สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การหาพิกัด 3 มิติ ของวัตถุโดยเทคนิคสเตอริโอสโคปี

3 – D COORDINATE EXTRACTION USING STEREOSCOPY

โดย

นายกฤตนันท์ ศรีบุญทรง

นายคุณากร เกาศล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72115
วัน,เดือน,ปี - 8 มิ.ย. 2550

b 11763545
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาพิกัด 3 มิติ ของวัตถุโดยเทคนิคสเตอริโอสโคปี

3 – D COORDINATE EXTRACTION USING STEREOSCOPY

โดย

นายกฤตนันท์ ศรีบุญทรง รหัส 46010014

นายคุณากร เกาศล รหัส 46010086

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์	ปีการศึกษา 2549
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
สถาบัน	เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง (ภาษาไทย)	การหาพิกัด 3 มิติ ของวัตถุโดยเทคนิคสเตอริโอสโคปี
เรื่อง (ภาษาอังกฤษ)	3 – D COORDINATE EXTRACTION USING STEREOSCOPY

ผู้จัดทำ	นายกฤตนันท์ ศรีบุญทรง	รหัส 46010014
	นายคุณากร เกาศล	รหัส 46010086
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์)

วันที่ 8 / มี.ค. / 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาพิกัด 3 มิติ ของวัตถุโดยเทคนิคสเตอริโอสโคปี

นายกฤตนันท์ ศรีบุญทรง รหัส 46010014
นายคุณากร เกาศล รหัส 46010086
รศ. ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

รายงานนี้ศึกษาและสร้างอุปกรณ์ในการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วิธีสเตอริโอสโคปีด้วยวิธีการถ่ายภาพของวัตถุจากกล้องที่วาง ณ 2 ตำแหน่งซึ่งจะได้ภาพออกมาเป็นภาพถ่าย 2 มุมมองและนำภาพมาทำการประมวลผล โดยใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาทำการวิเคราะห์และคำนวณหาความลึกของวัตถุด้วยวิธีการสเตอริโอสโคปีเพื่อให้ได้ภาพ 3 มิติ การหาจุดสอดคล้องในภาพที่ถ่าย 2 มุมมอง ใช้วิธีการเข้ารหัสไบนารี่โดยการเขียนจุดสีต่างๆบนวัตถุ โปรแกรม-การประมวลผลภาพจะทำการค้นหาตำแหน่งจุดสีในภาพที่ถ่ายได้แล้วนำไปคำนวณพิกัด 3 มิติโดยอัตโนมัติ เทคนิคสเตอริโอสโคปีสามารถนำไปสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ซึ่งมีขนาดเท่ากับวัตถุจริง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น สร้างแบบจำลองของวัตถุ การหาขนาดวัตถุ และอื่นๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 – D COORDINATE EXTRACTION USING STEREOSCOPY

Mr. Kittanan Sribunsong ID.46010014

Mr. Kunakorn Kaoson ID.46010086

Assoc.Prof.Dr. Chuchat Pintavirooj Advisor

Education year 2006

Abstract

This report present a design and construction of the 3D coordinate extraction system which is based on the stereoscopy technique. The system includes two identical camera mounting on the platform that capable of sliding on the dual rail. The taken images from two cameras are sending to the PC via a video capture card. The corresponding points on the two images are searched based on using the binary coding scheme in which the color dot are marked on the object and the image of the color dot are searched using template matching. The automatically determined corresponding points are then used to compute the 3D coordinate of the object. 3D coordinate extraction using the stereoscopy technique can be applied in a variety of fields including 3D modeling and shape extraction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่าย ขอบคุณ พี่เอก และเพื่อนๆ ที่คอยแนะนำและให้กำลังใจตลอดมา คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รศ. ดร.ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงงานชิ้นนี้

.....

(นายกฤตนันท์ ศรีบุญทรง)

.....

(นายคุณากร เกาศล)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประวัติความเป็นมา	1
บทที่ 2 ทฤษฎีกราฟฟิก 2 มิติ และกราฟฟิก 3 มิติ	4
2.1 กราฟฟิก 2 มิติ	4
2.1.1 จุด	4
2.1.2 เส้นตรง	5
2.1.3 รูปหลายเหลี่ยม	5
2.1.4 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง	6
2.2 กราฟฟิก 3 มิติ	6
2.2.1 จุดและระนาบ	6
บทที่ 3 การเกิดภาพสเตอริโอ (stereo Imaging)	8
3.1 ความลึก (depth)	10
3.2 ภาพสเตอริโอ (Stereo imaging)	10
3.3 กล้องในตำแหน่งที่ไม่แน่นอน (Cameras in arbitrary position and orientation)	12
3.4 การวัด (calibration)	13
3.5 ระบบคู่อันดับ (Coordinate systems)	14
3.6 จากพิกเซลไปเป็นรูป (Pixel to image)	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.7 การคำนวณจุด 3 มิติโดยใช้กล้องหลายตัว (Computing 3D points using multiple cameras)	14
3.8 Stereo Triangulation	15
3.9 การตั้งกล้อง (Camera calibration)	15
3.10 การตั้งกล้องโดยใช้ Least-Squares Technique	15
3.11 การตั้งกล้องแบบ Tsai (Tsai camera calibration)	16
3.11.1 ตัวแปรภายในกล้อง (Intrinsic camera parameters)	16
3.11.2 ตัวแปรภายนอกกล้อง (Extrinsic camera parameters)	16
3.11.3 การตั้งกล้องแบบ Tsai (Tsai camera calibration)	17
3.12 การปรับเทียบกล้อง (Camera Calibration)	17
บทที่ 4 การบันทึกภาพและการตั้งค่าของอุปกรณ์	20
4.1 Four Channel Video Capture Card	20
4.2 โปรแกรมบันทึกภาพเคลื่อนไหว	21
4.3 โปรแกรมแปลงไฟล์ภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง	22
4.4 วิธีการหาความยาวโฟกัสและปรับทิศทางของกล้อง CCD CAMERA	23
4.4.1 ค่าโฟกัสและการวางตำแหน่งของกล้อง CCD	28
4.5 การหาค่าพิกเซลต่อเซนติเมตร	32
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	36
5.1 การทดลองที่ 1 สร้างภาพ 3 D	36
5.2 การทดลองที่ 2 ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วัตถุลักษณะต่างกัน	42
5.3 การทดลองที่3 ทำการหาปริมาตรจากภาพ 3 มิติ	42
5.4 การทดลองที่4 ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ตรวจจับสีที่ฉายจากโปรเจคเตอร์	42
5.5 ผลการทดลอง	49
5.5.1 ผลการทดลอง การสร้างภาพ 3 มิติ	49
5.5.2 การทดลอง ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วัตถุลักษณะต่างกัน	54
5.5.3 ผลการทดลอง ทำการหาปริมาตรจากภาพ 3 มิติ	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	**หน้า**
5.5.4 ผลการทดลอง ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ตรวจจับสีที่ฉายจากโปรเจคเตอร์	67
บทที่ 6 สรุปผลและวิจารณ์	73
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก ก	76
ภาคผนวก ข	126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 Sir Charles Wheatstone (ค.ศ.1802- ค.ศ.1875) และ stereoscopic vision	2
รูปที่ 1.2 Henry fox Talbot และ Daguerre	2
รูปที่ 1.3 David Brewster และ Oliver Wendall Homes	2
รูปที่ 1.4 อุปกรณ์ดูภาพของ Brewster สร้างในปี ค.ศ.1860 อุปกรณ์ดูภาพของ Homes สร้างในปี ค.ศ.1905	3
รูปที่ 1.5 ภาพที่ใช้กับอุปกรณ์ดูภาพของ Brewster	3
รูปที่ 2.1 จุดในระบบกราฟิก 2 มิติ	4
รูปที่ 2.2 เส้นตรงในระบบกราฟฟิก 2 มิติ	5
รูปที่ 2.3 รูปแสดงตำแหน่งของจุดในระบบ 3 มิติ	7
รูปที่ 3.1 แบบจำลองของขบวนการสร้างภาพสเตอริโอ	9
รูปที่ 3.2มุมบนของขบวนการสร้างภาพสเตอริโอ โดยที่ระบบพิกัดของกล้องตัวที่ 1 ซ้อนทับกับระบบพิกัดของโลก	9
รูปที่ 3.3 การเกิดภาพสเตอริโอจากกล้อง 2 ตัว	11
รูปที่ 3.4 Stereo imaging	11
รูปที่ 3.5 Cameras in Arbitrary Position and Orientation	12
รูปที่ 3.6 Cameras in Arbitrary Position and Orientation	13
รูปที่ 3.7 ภาพของตารางหมากรุกที่นำมาใช้ในการปรับเทียบกล้อง	19
รูปที่ 4.1 Four Channel Video Capture Card รุ่น SK-2000FB	20
รูปที่ 4.2 โปรแกรมSVDVR	21
รูปที่ 4.3 โปรแกรมแปลงไฟล์ภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง	22
รูปที่ 4.4 โปรแกรมที่ใช้ในการคาริเบลกล้อง	23
รูปที่ 4.5 โปรแกรมที่ใช้ในการคาริเบลกล้องแบบสเตอริโอ	23
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อคาริเบลกล้อง รูปที่ 1	24
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อคาริเบลกล้อง รูปที่ 2	25
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อคาริเบลกล้อง รูปที่ 3	26
รูปที่ 4.9 การวางตัวของตาราง 12 ภาพ ของกล้อง	27
รูปที่ 4.10 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 60 เซนติเมตร	32
รูปที่ 4.11 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 70 เซนติเมตร	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.12 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 80 เซนติเมตร	34
รูปที่ 4.13 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 90 เซนติเมตร	35
รูปที่ 5.1 การวางกล้อง	36
รูปที่ 5.2 อุปกรณ์ในการทดลองที่ 1 ถึง 3	37
รูปที่ 5.3 ที่ตั้งวัตถุ	38
รูปที่ 5.4 การเซ็ตอุปกรณ์ก่อนทำการทดลองที่ 4	39
รูปที่ 5.5 โปรแกรมส่วนของ แปลงไฟล์	40
รูปที่ 5.6 โปรแกรมส่วนของ image processing 3-D	41
รูปที่ 5.7 ส่วนโปรแกรม 3 มิติในการทดลองที่ 4	43
รูปที่ 5.8 ขั้นตอนการ scan วัตถุในการทดลองที่ 4	44
รูปที่ 5.9 โปรแกรมส่วนของการตรวจจับสีและ คำนวณหาค่า x,y,z ของภาพ 3 มิติ	45
รูปที่ 5.10 วัตถุหน้าคนในการทดลองที่ 4	46
รูปที่ 5.11 วัตถุลูกบอลในการทดลองที่ 4	46
รูปที่ 5.12 วัตถุกล่องสี่เหลี่ยมในการทดลองที่ 4	47
รูปที่ 5.13 วัตถุหมายเลข 1 ในการทดลองที่ 4	47
รูปที่ 5.14 วัตถุหมายเลข 2 ในการทดลองที่ 4	48
รูปที่ 5.15 วัตถุหมายเลข 3 ในการทดลองที่ 4	48
รูปที่ 5.16 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 60 เซนติเมตร	49
รูปที่ 5.17 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 70 เซนติเมตร	50
รูปที่ 5.18 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 80 เซนติเมตร	51
รูปที่ 5.19 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 90 เซนติเมตร	52
รูปที่ 5.20 กราฟแสดงค่าความลึกของภาพ	53
รูปที่ 5.21 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 60 เซนติเมตร	54
รูปที่ 5.22 กล่องหลายเหลี่ยม z = 60 เซนติเมตร	55
รูปที่ 5.23 กล่องสามเหลี่ยม z = 60 เซนติเมตร	56
รูปที่ 5.24 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 70 เซนติเมตร	57
รูปที่ 5.25 กล่องหลายเหลี่ยม z = 70 เซนติเมตร	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

รูปที่ 5.26 กล่องสามเหลี่ยม z = 70 เซนติเมตร 59
รูปที่ 5.27 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 80 เซนติเมตร 60
รูปที่ 5.28 กล่องหลายเหลี่ยม z = 80 เซนติเมตร 61
รูปที่ 5.29 กล่องสามเหลี่ยม z = 80 เซนติเมตร 62
รูปที่ 5.30 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 80 เซนติเมตร 63
รูปที่ 5.31 กล่องหลายเหลี่ยม z = 80 เซนติเมตร 64
รูปที่ 5.32 กล่องสามเหลี่ยม z = 80 เซนติเมตร 65
รูปที่ 5.33 ภาพ 3 มิติของวัตถุเป็นหน้าคนด้านหน้า 67
รูปที่ 5.34 ภาพ 3 มิติของวัตถุลูกบอล 68
รูปที่ 5.35 ภาพ 3 มิติของวัตถุกล่องสี่เหลี่ยม 69
รูปที่ 5.36 ภาพ 3 มิติของวัตถุหมายเลข 1 70
รูปที่ 5.37 ภาพ 3 มิติของวัตถุหมายเลข 2 71
รูปที่ 5.38 ภาพ 3 มิติของวัตถุหมายเลข 3 72
รูปที่ 5.39 การเกิดภาพสเตอริโอจากกล้อง 2 ตัว 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลองค่า Z ของกล้อง CCD	53
ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลองปริมาตรกล่องสี่เหลี่ยม	66
ตารางที่ 3 ตารางผลการทดลองปริมาตรกล่องสามเหลี่ยม	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบันภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติ ถูกนำมาใช้งานในด้านต่างๆมากมาย ไม่ว่าจะเป็นทางด้านภาพยนต์โฆษณา งานจำลองต้นแบบทางอุตสาหกรรม การจำลองภาพทางการแพทย์ ฯลฯ สืบเนื่องมาจากความสามารถที่สูงขึ้นของคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ทำให้ภาพที่ได้มีความสวยงามคมชัด ดูเหมือนของจริง จึงทำให้การสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติเป็นที่นิยมมากขึ้นแต่เนื่องมาจากโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติ ที่นิยมใช้งานในปัจจุบันเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป และการใช้งานค่อนข้างยาก โครงงานนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาถึงขั้นตอนการได้มาของภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจถึงวิธีการสร้างภาพ 3 มิติมากขึ้นและสามารถนำมาสร้างภาพ 3 มิติได้

1.2 วัตถุประสงค์

-เพื่อศึกษาถึงขั้นตอนและวิธีการสร้างโดยวิธีสเตอริโอสโคปีที่ใช้ในการสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติ

-เพื่อช่วยให้เข้าใจถึงการใช้งานโปรแกรมสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติ

-สามารถนำมาสร้างแบบจำลองของวัดถุได้ด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

-ศึกษาวิธีและขั้นตอนต่างๆที่ใช้ในการสร้างภาพคอมพิวเตอร์กราฟฟิก 3 มิติด้วยวิธีสเตอริ-โอสโคปีแสดงให้เห็นจริงโดยการเขียนโปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ

-สร้างอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการจับภาพเพื่อนำมาสร้างภาพ 3 มิติ

-สร้างแบบจำลองของวัดถุด้วยวิธีสเตอริโอสโคปีให้ได้ภาพ 3 มิติได้

1.4 ประวัติความเป็นมา

ในยุคสมัยที่ยังไม่มีการใช้กล้องถ่ายรูปนั้น ได้มีบุคคลที่พยายามจะจำลองภาพ 3 มิติขึ้นโดยคิดเทคนิคการมองภาพให้เป็น 3 มิติ เรียกว่า หลักการมองภาพแบบสเตอริโอ (stereoscopic vision) บุคคลแรกที่คิดค้นวิธีการมองภาพแบบนี้ได้ คือ Sir Charies Wheatstone ในปี ค.ศ. 1838

ในปี ค.ศ. 1839 Henry Talibot และ Daguerre คิดค้นกรรมวิธีล้างอัดภาพขึ้น จากนั้นผู้คนก็เริ่มถ่ายภาพแพร่หลาย การมองภาพที่ล้างอัดออกมาให้เห็นเป็น 3 มิติ จึงทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อมาในปี ค.ศ.1850 เมื่อ David Brewster ประดิษฐ์ albumen print และ อุปกรณ์ดูภาพ 3 มิติที่มีราคาถูก และ Oliver Wendall Homes ที่ประดิษฐ์อุปกรณ์ดูภาพที่ราคาถูก จึงทำให้การดูภาพ 3 มิติทำได้ง่ายและแพร่หลายมากขึ้น

รูปที่ 1.1 Sir Charles Wheatstone (ค.ศ.1802- ค.ศ.1875) และ stereoscopic vision

Henry Fox Talbot Daguerre

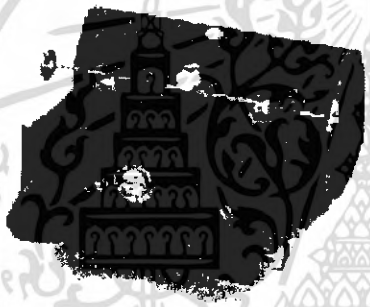
รูปที่ 1.2 Henry fox Talbot และ Daguerre

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

David Brewster

Oliver Wendall Homes

รูปที่ 1.3 David Brewster และ Oliver Wendall Homes



รูปที่ 1.4 อุปกรณ์ดูภาพของ Brewster สร้างในปี ค.ศ.1860 อุปกรณ์ดูภาพของ Homes สร้างในปี ค.ศ.1905

รูปที่ 1.5 ภาพที่ใช้กับอุปกรณ์ดูภาพของ Brewster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

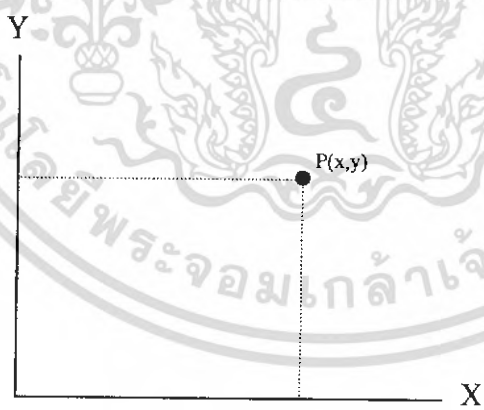
บทที่ 2
ทฤษฎี กราฟฟิก 2 มิติ และกราฟฟิก 3 มิติ

2.1 กราฟฟิก 2 มิติ

ระบบที่เป็นพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิก คือ ระบบกราฟฟิก 2 มิติ เพราะภาพที่ได้จากระบบกราฟฟิก 2 มิตินี้ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย เช่น รูปกราฟต่างๆในระบบกราฟฟิก 2 มิตินี้ ตำแหน่งของข้อมูลต่างๆจะถูกแทนที่ได้โดยตัวแปร 2 ตัว คือ (x,y) เมื่อ x คือระยะทางในแนวนอนจากจุดกำเนิด (origin) ใดๆ และ y คือระยะทางในแนวตั้งจากจุดกำเนิดเดียวกัน สิ่งที่สำคัญในระบบกราฟฟิก 2 มิติ คือ จุด (point) เส้นตรง (line) และรูปหลายเหลี่ยม (polygon) เนื่องจากสามารถที่จะนำสิ่งเหล่านี้ไปประกอบเพื่อให้เกิดเป็นภาพขึ้นมาตามความต้องการ

2.1.1 จุด

จุดในระบบกราฟฟิก 2 มิติจะถูกแสดงโดยพิกัด (coordinate) โดยค่า 2 ค่าด้วยกัน คือ P(x,y) ดังแสดงในรูปที่ 2.1

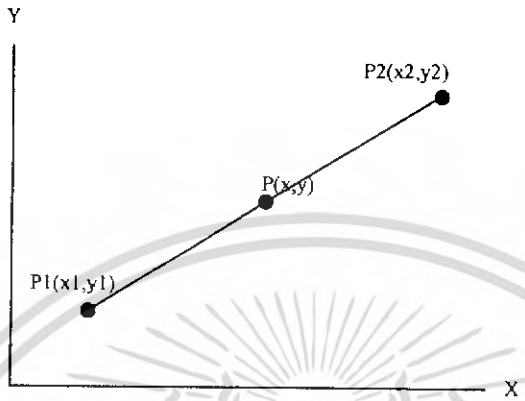


รูปที่ 2.1 จุดในระบบกราฟิก 2 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 เส้นตรง

เส้นตรงในระบบกราฟฟิก 2 มิตินั้นเกิดจากระยะทางระหว่างจุด 2 จุด ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เส้นตรงในระบบกราฟฟิก 2 มิติ

สมการของเส้นตรงสามารถอธิบายได้ดังนี้ ถ้าจุด P(x,y) เป็นจุดใดๆบนเส้นตรงที่เกิดจากจุด $P_1(x_1,y_1)$ และ $P_2(x_2,y_2)$ ใดๆแล้ว สมการของเส้นตรงคือ

$$y=mx+b \quad (1)$$

โดยที่ $$m=\frac{y_2-y_1}{x_2-x_1}$$

$$b=y_1-mx_1$$

สมการที่ 1 เรียกว่าสมการเส้นตรงแบบ Slope-intercept

M=ความชัน (Slope)

B=จุดตัดแกน y ของสมการเส้นตรง ณ ตำแหน่งที่ x มีค่าเป็นศูนย์ (0,b)

2.1.3 รูปหลายเหลี่ยม

รูปหลายเหลี่ยม คือ รูปที่เกิดจากการรวมของจุดและเส้นตรงที่เชื่อมติดกันที่บริเวณปลายทั้งสองข้าง รูปหลายเหลี่ยมที่เกิดขึ้นนั้นจะมีลักษณะเป็นภาพปิด (close figure) เรียกด้านที่ประกอบกันของรูปหลายเหลี่ยมว่าด้าน (side) หรือขอบ (edges) ของรูป ส่วนจุดปลายสุดของแต่ละด้านของรูปหลายเหลี่ยมจะเรียกว่าจุดรวม (vertices)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 การเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง

ในระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกนั้นในบางครั้งมีความจำเป็นที่จะต้องทำการเปลี่ยนแปลงลักษณะของภาพเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่น หรือ เพื่อความสะดวกแก่ผู้ใช้งานโดยไม่ต้องสร้างภาพขึ้นมาใหม่ เช่น การขยายภาพ การลดขนาดภาพ หรือการเปลี่ยนทิศทางของภาพเดิมแต่จะนำสมการทางคณิตศาสตร์บางอย่างมาช่วยในการเปลี่ยนแปลงลักษณะของภาพจำลอง

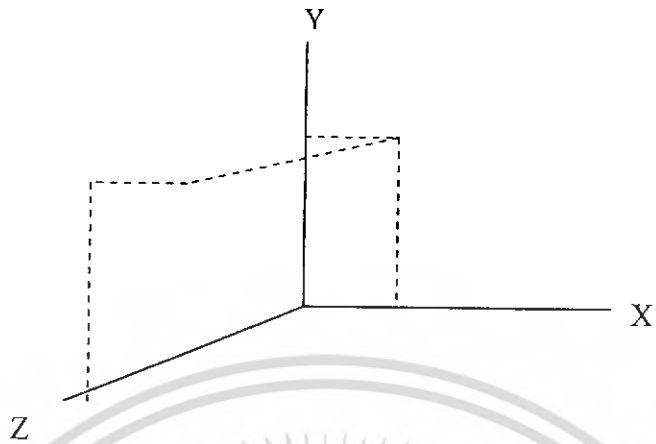
2.2 กราฟฟิก 3 มิติ

ภาพกราฟฟิกบางชนิดจำเป็นต้องใช้ระบบ 2 มิติเพื่อการแสดงผลเช่น ภาพของกราฟต่างๆ แผนที่ หรือแม้กระทั่งภาพที่ถูกสร้างจากจิตรกรต่างๆก็เป็นภาพกราฟิกในระบบ 2 มิติ แต่ในงานบางอย่างก็จำเป็นที่จะต้องใช้ภาพในระบบ 3 มิติในการแสดงผลเพื่อให้เกิดความง่ายในการที่จะทำให้เข้าใจในภาพนั้น เช่น ภาพของโครงสร้างต่างๆซึ่งถ้าเป็นภาพจำลองที่สร้างขึ้นมาในระบบ 3 มิติจะสามารถทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพรวมในจุดมอง (viewpoint) ที่ต่างๆกัน

2.2.1 จุดและระนาบ

สิ่งที่ง่ายที่สุดในการที่จะนำมาใช้ในการอธิบายระบบ 3 มิติคือ จุด เนื่องจากในระบบ 2 มิติได้อธิบายจุดโดยที่บอกตำแหน่งของจุดโดยอาศัย ค่า 2 ค่า แต่ในระบบ 3 มิตินี้จะต้องเพิ่มแกนอีก 1 แกนเพื่อที่จะสามารถนำมาใช้บอกตำแหน่งของจุดในระบบ 3 มิติ ซึ่งจะทำให้ตัวเลขที่ใช้ในการบอกตำแหน่งของจุดมี 3 ค่าด้วยกัน คือ ค่าแรกจะแทนค่าความสูง(height) ของจุด ส่วนค้าที่ 2 และ 3 จะแทนค่าความกว้าง (width) และความลึก (depth) ตามลำดับ โดยที่ทั้ง 3 แกนที่ให้ในการอธิบายตำแหน่งในระบบ 3 มิติ จะมีทิศทางที่ตั้งฉากซึ่งกันและกัน ในระบบ 2 มิตินั้นใช้ค่าในแนวแกน X และแกน Y แทนค่าตำแหน่งในด้านความกว้างและความยาว ส่วนในระบบ 3 มิตินั้นจะใช้แนวแกน Z แทนค่าของตำแหน่งในด้านความลึก ส่วนในแนวแกน X และแกน Y นั้นเหมือนกับในระบบ 2 มิติทุกประการ ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งของจุดในระบบ 3 มิติจะสามารถกำหนดได้โดยตัวแปร 3 ตัว คือ P(x,y,z) ดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.3 รูปแสดงตำแหน่งของจุดในระบบ 3 มิติ

และสมการเส้นตรงในระบบ 3 มิติ คือ

$$\frac{y - y_1}{x - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{z - z_1}{x - x_1} = \frac{z_2 - z_1}{x_2 - x_1} \qquad (2)$$

ส่วนสมการของระนาบในระบบ 3 มิติคือ

$$Ax + By + Cz + D = 0 \qquad (3)$$

เมื่อ A,B,C และ D คือค่าคงที่หรือ

$$x + B_1 y + C_1 z + D_1 = 0 \qquad (4)$$

โดยที่ $B_1 = \frac{B}{A}$, $C_1 = \frac{C}{A}$, และ $D_1 = \frac{D}{A}$

และระยะทางระหว่างจุด(x,y,z) ใดๆกับระนาบถูกกำหนดโดย

$$L = \left| A_2 x + B_2 y + C_2 z + D_2 \right| \qquad (5)$$

โดยที่ $A_2 = \frac{A}{d}$, $B_2 = \frac{B}{d}$, $C_2 = \frac{C}{d}$ และ $D_2 = \frac{D}{d}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การเกิดภาพสเตอริโอ (stereo Imaging) และการคาริเบลกล้อง

การเกิดภาพสเตอริโอเป็นการสร้างภาพของวัตถุเดียวกันด้วยกล้อง 2 ตัววางอยู่ข้างกัน ภาพที่ได้จากกล้องทั้งสองสามารถนำมาใช้ในการหาพิกัด 3 มิติของวุตถุได้ พิจารณาแบบจำลองการเกิดภาพสเตอริโอในรูปที่ 3.1 ระยะระหว่างจุดกึ่งกลางของเลนส์ของกล้องทั้งสองเราเรียกว่า Baseline B เราต้องการหาพิกัด (X,Y,Z) ของจุด w ซึ่งมีจุดภาพ (x_1,y_1) และ (x_2,y_2) เราสมมติว่ากล้องทั้งสองนั้นมีลักษณะที่เหมือนกัน และระบบพิกัดของกล้องทั้งสองนั้นวางอยู่ในแนวที่ตรงกัน (Perfectly Aligned) ถ้าระบบพิกัดของกล้องและของโลกซ้อนทับกันพอดี ระนาบ xy ของภาพวางอยู่ในแนวเดียวกับระนาบ XY ของโลก ดังนั้นค่าพิกัด z ของ w สำหรับระบบพิกัดกล้องทั้งสองมีค่าเดียวกัน

ถ้าระบบพิกัดของกล้องที่หนึ่งและของโลกซ้อนทับกันพอดี ดังแสดงในรูปที่ 3.1 เราได้ว่า

$$X_1 = \frac{x_1}{f}(f - Z_1) \tag{3.1}$$

โดยที่ตัวห้อยบน X และ Z เป็นการบอกว่าพิกัดกล้องที่หนึ่งซ้อนทับกับพิกัดของโลก ทำนองเดียวกัน ถ้าระบบพิกัดของกล้องที่สองและของโลกซ้อนทับกันพอดี เราได้ว่า

$$X_2 = \frac{x_2}{f}(f - Z_2) \tag{3.2}$$

เนื่องจากการแยกกันของกล้องทั้งสองและเนื่องจาก w เป็นค่าเดียวสำหรับระบบพิกัดของทั้งสองกล้อง เราได้ว่า

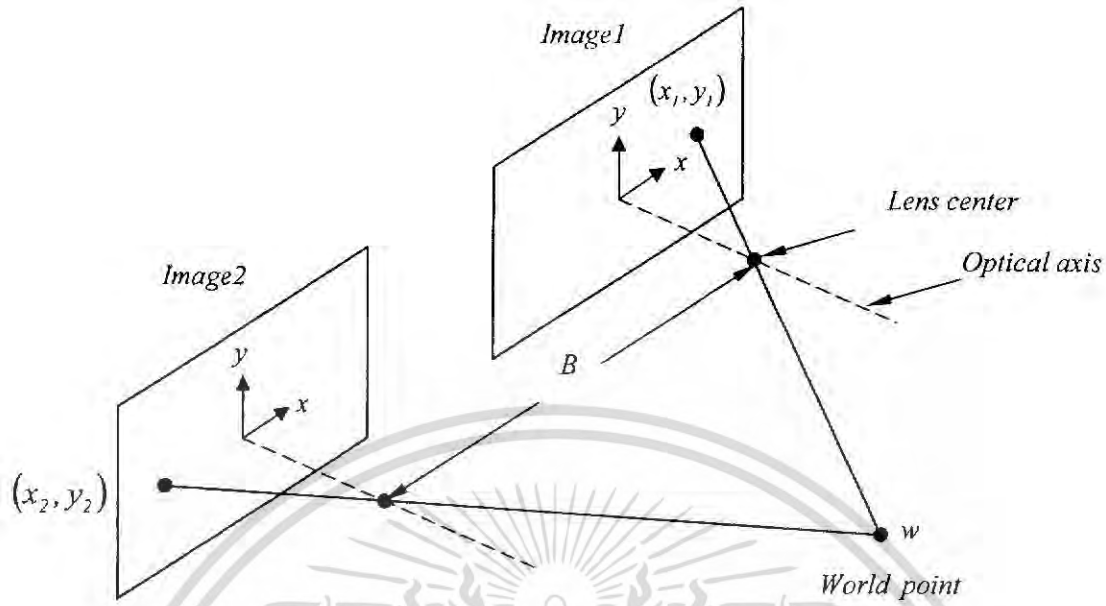
$$X_2 = X_1 + B \tag{3.3}$$

และ

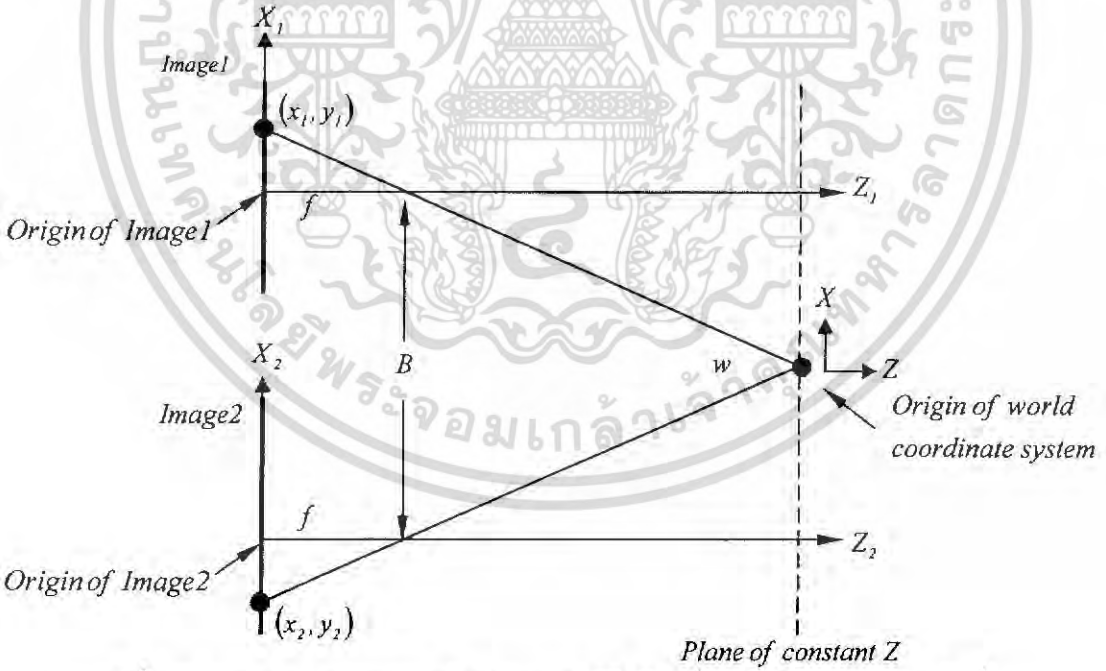
$$Z_2 = Z_1 = Z \tag{3.4}$$

โดยที่ B เป็นระยะ Baseline

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แบบจำลองของขบวนการสร้างภาพสเตอริโอ



รูปที่ 3.2มุมบนของขบวนการสร้างภาพสเตอริโอ โดยที่ระบบพิกัดของกล้องตัวที่ 1 ซ้อนทับกับระบบพิกัดของโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนค่า (3.3) และ (3.4) ลงใน (3.1) และ (3.2) เราได้ว่า

$$X_1 = \frac{x_1}{f}(f - Z) \tag{3.5}$$

และ

$$X_1 + B = \frac{x_2}{f}(f - Z) \tag{3.6}$$

ลบ (13.4-14) จาก (13.4-13) และแก้สมการหา Z เราได้ว่า

$$Z = f - \frac{fB}{x_2 - x_1} \tag{3.7}$$

นั้นหมายความว่าถ้าเราทราบผลต่างของพิกัดภาพ x_2 และ x_1 ระยะ Baseline และความยาวโฟกัสของกล้องเราสามารถคำนวณหาพิกัด Z ของ w ได้ สำหรับพิกัด X และ Y สามารถคำนวณโดยใช้พิกัด (x_1,y_1) หรือ (x_2,y_2)

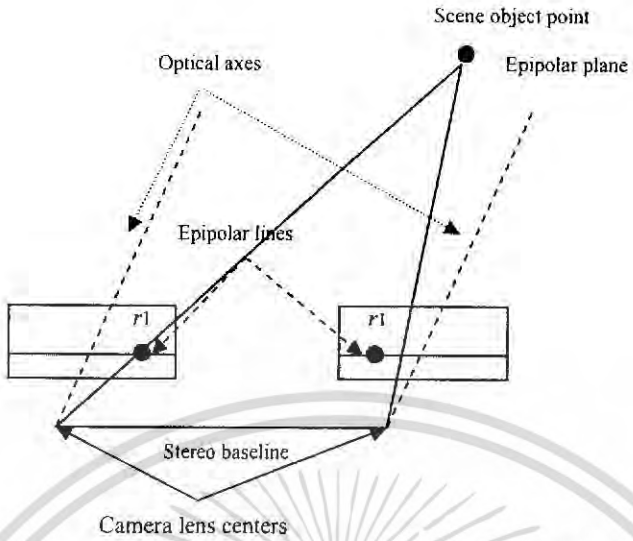
3.1 ความลึก (depth)

ขอบเขตของรูปคือพิกเซล (Pixel)ซึ่งมีฟังก์ชั่น (Function) ของระยะทางของจุดที่มีลักษณะเดียวกันในแต่ละรูปโดยรูปที่ได้มาอาจใช้ วิธีดูช่วงของรูป (Range image systems) หรือ คำนวณจากคู่ของภาพสเตอริโอ (Stereo pair of image)

3.2 ภาพสเตอริโอ (Stereo imaging)

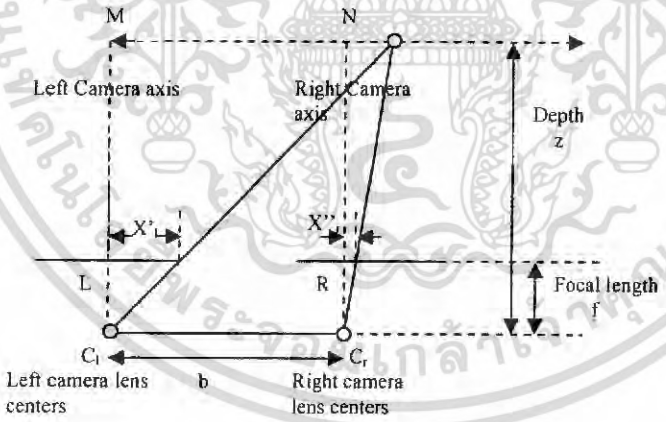
วิธีการที่ง่ายที่สุดคือวางกล้อง 2 ตัวแยกกันในแนวแกน x มีระยะห่างเบสไลน์ (Baseline) เท่ากับ b รูปทั้งสองต้องอยู่ในระนาบเดียวกันโดย ระนาบที่ผ่านจุดกึ่งกลางกล้องและจุดที่มีลักษณะเหมือนกันในรูป เรียกว่า ระนาบอีพิโพลา (Epipolar plane) และการซ้อนทับกันของระนาบอีพีโพลากับระนาบของรูป เรียกว่า เส้นอีพิโพลา (Epipolar line)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 การเกิดภาพสเตอริโอจากกล้อง 2 ตัว

จุดใดๆในรูปที่สามารถมองเห็นได้จากกล้องทั้งสองตัวจะถูกแสดงเป็นคู่ของรูป (A pair of image) เรียกว่า คู่คอนจูเกต (Conjugate pair) สำหรับแบบจำลองอย่างง่าย ทุกจุดในรูปที่หนึ่งจะอยู่ในแนวเดียวกันรูปที่สอง ซึ่งระยะห่างระหว่างจุดของคู่คอนจูเกต เรียกว่า ดิสพาริตี้ (Disparity)



รูปที่ 3.4 Stereo imaging

ให้จุดกำเนิดของคู่อันดับของระบบซ้อนทับกันที่จุดกึ่งกลางเลนซ์ด้านซ้าย

การเปรียบเทียบสามเหลี่ยมคล้าย (Comparing similar triangles)

$$x/z = x'_l / f \tag{3.8}$$

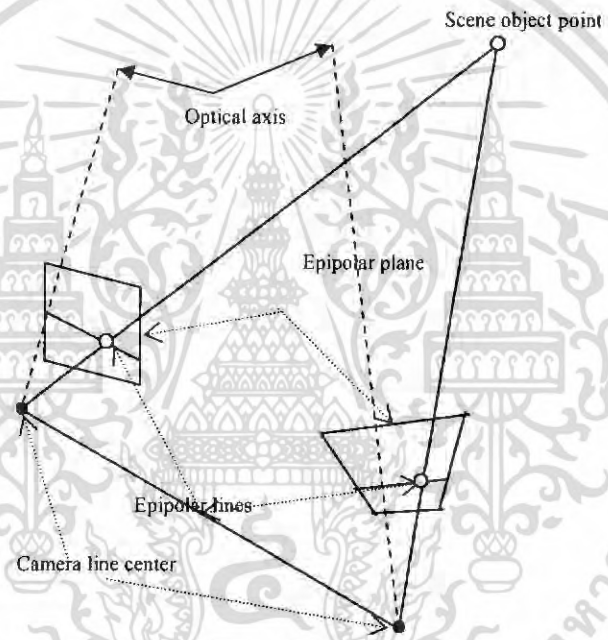
$$(x-b) / z = x'_r / f \tag{3.9}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบ สมการข้างต้น

$$z = bf / (x'_l - x'_r) \qquad (3.10)$$

ความลึกที่จุดบนภาพที่ต่างกันอาจหาได้เมื่อรู้ความไม่เหมือนกันของลักษณะของจุดของภาพ (Disparities of corresponding image points) นอกจากนี้ค่าความกว้างของเบสไลน์จะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการคำนวณความลึก และการเพิ่มจุดบนภาพที่ได้จากกล้องทั้งสองตัวเพียงเล็กน้อยจะเพิ่มความเพี้ยนในการนำเสนอภาพเปอสเปกทีฟ (Perspective projection)



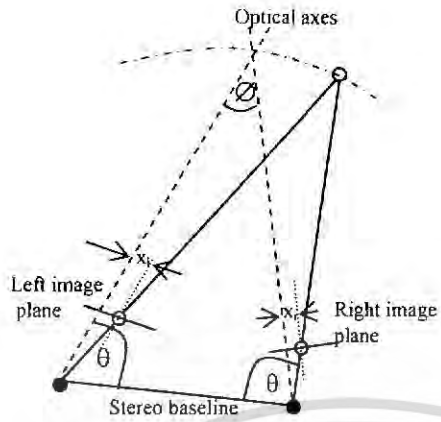
รูปที่ 3.5 Cameras in Arbitrary Position and Orientation

3.3 กล้องในตำแหน่งที่ไม่แน่นอน (Cameras in arbitrary position and orientation)

คู่คอนจูเกตอยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นอีพิโพลาร์ แต่เส้นอีพิโพลาร์ไม่จำเป็นต้องอยู่แนวเดียวกันของรูป

ในแบบจำลองนี้ แกนของกล้องตัดกันที่จุดในอวกาศ (Point in space)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6Cameras in Arbitrary Position and Orientation

สำหรับมุมใดๆ มีพื้นผิวในอวกาศตรงกันกับ ซีโร่ดิสพาริตี้ (Zero disparity) ความไม่เหมือนกัน (Disparities) ถูกจัดกลุ่มไว้สามแบบคือ

\+ (d > 0)

\- (d < 0)

0 (d = 0)

ทั้งสามรูปแบบถูกใช้ในการแก้ปัญหาการแมชที่กำกวม (Ambiguous matches) โดยที่ การตรวจสอบคู่คอนจูเกตในภาพสเตอริโอ หาได้โดยใช้ ปัญหาการสอดคล้องกัน (Correspondence problem) สำหรับจุดแต่ละจุดในรูปด้านซ้ายเราสามารถหาจุดที่มีลักษณะเหมือนกันในรูปด้านขวา เราจำเป็นต้องมีรูปแบบการแมชบางประการ เช่น ริม (Edges)หรือขอบเขต (Regions) ซึ่งโดยนัยแล้วความลึกคำนวณได้จากลักษณะของจุด(Point) โดยความลึกที่จุดอื่นๆได้จากการประมาณค่าโดยเทคนิคทาง อินเทอร์โป่เลชั่น(Interpolation) เส้นอีพิโพลา(Epipolar)นั้นเป็นตัวกำหนดพื้นที่ในการหาคู่คอนจูเกต(Conjugate) แต่อย่างไรก็ตามยังคงมีปัญหาความผิดพลาด และไม่เที่ยงจากการใช้เครื่องมือที่แก้ไขได้ยาก

3.4 การวัด (calibration)

3.4.1 การกำหนดทิศทางที่แน่นอน (Absolute Orientation) : ระบุตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอนจากคู่อันดับของจุดที่วัด

3.4.2 การกำหนดทิศทางที่สัมพันธ์กัน (Relative Orientation) : ระบุตำแหน่งและทิศทางที่สัมพันธ์กันจากโปรเจคชัน (projection) ของจุดที่วัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การกำหนดทิศทางภายนอก (Exterior orientation) : ระบุตำแหน่งและทิศทางภายนอกจากโปรเจคชันของจุดที่วัด

3.4.4 การกำหนดทิศทางภายใน (Interior orientation) : กำหนดค่าที่เกี่ยวกับกล้อง (ค่าคงที่ของกล้อง, ตำแหน่งของจุดหลัก (principal point), การบิดเบือนของเลนส์ ฯลฯ)

3.5 ระบบคู่อันดับ (Coordinate systems)

ระบบคู่อันดับของกล้องในการวัดมีหลายแบบดังนี้

3.5.1 คู่อันดับของภาพ (Scene coordinate) : ใช้สำหรับจุดในภาพ

3.5.2. อันดับของกล้อง (Camera coordinate) : ใช้จุดศูนย์กลางกล้องแทนจุดของภาพ

3.5.3 คู่อันดับของรูป (Image coordinate) : จุดของภาพชี้ไปบนระนาบของรูป (Image plane)

3.5.4 คู่อันดับพิกเซล (Pixel coordinate) : สำหรับช่องเล็กๆ (grid) ของรูปตัวอย่าง (Image samples) ในอาร์เรย์ของรูป (Image array)

3.6 จากพิกเซลไปเป็นรูป (Pixel to image)

ระบบคู่อันดับของอาร์เรย์ของรูปมีจุดเริ่มต้นที่พิกเซลบนซ้าย เราสามารถเปลี่ยนคู่อันดับพิกเซลไปเป็นคู่อันดับของระนาบของรูปได้ โดยใช้รูปแบบเรขาคณิตของกล้อง (geometry of the camera) อนุมานว่า แกนหลัก (Principal axis)ซ้อนทับกันระนาบของรูปที่จุดกึ่งกลางของอาร์เรย์ของรูป

ถ้าอาร์เรย์ของรูปมี n แถว (row) และ m หลัก (column) แล้ว จุดกึ่งกลางคือ

$$c'_x = (m-1)/2 \qquad c'_y = (n-1)/2 \tag{3.11}$$

การแปลงจากคู่อันดับพิกเซล [i,j] ไปเป็นคู่อันดับของรูป (x',y') ได้ว่า

$$x' = j-(m-1)/2 \qquad y' = -[i-(n-1)/2] \tag{3.12}$$

กำหนดให้ช่องว่างระหว่างหลักคือ s_x และช่องว่างระหว่างแถวคือ s_y

$$x' = s_x[j-(m-1)/2] \qquad y' = -s_y[i-(n-1)/2] \tag{3.13}$$

3.7 การคำนวณจุด 3 มิติโดยใช้กล้องหลายตัว (Computing 3D points using multiple cameras)

เราคำนวณหาพิกัด 3 มิติ [x,y,z] จากรูป 2 รูป คือ $[r_1,c_1]$ และ $[r_2,c_2]$ จากกล้อง 2 ตัวที่มีลักษณะเหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 Stereo Triangulation

สมการเชิงเส้น 4 สมการของตัวแปรไม่ทราบค่า x,y,z

$$r_1 = (a_{11} - a_{31}r_1)x + (a_{12} - a_{32}r_1)y + (a_{13} - a_{33}r_1)z + a_{14} \quad (3.13)$$

$$c_1 = (a_{21} - a_{31}c_1)x + (a_{22} - a_{32}c_1)y + (a_{23} - a_{33}c_1)z + a_{24} \quad (3.14)$$

$$r_2 = (b_{11} - b_{31}r_2)x + (b_{12} - b_{32}r_2)y + (b_{13} - b_{33}r_2)z + b_{14} \quad (3.15)$$

$$c_2 = (b_{21} - b_{31}c_2)x + (b_{22} - b_{32}c_2)y + (b_{23} - b_{33}c_2)z + b_{24} \quad (3.16)$$

3.9 การตั้งกล้อง (Camera calibration)

สิ่งที่ต้องรู้คือค่าตัวแปร (Parameter) ของเมตริกซ์ (Matrix) ของกล้องหามาได้อย่างไร การใช้เทคนิคกำลังสองต่ำสุด ที่เหมาะสม (Least-squares fitting technique) มีขั้นตอน (Procedure) อะไรบ้าง

ภาพ (view) และโฟกัส (focus) ของกล้อง คงที่

วัตถุที่ต้องการวัดถูกวางในฉาก (scene)

กลุ่ม (set) ของข้อมูล n ตัว $<{}^{I}P_j, {}^{W}P_j>$ ถูกกำหนด จุด n มีอย่างน้อย 6 จุด ถ้าจุดมากกว่านี้ผลที่ได้จะดีขึ้น

เขียนแทนอย่างง่ายได้ดังนี้

$${}^{I}P_j = [{}^{I}P_r, {}^{I}P_c] = [u_j, v_j] \quad (3.17)$$

$${}^{W}P_j = [{}^{W}P_x, {}^{W}P_y, {}^{W}P_z] = [x_j, y_j, z_j] \quad (3.18)$$

3.10 การตั้งกล้องโดยใช้ Least-Squares Technique

ได้สมการ 2n สมการ จากการวัดจุด n จุด

$$A_{2nx11}x_{11x1} \sim b_{2nx1} \quad (3.19)$$

ระบบที่นอกเหนือจากการระบุ (Over-determined system) เราต้องการกลุ่ม (set) ของค่าตัวแปร ซึ่งผลบวกของผลต่างกำลังสองระหว่างคู่อันดับที่ต้องการ (Observed coordinate) กับคู่อันดับที่หาได้จากเมตริกซ์ของกล้อง (Camera matrix) เป็นค่าต่ำสุด

$$x = (A^T A)^{-1} A^T b \quad (3.20)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11การตั้งกล้องแบบ Tsai (Tsai camera calibration)

เป็นเทคนิคการตั้งกล้องที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง สามารถหาค่าตัวแปรของกล้องได้ดังนี้

ตัวแปรภายใน (Intrinsic parameters)

ตัวแปรภายนอก (Extrinsic parameters)

กำหนดให้แทนค่าต่างๆดังนี้

P = [x,y,z,] เป็นจุดในระบบพิกัด 3 มิติของโลก

p = [u,v] เป็นจุดในระนาบของภาพจริง (real image plane)

a = [r,c] เป็นพิกเซลในอาร์เรย์ของรูป

3.11.1 ตัวแปรภายในกล้อง (Intrinsic camera parameters)

ตัวแปรของกล้องมีดังนี้

จุดเริ่มต้น (Principal point) $[u_0,v_0]$: เกิดการทับกัน (Intersection)ของแกนที่สังเกต (optical axis) กับระนาบของรูป

สเกลแฟกเตอร์ (Scale factor) $\{d_x, d_y\}$: สำหรับทิศทาง x และ y

ความเพี้ยนของรูป (Aspect distortion factor) τ_1 : ใช้แบบจำลองทางความเพี้ยนในอัตราส่วนของกล้อง

ความยาวโฟกัส (Focal length) f : ระยะจากกลางรูปที่สังเกต (Optical center) ถึงระนาบของรูป

การบิดเบือนของเลนส์ (Lens distortion factor) K_1 : ใช้แบบจำลองการบิดเบือนของรัศมีเลนส์

3.11.2 ตัวแปรภายนอกกล้อง (Extrinsic camera parameters)

อธิบายเกี่ยวกับตำแหน่งและทิศทางของระบบกล้องในพิกัด 3 มิติ ของโลก รวมไปถึง

การเลื่อน (Translation)

$$t = [t_x,t_{yx},t_z]^T$$

การหมุน (Rotation)

$$R = \begin{bmatrix} r11 & r12 & r13 & 0 \\ r21 & r22 & r23 & 0 \\ r31 & r32 & r33 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \qquad (3.21)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.11.3 การตั้งกล้องแบบ Tsai (Tsai camera calibration)

ชุด (set) ข้อมูล : มีจำนวณ n > 5 ที่สอดคล้องกัน

$$\{([x_i, y_i, z_i],[u_i, v_i])\big|I = 1,\ldots,n\}$$

$[u_i, v_i]$ คำนวณจากตำแหน่งพิกเซล (Pixel position) [r,c] โดยที่

$$u = \tau_1 d_x(c-u_0) \tag{3.22}$$

$$v = -d_y(r-v_0) \tag{3.23}$$

ในขั้นแรก หาเซ็ท (set) ของ u ของตัวแปรที่คำนวณจากตัวแปรภายนอก

ให้ $\{([x_i, y_i, z_i],[u_i, v_i])\big|I = 1,\ldots,n\}$ คือเมตริกซ์ A ที่มีแถว a_i

$$a_i = [v_i x_i, v_i y_i, -u_i x_i, -u_i y_i, v_i] \tag{3.24}$$

ให้ $\mu = [\mu_1,\mu_2,\mu_3,\mu_4,\mu_5]$ เป็นเวกเตอร์ (Vector) ของตัวแปรที่ไม่ทราบค่า โดย

$$\mu_1 = r_{11}/ t_y$$

$$\mu_2 = r_{12}/ t_y$$

$$\mu_3 = r_{21}/ t_y$$

$$\mu_4 = r_{22}/ t_y$$

$$\mu_5 = t_x/ t_y$$

ให้ $b = [\mu_1,\mu_2,\ldots,\mu_n]$ มี μ_i รูป และคู่อันดับ n คู่ที่สัมพันธ์กัน

สมการเชิงเส้นของระบบ

$$A\,\mu = b \tag{3.25}$$

μ สามารถคำนวณจากตัวแปรการหมุนและการเลื่อน

3.12 การปรับเทียบกล้อง (Camera Calibration)

การปรับเทียบกล้องเป็นการหาประมาณเมทริกซ์ M จากจุดในฉาก 3 มิติที่รู้ตำแหน่งและภาพที่เกิดขึ้นของจุด จากนั้นทำการหาพารามิเตอร์ภายในและพารามิเตอร์ภายนอกพิจารณาการปรับเทียบใช้กล้องตัวเดียว ในการหาเมทริกซ์ M เราทำการหาจุดในฉากที่เราทราบพิกัด $X = [x,y,z]^T$ และจุดในภาพ 2 มิติที่สอดคล้องกัน $[u,v]^T$ ซึ่งจะได้สมการที่อยู่ในรูปสมการดังนี้

72115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{bmatrix} \alpha u \\ \alpha v \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} & m_{14} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} & m_{24} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} & m_{34} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} \tag{3.25}$$

$$\begin{bmatrix} \alpha u \\ \alpha v \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11}x + & m_{12}y + & m_{13}x + & m_{14} \\ m_{21}x + & m_{22}y + & m_{23}x + & m_{24} \\ m_{31}x + & m_{32}y + & m_{33}x + & m_{34} \end{bmatrix} \tag{3.26}$$

ทำการนอร์มอลไลซ์ให้สมาชิกที่ 3 เป็น 1 จะได้สมการ

$$u(m_{31}x + m_{32}y + m_{33}z + m_{34}) = m_{11}x + m_{12}y + m_{13}z + m_{14} \tag{3.27}$$

$$v(m_{31}x + m_{32}y + m_{33}z + m_{34}) = m_{11}x + m_{12}y + m_{13}z + m_{14} \tag{3.28}$$

ดังนั้นเราจะได้สมการเชิงเส้น 2 สมการสำหรับจุดในฉาก 3 มิติหนึ่งจุดและจุดในภาพ 2 มิติที่สอดคล้องกันทำการเขียนสมการใหม่ในรูปของเมทริกซ์ได้เป็น

$$\begin{bmatrix} x & y & z & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -ux & -uy & -uz & -u \\ 0 & 0 & 0 & 0 & x & y & z & 1 & -vx & -vy & -vz & -v \\ & & & & & & & & & & & \\ & & & & & & & & & & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_{11} \\ m_{12} \\ . \\ . \\ . \\ m_{34} \end{bmatrix} \tag{3.29}$$

จะเห็นได้ว่าเรามีตัวแปรที่ไม่ทราบค่า 11 ตัวแปร แทนที่จะเป็น 12 ตัวแปรเนื่องจากแฟคเตอร์การย่อ/ขยายที่ไม่สามารถทราบค่าได้ ในการแก้สมการโฮโมจีเนียสเราต้องใช้อย่างน้อย 6 จุด ถ้ามีมากกว่า 6 จุดจะได้สมการ Over-determinee ซึ่งสามารถแก้ได้โดยใช้วิธี Least Square

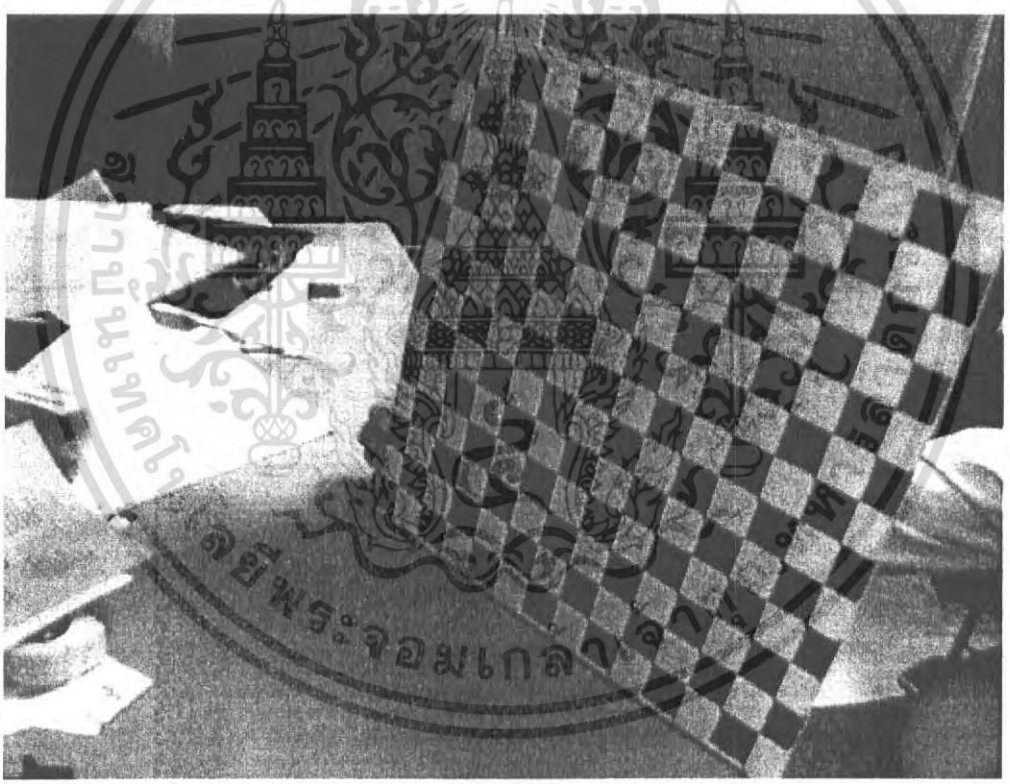
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้เมทริกซ์ M แล้วขั้นตอนต่อไปทำการแยกพารามิเตอร์ภายใน (Intrinsic Parameter) เนื่องจาก

$$M = [KR \mid -KRT] = [A \mid B] \tag{3.30}$$

ดังนั้นเมทริกซ์ย่อย 3×3 แทนด้วย A เวคเตอร์คอลัมน์ขวามือสุดแทนด้วย b เวคเตอร์ที่มีพารามิเตอร์ระยะเคลื่อนที่สามารถแยกออกมาได้ง่ายโดย $t = -A^{-1} b$ เวคเตอร์ t ให้ข้อมูลที่บอกถึงตำแหน่งกึ่งกลางของ image Plane

จากนั้นพิจารณา $A = KR$ โดยที่ K เป็นเทริกซ์สามเหลี่ยมบน (Upper Triangle) และเมทริกซ์ R เป็นเทริกซ์ออโธกอนอล การแยกเมทริกซ์ K และ R สามารถทำได้โดยใช้เทคนิค QR Decomposition สำหรับเมริกซ์ A



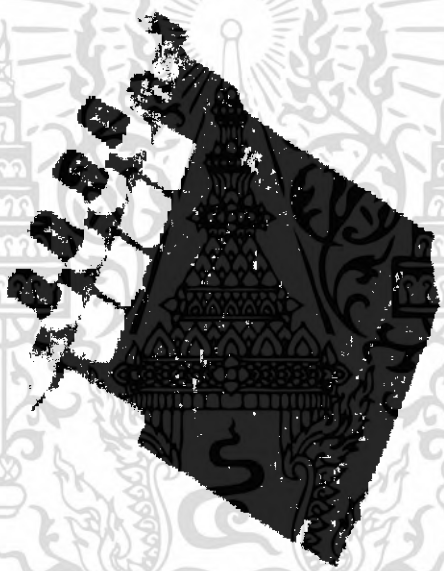
รูปที่ 3.7 ภาพของตารางหมากรุกที่นำมาใช้ในการปรับเทียบกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การบันทึกภาพและการตั้งค่าของอุปกรณ์

4.1 Four Channel Video Capture Card

เราใช้ Four Channel Video Capture Card รุ่น SK-2000FB ของ HENZHEN JIAMEIKANG SCIENCE CO.,LTD เราใช้ในการบันทึกภาพจากกล้อง CCD 2 ตัว

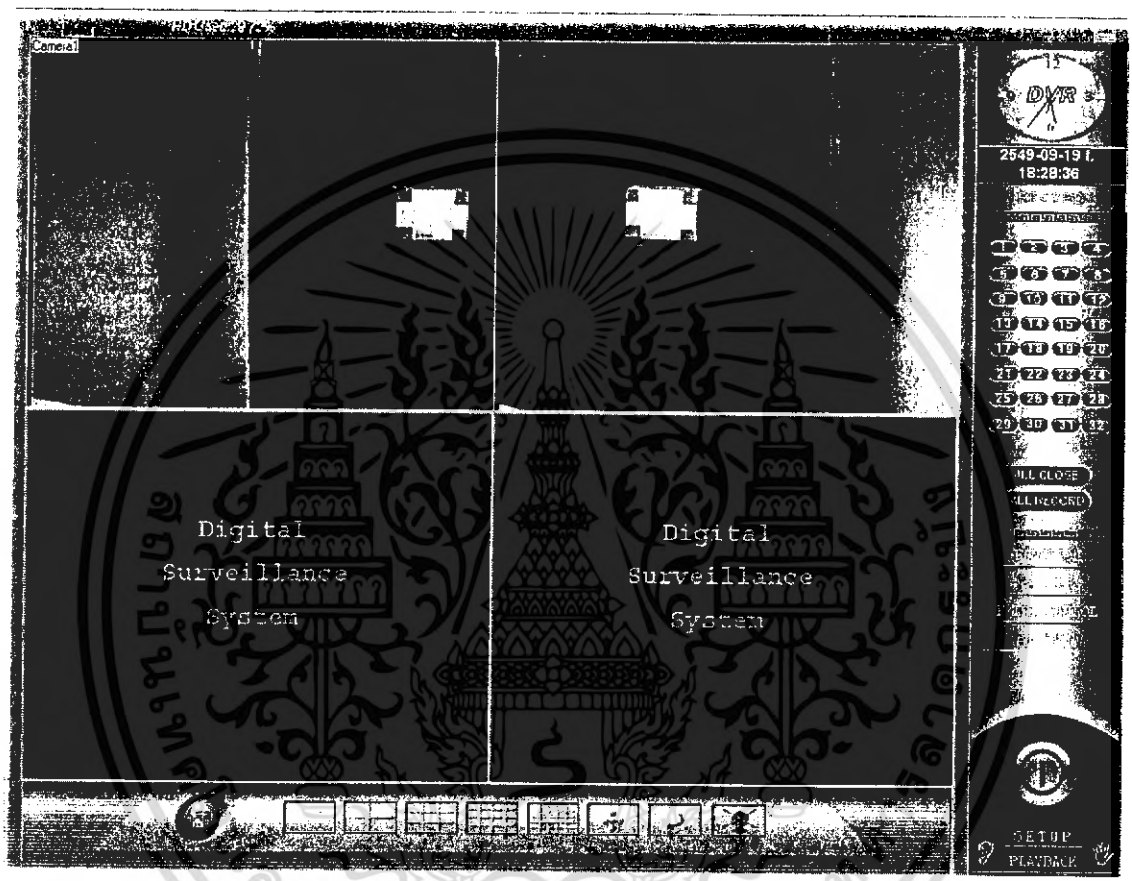


รูปที่4.1 Four Channel Video Capture Card รุ่น SK-2000FB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 โปรแกรมบันทึกภาพเคลื่อนไหว

โดยเป็นโปรแกรมSVDVR สำหรับบันทึกภาพเคลื่อนไหวจากVideo Capture Card ซึ่งเราใช้ 2 Channel

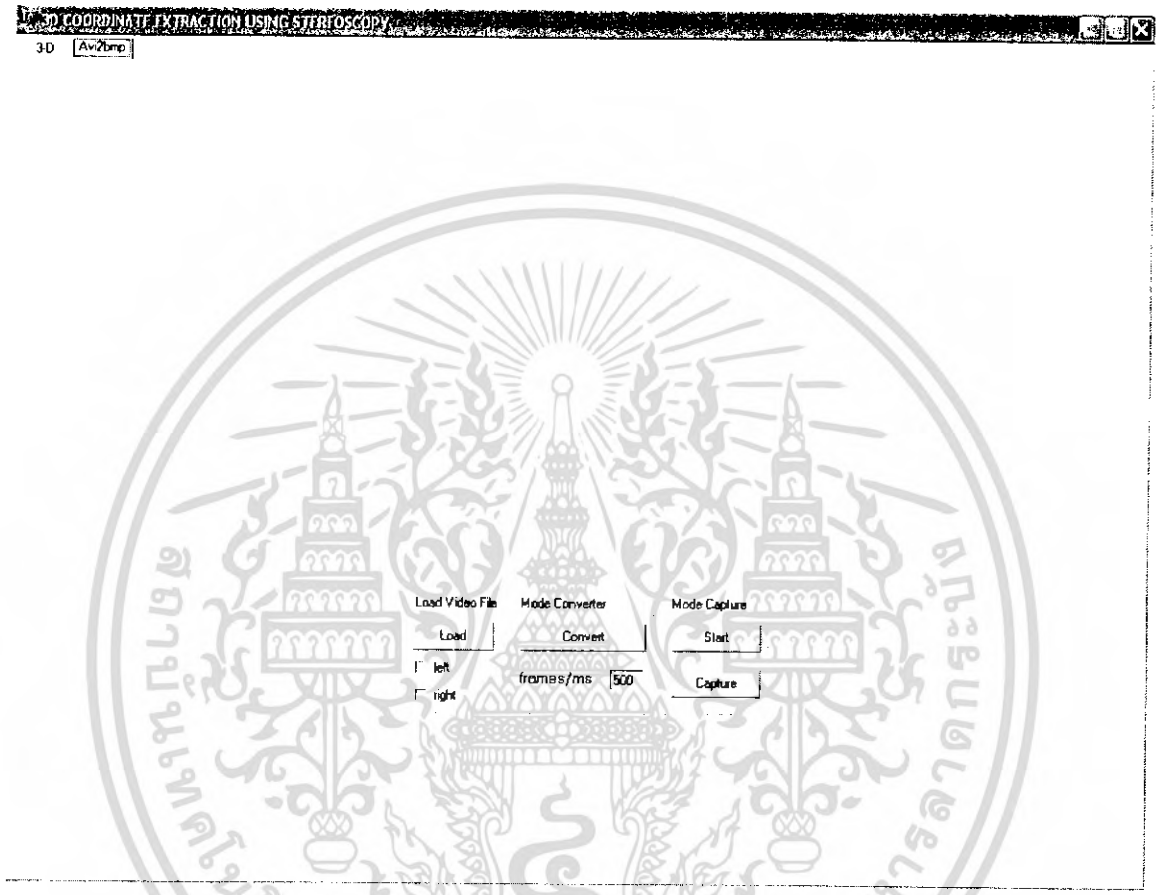


รูปที่4.2 โปรแกรม SVDVR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 โปรแกรมแปลงไฟล์ภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง

เราใช้โปรแกรมแปลงไฟล์จากไฟล์ภาพเคลื่อนไหว(.Avi)เป็นไฟล์ภาพนิ่ง(.Bmp)

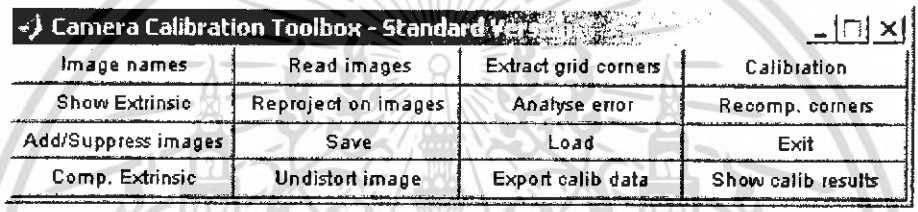


รูปที่4.3 โปรแกรมแปลงไฟล์ภาพเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง

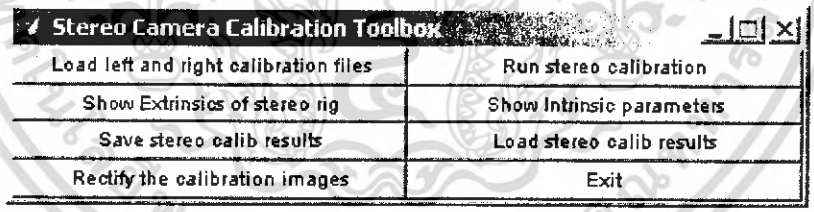
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วิธีการหาความยาวโฟกัสและปรับทิศทางของกล้อง CCD CAMERA

1. ถ่ายรูปที่เป็นตารางหมากรุกมา 12 รูป ที่มุมต่างๆกัน ด้วยกล้องตัวเดียวกัน แล้วมาผ่านโปรแกรม 3-D เพื่อหาค่าความยาวโฟกัสของกล้อง
2. เพื่อผ่านโปรแกรมการปรับเทียบกล้องจะสามารถหาโฟกัสของกล้องได้
3. ทำการปรับเทียบกล้อง CCD อีกกล้อง
4. นำผลการปรับเทียบของทั้ง2กล้องมาปรับเทียบแบบสเตอริโอ



รูปที่4.4 โปรแกรมที่ใช้ในการปรับเทียบกล้อง



รูปที่4.5 โปรแกรมที่ใช้ในการปรับเทียบกล้องแบบสเตอริโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

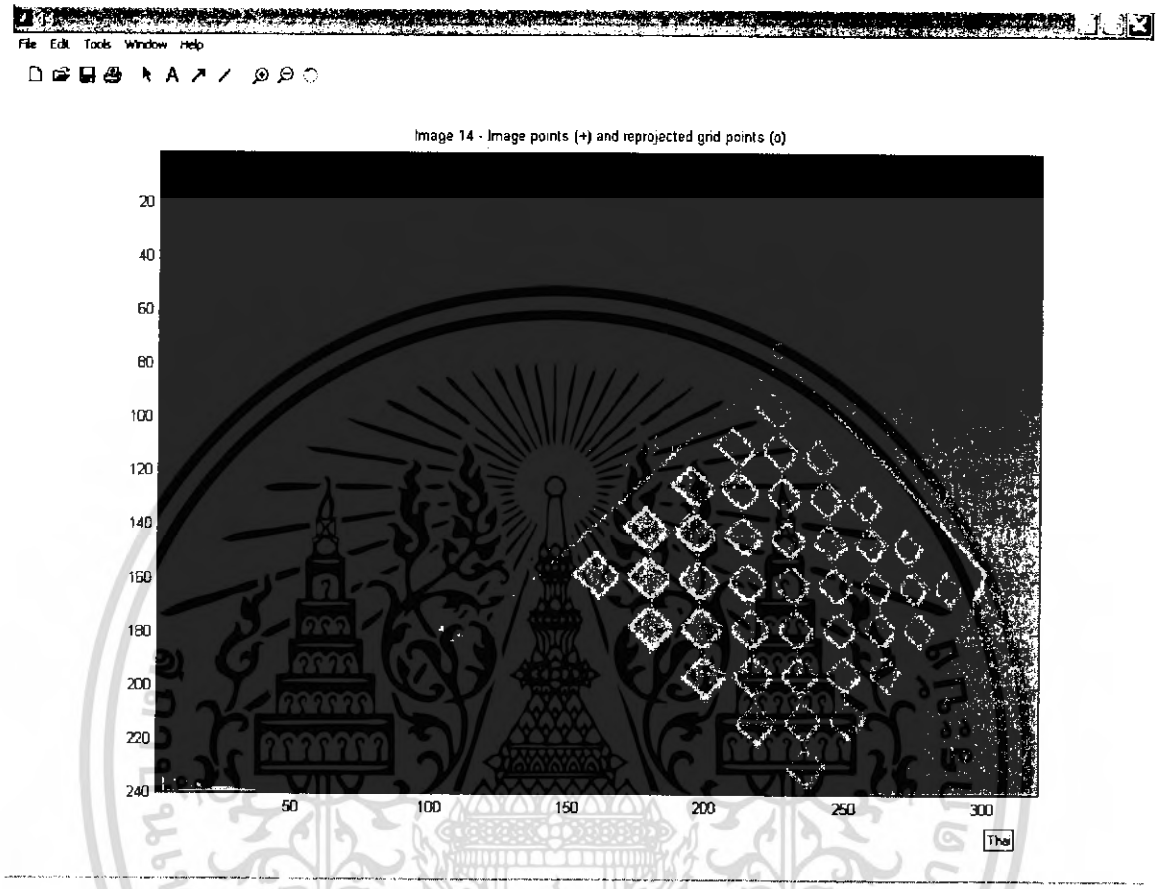
ตัวอย่างในการถ่ายภาพเพื่อปรับเทียบกล้อง

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อปรับเทียบกล้อง รูปที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

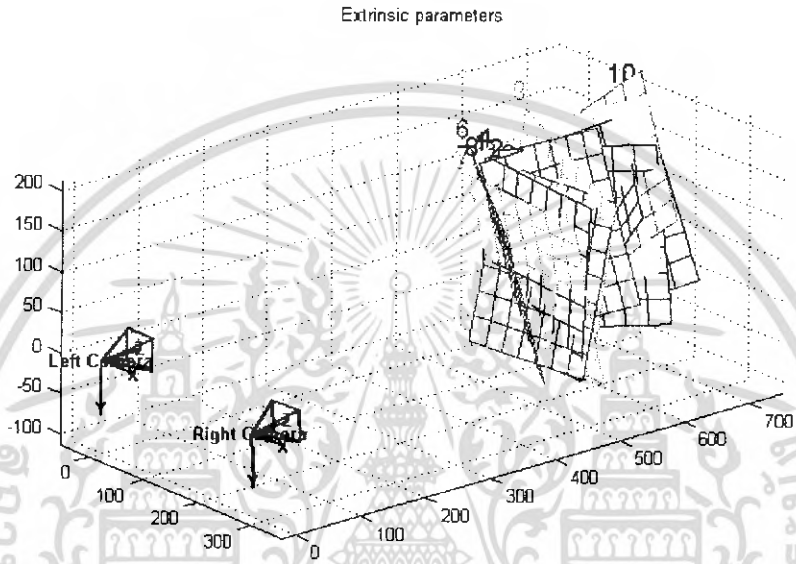
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อปรับเทียบกล้อง รูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการถ่ายภาพเพื่อปรับเทียบกล้อง รูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การวางตัวของตาราง 12 ภาพ ของกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ค่าโฟกัสและการวางตำแหน่งของกล้อง CCD

ระยะที่ 60 เซนติเมตร

Stereo calibration parameters after optimization:

Intrinsic parameters of left camera:

Focal Length: fc_left = [406.39772 363.17530] ± [5.09642 4.69647]

Principal point: cc_left = [160.65720 119.97407] ± [8.21237 7.08661]

Skew: alpha_c_left = [0.00000] ± [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ? 0.00000 degrees

Distortion: kc_left = [-0.53349 0.49015 -0.00153 0.01128 0.00000] ± [0.08059 0.32962 0.00347 0.00788 0.00000]

Intrinsic parameters of right camera:

Focal Length: fc_right = [411.42209 370.21975] ± [7.28815 5.70929]

Principal point: cc_right = [194.02018 109.81144] ± [9.21974 5.10106]

Skew: alpha_c_right = [0.00000] ± [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ± 0.00000 degrees

Distortion: kc_right = [-0.54291 0.51665 -0.01028 0.00475 0.00000] ± [0.07694 0.13401 0.00308 0.01448 0.00000]

Extrinsic parameters (position of right camera):

Rotation vector: om = [-0.03588 0.02743 0.02820] ± [0.02359 0.02866 0.00282]

Translation vector: T = [-299.93644 -9.49143 8.01362] ± [2.98468 1.67647 11.79666

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 70 เซนติเมตร

Stereo calibration parameters after optimization:

Intrinsic parameters of left camera:

Focal Length: fc_left = [421.74622 377.32300] ± [6.16732 5.58048]

Principal point: cc_left = [174.94096 114.92652] ± [9.93705 8.48862]

Skew: alpha_c_left = [0.00000] ± [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ± 0.00000 degrees

Distortion: kc_left = [-0.57810 0.80549 0.00056 0.00594 0.00000] ± [0.08611 0.50125 0.00445 0.00825 0.00000]

Intrinsic parameters of right camera:

Focal Length: fc_right = [423.44441 374.53120] ± [9.47114 6.50703]

Principal point: cc_right = [221.59343 114.80922] ± [10.95051 6.81465]

Skew: alpha_c_right = [0.00000] ± [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ± 0.00000 degrees

Distortion: kc_right = [-0.46553 0.27712 -0.00899 0.00582 0.00000] ± [0.06306 0.07520 0.00357 0.01606 0.00000]

Extrinsic parameters (position of right camera wrt left camera):

Rotation vector: om = [-0.00271 -0.06374 0.03741] ± [0.02902 0.03050 0.00265]

Translation vector: T = [-308.94834 -9.76833 -6.14982] ± [4.14671 1.82438 15.86482]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 80 เซนติเมตร

Stereo calibration parameters after optimization:

Intrinsic parameters of left camera:

Focal Length: fc_left = [420.51639 376.59935] ± [5.01863 4.36735]

Principal point: cc_left = [154.42813 119.09003] ± [7.43102 6.37306]

Skew: alpha_c_left = [0.00000] ± [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ± 0.00000 degrees

Distortion: kc_left = [-0.57185 0.64394 -0.00280 0.01423 0.00000] ± [0.06022 0.26188 0.00314 0.00680 0.00000]

Intrinsic parameters of right camera:

Focal Length: fc_right = [406.68940 365.77699] ± [5.30731 4.28962]

Principal point: cc_right = [204.82215 93.73841] ± [8.13313 7.12253]

Skew: alpha_c_right = [0.00000] ± [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ± 0.00000 degrees

Distortion: kc_right = [-0.49267 0.22356 0.00219 -0.00442 0.00000] ± [0.04462 0.08978 0.00411 0.00874 0.00000]

Extrinsic parameters (position of right camera wrt left camera):

Rotation vector: om = [-0.06820 -0.08248 0.02997] ± [0.02465 0.02143 0.00218]

Translation vector: T = [-302.72934 -7.70822 -7.54167] ± [2.89406 1.34433 12.19352]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะที่ 90 เซนติเมตร

Stereo calibration parameters after optimization:

Intrinsic parameters of left camera:

Focal Length: fc_left = [404.26094 361.49117] ± [4.51196 4.09511]

Principal point: cc_left = [174.05442 122.34051] ± [7.79474 7.15960]

Skew: alpha_c_left = [0.00000] ± [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ± 0.00000 degrees

Distortion: kc_left = [-0.41021 -0.22259 -0.00423 0.00333 0.00000] ± [0.08818 0.61421 0.00318 0.00596 0.00000]

Intrinsic parameters of right camera:

Focal Length: fc_right = [401.77784 357.40895] ± [5.94675 4.67756]

Principal point: cc_right = [207.75896 114.85363] ± [7.90216 6.35436]

Skew: alpha_c_right = [0.00000] ? [0.00000] => angle of pixel axes = 90.00000 ± 0.00000 degrees

Distortion: kc_right = [-0.45131 0.23325 -0.00938 0.00491 0.00000] ± [0.04409 0.08378 0.00357 0.00930 0.00000]

Extrinsic parameters (position of right camera wrt left camera):

Rotation vector: om = [-0.02868 -0.05196 0.03525] ± [0.02549 0.02353 0.00223]

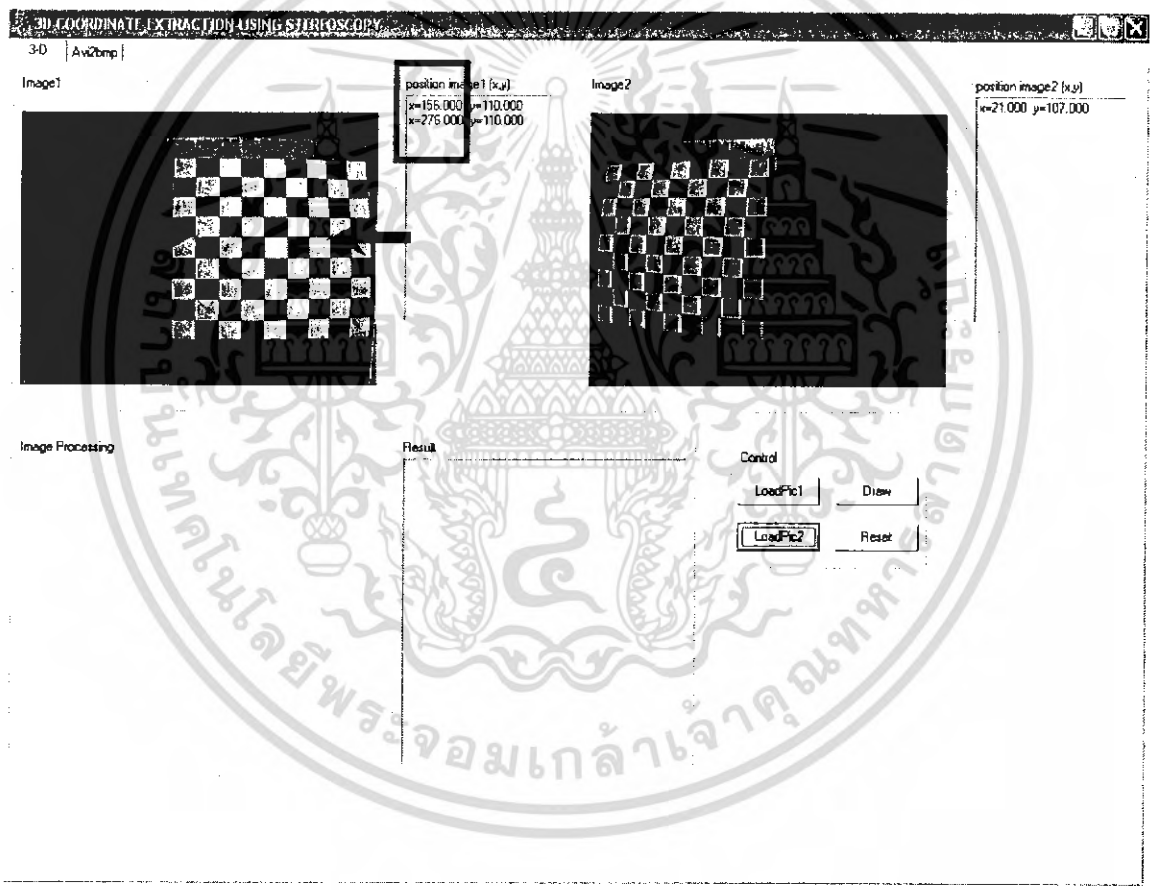
Translation vector: T = [-296.38496 -5.84559 -7.90008] ± [3.13143 1.43330 12.55283]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การหาค่าพิกเซลต่อเซนติเมตร

1. capture image1 และ image2 จากกล้องCCD
2. วัดตำแหน่งพิกเซลมา 2 ตำแหน่ง แล้ววัดความยาวจริงที่วัดได้มาหารระยะห่างระหว่าง ระยะพิกเซล 2 ตำแหน่ง
3. ความยาวต่อช่องเท่ากับ 3 เซนติเมตร ช่วงที่วัดมีทั้งหมด 4 ช่อง เพราะฉะนั้นความยาวได้เท่ากับ 12 เซนติเมตร สามารถหาค่าของระยะพิกเซลต่อเซนติเมตรได้

ที่ระยะพิกเซล 60 เซนติเมตร

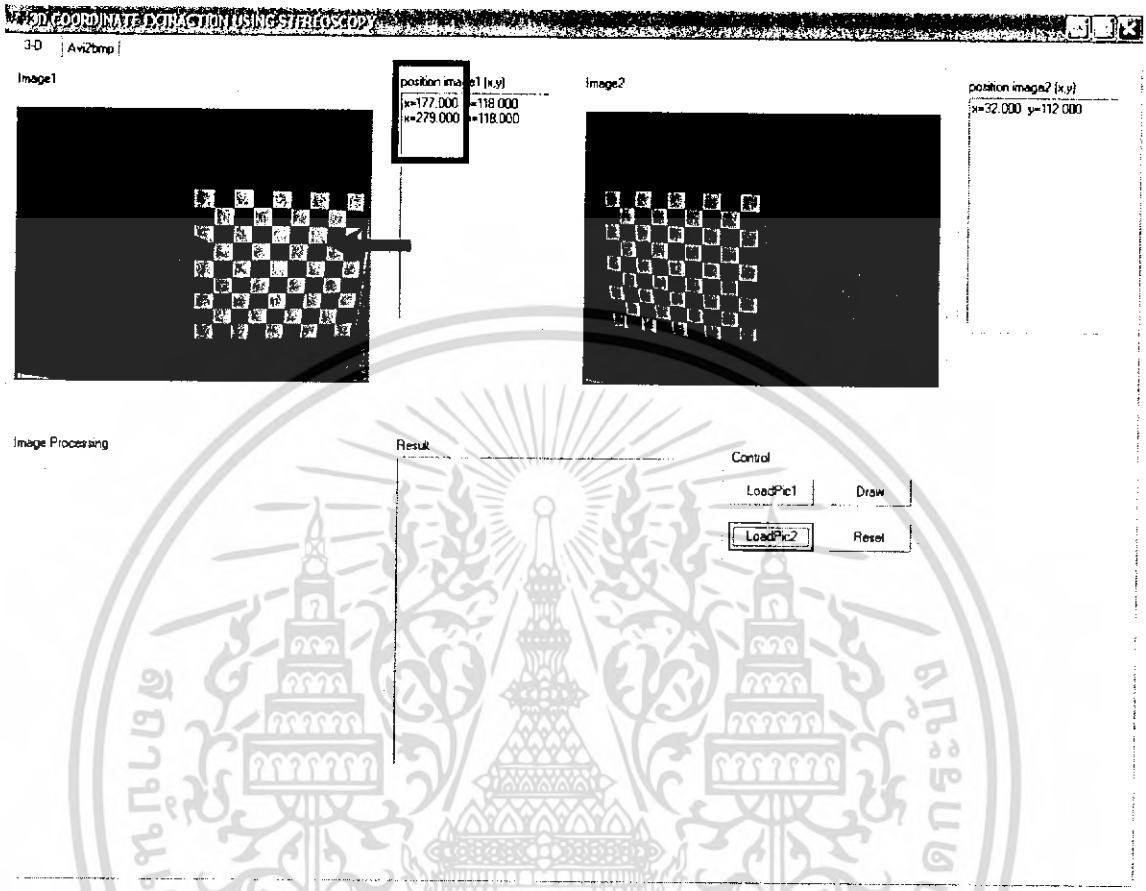


รูปที่ 4.10 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 60 เซนติเมตร

ระยะที่ z = 60 เซนติเมตร ค่าต่อพิเซลได้ (276 – 156)/18 = 6.67 พิเซลต่อเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระยะพิกเซล 70 เซนติเมตร

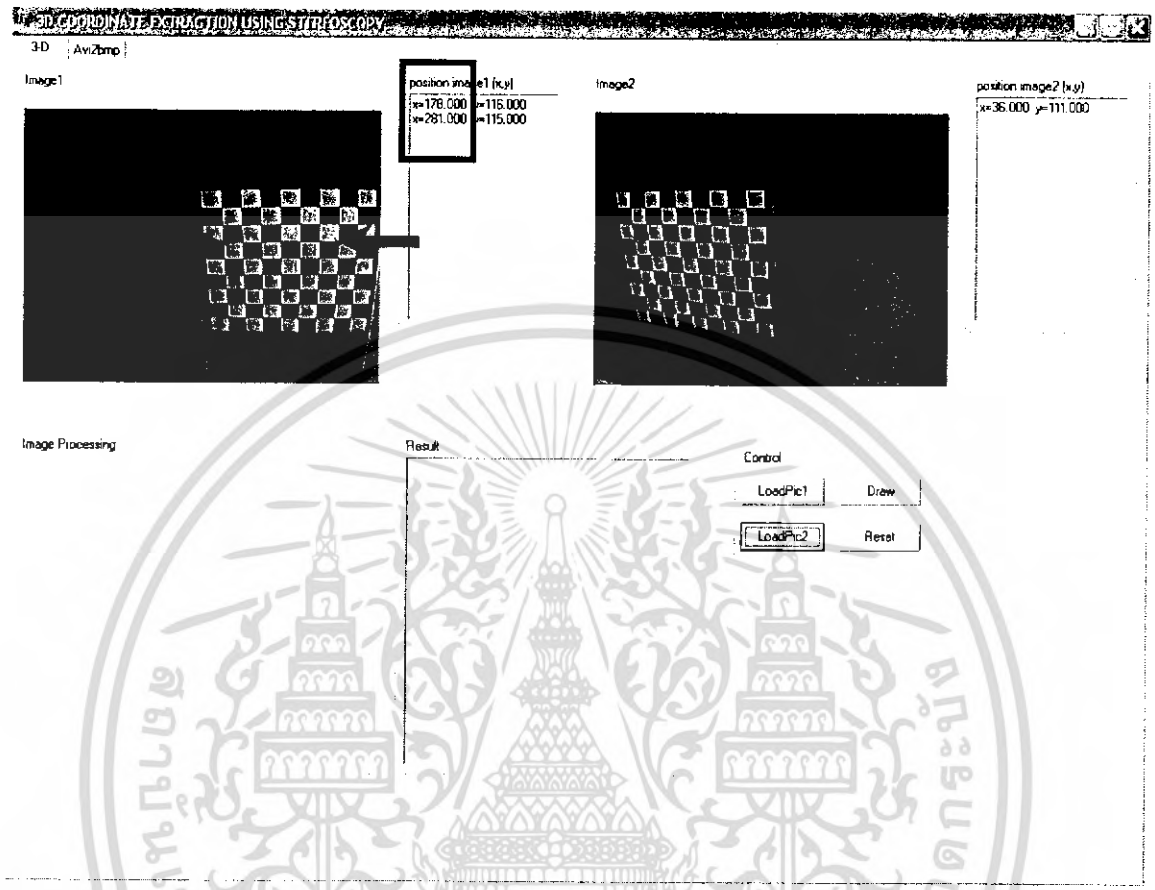


รูปที่ 4.11 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 70 เซนติเมตร

ระยะที่ z = 70 เซนติเมตร ค่าต่อพิเซลได้ (279 – 177)/18 = 5.67 พิเซลต่อเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระยะพิกเซล 80 เซนติเมตร

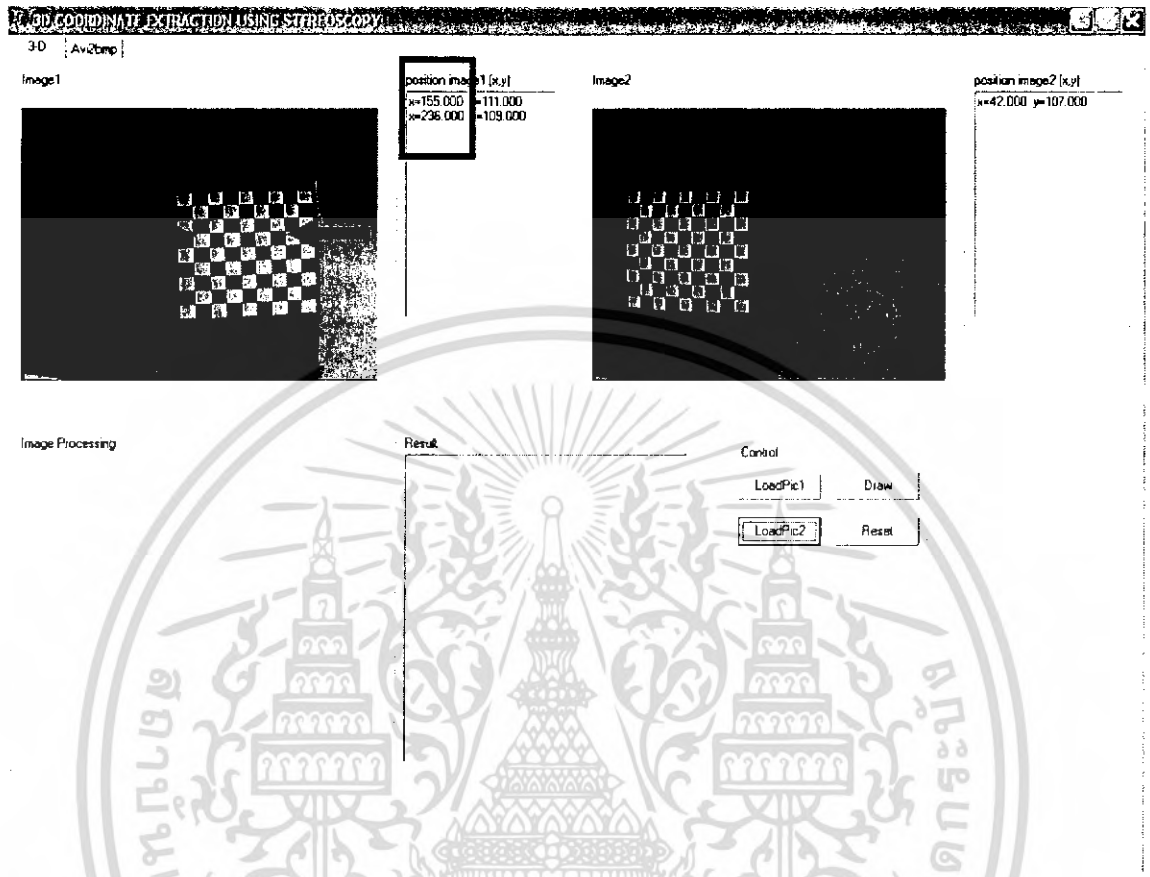


รูปที่ 4.12 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 80 เซนติเมตร

ระยะที่ z = 80 เซนติเมตร ค่าต่อพิเซลได้ (281 – 178)/18 = 5.72 พิเซลต่อเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระยะพิกเซล 90 เซนติเมตร



รูปที่ 4.13 หาระยะพิเซลต่อจุด ที่ z = 90 เซนติเมตร

ระยะที่ z = 90 เซนติเมตร ค่าต่อพิเซลได้ (236 – 155)/18 = 4.5 พิเซลต่อเซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

มีการทดลอง 3 การทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1 สร้างภาพ 3 D

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ถ่ายภาพวัตถุโดยกล้อง CCD camera

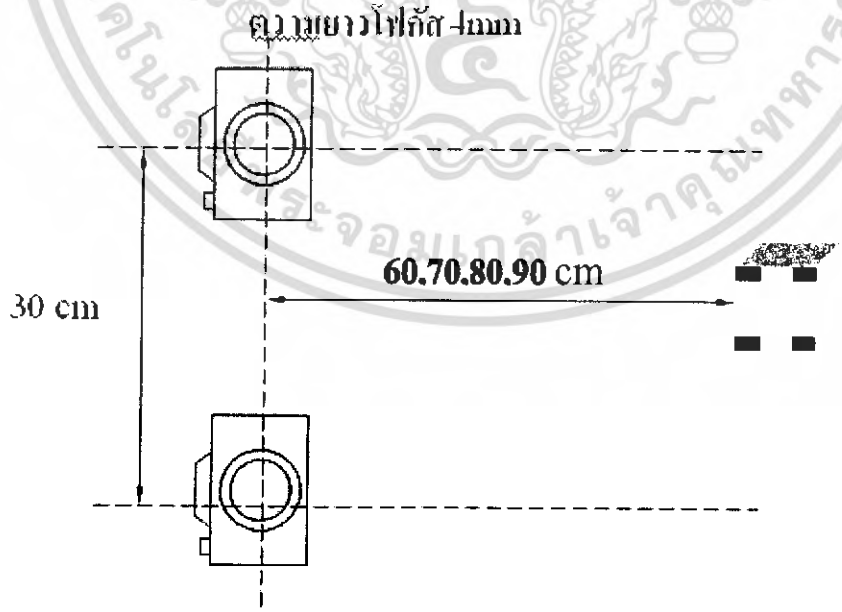
รูปที่ 5.1 แสดงตำแหน่งของกล้องCCD โดยการถ่ายVDOจากกล้อง 2 ตัว โดยถ่ายในตำแหน่งทั้งด้านซ้ายและด้านขวาของวัตถุ ระยะห่างระหว่างกล้องเท่ากับ 30 เซนติเมตร และทำการเก็บบันทึกภาพ โดยระยะของวัตถุจากกล้องคือ 60 เซนติเมตร

2. ทำการแปลงไฟล์จากVDO(.AVI)เป็นรูปภาพ(.BMP)จากโปรแกรมAvi2bmp ดังรูปที่ 5.2

3.เปิดโปรแกรม3-D และเลือกLoadภาพของกล้องทั้งซ้ายและขวา ดังรูปที่ 5.3

4.ทำการเลือกจุดสีที่ต้องการตรวจจับ โดยต้องเลือกสีและเลือกตำแหน่งเดียวกันของรูปทั้งสองรูปเลือกให้ครบทุกจุดสีแล้วกดปุ่ม DRAW จะรูปเกิดขึ้น ดังรูปที่ 5.6

5.เลือกจุดที่ภาพในข้อที่ 4 เพื่อหาระยะระหว่างวัตถุกับกล้องและบันทึกค่า ทำซ้ำข้อ1ถึง5 โดยเปลี่ยนระยะของวัตถุจากกล้องอีก 3 ค่า คือ 70,80,90 เซนติเมตร

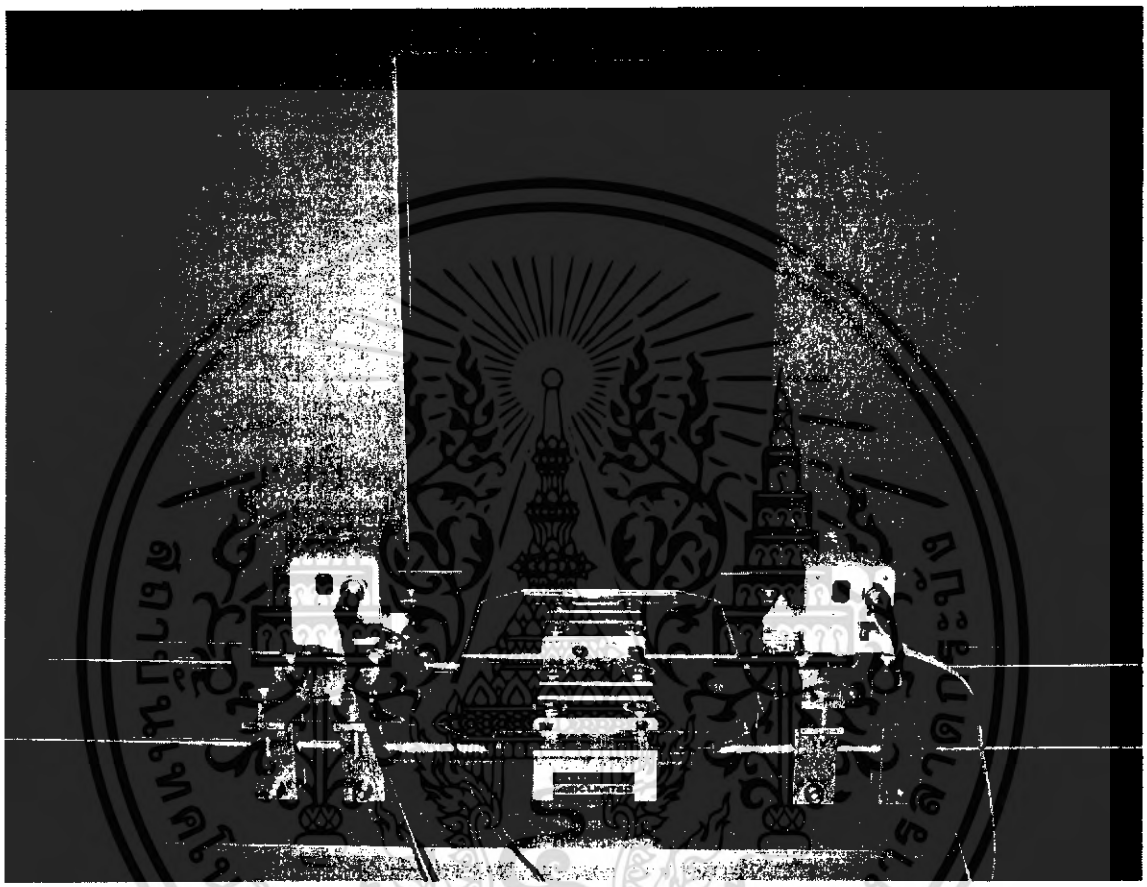


รูปที่ 5.1 การวางกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

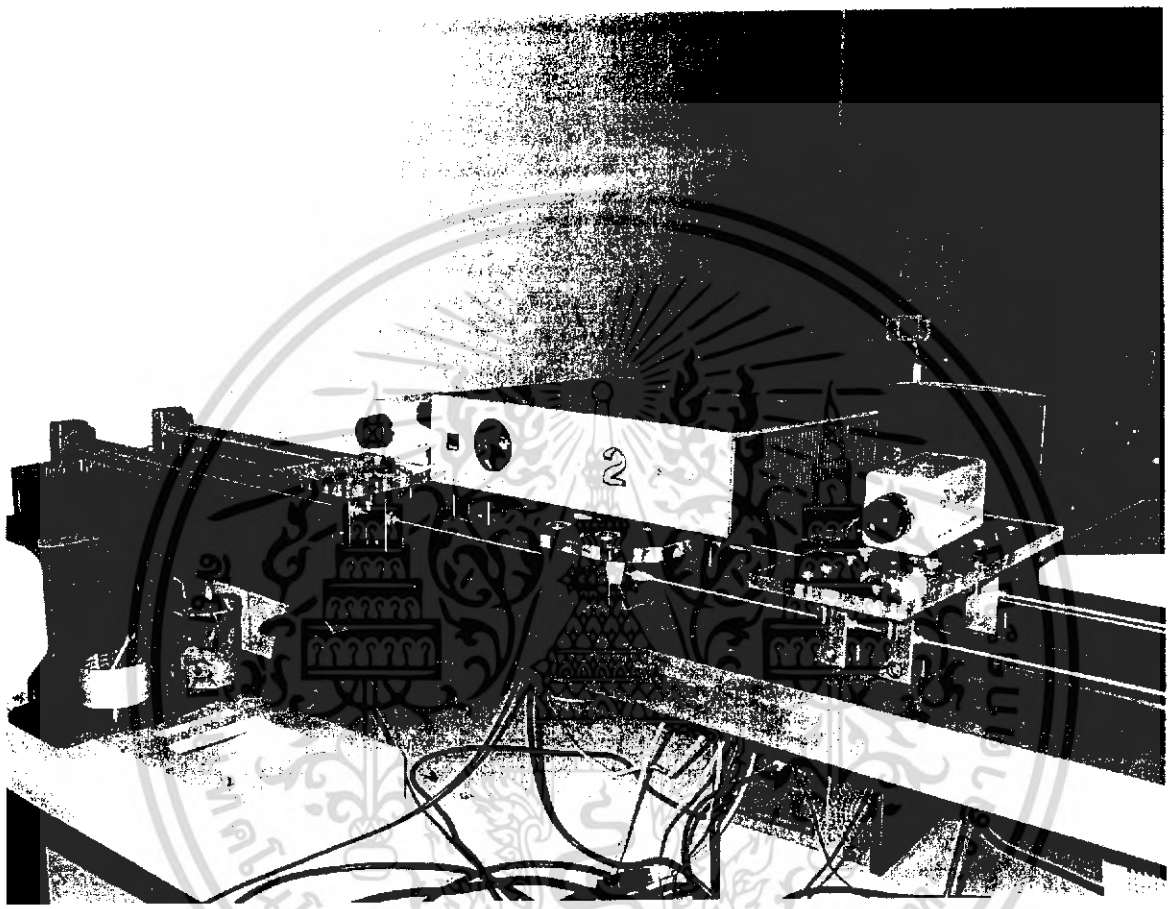
รูปที่ 5.2 อุปกรณ์ในการทดลองที่ 1 ถึง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



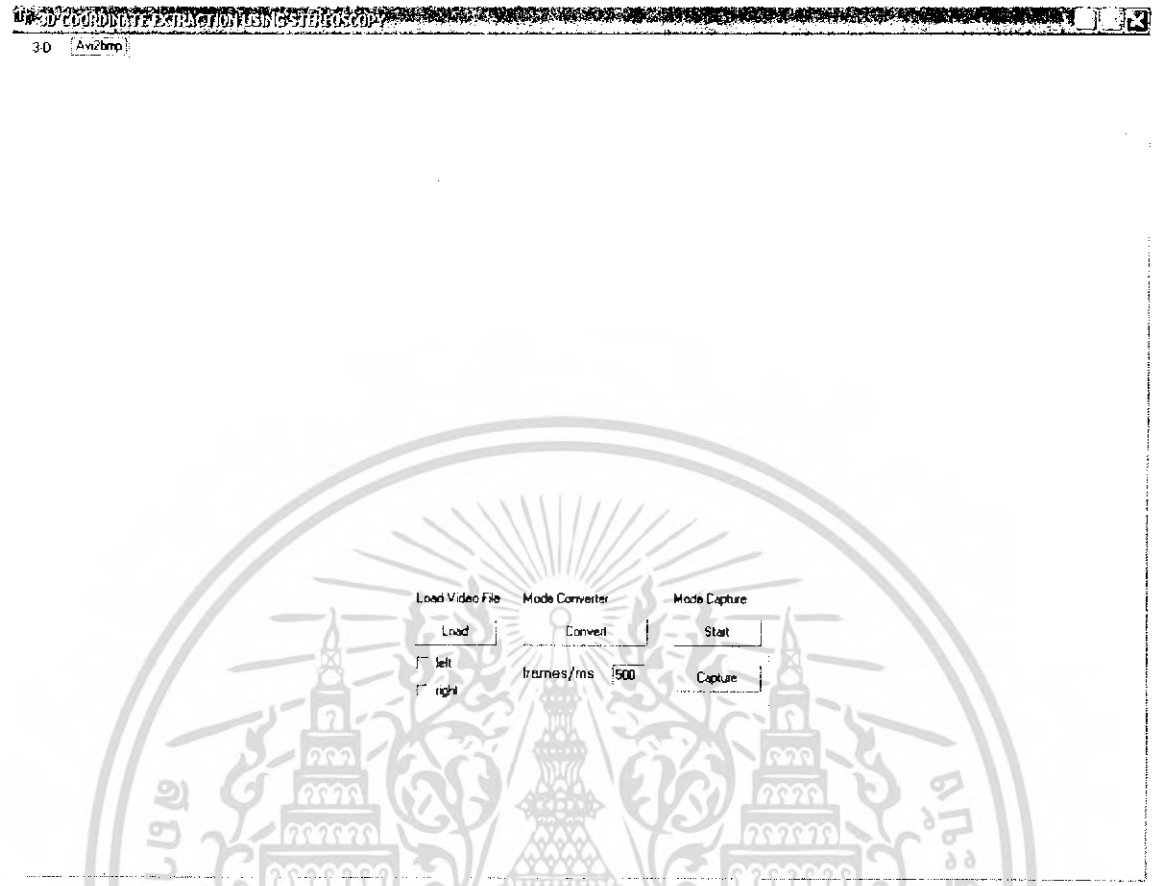
รูปที่ 5.3 ที่ตั้งวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



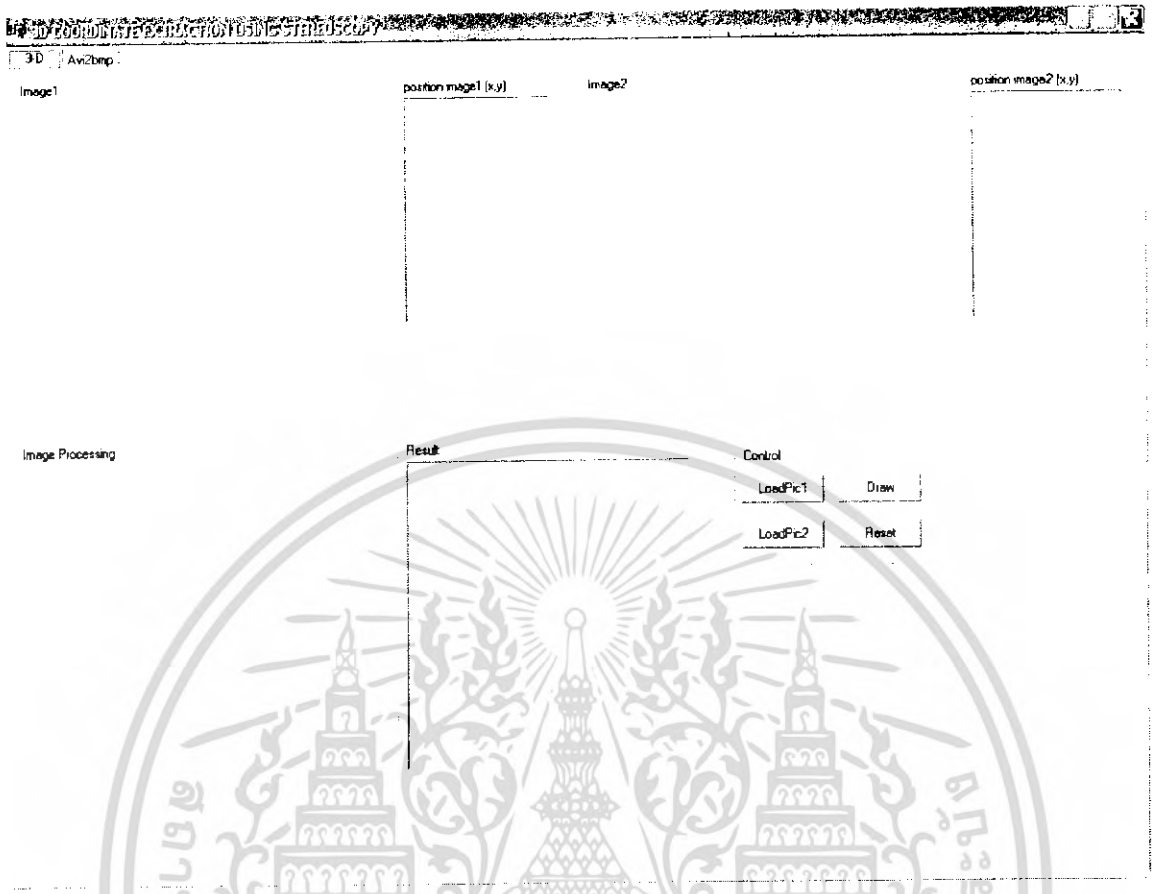
รูปที่ 5.4 การเซ็ตอุปกรณ์ก่อนทำการทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 โปรแกรมส่วนของ แปลงไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 โปรแกรมส่วนของ image processing 3-D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 <u>การทดลองที่2</u> ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วัตถุลักษณะต่างกัน

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการถ่ายภาพวัตถุกล่องสี่เหลี่ยมจตุรัส

2.ทำการเลือกด้านวัตถุที่ต้องการทีละด้าน โดยเลือกตำแหน่งเดียวกันของรูปทั้งสองรูปและเลือกให้ครบทุกจุดแล้วกดปุ่ม Draw จะรูปเกิดขึ้นและสร้างจนครบทุกด้าน

3. สังเกตว่าสามารถสร้างภาพ 3 มิติได้หรือไม่และทำซ้ำข้อ1-3โดยเปลี่ยนวัตถุเป็น กล่องหลายเหลี่ยมและสามเหลี่ยม

5.3 <u>การทดลองที่3</u> ทำการหาปริมาตรจากภาพ 3 มิติ

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการถ่ายภาพวัตถุ กล่องสี่เหลี่ยม

2.ทำการเลือกด้านวัตถุที่ต้องการทีละด้าน โดยเลือกตำแหน่งเดียวกันของรูปทั้งสองรูปและเลือกให้ครบทุกจุดแล้วกดปุ่ม Draw จะรูปเกิดขึ้นและสร้างจนครบทุกด้าน

3.ทำการเลือกด้านภาพ 3 มิติที่ต้องการหาปริมาตรทีละด้านจนครบ3ด้าน

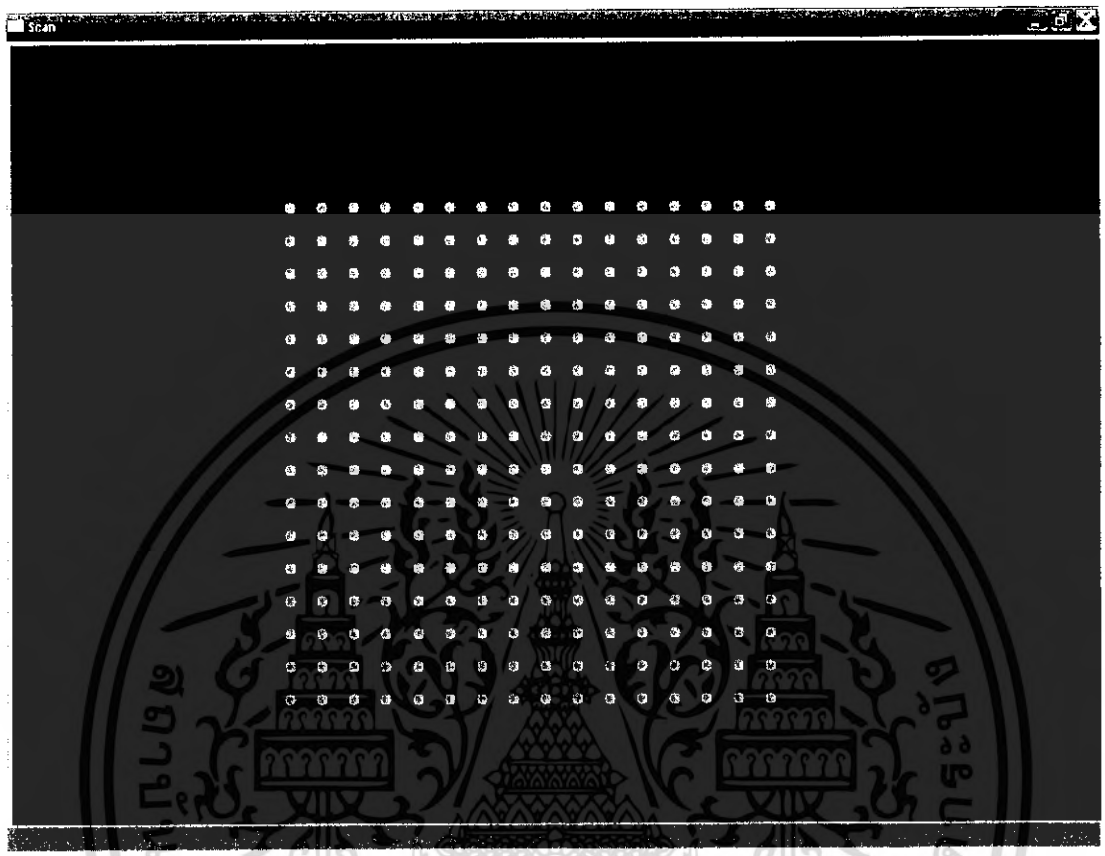
4. สังเกตและบันทึกผลปริมาตรของวัตถุทำซ้ำข้อ1-4โดยเปลี่ยนวัตถุเป็นกล่องสามเหลี่ยม

5.4 <u>การทดลองที่4</u> ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ตรวจจับสีที่ฉายจากโปรเจคเตอร์

<u>วิธีการทดลอง</u>

1. ทำการเก็บภาพจากการโปรเจคจุดจากโปรเจคเตอร์ทั้งภาพ
2. นำภาพที่เก็บบันทึกไว้ไปตรวจจับสีและคำนวณหาค่า x,y,z ของ 3 มิติ
3. นำค่า x,y,z ของ 3 มิติ ไปสร้างภาพ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

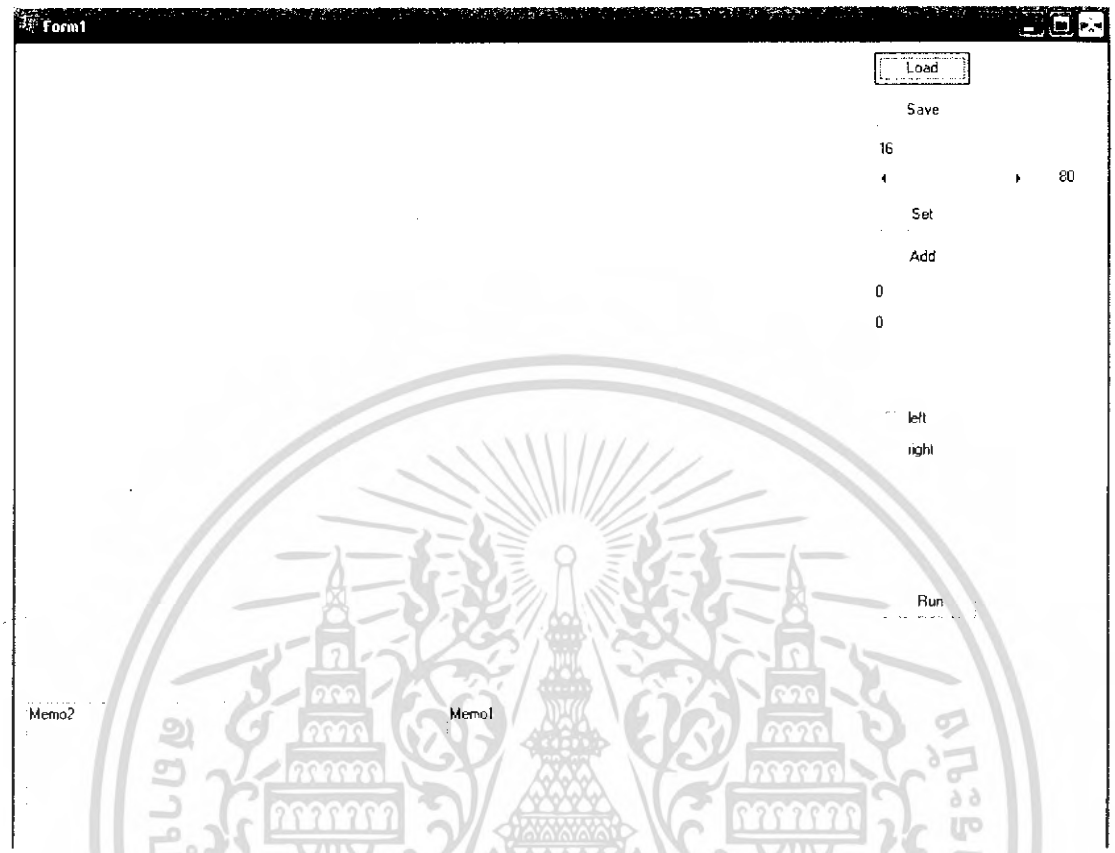


รูปที่ 5.7 ส่วนโปรแกรม 3 มิติในการทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

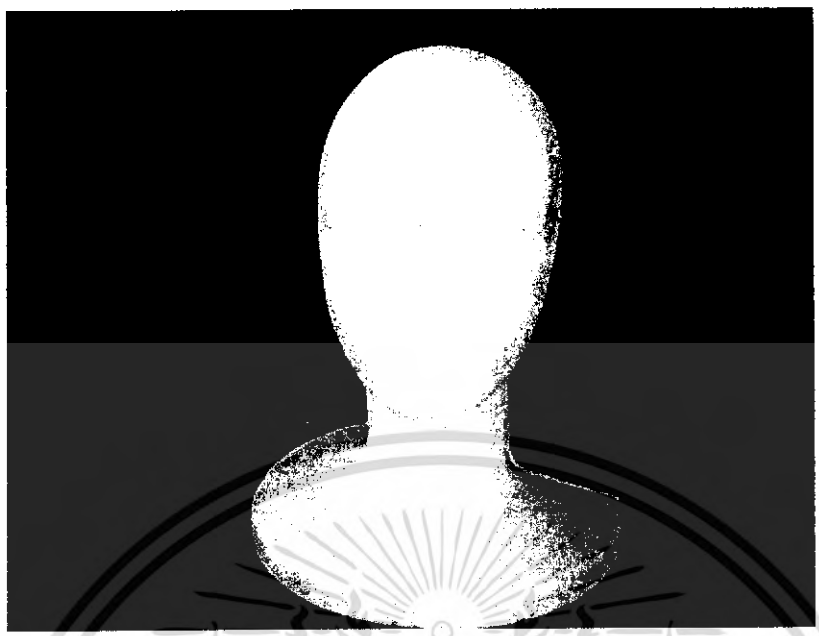
รูปที่ 5.8 ขั้นตอนการ scan วัตถุในการทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.9 โปรแกรมส่วนของการตรวจจับสีและคำนวณหาค่า x,y,z ของภาพ 3 มิติ

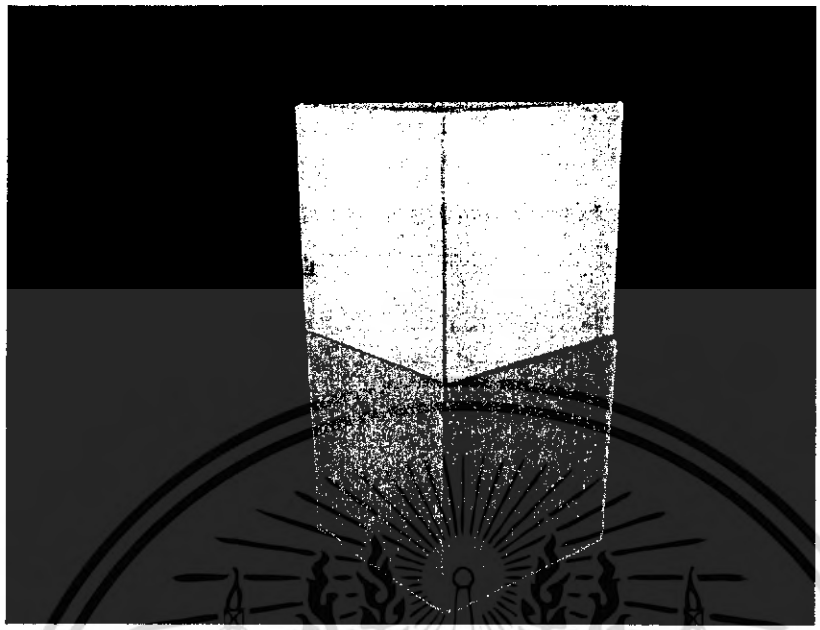
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 วัตถุหน้าคนในการทดลองที่ 4

รูปที่ 5.11 วัตถุลูกบอลในการทดลองที่ 4

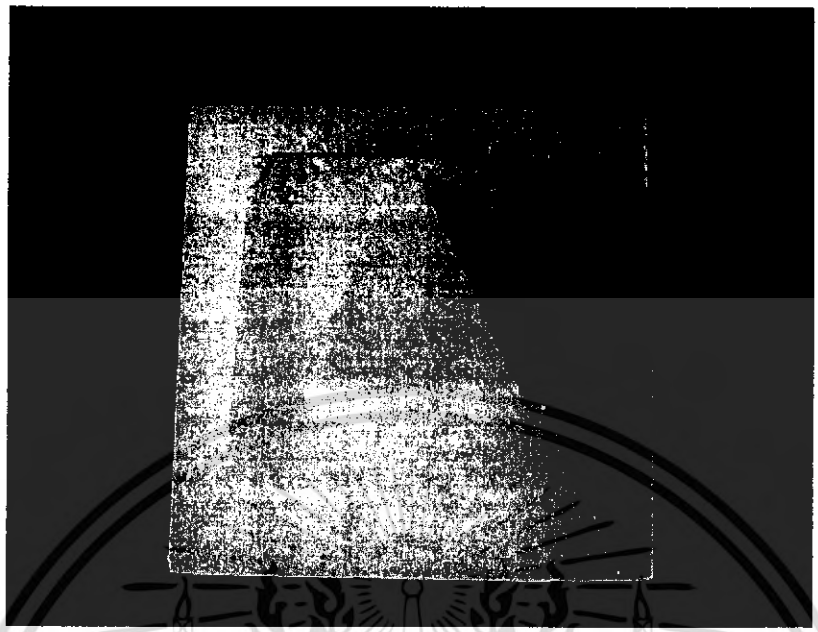
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.12 วัตถุกล่องสี่เหลี่ยมในการทดลองที่ 4

รูปที่ 5.13 วัตถุหมายเลข 1 ในการทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



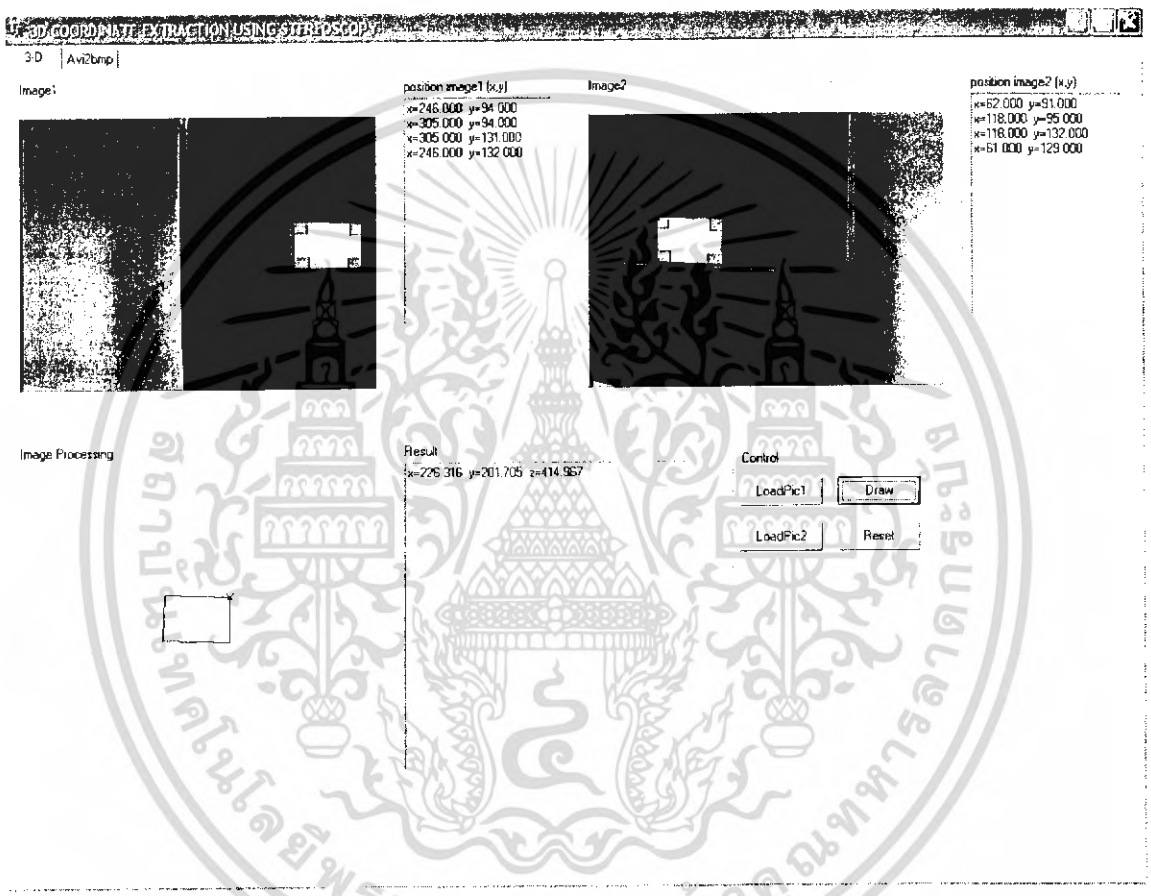
รูปที่ 5.14 วัตถุหมายเลข 2 ในการทดลองที่ 4

รูปที่ 5.15 วัตถุหมายเลข 3 ในการทดลองที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

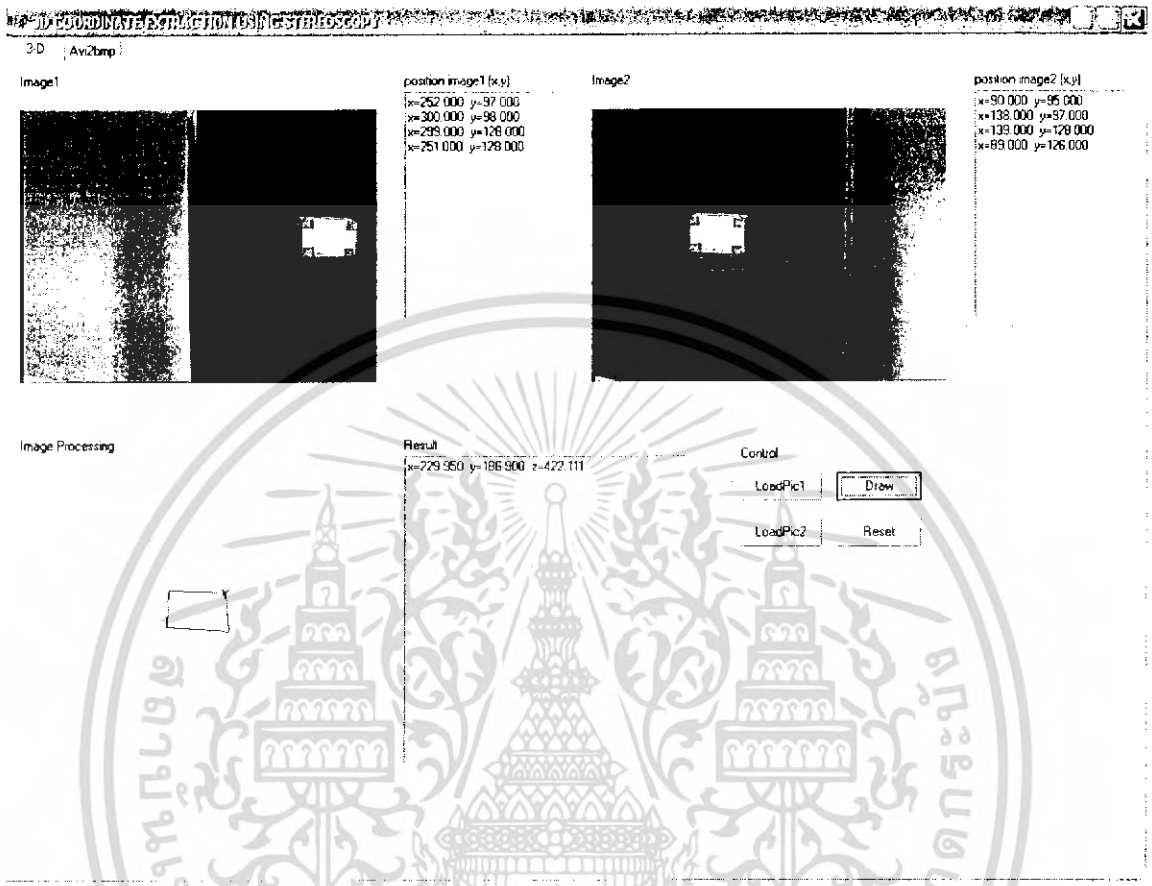
5.5 ผลการทดลอง

5.5.1 ผลการทดลอง การสร้างภาพ 3 มิติ



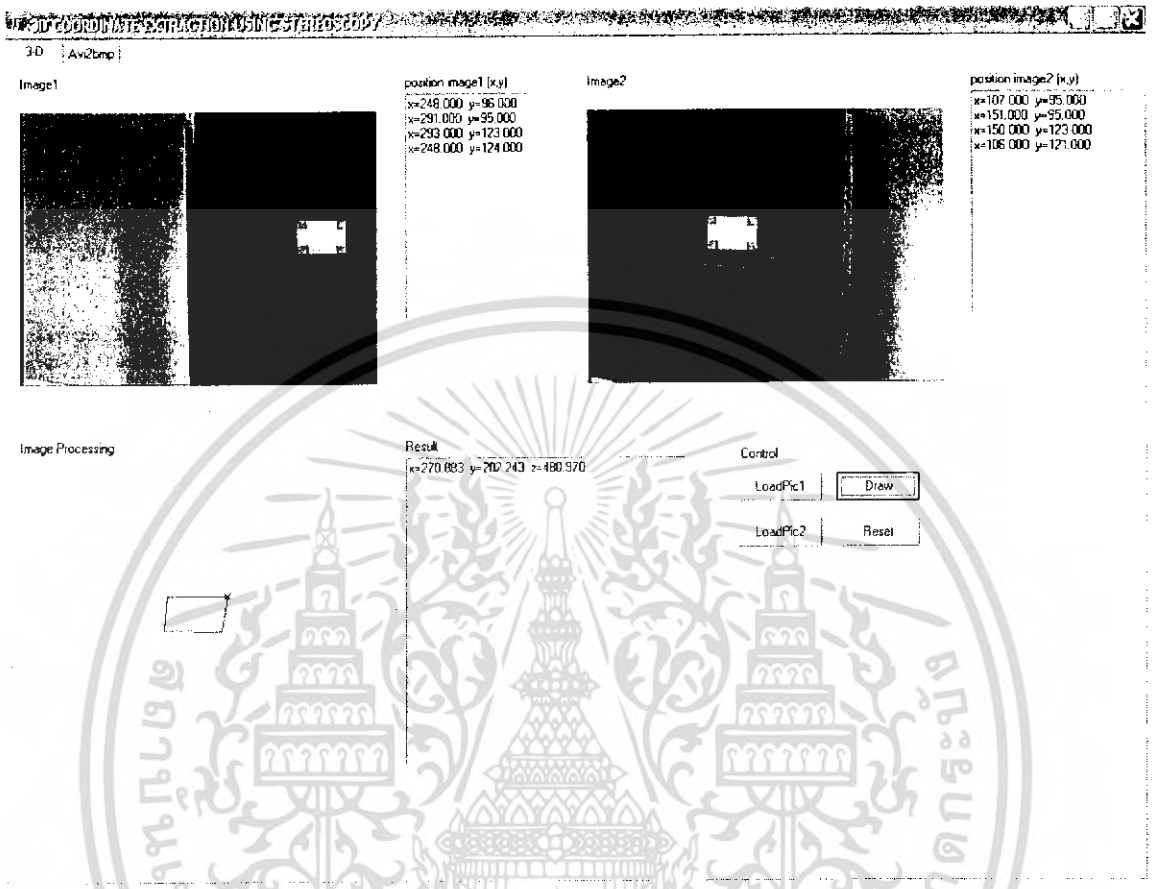
รูปที่ 5.16 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 60 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 70 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.18 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 80 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

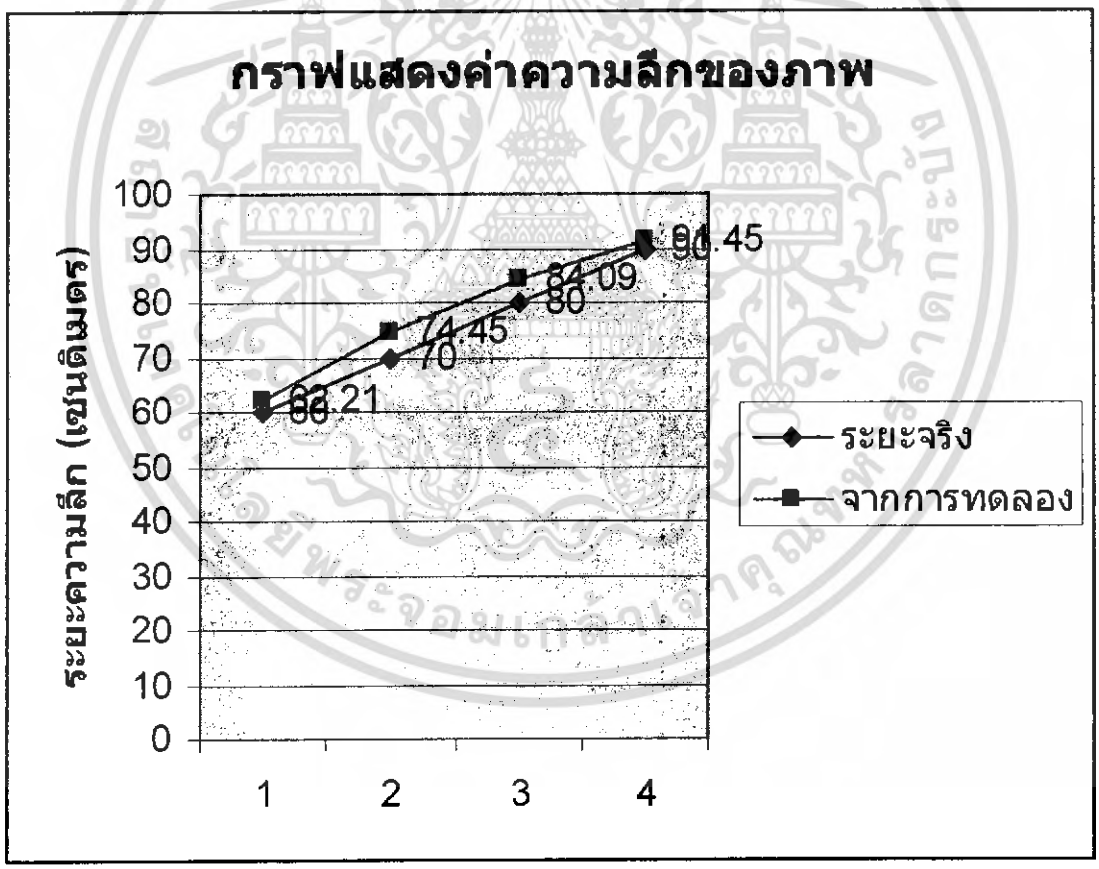
รูปที่ 5.19 รูป 3 มิติ ของกล่องสี่เหลี่ยมของระยะ z = 90 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองค่า Z ของกล้อง CCD

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลองค่า Z ของกล้อง CCD

ระยะจากการวัด	ระยะจากการทดลอง(PIXEL)	ระยะจากการทดลอง(cm.)	อัตราส่วน PIXEL/cm.	%error
60	414.967	62.21	6.67	3.68
70	422.111	74.45	5.67	6.36
80	480.970	84.09	5.72	5.11
90	411.739	91.45	4.50	1.61

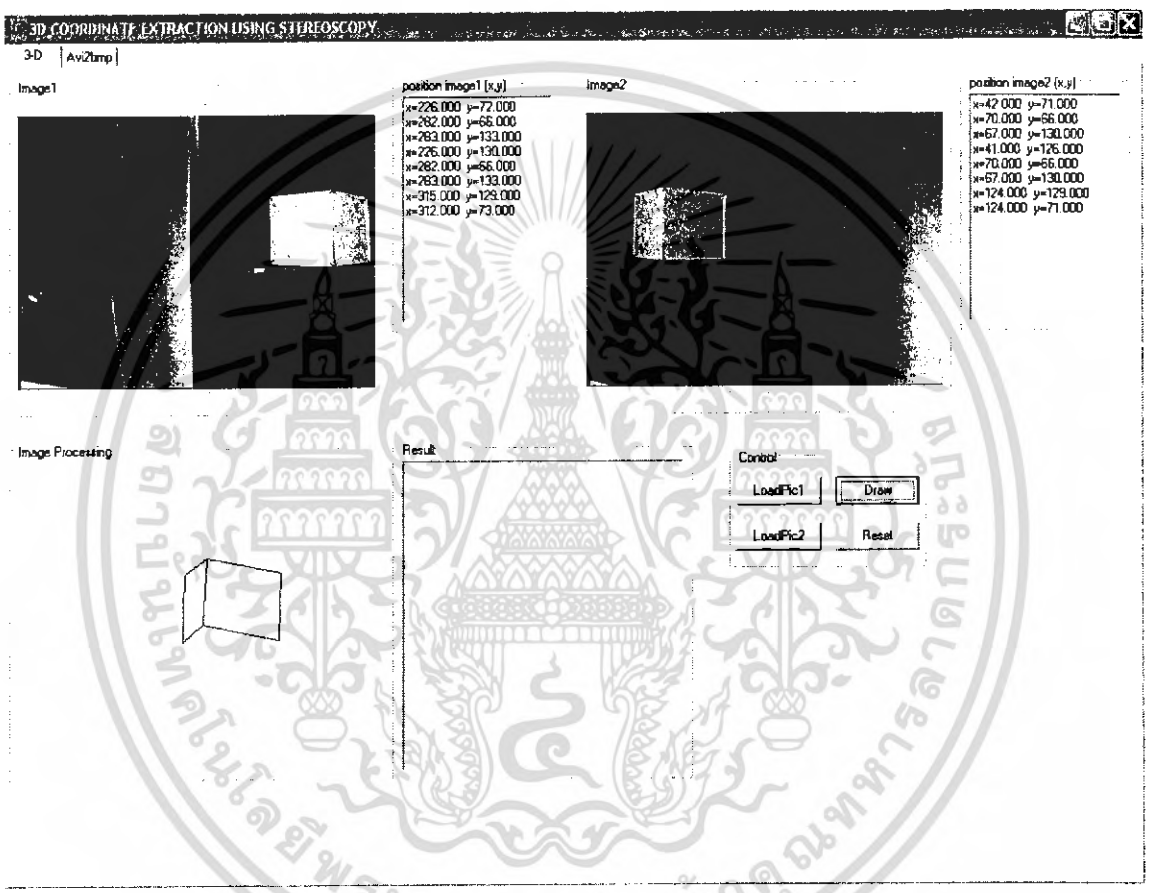


รูปที่ 5.20 กราฟแสดงค่าความลึกของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

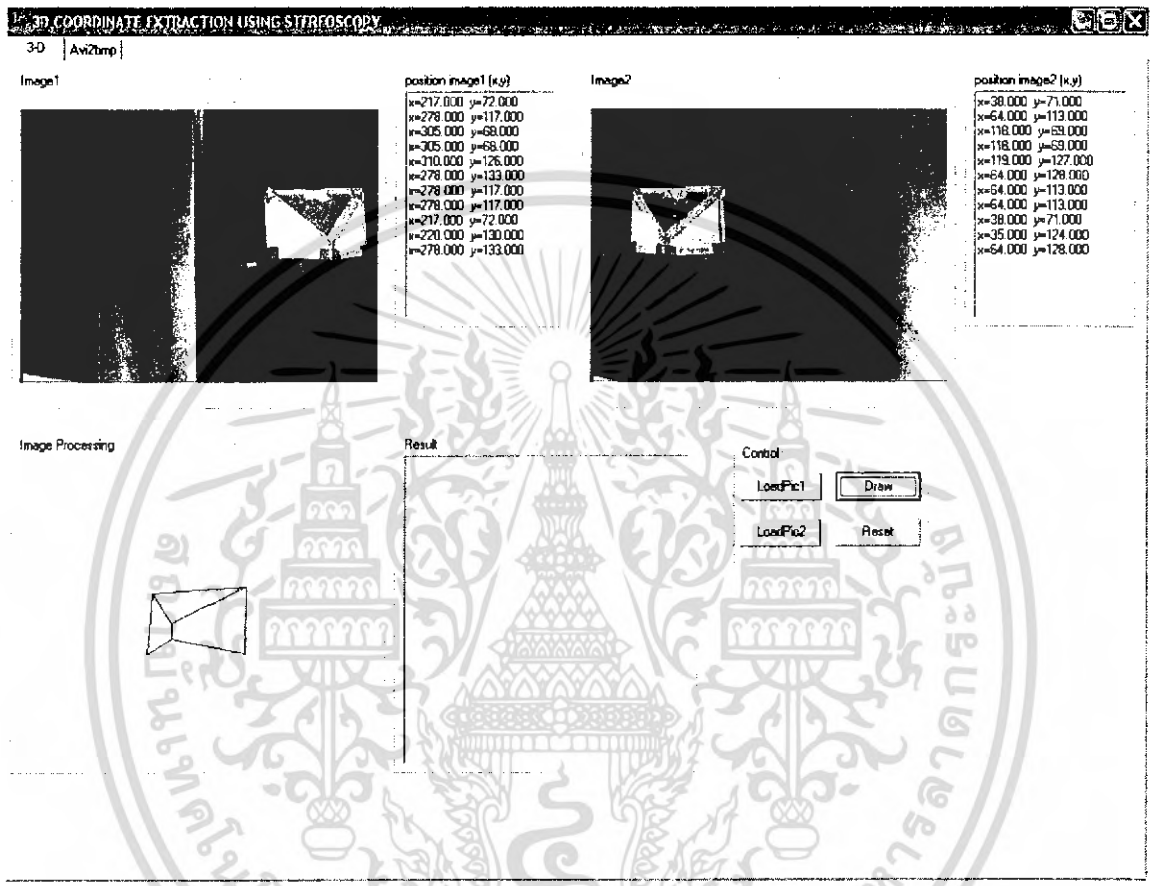
5.5.2 ผลการทดลอง ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วัตถุลักษณะต่างกัน

ที่ระยะ Z = 60 เซนติเมตร



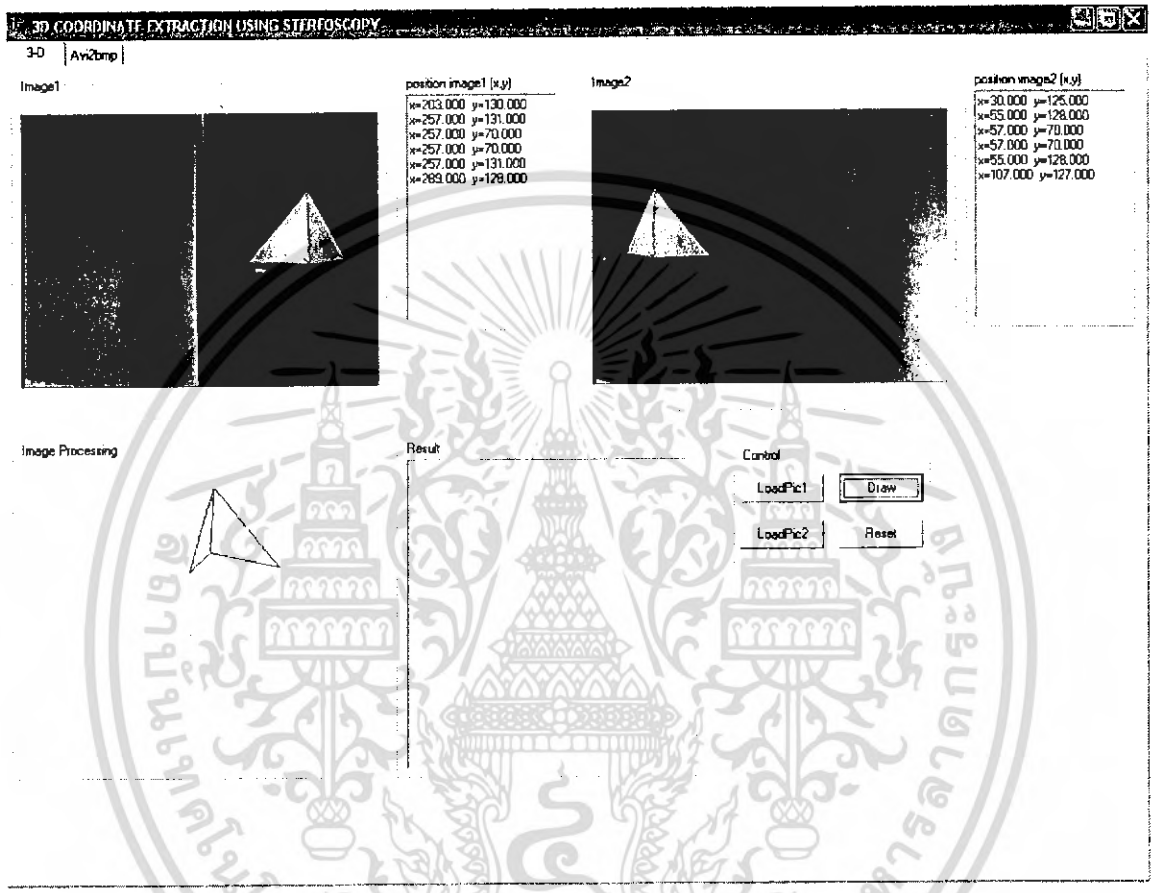
รูปที่ 5.21 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 60 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.22 กล่องหลายเหลี่ยม z = 60 เซนติเมตร

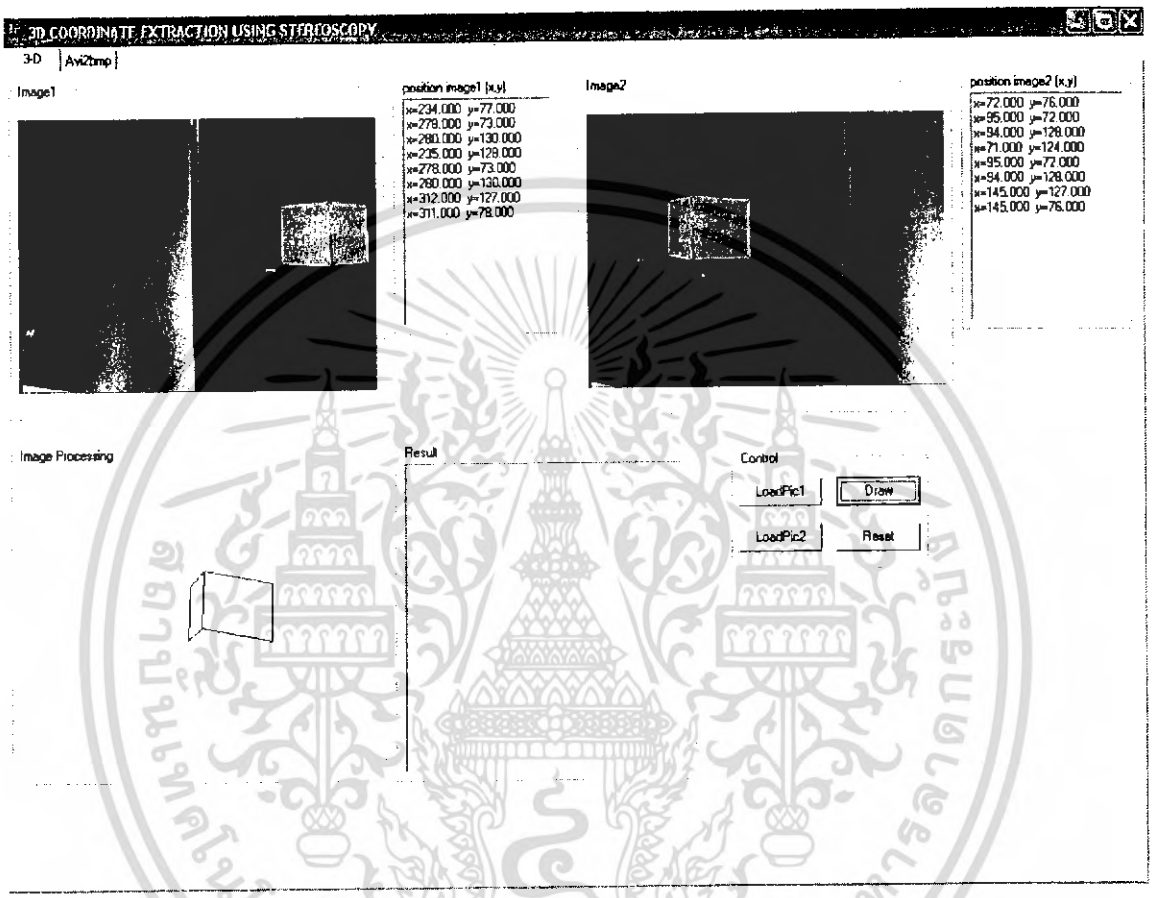
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.23 กล่องสามเหลี่ยม z = 60 เซนติเมตร

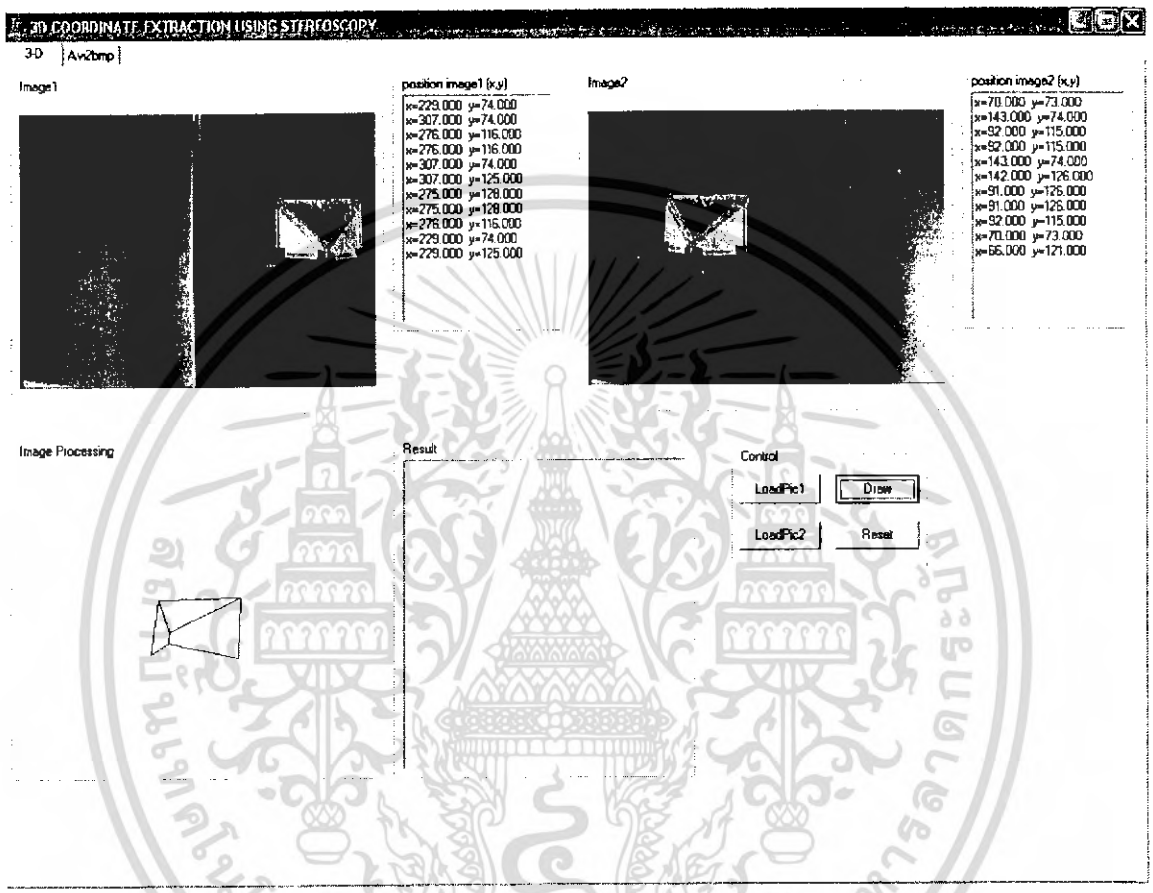
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระยะ Z = 70 เซนติเมตร



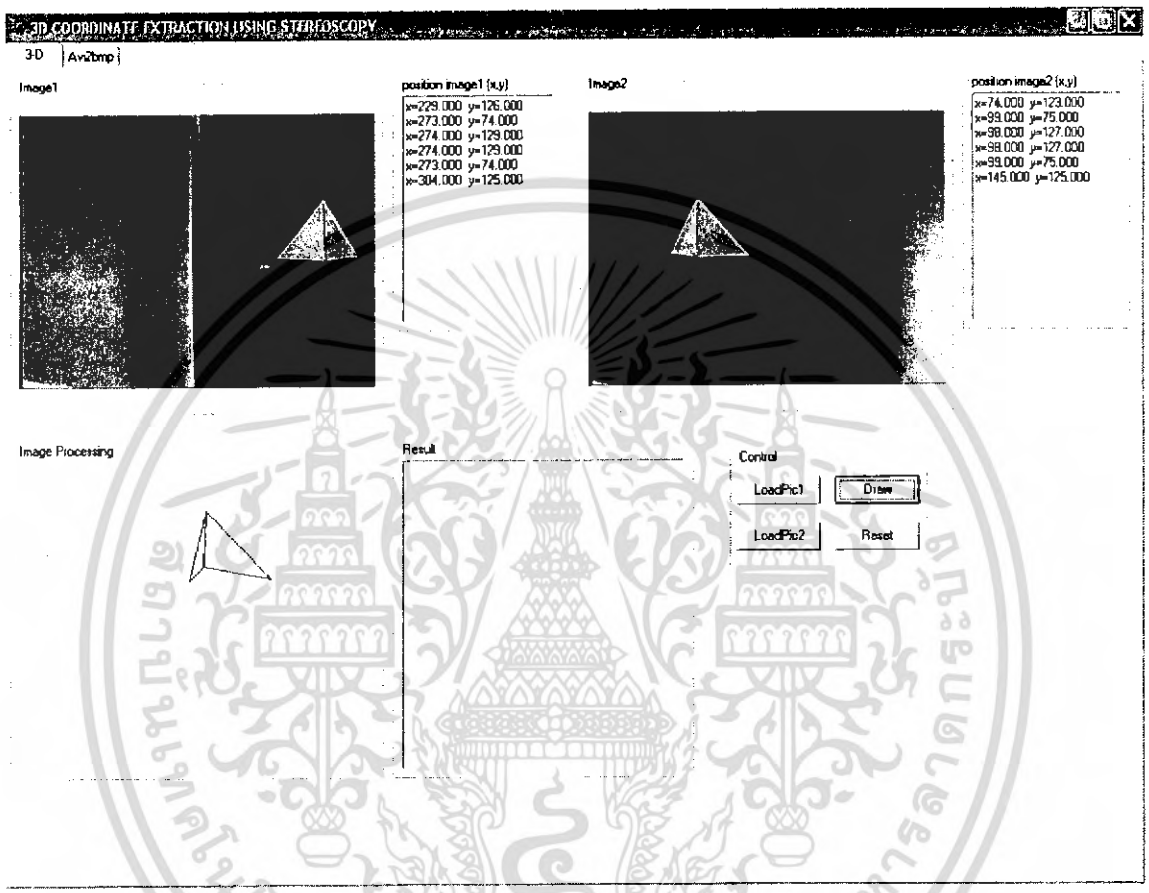
รูปที่ 5.24 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 70 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.25 กล่องหลายเหลี่ยม z = 70 เซนติเมตร

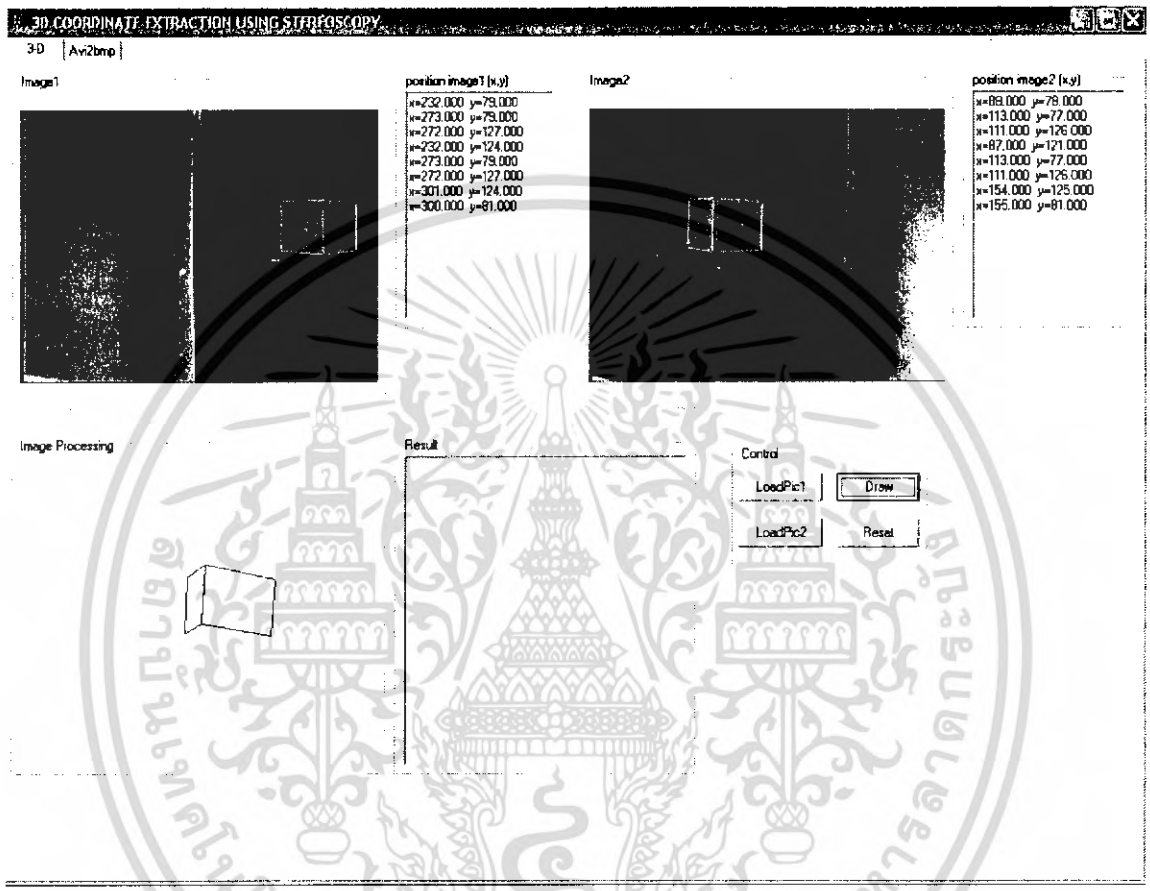
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.26 กล่องสามเหลี่ยม z = 70 เซนติเมตร

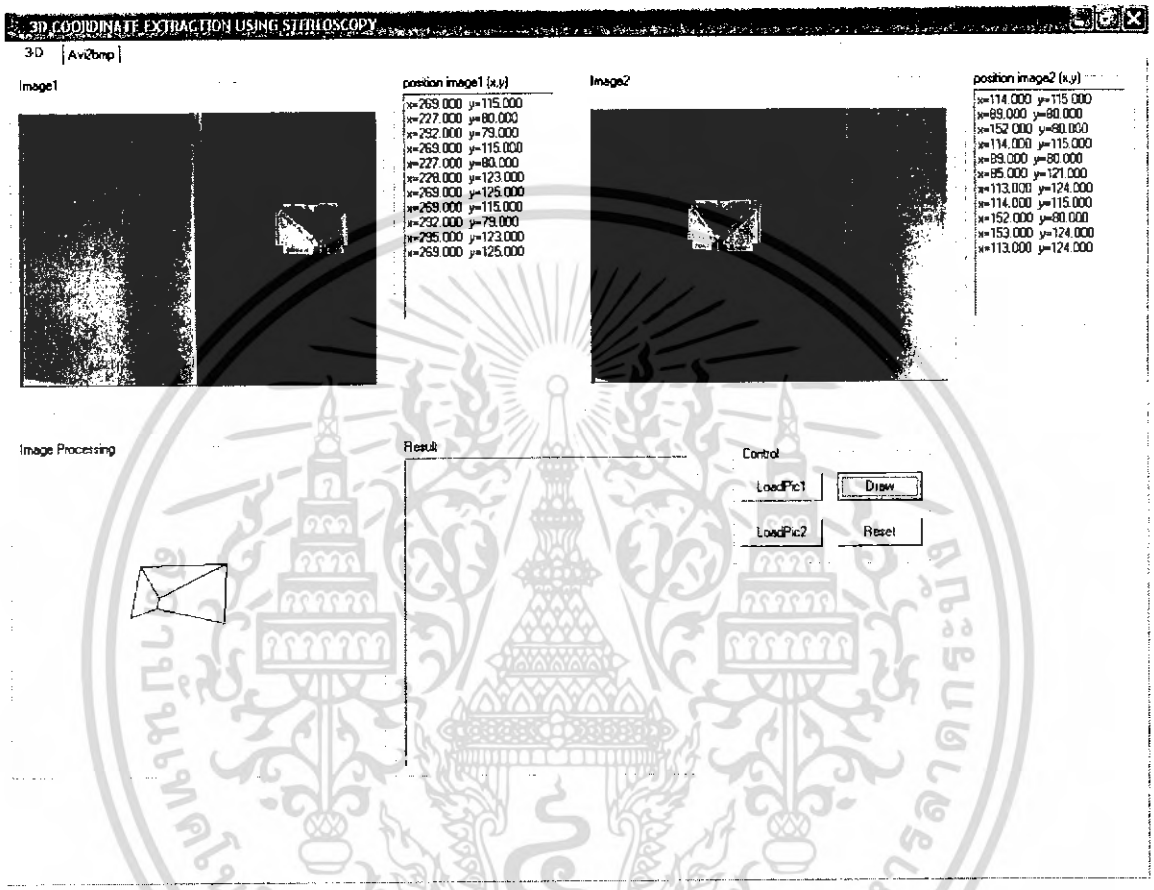
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระยะ Z = 80 เซนติเมตร



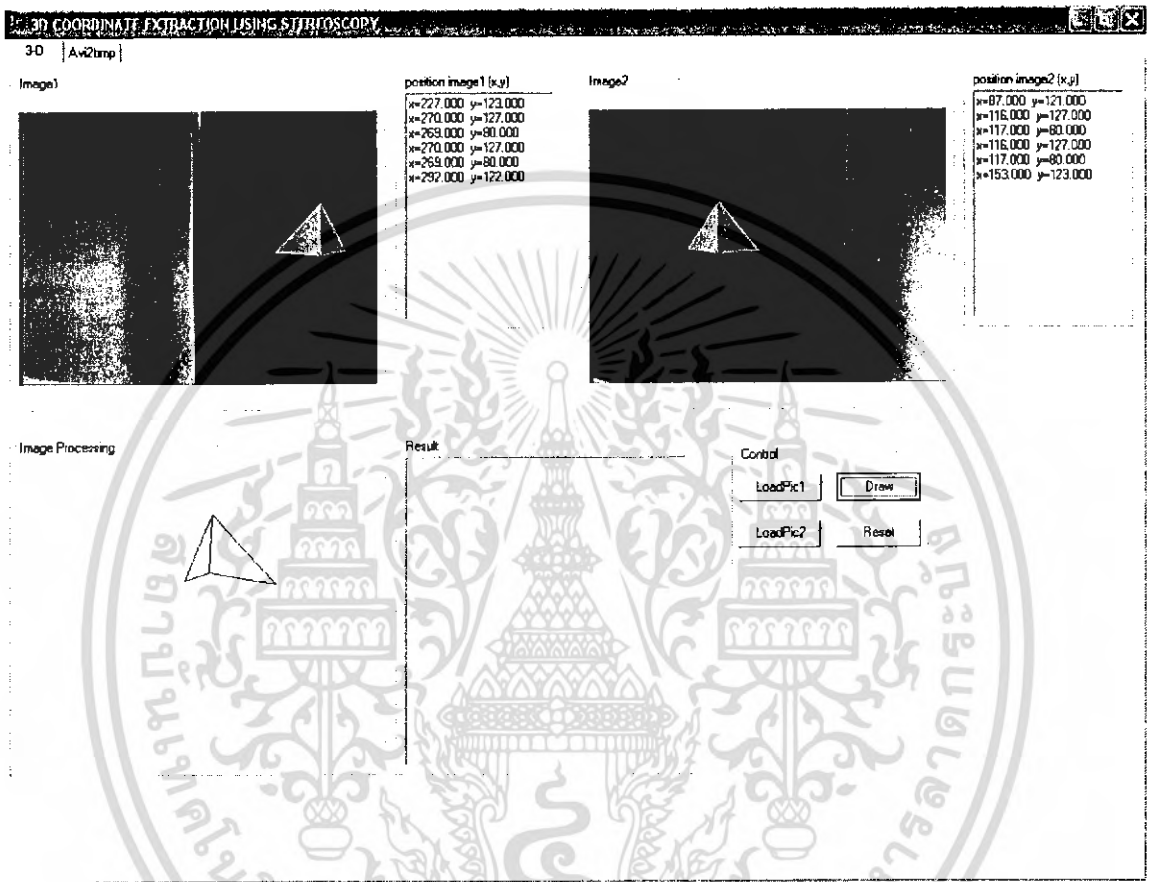
รูปที่ 5.27 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 80 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.28 กล่องหลายเหลี่ยม z = 80 เซนติเมตร

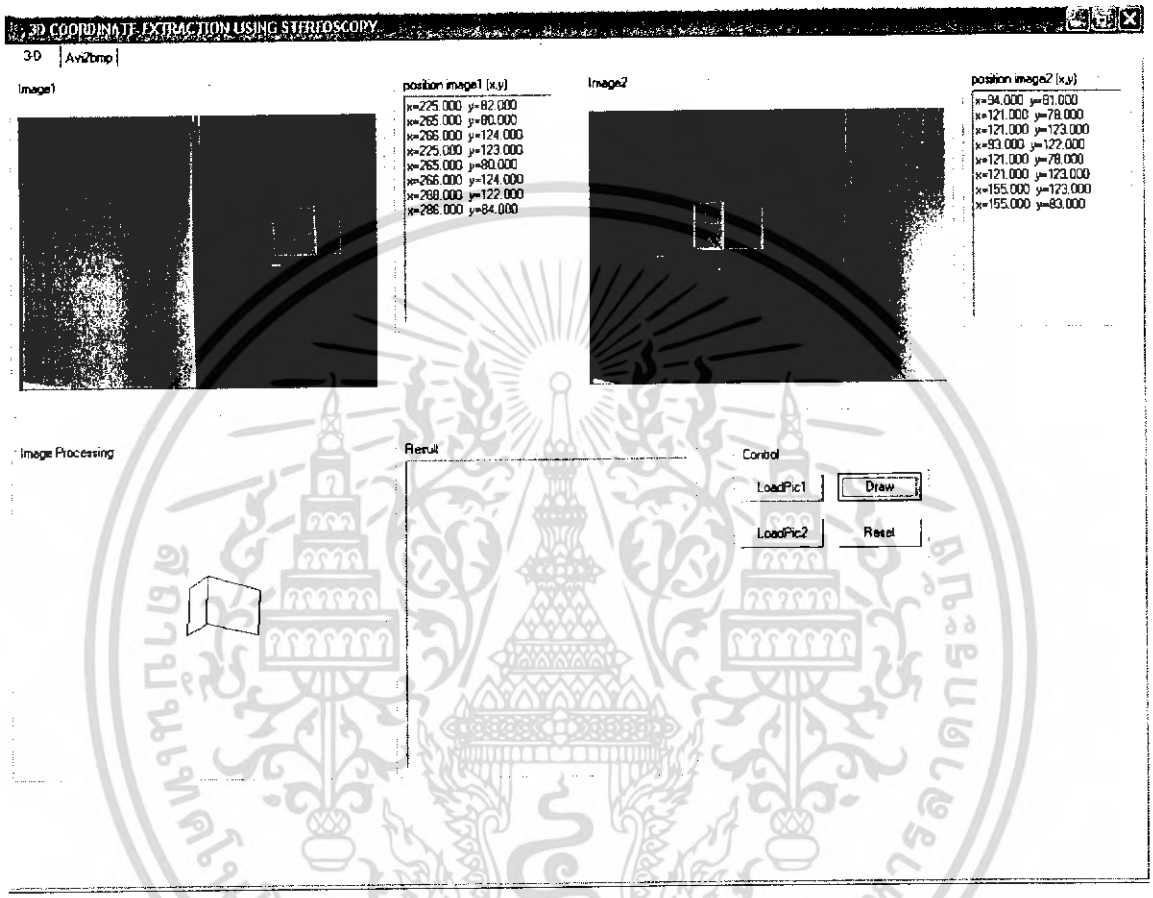
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.29 กล่องสามเหลี่ยม z = 80 เซนติเมตร

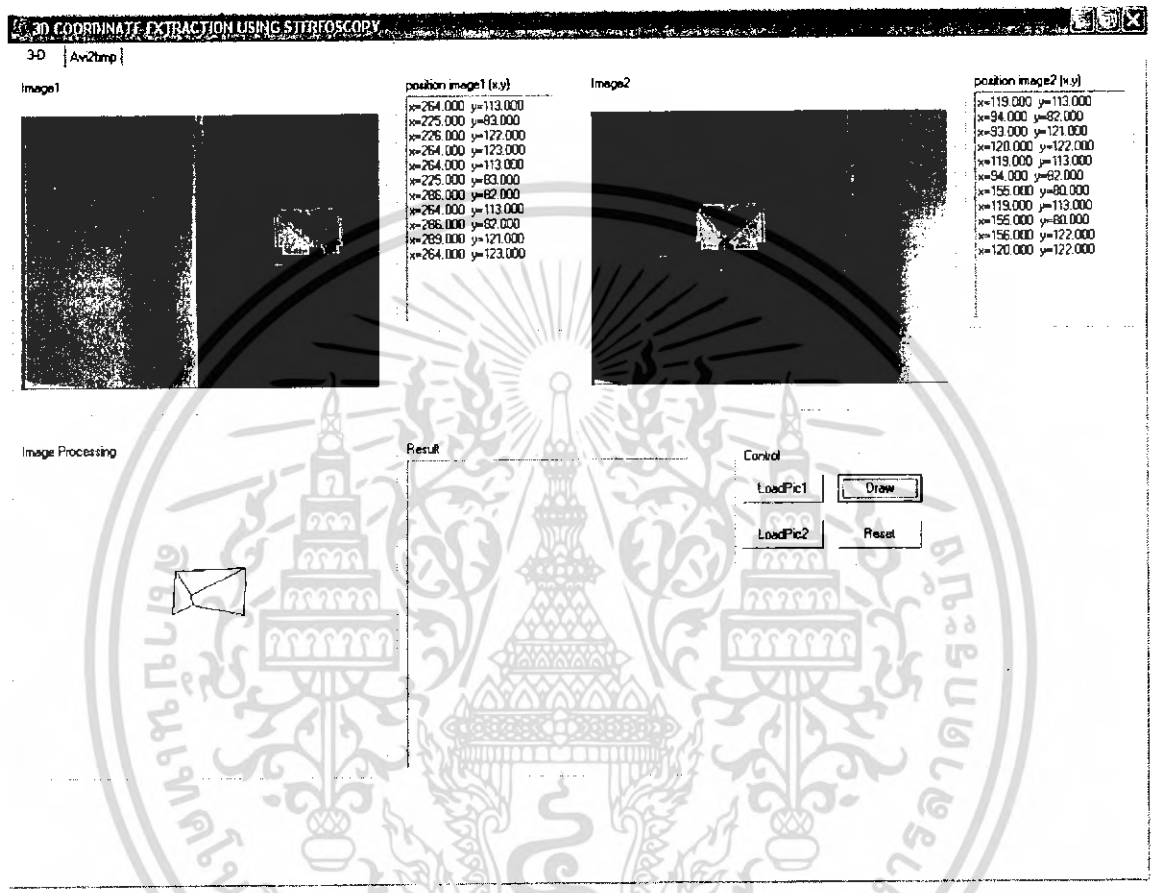
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระยะ Z = 90 เซนติเมตร



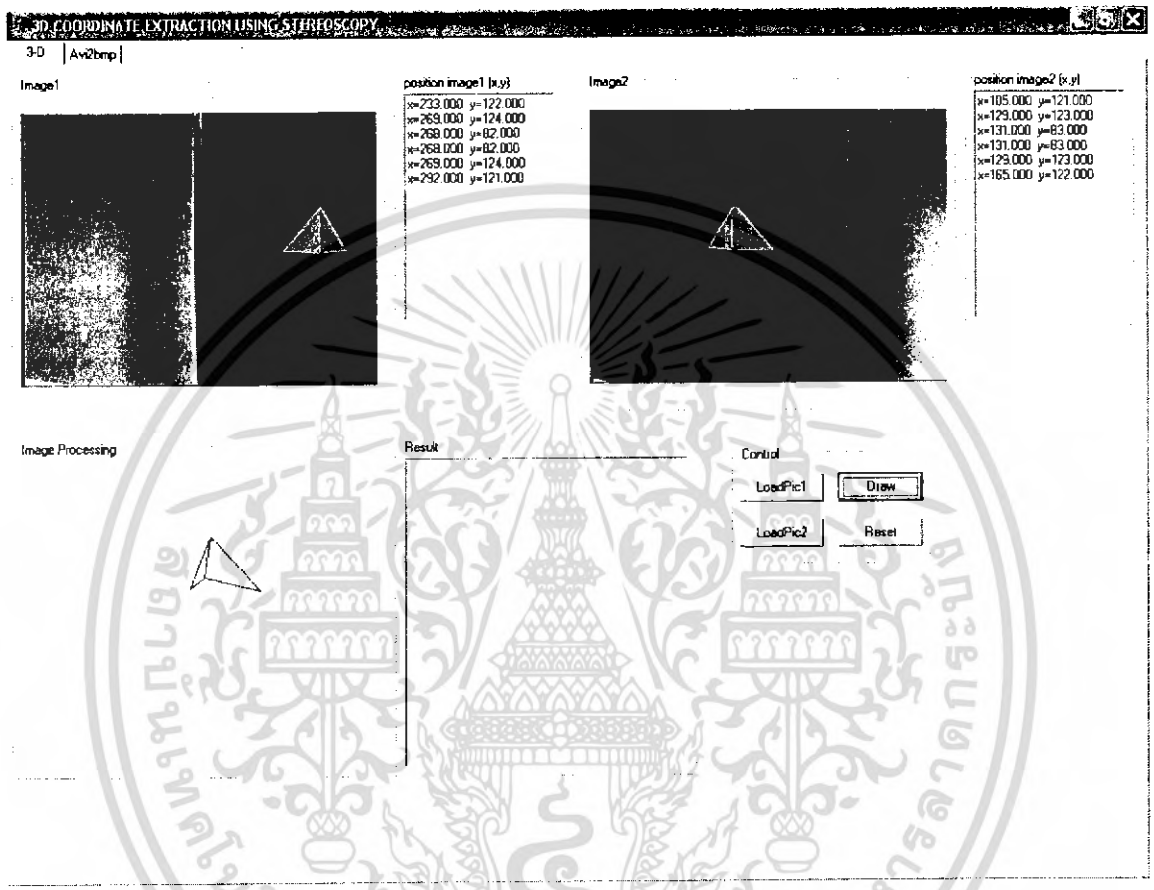
รูปที่ 5.30 กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส z = 90 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.31 กล่องทลายเหลี่ยม z = 90 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.32 กล่องสามเหลี่ยม z = 90 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.3 ผลการทดลอง ทำการหาปริมาตรจากภาพ 3 มิติ

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลองปริมาตรกล่องสี่เหลี่ยม

ระยะ Z (เซนติเมตร)	ปริมาตรกล่องสีเหลี่ยมจริง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ปริมาตรกล่องสี่เหลี่ยมจากภาพ 3 มิติ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ความผิดพลาด (%)
60	1000	975.90	2.41
70	1000	1035.57	3.56
80	1000	1019.27	1.93
90	1000	929.79	7.02

ตารางที่ 3 ตารางผลการทดลองปริมาตรกล่องสามเหลี่ยม

ระยะ Z (เซนติเมตร)	ปริมาตรกล่องสามเหลี่ยมจริง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ปริมาตรกล่องสามเหลี่ยมจากภาพ 3 มิติ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ความผิดพลาด (%)
60	500	453.61	9.28
70	500	556.46	11.29
80	500	447.45	10.51
90	500	485.33	2.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.4 <u>ผลการทดลอง</u> ทำการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ตรวจจับสีที่ฉายจากโปรเจคเตอร์

รูปที่ 5.33 ภาพ 3 มิติของวัตถุเป็นหน้าคน

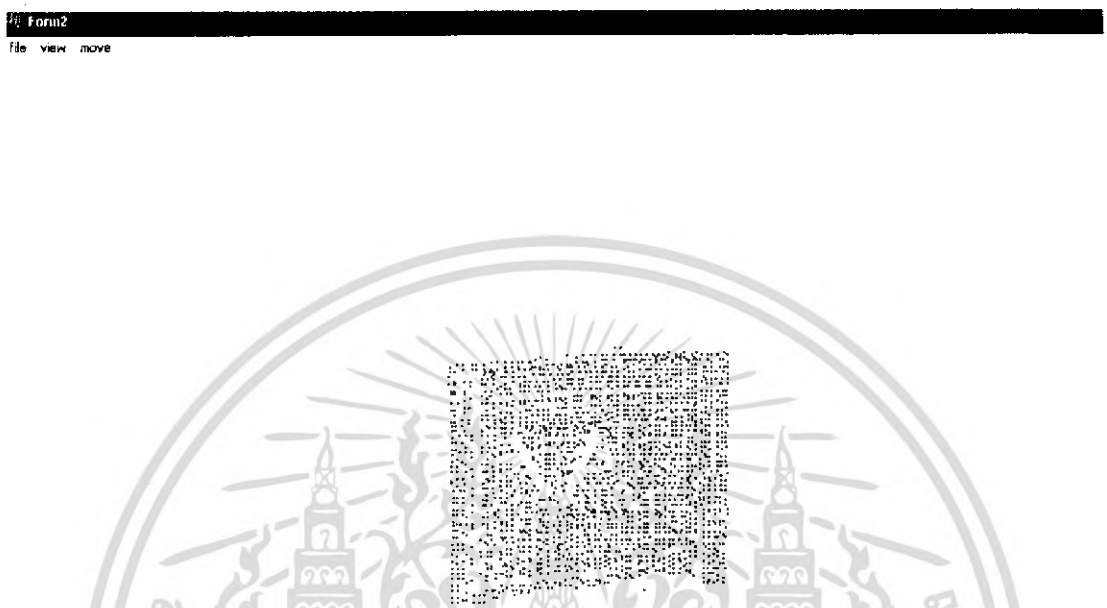
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.34 ภาพ 3 มิติของวัตถุลูกบอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.35 ภาพ 3 มิติของวัตถุกล่องสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

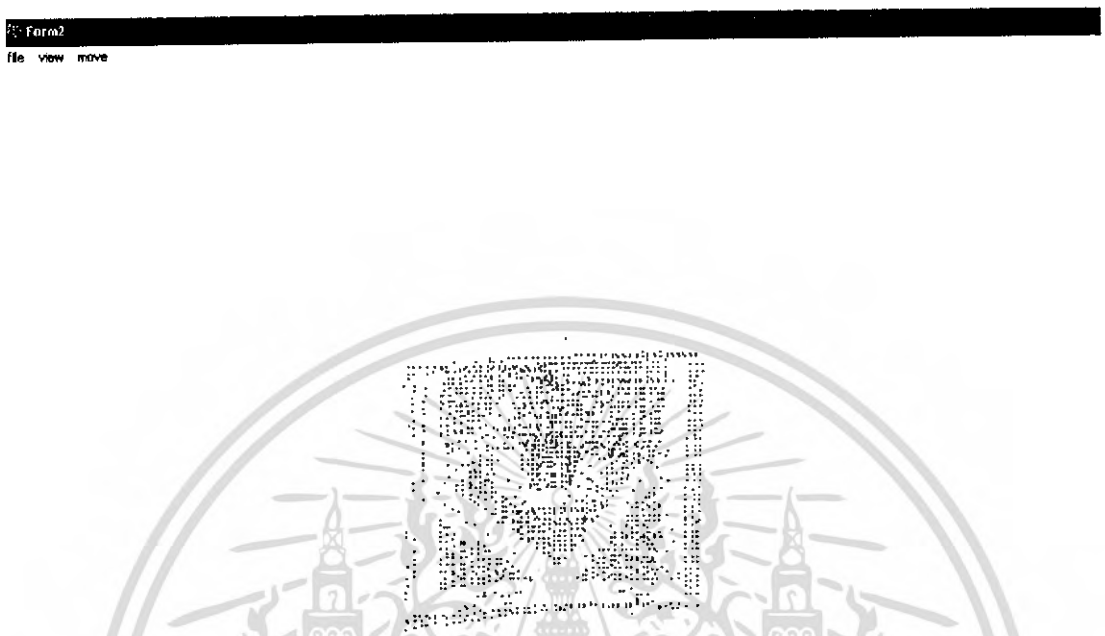


รูปที่ 5.36 ภาพ 3 มิติของวัตถุหมายเลข 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.37 ภาพ 3 มิติของวัตถุหมายเลข 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



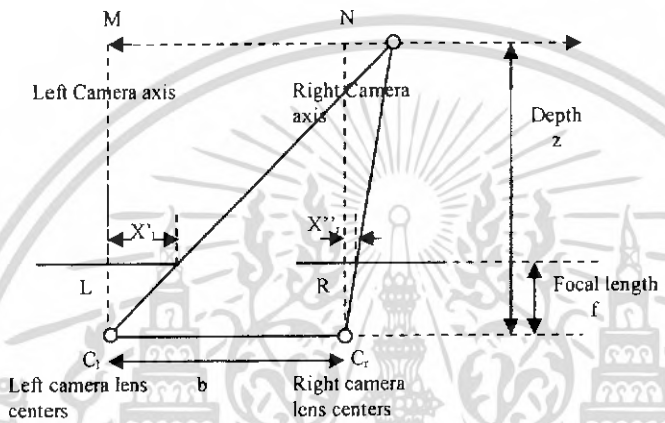
รูปที่ 5.38 ภาพ 3 มิติของวัตถุหมายเลข 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลและวิจารณ์

วิเคราะห์

1.ในการวิเคราะห์หาระยะต่างๆ(ระยะในแกน X , Y, Z) ค่าโฟกัสของเลนส์มีความสำคัญอย่างมาก เพราะในการหานั้นใช้หลักการของสามเหลี่ยมคล้ายมาวิเคราะห์ดังรูป



รูปที่ 5.39 การเกิดภาพสเตอริโอจากกล้อง 2 ตัว

ดังนั้นเมื่อระยะโฟกัสของทั้งสองรูปไม่เท่ากันจะทำให้ค่าระยะจริงที่วัตถุอยู่ต่อค่าพิกเซลของทั้งสองกล้องไม่เท่ากัน ซึ่งจะมีผลต่อการในไปใช้ในการวาดภาพและคำนวณหาปริมาตร

2.การที่ค่าระยะต่อพิกเซลในแต่ละความลึกไม่เท่ากันทำให้เกิดความผิดพลาดของการหาระยะต่างๆได้ ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนค่าระยะต่อพิกเซลในการหาค่าระยะต่าง(ระยะในแกน X , Y, Z) เมื่อมีการเปลี่ยนระยะความลึก

สรุปผลและวิจารณ์

ในโครงงานนี้มีการทดลองคือ การทดลองหาความลึก,สร้างภาพจำลอง,การหาปริมาตร และการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ตรวจจับสีที่ฉายจากโปรเจคเตอร์

ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การทดลองการสร้างภาพ 3 มิติ และการหาค่าความลึก จะเห็นได้ว่า program มีความสามารถในการหาค่าความลึก (z) และพิกัด x, y ของวัตถุ ณ. จุดต่างๆ ได้ และสามารถนำเอาค่าจุดที่คำนวณได้มา plot เพื่อสร้างภาพ 3 มิติได้ จากการนำเอาผลการทดลองหาค่าความลึกไปเขียนกราฟเทียบกับระยะจริง เราจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะและชนิดของกล้องที่ถ่าย เมื่อระยะของวัตถุ (z) มีค่ามากขึ้น ค่าความคลาดเคลื่อนของค่า z ก็จะมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย

2. การทดลองการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้วัตถุต่างลักษณะ พบว่า Program สามารถสร้างภาพ 3 มิติของวัตถุต่างลักษณะ (ที่เป็นทรงเหลี่ยม) ได้

3. การทดลองการหาปริมาตรโดยใช้วัตถุ2ชนิดคือ สี่เหลี่ยมจัตุรัสและสามเหลี่ยมมุมฉาก พบว่า Program สามารถหาปริมาตรได้

4.การทดลองการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ตรวจจับสีที่ฉายจากโปรเจคเตอร์นี้ได้ใช้โปรเจคเตอร์เป็นตัวฉายจุดแล้วทำการตรวจจับและจุดหาพิกัด x,y,z ใน 3 มิติ สามารถสร้างภาพ 3 มิติได้ แต่ยังมีจุดที่ผิดพลาดอยู่ เกิดจากการตรวจจับสีที่ผิดพลาดจากกล้องมีคุณภาพไม่ค่อยดี แต่สามารถทำการแก้ไขได้โดยทำฟิลเตอร์กำจัดจุดที่ผิดพลาดออกได้

ปัญหาและข้อจำกัดของโปรแกรม

- **ปัญหา**

โฟกัสของกล้อง 2 กล้องไม่เท่ากัน โดยตามจริงกล้องทั้ง 2 ควรจะมีโฟกัสเท่ากัน เพราะเมื่อโฟกัสของทั้ง 2 กล้องไม่เท่ากันจะทำให้ระยะจริงต่อพิกเซลของทั้งสองกล้องไม่เท่ากันซึ่งมีผลต่อการคำนวณแบบสเตอริโอสโคปี

- **ข้อจำกัดของโปรแกรม**

1.การแปลงไฟล์วีดีโอเป็นภาพแปลงได้จากไฟล์ดอทเอวีไอ(.avi)เท่านั้น

2.ภาพที่ได้จากไฟล์วีดีโอจะถูกนำไปเก็บไว้ที่เดียวกับที่ๆไฟล์วีดีโอเก็บอยู่

3.ในการหาค่าปริมาตรหาได้แค่สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า และสามเหลี่ยมมุมฉากเท่านั้น

4.ต้องเปลี่ยนค่าระยะทางต่อพิกเซลเรื่อยๆ(ในการทดลองเปลี่ยนที่ทุกๆระยะ 10 เซนติเมตร)

5.ในแต่ละภาพ(image) ทั้ง 1 และ 2 จะคลิ๊กเพื่อกำหนดจุดวาดภาพได้เพียง 15 จุด (สามารถเพิ่มหรือลดได้)

6.ระยะเวลาในการฉายภาพใน 1 ครั้งใช้เวลา 20 วินาทีแต่ในการทดลองได้ฉายรวม 9 ครั้ง ใช้เวลารวม 225 วินาที

7.ระยะเวลาการทำงานของการสร้างภาพ 3 มิติ โดยใช้ตรวจจับสีที่ฉายจากโปรเจคเตอร์ใช้เวลาทั้งหมด 50 นาทีต่อ 1 วัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Alan Watt, " 3D Computer Graphic " Addision-Wesley, 1994
2. Linda Shapiro & George Stockman , " Computer Vision ", Prentic Hall , 2001
3. Jain Kasturi & Schunk, " Machine Vision ", McGraw Hill , 1995
4. ผศ.ดร. ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์, "เอกสารประกอบการเรียนวิชา Digital Image Processing"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

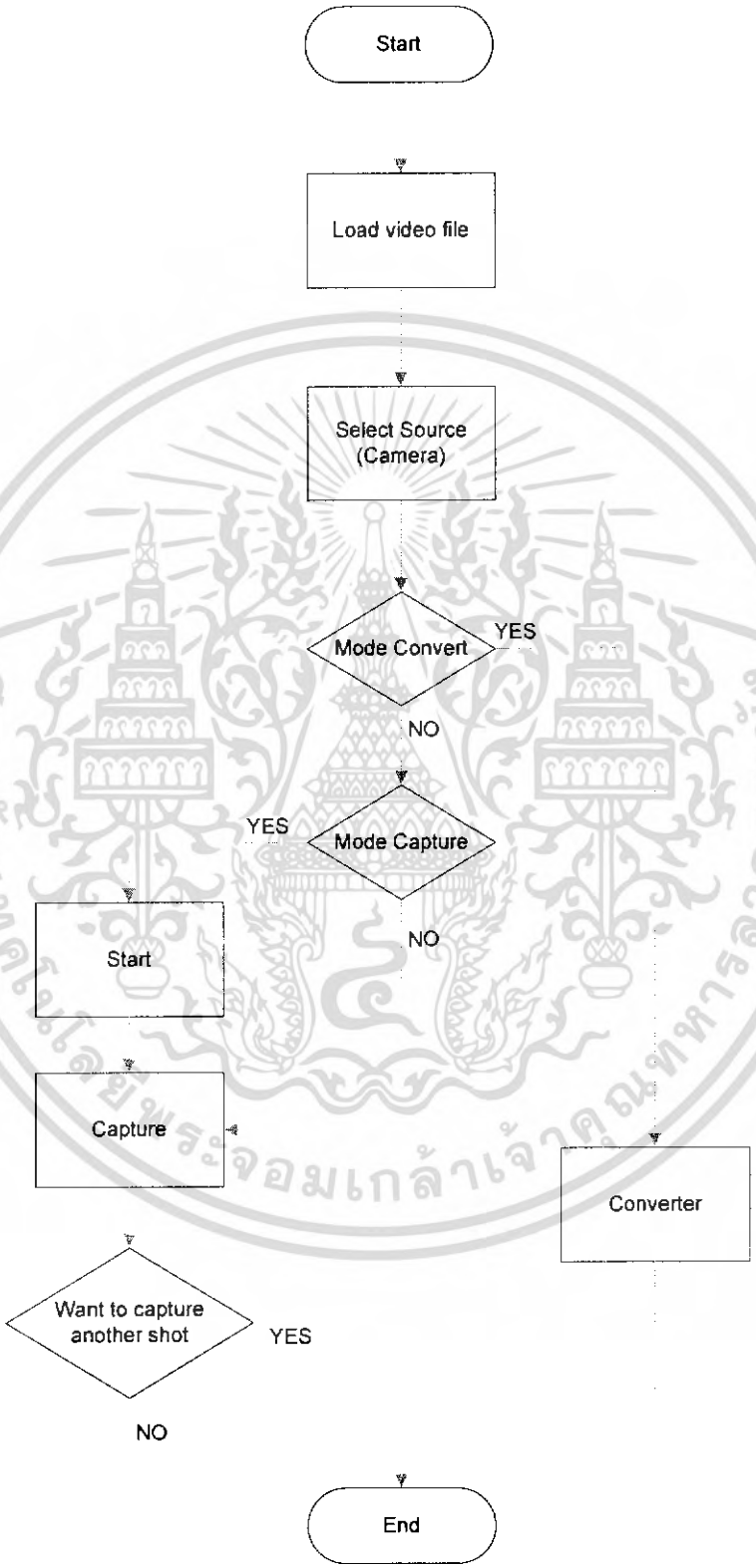
ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow Chart Program

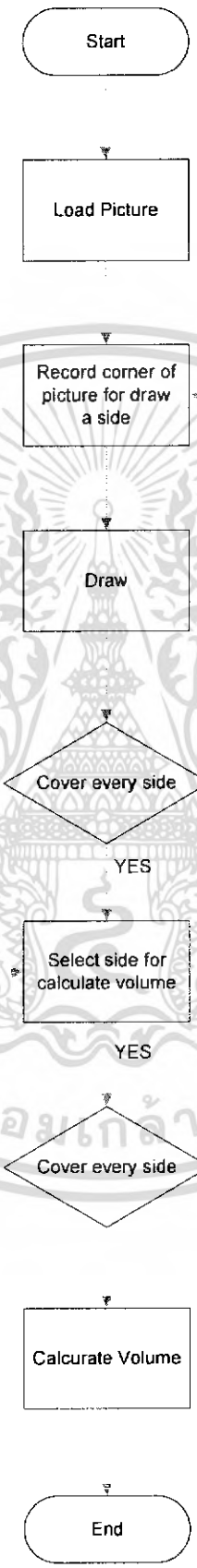
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow Chart การแปลงไฟล์วีดีโอ(.avi)เป็นไฟล์ภาพ(.bmp)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow Chart การวาดภาพสามมิติและหาปริมาตรจากทฤษฎีสเตอรีโอสโคปี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source Code

File .cpp

```
//---------------------------------------------------------------------------

#include <vcl.h>
#pragma hdrstop

#include "all.h"
#include "Ipl.h"
#include "cv.h"
#include "highgui.h"
#include "cxcore.h"
#include <stdio.h>
#include <math.h>
//---------------------------------------------------------------------------
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;
CvMat *A,*B,*C,*D,*T,*U,*L,*R;
IplImage* frame ;
int i,j,k,e,s,g,h,v,w,o,x,left,right,Xdiv2,Ydiv2,qq,pp;
char Str[30],Str1[30],Str2[30];
double z,XW,d,YW,p,q,ansX,ansY,ansZ,ans,Lans,Xmax,Xmin,Ymax,Ymin,recX,recY;
//---------------------------------------------------------------------------
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
    : TForm(Owner)
{
    i=0;
    j=0;
    k=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    e=0;
    h=0;
    s=0;
    g=0;
    w=0;
    o=0;
    qq=0;
    Xmax=0;
    Xmin=321;
    Ymax=0;
    Ymin=241;
    recX=0;
    recY=0;
    A =cvCreateMat( 15, 2, CV_32F);
    B =cvCreateMat( 15, 2, CV_32F);
    C =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
    D =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
    T =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
    U =cvCreateMat( 15, 2, CV_32F);
    L =cvCreateMat( 15, 3, CV_32F);
    R =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
    Memo1->Lines->Clear();
    Memo2->Lines->Clear();
    Memo3->Lines->Clear();
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
    OpenPictureDialog1->Filter="bmp (*.bmp)|*.bmp";
    OpenPictureDialog1->Title="Open";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if(OpenPictureDialog1->Execute())
    Image1->Picture->LoadFromFile(OpenPictureDialog1->FileName);
    Image1->Enabled=true;
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
    OpenPictureDialog2->Filter="bmp (*.bmp)|*.bmp";
    OpenPictureDialog2->Title="Open";
    if(OpenPictureDialog2->Execute())
    Image2->Picture->LoadFromFile(OpenPictureDialog2->FileName);
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Image1MouseDown(TObject *Sender,
    TMouseButton Button, TShiftState Shift, int X, int Y)
{
        p=X;
        q=Y;
        for (v=0;v<(h+i+1);v++)
      {
        if ((p <(cvmGet(A, v, 0)+5)) && (p >(cvmGet(A, v, 0)-5))) {
        if ((q <(cvmGet(A, v, 1)+5)) && (q >(cvmGet(A, v, 1)-5))) {
            cvmSet(A, (h+i), 0 , cvmGet(A, v, 0));
            cvmSet(A, (h+i), 1 , cvmGet(A, v, 1));
            v=h+i+1;
        }
        else {
            cvmSet(A, (h+i), 0 , p);
            cvmSet(A, (h+i), 1 , q);
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }           else {
                cvmSet(A, (h+i), 0 , p);   // pick p up in matrix A position[h+i,0]
                cvmSet(A, (h+i), 1 , q);
            }
        }   //for (v=0;v<i;s++)
    Image1->Canvas->Pen->Color = clRed;  //  select color
    Image1->Canvas->MoveTo(cvmGet(A, (h+i), 0)-3, cvmGet(A, (h+i), 1)-3);   //
    Image1->Canvas->LineTo(cvmGet(A, (h+i), 0)+3, cvmGet(A, (h+i), 1)+3);   //   4 sentense
for draw cross with red colour
    Image1->Canvas->MoveTo(cvmGet(A, (h+i), 0)+3, cvmGet(A, (h+i), 1)-3);   //
    Image1->Canvas->LineTo(cvmGet(A, (h+i), 0)-3, cvmGet(A, (h+i), 1)+3);   //
    i++;
    sprintf(Str,"x=%.3f  y=%.3f\n",cvmGet(A, ((h+i)-1), 0),cvmGet(A, ((h+i)-1), 1));
    Memo1->Lines->Add(Str);
    Image2->Enabled=true;
    Image1->Enabled=false;
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Image2MouseDown(TObject *Sender,
    TMouseButton Button, TShiftState Shift, int X, int Y)
{
        p=X;
        q=Y;
        for (v=0;v<((h+j)+1);v++)
       {
        if ((p <(cvmGet(B, v, 0)+5)) && (X >(cvmGet(B, v, 0)-5))) {
        if ((q <(cvmGet(B, v, 1)+5)) && (Y >(cvmGet(B, v, 1)-5))) {
            cvmSet(B, (h+j), 0 , cvmGet(B, v, 0));   // pick X up in matrix A position[i,0]
            cvmSet(B, (h+j), 1 , cvmGet(B, v, 1));
            v=h+j+1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        else {
            cvmSet(B, (h+j), 0 , p);
            cvmSet(B, (h+j), 1 , q);
        }
        }
        else {
            cvmSet(B, (h+j), 0 , p);
            cvmSet(B, (h+j), 1 , q);
        }
    }   //for (v=0;v<((h+j)+1);v++)
    Image2->Canvas->Pen->Color = clRed;  //
    Image2->Canvas->MoveTo(cvmGet(B, (h+j), 0)-3, cvmGet(B, (h+j), 1)-3);   //
    Image2->Canvas->LineTo(cvmGet(B, (h+j), 0)+3, cvmGet(B, (h+j), 1)+3);   //  5 sentense
for draw cross with red colour
    Image2->Canvas->MoveTo(cvmGet(B, (h+j), 0)+3, cvmGet(B, (h+j), 1)-3);   //
    Image2->Canvas->LineTo(cvmGet(B, (h+j), 0)-3, cvmGet(B, (h+j), 1)+3);   //
    j++;
    sprintf(Str1,"x=%.3f  y=%.3f\n",cvmGet(B, ((h+j)-1), 0),cvmGet(B, ((h+j)-1), 1));
    Memo2->Lines->Add(Str1);
    d=cvmGet(A,((h+i)-1), 0)-cvmGet(B,((h+j)-1), 0);
    if (d<0) {d=d*(-1); }
    z=(30*5.67*402.01)/d    ;      //b*f/(cl-cr)
    XW=((cvmGet(B, ((h+i)-1), 0)*z)/402.01)+(5.67*15);
    YW=((cvmGet(B, ((h+i)-1), 1)*z)/402.01)+(5.67*15);
    cvmSet(C,k,0,XW);
    cvmSet(D,k,0,YW);
    cvmSet(T,k,0,z);
    k++ ;
    Image1->Enabled=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Image2->Enabled=false;
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
{
if (e>0) {
        cvReleaseMat(&A);
        cvReleaseMat(&B);
        cvReleaseMat(&C);
        cvReleaseMat(&D);
        cvReleaseMat(&T);
        cvReleaseMat(&U);
        cvReleaseMat(&L);
        cvReleaseMat(&R);
        i=0;
        j=0;
        k=0;
        e=0;
        h=0;
        s=0;
        g=0;
        w=0;
        o=0;
        qq=0;
        Xmax=0;
        Xmin=321;
        Ymax=0;
        Ymin=241;
        recX=0;
        recY=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        A =cvCreateMat( 15, 2, CV_32F);
        B =cvCreateMat( 15, 2, CV_32F);
        C =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
        D =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
        T =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
        U =cvCreateMat( 15, 2, CV_32F);
        L =cvCreateMat( 15, 3, CV_32F);
        R =cvCreateMat( 15, 1, CV_32F);
        Memo1->Lines->Clear();
        Memo2->Lines->Clear();
        Memo3->Lines->Clear();
        Image1->Picture->LoadFromFile("C:\\reset.bmp");
        Image2->Picture->LoadFromFile("C:\\reset.bmp");
        Image3->Picture->LoadFromFile("C:\\reset.bmp");
        Image1->Enabled=false;
        Image2->Enabled=false;
        Image3->Enabled=false;
                }

}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button4Click(TObject *Sender)
{
     if (e==0) {
                Image3->Picture->LoadFromFile("C:\\reset.bmp");
                 }
     if (qq==0){
     for (v=0;v<(h+j);v++)
     {
          if (Xmax<cvmGet(C, v, 0)){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Xmax=cvmGet(C, v, 0);
        }
        if (Ymax<cvmGet(D, v, 0)){
        Ymax=cvmGet(D, v, 0);
        }
        if (Xmin>cvmGet(C, v, 0)){
        Xmin=cvmGet(C, v, 0);
        }
        if (Ymin>cvmGet(D, v, 0)){
        Ymin=cvmGet(D, v, 0);
        }
}
Xdiv2=(Xmax-Xmin)/2;
Ydiv2=(Ymax-Ymin)/2;
recX=cvmGet(C, 0, 0)-(160-Xdiv2);
recY=cvmGet(D, 0, 0)-(120-Ydiv2);
}
Image3->Canvas->Pen->Color = clRed;
Image3->Canvas->MoveTo((((cvmGet(C, h, 0)-recX))),(((cvmGet(D, h, 0)-recY))));
for (v=(h+1);v<(h+j);v++)
{
Image3->Canvas->LineTo((cvmGet(C, v, 0)-recX), (cvmGet(D, v, 0)-recY));
}
Image3->Canvas->LineTo((cvmGet(C, h, 0)-recX), (cvmGet(D, h, 0)-recY));
e++;
h=h+j;
j=0;
i=0;
qq=1;
Image3->Enabled=true;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Image3MouseDown(TObject *Sender,
    TMouseButton Button, TShiftState Shift, int X, int Y)
{
      p=X;
      q=Y;
      cvmSet(U, g, 0 , p);   // pick X up in matrix A position[i,0]
      cvmSet(U, g, 1 , q);
      for (v=1;v<((h+j)+1);v++)
      {
      if (((cvmGet(U, g, 0)+recX)<(cvmGet(C, (v-1), 0)+3)) && ((cvmGet(U, g,
0)+recX)>(cvmGet(C, (v-1), 0)-3))) {
            if (((cvmGet(U, g, 1)+recY)<(cvmGet(D, (v-1), 0)+3)) && ((cvmGet(U, g,
1)+recY)>(cvmGet(D, (v-1), 0)-3))) {
                  sprintf(Str2,"x=%.3f  y=%.3f  z=%.3f\n",cvmGet(C, (v-1), 0),cvmGet(D, (v-
1), 0),cvmGet(T, (v-1), 0));
                  Memo3->Lines->Add(Str2);
                  cvmSet(U, g, 0 , cvmGet(C, (v-1), 0));
                  cvmSet(U, g, 1 , cvmGet(D, (v-1), 0));
      if(s==0){
      Image3->Canvas->Pen->Color = clBlue;
      Image3->Canvas->MoveTo(cvmGet(U, g, 0)-recX-3, (cvmGet(U, g, 1)-recY-3));
      Image3->Canvas->LineTo(cvmGet(U, g, 0)-recX+3, (cvmGet(U, g, 1)-recY+3));
      Image3->Canvas->MoveTo(cvmGet(U, g, 0)-recX+3, (cvmGet(U, g, 1)-recY-3));
      Image3->Canvas->LineTo(cvmGet(U, g, 0)-recX-3, (cvmGet(U, g, 1)-recY+3));
      cvmSet(L, g, 0 , cvmGet(U, g, 0));
      cvmSet(L, g, 1 , cvmGet(U, g, 1));
      cvmSet(L, g, 2 , cvmGet(T, (v-1), 0));
      w=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 }
 if(s==1){
Image3->Canvas->Pen->Color = clBlue;
Image3->Canvas->MoveTo(cvmGet(U, (g-1), 0)-recX, (cvmGet(U, (g-1), 1)-recY));
Image3->Canvas->LineTo(cvmGet(U, g, 0)-recX, (cvmGet(U, g, 1)-recY));
Image3->Canvas->MoveTo(cvmGet(U, g, 0)-recX-3, (cvmGet(U, g, 1)-recY-3));
Image3->Canvas->LineTo(cvmGet(U, g, 0)-recX+3, (cvmGet(U, g, 1)-recY+3));
Image3->Canvas->MoveTo(cvmGet(U, g, 0)-recX+3, (cvmGet(U, g, 1)-recY-3));
Image3->Canvas->LineTo(cvmGet(U, g, 0)-recX-3, (cvmGet(U, g, 1)-recY+3));
cvmSet(L, g, 0 , cvmGet(U, g, 0));
cvmSet(L, g, 1 , cvmGet(U, g, 1));
cvmSet(L, g, 2 , cvmGet(T, (v-1), 0));
ansX= abs(cvmGet(L, g, 0)-cvmGet(L, g-1, 0))*abs(cvmGet(L, g, 0)-cvmGet(L, g-1, 0));
ansY= abs(cvmGet(L, g, 1)-cvmGet(L, g-1, 1))*abs(cvmGet(L, g, 1)-cvmGet(L, g-1, 1));
ansZ= abs(cvmGet(L, g, 2)-cvmGet(L, g-1, 2))*abs(cvmGet(L, g, 2)-cvmGet(L, g-1, 2));
ans=sqrt(ansX+ansY+ansZ);
cvmSet(R, o, 0 ,ans);
o++;
if (o==1){
sprintf(Str2,"L1=%.3f\n",(cvmGet(R, 0, 0)/5.67));
Memo3->Lines->Add(Str2);
}
 if (o==2){
sprintf(Str2,"L2=%.3f\n",(cvmGet(R, 1, 0)/5.67));
Memo3->Lines->Add(Str2);
}
 if (o==3){
sprintf(Str2,"L3=%.3f\n",(evmGet(R, 2, 0)/5.67));
Memo3->Lines->Add(Str2);
Memo3->Lines->Add("////////////////////////////////////////////////////");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(h==8){
Lans=(cvmGet(R, 0, 0)*cvmGet(R, 1, 0)*cvmGet(R, 2, 0))/(5.67*5.67*5.67) ;
sprintf(Str2,"Volume=%.3f\n",Lans);
}
 if(h==6){
Lans=(cvmGet(R, 0, 0)*cvmGet(R, 1, 0)*cvmGet(R, 2, 0))/(2*5.67*5.67*5.67) ;
sprintf(Str2,"Volume=%.3f\n",Lans);
}
Memo3->Lines->Add(Str2);
o=0;
}
s=0;
w=1;
 }
                g++;
                if (w==0){s++;}
                v=(h+j)+1;
            }
          }
}
if (g==6) {
            cvReleaseMat(&A);
            cvReleaseMat(&B);
            cvReleaseMat(&C);
            cvReleaseMat(&D);
            cvReleaseMat(&T);
            cvReleaseMat(&U);
            cvReleaseMat(&L);
            cvReleaseMat(&R);
            Image3->Enabled=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button5Click(TObject *Sender)
{
frame = 0;
      CvCapture* capture = cvCaptureFromAVI(OpenDialog1->FileName.c_str());
      cvNamedWindow( "mywindow", CV_WINDOW_AUTOSIZE );
      cvMoveWindow("mywindow",350,100);
      Timer1->Enabled=true;
while( 1 )
{

            // Get one frame
            frame = cvQueryFrame( capture );
     if( !frame ) {
            fprintf( stderr, "ERROR: frame is null...\n" );
            getchar();
            break;
             }

           cvShowImage( "mywindow", frame );
           // Do not release the frame!


           //If ESC key pressed, Key=0x10001B under OpenCV 0.9.7(linux version),
           //remove higher bits using AND operator
            if( (cvWaitKey(10) & 255) == 27 ) break;
 }

 // Release the capture device housekeeping
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 Timer1->Enabled=false;
 x=0;
 cvReleaseCapture( &capture );
 cvDestroyWindow( "mywindow" );
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button6Click(TObject *Sender)
{
frame = 0;
      CvCapture* capture = cvCaptureFromAVI(OpenDialog1->FileName.c_str());
      cvNamedWindow( "mywindow", CV_WINDOW_AUTOSIZE );
while( 1 )
{

               // Get one frame
               frame = cvQueryFrame( capture );
     if( !frame ) {
               fprintf( stderr, "ERROR: frame is null...\n" );
               getchar();
               break;
                }

               cvShowImage( "mywindow", frame );
              // Do not release the frame!

              //If ESC key pressed, Key=0x10001B under OpenCV 0.9.7(linux version),
              //remove higher bits using AND operator
               if( (cvWaitKey(10) & 255) == 27 ) break;
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  // Release the capture device housekeeping
  x=0;
  cvReleaseCapture( &capture );
  cvDestroyWindow( "mywindow" );
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button7Click(TObject *Sender)
{
      x++;
      if(left==1){
      sprintf(a,"lc%d.bmp",x);
      cvSaveImage( a, frame );
      }
      if(right==1){
      sprintf(a,"rc%d.bmp",x);
      cvSaveImage( a, frame );
      }
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Edit1Change(TObject *Sender)
{
Timer1->Interval=StrToInt(Edit1->Text);
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Timer1Timer(TObject *Sender)
{
      x++;
      if(left==1){
      sprintf(a,"l%d.bmp",x);
      cvSaveImage( a, frame );
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }
        if(right==1){
        sprintf(a,"r%d.bmp",x);
        cvSaveImage( a, frame );
        }
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button8Click(TObject *Sender)
{
        OpenDialog1->Filter="avi (*.avi)|*.avi";
 if( OpenDialog1->Execute() )
                        {
                        OpenDialog1->FileName;
                        }
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::CheckBox1Enter(TObject *Sender)
{
        left=1;
        right=0;
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::CheckBox2Enter(TObject *Sender)
{
        right=1;
        left=0;
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

File .h

```
//---------------------------------------------------------------------------

#ifndef allH
#define allH
//---------------------------------------------------------------------------
#include <Classes.hpp>
#include <Controls.hpp>
#include <StdCtrls.hpp>
#include <Forms.hpp>
#include <ComCtrls.hpp>
#include <ExtCtrls.hpp>
#include <Dialogs.hpp>
#include <ExtDlgs.hpp>
//---------------------------------------------------------------------------
//--OpenCV of Intel----------------------------------------------------------
#include "Ipl.h"
#include "cv.h"
#include "cxcore.h"
#include "highgui.h"
#include <Menus.hpp>
#include <ComCtrls.hpp>
class TForm1 : public TForm
{
__published:    // IDE-managed Components
    TPageControl *PageControl1;
    TTabSheet *TabSheet1;
    TTabSheet *TabSheet2;
    TGroupBox *GroupBox1;
    TLabel *Label1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TButton *Button5;
TEdit *Edit1;
TGroupBox *GroupBox2;
TButton *Button6;
TButton *Button7;
TOpenPictureDialog *OpenPictureDialog1;
TOpenPictureDialog *OpenPictureDialog2;
TOpenDialog *OpenDialog1;
TTimer *Timer1;
TGroupBox *GroupBox3;
TButton *Button8;
TCheckBox *CheckBox1;
TCheckBox *CheckBox2;
TGroupBox *GroupBox5;
TImage *Image2;
TGroupBox *GroupBox6;
TImage *Image3;
TGroupBox *GroupBox4;
TImage *Image1;
TGroupBox *GroupBox7;
TMemo *Memo1;
TGroupBox *GroupBox8;
TMemo *Memo2;
TGroupBox *GroupBox9;
TMemo *Memo3;
TGroupBox *GroupBox10;
TButton *Button4;
TButton *Button3;
TButton *Button1;
TButton *Button2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        void __fastcall Button1Click(TObject *Sender);
        void __fastcall Button2Click(TObject *Sender);
        void __fastcall Image1MouseDown(TObject *Sender,
          TMouseButton Button, TShiftState Shift, int X, int Y);
        void __fastcall Image2MouseDown(TObject *Sender,
          TMouseButton Button, TShiftState Shift, int X, int Y);
        void __fastcall Button3Click(TObject *Sender);
        void __fastcall Button4Click(TObject *Sender);
        void __fastcall Image3MouseDown(TObject *Sender,
          TMouseButton Button, TShiftState Shift, int X, int Y);
        void __fastcall Button5Click(TObject *Sender);
        void __fastcall Button6Click(TObject *Sender);
        void __fastcall Button7Click(TObject *Sender);
        void __fastcall Edit1Change(TObject *Sender);
        void __fastcall Timer1Timer(TObject *Sender);
        void __fastcall Button8Click(TObject *Sender);
        void __fastcall CheckBox1Enter(TObject *Sender);
        void __fastcall CheckBox2Enter(TObject *Sender);
private: // User declarations
public:         // User declarations
        __fastcall TForm1(TComponent* Owner);
        int x;
        char a[20];
};
//---------------------------------------------------------------------------
extern PACKAGE TForm1 *Form1;
//---------------------------------------------------------------------------
#endif
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop

#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include "scanpic.h"
#include "choose.h"
#include "paint.h"
#include "point.h"
//---------------------------------------------------------------------------
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm1 *Form1;
char Str1[20],Str[20];
int e,g,i,yy,d,c,a,b,x,j,m,u,v,n,de1,r,s,t,ll,rr,g1,g2,mm,nn,fi,ee;
div_t h;
unsigned int o,p,q;
double k,l,vv,uu,aa,bb,cc,dd,zz,zzz,XW,YW;
FILE* fp;
//---------------------------------------------------------------------------
__fastcall TForm1::TForm1(TComponent* Owner)
        : TForm(Owner)
{
A =cvCreateMat( 2000, 3, CV_64F);
B =cvCreateMat( 2000, 3, CV_64F);
C =cvCreateMat( 2000, 3, CV_64F);
  for (j=0;j<256;j++){
cvmSet(A, j, 0 , 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cvmSet(B, j, 0 , 0);
cvmSet(C, j, 0 , 0);
}
q=1;
xx=0;
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::Button1Click(TObject *Sender)
{
if (OpenPictureDialog1->Execute() )
{
Image1->Picture->LoadFromFile(OpenPictureDialog1->FileName );
}
if (OpenPictureDialog2->Execute() )
{
Image2->Picture->LoadFromFile(OpenPictureDialog2->FileName );
}
Treshold();
}
//---------------------------------------------------------------------------


void __fastcall TForm1::Treshold()
{
int r1,g1,b1,r2,g2,b2=0;
Graphics::TBitmap *pBitmap1 = new Graphics::TBitmap();
Graphics::TBitmap *pBitmap2 = new Graphics::TBitmap();
pBitmap1->LoadFromFile(OpenPictureDialog1->FileName);
pBitmap2->LoadFromFile(OpenPictureDialog2->FileName);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  try
  {
     for (int y=0;y<( pBitmap1->Height);y++)
     {
      for (int x=0;x<( pBitmap1->Width);x++ )
      {
      r1=GetRValue(Image1->Canvas->Pixels[x][y]);
      g1=GetGValue(Image1->Canvas->Pixels[x][y]);
      b1=GetBValue(Image1->Canvas->Pixels[x][y]);
      r2=GetRValue(Image2->Canvas->Pixels[x][y]);
      g2=GetGValue(Image2->Canvas->Pixels[x][y]);
      b2=GetBValue(Image2->Canvas->Pixels[x][y]);
      if((r2-r1<=45)&&(g2-g1<=45)&&(b2-b1<=45)){pBitmap2->Canvas->Pixels[x][y]
=RGB(0,0,0);}
      }
     }
     Image3->Picture->Graphic = pBitmap2 ;
     }
  catch (...)
  {
   ShowMessage("Could not load or alter bitmap");
  }
  delete pBitmap1;
  delete pBitmap2;
}

//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::Button2Click(TObject *Sender)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(SavePictureDialog1->Execute())
Image3->Picture->Bitmap->SaveToFile(SavePictureDialog1->FileName+".bmp");
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::Button3Click(TObject *Sender)
{
if (OpenPictureDialog3->Execute() )
{
Image4->Picture->LoadFromFile(OpenPictureDialog3->FileName );
}
scanner();
}
//---------------------------------------------------------------------------


void __fastcall TForm1::scanner()
{
int r3,g3,b3,le,re,te,de;
le=te=r3=g3=b3=u=v=de=re=g=0;
Label1->Caption=0;
Graphics::TBitmap *pBitmap3 = new Graphics::TBitmap();
pBitmap3->LoadFromFile(OpenPictureDialog3->FileName);
Image4->Picture->Graphic = pBitmap3 ;
  try
 {
     for (c=yy;c<( pBitmap3->Height);c++)
     {
      for (d=re;d<( pBitmap3->Width);d++ )
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
r3=GetRValue(Image4->Canvas->Pixels[d][c]);
g3=GetGValue(Image4->Canvas->Pixels[d][c]);
b3=GetBValue(Image4->Canvas->Pixels[d][c]);
if((r3>ScrollBar1->Position)&&(g3>ScrollBar1->Position)&&(b3>ScrollBar1->Position))
  {
    for (a=c-1;a<c+4;a++)
    {
     for (b=d-1;b<d+4;b++)
     {
         r3=GetRValue(Image4->Canvas->Pixels[b][a]);
         g3=GetGValue(Image4->Canvas->Pixels[b][a]);
         b3=GetBValue(Image4->Canvas->Pixels[b][a]);
        if((r3>ScrollBar1->Position)&&(g3>ScrollBar1->Position)&&(b3>ScrollBar1-
>Position))
         {
         if (e==0){le=re=b;te=de=a;}
         if (b<le){if(b<0){b=0;}le=b;}
         if (b>re){if(b<0){b=0;}if(b>pBitmap3->Width){b=pBitmap3->Width;}re=b;}
         if (a<te){if(a<0){a=0;}te=a;}
         if (a>de){if(a<0){a=0;}if(a>pBitmap3->Height){a=pBitmap3->Height;}de=a;}
         if(d==0){de1=de;}
         pBitmap3->Canvas->Pixels[b][a] =RGB(255,0,0);
         }
     }
    }
d=re;
u=(le+re)/2;
v=(te+de)/2;
le=pBitmap3->Width;
te=pBitmap3->Height;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Image4->Picture->Graphic = pBitmap3 ;
    sprintf(Str1,"x=%d  y=%d\n",u,v);
    Memo1->Lines->Add(Str1);
r3=GetRValue(Image4->Canvas->Pixels[u][v]);
if(r3>ScrollBar1->Position){Label2->Caption=1;}else{Label2->Caption=0;}
if(ll==1){
cvmSet(A, x, 1 , u);
cvmSet(A, x, 2 , v);
Label1->Caption = cvmGet(A, x, 0);
}
if(rr==1){
cvmSet(B, x, 1 , u);
cvmSet(B, x, 2 , v);
Label1->Caption = cvmGet(B, x, 0);
}
char* szBuffer = new char[Label1->Caption.Length() + Label2->Caption.Length() + 1];
StrCopy(szBuffer, Label1->Caption.c_str());
StrCat(szBuffer, Label2->Caption.c_str());
o=szBuffer[1]-48;
Label1->Caption = szBuffer;
Label2->Visible=false;
delete [] szBuffer;
if(ll==1){
cvmSet(A, x, 0 , o);
l=cvmGet(A, x, 0);
}
if(rr==1){
cvmSet(B, x, 0 , o);
l=cvmGet(B, x, 0);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sprintf(Str,"%.0lf",l);
Memo2->Lines->Add(Str);
x++;
    g++;
    n=StrToInt(Edit1->Text);
    h = div(g,n);
    i=h.rem;
    if(i==0){
    c=yy=de1;
        }
    Memo1->Lines->Add(g);
      }
    }   //d
    d=re=0;
   }  //e
    }
 catch (...)
 {
  ShowMessage("Could not load or alter bitmap");
 }
 x=0;
 delete pBitmap3;
 ////////////////////////////////////////////////
// cvReleaseMat(&A);
 ////////////////////////////////////////////////
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::Button4Click(TObject *Sender)
{
if (OpenPictureDialog3->Execute() )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
Image4->Picture->LoadFromFile(OpenPictureDialog3->FileName );
}
scanner2();
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::scanner2()
{
int r3;
Graphies::TBitmap *pBitmap3 = new Graphics::TBitmap();
pBitmap3->LoadFromFile(OpenPictureDialog3->FileName);
Image4->Picture->Graphic = pBitmap3 ;
   for (m=0;m<g;m++){
 if(ll==1){
 u=cvmGet(A, m, 1);
 v=cvmGet(A, m, 2);
 g1=g;
 }
 if(rr==1){
 u=cvmGet(B, m, 1);
 v=cvmGet(B, m, 2);
 g2=g;
 }
 r3=GetRValue(Image4->Canvas->Pixels[u][v]);
 if(r3>ScrollBar1->Position){Label2->Caption=1;}else{Label2->Caption=0;}
 if(ll==1){
 Label1->Caption = cvmGet(A, m, 0);
 }
 if(rr==1){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Label1->Caption = cvmGet(B, m, 0);
}
char* szBuffer = new char[Label1->Caption.Length() + Label2->Caption.Length() + 1];
StrCopy(szBuffer, Label1->Caption.c_str());
StrCat(szBuffer, Label2->Caption.c_str());
for (s=1;s<Label1->Caption.Length() + Label2->Caption.Length() + 1;s++){
o=szBuffer[s-1]-48;
for(r=1;r<Label1->Caption.Length() + Label2->Caption.Length()-t;r++){q=q*10;}
o=o*q;
p=p+o;
q=1;
t=t+1;
}
Label1->Caption = szBuffer;
Label2->Visible=false;
 delete [] szBuffer;
if(ll==1){
cvmSet(A, m, 0 , p);
l=cvmGet(A, m, 0);
}
if(rr==1){
cvmSet(B, m, 0 , p);
l=cvmGet(B, m, 0);
}
p=0;
t=0;
sprintf(Str,"%.0lf",l);
Memo2->Lines->Add(Str);
}
delete pBitmap3;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm1::ScrollBar1Change(TObject *Sender)
{
ScrollBar1->Min = 0;
ScrollBar1->Max = 200;
Label3->Caption = ScrollBar1->Position  ;
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::CheckBox1Enter(TObject *Sender)
{
ll=1;
rr=0;
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::CheckBox2Enter(TObject *Sender)
{
rr=1;
ll=0;
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::Button5Click(TObject *Sender)
{
for (mm=0;mm<(g1-1);mm++){
for (nn=0;nn<(g2-1);nn++){
vv=cvmGet(A, mm, 0);
uu=cvmGet(B, nn, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(vv==uu){
aa=cvmGet(A, mm, 1);
bb=cvmGet(A, mm, 2);
cc=cvmGet(B, nn, 1);
dd=cvmGet(B, nn, 2);
      zz=aa-cc;
      if (zz<0) {zz=zz*(-1); }
      zzz=(30*5.67*402.01)/zz   ;     //b*f/(cl-cr)
       cvmSet(C,xx,2,zzz);
      XW=((cc*zzz)/402.01)+(5.67*15);
       cvmSet(C,xx,0,XW);
      YW=((dd*zzz)/402.01)+(5.67*15);
       cvmSet(C,xx,1,YW);
       xx++;
}
}
}
////////////////////////////////////////////////////////////////
      if(fi==1){
       char* szBuffer = new char[Edit2->Text.Length()+ 1];
    StrCopy(szBuffer, Edit2->Text.c_str());
         char xd[20] ;
    sprintf(xd,szBuffer );
    fp=fopen(xd,"w");
    for(ee=0;ee<(xx+1);ee++)
    fprintf(fp,"%f %f %f\n",cvmGet(C, ee, 0),cvmGet(C, ee, 1),cvmGet(C, ee, 2));
    fclose(fp);
    StrCat(szBuffer,"2");
    sprintf(xd,szBuffer );
    fp=fopen(xd,"w");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    fprintf(fp,"%d",xx);
    fclose(fp);
      delete [] szBuffer;
      }
////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
     Form3 = new TForm3(this);
     Form3->ShowModal();
}
//---------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::CheckBox3Enter(TObject *Sender)
{
fi=1;
}
//---------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::pointer1Click(TObject *Sender)
{
     Form4 = new TForm4(this);
     Form4->ShowModal();
}
//---------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm1::show1Click(TObject *Sender)
{
     Form3 = new TForm3(this);
     Form3->ShowModal();
}
//---------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <vcl.h>
#pragma hdrstop

#include "scanpic.h"
#include "choose.h"
#include "paint.h"
#include "point.h"

#include <stdio.h>
#include <math.h>
//---------------------------------------------------------------------------
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm2 *Form2;
int ww,xbef,ybef,xaf,yaf,ai,zoi,zou,inse,averx,avery,averz ;
CvMat *C;
//FILE* pfile;
float grid=500;
float SizeAxial = 500;
float ScaleSize=50.0;
//float uuu[256][3];
//char name[30];
char Stu[30];
double xmin,ymin,zmin,xmax,ymax,zmax;
//---------------------------------------------------------------------------
__fastcall TForm2::TForm2(TComponent* Owner)
        : TForm(Owner)
{
zoi=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
zou=0;
xmin=700;
ymin=700;
zmin=700;
xmax=0;
ymax=0;
zmax=0;
averx=0;
avery=0;
averz=0;
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm2::FormCreate(TObject *Sender)
{
   hdc = GetDC(Handle);
   SetPixelFormatDescriptor();
   hrc = wglCreateContext(hdc);
   wglMakeCurrent(hdc, hrc);
   SetupRC();
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm2::FormDestroy(TObject *Sender)
{
   ReleaseDC(Handle, hdc);
   wglMakeCurrent(hdc, NULL);
   wglDeleteContext(hrc);
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void __fastcall TForm2::FormResize(TObject *Sender)
{
  GLfloat nRange = 700.0f;
  glViewport(0, 0, ClientWidth, ClientHeight);
  glMatrixMode(GL_PROJECTION);
  glLoadIdentity();
  if (ClientWidth <= ClientHeight)
    glOrtho(-nRange, nRange, -nRange*ClientHeight/ClientWidth,
                        nRange*ClientHeight/ClientWidth, -nRange, nRange);
  else
    glOrtho(-nRange*ClientWidth/ClientHeight, nRange*ClientWidth/ClientHeight,
                        -nRange, nRange, -nRange, nRange);
  glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
  glLoadIdentity();
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm2::FormPaint(TObject *Sender)
{
  RenderGLScene();
  SwapBuffers(hdc);
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm2::RenderGLScene()
{
      glClearColor(0,0,0,0);
      glColor3f(0, 0, 0);
      glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
      glRotatef(3,0,0.1,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        glLineWidth(0.5);
glBegin(GL_LINES);
glColor3f(1, 1, 1);
 for(int i=20;i<SizeAxial;i=i+20)
 {
  glVertex3f(i,0+inse,0);
  glVertex3f(i,0+inse,grid);
  glVertex3f(i,0+inse,0);
  glVertex3f(i,0+inse,-grid);
  glVertex3f(-i,0+inse,0);
  glVertex3f(-i,0+inse,grid);
  glVertex3f(-i,0+inse,0);
  glVertex3f(-i,0+inse,-grid);
  glVertex3f(0,0+inse,i);
  glVertex3f(grid,0+inse,i);
  glVertex3f(0,0+inse,i);
  glVertex3f(-grid,0+inse,i);
  glVertex3f(0,0+inse,-i);
  glVertex3f(grid,0+inse,-i);
  glVertex3f(0,0+inse,-i);
  glVertex3f(-grid,0+inse,-i);
 }
glEnd();
////////create axis x y z //////////
    glLineWidth(2);
    glBegin(GL_LINES);
    glColor3f(1, 0, 0);
glVertex3f(0, 0+inse, 0);
glVertex3f(SizeAxial,0+inse, 0);
glVertex3f(0, 0+inse, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
glVertex3f(-SizeAxial,0+inse, 0);
glColor3f(0, 1, 0);
glVertex3f(0, 0+inse, 0);
glVertex3f(0,SizeAxial+inse, 0);
glColor3f(0, 0, 1);
glVertex3f(0, 0+inse, 0);
glVertex3f(0,0+inse, SizeAxial);
glVertex3f(0, 0+inse, 0);
glVertex3f(0,0+inse, -SizeAxial);
    glEnd();
      glPointSize(3);
glBegin(GL_POINTS);
 for( ww=0;ww<(Form3->aj);ww++)
          {
 if(cvmGet(Form1->C,ww, 0)<xmin){xmin=(cvmGet(Form1->C,ww, 0));}
 if(cvmGet(Form1->C,ww, 1)<ymin){ymin=(cvmGet(Form1->C,ww, 1));}
 if(cvmGet(Form1->C,ww, 2)<zmin){zmin=(cvmGet(Form1->C,ww, 2));}
 if(cvmGet(Form1->C,ww, 0)>xmax){xmax=(cvmGet(Form1->C,ww, 0));}
 if(cvmGet(Form1->C,ww, 1)>ymax){ymax=(cvmGet(Form1->C,ww, 1));}
 if(cvmGet(Form1->C,ww, 2)>zmax){zmax=(cvmGet(Form1->C,ww, 2));}
          }
          averx=(xmax-xmin)/2;
          avery=(ymax-ymin)/2;
          averz=(zmax-zmin)/2;
          for( ww=0;ww<(Form3->aj);ww++)
          {
          glColor3f(1, 0, 0);
                  glVertex3f((-cvmGet(Form1->C,ww, 0)+averx+xmin),(-
cvmGet(Form1->C,ww,1)+avery+ymin+inse),(-cvmGet(Form1->C,ww,2)+averz+zmin));
          }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        glEnd();
    glFlush();
}

void __fastcall TForm2::SetPixelFormatDescriptor()
{
    PIXELFORMATDESCRIPTOR pfd = {
    sizeof(PIXELFORMATDESCRIPTOR),
    1,
    PFD_DRAW_TO_WINDOW | PFD_SUPPORT_OPENGL | PFD_DOUBLEBUFFER,
    PFD_TYPE_RGBA,
    24,
    0,0,0,0,0,0,
    0,0,
    0,0,0,0,0,
    32,
    0,
    0,
    PFD_MAIN_PLANE,
    0,
    0,0,0
    };
  PixelFormat = ChoosePixelFormat(hdc, &pfd);
  SetPixelFormat(hdc, PixelFormat, &pfd);
}

void __fastcall TForm2::SetupRC()
{
    glClearColor(1, 1, 1, 1);
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        glFlush();
}

void __fastcall TForm2::RotateModel()
{
        inc = 3;
        mElevation = (mElevation - inc) % 360;
        mAzimuth = (mAzimuth - inc) % 360;
        FormPaint(NULL);
}

void __fastcall TForm2::gl_PolarView(GLint mAzimuth, GLint mElevation, GLint mTwist)
{
        glRotatef(mTwist, 0.0, 0.0, 1.0);
        glRotatef(mAzimuth, 0.0, 1.0, 0.0);
        glRotatef(mElevation, 1.0, 0.0, 0.0);
}
void __fastcall TForm2::FormMouseMove(TObject *Sender, TShiftState Shift,
      int X, int Y)
{
  if(iRot)
   {

     mElevation = (mElevation + Y - starty) % 360;
     mAzimuth = (mAzimuth + X - startx) % 360;
     startx = X;
      starty = Y;
     FormPaint(NULL);
   }
  else if(iZoom)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 {
  sRange +=  - Y + starty;
  starty = Y;
  FormResize(NULL);
 }
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm2::FormMouseUp(TObject *Sender, TMouseButton Button,
    TShiftState Shift, int X, int Y)
{
      xaf=X;
      yaf=Y;
      if(Button == mbLeft){ iRot = false;}
      else{ iZoom = false;}
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm2::FormMouseDown(TObject *Sender, TMouseButton Button,
    TShiftState Shift, int X, int Y)
{     xbef=X;
      ybef=Y;
      if(Button == mbLeft){
      iRot = true;
      startx = X;
       starty = Y;
      }
}

//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm2::zoomin1Click(TObject *Sender)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
    glScalef(2, 2, 2);
    RenderGLScene();
    SwapBuffers(hdc);
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm2::zoomout1Click(TObject *Sender)
{
    glScalef(0.5, 0.5, 0.5);
    RenderGLScene();
    SwapBuffers(hdc);
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm2::up1Click(TObject *Sender)
{
inse=inse+10;
    RenderGLScene();
    SwapBuffers(hdc);
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm2::down1Click(TObject *Sender)
{
inse=inse-10;
    RenderGLScene();
    SwapBuffers(hdc);
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <vcl.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#pragma hdrstop
#include "scanpic.h"
#include "choose.h"
#include "paint.h"
#include "point.h"
//---------------------------------------------------------------------------
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm3 *Form3;
int f2,ab,ac,aj ;
FILE* pfile;
float uuu;
char name[30],Stt[30];
//---------------------------------------------------------------------------
__fastcall TForm3::TForm3(TComponent* Owner)
        : TForm(Owner)
{
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm3::Button1Click(TObject *Sender)
{
char* szBuffer = new char[Edit1->Text.Length()+ 1];
    StrCopy(szBuffer, Edit1->Text.c_str());
    StrCat(szBuffer,"2");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    sprintf(name,szBuffer);



       pfile=fopen(name,"r");
      fscanf(pfile,"%d",&aj);
                    fclose(pfile);
          delete [] szBuffer;
   if(f2==1){
    char* szzBuffer = new char[Edit1->Text.Length()+ 1];
    StrCopy(szzBuffer, Edit1->Text.c_str());
   sprintf(name,szzBuffer);
       pfile=fopen(name,"r");
   for( ab=0;ab<aj;ab++){
           for( ac=0;ac<3;ac++){
      fscanf(pfile,"%f",&uuu);
      cvmSet(Form1->C,ab,ac ,uuu);
      }
                                  }
                    fclose(pfile);
              delete [] szzBuffer;
{
}
   }
 // RenderGLScene();
//  SwapBuffers(hdc);
      Form2 = new TForm2(this);
     Form2->ShowModal();
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void __fastcall TForm3::CheckBox1Enter(TObject *Sender)
{
f2=1;
}
//---------------------------------------------------------------------------
//---------------------------------------------------------------------------

#include <vcl.h>
#pragma hdrstop
#include "scanpic.h"
#include "choose.h"
#include "paint.h"
#include "point.h"
//---------------------------------------------------------------------------
#pragma package(smart_init)
#pragma resource "*.dfm"
TForm4 *Form4;
int i,j,k,v,u,m,l,n,o,p,q,r,s,t,w,a,c,d,e,g,aa,bb;
IplImage *img_1;
div_t x,y,z,b;
//---------------------------------------------------------------------------
__fastcall TForm4::TForm4(TComponent* Owner)
        : TForm(Owner)
{
 c=g=0;
 o=p=q=1;
 n=1;
 m=2;
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void __fastcall TForm4::Button1Click(TObject *Sender)
{
Timer1->Enabled=true;
}
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm4::Timer1Timer(TObject *Sender)
{
Sleep(1500);
if(g>0){
 e=g=0;
 o=p=q=1;
 n=1;
 m=2;
}
a=StrToInt(Edit1->Text);
 k=StrToInt(Edit2->Text);
 //l=l+1;
 //for (m=0;m<2;m++){
 i=j=10;
 img_1=cvLoadImage("D:\\bank\\black.bmp",1);
 cvNamedWindow("mywindow", CV_WINDOW_AUTOSIZE);
 cvMoveWindow("mywindow",0,0);
 aa=StrToInt(Edit4->Text);
 bb=StrToInt(Edit5->Text);
 for (u=0;u<a;u++){
 for (v=0;v<k;v++){
  if(m==2){
  CvPoint A = {i+aa, j+bb};
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
cvCircle(img_1,A, 1*d,CV_RGB(255, 255, 255 ),10,8,0 );
s=1;
}
if(m==0){
x = div(p,2);
r=x.rem;
z = div(q,2);
w=z.rem;
CvPoint A = {i+aa, j+bb};
if(w==1){
if (r==1){cvCircle(img_1,A, 1*d,CV_RGB(255, 255, 255 ),10,8,0 );}else{cvCircle(img_1,A,
1*d,CV_RGB(0,0,0 ),10,8,0 );}
}
if(w==0){
if (r==1){cvCircle(img_1,A, 1*d,CV_RGB(0,0,0 ),10,8,0 );}else{cvCircle(img_1,A,
1*d,CV_RGB(255, 255, 255 ),10,8,0 );}
}
}
if(m==1){
x = div(p,2);
r=x.rem;
CvPoint A = {i+aa, j+bb};
if (r==1){cvCircle(img_1,A, 1*d,CV_RGB(255, 255, 255 ),10,8,0 );}else{cvCircle(img_1,A,
1*d,CV_RGB(0,0,0 ),10,8,0 );}
}
j=j+(20+(2*d));
if(v==((p*k/n)-1)){
    p++;
    }
if(v==(k-1)){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        j=10;
        }
  }
  i=i+(20+(2*d));
  o++;
 if(o==(a/n)+1){
        q++;
        o=1;
        }
  p=1;
 }
  b = div(k,n);
   c=b.rem;
   if(a==k){
   if(n>a){c=1;}
   }
   if(c==0){
   cvShowImage("mywindow", img_1 );
   if(c==0){m=0;e=1;}else{m=1;e=0;}
   }else{Timer1->Enabled=false;g++;}
     s++;
     y = div(s,2);
   t=y.rem;
 if(t==0){
   n=n*2;
 //if(n>=k){
 //  n=k;
 //}
 }
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

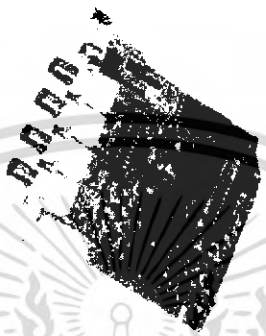
```
//---------------------------------------------------------------------------

void __fastcall TForm4::Edit3Change(TObject *Sender)
{
d=StrToInt(Edit3->Text);
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm4::ScrollBar1Change(TObject *Sender)
{
ScrollBar1->Min = 0;
ScrollBar1->Max = 5000;
Label1->Caption = ScrollBar1->Position  ;
Timer1->Interval=StrToInt(Label1->Caption);
}
//---------------------------------------------------------------------------
void __fastcall TForm4::back1Click(TObject *Sender)
{
     Form1 = new TForm1(this);
     Form1->ShowModal();
}
//---------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PRODUCTS

□SK-2000FB

□Four Channel Video Capture Card

□Compression format
□MPEG4 software compression
□Display and record resolution 320X240/352X288/640X480
□Alarm control
□Use alarm box to make alarm function. RS232/RS485 Communication, max 255 channels alarm input/output.
□8 channels input/output each alarm box.
□Automatic record when alarm start up.
□Can control automatic record time when alarm start up.
□Support channels alarm output, can connect to light, bell, etc. alarm device.
□Support motion detection and alarm area settable
□Automatic record when motion detection start up then display the electronics map.
□1-4 channels video input 60f per card. Max 4 cards
□Max 2 channels audio input
□120M/h-150M/h hard disk place
□2 CH real time monitoring
□Audio input:1 CH
□Transmission network :PSTN/ISDN/LAN/ADSL/DDN
□Internet speed: LAN : 100F/S ADSL : 10-30F/S
□Operate system:Windows 98/2000/Server/XP Professional
□Software:professional DVR software
□You can turn up the brightness or contrast or hue or saturation
□Long-distance surveillance is very easy(Don't use dogging)
□Video motion detection:by software
□Steady、easy、durable

→System Require:

□Motherboard: ASUS 845EP
□Display Card: Geforce 4 or ATI R70000 64M or more
□Memory:256M or more

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

□ HDD:80G 7200/s
□ CPU: PIII 800MHz or more
□ Operate System: Windows 2000 Professional
□ Display model:1024*768 32bit
□ Install Directx 8.0 or more advanced

→Package content
□ Video Capture Card 1pc
□ CD 1pc

□ Main connection
↓
Computer→Video Capture Card→BNC→Video Data Cable→Camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้