สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การประมวลผลภาพเพื่อควบคุมแขนกล

IMAGE PROCESSING FOR POSITION ARMS

T119470

นายเฉลิมชัย สืบอินทร์

นางสาวธนาภรณ์ กนกมหกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119470
วัน,เดือน,ปี - 8 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMAGE PROCESSING FOR POSITION ARMS

CHALERMCHAI SUBIN

THANAPORN KANOKMAHAKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประมวลผลภาพเพื่อควบคุมแขนกล

IMAGE PROCESSING FOR POSITION ARMS

นักศึกษาผู้จัดทำ นายเฉลิมชัย สืบอินทร์ **รหัสนักศึกษา** 50010281

นางสาวธนาภรณ์ กนกมหกุล **รหัสนักศึกษา** 50010650

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมวัดคุม

ปีการศึกษา 2553

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร. ธนิตย์ ตรีสุวรรณวัฒน์	
รศ. ประภาษ อุดคคิมาพันธุ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประมวลผลภาพเพื่อควบคุมแขนกล		
	IMAGE PROCESSING FOR POSITION ARMS		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายเฉลิมชัย	สืบอินทร์	**รหัสนักศึกษา** 50010281
	นางสาวธนาภรณ์	กนกมหกุล	**รหัสนักศึกษา** 50010650
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ธนิตย์	ตรีสุวรรณวัฒน์	
	รศ. ประภาษ	อุคคกิมาพันธุ์	
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

ในบทความนี้ได้ทำการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับรูปร่าง โดยใช้กล้องเว็บแคมในประยุกต์เข้ากับเทคโนโลยีการประมวลผลภาพแบบดิจิตอล เพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปควบคุมแขนกลในการคัดแยกรวมทั้งได้มีการออกแบบพื้นที่บรรจุผลิตภัณฑ์ในโรงงาน ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมการประมวลผลได้อย่างรวดเร็วและลดความซับซ้อน สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำยังได้คำนวณจุดคุ้มทุนในการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ในโรงงานจริง เทคโนโลยีนี้จะเป็นประโยชน์ในการเร่งกระบวนการผลิตให้มีความรวดเร็วในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Image Processing for Position Arms	
Authors	Mr. Chaleumchai	Subin
	Miss. Thanaporn	Kanokmahakul
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Dr. Thanit	Trisuwannawat
	Assoc. Prof. Prapart	Ukakipaparn
Year	2010	

ABSTRACT

In this projects, we propose an image processing for controlling robot arm. The object image ,obtained from webcam, will be used to detect classily the shape of the interested product. The designed program will provide The output signal for controlling the arms of robot. We also calculated the breakeven point of installation cost for some particular plants. This kind of project in widely used in auto part industries.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการช่วยเหลือต่างๆ จาก รศ.ดร. ธนิตย์ ตรีสุวรรณวัฒน์ และ รศ.ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้จัดทำรู้สึกทราบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ อ.เทพจิตร์ เชยโภคา ภาควิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สนับสนุนในการให้ความรู้วิชาทางด้าน Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing ทำให้ผู้จัดทำสามารถมีความรู้ความสามารถในการเขียนแบบโดยคอมพิวเตอร์และการตัดขึ้นงานโดยใช้เทคโนโลยี CNC เข้าช่วย อีกทั้งให้อุปกรณ์มาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณเพื่อนๆที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ และสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือ ชี้แนะแนวทางตลอดมาซึ่งก่อนหน้ามาทำวิทยานิพนธ์นี้ ทางผู้จัดทำไม่มีความรู้เรื่องการทำ Image Processing และ การทำ CNC มาก่อน

ขอบคุณน้องๆและเพื่อนๆ ที่สาขาวิชา ที่คอยช่วยเหลือ และให้กำลังใจมาตลอด

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้จัดทำที่เป็นแรงบันดาลใจในการศึกษาและอยู่เคียงข้างเสมอมาในทุกเรื่อง ทำให้ผู้จัดทำสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี ประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขต 2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 การออกแบบและวางผังโรงงาน (Industrial Plant Design) 3

2.1.1 แนะนำการออกแบบและวางผังโรงงาน 3

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการวางผังโรงงาน 4

2.1.3 เป้าหมายพื้นฐานของการวางผังโรงงาน 4

2.1.4 ประโยชน์จากการออกแบบและวางแผนการสร้างโรงงานที่ดี 4

2.1.5 ที่มีการวางผังที่ดี จะมีต้นทุนการผลิตต่ำ 5

2.2 การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine design) 5

2.2.1 การเขียนแบบทางวิศวกรรม (Engineering Drawing) 5

2.2.1.1 มาตรฐานเกี่ยวกับสเกลสำหรับการวาดรูป (drawing scale) 6

2.2.1.2 มาตรฐานเกี่ยวกับชนิดของเส้น (line type) 7

2.2.1.3 การระบุตัวอักษร (lettering) 8

2.2.2 ชนิดของสายพาน 9

2.2.2.1 สายพานแบน(FLAT BELT) 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2.1.1 สายพานแบบหุ้มตัว(FOLD EDGE) 10
2.2.2.1.2 สายพานแบบชั้น (CORD) 10
2.2.2.1.3 สายพานแบบหล่อ(ROW EDGE) 11
2.2.2.2 สายพานลิ่ม(V-BELT) 11
2.2.2.2.1 สายพานลิ่มปกติ 12
2.2.2.2.2 สายพานลิ่มร่วม 12
2.2.2.2.3 สายพานลิ่มแหลม 12
2.2.2.2.4 สายพานลิ่มหน้ากว้าง 13
2.2.2.2.5 สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ 13
2.2.2.3 สายพานฟันเฟือง(Tooth BELT) 14
2.2.3 ชนิดของพูลเลย์ 15
2.2.3.1 พูลเลย์สายพานแบน 15
2.2.3.2 พูลเลย์สายพานลิ่ม 16
2.2.3.3 พูลเลย์สายพานฟันเฟือง 17
2.2.4 วิศวกรรมเครื่องกลกับระบบ CNC 18
2.3 ทฤษฎีการประมวลผลภาพและการรู้จำรูปแบบ 20
2.3.1 ลักษณะและความหมายของพิกเซล 20
2.3.2 รูปร่างของภาพ(Image Shape) 21
2.3.3 การประมวลผลภาพคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ 22
2.3.3.1 การประมวลผลแบบ Raster 22
2.3.3.2 การประมวลผลแบบ Vector 23
2.3.4 มาตรฐานของสี 23
2.3.4.1 ระบบสี RGB 23
2.3.4.1.1 ระบบสีแบบ RGB ของ CIE 23
2.3.4.1.2 ระบบสีแบบ RGB ของ NTSC 24
2.3.4.2 ระบบสี HSV 24
2.3.4.3 ระบบสีแบบ HLS 26
2.3.4.4 ระบบสีแบบ CMY 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.4.5 ระบบสีแบบ YUV 27
2.3.4.6 ระบบสีแบบ YIQ 27
2.3.4.7 ระบบสีแบบ XYZ 28
2.3.5 ประเภทของภาพดิจิตอล 28
2.3.5.1 Binary Image 28
2.3.5.2 Gray Image 28
2.3.5.3 Color Image (RBG) 29
2.3.5.4 Indexed Image 29
2.3.6 ฮีสโตแกรม (Histogram) 30
2.3.7 การแปลงสีให้เป็นภาพสีขาวดำ (Thresholding) 31
2.3.8 ความสำคัญของ Image Segmentation 32
2.3.8.1 segmentation 32
2.3.8.2 ประเภทของ Image Segmentation 32
2.3.8.2.1 Region Oriented Image Segmentation 34
2.3.8.2.2 Edge Oriented Image Segmentation 34
2.3.9 การหาขอบภาพแบบโซเบล (Sobel edge detector) 34

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างการทดลอง 37
3.1 ขั้นตอนการออกแบบโรงงาน 37
3.1.1 การวางระบบโรงงาน 37
3.1.2 ระบบรางลำเลียงที่ใช้ในการทดลอง 39
3.1.3 ปัญหาที่เกิดจากการสร้างสายพานลำเลียง 41
3.2 ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ตรวจจับ 44
3.3 ขั้นตอนการกัดชิ้นงาน 45
3.3.1 เลือกขนาดของแผ่นอะคริลิก 45
3.3.2 ทำการตัดแผ่นอะคริลิก 46
3.3.3 ทำการเซตเครื่อง CNC 46
3.3.4 การถอด G-Code เพื่อทำการCNC 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมจับวัตถุ.....50

3.4.1 Video Flame Capture.....50

3.4.2 ขั้นตอนการตีกรอภาพ.....50

3.4.3 ทำการtheshlod ค่าที่เหมาะสมจากสภาวะของห้อง.....51

3.4.4 การใส่ Mask เพื่อจำแนกจากการ Sobel.....53

3.4.5 การเซนเซอร์ภาพ.....54

3.4.6 การตัดขอบภาพวิเคราะห์.....54

3.4.7 ขั้นตอนการคัดแยก.....57

3.5 ขั้นตอนการต่ออุปกรณ์ออกเพื่อส่งสัญญาณไปควบคุม.....59

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....63

4.1 การทดลองการตรวจจับริงและยับ.....63

4.2 ผลการทดลองโดยนับช่องว่างภายในสูงสุด.....64

4.3 สรุปผลการทดลองและรายงานผล.....68

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....69

บรรณานุกรม.....70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลการทดลองจับริงไซส์ใหญ่ขณะอยู่นิ่ง 64
4.2 ผลการทดลองจับริงไซส์เล็กขณะอยู่นิ่ง 65
4.3 ผลการทดลองจับฮับขณะอยู่นิ่ง 65
4.4 ผลการทดลองจับริงไซส์ใหญ่ขณะเคลื่อนที่.....66
4.5 ผลการทดลองจับริงไซส์เล็กขณะเคลื่อนที่.....66
4.6 ผลการทดลองจับฮับขณะอยู่บนสายพานเคลื่อนที่.....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ไลน์การผลิตที่ใช้คนในการคัดแยกผลิตภัณฑ์....3
2.2 ตัวอย่างโรงงาน....4
2.3 วัตถุแบบอย่างสามมิติ....6
2.4 ภาพสเก็ตช์ของวัตถุตัวอย่าง....6
2.5 การเขียนข้อความเพื่อแสดงสเกลของการวาดรูป....7
2.6 ชนิดของเส้นที่ใช้ในงานเขียนแบบวิศวกรรม....7
2.7 ตัวอย่างการใช้เส้นชนิดต่างๆ ในงานเขียนแบบวิศวกรรม....8
2.8 การระบุตัวอักษรลงในงานเขียนแบบ....8
2.9 ลักษณะของสายพานแบน....9
2.10 โครงสร้างของสายพานแบบหุ้มตัว....10
2.11 ลักษณะโครงสร้างของสายพานแบบชั้น....11
2.12 ลักษณะโครงสร้างของสายพานแบบหล่อ....11
2.13 ลักษณะโครงสร้างของสายพานปกติ....12
2.14 ลักษณะโครงสร้างสายพานแบบลิ่มร่วม....12
2.15 ลักษณะโครงสร้างของสายพานลิ่มแบบแหลม....13
2.16 ลักษณะโครงสร้างของสายพานหน้ากว้าง....13
2.17 ลักษณะโครงสร้างของสายพานลิ่มรูปพรรณ....14
2.18 ลักษณะโครงสร้างของสายพานฟันเฟือง....14
2.19 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนรูปทรงกระบอก....15
2.20 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนรูปผิวโค้ง....15
2.21 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนแบบถอดแยก 2 ชิ้นได้....16
2.22 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบปกติ....16
2.23 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบรวม....17
2.24 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบแหลม....17
2.25 ลักษณะของพูลเลย์สายพานฟันเฟือง....17
2.26 การทำงานของเครื่องกลึงที่ใช้แรงงานคน....18
2.27 เครื่องกลึงโดยใช้แรงบิดในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า....19
2.28 นักศึกษากำลังใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุม CNC....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.29 ภาพสีที่เกิดจาก 3 เมกตริกซ์ซ้อนกัน 23
2.30 การผสมของสี 24
2.31 ลักษณะโมเดลของระบบ HSV 25
2.32 ลักษณะโมเดลของระบบ HLS 26
2.33 การเทียบโมเดลระหว่าง 2 ระบบสี 27
2.34 Binary Image 28
2.35 Gray Image 28
2.36 RBG Image 29
2.37 Indexed Image 29
2.38 ภาพฮิสโตแกรม โดยมีสภาวะของรูปที่แตกต่างกัน 30
2.39 ภาพฮิสโตแกรม ที่ 1 30
2.40 ภาพฮิสโตแกรม ที่ 2 31
2.41 การกรอง threshold 33
2.42 การใช้ตัวกระทำการ sobel 36
2.43 ตารางการทาบ mask 36
3.1 แบบพื้นที่ Packing เดิมในโรงงาน 37
3.2 แบบพื้นที่ Packing ที่ออกแบบโดย นศ. 38
3.3 รูปแบบพื้นที่ Packing ที่จะใช้จริง 39
3.4 ลักษณะจำลองคอนเวเยอร์ที่จะใช้ในการทดลองจริง 40
3.5 ลักษณะจริงของ Conveyor ในการทดลอง 40
3.6 การติดมอเตอร์เพื่อขับสายพาน 41
3.7 จุดที่ช่างไม้ใช้กาวติดคอนเวเยอร์ 41
3.8 รอยพับเหี่ยวย่น ทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน 42
3.9 จุดที่ไม่ตรงตามสเป็ค 42
3.10 จุดที่ตัดไม้ไม่เรียบเนียน 43
3.11 สายพานเกิดจากการใช้กรรไกรตัด 43
3.12 Pulley ในรถยนต์ยี่ห้อ BMW 44
3.13 ลักษณะของ Hub 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 ลักษณะของ ring	45
3.15 รูปอะคริลิก	45
3.16 การตัดโดยใช้สว่านไฟฟ้า	46
3.17 นักศึกษากำลังเซตเครื่อง	46
3.18 Ring	47
3.19 Hub CNC Layer	47
3.20 Hub CNC Layer 1	48
3.21 ภาพความผิดพลาดที่เกิดจากพลังงานสะสมของหัวดอกสว่านใน Hub Layer 2	48
3.22 วัสดุที่เกิดจากการกัดของหัวดอกสว่าน CNC ของ Hub Layer 2	49
3.23 การ CNC Hub Layer 3	49
3.24 Frame Lagging	50
3.25 ภาพ Ring ที่ถ่ายจากกล้อง	50
3.26 ภาพความเข้มระดับ Gray	51
3.27 ภาพความเข้มระดับ Gray โดยภาพเป็นของพื้นหลัง	52
3.28 ฮิสโตแกรม	52
3.29 ภาพจาก Sobel โดยการ Threshold ที่ระดับความเข้ม 70	53
3.30 การใส่ mask กรองความเข้ม	53
3.31 การหาพิกัดขอบบนและขอบล่างของวัตถุ	54
3.32 การหาพิกัดขอบด้านข้างทั้งซ้ายและขวาของวัตถุ	55
3.33 เมื่อทำการตัดขอบเสร็จจะทำการคืนค่าเส้นที่ตีกรอบไปที่ภาพระดับ Gray	55
3.34 การเว้นขอบข้าง	56
3.35 ได้จากการตัดขอบโดยการคืนค่าให้ภาพระดับ Gray	56
3.36 อธิบายการคัดแยกของ Ring	57
3.37 อธิบายการคัดแยกของ Hub	57
3.38 กรณีที่เป็นไปได้	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.39 อุปกรณ์แปลงจาก port USB เป็น RS-232 59
3.40 Device Manager 59
3.41 การเซตค่า1 60
3.42 การเซตค่า2 61
3.43 บอร์ด Microcontroller 61
3.44 OPTO RERAY 62
3.45 รูปชิ้นวัตถุทั้งสามชิ้น 62
4.1 ผลการทดลอง 1 63
4.2 ผลการทดลอง 2 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอุตสาหกรรมเหล็ก ยางและผลิตชิ้นส่วนรถยนต์นั้น ในส่วนของโรงงานผลิต หลังจากการหล่อขึ้นรูปแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายคือการพ่นทรายผลิตภัณฑ์แต่ละตัวจะลำเลียงเข้าเครื่องพ่นทรายพร้อมกัน ในส่วนของจุดบรรจุผลิตภัณฑ์ (packing) จะมีปัญหาการปะปนของที่ตรวจจับผลิตภัณฑ์ (mixed product) ที่สายพานลำเลียง (conveyer) ซึ่งผลิตภัณฑ์นั้นจะมีสีที่เหมือนกัน แต่ลักษณะและรูปร่างต่างกัน ทำให้เซนเซอร์แสงไม่สามารถตรวจแยกผลิตภัณฑ์ได้ และอีกทั้งยังไม่มีเซนเซอร์ที่สามารถตรวจแยกรูปร่างได้

ทางโรงงานอุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องใช้คนในการคัดแยกในจุดนี้ โดยค่าแรงพนักงานในการคัดแยกนั้น นับว่าใช้เวลาในการคัดแยกนาน อีกทั้งเกิดความผิดพลาดนับบ่อยครั้ง เพราะผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักที่มาก โดยที่การว่าจ้าง

ใช้พนักงาน 2 คน ในการคัดแยกต่อ 1 กะเวลา

1 วัน มีการผลิต แบ่งออกเป็น 2 กะเวลา

1 กะพนักงานจะได้รับค่าตอบแทน 8,000 บาทต่อเดือน

สรุป บริษัทต้องจ่าย 32,000 บาทต่อเดือน

ในภายเวลา 1 ปี ทางบริษัทต้องจ่ายเงินให้พนักงาน ทั้งหมดเป็นเงิน 384,000 บาทต่อปี ซึ่งถือเป็นต้นทุนการผลิตที่สูงมาก

ด้วยเพราะเหตุนี้ ทางผู้จัดทำได้ประดิษฐ์ตัวตรวจจับ ที่สามารถตอบโจทย์ให้กับอุตสาหกรรมนี้ได้ โดยใช้กล้องเทคโนโลยีของการประมวลผลทางภาพ(Digital Image Processing) เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมแขนกลในการคัดแยก มาช่วยเร่งความเร็วในกระบวนการผลิตและลดต้นทุนการผลิต ของอุตสาหกรรมดังกล่าว

โดยที่โดยทั่วไปแล้ว การที่บริษัทส่วนใหญ่จะลงทุนซื้อเทคโนโลยีหรือติดตั้งอุปกรณ์นั้นจะคิดค่าจุดคุ้มทุนในเวลา 5 ปี เมื่อคำนวณค่าติดตั้งอุปกรณ์นี้ในโรงงานจริง ถือว่าทำให้โรงงานประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้มาก ซึ่งทำให้ผู้จัดทำ มีความสนใจที่จะสร้างโครงงานนี้ขึ้นมา

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาและออกแบบกระบวนการประมวลผลภาพของ Image Processing
2. ต้องการให้ ส่งสัญญาณไปที่ตัวคัดแยก จากเทคโนโลยีของการประมวลภาพ
3. เขียนโปรแกรมสำหรับการตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขต

1. ศึกษาเรื่องที่อยู่ใน Image Processing ให้มากที่สุด และการจับภาพเบื้องต้น
2. สามารถแสดงสัญญาณออกมาได้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

จากวัตถุประสงค์ที่กล่าวมา ผลที่คาดว่าจะได้รับคือ สามารถแยก Ring และ Hub ออกไปตาม Conveyor โซน Packing ได้ตามต้องการ เพราะว่าเมื่อสร้าง Ring และ Hub ในอุตสาหกรรมเหล็ก ขั้นตอนสุดท้ายคือการพ่นทราย ซึ่งจะต้องเข้าเครื่องพร้อมกันและออกมาในสาย Conveyor เดียวกัน ทำให้เกิดการ Mixed Product ขึ้นและเมื่อใช้คนคัดแยกจะเกิดปัญหาคือใช้เวลานาน จึงต้องใช้เทคโนโลยีของ Position Arm และ Image Processing มาช่วยเร่งในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบและวางผังโรงงาน (Industrial Plant Design)

เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนเพราะจะเป็นการวางแผนที่เกี่ยวข้องกับงานหลายๆด้านที่ต่างก็มีความสัมพันธ์กันมากบ้างน้อยบ้างงานแต่ละด้านก็มีผลกระทบต่อผลกำไรทั้งสิ้น การออกแบบโรงงานที่ไม่ถูกต้องจะทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้นจะทำให้มีการให้ทรัพยากรการผลิตอย่างไม่มีประสิทธิผล

รูปที่ 2.1 ไลน์การผลิตที่ใช้คนในการคัดแยกผลิตภัณฑ์

2.1.1 แนะนำการออกแบบและวางผังโรงงาน

โรงงาน (Plant) คือ สถานที่ซึ่งรวมเอาปัจจัยการผลิต Input เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อทาให้เกิดผลผลิต Output โดยดำเนินการเพื่อจุดประสงค์ หลักคือ สนองความต้องการของมนุษย์

การออกแบบโรงงาน (Plant Design) คือการออกแบบและวางแผนงานทั้งหมดของกิจการตั้งแต่เริ่มกิจการ ตลอดจนการวางแผนด้านการเงิน ทำเลที่ตั้งโรงงานและการวางแผนส่วนที่สำคัญทั้งหมดเกี่ยวกับโรงงาน

การวางผังโรงงาน (Plant Layout) คือการวางแผนเพื่อจัดวางปัจจัยการผลิตและสิ่งภายในโรงงานให้อยู่ในตาแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้การปฏิบัติงานเกิด ประสิทธิภาพอย่างสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างโรงงาน

2.1.2 วัตถุประสงค์ของการวางผังโรงงาน

วัตถุประสงค์หลัก : ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

วัตถุประสงค์รอง : ลดความเสี่ยงต่อสุขภาพ ผลผลิตสูง ใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดการขนถ่าย ลดแรงงานรอง ลดจำนวนของเสีย ใช้เวลาการผลิตน้อย มีความยืดหยุ่นง่ายต่อการเปลี่ยนแปลง สร้างขวัญกำลังใจต่อคนงาน ลดความยุ่งยาก แออัด

2.1.3 เป้าหมายพื้นฐานของการวางผังโรงงาน

การวางผังโรงงานที่ดีจะต้องมีหลักการพื้นฐาน 6 ประการดังนี้

หลักการรวมกิจกรรม : ปัจจัยการผลิตและกระบวนการต้องรวมตัวกันดีที่สุด

หลักการเคลื่อนที่ระยะสั้นที่สุด : ลดระยะทาง ลดกิจกรรมระหว่างหน่วยงาน

หลักการเกี่ยวกับการไหลของวัสดุ : กระบวนการต่อเนื่อง ตามลำดับขั้นตอน

หลักการเกี่ยวกับการใช้เนื้อที่ : ใช้เนื้อที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

หลักการเกี่ยวกับความพอใจและปลอดภัยของพนักงาน : มีสิ่งแวดล้อมที่ดี

หลักการเกี่ยวกับความยืดหยุ่น : สามารถปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลง โดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดและทำได้สะดวก

2.1.4 ประโยชน์จากการออกแบบและวางแผนการสร้างโรงงานที่ดี

ลดการลงทุนในส่วนที่ไม่จำเป็น

ลดความเสี่ยงทางธุรกิจลง

สามารถตั้งเป้าหมายและกำหนดระยะคืนทุนได้ถูกต้อง

ลดปัญหาและผลกระทบต่างๆที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

ลดการรับภาระค่าใช้จ่ายในส่วนที่ไม่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถวางแผนด้านความต้องการบุคลากรได้ถูกต้อง

2.1.5 ที่มีการวางผังที่ดี จะมีต้นทุนการผลิตต่ำ

ต้องมีความยืดหยุ่น ปรับเปลี่ยนได้ง่ายสะดวกรวดเร็ว ใช้พื้นที่ใช้สอยให้ก่อประโยชน์สูงสุดมีความโปร่งใส ถูกสุขลักษณะ และมองเห็นได้ทั่วทั้งโรงงาน ให้มีการเคลื่อนย้ายน้อยที่สุด ถ้ามีการขนย้ายวัสดุอุปกรณ์และเครื่องจักรต้องดำเนินการง่าย เคลื่อนย้ายอุปกรณ์สนับสนุนพลังงานได้ง่าย ต้องมีความปลอดภัยการเคลื่อนย้ายต้องเป็นทิศทางเดียวกัน ระยะทางต้องสั้นที่สุด มีการประสานงานกันระหว่าง-หน่วยงาน มีการประเมินประสิทธิภาพในทุกครั้งที่มีผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสู่สายการผลิต

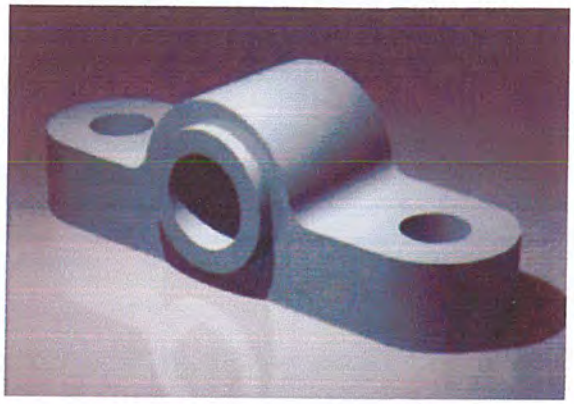
2.2 การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine design)

ศึกษาเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ทั่วไปในการออกแบบเครื่องจักรกลและชิ้นส่วน ในการคำนวณความแข็งแรงของวัสดุและทฤษฎีความเสียหาย คุณสมบัติและการเลือกใช้วัสดุ อยู่ในข้อจำกัดของการออกแบบและปัญหาเชิงเศรษฐศาสตร์ ข้อต่อที่ถอดได้และถอดไม่ได้ เพลาและคุมรองลื่น เบรก คลัตซ์และคัปปลิง สปริง ระบบส่งกำลังด้วยสายพานโซ่ เฟือง และสกรู ปฏิบัติเนื้อหาที่สอดคล้องกับทฤษฎี

2.2.1 การเขียนแบบทางวิศวกรรม (Engineering Drawing)

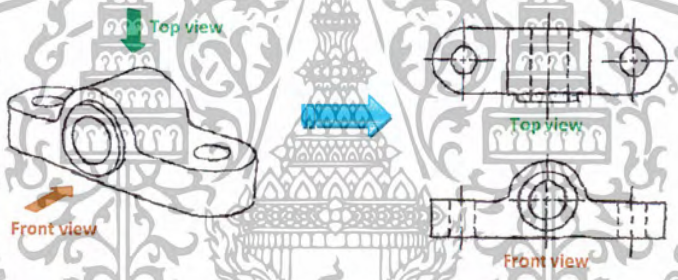
การเขียนแบบในทางวิศวกรรมนั้นมีประสิทธิภาพอย่างมากในการสื่อสารถึงรูปร่างลักษณะของวัตถุที่ วิศวกรต้องการกล่าวถึงให้สามารถเข้าใจได้ง่ายและเพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพในการสื่อสารดังกล่าวได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ให้ลองจินตนาการดูว่าผู้อ่านได้เห็นรูปวัตถุตัวอย่างดังแสดง ในรูปที่ 2.3 และผู้อ่านต้องการสื่อสารให้คนซึ่งไม่เคยเห็นวัตถุดังกล่าวมาก่อนได้เข้าใจว่าวัตถุดังกล่าวมีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร โดยใช้การเขียนเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งจะพบว่าต้องใช้ความพยายามในการเขียนอธิบายและใช้ข้อความเป็นจำนวนมาก แต่ถึงกระนั้นก็ยังไม่สามารถอธิบายถึงรูปร่างหน้าตาของวัตถุรวมถึงองค์ประกอบสำคัญๆได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 วัตถุแบบอย่างสามมิติ

แต่ถ้าเราใช้เทคนิคการเขียนแบบทางวิศวกรรมมาอธิบายถึงรูปร่างลักษณะของวัตถุดังกล่าวนั้น เราสามารถใช้ "เส้น" เพื่อแสดงถึงพื้นผิวหรือขอบของวัตถุดังแสดงในรูปที่ 2.4 โดยรูปดังกล่าวเป็นการแสดงรูปร่างลักษณะของวัตถุแบบอย่างด้วยวิธีการเขียนแบบทางวิศวกรรมแบบสเก็ตช์

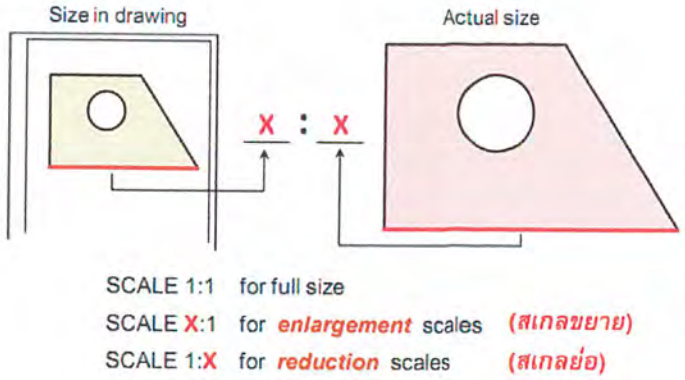


รูปที่ 2.4 ภาพสเก็ตช์ของวัตถุตัวอย่าง

2.2.1.1 มาตรฐานเกี่ยวกับสเกลสำหรับการวาดรูป (drawing scale)

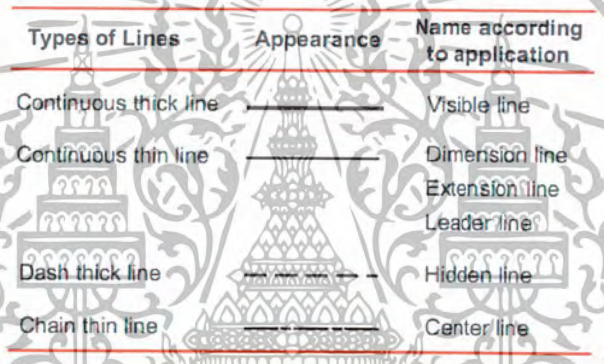
สเกลของการวาดรูป คือสัดส่วนของขนาดวัตถุที่วาดลงบนกระดาษกับขนาดของวัตถุจริง โดยใช้การเขียนข้อความเพื่อแสดงสเกลของการวาดรูปนั้นจะเริ่มจากการเขียนข้อความ "SCALE" จากนั้นตามด้วยตัวเลขเพื่อแสดงขนาดของวัตถุที่วาดบนกระดาณต่อด้วยเครื่องหมาย : แล้วตามด้วยตัวเลขเพื่อแสดงขนาดของวัตถุจริงดังแสดงในรูป 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การเขียนข้อความเพื่อแสดงสเกลของการวาดรูป

2.2.1.2 มาตรฐานเกี่ยวกับชนิดของเส้น (line type)

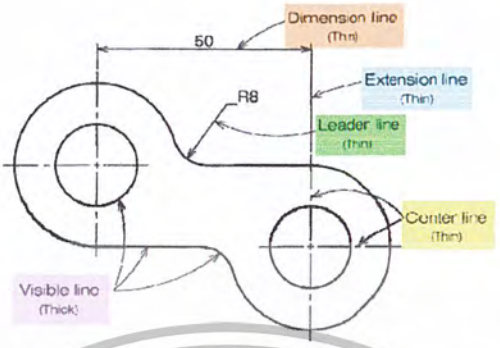


รูปที่ 2.6 ชนิดของเส้นที่ใช้ในงานเขียนแบบวิศวกรรม

เส้นชนิดแรกที่จะกล่าวถึงคือเส้น "visible line" เส้นดังกล่าวเขียนโดยใช้เส้นชนิดต่อเนื่องและเป็นเส้นเข้ม เส้นชนิดนี้จะใช้แสดงขอบของวัตถุที่เรามองเห็น เส้นชนิดที่สองคือเส้น "dimension line" , "extension line" และ "leader line" เส้นเหล่านี้เขียนโดยใช้เส้นชนิดต่อเนื่องแบบเดียวกับเส้น "visible line" แต่เป็นเส้นอ่อน เราใช้เส้นเหล่านี้ในการบอกขนาดในส่วนวัตถุ เส้นชนิดที่สามคือเส้น "hidden line" เส้นนี้เรียกอีกอย่างว่าเส้นประนั่นเอง ซึ่งเขียนโดยเส้นเข้มและใช้สำหรับแสดงขอบของวัตถุที่ถูกบังอยู่ สุดท้ายคือเส้น "center line" เส้นนี้มีลักษณะเป็นเส้นยาวและสั้นสลับกันโดยเส้นยาวควรยาวมากกว่าเส้นสั้นประมาณ 10-15 เท่า ยกตัวอย่างเช่นถ้าเราลากเส้นสั้นประมาณ 2 มม. เส้นยาวก็ควรประมาณ 20-30 มม. เป็นต้น เส้นนี้ต้องลากด้วยเส้นเบาและใช้เพื่อแสดง ความสมมาตรหรือแสดงจุดศูนย์กลางของวงกลมหรือแสดงแกนของทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

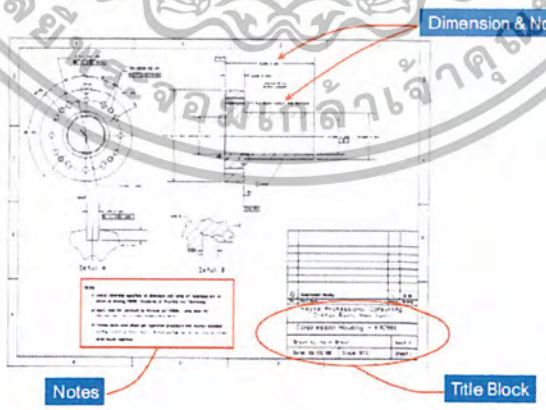
ก็ได้ โดยตัวอย่างการใช้เส้นเหล่านี้ในการสร้างภาพในงานเขียนแบบวิศวกรรมได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการใช้เส้นชนิดต่างๆ ในงานเขียนแบบวิศวกรรม

2.2.1.3 การระบุตัวอักษร (lettering)

เราใช้ตัวอักษรในงานเขียนแบบเมื่อต้องการสื่อความหมายในกรณีที่ภาษาภาพไม่สามารถทำได้ เช่น เมื่อเราต้องการบอกขนาดความยาวของวัตถุ ขนาดรัศมีของวงกลมหรือข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตที่ต้องใช้ข้อความอธิบาย แม้แต่ชื่อของผู้ที่ทำการเขียนแบบและตรวจทานแบบนั้นเป็นต้น ดังนั้นตัวอักษรในงานเขียนแบบควรที่จะต้องอ่านได้ง่าย ซึ่งตัวแปรที่จะทำให้ตัวอักษรหรือข้อความนั้นอ่านได้ง่ายคือ รูปร่างของตัวอักษรและช่องไฟระหว่างตัวอักษรและคำต้องมีความเหมาะสม ไม่ชิดหรือว่าห่างจนเกินไป สุดท้ายตัวอักษรที่เขียนต้องมีรูปแบบที่สม่ำเสมอทั้งขนาดและความหนาของเส้นที่ใช้เขียนตัวอักษร



รูปที่ 2.8 การระบุตัวอักษรลงในงานเขียนแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานสำหรับการเขียนตัวอักษรในงานเขียนแบบที่เราจะเรียนนี้อ้างอิงมาจากมาตรฐาน ANSI นั่นคือ

ใช้ตัวอักษรตรงตามรูปแบบโกธิค (vertical Gothic style)

สามารถใช้ตัวอักษรแบบตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กก็ได้ขนาดความสูงของตัวอักษรควรมีขนาดประมาณ 3 มม. (ไม่ต้องวัดขนาดขณะที่เขียนแต่ควรใช้การประมาณเอา) ส่วนตัวอักษรใน title block ควรจะใหญ่กว่าสักเล็กน้อยคือมีขนาด 5-8 มม.

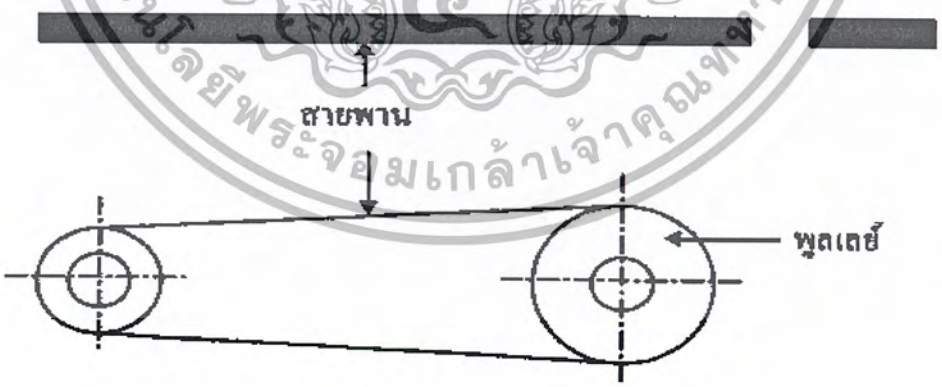
สำหรับระยะห่างระหว่างบรรทัดควรไม่ต่ำกว่า 1/3 ของความสูงตัวอักษรที่เขียน

2.2.2 ชนิดของสายพาน

สายพานและพูลเลย์ที่ใช้งานกับเครื่องจักรกลทั่วไปมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษะการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.2.1 สายพานแบน (FLAT BELT)

ใช้สำหรับถ่ายทอดกำลังระหว่างเพล้าปผิวเกลี้ยได้ระหว่าง 0.1 กิโลวัตต์ ถึง 4,000 กิโลวัตต์ ความเร็วรอบของล้อได้สูงถึง 200,000 รอบต่อนาทีและความเร็วแล่นของสายพานได้ถึง 100 เมตรต่อนาที โครงสร้างของสายพานแบนที่ใช้กันทั่วไปมี 3 แบบ คือ แบบหุ้มตัว แบบชั้นและแบบหล่อดังรูปที่ 2.9

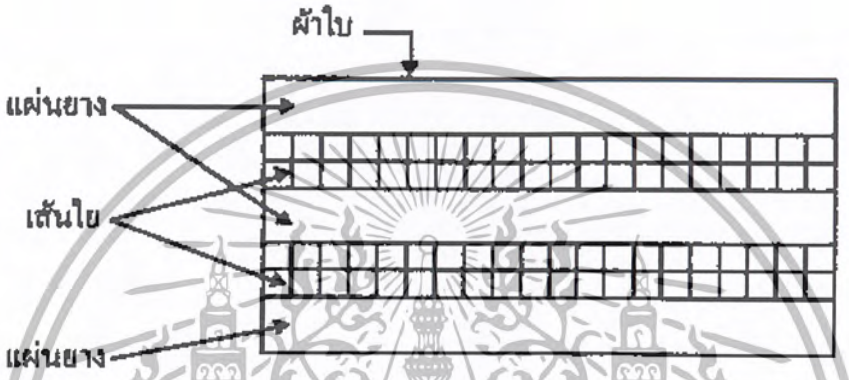


รูปที่ 2.9 ลักษณะของสายพานแบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1.1 สายพานแบบหุ้มตัว (FOLD EDGE)

ใช้เส้นใยทอเป็นแถบห่อแผ่นยางสลับกัน โดยใช้กาวยึดติดสายพานแบบนี้เมื่อใช้งานต้องต่อปลายทั้ง 2 ข้างเข้าด้วยกัน ตัวสายพานถูกห่อไว้โดยรอบตัวเพื่อป้องกันความเปลี่ยนแปลงของความชื้นอากาศและอุณหภูมิแวดล้อมและช่วยลดความสึกหรอเนื่องจากการเสียดสีระหว่างสายพานกับผิวล้อพูลเลย์ ดังรูปที่ 2.10

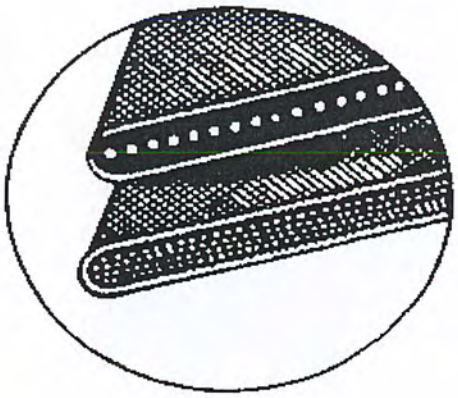


รูปที่ 2.10 โครงสร้างของสายพานแบบหุ้มตัว

2.2.2.1.2 สายพานแบบชั้น (CORD)

เป็นสายพานที่นำเส้นเชือกที่มีขนาดต่างกันแต่ละชนิดขดเป็นวงเรียงกันและยึดติดกันและต่อกันเป็นกันด้วยยาง นำแต่ละวงมาผนึกกันเป็นชั้นๆด้วยกาวยาง สายพานแบบนี้สร้างเป็นวงสำเร็จไม่มีรูปไม่มีรอยต่อจะมีขนาดความยาวระบุจากโรงงานผลิต เนื่องจากใช้กาวยางผนึกติดกันเป็นชิ้นๆการใช้งานจึงไม่สมควรใช้กับพลูเลย์ซึ่งมีวงกลมเล็กและล้อขึงสายพาน ดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ลักษณะโครงสร้างของสายพานแบบชั้น

2.2.2.1.3 สายพานแบบหล่อ (ROW EDGE)

เป็นสายพานที่วิวัฒนาการของกรมวิธีการผลิตสำเร็จรูปเส้นเชือกและถูกนำมาทอเป็นแถบและวงวางซ้อนสลับกับยางโดยไม่มีรอยต่อ นำมาหล่อติดกันเป็นชั้นเดียวโดยการใช้การใช้ความร้อน สายพานแบบหล่อนี้จะโค้งตัวดีเหมาะสำหรับใช้กับพูลเลย์ล้อเล็กๆได้และสามารถรับแรงดึงได้สูงเหมาะสำหรับงานหนัก โครงสร้างมีลักษณะ ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 ลักษณะโครงสร้างของสายพานแบบหล่อ

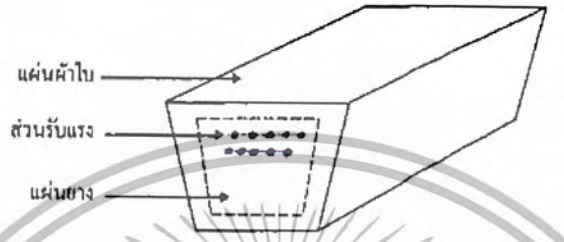
2.2.2.2 สายพานลิ่ม (V-BELT)

สายพานลิ่มที่ลักษณะคล้ายกับสายพานแบนคือ ใช้เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์วงแหวนเป็นแกนแรงและห่อหุ้มด้วยยางหรือวัสดุเดียวกับแกน สาย พานลิ่มมีรูปหน้าที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านข้างหน้าทั้งสองเอียงสอบเข้าหากันทำมุม 38 ถึง 44 องศา สายพานลิ่มส่งถ่ายกำลังด้วยพลูเลย์ ผิวเกลี้ยงเป็นร่อง สายพานลิ่มยังแบ่งชนิดออกไปตามลักษณะการใช้งานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2.1 สายพานลิ่มปกติ

เป็นสายพานที่ใช้งานกันโดยทั่วไปกับเครื่องจักรกลธรรมดาที่ความเร็วรอบไม่มากนัก ทำด้วยแผ่นยางสลับกับผ้าใบเป็นชั้นๆสายพานแบบนี้มีลักษณะดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ลักษณะโครงสร้างของสายพานปกติ

2.2.2.2.2 สายพานลิ่มร่วม

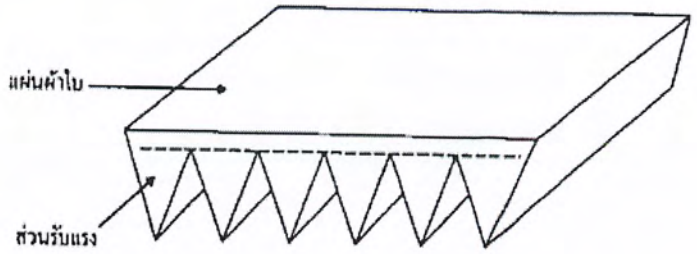
เป็นสายพานที่สร้างลิ่มหลายลิ่มมารวมกันในเส้นเดียวปัจจุบันนิยมใช้มาก สายพานแบบนี้จะมีแผ่นเป็นยางสังเคราะห์ เหมาะสมกับงานที่มีงานถ่ายเมโมเมนต์หมุนที่ไม่สม่ำเสมอ และระยะห่างระหว่างแกนเพลามากๆสายพานแบบนี้มีลักษณะดังรูปที่ 2.14

รูปที่ 2.14 ลักษณะโครงสร้างสายพานแบบลิ่มร่วม

2.2.2.2.3 สายพานลิ่มแหลม

เป็นสายพานลิ่มเช่นกันแต่ละลิ่มจะแหลม สามารถกระจายแรงตามแนวรัศมีไปยังแผ่นปิดด้านบนสายพานอย่างสม่ำเสมอตลอดหน้ากว้าง เหมาะใช้กับเพลาระยะห่างมากๆ และรับแรงสูง สายพานแบบนี้มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.15

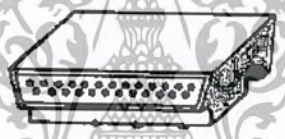
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ลักษณะโครงสร้างของสายพานลิ่มแบบแหลม

2.2.2.2.4 สายพานลิ่มหน้ากว้าง

เป็นสายพานรูปร่างพิเศษที่ใช้สำหรับการส่งกำลัง เพื่อการปรับความเร็วรอบตามความต้องการ สายพานชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้าง ดังรูปที่ 2.16

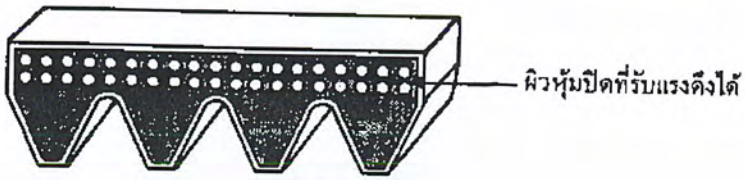


รูปที่ 2.16 ลักษณะโครงสร้างของสายพานหน้ากว้าง

2.2.2.2.5 สายพานลิ่มหลายรูปพรรณ

เป็นสายพานที่ผิวชั้นบนเป็นพลาสติกหุ้มอยู่โดยรอบ ทำหน้าที่เป็นผิวรับแรงดึงส่วนเนื้อสายพานร่องลิ่มเป็นสายพานที่เรียงต่อกัน ส่วนที่สวมสัมผัสผิวร่องล้อพูลเลย์ได้สนิทพอดีซึ่งทำให้แรงตามแนวรัศมีถูกถ่ายเทไปยังด้านบนสายพาน เหมาะกับงานที่มีอัตราทดสูงมากๆและส่งกำลังได้ถึง 600 กิโลวัตต์ สายพานชนิดนี้มีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.17

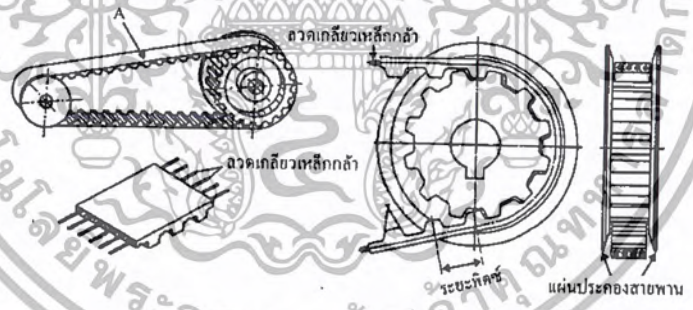
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ลักษณะโครงสร้างของสายพานลิ่มรูปพรรณ

2.2.2.3 สายพานฟันเฟือง (Tooth BELT)

เป็นสายพานที่แกนรับแรงทำด้วยลวดลายเหล็กกล้าหรือทำด้วยลวดไฟเบอร์ฝังอยู่ในยางเทียมซี่ฟันของสายพานทำด้วยยางเทียมแต่มีสูตรผสมพิเศษเพื่อให้คงรูปพอดี ล้อขพูลเลย์ผิวภายนอกซึ่งสัมผัสกับผิวของล้อ ซึ่งฟันจะหุ้มด้วยเส้นใยไนลอนเพื่อลดความสึกหรอสายพานชนิดนี้สามารถงอตัวได้ดีใช้กับพลูเลย์ล้อเล็กๆที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตรได้ ความเร็วแล่นของเพลาชิดมากได้ ต้องการผิวส่งกำลังได้ถึง 40 กิโลวัตต์ ความดึงของสายพานแบบนี้ไม่ต้องดึงเหมือนสายพานแบบลิ่มเนื่องจากฟันบนผิวล้อ โครงสร้างของสายพานชนิดนี้มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 ลักษณะโครงสร้างของสายพานฟันเฟือง

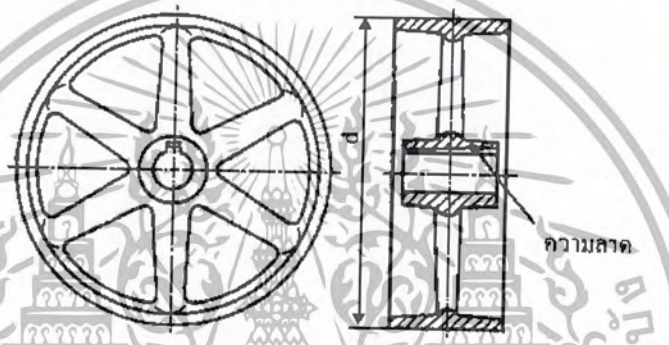
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ชนิดของพูลเลย์

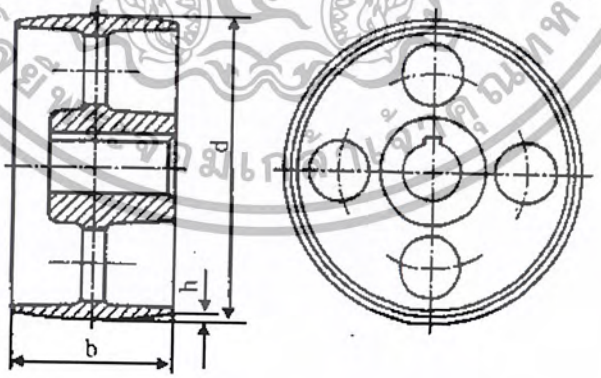
พูลเลย์เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรที่ใช้งานร่วมกับสายพาน ลักษณะรูปร่างของพูลเลย์ที่ใช้ก็จะขึ้นกับลักษณะของสายพานชนิดนั้นๆดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.3.1 พลูเลย์สายพานแบน

เป็นพลูเลย์ที่ใช้คู่กับสายพานแบนทำจากหล่อ เหล็ก กล้า โลหะเบา พลาสติก ไม้ บนผิวล้อที่สัมผัสกับสายพานจะต้องลื่นมิเช่นนั้นจะทำให้สายพานสึกหรอเร็วมาก โดยให้มีความหยาบของผิวอยู่ระหว่าง 4 ถึง 10 Um พูลเลย์แบบรูปโค้งและพูลเพย์แบบถอดแยกเป็น 2 ชิ้นได้ ดังรูปที่ 2.19, 2.20, 2.21



รูปที่ 2.19 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนรูปทรงกระบอก



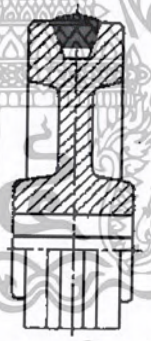
รูปที่ 2.20 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนรูปผิวโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 ลักษณะโครงสร้างของพูลเลย์สายพานแบนแบบถอดแยก 2 ชิ้นได้

2.2.3.2 พูลเลย์สายพานลิ่ม

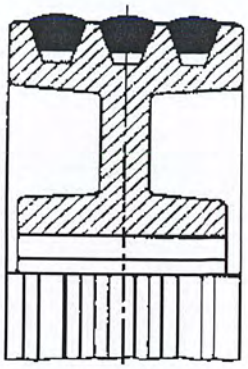
ตามมาตรฐานของ DIN 2217 พูลเลย์ สายพานที่ลิ่มจะแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมรวมของร่องล้อพูลเลย์สายพานลิ่มเท่ากับ 32 องศา 34 ลิปดาและ 38 องศา โดยล้อพูลเลย์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่าจะมีมุมร่องล้อพูลเลย์ที่โตกว่าร่องล้อพูลเลย์จะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อและจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อไม่เช่นนั้นสายพานจะเกิดสูญเสียปฏิกิริยา แรงลิ่มขัน ลักษณะของพูลเลย์สายพานลิ่มลักษณะ ดังรูปที่ 2.22, 2.23, 2.24



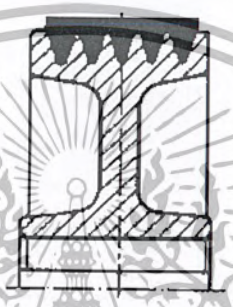
รูป 2.22 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



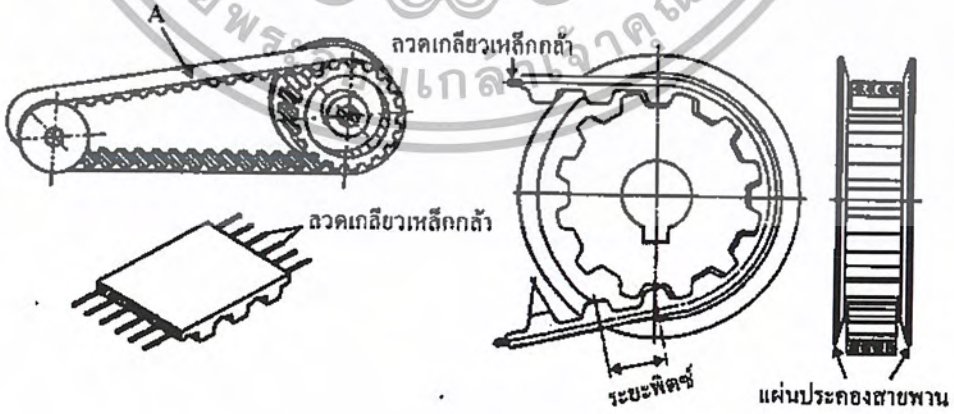
รูปที่ 2.23 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบรวม



รูปที่ 2.24 ลักษณะพูลเลย์สายพานลิ่มแบบแหลม

2.3.3.3 พูลเลย์สายพานฟันเฟือง

พูลเลย์แบบนี้มีลักษณะคล้ายกับเฟืองสำหรับเป็นตัวสัมผัส สายใช้ในการส่งกำลัง ระยะพิตช์ฟันเฟืองของพูลเลย์สายพานฟันเฟืองมีลักษณะโครงสร้างดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 ลักษณะของพูลเลย์สายพานฟันเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
119470

2.2.4 วิศวกรรมเครื่องกลกับระบบ CNC

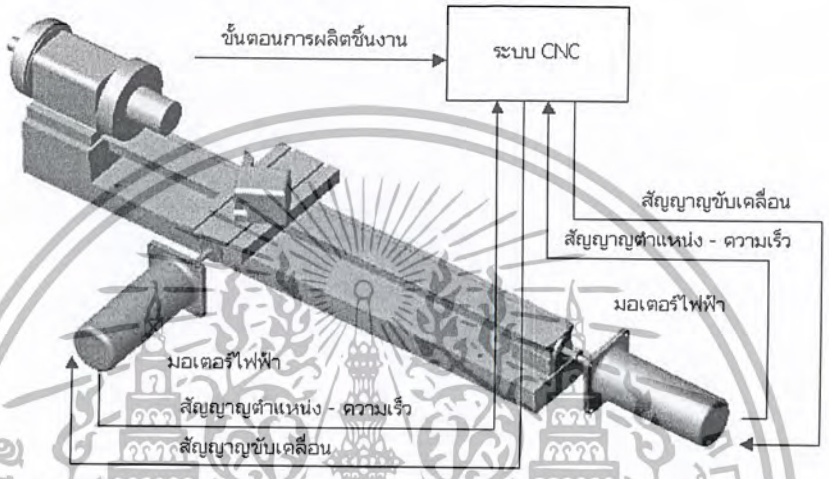
เครื่องจักรกลพื้นฐานเช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องเจียรนัยและเครื่องตัดโลหะแผ่นเป็นเครื่องจักรกลที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร เครื่องยนต์และแม่พิมพ์ ตลอดจนหน่วยงานสร้าง – ซ่อมงานโลหะโดยทั่วไป และอาจกล่าวได้ว่าความก้าวหน้าของเครื่องจักรกลประสิทธิภาพสูงหลายประเภท ในยุคปัจจุบันล้วนมีรากฐานมาจากเครื่องจักรพื้นฐานเหล่านี้ทั้งสิ้น รูปที่ 2.26 แสดงการทำงานของเครื่องกลึงที่ใช้แรงงานคนในการหมุนเกลียวขับเพื่อป้อนมีดกลึงเข้าหาชิ้นงาน ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องกลึงหรือเครื่องจักรกลพื้นฐานอื่นๆ จะต้องมีทักษะและความชำนาญในการหมุนเกลียวขับที่ใช้ในการป้อนอุปกรณ์ตัดเข้าหาชิ้นงานเป็นอย่างดี แต่ถึงกระนั้นพบได้บ่อยว่าผู้ปฏิบัติงานต้องใช้เวลามากในการผลิตชิ้นงานที่มีความละเอียดสูง เนื่องจากข้อจำกัดด้านการมองเห็นของผู้ปฏิบัติงานและความคลาดเคลื่อนจากการวัดที่ต้องทำบ่อยครั้ง ในบางครั้งยังพบว่าชิ้นงานที่ได้มีความคลาดเคลื่อนทางขนาดเกินกว่าที่จะยอมรับได้

รูปที่ 2.26 การทำงานของเครื่องกลึงที่ใช้แรงงานคน

ระบบ CNC (Computer Numerical Control) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อการเปลี่ยนแปลงและควบคุมสภาพการทำงานของเครื่องจักรกลพื้นฐานดังกล่าวจากเดิมซึ่งใช้แรงงานคนในการทำงานร่วมกับเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรเหล่านี้สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติด้วยตัวเองนอกจากนี้ ระบบ CNC ยังช่วยเพิ่มความสามารถให้เครื่องจักรพื้นฐานเหล่านี้สามารถทำงานลักษณะซับซ้อนได้ด้วยความรวดเร็วและแม่นยำในความสามารถการรับรู้ของมนุษย์โดยทั่วไปหลายสิบเท่าตัว สำหรับการประยุกต์ใช้ระบบ CNC ในเครื่องจักรพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

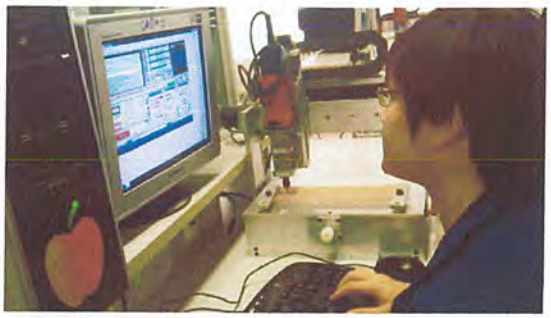
ดังกล่าว ระบบ CNC จะประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจำนวนหนึ่งซึ่งถูกนำไปใช้ในการหมุนเกลียวขับแทนมือคนและระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้ในการควบคุมมุม ความเร็วที่มอเตอร์ไฟฟ้าเหล่านั้นหมุนเกลียวขับ โดยระบบคอมพิวเตอร์ดังกล่าวสามารถควบคุมมุมของมอเตอร์ได้ด้วยความละเอียดถึง 0.1 องศาหรือดีกว่าหรือสามารถให้ความละเอียดในการป้อนอุปกรณ์ตัดเข้าสู่ชิ้นงานสูงถึง 0.02 มม หรือดีกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะคลอนของเกลียวขับ ตัวอย่างของการใช้งานระบบ CNC กับเครื่องกลึงในการป้อนมีดกลึงโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 2 ตัวแสดงไว้ในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 เครื่องกลึงโดยใช้แรงบิดในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้า

ระบบ CNC ที่สร้างขึ้นนี้สามารถควบคุมมุม ความเร็วและแรงบิดในการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้าภายใต้ความไม่แน่นอนของภาระงานและคุณสมบัติภายในได้ 4 ตัวพร้อมกัน (ขยายได้เป็น 8 ตัวเพื่อการควบคุมแขนกลลักษณะต่างๆ) โดยใช้มาตรฐานรหัส G และ M ในการสั่งการ ระบบสามารถแสดงความก้าวหน้าของการทำงานได้ทั้งใน เชิงตัวเลข เชิงรูปภาพบนจอคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนพารามิเตอร์ของระบบควบคุมให้เข้ากับการใช้งานควบคุมเครื่องจักรได้หลากหลายรูปแบบ เช่น เครื่องกัด เครื่องกลึง แขนกล เครื่องตัดพลาสม่า เครื่องลอกพื้นผิวและเครื่องพับโลหะ เป็นต้น ในการทดสอบ ระบบ CNC ที่สร้างขึ้น ถูกนำไปใช้ในการควบคุมเครื่องกัดที่ทำงานในสามมิติโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจำนวน 4 ตัว ซึ่งในจำนวนนี้ มอเตอร์ 3 ตัวถูกใช้ไปในการป้อนชิ้นงานและดอกกัดในแนว X, Y, และ Z ส่วนมอเตอร์อีกหนึ่งตัวใช้ในการหมุนดอกกัดชิ้นงาน ระบบ CNC ที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้สามารถควบคุมให้เครื่องกัดทำงานได้โดยอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ ด้วยความละเอียด 0.02 มม ถูกจำกัดด้วยระยะคลอนของเกลียวขับที่ใช้อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 นักศึกษากำลังใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุม CNC

2.3 ทฤษฎีการประมวลผลภาพและการรู้จำรูปแบบ

การประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำเอาข้อมูลนี้จัดการผ่านกระบวนการต่างๆ ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิตอลเป็นภาพที่ประกอบด้วยจุดภาพเล็กๆ จำนวนมากเรียกว่า พิกเซล(pixel) โดยใช้ตัวเลขแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของแต่ละพิกเซล ซึ่งสามารถปรับแต่งเพื่อการแสดงผลภาพตามต้องการได้ ดังนั้นภาพดิจิตอลจึงมีข้อดีคือสามารถนำมาประมวลผลปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลด้วยกระบวนการคอมพิวเตอร์ได้

2.3.1 ลักษณะและความหมายของพิกเซล

ในโลกของกราฟิกที่ใช้ในงานคอมพิวเตอร์ พิกเซลถือเป็นหน่วยย่อยที่เล็กที่สุดของรูปภาพเป็นจุดเล็กๆ ที่รวมกันทำให้เกิดภาพขึ้น ภาพหนึ่งจะประกอบด้วยพิกเซลหรือจุดมากมาย ซึ่งแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของจุดหรือพิกเซลเหล่านี้แตกต่างกันไป ความหนาแน่นของจุดนี้เป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพ โดยมีหน่วยเป็นพีพีไอ (Pixel Per Inch : ppi) คือจำนวนจุดต่อนิ้ว พิกเซลมีความสำคัญต่อการสร้างภาพของคอมพิวเตอร์มากเพราะทุกส่วนของกราฟิก เช่น จุด เส้น แบบลายและสีของภาพนั้นเริ่มจาพิกเซลทั้งสิ้น เมื่อขยายภาพจะเห็นเป็นภาพจุด โดยปกติแล้วภาพที่มีความละเอียดสูง หรือคุณภาพดีควรจะมีค่าความละเอียด 300x300 ppi ขึ้นไป ยิ่งค่าพีพีไอสูงขึ้นเท่าไร ภาพก็จะมีความละเอียดคมชัดมากขึ้นเท่านั้น

ขณะเดียวกันจุดหรือพิกเซลแต่ละจุดจะแสดงคุณสมบัติทางสีให้แก่ภาพด้วย โดยแต่ละจุดจะเป็นตัวสร้างสีประกอบกันเป็นภาพรวม ซึ่งอาจมีขนาดความเข้มและสีแตกต่างกันได้ ทำให้เกิดเป็นภาพที่มีสีสันต่างๆ การแสดงผลของอุปกรณ์แสดงผล (Output Device) ไม่ว่าจะเป็นเครื่องพิมพ์แบบดอทเมตริกหรือแบบเลเซอร์ รวมทั้งจอภาพ จะเป็นการแสดงผลแบบอาศัยการรวมกันของพิกเซลออกมาเป็นรูปภาพ (Raster Devices)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 รูปร่างของภาพ (Image Shape)

วัตถุที่มีอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นมีรูปร่างที่แตกต่างกันไป ทั้งที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตและไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต ในศาสตร์ของการประมวลผลภาพนั้น การกำหนดขอบเขตของภาพทุกภาพให้อยู่ในรูปสี่เหลี่ยม (Rectangular image model) เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากทำให้การอ่านภาพ การจัดเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำและการแสดงภาพออกทางอุปกรณ์ต่างๆ เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ สามารถทำได้โดยจัดหน่วยความจำของเครื่องไว้ในรูปของตัวแปรแถวลำดับ (Array) โดยค่าในแต่ละช่องของตัวแปรแถวลำดับแสดงถึงคุณสมบัติของพิกเซลและตำแหน่งของช่องแถวลำดับเป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดภาพ

สมมติให้รูปภาพเป็นตัวแปรแถวลำดับขนาด M x N (Mแถว Nคอลัมภ์) ที่ใช้เก็บภาพขนาด MxN จุด (M จุดในแนวนอน และ N จุดในแนวตั้ง) ค่าสีหรือความสว่าง ในกรณีที่เป็นภาพโทนสีเทา ของจุดภาพในแถวที่ 5 คอลัมภ์ที่ 4 จะตรงกับค่าของรูปภาพตำแหน่ง (5,4) จะเห็นว่าใช้ตำแหน่งของจุดภาพทั้งสองแกนเป็นตัวชี้ค่าข้อมูลในตัวแปรแถวลำดับ

จากการใช้หน่วยความจำเพื่อการเก็บภาพนั้น ในลักษณะที่กล่าวมาเนื้อที่ในการเก็บภาพสามารถคำนวณได้จาก M x N x g เมื่อ g เป็นจำนวนเต็มที่แทนจำนวนบิตข้อมูลในแต่ละจุดภาพ ตัวอย่างถ้า g มีค่าเท่ากับ 8 บิตจะสามารถเก็บความแตกต่างของระดับสีที่เป็นไปสูงสุด 256 ระดับ ค่า M และ N จะเป็นตัวบอกถึงความละเอียดของภาพหนึ่ง สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไประบบวีจีเอ (Video Graphic Array) จะมีขนาด 640x480 , 800 x 600 และ 1024 x 768 จุดเป็นต้น การกำหนดความละเอียดจะขึ้นอยู่กับงานที่ใช้ ในงานบางอย่างใช้ความละเอียด 30 x 50 จุดก็เพียงพอ แต่ในงานบางชนิด ใช้ความละเอียดถึง 1000x1000 จุดก็ยังไม่เพียงพอ

ปกติแล้วในการเก็บข้อมูลภาพโดยเครื่องมือต่าง ๆ จะเก็บตามมาตรฐานของโทรทัศน์ซึ่งมีอัตราส่วน x ต่อ y เท่ากับ 4:3 สำหรับเครื่องมือเก็บข้อมูลภาพที่ไม่เป็นไปตามอัตราส่วน 4:3 เมื่อนำภาพนี้ไปแสดงในจอภาพมาตรฐาน ทำให้ภาพที่แสดงนั้นมีขนาดของจุดภาพไม่เป็นสีเหลี่ยมจัตุรัส เช่นในบางระบบอาจจะใช้ความละเอียดในการแสดงเท่ากับ 640 x 512 ซึ่งจะทำให้ขนาดของจุดภาพที่ได้มีขนาดของด้านกว้างมีความยาวมากกว่าด้านสูง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้เป็นหัวข้อที่ต้องสนใจสำหรับการเขียนโปรแกรมทางด้านกราฟฟิกและการจัดการข้อมูลจำนวนสีสูงสุดที่เป็นไปได้ของแต่ละจุดภาพขึ้นอยู่กับจำนวนบิตที่ใช้ เมื่อมีการกำหนดให้ขนาดของบิตต่อจุด มากขึ้นจะทำให้จำนวนของสีมากขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 บิต = 21=4 สี

2 บิต = 22=4 สี

4 บิต = 24=16 สี

8 บิต = 28=256 สี

16 บิต = 216=65536 สี เป็นต้น

สำหรับการแสดงข้อมูลภาพที่มีขนาด 1 บิตและ 8 บิตนั้นจะมีการทำงานที่จะใกล้เคียงกัน เนื่องจากหน่วยประมวลผลจะไม่สามารถจัดการกับข้อมูลที่เป็นบิตเดี่ยว ๆ ได้ดังนั้นในการแสดงข้อมูลออกทางจอภาพตัวโปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลทั้ง 8 บิต (1 Byte) ส่งให้กับจอภาพซึ่งในกรณีที่ Pixel มีขนาด 1 บิต เมื่อโปรเซสเซอร์จะทำงานกับบิตแรกที่ต้องการแล้วก็จะทำการก็อปปี้ข้อมูลชุดใหม่ทันทีโดยที่ไม่เกี่ยวกับข้อมูลอีก 7 บิตที่เหลือส่วนในกรณี Pixel ที่มีขนาด 8 บิต โปรเซสเซอร์จะทำการก็อปปี้ข้อมูลจุดใหม่ก็ต่อเมื่อโปรเซสเซอร์ทำงานกับทุกบิตแล้ว

ตัวอย่างสำหรับระบบที่มีความละเอียดเท่ากับ 800x600 และมีขนาด 16 บิตต่อ Pixel จะสามารถแสดงสีได้ทั้งหมด 65536 ระดับและต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บเท่ากับ 800x600x16 บิต

2.3.3 การประมวลผลภาพคอมพิวเตอร์กราฟิก

ภาพที่เก็บในคอมพิวเตอร์นั้น มีวิธีการประมวลผลภาพ 2 แบบแตกต่างกันไปตามแต่ละโปรแกรมดังนี้ คือ การประมวลผลแบบ Raster เป็นการประมวลแบบอาศัยการอ่านค่าสีในแต่ละพิกเซล มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Bitmap จะเก็บข้อมูลเป็นค่า 0 และ 1 แต่ละพิกเซลจะมีการเก็บค่าสีที่เจาะจงในแต่ละตำแหน่ง ซึ่งเหมาะกับภาพที่มีลักษณะแบบภาพถ่าย ซึ่งสามารถใช้เทคนิคในการปรับแต่งสี และการใช้เอฟเฟคต์พิเศษให้กับภาพ แต่มีข้อเสีย คือ ภาพที่ได้จะมีไฟล์ขนาดใหญ่และเมื่อมีการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นจะส่งผลให้พิกเซลของภาพมีขนาดใหญ่ตามด้วย เราจึงเห็นว่าภาพจะไม่ละเอียดหรือแตกนั่นเอง

2.3.3.1 การประมวลผลแบบ Raster

ได้แก่ ไฟล์ภาพ .TIF, .GIF, .JPG, .BMP และ .PCX เป็นต้น โดยโปรแกรมที่ใช้ทำงานกับภาพ Raster คือ Photoshop, PhotoPaint และ Paintbrush เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

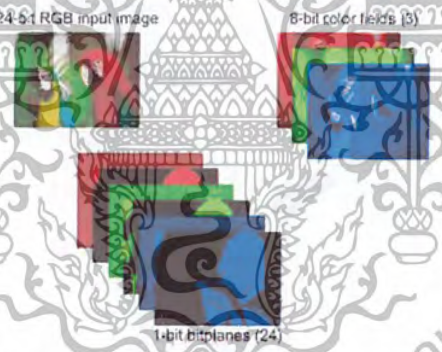
2.3.3.2 การประมวลผลแบบ Vector

เป็นการประมวลผลแบบอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยมีสีและตำแหน่งของสีที่แน่นอน ฉะนั้นไม่ว่าเราจะมีการเคลื่อนย้ายที่หรือย่อขยายขนาดของภาพ ภาพก็จะไม่เสียรูปทรงในเชิงเรขาคณิตและความละเอียดของภาพจะไม่ลดลงด้วยจึงทำให้ภาพยังคงคมชัดเหมือนเดิม แม้ขนาดของภาพจะเปลี่ยนแปลงใหญ่ขึ้นหรือเล็กลงก็ตาม แต่มีข้อเสียที่ไม่สามารถใช้เอฟเฟคต์ในการปรับแต่งภาพได้เหมือนกับภาพแบบ Raster การประมวลผลภาพลักษณะนี้ ได้แก่ใช้ในโปรแกรมการวาดภาพ Illustrator, CorelDraw ภาพ .WMF เป็นภาพคลิปอาร์ตในโปรแกรม Microsoft Word และภาพ.PLTในโปรแกรมการออกแบบAutoCAD

2.3.4 มาตรฐานของสี

2.3.4.1 ระบบสี RGB

ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียวและน้ำเงิน โดยมีการรวมกันแบบบวก (Additive) ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแสดงผลแบบ CRT (Cathode Ray Tube) ในการใช้งานระบบสี RGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างออกไป ที่นิยมใช้งานได้แก่



รูปที่ 2.29 ภาพสีที่เกิดจาก 3 เมกตริกซ์ซ้อนกัน

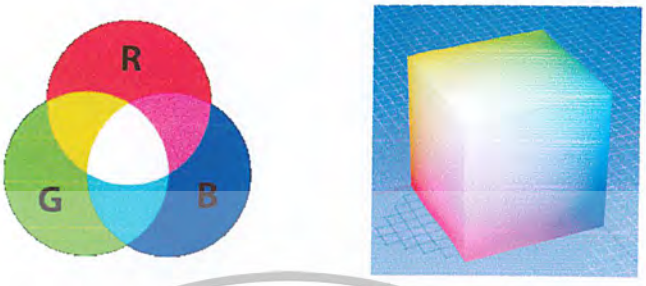
2.3.4.1.1 ระบบสีแบบ RGB ของ CIE

เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นโดย CIE (Commission International l 'Eclairage) ซึ่งอ้างอิงสีด้วยสีแดงที่ 700 nm สีเขียวเท่ากับ 546.1 nm และสีน้ำเงิน 435.8 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.1.2 ระบบสีแบบ RGB ของ NTSC

เป็นระบบที่พัฒนาโดย NTSC (National Television System Committee) เพื่อใช้สำหรับการแสดงภาพของจอภาพแบบ CRT เป็นมาตรฐานสำหรับผู้ผลิตแบบ CRT ให้มีลักษณะเดียวกัน



รูปที่ 2.30 การผสมของสี

2.3.4.2 ระบบสี HSV

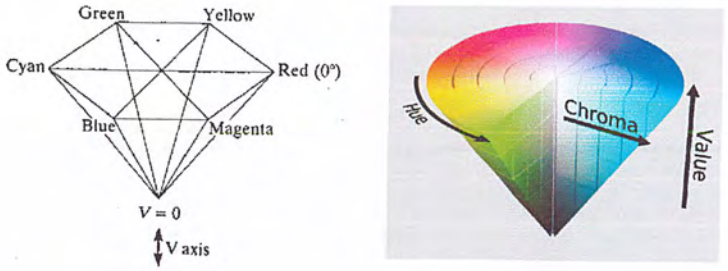
ระบบสี HSV (Hue Saturation Value) เป็นการพิจารณาสีโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก(แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดงเท่ากับ 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา Hue สามารถคำนวณได้จากระบบสี RGB ได้ตามสมการที่ (2.1)

$$red_k = red - \min(red, green, blue)$$

$$green_k = green - \min(red, green, blue)$$

$$blue_k = blue - \min(red, green, blue) \qquad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 ลักษณะโมเดลของระบบ HSV

จากลักษณะโมเดลของระบบ Hue พบว่าจะมีค่าอย่างน้อยหนึ่งค่าที่จะเท่ากับ 0 แต่ถ้ามีสองค่าเท่ากับ 0 แล้ว hue จะเป็นมุมของสีมีค่าเป็นไปตามสีที่สามและถ้าทั้งสามสีมีค่าเท่ากับ 0 แล้วจะทำให้ไม่มีค่าของ Hue หรือสีที่ได้จะมีค่าเท่ากับสีขาวนั่นเอง ตัวอย่างเช่น จอภาพขาว-ดำ ถ้าเกิดมีสีใดสีหนึ่งมีค่าเท่ากับ 0 จะทำให้ค่าสีที่ได้เป็นไปตามสีที่เหลือ การให้น้ำหนักในการพิจารณาเมื่อสีแดงมีค่าเท่ากับ 0 ตามสมการที่ (2.2)

$$\frac{(240 x blue_k) + (120 x green_k)}{blue_k + green_k} \tag{2.2}$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีซึ่งถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 แล้วสีที่ได้จะไม่มี Hue ซึ่งจะเป็นสีขาวล้วนแต่ถ้า Saturation มีค่าเท่ากับ 255 แสดงว่าจะไม่มีแสงสีขาวผสมอยู่เลย Saturation สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.3)

$$Saturation = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue)} \tag{2.3}$$

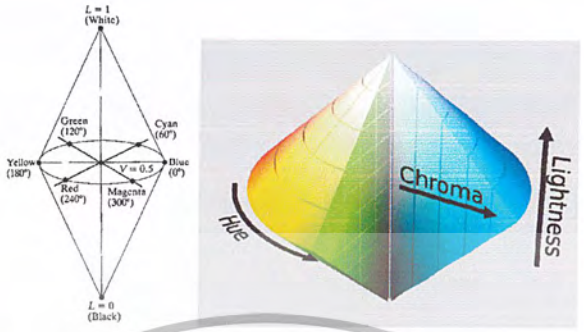
Value คือความสว่างของสี ซึ่งสามารถวัดได้โดยค่าความเข้มของความสว่างของแต่ละสีที่ประกอบกันสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.4)

$$value = \max(red, green, blue) \tag{2.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.3 ระบบสีแบบ HLS

ระบบสีแบบ HLS (Hue lightness saturation) พัฒนาโดย Teletromix Incorporated จะมีลักษณะคล้ายกับ HSV ดังนี้คือสีของระบบจะขึ้นอยู่กับ Hue Lightness และ Saturation



รูปที่ 2.32 ลักษณะโมเดลของระบบ HLS

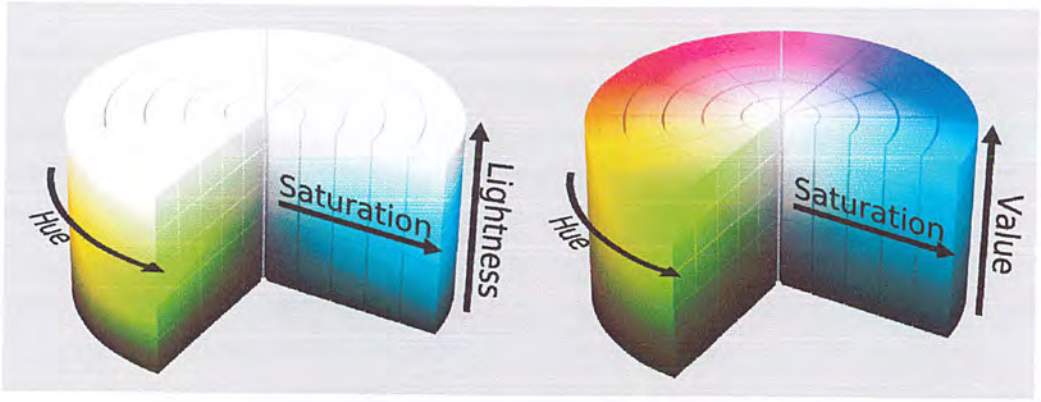
Hue คือค่าของสีหลักซึ่งมีสีน้ำเงินอยู่ที่ 0 องศา สีเขียวอยู่ที่ 120 องศา และสีแดงอยู่ที่ 240 องศา Lightness คือค่าความสว่างซึ่งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามแนวแกน L โดยที่ L = 0 จะเป็นสีดำนั้น L = 1 จะเป็นสีขาว สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.5)

$$lightness = \frac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{2} \tag{2.5}$$

Saturation คือความบริสุทธิ์ของสีสามารถหาได้ดังสมการที่ (2.6)

$$saturation = \begin{cases} \dfrac{\max(red, green, blue) + \min(red, green, blue)}{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)} & if\ L <= 0.5 \\ \dfrac{\max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)}{2 - \max(red, green, blue) - \min(red, green, blue)} & if\ otherwise \end{cases} \tag{2.6}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 การเทียบโมเดลระหว่าง 2 ระบบสี

2.3.4.4 ระบบสีแบบ CMY

CMY (Cyan Magenta Yellow) เป็นระบบสีที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีโดยมีสีหลักคือสี Cyan Magenta และ Yellow ซึ่งเรียกว่า Subtractive primaries Color สีแดง เขียวและน้ำเงิน เรียกว่า Additive primaries Color) ระบบสีแบบ CMY สามารถหาได้โดยการนำเอาสีในระบบ RGB

ระบบสี CMY จะนำไปใช้สำหรับการพิมพ์ภาพสีแต่ยังไม่ดีเท่าที่ควรเนื่องจากยังไม่สามารถสร้างสีดำได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นจึงมีการใช้ระบบ CMYK แทน

2.3.4.5 ระบบสีแบบ YUV

ระบบสีแบบ YUV ใช้สำหรับโทรทัศน์แบบ PAL และ SECAM ซึ่งยังมีใช้อยู่ในหลาย ๆ ประเทศโดย Y คือค่าความสว่างของภาพ ส่วนสัญญาณ U และ V เป็นสัญญาณที่เก็บค่าสีของภาพ ต่อมาได้มีระบบ YIQ มาใช้แทนเนื่องจากพบว่าสัญญาณ I และ Q สามารถลด Bandwidth ได้มากกว่าสัญญาณ U และ V ในขณะที่ได้ภาพที่มีคุณภาพเท่ากัน

2.3.4.6 ระบบสีแบบ YIQ

เป็นระบบที่ใช้ใน TV Broadcasting สำหรับ NTSC ประโยชน์หลักก็เพื่อให้ใช้งานได้กับโทรทัศน์แบบขาว-ดำ โดยที่ y คือความสว่างของภาพ ส่วน I และ Q จะเป็นสัญญาณที่เข้ารหัสสีของภาพไว้ดังนั้นสำหรับโทรทัศน์ขาว-ดำ นั้นสามารถใช้ค่า Y ค่าเดียวก็สามารถได้ภาพที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

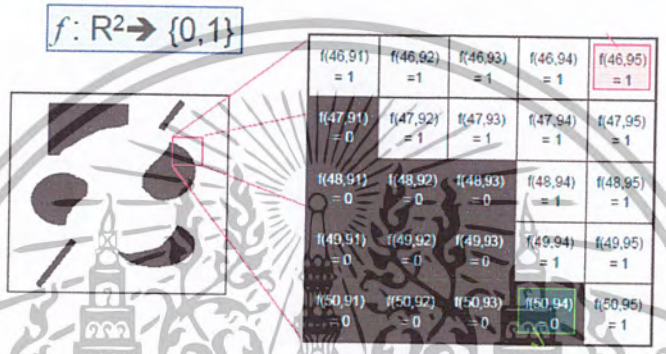
2.3.4.7 ระบบสีแบบ XYZ

เป็นระบบสีที่ CIE ได้กำหนดให้มีขึ้นเป็นมาตรฐานเนื่องจากในระบบสี RGB ยังไม่สามารถสร้างสีที่เป็นไปได้ทั้งหมดดังนั้นจึงได้มีตั้งระบบสี XYZ ซึ่งเป็นระบบสีที่สมมุติขึ้น

2.3.5 ประเภทของภาพดิจิตอล

2.3.5.1 Binary Image

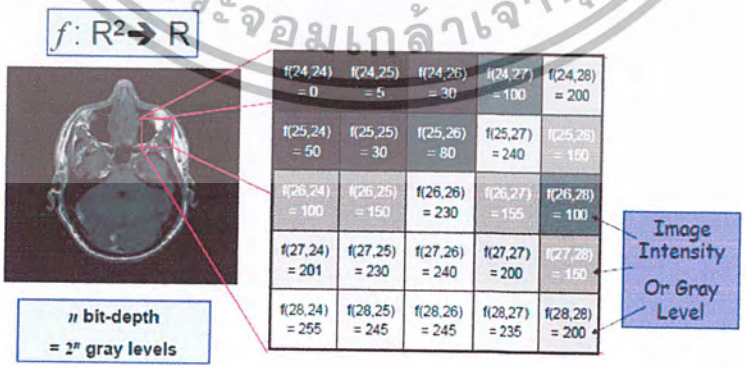
เป็นภาพที่มีระดับความแตกต่างของสีในภาพเพียง 2 ระดับคือสีขาว(แทนค่าด้วย1) และสีดำ(แทนค่าด้วย 0) เท่านั้น



รูปที่2.34 Binary Image

2.3.5.2 Gray Image

เป็นภาพที่มีระดับสีของภาพตามความเข้มแสงที่เข้ามา โดยภาพจะมีลักษณะเป็นภาพโทนสีเทา โดยระดับความเข้มแสงขึ้นอยู่กับจำนวนบิตข้อมูลที่ใช้แทนระดับความเข้มแสง คือ สว่างสุด (แทนค่าด้วย 255) และเข้มสุด(แทนค่าด้วย 0)

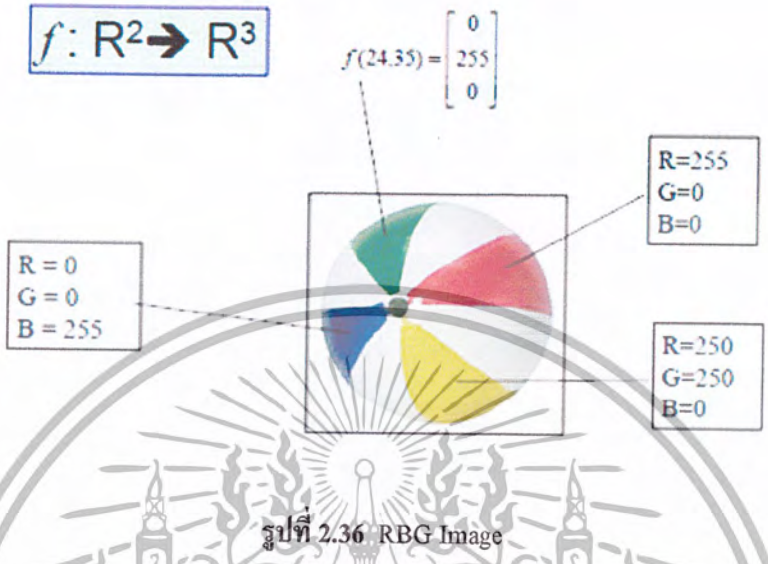


รูปที่ 2.35 Gray Image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5.3 Color Image (RBG)

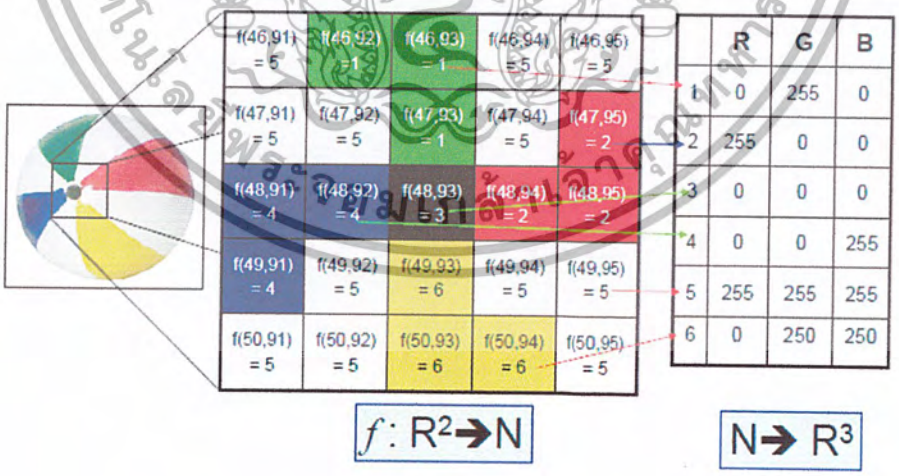
เป็นภาพที่แต่ละพิกเซลจะประกอบด้วยค่า 3 ค่าคือค่าของความเข้ม สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน



รูปที่ 2.36 RBG Image

2.3.5.4 Indexed Image

เป็นภาพที่แต่ละpixel จะเก็บค่า Index Number ซึ่งเป็นค่าที่มีความสัมพันธ์กับสีในตารางที่ใช้เปรียบเทียบ



รูปที่ 2.37 Indexed Image

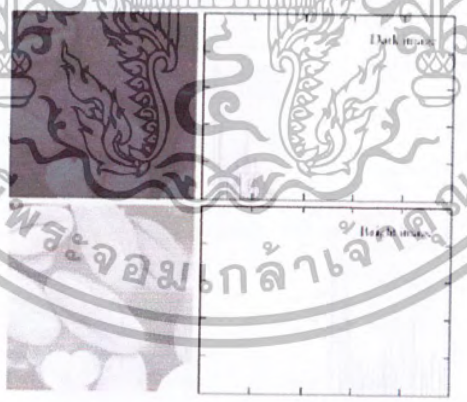
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ฮีสโตแกรม (Histogram)

ฮีสโตแกรมคือ มาตรวัดที่ใช้ในการบอกการกระจายของค่าระดับสีในภาพทั้งภาพนั้น เพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งการวิเคราะห์จากฮีสโตแกรมนี้จะได้ผลออกมาเป็นกราฟแท่งที่บอกความสว่างในแต่ละช่วงของภาพ ตัวอย่างเช่นดังรูป ภาพ RGB ปกติ

รูปที่ 2.38 ภาพฮิสโตแกรม โดยมีสภาวะของรูปที่แตกต่างกัน

ฮีสโตแกรมนั้น สามารถบอกได้ว่าภาพนี้สว่างหรือไม่สว่าง หรือมี ปัจจัยอื่นๆ ที่ภาพดังนี้

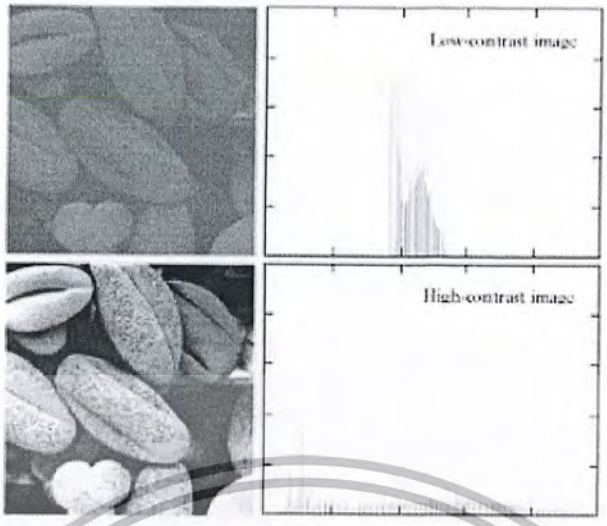


รูปที่ 2.39 ภาพฮิสโตแกรม ที่ 1

จาก Dark Image ค่าของ Gray Level กระจายตัวอยู่ทางด้านซ้าย เป็นช่วงที่มีค่าต่ำ

จาก Bright Image ค่าของ Gray Level กระจายตัวอยู่ทางด้านขวา เป็นช่วงที่มีค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.40 ภาพฮิสโตแกรม ที่ 2

จาก Low-contrast image ค่าของ Gray Level กระจายตัวอยู่ตรงกลาง เป็นกลุ่มแคบๆ
จาก High-contrast image ค่าของ Gray Level กระจายตัวอยู่ทั่วไป ค่อนข้างสม่ำเสมอ

2.3.7 การแปลงสีให้เป็นภาพสีขาวดำ (Thresholding)

เป็นกระบวนการแปลงภาพสีให้มีการแสดงผลได้แค่ 2 ระดับ คือ ขาวและดำ โดยจะแปลงข้อมูลภาพให้เป็นภาพไบนารี่ (Binary Image) มีกระบวนการแปลงภาพที่มีความเข้มหลายระดับ (Multilevel Image) ให้เป็นภาพที่มีความเข้มเพียง 2 ระดับ หรือ 1 บิต คือ 0 และ 1 แทนด้วยจุดที่มีภาพสีขาวและ 0 แทนด้วยจุดภาพที่มีสีดำ

เทคนิคการทำเทรชโชลด์ คือการพิจารณาจุดภาพภาพว่าจุดใดควรจะเป็นจุดภาพที่มีสีขาวหรือจุดในควรจะเป็นจุดที่มีค่าเท่ากับ 0 (จุดภาพที่มีสีดำ) โดยจะทำการเปรียบเทียบค่าของแต่ละจุดภาพ f(x,y) กับค่าคงที่ที่เรียกว่าเทรชโชลด์ (Threshold Value) เทคนิคนี้นิยมใช้กันมากในกรณีที่มีความแตกต่างระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) ค่าจุดภาพที่มีค่าน้อยกว่าเทรชโชลด์จะถูกกำหนดเป็น 0 (จุดภาพที่มีสีดำ) และถ้าค่าของจุดภาพใดๆ ในภาพมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโชลด์จะถูกกำหนดให้เป็น 1 (จุดภาพที่มีสีขาว)

ในการทำภาพไบนารี่โดยการแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาว-ดำ ให้ได้ภาพดีและคมชัด ต้องเกิดจากการเลือกค่าเทรชโชลด์ที่ถูกต้องและเหมาะสม ถ้าเลือกค่าเทรชโชลด์ไม่เหมาะสม เช่นค่าเทรชโชลด์ที่มากหรือน้อยจนเกินไป ภาพที่ได้จะขาดความคมชัดหรืออาจทำให้รายละเอียดของภาพขาดหายไป ภาพที่ได้อาจจะมืดเกินไป สว่างเกินไปหรืออาจจะเป็นภาพที่มีสิ่งรบกวน (Noise)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้น ทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่ชัดเจน ภาพที่ผ่านกระบวนการนี้จะได้ออกมาเป็น Binary Image และ Image Threshold ถือเป็น Segmentation อย่างหนึ่ง

2.3.8 ความสำคัญของ Image Segmentation

Image segmentation ใช้ในการแยกองค์ประกอบต่างๆของรูปภาพออกจากกันตามลักษณะสำคัญที่เราพิจารณา ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญของการวิเคราะห์ภาพ ดังนั้นประโยชน์ของการทำ image

2.3.8.1 segmentation

ลดจำนวนข้อมูลในรูปภาพที่ไม่จำเป็นในการวิเคราะห์ลง เนื่องจากกระบวนการ image segmentation เป็นการแยกแยะระหว่างส่วนที่เราสนใจ เช่น วัตถุในภาพ กับส่วนที่ไม่ต้องการ เช่น ฉากหลัง เมื่อตัดข้อมูลในส่วนที่ไม่ต้องการออกไปจำนวนข้อมูลที่เหลือที่จำเป็นในการวิเคราะห์จริงจะลดลงอย่างมาก จัดระเบียบข้อมูลในรูปภาพให้เป็นกลุ่มได้ดีขึ้น ข้อมูลภาพที่ผ่านการแบ่งแยกแล้ว จะมีโครงสร้างที่ชัดเจนขึ้นและนำไปใช้งานได้สะดวกขึ้น

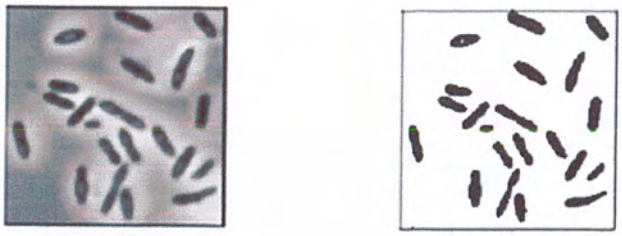
2.3.8.2 ประเภทของ Image Segmentation

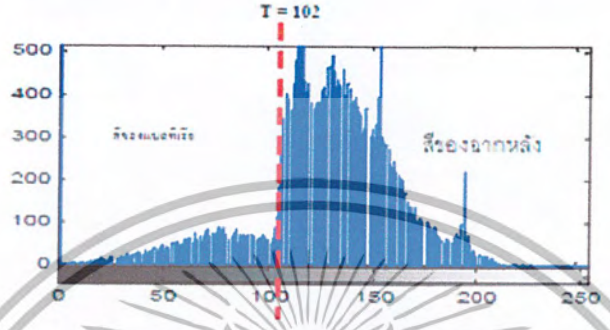
Pixel Oriented Image Segmentation - เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของรูปภาพโดยดูจากความเหมือนกันของคุณสมบัติของ pixel ภายในพื้นที่เพียงอย่างเดียว เช่น สี, ความเข้มแสง, ค่าทางสถิติ ของ pixel เช่น สีเหมือนกัน จะถูกจัดให้อยู่ภายในกลุ่มเดียวกัน ผลลัพธ์จะเป็นพื้นที่ เช่นวิธีการทำ Intensity Thresholding ดังสมการที่ (2.9)

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) > T \\ 0 & f(x,y) < T \end{cases} \qquad (2.9)$$

วิธีการนี้ใช้ได้ดีกับภาพที่วัตถุกับฉากหลังแยกกันชัดเจน สังเกตได้จาก Histogram ของภาพเป็นแบบ multimodal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 2.41 การกรอง threshold

ภาพของแบคทีเรียหลังจากการทำ Threshold ด้วยค่า 102

การเลือกค่า Threshold ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ แต่มีวิธีหนึ่งที่สามารถใช้หาค่า Threshold ได้โดยอัตโนมัติดังนี้

กำหนดค่า T ขึ้นมาอาจด้วยการสุ่มดังสมการ (2.10)

$$T = \frac{\min(P) + \max(P)}{2} \tag{2.10}$$

โดย min(P) คือค่า pixel ที่ต่ำที่สุดและ max(P) คือค่า pixel ที่ต่ำที่สุด

การแบ่ง pixel เป็น 2 ประเภท

$g_1(x,y)$ เป็น pixel ที่ intensity <= T

$g_2(x,y)$ เป็น pixel ที่ intensity > T

คำนวณค่าเฉลี่ย ของ $g_1(x,y) = \mu_1$

คำนวณค่าเฉลี่ย ของ $g_2(x,y) = \mu_2$

ตั้งค่า T ใหม่โดยให้ $T = \mu_1 / \mu_2$

ย้อนกลับไปทำข้อ 2 ใหม่จนกว่าค่า T จะเปลี่ยนแปลงน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการนี้เหมาะสำหรับภาพที่มี pixel ของวัตถุและ pixel ของฉากหลัง โดย Intensity ของวัตถุและฉากหลังแยกกันอย่างชัดเจน

2.3.8.2.1 Region Oriented Image Segmentation

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพโดยดูจาก ตำแหน่งของ pixel และความเหมือนกันของคุณสมบัติของ pixel ภายในพื้นที่ โดยถ้า pixel ที่อยู่ติดกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันจะถูกจัดให้เข้ากลุ่มเดียวกัน ข้อดีของการทำเช่นนี้จะได้พื้นที่ที่ต่อเนื่อง Region Oriented Image Segmentation แบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ region growing และ region splitting and merging โดยวิธีการแรกเป็นการนำ pixel ที่อยู่ติดกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันเพื่อมารวบรวมเป็นพื้นที่เดียวกัน โดยใช้การขยายตัวของพื้นที่ ส่วนวิธีการ region splitting and merging เป็นแบ่งซอยรูปภาพออกเป็นพื้นที่ย่อย โดยให้พื้นที่ย่อยแต่ละพื้นที่มี intensity เดียวกัน จากนั้นจึงทำการรวมพื้นที่ย่อยที่มี intensity เหมือนกันเข้าด้วยกันเป็นพื้นที่ใหญ่

2.3.8.2.2 Edge Oriented Image Segmentation

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบภาพ อาศัยความไม่ต่อเนื่อง(Discontinuity) ของคุณสมบัติของ pixel บริเวณรอยต่อระหว่างวัตถุกับฉากหลัง วิธีการนี้มุ่งที่ขอบของวัตถุเป็นหลักผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการนี้จะอยู่ในรูปเส้นพรมแดนระหว่างพื้นที่ต่างๆ ตัวอย่างของวิธีการนี้ได้แก่ การหาขอบของรูปโดยใช้แบบจำลองของอนุภาคในสนามเวคเตอร์ เป็นต้น ข้อได้เปรียบของวิธีการนี้ คือ ใช้ข้อมูลในการประมวลผลน้อยกว่าวิธี Edge Oriented Image Segmentation เนื่องจากวิธีการนี้พิจารณาเฉพาะข้อมูลที่ขอบของวัตถุเท่านั้นจากการศึกษาในเรื่อง Image Segmentation ผู้พัฒนาโปรแกรมพบว่าภาพแนวลำแสงเลเซอร์ที่ตกบนพื้นผิวของวัตถุ เมื่อถ่ายในห้องมืด จะได้ภาพที่ค่อนข้างชัดเจน สามารถแยกแยะระหว่างเส้นแนวลำแสงเลเซอร์ (สีแดง) และฉากหลัง (สีดำ) ได้ง่าย วิธีการที่เหมาะสมในการแยกระหว่างเส้นแนวลำแสงเลเซอร์กับฉากหลัง น่าจะเป็นวิธีการ Intensity thresholding เนื่องจากเป็นวิธีการที่ง่ายและรวดเร็วและภาพถ่ายของแนวลำแสงเลเซอร์ในห้องมืด เป็นภาพที่ชัดเจนและมีสัญญาณรบกวนต่ำ

2.3.9 การหาขอบภาพแบบโซเบล (Sobel edge detector)

การหาขอบภาพ คือ การตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นมีได้หลายวิธี สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลักคือ Gradient method และ Laplacian method สำหรับ Gradient method จะหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ เช่น Sobel, Roberts, Prewitt, Canny เป็นต้น ส่วน Laplacian method จะหาขอบอนุพันธ์อับดับ 2 โดยใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดที่ค่า y เป็น 0 (Zerocrossing) ในภาพ เช่น Laplacian of Gussian และMarrs-Hildreth เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธี Sobel ในการหาขอบภาพ ทำให้ไม่จำเป็นที่การหาขอบภาพจะต้องได้รายละเอียดของภาพครบ แต่จะต้องสามารถหาขอบของภาพได้ผลลัพธ์ในระดับดี (Rafael C. and Richard E. 2002 : 572 – 581) ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธี Sobel โดยมีขั้นตอน
วิธีดังนี้

ขั้นตอนการทำงานวิธี Sobel จะใช้ Gradient operators โดยใช้หลักการหาค่าอนุพันธ์

อันดับหนึ่งกับภาพที่มีลักษณะเป็นภาพ 2 มิติ ค่า Gradient ของภาพแทนด้วย f(x,y) ตำแหน่ง (x,y) ซึ่งถูกกำหนดด้วย vector ดังสมการที่ (2.11)

$$\nabla f = \begin{bmatrix} Gx \\ Gy \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix} \tag{2.11}$$

สิ่งที่ได้มาจากวิเคราะห์ vector ทำให้ได้ค่า f ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในระดับมากที่สุดของ gradient vector ในทิศทางต่างๆ ที่ตำแหน่ง (x,y) และที่สำคัญที่สุดในเชิงปริมาณในการหาเส้นขอบก็คือค่า ∇f เมื่อตามสมการที่ (2.12)

$$\nabla f = mag(\nabla f) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2} \tag{2.12}$$

ทิศทางของ Gradient vector สามารถคำนวณโดยให้ $\alpha(x, y)$ แทนด้วยทิศทางมุมของ vector ∇f ที่ (x,y) โดยใช้สมการที่ (2.13)

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1}\left(\frac{Gy}{Gx}\right) \tag{2.13}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ Sobel อาศัยวิธีการหาค่า Gradient vector และใช้ mark ที่มีขนาด 3 * 3 สำหรับเป็นตัวกระทำการในขั้นตอนวิธี

z_1	z_2	z_3
z_4	z_5	z_6
z_7	z_8	z_9

การแทนที่ตำแหน่งต่างๆ ของตัวกระทำการ

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

ตัวกระทำการของวิธีหาขอบภาพแบบ Sobel ในแนว Gx

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

ตัวกระทำการของวิธีหาขอบภาพแบบ Sobel ในแนว Gy

รูปที่ 2.42 การใช้ตัวกระทำการ sobel

วิธีการทำ Convolution คือการนำค่า Gx และ Gy ของ mark มากระทำการทาบกับภาพ

รูปที่ 2.43 ตารางการทาบ mask

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างการทดลอง

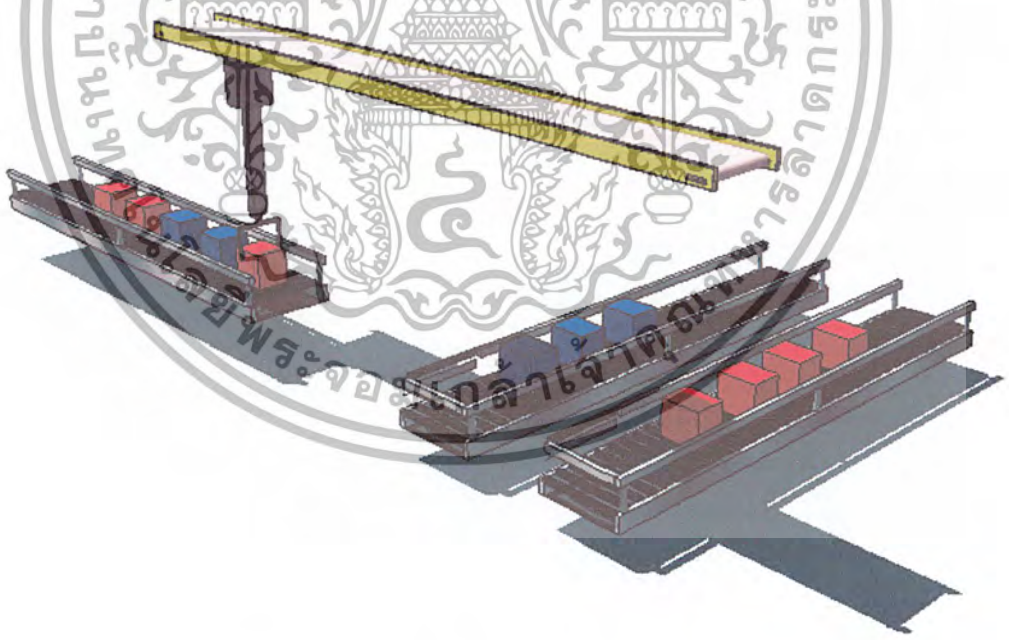
บทนี้เป็นการกล่าวถึง การออกแบบและการสร้างการทดลองและขั้นตอนในการทดลอง จากอ้างอิงจากทฤษฎีในบทที่ 2 นำมาเป็นข้อมูลประกอบการสร้าง

3.1 ขั้นตอนการออกแบบโรงงาน

3.1.1 การวางระบบโรงงาน

การวางระบบโรงงาน เป็นการดูภาพรวมของระบบที่เราต้องการจะศึกษา สามารถจำลองและปรับเปลี่ยนโครงสร้างได้โดยการออกแบบในโปรแกรมจะทำให้สามารถวิเคราะห์จุดติดตั้งของอุปกรณ์หรือแม้กระทั่งการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทาง Mechanical ทำให้การเขียนโปรแกรม control นั้นมีความง่ายขึ้น ไม่ซับซ้อน

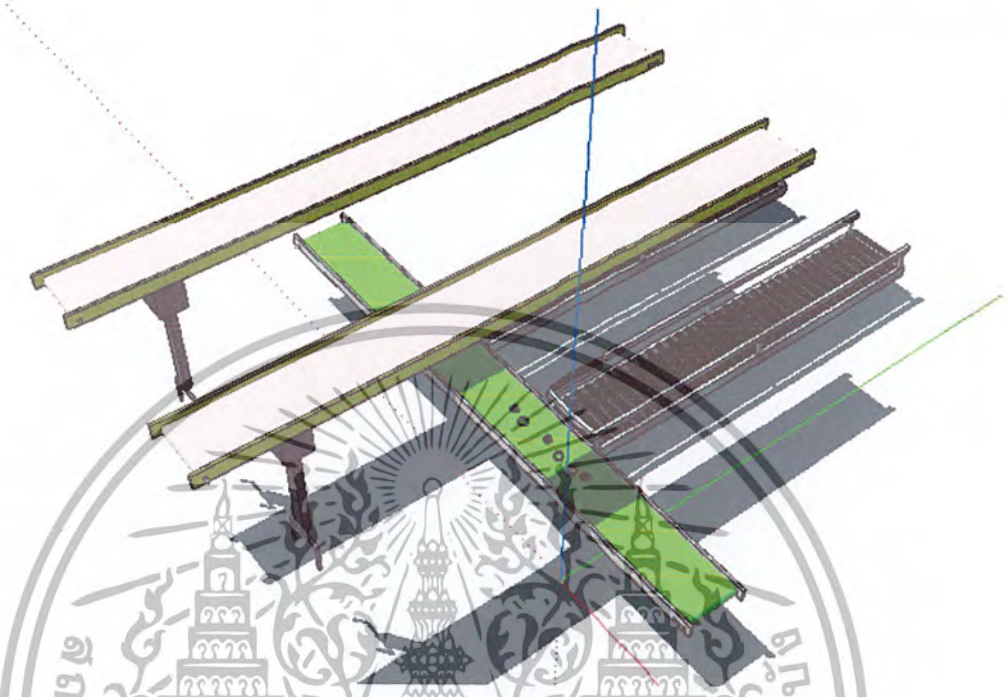
ทางผู้จัดทำได้ทำการจำลองระบบในโปรแกรม Google Sketch Up7 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถออกแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างหรือแม้กระทั่งโครงสร้างวิศวกรรมการออกแบบ โดยที่เริ่มแรกระบบ conveyor เดิมที่โรงงานออกแบบให้นั้นเป็นดังภาพ



รูปที่ 3.1 แบบพื้นที่ Packing เดิมในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปนั้นจะเห็นได้ว่า ตัวแขนกลจดจำระยะทาง 2 ช่วงคือ ที่กล่องสีน้ำเงินและกล่องสีแดง ทำให้มีความวุ่นวายในการออกแบบทางโปรแกรมมาก ทางผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบใหม่เป็นดังรูปที่ 3.2

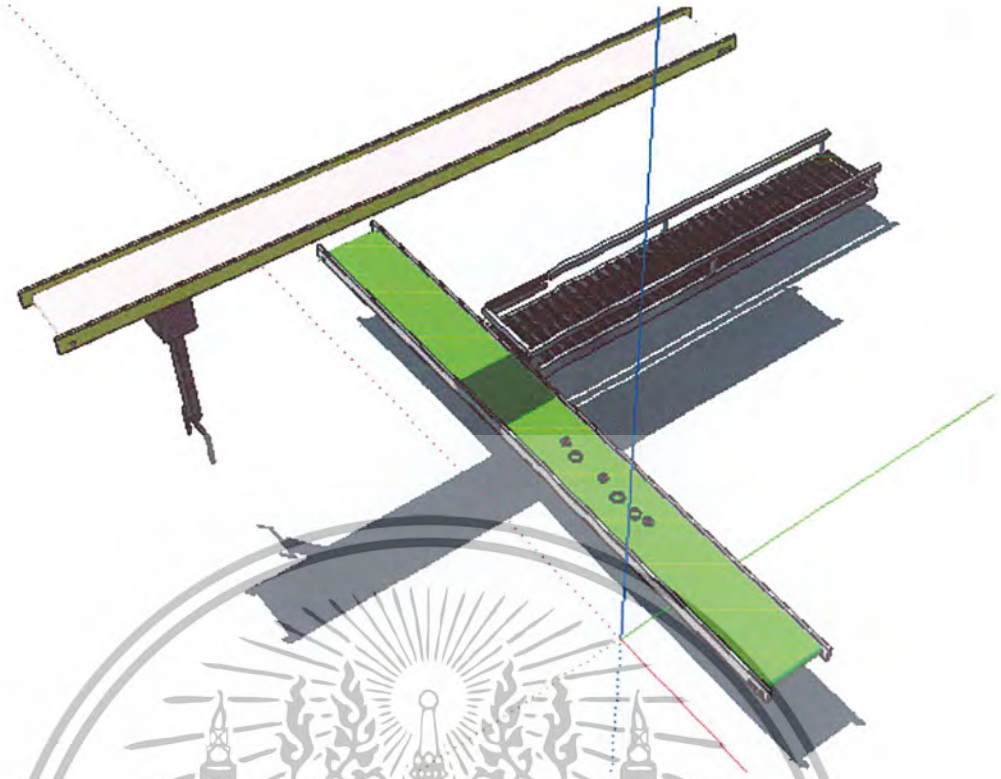


รูปที่ 3.2 แบบพื้นที่ Packing ที่ออกแบบโดย นศ.

จากรูปจะเห็นได้ว่าจะมีแขนกล 2 แขน 1 ตัวแยก Ring ส่วนอีก 1 ตัวแยก Hubการออกแบบในลักษณะนี้ การ control แขน โดยใช้กล้องเพียงแค่แขนเดียวก็เพียงพอแล้วเพราะสิ่งของที่เราคัดแยกนั้นมี 2 แบบ อีก 1 แบบที่ผ่านในขั้นตอนแรก ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมให้แขนกลอันที่ 2 เพียงแต่ใช้แขนกลอันแรกเป็นตัวแยกเพียงตัวเดียวก็เพียงพอกับระบบแล้ว

ในเมื่อแขนกลตัวที่ 2 ไม่มีความจำเป็นและเผื่อความประหยัดในค่าใช้จ่ายของการติดตั้งและต้นทุนของระบบ ทางนักศึกษาจึงตัดสินใจว่าจะใช้แขนกลเพียงตัวเดียวเอาไว้แยก Ring ส่วน Hubนั้นก็จะถูกปล่อยตาม conveyor ไปโดยปริยาย ซึ่งให้ค่าของระบบในการคัดแยกนั้นได้ผลเหมือนกันและอีกทั้งประหยัดพื้นที่และลดต้นทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.3 รูปแบบพื้นที่ Packing ที่จะใช้จริง

จากรูปที่ออกแบบนั้นจะเห็นได้ว่าการคัดแยกนั้นไม่ก่อให้เกิดความวุ่นวายในการติดตั้งและทั้งประหยัดค่าใช้จ่ายแต่รูปที่เห็นนั้น เป็นเพียงแค่ตัวอย่างระบบเท่านั้นแต่การสร้างขึ้นมาจริงอาจจะไม่ใช้แขนกล อาจจะใช้ตัวปัดหรือตัวผลักให้ไปทาง conveyor เป้าหมายแทน

3.1.2 ระบบรางลำเลียงที่ใช้ในการทดลอง

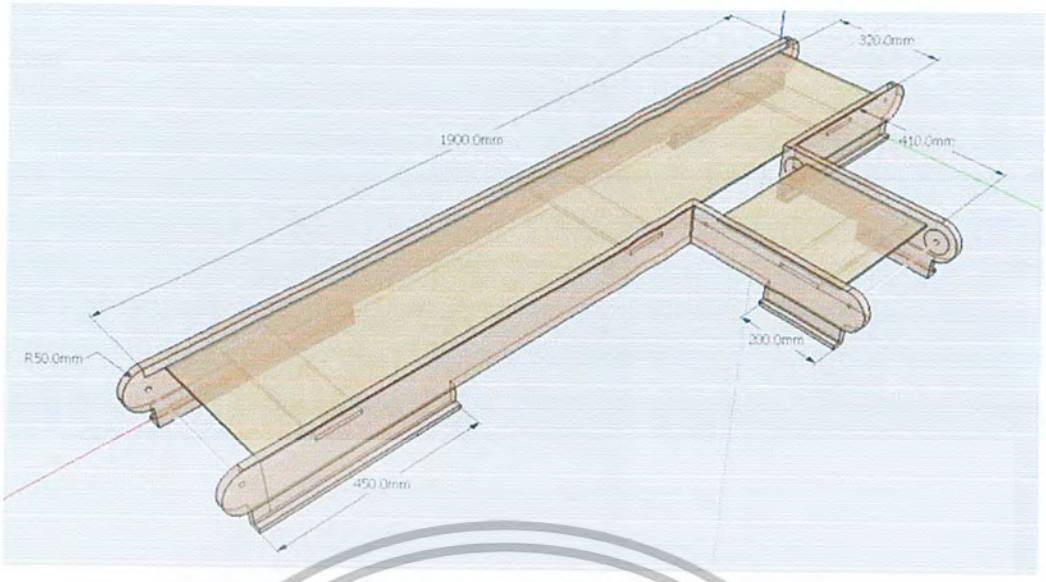
หลังจากนักศึกษาได้วางระบบทาง Mechanical ของโรงงานแล้ว นักศึกษาได้ขึ้นแบบที่จะใช้จริงในห้องทดลองโดยโปรแกรม Google SketchUp อีกครั้งให้มีขนาดพอกับห้องแล็ปที่นักศึกษาจะทำการทดลอง โดยโมเดลที่วาดไว้มีลักษณะดังนี้

ความยาวสุทธิ 1900 มิลลิเมตร

ความกว้างหน้าตัดรางลำเรียง 320 มิลลิเมตร

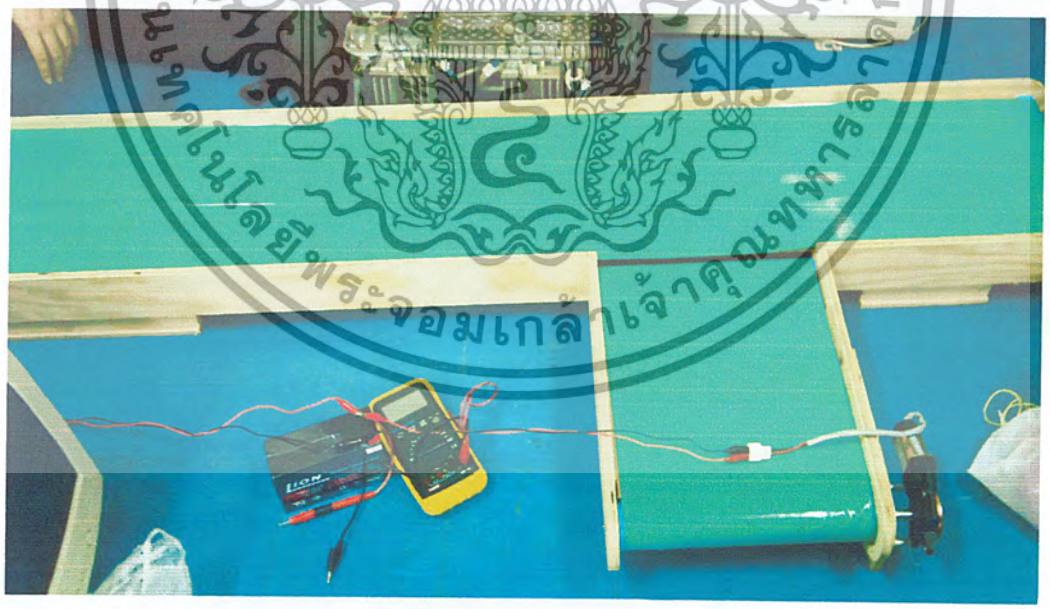
สูงจากพื้น 100 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



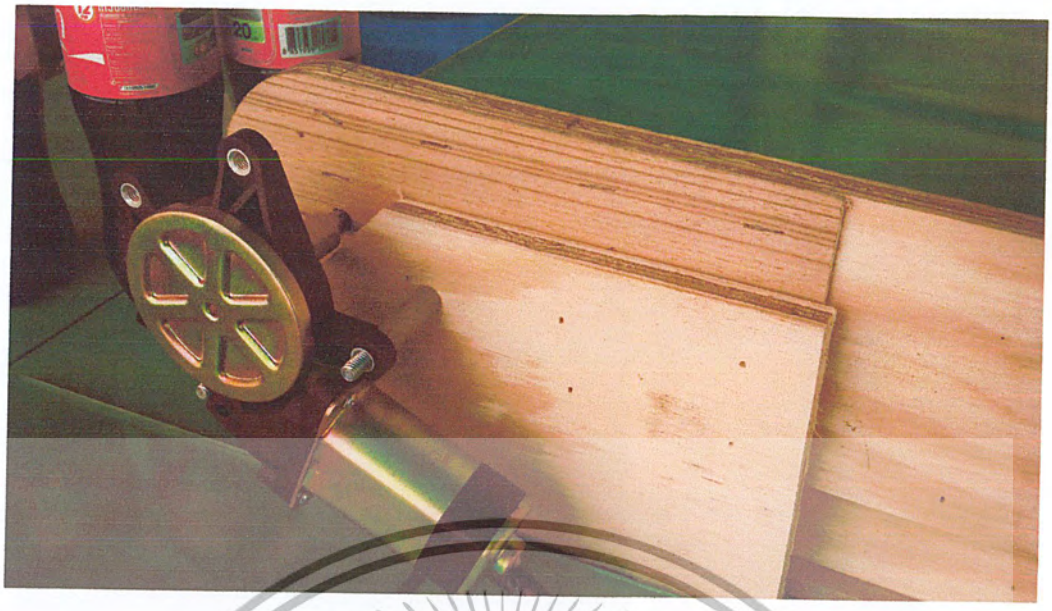
รูปที่ 3.4 ลักษณะจำลองคอนเวเยอร์ที่จะใช้ในการทดลองจริง

หลังจากนักศึกษาได้ออกแบบลักษณะเรียบร้อยแล้ว จึงได้ทำการติดต่อบริษัทที่รับขึ้นแบบชิ้นงาน โดยที่ถ้าขึ้นกับเหล็ก ราคาจะสุทธิอยู่ที่ 40,000 บาทแต่ทางนักศึกษาได้ติดต่อกับช่างไม้ เพื่อลดต้นทุนในการทำโครงงานและ Belt ซึ่งมีต้นทุนที่ราคาสูง นักศึกษาได้ลด Spec โดยการใช้ผ้าใบยางแทน และ ได้ซื้อมอเตอร์ 2 ตัว และ แบตเตอร์รี่ มาติดตั้ง สุทธิราคาอยู่ที่ 5000 บาท



รูปที่ 3.5 ลักษณะจริงของ Conveyor ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การติดมอเตอร์เพื่อขับสายพาน

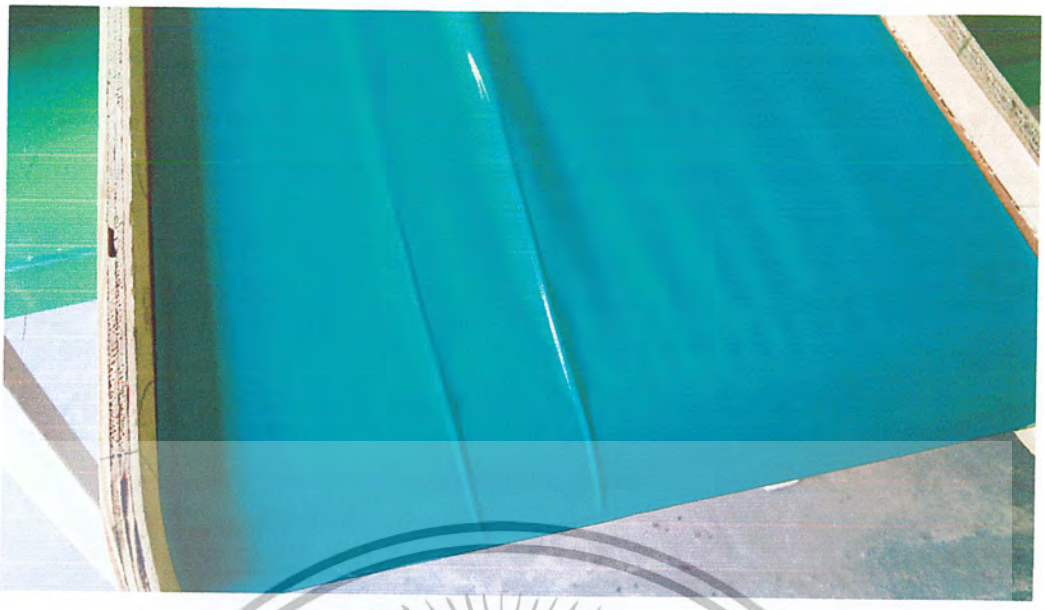
3.1.3 ปัญหาที่เกิดจากการสร้างสายพานลำเลียง

เนื่องจากช่างไม้ที่รับงานไป ทำงานค่อนข้างสะเพร่าและพยายามลดต้นทุนการผลิตเพื่อเอากำไร จึงเกิดปัญหาและจุดบกพร่องดังต่อไปนี้ดังต่อไปนี้

ผ้าใบคอนเวเยอร์นำกาวมาติด ทำให้เกิดจุดเป็นเส้นและรอยพับเหี่ยวย่น

รูปที่ 3.7 จุดที่ช่างไม้ใช้กาวติดคอนเวเยอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 รอยพับเหี่ยวย่นทำให้การทดลองคลาดเคลื่อน

ช่างไม้ไม่ทำงานตามแบบที่สั่ง ทำให้เกิดจุดเว้นว่างและความไม่พอดี และการตัดไม่ได้วัดอย่างถูกต้อง

รูปที่ 3.9 จุดที่ไม่ตรงตามสเป็ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

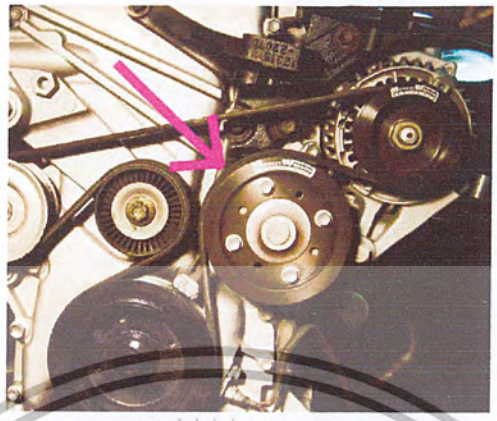
รูปที่ 3.10 จุดที่ตัดไม้ไม่เรียบเนียน

รูปที่ 3.11 สายพานเกิดจากการใช้กรรไกรตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

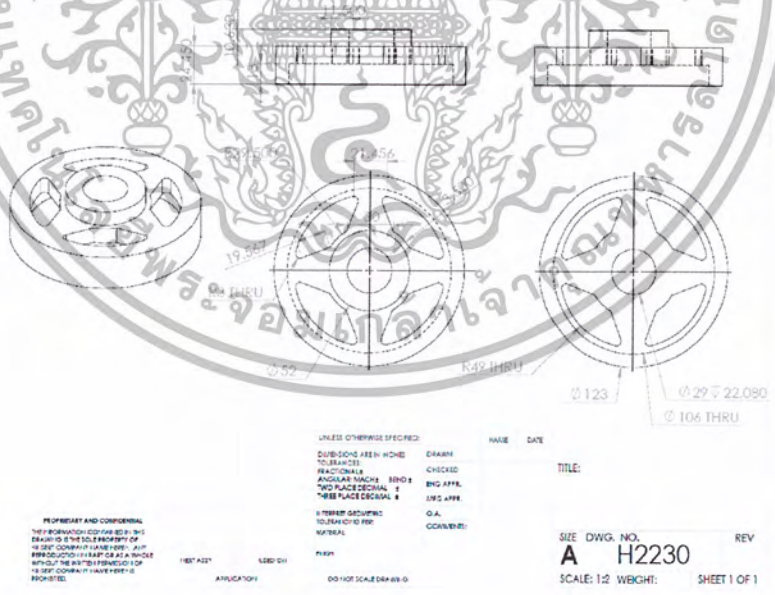
3.2 ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ตรวจจับ

Pulley เป็นชิ้นส่วนเครื่องจักร์ที่ใช้งานร่วมกับสายพาน ซึ่งรับกำลังส่งมาจากมอเตอร์



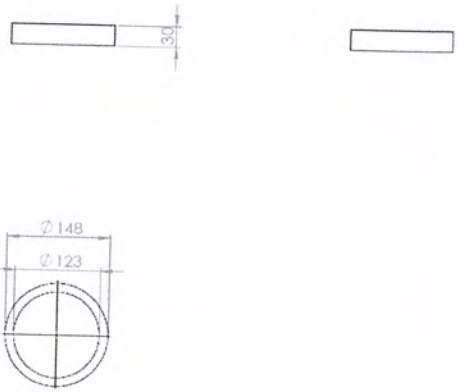
รูปที่ 3.12 Pulley ในรถยนต์ยี่ห้อ BMW

นักศึกษาได้หยิบตัวอย่างกรณีศึกษาของไลน์การผลิต Pulley ของบริษัทที่ผลิตให้กับบริษัท TOYOTA motors ซึ่ง Pulley ของบริษัทได้แบ่งออกเป็น 2 ชิ้นคือ ส่วนของ Hub และ Ring ซึ่ง Hub และ Ring นั้นจะสวมกันได้พอดี ซึ่งอุปกรณ์นั้นได้ทำการออกแบบใน Solid Works โดยที่ Ring น้ำหนัก 0.62 กิโลกรัม Hub น้ำหนัก 0.79 กิโลกรัม



รูปที่ 3.13 ลักษณะของ Hub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 ลักษณะของ Ring

3.3 ขั้นตอนการกัดชิ้นงาน

หลังจากที่นักศึกษาได้ออกแบบผลิตภัณฑ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว นักศึกษาได้ทำการดำเนินการกัดชิ้นงานต่อ ใช้เทคนิคการ CNC ด้วยหัวดอกสว่านโดยที่ใส่ G-Code ในโปรแกรมที่ชื่อ March 3 Mill โดย ปฏิบัติการทดลองนี้ นักศึกษาได้ทำการทดลองที่ห้อง 109 ตึก ECC ชื่อห้อง Industrial Automation Laboratory สาขาวิชาแมคคาทรอนิกส์

3.3.1 เลือกขนาดของแผ่นอะคริลิค โดยนักศึกษาได้เลือกอะคริลิคขนาดหนา 10 มิลลิเมตร และมีขนาดใหญ่ที่จะเหมาะสมกับการทดลองนี้

รูปที่ 3.15 รูปอะคริลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ทำการตัดแผ่นอะคริลิก ขนาดใหญ่ ให้พอดีกับฐาน CNC ก่อน

รูปที่ 3.16 การตัดโดยใช้สว่านไฟฟ้า

3.3.3 ทำการเซตเครื่อง CNC

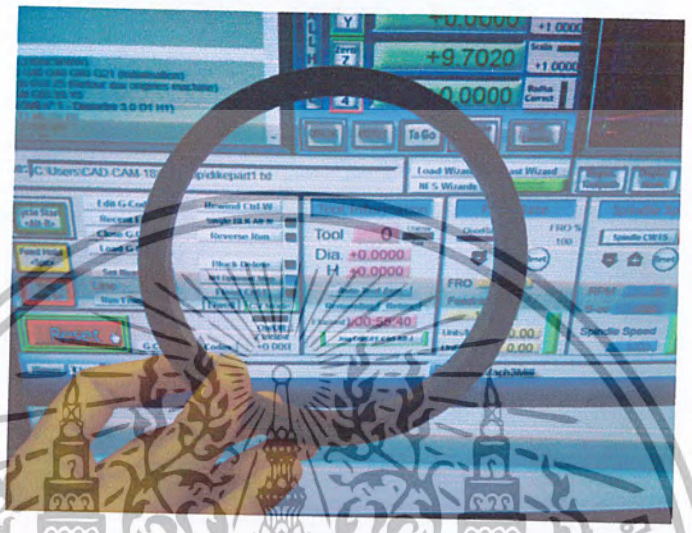
รูปที่ 3.17 นักศึกษากำลังเซตเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การถอด G-Code เพื่อทำการCNC

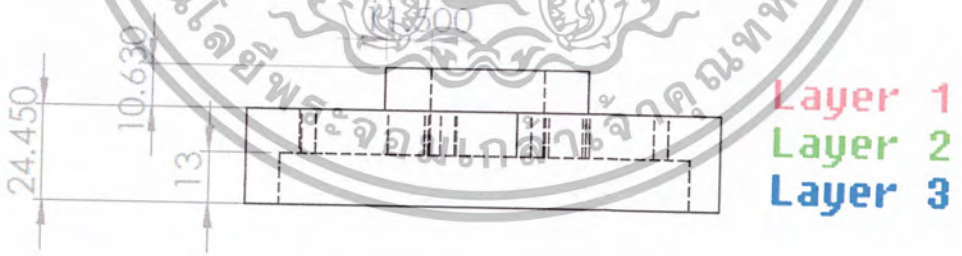
เทคนิคการเขียน G-Code การกดต่ำสุดของหัว Mill ควรจะเพิ่มอีก 0.5 mm อย่างเช่น หากเราต้องการ CNC วัตถุที่มีความลึก 10mm หากเราต้องการตัดให้ขาดต้องทำการเซตหัว Mill ไว้ที่ 10.5 mm และควร Calibrate เครื่อง CNC ก่อน เพื่อป้องกันการคลาดเคลื่อน

การ CNC Ring ใช้เวลารวม 1 ชม. 17 นาที



รูปที่ 3.18 Ring

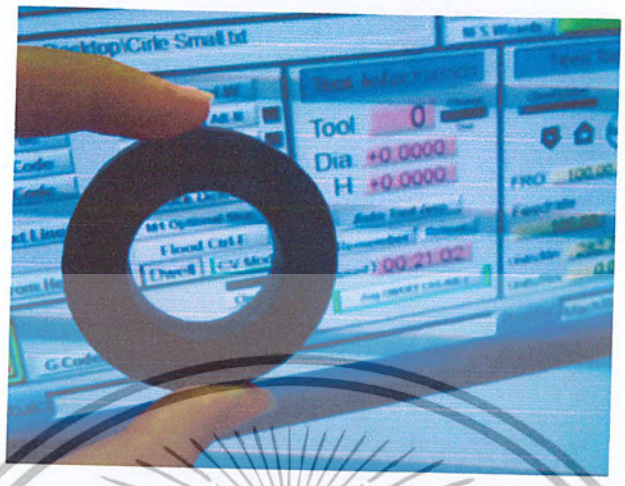
การ CNC Hub เนื่องจากหัว mill มีความลึกไม่พอ จึงต้องแบ่งการ CNC ต้องแบ่งเป็น 3 Layer ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 Hub CNC Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hub CNC Layer 1 ใช้เวลาในการ CNC สุทธิ 21 นาที



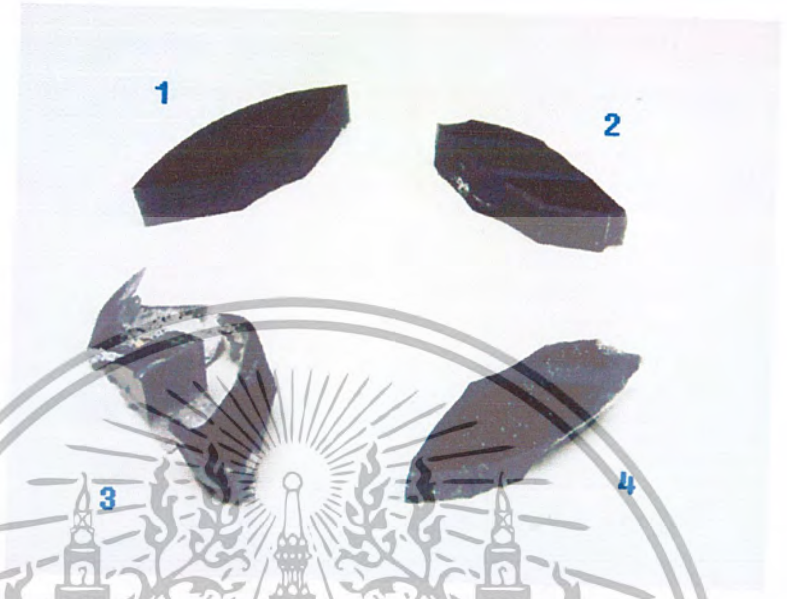
รูปที่ 3.20 Hub CNC Layer 1

Hub CNC Layer 2 เนื่องจากเป็น Layer ที่มีขนาดใหญ่ จึงทำให้เกิดพลังงานสะสมของดอกสว่าน ทำให้เกิดปัญหาดังภาพ

รูปที่ 3.21 ภาพความผิดพลาดที่เกิดจากพลังงานสะสมของหัวดอกสว่านใน Hub Layer 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพด้านล้าง เป็นวัสดุที่ถูก CNC กัดออกมา โดยที่ หมายเลขที่ 1 เกิดการกระดอนออกมาก่อน เลยมีรูปร่างที่ดี หมายเลขที่ 2 และ 4 วัสดุที่ถูกดอกสว่านเบียด แต่หมายเลขที่ 3 ดูดอกสว่านเบียดจนแตก



รูปที่ 3.22 วัสดุที่เกิดจากการกัดของหัวดอกสว่าน CNC ของ Hub Layer 2

Hub CNC Layer 3 ใช้เวลารวมสุทธิ 55 นาที

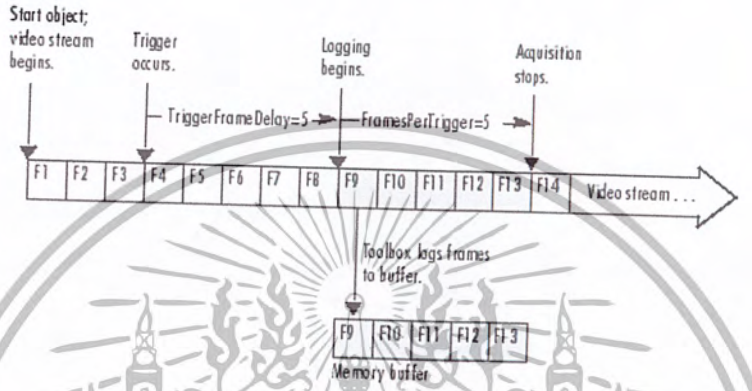
รูปที่ 3.23 การ CNC Hub Layer 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมจับวัตถุ

3.4.1 Video Flame Capture

ขั้นแรกต้องรู้ รู้port device คอมพิวเตอร์โดยการใช้คำสั่ง info = imaqhwinfo('winvideo') จะใช้ port 2 ออกมาใช้เพื่อให้คอมพิวเตอร์รับรู้ device ของกล้อง การใช้การทริกเกอร์ภาพเพื่อทำการรับภาพตามเฟรมที่กำหนดไว้จากการตั้งค่าจะใช้ การ lagging 3เฟรม/วินาที



รูปที่ 3.24 Frame Lagging

3.4.2 ขั้นตอนการตีกรอบภาพ

ทำการวิเคราะห์ภาพระเทาที่โดยการดูระดับความเข้มของภาพในการวิเคราะห์หาค่าของภาพจากภาพที่ถ่ายจากภาพจริงภาพนิ่งของสภาพแวดล้อมในห้องสายพานและสิ่งที่จะตรวจจับจากระยะห่างจากจุดสนใน 40 เซนติเมตร

รูปที่ 3.25 ภาพ Ring ที่ถ่ายจากกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

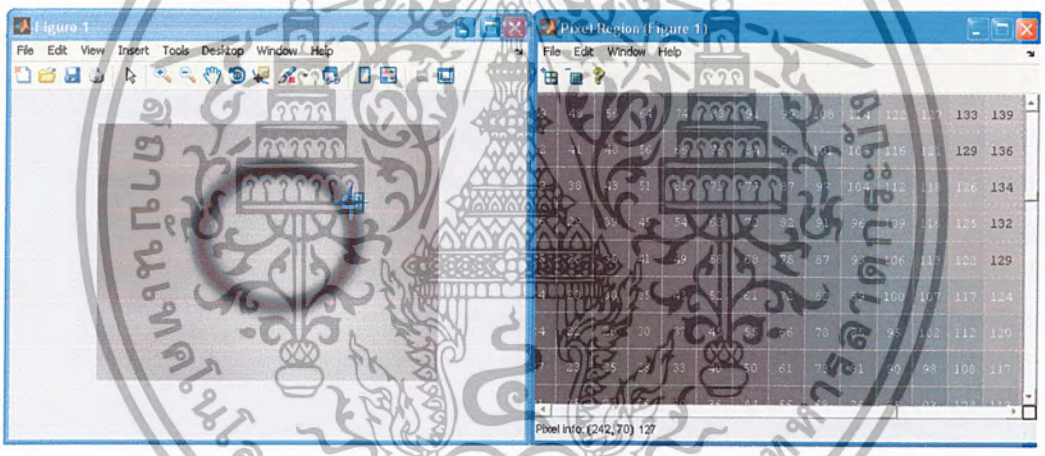
การทดลองนี้กล้องจะใช้ในการรับข้อมูล ให้ข้อมูลที่รับมาอยู่ในรูปของ unit8 ซึ่งจะเก็บค่า 3 เมตริกซ้อนกันอยู่มีสีประกอบไปด้วย R G B แต่การจะนำภาพมาประมวลผลนี้เราต้องเลือกมาเมตริกใดเมตริกหนึ่งหรือจะใช้ การทำเป็นภาพ gray เพื่อวิเคราะเพียงเมตริกเดียวจากทฤษฎี มีให้เลือก 3 แบบคือ

- sobel edge detection
- prewitt
- robert

นักศึกษาตัดสินใจใช้กรรมวิธี sobel จะมีกรรมาวิธีโดยนำหน้าต่างมาครอบกับภาพที่อยู่ในระดับ gray หรือเรียกตามหลักการว่าการคอนเวอร์ลูชั่นผลจะเป็นการกัดกร่อนรูปให้ได้

3.4.3 ทำการ theshlod ค่าที่เหมาะสมจากสภาวะของห้อง

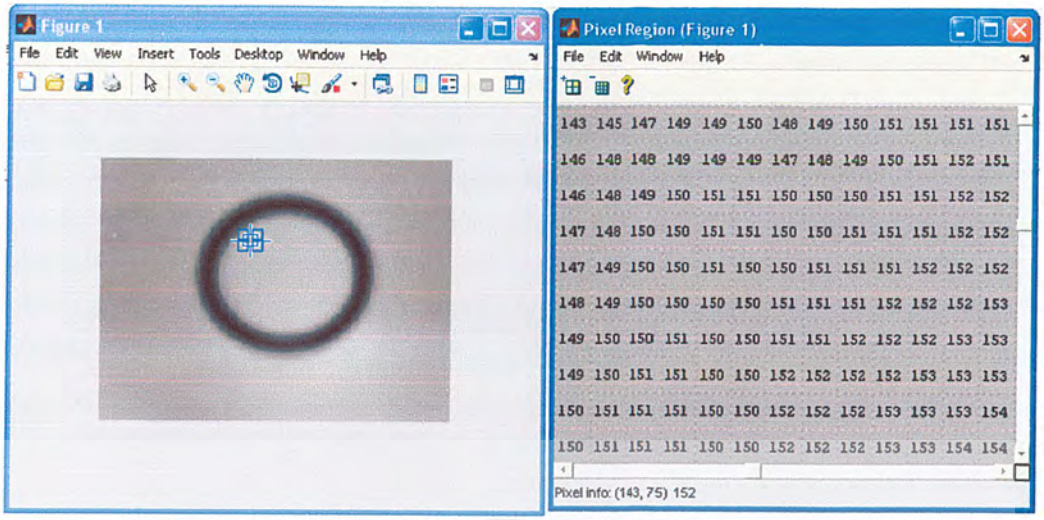
โดยการแปลงภาพเป็นระดับเทาเพื่อดูความเข้มของแต่ละ pixel จากการจากการ capture มาเฉพาะส่วนให้ดู ณ จุดของตัวริงที่มีค่าเป็นสีดำของขอบดำดูคร่าวๆจะเห็นค่าความเข้มประมาณ 70



รูปที่ 3.26 ภาพความเข้มระดับ Gray

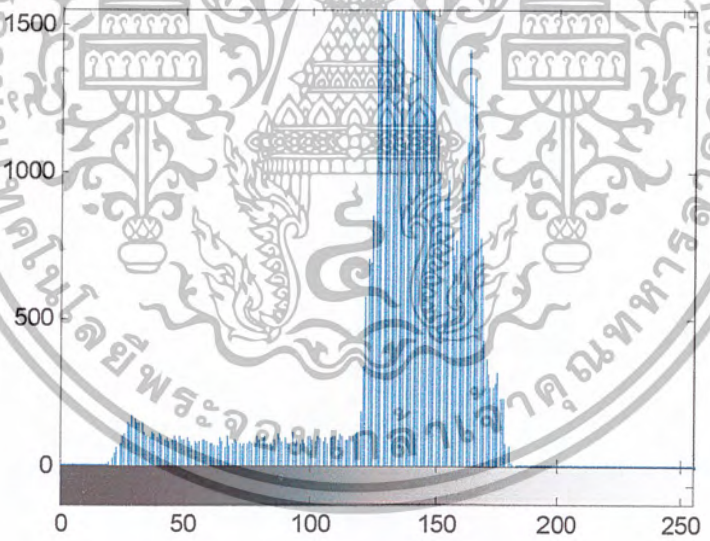
ภาพพื้นจะอยู่ระหว่าง 70-200 ซึ่งเป็นความเข้มที่เราไม่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 ภาพความเข้มระดับ Gray โดยภาพเป็นของพื้นหลัง

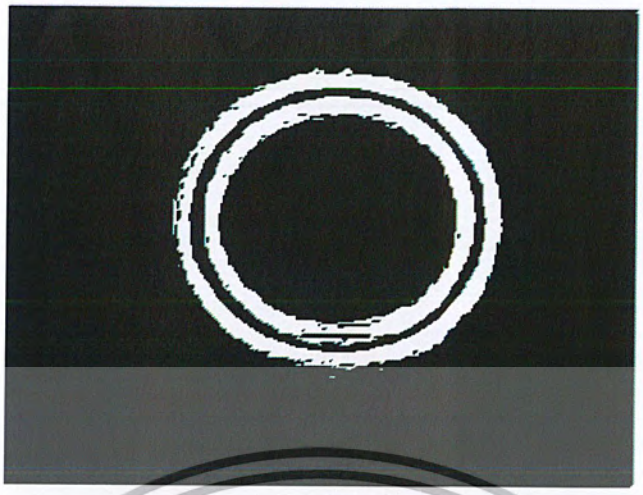
จากข้างบนเราจะนำมาวิเคราะห์หาค่าความเข้มของวัตถุจากขอบแบบคร่าวๆจะได้ค่าประมาณ80-130ของค่าที่ปัดจะได้ถ้า 70 ปัดเป็นอาจะดูได้จากฮีสโตรแกรม



รูปที่ 3.28 ฮิสโตแกรม

จากการ sobel เราจะหาค่าความเข้มได้เป็น double ถ้าไม่ทำการ threshold ก่อน ใช้ค่ามากกว่า 70 ปัดเป็น 1

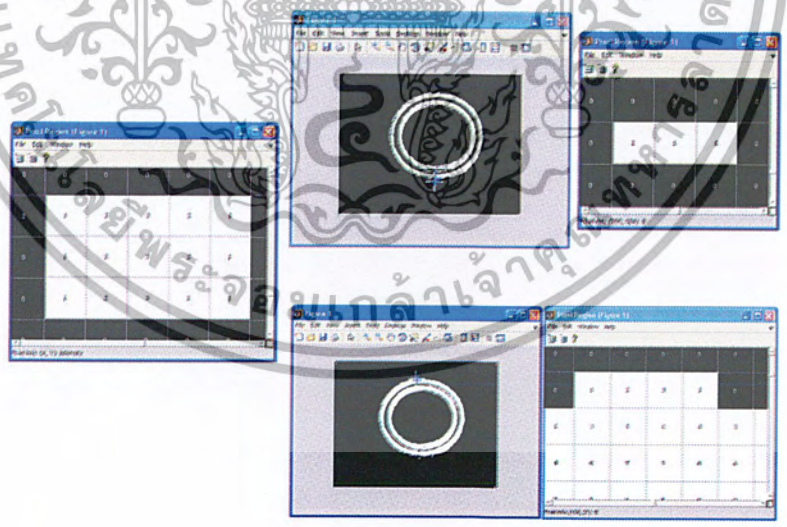
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.29 ภาพจาก Sobel โดยการ Threshold ที่ระดับความเข้ม 70

3.4.4 การใส่ Mask เพื่อจำแนกจากการ Sobel

การใช้ mask เพื่อจะหลีกเลี่ยง noise ที่เกิดจากการตัดขอบดังรูปโดยการแบ่งตามความหนาแน่นของพิกเซลใกล้เคียงค่าสูงสุดของมันคือ 9 จากการดูภาพแบบคร่าวๆจะทราบว่าค่าที่เหมาะสมคือ 3 จะนำค่าไปใช้ในส่วนของ sersor



รูปที่ 3.30 การใส่ mask กรองความเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การเซนเซอร์ภาพ

ในส่วนของ sensor จะมี sensor อยู่ 1 เส้นตรงกลางรูปที่ทำการทริกภาพจะทำงานก็ต่อเมื่อมีวัตถุวิ่งผ่านโปรแกรมจะจับความเข้มที่ผ่านจากหน้ากาก ถ้ามีการผ่านจากค่าดำ(0)ไปขาว(3)ไปดำ(0)ไปขาว(3) ครบ 3 รอบ จะทำการถ่ายภาพออกมา

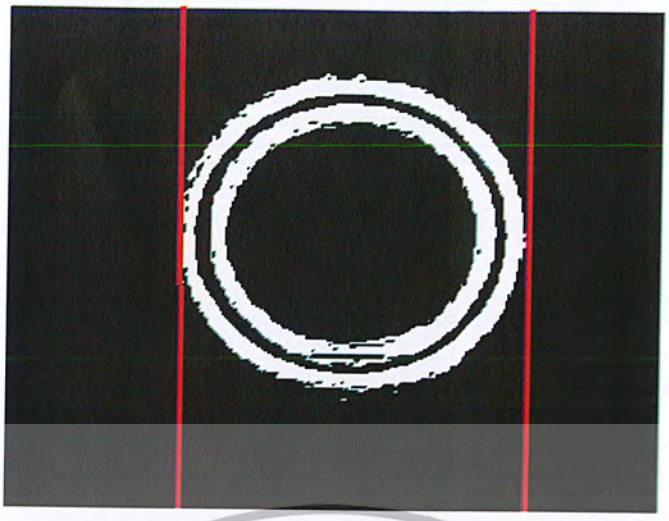
3.4.6 การตัดขอบภาพวิเคราะห์

พิจารณาดำเนินการตามแถว(i)ไปถ้าเจอค่ามากกว่า 3 จะทำการเก็บค่า ขอบบนไว้ในการเจอครั้งแรกและค่าขอบล่างในการเจอครั้งสุดท้ายตามหลัก (j) บนลงล่างจะทำการเก็บค่าขอบซ้ายค่า 3 ในการเจอครั้งแรกและขอบขวาครั้งสุดท้าย ในที่นี้การตัดขอบจะใช้ฟังค์ชั่น rectanler เข้าช่วย เป็นฟังค์ชั่นในการตีขอบ ต้องการค่า ขอบบนเป็นการจับได้ครั้งแรก ขอบซ้ายเกิดจาการจับครั้งแรกดำเนินการตามหลัก(j) ความกว้างของภาพที่ถูกตัดเกิดจาก(j1-j2)หรือนำขอบซ้ายมาลบด้วยขอบขวา ความสูงเกิดจาก(i1-i2) นำไปเข้าฟังชั่น rectanler ออกมาได้ดังภาพจะตีกรอบออกมา ภาพที่ถูกตัดขอบจะคืนค่ามาแสดงในหน้าจอแบบต่อเนื่อง

รูปที่ 3.31 การหาพิกัดขอบบนและขอบล่างของวัตถุ

การดำเนินการตามแถว จะรับค่าก็ต่อเมื่อเจอสีขาวครั้งที่หนึ่งจะนับเป็นขอบบนและครั้งสุดท้ายเป็นขอบล่างเป็นค่า i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



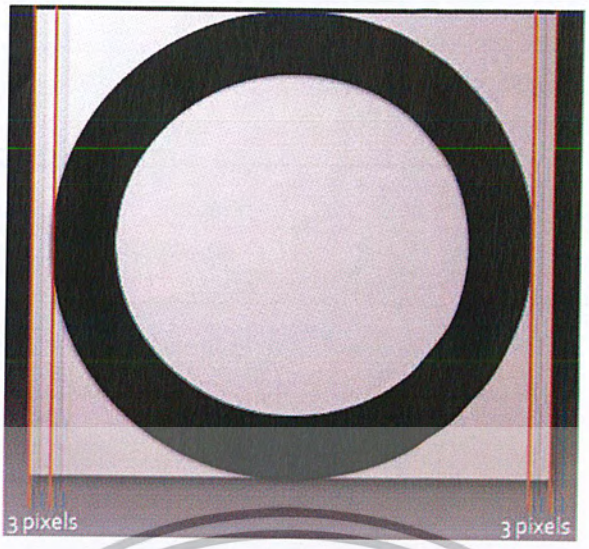
รูปที่ 3.32 การหาพิกัดขอบด้านข้างทั้งซ้ายและขวาของวัตถุ

การดำเนินการตามหลักจะรับค่าก็ต่อเมื่อเจอสีขาวครั้งที่หนึ่ง นับเป็นขอบบนและครั้งในสุดท้ายเป็นขอบล่างเป็นค่า j

เมื่อดำเนินการเสร็จจะทำการคืนค่าที่ตีไปที่ภาพที่จับมาได้มาตัดเมตริกออกมานำภาพระดับ gray ไปเพื่อแสดงผลทางหน้าจอ

รูปที่ 3.33 เมื่อทำการตัดขอบเสร็จจะทำการคืนค่าเส้นที่ตีกรอบไปที่ภาพระดับ Gray

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.34 การเว้นขอบข้าง

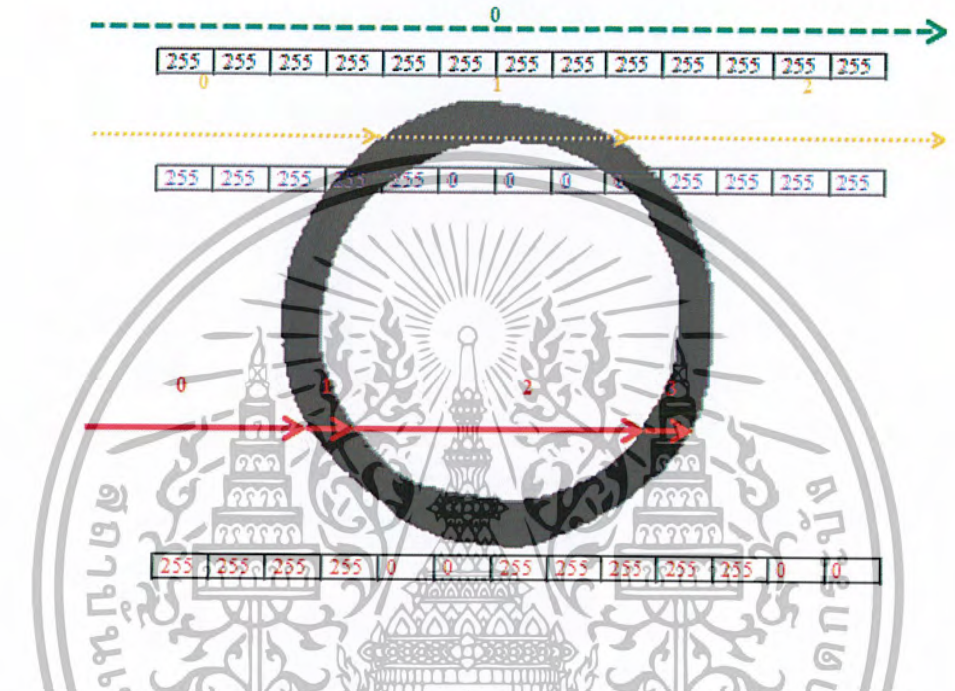
แต่เมื่อตัดขอบเสร็จแล้วควรเว้นพิกเซล ด้านละ 3 พิกเซล เพื่อนำมาใช้กับการคัดแยกในต่อไป เมื่อตัดเสร็จเรียบร้อยจะทำการตัด thsrhold อีกทีโดยจะใช้กับภาพระดับ gray ความเข้มมากกว่า 70-255 เป็น 255 (สีขาว) ต่ำกว่า 70 เป็น 0 (สีดำ) แยกเป็น 2 ค่าเพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์

รูปที่ 3.35 รูปที่ได้จากการตัดขอบโดยการคืนค่าให้ภาพระดับ Gray

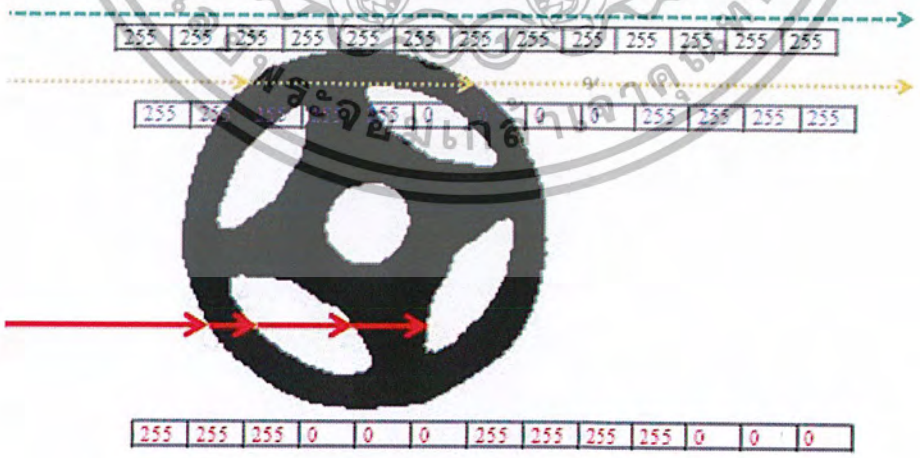
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 ขั้นตอนการคัดแยก

การตรวจจับภาพได้จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความเข้ม 2 ครั้ง จะเกิดการเก็บค่าที่อยู่ในตัวจากหมายเลข 2 ดังรูปที่ 3.36 ค่าที่ได้เราจะคำนึงค่าที่เก็บสูงสุดเพื่อการแบ่งขนาดของ size Ring หรือ Hub

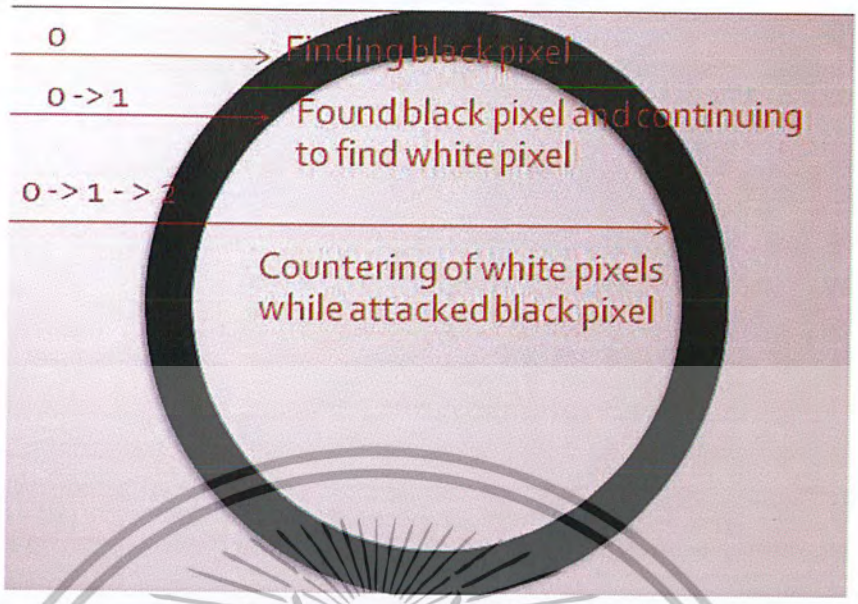


รูปที่ 3.36 อธิบายการคัดแยกของ Ring



รูปที่ 3.37 อธิบายการคัดแยกของ Hub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 กรณีที่เป็นไปได้

จากรูปที่ 3.38 ในการเช็คภาพจะดำเนินการตามแถวไปเรื่อยๆจนหมดแถวเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 (ขาว-ดำ)จะรู้ว่ามันจะเข้าสู่วัตถุที่ตรวจจับแล้ว การเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 (ดำ-ขาว) จะรู้ว่ามันเข้าสู่เส้นผ่านศูนย์กลางภายในแล้วจะเริ่มนับ pixel ไปเรื่อยๆจนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 จะรู้ว่าเป็นวงกลมและนำค่า pixel ที่เก็บได้มาใช้ในการคัดแยก

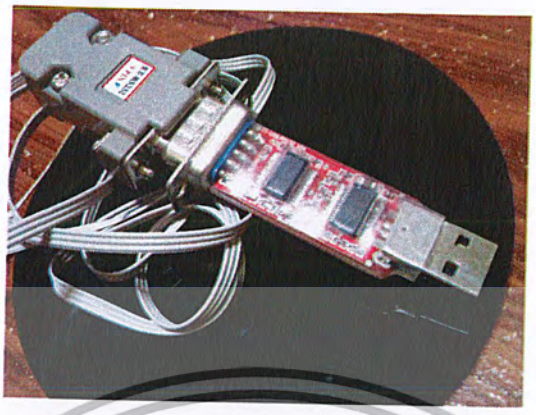
กรณีที่เกิด เกิดได้ 2 กรณี

1. เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 1 และเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 จะทำการเก็บค่า pixel แต่ไม่นำค่ามาใช้เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนแปลงครั้งที่สาม

2. เกิดการเปลี่ยนแปลง ครั้งที่ 1 และเกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 2 ทำการเก็บค่า pixel เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งที่ 3 นำค่า pixel มาใช้เป็นค่า num_in_circle เมื่อดำเนินการตามแถวไปโปรแกรมจะเก็บค่าที่ผ่านกรณีที่ 2 เป็นค่าสูงที่สุดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

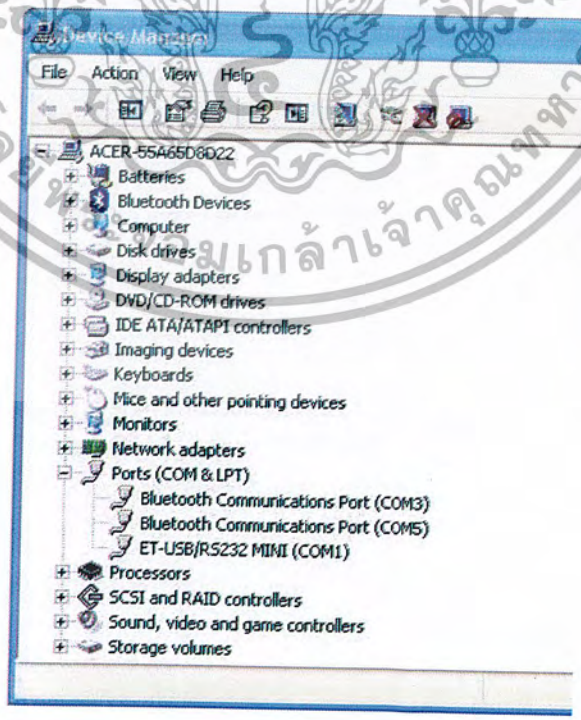
3.5 ขั้นตอนการต่ออุปกรณ์ออกเพื่อส่งสัญญาณไปควบคุม



รูปที่ 3.39 อุปกรณ์แปลงจาก port USB เป็น RS-232

ครั้งแรกที่ติดตั้งควรทำการตรวจสอบและปรับแต่งค่าให้อุปกรณ์ก่อน ดำเนินการดังต่อไปนี้

ไปที่ My Computer -> Control Panel -> System -> Hardware -> Device Managerและทำการตรวจสอบที่ port (COM&LPT) แล้วดูที่ชื่อของ USB Serial port ให้ผู้ใช้จดจำหมายเลขของคอมพอร์ทของอุปกรณ์ดังกล่าวไว้เพื่อใช้อ้างอิงดังรูป



รูปที่ 3.40 Device Manager

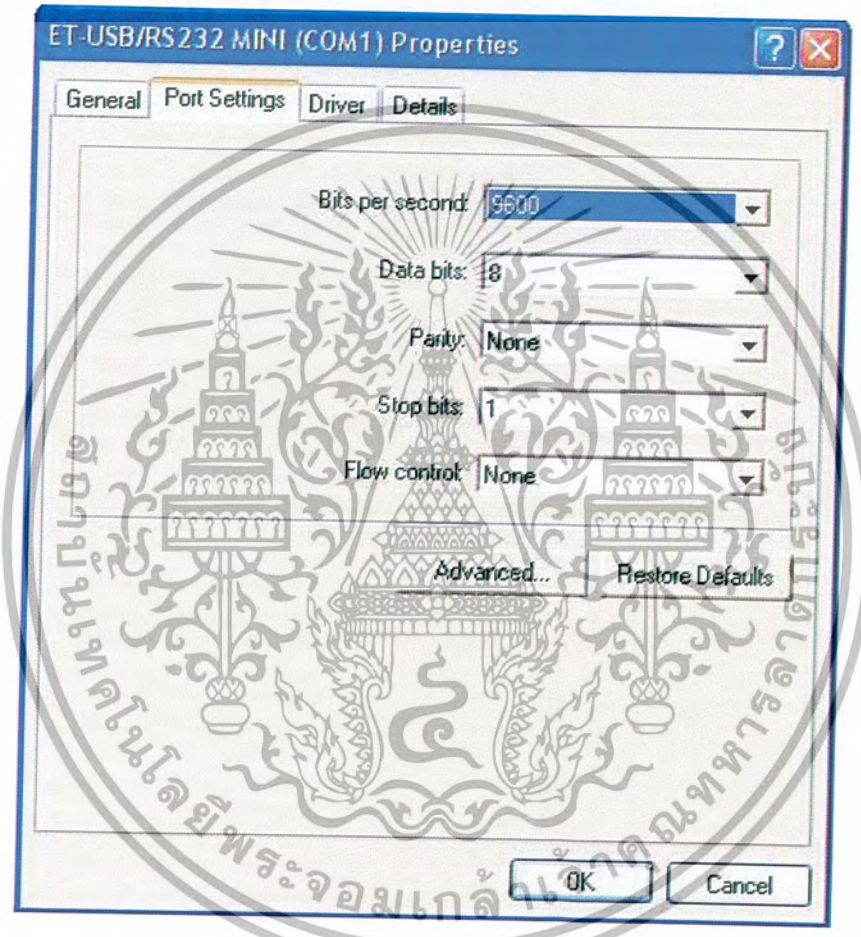
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มองหาอุปกรณ์ ชื่อ USB Serial Port เมื่อเราติดตั้งแล้ว จะขึ้นว่า ET COM1 ดังรูปที่ 3.37

ด้านการกำหนดค่า กด double click ที่ ET-USB/RS232 มองหาแท็บที่ชื่อ port settingเพื่อทำการปรับค่าการส่งข้อมูลได้ตามต้องการเป็น bit/sec ต่อไปกดปุ่ม Advance

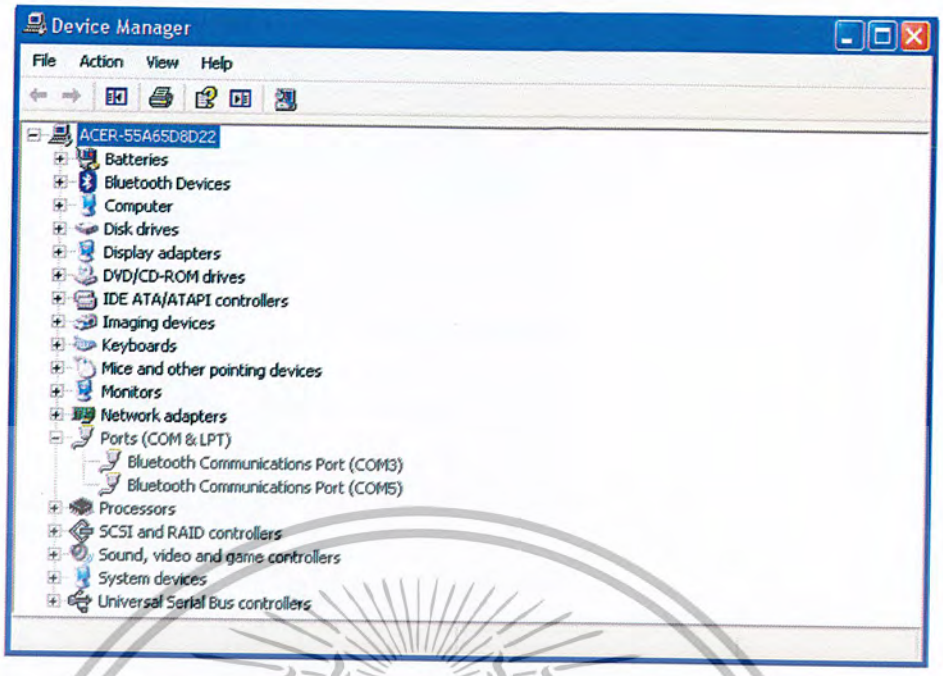
เมื่อเข้าไปแล้วเราจะเห็นจากหน้าจอได้ว่า สามารถเปลี่ยน Com port ได้ตามต้องการ และในกรอบเดียวกัน ตั้งค่า Receive byte ให้เป็น 256 transmit byte ให้เป็น 128 Latency time เป็น 70 (ms)

-



รูปที่ 3.41 การเซตค่า1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

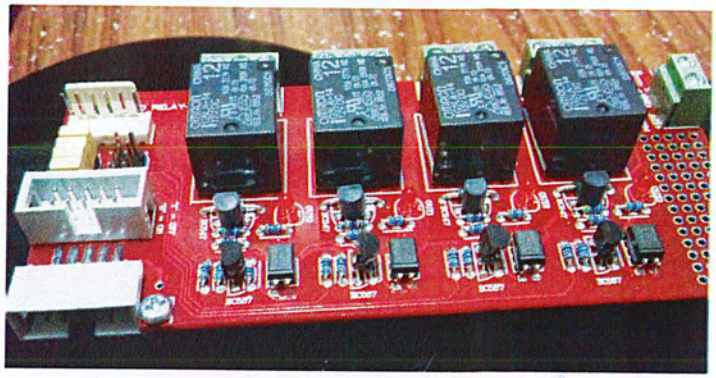


รูปที่ 3.42 การเซตค่า2

เมื่อเราได้ output ภาพที่เราทำการตรวจสอบ ตามหลักการด้านบนเรียบร้อยแล้วจะสั่งให้อุปกรณ์ โซลินอยด์ทำงาน โดยผ่านทาง Microcontroller จากโปรแกรม Matlab เราจะส่งตัวอักษรจาก Matlab สู่ Microcontroller

รูปที่ 3.43 บอร์ด Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 OPTO RERAY

รูปที่ 3.45 รูปชิ้นวัตถุทั้งสามชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการตรวจจับริงและฮับ

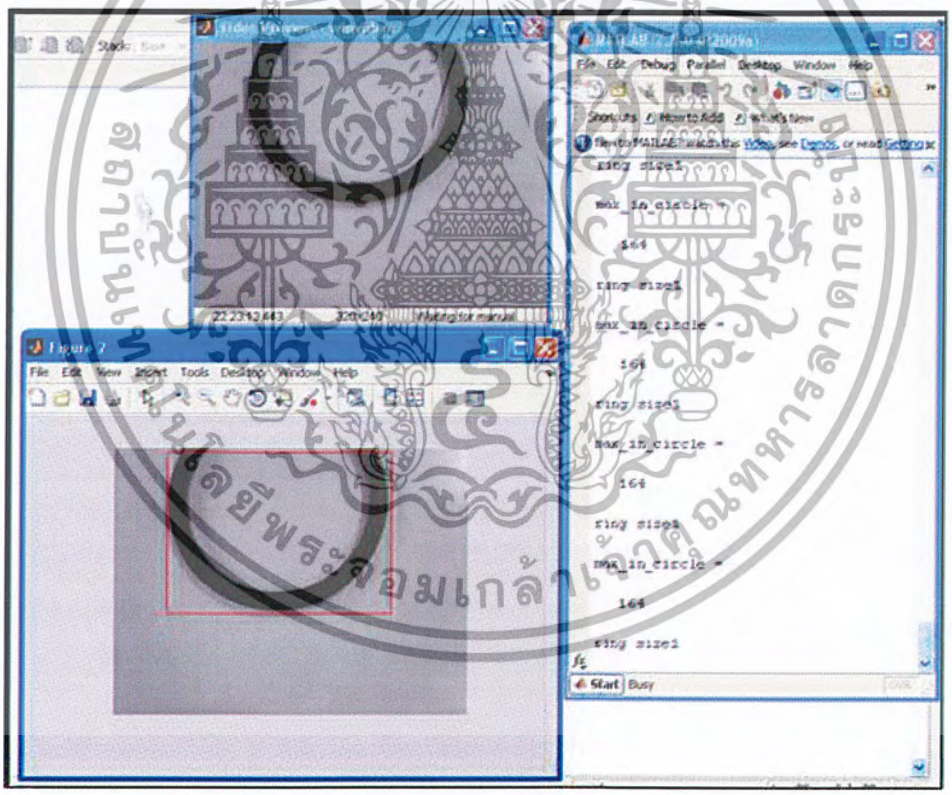
ในการทดลองต้องทดลองจากภาพนิ่งเพื่อทำการประมาณค่าที่ตรวจจับได้เพื่อนำไปใช้กับโปรแกรมเบื้องต้นค่าที่ได้จากการทดลองมีดังนี้

ค่าภาพนิ่งจะอยู่ระหว่าง จากาการ cnc จะได้วัตถุ

Ring ใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 123 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 148 mm

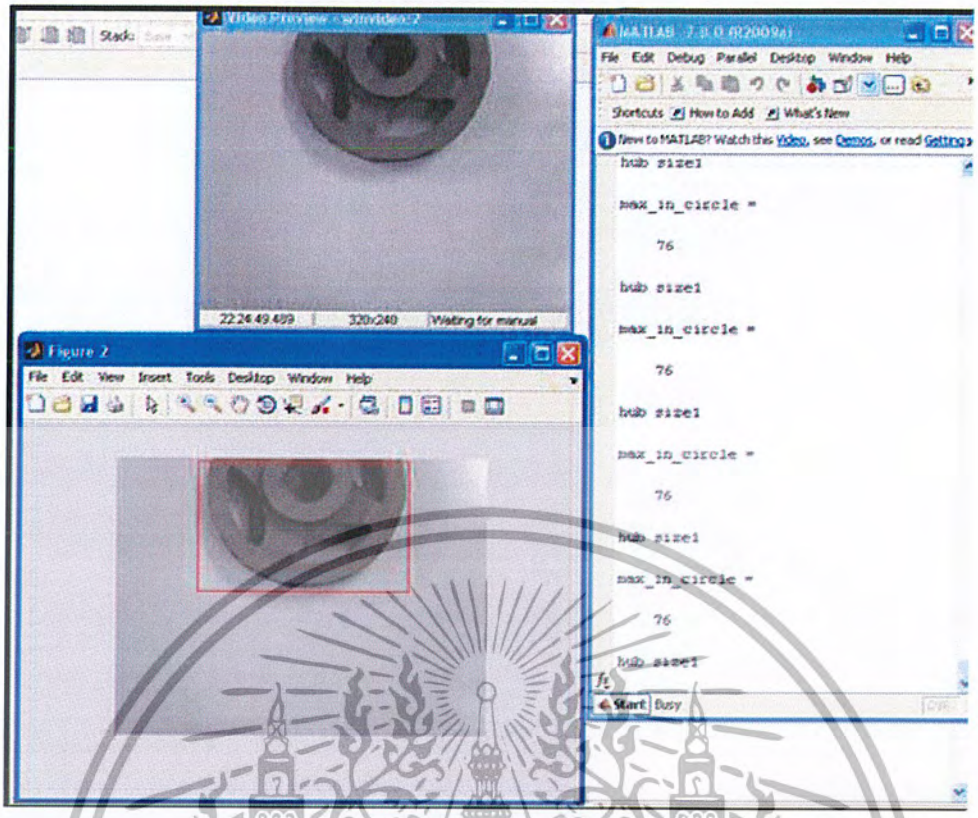
Ring เล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 106 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 123 mm

Hub เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 106 mm เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 123 mm



รูปที่ 4.1 ผลการทดลอง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ผลการทดลอง 2

4.2 ผลการทดลองโดยนับช่องว่างภายในสูงสุด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองจับริงไซส์ใหญ่บณะอยู่นิ่ง

ครั้งที่/รอบที่	1	2	3	4	5
1	167	168	167	166	167
2	166	165	166	167	166
3	168	167	165	168	167
4	166	167	166	166	166

Ring ใหญ่ นับได้ช่วง ได้pixel ระหว่าง 165-168 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองจับริงไซส์เล็กขณะอยู่นิ่ง

ครั้งที่/รอบที่	1	2	3	4	5
1	145	143	141	145	144
2	145	143	142	144	143
3	144	144	142	144	144
4	143	142	143	138	141

Ring เล็ก นับได้ช่วงได้ pixel ระหว่าง 141-145 จุด

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองจับฮับขณะอยู่นิ่ง

ครั้งที่/รอบที่	1	2	3	4	5
1	78	74	64	70	107
2	107	108	65	85	65
3	92	90	87	76	87
4	88	103	72	109	85

hub นับได้ช่วงได้ pixel ระหว่าง 70-109 จุด

จะตั้งค่าโปรแกรมให้เป็นดัง

Ring ใหญ่ นับได้ช่วง ได้pixel ระหว่าง 150-180 จุด

Ring เล็ก นับได้ช่วง ได้pixel ระหว่าง 130-150 จุด

hub นับได้ช่วง ได้pixel ระหว่าง 50-100 จุด

หลังจากนั้นจะทดลองกับภาพเคลื่อนไหวโดยใช้สายพาน มีระยะห่างของวัตถุที่ตรวจจับห่างกันประมาณ 40 cm ริงจาการทดลองหรือเทียบค่าจะได้ว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายในหรือพิกเซลที่นับมากกว่า 100pixelในขนาดที่เหลือจากการทดลองได้ค่าดังนี้จะการทดลอง ช่วงโดยประมาณจากทางทดลอง แบบละ 100 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองจับริงไซส์ใหญ่ขณะเคลื่อนที่

ครั้งที่/รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	158	162	135	162	163	166	169	168	167	167
2	166	135	168	168	165	166	169	167	166	168
3	167	166	163	152	166	167	160	165	162	166
4	160	163	169	166	165	160	157	168	163	168
5	167	166	167	150	147	151	167	162	137	167
6	167	164	165	165	167	165	162	161	161	163
7	165	X	161	166	166	163	X	164	165	147
8	155	162	165	162	162	165	165	127	152	166
9	167	140	164	165	165	147	166	159	164	165
10	166	121	165	167	167	163	165	165	167	167

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองจับริงไซส์เล็กขณะเคลื่อนที่

ครั้งที่/รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	139	141	141	144	143	143	143	140	144	142
2	144	142	139	143	141	141	144	142	143	143
3	141	143	143	140	142	142	143	142	139	X
4	X	140	138	137	139	143	144	140	142	132
5	145	143	144	141	142	143	144	138	139	139
6	138	142	141	142	137	X	143	139	141	137
7	142	143	143	136	143	136	143	144	140	143
8	143	140	143	139	140	142	142	142	143	139
9	140	139	143	144	142	143	142	X	140	141
10	142	141	142	143	141	143	139	142	139	143

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองจับฮับขณะอยู่บนสายพานเคลื่อนที่

ครั้งที่/ รอบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	59	56	57	58	59	60	61	62	63	64
2	56	57	67	66	X	55	X	58	20	X
3	46	53	54	53	58	59	73	90	62	103
4	67	61	71	60	58	60	72	106	65	52
5	105	106	54	61	61	60	60	60	59	59
6	61	61	60	X	67	65	61	X	63	92
7	63	65	X	60	93	67	60	98	65	62
8	66	59	57	63	65	102	103	70	101	104
9	63	64	64	45	63	53	62	75	62	X
10	62	62	X	68	63	64	X	66	55	62

หมายเหตุ: X ตรวจจับไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปผลการทดลองและรายงานผล

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าต้องทำการปรับแก้ค่า pixel ที่ได้จากการตั้งค่าเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ใหม่โดยเฉพาะกับ hub เนื่องจากในเวลาเคลื่อนที่จะมีเรื่องของแสงกับเงาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยโดยตัว hub ที่ตรวจจับเส้นผ่านภายในได้นั้นจะมีขนาดเล็กเมื่อเกิดปัญหาข้างต้นจะทำให้เกิดความผิดพลาด เราสามารถแยกแยะได้จากตารางข้างบนซึ่งมาจากการทดลองข้างต้นแล้ว

สรุป จากอย่างละ 100 ตัวอย่าง

ที่ Ring ไซต์ใหญ่ ค่าที่จับได้ ทั้งหมด 89 ชิ้น ไม่สามารถตรวจจับทัน 2 ชิ้น กรณีที่จับเป็น Hub นั้นไม่มี แต่จับเป็น Ring ไซต์เล็กทั้งหมด 9 ชิ้น แต่เนื่องจาก Ring ทั้ง 2 ไซต์ เราให้ไปที่ Line 2 อยู่แล้ว เพราะฉะนั้นเราจะนิยามความผิดพลาดได้ว่า Error 2%

ที่ Ring ไซต์เล็กค่าที่จับได้ ทั้งหมด 96 ชิ้นไม่สามารถตรวจจับทัน 4 ชิ้นกรณีที่จับเป็น Ring ไซต์ใหญ่หรือ Hub นั้นไม่มีแต่เนื่องจาก Ring ไซต์เล็ก เราให้ไปที่ Line 2 ซึ่งแต่ไม่สามารถตรวจจับได้จึงไป Line 1 แทน เพราะฉะนั้นเราจะนิยามความผิดพลาดได้ว่า Error 4%

ที่ Hub ค่าจับได้ ทั้งหมด 91 ชิ้น ไม่สามารถตรวจจับทัน 9 ชิ้นกรณีที่จับเป็น Ring นั้นไม่มีแต่เนื่องจาก Hub เราให้ไปที่ Line 1 อยู่แล้ว เพราะฉะนั้นเราจะนิยามความผิดพลาดได้ว่า Error 0%

เราจะนำผลการทดลองที่ได้มาปรับแก้กับดปรมแกรมอีกครั้งเพื่อให้มีความคาดเคลื่อนน้อยที่สุด

การส่งสัญญาณไปควบคุมโซลลินอย์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวกลาง ขั้นแรกเมื่อเรากำหนดตัวที่อยากดีดออกได้เราจะส่งค่าจากโปรแกรม matlab ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์รับรู้เพื่อให้จ่ายสัญญาณไฟฟ้าเพื่อให้ตัวดีดหรือโซลลินอย์ทำงานมีการหน่วงตามเวลาที่วัตถุเข้ามาเพื่อให้ระบบดำเนินแบบระบบ ซิงค์โครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการถ่ายรูปจากกล้องทุกครั้งจะมีปัญหาตรงที่มุมของภาพเกิดจุดดำ ผลต่อตีขอบเราจึงย่อมิติไปด้านละi-1,j-1 แต่ในการใช้กรรมวิธี sobel edge detection กับการใช้ mask ทำการคอนเวอร์ลูชั่นทำให้แยกแยะโดยความหนาแน่นของพิกเซล 1 ที่กระจุกรวมกันได้เป็นอย่างดี ในการแยกแยะวัตถุ 2 สิ่งขนาดต่างกันอาจจะไม่ต้องใช้กรรมวิธีการที่ละเอียดเกินไปควรคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตด้วยและความคุ้มค่าของการคัดแยกต่อเวลา จึงอาจไม่ใช้วิธีการ sobel edge detection เพราะจาการทดลองมันเสียเวลามากกว่า แบบเทรสโฮลธรรมดา ถึง 0.3วินาที ซึ่งเราต้องมาดูถึงความถูกต้องในการจับค่าจากตารางการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง ส่วนด้านความเร็วของสายพานมันจะสัมพันธ์กับเฟรมที่ต้องการตรวจจับและการรับภาพของกล้อง ในขณะที่สายพานนั้นมีความเร็ว ถ้าเร็วมากเกินไปจะทำให้เกิดภาพซ้อนและต้องใช้การคืนค่าภาพ โดยการชดเชยทางเวลา

ส่วนเรื่องการออกแบบทาง Mechanical ถ้าหากเราออกแบบดีก็จะช่วยสามารถลด Process ของส่วน Digital Image Processing ได้ โดยปัญหาหลักๆ ในโครงงานนี้ เกิดจากการที่คอนเวเยอร์มีปัญหาเนื่องจากช่างไม้ที่ทำแบบไม่ตามสเปค และพยายามลดต้นทุนในการผลิตเอง ทำให้คอนเวเยอร์ฝืดมีเสียงดัง เพราะฉะนั้น ผู้ที่สนใจทำงานทางด้าน Mechanical ควรจะลงไปคุมงานเอง เผื่อให้งานไม่คลาดเคลื่อน และการ CNC ควรจะศึกษาพลังงานความร้อนที่เกิดจากหัวสว่านด้วย เพราะว่าต้องวิ่งด้วยความเร็วรอบสูง และมีระยะเวลาการทำงานนาน อีกทั้ง หัวเจาะมีขนาดที่ใหญ่ บางครั้งการคว้านออกมาอาจจะมีปัญหาเพราะหัวดอกสว่านใหญ่เกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ผศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์. **Digital Image Processing** .สงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย,2552

[2] Uvais Qidwai and C.H.Chen. **Digital Image Processing : An Algorithmic Approach with MATLAB** , CRC Press,2008

[3] ผศ.ดร.ชาญชัย ปลื้มปิติวิริยะเวช. "**เอกสารการสอน วิชา Digital Image Processing**" ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550

[4] อ.จิระศักดิ์ สิทธิกร. "**เอกสารการสอน วิชา Image Processing**" ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2552

[5] "**Engineering Drawing Fundamental**" ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[6] ศิริพร บุญเปลี่ยน*ผล*. **การประยุกต์ใช้โมดิฟายเออเนอรัลไลฟ์ฮัฟทรานฟอร์ม สำหรับรู้จำภาพจิตกรรมฝาผนัง** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์,มหาวิทยาลัยศิลปากร.2548

[7] ดร.ปริญญา สงวนสัตย์ .**คู่มือ MATLAB ฉบับสมบูรณ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้