การประมวลผลภาพชิพรีซิสเตอร์ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์
ด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยี

CHIP RESISTOR IMAGE PROCESSING WITH MORPHOLOGY TECHNIQUE

สุพรรณี ศิริมาก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การประมวลผลภาพชิพรีซิสเตอร์ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์
ด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยี

สุพรรณี ศิริมาก

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การประมวลผลภาพชิพรีซิสเตอร์ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยี
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวสุพรรณี ศิริมาก
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็ก เช่นชิพรีซิสเตอร์ ชิพคาปาซิเตอร์ หรือไอซี เป็นที่นิยมสำหรับการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งจะทำให้ขนาดของแผงวงจรมีขนาดเล็กลง ด้วยเหตุนี้การตรวจสอบคุณภาพการผลิตแผงวงจรต้องอาศัยการตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพสูง ในงานวิจัยนี้ได้นำการประมวลผลภาพชิพรีซิสเตอร์ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยีมาใช้ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพในการผลิตแผงวงจร

ภาพของชีพรีซิสเตอร์ขนาด 140 × 88 พิกเซล จำนวน 100 ภาพ มาใช้เป็นภาพทดสอบ โดยเริ่มต้นภาพจะถูกแปลงจากภาพสีเป็นสีเทาและขาวดำ ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมภาพสำหรับเทคนิคมอร์โฟโลยีแบบปิดภาพ (Closing) และแบบเปิดภาพ (Opening) ซึ่งเทคนิคทั้งสองนี้จะทำการเติมเต็มส่วนของขอบภาพที่หายไปและลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลังภาพ จากนั้นเทคนิคการระบุอาณาบริเวณชิพรีซิสเตอร์แบบ 8 จุด (Extrema) และเทคนิคการหักล้างพิกเซลบางส่วนของอาณาบริเวณชิพรีซิสเตอร์แบบ 8 จุด (Extrema Subtraction) ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของชีพรีซิสเตอร์สำหรับการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

ผลการทดลองพบว่าการประมวลผลภาพชิพรีซิสเตอร์ ด้วยเทคนิคการระบุอาณาบริเวณชิพรีซิสเตอร์แบบ 8 จุด (Extrema) มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพชิพรีซิสเตอร์ได้ร้อยละ 84 โดยมีข้อบกพร่องอยู่ที่ขั้นตอนการหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ซึ่งพบว่าสัญญาณรบกวนยังคงอยู่บริเวณใกล้เคียงกับชิพรีซิสเตอร์ จากนั้นเทคนิคการหักล้างพิกเซลบางส่วนของอาณาบริเวณชิพรีซิสเตอร์แบบ 8 จุด (Extrema Subtraction) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของระบบ ผลการทดสอบพบว่าเทคนิคดังกล่าวสามารถให้ประสิทธิภาพการวิเคราะห์เชิงคุณภาพชิพรีซิสเตอร์ได้มากขึ้นเป็นร้อยละ 92 เนื่องจากได้ตัดสัญญาณรบกวนบริเวณชิพรีซิสเตอร์ออกและคำนวณตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์โดยอาศัยหลักการปริภูมิผลหาร (Quotient Space)

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ ชิพรีซิสเตอร์ เทคนิคมอร์โฟโลยี

Thesis Title	Chip Resistor Image Processing with Morphology Technique
Name-Surname	Miss Supannee Sirimark
Program	Electrical Engineering
Thesis Advisor	Assistant Professor Jakkree Srinonchat, Ph.D.
Academic Year	2014

ABSTRACT

Recently, the tiny electronic components such as chip resistor, are wildly used to assemble the electronic circuit board. This can reduce the circuit board to a smaller size. Therefore, the quality control of circuit board assembly is definitely required with high efficiency inspection. This thesis presents the chip resistor image processing with morphology technique for inspection and quality control of circuit board assembly.

The 140 × 88 pixels of the 100 chip resister images were used to test the system. Firstly, the images were converted to gray scale and binary images. This process was a pre-process to prepare image for the closing and opening morphology techniques. The closing and opening techniques were used to fulfill the edges of image and reduce the background noise. The extrema and extrema subtraction techniques were then employed to measure the quality of the chip resistor images for the electronic circuit board.

The experiment results showed that, the extrema morphology technique provided 84% of the quality control efficiency process. It was found that the searching chip resistor of this technique still has the noise close to the chip resistor position. This was a disadvantage of it. To improve the quality of the process, the extrema subtraction morphology technique was applied. The results showed that the extrema subtraction morphology technique provided 92% of the quality control efficiency process because it was able to reduce the noise close to the chip resistor position, and calculated the chip resistor position using the quotient space.

Keywords: image processing, chip resistor, morphology technique

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นและสนับสนุนในการทำวิจัยมาด้วยดีตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนวย เรืองวารี ที่ให้คำแนะนำความรู้และประสบการณ์ที่เป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และเป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาการทำการวิจัยในครั้งต่อไป

ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน น้องนิสิตที่ห้องปฏิบัติการและวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ ที่ได้ช่วยเหลือเกี่ยวกับข้อมูล รวมถึงคำแนะนำต่างๆ ตลอดเวลาที่การทำวิจัยอย่างดียิ่ง

ท้ายนี้ผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ บิดามารดาที่ให้การสนับสนุน และเป็นกำลังใจอย่างดียิ่งแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สุพรรณี ศิริมาก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .... (3)

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .... (4)

กิตติกรรมประกาศ .... (5)

สารบัญ .... (6)

สารบัญตาราง .... (8)

สารบัญภาพ .... (9)

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ .... (11)

บทที่ 1 บทนำ 12

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 12

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย 12

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 13

1.4 ข้อจำกัดของการวิจัย 13

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย 13

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 15

บทที่ 2 งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 16

2.1 กระบวนการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 16

2.2 คุณลักษณะของภาพที่ได้จากเครื่อง Auto Optical Inspection 21

2.3 หลักการของการประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) 23

2.4 เทคนิคมอร์โฟโลยี 28

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 32

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 36

3.1 การเก็บภาพต้นฉบับ 37

3.2 การแปลงภาพจาก RGB เป็น Gray Scale และ Binary 38

3.3 การลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธี COF (Closing and Opening Filter) 40

3.4 การค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ในภาพ 41

3.5 การคำนวณเชิงเรขาคณิต (Extrema Region Properties) 42

3.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะและคัดแยกภาพชิพรีซิสเตอร์ดีและเสีย 43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 44
4.1 ผลการค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ 44
4.2 ผลการคำนวณเชิงเรขาคณิต (Extrema Region Properties) 50
4.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะและคัดแยกชิพรีซิสเตอร์ปกติและผิดปกติ 53
บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง 54
5.1 สรุปผลการทดลองการค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ 54
5.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการตรวจสอบภาพชิพรีซิสเตอร์ 55
5.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงงานวิจัย 55
บรรณานุกรม 56
ภาคผนวก 58
ภาคผนวก ก ภาพชิพรีซิสเตอร์ จำนวน 100 ภาพ 59
ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์ 73
ประวัติผู้เขียน

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ลักษณะภาพถ่ายงานเสียจากเครื่อง AOI 22
ตารางที่ 4.1 ผลการค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ 44
ตารางที่ 4.2 ผลการมอร์โฟโลยีแบบ Closing 47
ตารางที่ 4.3 ผลการมอร์โฟโลยีแบบ COF 48
ตารางที่ 4.4 ผลค่าระยะทางแกน X โดยการคำนวณเชิงเรขาคณิตด้วยเทคนิค Extrema 50
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบการหาระยะแกน X ด้วยเทคนิค Extrema 52
ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์และคัดแยกชิพรีซิสเตอร์ 53

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 แผ่น PCB ที่ได้ทำการปาดตะกั่ว 16
รูปที่ 2.2 การวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB โดยเครื่อง Pick and Place 17
รูปที่ 2.3 เครื่อง Reflow Soldering และ Spec อุณหภูมิที่สัมพันธ์กับเวลา........ 18
รูปที่ 2.4 เครื่อง AOI (Auto Optical Inspection) และภาพที่ได้จากเครื่อง........ 19
รูปที่ 2.5 เครื่อง ICT (In-Circuit Tester) 19
รูปที่ 2.6 เครื่อง X-Ray ไอซีชนิด BGA และภาพที่ได้จากเครื่อง 20
รูปที่ 2.7 การตรวจงานภายใต้กล้องขยาย 3 เท่า 20
รูปที่ 2.8 ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงสี RGB เพื่อสะท้อนกลับไปยังกล้องเพื่อเก็บข้อมูลภาพ 21
รูปที่ 2.9 ตำแหน่งของพิกเซล 23
รูปที่ 2.10 เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ 24
รูปที่ 2.11 องค์ประกอบของภาพสี........ 24
รูปที่ 2.12 ภาพสีเชิงดิจิตอล 25
รูปที่ 2.13 ภาพระดับเทาเชิงดิจิตอล........ 26
รูปที่ 2.14 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซล 26
รูปที่ 2.15 ค่าของ Structuring Element (SE)........ 29
รูปที่ 2.16 การทำงานของ Erosion........ 29
รูปที่ 2.17 ผลของการย่อ Erosion........ 29
รูปที่ 2.18 การทำงานของการขยาย Dilation........ 30
รูปที่ 2.19 ผลของการขยาย Dilation 31
รูปที่ 2.20 ผลของการ Closing........ 31
รูปที่ 2.21 ผลของการ Opening........ 32
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองการคัดแยกภาพชิพรีซิสเตอร์ปกติและผิดปกติ (เอียง)........ 36
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างภาพชิพรีซิสเตอร์........ 37
รูปที่ 3.3 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี........ 39
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างผลการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี 39
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างผลการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยเทคนิค COF........ 40
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างภาพที่ผ่านการรวมกลุ่มพิกเซลเพื่อให้ได้พื้นที่ชิพรีซิสเตอร์........ 41

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.7 การคำนวณเชิงเรขาคณิตแบบ Extrema 42

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการคำนวณเชิงเรขาคณิตแบบ Extrema 2 ตำแหน่ง บน-ซ้าย และ ล่าง-ซ้าย 42

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างตำแหน่งบน-ซ้าย และ ล่าง-ซ้ายของชิพรีซิสเตอร์ในคุณลักษณะปกติและผิดปกติ 43

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ 45

รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์ 46

รูปที่ 4.3 ผลการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี 46

รูปที่ 4.4 ผลการมอร์โฟโลยีแบบ Closing 47

รูปที่ 4.5 ผลการ COF (Closing และ Opening) 48

รูปที่ 4.6 ผลการหาพื้นที่มากที่สุดและเปรียบเทียบเสมือนเพื่อระบุตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ 49

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างภาพที่ผิดพลาดในการหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ 49

รูปที่ 4.8 ตัวอย่างชิพรีซิสเตอร์ปกติและชิพรีซิสเตอร์ลักษณะเอียง 50

รูปที่ 4.9 ผลการลดทอนสัญญาณภาพ 51

รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบความถูกต้องของการคำนวณเชิงเรขาคณิต 52

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

SMT	Surface Mount Technology
PCB	Print Circuit Board
PCBA	Print Circuit Board Assembly
AOI	Auto Optical Inspection
ICT	In-Circuit Tester
COF	Closing and Opening Filter

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในกระบวนการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานก่อนส่งมอบลูกค้า โดยใช้เครื่องมือในการตรวจสอบร่วมกับการตรวจสอบและตัดสินใจด้วยมนุษย์ ทั้งนี้สายตามนุษย์เมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ มีโอกาสที่จะเมื่อยล้ามีโอกาสผิดพลาดสูงและอาจตัดสินใจผิดพลาดเนื่องด้วยความรู้ของแต่ละบุคคล และเนื่องด้วยวิวัฒนาการทางด้านอิเล็กทรอนิกส์นั้น มีการพัฒนาให้อุปกรณ์ดังกล่าวมีขนาดเล็กลง ทำให้ยากต่อการตัดสินใจ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงนำการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ทดแทนการตรวจสอบและตัดสินใจด้วยมนุษย์ โดยได้นำเสนอการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ด้วยการกรองแบบมอร์โฟโลยีและกรอบแสดงขอบเขตวัตถุ ซึ่งข้อดีของเทคนิคมอร์โฟโลยีจะช่วยลดสัญญาณรบกวนเพื่อการสร้างกรอบแสดงขอบเขตพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

มอร์โฟโลยี เป็นการประมวลผลภาพที่พิจารณากลุ่มของพิกเซลที่เป็นวัตถุในภาพตามที่กำหนดไว้ จึงต้องมีการกำหนดองค์ประกอบโครงสร้าง (Structure Elements) ให้เหมาะสมเพื่อมาช่วยในการพิจารณา สำหรับมอร์โฟโลยีมีการวิธีวิเคราะห์มากมายหลายวิธีซึ่งในงานวิจัยนี้ให้ความสนใจมอร์โฟโลยีการกรองภาพด้วยวิธี closing และ Opening

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการระบุพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์จากภาพถ่ายของเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยี ในการกรองภาพเพื่อระบุตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์และสามารถวิเคราะห์ความเอียงของชิพรีซิสเตอร์ ซึ่งมีการออกแบบและขั้นตอนการทดลองได้อธิบายในเอกสารนี้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาเทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อค้นหาตำแหน่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทชิพรีซิสเตอร์จากภาพถ่ายแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติ

1.2.2 ประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลภาพเพื่อทดแทนการตรวจสอบและตัดสินใจด้วยผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.2.3 นำเทคนิคการประมวลผลภาพไปประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์งานดีและงานเสียในสายการผลิตแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ออกแบบเทคนิคการประมวลผลภาพถ่ายอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทชิพรีซิสเตอร์ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบมอร์โฟโลยี ชนิด Closing และ Opening

1.3.2 ออกแบบเทคนิคการประมวลผลภาพให้สามารถวิเคราะห์ลักษณะของภาพชิพรีซิสเตอร์ที่ปกติและผิดปกติได้อย่างถูกต้อง

1.3.3 วิเคราะห์สัญญาณภาพโดยใช้ MATLAB เป็นเครื่องมือในการพัฒนา

1.4 ข้อจำกัดของการศึกษา

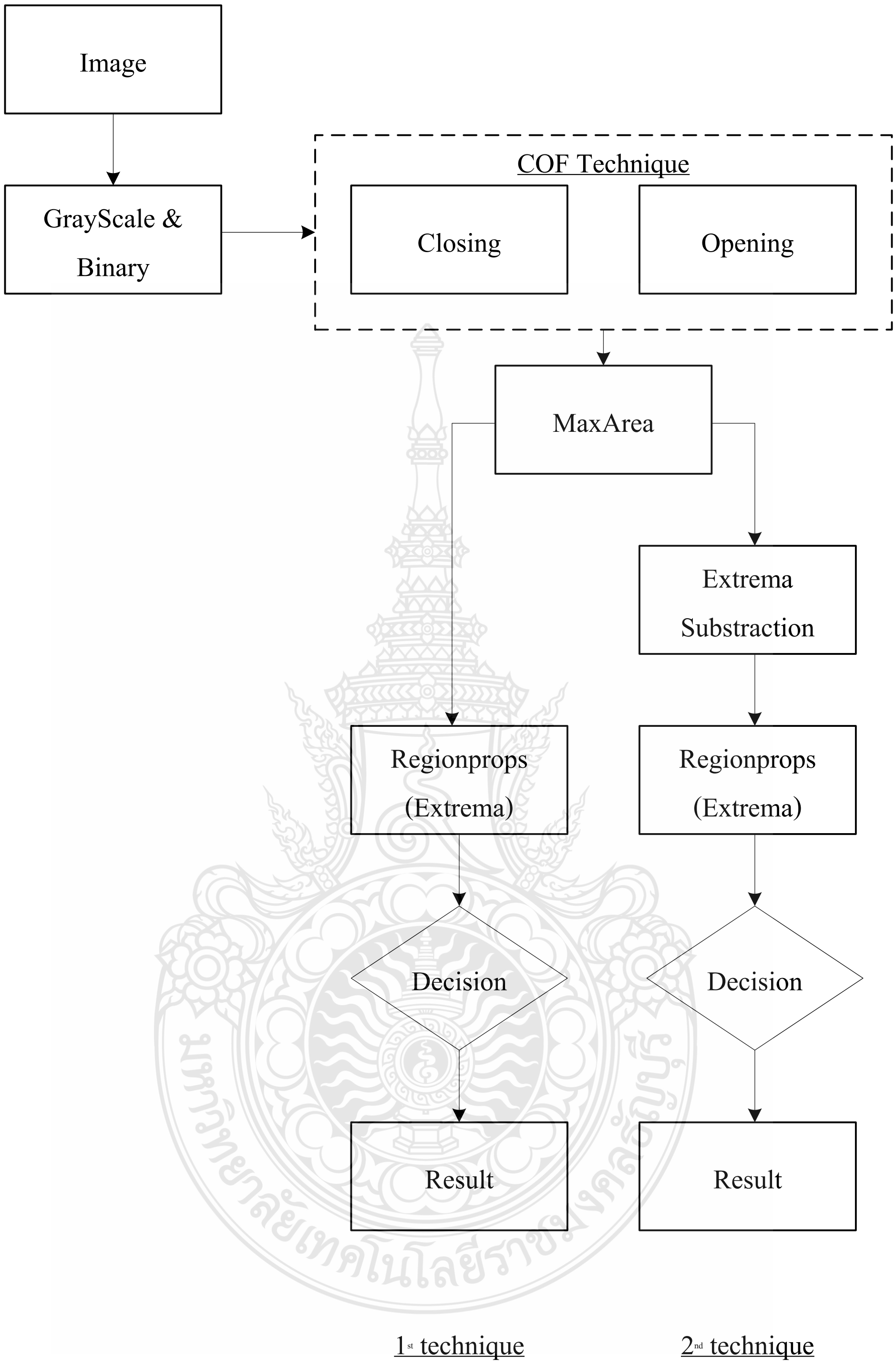
1.4.1 ภาพถ่ายทุกรูปมีระดับแสงสว่าง และถ่ายจากสถานที่เดียวกัน

1.4.2 ในภาพที่นำมาประมวลผลเป็นภาพถ่ายอุปกรณ์ชิพรีซิสเตอร์ขนาด 4 x 2 มิลลิเมตรบนแผ่นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติ

1.4.3 ภาพที่นำมาวิจัยเป็นภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์ขนาด 88 x 140 พิกเซล

1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการตรวจหาพื้นที่และวิเคราะห์ความปกติของชิพรีซิสเตอร์จากภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์พร้อมพื้นหลัง จำนวน 100 ภาพ ถ่ายจากเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติในสายการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีการออกแบบและขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 มีความรู้และความเข้าใจด้านการประมวลผลภาพ

1.6.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ Image Processing Toolbox ในโปรแกรม MATLAB

1.6.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการตรวจสอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทดแทนการตรวจสอบและตัดสินใจด้วยมนุษย์

1.6.4 เป็นแนวทางในการพัฒนาเพื่อหาตำแหน่งของวัตถุอื่นๆในภาพ

บทที่ 2

งานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

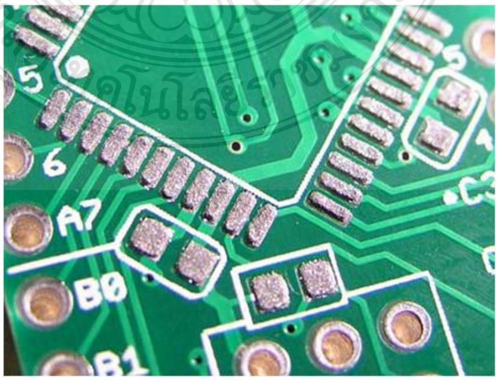
ในบทนี้เป็นการนำเสนอบทความและหลักการของทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพชิพรีซิสเตอร์ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยีรวมทั้งการกล่าวถึงงานวิจัยซึ่งมีหลักการที่คล้ายกับงานวิจัยชิ้นนี้มานำเสนออีกด้วย โดยเสนอตามลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 กระบวนการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ในกระบวนการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB (Print Circuit Board Assembly) จะต้องผ่านกระบวนการซึ่งเรียกว่า SMT Process (Surface Mount Technology) ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการต่างๆ ดังนี้

2.1.1 การปาดตะกั่ว (Solder Screen Printing)

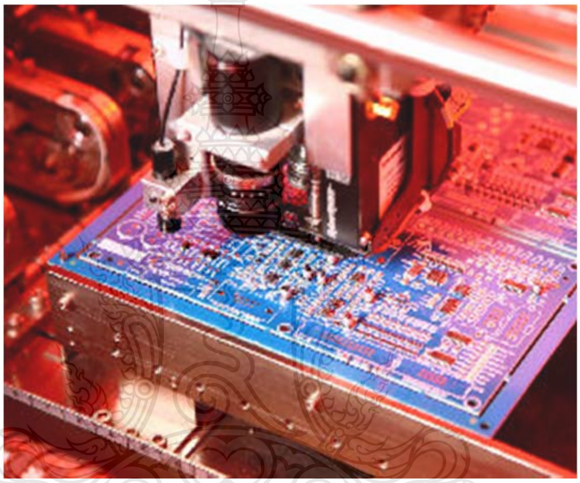
กระบวนการปาดตะกั่วจะใช้ตะกั่วชนิดครีมปาดลงบนแผ่น PCB โดยปาดลงบนบล็อกสกรีนเสตนเลสซึ่งได้ทำการเจาะรูให้มีขนาดเท่ากับบริเวณพื้นผิวหน้าสัมผัสของแต่ละอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยเครื่องปาดตะกั่ว (Screen Printing Machine) ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่สำคัญและมีผลกระทบต่อคุณภาพของการบัดกรียึดติดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับแผ่น PCB จึงจำเป็นต้องควบคุม Parameter ของเครื่องจักรให้เหมาะสม โดยลักษณะของแผ่น PCB ที่ได้ทำการปาดตะกั่วแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผ่น PCB ที่ได้ทำการปาดตะกั่ว

2.1.2 การวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB

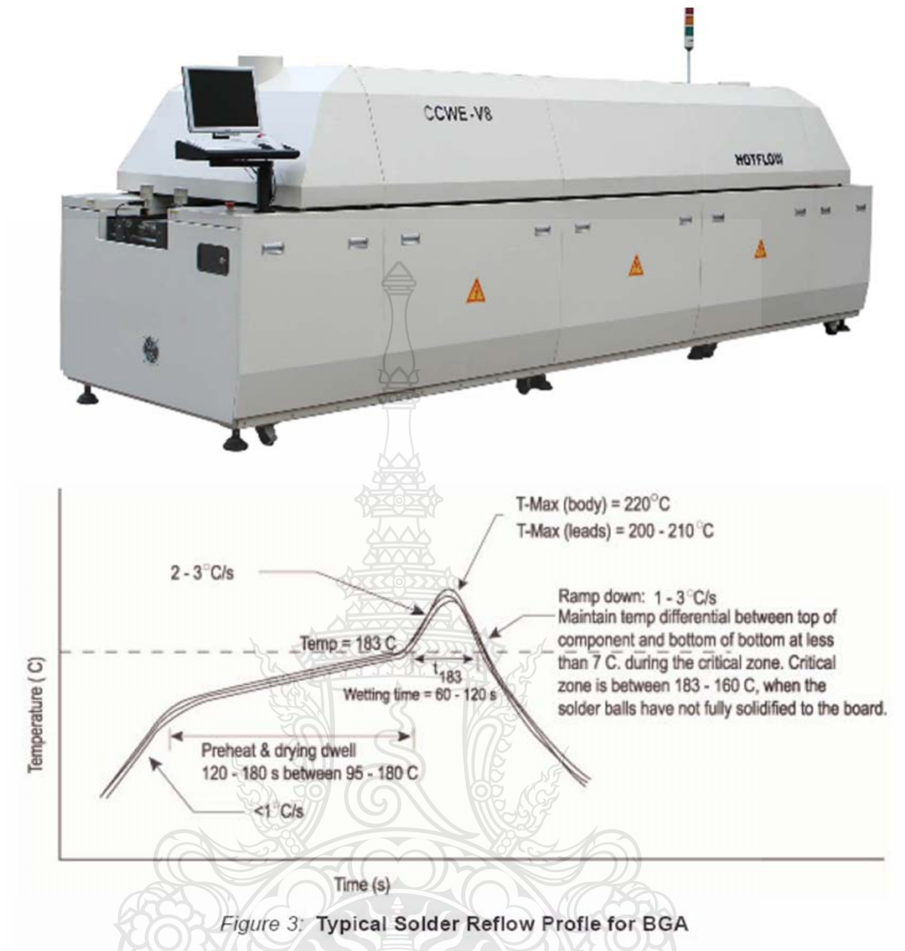
กระบวนการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB ทำได้โดยใช้เครื่อง Pick and Place Machine โดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แต่ละขนาดจะถูกจับวางลงบนตำแหน่งที่ถูกต้องบนแผ่น PCB ที่ทำการปาดตะกั่วแล้วโดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Nozzle ที่มีขนาดต่างๆ กัน โดยเครื่อง Pick and Place นี้ต้องมีความถูกต้องและแม่นยำสูง โดยลักษณะการวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB โดยเครื่อง Pick and Place

2.1.3 การบัดกรีหลอมตะกั่วโดยเตาความร้อน (Reflow Soldering Machine)

หลังจากที่ PCB ผ่านการปาดตะกั่วและวางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยเครื่อง Screen Printing และเครื่อง Pick and Place แล้ว กระบวนการถัดไปคือการหลอมละลายและบัดกรีเพื่อทำการเชื่อมติดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกตัวกับแผ่น PCB โดยเครื่อง Reflow Soldering โดยลักษณะการทำงานคือจะแบ่งการให้ความร้อนเป็นโซนย่อยๆ ซึ่งแต่ละโซนจะมีการควบคุมอุณหภูมิที่แตกต่างกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเชื่อมติด โดยลักษณะเครื่อง Reflow Soldering และตัวอย่าง Spec อุณหภูมิของการควบคุมความร้อนในแต่ละโซนที่สัมพันธ์กับเวลา ดังรูปที่ 2.3

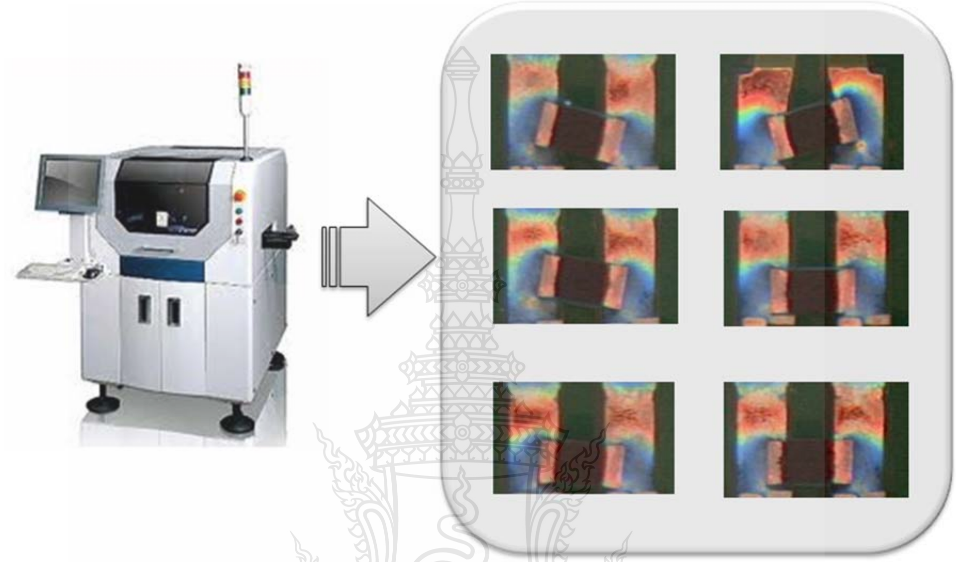


รูปที่ 2.3 เครื่อง Reflow Soldering และ Spec อุณหภูมิที่สัมพันธ์กับเวลา

2.1.4 การตรวจสอบคุณภาพ

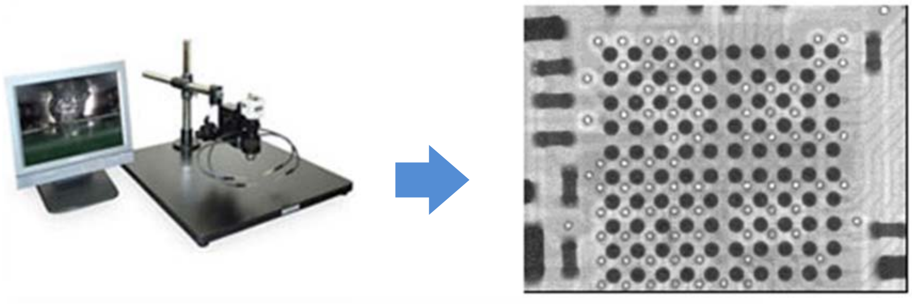
เมื่อชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้เชื่อมยึดติดกับแผ่น PCB เรียบร้อยแล้ว จะเรียกชิ้นงานว่า PCBA (Print Circuit Board Assembly) และกระบวนการที่สำคัญของกระบวนการผลิตอีกหนึ่งขั้นตอนคือ การตรวจสอบคุณภาพของ PCBA โดยตัวอย่างกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ อาทิเช่น การตรวจสอบคุณภาพ PCBA ด้านคุณลักษณะภายนอกด้วยเครื่อง AOI (Auto Optical Inspection) หรือ การตรวจสอบคุณภาพ PCBA ด้านวงจรไฟฟ้าด้วยเครื่อง ICT (In-Circuit Tester)

หรือการตรวจสอบคุณภาพการหลอมละลายตะกั่วของ IC ชนิด BGA ด้วยเครื่อง BGA X-Ray และรวมถึงการตรวจสอบคุณภาพด้วยสายตามนุษย์ผ่านกล้องขยายที่มีกำลังขยาย 3 เท่า, 10 เท่า หรือ 30 เท่า

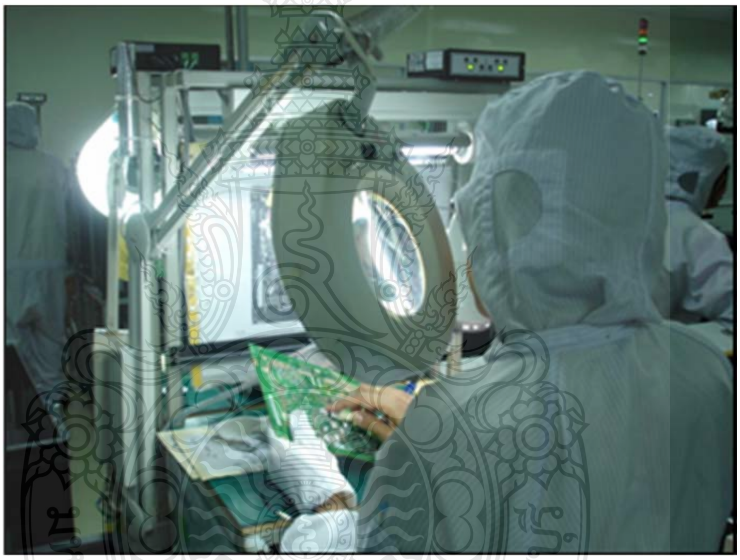


รูปที่ 2.4 เครื่อง AOI (Auto Optical Inspection) และภาพที่ได้จากเครื่อง

รูปที่ 2.5 เครื่อง ICT (In-Circuit Tester)



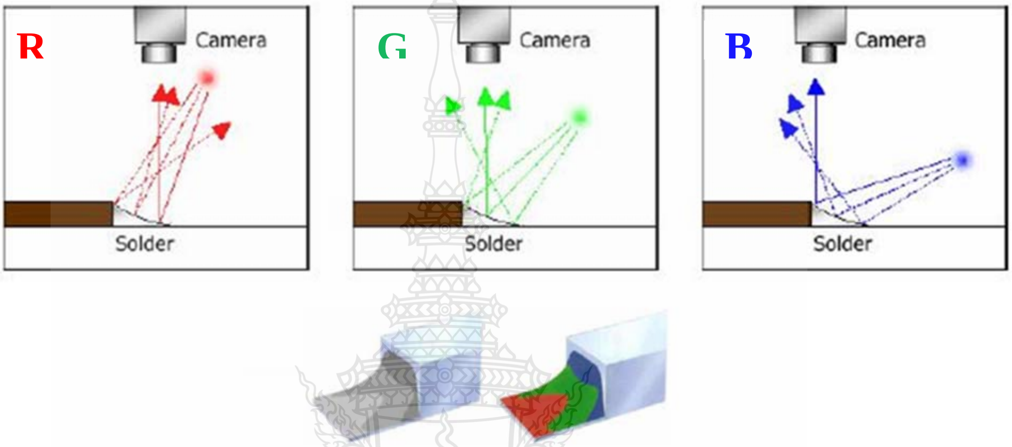
รูปที่ 2.6 เครื่อง X-Ray ไอซีชนิด BGA และภาพที่ได้จากเครื่อง



รูปที่ 2.7 การตรวจงานภายใต้กล้องขยาย 3 เท่า

2.2 คุณลักษณะของภาพที่ได้จากเครื่อง Auto Optical Inspection

การตรวจสอบคุณภาพทางด้านคุณลักษณะภายนอกของชิ้นงาน PCBA ด้วยเครื่อง AOI นั้น จะอาศัยหลักการของแสงและสี RGB ด้วยแหล่งกำเนิดแสงสี RGB ที่อยู่ในตำแหน่งต่างกัน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการเก็บข้อมูลภาพที่ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปประมวลผลหาความถูกต้องของการเชื่อมติดของตะกั่วกับชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่อยู่บนแผ่นงาน PCBA



รูปที่ 2.8 ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสงสี RGB เพื่อสะท้อนกลับไปยังกล้องเพื่อเก็บข้อมูลภาพ

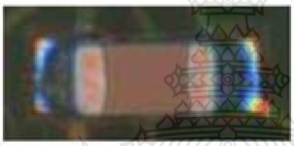
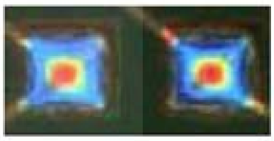
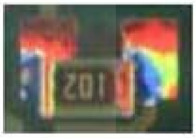
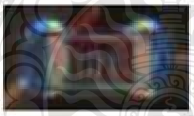
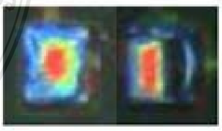
คุณสมบัติของการตรวจสอบคุณภาพทางด้านคุณลักษณะภายนอกด้วยเครื่อง AOI สามารถประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับงานเสียลักษณะต่างๆ ซึ่งเป็นอาการเสียเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ ทางด้านชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และ ทางด้านการหลอมเชื่อมติดของตะกั่ว

การตรวจสอบคุณภาพทางด้านคุณลักษณะภายนอกของชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่

- การหายไปของชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บน PCB
- การวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บน PCB ผิดตำแหน่ง
- การวางชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บน PCB กลับด้าน หรือ เอียงตะแคง

การตรวจสอบคุณภาพทางด้านคุณลักษณะภายนอกของการหลอมเชื่อมติดของตะกั่ว ได้แก่

- ปริมาณตะกั่วน้อยเกินไป
- ปริมาณตะกั่วมากเกินไป
- ไม่มีตะกั่ว
- ตะกั่วไม่หลอมเชื่อม PCB กับชิ้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
- ตะกั่วเชื่อมติดเป็นเส้น (เป็นผลให้เกิดลัดวงจรไฟฟ้าของ PCBA)
- ตะกั่วเม็ดกลมกระจายบนแผ่น PCB

รหัสงานเสีย	**งานดี**	**งานเสีย**
ชิ้นส่วนหลุดหาย		
ชิ้นส่วนเลื่อน		
ชิ้นส่วนพลิกตั้ง		
ชิ้นส่วนพลิกตั้ง(ขั้วข้างหนึ่งลอย)		
ชิ้นส่วนกลับด้าน		

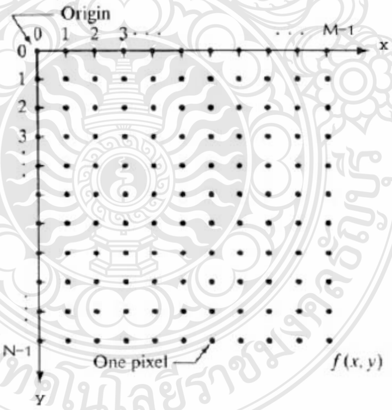
ตารางที่ 2.1 ลักษณะภาพถ่ายงานเสียจากเครื่อง AOI

2.3 หลักการของการประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing)

ประมวลผลภาพดิจิตอล (Digital Image Processing) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในภาพแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital format) สามารถนำเอาข้อมูลนี้จัดการผ่านกระบวนการต่างๆด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิตอลเป็นภาพที่ประกอบด้วยจุดภาพเล็กๆจำนวนมากเรียกว่า พิกเซล โดยใช้ตัวเลขแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของแต่ละพิกเซล ซึ่งสามารถปรับแต่งเพื่อการแสดงผลภาพตามต้องการได้ ภาพดิจิตอลมีข้อดีที่สามารถนำมาประมวลผลปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลด้วยกระบวนการต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้

2.3.1 ลักษณะและความหมายของพิกเซล

พิกเซล คือความเข้มแสงที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพภาพหนึ่งๆจะประกอบด้วยพิกเซลมากมายซึ่งภาพแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของพิกเซลแตกต่างกันออกไป ความหนาแน่นเป็นตัวบอกถึงความละเอียด (Resolution) ของภาพซึ่งมีหน่วยเป็น ppi (Pixel Per Inch) คือจำนวนพิกเซลต่อนิ้ว ซึ่งโดยทั่วไปถือว่าภาพที่มีความละเอียดสูงหรือคุณภาพดีจะมีความละเอียด 300 x 300 ppi ขึ้นไป ยิ่งค่า ppi ยิ่งสูงขึ้นภาพจะมีความละเอียดและคมชัดมากขึ้น รูปที่ 2.9 แสดงตำแหน่งของพิกเซล

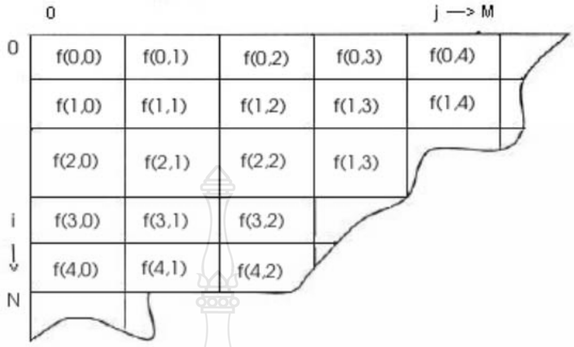


เมื่อ N = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแกน Y

M = จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในแกน X

รูปที่ 2.9 ตำแหน่งของพิกเซล

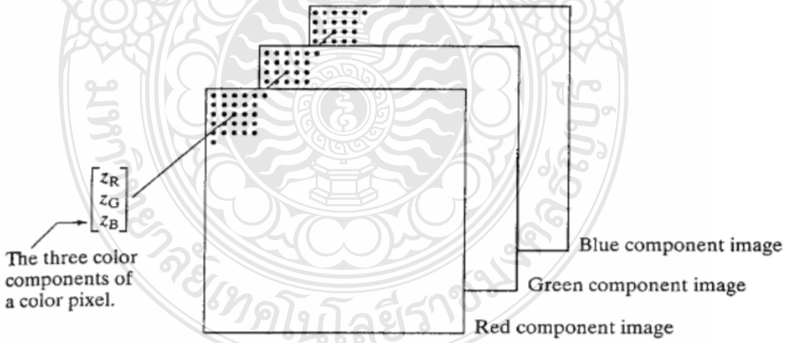
ในภาพหนึ่งๆ สามารถอธิบายได้ในภาพแบบเมตริกซ์ของพิกเซลขนาด N x M ดังรูปที่ 2.10 โดยใช้คู่ลำดับ f (i,j) แทนค่าแต่ละพิกเซลและค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่พิกเซลนั้นๆของภาพ



รูปที่ 2.10 เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ

2.3.2 แปลงภาพสี (RGB Image) เป็นภาพระดับสีเทา (Grayscale Image)

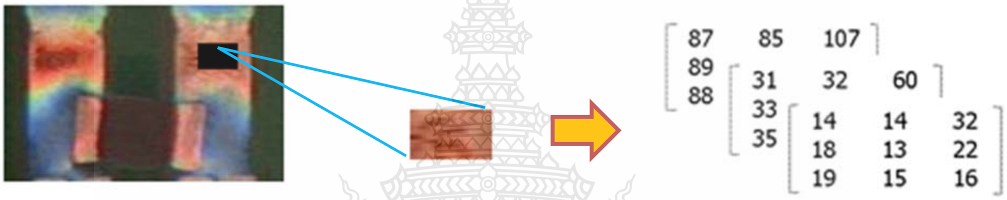
ภาพสีคือชุดการเรียงลำดับของ pixel สี M x N x 3 ซึ่งในทุกๆพิกเซลของภาพสีนั้นจะมีค่าระดับ RGB เป็นส่วนประกอบที่มีค่าแตกต่างกัน ค่าความสัมพันธ์ทั้งสามขององค์ประกอบคือ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ที่กำหนดไว้ ตามรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 องค์ประกอบของภาพสี

ภาพสีสามารถแสดงในแบบของแผ่นซ้อนทับของ 3 ภาพสีขาว-ดำ เมื่อสีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน ถูกส่งไปยังจอภาพสีเพื่อสร้างภาพสีบนจอภาพ โดยระบบแล้วการเกิดภาพสีนั้นจะอ้างอิงถึงองค์ประกอบของสีแดง เขียว และน้ำเงินของภาพนั้นๆ การแบ่งกลุ่มข้อมูลขององค์ประกอบสีขึ้นอยู่

กับช่วงระยะที่กำหนดของข้อมูล กลุ่มข้อมูลของภาพสีจะเป็นแบบ Double ช่วงค่าข้อมูลจะเท่ากับ [0,1] และเช่นเดียวกันถ้าช่วงข้อมูลที่ [0,255] หรือ [0,635535] กลุ่มของภาพสีจะเป็น Unit 8 หรือ Unit 16 ตามลำดับ จะใช้จำนวนบิตเป็นค่าพิกเซลขององค์ประกอบสี เพื่อใช้ตัดสินค่า bit depth ของภาพ RGB เช่น ในแต่ละองค์ประกอบสีมีค่าเท่ากับ 8 บิต ค่าความสัมพันธ์ RGB จะมีค่า 24 bit depth โดยทั่วไปแล้วจำนวนของ bit ในทุกองค์ประกอบภาพจะมีค่าเท่ากันในกรณีนี้ จำนวนสีที่เป็นไปได้ในภาพ RGB จะมีค่า $(2^b)^3$ โดย b จำนวนของ bit ในแต่ละองค์ประกอบภาพ ในกรณีของ 8 บิต จะมีค่าเท่ากับ 16,777,216 โดยลักษณะการเก็บข้อมูลของภาพสีจะเป็นลักษณะของเมตริกซ์ของค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน โดยภาพสีแสดงตัวอย่างของ Pixel Value ได้ดังรูปที่ 2.12



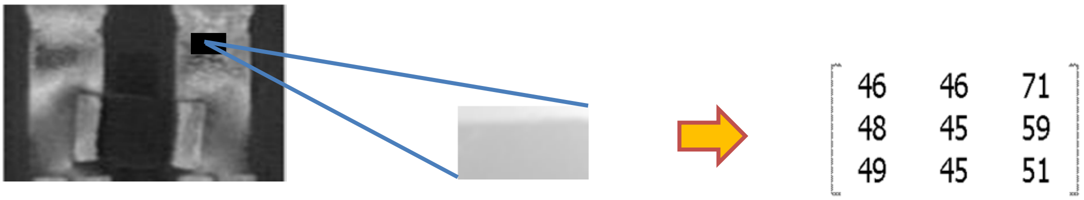
รูปที่ 2.12 ภาพสีเชิงดิจิตอล

ภาพสีเมื่อแปลงเป็นภาพระดับสีเทาจะไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้องมีเฉพาะค่าของความสว่างเท่านั้น ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ได้จากการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา ทุกๆพิกเซลของภาพระดับสีเทาโดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งระดับของภาพระดับสีเทาได้ 256 ระดับ (0 ถึง 255) ขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพขาวดำระดับสีเทา ทำได้โดยแยกระดับสีแต่ละพิกเซลออกจากกันในภาพสี จากนั้นนำค่าสี RGB มาเข้าสู่สมการ เพื่อคำนวณหาค่าสีเทาและนำค่าที่ได้ไปแทนที่จุดพิกเซลเดิม โดยแสดงตัวอย่างการคำนวณดังสมการที่ (2.1) และภาพขาวดำที่ได้แสดงตัวอย่างของ Pixel Value ได้ดังรูปที่ 2.13

$$G(x,y) = 0.2989 * R(x,y) + 0.5870 * G(x,y) + 0.1140 * B(x,y) \qquad (2.1)$$

เมื่อ G(x,y) คือ ค่าของระดับสีเทาที่ได้จากการแปลงที่พิกเซล (x,y)

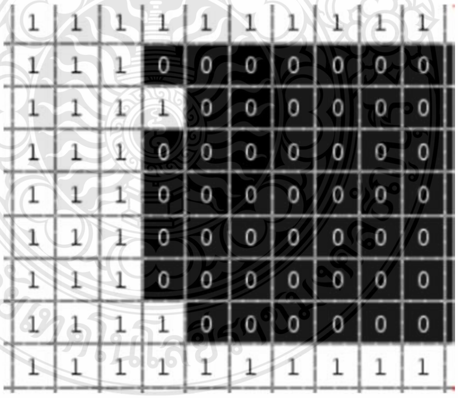
R(x,y), G(x,y), B(x,y) คือ ค่าระดับ R,G,B ของภาพสีที่พิกเซล (x,y)



รูปที่ 2.13 ภาพระดับเทาเชิงดิจิตอล

2.3.3 ภาพไบนารี (Binary Image)

ภาพไบนารีคือภาพซึ่งในแต่ละพิกเซลจะมีความเข้มสองระดับคือขาวกับดำ โดยเขียนแทนด้วยเลข 0 และ 1 ด้วยความเข้มของแสงเพียงสองระดับ ภาพไบนารีจึงมีข้อจำกัดที่จะนำภาพมาใช้แสดงภาพโดยทั่วๆไป แต่ทำให้การประมวลผลทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ การประมวลผลภาพไบนารีนำไปใช้มากในการประมวลผลเอกสาร การประมวลผลที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การนับจำนวนชิ้นส่วนที่อยู่บนสายพานที่กำลังเคลื่อนที่เป็นต้น การมีความเข้มเพียงสองระดับในภาพไบนารีทำให้สามารถเลือกที่จะพิจารณาให้ความเข้มระดับหนึ่งแทนภาพของสิ่งที่เราสนใจ โดยเรียกพิกเซลที่มีความเข้มระดับนี้ว่าพิกเซลภาพและความเข้มอีกระดับแทนพื้นหลัง ในการพิจารณาภาพไบนารีจะไม่สนใจแต่ละพิกเซลที่แยกกันแต่เราจะสนใจกลุ่มของพิกเซลที่อยู่ติดกัน เช่น กลุ่มของพิกเซลดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซล

การสร้างภาพไบนารีสามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าพิกเซลใดเป็นสีขาวหรือสีดำ โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลของภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งที่เรียกว่า “ค่าเทรชโฮล”(Threshold Value) ข้อมูลภาพจะมีลักษณะที่ต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของพิกเซลของภาพใดๆ ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกเปลี่ยนเป็น 0 (สีดำ) ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัด สิ่งที่สำคัญที่สุดคือค่าเทรชโฮลเนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลที่ไม่เหมาะสม(ค่าเทรชโฮลที่น้อยเกินไปหรือมากเกินไป) ภาพที่ได้จะไม่สวยงามเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีคือการดำหนดค่าเทรชโฮลที่เหมาะสม ภาพที่จะนำมาทำการสร้างเป็นภาพไบนารีมีวิธีการคำนวณหาค่าเทรชโฮลได้หลายวิธี โดยแต่ละวิธีเหมาะสมกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไป แต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

1) การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-Assigned Threshold Value) เป็นการกำหนดค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าเองจากผู้ใช้ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่าค่าเทรชโฮลค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มแสงของภาพ เช่น ภาพอินพุทมีระดับความเข้มแสง 256 ระดับก็จะมีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 เมื่อเลือกค่าเทรชโฮลได้แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้

2) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value) คือการหาค่าเทรชโฮลโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด การหาค่าเทรชโฮลนี้ใช้วิธีทางสถิติคือ การหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเทรชโฮลที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของภาพเพื่อทำการคำนวณค่าเทรชโฮลได้แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโฮลที่ได้มาใช้

2.4 เทคนิคมอร์โฟโลยี

มอร์โฟโลยีจัดเป็นคณิตศาสตร์แขนงหนึ่งที่อยู่ในพวกของพีชคณิต ที่สามารถนำมาใช้ในการประมวลผลภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากตัวดำเนินการของมันสามารถสร้างขึ้นมาให้เหมาะสมตามลักษณะการใช้งาน และสามารถจำแนก วัตถุที่มีภาพร่างต่างกันในภาพได้อย่างมีเหตุผล ผู้ที่ริเริ่มนำทฤษฎีนี้มาใช้คือ Hadwiger โดยในช่วงแรกๆจะใช้ประมวลผลกับเซตที่มีค่าเป็นจริงกับเท็จ ซึ่งต่อมาได้มีผู้พัฒนานำมาใช้กับการประมวลผลภาพไบนารี และได้พัฒนาเรื่อยจนสามารถนำมาใช้กับภาพเกรย์เสกล โดยมอร์โฟโลยีมีสองส่วนด้วยกันคือ Dilation ในที่นี้จะอธิบายเฉพาะการทำกระบวนการภาพร่างลักษณะสำหรับข้อมูลภาพแบบขาวดำการทำกระบวนการภาพร่างลักษณะจะคล้ายกับการทำ Convolution ซึ่งจะต้องใช้ Mask Coefficient แต่ในการกระทำนี้จะเรียก Mask Coefficient ว่า Structure Element การทำกระบวนการภาพร่างลักษณะมีได้หลายแบบด้วยกัน ตัวอย่างเช่นการขยายพิกเซล (Dilation) การลดขนาดพิกเซล (Erosion) การทำภาพภาพในพื้นที่ว่างให้เปิดกว้างมากขึ้น (Opening) และการทำภาพภาพในพื้นที่ว่างให้ปิดมากขึ้น (Closing) การขยายหรือลดพิกเซลและการทำภาพภาพให้เปิดมากขึ้นหรือปิดมากขึ้นจะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบโครงสร้าง

2.4.1 การย่อ (Erosion)

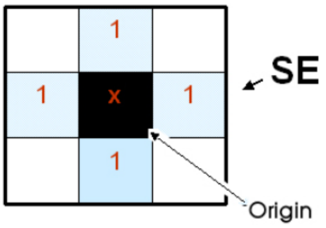
การย่อ (Erosion) คือจะลดขนาดของพิกเซลโดยการสแกนค่าขององค์ประกอบโครงสร้างบนแต่ละค่าของพิกเซลภาพ โดยทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวาซึ่งจะเปลี่ยนค่าพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ให้มีค่าเป็น 0 เมื่อพิกเซลใดพิกเซลหนึ่งบนองค์ประกอบโครงสร้างมีค่าตรงกับค่าพิกเซลภาพและจะมีค่าคงเดิม เมื่อทุกพิกเซลขององค์ประกอบโครงสร้างมีค่าตรงกับค่าของพิกเซลภาพดังแสดงในภาพที่ 2.7-2.9 โดยแสดงการคำนวณดังสมการที่ (2.2)

$$A \Theta B = \left\{ z \mid (B)_z \subseteq A \right\} \tag{2.2}$$

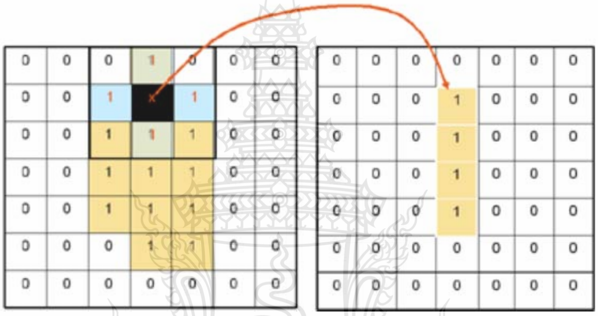
เมื่อ A คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล

B คือ Structuring Element

Z คือ เซตข้อมูลจุดภาพ



รูปที่ 2.15 ค่าของ Structuring Element (SE)



รูปที่ 2.16 การทำงานของ Erosion

ภาพต้นฉบับ หลังการกัดกร่อน Erosion

รูปที่ 2.17 ผลของการย่อ Erosion

2.4.2 การขยาย (Dilation)

การขยาย (Dilation) คือการขยายพิกเซลของภาพโดยการสแกนค่าขององค์ประกอบโครงสร้างบนแต่ละค่าของพิกเซลภาพ โดยทำการสแกนจากตำแหน่งบนซ้ายไปยังตำแหน่งล่างขวา ซึ่งจะเปลี่ยนค่าของพิกเซลที่มีค่าเป็น 0 ให้มีค่าเป็น 1 เมื่อค่าของพิกเซลใดๆพิกเซลหนึ่งบนองค์ประกอบโครงสร้างมีค่าตรงกับค่าของพิกเซลภาพและจะมีค่าคงเดิมเมื่อทุกค่าขององค์ประกอบโครงสร้าง มีค่าตรงกับทุกค่าของพิกเซลภาพแสดงดังรูปที่ 2.10 – 2.11 โดยแสดงการคำนวณดังสมการที่ (2.3)

$$A \oplus B = \left\{ z \mid \left[\left(\hat{B} \right)_z \cap A \right] \subseteq A \right\} \qquad (2.3)$$

เมื่อ A คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล

B คือ Structuring Element

Z คือ เซตข้อมูลจุดภาพ

รูปที่ 2.18 การทำงานของการขยาย Dilation

ภาพต้นฉบับ หลังการขยาย Dilation

รูปที่ 2.19 ผลของการขยาย Dilation

2.4.3 การกรองภาพด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยี

ภาพแบบแรก คือ การหาแบบ Closing โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทาโดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทา (ที่มีค่า 2 ระดับ คือ 0 กับ 255 เปรียบเสมือนภาพไบนารี) มาขยายภาพ (Dilation) ตามด้วยการกัดกร่อนภาพ (Erosion) ด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง ดังสมการที่ (2.4) ผลของการกรองภาพด้วย Closing แสดงดังรูปที่ 2.20

$$f_b = (f \oplus b)\Theta b \qquad (2.4)$$

เมื่อ f คือ ภาพต้นฉบับระดับสีเทา

b คือ องค์ประกอบโครงสร้าง

ภาพต้นฉบับ ภาพระดับสีเทา/ไบนารี หลังการ Closing

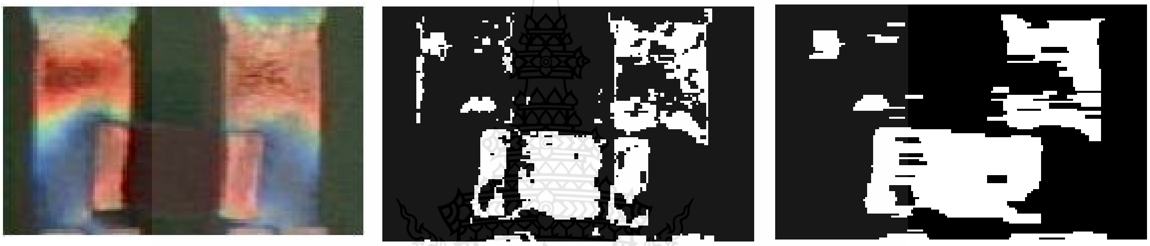
รูปที่ 2.20 ผลของการ Closing

มอร์โฟโลยี ภาพแบบที่สอง คือ การหาแบบ Opening โดยนำภาพต้นฉบับมากัดกร่อนภาพ (Erosion) ตามด้วยการขยายภาพ (Dilation) ด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง ดังสมการที่ (2.5) ผลของการกรองภาพด้วย Opening แสดงดังรูปที่ 2.21

$$f_a = (f \Theta b) \oplus b \tag{2.5}$$

เมื่อ f คือ ภาพต้นฉบับระดับสีเทา

b คือ องค์ประกอบโครงสร้าง



ภาพต้นฉบับ ภาพระดับสีเทา/ไบนารี หลังการ Opening

รูปที่ 2.21 ผลของการ Opening

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะนำไปประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์คุณลักษณะและคัดแยกภาพดีและเสียของชิพรีซิสเตอร์ ซึ่งงานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพเพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะและคัดแยกภาพดีและเสียของชิพรีซิสเตอร์เป็นการพัฒนาเทคนิคการประมวลผลภาพโดยการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยที่กำลังศึกษา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ในงานวิจัยของ [1] นำเสนอในหัวข้อ “A Fingerprint Segmentation Technique based on Morphological Processing” 2013 ได้นำเสนออัลกอริทึมวิธีการใหม่ในการจดจำลายนิ้วมือ โดยใช้ Block Rang ในการเก็บข้อมูลลายนิ้วมือ และนำเทคนิคมอร์โฟโลยี Closing และ Opening ทำการปฏิบัติการร่วมกันเพื่อคัดแยกลายนิ้วมือออกจากภาพ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงอัตราความผิดพลาดน้อยกว่าวิธีการอื่นๆ

ในงานวิจัยของ [2] นำเสนอในหัวข้อ “An AOI Algorithm for PCB Based on Feature Extraction” 2008 ได้นำเสนอการตรวจจับตำแหน่งขนาดและลักษณะบัดกรีตะกั่วของอุปกรณ์ประเภท Chip Component จากเครื่อง AOI โดยการพัฒนาอัลกอริทึ่มของ AOI ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงวิธีการนี้มีประสิทธิภาพในการตรวจจับงานเสียได้ ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของการบัดกรีตะกั่วที่ขาของอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อน

ในงานวิจัยของ [3] นำเสนอในหัวข้อ “Extended Closing Operation in Morphology and Its Application in Image Processing” 2009 ได้นำเสนอการพัฒนาซอฟแวร์ VC++6.0 เพื่อปรับปรุงอัลกอริทึ่มในการวิเคราะห์ภาพแผ่นดินไหวโดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยี Closing ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว

ในงานวิจัยของ [4] นำเสนอในหัวข้อ “Multi Scale Maximally Stable Extremal Region for Object” 2010 ได้นำเสนอการรู้จำวัตถุ โดยใช้วิธีการวัดขอบเขตภายนอกของภาพวัตถุ ซึ่งสามารถระบุภาพร่างวัตถุได้ถูกต้องและแม่นยำมากกว่าวิธีการ MSER

ในงานวิจัยของ [5] นำเสนอในหัวข้อ “Pedestrian Detection Based on Maximally Stable Extremal” 2010 ได้นำเสนอหลักการการตรวจจับวัตถุในภาพอินฟาเรด ซึ่งใช้วิธีการพื้นฐานแบบ MSER ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 90 ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในการคำนวณข้อมูลจำนวนมาก

ในงานวิจัยของ [6] นำเสนอในหัวข้อ “Leaf vein extraction using a combined operation of mathematical morphology” 2010 ได้นำเสนอหลักการสกัดลายเส้นใบไม้ โดยนำหลักการมอร์โฟโลยี 4 วิธีการ คือ Dilation, Erosion, Opening, และ Closing ปฏิบัติการร่วมกันเพื่อทำการกรองภาพก่อนนำเข้าสู่กระบวนการ Image segmentation โดยเลือกหลักการ OSTU ทำการคำนวณหาค่า Threshold ผลลัพธ์คือสามารถสกัดลายเส้นใบไม้ได้

ในงานวิจัยของ [7] นำเสนอในหัวข้อ “Machine Vision System for Counting the Number of Corrugated Cardboard” 2014 ได้นำเสนอหลักการนับจำนวนกระดาษลูกฟูกโดยใช้ Machine Vision System และเทคนิคการประมวลผลภาพ โดยนำหลักการ Dilation และ Erosion ทำการตรวจสอบเส้นแถบด้านตัดของกระบวนการผลิตกระดาษลูกฟูก โดยได้ทำการวิจัยกระดาษลูกฟูกชนิด BC, C และ B จำนวนชนิดละ 100 ภาพ ผลลัพธ์คือสามารถนับจำนวนลอนลูกฟูนได้ถูกต้องด้วยค่าผิดพลาด 2 ซม และ 3 ซม

ในงานวิจัยของ [8] นำเสนอในหัวข้อ “Identification of Retinal Image Features using Bitplane Separation and Mathematical Morphology” 2014 ได้นำเสนอการตรวจสอบและสกัดลักษณะของจอประสาทตา โดยนำเทคนิคประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ด้วยวิธีการมอร์โฟโลยีแบบ Opening และ Closing ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 91%

ในงานวิจัยของ [9] นำเสนอในหัวข้อ “Morphology Based Enhancement and Skull Stripping of MRI Brain Images” 2014 ได้นำเสนอการเพิ่มประสิทธิภาพของภาพ MRI ของสมอง โดยนำมอร์โฟโลยีด้วยวิธีการ Opening และ Closing ด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง เพื่อแก้ปัญหาความคมชัดของภาพ หลังจากนั้นจึงนำภาพที่คมชัดทำการนำส่วนกระโหลกออกเพื่อให้เหลือผลลัพธ์เฉพาะเนื้อสมองด้วยหลักการ OTSU

ในงานวิจัยของ [10] นำเสนอในหัวข้อ “An Improved Method for Vietnam License Plate Location” ได้นำเสนอการปรับปรุงวิธีการค้นหาป้ายทะเบียนรถยนต์ของประเทศเวียดนามซึ่งมีความแตกต่างด้านพื้นหลัง, ความสว่าง (กลางวัน/กลางคืน) , มุมของป้าย, การส่องสว่าง , ขนาดและชนิดของป้าย , สีต่างๆ , แสงสะท้อน และการเคลื่อนไหว ด้วยภาพตัวอย่างจำนวน 500 ภาพ โดยใช้มอร์โฟโลยีชนิด Opening ทำการกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพเกรลสเกล และมอร์โฟโลยีชนิด Closing เพื่อผสานโครงสร้างของไบนารี และหาขอบภาพด้วยวิธีการ Canny ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 97.27

ในงานวิจัยของ [11] นำเสนอในหัวข้อ “A Kind of License Plate Location Based on Mathematical Morphology and Edge Detection” ได้นำเสนอการตรวจจับชนิดป้ายทะเบียนรถยนต์โดยวิธีการมอร์โฟโลยีและการหาขอบภาพโดยวิธี Sobel โดยนำ Erosion ทำการกำจัดสัญญาณรบกวนในภาพไบนารีด้วยโครงสร้างแบบแนวนอนและมอร์โฟโลยี Closing ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ร้อยละ 96%

ในงานวิจัยของ [12] นำเสนอในหัวข้อ “ Skin Lesion Detection in Dermoscopy Images Using Wavelet Transform and Morphology Operations” ได้นำเสนอการค้นหาขอบบาดแผลบนผิวหนังด้วย Wavelet Transform และมอร์โฟโลยีชนิด Opening ผลลัพธ์คือสามารถค้นหาขอบบาดแผลได้เร็วและถูกต้องในภาพ Dermoscopy หลายแบบ และความผิดพลาดได้เกิดจากเส้นขนที่กระจายในภาพ

ในงานวิจัยของ [13] นำเสนอในหัวข้อ "Enhancement of Multi License Plate Location Technique Using Subtract Morphology Technique" ได้นำเสนอการหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ในสภาวะพื้นหลังที่ซับซ้อนและสีของรถยนต์ที่แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบหักล้างระหว่าง Closing – Top hat กับ Top-hat ข้อดีคือช่วยแก้ไขความไม่สมดุลของแสง และลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง ผลลัพธ์ความผิดพลาดเป็นร้อยละ 0 และสามารถหาป้ายทะเบียนแบบหลายป้ายเป็นร้อยละ 82

ในงานวิจัยของ [14] นำเสนอในหัวข้อ "Enhancement Marginal Space and Morphology Technique for Robustness Object Overlapping Detection" นำเสนอการตรวจหาวัตถุทับซ้อนโดยใช้เทคนิค Marginal Space และมอร์โฟโลยี ซึ่งเทคนิค Marginal Space จะช่วยให้หาตำแหน่งของวัตถุที่ต้องการได้ถูกต้องและรวดเร็ว และมอร์โฟโลยีชนิด Opening ช่วยลดสัญญาณรบกวน โดยนำการปฏิบัติการ Laplacian ทำการหาขอบภาพ ผลลัพธ์มีประสิทธิภาพในหารค้นหาวัตถุที่ต้องการในภาพที่มีความทับซ้อนได้ถูกต้องร้อยละ 81.67

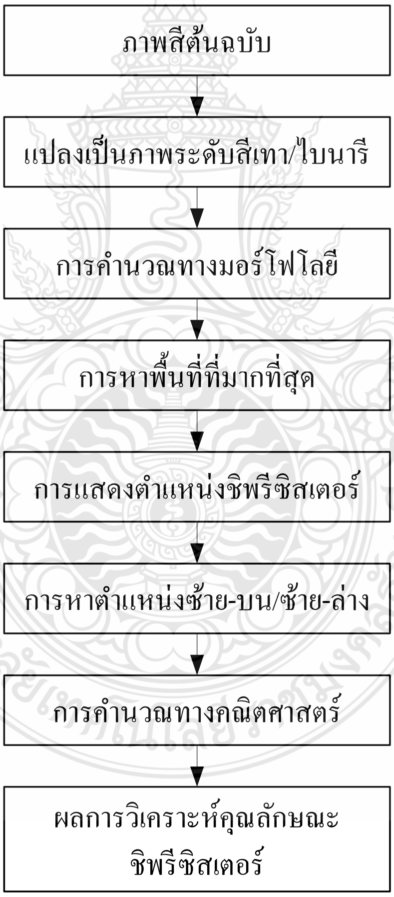
ในงานวิจัยของ [15] นำเสนอในหัวข้อ "Automatic Path Modeling By Image Processing Techniques" นำเสนอการสร้างแบบจำลองการหาเส้นทางเดินอัตโนมัติโดยการประมวลผลภาพโดยนำมอร์โฟโลยีชนิด Dilation และ Erosion ทำการซ่อมแซมภาพและขจัดสัญญาณรบกวน

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่าเทคนิคมอร์โฟโลยีนั้นเป็นวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคอื่นๆ เพื่อการกรองสัญญาณให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในกระบวนการประมวลผลสัญญาณภาพ โดยการเลือกใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีให้เหมาะสมกับงานวิจัยนั้นเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจากงานวิจัยข้างต้นพบว่าเทคนิคมอร์โฟโลยีที่นำมาใช้คือ Closing และ Opening ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการประมวลผลภาพชิพรีซิสเตอร์ในแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยี โดยนำเทคนิคมอร์โฟโลยี Closing และ Opening มาช่วยในการกรองสัญญาณภาพให้เหมาะสมเพื่อการประมวลผลสัญญาณภาพที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการประมวลภาพเพื่อทำการคัดแยกภาพชิพรีซิสเตอร์เอียงและไม่เอียงจากเครื่อง AOI โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ ขั้นตอนแรกแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี ใช้การประมวลภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Closing และ Opening เพื่อลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง จากนั้นหาพื้นที่ที่มากที่สุดในภาพซึ่งเป็นพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ และหาตำแหน่งซ้าย-บน และซ้าย-ล่าง ด้วยหลักการ Extrema แล้วคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการทดลองการคัดแยกภาพชิพรีซิสเตอร์ปกติและผิดปกติ (เอียง)

3.1 การเก็บภาพต้นฉบับ

การเก็บภาพต้นฉบับใช้ภาพถ่ายจากกล้อง CCD ของเครื่อง AOI ที่มีระยะห่างระหว่างกล้องกับแผ่นวงจร PCB ไม่เกิน 10 เซนติเมตร โดยมีการยิงลำแสง RGB ด้วยตำแหน่งที่ต่างกัน ซึ่งงานวิจัยนี้ได้นำภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์จำนวน 100 ภาพ มาทำการวิจัย ตัวอย่างภาพที่ใช้ในการวิจัยคัดแยกภาพชิพรีซิสเตอร์เอียง/ไม่เอียง ดังรูปที่ 3.2

(ก) (ข)

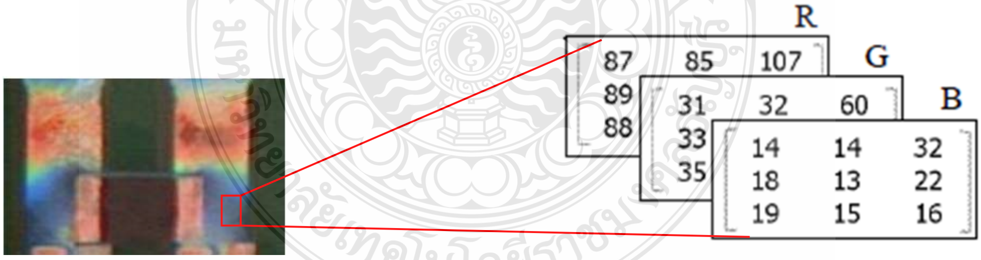
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างภาพชิพรีซิสเตอร์ (ก) ภาพชิพรีซิสเตอร์ดี (ข) ภาพชิพรีซิสเตอร์เอียง

3.2 การแปลงภาพจาก RGB เป็น Gray Scale และ Binary

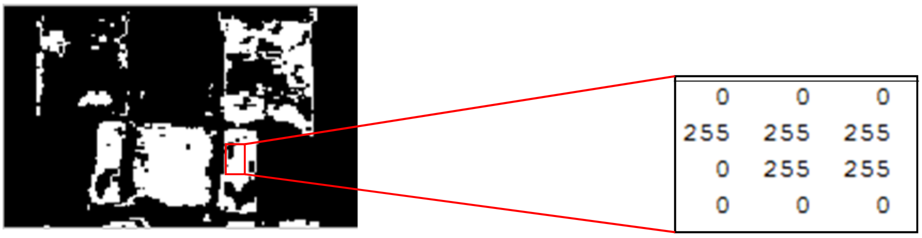
การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารีเพื่อให้ทำให้ภาพต้นฉบับไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้องให้มีเฉพาะค่าความสว่างเท่านั้น โดยจากภาพต้นฉบับเป็นภาพสี ในทุกๆพิกเซลจะมีค่าระดับ RGB ที่แตกต่างกัน โดยลักษณะการเก็บข้อมูลของภาพ RGB จะเป็นลักษณะของเมตริกซ์ของค่าสีแดง เขียว และน้ำเงิน ขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทาทำได้โดยการแยกข้อมูล RGB ออกจากแต่ละพิกเซลของภาพสี จากนั้นนำค่า RGB เข้าสู่สมการเพื่อคำนวณหาค่าระดับสีเทา และนำค่าที่ได้ไปแทนที่ในจุดพิกเซลเดิม แสดงตัวอย่างการคำนวณภาพสีดังรูปที่ 3.3 (ก) ที่ตำแหน่งพิกเซล (1,1) ข้อมูลค่า R = 87, ข้อมูลค่า G = 31, ข้อมูลค่า B = 14 ภาพระดับสีเทาจะหาได้จากสมการที่ 2.7

$$Grayscale_{1,1} = 0.3*87_{1,1} + 0.59*31_{1,1} + 0.11*14_{1,1} \quad 2.7$$

จากสมการจะได้ค่าระดับสีเทาที่ตำแหน่งพิกเซล (1,1) เท่ากับ 46 ค่าความเข้มของภาพระดับสีเทาจะมีค่าตั้งแต่ 0 คือ สีดำ ถึง 255 คือ สีขาว ทำการคำนวณกับทุกๆ พิกเซลในภาพก็จะได้ภาพระดับสีเทา ดังแสดงในภาพที่ 3.5 (ข)

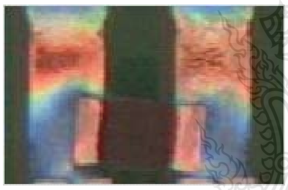
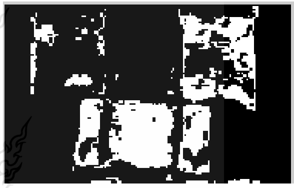
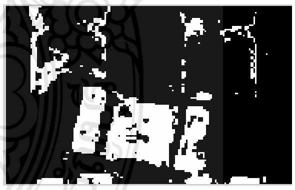
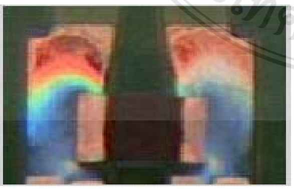


(ก) ค่าของภาพสี



(ข) ค่าของภาพไบนารี

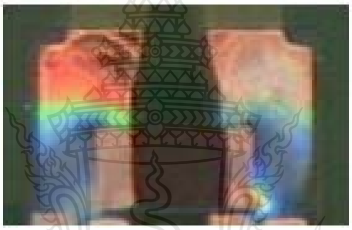
รูปที่ 3.3 การแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี

ภาพต้นฉบับ	ภาพระดับสีเทาและไบนารี
	
	
	

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างผลการแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี

3.3 การลดสัญญาณรบกวนด้วยวิธี COF (Closing and Opening Filter)

เนื่องจากในภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์จะมีพื้นหลังสีที่ซับซ้อน ทำให้การค้นหาตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์มีความผิดพลาด งานวิจัยนี้จึงพัฒนาการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยการนำมอร์โฟโลยี 2 แบบมาทำการกำจัดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง โดยใช้มอร์โฟโลยีแบบ Closing และ Opening มาทำงานร่วมกัน ซึ่งเรียกว่าเทคนิค COF โดยนำภาพต้นฉบับระดับสีเทาทำการ Closing โดยการขยายภาพตามด้วยการย่อภาพด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง หลังจากนั้นนำผลการ Closing มาเข้ากระบวนการ Opening โดยการย่อภาพตามด้วยการขยายภาพด้วยองค์ประกอบโครงสร้าง ผลที่ได้จะช่วยลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง แสดงดังรูปที่ 3.5



(ก) ภาพต้นฉบับ

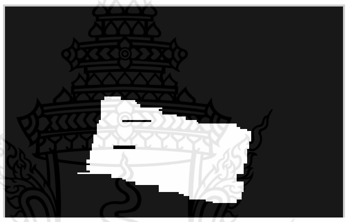
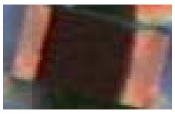
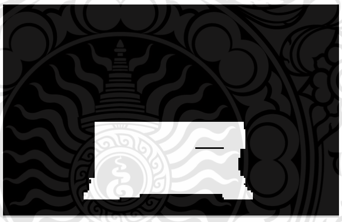
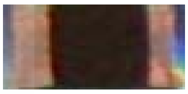
(ข) ภาพไบนารี

(ค) ภาพที่ผ่านเทคนิค COF

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างผลการกำจัดสัญญาณรบกวนด้วยเทคนิค COF

3.4 การค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ในภาพ

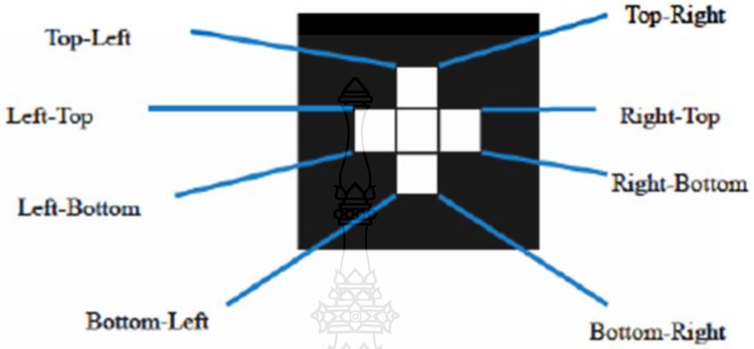
นำภาพที่ผ่านการ COF (Closing and Opening Filter) มาทำการรวมพื้นที่บริเวณชิพรีซิสเตอร์ให้เป็นบริเวณเดียวกัน โดยหลังจากขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวนจะเหลือเฉพาะกลุ่มของพิกเซลที่เป็นตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์ที่ต้องการ ตัวอย่างของผลที่ได้จากขั้นตอนการกำจัดสัญญาณรบกวนและคัดกรองกลุ่มของพิกเซลให้ได้ตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์ที่เป็นพื้นที่มากที่สุดในภาพ ตัวอย่างภาพกลุ่มพิกเซลมากที่สุด แสดงดังรูปที่ 3.6

ภาพที่ผ่านเทคนิค COF	ภาพ MaxArea	เปรียบเทียบความเสมือน
		
		

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างภาพที่ผ่านการรวมกลุ่มพิกเซลเพื่อให้ได้พื้นที่ชิพรีซิสเตอร์

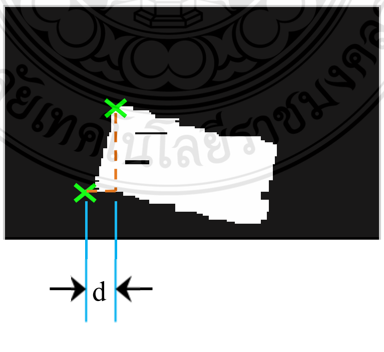
3.5 การคำนวณเชิงเรขาคณิต (Extrema Region Properties)

ในงานวิจัยนี้ได้นำการคำนวณเชิงเรขาคณิตแบบ Extrama มาใช้ในการวัดระยะความห่างของด้านบนซ้ายและล่างซ้ายของภาพกลุ่มพิกเซลที่มากที่สุดเพื่อคำนวณระยะความห่างทางแนวแกน X



รูปที่ 3.7 การคำนวณเชิงเรขาคณิตแบบ Extrema

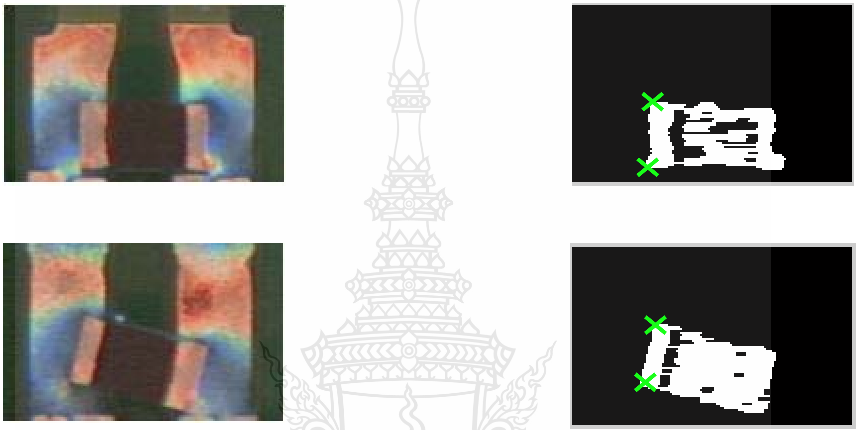
ภาพที่ผ่านการหากลุ่มพิกเซลมากที่สุด (MaxArea) จะทำการคำนวณเชิงเรขาคณิตแบบ Extrema โดยนำค่า 2 ตำแหน่ง คือ บน-ซ้าย และ ล่าง-ซ้าย มาทำการหาระยะห่างทางด้านแนวแกน X ดังรูปตัวอย่างที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการคำนวณเชิงเรขาคณิตแบบ Extrema 2 ตำแหน่ง บน-ซ้าย และ ล่าง-ซ้าย

3.6 การวิเคราะห์คุณลักษณะและคัดแยกภาพชิพรีซิสเตอร์ดีและเสีย

เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของชิพรีซิสเตอร์จะมีภาพทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ถ้าชิพรีซิสเตอร์ในภาพมีลักษณะไม่อยู่ในแนวราบ และมีค่าระยะห่างทางด้านแกน X ระหว่างตำแหน่งบน-ซ้าย และล่าง-ซ้ายสูง นั่นแสดงให้เห็นว่าชิพรีซิสเตอร์มีความเอียงในภาพ



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างตำแหน่งบน-ซ้าย และ ล่าง-ซ้ายของชิพรีซิสเตอร์ในคุณลักษณะปกติและผิดปกติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทดลองเพื่อตรวจหาและคัดแยกคุณลักษณะชิพรีซิสเตอร์ในภาพถ่ายจากเครื่องตรวจตราอัตโนมัติในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ทดสอบความสามารถในการตรวจหาเพื่อระบุตำแหน่งและคัดแยกชิพรีซิสเตอร์ในเงื่อนไขที่ชิพรีซิสเตอร์มีการวางในลักษณะต่างๆ โดยนำเทคนิคในการประมวลผลสัญญาณภาพมาประยุกต์ใช้พิจารณาผลการทดสอบ

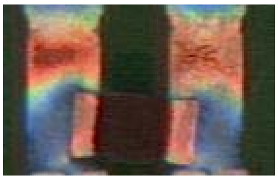
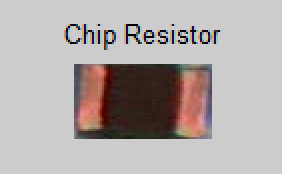
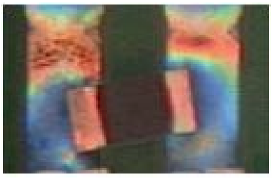
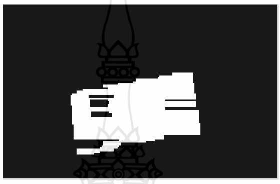
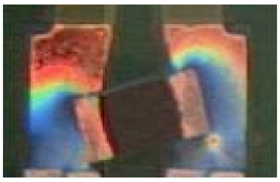
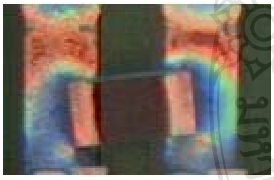
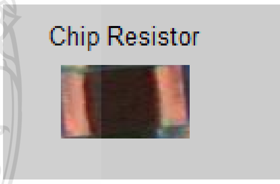
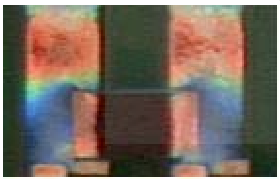
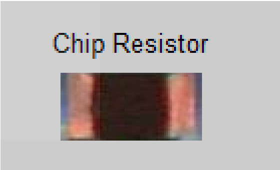
4.1 ผลการระบุตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์

การค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์ด้วยเทคนิค COF เป็นการประมวลผลภาพให้เหลือเฉพาะบริเวณกลุ่มของพิกเซลที่คิดว่าเป็นตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์แล้วนำมาแสดง โดยการกรองกลุ่มพิกเซลที่มากที่สุดในภาพ จากนั้นนำตำแหน่งที่ได้เทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสีและแสดงตำแหน่งซึ่งในที่นี่ คือตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์

ตารางที่ 4.1 ผลการค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์

ชื่อภาพ	จำนวนภาพ	ตำแหน่งถูกต้อง	คิดเป็นร้อยละ
ชิพรีซิสเตอร์	100	96	96

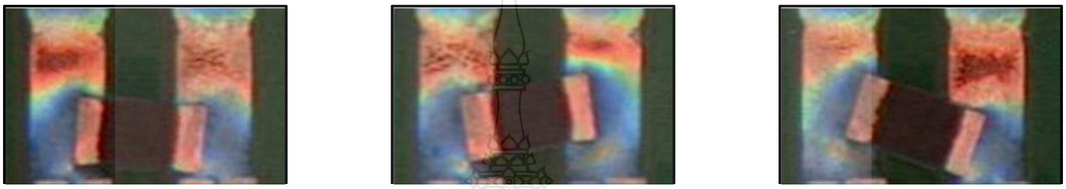
จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 ได้ทำการทดลองกับภาพจำนวน 100 ภาพ พบว่าเทคนิคที่ใช้นี้มีข้อดี คือช่วยลดสัญญาณรบกวนจากพื้นหลัง มีความสามารถในการคัดกรองพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ออกจากภาพพื้นหลัง มีความสามารถในการคัดกรองพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ออกจากภาพพื้นหลังที่มีความซับซ้อนของสีได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

ภาพต้นฉบับ	ตำแหน่งที่หาได้	แสดงตำแหน่ง
		
		
		
		
		

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์

ในขั้นตอนแรกนำภาพถ่ายดิจิตอล RGB ขนาด 140 x 88 พิกเซล ถ่ายในลักษณะของภาพ 2 มิติ โดยตัวอย่างที่นำมาทดลองใช้เป็นภาพชิพรีสเตอร์จากเครื่องตรวจตราอัตโนมัติในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์

จากภาพจะเห็นได้ว่าภาพถ่ายจะประกอบด้วยชิพรีซิสเตอร์และพื้นที่ทองแดงที่มีการหลอมละลายของตะกั่ว ซึ่งชิพรีซิสเตอร์นั้นจะถูกวางในลักษณะที่แตกต่างกัน (วางตรง/เอียงซ้าย/เอียงขวา) ดังรูปที่ 4.2



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.2 ภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์

ทำการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพระดับสีเทาและไบนารีเพื่อให้ทำให้ภาพต้นฉบับไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้องให้มีเฉพาะค่าความสว่างเท่านั้น ซึ่งเป็นการเตรียมภาพสำหรับการมอร์โฟโลยี

หลังจากการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพระดับสีเทาและไบนารีแล้วนั้น จะสังเกตเห็นได้ว่าในภาพจะปรากฏกลุ่มพิกเซลสีขาวหลายกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มที่เป็นชิพรีซิสเตอร์และกลุ่มอื่นๆ ซึ่งจัดเป็นสัญญาณรบกวน ดังรูปที่ 4.3

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.3 ผลการแปลงภาพสี RGB เป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี

ภาพที่ผ่านการแปลงระดับสีเทาและไบนารียังคงมีกลุ่มของพิกเซลหลายๆกลุ่ม เพื่อสร้างความชัดเจนของกลุ่มพิกเซลที่เป็นชิพรีซิสเตอร์ จึงทำการเชื่อมพิกเซลด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยีแบบ Closing โดยการขยายพิกเซลตามด้วยกร่อนพิกเซลด้วยองค์ประกอบโครงสร้างค่าต่างๆ ดังรูปที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 ผลการมอร์โฟโลยีแบบ Closing

Linear Value	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Closing	0%	12%	12%	44%	52%	52%	52%	40%	40%

จากตารางที่ 4.2 ได้ทำการทดลองกับภาพจำนวน 100 ภาพ พบว่าเทคนิคที่ใช้นี้มีข้อดี คือ ช่วยชี้บ่งกลุ่มพิกเซลที่เป็นชิพรีซิสเตอร์ได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งสามารถชี้บ่งได้ถูกต้องที่สุดเป็นร้อยละ 52 ที่องค์ประกอบโครงสร้างค่าที่ 5,6 และ 7

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.4 ผลการมอร์โฟโลยีแบบ Closing

ภาพที่ผ่านเทคนิคมอร์โฟโลยีแบบ Closing ดังภาพที่ 4.4 จะมีความชัดเจนของกลุ่มพิกเซลที่เป็นชิพรีซิสเตอร์มากขึ้น แต่ในภาพยังคงมีพิกเซลสัญญาณรบกวนอื่นๆ จึงทำการกำจัดสัญญาณรบกวนของกลุ่มพิกเซลเล็กๆออกจากภาพโดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบ Opening โดยการกร่อนพิกเซลตามด้วยขยายพิกเซล ซึ่งการทำงานร่วมกันของมอร์โฟโลยีแบบ Closing และ Opening นี้เรียกว่าเทคนิค COF (Closing and Opening Filter)

ตารางที่ 4.3 ผลการมอร์โฟโลยีแบบ COF

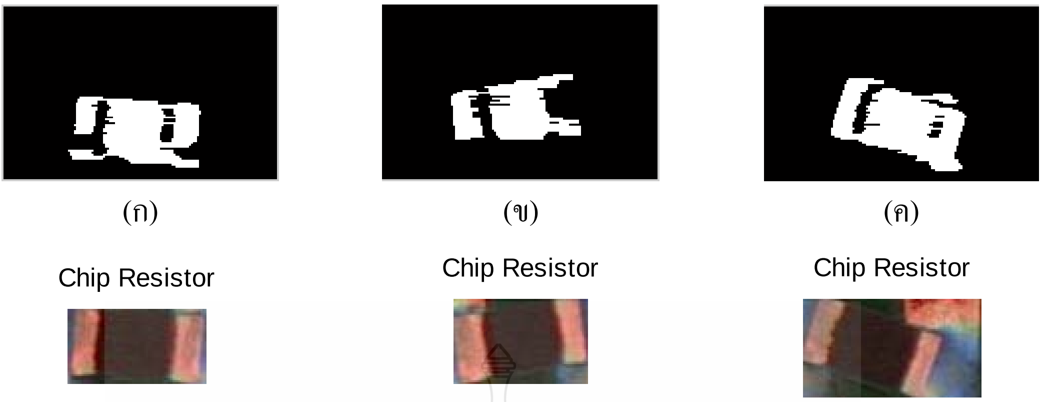
Linear Value on Closing	Linear Value on Opening								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	52	68	68	50	50	84	96	76	72
6	48	64	64	68	68	68	72	72	72
7	44	44	60	68	72	72	76	76	76

จากการทดลองมอร์โฟโลยีแบบ COF กับภาพจำนวน 100 ภาพ พบว่าค่าองค์ประกอบโครงสร้างที่เหมาะสมของ Opening สำหรับการทดลองจะอยู่ที่ 7 พิกเซล และค่าองค์ประกอบโครงสร้างที่เหมาะสมของ Closing อยู่ที่ 5 พิกเซล ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมในการกรองสัญญาณภาพให้สามารถแยกกลุ่มพิกเซลให้มีความชัดเจนมากขึ้นได้คิดเป็นร้อยละ 96 ดังรูปที่ 4.5

(ก) (ข) (ค)

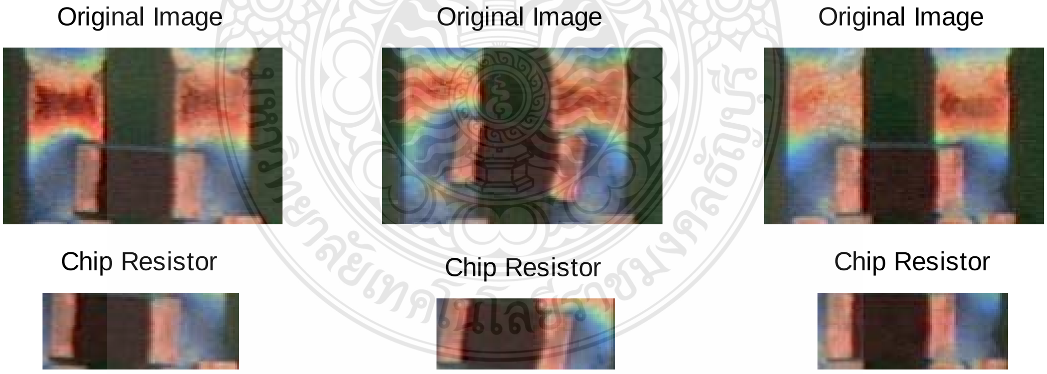
รูปที่ 4.5 ผลการ COF (Closing และ Opening)

นำภาพมาทำการคัดกรองกลุ่มพิกเซล โดยกำจัดกลุ่มพิกเซลเล็กๆออกจากภาพเพื่อให้เหลือเพียงกลุ่มพิกเซลที่ใหญ่ที่สุดและคิดว่าเป็นตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์ แล้วนำมาแสดงโดยค้นหาตำแหน่งของพิกเซลที่เป็นขอบบน – ล่าง ขอบซ้าย – ขวา ของบริเวณที่คัดกรองได้ จากนั้นนำตำแหน่งที่ได้เทียบกับภาพต้นฉบับที่เป็นภาพสีและแสดงตำแหน่ง ซึ่งในทีนี้ คือ ตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์ ตัวอย่างผลของการค้นหาตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผลการหาพื้นที่มากที่สุดและเปรียบเทียบเสมือนเพื่อระบุตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์

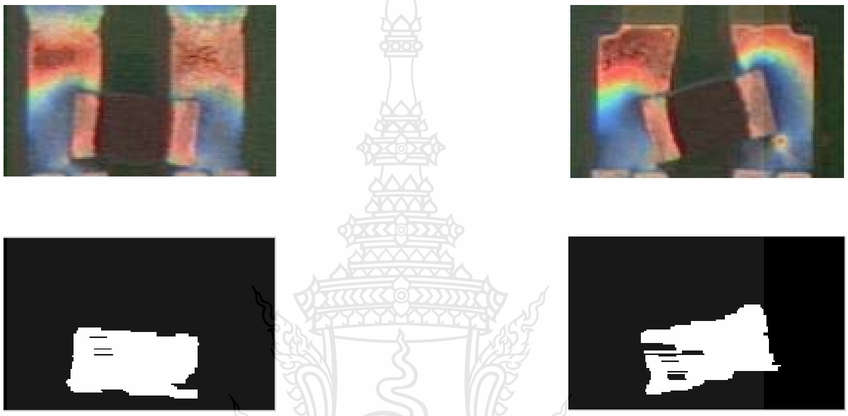
จากตารางผลการทดลองที่ 4.1 มีความถูกต้องในการระบุตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์ที่ร้อยละ 96 ความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของชิพรีซิสเตอร์ที่ร้อยละ 4 เหตุผลของความผิดพลาดเนื่องจากลักษณะของสีและเงาของตำแหน่งอื่นๆในภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงชิพรีซิสเตอร์ จึงทำให้ในขั้นตอนแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี ได้ค่าตำแหน่งนั้นเป็นตำแหน่งของภาพชิพรีซิสเตอร์ด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างภาพที่ผิดพลาดในการหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์

4.2 ผลการคำนวณเชิงเรขาคณิต (Extrema Region Properties)

การคำนวณเชิงเรขาคณิตด้วยเทคนิค Extrama เป็นการประมวลผลภาพโดยค้นหาตำแหน่งของพิกเซลที่เป็นขอบซ้าย – บน และขอบซ้าย – ล่าง ของกลุ่มพิกเซลที่เป็นตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์เพื่อทำการคำนวณหาระยะทางแกน X เพื่อนำค่าระยะนี้มาวิเคราะห์ลักษณะความเอียงของชิพรีซิสเตอร์ในภาพถ่าย



ชิพรีซิสเตอร์ปกติ ชิพรีซิสเตอร์ลักษณะเอียง

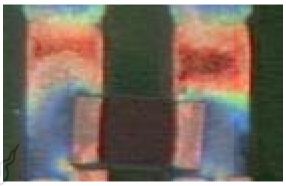
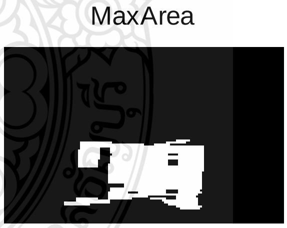
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างชิพรีซิสเตอร์ปกติและชิพรีซิสเตอร์ลักษณะเอียง

ตารางที่ 4.4 ผลค่าระยะทางแกน X โดยการคำนวณเชิงเรขาคณิตด้วยเทคนิค Extrema

กลุ่มที่	ค่าระยะทางแกน X (พิกเซล)	จำนวนภาพ
1	28 – 32	3
2	32 – 36	63
3	37 – 41	12
4	42 – 46	19
5	47 – 51	3
ร้อยละ		84

จากการทดลองพบว่าเกิดข้อบกพร่องในการคำนวณเชิงเราขาคณิตแบบ Extrema สาเหตุเกิดจากลักษณะของสีและเงาของตำแหน่งอื่นๆในภาพที่มีลักษณะใกล้เคียงชิพรีซิสเตอร์ จึงทำให้ในขั้นตอนแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี ได้ค่าตำแหน่งนั้นเป็นตำแหน่งของภาพชิพรีซิสเตอร์ด้วย และพบกว่าพิกเซลเหล่านั้นส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณแถบบนและแถบล่างของพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์

ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณทางเราขาคณิตด้วยเทคนิค Extrema จึงนำวิธีการลดทอนสัญญาณ Substraction มาลดทอนพิกเซลแถบบนและล่างของชิพรีซิสเตอร์ออกเล็กน้อย เพื่อให้เหลือเฉพาะพื้นที่ที่เป็นชิพรีซิสเตอร์และสามารถคำนวณทางเราขาคณิตด้วยเทคนิค Extrema ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 4.9

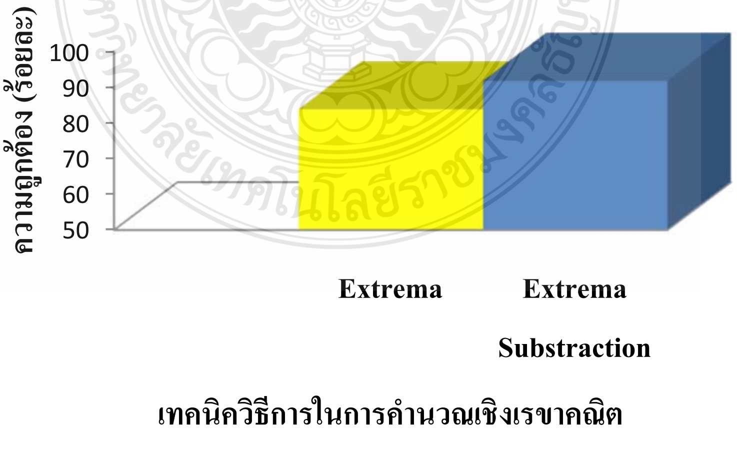
ภาพต้นฉบับ	
ภาพผ่านการค้นหาตำแหน่งชิพรีซิสเตอร์	
ภาพผ่านการหาพื้นที่มากที่สุด	
ภาพผ่านการลดทอนสัญญาณภาพ Extrema Substraction	

รูปที่ 4.9 ผลการลดทอนสัญญาณภาพ

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบการหาระยะแกน X ด้วยเทคนิค Extrema

ค่าระยะแกน X (พิกเซล)	เทคนิค Extrema	เทคนิค Extrema และลดทอนสัญญาณ
28 – 32	3	4
32 – 36	63	60
37 – 41	12	16
42 – 46	19	16
47 – 51	3	4
คิดเป็นร้อยละ	84	92

จากตารางผลการเปรียบเทียบที่ 4.5 ได้ทำการทดลองกับภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์ด้วยการคำนวณเชิงเรขาคณิตเทคนิค Extrema และเทคนิค Extrema Substraction โดยใช้ภาพชุดเดียวกันจำนวน 100 ภาพ แล้วนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการคำนวณหาค่าระยะแกน X ของตำแหน่งซ้าย – บน และซ้าย – ล่าง โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิค Extrema Substraction สามารถคำนวณได้ถูกต้องมากกว่าเทคนิค Extrema โดยมีประสิทธิภาพในการคำนวณได้ถูกต้องเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 8 ทั้งนี้เป็นเพราะได้ทำการเพิ่มกระบวนการลดทอนสัญญาณรบกวนเข้าไปในการประมวลผล



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบความถูกต้องของการคำนวณเชิงเรขาคณิต

4.3 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะและคัดแยกชิพรีซิสเตอร์ปกติและผิดปกติ

เมื่อได้ค่าระยะทางด้านแกน X จากการคำนวณเชิงเรขาคณิตด้วยเทคนิค Extrema Substraction แล้ว นำค่าเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ระยะเพื่อคัดแยกคัดแยกภาพชิพรีซิสเตอร์ที่มีลักษณะปกติและผิดปกติ โดยวิเคราะห์จากค่าระยะแกน X ถ้าค่าระยะแกน X มีค่ามาก แสดงให้เห็นว่าตำแหน่งซ้าย – บน และซ้าย – ล่างมีความเยื้องเอียง ซึ่งลักษณะนี้วิเคราะห์ได้ว่าเป็นชิพรีซิสเตอร์ที่ผิดปกติ มีแนวโน้มที่จะเอียงและไม่ได้คุณภาพ เช่นเดียวกันถ้าค่าระยะแกน X มีค่าน้อย วิเคราะห์ได้ว่าเป็นชิพรีซิสเตอร์ที่ปกติไม่มีแนวโน้มที่ไม่ได้คุณภาพ ดังตารางการวิเคราะห์ที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์และคัดแยกชิพรีซิสเตอร์

ค่าระยะแกน X (พิกเซล)	เทคนิค Extrema และลดทอนสัญญาณ	ผลการวิเคราะห์
28 – 32	4	ปกติ
32 – 36	60	ปกติ
37 – 41	16	ปกติ
42 – 46	16	กลุ่มเสี่ยง
47 – 51	4	ผิดปกติ

จากตารางผลการวิเคราะห์ที่ 4.6 ได้ทำการวิเคราะห์กับภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์จำนวน 100 ภาพ พบว่าภาพชิพรีซิสเตอร์ปกติจะมีระยะแกน X อยู่ที่ค่า 28 – 41 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มระยะ คิดเป็นร้อยละ 80 และภาพชิพรีซิสเตอร์ผิดปกติจะมีระยะแกน X อยู่ที่ 47 – 51 คิดเป็นร้อยละ 4 และภาพชิพรีซิสเตอร์กลุ่มเสี่ยงจะมีระยะแกน X อยู่ที่ 42 – 46 คิดเป็นร้อยละ 16

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลองการตรวจหาและตรวจสอบชิพรีซิสเตอร์

นำเสนอการตรวจหาและตรวจสอบชิพรีซิสเตอร์ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ภาพถ่ายดิจิตอล 2 มิติ ภาพขนาด 88 x 140 พิกเซล ใช้ภาพถ่ายจากเครื่องตรวจสอบอัตโนมัติ (Auto Optical Inspection) ในกระบวนการผลิตแผงวงจรไฟฟ้า (PCBA : Print Circuit Board Assembly) โดยเป็นภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์

การทดลองนี้ใช้เทคนิคมอร์โฟโลยีในการกรองภาพ โดยแปลงภาพสีเป็นขาวดำโดยค่าเทรชโฮล จากนั้นแปลงภาพขาวดำเป็นไบนารีเพื่อทำการกรองสัญญาณ Noise โดยวิธีมอร์โฟโลยีชนิด COF (Closing and Opening Filter) และวิเคราะห์หาพื้นที่มากที่สุดเพื่อให้ได้พื้นที่ชิพรีซิสเตอร์

การนำเทคนิค Extrema Subtraction มาทำการปรับแต่งพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ให้เหมาะสม เพื่อทำการวัดหาระยะห่างทางด้าน x-y ในคุณลักษณะของ Extrema (ตำแหน่งบน-ซ้าย และ ล่าง-ซ้าย) ซึ่งสามารถหาค่าระยะห่างดังกล่าวเพื่อนำมาวิเคราะห์ความเอียงของชิพรีซิสเตอร์ในแต่ละภาพ

เทคนิคนี้มีประสิทธิภาพในการตรวจหาและตรวจสอบความปกติและผิดปกติของชิพรีซิสเตอร์ได้ร้อยละ 92 โดยอ้างอิงมาตรฐานการตัดสินใจในการวิเคราะห์ความเอียงของชิพรีซิสเตอร์ SMT Quality Standard Acceptable และร้อยละ 8 เกิดข้อผิดพลาดเนื่องจากค่าแสงตกกระทบในภาพที่ผิดเพี้ยนจากสิ่งแวดล้อมของเครื่องกำเนิดภาพ

5.2 สรุปและวิเคราะห์ผลการตรวจสอบภาพชิพรีซิสเตอร์

การตรวจหาภาพชิพรีซิสเตอร์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยี Closing และ Opening เหมาะสมสำหรับการกรองสัญญาณภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์ที่ได้จากเครื่องจักรในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการปรากฏพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ที่เหมาะสมและชัดเจนที่สุด

การตรวจสอบความผิดปกติความเอียงภาพชิพรีซิสเตอร์สามารถนำเทคนิค Extrema Subtraction มาทำการปรับแต่งพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ให้เหมาะสมและประยุกต์ใช้ร่วมกับคุณลักษณะ Extrema สามารถแสดงค่าระยะห่างเพื่อนำมาวิเคราะห์ความผิดปกติความเอียงของชิพรีซิสเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพร้อยละ 92 และร้อยละ 8 เกิดข้อผิดพลาดเนื่องจากค่าแสงตกกระทบในภาพที่ผิดเพี้ยนจากสิ่งแวดล้อมของเครื่องกำเนิดภาพ

จากงานวิจัยนี้ สามารถนำเทคนิคและวิธีการเหล่านี้ประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเล็กทรอนิกส์เพื่อเป็นปฐมภูมิของการป้องกันงานเสียทางด้านคุณภาพต่อไป

5.3 แนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะเห็นว่ามีข้อผิดพลาดที่เกิดจากแสงจากภาพที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเกิดจากแสงที่ตกกระทบวัตถุในขั้นตอนการถ่ายภาพตัวอย่างจากเครื่องจักรในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากสิ่งแวดล้อมในเครื่องจักรจำเป็นต้องมีการปรับแต่งด้วยค่าแสง, อุณหภูมิ, ความดันลม และอื่นๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อภาพถ่ายตัวอย่างที่เป็นลักษณะภาพแสงสี RGB ทำให้เป็นผลกระทบต่อการกรองสัญญาณภาพต่างๆ และนำไปสู่ความผิดพลาดในการวิเคราะห์ความผิดปกติความเอียงชิพรีซิสเตอร์

ศึกษาและพัฒนางานวิจัยให้มีประสิทธิภาพในการตรวจสอบชิพรีซิสเตอร์ในสภาวะแสงตกกระทบไม่สมบูรณ์โดยทดลองปรับค่าเทรชโฮลให้เหมาะสม ประยุกต์ใช้กับชิพประเภทอื่นๆ เช่น คาปาซิเตอร์, ทรานซิสเตอร์ หรือไอซี เพื่อเป็นวิธีการปฐมภูมิในการป้องการงานเสียในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

บรรณานุกรม

[1] M.F.Fahmy and M.A.Thabet., **A Fingerprint Segmentation Technique Based on Morphological Processing**., IEEE Trans. on Image process ., pp.000215-000220., December

[2] Dakun Zchang., **Extended Closing Operation in Morphology and Its Application in Image Processing**., IEEE Trans. on Image process. ,vol. 1, pp.83-87,July 2009.

[3] Luo Ronghua and Min Huaqing., **Multi-Scale Maximally Stable Extremal Regions for Object**., IEEE Trans. on Digital Object., pp.1799-1803,June 2010.

[4] Vadim Frolov and Fernando Puente., **Pedestrian detection based on maximally stable Extremal**., *IEEE Tran. on Digital Object.,* pp.910-914, June 2010.

[5] Fupei Wu, Xianmin Zhang, Yongcong Kuan and Zhenzhen He., **An AOI algorithm for PCB based on feature extraction**., IEEE Tran on Digital Object, pp.240-247., June 2008

[6] Xiaodong Zheng and Xiaojie Wang., **Leaf vien extraction using a combined operation of Mathematical morphology**., IEEE Information Engineering and Computer Science (ICIECS), Nov 2010, pp.1-4

[7] Chatchi Suppitaksakul and Meena Rattakorn., **Machine Vision System for Counting the Number of Corrugated Cardboard**., IEEE Proceeding of the International Electrical Engineering Congress (iEECON), March 2014, Thailand, pp.1-4

[8] R.Radha and Bijee Lakshman., **Identification of Retinal Image Features using Bitplane Separation and Mathematical Morphology**., IEEE Proceeding of 2014 World Congress on Computing and Communication Technologies (WCCCT 2014), Feb 27 – Mar 01, 2014, pp.120 – 123, India

[9] Benson C.C. and Lajish V.L. , **Morphology Based Enhancement and Skull Stripping of MRI Brain Image**., IEEE proceeding of 2014 International Conference on Intelligent Computing Application (ICICA 2014), March 2014, pp.254-257, India

บรรณานุกรม (ต่อ)

[10] VinhDu Mai, Duoqian Miao, Ruizhi Wang and Hongyun Zhang., **An Improved Method for Vietnam License Plate Location**., IEEE proceeding of International Conference on Model Transformation (ICMT 2011), June 2011, pp.2942 – 2946, Switzerland

[11] Hu Hongping and Bai Yanping., **A Kind of License Plate Location Based on Mathematical Morphology and Edge Detection**., IEEE proceeding of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT 2011), August 2011, pp.2291 – 2294, China

[12] Omid Sarrafzade, Mohammad Hossein Miran and Pejhman Ghassemi., **Skin Lesion Detection in Dermoscopy Images Using Wavelet Transform and Morphology Operations** ., IEEE proceedings of the 17th Iranian Conference of Biomedical Engineering (ICBME 2010), 3-4 November 2010, pp.1-4, Singapore

[13] Teerapon Yodrot and Jakkree Srinonchat., **Enhancement of Multi License Plate Location Technique Using Subtract Morphology Technique**., IEEE proceedings of International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2013), August 21-24,2013 ,pp.127-130, Thailand

[14] Jakkree Srinonchat and Khwanjit Orkweha., **ENHANCEMENT MARGINAL SPACE AND MORPHOLOGY TECHNIQUE FOR ROBUSTNESS OBJECT OVERLAPPING DETECTION**., IEEE proceedings of the IASTED International Conference Modeling, Identification and Control (AsiaMIC 2013), pp.120-124, April 10-12,2013,Phuket,Thailand

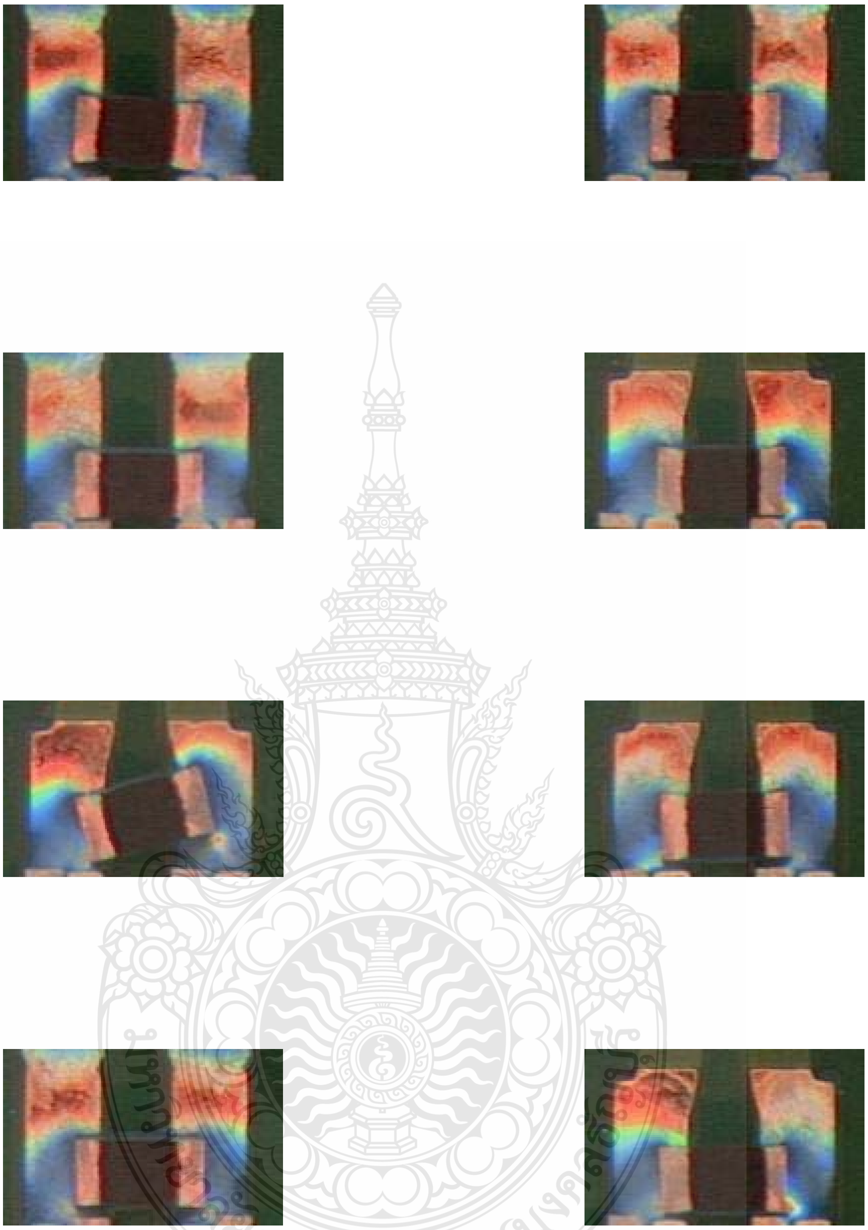
[15] CHENG-LAING LAI and KAI-WEI LIN., **AUTOMATIC PATH MODELING BY PROCESSING TECHNIQUES**., IEEE proceedings of the Ninth International Conference on Machine Learning and Cybernetics 2010, pp.2589-2593,11-14 July 2010

ภาคผนวก

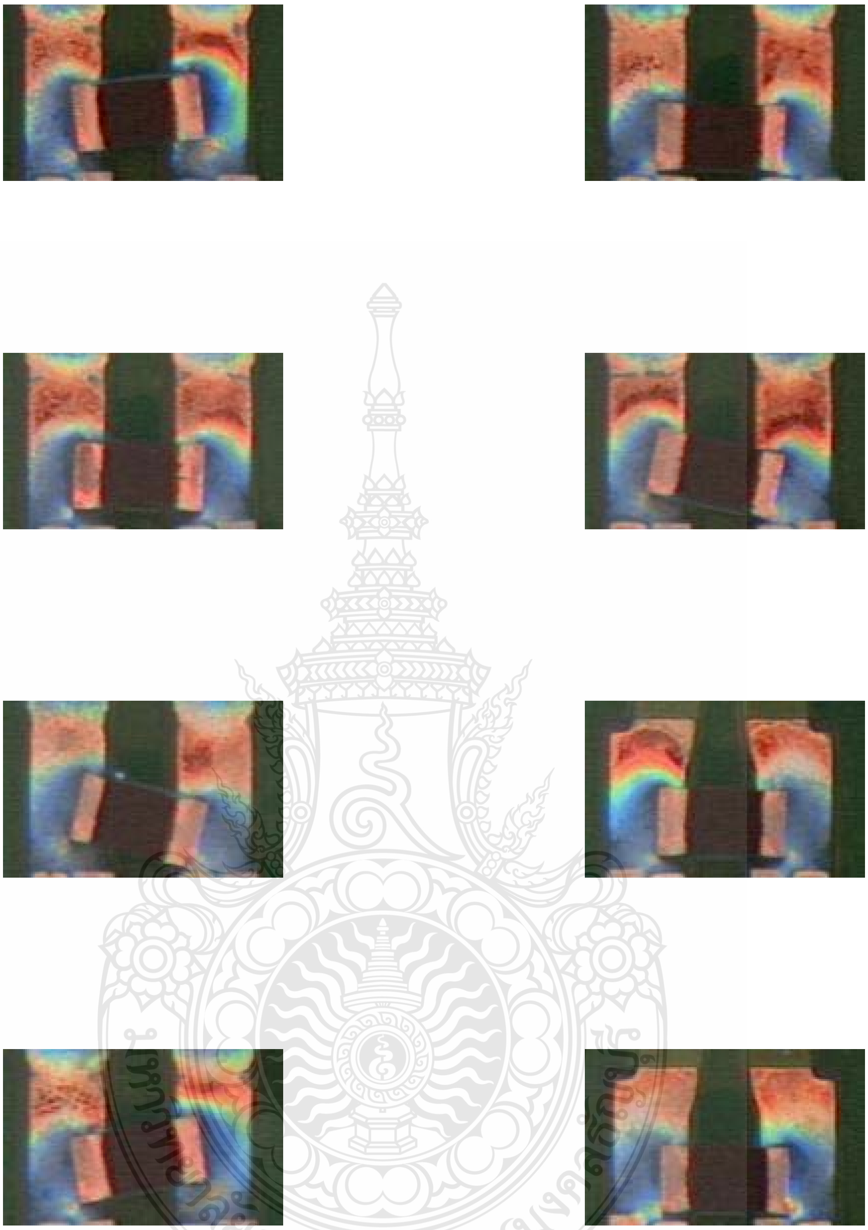
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ก

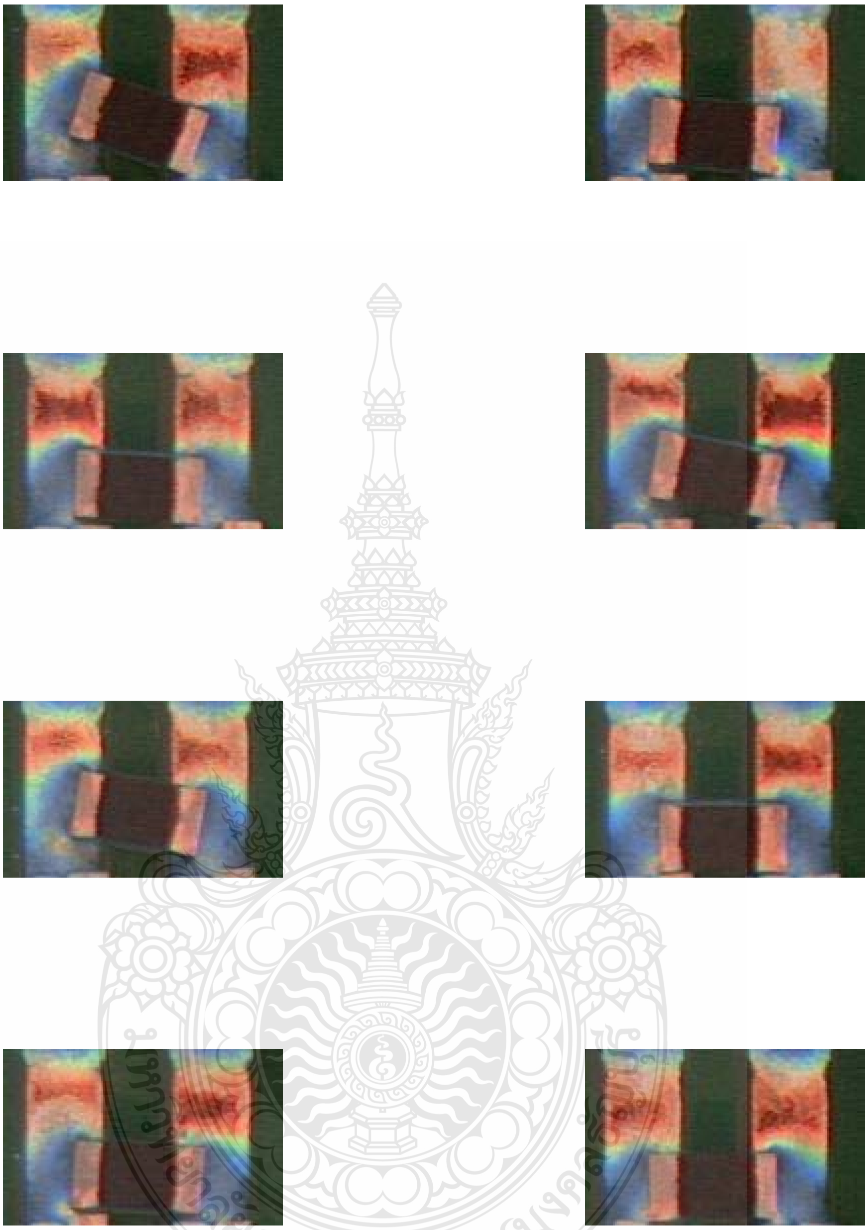
ภาพที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ ก.1 ภาพชิพรีซิสเตอร์



ภาพที่ ก.2 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)



ภาพที่ ก.3 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

ภาพที่ ก.4 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

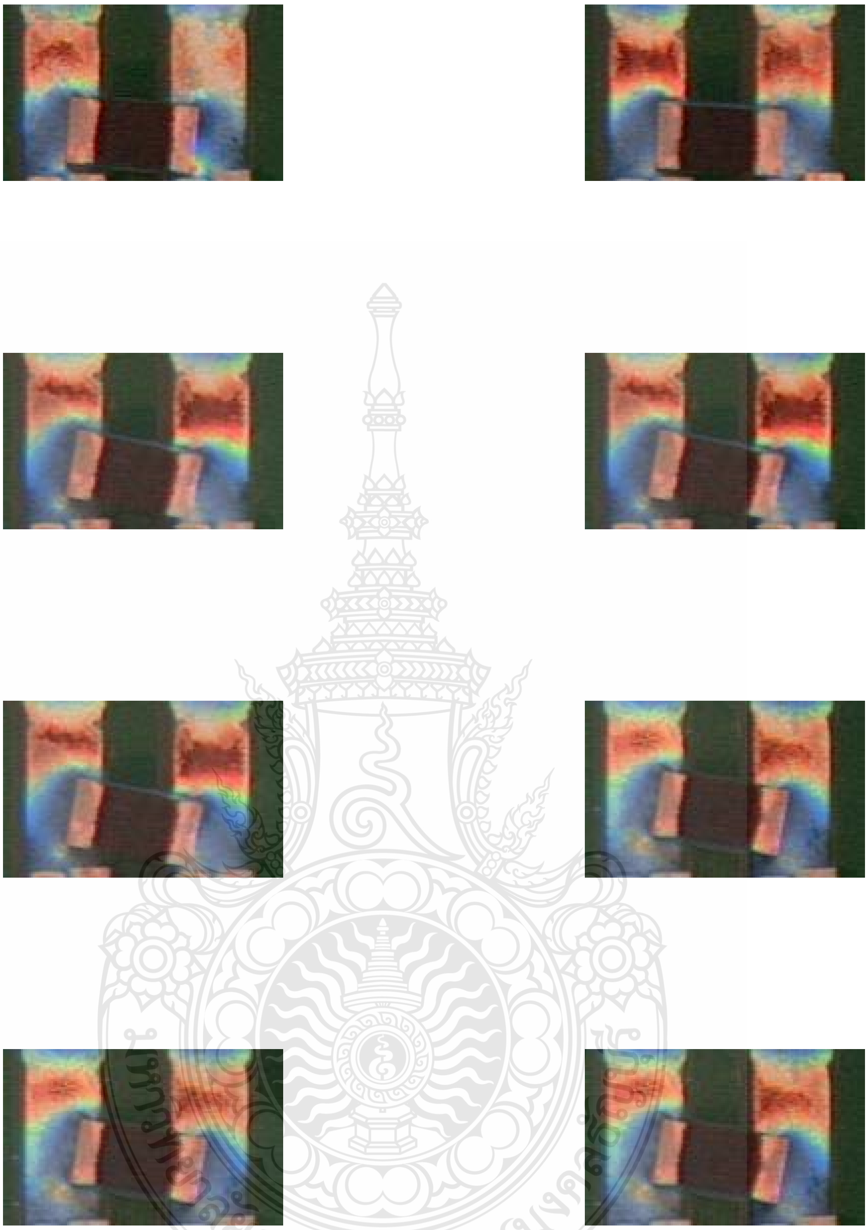
ภาพที่ ก.5 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

ภาพที่ ก.6 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

ภาพที่ ก.7 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

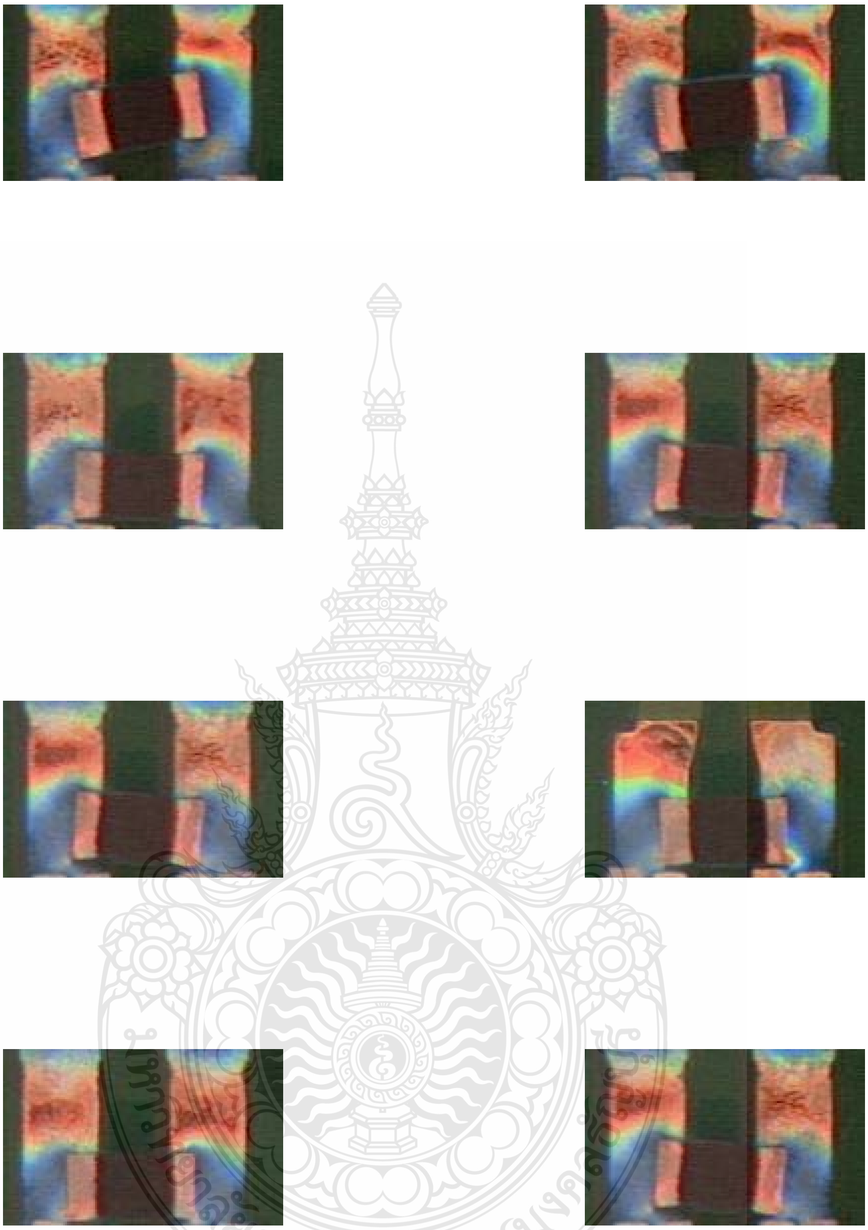
ภาพที่ ก.8 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

ภาพที่ ก.9 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

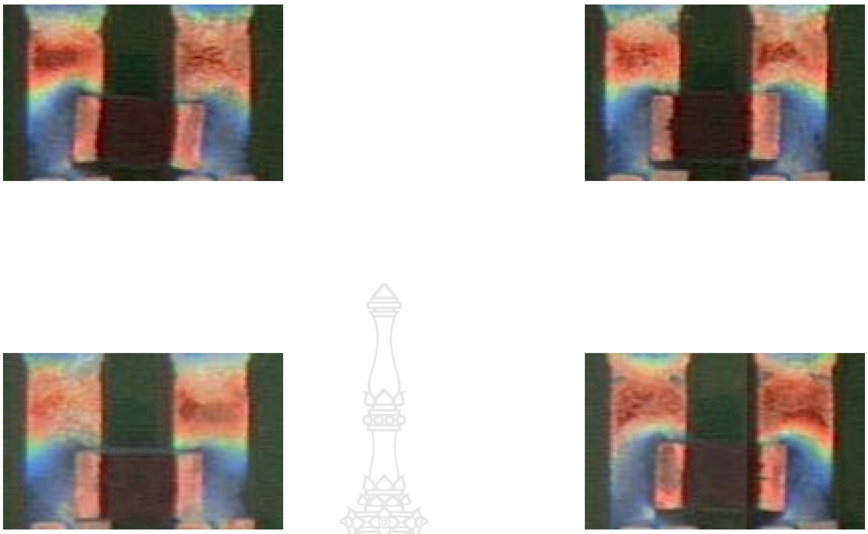


ภาพที่ ก.10 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

ภาพที่ ก.11 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)



ภาพที่ ก.12 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)



ภาพที่ ก.13 ภาพชิพรีซิสเตอร์ (ต่อ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ภาคผนวก ข

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

[1] สุพรรณี ศิริมาก , สุภาธินี กรสิงห์ , และ จักรี ศรีนนท์ฉัตร. “การหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ด้วยการกรองแบบมอร์โฟโลยี”. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 (Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2014 : EENET 2014). 26 – 28 มีนาคม 2557, กระบี่

[2] Jakkree Srinonchata and Supannee Sirimark. “Enhancement Machine Vision System Using Morphology Technique”. International Conference on Intelligent Systems and ImageProcessing (ICISIP 2014), 26 – 29 September 2014, Kitakyushu, Japan, pp. 194 – 198

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ ๖
6th Electrical Engineering Network 2014
of Rajamangala University of Technology Conference
นวัตกรรมวิจัยแห่งเทคโนโลยี ตอบสนองเออีซีด้านโครงข่ายพลังงาน
Technology Research Innovation for Responding
to the Energy Network of AEC
Volume II
อิเล็กทรอนิกส์ (EL)
ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)
คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CP)
ระบบควบคุมและการวัด (CT)
การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DS)
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (GN)
๒๖ - ๒๘ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๕๗
ณ มารีไทม์ ปาร์คแอนสปารีสอร์ท จังหวัดกระบี่
ดำเนินการโดย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี กาญจนะเดชะ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร กิณเรศ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.อนุวัฒน์ จางวนิชเลิศ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.กีรติ ชยะกุลคีรี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.บัลลังก์ เนียมมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ หวังนิพพานโต	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
รองศาสตราจารย์ ดร.เสถียร ธัญญศิริรัตน์	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ อุดมหรรษากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจ์ เกิดชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์ ดร.โกศล โอฬารไพโรจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ชัยณรงค์ วิเศษศักดิ์วิชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์สมพันธ์ อำพาวัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฏฐาจินดาเพ็ชร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภัชกรณ์ อารีย์กุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ สากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิกิตติพิชญ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชัย หิรัญวโรดม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนวย เรืองวารี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเริง ฮินท่าไม้	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรพงษ์ จารุมิตร	สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย ครองกิจศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประมุข อุณหเลขกะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริชา สาคะรังค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัควัฒน์ จันทร์ศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤตวิทย์ บัวใหญ่	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เจนศักดิ์ เอกบูรณะวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ ศรีสถิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล ป้อมสถิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย เดชธรรมรงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุเทน คำน่าน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันไชย คำเสน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พานิช อินต๊ะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประชา ยืนยงกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ ทองเล็ก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นาตยา คล้ายเรือง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุณย์ฤทธิ์ ประสาทแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ โสตรโยม	มหาวิทยาลัยสยาม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธชัย ศิลปวิจารณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษดา ยิ่งขยัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาวิตต์ ตัณฑนุช	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธวัชชัย ทางรัตนสุวรรณ	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศิริชัย แดงเอม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทง ลานธารทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิชญ ดาราพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวุฒิ เนตรโพธิ์แก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สราวุธ ทองกุลภัทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์เฉลิมพล เรืองพัฒนาวิวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วารุณี กรุดพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พันธ์พงศ์ อภิชาตกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิเชษฐ ทิพย์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิสุทธิ์ พงษ์พฤกษธาตุ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมคิด สิลาชนะชัยพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ ดร.วฤทธิ์ วิชกูล	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
อาจารย์ ดร.ณฐภัทร พันธ์คง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.ฉัตรชัย ศุภพิทักษ์สกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.พฤศยน นินทนาวงศา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.ศิริชัย เตรียมล้ำเลิศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.กิตติวัฒณ์ นิ่มเกิดผล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.วิเชียร อูปแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.สุริยา แก้วอาษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.กฤตยา สมสัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.พรเทพ ปัญญาแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.พิชัย อยู่เปล่า	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.นิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.เมธา ทัคคร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.นำพน พิพัฒน์ไพบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.สัณหวัจน์ ทองแดง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.เสกสรร พลสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.ณัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ พันธุนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.พนา ดุสิตากร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ เดชฟุ้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.พลิษฐ์ สุวรรณภิงคาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.ชลกาญจน์ วงศ์ก่อทรัพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ ดร.อุมารินทร์ แสงพานิช	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อาจารย์ ดร.ชาญณรงค์ บาลมงคล	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

อาจารย์ ดร.ศิริสุดา ไชยทองสุก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์ ดร.สมพร ศิริวัฒนพล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์ ดร.ประจวบ อินระวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.พินิจ ศรีธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.วรรณวิธ์ วงศ์ไตรรัตน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.มงคล คูพิมาย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์ ดร.ประสพโชค โห้ทองคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร.มนตรี สมดุลยกนก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร.ไกรฤกษ์ เชยชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร.พิชิต กิตติสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ ดร.วิวัฒน์ ทิพจร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.วิฑูรย์ พรมมิ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.นพพร พัชรประกิติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ชาญยุทธ์ กาญจนพิบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ เคลือบวัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.พลกฤษณ์ ทุนคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ยุพดี หัตถสิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ขวัญชัย เอื้อวิริยานุกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.สุบงกช โตไพบูลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.อนนท์ นำอิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ศุภกิต แก้วดวงตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.จัตุฤทธิ์ ทองปรอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.ธีรศักดิ์ สมศักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
อาจารย์ ดร.วุฒิวัฒน์ คงรัตนประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ ดร.สายชล ชุดเจือจีน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ ดร.นิธิวัฒน์ ชูสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ ดร.พิทักษ์ บุญนุ่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ ดร.ปฏิมากร จันทร์พริ้ม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ ดร.ชยานิษฐ์ บุญสนิท	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.สุวิทย์ อัจริยะเมต	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ดร.อรรถ พยอมหอม	การไฟฟ้านครหลวง
อาจารย์พินิจ จิตจริง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์นิติพงศ์ ปานกลาง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์ภัทรพงศ์ อัญชันภาติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อาจารย์สมยศ สันติมาลัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อาจารย์วุฒิไกร จันทร์ขามเรียน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
อาจารย์ตะวัน ขุนอาสา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์มนัส บุญเทียรทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์สาคร วุฒิพัฒนพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

อาจารย์พูนศรี วรรณการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์เวทรินทร์ ธัญสิประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์สุรสิทธิ์ ประกอบกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์จตุรงค์ จตุรเชิดชัยสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์อดิศักดิ์ วิริยกรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์ธนารัตน์ ตันมณีประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์อานนท์ สิงห์เสถียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์อภิชฎา ทองรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์นิลมิต นิลาศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
อาจารย์พัชรนันท์ ศรีธนาอุทัยกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์มาลียา ตั้งจิตเจษฎา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์ธานี สมวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์ปฏิวัติ บุญมา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์อานนท์ พ่วงชิงงาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์วิสุทธิ์ ตันติรุ่งเรือง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
อาจารย์ชูศักยฐ์ กมลขันติธร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์บุญช่วย เจริญผล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์เอกพล อนุสุเรนทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์วินัย เมธาวิทิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์ชาญฤทธิ์ ธาราสันติสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
อาจารย์มงคล ด่านบำรุงตระกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์อดิศักดิ์ แข็งสาริกิจ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์โสภา แซ่เฮ้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ดิสพล ฉ่ำเฉียวกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์กาญบัญชา พานิชเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ปกรณ์ ทู้ไพเราะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์ชาญยุทธ อุปายโกศล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์พีรวัจน์ มีสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
อาจารย์อาภาพล มหาวีระ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
อาจารย์นิกร แสงงาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
อาจารย์คนโท ปานทองคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์อัมพร บุญราม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์พิทักษ์ สถิตวรรธนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์กิจติ มีนา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ชลัช สัตยรักษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ธีรพงษ์ ฉิมเพชร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์ภราดร เรืองกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
อาจารย์สายัณ ละอองโชค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

บทความสาขาระบบควบคุมและการวัด (CT) หน้า

CT-B

CT12 การพัฒนา Redundant Bus Library สำหรับ Arduino เพื่อเพิ่มความคงทนให้กับระบบควบคุม 861
[1]ฌานิน หาญณรงค์ [1]เรืองยศ เกตุรักษา [2]สัญญา สมัยมาก [2]วิทยา ทิพย์สุวรรณพร
[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
[2]สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

CT13 การประมาณค่าแรงกัดโดยใช้กระแสมอเตอร์แกนด้วยตัวสังเกต 865
อดิศักดิ์ แซ็งสาริกิจ เชิงชาย สมประชา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

บทความสาขาการประมวลผลสัญญาณดิจิตอล (DS)

DS-A

DS01 การหาพื้นที่ชิพริซิสเตอร์ด้วยการกรองแบบมอร์โฟโลยี 869
[1]สุพรรณี ศิริมาก [2]สุภาธิณี กรสิงห์ [1]จักรี ศรีนนท์ฉัตร
[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

DS02 การปรับปรุงคุณภาพของภาพดิจิตอลโดยวิธีการปรับเท่าฮิสโตแกรมออกเป็นสองส่วนผ่านทางเวฟเล็ต 873
ทวีศักดิ์ ตรงดีรกุล ณัฐพงศ์ พันธุนะ ชลกาญจน์ วงศ์ก่อทรัพย์ พรยุทธ เยาวศรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

DS03 การแยกแยะใบหน้าด้วยวิธี PCA และ SFAM 877
กฤษฎา ทาสันเทียะ ประจวบ อินระวงศ์ วุฒิชัย สง่างาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

DS04 การนับจำนวนของวัตถุที่ทับซ้อนโดยใช้การกรองภาพ 881
นพดลย์ อินฎาธิคม จักรี ศรีนนท์ฉัตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

DS05 อัลกอริทึมสำหรับการจำแนกประเภทเมล็ดข้าวขาว 885
[1]โชคชรัตน์ ฤทธิ์เฮิน [2]สุชาติ แย้มเม่น
[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
[2]มหาวิทยาลัยนเรศวร

DS06 การสร้างรหัสลับด้วยสถิติชีวภาพ 889
กีรติ อินทวิเศษ นราธร สังข์ประเสริฐ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

DS07 การปรับแต่งสัญญาณในโดเมนความถี่แบบปรับตัวได้สำหรับระบบเอฟดีเอ็มเอชนิดคลื่นพาห์เดี่ยว 893
[1]อภิชฎา ทองรักษ์ [2]สุชาดา สิทธิ์จงสถาพร
[1]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
[2]มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

Proceedings of the 6th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2014 (EENET 2014)

การหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ด้วยการกรองแบบมอร์โฟโลยี

Resistor Chip Area Using Morphology Filtering Technique

สุพรรณี ศิริมาก [1] , สุภาชินี กรสิงห์[2], และ จักรี ศรีนนท์ฉัตร [1]

[1]ห้องปฏิบัติการวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ม.1 ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์: 02-549-3588 Emails: jakkree.s@en.rmutt.ac.th, suppbee@gmail.com

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

744 ถ.สุรนารายณ์ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์: 044-233000 ต่อ 3140-1 E-mail: supatinee133@gmail.com

บทคัดย่อ

ในกระบวนการประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลงบนแผ่น PCB มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานก่อนส่งมอบลูกค้า โดยใช้เครื่องมือในการตรวจสอบร่วมกับสายตามนุษย์ ทั้งนี้สายตามนุษย์เมื่อทำงานเป็นเวลานานๆ มีโอกาสที่จะเมื่อยล้าและมีโอกาสผิดพลาดสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้นำการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้ทดแทนการตรวจสอบด้วยสายตามนุษย์ โดยนำเสนอการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ด้วยการกรองแบบมอร์โฟโลยีและกรอบแสดงขอบเขตวัตถุ ข้อดีของเทคนิคมอร์โฟโลยีจะช่วยลดสัญญาณรบกวนเพื่อการสร้างกรอบแสดงขอบเขตพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ได้อย่างถูกต้อง โดยภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์ขนาด 140 x 88 พิกเซล จำนวน 100 ภาพ ได้ถูกนำมาทดสอบ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเทคนิคดังกล่าวมีประสิทธิภาพในการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ 96 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: มอร์โฟโลยี, ชิพรีซิสเตอร์,กรอบแสดงขอบเขตวัตถุ

Abstract

The electronics assembly process on PCB broad is necessary required the quality control part which used machine and human vision. However, the human eye can be tried and make error if it works for long time. Thus, this research investigates and applies the image processing to replace the human vision. This research presents resistor chip area using morphology filtering and blocking edge technique. The advantage of morphology technique is noise reducing to provide the maximum accuracy of register area. In experiment, the 100 of register chip image size 140 x 88 pixels are used to test the system. The experiment results show that these techniques can provide 96% efficiency for indicate resister chip area.

Keywords: morphology, resister chip, blocking edge

1. บทนำ

ในปัจจุบันงานวิจัยทางด้านการประมวลผลภาพเพื่อหาตำแหน่งของวัตถุได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในวงการงานอุตสาหกรรม เช่น [1] ได้มีการนำเสนอเทคนิคการตรวจจับอาการเสียโดยการออกแบบอัลกอริทึ่ม โดยนำภาพไอซี BGA มาแปลงเป็นไบนารีเพื่อคำนวณหาจุด Centroid เพื่อระบุตำแหน่งและคำนวณคุณสมบัติเชิงเรขาคณิตเพื่อวิเคราะห์และตรวจหาอาการเสียของไอซี BGA และ [2] ได้เสนอการตรวจหาวัตถุโดยการแปลงภาพ RGB เป็น Grayscale แล้วหาขอบภาพโดยอนุพันธ์อันดับสองและกรองภาพแบบ Motion และใช้เทคนิค Opening เพื่อตัดสัญญาณรบกวน โดยสามารถสร้างกรอบครอบระบุวัตถุที่อยู่บนสุดได้โดยมีข้อจำกัดแสงตกกระทบ [3] ได้เสนอการแบ่งขนาดมะละกอโดยใช้คุณลักษณะของรูปทรงโดยรวม 4 คุณลักษณะมาใช้คือ พื้นที่ ค่าเฉลี่ย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และเส้นรอบรูป โดยนำภาพ RGB มาแปลงเป็นไบนารี ใช้วิธีการหาค่าเทรชโฮลอัตโนมัติด้วยวิธีของ Otsu's ซึ่งใช้กระบวนการมอร์โฟโลยีที่เกี่ยวข้องกับการยกระดับภาพมาใช้ในการแยก/แบ่งวัตถุกับพื้นหลัง [4] ได้นำเสนอการกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยี โดยวิธีการแปลงเป็นภาพระดับสีเทาแล้วกำจัดค่าทางด้านแนวนอนออกไป กรองภาพด้วย Opening ตามด้วย Closing นำภาพที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 96.34% ทั้งนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของภาพที่ถ่ายตอนกลางวันในพื้นหลังที่ซับซ้อน [5] ได้เสนอการปรับโครงสร้างของ Rectangular ใน Closing สำหรับระบุตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทากรองภาพด้วยมอร์โฟโลยีแบบ Top-hat ตามด้วย Closing จากนั้นนำภาพมาทำการหักล้างกันในทางเมทริกซ์เพื่อแก้ไขความไม่สมดุลของแสงและลดสัญญาณรบกวน จากนั้นหาขอบภาพด้วย canny และเติมช่องว่างเพื่อระบุตำแหน่ง ผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องที่ 97%

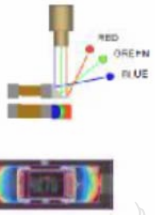
ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์โดยใช้เทคนิคมอร์โฟโลยี และกรอบแสดงขอบเขตวัตถุเพื่อระบุพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ที่มีพื้นหลังเป็นสีที่ซับซ้อน ซึ่งมีการออกแบบและขั้นตอนการ

ทดลองในส่วนที่ 3 ของงานวิจัย ผลการทดลองแสดงในส่วนที่ 4 ของงานวิจัย และผลสรุปการทดลองจะอยู่ในส่วนที่ 5 ตามลำดับ

2. การประมวลผลภาพ

2.1 ภาพสีจากเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติ

หลักการทำงานของเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติจะอาศัยแหล่งกำเนิดแสงเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย แหล่งกำเนิดแสงสี RGB ที่อยู่ในระนาบตำแหน่งที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 1 เพื่อใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของตัวชิ้นงานให้อยู่ในหลักเกณฑ์ที่กำหนด โดยภาพที่ได้จะเป็นชนิด JPEG



รูปที่ 1 ภาพจากเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติในอุดมคติ

2.2 ภาพระดับสีเทา

ภาพสีจะประกอบด้วยพิกเซลซึ่งมีค่าระดับ RGB ที่มีค่าแตกต่างกัน แต่ในภาพระดับสีเทาจะมีเฉพาะค่าของความสว่างและไม่มีค่าของสีเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งนี้คือสิ่งสำคัญของการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับสีเทา โดยทั่วไปภาพระดับสีเทาสามารถแบ่งได้ 256 ระดับ (0 ถึง 255) ซึ่งในงานวิจัยนี้คำนวณหาค่าระดับสีเทา ดังสมการที่ (1)

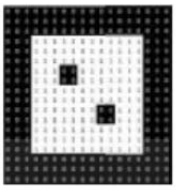
$$G(x,y)=0.2989*R(x,y)+0.5870*G(x,y)+0.1140*B(x,y) \quad (1)$$

เมื่อ $G(x,y)$ คือ ค่าระดับสีเทาที่ได้จากการแปลงที่พิกเซล (x,y)

$R(x,y), G(x,y), R(x,y)$ คือ ค่าระดับ R,G,B ของภาพสีที่พิกเซล (x,y)

2.3 ภาพไบนารี

ภาพที่มีเพียง 2 สถานะ คือ 0 และ 1 ซึ่งพิกเซลใดมีค่าเป็น 0 หมายความว่าพิกเซลนั้นมีสีดำ และพิกเซลใดมีค่าเป็น 1 หมายความว่าพิกเซลนั้นมีสีขาว ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ภาพไบนารี

การแปลงภาพระดับสีเทาเป็นภาพไบนารี จะต้องกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) โดยสามารถกำหนดได้เองหรือคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$T = \overline{F} - \sigma - C \quad (2)$$

โดยที่ $\overline{F}$ คือค่าเฉลี่ยของความเข้มจากทุกๆ พิกเซลของทุกตำแหน่งของ $F(x,y)$, σ คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ C คือค่าคงที่ของความเข้มสี

2.4 การกรองภาพด้วยมอร์โฟโลยี

2.4.1 การปิดภาพ (Closing)

เป็นการนำการกัดกร่อนภาพ (Erosion) ดังสมการที่ (3) ตามด้วยการขยายภาพ (Dilation) ดังสมการที่ (4)

$$A\Theta B = \{z | (B)_z \subseteq A\} \quad (3)$$

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B}\sqrt{b^2 - 4ac})_z \cap A \subseteq A\} \quad (4)$$

เมื่อ A คือ ภาพที่ต้องการประมวลผล

B คือ องค์ประกอบโครงสร้าง (Structuring Element)

Z คือ เซตข้อมูลจุดภาพ

สามารถเขียนสมการของการปิดภาพ (Closing) ได้ดังสมการที่ (5)

$$A \bullet B = (A \oplus B)\Theta B \quad (5)$$

ใช้เทคนิคการปิดภาพ เมื่อต้องการเติมสีขาว (logic 1) เข้าไปในภาพเพื่อให้ภาพมีความสมบูรณ์

2.4.2 การเปิดภาพ (Opening)

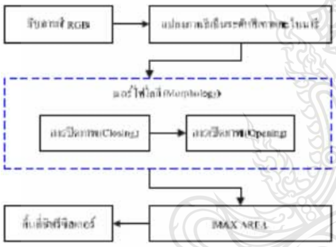
เป็นเทคนิคในการปรับปรุงภาพโดยการขยายภาพ (Dilation) ดังสมการที่ (4) ตามด้วยการกัดกร่อนภาพ (Erosion) ดังสมการที่ (3) และสามารถเขียนสมการการเปิดภาพ ได้ดังสมการที่ (6)

$$A \circ B = (A \Theta B) \oplus B \qquad (6)$$

ใช้เทคนิคการเปิดภาพ เพื่อขจัดวัตถุที่มีค่าพิกเซลน้อยๆ และลดสัญญาณรบกวนออกจากภาพเพื่อให้เหลือแต่ภาพวัตถุที่มีความสมบูรณ์

3. การออกแบบและขั้นตอนการทดลอง

การทดลองนี้ใช้ตัวอย่างภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์ ขนาด 140 x 88 พิกเซล จำนวน 100 ภาพ จากกล้องของเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติ มีกระบวนการวิเคราะห์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองคือนำภาพสีต้นฉบับแปลงเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารี จากนั้นจึงทดลองเทคนิคมอร์โฟโลยีแบบ Closing โดยการเลือกใช้องค์ประกอบโครงสร้างแนวนอน (ชนิด line ที่องศา 0) และปรับค่า Linear ที่ 1 ถึง 9 พิกเซล ผลการทดลองสามารถหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ถูกต้องมากที่สุดที่ 52% ที่ค่า Linear ขนาด 5-7 พิกเซล จากนั้นจึงแยกทดลองแบบ Opening ด้วยองค์ประกอบโครงสร้างและวิธีการทดลองเดียวกันตามตารางที่ 1

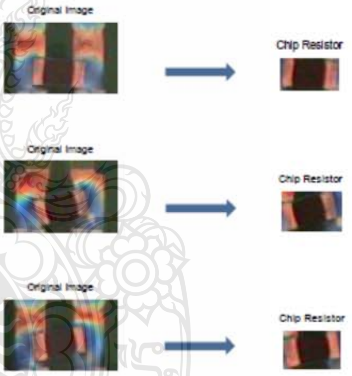
ตารางที่ 1 ผลการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ด้วยวิธีการ Closing

Linear value	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Closing	0 %	12 %	12 %	44 %	**52 %**	**52 %**	**52 %**	40 %	40 %
Opening	Inefficient								

จากนั้นนำวิธีการ Closing ที่ค่า Linear 5 - 6 พิกเซล มาทดลองร่วมกับวิธีการ Opening โดยทดลองปรับค่า Linear ที่ 1 ถึง 9 พิกเซล และองค์ประกอบโครงสร้างแนวนอน (ชนิด line ที่องศา 0) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเทคนิคมอร์โฟโลยีในการกำจัดสัญญาณรบกวนเพื่อหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ให้ถูกต้อง ผลการทดลองสามารถสามารถหาพื้นที่ถูกต้องมากที่สุดที่ 96% ที่ค่า Linear 5 พิกเซลของการ Closing และ Linear พิกเซลของการ Opening ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์จากทั้งหมด 100 ภาพด้วยวิธีการ Closing ร่วมกับวิธีการ Opening

Linear Value on Closing	Linear Value on Opening								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	52	68	68	50	50	84	**96**	76	72
6	48	64	64	68	68	68	72	72	72
7	44	60	60	68	72	72	76	76	76



รูปที่ 5 ผลการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์

4. ผลการทดลอง

ผลการทดลองนำเสนอการหาพื้นที่ชิพรีซิสเตอร์ จากภาพถ่ายชิพรีซิสเตอร์จากเครื่องตรวจสภาพอัตโนมัติในกระบวนการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 100 ภาพ

ตารางที่ 3 ผลการทดลอง

Method	Closing	Opening	Closing+Opening
เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง	52%	Inefficient	96%

จากผลการทดลองตารางที่ 3 พบว่าการทำงานร่วมกันของเทคนิคมอร์โฟโลยีแบบ Closing และ Opening มีความสามารถในการหาพื้นที่ชิพริซิสเตอร์ได้ โดยการเลือกองค์ประกอบโครงสร้างแนวนอนชนิด line ที่องศา 0 และค่าLinear ขนาด 5 พิกเซลของวิธีการ Closing และขนาด 7 พิกเซลของวิธีการ Opening มีความถูกต้องในการหาพื้นที่ชิพริซิสเตอร์ที่ 96% และมีความผิดพลาดที่ 4% ซึ่งเหตุผลของความผิดพลาดเกิดจากการหักเหของแสงที่ตกกระทบภาพทำให้เกิดลักษณะเงาที่ใกล้เคียงกับชิพริซิสเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยจะพิจารณานำปัจจัยนี้มาพัฒนาระบบต่อไป

5. สรุป

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้ประโยชน์เทคนิคมอร์โฟโลยีแบบ Closing และ Opening สำหรับหาพื้นที่ชิพริซิสเตอร์ในอุตสาหกรรม PCBAโดยแปลงภาพสีเป็นภาพระดับสีเทาและไบนารีกรองภาพด้วยเทคนิคมอร์โฟโลยี โดยใช้องค์ประกอบโครงสร้างแนวนอน (ชนิด line ที่องศา 0) และปรับค่า Linear ให้เหมาะสมเพื่อปรับความสมบูรณ์ของภาพในการระบุพื้นที่ชิพริซิสเตอร์ได้อย่างถูกต้อง โดยเทคนิคนี้มีประสิทธิภาพในการหาพื้นที่ชิพริซิสเตอร์ที่ 96% ซึ่งข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นเกิดจากการควบคุมทิศทางการตกกระทบของแสง ดังนั้นการพัฒนาในอนาคตการควบคุมแสงจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องพิจารณารวมถึงการนำเทคนิคนี้ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนากระบวนการควบคุมการตรวจสอบคุณภาพในกระบวนการประกอบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

[1] Apichart Sa-nguannam and Jakkree Srinonchart," Analysis Ball grid Array Defects by Using New Image Technique", The 9th International Conference on Signal Processing 2008 (ICSP'08), 26 – 29 October 2008,China.

[2] ขวัญชิต ออกเวหา, และจักรี ศรีนนท์ฉัตร,"การตรวจหาวัตถุโดยเทคนิคมาร์จินอลสเปซและมอร์โฟโลยี",การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า,ครั้งที่ 35,12-14 ธันวาคม 2555,กทม,2555,หน้า 853-856.

[3] Slamet R.et al.,"Shape Characteristics Analysis for Papaya Size Classification," The 5th Student Conference on Research and Development-SCOReD 2007, 11-12 December 2007,Malaysia.

[4] Wei Pan, Nafei Yang "A new method of vehicle license plate location under complex scenes,"IEEE-International Conference on Advanced Computer Control,pp.134-138,March 2010.

[5] Jakkree Srinonchat., Teerapon Yodrot "Enhancement of Multi License Plate Location Technique Using Subtract Morphology Technique" International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology 2013,21-24 August 2013,Bangkok,Thailand

สุพรรณี ศิริมาก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ.2547 ปัจจุบันศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี งานวิจัยที่สนใจคือ การประมวลผลภาพ

จักรี ศรีนนท์ฉัตร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก จาก Northumbria University, UK. ในปี พ.ศ.2548 ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ที่ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี งานวิจัยที่สนใจคือ การประมวลผลสัญญาณและระบบควบคุม

ศุภาธิณี กรสิงห์ สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พ.ศ. 2555 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา งานวิจัยที่สนใจ Signal Processing

ICISIP2014

The 2nd International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2014

Nishinippon Institute of Technology, Kitakyushu, Japan, September 26-29, 2014

Menu

- Home
- Call for Papers (PDF)
- Paper Submission
- Program
- Registration
- Keynote Speakers
- Awards
- Venue
- Banquet
- Committee
- Accommodation
- About Kitakyushu
- Travel Information
- Past Conferences
- IIAE2014
- Photos

What's New

2014.10.1	Photos Updated
2014.9.28	Awards Updated
2014.9.22	Program Updated
2014.9.22	Venue Map in Venue Page Updated
2014.9.4	Access Map in Venue Page Updated
2014.8.30	Banquet Page Updated
2014.8.4	Keynote Speakers Updated
2014.6.28	Important Dates Updated
2014.6.23	Publication Journals Updated
2014.4.30	Top Page Updated

ICISIP2014 Organizer

Organized by IIAE

Sponsored by IEEE

Supported by SICE, EiC, CNSER

ICISIP2014

The 2nd International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2014

Nishinippon Institute of Technology, Kitakyushu, Japan, September 26-29, 2014

Home » Committee

Menu

- Home
- Call for Papers (PDF)
- Paper Submission
- Program
- Registration
- Keynote Speakers
- Awards
- Venue
- Banquet
- Committee
- Accommodation
- About Kitakyushu
- Travel Information
- Past Conferences
- IIAE2014
- Photos

Committee

General Co-Chairs:
Seiichi Serikawa, Kyushu Institute of Technology, Japan
Yusaku Fujii, Gunma University, Japan

Program Co-Chairs:
Shiyuan Yang, Kyushu Institute of Technology, Japan
Yuhki Kitazono, Kitakyushu National College of Technology, Japan

Advisory Chair:
Kanya Tanaka, Yamaguchi University, Japan

Publication Co-Chairs:
Akira Yamawaki, Kyushu Institute of Technology, Japan
Takaharu Kouda, Fukuoka University, Japan

Registration Chair:
Lifeng Zhang, Kyushu Institute of Technology, Japan

Local Arrangement Chair:
Rong Zhang, Nishinippon Institute of Technology, Japan

Finance Chair:
Shota Nakashima, Yamaguchi University, Japan

Web Chair:
Fumiaki Ehara, Ube National College of Technology, Japan

International Program Committee:
Hiromitsu Shimakawa, Ritsumeikan University, Japan
Hiroshi Wakuya, Saga University, Japan
Hideaki Kawano, Kyushu Institute of Technology, Japan
Akihiro Takita, Gunma University, Japan
Makoto Miyauchi, Kitakyushu National College of Technology, Japan
Kazutaka Hongo, Kitakyushu National College of Technology, Japan
Djoewahir Alrijadjis, Electronic Engineering Polytechnic Institute of Surabaya, Indonesia
Manabu Shimakawa, Kumamoto National College of Technology, Japan
Kazuo Haruyama, Ube National College of Technology, Japan
Shenglin Mu, Hiroshima National College of Maritime Technology, Japan
Md. Atiqur Rahman Ahad, University of Dhaka, Bangladesh
Shahera Hossain, University of Asia Pacific, Bangladesh
Qingquan Sun, Oakland University, USA

E-Mail:icisip2014@ia-engineers.org

Copyright(c) ICISIP2014 All Rights Reserved

GS5	***Information Technology***	**September 27**
Room 604		**15:40-17:40**
Chair	**Shota Nakashima, Yamaguchi University, Japan**	
GS5-1	*Using Knock as Input Method for Designing the Home Security System*	
	Yi-Zeng Hsieh	Southern Taiwan University of Science and Technology, Taiwan
	Chien-Hsing Chou	Tamkang University, Taiwan
	Huan-Lun Chen	Tamkang University, Taiwan
	Yu-Xiang Zhao	National Quemoy University, Taiwan
	Yeh-Kuan Wu	Institute for Information Industry, Taiwan
	Keng-Wei Li	Tamkang University, Taiwan
GS5-2	*Color Spatio-Temporal JND and Its Application to Video Coding*	
	Kuo-Cheng Liu	Taiwan Hospitality & Tourism College, Taiwan
GS5-3	*Eye Shape Detection in Log-Polar Domain Using Recurrent Neural Network*	
	Mohammad Aldibaja	Toyohashi University ot Technology, Japan
	Shinichi Suzuki	Toyohashi University ot Technology, Japan
GS5-4	*Proxy Server Systems Improvement Using Frequent Itemset Pattern-Based Techniques*	
	Saranyoo Butkote	Mahasarakham University, Thailand
	Jiratta Phuboon-op	Mahasarakham University, Thailand
	Phatthanaphong Chomphuwiset	Mahasarakham University, Thailand
GS5-5	*Video Streaming Based On Scalable Video Coding Over JXTA Peer-to-Peer Network*	
	Youssef Lahbabi	Mohammed V Souissi University, Morocco
	Ahmed Hammouch	Mohammed V Souissi University, Morocco
GS5-6	*Enhancement Machine Vision System Using Morphology Technique*	
	Jakkree Srinonchat	Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand
	Supannee Sirimark	Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

GS6	***Image Processing***	**September 28**
Room 601		**13:00-15:00**
Chair	**Lifeng Zhang, Kyushu Institute of Technology, Japan**	
GS6-1	*Non-Rigid Registration Based on Huber Prior: Application to Multiphase Liver CT Volumes Alignment*	
	Hao Hu	Southern Medical University, China
	Minghui Zhang	Southern Medical University, China
	Wei Yang	Southern Medical University, China
	Liwei Hao	Southern Medical University, China
	Zhentai Lu	Southern Medical University, China
GS6-2	*Super Resolution from a Single Image based on Total Variation Regularization*	
	Hiroki Tsurusaki	Iwate Prefectural University, Japan
	Masashi Kameda	Iwate Prefectural University, Japan
	Prima Oky Dicky Ardiansyah	Iwate Prefectural University, Japan
GS6-3	*Evaluating Influence of Nonlinear Disturbances on Image Registration Based on Virtual Forces*	
	Claudius Stern	Opsolution GmbH, Germany
	Lisa Kleinjohann	University of Paderborn, Germany
GS6-4	*Performance Analysis of Classifiers with Feature Selection and Optimization in CBIR System for Biological Images*	
	Shajee Mohan	Government Engineering College Kozhikode, India
	K. S. Shanthini	Government Engineering College Kozhikode, India
GS6-5	*Toward Image Restoration Based on Neural Network and Similarity Comparison*	
	Sathit Prasomphan	King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand
GS6-6	*Face Tracking with Protection of the Privacy using Color Histogram and Evolutionary Video Processing*	
	Daichi Oikawa	Iwate University, Japan
	Junya Sato	Iwate University, Japan
	Takuya Akashi	Iwate University, Japan

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

Enhancement Machine Vision System Using Morphology Technique

Jakkree Srinonchata,*[a], Supannee Sirimark[b]

[a,b] Signal Processing Research Laboratory
Department of Electronics and Telecommunication Engineering
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Pathumthani, Thailand, 12110

*Jakkree Srinonchat:Jakkree.s@en.rmutt.ac.th

Abstract

Now a day the electronics circuit board has a small size according to all components are very tiny size. Thus, to inspect the failure alignment for quality control on circuit board, it is required a machine vision. This article investigates an image processing technique to inspect the quality of chip resistors for PCB industrial based on the inspection machine image. The morphological closing and opening operations are performed to extract the chip resistor area and performed the extrema regions to evaluate the alignment of each chip resistor. This article provides two technique to compare in condition of the classify image. The results show that it provides the 92% of accuracy. This technique can be adjusted and exploited in the PCB inspection

Keywords: morphology technique, machine vision, PCB industrial

1. Introduction

Recently, the PCB electronics board is requires the small size of component, so that called chip component, for reducing the size of the board. To produce that chip, the electronics industrial needs a high quality control for failure precision which uses machine and human vision. Therefore, the quality control of electronics component process, especially the basic chip component such as resistor, is important to decide or inspect the products in order to the precision and quality of products. The inspection process will make more reliability to accept the products. Therefore, this research is focus to identify misalignment of chip resistor using the image processing techniques to instead of human vision for the quality guarantee.

In [1] presents a fingerprint segmentation technique based on morphological processing which use a part of morphological closing and opening operations. It is performed to extract the foreground from the image. The results show that the average classification error rates are much less than other segmentation methods. In [2] presents an extend closing operation in morphology and its application in image processing in the post-earthquake on UAV aerial image which filling up holes and changing image size by one step. The results show that the expansion has certain theory significance and practical value. In [3] presents the multi-scale maximally stable extrema regions for object recognition. It improves the performance in large scale change situation with MMSER which is maximally stable both in the image space and the scale space. It is proposed by defining a criterion to evaluate the stability of extrema regions in scale space. The result shows that it has stable boundary and can describe the shape of the local features well. In [4] presents the pedestrian detection based on maximally stable extrema regions. The extraction of the regions is based on MSER, the dispersions measure is used to distinguish between humans and artificial objects. The results show that it achieves a detection rate of 90%. In [5] presents an Area of Interest (AOI) algorithm for PCB based on feature extraction. The place, shape, and logical features of the solder joints of the chip components are extracted, and AOI algorithm is developed on the basis of the features. The defects of solder and component can be identified

DOI: 10.12792/icisip2014.038

© 2014 The Institute of Industrial Applications Engineers, Japan.

properly during the inspection of 167 pieces of PCBs which had 187,040 chip components in all. This algorithm can inspect PCB's defects effectively, only one defect was undetected.

Those researches are interested to explore the image processing for PCB industrial which there is an advantage and disadvantage. This article is also interested to apply the image processing for PCB industrial, especially inspection the failed part. This article investigates an image processing technique to inspect the quality of chip resistors based on the inspection machine image. The morphological closing and opening operations are performed to extract the chip resistor area and performed the extrema regions to evaluate the alignment of each chip resistor. Therefore this technique can be analyze and identify the defects of chip resistors in misalignment which is important and useful in the electronics industrial. Section II is introduces the morphology methods. The experiments and results are explained in section III and IV respectively. The conclusion is also briefed in section V.

2. Morphology

2.1 Mathematical Morphology

Mathematical morphology is the mathematical approach of image analysis that providing a quantitative description of geometrical structures based on set theory. The most basic morphological operators are erosion, dilation, opening and closing. The operators and their combinations are particularly useful for the analysis and processing of binary images and common usages including image segmentation, feature extraction, edge detection, stitching, image enhancement and recover.

(a) Dilation

It is one of the important operators in morphology. Dilation process can fill up holes in image and halite the targets that are concerned. Dilation operator expanded each position x in X to $S[x]$, and is denoted as $X \oplus S$, in the form of set, it is defined as

$$X \oplus S = \{x | S[x] \cap x \neq \theta\} \quad (1)$$

(b) Erosion

It is one of the basic operators in morphology. Erosion of an image can be described as: Given a target image X and a structuring element S, translate S on the image. For each current position x, $S[x]$ have three possible states.

(1) $S[x] \subseteq X$;

(2) $S[x] \subseteq X^c$;

(3) both $S[x] \cap X$ and $S[x] \cap X^c$ are not null.

In the first case, $S[x]$ has the maximum correlation with X, in the second case $S[x]$ has no correlation with X at all, in the third case $S[x]$ only partially correlated with X. Therefore, all the pixels that satisfy case (1) construct the set of maximum correlation pixels. We called the set as erosion of X by S, denoted $X \Theta S$. Expressed in the view of set, it can be defined as

$$X \Theta S = \{x | S[x] \subseteq X\} \quad (2)$$

(c) Closing Operation

Based on the two fundamental operations of erosion and dilation, we can construct morphological operation group, which is composed of set operations and combinations of operations of erosion and dilation. Two most important transformation operations are opening and closing.

Accordingly, the closing of X by structuring element S, denoted $X \bullet S$, is defined as

$$X \bullet S = (X \oplus S) \quad (3)$$

$X \bullet S$ can be regarded as to recover dilation image of X by $S(X \oplus S)$ using erosion by S. For dilation and erosion are dual operations. We can learn that

$$(X^c \circ S)^c = X \bullet S \quad (4)$$

$$(X^c \bullet S)^c = X \circ S \quad (5)$$

(d) Opening Operation

The opening of X by structuring element S, denoted $X \circ S$, is defined as

$$X \circ S = (X \Theta S) \otimes \pm S \quad (6)$$

$X \circ S$ can be regarded as to recover erosion image of X by $S(X \Theta S)$ using dilation by S. However, the recovering process is not lossless, which means the transformed image of X by opening operation, mostly not the same with X.

2.2 Region Properties in Extrema Shape

In the 2-D case, the region is specified in 8-by-2 matrix as extrema points. Each row of the matrix contains the x- and y-coordinates of one of the points. The vector format is shown as

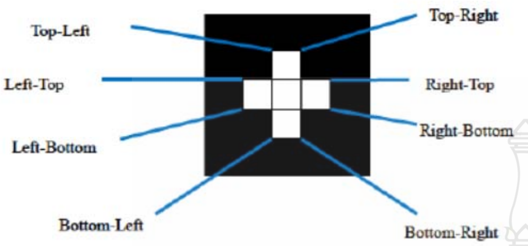


Fig 1. Illustrates the extrema

3. Experiment

The Flow of chip resistor alignment inspection is shown in Fig 2

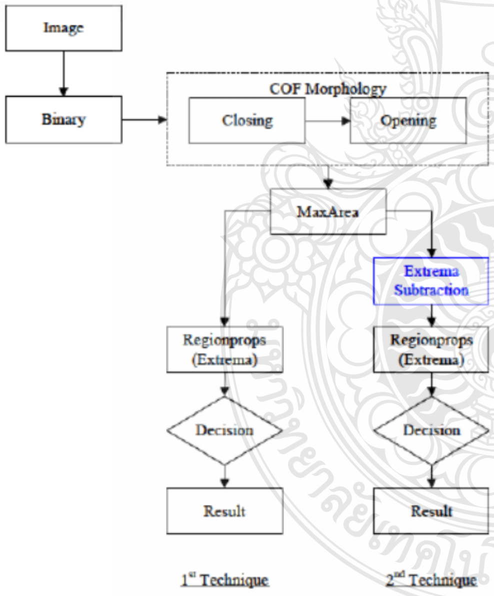


Fig 2. The flow chart of inspection system

The input images are provided from the inspection machine Figure (3a). The machine is set height of CCD camera is 10 cm. Accuracy of pixel is 140 x 88. There are 21 pictures of faulty chip resistor alignment and 79 pictures of good chip resistor alignment that uses as input images.

Firstly, the original image is converted into a gray scale and binary labeling by threshold T . Figure 3(a) shows color image.

$$F(x,y)=\{(x,y)|1\le x\le M,1\le y\le N\} \quad (7)$$

$F(x,y)$ is gray level of current pixel.

M,N are size and range coordinate pixel of 2D image.

For threshold T is defined by

$$T=\overline{F}-\sigma-C \quad (8)$$

Where $\overline{F}$ is mean value of gray level from $F(x,y)$.

And $\overline{F}$ is defined by

$$\overline{F}=\frac{1}{M\,N}\sum_{x=1}^{M}\sum_{y=1}^{N}F(x,y) \quad (9)$$

σ is standard deviation of $F(x,y)$. Defined by

$$\sigma=\sqrt{\frac{1}{M\,N}\sum_{x=1}^{M}\sum_{y=1}^{N}\left(F(x,y)-\overline{F}\right)^{2}} \quad (10)$$

C is constant of contrast level, used 55.

From threshold T , conversion of input image is defined by

$$F(x,y)=\begin{cases}0 & if \quad F(x,y)\le T\\ 255 & if \quad F(x,y)>T\end{cases} \quad (11)$$

From equation (5), $F(x,y)$ is converted to black and white defined by black pixels = 0 and white pixels = 255 in gray scale. Then $F(x,y)$ is converted to binary data, as shown in Figure 3(b)

Secondly, Closing and Opening morphology (COF) can be used to remove the detected pepper noise consists of one closing and one opening, defined as follows;

$$COF(f)=(f\bullet b_1)\circ b_2 \quad (12)$$

COF Filters are combinations of closing and opening operators and perform efficiently to remove the corresponding impulse noise as shown in Figure 3(c)

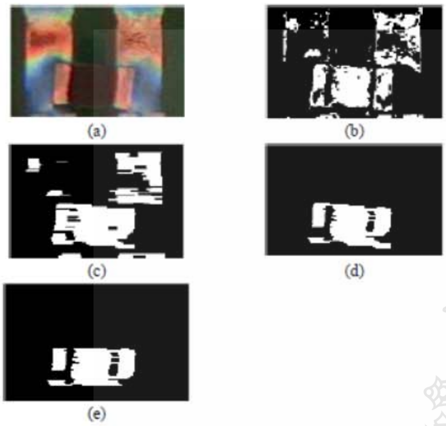


Fig 3. (a) Original image.
(b) Binary image
(c) COF result.
(d) MaxArea result.
(e) Subtraction for Extrema

From Fig 3(c) is then located the maximum of white area which noticed to be the chip resistor area location. The result is shown in Fig 3(d).

Finally, for analyze the alignment of chip resistors. This research has proposed 2 techniques to determine.

The 1st technique, from Figure 3(d) the chip resistor area is determined top-left and bottom-left in the extrema points then the 2 points is measured in the distance of x-coordinates.

The 2nd technique, added the Extrema Subtraction technique to reduced errors and accurate measured in the process which added before determined top-left and bottom-left in the extrema points and then the 2 points is measured in the distance of x-coordinates.

4. Results

The method proposed in this research is able to detect chip resistors misalignment. The 100 data image size 140 x 88, which are exported from the machine in electronics industry within 21 pictures of faulty chip resistor alignment and 79 pictures of good chip resistor alignment, are used as input data set. The chip resistors alignment result are shown in Table 1

Table 1. Comparison of proposed method

Decidable Distance (Pixel)	1st Techniques (images)	2nd Techniques (images)
28 - 32	3	4
32 - 36	63	60
37 - 41	12	16
42 - 46	19	16
47 - 51	3	4
Accuracy (%)	84	92

Table 1 shows the comparison of the proposed techniques. The 1st technique provides the accuracy 84%. The failure image is amiss determined in COF process in order to the image is incomplete as shown in Fig 4.

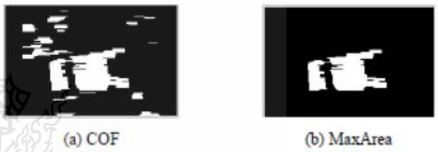


Fig 4. Failure image from 1st technique

The 2nd technique provides the accuracy 92%. However, some failures are occurred in some areas that have the similar features with the chip resistor such as a shadow of image, brightness and darkness from machine setting. Also the blur chip resistor image is one of the fail reasons as well. The failure is shown as Fig 5.

Fig 5. Failure image from 2nd technique

5. Conclusions

This article presents a technique to inspect the resistor image from Inspection Machine in electronic industrial. Firstly, the original image is converted to black and white in gray scale using threshold calculation. Then the black and white image is converted to binary data. Secondly, the binary labeling sequence is removed the detected pepper

noise by COF morphology. Thirdly, the initial max area of the image is determined to get the resistor area. Then, the subtraction technique is used to customized the resistor area before measured distance in the extrema region property of x-coordinates in top-left and bottom-left regions. This technique can be developed for detection the defect of resistor misalignment. The result of judgment for normal and abnormal resistor alignment refers with SMT Quality Standard Acceptable. Finally, the judgment of normal or abnormal resistor alignment is classified. The experiments results show that these techniques can provide 92% efficiency for indicate alignment in the normal or abnormal resistor chip.

Acknowledgment

The author would like to thanks Rajamangala University of Technology Thanyaburi for the technical support and the National Research Council of Thailand (NRCT) for the financial support in this project (NRPM: 2556A16502187, project code: 129567).

References

[1] M.F.Fahmy and M.A.Thabet,"A Fingerprint Segmentation Technique Based on Morphological Processing", *IEEE Trans. on Image process* ., pp.000215-000220,December 2013.

[2] Dakun Zchang,"Extended Closing Operation in Morphology and Its Application in Image Processing", *IEEE Trans. on Image process.* ,vol. 1, pp.83-87,July 2009.

[3] Luo Ronghua and Min Huaqing, "Multi-Scale Maximally Stable Extremal Regions for Object", *IEEE Trans. on Digital Object.*, pp.1799-1803,June 2010.

[4] Vadim Frolov and Fernando Puente, "Pedestrian detection based on maximally stable extremal", *IEEE Tran. on Digital Object.*, pp.910-914, June 2010.

[5] Fupei Wu, Xianmin Zhang, Yongcong Kuan and Zhenzhen He, "An AOI algorithm for PCB based on feature extraction", *IEEE Tran on Digital Object*, pp.240-247,June 2008

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวสุพรรณี ศิริมาก
วัน เดือน ปีเกิด	31 สิงหาคม 2524
ที่อยู่	6/4 หมู่ที่ 12 ต.ห้วยใหญ่ อ.บางละมุง จ.ชลบุรี 20150
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับครุศาสตรอุตสาหกรรมบัณฑิต (คอ.บ) สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2547 – 2552	ตำแหน่งวิศวกร บริษัท มูราโมโต้อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด
พ.ศ. 2553 – ปัจจุบัน	ตำแหน่งวิศวกร บริษัท ฟาบริเนท จำกัด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี