

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel Pentium 4 ความเร็วสัญญาณนาฬิกา 2.8 GHz บัสความเร็ว 800 MHz (Front Side Bus 800MHz) หน่วยความจำหลัก 768 MB ฮาร์ดดิสก์ขนาด 80GB ความเร็วรอบหมุน 7200rpm แบบ IDE ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft® Windows® XP Professional SP2
2. โปรแกรม MATLAB 7.0 R14 SP2 ของบริษัท Mathworks
3. โครงโลหะชนิดประกอบได้ ขนาด(กxยxส) 1.0 x 1.0 x 2.0 เมตร ยึดติดกันด้วยน็อต
4. ฉากผ้าสีดำ ขนาดพื้นที่ 2.0 ตารางเมตร
5. หลอด Incandescent ฮาโลเจน Flood ขนาด 300 W จำนวน 1 หลอด
6. ขาตั้งกล้องถ่ายภาพ
7. กล้องวิดีโอ Mini DV Panasonic NV-GX7 1CCD ถ่ายข้อมูลด้วย พอร์ต IEEE1394
8. กล้องวิดีโอ Mini DV Panasonic 3CCD ถ่ายข้อมูลด้วย พอร์ต IEEE1394
9. ลวดกำมะหยี่สี
10. เชือก
11. รอก
12. สายวัด

วิธีการ

ในงานวิจัยนี้ได้เน้นการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ และการสร้างอัลกอริทึมในการตรวจจับผลลัพธ์ก่อนเป็นลำดับแรก เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาเครื่องต้นแบบต่อไป แบ่งส่วนต่างๆ เป็น 3 ส่วนหลักได้แก่ ส่วนจับชิ้นงาน ส่วนเก็บข้อมูล และส่วนประมวลผล

ส่วนจับชิ้นงาน

ทำการศึกษาเครื่องจับชิ้นงานจากสถาบันวิจัยยาง ประกอบด้วย Hardware ต่างๆ ได้แก่ โต๊ะยึดอุปกรณ์ สายพาน มอเตอร์ รีเลย์สวิตช์ต่างๆ เพื่อใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่

ส่วนเก็บข้อมูล

โครงสร้างฉาก

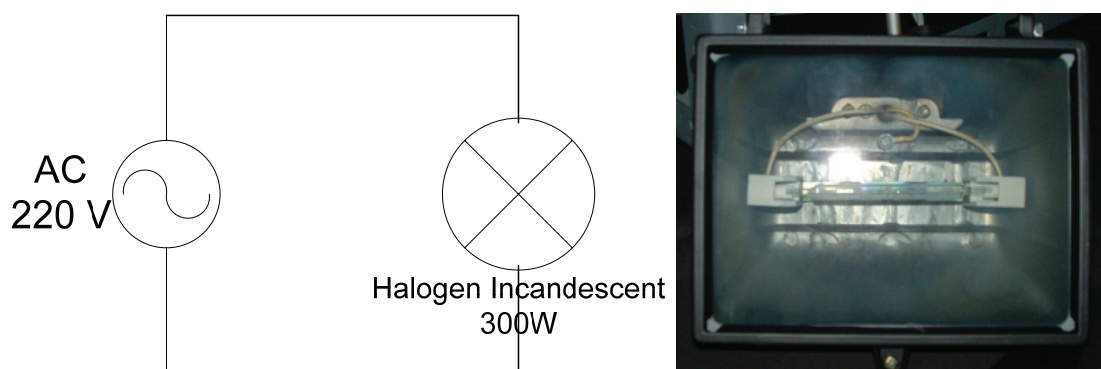
ที่ใช้ในการถ่ายภาพ ทำด้วย โครงโลหะชนิดประกอบได้ ขนาด(กxยxส)
1.0 x 1.0 x 2.0 เมตร ยึดติดกันด้วยน๊อต การใช้โครงโลหะชนิดประกอบได้นั้น มีข้อดีคือ สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่ายและแข็งแรง

ฉาก ผ้าดำ

ที่ใช้สำหรับทำฉาก ทำจากผ้ามองตากูลู สีดำ มีขนาดพื้นที่โดยประมาณ 2.0 ตารางเมตร เพื่อใช้เป็นฉาก และตัดแสงรบกวนจากภายนอกซึ่งมีผลต่อการทดลอง ซึ่งผ้าชนิดนี้เมื่อทำการถ่ายภาพแล้ว จะไม่เกิดแสงสะท้อนเนื่องจากคุณลักษณะเฉพาะของเส้นใยผ้า ทำให้ได้ภาพใกล้เคียงความจริง นอกจากนี้ การใช้ผ้ามีน้ำหนักเบาและติดตั้งได้สะดวก

แหล่งกำเนิดแสง

หลอดไฟฟ้าที่ใช้เป็นหลอด Incandescent ฮาโลเจน Flood ขนาด 300 W จำนวน 1 หลอด โดยหลอด Incandescent ฮาโลเจน นี้ เป็นหลอดที่ให้แสงสว่างสูง ค่าความเพี้ยนของสีต่ำ และให้แสงในลักษณะพุ่งกระจายออกจากแหล่งกำเนิดแบบมีทิศทาง



ภาพที่ 24 หลอดไฟฟ้าและวงจร

ขาตั้งกล้อง

มีความสูง 1 เมตร ตัวกล้องตั้งอยู่ห่างจากฉากรับภาพเป็นระยะ 0.6 - 1.2 เมตร

กล้องถ่ายภาพ

กล้องถ่ายภาพที่ใช้ทดสอบมีอยู่สองรุ่นด้วยกัน ได้แก่

1. กล้องวิดีโอ Mini DV Panasonic NV-GX7 1CCD ถ่ายโอนข้อมูลด้วย IEEE1394
2. กล้องวิดีโอ Mini DV Panasonic 3CCD ถ่ายโอนข้อมูลด้วย IEEE1394

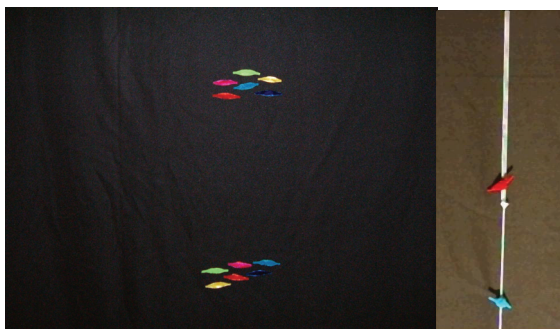
การใช้กล้องตรวจระยะชัด มีข้อดีในเรื่องของความยืดหยุ่นของขนาดของชิ้นงานเพราะเนื่องจากสามารถเพิ่มเติมซอฟต์แวร์ให้มีทางเลือกสำหรับตัวอย่างชิ้นงานลักษณะต่าง ๆ กันได้ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้งยังสามารถส่งถ่ายข้อมูลเชิงตัวเลขนี้ไปยังกระบวนการต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

เครื่องระบุตำแหน่งประกอบการประมวลผล

ในการวัดระยะห่างในการยึดของยาง จะจำเป็นต้องใช้ตัวชี้ตำแหน่ง (Marker) วัตถุแดง วัตถุ
น้ำเงิน โดยตัวชี้ตำแหน่งที่ได้ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. น้ำหนักเบา เนื่องจากน้ำหนักของตัวชี้ตำแหน่งที่เพิ่มขึ้น จะมีผลต่อการเคลื่อนที่และ
คำนวณแรงที่ใช้ในการยึดยาง
2. ราคาเหมาะสมต่อการทดสอบแต่ละครั้ง เนื่องจากต้องการลดค่าปฏิบัติการในการ
ทดสอบชิ้นงานยาง
3. ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ทดสอบ ในการทดสอบแบบปัจจุบันนั้น เมื่อยางเกิดการดึงจนฉีก
ขาดแล้ว ตัวชี้ตำแหน่งที่ติดตั้งไว้จะกระเด็นออก ก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายของผู้ทดสอบได้
4. มีความแตกต่างทางการมองด้วยภาพอย่างชัดเจน ในสภาพแวดล้อมที่จัดการทดลองไว้
เพื่อให้สามารถตรวจจับตำแหน่งได้โดยเกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

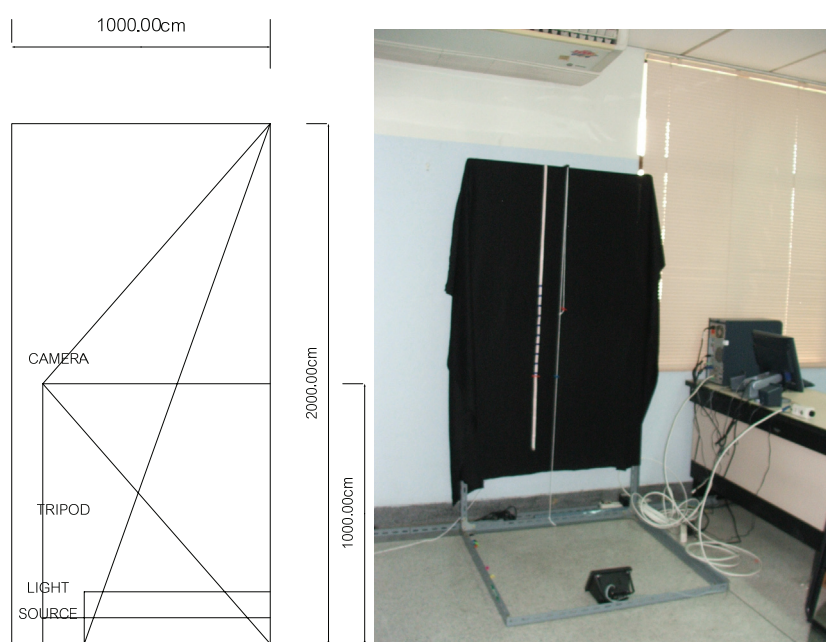
ผู้วิจัยได้เลือกใช้ลวดก้ามหอยสีติดตั้งบริเวณชิ้นยางทดสอบ เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีตามที่
ได้กล่าวข้างต้น และได้เลือกใช้ตัวชี้ตำแหน่งสีแดงและน้ำเงินเป็นตัวบ่งชี้ เนื่องจากเป็นสีที่
ตอบสนองต่อกล้องถ่ายภาพได้ชัดเจนที่สุดอันเป็นคุณลักษณะเฉพาะของระบบ CCD ในกล้องแต่
ละรุ่น ในกรณีที่ใช้กล้องรุ่นอื่น ควรทดสอบการตอบสนองของสีแล้วเลือกใช้ตัวชี้ตำแหน่งที่
ตอบสนองได้ดี นอกจากนี้ลวดก้ามหอยยังมีราคาย่อมเยาและมีลักษณะอ่อนนุ่ม ซึ่งต่างจากตัวชี้
ตำแหน่งแบบเดิมที่เป็นโลหะ



ภาพที่ 25 เครื่องระบุตำแหน่งประกอบการโปรแกรม

ตำแหน่งการติดตั้งระบบ

การติดตั้ง เป็นไปตามแผนผัง ดังภาพ



ภาพที่ 26 ตำแหน่งการติดตั้ง Hardware

การใช้เทคนิค image processing โดยการแปลงข้อมูลรูปชิ้นงานที่มีการทำเครื่องหมายไว้ เพื่ออ้างอิงเมื่อข้อมูลนี้ถูกแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัลซึ่งสามารถถูกประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ (Awcock and Thomas, 1995 ; Gonzalez and Woods, 2001) ได้บรรยายถึงทฤษฎีของ image processing ไว้โดยละเอียด พร้อมกับแสดงตัวอย่างการประยุกต์กับงานต่าง ๆ ซึ่งวิธีการ algorithm หนึ่งอาจจะให้ผลน่าเชื่อถือมากกว่าอีกวิธีการหนึ่ง ซึ่งผลการวิจัยจะรวบรวมข้อมูลว่า algorithm ที่เหมาะสมมีอยู่อย่างไรบ้าง ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการพัฒนาต่อยอดขึ้นไป และใน (Awcock and Thomas, 1995 ; Gonzalez and Woods, 2001) ยังกล่าวถึงอุปสรรคของสัญญาณรบกวนซึ่งนับรวมถึงแสงส่องสว่างไปยังบริเวณวัตถุอีกด้วย ซึ่งชุดจำลองการดึงชิ้นงานจะมีคอมพิวเตอร์ที่สามารถปรับระดับได้เพื่อทดสอบในส่วนของคุณภาพของเทคนิค image processing

จากการตั้งค่า จากถ่ายภาพ แหล่งกำเนิดแสง ตำแหน่งของวัตถุและอุปกรณ์ต่างๆในการรับภาพ กล้องถ่ายภาพแบบดิจิทัล จะเป็นข้อมูลสำหรับส่วนประมวลผลต่อไป

ส่วนประมวลผล

ประกอบด้วยส่วนการเขียนโปรแกรมเพื่ออ่านภาพข้อมูลในแต่ละช่วงเวลา ปรับปรุงภาพประมวลผลภาพ และแสดงค่าระยะห่าง ณ ช่วงเวลาต่างๆ

โปรแกรม

โปรแกรมเขียนขึ้นเป็น m file เพื่อใช้งานใน MATLAB MathWorks (2001) โดย มีการใช้ Image Acquisition Toolbox ในการรับสัญญาณภาพวิดีโอ เข้ามาด้วยอัตรา 10 เฟรมต่อวินาที ซึ่งสามารถปรับแต่งค่าการซักสัญญาณได้ตามความสามารถของกล้องแต่ละรุ่น และใช้ Image Processing Toolbox ในการช่วยประมวลผลภาพ

อัลกอริทึมที่เขียนขึ้นมาเฉพาะ จะบันทึกลงใน m file ซึ่งสามารถแปลงไปเป็นไฟล์ executable ได้เพื่อใช้งานในลักษณะ stand alone ไม่ต้องพึ่งพาโปรแกรม MATLAB ได้ในอนาคต

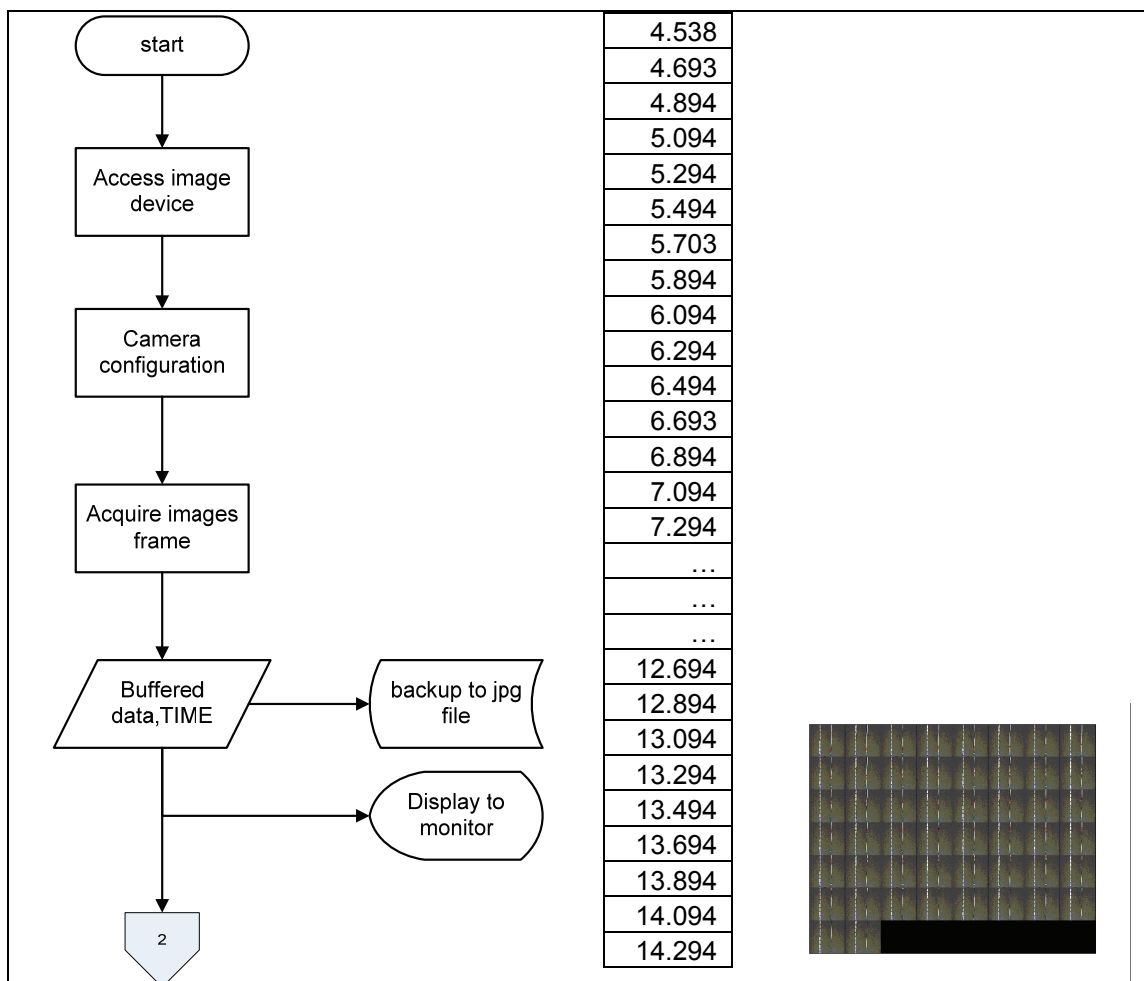
ขนาดภาพที่รับ รูปแบบของภาพ

ให้ขนาดของภาพความละเอียดสูงสุด 640x480 พิกเซล เทียบกับขอบเขตของภาพในแนวตั้งประมาณ 30 เซนติเมตร บันทึกในรูปแบบ JPEG

การประมวลผลภาพ

Image Acquisition

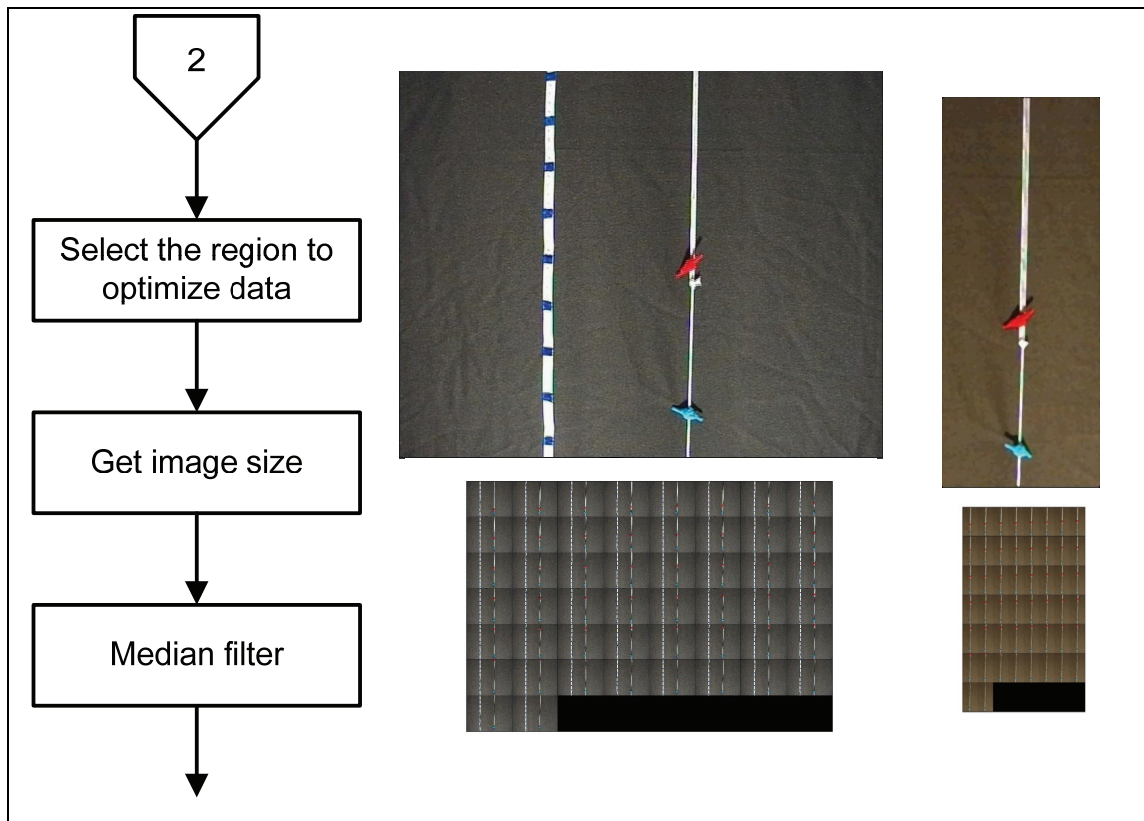
เริ่มต้น โปรแกรมจะทำการปรับปรุงตั้งค่าการบัฟเฟอร์ภาพของกล้องให้สามารถเก็บภาพเข้ามาได้อย่างต่อเนื่อง โดยภาพที่รับเข้ามานี้ จะเป็นแบบ winvideo โดยมีการตั้งช่วงการจับภาพในแต่ละเฟรม โดยในที่นี้ จะตั้งค่าให้เก็บภาพทั้งหมด 50 เฟรม ด้วยอัตรา 10 เฟรมต่อวินาที นั่นคือเก็บเฟรมละทุกๆ 0.2 วินาที ซึ่งจะมีการเก็บข้อมูลในแต่ละเฟรมไว้ (FRAMES) และเวลาที่บันทึกทั้งหมด (TIME) เพื่อใช้ในการประมวลผล ภาพทั้งหมดจะสำรองเพิ่มเติมในลักษณะ JPEG และแสดงผลรวมผ่านทางหน้าจอ เพื่อตรวจสอบการจับภาพ



ภาพที่ 27 Flowchart ของ Image Acquisition

Image Enhancement & Segmentation

ถัดมาจะเป็นการ Crop ภาพ เพื่อลดขนาดของเมตริกซ์ภาพลงโดยกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการในการประมวลผลภาพ คือสเกลสายวัดหน่วยเซนติเมตรที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลการทดลองทางด้านซ้าย และพื้นที่ว่างทางด้านขวา

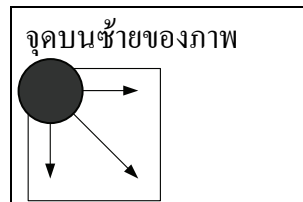


ภาพที่ 28 Flowchart และการทำ Image Cropping

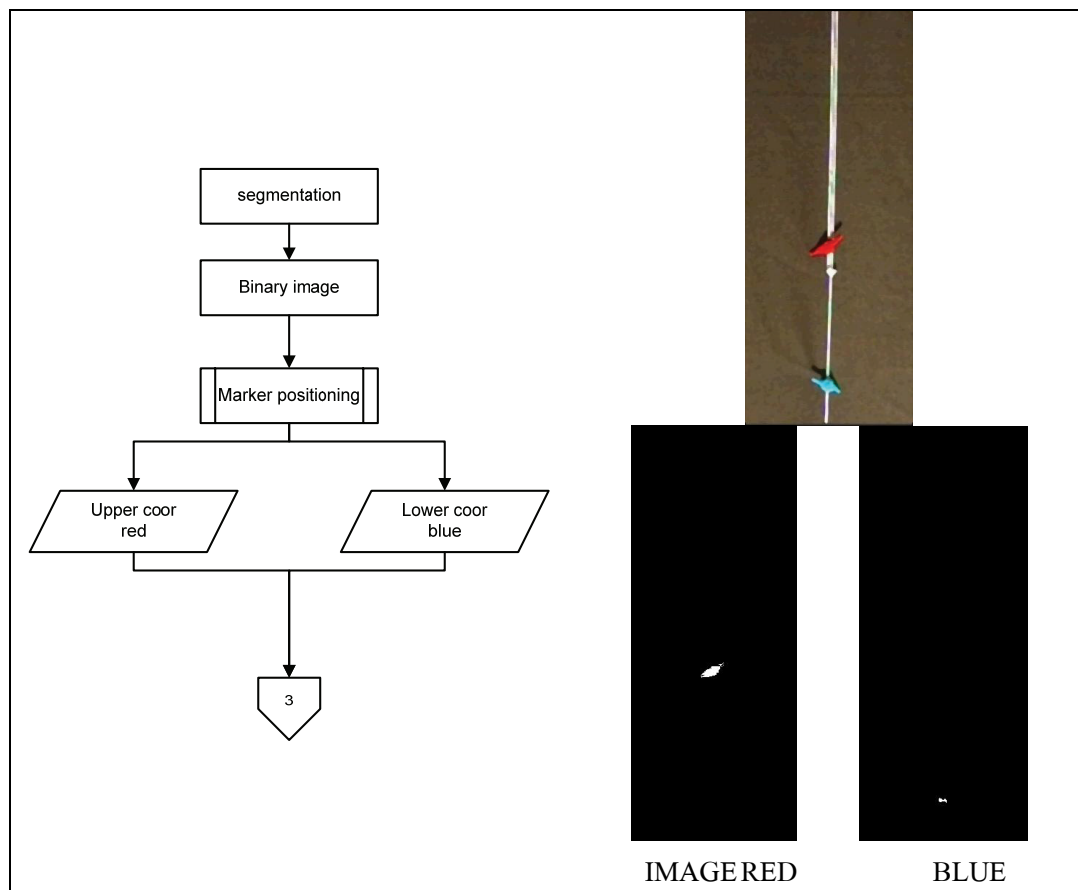
จากนั้นนำภาพที่ได้ หาขนาด และนำผ่าน Median Filter ขนาด 5x5 เพื่อลดสิ่งรบกวนภายในภาพ ให้ภาพมีความราบรื่น (Smooth) ยิ่งขึ้น ทั้งสามกลุ่มสีอื่น ได้แก่ แดง เขียว น้ำเงิน

Seed Locating

ต่อไปจะเป็นการหาดำแหน่งของ Marker สีแดงและสีน้ำเงิน ซึ่งอยู่บนภาพที่ใช้ในการทดลอง เพื่อใช้ในการกำหนดด้านบนและด้านล่างของชิ้นยางทดสอบ โดยจะทำการสแกนหาจุดสีแดงและน้ำเงิน จากทางตำแหน่งบนซ้าย และล่างขวา ซึ่งค่าที่สแกนได้แต่ละครั้ง โดยค่าที่เข้าข่ายจะถูกบันทึกไว้ด้วยการสร้างภาพแบบขาวดำขึ้นมาใหม่



ภาพที่ 29 ทิศทางการสแกน



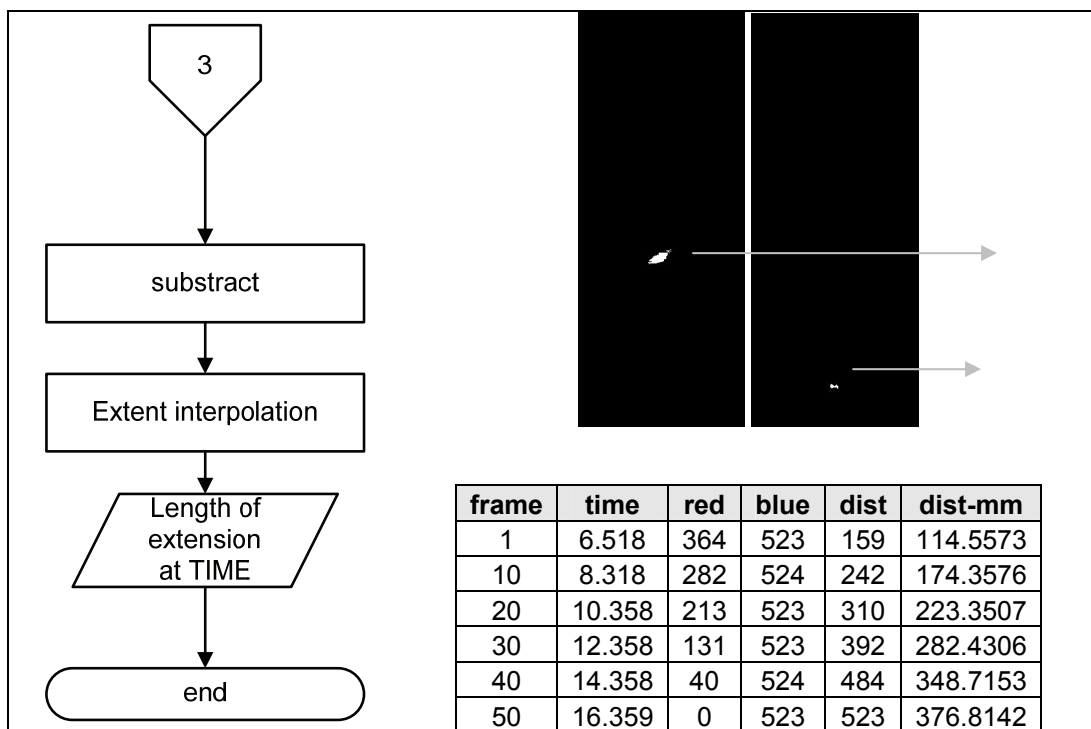
ภาพที่ 30 Flowchart และการทำ Sensor Detection

Features Calculation

หลังจากทราบค่าตำแหน่งของจุดที่จะใช้ในการกำหนดขอบเขตแล้ว จะทำการหาค่าสัมบูรณ์ผลต่างระหว่างค่าตำแหน่งแดงกับตำแหน่งน้ำเงิน โดยการลบค่าแถวของแถบน้ำเงิน จนถึงลำดับแถวของแถบบน จะได้ค่าระยะห่างเป็นหน่วยพิกเซล

ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ในการปรับค่าที่ดึงออกมา จากแผนผัง จะพบว่ากล้องรับภาพได้เพียงบางส่วน ซึ่งเราสามารถหาขนาดของพิกเซลเทียบกับระยะห่างเป็นมิลลิเมตรได้ด้วยการเทียบบัญชีไตรยางศ์ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้นั้นอยู่ที่ประมาณ 0.7204681

ในส่วนของการบันทึกเวลา จะนำเวลาที่บันทึกไว้มาหาค่าผลต่างเพื่อให้ได้ช่วงเวลาที่เพิ่มขึ้นในการจับภาพว่ามีค่าเท่าใด

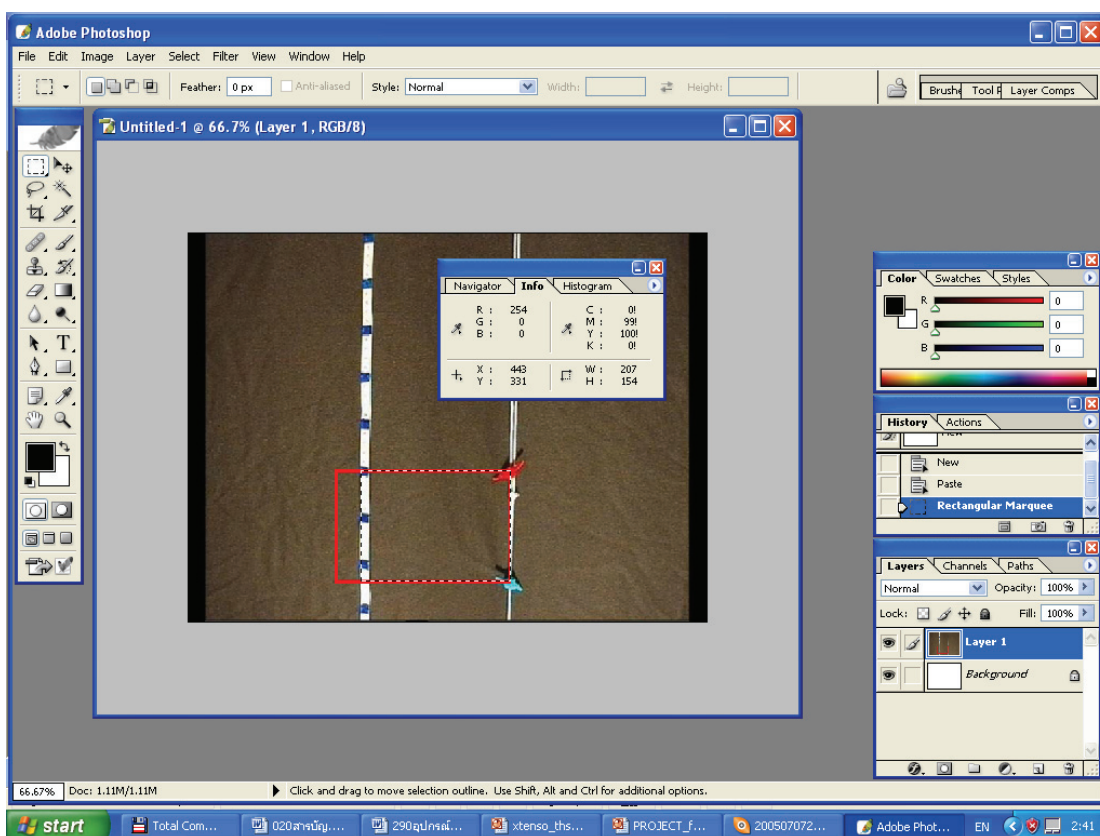


ภาพที่ 31 Flowchart และการทำ Features Calculation

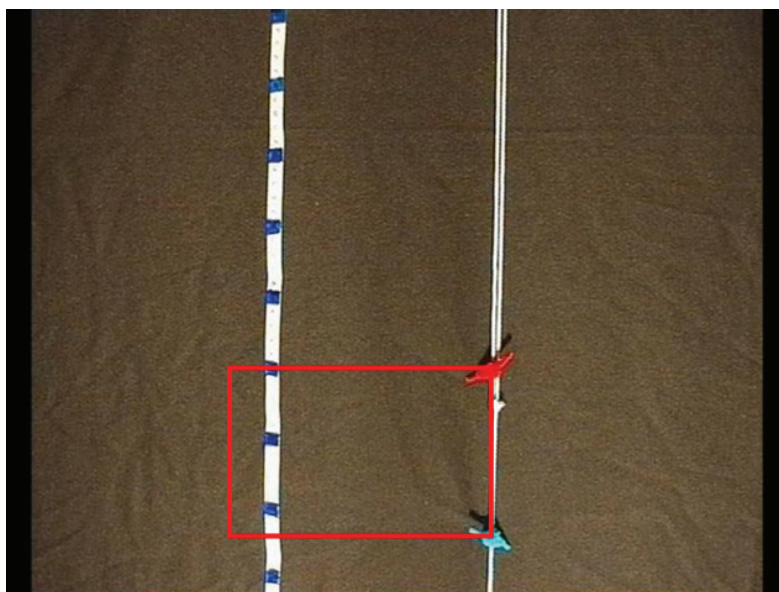
ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็จะนำมาแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับระยะยัดที่เพิ่มขึ้น

การวัดเปรียบเทียบขนาดจริง

ในการวัดเปรียบเทียบขนาดจริงนั้น ในภาพแต่ละเฟรมนั้น ได้ติดตั้งแถบสายวัดไว้ในบริเวณด้านซ้ายมือ มีสเกลติดตั้งไว้ตามขนาดของสายวัด โดยได้ทำเครื่องหมายโดยทำแถบสีน้ำเงินที่สายวัด ทุกๆ 5 เซนติเมตร เพื่อให้ทำให้ง่ายต่อการมองเห็นได้เด่นชัดยิ่งขึ้น ภาพที่ได้ในแต่ละเฟรม จะนำมาวัดโดยใช้โปรแกรมตกแต่งภาพดิจิทัลต่อไป วัดความยาวจาก จุดกึ่งกลางของเครื่องระบุตำแหน่งประกอบการโปรแกรม สีแดง ไปยัง จุดกึ่งกลางของเครื่องระบุตำแหน่งประกอบการโปรแกรม สีน้ำเงิน แล้วนำมาเทียบกับสเกลที่อ่านค่าได้จากภาพสายวัดที่อยู่ทางด้านข้าง ผู้วิจัยจะเป็นผู้อ่านค่าที่อ่านได้จากสายวัด ซึ่งความสามารถในการวัดเปรียบเทียบขนาดจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดนี้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของผู้อ่านค่าเฉพาะบุคคล บันทึกเป็นหน่วยพิกเซล แล้วนำค่าที่ได้เข้ามาคูณกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้อีกครั้ง ดังภาพ



ภาพที่ 32 การวัดเปรียบเทียบขนาดจริง (1)



ภาพที่ 33 การวัดเปรียบเทียบขนาดจริง (2)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเครื่องวัดระยะยืดของยางตัวอย่าง (Extensometer) และมาตรฐานที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. ทำการเก็บข้อมูลภาพโดยเขียนโปรแกรมส่วนรับภาพเข้าสู่ส่วนประมวลผล
3. เขียนโปรแกรมในการประมวลผลโดยรับภาพเข้ามา เพื่อแสดงผลภาพและแสดงค่าระยะห่าง ณ ช่วงเวลาต่างๆ

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

ทำวิจัยที่ สถาบันคั่นคว่ำและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตทางอุตสาหกรรม RDIPT คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะเวลาทำการวิจัย

เริ่มทำการวิจัยตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2549