

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ

3D CONSTRUCTION



๑/๒
๑/๒
๑๕๕๑

เลขหมู่..... 103043
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี..... 24 ส.ค. 2552

b. 121 00511
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทชั้นปีการศึกษา 2551

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ

3D CONSTRUCTION

ผู้จัดทำ

1. นายธงไชย หนูแก้ว 48010338
2. นายชนพล เกียรติเสวีกุล 48010344
3. นายนฤเบศ โปธิ์สาจันทร์ 48010431



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ

นายธงไชย	หนูแก้ว	48010338
นายชนพล	เกียรติเสวีกุล	48010344
นายนฤเบศ	โพธิ์สาจันทร์	48010431
อาจารย์จรัสศักดิ์	สิทธิกร	อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์เจริญ	วงษ์ชุ่มเย็น	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ปีการศึกษา 2551		

บทคัดย่อ

เป็นการศึกษาการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติ โดยใช้ภาพถ่ายดิจิทัลหลายๆ ภาพ รอบๆ วัตถุแล้วนำมาหาพิกัดทางเรขาคณิตของพื้นผิววัตถุ โดยใช้ทฤษฎีประยุกต์ที่ได้ศึกษามา แล้วใช้ความรู้ด้านโอเพนจีแอล (OpenGL) ในการนำข้อมูลภาพที่ได้นำไปสร้างเป็นภาพ 3 มิติขึ้นมา โดยการเอาพิกัดบนพื้นผิววัตถุไปสร้างบนพื้นที่ว่าง (Space) ในโอเพนจีแอลนั่นเอง

เทคนิคการสร้างภาพ 3 มิติที่ได้ สามารถพัฒนาต่อไปได้ เพื่อการนำไปถ่ายภาพวัตถุที่มีความซับซ้อนมากขึ้น หรือเอาไปประยุกต์ใช้งานกับด้านกราฟิกอื่นๆ ได้อีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3D CONSTRUCTION

Mr. Tongchai	Nookaew	48010338
Mr. Tanapol	Kiatsaveekul	48010344
Mr. Naruebate	Phosachan	48010431
Mr. Jirasak	Sittigorn	Advisor
Mr. Chareon	Vongchumyen	Co-Advisor

Academic Year 2008

Abstract

This project studies about how to model 3D Object from sequence of images around the object, in order to collect the information from images to find coordinates of the object's surface and convert them into coordinates in 3d space, then create 3d object by using OpenGL.

This 3D Construction can be more develop in order to use with more complicated object. Not only that, this knowledge can be applied to use with other graphical techniques.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
สารบัญ.....	III
สารบัญรูป.....	V
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.5 รายละเอียดของการพัฒนา.....	2
1.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	2
1.5.2 เทคนิคที่ใช้ในการพัฒนา.....	2
1.6 ข้อจำกัดในการพัฒนา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ระบบพิกัด (Coordinate Systems).....	3
2.1.1 ระบบพิกัดพิกเซล และพิกัดภาพ (Pixel and Image Coordinates).....	3
2.1.2 ระบบพิกัดภาพและพิกัดโลก (Image and World Coordinate System).....	4
2.2 โอเพนจีแอล (OpenGL).....	5
2.3 วิชวลเบสิกคอตเน็ต (Visual Basic VB.NET).....	5
2.3.1 การใช้วิชวลเบสิกควบคุมกล้อง.....	5
2.4 ไมโครซอฟต์ฟาวเดชั่นคลาส (Microsoft Foundation Class - MFC).....	6
2.5 สเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping Motor).....	6
2.6 กล้องเว็บแคม (Web Camera).....	7
2.7 ทฤษฎีการหาพิกัดจริงจากภาพถ่าย.....	8
2.7.1 หาพิกัดจริงในแนวแกน X.....	8
2.7.2 หาพิกัดจริงในแนวแกน Y.....	9
2.7.3 หาพิกัดจริงในแนวแกน Z.....	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.4 การคำนวณหาพิกัดที่หมุนไป.....	12
บทที่ 3 การออกแบบโครงการ.....	13
3.1 อุปกรณ์ฐานถ่ายภาพ.....	13
3.1.1 กล้องเว็บแคม.....	14
3.1.2 ฉากสำหรับคาลิเบรตกล้อง.....	14
3.1.3 ฐานสำหรับวางวัตถุ.....	15
3.1.4 ฐานวางกล้อง.....	15
3.1.5 วัตถุ.....	16
3.1.6 หลอดตะเกียบ (Compact Fluorescent Lamp).....	16
3.2 การออกแบบวงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานสเต็ปปีงมอเตอร์.....	16
3.2.1 ข้อมูลจำเพาะของพอร์ตขนาน.....	18
3.3 โปรแกรมควบคุมกล้องและสเต็ปปีงมอเตอร์ (StepPicture).....	19
3.3.1 รายละเอียดการทำงานของโปรแกรมควบคุมกล้องและสเต็ปปีงมอเตอร์.....	19
3.4 โปรแกรมเก็บพิกัดภาพถ่าย.....	20
บทที่ 4 สรุป.....	24
4.1 แนวทางการพัฒนาต่อ.....	24
4.2 สรุป.....	24
บรรณานุกรม.....	25
ภาคผนวก ก วิธีการใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์.....	26
ภาคผนวก ข แนวทางการพัฒนาต่อการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล.....	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบพิกัดพิกเซล และพิกัดภาพ.....	3
รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดของรูปถ่าย และพิกัดของวัตถุ ที่ถ่ายจากจุด O	4
รูปที่ 2.3 การหาพิกัดจริงในแนวแกน X.....	8
รูปที่ 2.4 การหาพิกัดจริงในแนวแกน Y.....	10
รูปที่ 2.5 การหาพิกัดจริงในแนวแกน Z.....	11
รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ฐานถ่ายภาพ.....	13
รูปที่ 3.2 การติดสติ๊กเกอร์ เพื่อใช้ในการคาลิเบรต.....	14
รูปที่ 3.3 การประกอบฉากคาลิเบรตเข้าที่ฐานสำหรับวางวัตถุ.....	15
รูปที่ 3.4 การประกอบฐานวางกล้อง.....	16
รูปที่ 3.5 วงจรที่ออกแบบและการเชื่อมต่อของวงจร.....	17
รูปที่ 3.6 โปรแกรมควบคุมกล้องและสแตปปีงมอเตอร์ (StepPicture).....	19
รูปที่ 3.7 จุดที่ใช้ในการคาลิเบรต.....	21
รูปที่ 3.8 การเก็บช่วงในการคาลิเบรตแกน Y.....	21
รูปที่ 3.9 การเก็บช่วงในการคาลิเบรตแกน Z.....	22
รูปที่ 3.10 การลากเส้นโดยมีการอ้างอิงจากภาพก่อนหน้า.....	22
รูปที่ 3.11 ภาพ 3 มิติที่ได้.....	23
รูปที่ ก.1 ภาพที่ฉายจากกล้อง เมื่อวางกล้องไว้ตำแหน่งที่เหมาะสม.....	26
รูปที่ ก.2 หน้าต่างบันทึกภาพ.....	27
รูปที่ ก.3 ไดอะล็อกบ็อกซ์หลังปิดโปรแกรมถ่ายภาพ.....	27
รูปที่ ก.4 หน้าต่างไดอะล็อกใหม่.....	28
รูปที่ ก.5 ไดอะล็อกหลังเลือกจุดคาลิเบรตเสร็จแล้ว.....	28
รูปที่ ก.6 ภาพ 3 มิติหลังจากที่ทำการกดปุ่ม Done.....	29
รูปที่ ก.7 กล้องเว็บแคมที่ใช้การถ่ายภาพ.....	30
รูปที่ ก.8 ฐานตั้งกล้องเว็บแคม.....	30
รูปที่ ก.9 ฐานถ่ายภาพ.....	31
รูปที่ ก.10 หลอดไฟที่ติดมาพร้อมฐาน.....	31
รูปที่ ก.11 จากหลัง.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ ก.12 อุปกรณ์แปลงไฟ DC 12 โวลต์.....	32
รูปที่ ก.13 สาย DB25 pin.....	33
รูปที่ ก.14 แผงวงจรควบคุมสแต็ปปีงมอเตอร์.....	33
รูปที่ ก.15 การติดตั้งหัวจ่ายไฟและภาพเล็กแสดงหัวที่ใช้กับวงจร	34
รูปที่ ก.16 การติดตั้ง pin จากสาย DB25 ลงบนแผงวงจร.....	34
รูปที่ ก.17 การติดตั้ง DB25 pin เข้ากับพอร์ตขนาน	35
รูปที่ ก.18 การยึดฐานตั้งกล้องกับฐานรูปเล็กทางซ้ายแสดงให้เห็นรูที่ใช้ยึด.....	35
รูปที่ ก.19 การติดตั้งกล้องเว็บแคมรูปเล็กทางซ้ายแสดงให้เห็นถึงบริเวณเบนสุด	36
รูปที่ ก.20 แถบกาวยึดที่มีไว้ยึดฉากเข้ากับฐานภายใต้ภาพซึ่งจะมีติดอยู่กับฉากทั้ง 3 ด้าน	37
รูปที่ ก.21 รอยพับฉากที่มีไว้เชื่อมกับฐานภายใต้ภาพ	37
รูปที่ ก.22 ช่องว่างที่ไว้เชื่อมกับฐานด้านที่ยึดกับขาตั้งหลอดไฟ.....	38
รูปที่ ก.23 การประกอบฉากกับขอบฐานด้านบนของแถบกาวยึดต้อง	38
รูปที่ ก.24 ช่องด้านหลังฉากที่ทำให้เก็บรวมสายไฟ.....	39
รูปที่ ก.25 ฉากที่ประกอบเข้ากับฐานเสร็จสมบูรณ์.....	39
รูปที่ ก.26 อุปกรณ์ถ่ายภาพวัตถุที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์	40
รูปที่ ก.27 ไฟล์ติดตั้งโปรแกรม 3D Construction.....	41
รูปที่ ก.28 หน้าต่างที่ปรากฏขึ้นหลังจากดับเบิลคลิกที่ไฟล์ติดตั้ง.....	41
รูปที่ ก.29 หน้าต่างแสดงให้เลือกว่าจะทำการสร้าง Shortcut ไว้ที่ Desktop หรือไม่.....	42
รูปที่ ก.30 หน้าต่างแสดงชื่อโฟลเดอร์ที่เก็บโปรแกรม	42
รูปที่ ก.31 หน้าต่างแสดงความถี่ในการติดตั้งโปรแกรม.....	43
รูปที่ ก.32 หน้าต่างแสดงเมื่อทำการติดตั้ง โปรแกรมเสร็จสมบูรณ์	43
รูปที่ ข.1 ภาพก่อนการจัดฉากของภาพ.....	44
รูปที่ ข.2 ภาพหลังการจัดฉากของภาพ	45
รูปที่ ข.3 ภาพที่ใช้ในการหาเส้นขอบของวัตถุ.....	45
รูปที่ ข.4 ภาพหลังจากผ่านฟังก์ชันแคนนิตีเทกชัน	46
รูปที่ ข.5 ระยะห่างจากแต่ละจุด ไปยังจุดศูนย์กลางในมุมที่ต่างกัน	46
รูปที่ ข.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของจุดทั้งสาม	47
รูปที่ ข.7 ตัวอย่างกราฟที่ผ่านฟังก์ชันฮัฟทรานซฟอร์ม.....	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่

หน้า

รูปที่ ข.8 ภาพที่เกิดจากเส้น จากการเลือกจุดในรูปด้านบน..... 48



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในการขึ้นรูปวัตถุแบบ 3 มิติ (3D Object Modeling) ตามแบบวัตถุด้วยคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไป ผู้ใช้จะทำการขึ้นรูปโดยใช้โปรแกรม 3 มิติสำเร็จรูป (เช่น 3D Max Studio, MAYA, Lightwave) เนื่องจากผู้ใช้งานต้องคาดคะเนขนาด รูปทรงให้ถูกต้องด้วยตัวเอง จึงมีความเป็นไปได้ว่า วัตถุที่ได้ อาจมีขนาดที่ผิด ไม่สมส่วน คณะผู้จัดทำจึงได้มีแนวคิดศึกษา พัฒนาเทคนิคการขึ้นรูป วัตถุ 3 มิติ โดยใช้ภาพถ่าย 2 มิติหลายๆ ภาพจากมุมมองรอบวัตถุ แล้วใช้ทฤษฎีประยุกต์ที่ได้ศึกษา มาเพื่อสร้างรูปวัตถุ 3 มิติขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาวิธีการและพัฒนาโปรแกรม และทฤษฎีประยุกต์ที่ได้ศึกษามา มาประมวลผล ภาพถ่ายดิจิทัล 2 มิติ หลายๆ ภาพจากมุมมองรอบวัตถุ เพื่อนำมาสร้างเป็นรูปทรง 3 มิติ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

สามารถทำการนำวัตถุที่มีรูปทรงเหลี่ยม ไม่มีส่วนโค้ง มาวางบนอุปกรณ์ฐานถ่ายภาพ เพื่อ จัดเก็บภาพแล้วนำภาพที่ได้มาประมวลผล โดยใช้ทฤษฎีประยุกต์ที่ได้ศึกษาเพื่อสร้างรูปทรง 3 มิติ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถสร้างรูปวัตถุ 3 มิติได้ใกล้เคียงกับวัตถุจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 รายละเอียดของการพัฒนา

1.5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

- 1.5.1.1 ภาษาซีพลัสพลัส (C++), ภาษาวิซวลเบสิก (Visual Basic) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio
- 1.5.1.2 โอเพนจีแอลไลบรารี (OpenGL Library)
- 1.5.1.3 Microsoft Foundation Classes
- 1.5.1.4 สเต็ปป์มอเตอร์ (Stepping Motor)
- 1.5.1.5 กล้องเว็บแคม (Web Camera)

1.5.2 เทคนิคที่ใช้ในการพัฒนา

- 1.5.2.1 ทฤษฎีการหาพิกัดจริงบนภาพถ่าย

1.6 ข้อจำกัดในการพัฒนา

การนำพิกัดจากภาพถ่าย 2 มิติไปใช้ ยังไม่สามารถให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลเพื่อเก็บพิกัดเหล่านั้นได้เองโดยอัตโนมัติ จึงต้องทำการเก็บพิกัดโดยให้ผู้ใช้กำหนดค่าพิกัด ซึ่งอาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อน ทำให้ภาพ 3 มิติที่ได้ไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง และทฤษฎีที่ใช้ยังไม่สามารถรู้ได้ว่าเส้นในแนวตั้งนั้นเอียง หรือตั้งฉาก วัตถุที่ใช้จริงต้องเป็นวัตถุที่ไม่มีเส้นโค้ง เส้นเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

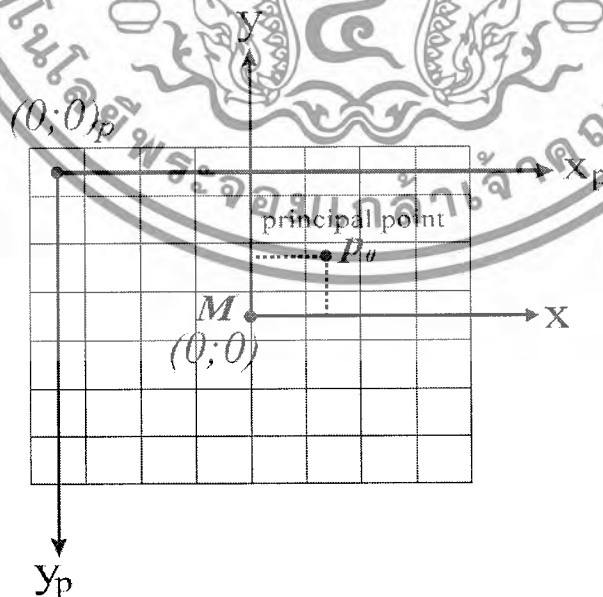
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบพิกัด (Coordinate Systems)

เพื่อที่จะสร้างวัตถุขึ้นมาใหม่จากรูปภาพ จำเป็นต้องรู้ถึงความสัมพันธ์ของระบบพิกัดในรูปแบบและความเป็นจริง ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกับพิกัดดิจิทัลสำหรับภาพ และ ระบบพิกัดโฟโตแกรมเมตริก (Photogrammetric) หรือการตรวจสอบสภาพรูปทรงของวัตถุจากรูปภาพ กับลูกบาศก์โวเซล (Voxel) โดยระบบพิกัดแบบดิจิทัลจะเทียบได้กับโครงสร้างความจำของคอมพิวเตอร์ จะนับจากด้านซ้ายโดยมีจุดกำเนิด อยู่ที่มุมซ้ายบน ขณะที่ระบบพิกัดแบบโฟโตแกรมเมตริกจะนับจากด้านขวา ส่วนมากมีจุดกำเนิดอยู่ที่ตรงกลาง

2.1.1 ระบบพิกัดพิกเซล และพิกัดภาพ (Pixel and Image Coordinates)

ระบบพิกัดพิกเซล จะต่างไปจากพิกัดภาพ คือเป็นชุดเลขจำนวนเต็มแบบอาเรย์ 2 มิติ โดยทั่วไปแล้ว ภาพดิจิทัลนั้นจะเป็นค่าตัวแปรแฉວລຳດັບแบบ 2 มิติ ซึ่งจะมีค่าเก็บไว้ แกนนอนเป็นแกน X และแกนตั้งเป็นแกน Y โดย ระบบพิกัดพิกเซลนั้นจะมีจุดกำเนิด (0, 0) ที่จุดซ้ายบน ส่วนพิกัดภาพนั้นจะเริ่มจากกึ่งกลางของภาพนั้นๆ และมีจุดหลักสำคัญด้วย ในการขึ้นรูปใหม่นั้นจะใช้จุดกลางภาพ หรือจุด M และมีจุดหลักสำคัญ หรือจุด P_0 ซึ่งได้มาจากการปรับค่าของกล้อง



รูปที่ 2.1 ระบบพิกัดพิกเซล และพิกัดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โอเพนจีแอล (OpenGL)

โอเพนจีแอล เป็นซอฟต์แวร์ไลบรารีที่ใช้ติดต่อกับฮาร์ดแวร์แสดงผล โดยมีคำสั่งพื้นฐานประมาณ 120 คำสั่งที่สามารถใช้กำหนดคุณลักษณะและควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชัน 3 มิติ ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถใช้ไลบรารี โอเพนจีแอล ได้โดยไม่มีค่าลิขสิทธิ์

โอเพนจีแอลถูกออกแบบมาโดยไม่มียึดติดกับระบบปฏิบัติการ สามารถทำงานได้ทุกแพลตฟอร์ม (Portability) เพื่อที่จะบรรลุเป้าหมายนี้ โอเพนจีแอลจะไม่มีคำสั่งที่จัดการกับระบบปฏิบัติการเลย อีกทั้งยังไม่มีคำสั่งเพื่อรับอินพุตจากผู้ใช้ อย่างไรก็ตามยังมีซอฟต์แวร์เพิ่มเติมที่ช่วยจัดการงานทั้งสองนี้ หากพัฒนาโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows OS) นอกจากนี้โอเพนจีแอลยังไม่มีคำสั่งระดับสูงที่จะใช้วาดวัตถุสามมิติแบบซับซ้อน เช่น รัศมี หรือ โมเลกุล สิ่งที่โอเพนจีแอล เตรียมไว้ให้สำหรับสร้างรูปจำลองสามมิติ คือ รูปทรงเรขาคณิตอย่างง่ายได้แก่ จุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยมซึ่งผู้ใช้งานจะต้องนำรูปทรงเหล่านี้มาประกอบกันเพื่อให้เกิดรูปทรงสามมิติที่ซับซ้อน

2.3 วิชาเวบสติกคอตเน็ต (Visual Basic VB.NET)

วิชาเวบสติกคอตเน็ต (VB.NET) คือ เครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรมเป็นภาษาหนึ่งในกลุ่มไมโครซอฟท์วิสวลสตูดิโอ คอตเน็ต (Microsoft Visual Studio .NET) เป็นการโปรแกรมที่มีสภาพแวดล้อมแบบกราฟิกสำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows Operating System) โดยมีรากฐานภาษามาจากภาษาเบสิก และทำงานบนคอตเน็ตเฟรมเวิร์ค (Dotnet Framework) ถูกออกแบบให้มีความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุอย่างแท้จริง และรองรับการออกแบบด้วยยูเอ็มแอล (UML = Unified Modeling Language)

วิชาเวบสตูดิโอคอตเน็ต (Visual Studio .NET) คือ เครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรมแบบครบวงจร เป็นการรวมเครื่องมือที่จำเป็นต่อการพัฒนาโปรแกรมอย่างครบถ้วน (IDE = Integrated Development Environment) ซึ่งรวมบริการการพัฒนาภาษาโปรแกรม บริการคลาสดพื้นฐานให้นำมาใช้งานร่วมกันได้อย่างเป็นระบบ เช่น เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ (SQL Server) วิชาเวบสติกคอตเน็ต (VB.NET) วิชาเวบซีชาร์ป (VC#) วิชาเวบเจชาร์ป (VJ#) วิชาเวบซีพลัสพลัส (VC++) และเอเอสพีคอตเน็ต (ASP .NET) เป็นต้น โดยทั้งหมดทำงานอยู่บนซีแอลอาร์ (CLR = Common Language Runtime) ที่รองรับการประมวลผลและเข้าใช้ทรัพยากรในเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.1 การใช้วิชาเวบสติกควบคุมกล้อง

การใช้งานวิชาเวบสติกในการควบคุมกล้องนั้น ได้นำเอาไฟล์ avicap32.dll มาใช้ประโยชน์ในการถ่ายภาพวัตถุจากกล้องเว็บแคม โดยไฟล์นี้มีอยู่แล้วในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โดยจะถูก

เก็บไว้ที่ C:\Windows\system32

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงวนเวสสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันการทำงานของไฟล์ avicap32.dll นั้น คือ การสตรีมไฟล์มาแสดงเป็นภาพวิดีโอหรือภาพเคลื่อนไหว แต่ที่ต้องการใช้เป็นแค่ภาพวัตถุจึง การใช้ประโยชน์จากไฟล์ avicap32.dll นั้นทำได้โดยปล่อยให้กล้องเว็บแคม สตรีมภาพไปเรื่อยๆ และสั่งให้วิซวลเบสิกมาทำการคัดลอกไฟล์ภาพ ณ เวลานั้นแล้วเก็บไว้ในคลิปบอร์ด (Clipboard) เพื่อที่จะทำการบันทึกต่อไปเป็นไปตามขนาดและรูปแบบที่ต้องการ นอกเหนือจากนั้น ยังได้นำไลบรารี user32.dll มาใช้ ในการนำภาพมาแสดงบนแอปพลิเคชันที่ได้ทำการพัฒนาและยังได้เรียกใช้คำสั่งตรวจสอบ ว่าในขณะนั้นมีอุปกรณ์กล้องเชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์เป็นจำนวนกี่ตัว

2.4 ไมโครซอฟต์ฟาวเดชั่นคลาส (Microsoft Foundation Class - MFC)

เป็นกลุ่มของคลาสที่ใช้ใน Object-oriented programming ที่นำไปใช้ในการสร้างโปรแกรมประยุกต์ คลาสใน เอ็มเอฟซีไลบรารี (MFC Library) เขียนด้วยภาษาโปรแกรม C++ ซึ่ง เอ็มเอฟซีไลบรารีช่วยให้ผู้เขียนโปรแกรมลดเวลาในการเขียนโปรแกรม ด้วยการให้รหัส (Code) ที่เขียนไปแล้วใน Library class สำหรับส่วนต่างๆ ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟซ (Graphical User Interface – GUI) เช่น วินโดวส์ (Windows) เฟรม (Frames) เมนู (Menu) แถบเครื่องมือ (Toolbars) และอื่นๆ สำหรับการสร้างอินเตอร์เฟซกับฐานข้อมูลสำหรับการดูแลอีเวนต์ (Event) เช่น ข่าวสาร (Message) จากโปรแกรมอื่น สำหรับการดูแลคีย์บอร์ดและเมาส์ และสำหรับการสร้างแอคทีฟเอ็กซ์คอนโทรล (Active X Control)

2.5 สเต็ปปีงมอเตอร์ (Stepping Motor)

สเต็ปปีงมอเตอร์ บางครั้งอาจเรียกว่า สเต็ปมอเตอร์ (Step Motor) หรือ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor) ใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณพัลส์ (pulse) เป็นการหมุนของเพลลา สัญญาณพัลส์แต่ละสัญญาณที่ส่งเข้าสู่มอเตอร์จะทำให้เกิดการหมุนเป็นระยะหรือหมุนเป็นขั้น (Step) ของเพลลา มอเตอร์ ซึ่งการหมุนของแต่ละขั้นก็จะควมมตั้งแต่ 1.8 ไปจนถึง 90 องศา แล้วแต่การออกแบบจากบริษัทที่ทำการผลิต โดยทั่วไปสัญญาณที่ทำให้มอเตอร์หมุนจะเป็นสัญญาณดิจิทัล จึงสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์หรือการต่อสายไฟฟ้ากับสวิทช์ ส่งงานให้มอเตอร์หมุนได้ สเต็ปปีงมอเตอร์ถูกนำไปใช้ในงานอย่างกว้างขวาง เช่น ในนาฬิกาควอทซ์ เชมมนาฬิกาจะถูกขับเคลื่อนด้วยสเต็ปปีงมอเตอร์นั่นเอง สเต็ปปีงมอเตอร์มีข้อได้เปรียบมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเดิมดังนี้

1. เนื่องจากการหมุนของเพลลามอเตอร์จะสัมพันธ์กับจำนวนสัญญาณที่ส่งเข้าไป มอเตอร์มีการทำงานแบบโอเพนลูป (Open-Loop) จึงไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณกลับเข้าสู่ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในการเปรียบเทียบตำแหน่งปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถ้ามีการจัดการกับความถี่สัญญาณที่ส่งเข้าไป ก็จะทำให้สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้ ซึ่งสามารถนำไปใช้แทนมอเตอร์ไฟฟ้าทั่วไปในการควบคุมความเร็วรอบ เพราะมอเตอร์ไฟฟ้าทั่วไปเป็นเรื่องยากที่จะควบคุมความเร็วรอบได้เที่ยงตรง
3. สเต็ปป์มอเตอร์ได้รับสัญญาณพัลส์เป็นช่วงๆ ก็จะทำให้เกิดการหมุนแบบไม่ต่อเนื่อง ได้ดังนั้นจึงสามารถนำสเต็ปป์มอเตอร์ไปใช้ควบคุม การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ระบุตำแหน่งได้
4. ถ้านำสเต็ปป์มอเตอร์ไปต่อกับชุดบอลสกรู หรือ ชุดเฟืองสะพาน ก็จะสามารถควบคุม การเคลื่อนเชิงเส้นได้อย่างง่ายดาย และเที่ยงตรง ตัวอย่างงานที่นำมาใช้อย่างกว้างขวาง คือ ชุดขับเคลื่อนหัวอ่านในฟลอปปีไดรฟ์ (Floppy Drive) หรือหัวพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ เป็นต้น
5. ด้วยวิธีการจัดการในเรื่องของสัญญาณที่ส่งเข้ามอเตอร์ สามารถทำให้มอเตอร์หลายๆ ตัวหมุนพร้อมๆ กันได้
6. ในงานที่ต้องการความเร็วรอบที่ต่ำสเต็ปป์มอเตอร์ไม่จำเป็นต้องมีชุดเฟืองทดเพียงแต่ ให้ความถี่ต่ำของสัญญาณที่ส่งเข้า จะทำให้มอเตอร์หมุนช้าลง
7. ถ้ามีการจ่ายไฟฟ้าเลี้ยงในขดลวดของสเต็ปป์มอเตอร์อยู่ก็จะเหนี่ยวนำให้แกนของมอเตอร์ อยู่หนึ่ง ทำให้สามารถถ้อยกตำแหน่งของเพลลาหรือภาระงานภายนอกให้อยู่กับที่ได้โดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์อย่างอื่นเพิ่มเติม

อย่างไรก็ตาม สเต็ปป์มอเตอร์ก็มีข้อด้อย คือ ประสิทธิภาพในการทำงานต่ำเพียง 30% ถ้าภาระงานภายนอกมีภาระเกินกว่าแรงบิดที่ได้จากมอเตอร์ หรือสัญญาณความถี่ที่ส่งให้กับมอเตอร์มีความถี่สูงมากๆ อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการหมุนได้ คือ สัญญาณบางระยะอาจจะสูญเสียไปไม่สามารถทำให้มอเตอร์หมุนได้ นอกจากนั้นสเต็ปป์มอเตอร์จะเหมาะกับการรับภาระงานที่ไม่สูงมากนัก เพราะถ้ายังภาระงานสูงขนาดมอเตอร์ก็จะใหญ่ ในทางทฤษฎีสามารถทำมอเตอร์ขนาดใหญ่มากๆ ได้แต่ในทางปฏิบัติแล้วยิ่งมอเตอร์มีขนาดใหญ่ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ก็จะมีราคาแพง

2.6 กล้องเว็บแคม (Web Camera)

กล้องเว็บแคม (Webcam ย่อมาจาก Web Camera) คือ กล้องวิดีโอที่ถ่ายทอดภาพนิ่งหรือภาพวิดีโอผ่านระบบเครือข่าย เว็บไซต์ โปรแกรม ถือเป็นอุปกรณ์นำข้อมูล (Input) ที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวให้ไปปรากฏในจอภาพ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวหรือภาพนิ่งนี้ไปให้ผู้อื่นเห็น ได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ปัจจุบันมีทั้งแบบที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านสายยูเอสบีและเชื่อมต่อแบบไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้องเว็บแคมที่ใช้ คือ Creative Live! Cam Optia AF มีคุณสมบัติดังนี้

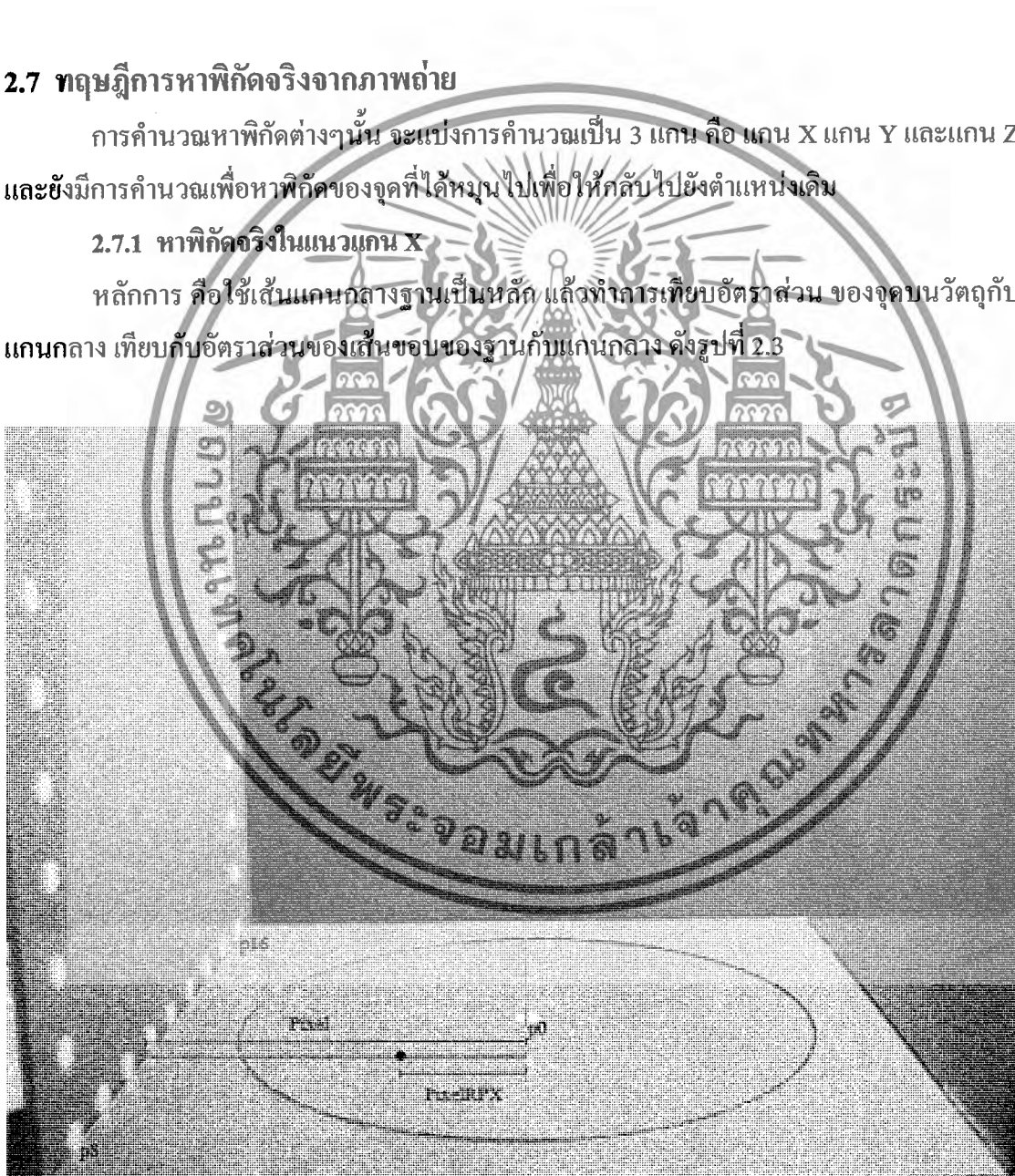
- เซ็นเซอร์แบบ Cmos ความละเอียด 2 ล้านพิกเซล
- ภาพนิ่ง 8 ล้านพิกเซล (3200 x 2400) เล่นสื่อกำหนดคุณภาพสูง
- มีไมค์ในตัวพร้อมขจัดเสียงรบกวนรอบข้าง
- USB 2.0
- ให้รายละเอียด 30 FPS

2.7 ทฤษฎีการหาพิกัดจริงจากภาพถ่าย

การคำนวณหาพิกัดต่างๆนั้น จะแบ่งการคำนวณเป็น 3 แกน คือ แกน X แกน Y และแกน Z และยังมีการคำนวณเพื่อหาพิกัดของจุดที่ได้หมุนไปเพื่อให้กลับไปยังตำแหน่งเดิม

2.7.1 หาพิกัดจริงในแนวแกน X

หลักการ คือ ใช้เส้นแกนกลางฐานเป็นหลัก แล้วทำการเทียบอัตราส่วน ของจุดบนวัตถุกับแกนกลาง เทียบกับอัตราส่วนของเส้นขอบของฐานกับแกนกลาง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การหาพิกัดจริงในแนวแกน X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RPX = \frac{\text{PixelRPX} \times K}{\text{Pixel}} \quad (2.1)$$

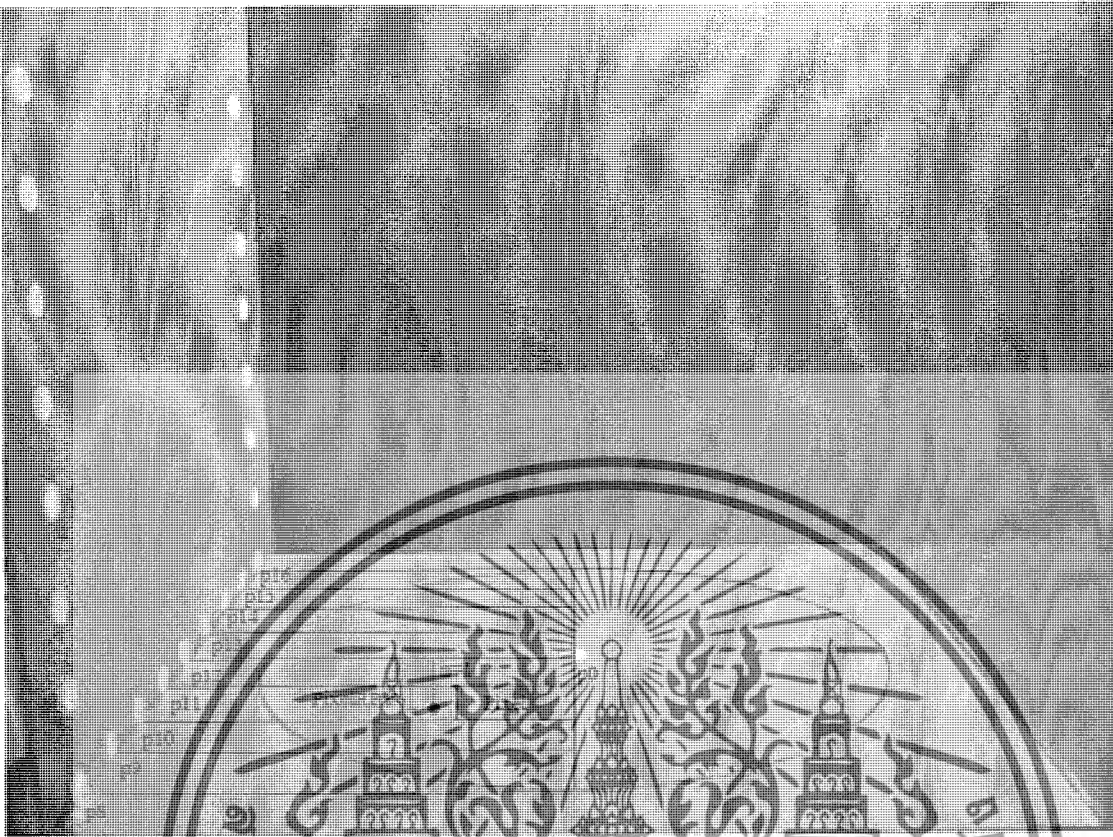
RPX	คือ ตำแหน่งพิกัดจริงในแนวแกน X
PixelRPX	คือ จำนวนพิกเซลระหว่างเส้นแกนกลางถึงจุดบนวัตถุ
Pixel	คือ จำนวนพิกเซลระหว่างเส้นแกนกลางกับเส้นขอบ
K	คือ ค่าคงที่ระหว่างเส้นแกนกลางกับเส้นขอบของฐานกล้อง

2.7.2 หาพิกัดจริงในแนวแกน Y

ในระบบพิกัดจริงเป็นแนวแกน Y แต่ในระบบพิกัดของ โอเพนจีแอลนั้นจะเทียบได้กับแกน Z ของระบบพิกัดใน โอเพนจีแอล แล้วแกนที่พุ่งออกมาจากหน้าจอจะกลายเป็นค่าบวก หลักการในการหาค่าพิกัดจริงนั้นทำได้โดยการเก็บตำแหน่งจุดคาลิเบรตไว้ซึ่งจะแบ่งเป็นช่วงๆ

เมื่อได้ตำแหน่งต่างๆแล้ว ทำให้ทราบถึงระยะช่วงห่างของจุดคาลิเบรต (ระยะช่วงห่างจุดคาลิเบรต คือ ระยะระหว่างจุดคาลิเบรต ซึ่งยังมีความถี่ของจุดคาลิเบรตมากเท่าใด ค่าที่คำนวณออกมาก็จะยิ่งผิดพลาดน้อยเท่านั้น) ในระบบพิกเซล จากนั้นนำมาคำนวณเพื่อหาพิกัดในพิกัดจริงว่าห่างเท่าใด โดยดูว่าจุดบนวัตถุในภาพนั้นอยู่ในช่วงไหนของระยะช่วงห่างของจุดคาลิเบรต ที่ถูกเก็บไว้ ทำให้สามารถคำนวณหาพิกัดจริงตามช่วงนั้นได้ ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การหาพิกัดจริงในแนวแกน Y

$$RPY = \left(\frac{\text{PixelRPY} \times K}{\text{Pixel ในแต่ละช่วง}} \right) \rightarrow nK \quad (2.2)$$

- RPY คือ ตำแหน่งพิกัดจริงในแนวแกน Y
- PixelRPY คือ จำนวนพิกเซล จากจุดบนวัตถุถึงจุดบนช่วงที่จุดบนวัตถุนี้
อยู่และนับไปทางด้านจุดศูนย์กลาง
- Pixel ในแต่ละช่วง คือ จำนวนพิกเซล ของแต่ละช่วง ที่จุดบนวัตถุอยู่ในช่วงนั้นๆ
- K คือ ระยะจริงของแต่ละช่วงซึ่งเท่ากันหมด
- n คือ จำนวนช่วงที่จุดบนวัตถุผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 หาพิกัดจริงในแนวแกน Z

ในระบบพิกัดจริงจะเป็นแนวแกน Z แต่ในระบบพิกัดในโอเพนจีแอลจะเป็นแกน Y หลักการในการคำนวณหาตำแหน่งพิกัดจริงนั้นหาได้จากพิกเซล ของวัตถุจากพื้นถึงจุดนั้น เทียบโดยหาความสูงกับเส้นตรงที่ได้จากการเก็บไว้จากการ คาลิเบรตกล้อง

วิธีการคำนวณจะคล้ายกับการหาแกน Y แต่จะต่างกันตรงที่แต่ละช่วงนั้นจะกลายเป็นสมการเส้นตรงซึ่งไม่ขนานกัน ดังนั้นจึงต้องหาจุดตัดระหว่างเส้นตรงซึ่งไม่ขนานกันสองเส้นที่มีค่าจุดตัดแกน X ที่เท่ากัน กับเส้นขนานแกน Y ที่มีค่า X เท่ากัน จะได้พิกเซลเพื่อที่จะไปใช้คำนวณหาความสูงของจุดบนวัตถุนั้น ในแต่ละช่วง ซึ่งค่า X ที่ได้มาจากเส้นตรงที่ลากจากตำแหน่งของจุดที่ต้องการหาค่าในแนวแกน Z ลงมายังฐานของวัตถุต่างๆ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การหาพิกัดจริงในแนวแกน Z

$$RPZ = \left(\frac{\text{PixelRPZ} \times K}{\text{Pixel ในแต่ละช่วง}} \right) + nK \quad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RPZ	คือ ตำแหน่งพิกัดจริงในแนวแกน Z
PixelRPY	คือ จำนวนพิกเซล จากจุดบนวัตถุถึงจุดบนช่วงที่จุดบนวัตถุนั้น อยู่และนับไปทางด้านจุดศูนย์กลาง
Pixel	ในแต่ละช่วง คือ จำนวนพิกเซล ของแต่ละช่วงที่จุดบนวัตถุอยู่ในช่วงนั้นๆ
K	คือ ระยะจริงของแต่ละช่วงซึ่งเท่ากันหมด
n	คือ จำนวนช่วงที่จุดบนวัตถุผ่าน

2.7.4 การคำนวณหาพิกัดที่หมุนไป

หลังจากคำนวณหาพิกัดในแนวต่างๆ ครบแล้ว เนื่องจาก การสร้างภาพ 3 มิติขึ้นมาต้องใช้ภาพหลายๆ ภาพที่ถ่ายจากหลายๆ มุม ดังนั้นจึงต้องมีการคำนวณหาพิกัดเดิมก่อนหมุนไป โดยเริ่มจากการคำนวณหาพิกัดจากภาพมุนนั้นๆ ก่อน แล้วทำการหมุนพิกัดนั้นกลับไปยังตำแหน่งเดิม โดยใช้สมการการหมุนของออยเลอร์ (Euler) โดยจะคำนวณเฉพาะในแนวแกน X และ Y ได้ดังสมการ

$$X = x \cos(\theta) + y \sin(\theta) \quad (2.4)$$

$$Y = y \cos(\theta) - x \sin(\theta) \quad (2.5)$$

X คือ พิกัดในแนวแกน X เมื่อทำการหมุนกลับ

Y คือ พิกัดในแนวแกน Y เมื่อทำการหมุนกลับ

x คือ พิกัดในแนวแกน X ก่อนทำการหมุนกลับ

y คือ พิกัดในแนวแกน Y ก่อนทำการหมุนกลับ

θ คือ มุมของวัตถุที่หมุนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบโครงงาน

3.1 อุปกรณ์ฐานถ่ายภาพ



รูปที่ 3.1 อุปกรณ์ฐานถ่ายภาพ

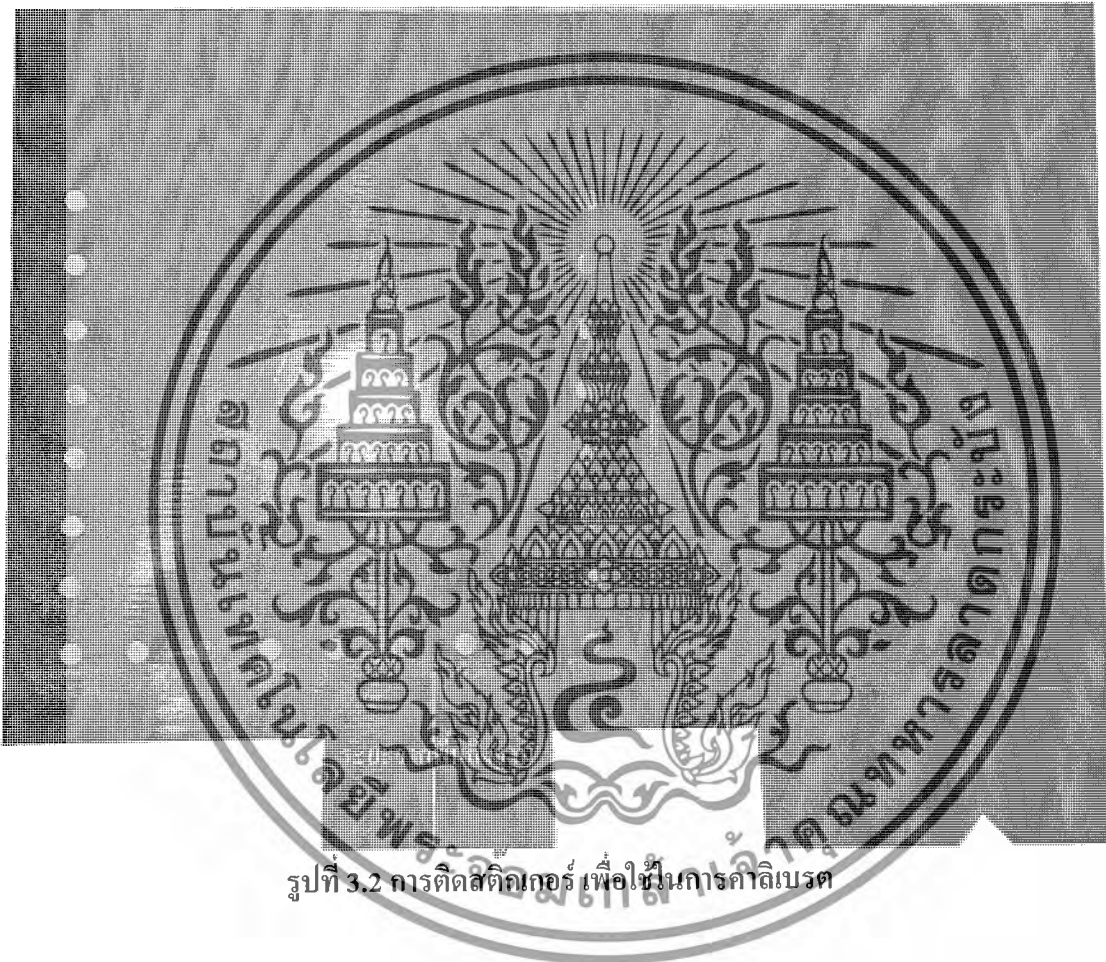
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 กล้องเว็บแคม

กล้องเว็บแคมที่ใช้คือ Creative Live! Cam Optia AF

3.1.2 ฉากสำหรับคาลิเบรตกล้อง

ทำมาจากฟิวเจอร์บอร์ดกว้าง 33 เซนติเมตร ยาว 75 เซนติเมตร สีเขียวเข้ม แบ่งออกเป็นสามส่วนตามแนวยาว ส่วนละ 25 เซนติเมตร พร้อมแปะสติ๊กเกอร์สีเหลืองที่ส่วนซ้าย โดยระยะห่างของสติ๊กเกอร์คือ 2.5 เซนติเมตร โดยติดตามรูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 การติดสติ๊กเกอร์เพื่อใช้ในการคาลิเบรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การประกอบฉากศิลปะรดซ่งกับฐานสำหรับวางวัตถุ

3.1.3 ฐานสำหรับวางวัตถุ

ทำมาจากแผ่นอะคริลิกกว้าง 25 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร หนา 8 มิลลิเมตร 3 ชั้นยึดติดกันด้วยน็อต ทุกแผ่นตรงกลางเจาะรูสำหรับใส่สแตมป์มอเตอร์รีมี 2.5 เซนติเมตร แผ่นบนสุดทำการตัดเป็นแผ่นวงกลมรัศมี 10 เซนติเมตร เพื่อใช้เป็นฐานหมุนวัตถุ

3.1.4 ฐานวางกล้อง

ทำมาจากแผ่นอะคริลิกกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร หนา 8 มิลลิเมตร 3 ชั้นยึดติดกันด้วยน็อต ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การประกอบฐานวางกล้อง

3.1.5 วัสดุ

วัสดุต้องมีน้ำหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม มีขนาดไม่เกิน กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร สูง 17.5 เซนติเมตร และไม่มีส่วนโค้ง

3.1.6 หลอดตะเกียบ (Compact Fluorescent Lamp)

หลอดที่ใช้ไฟ 9 วัตต์ ให้ความสว่าง 530 ลูเมน

3.2 การออกแบบวงจรที่ใช้ควบคุมการทำงานสเต็ปปีงมอเตอร์

หลักในการทำงานของโปรแกรมควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์นั้นคือ ให้ส่งเอาต์สัญญาณออกพอร์ต เป็น “0001” “0010” “0100” “1000” หรือ 1 2 4 8 ตามลำดับ โดยบิต 1 นั้นจะเป็นการกระตุ้นให้ แม่เหล็กของมอเตอร์ทำงานโดยการส่งสัญญาณ 1 บิต เพื่อจ่ายไฟให้ จากทฤษฎีของสเต็ปปีงมอเตอร์ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ในโครงการนี้จะใช้การกระตุ้นการหมุนของสเต็ปปีงมอเตอร์แบบเต็มเฟส 1 เฟส แต่ก่อนจะทำการส่งงานสเต็ปปีงมอเตอร์ให้หมุนได้ จากวิซวลเบสิกนั้น จะต้องนำเอาไฟล์ inpout32.dll มาติดตั้งไว้ที่ C:\Windows\system32 ซึ่งเป็นไลบรารีพิเศษที่นำมาใช้เพื่อรับส่ง ข้อมูลผ่านทางพอร์ตขนาน

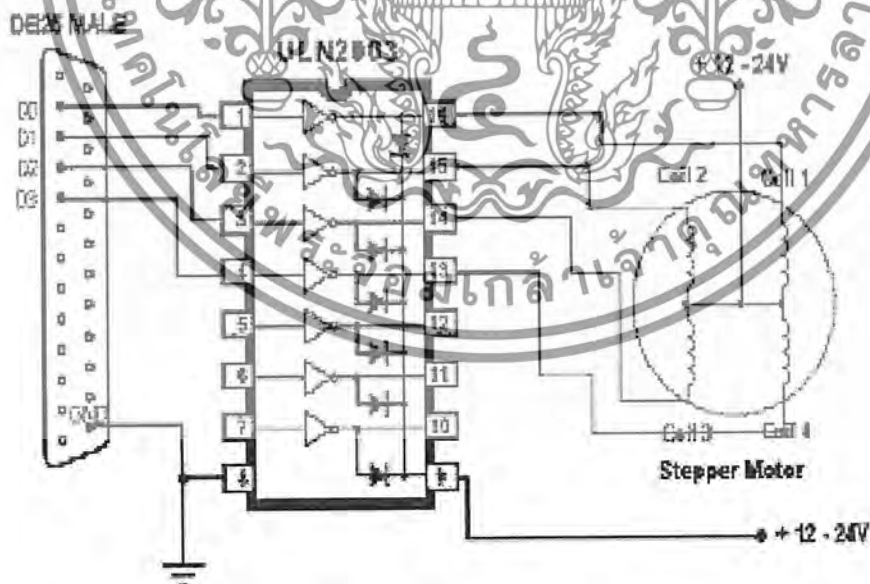
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบเป็นวงจรที่ใช้ในการควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ขึ้นมานั้น ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. แผ่น PCB ขนาด 108 ช่อง 1 แผ่น
2. ไอซี ULN2003 1 ตัว
3. ปลั๊กสายไฟคู่ 5 คู่
4. ปลั๊กสายไฟเดี่ยว 1 ตัว
5. ซีอคเก็ต ไอซี 16 ขา 1 ตัว
6. ปลั๊กตัวเมียเสียบหม้อแปลงไฟ 12 โวลต์ 1 ตัว
7. พอร์ตขนานตัวผู้ 1 ตัวพร้อม กรอบ
8. สายไฟ
9. หม้อแปลงไฟ 12 โวลต์ เป็นอุปกรณ์ในการจ่ายไฟให้กับวงจร

โดยวงจรที่ออกแบบไว้ใช้ในการประกอบเป็นอุปกรณ์ควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์นั้น ไม่ซับซ้อนมากนัก เนื่องมาจากการส่งคำสั่ง เอาท์พอร์ตออกพอร์ตขนานโดยตรงไปยังตัวสเต็ปปีงมอเตอร์ทันที ส่วนตัวเลือกอื่นๆที่ทำให้สเต็ปปีงมอเตอร์มีการหมุนที่ต่างๆ กันไปขึ้นอยู่กับ การเขียนโปรแกรมสั่งการ เป็นส่วนใหญ่หรือเกือบทั้งหมดก็ว่าได้ สเต็ปปีงมอเตอร์ที่นำมาใช้นั้น ใช้กระแสไฟ 4.08 โวลต์ 1.7 A มีอัตราหมุน 1.8 องศาต่อ 1 สเต็ป



รูปที่ 3.5 วงจรที่ออกแบบและการเชื่อมต่อของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้วงมที่การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

103043

3.2.1 ข้อมูลจำเพาะของพอร์ตขนาน

พาราลเลลพอร์ต (Parallel Port) หรือพอร์ตขนาน เดิมเรียกว่า ปริ้นเตอร์พอร์ต เนื่องจากมีการนำมาใช้งานติดต่อกับเครื่องปริ้นเตอร์เป็นหลัก โดยที่พอร์ตขนานนั้น สามารถให้ความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล ได้รวดเร็วกว่าพอร์ตอนุกรม และยังสามารถส่งข้อมูลขนาน 8 บิตออกไปได้โดยตรง ประกอบด้วยสัญญาณทั้งหมด 25 เส้นสัญญาณ (DB25) โดยสัญญาณจะแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่

- 1) Data Register (Data bus) จำนวน 8 เส้น
- 2) Control Register จำนวน 4 เส้น
- 3) Status Register จำนวน 5 เส้น

เดตา รีจิสเตอร์ (Data bus) จะมีอยู่ 8 ขา ตั้งแต่ขาที่ 2 ถึงขาที่ 9 บางทีมักถูกเรียกว่า ซึ่ง รีจิสเตอร์ ตัวนี้จะส่งค่าได้อย่างเดียว ไม่สามารถรับค่าได้

สเตตัส รีจิสเตอร์ (Status Register) เป็น พอร์ตที่อ่านได้อย่างเดียวไม่สามารถเขียนข้อมูลได้ พอร์ตนี้จะมีสัญญาณเข้าอยู่ 5 สัญญาณ และสัญญาณ IRQ กับสัญญาณสงวนไว้อีกสองบิต โดยสัญญาณ บิวซี (Busy) จะแอกทีฟโลว (Active Low)

ลักษณะการทำงานของแต่ละบิตใน สเตตัส รีจิสเตอร์ มีดังนี้

- Bit7 Busy เมื่อ Active หมายถึงพริ้นเตอร์จะไม่รับข้อมูล
- Bit6 nAck เมื่อ Active หมายถึงพริ้นเตอร์พร้อมที่จะทำงาน (Active Low)
- Bit5 Paper End เมื่อ Active หมายถึงพริ้นเตอร์ไม่มีกระดาษ
- Bit4 Select เมื่อ Active หมายถึงเลือกพริ้นเตอร์
- Bit3 nError เมื่อ Active หมายถึงพริ้นเตอร์เกิดข้อผิดพลาด (Active Low)
- Bit2, Bit1, Bit0 ไม่ใช่

คอนโทรล รีจิสเตอร์ (Control Register) เป็น พอร์ตที่ใช้ในการควบคุมพริ้นเตอร์ สัญญาณในกลุ่มนี้จะแอกทีฟโลว ยกเว้นสัญญาณ Initialize เท่านั้นที่ไม่ถูก Invert ลักษณะการทำงานของแต่ละบิตมีดังนี้

- Bit3 nSelect Printer เมื่อ Active หมายถึงเลือกพริ้นเตอร์
- Bit2 nInitialize เมื่อ Active หมายถึงรีเซตพริ้นเตอร์
- Bit1 nAuto Feed เมื่อ Active หมายถึงพริ้นเตอร์กระทำ Line Feed
- Bit0 nStrobe เมื่อ Active หมายถึงการบอกให้พริ้นเตอร์ทราบว่ามีข้อมูลเข้ามาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โปรแกรมควบคุมกล้องและสเต็ปโปงมอเตอร์ (StepPicture)



รูปที่ 3.6 โปรแกรมควบคุมกล้องและสเต็ปโปงมอเตอร์ (StepPicture)

3.3.1 รายละเอียดการทำงานของโปรแกรมควบคุมกล้องและสเต็ปโปงมอเตอร์

เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาจะเห็นหน้าต่างของโปรแกรมเป็นดังรูปที่

1. ก่อนที่จะมีการทำการใช้งาน โปรแกรม ต้องมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์กล้องเว็บแคมและสายควบคุมการหมุนของสเต็ปโปงมอเตอร์ก่อนทุกครั้ง
2. ปุ่ม Preview (Preview) จะทำหน้าที่ในการแสดงภาพบนพื้นที่ว่างขนาดใหญ่ด้านล่าง เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้ภาพจากกล้องก็จะถูกแสดงขึ้น แต่ถ้ายังไม่ทำการเชื่อมต่อกล้องก็จะไม่ปรากฏภาพขึ้น
3. ปุ่ม โคลส (Close) จะทำหน้าที่ปิดการแสดงภาพจากกล้องและทำการปิดการเชื่อมต่อจากกล้องด้วย ภาพที่ถูกแสดงก็จะหายไป
4. ช่อง Number of Pictures คือ จะมีตัวเลขไว้ให้เลือกจำนวนรูปภาพที่ต้องการถ่ายจากกล้อง (จะมีจำนวนภาพที่กำหนดไว้แล้วผู้ใช้ไม่สามารถระบุให้นอกเหนือจากตัวเลขได้) หลังจากเลือกจำนวนรูปที่ต้องการแล้ว คลิกที่ปุ่ม Start โปรแกรมก็จะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

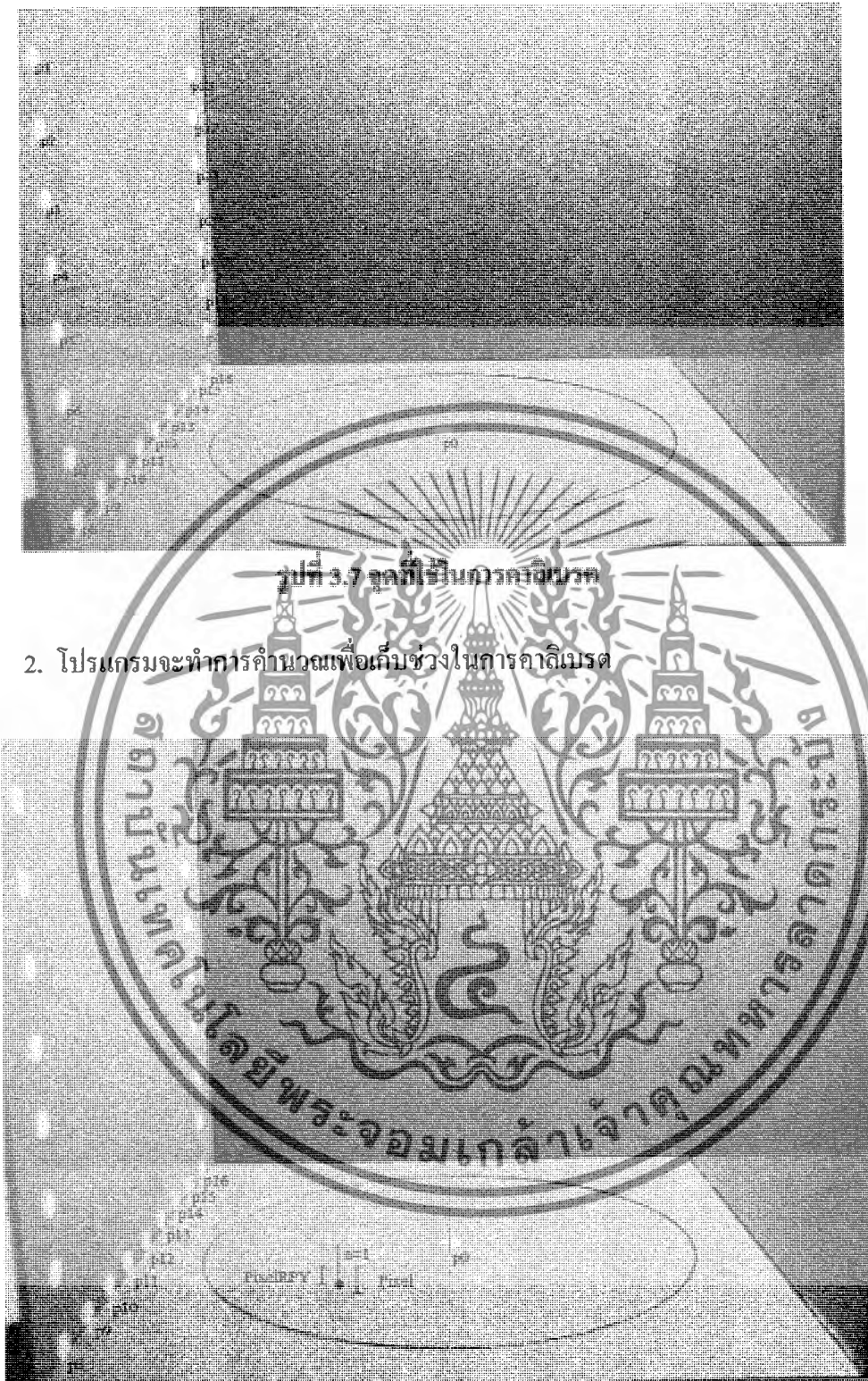
5. Available Devices คือ ช่องที่ตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์กล้องเว็บแคมและให้เลือกว่าจะใช้กล้องตัวไหน ในกรณีที่มีกล้องที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์มากกว่า 1 ตัว
6. ปุ่ม Start คือ ปุ่มที่มีหน้าที่เริ่มการทำงานของอุปกรณ์ถ่ายรูป โดยจำนวนครั้งของมอเตอร์ที่หมุน จะถูกตั้งค่าไว้ที่ 1 รอบ หรือ 360 องศาและจะถ่ายรูปตามจำนวนที่ผู้ใช้ได้เลือกขั้นตอนที่ 4 (สแต็ปปีงมอเตอร์ที่ใช้จะหมุนครั้งละ 1.8 องศา)
7. ปุ่ม Stop คือ ปุ่มที่มีหน้าที่หยุดการทำงานของอุปกรณ์ถ่ายภาพ เมื่อเกิดการผิดพลาดหรือเมื่อได้จำนวนภาพตามที่ต้องการเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
8. ปุ่ม Save Image คือ ปุ่มที่มีไว้บันทึกภาพเองโดยผู้ใช้เมื่อต้องการรูปเพิ่มเติม แต่ในการใช้งานจุดประสงค์หลังเพื่อไว้บันทึกภาพ เพื่อทำการคลิเบรต กล้องก่อนทำการถ่ายภาพ
9. ช่อง Set Step คือ ช่องที่มีหน้าที่ไว้เพื่อสั่งให้มอเตอร์หมุนเองตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยการทำงานของมอเตอร์ จะมีการวนคำสั่งในการหมุนไปยังหน้าอยู่ 4 คำสั่ง สั่งโดยให้ผู้ใช้คลิกที่ช่องแล้วพิมพ์ตัวเลข 1 2 3 4 ลงไปโดยตัวเลขแต่ละตัวจะหมายถึงคำสั่งที่สั่งให้มอเตอร์หมุน 4 คำสั่งและถ้าต้องการเคลียร์ตัวเลขจากช่องสามารถกดปุ่ม Delete บนแป้นพิมพ์ได้ทันที
10. ช่อง Degree of Pictures คือ ช่องที่มีไว้เพื่อแสดงค่าองศาของรูปที่กำลังจะทำการถ่ายภาพจากการเลือกจำนวนภาพของผู้ใช้ เมื่อทำการคลิกเลือกจำนวนภาพ ที่ช่องนี้ก็จะแสดงค่าองศาของภาพดังกล่าวขึ้นอยู่กับจำนวนภาพที่เลือกด้วย
11. ปุ่ม Exit คือ ปุ่ม ที่มีหน้าที่ปิดโปรแกรมเมื่อเลิกใช้

3.4 โปรแกรมเก็บพิกัดภาพถ่าย

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

1. ทำการเก็บพิกัดจุดคลิเบรต โดยกดที่ปุ่ม Calibrate ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

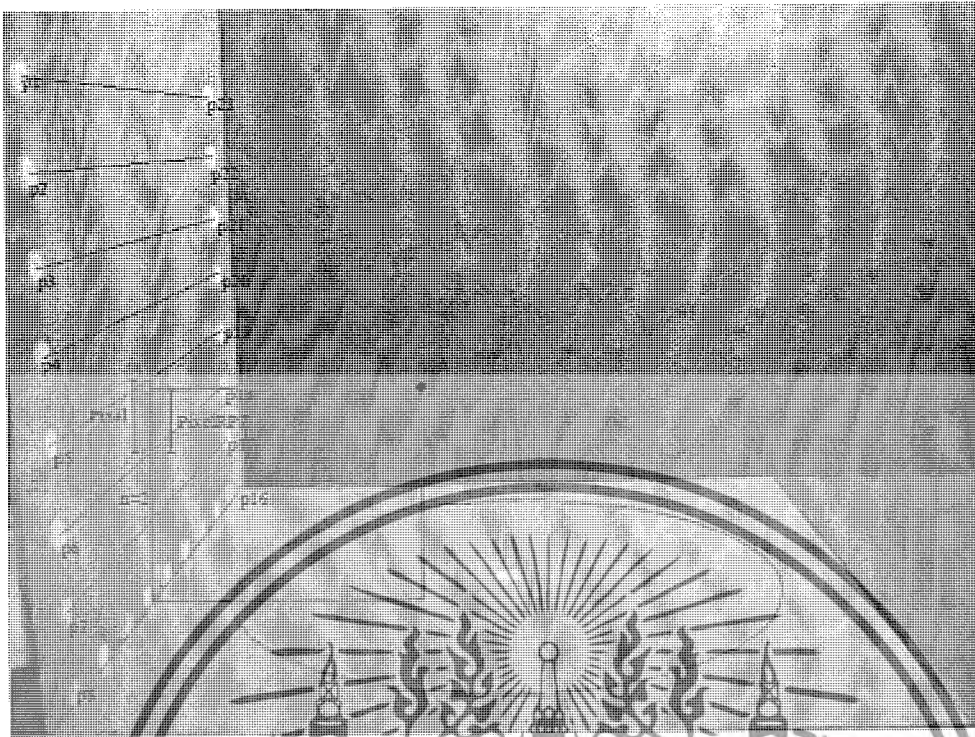


รูปที่ 3.7 จุดที่เริ่มในการคำนวณ

2. โปรแกรมจะทำการคำนวณเพื่อเก็บช่วงในการคาถิเบรต

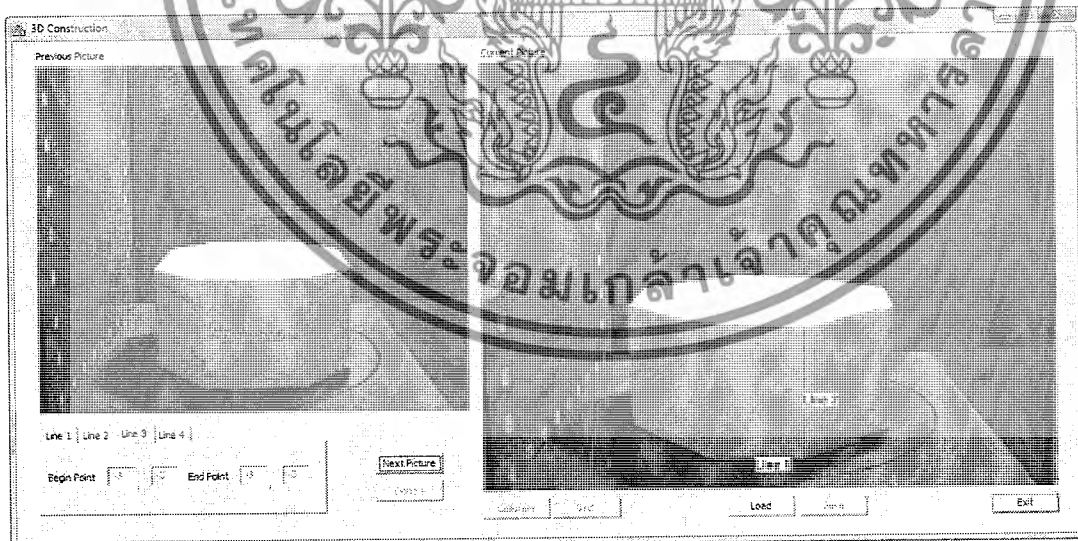
รูปที่ 3.8 การเก็บช่วงในการคาถิเบรคแทน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 การเก็บช่วงในการคาลิเบรตแกน Z

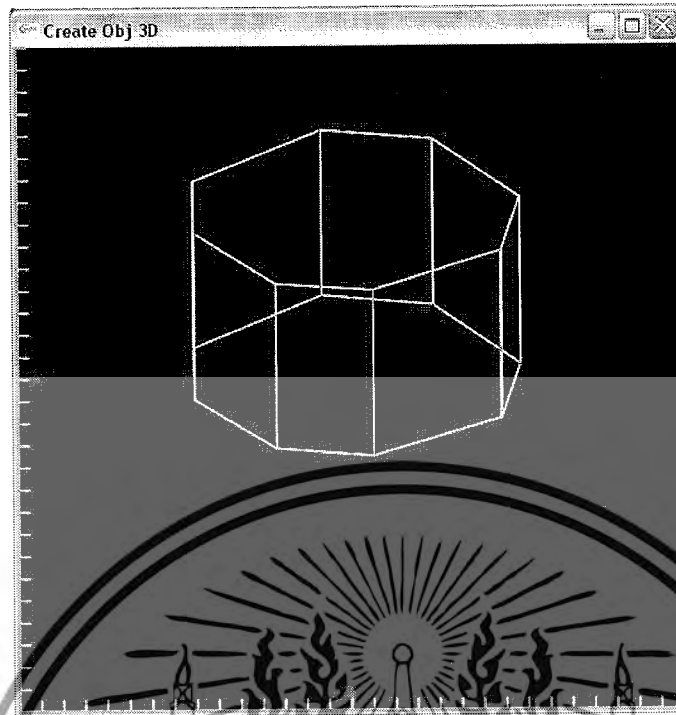
3. จากนั้นทำการป้อนข้อมูลของขอบภาพให้ครบตามจำนวนรูปทั้งหมด โดยมีการอ้างอิงหมายเลขเส้นจากภาพก่อนหน้าด้วยดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การลากเส้นโดยมีการอ้างอิงจากภาพก่อนหน้า

4. เมื่อป้อนข้อมูลครบแล้ว โปรแกรมจะทำการประมวลผลเพื่อนำไปสร้างเป็นภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ภาพ 3 มิติที่ได้

5. เมื่อสามารถสร้างเป็นภาพ 3 มิติของวัตถุขึ้นมาได้แล้ว ผู้ใช้สามารถบันทึกข้อมูลภาพเก็บไว้ เพื่อโหลดขึ้นมาใช้ในครั้งต่อไปได้ โดยทำการกดที่ปุ่ม Save หลังจากนั้นก็จะมีไดอะล็อกบ็อกซ์ขึ้นมาเพื่อให้ตั้งชื่อไฟล์ที่ได้ทำการบันทึกนั้นจะเก็บค่าที่คำนวณได้จากสมการมาเก็บไว้ มีนามสกุลเป็น .3dc
6. เมื่อต้องการที่จะโหลดภาพเก่าที่บันทึกขึ้นมาใช้งาน สามารถทำได้โดยการเปิดโปรแกรม 3D Construction ขึ้นมา แล้วข้ามขั้นตอนการถ่ายรูปและกำหนดเส้นไปมายังหน้าที่ทำการคาติเบรต กดปุ่ม Load แล้วเลือกไปที่ภาพที่ต้องการเปิด กด Open หลังจากนั้นก็จะได้ภาพ 3 มิติขึ้นมาให้เห็นอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สรุป

4.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล (Image Processing) โดยผ่าน ซีอิมเมจไลบรารี (CImg Library) ที่สามารถนำมาประยุกต์เพิ่มเติมเพื่อใช้ในการหาจุดพิกัดแบบอัตโนมัติได้ (ภาคผนวก ข)

4.2 สรุป

ในโครงการนี้ คณะผู้จัดทำได้ทำการสร้างอุปกรณ์ฐานถ่ายภาพ เพื่อใช้พื้นฐานในการถ่ายภาพวัตถุโดยควบคุมผ่านทางพอร์ตขนานที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมสเต็ปปีงมอเตอร์ซึ่งจะคอยหมุนฐานรองวัตถุโดยหมุนได้ละเอียดสุด 1.8 องศา เมื่อทำการถ่ายภาพโดยเห็นเส้นขอบของวัตถุทั้งหมดแล้ว ให้ทำการคลิกเลือกจุดคาลิเบรต จากนั้นผู้ใช้ต้องทำการเลือกเส้นขอบทั้งหมดโดยอ้างอิงจากรูปก่อนหน้าเสร็จแล้ว โปรแกรมก็จะทำการสร้างภาพ 3 มิติขึ้นมา

เนื่องจากทฤษฎีการหาพิกัดจริงจากภาพถ่ายนั้นอ้างอิงจากจุดคาลิเบรตในการคำนวณ ซึ่งถ้ามีจุดคาลิเบรตที่มากเท่าใด พิกัดที่คำนวณออกมาได้ก็จะมีแม่นยำมากเท่านั้น แต่ยังคงมีข้อจำกัดในการใช้กับวัตถุที่มีส่วนโค้ง และเส้นแนวตั้งที่ไม่รู้ว่าเส้นนั้นเอียงหรือไม่ ทำให้เป็นข้อจำกัดในการเลือกวัตถุที่นำมาใช้ในการสร้างภาพ 3 มิติ

นอกจากนี้ยังมีส่วนของการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล ที่ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการศึกษาไว้แต่ยังไม่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ เนื่องจากยังไม่สามารถที่จะหาเส้นขอบของวัตถุได้ถูกต้องแม่นยำ เพราะยังคงเหลือรายละเอียดของวัตถุภายในวัตถุ และเส้นขอบที่ไม่ปะติดปะต่อกัน

บรรณานุกรม

M. Sc. Eng. Yasemin Kuzu. 2547. **VOLUMETRIC OBJECT RECONSTRUCTION BY MEANS OF PHOTOGRAMMETRY.** Berlin.

นิรุช อำนวยศิลป์. 2548. **Visual C++ and MFC Programming.** ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ:

THAIDEV.COM

How to capture video from a video device such as a Webcam with VB .NET.

[Online].Available: <http://www.thaiio.com/prog-cgi/vbnetwebcam.html>

เขียนโปรแกรม Visual basic 6 ควบคุมการแสดงผลของกล้อง WebCam

[Online].Available:

<http://www.wara.com/modules.php?name=News&file=article&sid=274>

Visual Basic.Net

[Online].Available: http://www.vb-helper.com/index_graphics.html#image_processing



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

วิธีการใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์

ก.1 วิธีการใช้งานโปรแกรมเก็บพิกัดภาพถ่าย

1. เชื่อมต่ออุปกรณ์กล้องเว็บแคม และสายควบคุมการหมุนของสแตปปีงมอเตอร์ก่อนทำการเปิดโปรแกรม และทำการวางกล้อง โดยให้ภาพที่ฉายจากกล้องมีลักษณะดังรูปที่ ก.1 และทำการกดปุ่มเซฟรูป (Save Image) เพื่อทำการถ่ายภาพสำหรับการทำคาลิเบรตโดยให้มีชื่อว่า "cali.bmp"

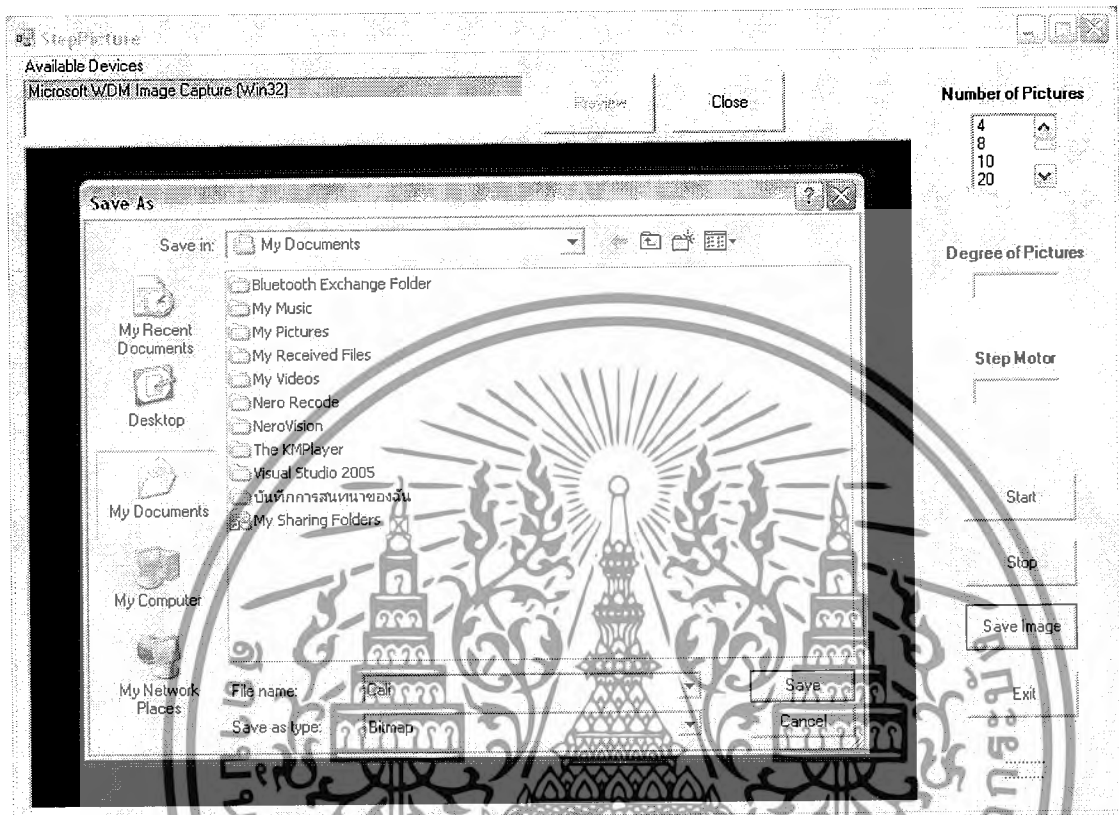


รูปที่ ก.1 ภาพที่ฉายจากกล้อง เมื่อวางกล้องไว้ที่ตำแหน่งที่เหมาะสม

2. ทำการวางวัตถุที่ต้องการทำเป็นภาพ 3 มิติ ลงบนฐานถ่ายภาพ โดยวัตถุมีน้ำหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัม มีขนาดไม่เกิน กว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 14 เซนติเมตร สูง 17.5 เซนติเมตร และไม่มีส่วนโค้ง

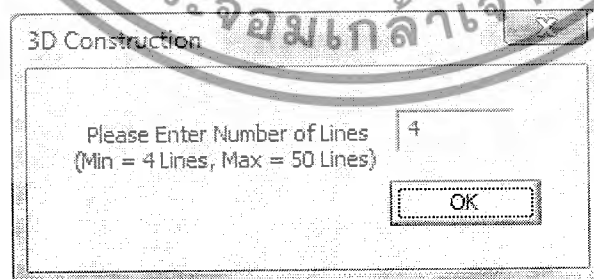
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการเลือกจำนวนภาพที่ต้องการโดยทำการกดปุ่มถ่ายภาพ (Start) โดยเลือกไดเรกทอรีที่เดียวกับที่โปรแกรมอยู่ ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 หน้าต่างบันทึกภาพ

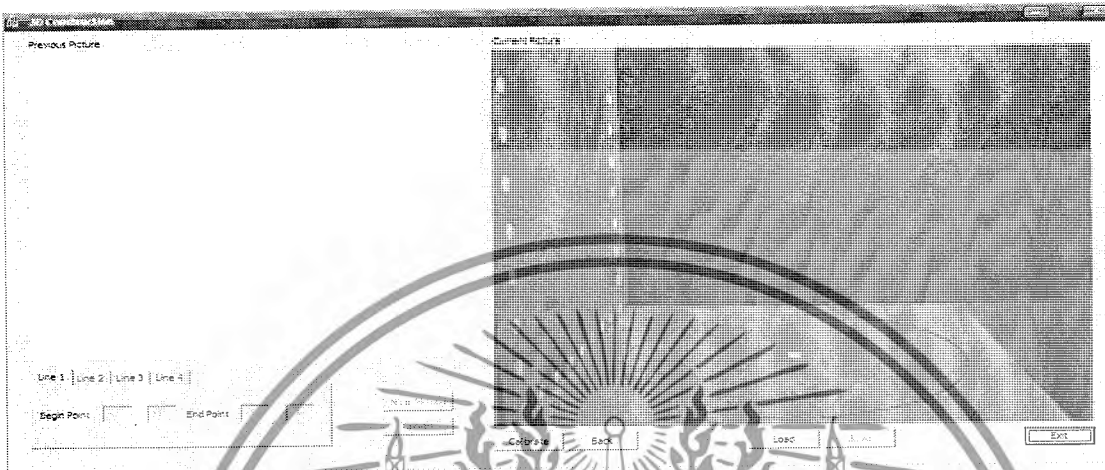
4. จากนั้นกดปุ่ม ปิดโปรแกรม (Exit) จะขึ้นไดอะล็อกบ็อกซ์ดังรูปที่ ก.3 แล้วทำการใส่จำนวนเส้นตรง ตามจำนวนเส้นขอบของวัตถุที่ใช้ถ่ายจากนั้นกดปุ่ม โอเค (OK)



รูปที่ ก.3 ไดอะล็อกบ็อกซ์หลังปิดโปรแกรมถ่ายภาพ

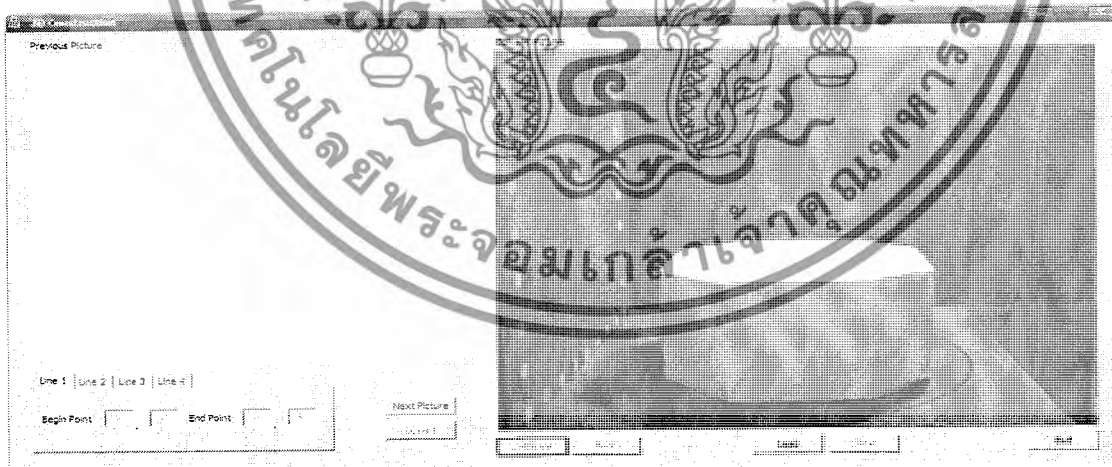
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หลังจากกดปุ่มแล้วจะขึ้นไดอะล็อกใหม่ดังรูปที่ ก.4 ให้ทำการกดปุ่มคาลิเบรต (Calibrate) ถ้าสำเร็จจะมีไดอะล็อกบ็อกซ์ขึ้นว่า “Calibrate Done” ถ้าไม่สำเร็จให้กดปุ่ม Back เพื่อถ่ายรูปใหม่อีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ ก.4 หน้าต่างไดอะล็อกใหม่

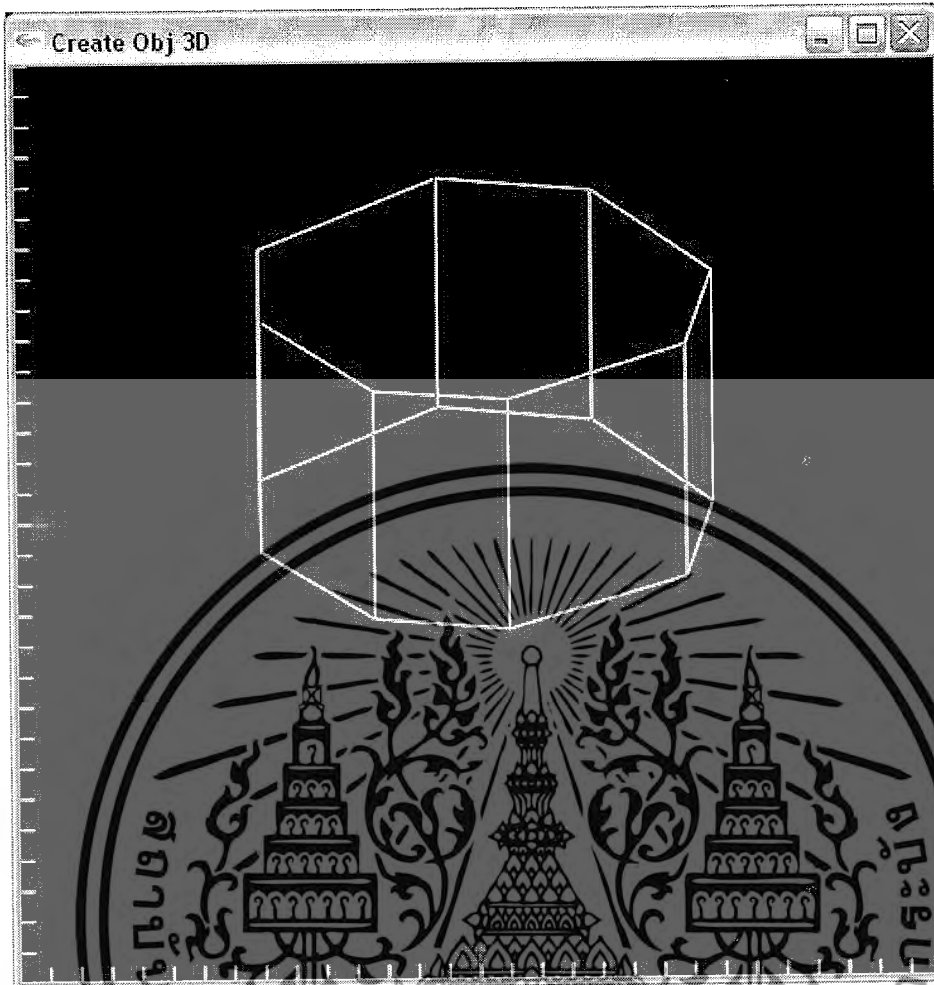
6. หลังจากกดปุ่มแล้วโปรแกรมจะนำแสดงภาพที่หน้าต่างฝั่งขวาบนดังรูปที่ ก.5 จากนั้นให้เราทำการคลิกเลือกเส้นขอบ โดยต้องลากเส้นให้ครบทั้งสามแบบคือรูป คือ เส้นแนวตั้ง เส้นแนวนอนที่ราบกับฐาน และเส้นแนวนอนที่ลอยขึ้นมาจากฐาน



รูปที่ ก.5 ไดอะล็อกหลังเลือกจุดคาลิเบรตเสร็จแล้ว

7. เมื่อเลือกเส้นขอบได้ครบทุกภาพแล้ว ให้ทำการกดปุ่มเสร็จสิ้น (Done) เพื่อให้โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติขึ้นมา ดังรูปที่ ก.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.6 ภาพ 3 มิติหลังจากที่ทำการกดปุ่ม Done

ก.2 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

ซีพียู อินเทล คอร์ทู ดูโอ ที 5750

แรม 2 กิกะไบต์

ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟต์วินโดวส์ เอ็กซ์พี

ก.3 ความต้องการของระบบคอมพิวเตอร์ที่แนะนำ

ซีพียู อินเทล คอร์ทู ดูโอ ที 5750 หรือรุ่นที่สูงกว่า

แรม 2 กิกะไบต์หรือมากกว่า, จำเป็นต้องมีพอร์ตพาราเลลและพอร์ตยูเอสบี

จำเป็นต้องมีกราฟิกการ์ดที่ประมวลผลเกี่ยวกับภาพ

ระบบปฏิบัติการ ไมโครซอฟต์วินโดวส์ เอ็กซ์พีหรือวิสต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.4 วิธีการติดตั้งอุปกรณ์ฐานถ่ายภาพวัตถุ

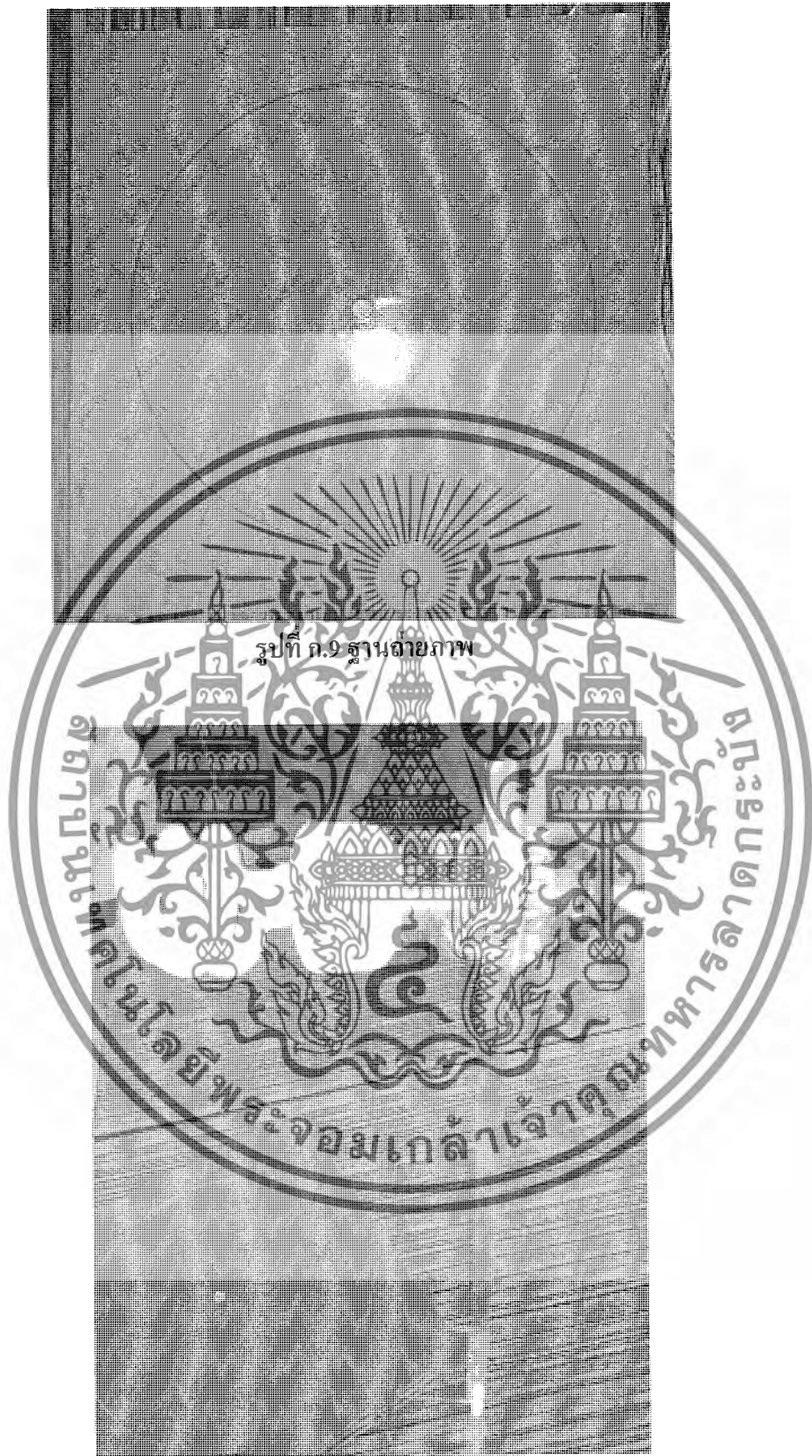
1. เตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการติดตั้งฐานถ่ายภาพวัตถุให้พร้อมซึ่งจะประกอบไปด้วย

- กิ่งอวบน้ำ
- ฐานตั้งกิ่งอวบน้ำ
- ฐานถ่ายภาพ
- หลอดไฟที่ติดมาพร้อมฐาน
- ฉากหลัง
- อุปกรณ์แปลงไฟ DC 12 โวลต์
- สาย DB25 pin



รูปที่ ๗.๘ ฐานตั้งกิ่งอวบน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.10 หลอดไฟที่ติดมาพร้อมฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

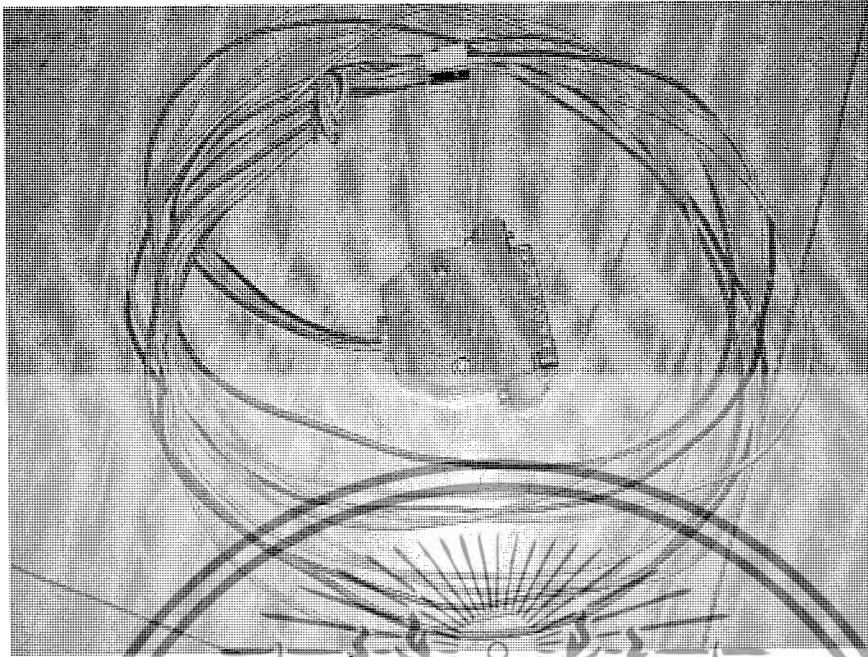


รูปที่ ก.11 ฉากหลัง



รูปที่ ก.12 อุปกรณ์แปลงไฟ DC 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.13 สาย DB25 pin

2. ได้ฐานถ่ายภาพจะมีแผงวงจรที่ใช้ควบคุมสแต็ปिंगมอเตอร์ ให้นำเอาสายไฟจากอุปกรณ์แปลงไฟ DC 12 โวลต์ และสาย DB 25 pin ตัดตั้งให้เรียบร้อย



รูปที่ ก.14 แผงวงจรควบคุมสแต็ปिंगมอเตอร์

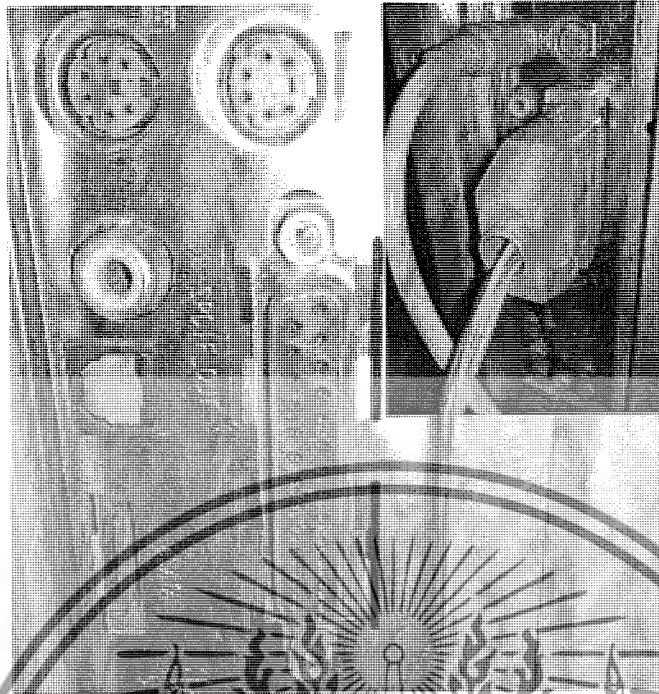
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.16 การติดตั้ง pin จากสาย DB25 ลงบนแผงวงจร

3. เมื่อติดตั้ง pin และตัวจ่ายไฟให้กับแผงวงจรเรียบร้อยแล้วให้นำหัว DB 25pin ไปเชื่อมต่อเข้ากับพอร์ตพาราเลลที่เครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.17 การตีกลอง BB25 ปัดเข้าเส้นพอรัดขานน

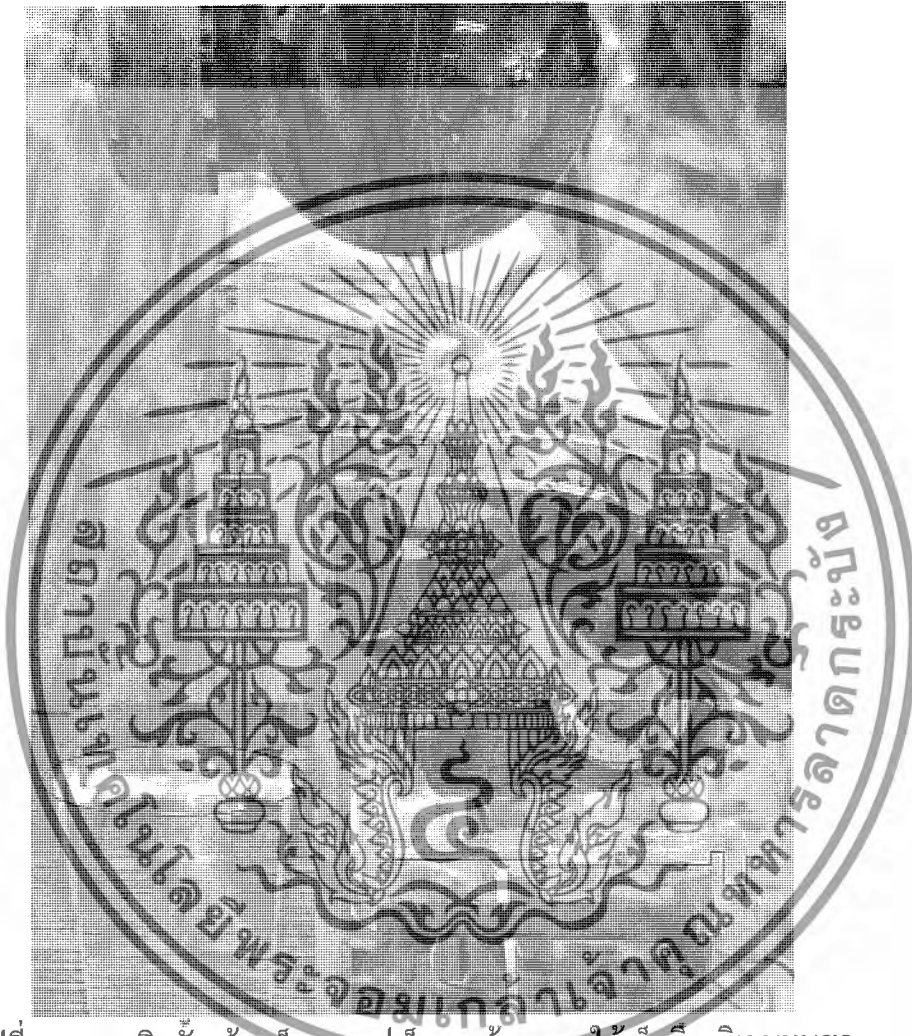
- 4. นำเอาฐานตั้งกลองมายึดกับฐานถ่ายภาพวัตถุให้เรียบร้อยและทำการยึดให้อยู่ในระยยะที่เหมาะสม โดยจะมารับอีกทีในขั้นตอนการปรับมมกลองจากโปรแกรม



รูปที่ ก.18 การยึดฐานตั้งกลองกับฐานรูปเล็กทางซ้ายแสดงให้เห็นรูที่ใช้ยึด
ซึ่งยื่นออกมาจากฐานถ่ายภาพและรูปเล็กทางขวาแสดงให้เห็นช่อง
ที่ใช้ยึดกับอุปกรณ์ยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

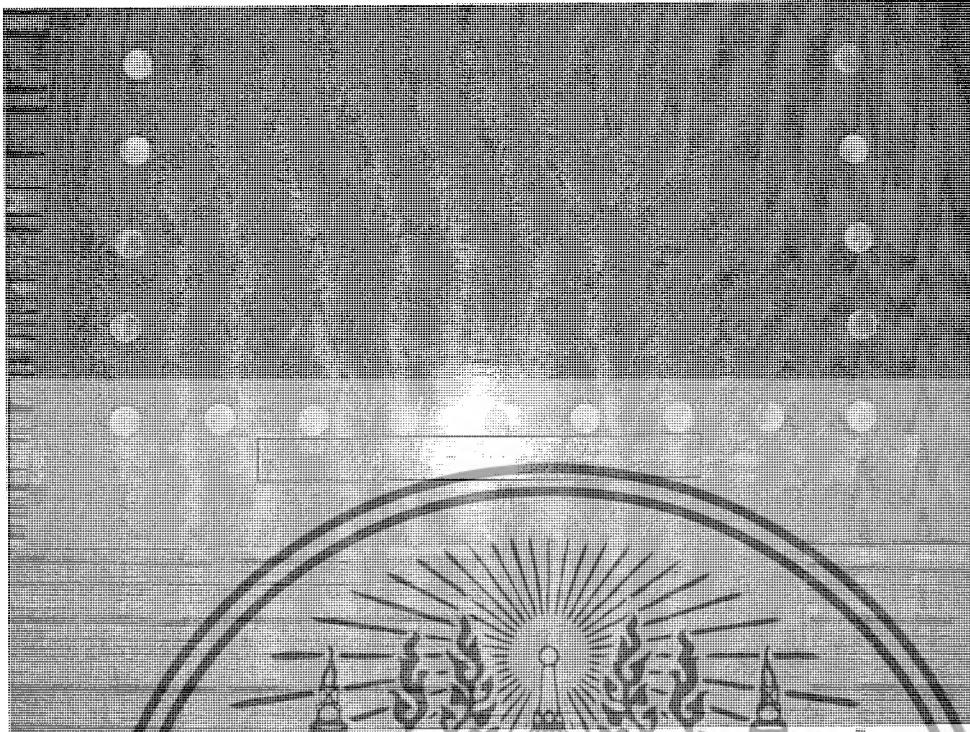
5. นำกล้องเว็บแคมมาติดตั้งกับฐานตั้งกล้องพร้อมกับนำสาย USB จากกล้องไปเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เรียบร้อย โดยการติดตั้งกล้องนั้นที่ด้านบนสุดของฐานตั้งกล้องจะมีแถบกาวยาวและร่องที่ใช้ยึดและล็อกกล้องไว้ไม่ให้ขยับ



รูปที่ ก.19 การติดตั้งกล้องเว็บแคมรูปเล็กทางซ้ายแสดงให้เห็นถึงบริเวณบนสุดของฐานกล้องจะมีกาวยาวไว้ยึดให้กล้องติดอยู่ รูปเล็กทางขวาแสดงให้เห็นถึงบริเวณที่เป็นล็อกเพื่อยึดกล้อง

6. เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมฐานและกล้องเว็บแคมเรียบร้อยแล้วจะเป็นการนำฉากหลังมาติดเข้ากับฐานและจัดสายต่างๆ ให้เข้าที่ โดยนำแถบกาวยึดติดอยู่บนฉากทั้ง 3 ด้าน มาติดให้เสมอกับขอบด้านบนของฐานถ่ายภาพวัตถุและจัดการพับเข้ามุมฐานและเก็บสายต่างๆ ไว้ในช่องด้านหลังฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

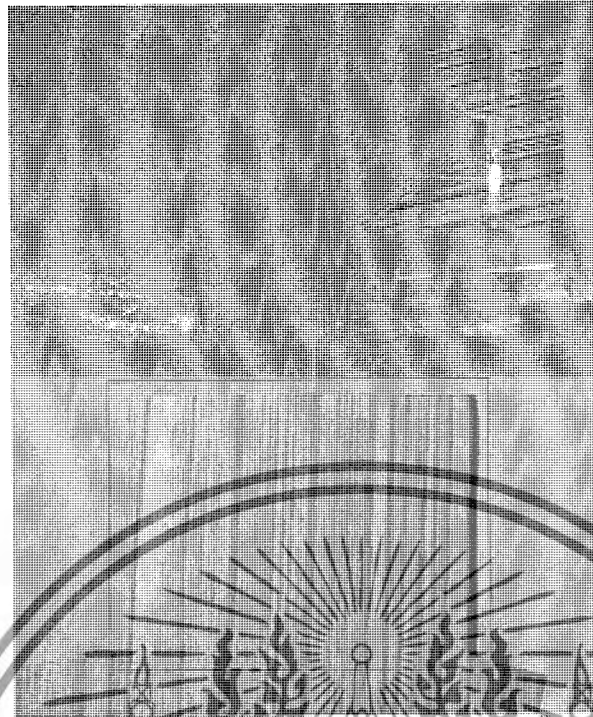


รูปที่ ก.20 แอบการที่มีรอยฉลากเข้ากับฐานอัญมณีประดับด้วยรัตนทั้ง 3 ด้าน



รูปที่ ก.21 รอยพับฉลากที่มีไม้จิ้มฟันกับฐานอัญมณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

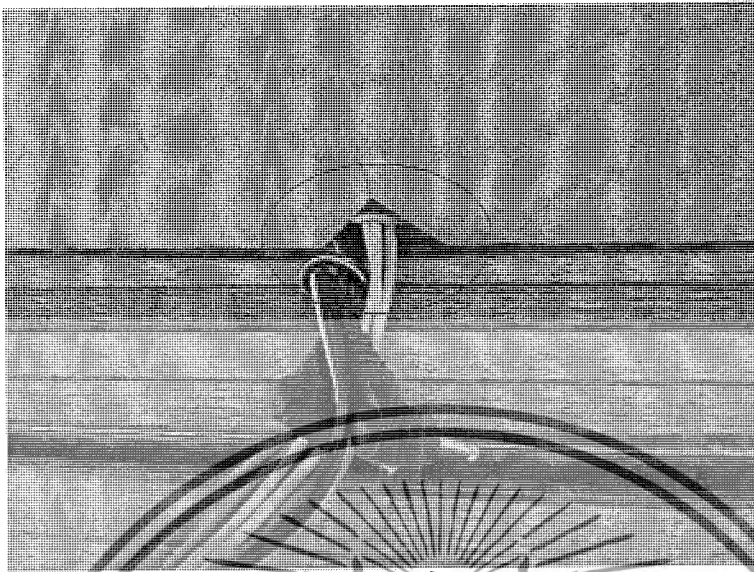


รูปที่ ก.22 ช่องว่างที่รับน้ำหนักกับฐานที่ติดกับแผงประตูไฟ



รูปที่ ก.23 การประกอบฉากกับขอบฐานด้านบนของแถบกวาดจะต้อง
ติดเสมอพอดีกันกับขอบด้านบนของฐาน และควรให้เห็นจุดวงกลม
สี่เหลี่ยมเต็มวงตั้งรูปเล็กทางซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.24 ช่องด้านหลังฉากที่เอาไว้เก็บรวมสายไฟ



รูปที่ ก.25 ฉากที่ประกอบเข้ากับฐานเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.26 อุปกรณ์ถ่ายภาพวัตถุที่ประสอบเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.5 การติดตั้งโปรแกรม 3D Construction

1. ไปยังไดเรกทอรีที่เก็บไฟล์ Setup3DConstruction.exe แล้วทำการดับเบิลคลิก



รูปที่ ก.27 ไฟล์ติดตั้งโปรแกรม 3D Construction

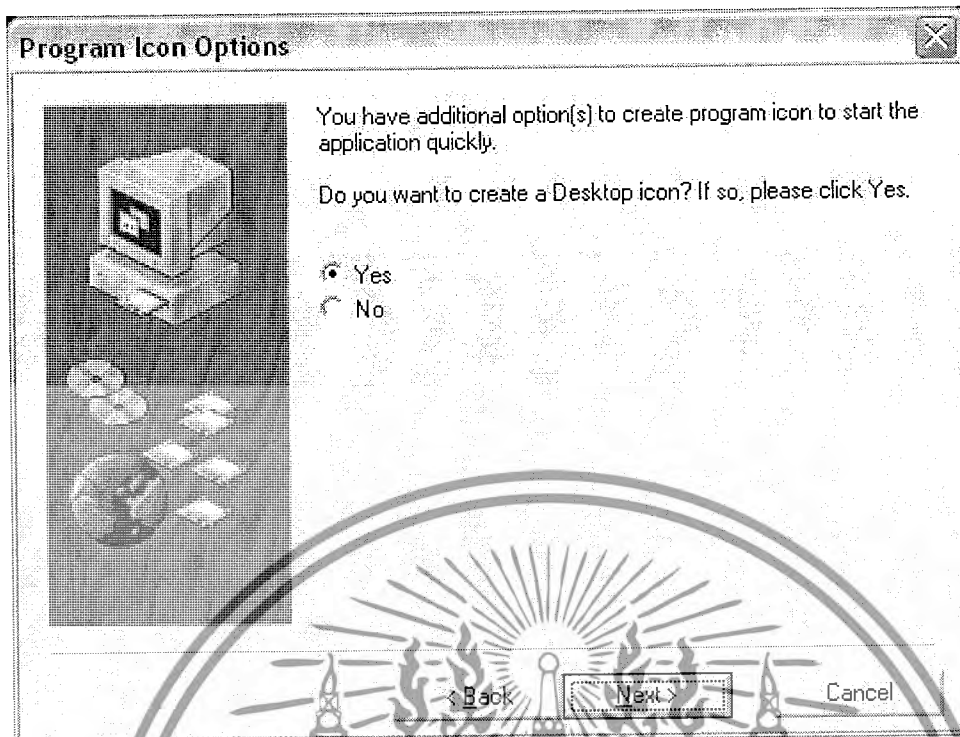
2. เมื่อทำการดับเบิลคลิกที่ไฟล์ติดตั้งแล้วจะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ก.28 อ่านรายละเอียดแล้วคลิกที่ปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ก.28 หน้าต่างที่ปรากฏขึ้นหลังจากดับเบิลคลิกที่ไฟล์ติดตั้ง

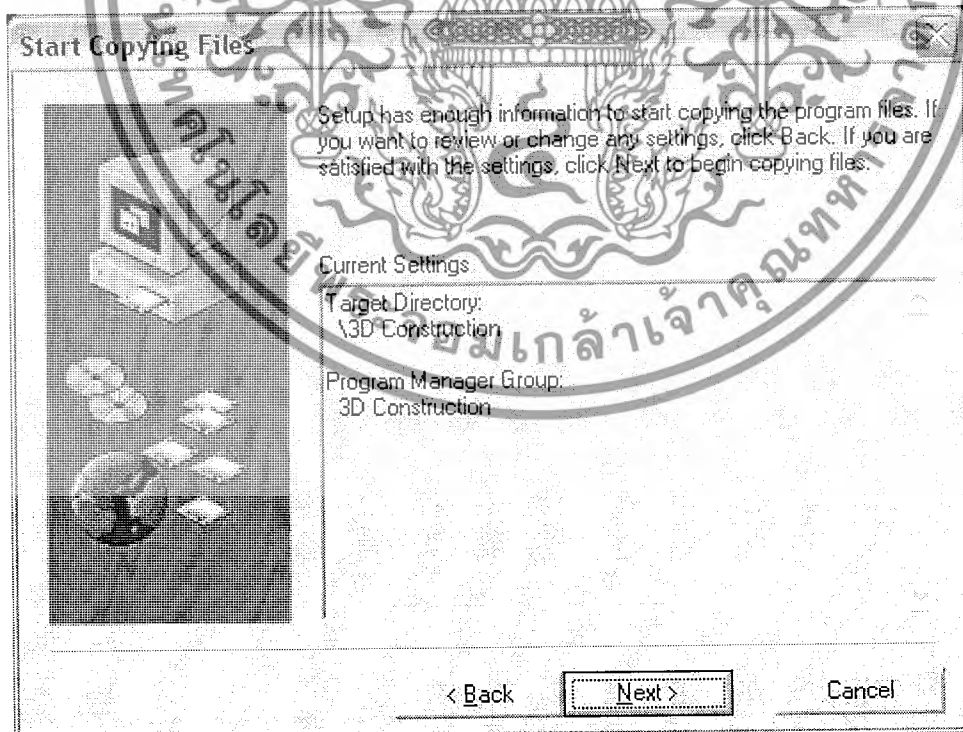
3. หลังจากคลิกที่ปุ่ม Next ก็จะมีหน้าต่างถัดไปดังรูปที่ ก.29 ถามว่าต้องการที่จะสร้าง Shortcut ของโปรแกรมไว้บน Desktop ของวินโดวหรือไม่ ถ้าต้องการก็เลือกที่ Yes ถ้าไม่ต้องการก็เลือก No หลังจากเลือกแล้วก็ให้คลิก Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.29 หน้าต่างแสดงให้เลือกว่าจะทำการสร้าง Shortcut ไว้ที่ Desktop หรือไม่

4. คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



รูปที่ ก.30 หน้าต่างแสดงชื่อโฟลเดอร์ที่เก็บโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หลังจากคลิกที่ปุ่ม Next แล้ว รอสักครู่ ในระหว่างการติดตั้งโปรแกรมจะมีหน้าต่างแสดง ความคืบหน้าในการติดตั้ง และหลังติดตั้งเสร็จก็จะแสดงหน้าต่าง Finish และถามว่า ต้องการที่จะเปิดโปรแกรมหลังจากติดตั้งเสร็จหรือไม่ ถ้าไม่ก็คลิกเครื่องหมายถูกออก แล้วคลิก Finish เป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้งโปรแกรม โดยที่โปรแกรมจะทำการติดตั้งไปยัง C:\3D Construction



รูปที่ ก.32 หน้าต่างแสดงเมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แนวทางการพัฒนาต่อการประมวลผลภาพถ่ายดิจิทัล

ข.1 การขจัดฉากของภาพโดยใช้โมเดลสี เอชเอสวี (HSV)

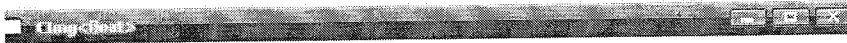
การใช้ฟังก์ชันนี้ ต้องเลือกฉากที่มีสีไม่ซ้ำกับสีบนวัตถุเลย จากนั้นทำการหาช่วงของสีที่ต้องการ โดย H มีค่าตั้งแต่ 0–360 S มีค่าตั้งแต่ 0–1 V มีค่า 0–1



รูปที่ ข.1 ภาพก่อนการขจัดฉากของภาพ

จากรูปที่ ข.1 ช่วงของสีที่ต้องการคือ $70 < H < 130, S > 0.568, V < 1$ นำค่าที่ได้ไปใส่ในฟังก์ชันจะได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ ข.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 ภาพหลังการขจัดฉากของภาพ

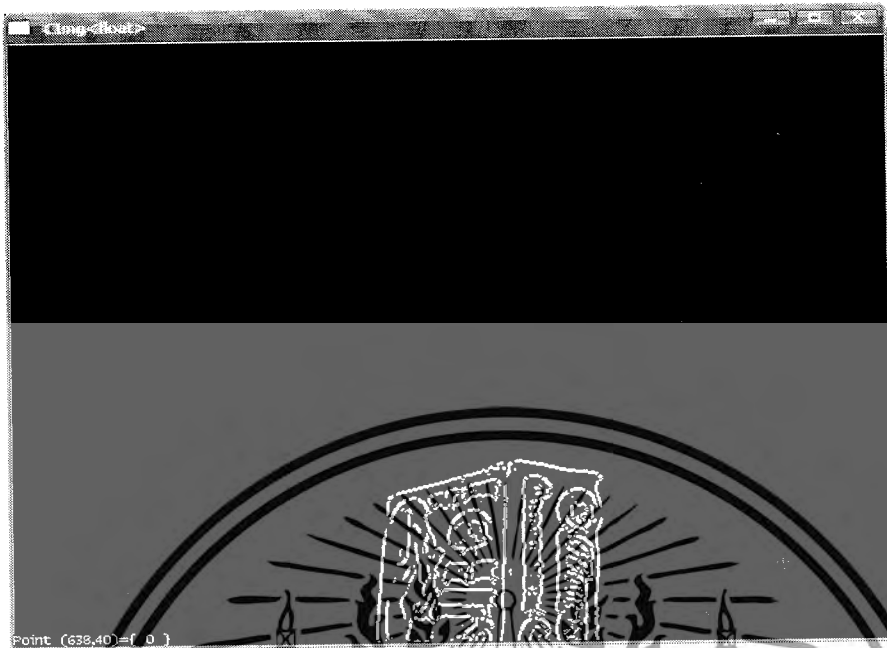
ข.2 การหาเส้นขอบของวัตถุโดยใช้แคนนีเอดจ์ดีเทกชัน (Canny Edge Detection)

ฟังก์ชันนี้จะเป็นการหาขอบของรูปภาพ โดยเปลี่ยนสีส่วนที่ไม่ใช่ขอบให้เป็นสีดำ ส่วนที่เป็นขอบให้เป็นสีขาวดังรูปที่ ข.4



รูปที่ ข.3 ภาพที่ใช้ในการหาเส้นขอบของวัตถุ

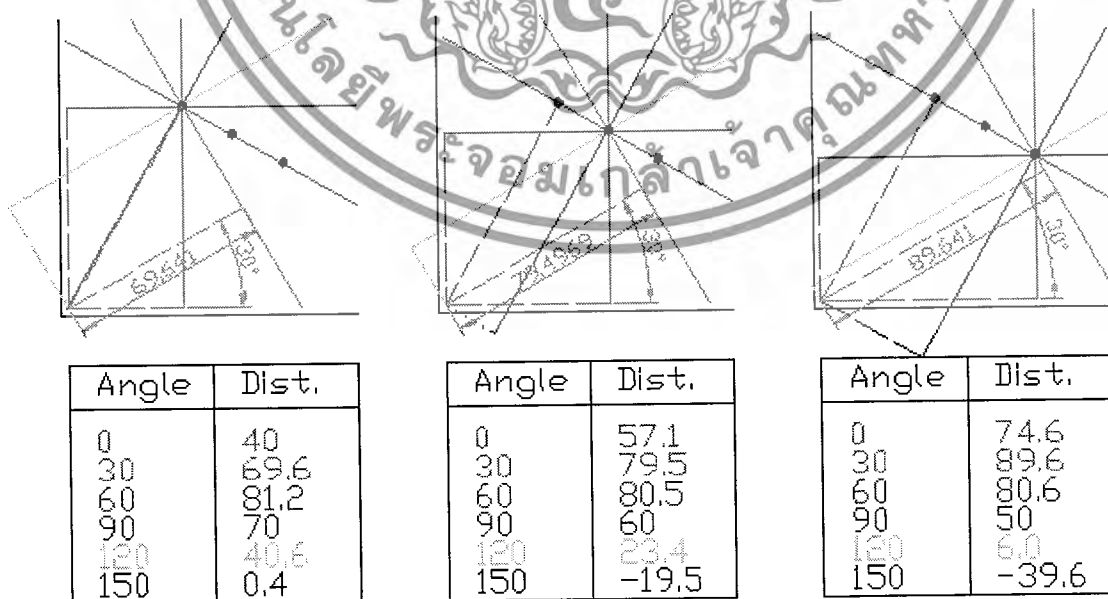
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.4 ภาพหลังจากผ่านฟังก์ชันแชนเนลนี้ดีเทคชัน

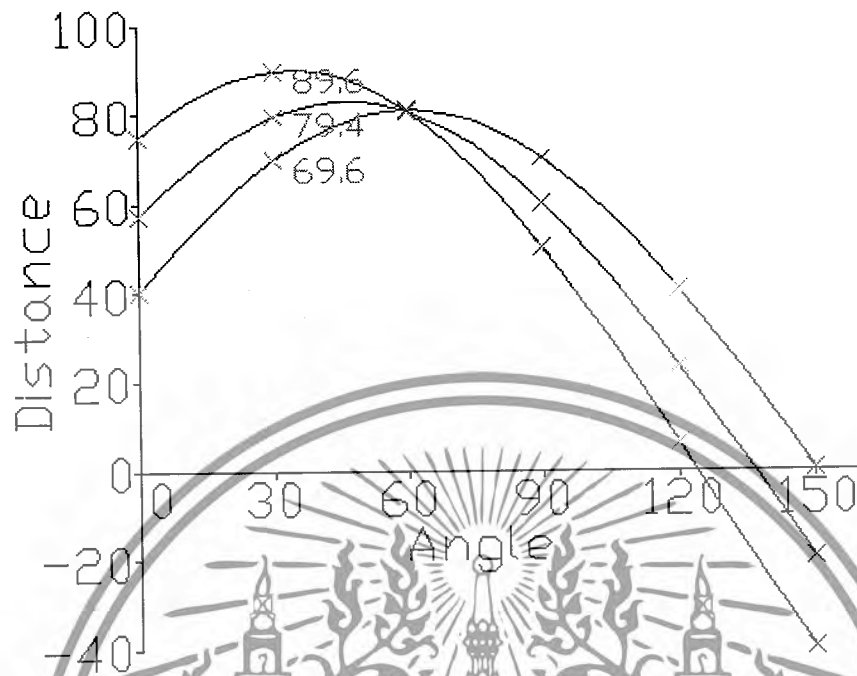
ข.3 การหาเส้นตรงภายในภาพโดยใช้ฮัฟทรานสฟอร์ม (Hough Transform)

ฮัฟทรานสฟอร์มในการหาเส้นตรง จากรูปที่ ข.5 จะเห็นว่า มีจุดอยู่ในภาพ 3 จุด เราจะนำจุดเหล่านี้มาเทียบกับเส้นที่มีมุมต่างกัน เพื่อหาระยะห่างจากจุดศูนย์กลาง ไปสู่เส้นเหล่านั้น จากนั้นนำค่าที่ได้ไปพล็อตกราฟดังรูปที่ ข.6



รูปที่ ข.5 ระยะห่างจากแต่ละจุด ไปยังจุดศูนย์กลางในมุมที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

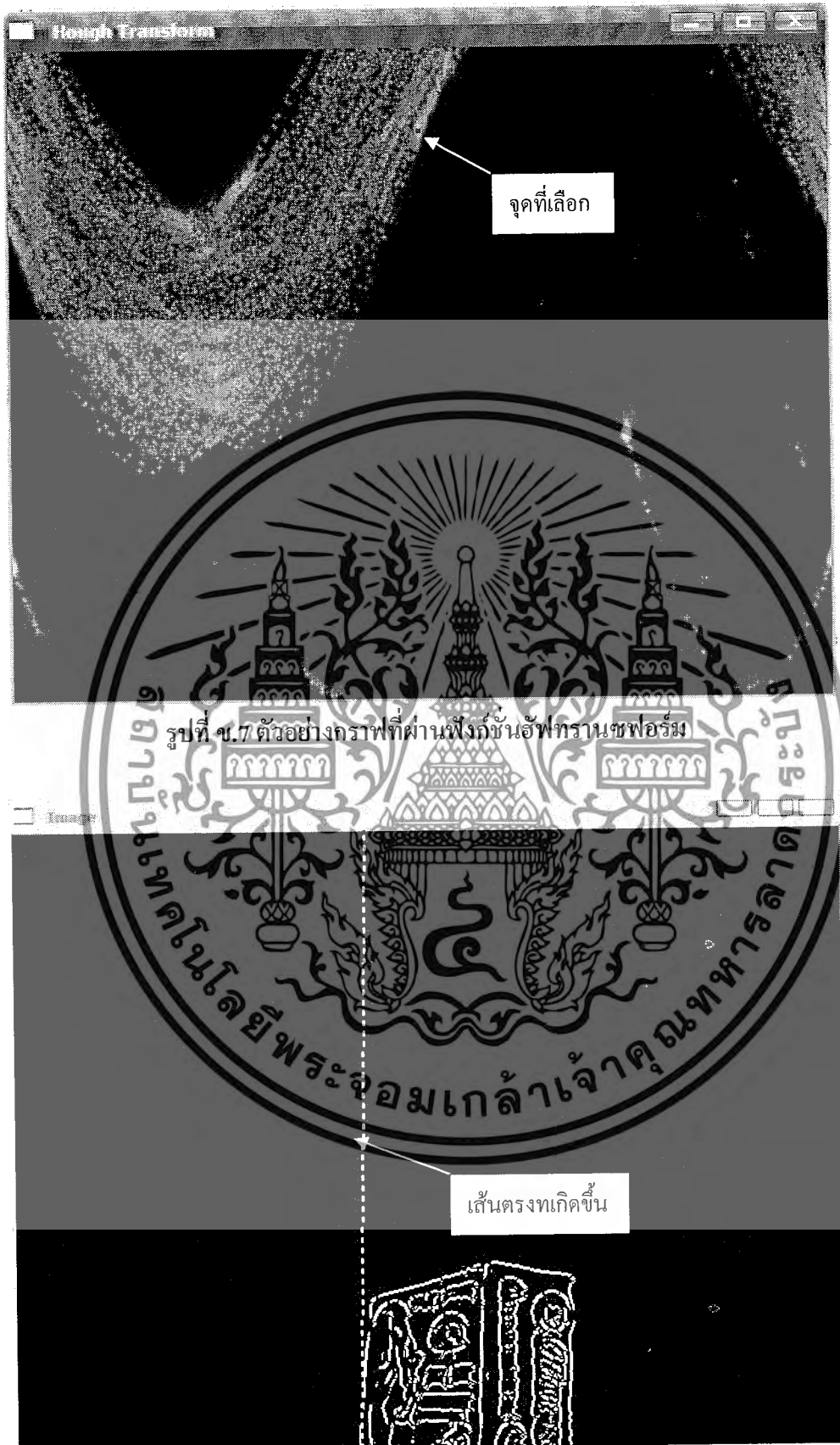


รูปที่ ข.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของจุดทั้งสาม

จากรูปที่ ข.6 จุดที่มีค่ามุม 60 องศาเป็นจุดตัดของกราฟทั้งสามจุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเส้นตรงที่มีมุม 60 องศาเป็นเส้นตรงที่ผ่านจุดทั้งสาม

เมื่อเราทำการเลือกจุดตั้งรูปที่ ข.7 เราก็จะได้เส้นตรงตั้งรูปที่ ข.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.8 ภาพที่เกิดจากเส้น จากการเลือกจุดในรูปด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้