

การวิเคราะห์หาจุดOptimumของเครื่องคัดแยกสิ่งพิมพ์ Optimizing Operating Condition of the Newspaper Separating Machine

ดร.คุณยุต เอี่ยมสะอาด^{1,3*}, วรมน ปางบุญยนนท์², นพคุณ ศรีสินทร์²,
ณัฐพร บุญเลิศเจริญศักดิ์², ดร.ชนะ รัชศรี^{2,3}, ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ^{1,3}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ² ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ³ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

โทร 0-2942-8555 ต่อ 1836 โทรสาร 0-2579-4576 *อีเมลล์ fengkye@ku.ac.th

Kunnayut Eiamsa-ard^{1,3*}, Woramon Pangboonyanon¹, Noppakhun Srisinthorn¹,
Nuttaporn Boonlerdcharoensak¹, Chana Raksiri^{2,3}, and Suppasit Rodkwan^{1,3}

¹ Department of Mechanical Engineering, ² Department of Industrial Engineering,

³ Research and Development Institute of Industrial Production Technology, Faculty of Engineering,
Kasetsart University, Bangkok, Bangkok 10900, Thailand

Tel: 0-2942-8555 Ext. 1836, Fax: 0-2579-4576, * E-mail: fengkye@ku.ac.th

บทคัดย่อ

บทความเสนอการจำลองเครื่องต้นแบบในการคัดแยกรูปภาพสัญลักษณ์ เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุดของการทำงานระหว่างกล้องที่รับสัญญาณภาพ โปรแกรมที่ใช้ประมวลผลความเร็วของสายพานลำเลียง และสภาพแวดล้อมขณะทำงานเพื่อนับจำนวนรูปภาพที่ต้องการ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ โดยใช้กล้องเว็บแคม ในการรับภาพ มาประมวลผลผ่านโปรแกรม Visual Studio C++ 2005 ซึ่งในกระบวนการประมวลผลนี้แบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการทดลองหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดต่อการควบคุมการทำงานของกล้องเว็บแคม ซึ่งสามารถทำให้กล้องเว็บแคมทำงานร่วมกับโปรแกรมได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยวัดจากความแม่นยำในการนับจำนวนรูปสัญลักษณ์ และ กระบวนการที่สองคือการทดลองหาความเร็วที่มากที่สุด ของสายพานที่ใช้ลำเลียงภาพสัญลักษณ์ ซึ่งโปรแกรมยังสามารถนับจำนวนสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งโครงการนี้ สามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในคัดแยกสัญลักษณ์ ในอุตสาหกรรมสิ่งพิมพ์ได้ต่อไป โดยวัตถุประสงค์ของโครงการนี้มีดังนี้ (a) ได้ศึกษาการทำงานของระบบรับ-ส่งสัญญาณภาพจากกล้องเป็น input ผ่าน program เพื่อใช้ประมวลผล input ที่ได้ออกมาเป็น output ตามที่ต้องการ โดย output คือโปรแกรมสามารถนับจำนวนดาวได้ เพื่อเป็นต้นแบบรากฐาน เพื่อไปสร้างเครื่องคัดแยกหนังสือได้อีกในอนาคต (b) วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่สุด ของการทำงานระหว่างกล้องที่รับสัญญาณภาพ,

โปรแกรมที่ใช้ประมวลผล และความเร็วของสายพานลำเลียง เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกหนังสือพิมพ์ที่มีอยู่เดิมให้เพิ่มขึ้น รวมทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสิ่งพิมพ์อื่นๆได้อีกด้วย

Abstract

This paper presents a prototype of a newspaper separating machine. The best parameters for the camera suit for the systems are determined. A computer program is developed in order to fine tune all parameters such as the conveyer speed and the environment for a webcam. Images are captured by the webcam and processed by a program written in Visual Studio C++ 2005. The experiments are divided to 2 parts: (a) Finding the best parameters for accurate captures and (b) Finding the maximum speed for the conveyer. The objectives of this project are (a) to develop a computer program in order to capture the images and count the symbols such as stars on the newspapers. And (b) to find the best working conditions for camera and conveyor.

1. บทนำ

ในธุรกิจทางด้านสิ่งพิมพ์ ในประเทศไทยปัจจุบันนี้ ได้มีการส่งหนังสือพิมพ์ออกไปจำหน่ายยังแหล่งต่างๆ หรืออาจจะตาม order ของ Agent ในกรณี Agent ส่งหนังสือพิมพ์ไปให้พ่อค้าคนกลาง (ร้านค้าปลีก) แล้วขายหนังสือพิมพ์ไม่หมด หนังสือพิมพ์นั้นๆ จะสามารถส่งคืนกลับโรงพิมพ์ได้ แต่ในการส่งกลับคืนมานั้น จะไม่มีการจัดเรียงหนังสือพิมพ์มา เช่น ไม่ได้จัดเรียงวันที่ ไม่ได้จัดเรียงว่าหนังสือพิมพ์นี้ มาจากโซนไหนของประเทศไทย (โดยการแบ่งโซนจะแบ่งโดยการใช้นิยามลักษณะใดๆ ที่อยู่ด้านข้างของหนังสือพิมพ์ เป็นตัวกำหนด) ดังนั้นในปัจจุบันบริษัทจึงต้องใช้คนจำนวนมาก ในการคัดแยก หนังสือพิมพ์ ซึ่งทำให้ต้นทุนในการ คัดแยกหนังสือพิมพ์ที่ถูกส่งกลับคืนนั้นสูง ซึ่งทางบริษัทหนังสือพิมพ์ได้ใช้จำนวนดาว ในการคัดแยกว่าหนังสือพิมพ์ฉบับนี้ มาจากภูมิภาคไหนของประเทศไทย

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์ภาพที่ถ่ายได้นำไปประมวลผลเพื่อใช้คัดแยกประเภทหนังสือพิมพ์ตามจำนวนสัญลักษณ์ที่อยู่บนหนังสือพิมพ์ โดยให้กล้อง โปรแกรม และสายพานลำเลียงทำงานเหมาะสมที่สุด (optimum) เพื่อนำการวิเคราะห์ที่ได้มาใช้ปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องคัดแยกหนังสือพิมพ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อใช้เครื่องคัดแยกหนังสือพิมพ์นี้ให้คัดแยกหนังสือพิมพ์ได้แม่นยำและรวดเร็วมากยิ่งขึ้นเพื่อนำข้อมูลการคัดแยกเก็บรวบรวมเป็นฐานข้อมูลเชิงสถิติทางการตลาด เช่น ขว้าวาดหัวแบบไหน ที่ทำให้ยอดขายดีที่สุด และขายได้มากที่สุด ในภูมิภาคไหนของประเทศไทย เพื่อเพิ่มยอดขาย และใช้เครื่องจักร automatic system ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นสามารถทดแทนแรงงานคนเพื่อลดต้นทุนการผลิต หรือ ใช้เป็นการ Double Check เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและแน่นอน ให้เกิดความผิดพลาดน้อยกว่า 0.06 PPM. ของหนังสือพิมพ์ทั้งหมดที่ถูกส่งคืน ได้ตามเป้าหมายของบริษัท

2. ทฤษฎี และหลักการ

กล้องที่จะเป็นตัวนำภาพบันทึกข้อมูลส่งเข้าคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ตต่างๆ (firewire IEEE 1394 , USB , USB2) โดยกล้องอาจจะเป็น กล้องวิดีโอ, กล้องวงจรปิด, กล้องดิจิทัล หรือกล้อง webcam อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยเราจะศึกษาและวิเคราะห์ว่าควรเลือกใช้กล้องชนิดไหนที่เหมาะสมกับโครงการ และ ผ่านพอร์ตไหนของคอมพิวเตอร์จึงจะเหมาะสมที่สุด

กล้องแบ่งออกเป็น (1) กล้องวิดีโอ ซึ่งทำงานโดยผ่านการ์ด capture ผ่าน slot pci เชื่อมเข้ากับ computer หรือ ผ่าน port firewire IEEE 1394 (2) กล้อง Analog ซึ่งทำงานผ่าน Frame Grabber เพื่อทำการแยก frame เพื่อทำ Image Processing (3) กล้อง Digital, CCD Sensor ซึ่งทำงานผ่าน port USB2 (4) กล้อง Web CAM ซึ่งทำงานผ่าน port USB

พอร์ต แบ่งออกเป็น (1) firewire IEEE1394 เป็นพอร์ตสำหรับกล้องวิดีโอโดยเฉพาะ (2) USB เป็นพอร์ตที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ส่ง

ข้อมูลได้ไวพอควร (3) USB2 พอร์ตที่มีไม่นาน และส่งข้อมูลได้เร็วที่สุด

ในการทำ image processing กล้องที่เหมาะสมที่สุดน่าจะเป็นกล้อง Analog เนื่องจากภาพที่ได้จากกล้อง Analog นั้นเป็นภาพ original ที่สมบูรณ์ที่สุด โดยกล้อง Analog จะผ่าน frame grabber (เครื่องแยก frame) ออกจากไฟล์วิดีโอ แล้วนำไปทำ image processing แต่เนื่องจากกล้องดิจิทัลในปัจจุบันมีคุณสมบัติในการบีบอัดไฟล์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ภาพที่เราจะนำมาประมวลผลเกิดปัญหาเนื่องจากการบีบอัดไฟล์ส่งผลให้ได้ภาพที่ได้ใหม่ไม่เหมือนภาพ original ซึ่งจะต้องตรวจสอบกับตัว program ว่าปัญหานี้จะทำให้เกิด bug หรือ error ในกระบวนการ image processing ขึ้นหรือไม่

โดยหลักการพิจารณาที่สำคัญในการเลือกใช้กล้อง คือ เราจะต้องทราบว่าเราจะใช้โปรแกรมอะไร เช่น Visual C++ Studio 2005, Visual Basic, Matlab, Visual studio.Net เป็นต้น หลังทราบโปรแกรมแล้ว เราจะทราบว่า ตัวโปรแกรม มีคุณสมบัติในการทำงานอย่างไร มีความสามารถที่จะรองรับหรือเชื่อมต่อกับกล้องที่เราจะนำมาใช้ได้หรือไม่ ในงานวิจัยนี้กล้องเว็บแคมถูกนำมาใช้เนื่องจากกล้องเว็บแคมมีราคาถูกที่สุด และใช้กันอย่างแพร่หลาย แต่ขาดความแม่นยำในการจับภาพ ความละเอียด และความสามารถรองรับความเร็วของสายพาน

ชนิดของกล้อง WEB CAM แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ CCD และ CMOS CMOSเป็นเซนเซอร์รับภาพแบบแรกที่มีใช้กันความคมชัดต่ำแต่ภาพที่ได้จะมีสีสันทันประหยัดพลังงาน เป็นเทคโนโลยีค่อนข้างเก่าในปัจจุบัน CCD เป็นเซนเซอร์รับภาพแบบใหม่ ใช้ในกล้องดิจิทัลทั่วไป ภาพที่ได้คมชัด สีสันทันจริง มีความไวแสงสูง แต่กินไฟมากกว่าแบบ CMOS

CCD และ CMOS ต่างก็ทำมาจาก Silicon CCD จะมีใช้เฉพาะในกล้องดิจิทัลและอุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพ ช่วงนี้โทรศัพท์มือถือติดกล้องรุ่นใหม่ๆก็เริ่มใช้เป็นเซนเซอร์นี้แล้ว ส่วน CMOS มีใช้ในอุปกรณ์ต่างๆทั่วไป ทั้งในคอมพิวเตอร์รวมไปถึงเครื่องใช้ภายในบ้านด้วย เนื่องจาก CMOS มีใช้ในอุปกรณ์ที่หลากหลาย มีการผลิตออกมามากจึงทำให้ราคาต่ำ การทำงานของทั้งคู่คือการรับแสงผ่านเลนส์พอมาดกระทบเซนเซอร์รับภาพก็จะแปลงแรงดันไฟฟ้าหรือกำลังไฟฟ้าแล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลและแปลงออกมาเป็นสีอีกครั้ง หน่วยประมวลผลจะมีบันทึกว่า แรงดันระดับนี้ให้สีเป็นสีอะไร โดยจะเป็นการผสมกันของสี 3 สีหลัก คือ น้ำเงิน เขียว แดง

ตามหลักการ CCD ให้คุณภาพสูงกว่า CMOS ก็จริงแต่เราต้องมองส่วนอื่นๆประกอบด้วย โดยเฉพาะส่วนที่เอื้อกันอยู่อย่างหน่วยประมวลผล ฉะนั้นเราก็ดูเพียงแค่นี้ไม่ได้ ต้องดูในหลายๆส่วนประกอบกัน

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้สร้างชุดสายพาน

1. เหล็กทำโครงแบบ ขนาดกว้าง 2.54 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร ยาว 408 เซนติเมตร
2. เหล็กยู รูปตัว L ยาวประมาณ 80 เซนติเมตร

3. ก้าน roller ขนาด 8 มิลลิเมตร ยาว 44 เซนติเมตร จำนวน 4 ก้าน
4. bearing ขนาด 8 มิลลิเมตร จำนวน 7 อัน
5. มอเตอร์ขนาด 750 RPM 24 Volt
6. ตัวปรับความเร็วรอบ
7. หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Volt เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 Volt
8. ผ้ายีน ขนาดกว้าง 39.5 เซนติเมตร ยาว 303 เซนติเมตร
9. น็อตและแหวน จำนวน 20 ชุด

3.2 อุปกรณ์ชุดประมวลผล

1. คอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง Pentium4 3.2 MHz., DDR-Ram 1 GB., Harddisk 80 GB., การ์ดจอ ATI Radeon 9600 Bravo 256 MB., จอ 22"
2. กล้อง Web Camera 1 ตัว
3. ชุดสายพานลำเลียง 1 ชุด

3.3 วิธีการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมจะดึงภาพที่ถ่าย จากกล้องเว็บแคม เข้ามาประมวลผลในโปรแกรม ตามขั้นตอน ดังนี้

1. โปรแกรม จะนำภาพถ่ายจากกล้องเว็บแคมมาหาจุดสีดำ ในแต่ละแถวในแกน X มานับว่ามีกี่จุด ในแถวนั้นๆ ตั้งแต่ แถวแรกจนถึงแถวสุดท้าย (1 แถว = 1 แถบ pixel แกน X)
2. นำจำนวนจุดสีดำในแถวที่มากที่สุด มาหาร จำนวนตัวเลขใดๆ ที่ต้องการ เช่น หาร 4 (ในกรณี หาจำนวนดาว) และ หาร 1 (ในกรณีหาจำนวนเส้นตรง)

ค่าที่ต้องเซตก่อนรันโปรแกรม (ในหน้าจอการประมวลผล เมื่อเปิดให้โปรแกรมทำงาน)

1. Threshold (ความเข้มแสงของกล้อง) อยู่ระหว่าง 0-255
2. Div by (ตัวหาร)
3. Display Window (แสดงผลการ capture ภาพ หรือไม่)
4. Time (เวลา) หน่วยเป็น milliseconds.

ตั้งค่าต่างๆก่อนการทดลอง

1. กำหนดระยะห่างระหว่างกล้องกับภาพให้เหมาะสม โดยกำหนดให้เท่ากับ 2 เซนติเมตร
2. กำหนดระยะห่างจากไฟกับภาพให้เหมาะสม โดยกำหนดให้เท่ากับ 20 เซนติเมตร
3. เข้าโหมด Quick Capture ของกล้องเว็บแคมเพื่อปรับตั้งค่าพารามิเตอร์

4. การทดลองที่เจื่อนไขต่าง ๆ

4.1 การทดลองที่ 1 การทดลองประมวลผลภาพดาวในขณะหยุดนิ่ง

- 1) ตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในครั้งแรกโดยกำหนดให้
 - Brightness = 100%
 - Gamma = 50 %
 - Contrast = 50%

Saturation = 50%

Shutter Speed = 1/50 sec.

Gain = 0

Zoom = 100%

White balance เป็นแบบ Fluorescent

ภาพเป็นแบบ Black and white

mage size = 640*480

- 2) เปิดโปรแกรม Visual Studio C++ 2005 เพื่อประมวลผลภาพที่ถ่ายมาจากกล้องเว็บแคม

- 3) เปลี่ยนค่า % brightness เป็น 0 , 25 , 50 , 75 ,100 ตามลำดับ โดยให้ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ ตามที่กำหนดไว้ในข้อ 1) จากนั้น รันโปรแกรมหาช่วงของ Threshold ที่สามารถประมวลผล นับจำนวนดาว ได้อย่างถูกต้อง และ บันทึกค่า

- 4) นำค่า % brightness ที่เหมาะสม มาตั้งเป็นค่าคงที่ค่าใหม่

- 5) ทำการทดลองเหมือนข้อ 3) แต่เปลี่ยนค่า % brightness เป็น % gamma , % saturation ตามลำดับ แล้วทำการบันทึกผล และ เปลี่ยนเป็นค่าคงที่ค่าใหม่

- 6) เปลี่ยนค่า shutter speed เป็น 1/15 sec. และค่า gain เป็น 0 , 25 , 50 , 75 , 100 ตามลำดับ โดยให้ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ค่าใหม่จากข้อ 5) จากนั้น รันโปรแกรมหาช่วงของ Threshold ที่สามารถประมวลผล นับจำนวนดาว ได้อย่างถูกต้อง และ บันทึกค่า

- 7) เมื่อได้ค่า gain ที่เหมาะสม แล้ว เปลี่ยนค่า shutter speed จาก 1/15 sec. เป็น 1/30 , 1/50 , 1/100 , 1/200 ตามลำดับโดยให้ตัวแปรอื่นมีค่าคงที่ตามที่กำหนดไว้ และหาช่วง Threshold ที่เหมาะสม บันทึกค่า

- 8) เปลี่ยนรูปแบบของ White balance เป็นแบบ auto, Freeze, Incandescent ,Fluorescent และDaylight ตามลำดับ และหาช่วง threshold ที่เหมาะสม

- 9) เปลี่ยนภาพเป็นแบบไม่ใช่ Black and white และหาช่วง threshold ที่เหมาะสม

- 10) นำค่าจากการทดลองทั้งหมดมาวาดกราฟวิเคราะห์หาช่วง Threshold ที่เหมาะสม ดังกราฟในรูปที่ 1

4.2 การทดลองที่ 2 การทดลองประมวลผลภาพเส้นตรงที่สภาวะเคลื่อนไหว

- 1) นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการทดลองที่ 1 มาตั้งเป็นค่าพารามิเตอร์ใหม่

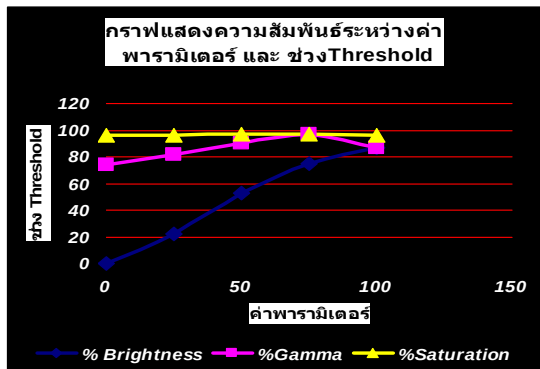
- 2) ปรับความเร็วของมอเตอร์จากต่ำไปสูง เพื่อดูการประมวลผลจากโปรแกรม Visual Studio C++ 2005 ที่ความเร็วต่างๆ และหาความเร็วสูงสุดที่โปรแกรมยังสามารถนับเส้นในภาพเส้นตรงได้ถูกต้องตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้

4.3 การทดลองที่ 3 การทดลองประมวลผลภาพดาวที่สภาวะเคลื่อนไหว

ทำการทดลองเหมือนกับการทดลองที่ 2 โดยเปลี่ยนภาพที่ใช้ประมวลผลจากภาพเส้นตรงเป็นภาพดาว

5. ผลการทดลองที่เงื่อนไขต่าง ๆ

5.1 ผลการทดลอง (ขณะภาพหยุดนิ่ง)

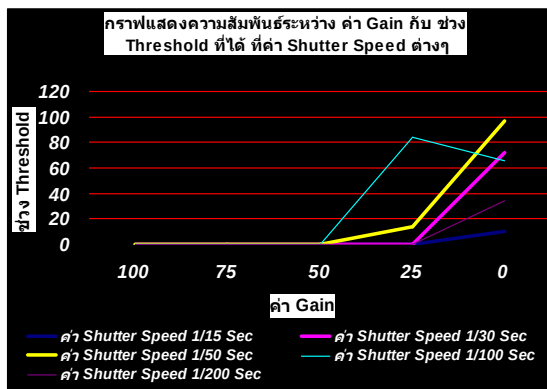


รูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพารามิเตอร์และช่วง Threshold

จากกราฟในรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซนต์ Brightness มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ และขนาดเปอร์เซนต์ Brightness ที่เหมาะสมที่สุดคือ 100 ได้ช่วง Threshold มากที่สุดคือ 87

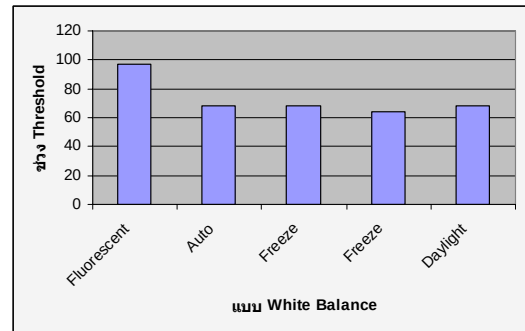
มากกว่านั้น จากกราฟในรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซนต์ Gamma มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ และขนาดเปอร์เซนต์ Gamma ที่เหมาะสมที่สุดคือ 75 ได้ช่วง Threshold มากที่สุดคือ 97

นอกจากนั้น จากกราฟในรูปที่ 1 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซนต์ Saturation ไม่มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้



รูปที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Gain กับช่วง Threshold ที่ได้จากค่า Shutter Speed ต่างๆ

จากกราฟในรูปที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่า Shutter Speed ที่เหมาะสมที่สุดคือ 1/50 sec. และ ค่า Gain ที่เหมาะสมที่สุดคือ 0 และได้ช่วง Threshold เท่ากับ 97



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง White Balance กับช่วง Threshold ที่ได้

จากกราฟในรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่า White Balance มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ โดย White Balance ที่เหมาะสมที่สุดคือแบบ Fluorescent โดย White Balance แบบอื่นๆ ให้ผลได้ใกล้เคียงกัน

ความสัมพันธ์ระหว่าง Image Modes กับช่วง Threshold ที่ได้ โดยตั้งค่า Image Modes แบบไม่เป็น Black and White และใช้ค่า เปอร์เซนต์ Brightness, gamma, saturation, shutter speed, gain และ white balance ที่เหมาะสมที่สุดมาทำการทดลอง โดยพารามิเตอร์อื่นๆ เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในวิธีการทดลอง

จากการทดลอง Image Modes แบบไม่ใช่ Black and White ได้ Threshold อยู่ระหว่าง 98-166 คือมีช่วง Threshold เท่ากับ 68 ซึ่งน้อยกว่าแบบใช้ Black and White ซึ่งได้ช่วง Threshold เท่ากับ 97 ดังนั้นจะเห็นได้ว่า Image Modes แบบ Black and White มีความเหมาะสมในการประมวลผลภาพมากที่สุด

5.2 ผลการทดลอง (ขณะภาพเคลื่อนที่)

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองขณะเคลื่อนที่

สัญลักษณ์	ความเร็วต่ำสุด	ความเร็วสูงสุด
	0	18.63 cm/s
☆	0	4.018 cm/s
☆☆	0	4.018 cm/s
☆☆☆	0	4.018 cm/s

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็ว กับสัญลักษณ์ โดยตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในโปรแกรม ดังนี้

Set ค่า เป็น Best Performance ของ ระบบหยุดนิ่ง

Brightness = 100% Gamma = 75 %

Contrast = 50% Saturation = 50%

Shutter Speed = 1/50 sec. Gain = 0

Zoom = 100%

White balance เป็นแบบ Fluorescent

กำหนดภาพเป็นแบบ Black and white

Image size = 640*480

6. วิเคราะห์ผลการทดลองที่เงื่อนไขต่าง

6.1 วิเคราะห์ผลการถ่ายภาพหยุดนิ่งไม่มีการเคลื่อนไหว

a. เปอร์เซนต์ Brightness มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ และขนาดเปอร์เซนต์ Brightness ที่เหมาะสมที่สุดคือ 100 ซึ่งได้ช่วงระยะ Threshold มากที่สุดคือ 87 Brightness ควรจะมีค่า ที่สูงๆ เพื่อจะได้ภาพที่เกิด noise น้อยที่สุด

b. เปอร์เซนต์ Gamma มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ และขนาดเปอร์เซนต์ Gamma ที่เหมาะสมที่สุดคือ 75 ซึ่งได้ช่วงระยะ Threshold มากที่สุดคือ 97 ดังนั้น ควรจะมีค่า Gamma ที่เหมาะสม เนื่องจาก ถ้าสูงเกินไปจะเกินค่า Threshold ที่รองรับได้ และถ้าต่ำเกินไปก็จะทำให้ได้ภาพที่มีดเกนไป จะเป็นกรเพิ่ม noise

c. เปอร์เซนต์ Saturation ไม่มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ เนื่องจาก ไม่มีความเปลี่ยนแปลง เกิดขึ้น

d. ค่า Shutter speed และ Gain มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ ค่า Shutter Speed ที่เหมาะสมที่สุดคือ 1/50 sec. และค่า Gain ที่เหมาะสมที่สุดคือ 0 และจะได้ช่วงระยะ Threshold เท่ากับ 97 ถ้ามีค่า shutter speed น้อยกว่าหรือมากกว่าค่า 1/50 sec. จะเกิด error ขึ้นเนื่องจากภาพจะเกิดกระพริบ ซึ่งมีสาเหตุ มาจาก frame rate ของกล้อง แต่ถ้า มีค่าน้อยกว่าหรือมากกว่า ค่า 1/50 sec. ไม่มากเช่นเดียวกับค่า Gain จะส่งผลต่อความเข้มแสง ซึ่งจะมีผลต่อ noise และ การตั้งค่า

e. การถ่ายเป็นแบบ auto จะทำให้กล้องเวปแคม ยิ่งไวต่อแสง (sensitivity)มากขึ้น ทำให้เกิด error เมื่อมีการเปลี่ยนความเข้มของแสง เพียงนิดเดียว

f. White Balance มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ โดย White Balance ที่เหมาะสมที่สุดคือแบบ Fluorescent โดย White Balance แบบอื่นๆ ให้ผลได้ใกล้เคียงกัน

g. Image Modes มีผลต่อช่วง Threshold ที่ได้ โดย Image Modes แบบ Black and White มีความเหมาะสมในการประมวลผลภาพมากที่สุด เมื่อใช้คู่กับโปรแกรม

จากการทดลอง มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเนื่องจาก

a. จะเกิด noise ขึ้น เมื่อเซตค่า Threshold ไม่เหมาะสมทำให้โปรแกรมประมวลผลนับจำนวนภาพได้ไม่ถูกต้อง

b. กล้องเวปแคม ที่ทดลอง มีเซนเซอร์รับภาพ เป็นแบบ CMOS ที่ได้ความคมชัดของภาพต่ำ ทำให้โปรแกรมประมวลผลนับจำนวนภาพได้ไม่ถูกต้อง

c. กล้องมีความไวต่อแสงภายนอกมาก ทำให้ต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้คงที่ที่สุด

6.2 วิเคราะห์ผลการถ่ายภาพเคลื่อนไหวตามสายพาน

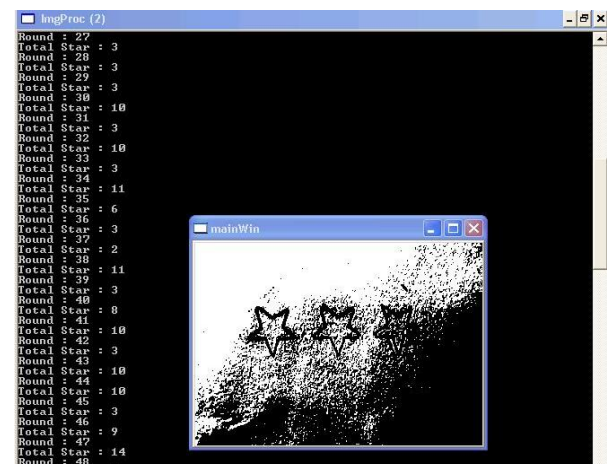
a. การวิเคราะห์ จำเป็นที่จะต้อง มีการ fix ตำแหน่งที่แน่นอน ในทุกๆรอบที่จับภาพ, สายพานและสัญลักษณ์จะต้องไม่เอียง, สัญลักษณ์ที่นับจะต้องเหมือนกัน

b. รูปแบบสัญลักษณ์ ต่างกัน ทำให้เกิดเปอร์เซนต์ error ที่ต่างกันเนื่องมาจาก จุดวิเคราะห์ ต่างกัน และขนาดของจุดวิเคราะห์

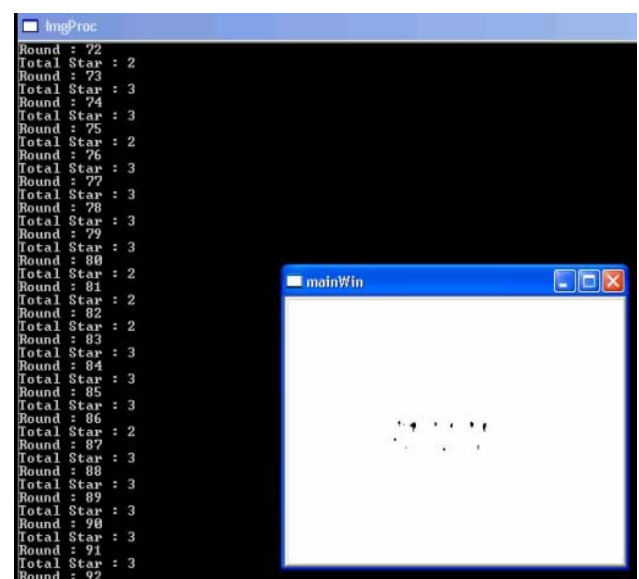
c. ภาพที่วิ่งเร็วเกินไป จะทำให้ นับจำนวนสัญลักษณ์ ได้น้อยลงกว่าความเป็นจริง

d. ควรจะใช้กล้องที่มีความเร็ว ประมาณ 100 fps. ขึ้นไป เพื่อที่จะสามารถรับภาพเข้ามาได้อย่างถูกต้องและ แม่นยำ

รูปตัวอย่างแสดงปัญหาต่างๆที่สามารถเกิดขึ้นได้จากการเซตค่าพารามิเตอร์ไม่ถูกต้องนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 4, 5, 6 และ 7



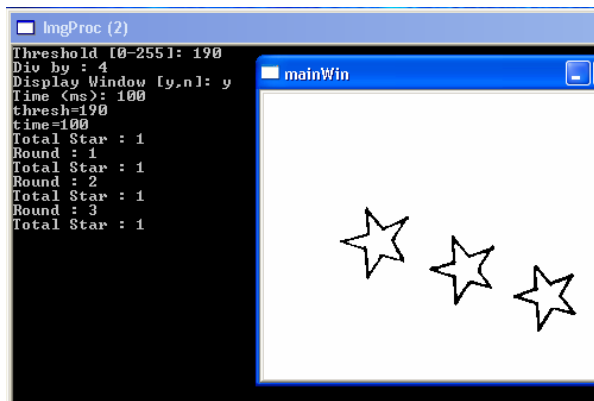
รูปที่ 4 ภาพแสดงผลเมื่อเราเซตค่า Threshold สูงเกินไป



รูปที่ 5 ภาพแสดงผลเมื่อเราเซตค่า Threshold ต่ำเกินไป



รูปที่ 6 ภาพที่กล้องจับเมื่อมีการเคลื่อนไหวของภาพเร็วเกินไป



รูปที่ 7 เมื่อภาพเอียง การประมวลผลนับจำนวนดาว จะเกิดการผิดพลาด

7. การนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้คัดแยกกับหนังสือพิมพ์จริง ๆ (การหา Requirement ของระบบเพื่อเชื่อมกับ process อื่น ๆ)

ปัจจุบันความเร็วในการนับหนังสือพิมพ์โดยการใช้แรงงานคน คือ 100,000 ฉบับ / 1 วัน โดยใช้แรงงานคน 10 คน ทำงานคนละ 8 ชม. / 1 วัน ซึ่งทางโรงพิมพ์ต้องการให้มีเครื่อง feed หนังสือพิมพ์ 2 เครื่อง เพราะฉะนั้นจะต้องทำการหาความเร็วในการประมวลผล คือ หาว่า หนังสือพิมพ์ 1 ฉบับใช้เวลาในการประมวลผลผ่าน image processing เท่าไหร่ เพื่อที่จะสามารถทราบความเร็วของสายพาน เพื่อนำไปคำนวณความเร็วของสายพานไปทำการเลือกซื้อสายพาน และมอเตอร์ที่ใช้ในโครงการต่อไป รวมทั้งนำค่าความเร็วในการประมวลผลนี้เพื่อเป็นข้อกำหนดในการเขียนโปรแกรมอีกด้วย

7.1 การคำนวณ

ปริมาณหนังสือพิมพ์ที่ทำการคัดแยกต่อหนึ่งวัน 100,000 ฉบับ
จำนวนของเครื่อง feed ที่ใช้ 2 เครื่อง
เพราะฉะนั้น
ปริมาณหนังสือพิมพ์ที่ทำการคัดแยก/วัน/เครื่อง 50,000 ฉบับ
จาก จำนวนชั่วโมงที่คนทำงานต่อหนึ่งวัน 8 ชม.
คิดเป็น $8 \times 60 \times 60 = 28,800$ วินาที
เพราะฉะนั้น
จะต้องใช้ความเร็ว $28,800 / 50,000 = 0.576$ วินาที/ฉบับ
ประมาณได้ว่า เราจะต้องประมวลผล image processing ใช้เวลาโดยประมาณเท่ากับ 0.576 วินาที ต่อการแยกหนังสือพิมพ์ 1 ฉบับ

จากการทดลองที่ 2 ทำให้สามารถนำข้อมูลมาคาดเดาเวลาในการคัดแยกหนังสือพิมพ์ได้

โดยที่หนังสือพิมพ์มีความยาว 27 cm./ฉบับ
ความเร็วสูงสุดของสายพานจากการทดลอง 4.018 cm/s.
ทำให้ ทราบว่า หนังสือพิมพ์ 1 ฉบับ
จะใช้เวลาในการประมวลผลรูปดาวประมาณ

$$27 / 4.018 = 6.72 \text{ วินาที/ฉบับ}$$

เวลาเท่ากับเมื่อใช้เครื่องคัดแยก 2 เครื่อง 0.576 วินาที/ฉบับ

จะเห็นว่า เกิดปัญหาขึ้นว่า

เมื่อประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ช้ากว่าแรงงานคน (ประมาณ 12 คน)

7.2 การแก้ปัญหาเรื่องความเร็วการทำงาน

ถ้าต้องการให้ได้ความเร็วในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์เท่ากับ แรงงานคน

1. ต้องใช้กล้องที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหว ที่ frame rate สูงๆ และ ปรับค่า shutter speed ที่เหมาะสม
2. ใช้เครื่องคัดแยกหนังสือเพิ่มขึ้น

7.2.1 การเปลี่ยนกล้อง ให้เหมาะสมกับการทดลอง

จากการทดลองที่ 2

ทำให้สามารถนำข้อมูลมาคาดเดาเวลาในการคัดแยกหนังสือพิมพ์ได้

โดยที่หนังสือพิมพ์มีความยาว 27 cm./ฉบับ
ความเร็วสูงสุดของสายพานจากการทดลอง 4.018 cm/s.
ทำให้ ทราบว่า หนังสือพิมพ์ 1 ฉบับ
จะใช้เวลาในการประมวลผล

$$\text{รูปดาวประมาณ } 27 / 4.018 = 6.72 \text{ วินาที/ฉบับ}$$

$$\text{ถ้าต้องการให้ได้ ความเร็ว } 0.576 \text{ วินาที/ฉบับ}$$

จากกล้องเว็บแคม มีอัตราการรับภาพ 30 fps.

Assume

$$\text{กล้องที่รับได้กับความเร็วที่ต้องการคือ } 6.72 \times 30 / 0.576 = 350 \text{ fps.}$$

7.2.2 ใช้เครื่องคัดแยกหนังสือเพิ่มขึ้น

ปริมาณหนังสือพิมพ์ที่ทำการคัดแยกต่อหนึ่งวัน 100,000 ฉบับ

จาก จำนวนชั่วโมงที่คนทำงานต่อหนึ่งวัน 8 ชม.

$$\text{คิดเป็น } 8 \times 60 \times 60 = 28,800 \text{ วินาที}$$

เพราะฉะนั้น

$$\text{จะต้องใช้ความเร็ว } 28,800 / 100,000 = 0.288 \text{ วินาที/ฉบับ}$$

โดยที่หนังสือพิมพ์มีความยาว 27 cm./ฉบับ

ความเร็วสูงสุดของสายพานจากการทดลอง 4.018 cm/s.

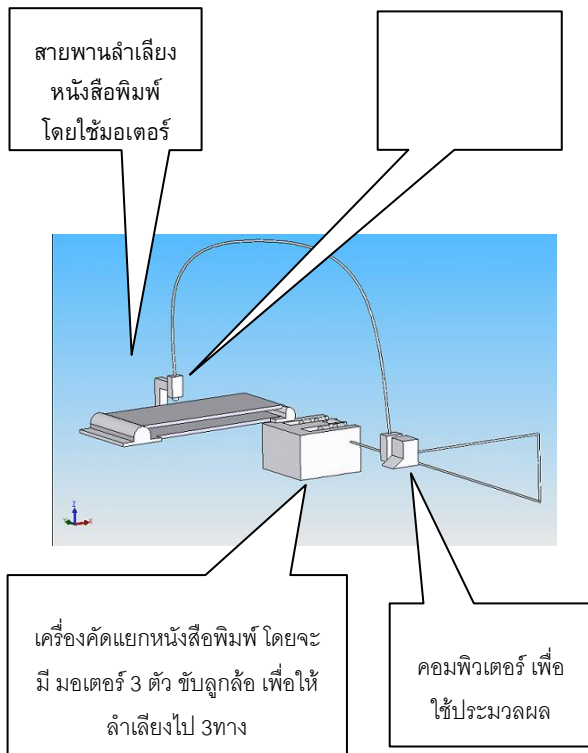
จะใช้เวลาในการประมวลผลรูปดาวประมาณ

$$27 / 4.018 = 6.72 \text{ วินาที/ฉบับ}$$

ดังนั้นจะต้องใช้เครื่องจักร $6.72 / 0.288 = 23.3$ เครื่อง

ประมาณได้ 24 เครื่อง

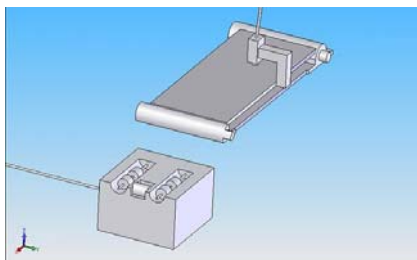
8. เครื่องต้นแบบเพื่อคัดแยกหนังสือพิมพ์



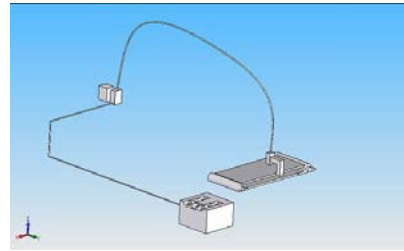
รูปที่ 8 ภาพจำลองโมเดล

8.1 หลักการทำงานของ Model

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานของแบบคร่าวๆ ของเครื่องคัดแยกหนังสือพิมพ์ดังแสดงในรูปที่ 8 หนังสือพิมพ์ที่จะคัดแยกจะถูกส่งมาจาก เครื่อง feed หนังสือพิมพ์ และลำเลียงมาตามสายพานเมื่อมาถึงบริเวณกล้อง กล้องจะทำการจับภาพ เพื่อนำภาพที่ได้ไปประมวลผลที่คอมพิวเตอร์ โดยใช้ โปรแกรมที่เขียนขึ้น เพื่อนับจำนวนดาว หรือภาพที่ต้องการนับ หลังจากได้คำสั่ง output จากตัวโปรแกรม แล้วสามารถที่จะดัดแปลงสัญญาณนี้ถูกส่งไปทางมอเตอร์ดังแสดงไว้ในรูปที่ 9 และ 10 ในส่วนคัดแยกเพื่อคัดแยกหนังสือพิมพ์ออกเป็นประเภทตามที่ได้ถูกกำหนดจากโปรแกรมโดยส่วนนี้เป็นส่วนที่สามารถพัฒนาได้ต่อไป (ในกรณี นี้คือมีดาว 3 ดวง จึงแยกเป็น 3 ประเภท)



รูปที่ 9 สายพานลำเลียง หนังสือพิมพ์ ปลายทางจะหล่นไปที่ส่วนคัดแยก



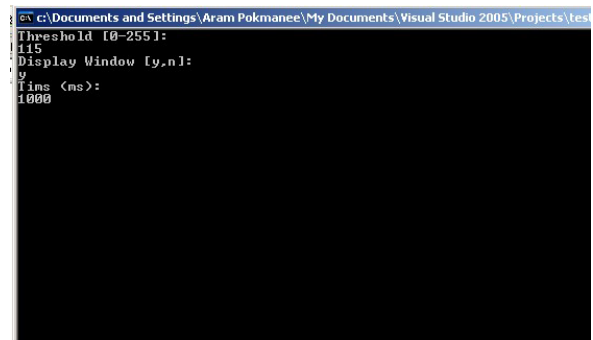
รูปที่ 10 ภาพมุมมองกว้างของปลายทางที่จะหล่นไปที่ส่วนคัดแยกหนังสือพิมพ์

จากรูปที่ 8 – 10 จะสามารถแยกได้เป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

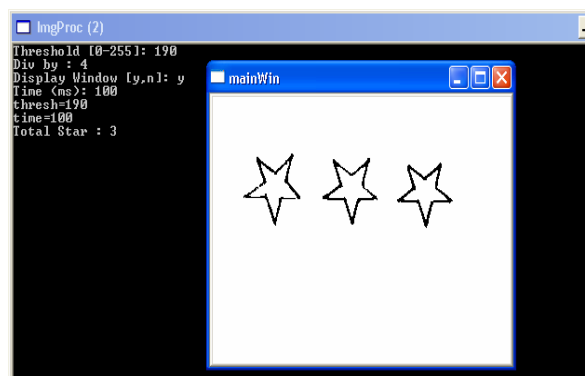
1. ด้าน input (กล้อง capture ภาพ)
2. ส่วนประมวลผล (คอมพิวเตอร์)
3. ด้าน output สามารถแยกประเภทหนังสือพิมพ์ได้ตามที่ต้องการ โดยส่วนนี้จะเป็นส่วนที่สามารถทำการทดลอง และนำไปประยุกต์ใช้ได้ ต่อไป

8.2 ภาพตัวอย่างโปรแกรม

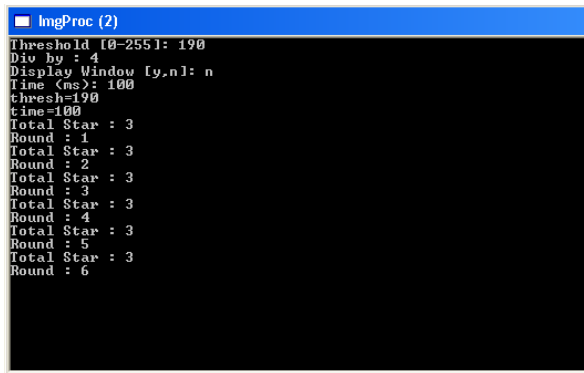
รูปที่ 11 – 13 แสดงภาพตัวอย่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเครื่องต้นแบบ



รูปที่ 11 แสดงการตั้งค่าก่อนที่จะคำนวณ เช่น Threshold , Display Window , Time



รูปที่ 12 หน้าจอที่แสดงเมื่อเซตค่า Display Window เป็น Y



รูปที่ 13 หน้าจอที่แสดงเมื่อเซตค่า Display Window เป็น N

9. สรุป (Conclusion)

ผลที่ได้จากการศึกษาโครงการตลอดเวลาที่ผ่านมา ได้มีการศึกษาการทำงานของกล่องและโปรแกรม ศึกษาหลักการทำงานในการเลือกคอนเวเยอร์ ลูกกลิ้งและมอเตอร์ ทำให้สามารถเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงการนี้ได้ และสามารถวิเคราะห์หาจุดเหมาะสมในการทำงานของแบบจำลองเครื่องคัดแยก ได้บรรลุ ตามแผนงานได้ด้วยดี

10. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันคั่นคว้าและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม (RDIP) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านสถานที่ และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่สนับสนุนในด้านเครื่องมือ

11. เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ, 2542, การวิเคราะห์ระบบการวัด (MSA), พิมพ์ครั้งที่ 1, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น). หน้า 55-60
- [2] Phillip J.Ross, Taguchi Techniques for Quality Engineering, McGraw-Hill Book Company, New york.
- [3] ชาญวุฒิ ตั้งจิตวิทยาและสาโรช ฐิติเกียรติพงศ์2538,วัสดุในงานวิศวกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: บริษัท พี.เอ. ลิฟวิ่ง จำกัด. หน้า 161-209