

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

กล้องสองตา

Stereo Vision



โดย
นางสาวพิริญา ใจผ่องใส
นางสาวแพรวพรรณ แสงจันทร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน **61862**
วัน,เดือน,ปี **24 ก.พ. 2549**

๖ ๓๑๖๓๐๖๖๐
๕

ปฏิญานិพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STEREO VISION



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHALOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2004

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ กล้องสองตา

ชื่อนักศึกษา นางสาวพิริญา ใจผ่องใส รหัสประจำตัว 44010337

นางสาวแพรวพรรณ แสงจันทร์ รหัสประจำตัว 44010348

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.มณัชชนะ ภูระหงษ์

อ.মনชนก ศรีเสื่อขาม

ระดับการศึกษา ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ

ภาควิชา วิศวกรรมสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

การหาระยะทางในปัจจุบันมีหลากหลายวิธี ซึ่งวิธีพื้นฐานที่สุดคือการใช้มนุษย์ ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่สะดวก ถ้าช้า และปัญหาความผิดพลาด ซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหามากมายวิธี โดยแต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เช่น การคำนวณเวลาในการเดินทางของคลื่น ซึ่งวิธีนี้จะต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อน ความแม่นยำสูง ข้อเสียที่สำคัญอีกอย่างก็คือ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลยังนานเกินไป

วิธีที่จะนำเสนอต่อไปนี้จะใช้หลักการของ สเตอริโอวิชัน(Stereo Vision) คือจะใช้กล้อง ในการถ่ายภาพวัตถุที่มีมุมมองต่างกัน โดยเปรียบเสมือนเป็นตาซ้ายและตาขวาของมนุษย์ ซึ่งระบบจะสามารถหาพิกัดของวัตถุได้จากภาพทางด้านซ้ายและด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title Stereo Vision
Student Miss Piriya Jaiphongsai ID.44010337.
Miss Preawpun Sangchan ID.44010348
Advisor Bunchana Purahong
Monchanok Sriseoukam
Graduate Level Bachelor Degree of Information Engineering
Department Information Engineering
Academic Year 2004

ABSTRACT

In the present, there are many ways for finding the distance. The basic method is using an operator, yet not convenience, time delay and the problem of human errors. In addition, as an alternative, the wave measurement related methods are also complex and time consuming.

The proposed method employs the principle of stereo vision by means of taking different views of the object from the cameras.

The system is enabled to find positions of an object from left and right photos that have been taken by the camera.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

จากความสำเร็จในการหาพิทักษ์ของวัตถุจากภาพถ่ายสเตอริโอ คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์บุญยชนะ ภูระหงษ์ (อาจารย์ที่ปรึกษา) และอาจารย์মনชนก ศรีเสือขาม ที่ได้ให้คำปรึกษา และให้ความสนับสนุนในทุกๆด้าน และขอขอบคุณ พี่ต๋อ พี่แมว และเพื่อนๆ ที่ให้ความช่วยเหลือ ในด้านต่างๆตลอดมา และขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ที่ได้ให้ความสนับสนุนทางด้านกำลังใจและ ปีจัย4 จนกระทั่งโครงการนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นางสาวพิริญา ใจพ่องไส
นางสาวแพรวพรรณ แสงจันทร์
คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎี	3
2.1 ทฤษฎีสามเหลี่ยม(Triangulation)	3
2.1.1 เรขาคณิตสำหรับการตั้งกล้องแนวขนาน(Geometry for parallel cameras)	3
2.2 ทฤษฎีเรขาคณิต(Stereo Geometry)	4
2.2.1 ค่าความแตกต่าง	4
2.3 งานวิจัยเรื่อง การปรับค่าระยะห่างของกล้องสำหรับการถ่ายภาพแบบรวม	5
จุดเป็นจุดเดียว(Adaptive Variable Baseline Stereo for Vergence Control)	
2.3.1 คำแนะนำ	6
2.3.2 การปรับค่าระยะห่างของกล้อง	7
2.3.2.1 ระยะห่างของกล้องเริ่มต้น (Initial Baseline)	8
2.3.2.2 การบดบัง (Occlusion)	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3.2.3 การมีบริเวณของภาพที่เหมือนกัน (Homogeneous image region)	10
2.3.2.4 การทำซ้ำและความคลุมเครือของลวดลาย (Repetitive/Ambiguous Texture)	11
2.4 การประมวลผลภาพดิจิทัล(Digital Image Processing)	13
2.4.1 อิมเมจดิจิทัล	13
2.4.2 ฮิสโทแกรม(Histogram)	14
2.4.3 เทรคโฮลด์	14
2.4.4 คอนโวลูชัน (Convolution)	17
2.4.5 การตรวจหาขอบภาพ(Edge Detector)	18
บทที่ 3 โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ	26
3.1 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม	26
3.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการสร้างโปรแกรม	26
3.3 รายละเอียดและการทำงานของโปรแกรม	27
3.4 รายละเอียดและการทำงานของอุปกรณ์ตั้งกล้อง	28
บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง	30
4.1 ตัวอย่างผลการทดลองที่ระยะทาง 0.80เมตรมีระยะโฟกัสเท่ากับ 420	30
4.2 ตัวอย่างผลการทดลองที่ระยะทาง 1.00เมตรมีระยะโฟกัสเท่ากับ 420	35
4.3 ตัวอย่างผลการทดลองที่ระยะทาง 1.20เมตรมีระยะโฟกัสเท่ากับ 420	40
4.4 การควบคุมระยะห่างระหว่างกล้อง(baseline)	44
4.5 ปัญหาที่ไดพบจากการทดลอง	45
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	46
หนังสืออ้างอิง	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 รูปแบบมาตรฐานของเรขาคณิตสำหรับการตั้งกล้องแนวขนาน	3
รูปที่ 2.2 Stereo Geometry	4
รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับค่าความแตกต่าง	5
รูปที่ 2.4 การถ่ายภาพสเตอริโอทางเรขาคณิต	6
รูปที่ 2.5 การแบ่งระยะห่างของกล้อง	7
รูปที่ 2.6 กระบวนการปรับเปลี่ยนค่าระยะความแตกต่าง(Baseline)	8
รูปที่ 2.7 ปัญหาการบัง	10
รูปที่ 2.8 ปัญหาการซ้ำของลวดลาย	12
รูปที่ 2.9 รูปแสดงระบบพิกัด	14
รูปที่ 2.10 ภาพต้นแบบ	15
รูปที่ 2.11 แสดงภาพอัสโทแกรม จากภาพต้นแบบ	15
รูปที่ 2.12 เกรดโฮลด์ คัดที่ 125	16
รูปที่ 2.13 เกรดโฮลด์ คัดที่ 80 (ต่ำเกินไป)	16
รูปที่ 2.14 เกรดโฮลด์ คัดที่ 180 (สูงเกินไป)	17
รูปที่ 2.15 แสดงภาพต้นแบบกับภาพที่ตรวจหาขอบภาพจากโอเพอร์เรเตอร์โซเบล	20
รูปที่ 2.16 แสดงภาพต้นแบบกับภาพที่ตรวจหาขอบภาพจากโอเพอร์เรเตอร์พีริช	22
รูปที่ 2.17 แสดงภาพต้นแบบกับภาพที่ตรวจหาขอบภาพจากโอเพอร์เรเตอร์ลาปลาเซียน	23
รูปที่ 2.18 แสดงวงจร AT และมอเตอร์ไคร์ฟ	24
รูปที่ 2.19 แสดงวงจรแปลงไฟจาก 220 โวลต์เป็น 12 โวลต์ และจาก 12 โวลต์เป็น 5 โวลต์	25
รูปที่ 3.1 ผังงานที่แสดงอัลกอริทึมของการหาพิกัด	28
รูปที่ 3.2 ผังงานที่แสดงอัลกอริทึมของการควบคุมอุปกรณ์ตั้งกล้อง	29
รูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการติดต่อกับกล้องที่ระยะ 0.80 เมตร	30
รูปที่ 4.2 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 0.80 เมตร	31
รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจหาขอบภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 0.80 เมตร	31
รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 0.80 เมตร	32
รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจหาขอบภาพทางด้านขวาที่ระยะ 0.80 เมตร	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่4.6 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าDL ที่ระยะ 0.80เมตร	33
รูปที่4.7 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าDR ที่ระยะ 0.80เมตร	33
รูปที่4.8 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าความแตกต่างที่ระยะ 0.80เมตร	34
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าระยะทางที่ระยะ 0.80เมตร	34
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการติดต่อกับกล้องที่ระยะ 1 เมตร	35
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1 เมตร	35
รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจหาขอบภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1 เมตร	36
รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1 เมตร	36
รูปที่ 4.14 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1 เมตร	37
รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าDL ที่ระยะ1 เมตร	37
รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าDR ที่ระยะ 1 เมตร	38
รูปที่ 4.17 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าความแตกต่างที่ระยะ 1 เมตร	38
รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าระยะทางที่ระยะ 1 เมตร	39
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการติดต่อกับกล้องที่ระยะ 1.2 เมตร	40
รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1.2 เมตร	40
รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจหาขอบภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1.2 เมตร	41
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1.2 เมตร	41
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจหาขอบภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1.2 เมตร	42
รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าDL ที่ระยะ1.2 เมตร	42
รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าDL ที่ระยะ1.2 เมตร	43
รูปที่ 4.26 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าความแตกต่างที่ระยะ 1.2 เมตร	43
รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าระยะทางที่ระยะ 1.2 เมตร	44
รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่าง โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ตั้งกล้อง	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การทำงานในปัจจุบันนี้ได้มีการนำเอาวิทยาการทางเทคโนโลยีเข้ามาช่วยพัฒนาประสิทธิภาพและอำนวยความสะดวก ซึ่งวิธีการที่จะทำให้เครื่องจักรหรือระบบคิดเองได้นั้นสามารถนำหลักการของปัญญาประดิษฐ์(Artificial Intelligence) และหลักการของคอมพิวเตอร์วิชัน(Computer Vision) ซึ่งสเตอริโอวิชัน(Stereo Vision)เป็นส่วนหนึ่งของหลักการนี้

สเตอริโอวิชันเป็นการเปลี่ยนข้อมูลภาพสองมิติจากกล้องสองตัว(เปรียบเหมือนตาของมนุษย์)ข้อมูลสองมิติที่ได้มาจากกล้องทั้งสองตัว โดยจะคำนวณหาความแตกต่าง(Disparity Map) ซึ่งจะนำข้อมูลนี้ไปหาพิกัดต่อไป แล้วนำพิกัดที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในระบบนำทาง(Navigator) เช่นในหุ่นยนต์ เพื่อให้สามารถรับรู้ระยะทางที่จะทำให้หุ่นยนต์เลื่อนไหว ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ภาพสามมิติ การวิเคราะห์ที่พื้นฐานที่สุดคือ การใช้มนุษย์ซึ่งอาจทำให้เกิดความไม่สะดวก ความล่าช้า และปัญหาความผิดพลาด ซึ่งมีวิธีการแก้ปัญหาหลายวิธี แต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น การคำนวณเวลาของคลื่น ซึ่งวิธีนี้จะต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความซับซ้อน ความแม่นยำสูง ข้อเสียที่สำคัญอีกอย่างก็คือ เวลาที่ใช้ในการประมวลผลยังนานเกินไป

วิธีที่จะนำเสนอต่อไปนี้จะใช้หลักการของ สเตอริโอวิชัน คือจะใช้กล้องในการเก็บภาพวัตถุโดยใช้การคำนวณจุดภาพ 2 จุด ที่ได้จากกล้องที่ถ่ายภาพทางด้านซ้ายและทางด้านขวา แล้วนำมาหาค่าความแตกต่าง ของ 2 จุดภาพนี้ นำค่าแตกต่างที่ได้ไปคำนวณหาระยะทาง

1.2 วัตถุประสงค์

- การหาพิกัดของวัตถุที่ได้จากภาพถ่ายทางด้านซ้ายและทางด้านขวา
- เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้พัฒนางานด้านอื่นๆ เช่น นำไปใช้กับระบบนำทาง
- เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการหาพิกัดให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงการ

เป็นการทดลองเกี่ยวกับการหาพิกัดของวัตถุ โดยใช้หลักการของ สเตอริโอวิชัน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะหาแนวทางในการปรับปรุงการหาพิกัดให้มีความสะดวกขึ้น ตามทฤษฎีจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำภาพ 2 ภาพที่ถ่ายจากมุมมองที่ต่างกันมาทำการคำนวณหาค่าความแตกต่าง เพื่อที่จะนำมาหาค่าพิกัดของวัตถุ และสามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้กับการมองของหุ่นยนต์ หรืองานอื่นๆ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- ศึกษาทฤษฎีของรูปสามเหลี่ยม (Triangulation)
- ศึกษาทฤษฎีของกระบวนการภาพ (Digital Image Processing)
- สร้างโปรแกรมประยุกต์ขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดลองทฤษฎีและหลักการที่ศึกษาไว้
- ทำการทดลองภาพกับโปรแกรมที่ได้สร้างไว้
- สรุปผลการทดลองและนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อหาวิธีแก้ไขข้อผิดพลาดจากโปรแกรมที่ได้สร้างไว้

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

จากโครงการที่ได้ทำการทดลองนี้สามารถนำไปหาพิกัดของวัตถุ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการทำงานด้านการหาระยะทาง และสามารถนำเอาประโยชน์จากโครงการนี้ไปประยุกต์ใช้เกี่ยวกับการนำทาง และยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการสร้างโมเดลสามมิติสำหรับการวางผังเมือง รวมถึงการใช้งานด้านวิศวกรรมการแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎี

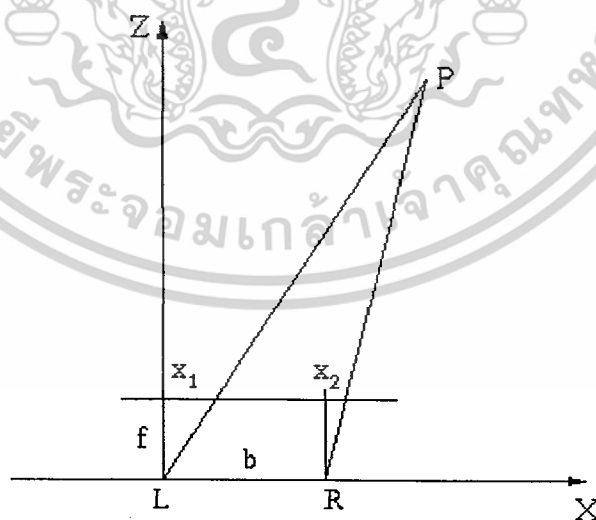
2.1 ทฤษฎีสถิตสามเหลี่ยม(triangulation)

ตำแหน่ง 3 มิติ (X, Y, Z) ของจุด P สามารถสร้างได้จากการฉายภาพมุมมองของจุด P ลงบนระนาบภาพของกล้อง เราจะสามารถรู้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งและการกำหนดทิศทางของกล้องทั้งสอง[11]

2.1.1 เรขาคณิตสำหรับการตั้งกล้องแนวขนาน(Geometry for parallel cameras)

พิจารณาการตั้งค่าในรูปแบบ ซึ่งเราเรียกว่ารูปแบบมาตรฐาน(standard model)

1. L และ R คือรูของกล้องทั้งสองที่วางอยู่ในแนวขนานกับแกนสายตา, f คือความยาวโฟกัสของกล้องทั้งสอง
2. b คือระยะห่างระหว่างกึ่งกลางเลนส์ของกล้อง
3. XZ คือระนาบซึ่งอยู่ในแนวแกนนอน XY คือ ระนาบที่ขนานกับระนาบของภาพจากกล้องทั้งสอง, แกน X จะเกี่ยวข้องกับระยะห่างของกล้องและจุดกำเนิด O (แกน XYZ) ซึ่งก็คือจุดกึ่งกลางเลนส์ของกล้องทางซ้าย



รูปที่ 2.1 รูปแบบมาตรฐานของเรขาคณิตสำหรับการตั้งกล้องแนวขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าของสมการของ stereo triangulation คือ

$$Z = (b * f) / (x_1 - x_2)$$

$$X = x_1 * Z / f$$

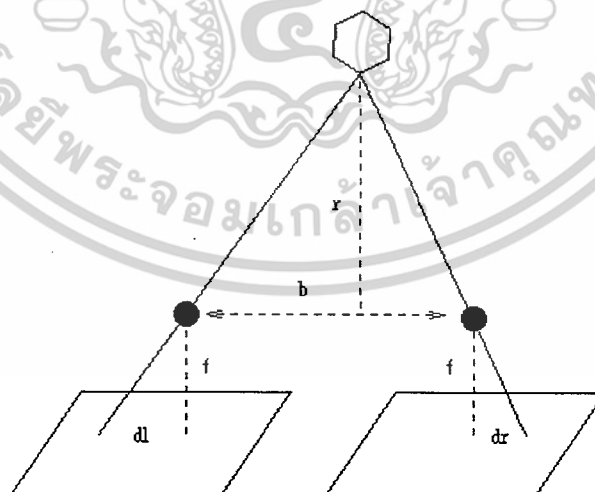
$$Y = y_1 * Z / f$$

2.2 ทฤษฎีเรขาคณิต(Stereo Geometry)

สเตอริโออัลกอริทึมที่ใช้คำนวณข้อมูลระยะทางของวัตถุโดยใช้ทฤษฎีสถิตวิทยา (Triangulation) ภาพ 2 ภาพที่มุมมองต่างกันจะเห็นวัตถุที่ตำแหน่งต่างกัน ความแตกต่างภาพจะถูกเรียกว่า ค่าความแตกต่าง ในส่วนนี้จะพูดถึงสมการเบื้องต้นที่ควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแตกต่างและระยะทาง [12]

2.2.1 ค่าความแตกต่าง

รูปข้างใต้แสดงเรขาคณิตของสเตอริโอ ของวัตถุเดียวกัน 2 ภาพที่ถูกนำมาจากมุมมองที่ต่างกัน ระยะทางระหว่างมุมมอง ถูกเรียกว่าเส้น “baseline” (b) ความยาวโฟกัสของเลนส์ คือ f ระยะทางแนวราบจากจุดศูนย์กลางภาพไปยังวัตถุคือ dl สำหรับภาพซ้ายและ dr สำหรับภาพขวา



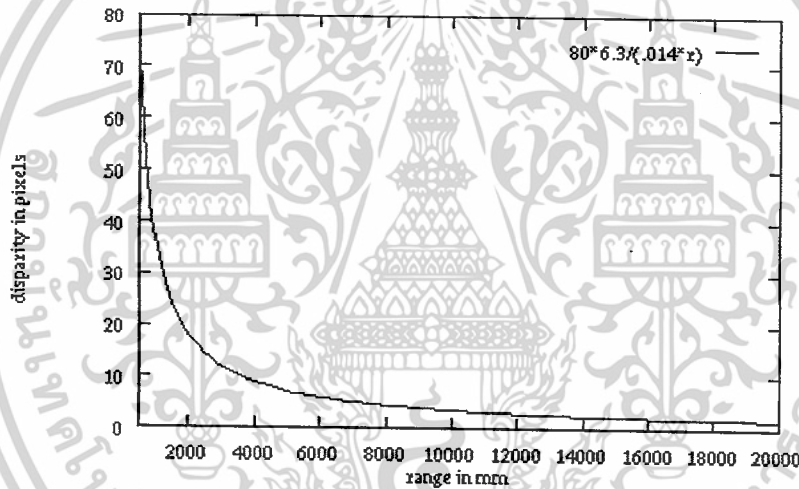
รูปที่ 2.2 Stereo Geometry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติเราจะติดตั้งกล้องถ่ายรูปให้อยู่ในแนวแกนเดียวกัน เพื่อให้ภาพออกมาในแนวเดียวกัน ภายใต้เงื่อนไขนี้ ค่าความแตกต่างระหว่าง d_l และ d_r เรียกว่า ค่าความแตกต่างและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระยะทาง r ของวัตถุ ความสัมพันธ์นั้น คือ

$$r = bf / d, \text{ เมื่อ } d = d_l - d_r \quad (1)$$

การใช้สมการที่ 1 เราจะสามารถเขียนกราฟระยะทาง เช่น ฟังก์ชันของค่าความแตกต่างที่ระยะห่างของกล้องที่น้อยที่สุดที่ 8 เซนติเมตร ความกว้างของพิกเซล คือ 14 ไมโครเมตรและมีความยาวโฟกัสเลนส์ที่ 6.3 มิลลิเมตร การใช้รูปเหล่านี้เราสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับค่าความแตกต่าง



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับค่าความแตกต่าง

ระยะทางที่น้อยที่สุดในกราฟนี้คือ ½ เมตร และที่จุดนี้มีค่าความแตกต่างมากกว่า 70 พิกเซลระยะทางที่สูงที่สุด คือ ประมาณ 35 เมตร เนื่องจากความสัมพันธ์ที่ผกผัน การเปลี่ยนแปลงส่วนมากในค่าความแตกต่างจะเกิดขึ้นในช่วงหลายเมตรแรก

2.3 งานวิจัยเรื่อง การปรับค่าระยะห่างของกล้องสำหรับการถ่ายภาพแบบรวมจุดเป็นจุดเดียว(Adaptive Variable Baseline Stereo for Vergence Control)

บทนำ: การควบคุมตำแหน่งของกล้องอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือสำคัญในการรวมรายละเอียดของภาพต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน (recover)[1-3] นวัตกรรมใหม่ที่นำเสนอในเอกสารฉบับนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือการใช้ความถี่ของช่องว่างภายในรูปที่ได้มา (local spatial frequency content) เพื่อปรับการควบคุมระยะห่างของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพ (stereo baseline) ให้เหมาะสม โดยจะเป็นการปรับปรุงทั้งความน่าเชื่อถือ(ความแม่นยำ)และ ความเร็ว ของกระบวนการรวมรายละเอียดภาพเพื่อนำมาสร้างภาพ 3 มิติ(depth recovery process)

เทคนิคนี้ ได้ถูกออกแบบมาเพื่อสนับสนุนกระบวนการของระบบกระบวนการภาพสเตอริโอ (active vergent stereo imaging) โดยการจัดรูปแบบคร่าวๆของความละเอียด สำหรับกล้องที่ใช้ตามเงื่อนไขของรูปแบบเริ่มต้นของความละเอียดของพื้นผิว (surface depth)เพื่อการรวมจุด (vergence) ที่ถูกต้อง

2.3.1 คำแนะนำ

เทคนิคการถ่ายภาพสเตอริโอ ควบคุมตำแหน่งและทิศทางของกล้องและใช้คงเหมือนกันระหว่างจุดต่างๆในภาพจากกล้องที่ต่างกันเพื่อได้ความลึกและรูปร่างของ พื้นผิว(surface depth and shape) รูปแบบทั่วไป 2 แบบของเรขาคณิต(Geometry)เพื่อนำมาประมวลผล คือ

1. การถ่ายแบบรวมจุดเป็นจุดเดียว (vergent imaging) คือ การนำกล้องตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปมาถ่ายภาพวัตถุ โดยให้วิถีของกล้องตัดกันเพื่อรวมจุดที่ถ่ายเป็นจุดเดียว
2. การถ่ายแบบขนาน (parallel baseline imaging) เป็นการนำกล้องมาถ่ายไปที่วัตถุ โดยการเรียงกล้องเป็นแนวเดียวกัน ดังนั้น วิถีของกล้องแต่ละตัวจะขนานกัน ดังรูป



ก) การถ่ายแบบขนาน ข) การถ่ายแบบรวมจุดเป็นจุดเดียว

รูปที่ 2.4 การถ่ายภาพสเตอริโอทางเรขาคณิต

รูปแบบทั้งสองนี้มีข้อดีไม่เหมือนกัน การถ่ายแบบขนาน(Paralled baseline geometry)จะให้ส่วนที่เหมือนกันของภาพระหว่าง 2 มุมมอง อย่างไรก็ตามรายละเอียดของภาพที่ได้จะน้อยกว่าแบบรวมจุด เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว การถ่ายแบบรวมจุดจะได้ภาพที่ซ้อนกัน ในขอบเขตของการมองวัตถุ ภายใต้เงื่อนไขการรวมจุดของการมองเห็นตามธรรมชาติ การทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

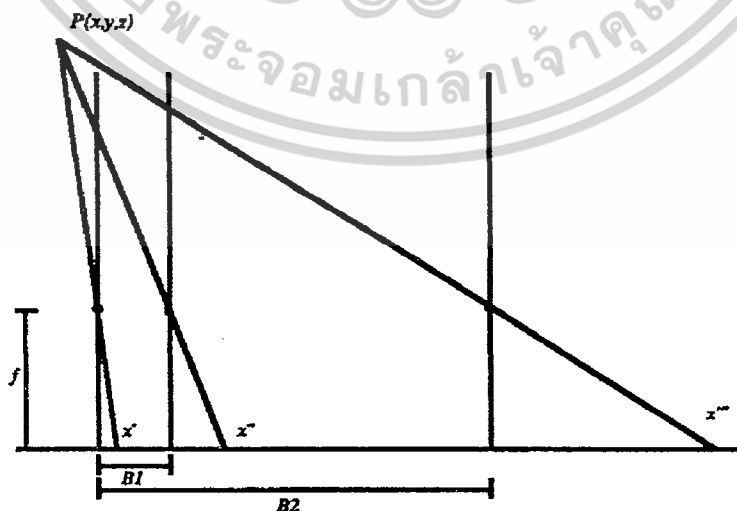
ถ่ายภาพแบบรวมจุด กล้องจำเป็นที่จะต้องถูกกำหนดขอบเขต เพื่อการตัดกันของการถ่ายภาพที่พื้นผิวของวัตถุ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญในการบังคับกระบวนการถ่ายภาพให้ได้จุดที่เหมาะสม

การกำหนดขอบเขตการถ่ายภาพไม่ว่าที่ด้านหน้า หรือด้านหลังของพื้นผิว(วัตถุ) เป็นการทำให้จำนวนของภาพเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงต้องหาจุดที่เหมาะสมระหว่างมุมมองจากกล้องทุกๆตัว วิธีการที่มีประสิทธิภาพเพื่อที่จะมาจัดการกับปัญหานี้คือ การใช้การถ่ายภาพแบบขนาน เพื่อใช้ในการหาตำแหน่งคร่าวๆของการวางตำแหน่งของกล้องที่เหมาะสม [4]

นวัตกรรมใหม่ที่น่าสนใจในเอกสารฉบับนี้ คือการใช้ความถี่ของช่องว่างภายในรูปที่ได้มา (local spatial frequency content) เพื่อปรับการควบคุมระยะห่างของกล้องที่ใช้ถ่ายภาพ (stereo baseline) ให้เหมาะสม โดยจะเป็นการปรับปรุงทั้ง ความน่าเชื่อถือ(ความแม่นยำ)และ ความเร็วของกระบวนการรวมรายละเอียดภาพเพื่อนำมาสร้างภาพ 3 มิติ(depth recovery process)

2.3.2 การปรับค่าระยะห่างของกล้อง

ในการที่จะทำให้ได้ความละเอียดของภาพตามที่ต้องการ จะต้องรวมจุดที่วิถีของกล้องตัดกันให้ถูกต้อง การแบ่งระยะห่างระหว่างกล้องให้พอดี เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการถ่ายภาพ จากรูปที่ 2 ที่จุดใดๆในโลก(world point)นั่นคือจุด $P(x,y,z)$ ได้บอกถึงความแตกต่างระหว่าง ระยะกล้อง (baseline) ในการถ่ายภาพ 2 แบบ แบบที่ระยะห่างของกล้องแคบ ($B1$) ความแตกต่างของการถ่ายภาพระหว่างจุด x' และ x'' จะน้อย การหาขอบเขตของจุดพิกเซล ที่จะต้องนำมารวมกัน ก็จะแคบ การรวมภาพโดยใช้ระยะห่างระหว่างกล้องกว้าง ($B2$) คือ ใช้ระยะห่างของกล้องให้มาก เท่าที่จะสามารถเลื่อนไปได้ ดังนั้น ขอบเขตจุดพิกเซลที่ควรนำมารวมกันก็จะมีขนาดแตกต่างกันมาก ระหว่างจุด x' และ x''' แต่จะได้รายละเอียดของภาพมากกว่า



รูปที่ 2.5 การแบ่งระยะห่างของกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะห่างของกล้องที่ไม่คงที่ จะมีความขัดแย้งกันของ การรวมภาพแบบธรรมดา และการรวมแบบเน้นรายละเอียด เราจะใช้ลำดับของการถ่ายภาพมาบังคับกระบวนการรวมภาพ การเริ่มกระบวนการรวมภาพ โดยการใช้ระยะห่างของกล้องแคบ (narrow) จะทำได้ง่าย แต่จะยังได้รายละเอียดของภาพน้อย การประมาณค่ารายละเอียดของภาพที่เกิดขึ้นก่อน จะเป็นตัวกำหนดกรอบของภาพต่อไป

ในการใช้เทคนิคนี้มีประสิทธิภาพ จำเป็นที่จะต้องตอบคำถาม 3 ข้อนี้ให้ได้

- ตำแหน่งเริ่มต้นของกล้องควรวางไว้ที่ไหน เพื่อให้ได้ตามรูปแบบของการถ่ายภาพที่กล่าวมาแล้ว
- จะขยายระยะห่างของกล้องอย่างไร ให้การถ่ายภาพยังคงมีรูปแบบเหมือนเดิม
- จุดไหนคือจุดที่เหมาะสมเพื่อที่จะทำการรวมจุด

จากการวิเคราะห์คำถามเหล่านี้ ส่งเสริมให้เกิด โครงร่างของเทคนิคใหม่สำหรับการหาจุดเริ่มต้น และการขยายของระยะห่างของกล้อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการปรับค่าระยะห่างของกล้องในการถ่ายภาพ 3 มิติ (variable baseline stereo process) รูปที่ 2.6 แสดงเค้าโครงของกระบวนการนี้ เริ่มจากการเลือกจุดเริ่มต้นของระยะการถ่ายภาพ และวนทำการรวมภาพเข้าไปเรื่อยๆ และขยายระยะห่างของกล้องเพื่อเก็บรายละเอียดของการถ่ายภาพที่สร้างขึ้น



รูปที่ 2.6 กระบวนการปรับเปลี่ยนค่าระยะความแตกต่าง (Baseline)

2.3.2.1 ระยะห่างของกล้องเริ่มต้น (Initial Baseline)

การพัฒนาวิธีการเลือกกระยะเริ่มต้นสำหรับการถ่ายภาพ 3 มิติ ไม่ได้มีการวิจัยอย่างเป็นระบบ นักวิจัยสมัยก่อนเพียงแค่งำหนดระยะห่างที่เพียงพอในขั้นตอนแรก เพื่อรับรองว่าความแตกต่างของภาพนั้นน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 พิกเซล[5] ดังนั้น จึงเป็นการรับประกันการรวมภาพที่ชัดเจน (ใกล้เคียงกันที่ความแตกต่างของ พิกเซล น้อย) หรือจะมีการสมมติอย่างง่ายว่า ระยะห่างของกล้องเป็นไปตามรูปแบบอยู่แล้ว และทำการละทิ้งการรวมภาพที่ไม่ชัดเจนออกไป (ความแตกต่างของ พิกเซล มาก)[6-8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระทำที่กล่าวมานี้ จะสนใจเรื่องของกระบวนการ การคาดการณ์ล่วงหน้า ที่ซึ่งการรวมภาพที่ทำอยู่ จะเป็นตัวกำหนดขอบเขต สำหรับการแบ่งระยะห่างของกล้องตั้งต่อไปเพื่อให้ชัดเจนขึ้น

จุดหมายหนึ่งของการทดลองนี้ คือ การสร้างกระบวนการเริ่มต้น หรือรวบรวมข้อมูล รายละเอียดให้ชัดเจนได้มากขึ้น เพื่อจัดการกับวัตถุที่ไม่รู้โครงสร้างชั้นตอนที่สำคัญขึ้นตอนหนึ่ง ในการปรับกระบวนการรวมภาพ (recover) ให้เป็นภาพที่สมบูรณ์ (current scene) คือการกำหนดค่าระยะห่างของกล้อง(baseline)เริ่มต้น เพื่อให้เหมาะสมกับข้อมูลที่มีอยู่ ทั้งจากขนาดของภาพ และทัศนวิสัย ของกล้อง คำถามเพิ่มเติม จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ ก็คือ ทำไมต้องมีการกำหนดระยะห่างเริ่มต้นของการวางกล้อง (initial baseline) เพื่อให้กระบวนการรวมภาพทำการควบคุมได้ง่าย บน โครงสร้างวัตถุที่มีความแตกต่างกันมาก? คำถามนี้สามารถหาคำตอบ ได้ โดยการทดสอบว่าอะไรที่ทำให้การรวมภาพออกมาไม่ดี(หรือไม่ถูกต้อง ill-posed) มันจะมีปัญหาอยู่ 3 อย่าง

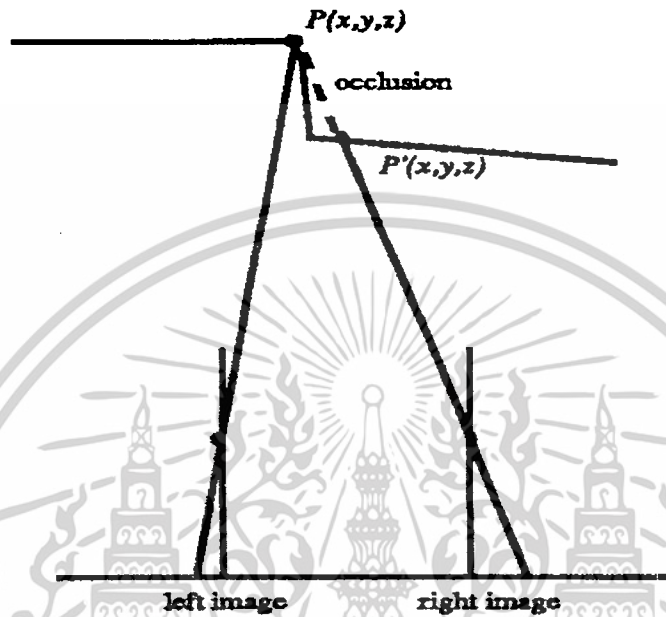
1. จุดที่ถ่ายจากมุมหนึ่ง อาจถูกบดบังเมื่อมองจากอีกมุม
2. อาจจะมีบริเวณของพื้นผิวที่เหมือนกัน ซึ่งให้ผลการรวมภาพที่คลุมเครือ
3. อาจจะมีพื้นผิวที่เหมือนกัน ยาวมากกว่าที่การกำหนดระยะห่างของกล้องจะทำได้ ซึ่งจะทำให้การรวมภาพที่ออกมา ไม่สมบูรณ์

ผลที่ปัญหาต่างๆเหล่านี้กระทำต่อกระบวนการรวมภาพ(correspondence process) ได้รับการอธิบายไว้แล้วโดยคำอธิบายต่างๆที่เกี่ยวข้อง (associated solution) การรวมกันของวิธีต่างๆเหล่านี้ ทำให้แผนการใหม่ได้ถูกเสนอและพิสูจน์แล้ว เพื่อการแก้ปัญหาการเลือกจุดเริ่มต้นของระยะห่างของกล้องในการถ่ายภาพ 3 มิติ และปรับปรุงรายละเอียดของภาพที่ได้ให้น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น สำหรับภาพที่ไม่รู้รูปร่างของมันมาก่อน (unknown scene)

2.3.2.2 การบดบัง (Occlusion)

ปัญหาอันดับแรกในการเกิดปัญหาการบดบัง คือ การบดบังสามารถเกิดขึ้นได้ทุกๆการแบ่งระยะห่างของกล้อง(baseline) เมื่อมีช่องที่สามารถทำให้เกิดการบดบังทัศนวิสัยของการมองเห็นด้วยกล้องได้ ระยะห่างของกล้องยิ่งมาก โอกาสการเกิดการบดบังก็จะยิ่งเพิ่มตามไปด้วย หมายความว่าอาจจะมีจุดหลายจุดที่ถูกบดบัง ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของความลึก,ขนาด และรูปร่างของพื้นผิวรูปที่ 2.7 แสดงการเกิดปัญหาการบดบัง ด้วยจุด $P(x,y,z)$ ที่ถูกบดบังในภาพทางด้านขวา จะถูกรับช่วงโดยจุด $P'(x,y,z)$ บนพื้นผิวที่ถูกบดบัง ในการที่ข้อมูลข้อมูลของโครงสร้างบางส่วนขาดหายไป จะมีทางแก้ไขทางเดียวคือ จะต้องหาจุดที่ถูกบดบังให้เจอ วิธีการที่ตรงไปตรงมาเพื่อทำการรวมภาพให้สมบูรณ์ก็คือ การทำการรวมภาพระหว่างมุมมองอย่างอิสระในทั้งสองทิศทาง ทั้งจากซ้ายไปขวา และขวาไปซ้าย[9] ถ้าภาพระหว่างมุมมองที่ได้ ออกมาไม่เหมือนกัน แสดงว่า จุด P เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในรูปทางซ้าย เข้าคู่หรือรวมกันได้(match)กับจุด P' ในรูปทางขวา ในทางตรงกันข้าม ถ้าภาพออกมาเหมือนกัน รูปทั้งสองควรจะถูกลบทิ้งไป เพราะว่าเกิดการขัดแย้งกันเอง ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จากการบัง เทคนิคนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงการแบ่งระยะห่างของกล้อง



รูปที่ 2.7 ปัญหาการบัง

2.3.2.3 การมีบริเวณของภาพที่เหมือนกัน (Homogeneous image region)

ปัญหาที่สอง คือ การรวมจุดในบริเวณของภาพที่มีลักษณะเหมือนกัน ที่เป็นปัญหาเพราะการที่ไม่มีข้อมูลใดที่จะทำให้รายละเอียดที่ถูกต้องเกี่ยวกับการรวมภาพระหว่างมุมมองของกล้องแต่ละตัว ดังนั้น จึงไม่มีทางที่จะรู้ข้อแตกต่างในเชิงคุณภาพของการรวมภาพ ระหว่างจุด พิกเซล ใดๆ กับจุดที่อยู่รอบๆ ได้เลย ปัญหานี้เกิดขึ้นได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้การรวมภาพแบบ static หรือแบบ active ขณะที่จะไม่มีการดำเนินการใดที่จะทำการเก็บรายละเอียดของพื้นผิวได้อย่างถูกต้อง

ปัญหานี้ได้ถูกแก้ไขโดยการแยกบริเวณของภาพที่เหมือนกันออกจากกระบวนการรวมภาพทำขั้นตอนนี้ไปเลย โดยการใช้เทคนิคการรวมภาพแบบกำหนดลักษณะเฉพาะ (feature-based) ที่ใช้เพียงจุดที่มีความหลากหลายเพียงพอ ในการที่จะนำมาทำการรวมภาพได้ เทคนิคนี้สามารถแก้ความคลุมเครือในกระบวนการรวมภาพได้ ภายใต้สมมติฐานที่ว่า พื้นผิวใดๆ ที่มีความผันผวนของพื้นผิว จะมีความหลากหลายในรายละเอียด ที่สามารถสร้าง(กำหนด)ให้เป็นจุดเด่นของการรวมภาพได้ ในการถ่ายภาพแบบรวมจุด สามารถใช้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือของจุดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล่านี้ เพื่อทำการกำหนดจุดคงที่ และใช้เทคนิคการรวมภาพ ในการถ่ายภาพ 3 มิติที่ทุกๆจุด เพื่อให้โครงร่างสมบูรณ์ได้

2.3.2.4 การทำซ้ำและความคลุมเครือของลวดลาย (Repetitive/Ambiguous Texture)

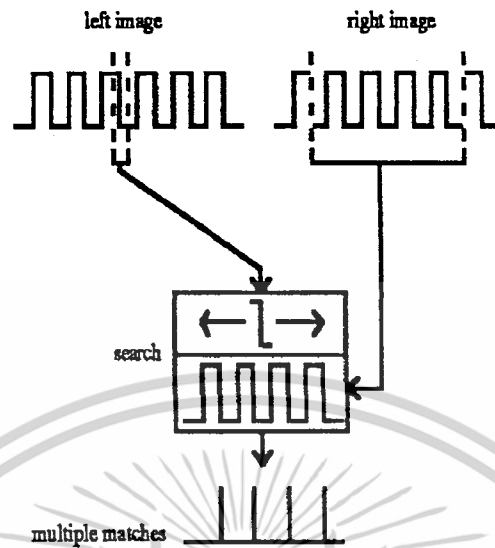
ปัญหานี้ เป็นปัญหาที่ตรงข้ามกับปัญหาบริเวณของภาพที่มีลักษณะเหมือนกัน และมีโอกาสอย่างมากที่จะใช้การควบคุมระยะห่างของกล้อง แบบ active เพื่อบังคับกระบวนการการรวมภาพ ในกรณีนี้ (ปัญหานี้) จะมีข้อมูลมากเกินไปที่จะทำการรวมภาพได้อย่างเหมาะสม พื้นผิวที่เหมือนกันอย่างต่อเนื่อง จะทำให้ไม่สามารถทราบข้อแตกต่างระหว่างการรวมภาพที่เป็นไปได้เลย เพราะจุด พิกเซล ต่างๆ (รวมถึงจุดที่ถูกกำหนดให้เป็นจุดเด่นด้วย) จะมีค่าเดียวกันทั้งหมด ตัวอย่างของพื้นผิวเหล่านี้เช่น พื้นผิวที่เป็นลายไม้ จากการรวมภาพระหว่างมุมมอง เพื่อให้ได้ภาพที่จะนำมารวมที่มากขึ้น จะได้ ระยะของการเลื่อน (shift) ที่ถูกกำหนดโดยลวดลายของพื้นผิว โครงสร้างคาบของสัญญาณ ได้มาจาก function ของ x (range ของ x)

$$f(x) = f(x + T)$$

โดยที่ T คือช่วงเวลาของการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ

ถ้าจุดใดๆของรูปที่ 2 ที่ตรงกับ $f(x)$ ก็จะตรงกับที่ $f(x + T)$ ดังที่แสดงใน รูปที่ 2.8 (ปัญหาของพื้นผิวที่เหมือนกันแบบต่อเนื่อง)

การรวมภาพแบบนี้อาจเรียกว่า phase-wrapping จากการเข้าคู่กันของสัญญาณที่ 0° กับที่ 360° (จุดเดียวกัน)[10]ถ้าไม่มีข้อมูลอื่นในสัญญาณ , ปัญหานี้จะไม่สามารถใช้ได้กับระบบ static ใดๆก็ตาม ระบบ active สามารถกำจัดปัญหานี้ได้โดยตรง โดยการจำกัดการแบ่งระยะ baseline ให้ค่าความแตกต่าง (disparity) น้อยกว่าหนึ่งช่วงของลายบนพื้นผิว ซึ่งไม่สามารถทำได้ในระบบ static เพราะวิธีนี้ ต้องใช้ค่าของช่องว่างในรูปเพื่อทำการการคำนวณก่อน แล้วจึงค่อยแบ่งระยะห่างของกล้อง ข้อดีที่สุดของวิธีนี้ก็คือ การใช้รูปเพียงรูปเดียว ในการหาความถี่ของช่องว่างในรูป และหาค่าได้ก่อนที่จะรับเฟรม (frame) ที่สอง และทำการรวมภาพ การสร้างภาพแบบนี้ เป็นการใช้อัตราของรูป เพื่อหาระยะห่างของกล้องเริ่มต้น จึงเป็นการดีต่อการปรับค่า ของรูปทรงที่ไม่รู้โครงสร้างของมัน



รูปที่ 2.8 ปัญหาการซ้ำของลวดลาย

วิธีใหม่ที่ดีกว่านี้ คือ แบบแผนที่เป็นมาตรฐาน ที่ไม่ต้องใช้ข้อมูลของภาพในการหา ระยะห่างของกล้อง ในเทคนิคนี้ การวางกล้อง เพียงแค่วางในตำแหน่งที่ใกล้พอที่กล้องจะถ่ายได้ สมมติฐานในกรณีที่แย่ที่สุด (worse case) คือ เกิด Nyquist spatial frequency ขึ้นบนบริเวณใด บริเวณหนึ่งของภาพ ระยะห่างของกล้องจะถูกระบุเมื่อเกิดการเลื่อนจุด พิกเซล ระหว่างเฟรม อย่างมาก 1 จุด ใช้ความยาวโฟกัส (focus) และการซูมจุด พิกเซล จากการถ่ายภาพ ความแตกต่าง มากที่สุดของจุด พิกเซล ที่ต้องการ และระยะห่างจากพื้นผิวที่มากที่สุด ที่ D cm ในกรณีที่แย่ที่สุด โดยคำนวณได้จาก

$$B = (D + f) \Delta x / 2f$$

ในขณะที่วิธีการนี้ รับประกันผลการเกิดภาพที่เกิดจากการรวมภาพ ของพื้นผิวที่เป็นลวดลายที่เป็น คาบ มันจะเป็นการเพิ่มจำนวนของภาพที่จะต้องนำมารวม ดังนั้น จึงต้องทำการวิเคราะห์ก่อนเพราะ มันจะทำการสร้างภาพจากคู่ที่แคบที่สุด และทำการกำจัดภาพที่มีรายละเอียดน้อยออกไป (lowest resolution)

วิธีที่ดีที่สุด คือ การใช้ข้อมูลของภาพโดยตรง ในการหาค่าความแตกต่างที่มากที่สุด (max disparity) ด้วยการคำนวณค่า local spatial frequency ที่แต่ละจุดในภาพ และหาค่าสูงสุดต่ำสุดของ local (horizontal) spatial frequency บนทุกๆจุด ช่วงเวลาในการเปลี่ยนแปลงสัญญาณจาก (สูงสุดมาต่ำสุด) (T) ช่วยตัดสินความคลุมเครือของกรณีที่แย่ที่สุด ในกระบวนการจับคู่ (matching) จะไม่มี ข้อมูลที่ความถี่ต่ำกว่านี้ที่ใช้สามารถใช้แก้ไขปัญหาคความคลุมเครือของการจับคู่ได้ ดังนั้น ค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันมากที่สุดที่ทำการวัดจากทุกจุด พิกเซล บนภาพ จะต้องน้อยกว่าค่า T , ค่า ระยะห่างของกล้องสามารถหาได้จากค่าความแตกต่าง นี้ $(T-1)$ และค่า (minimum surface distance) การปรับปรุงการแก้ไขค่าความแตกต่าง ได้รับการรับรองกรณีที่ดีที่สุดโดยการใช้ระยะห่างของกล้อง ที่กว้างกว่า หรือเท่ากับการใช้วิธีการแบบใหม่ ที่มาก ไปกว่านั้น การรวมภาพระหว่างจุดนั้นมีความเป็นเอกลักษณ์(สามารถหาผลลัพธ์สุดท้ายออกมาได้ภาพภาพเดียว, เป็นหนึ่งเดียว, รวมภาพ ได้เป็นผลสำเร็จ) เพราะค่า ความแตกต่างถูกบังคับให้สร้างการจับคู่ภาพที่มีความชัดเจน ดังนั้น วิธีการปรับค่านี้ จึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะสามารถครอบคลุมได้ทั้งเรื่องความน่าเชื่อถือ และการแก้ความแตกต่างของข้อมูล (disparity resolution)

การวัดค่าที่มากที่สุด ในค่าที่น้อยที่สุดของ local spatial frequency สามารถทำได้โดยใช้การแยก local frequency เช่น การแปลงฟูเรียร์ (Fourier Transform), การแปลงคลื่น (Wavelet) หรือ Gabor expansion [10] โดยการแยกนี้ทำให้เกิดการสะสมของการสังเกตความถี่ที่สะท้อนส่วนประกอบของ local frequency ที่แสดงในแต่ละพิกเซล การแยกความถี่ที่เป็น local spatial frequency สามารถที่จะวิเคราะห์หาค่าที่มากที่สุด ในค่าที่น้อยที่สุดของ local spatial frequency (ซึ่งเป็นตัวกำหนด คาบ T) ของภาพที่สมบูรณ์หรือช่วงที่สนใจ

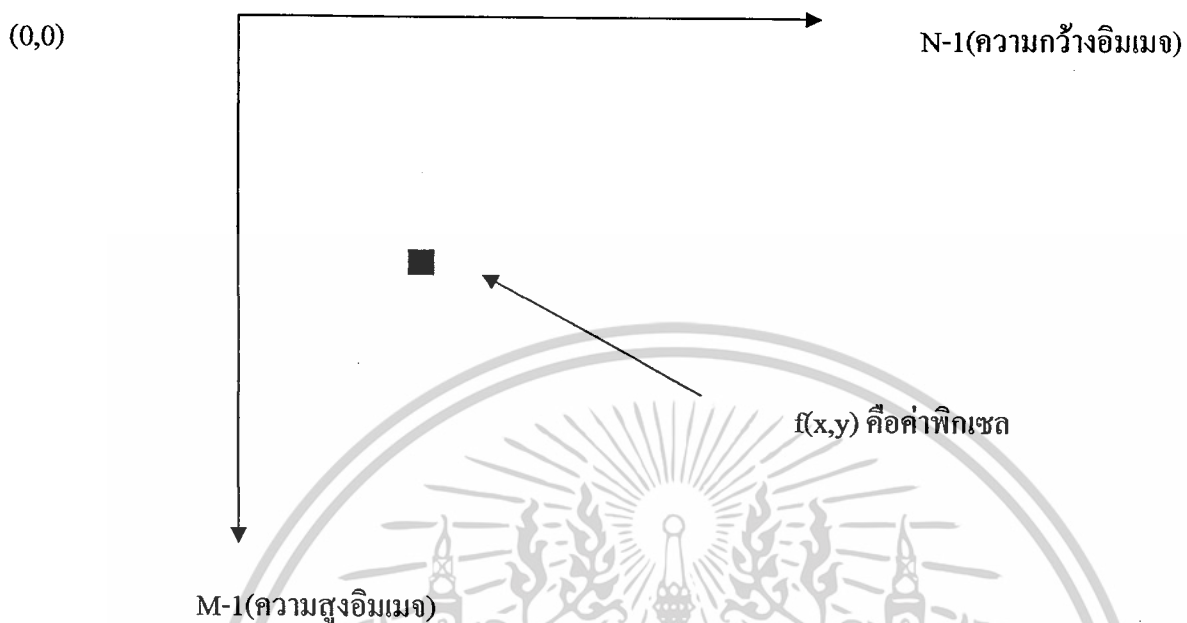
การใช้ระยะห่างของกล้องที่กว้างสามารถใช้ความต้องการที่ทวิคูณจับคู่ในหน้าต่างค้นหา ได้ถูกปฏิเสธเพราะว่าคลุมเครือ เพื่อความสมดุลในเป้าหมายของการรักษาความเข้าคู่กันและให้ค่าความแตกต่างสูงสุด, ค่าความละเอียด, ใช้เซตโธลด์ (Threshold) ในการแบ่งระยะห่างของกล้องในการทดลองครั้งนี้ระยะห่างของกล้องถูกตั้งให้มีค่าการเข้าคู่ถึง 90% ดังนั้นกลวิธีในการเลือกระยะห่างเริ่มต้น มีทั้งการจับคู่แบบคู่เพื่อบังคับผล, การจับคู่แบบรวมสำหรับการวัดส่วนความถี่และรวมถึงส่วนที่เหมือนกัน (Homoge regions) และการปรับค่าระยะห่างแบบใหม่ ข้อได้เปรียบของเทคนิคนี้สามารถปรับค่าความแตกต่างของฉากและให้ความสม่ำเสมอของผลลัพธ์อย่างสูง

2.4 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)

2.4.1 อิมเมจดิจิทัล

อิมเมจดิจิทัลเป็นการสุ่มค่าในระบบพิกัด และการทำควอนไทเซชัน (Quantization) ของค่าระดับความสว่าง หรือค่าความเข้ม ในระบบพิกัดนี้จะใช้เพื่อแสดงอิมเมจดิจิทัล ที่มีขนาดความกว้างและความสูงของภาพแสดง โดยแกน y และแกน x ตามลำดับ ส่วนจุดใดๆที่วางบนระนาบของ xy คือฟังก์ชัน $f(x,y)$ ที่เรียกว่า พิกเซล ค่านี้จะแสดงถึงระดับความเข้ม เป็นผลมาจากการทำ ควอนไทเซชัน โดยการแปลงจากอนาล็อกเป็นดิจิทัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 รูปแสดงระบบพิกัด

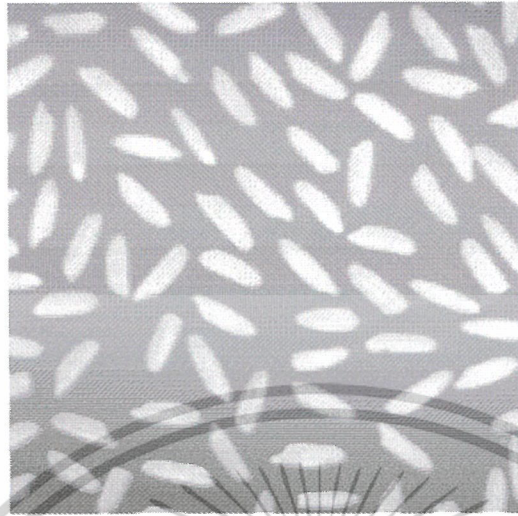
2.4.2 ฮิสโทแกรม (Histogram)

ฮิสโทแกรมของอิมเมจสามารถที่จะใช้อธิบายถึงความมืด ความสว่าง ความคมชัด และยังสามารถที่นำมาใช้งานด้านการบีบอัดอิมเมจ และการแยกอิมเมจออกเป็นส่วนๆ

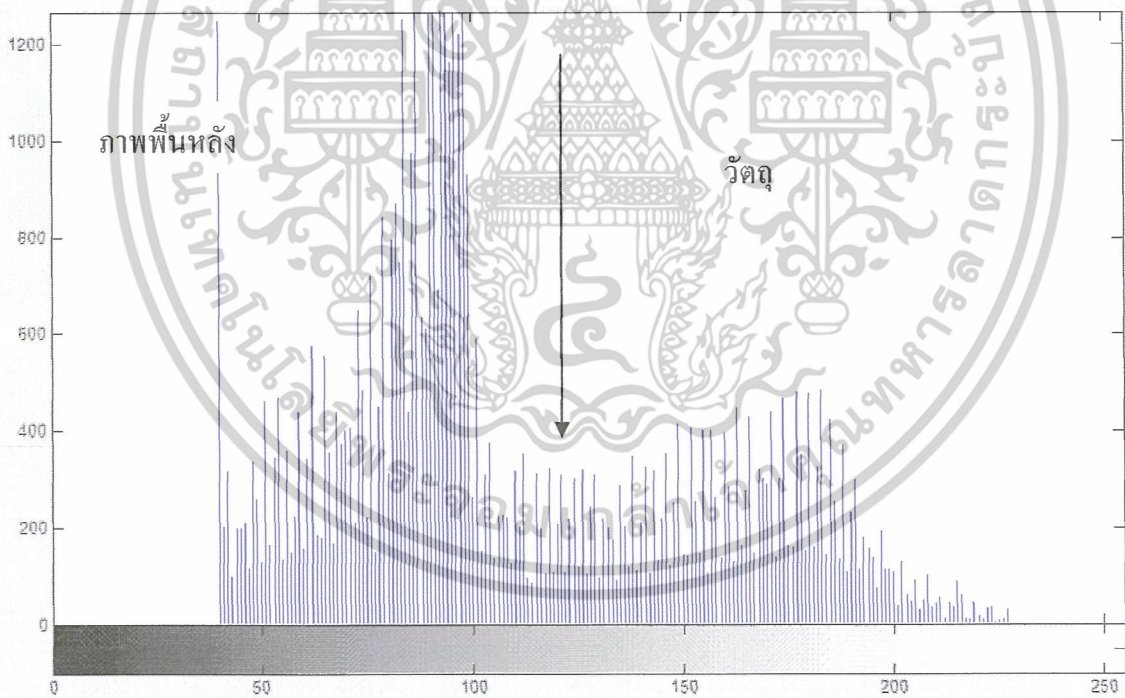
ฮิสโทแกรมของอิมเมจ คือ กราฟที่แสดงถึงระดับความเข้มของค่าพิกเซล เริ่มต้นที่ระดับ 0 ถึง 255 ซึ่งแกน x จะแสดงถึงระดับของค่าพิกเซล และแกน y จะแสดงถึงจำนวนของความถี่ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ ในระดับนั้น

2.4.3 เธรตโฮลด

เป็นการการแยกภาพวัตถุออกจากภาพพื้นหลัง โดยอาศัย ฮิสโทแกรม



รูปที่ 2.10 ภาพต้นแบบ



รูปที่ 2.11 แสดงภาพฮิสโทแกรม จากภาพต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

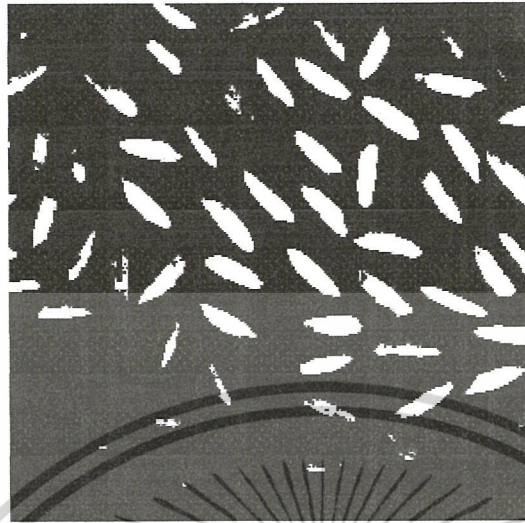


รูปที่ 2.12 เกรดโฮลด์ ตัดที่ 125



รูปที่ 2.13 เกรดโฮลด์ตัดที่ 80 (ต่ำเกินไป)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 เซรโดโฮสต์ตัดที่ 180 (สูงเกินไป)

2.4.4 คอนโวลูชัน (Convolution)

การทำคอนโวลูชัน เป็นการกระทำระหว่างภาพอินพุต $f(x,y)$ ที่มีขนาด $N \times N$ เมื่อ N เป็นเลขจำนวนเต็ม กับ มาร์ค (Mask) $m(x,y)$ ซึ่งมีขนาด $M \times M$ โดยที่ M จะเป็นเลขคี่ เช่น 3,5,7,9,.. เป็นต้น ผลลัพธ์ที่ได้จากการคอนโวลูชัน คือค่าความเข้มแสงใหม่จะถูกเก็บไว้ในภาพผลลัพธ์ $g(x,y)$ แสดงได้จาก

$$g(x,y) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{M-1} f(x,y) m(x,y)$$

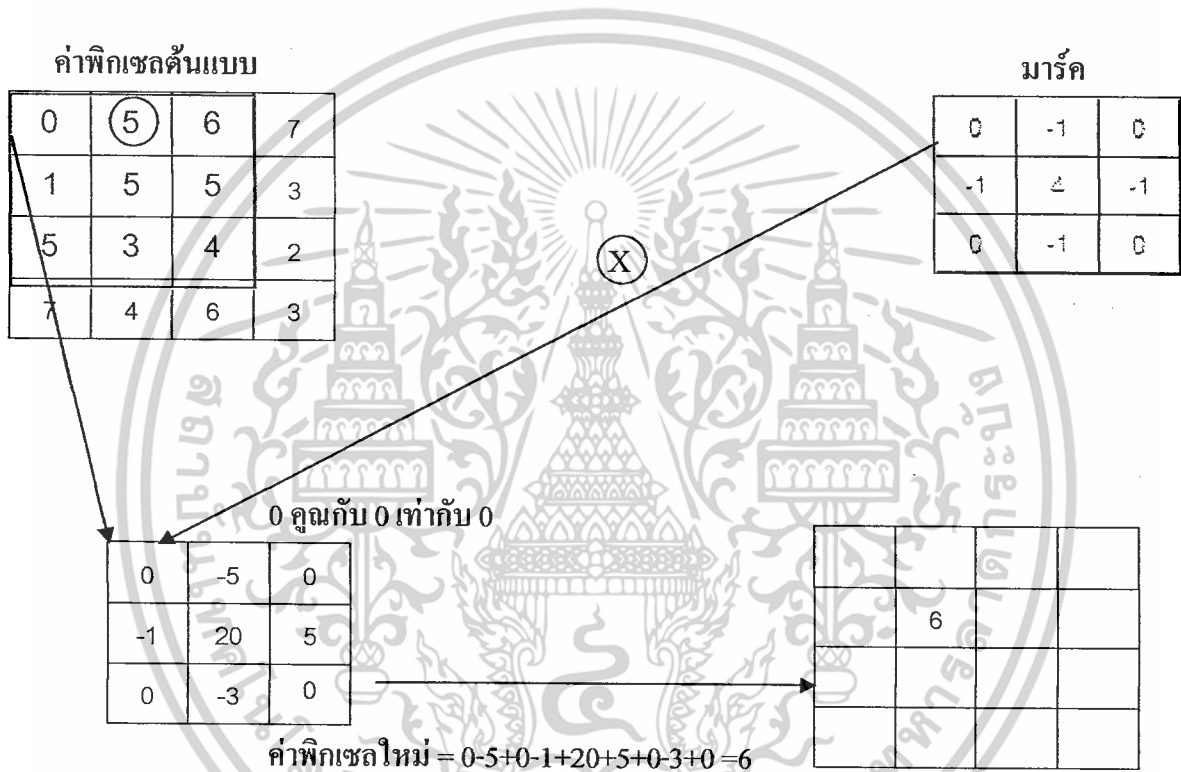
ขั้นตอนการคอนโวลูชัน มีวิธีการดังต่อไปนี้

- กลับมาร์ค โดยเทียบกลับตำแหน่งจุดตรงกลางมาร์ค โดยปกติแล้วมาร์ค ที่เราใช้จะมีขนาดเป็นเลขคี่ ดังนั้นเมื่อกลับแล้วก็จะได้มาร์คที่มีลักษณะเหมือนเดิม ดังนั้นขั้นตอนนี้โดยส่วนมากจะไม่นำมาพิจารณา
- จากนั้นเลื่อนมาร์คเข้าไปทับกับภาพอินพุตให้ตำแหน่งตรงกลางมาร์ค ตรงกับพิกเซล $f(x,y)$
- ทำการคูณค่าพิกเซลของมาร์คกับค่าพิกเซลของภาพอินพุตที่มีตำแหน่งตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัด **61862** และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการบวกผลคูณที่ได้ทั้งหมด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ก็คือค่าความเข้มของภาพเอาท์พุทที่ตำแหน่งเดียวกันกับพิกเซลของภาพอินพุท
- เลื่อนตำแหน่งไปยังพิกเซลถัดไปของภาพอินพุท และทำเหมือนเดิมจนกระทั่งครบพิกเซลทั้งหมดของภาพอินพุท

ตัวอย่างการคำนวณการคอนโวลูชัน



จากการคำนวณจะเห็นได้ว่าแถวแรกสุดกับแถวสุดท้ายและคอลัมน์ซ้ายสุดกับคอลัมน์ขวาสุดจะไม่สามารถคำนวณได้ ซึ่งอาจจะแก้ไขโดยการนำเอาแถวและคอลัมน์ตรงกันข้ามมาคำนวณ เช่นที่แถวบนสุดก็จะเอาแถวล่างสุดมาคำนวณ

2.4.5 การตรวจหาขอบภาพ(Edge detector)

ขอบของภาพ คือ ชุดของพิกเซลที่ต่อกันซึ่งวางอยู่บนขอบระหว่างพื้นที่สองส่วนของอิมเมจ ขอบอิมเมจนี้สามารถที่จะอธิบายขนาด รูปร่าง ลักษณะ ของอิมเมจ ในการพิจารณาการตรวจหาขอบของภาพสามารถที่จะพิจารณาจากอนุพันธ์อันดับหนึ่งและอันดับสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุพันธ์อันดับหนึ่ง ได้แก่ โอเปอเรเตอร์ โซเบล(Sobel),พีวีธ (Prewitt)

อนุพันธ์อันดับหนึ่ง เรียกว่า เกรเดียน (Gradient) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

$$\nabla f \approx |G_x| - |G_y|$$

โอเปอเรเตอร์ โซเบลจะมีค่าของ มาร์คโคเฟฟิเชียน (Mask coefficient) ดังนี้
ที่แนวแกนอน $G_x(x,y)$

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

หรือ

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

ที่แนวแกนตั้ง $G_y(x,y)$

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

หรือ

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพต้นแบบ



ภาพผ่านการทำเกรย์สเกล



ขอบภาพจาก โอเปอร์เรเตอร์โซเบล

รูปที่ 2.15 แสดงภาพต้นแบบกับภาพที่ตรวจหาขอบภาพจากโอเปอร์เรเตอร์โซเบล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอเปอเรเตอร์พีริช จะมีค่ามาร์คโคเฟฟิเขียน ดังนี้

ที่แนวแกนอน $G_x(x,y)$

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

หรือ

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

ที่แนวแกนตั้ง $G_y(x,y)$

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

หรือ

1	0	-1
1	0	-1
1	0	-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพต้นแบบ



ภาพผ่านการทำเกรย์สเกล



ขอบภาพจากโอเปอเรเตอร์พีวีธ

รูปที่ 2.16 แสดงภาพต้นแบบกับภาพที่ตรวจหาขอบภาพจากโอเปอเรเตอร์พีวีธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุพันธ์อันดับสอง สามารถแสดง ได้ดังนี้

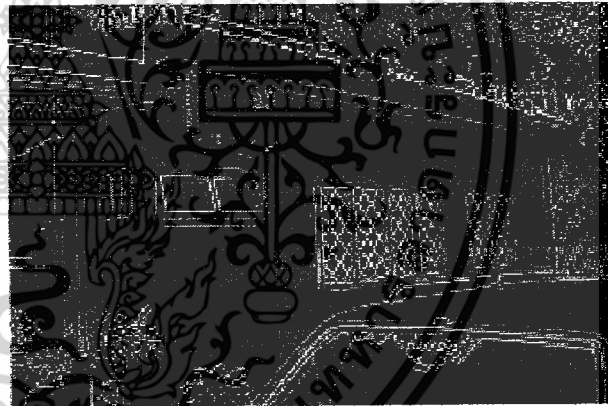
$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

อนุพันธ์อันดับสองจะมีโอเปอเรเตอร์ลาปลาเซียน (Laplacien) ซึ่งมี มาร์คโคเฟฟิเชียน ดังนี้

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

หรือ

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1



ภาพอิมเมจต้นแบบ

ขอบภาพจากโอเปอเรเตอร์ลาปลาเซียน(-1 4 -1)

รูปที่ 2.17 แสดงภาพต้นแบบกับภาพที่ตรวจหาขอบภาพจากโอเปอเรเตอร์ลาปลาเซียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ

ในบทนี้จะเป็นการอธิบายการทำงานและการใช้งานของโปรแกรมที่ใช้คำนวณเพื่อหา ระยะทางของวัตถุจากภาพ โดยที่โปรแกรมนี้สร้างขึ้นมาจากโปรแกรม Visual Basic6 ซึ่งตัว โปรแกรมนี้เป็นไฟล์ที่ใช้ในการจัดการกับข้อมูลรูปภาพ โดยที่อินพุตของการทำงานของโปรแกรมนั้นจะเป็นภาพสเตอริโอทั้งภาพซ้ายและขวา ต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดของโปรแกรมนี้นี้

3.1 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมได้เลือกใช้โปรแกรม Visual Basic6 เป็นตัวทดสอบ ซึ่งโปรแกรม Visual Basic6 จะมีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเกี่ยวกับรูปภาพ การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มตั้งแต่การใช้กล้องถ่ายภาพทางด้านซ้ายและทางด้านขวา แล้วนำภาพที่ได้ไปคำนวณหาเรคโกลด์, การตรวจหาขอบภาพ, การคำนวณหาค่าความแตกต่าง และนำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าพิกัดของวัตถุ

เมื่อสร้างโปรแกรมเสร็จจึงนำมาทดลองเพื่อหาข้อผิดพลาดในโปรแกรม แล้วจึงทำการหาวิธีแก้ไขเพื่อให้โปรแกรมใช้งานได้สมบูรณ์

3.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนการสร้างโปรแกรม

1. เนื่องจากการทดลองนี้ได้ใช้กล้องเว็บแคม (Web Cam) มาใช้ในการทดสอบจึงเกิดปัญหาเรื่องการหาระยะโฟกัสของเลนส์ (Focal length) ซึ่งการทดลองนี้จะต้องนำค่าระยะโฟกัสของเลนส์มาใช้ในการคำนวณหาพิกัดของวัตถุ
2. แสงมีผลกระทบกับการถ่ายภาพ ซึ่งทำให้ภาพที่ได้นำไปประมวลผลยังไม่สามารถให้ผลที่ถูกต้องแม่นยำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 รายละเอียดและการใช้งานของโปรแกรม

1. นำภาพที่ได้จากการถ่ายด้วยกล้องเว็บแคม มาใช้ในโปรแกรมการประมวลผล
2. ขั้นแรกในการทำโปรแกรมนี้อาจเริ่มจากการเปลี่ยนภาพที่ถ่ายเป็นภาพเกรย์สเกล(Gray Scale)
3. นำภาพเกรย์สเกลไปแยกภาพวัตถุออกจากภาพพื้นหลังโดยการใช้หลักการของ เชมรด์โฮลด์ซึ่งในโปรแกรมนี้อาจสร้างฟังก์ชันเชมรด์โฮลด์มาใช้ในการคำนวณ
4. นำภาพที่ได้ผ่านฟังก์ชันเชมรด์โฮลด์มาทำการตรวจหาขอบภาพโดยการใช้วิธีการของพีวีธ
5. เมื่อได้ขอบของภาพแล้ว ก็จะนำไปคำนวณหาค่าความแตกต่าง
6. นำค่าความแตกต่างที่ได้ไปใช้ในการทดสอบสมการที่ได้ศึกษา

$$Z = Bf / D$$

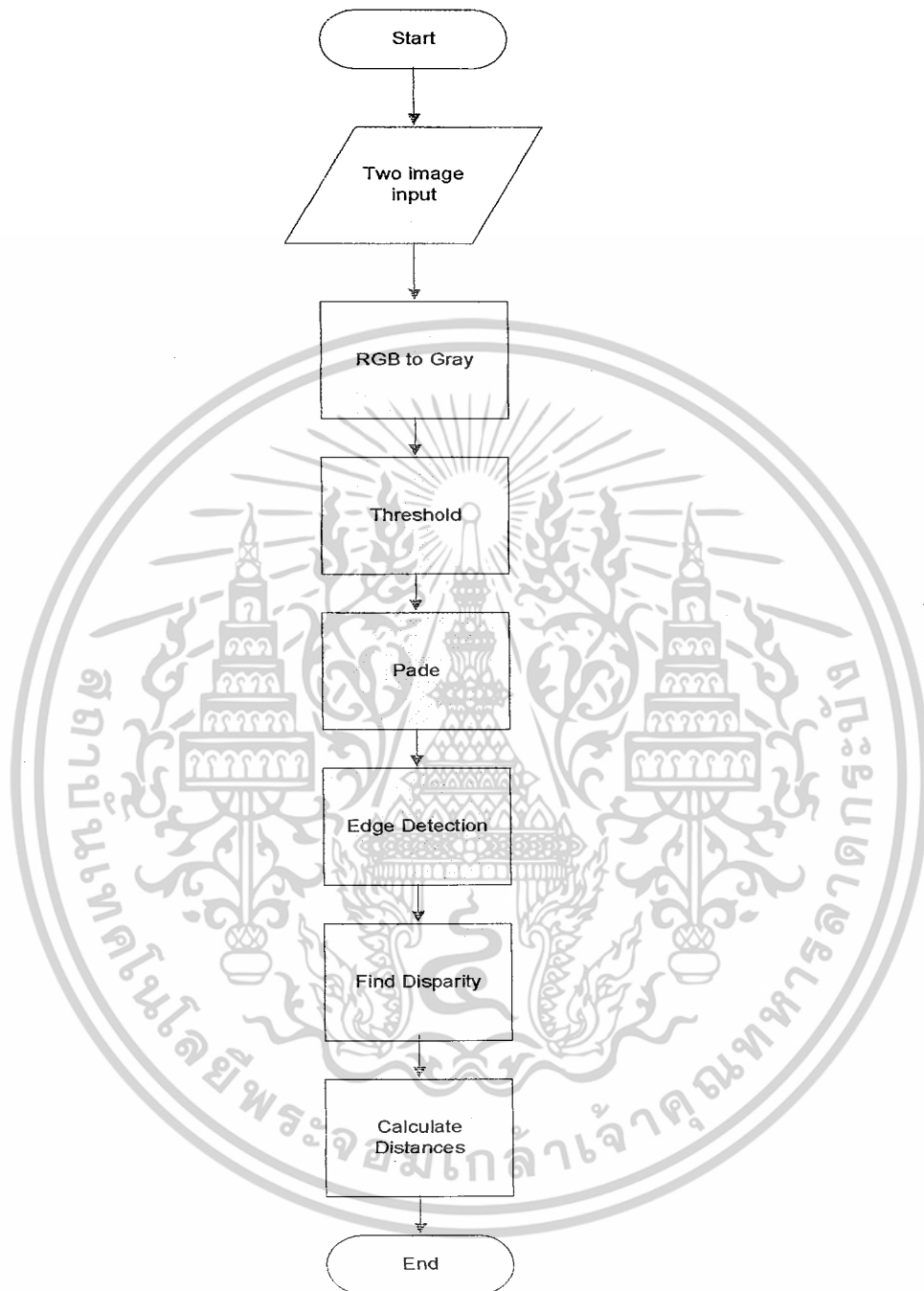
Z คือ ระยะทางจากกล้องไปยังวัตถุที่เราต้องการหา

B คือ ระยะห่างของกล้อง

f คือ ความยาวโฟกัส

D คือ ค่าความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



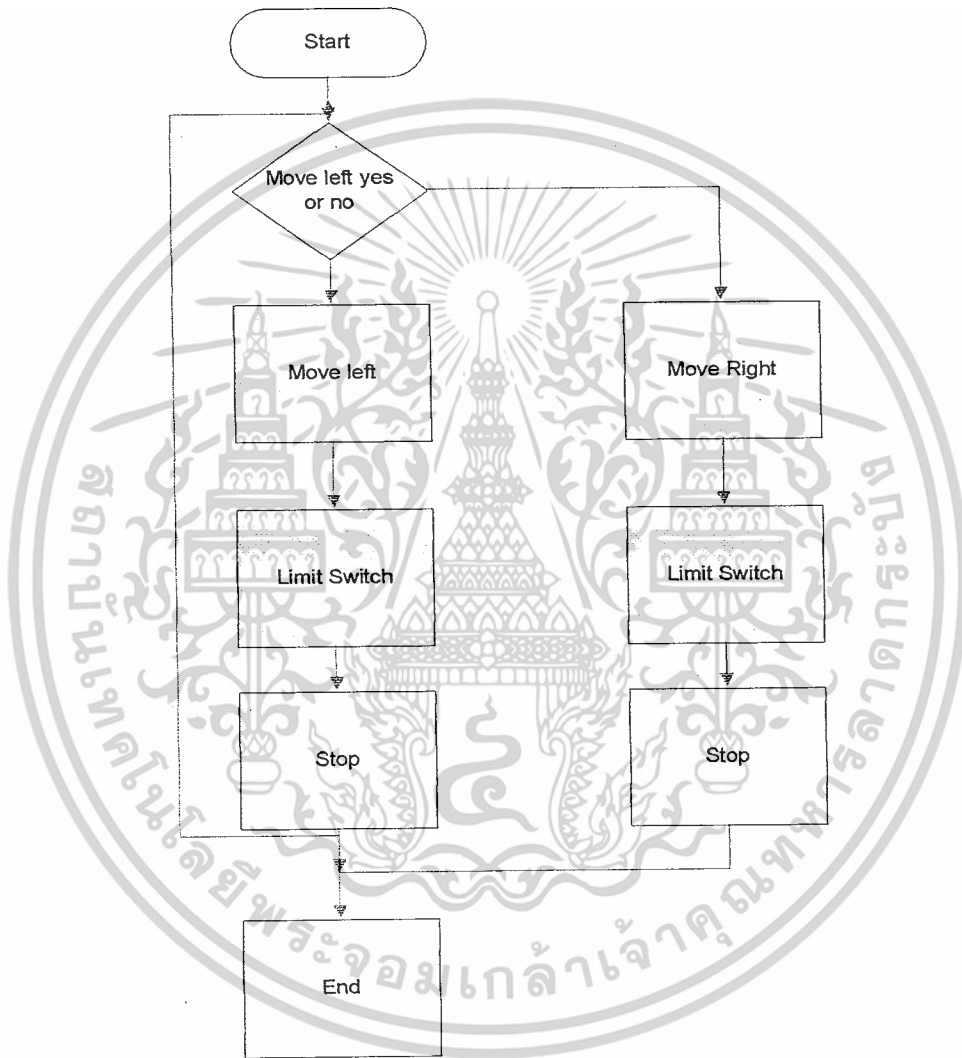
รูปที่ 3.1 ผังงานที่แสดงอัลกอริทึมของการหาพิกัด

3.4 รายละเอียดและการทำงานของอุปกรณ์ตั้งกล้อง

1. ควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องไปทางซ้ายผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยการกดปุ่ม L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องไปทางขวาผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยการกดปุ่ม R
3. ควบคุมการหยุดของกล้องผ่าน โปรแกรมที่สร้างขึ้นโดยการกดปุ่ม STOP หรือเมื่อลิมิตสวิตช์ถูกกด



รูปที่ 3.2 ผังงานที่แสดงอัลกอริทึมของการควบคุมอุปกรณ์ตั้งกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

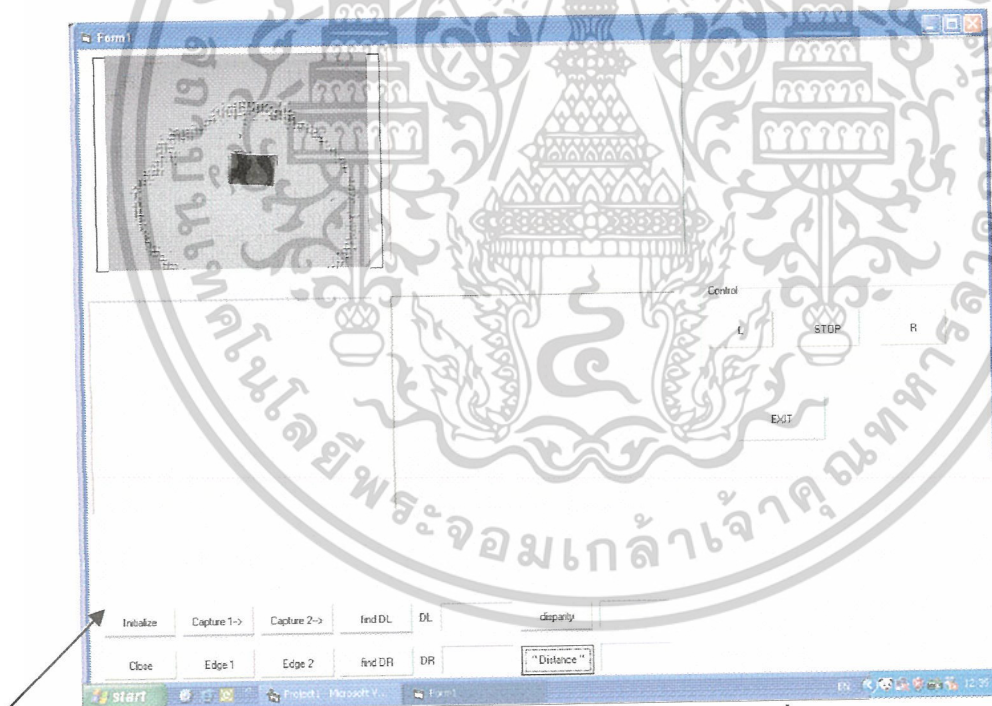
บทที่ 4

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

ภาพสเตอริโอที่เลือกนำมาทดลองนั้นเป็นภาพสเตอริโอที่เกิดจากการถ่ายภาพที่มีระยะทางแตกต่างกัน ซึ่งการนำมาทดสอบนั้น จะทดสอบกับโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อหาพิกัดของวัตถุ

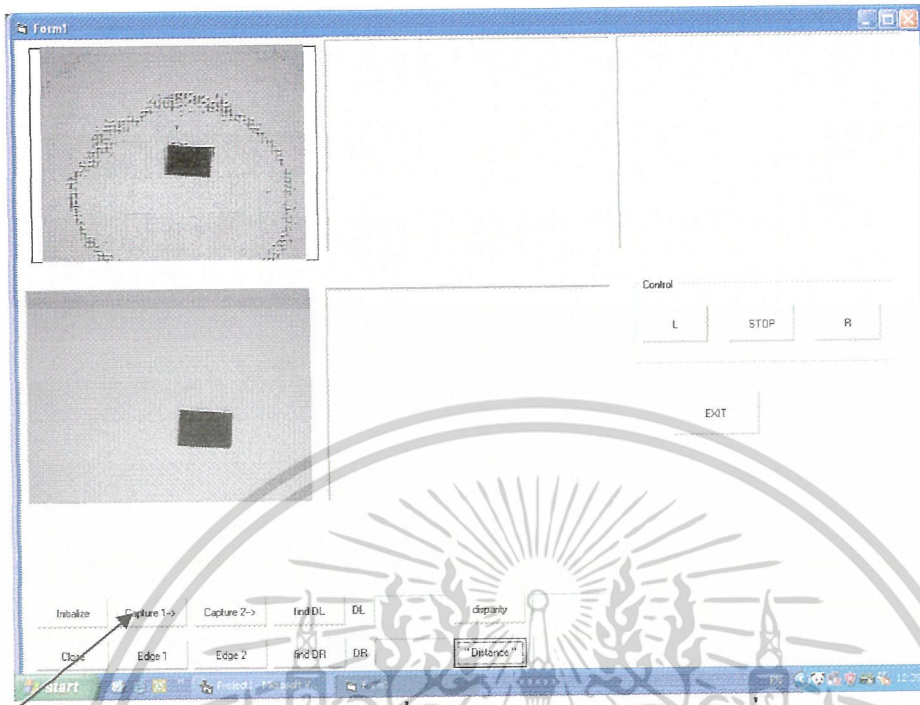
วิธีการทดลองนั้นจะเป็นการนำภาพซ้ายและภาพขวามาหาพิกัดของวัตถุโดยใช้โปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจัดการกับภาพทั้งสองเพื่อให้ได้เอาต์พุตออกมา โดยทดลองนั้นจะทดลองโปรแกรมกับภาพที่มีระยะทางแตกต่างกัน เพื่อให้โปรแกรมสามารถจัดการกับภาพที่มีระยะทางแตกต่างกันได้

4.1 ตัวอย่างผลการทดลองที่ระยะทาง 0.80 เมตร มีระยะโฟกัส เท่ากับ 420

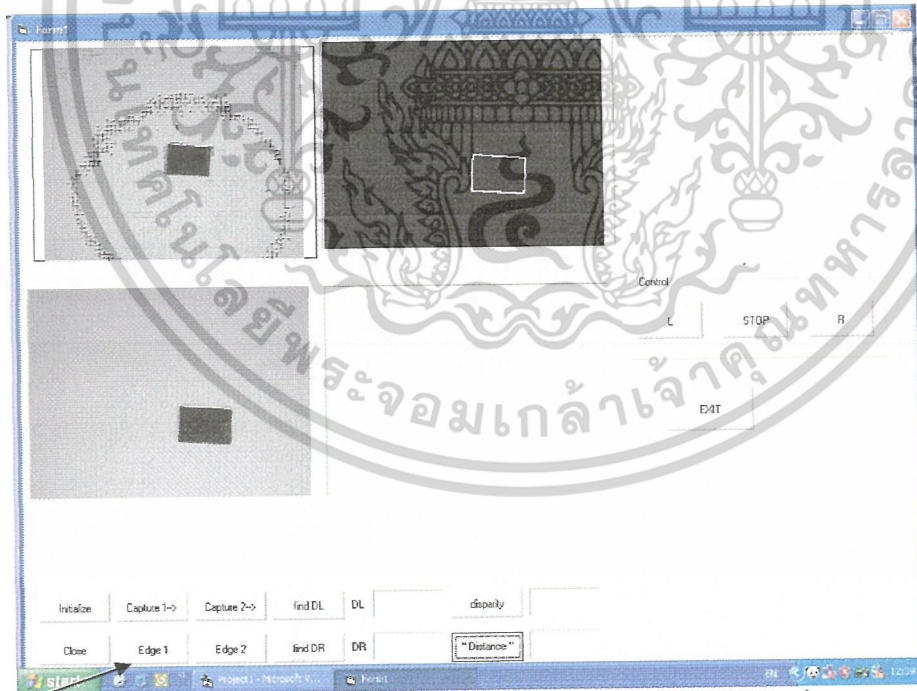


รูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการติดต่อกับกล้องที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 1 กดปุ่ม Initialize เพื่อทำการติดต่อกับกล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

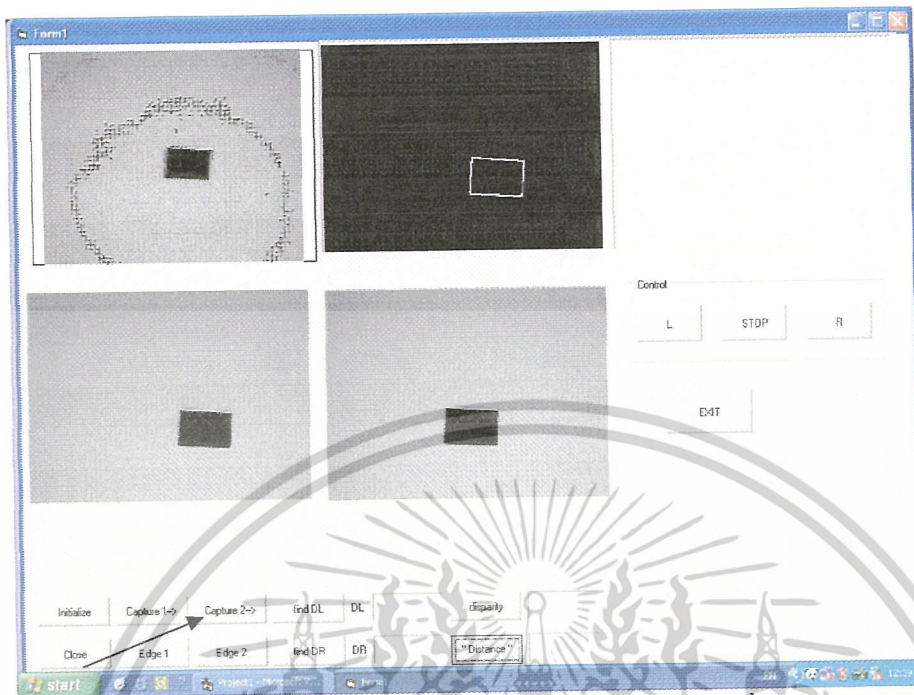


รูปที่ 4.2 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 2 กดปุ่ม Capture1 เพื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้าย

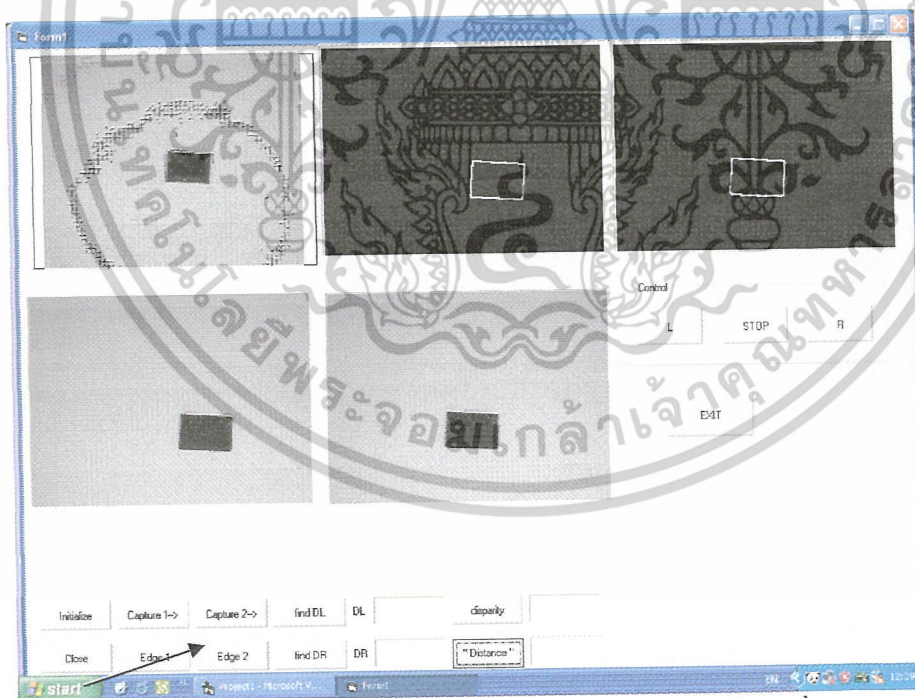


รูปที่ 4.3 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจสอบภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 3 กดปุ่ม Edge1 เพื่อทำการหาขอบภาพทางด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

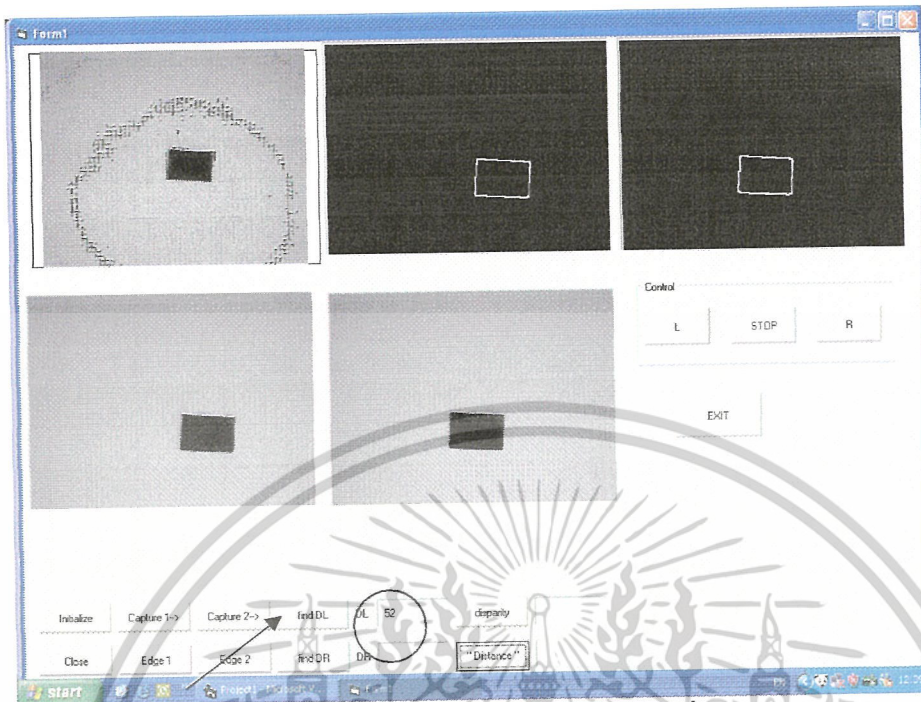


รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 4 กดปุ่ม Capture2 เพื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวา

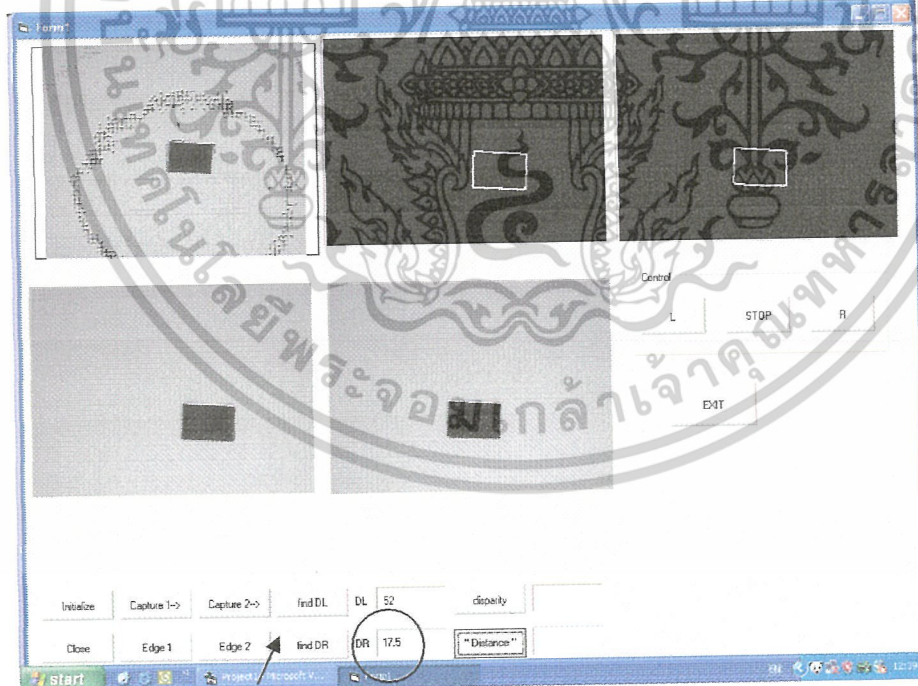


รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจหาขอบภาพทางด้านขวาที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 5 กดปุ่ม Edge2 เพื่อทำการหาขอบภาพทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

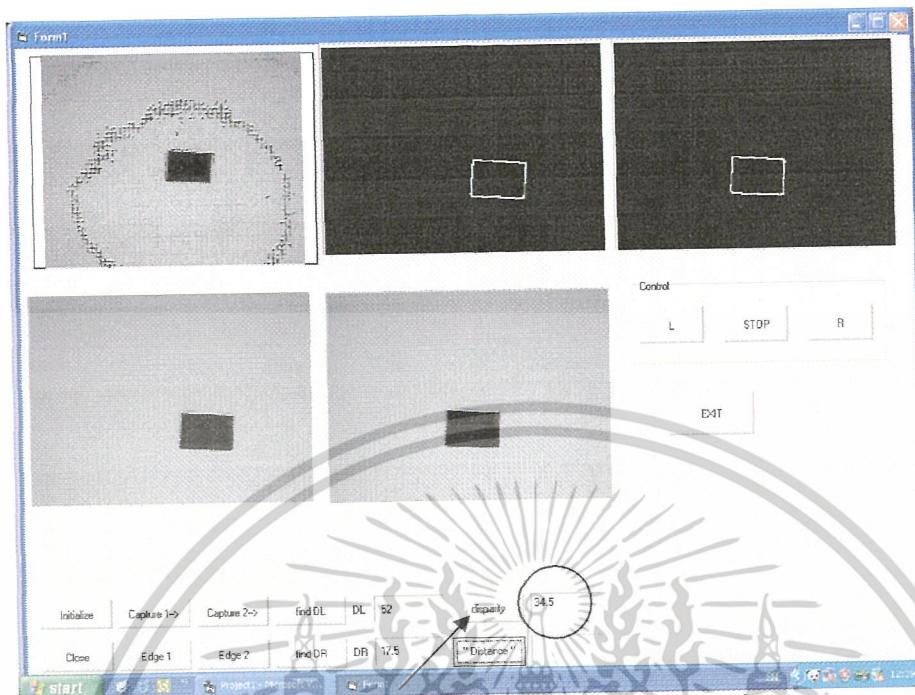


รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่า DL ที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 6 กดปุ่ม find DL เพื่อทำการหาค่า DL ซึ่งค่า DL=52

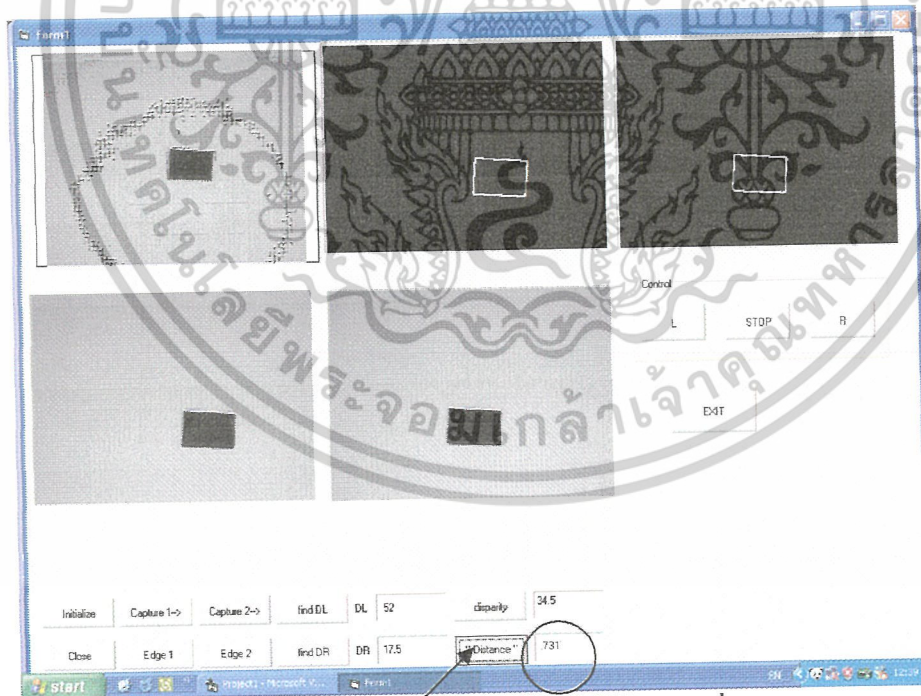


รูปที่ 4.7 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่า DR ที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 7 กดปุ่ม find DR เพื่อทำการหาค่า DR ซึ่งค่า DR=17.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



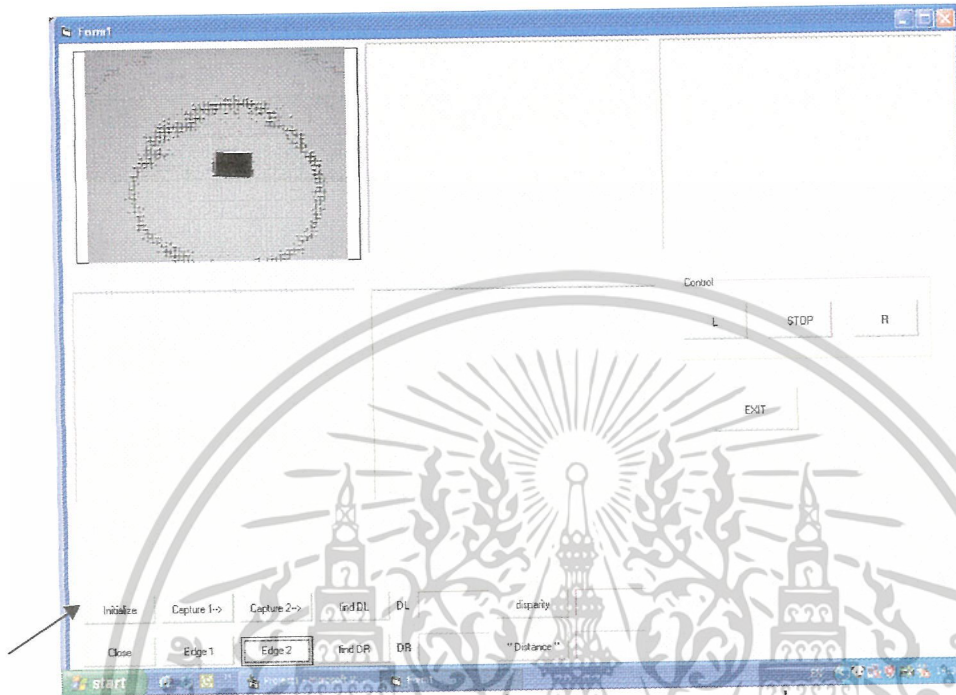
รูปที่ 4.8 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าความแตกต่างที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 8 กดปุ่ม disparity เพื่อทำการหาค่าความแตกต่าง ซึ่งค่าความแตกต่าง = 34.5



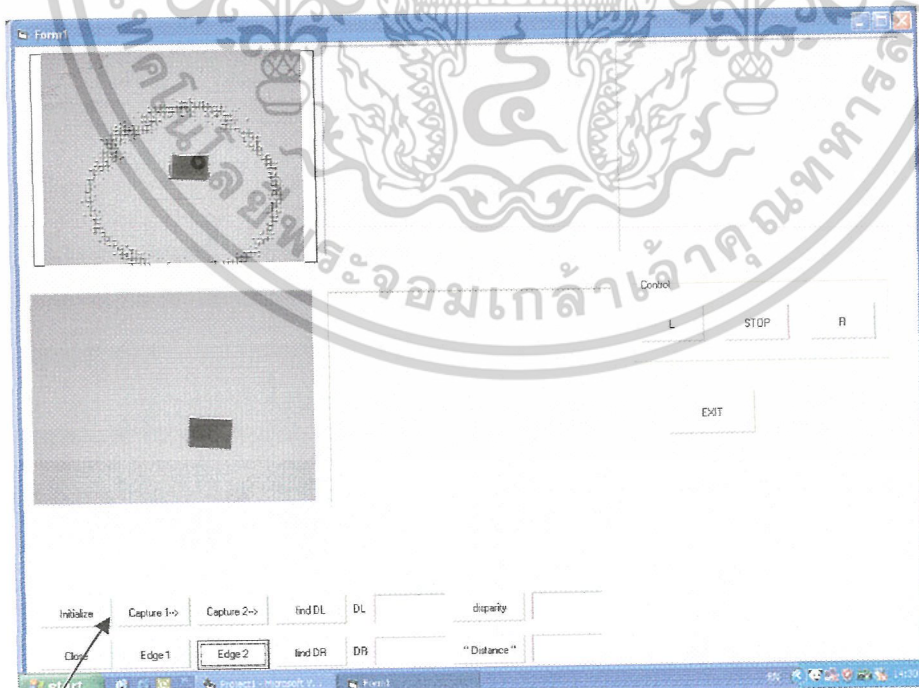
รูปที่ 4.9 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าระยะทางที่ระยะ 0.80 เมตร
ขั้นที่ 9 กดปุ่ม Distance เพื่อทำการหาค่าของระยะทาง ซึ่งค่าของระยะทาง = 0.731 เมตร
และระยะทางจริงคือ 0.80 เมตร เกิดข้อผิดพลาดเท่ากับ 0.069 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ตัวอย่างผลการทดลองที่ระยะทาง 1 เมตร มีระยะโฟกัส เท่ากับ 420



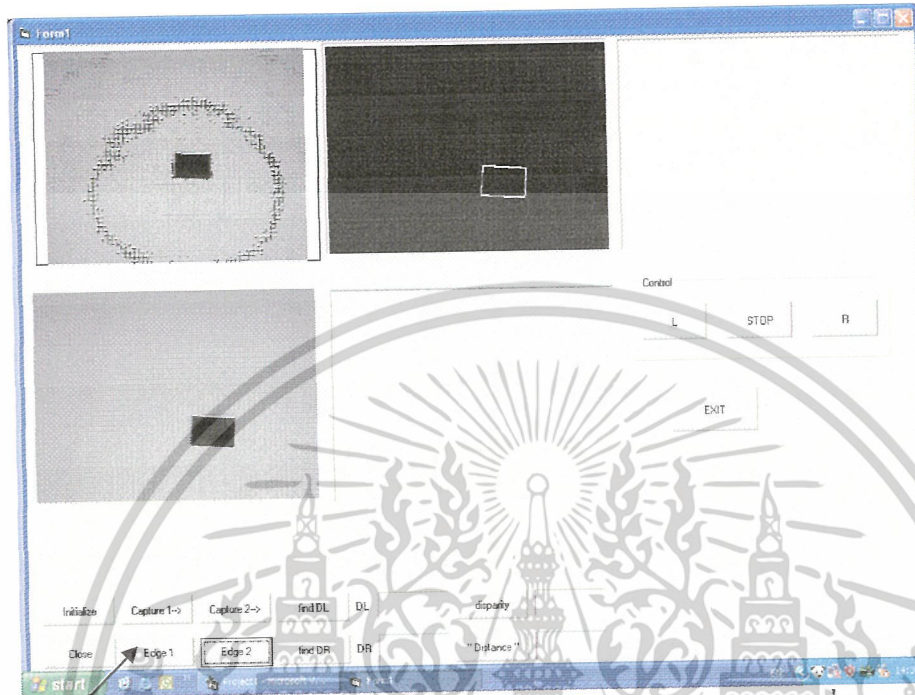
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการติดต่อกับกล้องที่ระยะ 1 เมตร
ขั้นที่ 1 กดปุ่ม Initialize เพื่อทำการติดต่อกับกล้องเว็บแคม



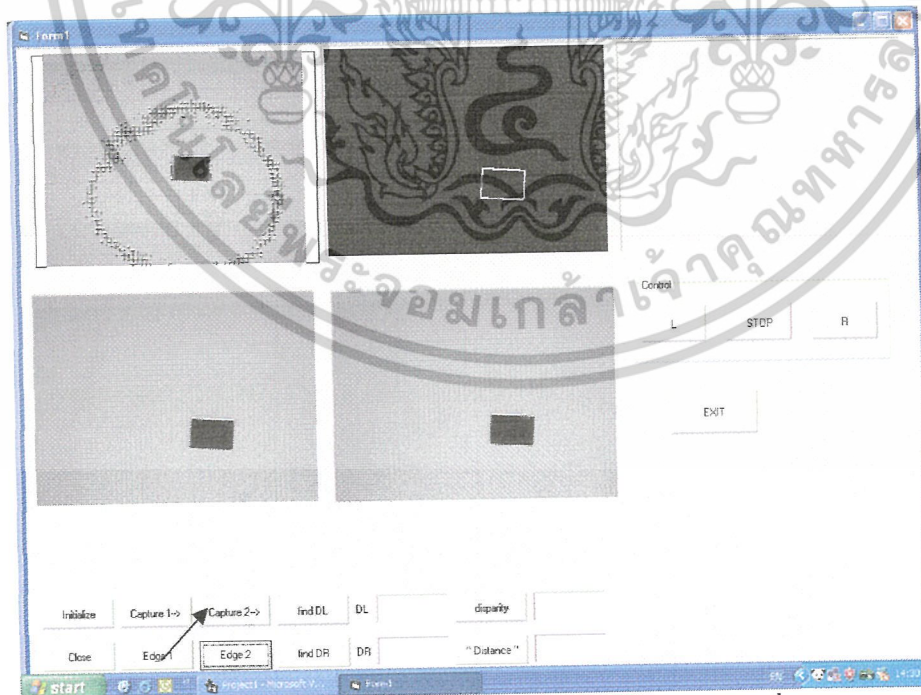
รูปที่ 4.11 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่2 กดปุ่ม Capture1 เพื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้าย



รูปที่ 4.12 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจหาขอบภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1 เมตร
ขั้นที่3 กดปุ่มEdge1 เพื่อทำการหาขอบภาพทางด้านซ้าย

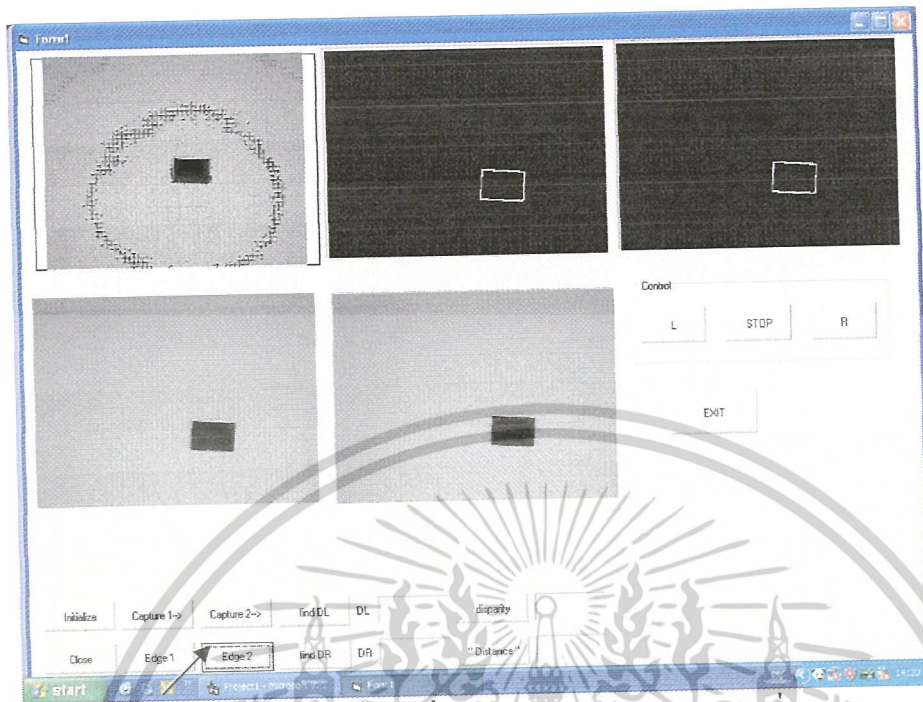


รูปที่ 4.13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1 เมตร

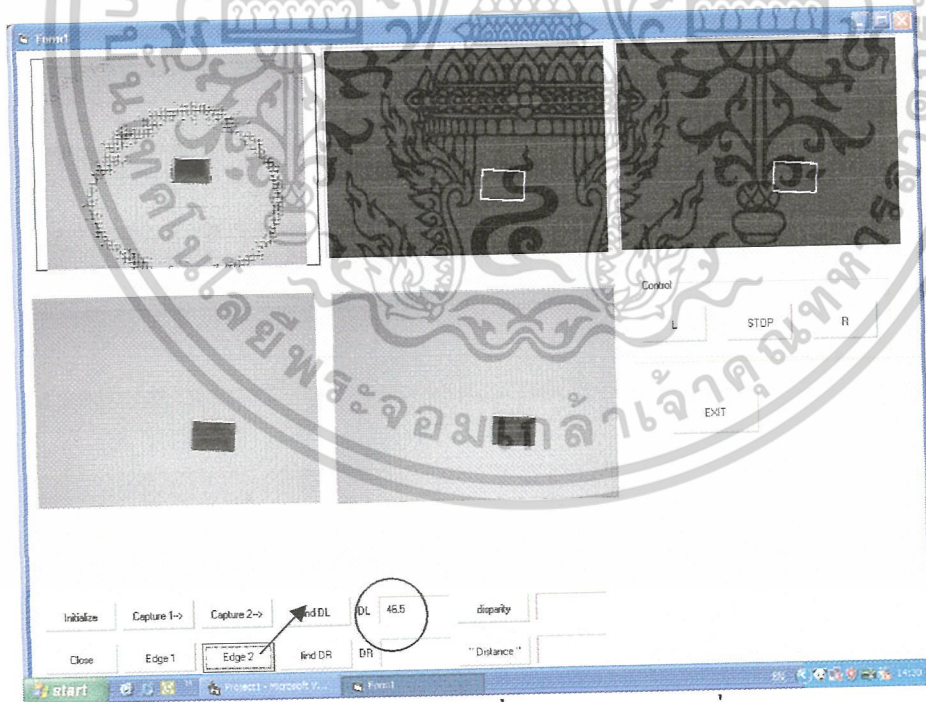
ขั้นที่4 กดปุ่ม Capture2 เพื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

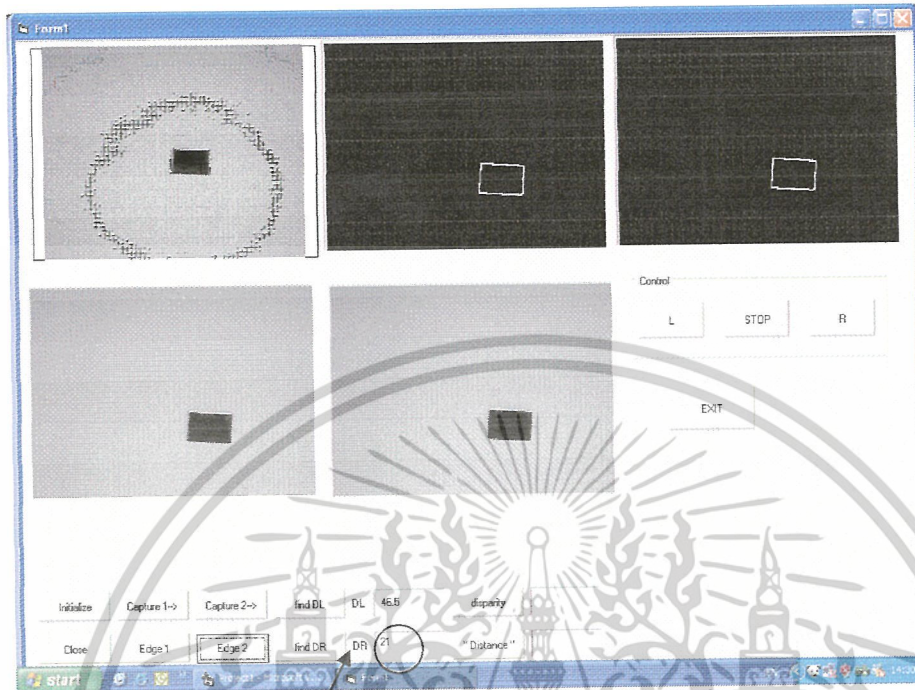


รูปที่ 4.14 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1 เมตร
ขั้นที่ 5 กดปุ่ม Edge2 เพื่อทำการหาขอบภาพทางด้านขวา

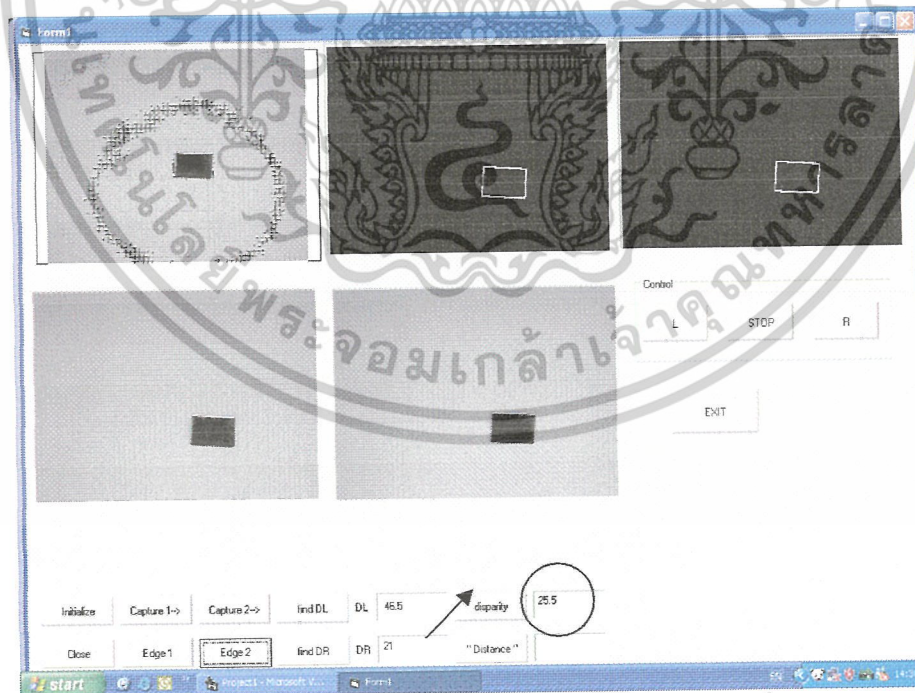


รูปที่ 4.15 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่า DL ที่ระยะ 1 เมตร
ขั้นที่ 6 กดปุ่ม find DL เพื่อทำการหาค่า DL ซึ่งค่า DL=46.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

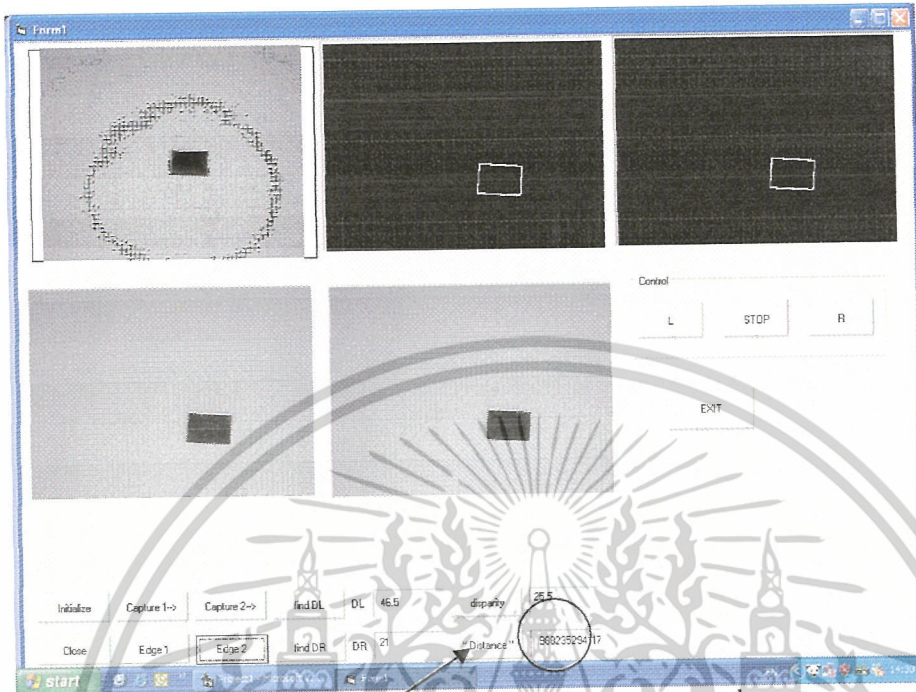


รูปที่ 4.16 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่า DR ที่ระยะ 1 เมตร
 ชั้นที่ 7 กดปุ่ม find DR เพื่อทำการหาค่า DR ซึ่งค่า DR=21



รูปที่ 4.17 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าความแตกต่างที่ระยะ 1 เมตร
 ชั้นที่ 8 กดปุ่ม disparity เพื่อทำการหาค่าความแตกต่าง ซึ่งค่าความแตกต่าง = 25.5

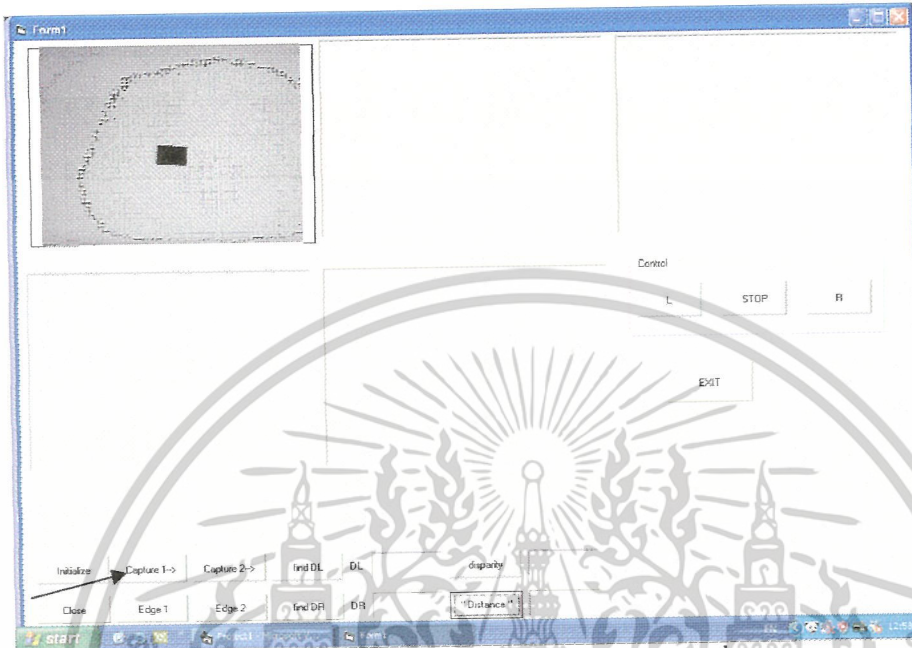
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



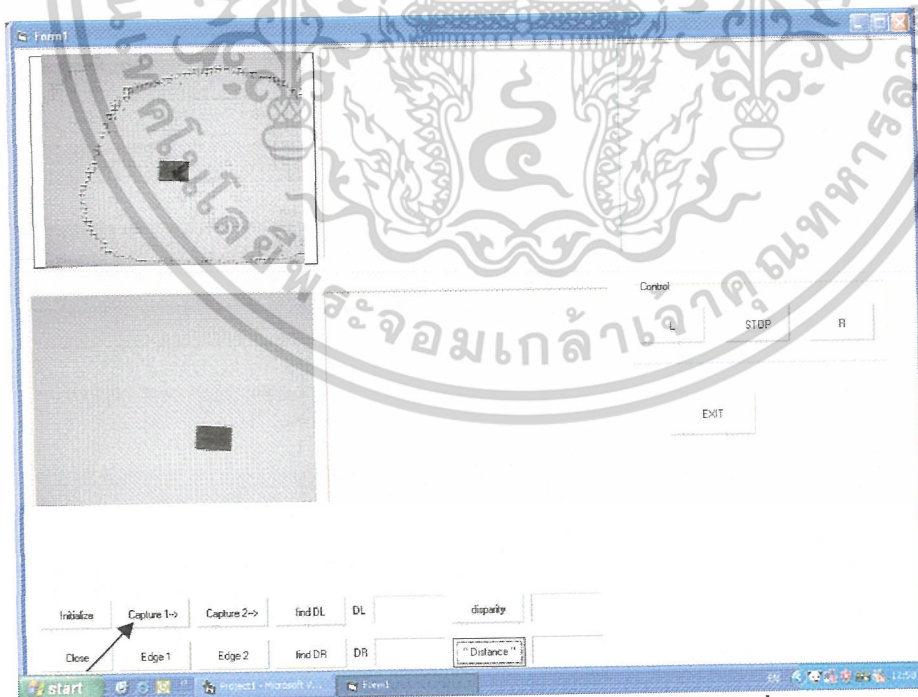
รูปที่ 4.18 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าระยะทางที่ระยะ 1 เมตร
 ขั้นที่ 9 กดปุ่ม Distance เพื่อทำการหาค่าของระยะทาง ซึ่งค่าของระยะทาง = 0.988 เมตร
 และระยะทางจริงคือ 1 เมตร เกิดข้อผิดพลาดเท่ากับ 0.012 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ตัวอย่างผลการทดลองที่ระยะทาง 1.2 เมตร มีระยะโฟกัส เท่ากับ 420



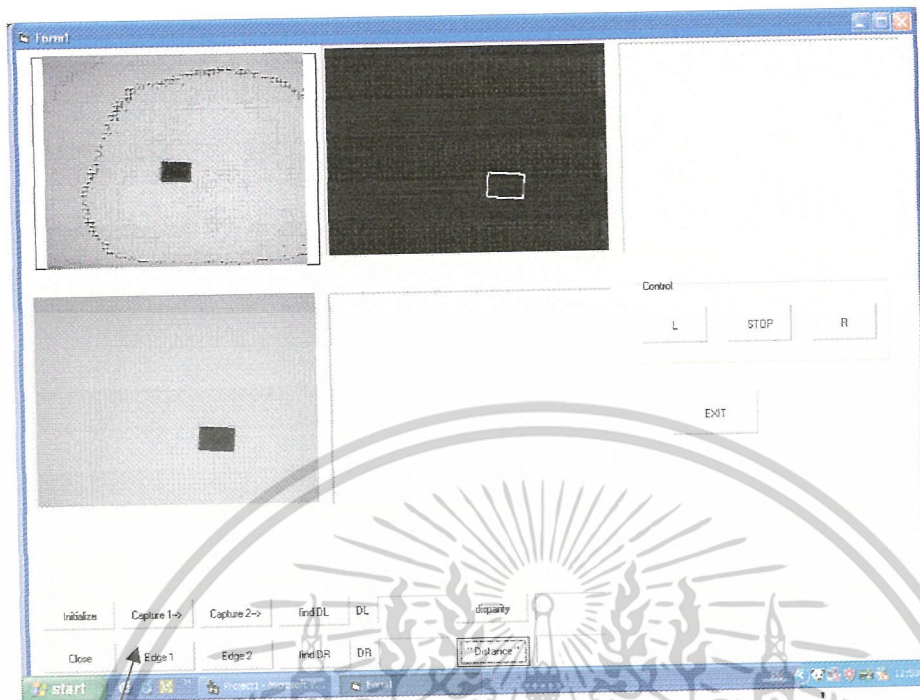
รูปที่ 4.19 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการติดต่อกับกล้องที่ระยะ 1.2 เมตร
ขั้นที่ 1 กดปุ่ม Initialize เพื่อทำการติดต่อกับเว็บแคม



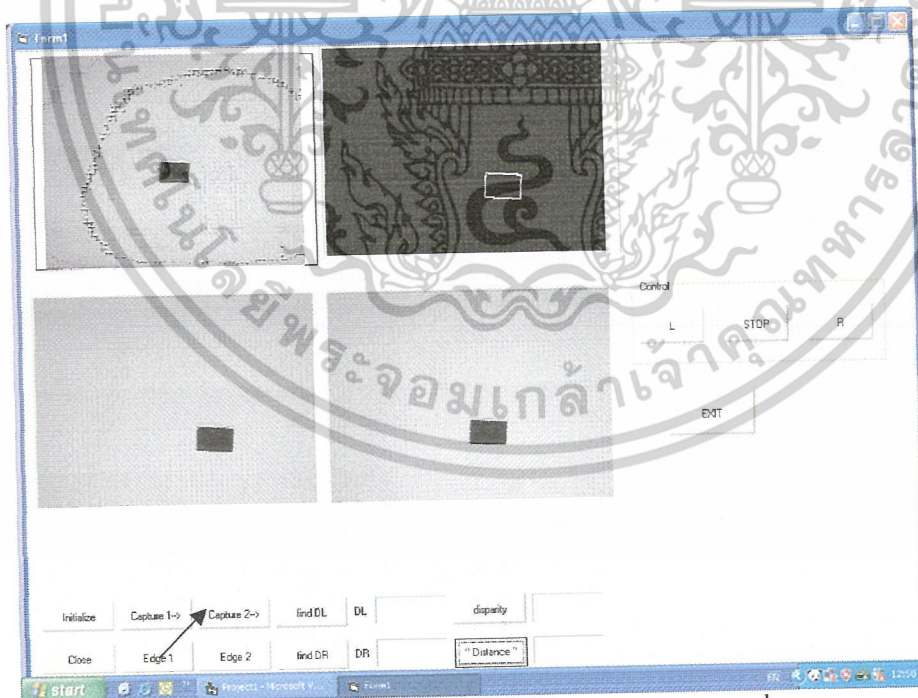
รูปที่ 4.20 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1.2 เมตร

ขั้นที่ 2 กดปุ่ม Capture1 เพื่อทำการถ่ายภาพทางด้านซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

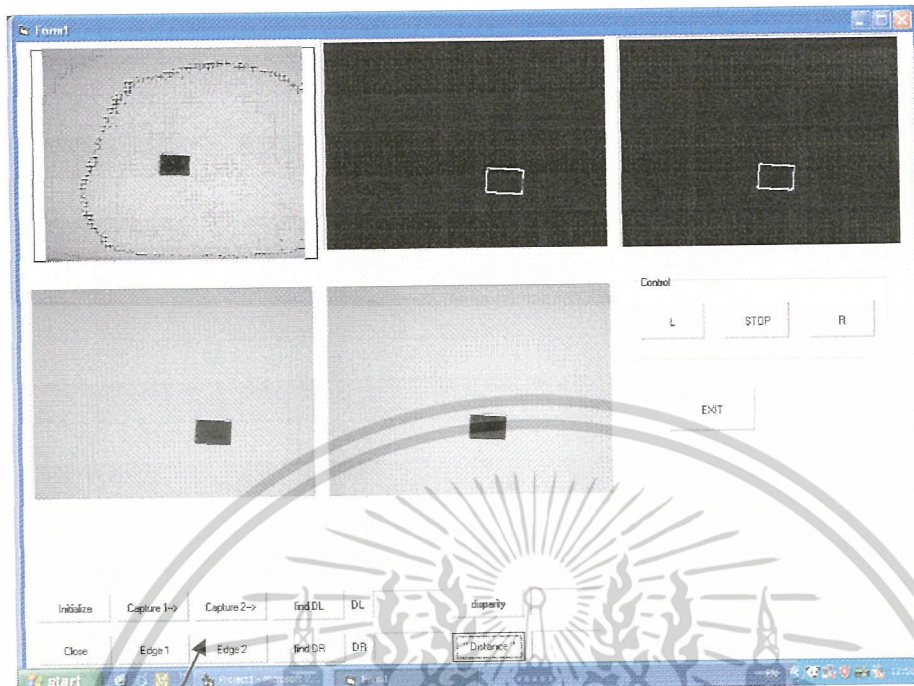


รูปที่ 4.21 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจสอบภาพทางด้านซ้ายที่ระยะ 1.2 เมตร
ขั้นที่3 กดปุ่มEdge1 เพื่อทำการหาขอบภาพทางด้านซ้าย



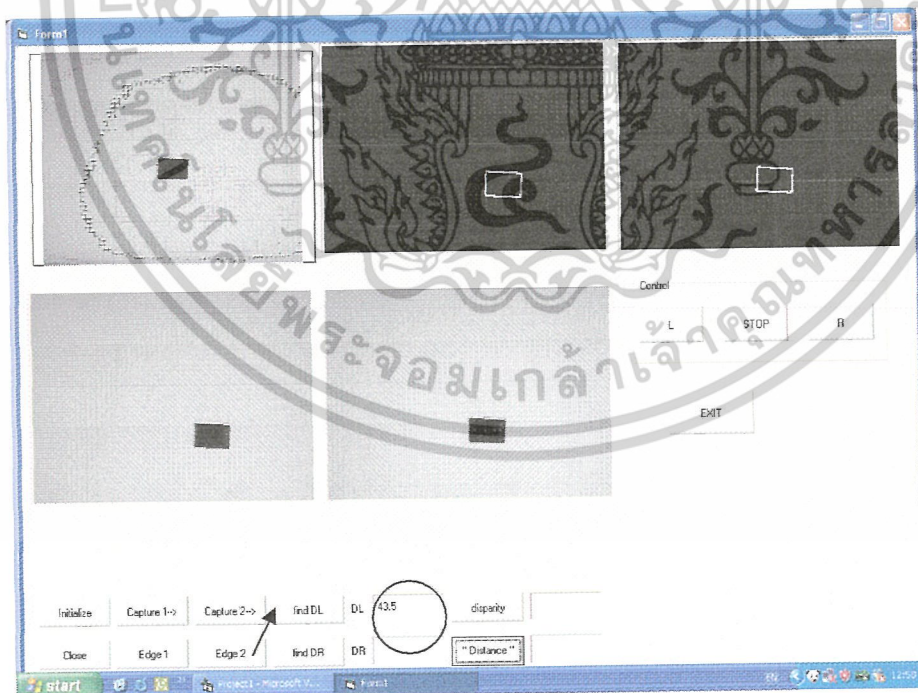
รูปที่ 4.22 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1.2 เมตร
ขั้นที่4 กดปุ่ม Capture2 เพื่อทำการถ่ายภาพทางด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการตรวจจับขอบภาพทางด้านขวาที่ระยะ 1.2 เมตร

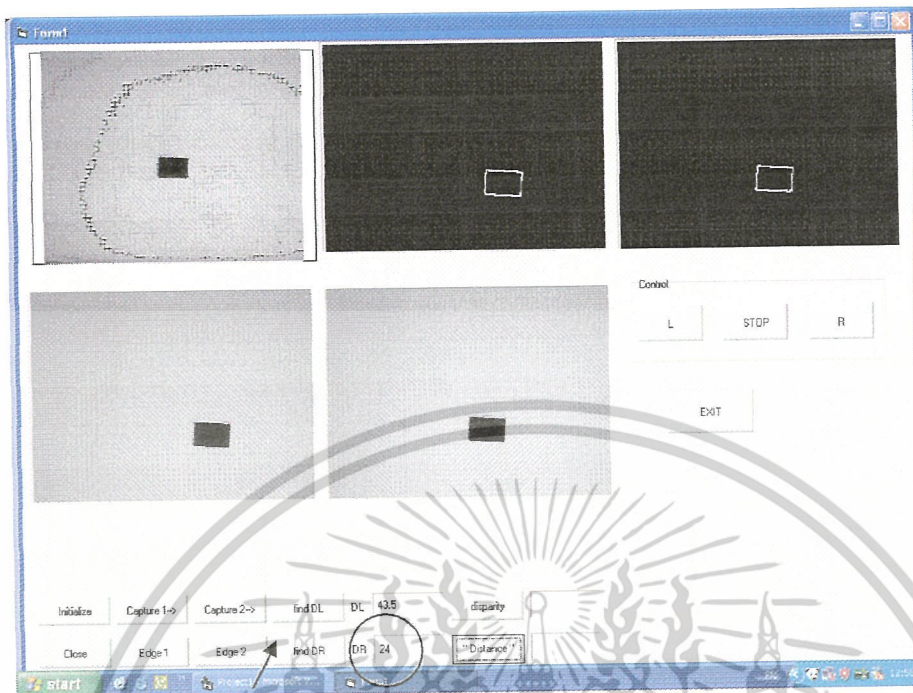
ขั้นที่ 5 กดปุ่ม Edge2 เพื่อทำการหาขอบภาพทางด้านขวา



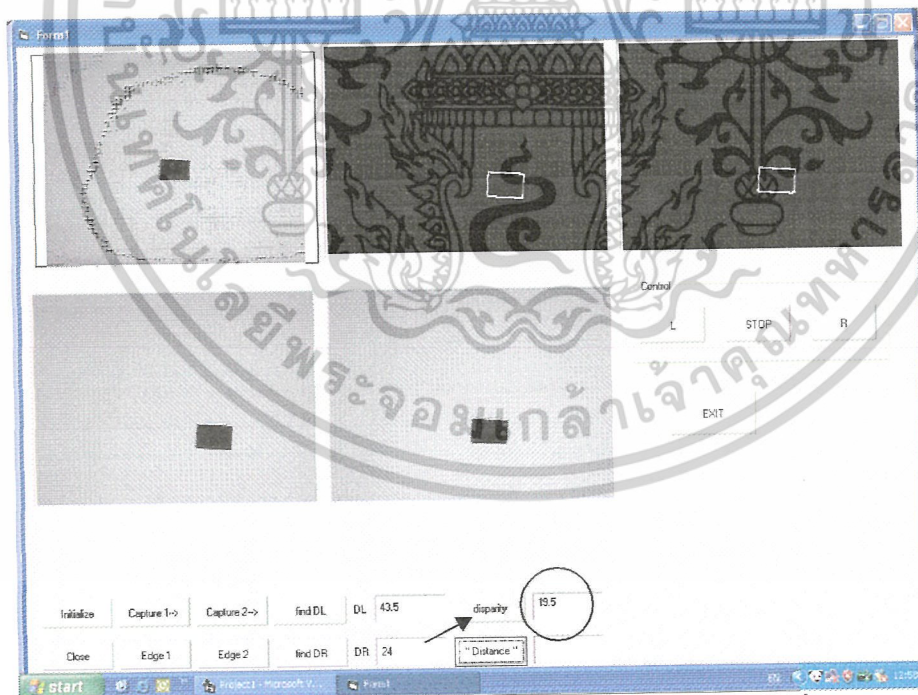
รูปที่ 4.24 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่า DL ที่ระยะ 1.2 เมตร

ขั้นที่ 6 กดปุ่ม find DL เพื่อทำการหาค่า DL ซึ่งค่า DL=43.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

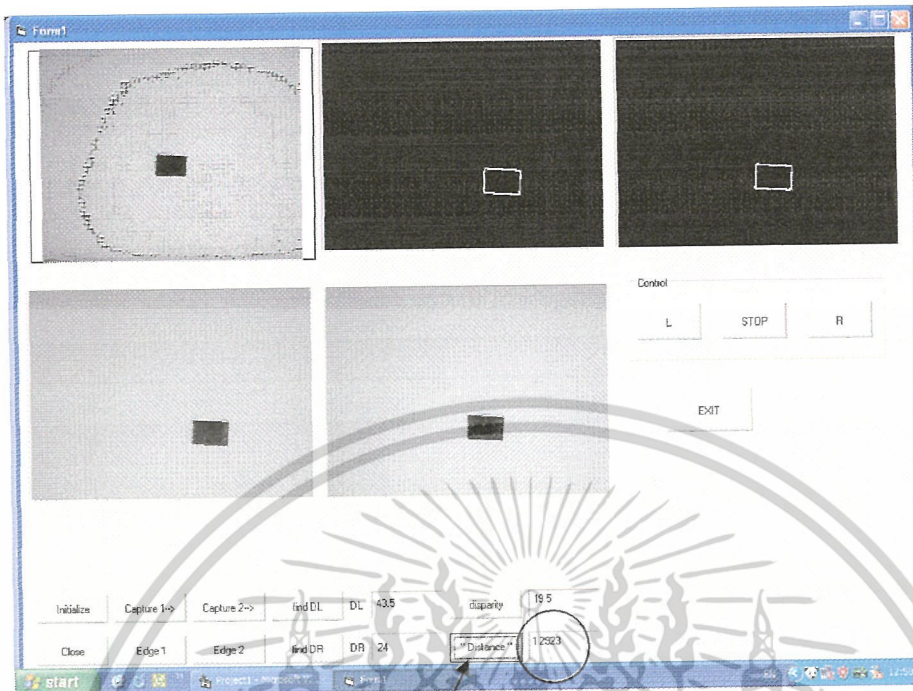


รูปที่ 4.25 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่า DL ที่ระยะ 1.2 เมตร
ขั้นที่ 7 กดปุ่ม find DR เพื่อทำการหาค่า DR ซึ่งค่า DR=24



รูปที่ 4.26 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าความแตกต่างที่ระยะ 1.2 เมตร
ขั้นที่ 8 กดปุ่ม disparity เพื่อทำการหาค่าความแตกต่าง ซึ่งค่าความแตกต่าง = 19.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 แสดงหน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการหาค่าระยะทางที่ระยะ 1.2 เมตร

ขั้นที่ 9 กดปุ่ม Distance เพื่อทำการหาค่าของระยะทาง ซึ่งค่าของระยะทาง = 1.29 เมตร
และระยะทางจริงคือ 1.2 เมตร เกิดข้อผิดพลาดเท่ากับ 0.09 เมตร

4.4 การควบคุมระยะห่างระหว่างกล้อง (baseline)

ในการทดลองนี้จะใช้กล้องเว็บแคมเพียงตัวเดียวในการถ่ายภาพทางด้านซ้ายและทางด้านขวา เพื่อแก้ปัญหาที่เราไม่สามารถปรับความยาวโฟกัสของกล้องทั้งสองให้เท่ากันได้

ในการควบคุมระยะห่างระหว่างกล้องจะทำโดยควบคุมผ่าน โปรแกรม ดังนี้



รูปที่ 4.28 แสดงหน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ตั้งกล้อง

- เมื่อกดที่ปุ่ม L กล้องจะเลื่อนไปทางซ้าย และกล้องจะหยุดเลื่อนเมื่อลิมิตสวิทช์ถูกกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเมื่อกดปุ่ม STOP

- เมื่อกดที่ปุ่ม R กล้องจะเลื่อนไปทางขวา และกล้องจะหยุดเลื่อนเมื่อลิมิตสวิทช์ถูกกด

หรือเมื่อกดปุ่ม STOP

4.5 ปัญหาที่ไ้พบจากการทดลองนี้คือ

1. เนื่องจากการทดลองครั้งนี้ได้ใช้กล้อง Web cam จึงไม่ทราบค่าความยาวโฟกัสของกล้อง ซึ่งปัญหานี้ได้แก้ไขโดยการถอยกลับจากสมการ $Z = Bf/D$
2. ปัญหาที่เกิดจากสภาพแวดล้อม ยกตัวอย่างเช่น แสง
3. ปัญหาที่เกิดจากการใช้กล้องเว็บแคม 2 ตัว เนื่องจากเราไม่สามารถปรับความยาวโฟกัสของกล้องทั้งสองให้เท่ากันได้ ปัญหานี้แก้ไขโดยการใช้กล้องเว็บแคมเพียงตัวเดียว แต่เปลี่ยนอุปกรณ์ตั้งกล้องใหม่ให้สามารถควบคุมผ่านโปรแกรมให้เลื่อนซ้ายขวาได้ ซึ่งก็คือเราจะสามารถถ่ายภาพทางด้านซ้ายและทางด้านขวาโดยใช้กล้องเพียงตัวเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

ในหนังสือฉบับนี้ ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการหาพิคค์ของวัตถุ เพื่อให้ได้ค่าพิคค์ของวัตถุที่ใกล้เคียงกับพิคค์จริงของวัตถุให้มากที่สุด โดยการใช้อัลกอริทึมที่สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการทดสอบทฤษฎีที่ได้ศึกษา ซึ่งผลการทดลองนี้ยังมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เนื่องจากปัญหาสภาพแวดล้อม เช่น แสง มีผลทำให้เกิดเงาจึงเกิดข้อผิดพลาดในการทำเรด โพลด์เพื่อแยกภาพวัตถุออกจากภาพ พื้นหลัง ซึ่งส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์ภาพในการประมวลผลเพื่อหาพิคค์ของวัตถุ

ข้อเสนอแนะในการทดลองครั้งนี้ ได้แก่ ควรจัดสภาพแวดล้อมของวัตถุที่ต้องการหาพิคค์ให้มีปริมาณแสงที่เหมาะสม และควรใช้กล้องที่บอกค่าความยาวโฟกัสในการทดสอบ

ดังนั้นแล้วการสรุปผลการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่าการใช้อัลกอริทึมนี้จะเป็นหนทางที่ช่วยในการหาพิคค์ของวัตถุได้ ทั้งนี้การหาพิคค์ของวัตถุจะได้ผลดีก็ต่อเมื่อมีการปรับปรุงอัลกอริทึมให้มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น และรวมทั้งการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

- [1] J. A. loimonos, I. Weiss, and A. Bandyopadhyay, "Active Vision," **Proceedings: First International Conference on Computer Vision**, pp. 35-54, June, 1987.
- [2] D.H., Ballard and C.M. Brown, "Principles of Animate Vision," **Computer Vision, Graphics, and Image Processing (CVGIP)**, vol. 56, no. 1, pp. 3-21, July, 1992.
- [3] R. Bajcsy, "Active Perception." **Proceedings of the IEEE**, vol. 76, no. 8, pp. 996-1005, August, 1988.
- [4] W.N. Klarquist, **FOVEA: A Foveaid Vergent Active Stereo System for Dynamic Three-Dimensional Scene Recovery**, PhD Dissertation, The University of Texas at Austin pp. 887-910, 1996.
- [5] R.C. Bones and H.H. Baker, "Epipolar-Plane Image Analysis: A Technique for Analyzing Motion Sequences," pp. 746-795
- [6] Xu, G.S. Tsuji, and M. Asada, "A Motion Stereo Method Based on Coarse-& Fine Control Strategy," **PAMI**, vol. 9, no. 3, pp. 332-336, March, 1987.
- [7] L. Nhtthies, T. Kanade, and R. Szeliski, "Kalman Filter-based Algorithms for Estimating Depth from Image Sequences," **International Journal of Computer Vision**, vol. 3, pp. 209-236, 1989.
- [8] M. Okutomi and T. Kanade, "A Multiple-Baseline Stereo," **PAMZ**, vol. 15, no. 4, pp. 353-363, April, 1993.
- [9] W.E.L. Grimson, **From Images to Surface : A Computational Study of the Human Early Vision System**, MIT Press, Cambridge pp. 246-301, 1981.
- [10] T.Chen, W.N.Klarquist, and A.C. Bovik, "Stereo Vision using Gabor Wavelets," **Proceedings: IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation**, pp. 13-17, 1994.
- [11] <http://www.dis.uniroma1.it/~iocchi/stereo/triang.html>
- [12] <http://www.ai.sri.com/~konolige/svs/disparity.html>
- [13] ยุทธนา ลีลาสวัณกุล, "คู่มือการเขียนโปรแกรมวินโดวส์ขั้นสูงด้วย Visual C++", หน้า 152-180

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้