รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องตรวจสอบการสร้างสัญลักษณ์ด้วยแสงเลเซอร์
Laser Marking Inspection Machine

นายรัชภูมิ สีหะเตโช

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องตรวจสอบการสร้างสัญลักษณ์ด้วยแสงเลเซอร์

Laser Marking Inspection Machine

นายรัชภูมิ สีหะเตโช

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	เครื่องตรวจสอบการสร้างสัญลักษณ์ด้วยแสงเลเซอร์	
ชื่อ สกุล-นักศึกษา	นายรัชภูมิ	สีหะเตโช
คณะ วิศวกรรมศาสตร์	**ภาควิชา**	อิเล็กทรอนิกส์
ชื่อ สกุล-อาจารย์นิเทศ	อเกรียงไกร.	สุขสุด
	อชินภัทร.	นันทจิวากรชัย
ชื่อสกุล ผู้-นิเทศงาน	นายมนัสชัย	ชัยนอก
	นายสุธีนนท์	เหล่านิยมไทย
สถานที่ประกอบการ	บริษัท ไมโครชิพ เทคโนโลยี (ไทยแลนด์)จำกัด	

บทคัดย่อ

รายงายฉบับนี้ถูกจัดทำขึ้นเพื่ออธิบายเกี่ยวกับการนำกล้องไมโครสโคปมาใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของการทำสัญลักษณ์ด้วยแสงเลเซอร์ โดยใช้หลักการของ Machine Vision มาช่วยในการอธิบายและใช้หลักของ Digital Image Processing มาช่วยในการประมวลผลรูปภาพ นอกจากนี้ยังอธิบายถึงปัญหาที่พบในระหว่างการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในสายการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title	Laser Marking Inspection Machine
Student intern name	Mr. Ratchaphoom Sihatecho
Faculty	Engineering **Department** Electronics
Advisor name	Asst. Prof. Kriangkrai Sooksood
	Asst. Prof. Chinnapat Nantajiwakornchai
Mentor name	Mr. Manuschai Chainok
	Mr. Shutheenon Laoniyomthai
Company	Microchip Technology (Thailand) Co., Ltd.

ABSTRACT

This project designed to explain about using microscopes to check the quality of laser marking. This project using the principles of Machine Vision to explain and use the principles of Digital Image Processing to process the images. This report also describes the problems encountered during the design and construction of various devices that can be used in the production line.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน“เครื่องตรวจสอบการสร้างสัญลักษณ์ด้วยแสงเลเซอร์สำเร็จลุล่วงด้วยดีจากความ” ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาจาก นายมนัสชัย ชัยนอกนายสุธีนนท์ เหล่านิยมไทย และพี่ๆในบริษัททุก , ท่านคอยช่วยเหลือในการเขียนโปรแกรมและให้ความรู้รวมถึงการแก้ปัญหาต่างๆเพื่อผลิตชิ้นงานออกมา

ขอขอบพระคุณพ่อแม่ของผู้จัดทำที่คอยเป็นกำลังใจหลักและเป็นผู้สนับสนุนในการทำโครงงาน รวมไปถึงเพื่อนๆผู้เป็นกำลังใจหลักคอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำรวมทั้งช่วยกันในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงานนี้ทั้งหมด ทำให้ผลของโครงงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

รัชภูมิ สีหะเตโช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

บทที่1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 1

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิตอล 3

2.1.2 ระบบสี (Color Model) 4

2.1.3 โพลาไรเซชัน 5

2.1.4 Electrostatics Discharge(ESD) 6

2.1.5 เซนเซอร์รูปภาพ 6

2.1.5.1 ข้อแตกต่างระหว่าง CCD และ CMOS 6

2.1.5.2 คุณสมบัติของเซนเซอร์รูปภาพ 8

2.1.5.3 ประสิทธิภาพ 9

2.1.6 ทางยาวโฟกัสของเลนส์(Focal Length) 9

2.1.6.1 มุมรับภาพและองศารับภาพ (Field of view) 9

2.1.6.2 สัดส่วนของวัตถุต่างในภาพ (Perspective) 9

2.1.6.3 ระยะชัดลึก (Depth of Field) 9

บทที่3 วิธีดำเนินงานวิจัย 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย 10
3.2 ตารางสรุปการฝึกงานโครงการสหกิจศึกษา 10
3.3 ทดลองกับกล้องจริงที่มีฟังก์ชั่นที่สามารถทำ MACHINE VISION ได้ 10
3.4 ศึกษาและตัดสินใจซื้ออุปกรณ์ 11
3.5 ค้นหาและติดตั้งโปรแกรมที่จำเป็น 11
3.6 เริ่มศึกษาและเขียนโปรแกรมโดยนำไปทดลองกับชิ้นงานจริงเป็นระยะๆ 12
3.7 ศึกษาผลกระทบของค่า ELECTROSTATIC DISCHARGE(ESD) 12
3.8 การทำให้เป็นไฟล์ EXECUTABLE FILE(.EXE) 12
3.9 สร้างคู่มือการใช้งานสำหรับวิศวกรและผู้คุมเครื่อง 13
บทที่4 ผลการวิจัย 14
4.1 ฟังก์ชั่นต่างๆ 14
4.1.1 แคปเจอร์ภาพและบันทึกเป็นไฟล์สกุล JPEG ในโฟลเดอร์ที่กำหนด 14
4.1.2 หาขอบชิ้นงานอันโนมัติและตีกรอบขอบขึ้นงาน 15
4.1.3 สามารถตัดสินใจได้ว่าการทำสัญลักษณ์ออกนอกบริเวณที่กำหนด 16
4.1.4 สามารถตัดสินใจได้ว่ารอยการทำสัญลักษณ์มีความชัดเจนตามมาตรฐาน 17
4.2 การวัดขนาด 18
4.3 ELECTROSTATIC DISCHARGE(ESD) 19
4.4 FLOWCHART 20
4.5 PROGRAM INTERFACE 21
บทที่5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 22
5.1 สรุปผลการวิจัย 22
เอกสารอ้างอิง 23
ภาคผนวก 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1 ระดับสีของ Grayscale ตามขนาดข้อมูลที่เก็บค่าสี 4
รูปที่ 2.2 ความแตกต่างของ สีแสง (RGB) และ สีวัตถุ (CMYK) 4
รูปที่ 2.3 โมเดลสี HSV 5
รูปที่ 3.1 ตารางสรุปการฝึกงานโครงการสหกิจศึกษา 10
รูปที่ 3.2 เครื่อง Machine vision 10
รูปที่ 3.3 ซอฟต์แวร์โหมด OCR 10
รูปที่ 3.4 กล้องยี่ห้อ Dino-Light Digital Microscope 11
รูปที่ 3.5 ผลการทดลองขณะนำชิ้นงานจริงมาทดลอง 12
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการแปลงให้เป็นไฟล์สลุก .EXE 12
รูปที่4.1 ตัวอย่างรูปภาพที่บันทึกของงานที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ 14
รูปที่4.2 ตัวอย่างรูปภาพที่บันทึกของงานที่ผ่านการตรวจสอบ 14
รูปที่4.3 ตัวอย่างรูปภาพที่บันทึกอยู่ในโฟลเดอร์ที่กำหนด 15
รูปที่4.4 ขอบชิ้นงานของแพคเก็จ 64TQFP_STL 15
รูปที่4.5 ขอบชิ้นงานของแพคเก็จ 8SOIC_STL 15
รูปที่4.6 การทำสัญลักษณ์อยู่ในตำแหน่งที่ผ่านมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL 16
รูปที่4.7 การทำสัญลักษณ์อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ผ่านมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL 16
รูปที่4.8 การทำสัญลักษณ์ชัดเจนตามมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL 17
รูปที่4.9 การทำสัญลักษณ์ไม่ชัดเจนตามมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL 17
รูปที่4.10 การวัดขนาดของแพคเก็จ 8SOIC_STL 18
รูปที่4.11 การวัดขนาดของแพคเก็จ 14SOIC_STL 18
รูปที่4.12 การวัดค่า ESD บนผิวสัมผัสของชิ้นงาน 19
รูปที่4.13 ค่า ESD บนผิวสัมผัสของชิ้นงาน 19
รูปที่4.14 Flowchart ของโปรแกรม 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.15 Program Interface 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันเรามีอุตสาหกรรมเกี่ยวกับวงจรรวม(IC) มากมายหนึ่งในกระบวนการสำคัญคือการทำเครื่องหมาย การทำเครื่องหมายเป็นสัญลักษณ์บนชิ้นงานโดยวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนและสะดวกสบาย แต่บางครั้งการทำเครื่องหมายมีข้อบกพร่องที่มนุษย์ไม่สามารถตรวจพบหรือตัดสินใจได้ จึงทำให้เกิดเป็นความคิดริเริ่มในการสร้างโครงงานนี้ขึ้นโดยอาศัยหลักการของการประมวลผลภาพดิจิทัล(Digital Image Processing) เพื่อแก้ปัญหาโดยตรงเกี่ยวกับการตัดสินใจและสร้างมาตรฐานการทำเครื่องหมาย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

สามารถช่วยตัดสินใจที่ข้อบกพร่องที่มนุษย์ไม่สามารถตรวจพบหรือตัดสินใจได้ และสร้างมาตรฐานการทำสัญลักษณ์ด้วยเลเซอร์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- สามารถแคปเจอร์ภาพและบันทึกเป็นไฟล์ JPEG
- สามารถตีกรอบบริเวณขอบงานได้
- สามารถระบุงานที่ไม่ผ่านคุณภาพที่กำหนดได้
- สามารถนำไปใช้จริงในสายการผลิตได้

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

- เริ่มศึกษาหลักการของ Machine Vision และ Digital Image Processing
- เขียนโปรแกรม
- ออกแบบอุปกรณ์
- ทดลองนำไปใช้งานจริง
- แก้ไขปัญหาที่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมและทฤษฎี Digital Image Processing รวมถึงการใช้งานโปรแกรม Solid Work ในการเขียนแบบเพื่อสร้างชิ้นงาน และได้พัฒนาทักษะทางด้านวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพดิจิตอลเกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลรูปที่เป็นสัญญาณอนาล็อกให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอลเพื่อใช้ในการประมวลผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้และ ยังนำมาใช้ในการลดปัญหาของภาพเช่น ลดสัญญาณรบกวนภายในภาพเป็นต้น

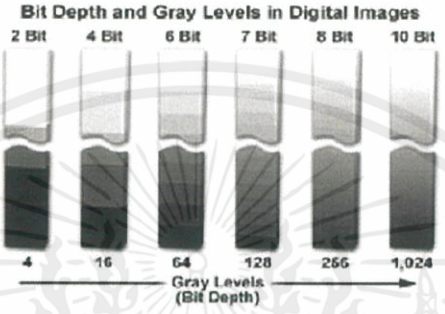
ในการแปลงภาพให้เป็นสัญญาณดิจิตอลนั้น ระบบจะนำรูปที่รับเข้ามาไปคำนวณโดยกระบวนการ Sampling และ Quantization และส่งข้อมูลออกมาในรูปแบบดิจิตอล คอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลภาพลงหน่วยความจำ โดยการจองหน่วยความจำภายในเครื่องในรูปแบบของอาร์เรย์โดยค่าในแต่ละช่องของอาร์เรย์แสดงถึงคุณสมบัติต่างๆของรูปที่จุดพิกเซลนั้นๆ และตำแหน่งของช่องอาร์เรย์ก็เป็นตัวกำหนดตำแหน่งของจุดพิกเซลภายในภาพด้วย ภาพดิจิตอลที่ได้จะมีรูปแบบการเก็บเป็นเมทริกซ์ ซึ่งจะมีการจัดเก็บภาพแต่ละชนิดต่างกัน ขึ้นอยู่กับระบบสีของภาพดังกล่าวโดยแบ่งชนิดของภาพได้ดังนี้

- Binary image หรือ ภาพขาว-ดำ เป็นรูปที่ใช้เนื้อที่เพียง 1 บิต ต่อพิกเซล โดยค่าสีจะมีแค่สองค่าคือ 0 หรือสีดำ และ 1 หรือสีขาว
- Grayscale Image เป็นรูปที่เก็บโดยใช้รูปแบบของอาร์เรย์ 2 มิติ โดยค่าที่เก็บจะมีค่าอยู่ในช่วงๆหนึ่ง ซึ่งระดับของสีขึ้นกับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี
- RGB Image หรือ Truecolor Image เป็นรูปที่เก็บโดยใช้อาร์เรย์ 3 มิติ ขนาด m x n x 3 โดยที่ m คือความยาว และ n คือความกว้างของภาพในหน่วยพิกเซลส่วนมิติสุดท้ายนั้นในแต่ละมิติจะเก็บค่าสีแยกกัน คือสีแดง (Red) สีเขียว(Green) และสีน้ำเงิน(Blue)
- Indexed Image เป็นรูปที่มีรูปแบบการเก็บแบบ indexed คือ ภาพประเภทนี้จะเก็บค่าสีเป็น indexed และในแต่ละช่องอาร์เรย์จะเก็บตำแหน่งของสีใน indexed นั้นๆไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

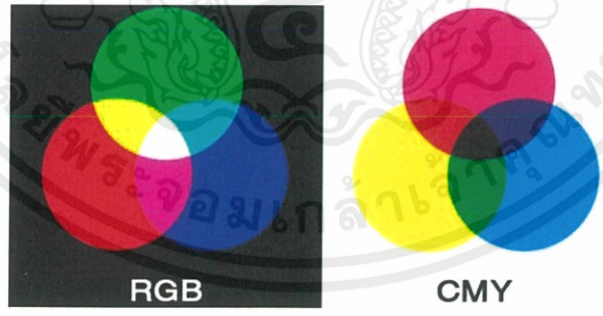
2.1.2 ระบบสี (Color Model)

ระบบสี Grayscale เป็นช่วงของเฉดสีเทา ซึ่งแตกต่างกับภาพขาว-ดำ ที่มีเพียง 2 สี คือขาว กับดำ สีใน grayscale นี้แสดงถึงความเข้มของสี (Intensity) ในระดับต่างๆ โดยสีดำเป็นส่วนที่มีความเข้มของสีน้อย และสีขาวจะมีความเข้มของสีมาก จำนวนระดับของสีขึ้นอยู่กับขนาดของบิตที่ใช้เก็บค่าสี โดยทั่วไปแล้วจะเก็บข้อมูลสีประเภทนี้ด้วยข้อมูลขนาด 8 บิต หรือ 1 ไบต์ ซึ่งจะให้ความละเอียดของสีที่ 265 เฉดสี



รูปที่ 2.1 ระดับสีของ Grayscale ตามขนาดข้อมูลที่เก็บค่าสี

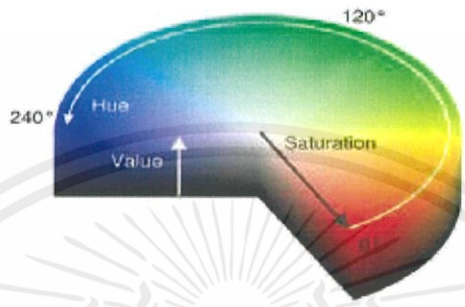
ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่ประกอบด้วยแม่สีหลักสามสีคือ แดง (Red), เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) RGB นั้นเป็นระบบสีแสง และเป็นแบบ Additive คือ ถ้าไม่มีสีใดเลยจะมองเห็นเป็นสีดำ และในทางกลับกัน หากมีครบทุกสีจะมองเป็นสีขาว จะต่างกับระบบสีแบบ Subtractive หรือระบบสีแบบ CMYK ที่เป็นสีที่เกิดจากการสะท้อน หรือเรียกกันทั่วไปว่าสีวัตถุ



รูปที่ 2.2 ความแตกต่างของ สีแสง (RGB) และ สีวัตถุ (CMYK)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบสี HSV (Hue, Saturation, Value) หรือ HSB (Hue, Saturation, Brightness) เป็นระบบสีที่นิยมใช้กันในหมู่นักแต่งภาพ เนื่องจากเป็นระบบสีที่ใกล้เคียงกับความคิดของมนุษย์ได้ดีกว่าระบบสี RGB โดย Hue คือสีของภาพ,Saturation คือ ปริมาณความอิ่มตัวของสี ยิ่งมีค่านี้มาก ภาพจะมีสีสดยิ่งมีน้อย ภาพจะยิ่งมีสีน้อยลง จนในที่สุดจะกลายเป็นรูปที่ลักษณะแบบ Grayscale และ Value หรือ Brightness เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความสว่างของภาพ หากมีค่ามากภาพจะยิ่งมีความสว่างมาก



รูปที่ 2.3 โมเดลสี HSV

2.1.3 โพลาไรเซชัน

โพลาไรเซชัน (Polarization) ปรากฏการณ์การแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสงแสดงสมบัติความเป็นคลื่นของแสง แต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าแสงเป็นคลื่นตามยาว หรือ คลื่นตามขวาง สำหรับปรากฏการณ์ที่แสดงให้เห็นว่า แสงเป็นคลื่นตามขวาง คือ ปรากฏการณ์ โพลาไรเซชัน ทั้งนี้เนื่องจากคลื่นตามยาวจะไม่แสดงปรากฏการณ์นี้

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และเป็นคลื่นตามขวาง ประกอบด้วยสนามไฟฟ้าและสนามแม่เหล็กที่สั่นตั้งฉากกันในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศการแผ่ของคลื่น ทิศการสั่นของสนามไฟฟ้า $\vec{E}$ กำหนดให้เป็นทิศของโพลาไรเซชัน แสงธรรมดาที่ไม่โพลาไรซ์ (unpolarized light) ประกอบด้วยเวกเตอร์ของสนามไฟฟ้าที่สั่นในทุกทิศทาง และอยู่บนระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางการแผ่ของคลื่น แสงโพลาไรซ์ (polarized light) จะประกอบด้วยสนามไฟฟ้า ซึ่งสั่นในแนวใดแนวหนึ่งเท่านั้น เช่น ในแนวดิ่ง แนวราบ เป็นต้น

- โพลาไรเซชันโดยการสะท้อน เมื่อแสงไม่โพลาไรซ์ตกกระทบผิวตัวกลาง แสงที่สะท้อนอาจจะเป็นแสงไม่โพลาไรซ์ หรือ แสงโพลาไรซ์ก็ได้ ขึ้นกับมุมตกกระทบ สำหรับมุมตกกระทบ 0 องศา หรือ 90 องศา แสงสะท้อนจะเป็นแสงไม่โพลาไรซ์ แต่จากการทดลองพบว่าที่มุมตกกระทบค่าหนึ่ง แสงสะท้อนจะเป็นแสงโพลาไรซ์สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โพลาไรเซชันโดยการหักเห วัสดุบางชนิด เช่น แคลไซท์หรือควอทซ์ มีคุณสมบัติที่เรียกว่า Birefringent คือมีค่าดัชนีหักเห 2 ค่า เนื่องจากแสงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วไม่เท่ากันในแต่ละทิศทางของผลึกเมื่อฉายแสงที่ไม่โพลาไรซ์เข้าสู่ผลึกของวัสดุเหล่านี้ แสงที่หักเหออกมาจึงเป็นลำแสงโพลาไรซ์ ซึ่งต่างก็เป็นแสงโพลาไรซ์ทั้งคู่ โดยมีทิศของโพลาไรเซชัน
- โพลาไรเซชันโดยการกระเจิงของแสงเมื่อแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบอนุภาค เช่น ก๊าซหรืออิเล็กตรอนในโมเลกุลของตัวกลางอนุภาคจะดูดกลืนพลังงานจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแล้วแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาทุกทิศทาง ปรากฏการณ์นี้ เรียกว่าการกระเจิง(scattering)

2.1.4 Electrostatics Discharge(ESD)

Electrostatic Discharge หรือ ESD คือการถ่ายประจุระหว่างวัสดุหรือชิ้นส่วนของวัสดุที่มีศักดิ์ไฟฟ้าต่างกัน ไฟฟ้าสถิตบนวัสดุมีหน่วยเป็น โวลต์เตจ (voltage) ขบวนการที่วัสดุสัมผัสและแยกออกจากกันทำให้อิเล็กตรอนมีการเคลื่อนย้ายถ่ายเทประจุโดยขึ้นกับขนาดของพื้นที่สัมผัสความเร็วของการแยกออกจากกันความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) และองค์ประกอบอื่นอีกหลายอย่าง

2.1.5 เซนเซอร์รูปภาพ

เซนเซอร์รูปภาพ(image sensor) คืออุปกรณ์ที่แปลงภาพที่เห็นด้วยตาเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ โดยมากแล้วจะเป็นส่วนประกอบในกล้องดิจิตอล และอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับภาพอื่นๆ เซนเซอร์ในยุคแรกๆ นั้นจะมีลักษณะเป็นกระบอกกล้องวีดิทัศน์ต่อมาจึงพัฒนาเป็นอุปกรณ์ถ่ายเทประจุหรือเซนเซอร์พิกเซลตอบสนอง (charge-coupled device - CCD) แบบกึ่งตัวนำเมทัลอ็อกไซด์ควบเสริม (complementary metal-oxide-semiconductor - CMOS)

2.1.5.1 ข้อแตกต่างระหว่าง CCD และ CMOS

กล้องดิจิตอลในปัจจุบันมักใช้เซนเซอร์รูปภาพแบบ CCD หรือ CMOS ซึ่งทั้งสองประเภทสามารถตรวจจับแสงและแปลงเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ได้เหมือนกัน แต่เทคโนโลยีเซนเซอร์ CCD มีมานานกว่าและแทบจะเรียกได้ว่าเป็นเซนเซอร์รูปภาพที่ครองตลาดสำหรับผู้บริโภค โดย CCD เริ่มมีมาตั้งแต่ปี 1993 และพัฒนาเรื่อยมาจนกระทั่ง CMOS เริ่มมามีส่วนแบ่งตลาดและเกือบจะทดแทนเทคโนโลยี CCD ในปี 2008 เซนเซอร์แบบ CCD มีลักษณะเป็นอุปกรณ์อนาล็อก ประกอบไปด้วยหลอดโฟโต้ไดโอดทำด้วยซิลิคอน เมื่อแสงตกกระทบตัวชิปแล้วจะถูกเก็บไว้เป็นประจุอิเล็กทรอนิกส์ปริมาณน้อยๆ ในตัวเซนเซอร์ ซึ่งประจุเหล่านี้จะถูกแปลงไปเป็นแรงดันไฟฟ้าทีละหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิกเซลขณะที่ถูกอ่านจากตัวชิปจากนั้นกระแสไฟในตัวกล้องจะแปลงแรงดันไฟฟ้านี้ไปเป็นข้อมูลดิจิตอลอีกทีหนึ่งชิปแบบ CMOS มีลักษณะเป็นเซนเซอร์พิกเซลตอบสนอง ที่สร้างโดยกระบวนการประจุกึ่งตัวนำสำหรับ CMOS ซึ่งจะมีแผงวงจรเพิ่มขึ้นมาข้างเซนเซอร์ภาพเพื่อแปลงพลังงานแสงเป็นแรงดันไฟฟ้าจากนั้นแผงวงจรเสริมบนตัวชิปก็จะแปลงแรงดันไฟฟ้านั้นเป็นข้อมูลดิจิตอลได้ทันที

ชิปแบบ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) : ใช้กับโทรศัพท์มือถือ ราคาประหยัด ถึง ปานกลาง ซึ่งเป็นโทรศัพท์มือถือส่วนมากในท้องตลาด ในการคำนวณค่าของแสงที่มาตกกระทบที่แต่ละ Photosite จะมีการประจุค่านั้นโดยตรง เช่นเดียวกับ CCD แต่การส่งผ่านข้อมูลต้องอาศัยสายข้อมูลขนาดเล็ก ไปทำการประมวลผลอีกทอดหนึ่ง อาศัยเทคโนโลยีการผลิตแบบเก่าซึ่งเป็นแบบเดียวกับการผลิต Microprocessor จึงเต็มไปด้วยสัญญาณรบกวนและมีผลทำให้เกิดการลดทอนคุณภาพของภาพถ่าย ตัวเซนเซอร์เองมีความผิดพลาดในการส่งข้อมูลสูงมีความไวต่อแสงน้อย จึงมีผลทำให้คุณภาพของภาพถ่ายที่ได้ด้อยกว่า CCD ส่วนการผลิตสามารถทำได้บนแผ่นซิลิคอนมาตรฐานทั่วไปจึงทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำกว่า CCD

ชิปแบบ CCD (Charge Coupled Device) : เป็นเทคโนโลยีที่ใหม่กว่า สามารถถ่ายภาพได้คุณภาพที่ดีกว่า แต่ก็มีต้นทุนที่สูงกว่าเช่นกันมักนำมาใช้กับโทรศัพท์มือถือราคาแพง ในการคำนวณค่าของแสงที่มาตกกระทบที่แต่ละ Photosite จะมีการประจุค่านั้นโดยตรง เช่นเดียวกับ CMOS และจะแปลงค่าแสงที่เป็นอนาล็อกให้เป็นแบบดิจิตอล ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และส่งประจุได้โดยตรงไปยัง Chip โดยไม่เกิดการตัดทอนสัญญาณหรือสิ่งที่รบกวนสัญญาณภาพซึ่งเกิดจากเทคโนโลยีกระบวนการผลิตขั้นสูงเพื่อให้เซนเซอร์มีคุณภาพและไวต่อแสงที่มาตกกระทบซึ่งทำให้คุณภาพของภาพถ่ายที่ได้ดีกว่า CMOS แต่ CCD ก็ยังต้องใช้พลังงานมากกว่า CMOS อยู่และการผลิดต้องใช้แผ่นซิลิคอนแบบพิเศษที่ผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะจึงทำให้ต้นทุนในการผลิตนั้นสูงกว่า CMOS ไปด้วย

เทคโนโลยีทั้งสองแบบไม่ได้มีข้อได้เปรียบที่ชัดเจนในด้านคุณภาพของภาพในด้านหนึ่งเซนเซอร์แบบ CCD จะมีโอกาสเกิดรอยเปื้อนแนวยาวจากแหล่งแสงที่สว่างได้ยามที่ตัวเซนเซอร์ถูกใช้งานอย่างหนัก แต่อุปกรณ์ถ่ายเทประจุระดับสูงจะไม่ประสบปัญญานี้ ส่วนเซนเซอร์ CMOS ก็มีโอกาสเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากชัตเตอร์แบบหมุนได้มากกว่า

การประยุกต์ใช้เซนเซอร์ CMOS สามารถทำได้โดยใช้อุปกรณ์ประกอบที่น้อยกว่าใช้พลังงานน้อยกว่าและสามารถแสดงผลได้เร็วกว่า CCD ส่วนเซนเซอร์ CCD นั้นเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนามายาวนานกว่าและเทียบเคียงได้กับ CMOS ในหลายๆ ด้าน นอกจากนี้แล้วต้นทุนการผลิต CMOS ก็ต่ำกว่าเซนเซอร์ CCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาปัตยกรรมที่เป็นลูกผสมระหว่าง CCD และ CMOS มีชื่อว่า"sCMOS" โดยประกอบไปด้วยแผงวงจรรวมสำหรับอ่านผล CMOS (CMOS readout integrated circuits - ROICs) ที่เชื่อมต่อวัสดุซับสเตรทภาพ CCD ทั้งนี้ เทคโนโลยีดังกล่าวถูกพัฒนาเพื่ออุปกรณ์ตรวจจับภาพอินฟราเรดและในปัจจุบันได้นำมาปรับใช้กับเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจจับที่มีซิลิคอนเป็นส่วนประกอบอีกกรรมวิธีหนึ่งจะใช้ระยะที่เล็กมากๆ ที่มีในเทคโนโลยี CMOS รุ่นใหม่ๆไปใช้กับโครงสร้างที่คล้ายกับ CCD ด้วยเทคโนโลยีของ CMOS ทั้งหมดหรือคือนำเทคโลโยีดิจิตอลไปใช้กับโครงสร้างอนาล็อก โดยวิธีนี้จะใช้การแยกประตูโพลีซิลิคอนแต่ละช่องด้วยระยะที่เล็กมากๆ เซนเซอร์เหล่านี้ยังคงอยู่ในขั้นตอนวิจัยและพัฒนาและจะสามารถผนวกเอาศักยภาพต่างๆ ของทั้ง CCD และ CMOS เข้าไว้ด้วยกัน นอกจากนี้ นับแต่ปี 2006 ทางบริษัทผู้ผลิตเซนเซอร์ Panasonic ยังได้พัฒนาเซนเซอร์ที่เรียกว่า Live-MOS โดยใช้เทคโนโลยี MOS ซึ่งให้ภาพคุณภาพสูงแต่กินพลังงานน้อยกว่า CCD เนื่องจากในแต่ละพิกเซลจะมีส่วนเชื่อมต่อที่น้อยลงภาพที่ได้จะเสมือนส่งผ่านให้ชมแบบ "ทันที" (live) แม้จะไม่ได้ใช้กรรมวิธีการแปลงแบบดั้งเดิมในเซนเซอร์ CCD

2.1.5.2 คุณสมบัติของเซนเซอร์รูปภาพ

- ความลึกสี (Color Depth) หมายถึง จำนวนเฉดสีที่ Image Sensor สามารถถ่ายทอดออกมาได้ ยิ่งความลึกสีมากจำนวนเฉดสีของภาพก็จะมากขึ้น หมายถึง เราจะได้ภาพที่มีคุณภาพดีขึ้นด้วย ความลึกสีจะบอกเป็นจำนวน Bit/สี
- ขนาดภาพ(Image Size) หมายถึงจำนวน Pixel ที่จะปรากฏบนภาพ ยิ่งจำนวน Pixel มากจะได้ภาพที่สามารถนำไปขยายใหญ่ได้มากขึ้นโดยไม่เกิดการแตกคล้ายกับฟิล์มเกรนหยาบกับเกรนละเอียด ขนาดภาพของ Image Sensor จะบอกเป็นจำนวน Effective Pixel
- สัดส่วนภาพ(Aspect Ratio) หมายถึงสัดส่วนของภาพด้านกว้าง:ด้านยาว
- ความไวแสง(Sensitivity) หมายถึงความไวแสงของ Image Sensor เป็นความไวแสงที่เทียบจากความไวแสงของฟิล์มในมาตรฐานของ ISO(International Standard Organization) ยิ่งความไวแสงสูงจะทำให้สามารถใช้ความเร็วชัตเตอร์สูงหรือช่องรับแสงแคบได้มากกว่า
- ขนาดของ Image Sensor หากเราใช้ตัว Image Sensor ขนาดใหญ่มีแนวโน้มจะให้คุณภาพที่ดีกว่า Image Sensor ขนาดเล็ก(จำนวน pixel เท่ากัน) เพราะจะมีขนาดของ Photosite ใหญ่กว่า ทำให้ไวต่อแสง มี Bit สีมากกว่า มีความคมชัดและรายละเอียดดีกว่า แต่ราคาจะแพงมากขึ้นตามขนาดของ Image Sensor ที่ใหญ่ขึ้นตัวกล้องจะใหญ่ขึ้นตามด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5.3 ประสิทธิภาพ

ตัววัดประสิทธิภาพเซนเซอร์มีอยู่ด้วยกันหลายตัวที่สามารถนำมาใช้ประเมินประสิทธิภาพของเซนเซอร์รูปภาพ เช่น ช่วงรายละเอียดแสง (dynamic range), สัดส่วนสัญญาณต่อคลื่นรบกวน (signal-to-noise ratio) เป็นต้น สำหรับตัวเซนเซอร์ประเภทที่เทียบเคียงกันได้นั้น ช่วงรายละเอียดแสงและสัดส่วนดังกล่าวจะสูงขึ้นเมื่อขนาดเพิ่มมากขึ้น

2.1.6 ทางยาวโฟกัสของเลนส์(Focal Length)

2.1.6.1 มุมรับภาพและองศารับภาพ (Field of view)

มุมรับภาพของเลนส์นั้นจะมีความแตกต่างกันตามทางยาวโฟกัสแต่ละช่วง เลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสสั้นจะให้มุมรับภาพที่กว้างกว่าเลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสยาวกว่าเสมอ ยกตัวอย่างเช่น เลนส์ 20 มม. จะให้มุมรับภาพหรือองศาภาพกว้างกว่าเลนส์ 50 มม. มุมรับภาพจะแคบลงไปเรื่อยๆ ตามทางยาวโฟกัสที่เพิ่มมากขึ้น แต่อัตราการขยายภาพจะเพิ่มขึ้นทำให้วัตถุดูใหญ่และดูใกล้กว่าความเป็นจริง

2.1.6.2 สัดส่วนของวัตถุต่างในภาพ (Perspective)

เลนส์มุมกว้างวัตถุจะดูห่างออกไปจากปกติ ถ้าถ่ายด้วยเลนส์ปกติซึ่งภาพจะดูใกล้เคียงกับตาของเราเห็น ส่วนภาพที่ถ่ายด้วยเลนส์ซูมจะทำให้มองเห็นวัตถุมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าตาเห็น อีกทั้งวัตถุต่างๆ ภายในภาพดูเหมือนจะถูกบีบให้เข้ามาใกล้กันขึ้น สรุปคือสัดส่วนของภาพที่ถ่ายจะมีความแตกต่างกันเมื่อใช้เลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสที่ต่างกัน

2.1.6.3 ระยะชัดลึก (Depth of Field)

เลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสสั้นจะให้ระยะชัดที่มากกว่าเลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสสูงกว่า โดยใช้รูรับแสงที่มีค่าเท่าๆกัน เมื่อมาเปรียบเทียบดูข้อแตกต่างกันซึ่งจะเห็นได้ว่าภาพที่ได้จากเลนส์มุมกว้างภาพจะดูชัดไปตลอดทั้งภาพตั้งแต่ตัววัตถุไปจนถึงฉากหลัง แต่ในขณะที่ภาพที่ได้จากเลนส์ซูมจะชัดเฉพาะส่วนที่โฟกัสเท่านั้ ส่วนอื่นจะเบลอไปซึ่งภาพลักษณะนี้เรียกว่าภาพชัดตื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

วิจัย พัฒนา และออกแบบโครงงาน Laser mark inspection machine โดยใช้ภาษา Python ในการเขียนโปรแกรม

3.2 ตารางสรุปการฝึกงานโครงการสหกิจศึกษา

Order	Topic	June				July				August				September				October				November			
		Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
1	Research																								
2	Program installing																								
3	Programming																								
4	Camera Capture																								
5	Image Framing																								
6	Helping to decision for out of margin																								
7	Text Detection																								
10	Monitor																								

รูปที่ 3.1 ตารางสรุปการฝึกงานโครงการสหกิจศึกษา

3.3 ทดลองกับกล้องจริงที่มีฟังก์ชั่นที่สามารถทำ Machine vision ได้

กล้อง KEYENCE สามารถจับภาพวัตถุที่ต้องการได้อย่างชัดเจนและ ซอฟต์แวร์สามมารถลดสัญญาณรบกวน(noise) ได้อย่างดีเยี่ยมรวมไปถึงซอฟต์แวร์ยังสามารถตีกรอบสีเหลี่ยมรอบตัวอักษรและอ่านตัวอักษรแบบอัตโนมัติได้อย่างแม่นยำ แต่ทางผู้จัดทำยังไม่พบฟังก์ชั่น ตีขอบชิ้นงานแบบอัตโนมัติได้ตามที่ต้องการ

รูปที่ 3.2 เครื่อง Machine vision

รูปที่ 3.3 ซอฟต์แวร์โหมด OCR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ศึกษาและตัดสินใจซื้ออุปกรณ์

เนื่องจาก KEYENCE มีราคาที่ค่อนข้างสูงและยังขาดฟังก์ชั่นที่ต้องการบางส่วนอยู่ ทางผู้จัดทำจึงได้เลือกใช้กล้องยี่ห้อ Dino-Light Digital Microscope สาเหตุที่เลือกกล้องตัวนี้เนื่องจากมีเซนเซอร์รับภาพเป็น CMOS sensor และยังมีการปรับโพลาไรซ์ไฟที่ฉายลงบนตัวงานได้อย่างอิสระ นอกจากนี้ยังตัดสินใจซื้ออุปกรณ์เพื่อมาทำ ring light เพื่อควบคุมปริมาณแสงและมุมตกกระทบของแสงกับตัวงาน

รูปที่ 3.4 กล้องยี่ห้อ Dino-Light Digital Microscope

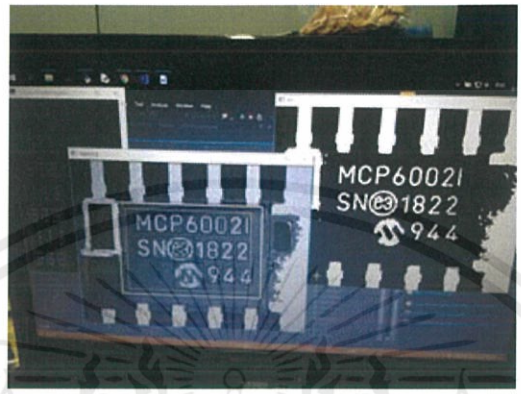
3.5 ค้นหาและติดตั้งโปรแกรมที่จำเป็น

ผู้จัดทำได้เลือกภาษา Python เป็นภาษาที่จะใช้เขียนโปรแกรมเพราะว่า Python เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ที่สามารถเข้าใจง่ายและมีความคล้ายกับภาษาของมนุษย์มากที่สุด นอกจากนี้ยังเป็นภาษาที่มี Library ที่ใช้ทำเกี่ยวกับ Image processing ที่ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยังมีตัวอย่างในอินเตอร์เน็ตให้ดูเพื่อเป็นแนวทางมากมาย โดยได้ทำการติดตั้งโปรแกรม Python เวอร์ชั่น 3.6 และติดตั้งโปรแกรม Visual Studio 2017 เพื่อใช้เป็นที่เขียนโปรแกรม สาเหตุที่เลือก Visual studio 2017 เนื่องจาก เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่าย สามารถเข้าใจได้ในเวลาอันสั้น และยังมี Interface แสดงค่าตัวแปรต่างๆในขณะที่โปรแกรมทำงานอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 เริ่มศึกษาและเขียนโปรแกรมโดยนำไปทดลองกับชิ้นงานจริงเป็นระยะๆ

หลังจากที่ได้เริ่มทำโครงงาน ผู้จัดทำได้นำชิ้นงานจริงเข้ามาทดสอบกับตัวชิ้นงานอยู่เป็นระยะๆ เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อพกพร่องที่จะเกิดขึ้นจริงในขณะใช้งานในสายการผลิต โดยการทราบปัญหาเป็นระยะๆทำให้ผู้จัดทำสามารถแก้ไขและปรับปรุงทั้งทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ให้สามารถใช้งานได้จริงอยู่เสมอ



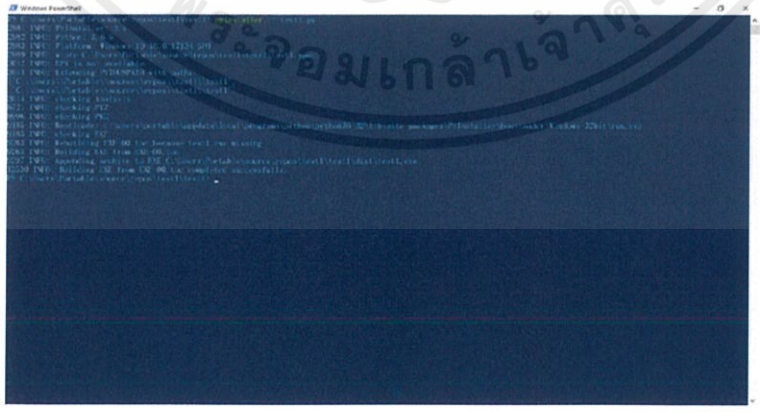
รูปที่ 3.5 ผลการทดลองขณะนำชิ้นงานจริงมาทดลอง

3.7 ศึกษาผลกระทบของค่า Electrostatic discharge(ESD)

เนื่องจากชิ้นงานที่สร้างจะถูกนำไปใช้งานจริงในสายการผลิตที่ควบคุมค่า ESD ทำให้ผู้จัดทำจำเป็นต้องสร้างชิ้นงานให้ผ่านมาตรฐานที่บริษัทกำหนด โดยการนำแผ่นยางป้องกันไฟฟ้าสถิตย์มากั้นระหว่างผิวสัมผัสชิ้นงานและเครื่องเพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิตย์

3.8 การทำให้เป็นไฟล์ executable file(.EXE)

เนื่องจากงานที่สร้างจะถูกนำไปใช้กับคอมพิวเตอร์ในสายการผลิต ผู้จัดทำจึงสร้างโปรแกรมที่ใช้งานให้อยู่ในรูปของไฟล์สกุล .EXE เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการแปลงให้เป็นไฟล์สลุก .EXE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 สร้างคู่มือการใช้งานสำหรับวิศวกรและผู้คุมเครื่อง

เนื่องจากชิ้นงานที่สร้างจะต้องมีวิธีใช้ที่ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อให้ได้ความแม่นยำและประสิทธิภาพสูงสุดจึงจำเป็นจะต้องมีคู่มือการใช้งานสำหรับผู้คุมเครื่องเพื่อให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพและคู่มือการใช้งานสำหรับวิศวกรเพื่อให้ความเข้าใจเบื้องต้นในชิ้นงานเพื่อที่จะสามารถแก้ปัญหาเมื่อชิ้นงานเกิดมีปัญหาหรือขัดข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

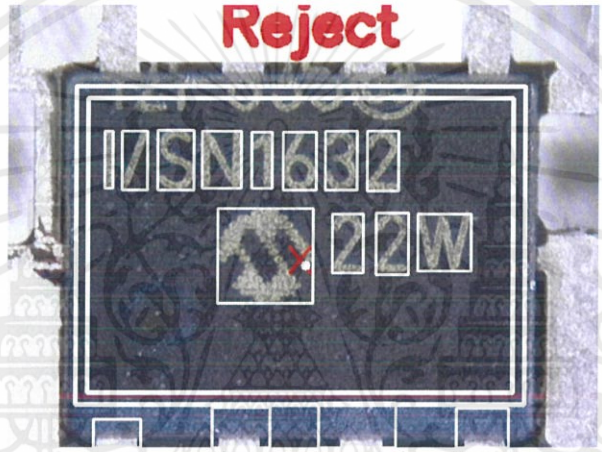
บทที่4

ผลการวิจัย

4.1 ฟังก์ชั่นต่างๆ

4.1.1 แคปเจอร์ภาพและบันทึกเป็นไฟล์สกุล JPEG ในโฟลเดอร์ที่กำหนด

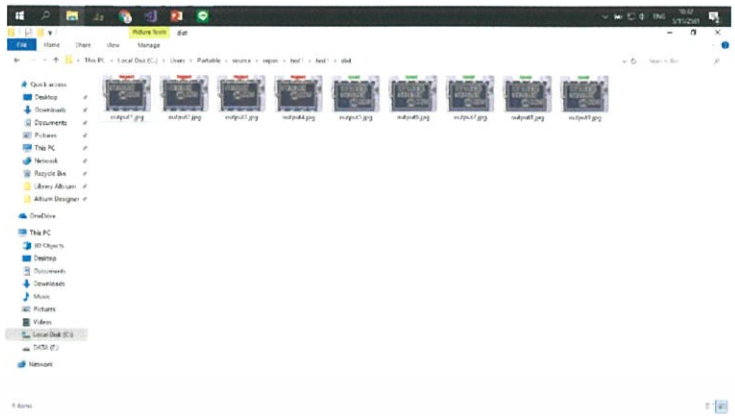
บันทึกภาพโดยการกดปุ่ม Spacebar เพื่อนำภาพไปเก็บใน Folder ที่กำหนดไว้โดย สาเหตุที่เลือกไฟล์ JPEG เนื่องจากมีขนาดเล็กและสามารถเปิดดูได้ง่าย



รูปที่4.1 ตัวอย่างรูปภาพที่บันทึกของงานที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ

รูปที่4.2 ตัวอย่างรูปภาพที่บันทึกของงานที่ผ่านการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

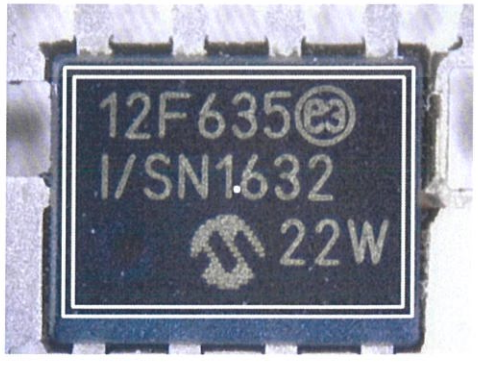


รูปที่4.3 ตัวอย่างรูปภาพที่บันทึกอยู่ในโฟลเดอร์ที่กำหนด

4.1.2 หาขอบชิ้นงานอัตโนมัติและตีกรอบขอบชิ้นงาน

โปรแกรมจะหาขอบชิ้นงานแบบอัตโนมัติและคำนวณหาระยะที่ห่างจากขอบชิ้นงาน 0.1 มม. โดยจะมี2กรอบ คือ 1.กรอบนอกมีความหมายว่า เป็นขอบชิ้นงาน 2.กรอบในมีความหมายว่า ระยะที่ห่างจากขอบชิ้นงาน 0.1 มม.(มาตรฐานบริษัท)

รูปที่4.4 ขอบชิ้นงานของแพคเก็จ 64TQFP_STL



รูปที่4.5 ขอบชิ้นงานของแพคเก็จ 8SOIC_STL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 สามารถตัดสินใจได้ว่าการทำสัญลักษณ์ออกนอกบริเวณที่กำหนด

ช่วยตัดสินใจและแจ้งสถานะงานผ่านมาตรฐานและไม่ผ่านมาตรฐานเมื่อการทำสัญลักษณ์ออกนอกบริเวณโดยฟังก์ชั่นนี้จะมีประโยชน์เมื่อสายตาของมนุษย์ไม่สามารถตัดสินใจได้

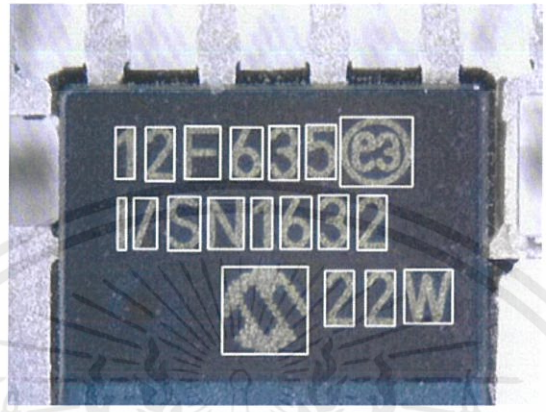
รูปที่4.6 การทำสัญลักษณ์อยู่ในตำแหน่งที่ผ่านมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL

รูปที่4.7 การทำสัญลักษณ์อยู่ในตำแหน่งที่ไม่ผ่านมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL

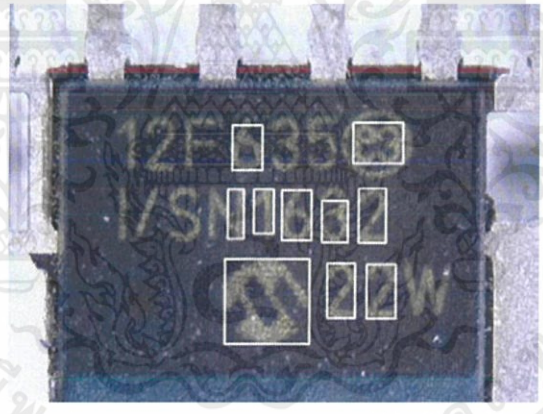
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 สามารถตัดสินใจได้ว่ารอยการทำสัญลักษณ์มีความชัดเจนตามมาตรฐาน

สามารถตัดสินใจได้ว่าการทำสัญลักษณ์มีความชัดเจนตามมาตรฐานเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถอ่านและตีความสัญลักษณ์ต่างๆได้ถูกต้อง โดยฟังก์ชั่นนี้จะมีประโยชน์เมื่อสายตาของมนุษย์ไม่สามารถตัดสินใจได้



รูปที่4.8 การทำสัญลักษณ์ชัดเจนตามมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL

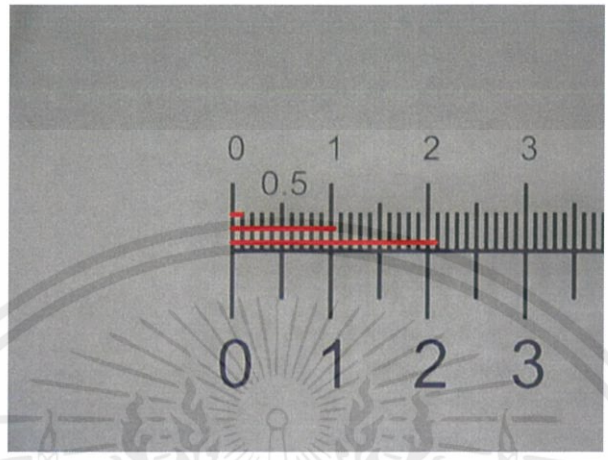


รูปที่4.9 การทำสัญลักษณ์ไม่ชัดเจนตามมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC_STL

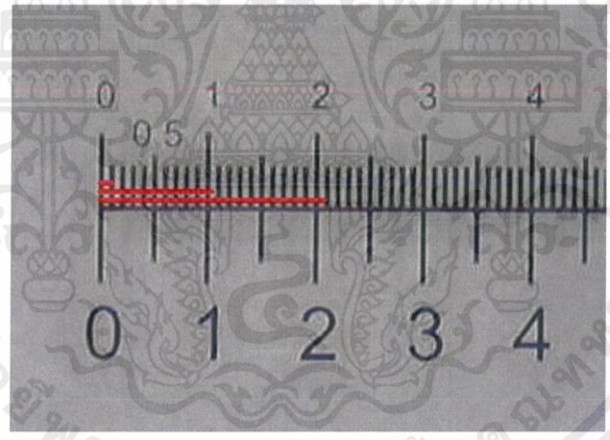
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวัดขนาด

เนื่องจากแพคเก็จของบริษัทมีหลายขนาดจึงส่งผลให้ระยะโฟกัสของกล้องจำเป็นจะต้องมีหลายระยะด้วย จึงจำเป็นจะต้องมีการวัดขนาด(Calibration) เพื่อทำให้ได้ระยะ 0.1 มม. ที่แม่นยำที่สุด



รูปที่4.10 การวัดขนาดของแพคเก็จ 8SOIC_STL



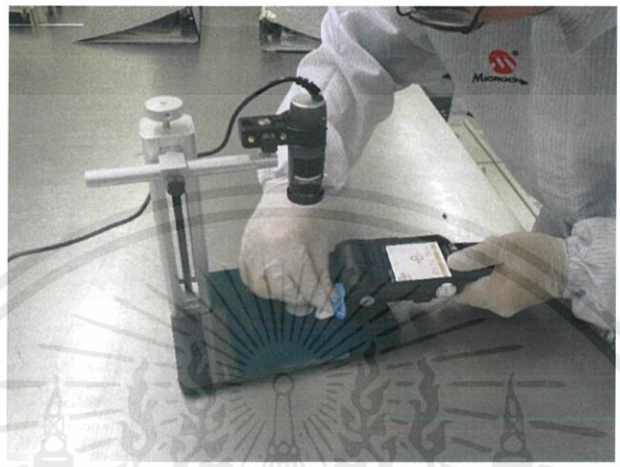
รูปที่4.11 การวัดขนาดของแพคเก็จ 14SOIC_STL

หลังจากที่ได้เซตโปรแกรมใน Package ที่ต้องการ Calibrate เรียบร้อยแล้ว ให้นำกล้องมาปรับระยะโฟกัสที่ต้องการ Calibrate หลังจากนั้นให้นำกระจก Calibrate มาวางไว้หน้ากล้องแล้วปรับระยะกล้องจนมองเห็นมาตรวัดบนกระจกอย่างชัดเจนหลังจากนั้นให้นำกระจกเลื่อไปเทียบกับเส้นทั้ง3เส้นในระยะที่เหมาะสม ดูเส้นที่ยาวที่สุดแล้วนำมาคำนวณตามสูตร โดยทั้งหมด 3 เส้นมีความหมายคือ เส้นแรก(บนสุด) มีความหมายคือ ระยะ 0.1 มม. ที่ตัวโปรแกรมวัดได้ เส้นสอง(กลาง) มีความหมายคือ ระยะ 0.1*10 = 1 มม. ที่ตัวโปรแกรมวัดได้และ เส้นสาม(ล่างสุด) มีความหมายคือ ระยะ 0.1*20 = 2 มม. ที่ตัวโปรแกรมวัดได้

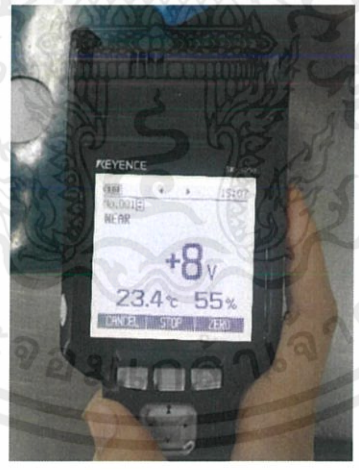
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 Electrostatic discharge(ESD)

เนื่องจากชิ้นงานจะต้องนำไปใช้จริงในสายการผลิตที่ควบคุมค่าไฟฟ้าสถิตย์ จึงจำเป็นจะต้องควบตุมค่าไฟฟ้าสถิตย์ที่ชิ้นงานด้วยเพื่อไม่ส่งผลเสียให้งานอาจเกิดความเสียหายได้โดยการติดแผ่นยางป้องกันไฟฟ้าสถิตย์(Table Material) ในบริเวณที่มีโอกาสสัมผัสกับวงจรรวม (IC)



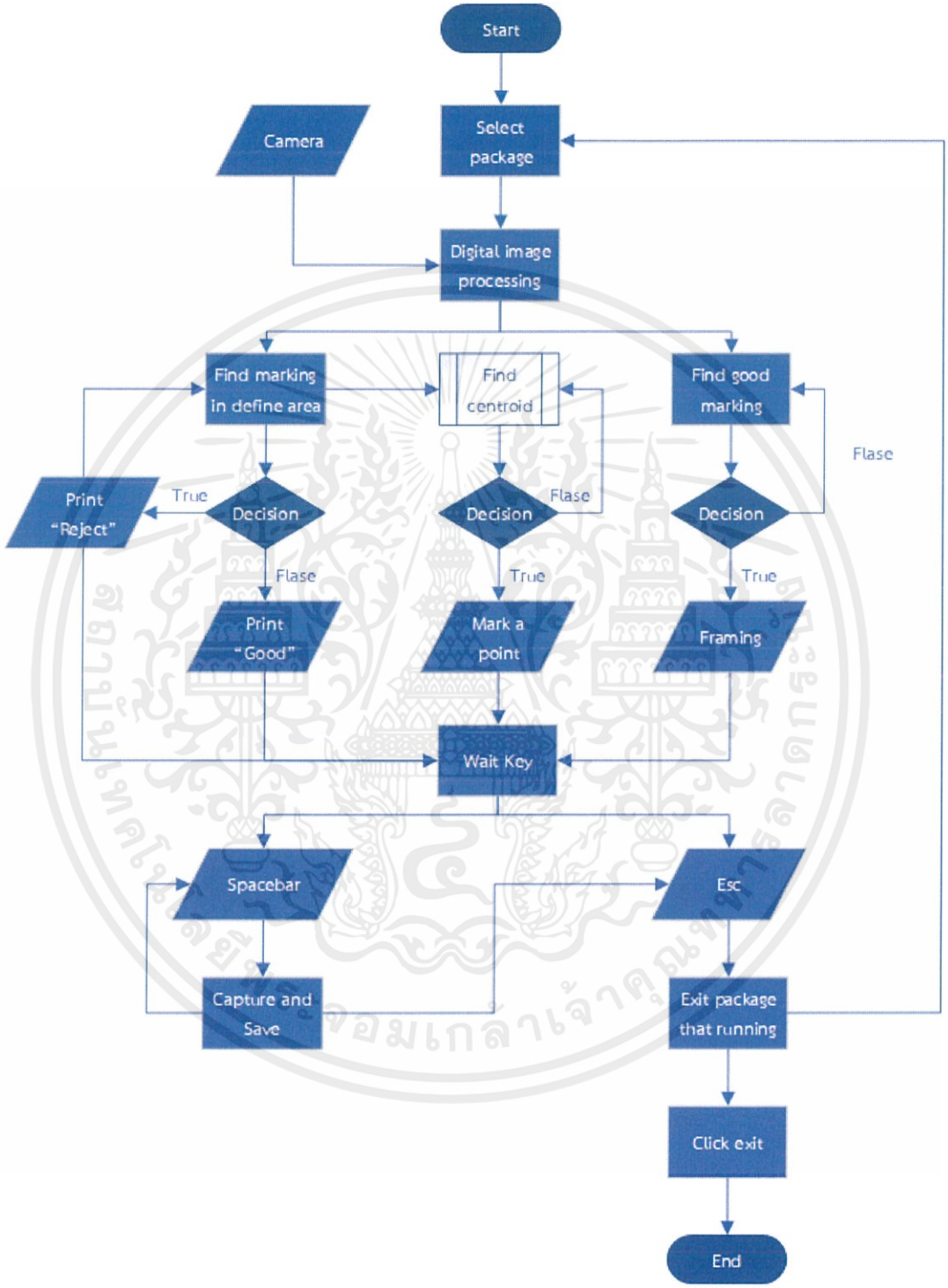
รูปที่4.12 การวัดค่า ESD บนผิวสัมผัสของชิ้นงาน



รูปที่4.13 ค่า ESD บนผิวสัมผัสของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 Flowchart



รูปที่4.14 Flowchart ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 Program Interface

รูปที่4.15 Program Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงการนี้ถูกสร้างขึ้นตามจุดประสงค์เพื่อประหยัดต้นทุนและลดปริมาณของงานที่ไม่มีคุณภาพของสายการผลิตการทำสัญลักษณ์ด้วยเลเซอร์ และแก้ปัญหาโดยตรงเกี่ยวกับการตัดสินใจคัดแยกงานที่มีคุณภาพและไม่มีคุณภาพอออกจากกันและ สร้างมาตรฐานให้การทำสัญลักษณ์ด้วยเลเซอร์ โดยใช้หลักของ Digital Image Processing มาช่วยในการประมวลผลรูปภาพ

โครงการนี้ออกแบบโดยใช้แนวคิดที่ให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกสบายในการใช้และมีความยืดหยุ่นสูง ตั้งแต่ผู้จัดทำเริ่มโครงการนี้ฉันพบปัญหามากมาย เช่น โปรแกรมที่สามารถใช้งานได้จริงกับคอมพิวเตอร์ขององค์กรหรือการเลือกวัสดุป้องกันไฟฟ้าสถิตย์ (ESD) ที่จะใช้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล
Available : https://nextsoftwares.wordpress.com/

[2] โพลาไรเซชัน
Available : https://th.wikipedia.org/wiki/

[3] Introduction to Digital Image Processing
Available : https://sites.google.com/site/618466/

[4] เซนเซอร์รูปภาพ
Available : https://th.wikipedia.org/wiki/เซนเซอร์รูปภาพ

[5] ทางยาวโฟกัสของเลนส์ (Focal Length)
Available : https://camerastips.com/ทางยาวโฟกัสของเลนส์ -focal-length.html

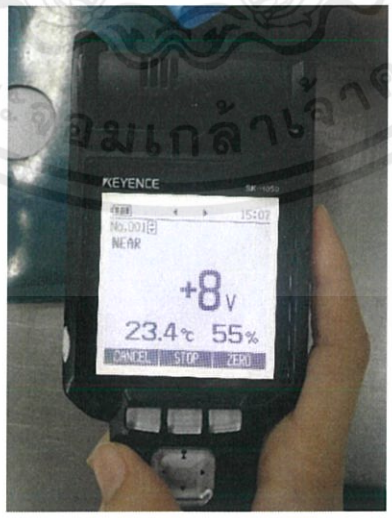
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจสอบการทำสัญลักษณ์ด้วยแสงเลเซอร์

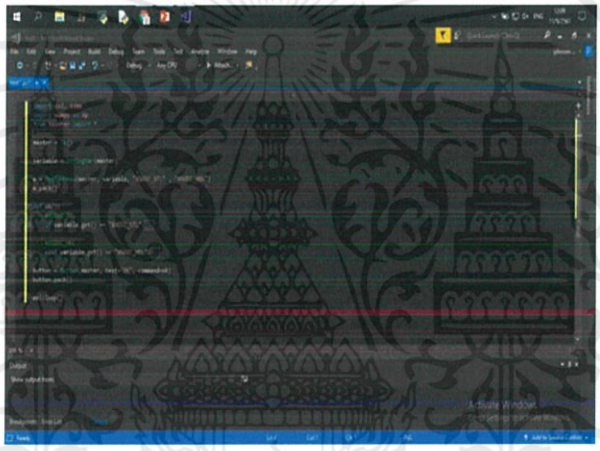
ขั้นตอนการทำให้เกิดไฟฟ้าสถิตย์บนแผ่นยาง



ค่า ESD ที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่อง Machine vision

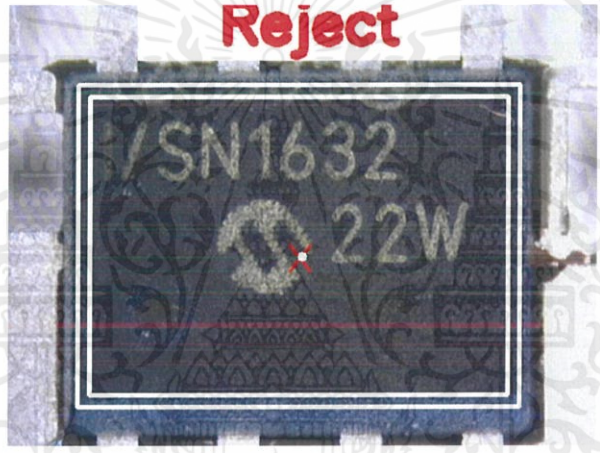


ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

Icon ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างงานผ่านมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC



ตัวอย่างงานไม่ผ่านมาตรฐานของแพคเก็จ 8SOIC

ตัวอย่างการเทียบขนาดของแพคเก็จ 8SOIC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

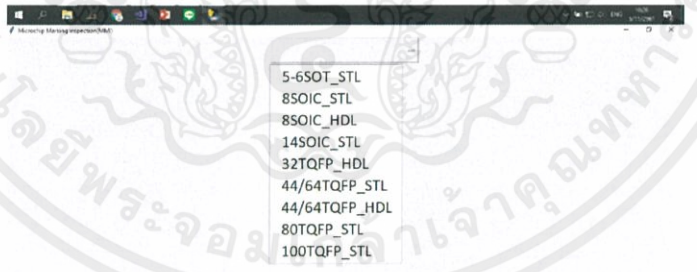
คู่มือ Laser Marking Inspection Machine

อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง : Ring light, กล้อง Dino-Lite, แท่นจับกล้อง Dino-Lite

1.เปิดโปรแกรม Microchip Marking Inspection (MMI)

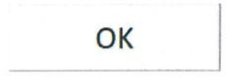
ภาพหน้าหลักของโปรแกรม

2.ทำการเลือก Package ที่ต้องการตรวจสอบจาก Dropdown



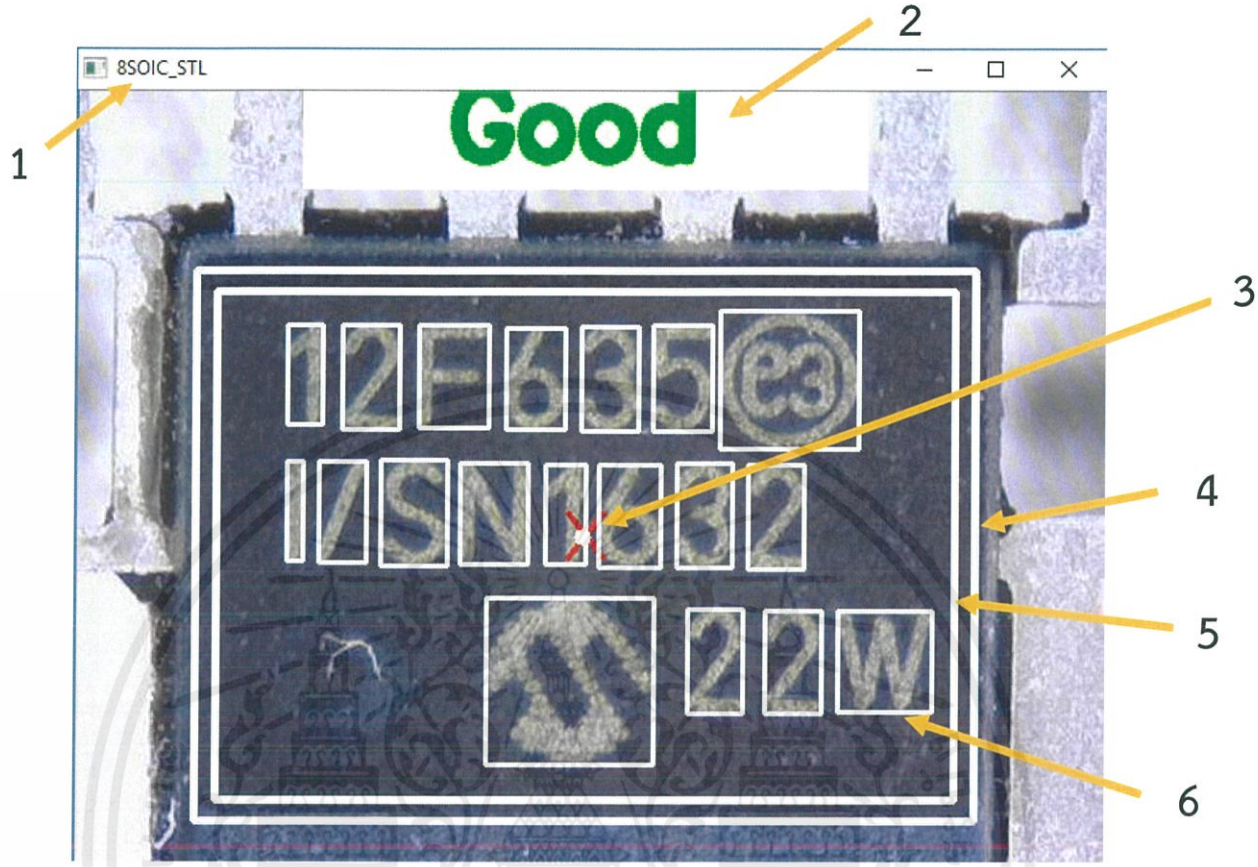
ภาพการเลือกแพคเก็จต่างๆ

3.หลังจากเลือก Package ให้กดปุ่ม OK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.หลังจากกดปุ่ม OK โปรแกรมจะเปิดหน้าต่างขึ้นมา ดังนี้



- หมายเลข 1 คือ ชื่อ Package ที่กำลังตรวจสอบ
- หมายเลข 2 คือ สถานะของงานที่กำลังตรวจสอบว่าเป็นงานดี (Good) หรืองานเสีย (Reject)
- หมายเลข 3 คือ เวลาใช้งานต้องนำจุดสีขาวมาอยู่บริเวณกากบาทสีเขียว เพื่อประสิทธิภาพของโปรแกรม
- หมายเลข 4 คือ ขอบชิ้นงาน
- หมายเลข 5 คือ ระยะห่าง 0.1 มม. จากขอบชิ้นงาน
- หมายเลข 6 คือ ถ้ารอยการ Mark มีคุณภาพ โปรแกรมจะตีกรอบไว้รอบรอย Mark ไว้

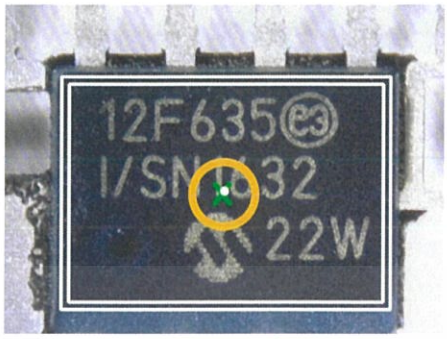
5.ถ้าต้องการปิดหน้าต่างที่กำลังตรวจสอบ ให้กดปุ่ม Esc

6.ถ้าต้องการ Save ภาพ ให้กดปุ่ม Spacebar ภาพจะนำไปเก็บใน Folder ที่กำหนดไว้

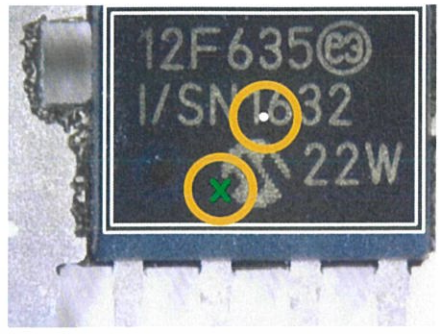
7.ถ้าต้องการปิดการใช้งานโปรแกรมให้กดปุ่ม กากบาท (Exit) ที่มุมบนขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพตัวอย่างการวางงานในตำแหน่งที่เหมาะสม (จุดสีขาวตรงกับกากบาทสีเขียว) และไม่เหมาะสม (จุดสีขาวไม่ตรงกับกากบาทสีเขียว)

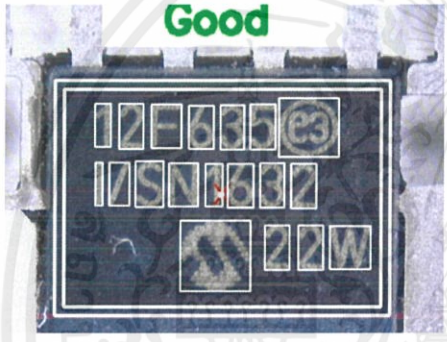


วางงานในตำแหน่งที่หมาะสม

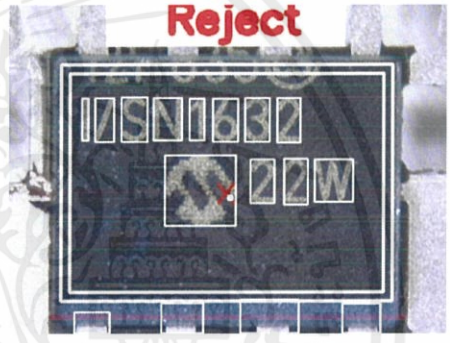


วางงานในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

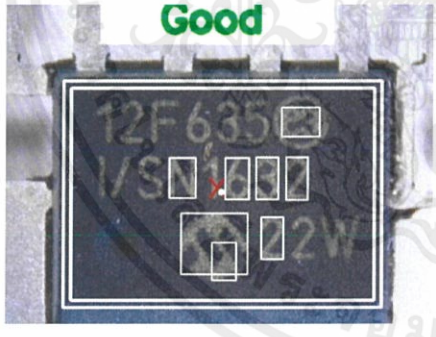
ภาพตัวอย่างงานดี (Good) และ งานเสีย (Reject)



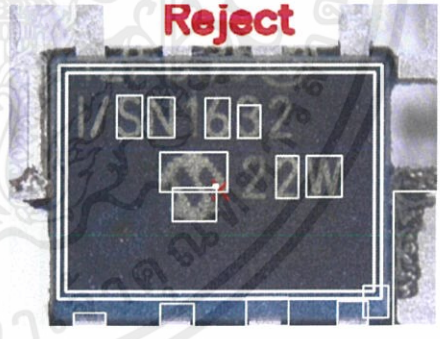
ไม่ตกขอบ + รอย Mark ชัด



ตกขอบ + รอย Mark ชัด



ไม่ตกขอบ + รอย Mark ไม่ชัด



ตกขอบ + รอย Mark ไม่ชัด

คำแนะนำ : ให้ตรวจชิ้นงานในบริเวณกลาง Strip และให้ชิ้นงานที่จะตรวจอยู่ตรงกลาง Ring light เสมอ

หมายเหตุ : เครื่องตรวจสอบรอย Mark อาจจะไม่สามารถตรวจชิ้นงานได้ทุกตัวโปรดใช้วิจารณญาณในการตรวจ และถ้าพบปัญหาให้แจ้ง Engineer ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Package	Focus range
5/6SOT_STL	120
8SOIC_STL	80
8SOIC_HDL	80
14SOIC_STL	50
32TQFP_HDL	50
44/64TQFP_STL	30
44/64TQFP_HDL	30
80/100TQFP_STL	30

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software

```
#Medianblur for edge detection
median = cv2.medianBlur(gray,7)
```

เป็นการเบลอเพื่อลด noise เพื่อหาขอบงาน โดยสามารถปรับความเบลอได้จากตำแหน่ง **medianBlur(gray,7)** โดยค่าน้อยสุดคือ1 แต่สามารถปรับเป็นเลขคี่เท่านั้น

```
#Medianblur for string detection
median1 = cv2.medianBlur(gray,3)
```

เป็นการเบลอเพื่อลด noise เพื่อทำให้รอย Mark หนาขึ้นเล็กน้อย โดยสามารถปรับความเบลอได้จากตำแหน่ง **cv2.medianBlur(gray,3)** โดยค่าน้อยสุดคือ1 แต่สามารถปรับเป็นเลขคี่เท่านั้น

```
#Blur for edge detection
imgblur = cv2.blur(median,(12,12))
```

เป็นการเบลอเพื่อเพิ่มความหนาของ Grayscale หาขอบงาน โดยสามารถปรับความเบลอได้จากวงเล็บย่อยตำแหน่ง **cv2.blur(median,(12,12))** โดยค่าน้อยสุดคือ1 และแนะนำให้ทั้ง2ค่า มีค่าเท่ากัน

```
#threshold for edge detection
ret,BW = cv2.threshold(imgblur,79,255,cv2.THRESH_BINARY_INV)
```

เป็นการกำหนดอัตตราส่วนของ Grayscale เพื่อหาขอบงานโดยจะสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง **cv2.threshold(imgblur,79,255,cv2.THRESH_BINARY_INV)** โดยสามารถปรับได้จาก 0-255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#threshold for string detection
ret,BW1 = cv2.threshold(median1,116,255,cv2.THRESH_BINARY)
```

เป็นการกำหนดอัตตราส่วนของ Grayscale เพื่อหารอย Mark โดยจะสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง cv2.threshold(median1,116,255,cv2.THRESH_BINARY) โดยสามารถปรับได้จาก 0-255

การกัดและการขยายขอบงาน

```
#erode and dilate by kernel for edge detection
kernel = np.ones((3,3),np.uint8)
img4 = cv2.erode(BW,kernel,iterations = 4)
img5 = cv2.dilate(img4,kernel,iterations = 1)
```

เป็นการกัดขอบงานแล้วนำมาขยาย โดยการกัดจะกัดเป็นรูปสี่เหลี่ยม สามารถปรับขนาดของสี่เหลี่ยมได้จากตำแหน่ง np.ones((3,3),np.uint8) โดยค่าน้อยสุดคือ1 แต่สามารถปรับเป็นเลขคี่เท่านั้น และแนะนำให้ทั้ง2ค่า มีค่าเท่ากัน และสามารถปรับอัตราส่วนการกัดได้จากตำแหน่ง cv2.erode(BW,kernel,iterations = 4) โดยค่าน้อยสุดคือ1 สุดท้ายคือสามารถปรับอัตราการขยายภาพได้จากตำแหน่ง cv2.dilate(img4,kernel,iterations = 1) โดยค่าน้อยสุดคือ1

การทำสัญลักษณ์รูปกากบาท (X)

```
#x mark
cv2.putText(frame,"x",(300,290),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,255,0),5)
```

เป็นการทำสัญลักษณ์รูปกากบาท (X) ลงบนหน้าจอ โดยสามารถกำหนดพิกัดบนหน้าจอได้จากตำแหน่ง cv2.putText(frame,"x",(300,290),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,255,0),5) ตำแหน่งแรกในวงเล็บคือ แกนX และตำแหน่งที่สองคือ แกนY โดยระยะความยาวของหน้าจอแกนX=640, แกนY=480 และสามารถกำหนด ขนาด, สี และความหนาของกากบาทได้จากตำแหน่ง cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,255,0),5) ส่วนที่ทำสัญลักษณ์แรกคือขนาด โดยค่าน้อยสุดคือ1 ส่วนที่สองคือสี โดยสามารถใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 โดยจะเป็นระบบสี BGR ตามลำดับในวงเล็บ ส่วนสุดท้ายคือความหนาโดยค่าน้อยสุดคือ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาขอบงานและตีกรอบ

```
#limit contour area and framming countour
if 200000 > area > 20000:
    x,y,w,h = cv2.boundingRect(approx)
    cv2.rectangle(frame,(x,y),(x+w,y+h),(255,255,255),3)
    cv2.rectangle(frame,(x+11,y+11),(x+w-11,y+h-11),(255,255,255),3)
    cv2.circle(frame,(cx,cy),7,(255,255,255),-1)
```

เป็นการหาขอบงานและตีกรอบไว้ โดยคำสั่งแรกคือการกำหนดขนาดของพื้นที่เพื่อ filter พื้นที่ ที่ไม่ต้องการทิ้งโดยสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง **if 200000 > area > 20000:** โดยจะเป็นค่า max และ min หลังที่โปรแกรมเจอขอบงานจะทำการตีกรอบสีเหลี่ยมไว้ปรับค่าได้จากตำแหน่ง **cv2.rectangle(frame,(x,y),(x+w,y+h),(255,255,255),3)** ตำแหน่งแรกคือสี โดยสามารถใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 โดยจะเป็นระบบสี BGR ตามลำดับในวงเล็บ ส่วนสุดท้ายคือความหนาโดยค่าน้อยสุดคือ1 หลังจากนั้นโปรแกรมจะตีกรอบที่มีระยะเข้ามาจากขอบงานประมาณ 0.1 มม. โดยสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง **cv2.rectangle(frame,(x+11,y+11),(x+w-11,y+h-11),(255,255,255),3)** ตำแหน่งที่ทำสัญลักษณ์ไว้คือจำนวน Pixel ที่ได้ทำการ Caribration แล้วว่ามีระยะประมาณ 0.1 มม. สุดท้ายโปรแกรมจะหาจุดศูนย์กลางตัวงานและทำสัญลักษณ์เป็นจุดไว้สามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง **cv2.circle(frame,(cx,cy),7,(255,255,255),-1)** ตำแหน่งแรกคือความหนาโดยค่าน้อยสุดคือ1 ตำแหน่งที่สองคือสี โดยสามารถใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 โดยจะเป็นระบบสี BGR ตามลำดับในวงเล็บ

```
#crop large frame , fill black into small frame , find contour for mark out
crop = medianmask[y:y+h, x:x+w].copy()
cv2.rectangle(crop,(11,11),(w-11,h-11),(0,0,180),-1)
_, con, _ = cv2.findContours(crop,cv2.RETR_EXTERNAL,cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)
```

ถ้าทำการ Caribration แล้วค่า Pixel เปลี่ยนแปลง จะต้องมาเปลี่ยนค่าในตำแหน่งนี้ด้วย **cv2.rectangle(crop,(11,11),(w-11,h-11),(0,0,180),-1)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แจ้ง Good และ Reject

```
#if find contour print reject and framming that contour
if len(con) > 0:
    for c in range(len(con)):
        cnt2 = con[c]
        x2,y2,w2,h2 = cv2.boundingRect(cnt2)
        cv2.rectangle(crop,(x2,y2),(x2+w2,y2+h2),(255,0,0),1)
        cv2.rectangle(frame,(140,0),(490,60),(255,255,255),-1)
        cv2.putText(frame,"Reject",(230,40),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,0,255),10)
else:
    cv2.rectangle(frame,(140,0),(490,60),(255,255,255),-1)
    cv2.putText(frame,"Good",(230,40),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,255,0),10)
#cv2.imshow("crop",crop)
```

เป็นส่วนที่ใช้แจ้ง Good และ Reject โดยสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง cv2.rectangle(frame,(140,0),(490,60),(255,255,255),-1) โดยตำแหน่งในวงเล็บแรกคือพิกัดมุมบนซ้ายของสีเหลี่ยมพื้นหลัง และตำแหน่งในวงเล็บที่สองคือ พิกัดมุมล่างขวาของสีเหลี่ยมพื้นหลัง(ตำแหน่งแรกในวงเล็บคือ แกนX และตำแหน่งที่สองคือ แกนY โดยระยะความยาวของหน้าจอแกนX=640, แกนY=480) และวงเล็บสุดท้ายคือสี โดยสามารถใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 โดยจะเป็นระบบสี BGR ตามลำดับในวงเล็บ ส่วนต่อไปคือการใส่ตัวอักษร โดยสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง cv2.putText(frame,"Reject",(230,40),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,0,255),10) ส่วนแรกสามารถใส่ข้อความหรือคำที่ต้องการลงไปได้ ตำแหน่งที่สองคือ พิกัดของข้อความที่ใส่ และสามารถเลือกขนาด, สี และความหนาของข้อความได้โดยสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,0,255),10) ส่วนที่ทำสัญลักษณ์แรกคือขนาด โดยค่าน้อยสุดคือ1 ส่วนที่สองคือสีโดยสามารถใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 โดยจะเป็นระบบสี BGR ตามลำดับในวงเล็บ ส่วนสุดท้ายคือความหนาโดยค่าน้อยสุดคือ1

```
#if find contour, framming it
if 7600 > area1 > 400:
    x1,y1,w1,h1 = cv2.boundingRect(cnt1)
    cv2.rectangle(frame,(x1,y1),(x1+w1,y1+h1),(255,255,255),2)
```

เป็นการตีกรอบรอย Mark โดยใช้การกำหนดขนาดของการตีกรอบเป็น filter โดยสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง if 7600 > area1 > 400: โดยจะเป็นค่า max และ min

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#show image
cv2.imshow("8SOIC_STL",frame)
```

สามารถเปลี่ยนชื่อ Window ได้จากตำแหน่ง cv2.imshow("8SOIC_STL",frame)

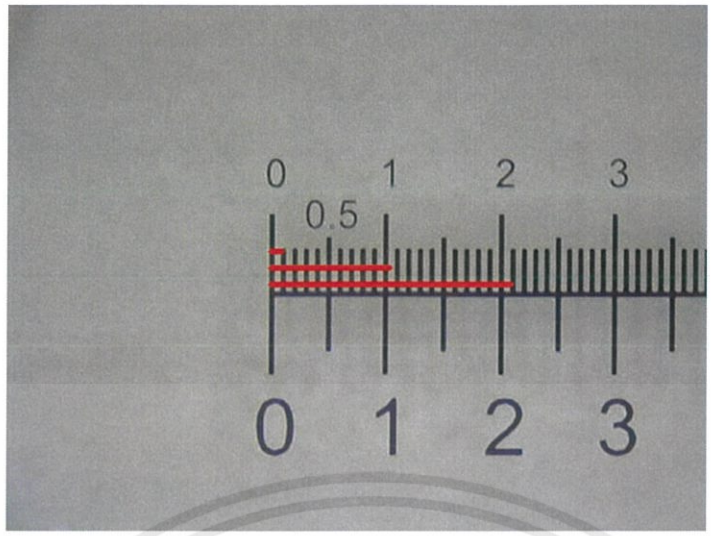
Calibration

```
#x mark
#cv2.putText(frame,"x",(300,290),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,255,0),5)

cv2.line(frame,(180,250),(191,250),(0,0,255),2)
cv2.line(frame,(180,255),(202,255),(0,0,255),2)
cv2.line(frame,(180,260),(213,260),(0,0,255),2)
```

ให้ทำเครื่องหมาย # ไว้หน้าบรรทัด cv2.putText(frame,"x",(300,290),cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX,2,(0,255,0),5) เพื่อเป็นการซ่อนคำสั่ง แล้วพิมพ์คำสั่ง cv2.line(frame,(180,250),(191,250),(0,0,255),2) ทั้งหมด 3 บรรทัด บรรทัดแรกมีความหมายคือ ระยะ 0.1 มม. ที่ตัวโปรแกรมวัดได้ บรรทัดสองมีความหมายคือ ระยะ 0.1*10 = 1 มม. ที่ตัวโปรแกรมวัดได้และ บรรทัดสามมีความหมายคือ ระยะ 0.1*20 = 2 มม. ที่ตัวโปรแกรมวัดได้ โดยสามารถปรับค่าได้จากตำแหน่ง cv2.line(frame,(180,250),(191,250),(0,0,255),2) ตำแหน่งแรกในวงเล็บคือพิกัดจุดเริ่มต้นของเส้น ตำแหน่งสองในวงเล็บคือพิกัดจุดสิ้นสุดของเส้น (ตำแหน่งแรกในวงเล็บคือ แกนX และตำแหน่งที่สองคือ แกนY โดยระยะความยาวของหน้าจอแกนX=640, แกนY=480) ตำแหน่งสามคือ สี โดยสามารถใส่ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 โดยจะเป็นระบบสี BGR ตามลำดับในวงเล็บ ตำแหน่งสุดท้ายคือความหนาเส้น โดยค่าน้อยสุดคือ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หลังจากที่ได้เซตโปรแกรมใน Package ที่ต้องการ Calibrate เรียบร้อยแล้ว ให้นำกล้องมาปรับระยะโฟกัสที่ต้องการ Calibrate หลังจากนั้นให้นำกระจก Calibrate มาวางไว้หน้ากล้องแล้วปรับระยะกล้องจนมองเห็นมาตรวัดบนกระจกอย่างชัดเจนหลังจากนั้นให้นำกระจกเลื่อไปเทียบกับเส้นทั้ง3เส้นในระยะที่เหมาะสม ดูเส้นที่ยาวที่สุดแล้วนำมาคำนวณตามสูตร

$$\%Error = \frac{Real\ range - Ideal\ range}{Ideal\ range} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้