



ารพัฒนาระบบตรวจสอบอัตโนมัติด้วยวิธีการ ประมวลผลภาพบนคอมพิวเตอร์สำหรับระบุตำแหน่ง จุดบัดกรีที่ถูกต้องบนหัวอ่านข้อมูล

Development of Automated Vision System Measure Solder Head Pad Location

นายสมบุญ งามสุทธิ

นักศึกษาปริญญาโท

วิทยาลัยร่วมด้านเทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลและการ
ประยุกต์ใช้งาน และคณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: somboon.th@compart-grp.com

รองศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

อาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

E-mail: kasurapa@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

กระบวนการตรวจสอบตำแหน่ง Solder head pad สำหรับประกอบเป็นชิ้นส่วนหัวอ่านของฮาร์ดดิสก์ ในสายงานผลิตปัจจุบันนั้นยังคงใช้กล้องรับภาพแบบ CCD เพื่อนำภาพมาแสดงผลบนจอ และใช้ การมองเห็นด้วยตาของมนุษย์ในการตรวจเช็คตำแหน่งที่ถูกต้อง แล้วจึงระบุถึงคุณภาพของชิ้นส่วนนั้น ว่าควรจะผ่านหรือคัดแยกออกไปจากสายงานผลิต เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดเล็กจึงพบว่า การใช้ กล้องรับภาพ CCD ในการตรวจเช็คด้วยการมองเห็นของมนุษย์ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก ตัวอย่างเช่น เส้นที่ใช้ในการกำหนดตำแหน่งที่มากที่สุดและน้อยที่สุด (max-min) ที่ใช้ปากกาขีดเส้นบนจอ แสดงผลภาพจะไม่ชัดเจนหรือว่าอาจหายไปเมื่อใช้งานไปนานๆ หรือเกิดการเมื่อยล้าในการจ้องมอง จอภาพเป็นเวลานาน ซึ่งจะส่งผลให้ค่าที่ได้จากการมองก็จะคลาดเคลื่อนไปได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงได้นำเสนอกระบวนการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วย การแปลงภาพสี เป็นภาพระดับเทาและภาพสองระดับ การค้นหาส่วนภาพเพื่อหาตำแหน่งของจุดบัดกรี การหาแนว เส้นตรงเพื่อการอ้างอิง และการวัดระยะทางที่ยอมรับได้ กระบวนการเหล่านี้ นอกจากจะช่วยลด

การเกิดข้อผิดพลาดในการคัดเลือกชิ้นส่วนแล้ว ยังส่งผลให้อัตราการประกอบชิ้นส่วนต่อชั่วโมงเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากอีกด้วย

คำสำคัญ: ระบบการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ การประมวลผลภาพ การค้นหาส่วนของภาพ

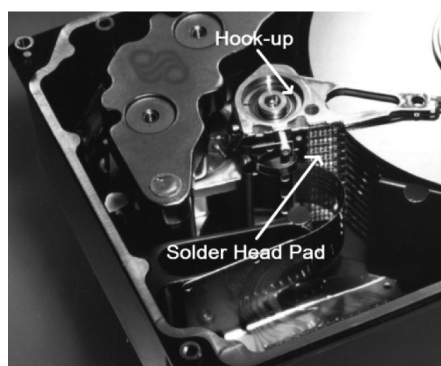
Abstract

In the hard disk drive production process, there exists a step determining the Solder Head Pad position whether it complies with the specifications. Due to the limitation of the current detection system, the microscope with CCD camera is used to magnify the details of Solder Head Pad. The measured distance which is marked on the monitor is applied in order to compare with the specification lines (max-min). If the edge of the Solder Head Pad is located within specific interval, the part is accepted. Human errors in detection processes often occur and can cause other problems such as more time loss from part reconfirmation and poor quality control causing defects to be delivered to customers. This study aims to develop an automatic prototype of the Solder Head Pad detecting mechanism to minimize human errors and make hookup more reliable. Several image processing algorithms are implemented in the current detection system. Performance and processing time of the detection process are improved.

Keywords: Computer Vision System, Image Processing, Image Template Matching

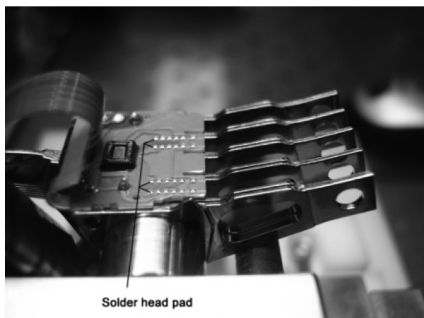
บทนำ

เนื่องจากในกระบวนการผลิต Hook-Up สำหรับประกอบเป็นหัวอ่านข้อมูลของฮาร์ดดิสก์ (รูปที่ 1) นั้น ในปัจจุบันมีหลากหลายโมเดลตามขนาดความจุของการเก็บข้อมูล มีบางโมเดลที่มีปัญหาในเรื่องของตำแหน่ง Solder Head Pads ไม่ตรงตามความต้องการที่ลูกค้าระบุมา ทำให้หลังจากทำการประกอบเป็น Hook-up แล้วต้องมีการตรวจสอบตำแหน่ง Solder Head Pads อีกครั้งเพื่อเป็นการรับประกันคุณภาพของชิ้นงานก่อนที่จะส่งงานออกไปให้ลูกค้า ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1: ส่วนประกอบของหัวอ่านข้อมูลฮาร์ดดิสก์

Solder head pad ที่เห็นในรูปที่ 1 ก็คือส่วนที่เป็นจุดบัดกรีจำนวนหลายๆ จุด ที่เรียงแถวกันเป็นเส้นตรงในแนวนอน เพื่อรองรับการเชื่อมต่อกับสายสัญญาณที่จะต่อไปยังวงจรอ่านข้อมูลตรงส่วนปลายสุดของ Hook-up ต่อไป ดังแสดงภาพโดยละเอียดในรูปที่ 2



รูปที่ 2: ภาพขยายของ Solder head pad ในการตรวจเช็คตำแหน่ง Solder head pad สำหรับประกอบเป็นชิ้นส่วนหัวอ่านของฮาร์ดดิสก์

ในสายงานผลิตปัจจุบันนั้นยังคงใช้กล้องรับภาพแบบ CCD เพื่อนำภาพมาแสดงผลบนจอ และใช้การมองเห็นด้วยตาของมนุษย์ในการตรวจเช็คตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อที่จะสามารถระบุได้ถึงคุณภาพของชิ้นส่วนนั้นว่าควรจะผ่านหรือคัดแยกออกไปจากสายงานผลิตหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3: ระบบการตรวจเช็คตำแหน่ง Solder head pad แบบเดิม

ภาพของ Solder head pad ที่แสดงให้เห็นทางด้านขวามือในรูปที่ 3 นั้น จะถูกเปรียบเทียบกับเส้นอ้างอิง 2 เส้น ค่ามากที่สุดคือ เส้นทางขวา และ

ค่าน้อยที่สุดคือเส้นทางซ้ายตามลำดับ ซึ่งในการกำหนดเส้นอ้างอิงเพื่อใช้ในการตรวจสอบระยะความถูกต้องของชิ้นงานนั้นพนักงานจะใช้ตัวงาน Master Gauge เพื่อมาใช้ในการ setting กำหนดระยะอ้างอิงทั้งในด้านค่ามากที่สุดและค่าน้อยที่สุด หลังจากนั้นพนักงานก็จะทำการขีดเส้นเพื่อกำหนดระยะบนจอคอมพิวเตอร์ตามระยะที่ Master Gauge กำหนด

ส่วนของ Solder head pad ที่จะต้องทำการตรวจเช็คนั้นจะมีอยู่ 2 ตำแหน่ง (สำหรับโมเดลที่แสดงในรูปที่ 3 นี้เท่านั้น) คือที่เห็นด้านบนจะเรียกว่า Opposite side และด้านล่างจะเรียกว่า Datum side แต่ไม่ได้แสดงในภาพ เพราะว่าการใช้เลนส์ที่มีกำลังขยายภาพมาก ทำให้ไม่สามารถแสดงภาพของ Solder head pad ทั้งสองพร้อมกันบนจอได้ซึ่งในการทำงานตรวจสอบชิ้นงานของพนักงานนั้น พนักงานต้องทำการเลื่อน Fixture (แท่นจับชิ้นงาน) ไปทางด้านซ้ายและด้านขวาเพื่อที่จะทำให้สามารถตรวจสอบชิ้นงานได้ทั้งสองด้าน ในทางปฏิบัติจะทำการแก้ปัญหานี้ด้วยการออกแบบระยะของกล้องและเลนส์ (Intel Corporation, 2011) เพื่อให้ภาพสามารถปรากฏบนจอได้ทั้งสองด้าน

ปัญหาที่พบจากกระบวนการตรวจเช็คตำแหน่งของชิ้นงานแบบเดิม ที่ใช้อยู่ปัจจุบันพบว่ามีสองหัวข้อคือ ประการแรก ถ้ามีการเปลี่ยนโมเดลใหม่หรือมีการ Setting line ในกระบวนการผลิตใหม่ รวมทั้งบางอุปกรณ์ที่ใช้จับชิ้นงานเมื่อมีการชำรุดแล้วนำออกไปซ่อมเสร็จแล้วและนำกลับเข้ามาในกระบวนการผลิต ก็จะต้องเสียเวลาทำการปรับตั้งตัวจับชิ้นงานใหม่ให้อยู่ตรงตำแหน่งที่เหมาะสมใหม่ทุกครั้ง ประการที่สอง เกิดความผิดพลาดจากการมองด้วยตาของมนุษย์ โดยเฉพาะเมื่อทำการตรวจเช็คชิ้นงานไปเป็นเวลานานๆ พนักงานอาจเกิดความเมื่อยล้าจากการทำงาน อาจทำให้หัวอ่านข้อมูลที่มีตำแหน่ง Solder head pad ที่ไม่ถูกต้อง สามารถหลุดออกไปยังโรงงานประกอบฮาร์ดดิสก์ที่เป็นผู้ส่งสินค้าเป็นผลทำให้เกิดความไม่น่าเชื่อถือขึ้นกับคุณภาพของชิ้นงาน อีกทั้งยังต้องเสียเวลาในการส่งคืนสินค้าเพื่อนำ

มาแก้ไขชิ้นงานใหม่อีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ทางคณะผู้วิจัย จึงมีแนวความคิดที่จะประยุกต์เอา วิธีการประมวลผลภาพเบื้องต้นหลายๆ วิธี (Gonzalez & Woods, 2002) มาประกอบกันเป็นระบบที่สามารถจะทำการตรวจเช็คตำแหน่งของ Solder head pad ได้แบบอัตโนมัติ โดยที่พนักงานมีหน้าที่ในการป้อนชิ้นงานเข้าสู่ระบบ แล้วระบบมีหน้าที่ประมวลผลและส่วนของพนักงานคอยสังเกตดูผลการตรวจสอบชิ้นงานนั้นว่าผ่านหรือไม่ผ่านเท่านั้นเอง ซึ่งระบบที่ออกแบบขึ้นมาใหม่นี้จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทั้งในส่วนของคุณภาพและความแม่นยำในการตรวจสอบชิ้นงานจากการผลิตได้สูงขึ้นและลดโอกาสที่ชิ้นงานที่ไม่ได้คุณภาพจากการผลิตจะหลุดออกไปหาลูกค้า

ระบบตรวจเช็คตำแหน่ง Solder head pad ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การจับภาพด้วยกล้อง CCD ที่มีเลนส์ขยายภาพ และการให้แสงสว่างที่เหมาะสมกับชิ้นงาน ที่จับยึดอยู่บนตัวจับชิ้นงานซึ่งในส่ว ระยะเวลาได้ออกแบบให้กล้อง CCD นั้นสามารถจับภาพของ Solder head pad ได้ทั้งสองด้านคือ ด้าน Datum side และ ด้าน Opposite side ส่วนตัวจับยึดชิ้นงานนั้นได้ออกแบบใหม่ให้ง่ายต่อการ Load & Unload ชิ้นงาน

2. การแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา เพื่อลดข้อมูลในการประมวลผลภาพ

3. การทำ Template matching เพื่อค้นหาตำแหน่งอ้างอิง ซึ่งจะใช้แกนของอุปกรณ์จับยึดตัวงานเป็นตำแหน่งต้นแบบในการอ้างอิง

4. การสร้างเส้นตรงอ้างอิงในภาพ และการวัดระยะทางจากเส้นอ้างอิงนี้ไปยังจุดบกพร่อง

5. การเปรียบเทียบค่าระยะทางที่วัดได้กับค่าระยะทางที่กำหนดไว้เบื้องต้น

6. ระบุว่าชิ้นงานนั้น ผ่านหรือไม่ผ่าน

การประมวลผลภาพที่นำมาใช้

1. การแปลงภาพระดับเทา

วิธีการแปลงภาพสีให้กลายเป็นภาพระดับเทา ขนาด 8 บิตต่อจุดภาพ สามารถทำได้โดยการหาค่าเฉลี่ยของส่วนประกอบทั้งสามของภาพสี (สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน: RGB) แต่เนื่องจากในทางปฏิบัติแล้ว จะต้องคำนึงถึงการตอบสนองต่อแสงสีต่างๆ ของ CCD ในกล้องจับภาพด้วย ประกอบกับระบบไฟส่องสว่างให้ชิ้นงานก็มีส่วนทำให้ปริมาณของแสงสีต่างๆ ไม่เท่ากันด้วย ดังนั้นในการใช้งานจริงจะต้องมีการปรับน้ำหนักของแต่ละสีให้เหมาะสม สำหรับ สมการที่จะใช้ แสดงไว้ในสมการที่ 1

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad (1)$$

เมื่อ

Y คือค่าความเข้มของระดับเทา

R คือค่าความเข้มของสีแดง

G คือค่าความเข้มของสีเขียว

B คือค่าความเข้มของสีน้ำเงิน ของแต่ละจุดภาพตามลำดับ

2. การทำ Template matching

การทำ Template matching (Tombari, Mattoccia & Stefano, 2006 ; Tombari, Stefano, Mattoccia & Galanti, 2008) ก็คือการวัดค่าความเหมือนกันระหว่างภาพสองภาพ คือภาพต้นแบบที่ต้องการกับภาพใหม่ที่เข้ามา กระบวนการนี้สามารถคำนวณได้โดยใช้สมการสหสัมพันธ์ข้าม (Cross correlation) ดังที่แสดงไว้ในสมการที่ 2

$$CC(k,l) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M(i-k,j-l)N(i,j)}{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n M(i,j)^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n N(i,j)^2 \right]^{1/2}} \quad (2)$$

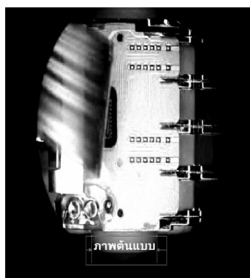
เมื่อ

$M(i,j)$ คือ เมตริกซ์ของภาพต้นแบบ

$N(i,j)$ คือ เมตริกซ์ของภาพที่รับเข้ามาใหม่จากกล้อง

$CC(k, 1)$ คือ Coefficient Correlation

ในขั้นตอนแรกผู้ใช้งานต้องกำหนดตำแหน่งของภาพต้นแบบด้วยตนเองบนจอภาพ สำหรับภาพต้นแบบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ จะเป็นภาพของแกนโลหะที่อยู่ทางด้านล่างสุดของ Hook-up ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 4



รูปที่ 4: บริเวณของภาพต้นแบบที่จะต้องค้นหา

3. การหาขอบภาพ (Edge Detection)

การหาขอบของภาพคือการตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นมีด้วยกันหลายวิธี แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม Vision Builder (กิก้าไฟบูลย์ ซีวพันธุศรี, 2550) ช่วยในการหาขอบภาพซึ่งมีคำสั่งที่ใช้ในการหาขอบทั้งหมด 5 วิธี ดังนี้ Roberts, Sobel, Canny, Lapacian และ Prewitt โดยในงานวิจัยนี้ได้เลือกวิธี Prewitt (กิก้าไฟบูลย์ ซีวพันธุศรี, 2550) ในการหาขอบภาพ เนื่องจากวิธีดังกล่าวมีการใช้ Gaussian filter ก่อนการหาขอบจึงสามารถควบคุมระดับความละเอียดของขอบที่ต้องการและสามารถลดสัญญาณรบกวนได้อีกด้วย ทำให้สามารถลดขั้นตอนการประมวลผลภาพเบื้องต้น (Preprocessing) รวมทั้งช่วยเพิ่มความถูกต้องในกระบวนการหาขอบของ Solder head pad

4. การวัดระยะทาง

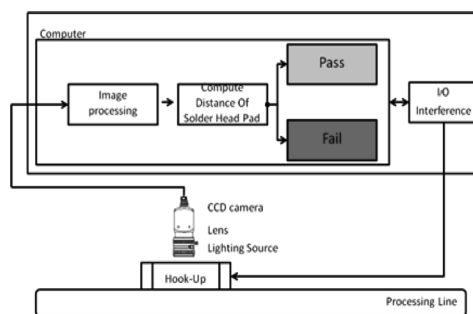
การวัดระยะทางจะเริ่มต้นเมื่อค้นหาภาพต้นแบบเจอแล้ว ด้วยวิธี Template matching ในขั้นตอนก่อนหน้านี้ แล้วจะใช้พิกัดด้านซ้ายและขวาของแกนโลหะสีเทาในภาพต้นแบบ เป็นจุดอ้างอิงในการหาจุดตรงกลางเพื่อใช้เป็นจุดเริ่มต้นในการลากเส้นตั้งฉากขึ้นไปในแนวตั้ง

และระยะห่างระหว่างเส้นตรงนี้กับตำแหน่ง Solder header pad ทั้งสองชุด ก็จะถูกวัดออกมาเป็นจำนวนจุดภาพ เมื่อนำไปคำนวณเป็นระยะทางที่มีหน่วยเป็นนิ้วก็จะสามารถระบุได้ว่า Solder header pad ทั้งสองชุดมีตำแหน่งที่ถูกต้องอยู่ในค่าที่ยอมรับได้หรือไม่

วิธีการทดสอบและผลการทดสอบกระบวนการ

ระบบตรวจเช็คตำแหน่ง Solder head pad ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ได้ผ่านการทดสอบระบบและทดลองใช้งานอยู่ในสายงานการผลิต Hook-up ของบริษัท คอมพาร์ท พรินซ์ชั่น (ประเทศไทย) จำกัด ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานจะเป็น CPU Pentium 2.2GHz RAM 2GB และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบคือ LabView และ Vision Builder (กิก้าไฟบูลย์ ซีวพันธุศรี, 2550) ส่วนทางด้านอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลภาพ ประกอบไปด้วย แท่นจับชิ้นงาน (Fixture) ที่สามารถปรับระยะได้อย่างละเอียดทั้งสองแกน กล้อง Microscope ที่มีส่วนรับภาพ CCD ความละเอียด 1 ล้านจุดภาพติดตั้งอยู่ตรงส่วนปลาย (รูปที่ 3) และหลอดไฟวงกลมแบบ Fluorescent ติดตั้งไว้ให้แสงสว่างแก่ชิ้นงาน

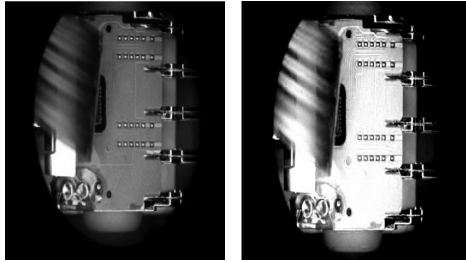
ขั้นตอนในการทดสอบระบบ รูปที่ 5 และรายละเอียดการทำงานของซอฟต์แวร์ จะแสดงผลเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5: ขั้นตอนระบบการตรวจสอบ

1. ผู้ใช้งานตัวจับชิ้นงานที่มี Hook-up วางอยู่ โดยที่ส่วน Solder head pad หันขึ้นด้านบน แล้วเลื่อนเข้ามายังตำแหน่งของกล้องรับภาพ

2. จะต้องปรับตำแหน่งชิ้นงานให้ภาพที่ปรากฏบนจออยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้มองเห็น Solder head pad ทั้งสองชุดบนจอภาพ แล้วจับยึดตำแหน่งนี้ให้คงที่ไว้ดังรูปที่ 6 (a)



(a)

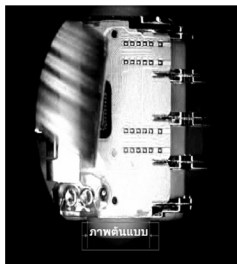
(b)

รูปที่ 6: ชิ้นงานที่วางอยู่ในตัวจับชิ้นงาน

3. ผลที่ได้จากการแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา ขนาด 8 บิตต่อจุดภาพ แสดงในรูปที่ 6 (b)

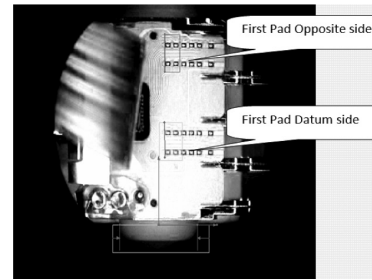
4. ผู้ใช้งานจะเป็นผู้เลือกบริเวณที่จะใช้ในการกำหนดภาพต้นแบบ (Template) โดยเลือกเอาแกนโลหะสี่เหลี่ยมด้านล่างสุดของภาพ เป็นภาพต้นแบบ ดังที่แสดงไว้แล้ว ในรูปที่ 4 ทั้งนี้การเลือกบริเวณในภาพจะขึ้นอยู่กับโมเดลของชิ้นงานแต่ละแบบ และการกำหนดบริเวณการค้นหาจะต้องเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมที่ไม่กว้างมาก เพราะจะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพและเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการทำ Template matching

5. ภาพต้นแบบที่ค้นหาเจอ ก็จะนำไปผ่านกระบวนการกำหนดจุด และเส้นตรงอ้างอิง ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7: เส้นตรงที่ใช้อ้างอิงในการวัดระยะทาง

6. ผลจากการวัดระยะทางจากเส้นตรงอ้างอิง ไปยังแนวเส้นตรงที่ผ่าน Solder head pad ทั้งสองชุด แสดงให้เห็นในรูปที่ 8

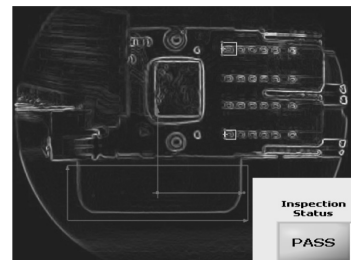


รูปที่ 8: ระยะทางระหว่างเส้นตรงอ้างอิงกับแนวเส้นตรงของ Solder head pad ทั้งสองชุด

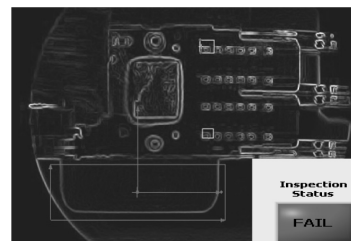
7. ระยะทางที่วัดได้ในแต่ละจุด จะนำมาแสดงผลบนจอภาพของโปรแกรม Vision builder

8. ข้อมูลระยะทางที่ได้จากการวัดจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่เก็บไว้ตามที่แบบของแต่ละโมเดลกำหนด ถ้าหากว่าระยะทางที่วัดได้อยู่ในระยที่กำหนด ก็จะส่งสัญญาณออกทางจอคอมพิวเตอร์เพื่อบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าชิ้นงานนั้นผ่านการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 9 (a) แต่ถ้าหากว่าระยะทางที่วัดได้ไม่ได้อยู่ในระยที่กำหนด ก็จะส่งสัญญาณออกทางจอคอมพิวเตอร์เพื่อบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 9 (b)

ผลการทดสอบบางส่วนจากการทดลองแสดงให้เห็นในรูปที่ 9 ซึ่งจะมีทั้งชิ้นส่วนที่ผ่านและไม่ผ่าน



(a) ผ่าน



(b) ไม่ผ่าน

รูปที่ 9: ผลการทดสอบ

รูปที่ 9 นี้จะเป็น Solder head pad อีกโมเดลหนึ่ง ที่แตกต่างจากชิ้นงานที่แสดงในรูปที่ 5 และเพื่อความชัดเจนในการแสดงผล ผู้วิจัยจึงนำเอาการหาขอบภาพ (Edge detection) มาใช้กับภาพผลการทดสอบทั้งสอง

9. สำหรับวิธีการทดสอบกระบวนการที่ทำขึ้นมานี้ ได้นำกระบวนการทางสถิติ GR & R (กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2550) มาช่วยตรวจสอบความถูกต้องของระบบการวัดอีกครั้งก่อนการนำไปใช้งานซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) รวบรวมสิ่งตัวอย่าง 10 ตัว ที่ครอบคลุมช่วงของความผันแปรของกระบวนการ ในระยะยาว และแบ่งถึงพนักงานที่มีการใช้อุปกรณ์วัดในงานประจำวันโดยปกติแล้ว จะใช้สิ่งตัวอย่างจำนวน 10 ตัว และใช้

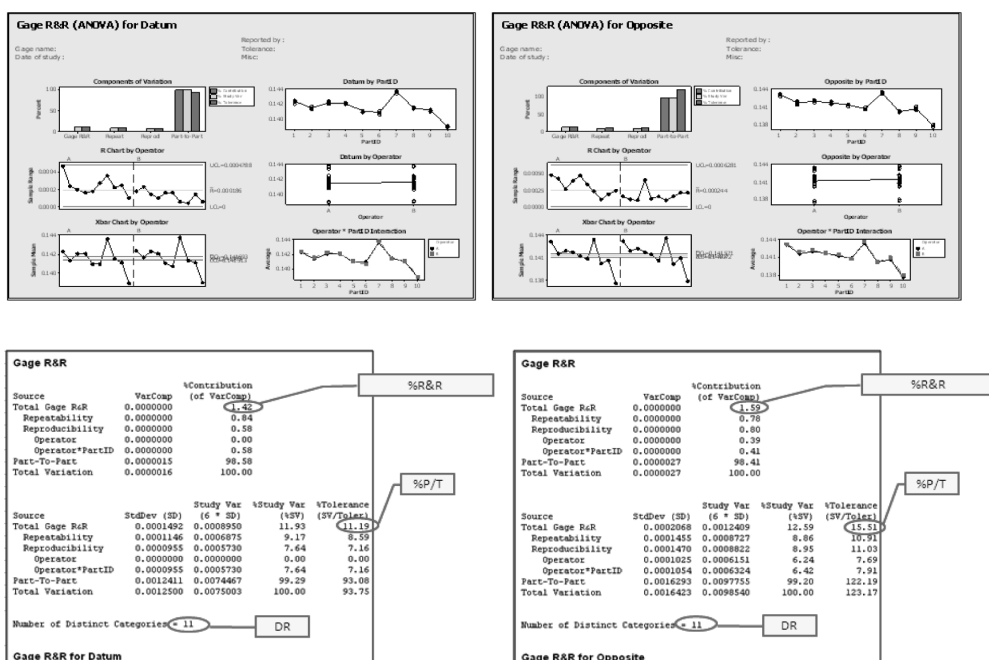
พนักงาน 2-4 คน และการพิจารณาว่าสิ่งตัวอย่างมีความเพียงพอ นั้น พิจารณาได้จากจำนวน สิ่งตัวอย่าง * จำนวนพนักงานวัด/ อุปกรณ์ > 15

2) ทำการสอบเทียบอุปกรณ์วัดหรือทวนสอบถึงวันของการสอบเทียบครั้งล่าสุดว่า ยังมีความถูกต้อง

3) ให้พนักงานวัดคนที่ 1 วัดสิ่งตัวอย่างทั้งหมดในลำดับสุ่ม โดยระหว่างการวัด ไม่ทราบว่าเป็นชิ้นงานใด เพื่อการลด Bias จากพนักงาน

4) ให้พนักงานวัดคนที่ 2 วัดสิ่งตัวอย่างทั้งหมดในลำดับสุ่ม และให้ดำเนินการไปเช่นนี้จนพนักงานทุกคนได้ทำการวัดหมดแล้ว (ทั้งหมดนี้เรียกว่า การทดลองที่ 1)

5) ทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์โดยการประเมินคุณภาพของระบบการวัด



รูปที่ 10: แสดงผลลัพธ์การทดสอบระบบด้วย Gage R&R

เลข	โซนสีแดง	%R&R	DR	P/T
สามารถรับได้	โซนสีเหลือง	> 7.7%	< 5	> 30%
ดี	โซนสีเขียว	2 - 7.7%	5 - 10	10 - 30%
		0 - 2%	> 10	0 - 10%

รูปที่ 11: กฎการตัดสินใจสำหรับ Gage R&R

รูปที่ 10 แสดงผลลัพธ์การทดสอบระบบด้วยวิธี Gage R&R ซึ่งพบว่าผลลัพธ์ที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับกฎการตัดสินใจสำหรับ Gage R&R ตามรูปที่ 11 พบว่าค่า %R&R, DR และ P/T อยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดีทั้งด้าน Datum และ ด้าน Opposite

บทสรุป

จากการทดลองใช้งานซอฟต์แวร์สำหรับกระบวนการทดสอบที่นำเสนอในบทความนี้ โดยการป้อนชิ้นงานเข้าสู่ระบบประมาณ 1,000 ชิ้นงาน ผลที่ได้ก็คือผ่านทุกชิ้นงาน และเวลาที่ใช้ในการทดสอบของซอฟต์แวร์เฉลี่ยประมาณ 0.3 วินาทีต่อหนึ่งชิ้นงาน (จับเวลาตั้งแต่กล้องจับภาพชิ้นงาน จนถึงผลจากการทดสอบแสดงออกมา) แต่ถ้าจับเวลาตั้งแต่เลื่อนชิ้นงานเข้าไปทดสอบแล้วเลื่อนออกจากระบบ จะใช้เวลาประมาณ 3 วินาที ขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ทดสอบ แต่ผลสรุปโดยเฉลี่ยของการตรวจสอบชิ้นงาน เมื่อเทียบกับแบบเดิมปรากฏว่าทำให้ปริมาณการทดสอบชิ้นงาน ที่คำนวณได้เป็นหน่วยต่อชั่วโมง (Unit Per Hour) มีค่าเพิ่มขึ้นมาประมาณ 2.5 เท่า ซึ่งส่งผลดีต่อสายงานการผลิตเป็นอย่างมาก

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายวิจัยและพัฒนาของบริษัท คอมพาร์ท พรินซ์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่อำนวยความสะดวกในการออกแบบและสร้าง Figure เพื่อใช้จับตัวชิ้นงาน ตลอดจนข้อมูลด้านเทคนิคต่างๆ ของตัว Solder head pad แต่ละโมเดล และขอขอบคุณฝ่ายทดสอบ ที่จัดเจ้าหน้าที่มารับการอบรมการใช้กระบวนการทดสอบแบบอัตโนมัติ ที่นำเสนอในบทความนี้

เอกสารอ้างอิง

- กิจไพบูลย์ ชิวพันธุ์ศรี. (2550). *การออกแบบแอปพลิเคชันในระบบกราฟิกด้วย LabVIEW*. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ดดูเคชั่น.
- กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2550). *การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA)*. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- Gonzalez, Rafael C., & Woods, Richard E. (2002). *Digital image processing*. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Intel Corporation. (2011). *Open source computer vision library*. from Intel Corporation Website: <http://www.intel.com/technology/computing/opencv>
- Tombari, Federica, Mattocchia, Stefano & Stefano, Luigi Di. (2006). Template matching based on the Lp norm using sufficient conditions with incremental approximations. *IEEE international Conference on Video and Signal Based Surveillance*, Sydney, NSW, Australia, November 22- 24, 2006.
- Tombari, Federico, Stefano, Luigi Di, Mattocchia, Stefano & Galanti, Angelo. (2008). Performance evaluation of robust matching measures. *International Conference on Computer Vision Theory and Applications*, Funchal, Madeira, Portugal, January 22-25, 2008.



Somboon Thamultri he is Officer in Research and Development Department of Compart Precision (Thailand) Co., Ltd. and studying in master program of Data Storage Technology and Applications Research Center (DSTAR), King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.



Associate Professor Dr. Surapan Airphaiboon received his Ph.D in Electronics from Tokai University, Japan. He is now serving as Associate Professor of Electronics Engineering Department, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.