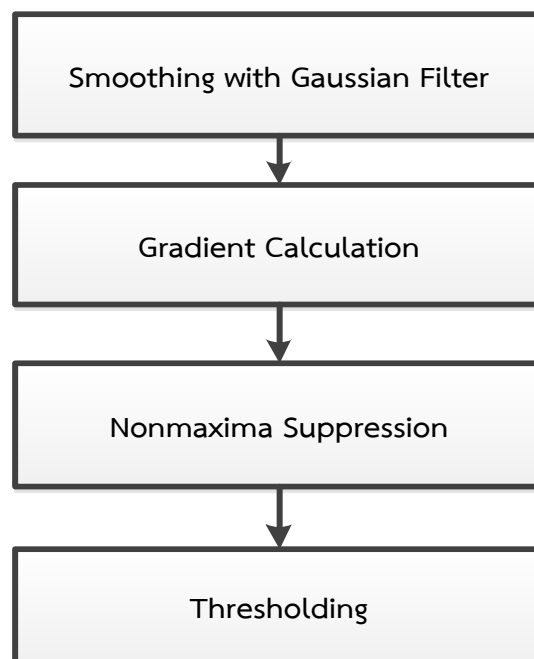
การหาขอบภาพ (Edge Detection) (Nobuyuki Otsu, 1979) คือ การหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ โดยเมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ จะสามารถคำนวณหาขนาดของพื้นที่หรือจดจำชนิดของวัตถุ

นั้นได้ ซึ่งขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง โดยมีกัวด์จากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ถ้าหากความแตกต่างนั้นมีค่ามาก ขอบภาพก็จะเห็นได้ชัดเจน ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อย ขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม การหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์นั้นเป็นเรื่องที่มีความยุ่งยากพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ วิธีการหาขอบภาพนั้นมีหลายวิธี แต่สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ วิธีเกรเดียนต์ (Gradient Method) และวิธีลาปลาเซียน (Laplacian Method) แต่จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีเกรเดียนต์เท่านั้น

วิธีเกรเดียนต์เป็นวิธีหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่าขีดแบ่ง เทอเรซโฮลจึงอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น โรเบิร์ตส์ (Roberts) พรูวิทท์ (Prewitt) โซเบล (Sobel) และ แคนนี่ (Canny) เป็นต้น หากเลือกใช้วิธีแคนนี่จะเป็นวิธีการสำหรับการหาขอบของภาพที่มีประสิทธิภาพซึ่งจะให้รายละเอียดของขอบที่ดีกว่าวิธีอื่น

1. การหาขอบด้วยวิธีการของแคนนี่ (Canny Edge Detection Algorithm)

ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของแคนนี่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของแคนนี่

การหาขอบของแคนนี่นั้นเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นจะคำนวณค่าขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Orientation) ของการเปลี่ยนแปลง (Gradient) โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ถัดมาจึงใช้นอนแมกซ์ิม่าซัพเพรสชัน (Nonmaxima Suppression) กับขนาดของการเปลี่ยนแปลงเพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายจะใช้วิธีดับเบิล เทรชโฮลดิ้ง (Double Thresholding Algorithm) เพื่อหาพิกเซลที่เป็นขอบและทำการเชื่อมต่อบริเวณโดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การปรับภาพให้เรียบในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยวิธีการนี้จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อนโดยใช้ตัวกรองเกาส์เซียนซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้กรอบ (Mask) ขนาดเล็กขนาดของกรอบเกาส์เซียน (Gaussian Mask) นี้หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้ขอบย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณหาภาพที่ได้จากการใช้ตัวกรองเกาส์เซียนเป็นดังสมการที่ 2.9

$$S[i, j] = G[i, j, \sigma] \times I[i, j] \quad (2.9)$$

กำหนดให้

$I[i, j]$ เป็นภาพที่ต้องการหาขอบ

$G[i, j, \sigma]$ เป็น ตัวกรองเกาส์เซียน

σ เป็น ระดับของการปรับภาพให้เรียบ

$S[i, j]$ เป็น ภาพแบบเรียบ (Smoothing Image)

2) การคำนวณการเปลี่ยนแปลง (Gradient Calculation) ในขั้นแรกนำภาพแบบเรียบ $S[i, j]$ มาสร้างอนุพันธ์ย่อย x, y แทนด้วย $P[i, j]$ และ $Q[i, j]$ ตามลำดับ ดังสมการที่ 2.10 และ 2.11

$$P[i, j] = (S[i, j+1] - S[i, j] + S[i+1, j+1] - S[i+1, j]) / 2 \quad (2.10)$$

$$Q[i, j] = (S[i, j] - S[i+1, j] + S[i, j+1] - S[i+1, j+1]) / 2 \quad (2.11)$$

หลังจากนั้นนำค่าอนุพันธ์ย่อย x, y มาคำนวณด้วยสูตรมาตรฐานสำหรับการแปลงรูปแบบจากพิกัดฉาก (Rectangular) เพื่อเปลี่ยนไปเป็นพิกัดเชิงขั้ว (Polar) เพื่อใช้ในการหาขนาดและทิศทางของการเปลี่ยนแปลงตามสมการที่ 2.12 และ 2.13

$$M[i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2} \quad (2.12)$$

$$\theta[i, j] = \arctan(Q[i, j], P[i, j]) \quad (2.13)$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม θ ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชัน $\arctan(x, y)$

3) นอนแม็กซ์ิมัซัพริสชันสำหรับการหาขอบโดย วิธีการของแคนนิจูดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับการเดินด้วย ซึ่งด้วยวิธีดังกล่าวนี้ ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการทำนอนแม็กซ์ิมัซัพริสชันจะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็นจุดโลคอลแม็กซ์ิมัซัพริสชัน (Local Maxima Points) ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

4) เทรชโฮลดี้งแม้ว่าภาพจะผ่านการ ปรับให้เรียบในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม ภาพที่ได้ อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการ กำหนดค่าเทรชโฮลขึ้นมา 2 ค่า คือ เทรชโฮล สูง (T1) และ เทรชโฮล ต่ำ (T2) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น 1 (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า เทรชโฮลทั้งสอง การปรับเป็นค่า 0 หรือ 1 นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่า พิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ค่า >T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าว ให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นหนึ่งในขอบภาพด้วยเช่นกัน

มอเตอร์เกียร์

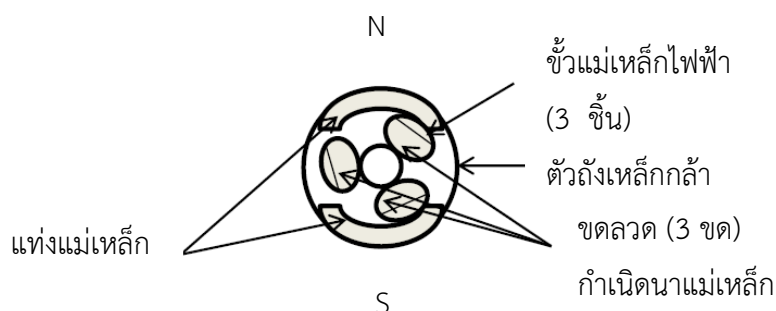
มอเตอร์เกียร์มีหลักการทำงานโดยการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลอุปกรณ์หลัก (มงคล ศิริธนานุกุลวงศ์, 2557) คือ มอเตอร์ที่รับพลังงานไฟฟ้า อาจเป็นไฟกระแสตรงหรือกระแสสลับเฟสเดียวหรือสามเฟส จากนั้นทำการเปลี่ยนรูปพลังงานจากไฟฟ้าที่สเตเตอร์ (Stator) เป็นพลังงานกลในรูปของการหมุนของแกนมอเตอร์ (Roter) เรียกกระบวนการว่า (Electro Mechanical Energy Conversion) โดยความเร็วของการหมุนของแกนมอเตอร์กำหนดโดยความถี่ของกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นเฮิร์ต (Hz) และจำนวนขั้วของมอเตอร์ (Poles) เช่น มอเตอร์ 2 Poles จะมีความเร็วประมาณ 2800 รอบต่อนาที (หน่วยรอบต่อนาที) จะใช้สัญลักษณ์ RPM ซึ่งย่อมาจาก (Revolute Per Minute) มอเตอร์ 4 Poles จะมีความเร็วรอบประมาณ 1400 RPM จะเห็นได้ว่า ความเร็วรอบของมอเตอร์มีค่าเกินกว่าที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายๆ กรณี นอกจากความเร็วรอบที่ออกมาจากมอเตอร์จะมีความเร็วสูงมาก ด้วยข้อจำกัดของการใช้งานของมอเตอร์ 2 ขั้วนี้ทำให้ มอเตอร์เกียร์หรือเกียร์ทดรอบ มีการทำงาน คือ เป็นตัวลดความเร็วของความเร็วรอบที่ออกและเพิ่มแรงบิดให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพราะฉะนั้นการนำมอเตอร์มาต่อกับเกียร์ทดรอบ เพื่อให้ความเร็วรอบออกมาเหมาะสมกับสภาพการใช้งานอัตราทดของมอเตอร์เกียร์ (Ratio) คือ อัตราส่วนความเร็วจากมอเตอร์ต่อความเร็วรอบที่ออกจากเกียร์ แสดงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ลักษณะภายนอกของมอเตอร์เกียร์

ที่มา : <http://www.108motor.com>

จากภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะภายนอกของมอเตอร์เกียร์เป็นแบบ Planetary เฟืองทดเป็น
เหล็กทั้งหมดสามารถรับน้ำหนักได้ 30 ถึง 40 กิโลกรัม แล้วแต่อัตราการทด



ภาพที่ 2.11 ลักษณะภายในของมอเตอร์เกียร์

ที่มา : <http://www.108motor.com>

จากภาพที่ 2.11 เป็นทางเดินของฟลักซ์แม่เหล็กและสนามแม่เหล็กจะเกิดจากแท่งแม่เหล็ก
เฟอร์ไรต์ 2 ชั้น โดยการขึ้นรูปเป็นแบบโค้งยึดติดกับตัวถังได้พอดี เพื่อให้เส้นแรงแม่เหล็กวิ่งเข้าสู่
แกนกลางของมอเตอร์ ดังนั้นความเข้มของแม่เหล็กจะขึ้นอยู่กับขนาดความหนาของแม่เหล็ก ซึ่งส่งผล
ให้ฟลักซ์แม่เหล็กวิ่งไปบนตัวถังโลหะ กระแสไฟฟ้าในขดลวดที่พันกับทุ่นโรเตอร์ทำให้เกิด
สนามแม่เหล็กไฟฟ้า และต้านกับสนามแม่เหล็กถาวรจึงเกิดเป็นแรงบิด เพื่อที่จะหมุนทุ่นโรเตอร์ให้ไป
ในทิศทางเดียวกันกับทิศทางของสนามแม่เหล็กที่มีแรงมากกว่า กระแสก็จะไหลผ่านไปยังทุ่นโรเตอร์

โดยผ่านแปรองถ่าน ซึ่งจะสัมผัสกับแหวนตัวนำในท่อนโรเตอร์ และแหวนคอมมิวเตเตอร์ซึ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 3 เซกเมนต์ เพื่อที่จะทำหน้าที่นำกระแสเข้าขดลวด

ไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์แบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือ ข้อมูลที่ถูกเก็บไว้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) เป็นเหมือนกับกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่สำรองข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลจะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรมและเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม
3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก จึงเป็นส่วนที่สำคัญมากที่ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ เช่น การกดสวิตช์เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต หรือการติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต มีลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์มีความเร็วในการประมวลผลสูง

โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้ราสเบอร์รี่พาย(Raspberry Pi) (บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด, 2560) ซึ่งเป็นเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋ว ซึ่งมีทุกอย่างที่จำเป็นสำหรับการประมวลผลและราคาไม่แพง บอร์ดใช้ชิป SoC ของ Broadcom BCM2835 ภายในชิปประกอบด้วย ARM1176JZFS พร้อมทั้งหน่วย

ประมวลผลเลขทศนิยม (floating point) ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 700 MHz มี DRAM ขนาด 512 MB เหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทั่วไป ภายในมีแกนประมวลผลกราฟิก Videocore 5 ทำให้สามารถเล่นไฟล์วิดีโอความละเอียด 1080p ได้ ไม่มีฮาร์ดดิสก์ มีเพียง ROM ที่ไว้ใช้จัดการบูตเพื่อเข้าระบบปฏิบัติการที่ได้รับการติดตั้งในการ์ดหน่วยความจำ ไดรฟ์ USB หรือผ่านทางเครือข่ายเท่านั้น ไม่มีจอภาพ คีย์บอร์ด เม้าส์ และถูกออกแบบให้รองรับ Linux ซึ่งงานบางอย่างอาจต้องใช้หน่วยความจำขนาดใหญ่ เช่น งานประมวลผลภาพ Raspberry Pi จึงมีความเหมาะสมที่จะใช้งานในด้านนี้ โดยบอร์ดราสเบอร์รี่พาย(Raspberry Pi) แสดงดังภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 คุณสมบัติที่สำคัญของราสเบอร์รี่พาย(Raspberry Pi)

จากภาพที่ 2.12 อธิบายเกี่ยวกับคุณสมบัติที่สำคัญของราสเบอร์รี่พาย(Raspberry Pi) ภายในบอร์ดประกอบด้วยคุณสมบัติดังนี้

- CPU: Quad-core 1.2 GHz ARM Cortex-A53 แบบ 64 bits
- GPU: Broadcom VideoCore IV @ 400 MHz
- Memory ขนาด 1 GB (LPDDR2-900 SDRAM)
- หน่วยความจุแบบ MicroSD
- 4 USB ports
- 1 Ethernet port
- 802.11n Wireless LAN
- Bluetooth 4.0
- รองรับ HDMI/Composite ผ่านทาง RCA Jack
- GPIO 40 pins

เซ็นเซอร์ตรวจจับระยะห่างของวัตถุด้วยแสงอินฟราเรด (Infrared Distance Sensor)

หลักการทำงานของเซนเซอร์อินฟราเรด

เซ็นเซอร์แบบอินฟราเรดเป็นเซ็นเซอร์ที่อยู่ในรูปแบบแสง (optic sensor) (บริษัทออกุโนโอร่า จำกัด, 2561) การที่จะใช้อินฟราเรดเป็นตัวเซ็นเซอร์เราต้องคำนึงถึงการนำอินฟราเรดไปใช้ในการตรวจจับวัตถุโดยต้องคำนึงถึงหลักความจริงของความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เพราะเซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อาจมีผลกระทบต่างๆ เช่น แสงที่กระทบส่งผลต่อการตรวจจับทำให้ข้อมูลที่ได้ อาจผิดพลาดขึ้นอยู่กับการติดตั้งเซ็นเซอร์และการออกแบบระบบของแต่ละระบบ ซึ่งเอาต์พุตของเซ็นเซอร์แต่ละตัวจะออกมาเป็นสัญญาณที่สามารถนำเอาต์พุตไปประมวลผลหรือแปลง ส่วนมากเอาต์พุตที่ออกมาจะเป็นแรงดันหรือไม่ก็กระแส ซึ่งการนำเอากระแสหรือแรงดันไปไบอัสหรือเป็นตัวทริกซ์ให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการควบคุม จะทำให้อุปกรณ์สามารถควบคุมวงจรหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ได้

หลักการทำงานจะมีตัวอินฟราเรดเป็นตัวส่งสัญญาณและมีตัวรับ อาศัยการแสงตกกระทบและการสะท้อนแสงมายังตัวรับ ซึ่งตัวรับจะเป็นตัวส่งสัญญาณซึ่งสัญญาณที่ได้เป็นกระแสและแรงดัน ซึ่งเรานำเอาสัญญาณไปเป็นกระแสและแรงดันไปใช้งาน เซนเซอร์ที่ผู้วิจัยใช้ในการพัฒนาเครื่องต้นแบบ คือ เซนเซอร์อินฟราเรด (Infrared Distance Sensor E3F-DS10C4) แสดงดังภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 เซนเซอร์อินฟราเรดรุ่น E3F-DS10C4

ที่มา : <https://www.arduinoall.com/product/1168/>

จากภาพที่ 2.13 อุปกรณ์ตัวนี้ใช้แสงอินฟราเรดในการตรวจสอบวัตถุที่อยู่ด้านหน้าเซนเซอร์ โดยส่งสัญญาณออกและรับสัญญาณที่สะท้อนกลับ วัดระยะได้ในช่วง 0 ถึง 15 ซม. สายสัญญาณยาว 1.2 เมตร ใช้ไฟเลี้ยงอยู่ในช่วง 10 ถึง 36V ส่วนใหญ่ใช้ในงานตรวจจับการเคลื่อนผ่านของวัตถุหรือใช้

กับหุ่นยนต์เพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวาง โดยเมื่อมีวัตถุมาอยู่ด้านหน้าของเซนเซอร์จะให้สัญญาณเอาต์พุตค่าออกมาและส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์

กล้องเว็บแคม (Web Camera)

กล้องเว็บแคม หรือเรียกอีกแบบว่า Video Camera หรือ Video Conference (ดวงใจกันตสมนต์, 2556) โดยกล้องเว็บแคม ทำหน้าที่จับภาพเคลื่อนไหวของเราส่งไปแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ สำหรับกล้องเว็บแคม เป็นเทคโนโลยีใหม่เพราะก่อนหน้านี้กล้องเว็บแคมได้ถูกนำไปใช้ในการติดต่อสื่อสาร หรือใช้ในการประชุมระดับองค์กรขนาดใหญ่ แต่ในขณะเดียวกันนั้นกล้องเว็บแคมยังเป็นอุปกรณ์ในด้านการประมวลผลภาพ เว็บแคมแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ กล้องเว็บแคมแบบมีสาย และกล้องเว็บแคมแบบไร้สาย ดังภาพที่ 2.14



(ก) กล้องเว็บแคมแบบมีสาย



(ข) กล้องเว็บแคมแบบมีสาย

ภาพที่ 2.14 กล้องเว็บแคม (Web Camera)

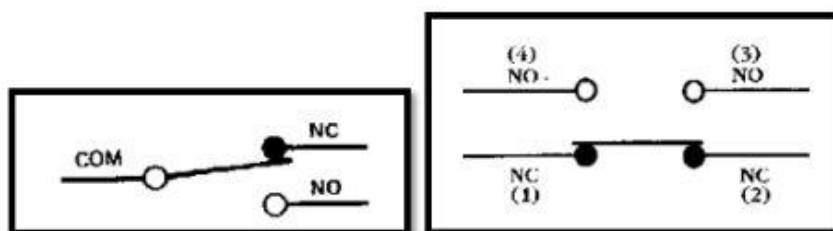
ที่มา (ก) : <https://www.google.co.th/search?safe=off&q=Webcam+แบบมีสาย>

ที่มา (ข) : <https://www.google.co.th/search?safe=off&q=Webcam+แบบมีสาย>

จากภาพที่ 2.14 (ก) กล้องเว็บแคมไร้สายแบบมีสายจะมีความยุ่งยากในเรื่องการใช้สายต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่มีราคาสูงกว่าแบบไร้สาย ทำให้คนส่วนใหญ่นิยมซื้อกล้องเว็บแคมแบบมีสายมาใช้งาน ส่วนในภาพที่ 2.14 (ข) กล้องเว็บแคมไร้สายจะมีราคาค่อนข้างแพงเมื่อเทียบกับแบบมีสายเนื่องจากตัวกล้องต้องใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless WiFi หรือ IEEE 802.11 ที่ค่อนข้างมีต้นทุนสูงจึงส่งผลให้ตัวกล้องมีราคาแพงจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนักแต่จุดเด่นของกล้องเว็บแคมไร้สายก็คือ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้โดยไม่ต้องคำนึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์

สวิตช์จำกัดระยะ (Limit switch)

เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมในระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติลิมิตสวิตช์ (Limit switch) (บริษัท ฟอน เอ็นจิเนียริง แอนด์ ซัพพลาย จำกัด, 2011) เป็นสวิตช์ที่จำกัดระยะทางโดยการทำงานอาศัยแรงกดภายนอกมากระทำเช่น วางของทับที่ปุ่มกดหรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกดและเป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่ต่ออยู่กับก้านชน เปิด-ปิด ตามจังหวะของการชน หลักการทำงานของลิมิตสวิตช์ โดยปกติแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ ปกติ (NO) และปิด (NC) จากโครงสร้างภายในตำแหน่งปกติ หน้าสัมผัสจะไม่ต่อกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านได้ ตำแหน่งทำงาน เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ลูกสูบเคลื่อนที่ออกมาคลิมิตสวิตช์ ทำให้สภาวะการทำงานเปลี่ยนจากปกติเปิด (NO) เป็นปกติปิด (NC) มีผลทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะทำให้ลิมิตสวิตช์กลับสู่สภาพเดิมจากปกติปิด (NC) เป็นปกติเปิด (NO) ทำให้ตัดวงจร การทำงานของลิมิตสวิตช์แสดงดังภาพที่ 2.15



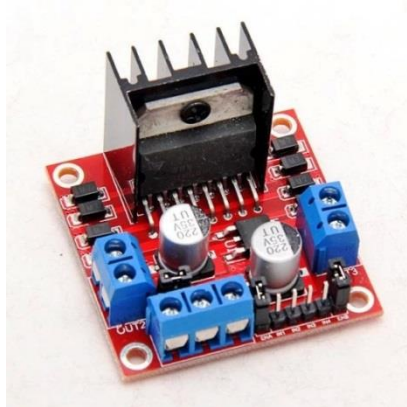
ภาพที่ 2.15 ลิมิตสวิตช์(Limit switch)

จากภาพที่ 2.15 สัญลักษณ์สวิตช์จำกัดระยะ (Limit switch) มีการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ลิฟต์โดยสาร ลิฟท์ขนของ ประตูที่ทำงานด้วยไฟฟ้า และระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น อีกทั้งลิมิตสวิตช์ (Limit switch) สามารถมีหน้าสัมผัสได้หลายอัน โดยมีโครงสร้างคล้ายสวิตช์ปุ่มกดและมีข้อดี

คือ ติดตั้งง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ไม่ต้องมีไฟเลี้ยงวงจรในการทำงาน การทำงานเชื่อถือได้ มีความแม่นยำในการทำงาน และราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ตรวจจับชนิดอื่น

ชุดขับมอเตอร์

ชุดขับมอเตอร์เป็นวงจรสำเร็จภาพที่ใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์หรือหลอดไฟ เป็นต้น เพราะสามารถทำงานได้จากแรงดันที่จ่ายจากไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ จึงทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ง่าย ผู้วิจัยได้เลือกใช้ชุดขับมอเตอร์ L298N Dual H-Bridge Motor Controller ดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 ชุดขับมอเตอร์ L298N

ที่มา : <http://naringroup.blogspot.com/2016/03/robot-l298n-dual-h-bridge-motor.html>

จากภาพที่ 2.16 แสดงลักษณะของชุดขับมอเตอร์ L298N (ตะวัน ช่วยชูคู, 2560) เพื่อให้เห็นถึงลักษณะโดยรวมและการใช้งาน L298N เป็นชุดขับมอเตอร์ชนิด H-Bridge ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์ ซึ่งสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ทั้งหมด 2 ตัว โดยมีหลักการทำงานวงจร H-Bridge ของ L298N จะขับกระแสเข้ามอเตอร์ตามขั้วที่กำหนดด้วยลอจิกเพื่อควบคุมทิศทางส่วนความเร็วของมอเตอร์นั้นจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ (PWM Pulse Width Modulation) ซึ่งต้องมีการปรับความถี่ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ที่จะใช้ด้วยโดยมีรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ขาต่อขั้วไฟของมอเตอร์

ขาที่	ช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์
1	A
2	A
3	B
4	B

จากตารางที่ 2-2 อธิบายเกี่ยวกับช่องต่อขั้วไฟของมอเตอร์ ขาที่ 1 และ 2 คือขาต่อช่องไฟของมอเตอร์ A ส่วนขาที่ 3 และ 4 คือขาต่อช่องไฟของมอเตอร์ B ที่ใช้ในการจ่ายไฟเพื่อขับมอเตอร์ให้ไปในทิศทางที่ต้องการตามลอจิกที่ได้รับเข้ามา

โมดูลรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการการทำงานคล้ายกับขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้า (ตะวัน ช่วยชูคุ, 2560) เช่น ใช้รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า เป็นต้น รีเลย์แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. รีเลย์กำลัง (power relay) หรือเรียกว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magnetic contactor) ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลังและมีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา
2. รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากหรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม เรียกว่า "รีเลย์" ทางผู้วิจัยทำได้เลือกใช้ 1 ช่อง 5V Optocoupler (1 Channel 5V Relay Module with Optocoupler) เพราะใช้ในการควบคุมสายพานชุดใหญ่ โดยรีเลย์มีลักษณะดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 โมดูลรีเลย์ 1ช่อง

ที่มา : [www.mltelectronic.com/โมดูลรีเลย์-1ช่อง-5V-Optocoupler-\(1-Channel-Relay-Module\)](http://www.mltelectronic.com/โมดูลรีเลย์-1ช่อง-5V-Optocoupler-(1-Channel-Relay-Module))

จากภาพที่ 2.17 โมดูลรีเลย์ 1ช่อง 5V (1 Channel Relay Module) เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุม โหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC ซึ่งโหลดสูงสุด (Maximum Load) คือ AC 250V/10A, DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ Active High, กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) มากกว่า 4mA, มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler, มี LED แสดงสถานะ Power และ Relay สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน ได้แก่ PLC Control, บ้านอัจฉริยะ, ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรืองานอื่นๆ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด Rasberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC, 8051, DSP, MSP430, TTL logic

โมดูลบลูทูธ (Bluetooth module)

ในงานวิจัยผู้วิจัยเลือกใช้การสื่อสารแบบไร้สายเนื่องจากต้องการความคล่องตัวในการขนย้าย อุปกรณ์ และลดสายสำหรับการสื่อสารลง ในงานวิจัยนี้ใช้โมดูลบลูทูธรุ่น (HC-05 Chiang Mai Maker Club, 2558) โดยมีลักษณะดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 Bluetooth module HC05

ที่มา : www.ioxhop.com/article/26/การใช้งาน-bluetooth-module-hc05-แบบละเอียด

จากภาพที่ 2.18 HC-05 เป็นโมดูลบลูทูธที่ใช้งานในการเชื่อมต่อกับสมาร์ตทีวีส์ต่างๆ ให้สมาร์ตทีวีส์สามารถสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino AVR PIC PI3 และไมโครคอนโทรลเลอร์อื่นๆ เป็นต้น โดยการสื่อสารจะสื่อสารผ่าน Serial port โมดูลรุ่น HC05 สามารถตั้งให้ใช้งานเป็นได้ทั้งโหมด Master คือ ให้อุปกรณ์อื่นมาเชื่อมต่อ และโหมด Slave คือ เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น การตั้งค่าต่าง ๆ เช่น ชื่ออุปกรณ์ รหัสผ่าน ทำได้ผ่านคำสั่ง AT Command ซึ่งจะต้องมีการต่อขาเพื่อให้โมดูลเข้าโหมดการตั้งค่าหรือกดปุ่มบนโมดูลค้างไว้โมดูลจึงจะใช้งานได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภูมินทร์ ต้นอุตม์ และคณะ ศึกษาเรื่องการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดภาพดอกดาวเรือง ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ. โดยใช้การถ่ายภาพดอกดาวเรืองและนำมาวิเคราะห์ขนาดโดยการตัดรูปทรงของดอกดาวเรืองด้วยวิธีการประมวลผลภาพ และใช้อัลกอริทึมการแบ่งกลุ่มแบบ k-mean (ดร.เอกสิทธิ์ พัทธวงค์ศักดิ์, 2557) ในการจัดกลุ่มขนาดของดอกดาวเรือง พบว่า สามารถวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรืองได้ โดยมีความถูกต้องของการวิเคราะห์เฉลี่ยอยู่ที่ 90.28 เปอร์เซ็นต์

กันตภณ พลิวโรสง ศึกษาเรื่องการพัฒนาเครื่องคัดแยกวัตถุดิบตามสายพานลำเลียง มีวัตถุประสงค์เพื่อย้ายวัตถุไปยังตะกร้า ควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์แบบอัตโนมัติ และตัวตรวจจับแบบพรีอิกซิมิตีเซ็นเซอร์ จากผลการวิจัยสามารถคัดแยกวัตถุที่เป็นพลาสติก ไม้และเหล็กโดยเวลาเฉลี่ยของวัตถุที่ทดสอบปรากฏว่าพลาสติก 9.86 วินาที ไม้ 14.02 วินาที เหล็ก 18.63 วินาที และสามารถผลักวัตถุในตำแหน่งที่ต้องการได้ถูกต้อง

จักรพงษ์ แสนแก้ว และณัฐพงษ์ไพโรครบุรี (2556) ศึกษาเรื่องระบบคัดแยกขนาดปลาแบบอัตโนมัติด้วยการประมวลผลภาพ การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการคัดแยกขนาดปลาในภาคอุตสาหกรรมหลักการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ในการวัดขนาดความยาวของลำตัวปลา โดยจำลองเครื่องที่มีชุดสายพานลำเลียงปลาเมื่อปลาไหลตามสายพานมาถึงจุดรับภาพที่ติดตั้งกล้องเว็บแคมไว้ กล้องจะทำการเก็บภาพปลาที่อยู่บนสายพาน จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนของการประมวลผล โดยนำภาพปลามาทำการระบุทิศทางจากแนวระนาบบนสายพาน เพื่อกำหนดทิศทางที่เป็นแนวยาวของลำตัวปลาที่มีหน่วยเป็นพิกเซล จากนั้นนำค่าพิกเซลที่ได้ไปทำการปรับเทียบขนาดความยาวมาตรฐานของลำตัวปลาซึ่งมีทั้งหมด 6 ขนาด ผลลัพธ์จากการคัดแยกขนาดตามความยาวของลำตัวปลา พบว่าระบบที่ทำการออกแบบให้ความแม่นยำอยู่ที่ 92.85 %

ณัฐพงษ์ เฉลิมธำรงค์ และคณะ ศึกษาเรื่องการพัฒนาเครื่องคัดแยกพริกหวานอัตโนมัติที่ใช้ระบบสายพานลำเลียงควบคู่กับการประมวลผลภาพในระบบภาพ HSV เพื่อใช้ในการคัดแยกสีและขนาดของพริกหวานแต่ละผล จากนั้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ควบคุมการคัดแยก และใช้โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่ในการกำหนดช่องทางลำเลียงพริกหวานตามต้องการ

สุภัทรา คำแดงไสย และคณะ ศึกษาเรื่องการพัฒนาโปรแกรมวัดคุณภาพมะม่วงน้ำดอกไม้ ใช้การประมวลผลภาพดิจิทัล โดยทำการคัดคุณภาพจาก ขนาดและรูปร่างโดยรวมทั้งจุดตำหนิบนผิวมะม่วง โดยการคัดขนาดและรูปร่างเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis PCA) ส่วนขั้นตอนการหาจุดตำหนิใช้การทำ Threshold จากการทดลองกับ

รูปมะม่วง 181 รูป แบ่งเป็น 3 เกรด พบว่าผลจากการคัดขนาดและรูปร่าง, การหาจุดตำหนิ และการวัดโดยใช้ 2 ส่วนร่วมกัน ให้ผลการรู้จำ 90.06%, 86.19% และ 88.40% ตามลำดับ

Riky Tri Yunardi et Al ได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เส้นตรงในการตรวจสอบวัตถุในระบบสายพานลำเลียงสำหรับกล่องพัสดุ โดยจะหาปริมาตรและขนาดของกล่องทุกๆ กล่องที่ผ่านระบบ ซึ่งขนาดของกล่องไม่แน่นอนผู้ใช้จะต้องกำหนดและเลือกไว้ โดยจะดำเนินการกับพิกเซลของภาพ ซึ่งใช้เส้นตรงในการตรวจสอบวัตถุเป็นวิธีหนึ่งในการหาพื้นที่ของวัตถุ โดยใช้กล้องสองตัวในการคำนวณทั้งแนวตั้งและแนวนอน จากนั้นจะได้ขนาดของกล่องพัสดุและจะได้ปริมาตรออกมา และพบว่ามีความถูกต้องอยู่ที่ 87.5 เปอร์เซ็นต์

Chandan Kumar et Al ได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาอัลกอริทึมในการแบ่งกลุ่มผลไม้ตระกูลส้มโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มคุณภาพให้กับผลไม้ ซึ่งปัญหาเกิดมนุษย์แยกได้ไม่แน่นอน ในงานวิจัยนี้วิเคราะห์โดยใช้สีในการเกลี่ยด้วยสีของผลไม้บนระบบสายพานผลลัพธ์ที่ได้อาจยังไม่แน่นอนแต่สามารถที่จะแยกหมวดหมู่ของผลไม้ได้