ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก

FINGER TRACKING SYSTEM FOR LOW COST TOUCH SCREEN

H004773

กฤตยา โชติกเสถียร
ปิยนันท์ ศรีเกตุ

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ณฐพล พันธุวงศ์

ว161
ก 2168
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....04773
วัน,เดือน,ปี.....8 ก.ค. 2551

b.11976263
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FINGER TRACKING SYSTEM FOR LOW COST TOUCH SCREEN

KRITTAYA CHOTIKASATHIEN

PIYANUN SRIKET

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2/2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2008

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ประจำปีการศึกษา 2550

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก

FINGER TRACKING SYSTEM FOR LOW COST TOUCH SCREEN

ผู้จัดทำ

1. นางสาวกฤตยา โชติกเสถียร รหัสประจำตัว 47070060

2. นางสาวปิยนันท์ ศรีเกตุ รหัสประจำตัว 47070082

.....**อาจารย์ที่ปรึกษา**

(อาจารย์ ณฐพล พันธุวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	ระบบการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก
นักศึกษา	นางสาวกฤตยา โชติกเสถียร รหัสนักศึกษา 47070060
	นางสาวปิยนันท์ ศรีเกตุ รหัสนักศึกษา 47070082
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2550
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ณฐพล พันธุวงศ์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอระบบติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก โดยใช้กล้องเว็บแคม (Webcam) จำนวนหนึ่งตัวเพื่อทำการรับข้อมูลภาพ แล้วนำข้อมูลนั้นมาคำนวณหาตำแหน่งนิ้วมือที่ชี้อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ ในการพัฒนาใช้หลักการและวิธีการทางด้านการประมวลผลภาพมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ โดยมีขั้นตอนการทำงานของระบบเริ่มจากทำการเปลี่ยนแปลงรูปภาพที่รับเข้ามาให้สามารถประมวลผลได้ง่ายขึ้น โดยการใช้วิธีการของโฮโมกราฟฟีเพื่อทำการแก้ไขรูปภาพที่ผ่านการแปลงเชิงภาพฉาย หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพว่านิ้วมืออยู่ในบริเวณที่ถือว่าเป็นการสัมผัสหน้าจอหรือไม่ หากนิ้วมืออยู่ในบริเวณที่สัมผัสหน้าจอก็จะนำรูปภาพมาคำนวณหาตำแหน่งของนิ้วมือในรูปภาพ แล้วทำการคำนวณหาตำแหน่งของนิ้วมือที่แท้จริงบนจอภาพ โดยโปรแกรมจะทำการจับภาพแบบไม่ต่อเนื่อง และนำเอาข้อมูลตำแหน่งของนิ้วมือที่ได้ทั้งหมดมาทำการสังเคราะห์เส้นที่ตรงกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ โปรแกรมที่นำเสนอนั้นถูกพัฒนาด้วยภาษาซีพลัสพลัส (C++) การพัฒนาส่วนของการประมวลผลภาพจะทำงานร่วมกับไลบรารี OpenCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Finger Tracking System for Low Cost Touch Screen	
Student	Miss Krittaya Chotikasathien	Student ID 47070060
	Miss Piyanun Sriket	Student ID 47070082
Degree	Bachelor of Science	
Programme	Information Technology	
Academic Year	2007	
Advisor	Mr. Natapon Pantuwong	

ABSTRACT

This project proposes a finger tracking system for low cost touch screen. By using a single webcam, the sequence of images could be captured and then analyzed for the position of the finger on the computer's screen. In this project we use the fundamentals of image processing to analyze the image. In the first step, because the captured image is distorted by the perspective projection so we use homography technique to enhance it. After that, we validate the picture to identify the boundary of the finger touch. If it is in the boundary of touch, the picture is calculated to find the position of the finger and use this position to calculate the corresponding position on the computer's screen. And use the position of the finger in the image to synthesis the continuous line that corresponding to the motion of the finger. We used C++ language with openCV library to develop our program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ณฐพล พันธุวงศ์ ที่ให้การสนับสนุนช่วยเหลือ ให้ความรู้ คำแนะนำที่ดี ในการปฏิบัติงาน ตลอดจนแนวความคิดต่างๆ รวมทั้ง ช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และช่วยตรวจแก้ไขรายงานจนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่าน ที่สั่งสอนให้ความรู้ทางด้านต่างๆ และคอยให้คำปรึกษาชี้แนะโดยตลอด

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่คอยให้บริการอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ และสถานที่ในการทำโครงงานนี้

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อนๆ คณะวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อนๆ คณะวิทยาศาสตร์ ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและให้กำลังเป็นอย่างดี

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในด้านต่างๆ อีกทั้งเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

กฤตยา โชติกเสถียร

ปิยนันท์ ศรีเกตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงาน 2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ความรู้เบื้องต้นทางด้านเทคนิคการประมวลผลภาพ 4

2.1.1 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ 4

2.1.2 กลุ่มของกระบวนการประมวลผลภาพ 5

2.1.3 ระบบการประมวลผลภาพ 6

บทที่ 3 เทคนิคและหลักการที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 8

3.1 การกำจัดข้อมูลส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวนภาพ (Noise reduction) 8

3.1.1 Smoothing Filter 8

3.2 โฮโมกราฟฟี (Homagraphy) 10

3.3 กระบวนการในการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของรูปภาพ

(Morphological Image Process) 14

3.3.1 ไดเลชัน (Dilation) 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2 อีลอชัน (Erosion) 17
3.3.3 การเปิดช่องว่าง (Opening) 20
3.3.4 การปิดช่องว่าง (Closing) 20
3.4 วิธีการหาขอบภาพ (Edge detection method) 21
3.4.1 Canny Edge Detection Algorithm 22
3.5 รูปภาพดิจิตอล (Digital Image) 24
3.5.1 รูปภาพขาวดำ (Binary Image) 24
3.5.2 รูปภาพระดับเทา (Gray level image) 25
3.5.3 รูปภาพสี (Color Image) 26
3.6 การแปลงรูปภาพสี RGB ให้เป็นรูปภาพสีแบบอื่น (RGB Conversion) 27
3.6.1 การแปลงรูปภาพสีแบบ RGB ให้เป็นรูปภาพระดับเทา 27
3.7 การตัดส่วนรูปภาพด้วยระดับช่วง (Image Segmentation by Threshold) 28

บทที่ 4 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 30
4.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) 30
4.2 ยูสเคสดิสคริพชั่น (Use Case Description) 31
4.2.1 ยูสเคส Calculate Homography Matrix 31
4.2.2 ยูสเคส Multiply picture with matrix 32
4.2.3 ยูสเคส Show Display 33
4.2.4 ยูสเคส Calculate finger point 34
4.2.5 ยูสเคส Calculate display point 34
4.2.6 ยูสเคส Calculate display point 35
4.3 ผังงาน (FlowChart) 36
4.4 แอกทิวิตี้ไดอะแกรม (Activity Diagram) 38
4.4.1 รับภาพหน้าจอเพื่อคำนวณหาโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ 39
4.4.2 รับภาพที่มีนิ้วมือแสดงอยู่บนหน้าจอเพื่อนำมาคำนวณกับ
โฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4.3 นำภาพที่มีมุมมองตามที่ต้องการมาวิเคราะห์และแสดงผล 50
4.5 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram) 52

บทที่ 5 ผลการทดลอง 53
5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 53
5.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ 53
5.1.2 กล้องเว็บแคม 53
5.1.3 ปลอกนิ้วตรวจสอบการสัมผัส 54
5.1.4 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 54
5.2 การทดลอง 56
5.2.1 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถติดต่อกับกล้องเว็บแคม และสามารถแสดงผลได้ 56
5.2.2 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถทำโฮโมกราฟฟีได้ 58
5.2.3 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถวิเคราะห์หาตำแหน่งของปลายนิ้วมือ และทำการแสดงผลออกมาเป็นจุดได้ 58
5.2.4 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถวาดรูปอย่างต่อเนื่องได้ตามที่ต้องการหรือไม่ 60

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 62
6.1 สรุปผลการทดลอง 62
6.2 สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข 62
6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในอนาคต 63

บรรณานุกรม 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate Homography Matrix 31
4.2 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Multiply picture with matrix.....32
4.3 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Show Display.....33
4.4 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate finger point 34
4.5 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate display point 34
4.6 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate display point 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การแปลงข้อมูลภาพจาก Optical form ไปยัง Digital form 4

2.2 การแบ่งกระบวนการประมวลผลภาพออกเป็นกลุ่มย่อย 5

2.3 ส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบการประมวลผลภาพ 7

3.1 ตัวอย่างของ Smoothing Filter....8

3.2 ตัวอย่างของการทำ Smoothing filter....9

3.3 ตัวอย่างการนำเอา Smoothing Filter ไปใช้ประโยชน์....9

3.4 แบบจำลองการสร้างภาพด้วยกล้อง....10

3.5 แสดงตัวอย่างการทำโฮโมกราฟฟี....13

3.6 การเพิ่มขนาดของวัตถุ....14

3.7 (ก) Structuring Element ที่เป็นเซตของจุดติดกัน 4 จุด (ข) Structuring Element ที่เป็นเซตของจุดติดกัน 8 จุด....14

3.8 กระบวนการทำไดเลชันในรูปภาพขาวดำ....15

3.9 กระบวนการทำไดเลชันในรูปภาพระดับเทา....17

3.10 การลดขนาดของวัตถุ....17

3.11 กระบวนการทำอีลอชันในรูปภาพขาวดำ....19

3.12 การทำ Opening....20

3.13 การทำ Closing....21

3.14 รูปแบบการเก็บข้อมูลของรูปภาพดิจิตอล....24

3.15 รูปภาพขาวดำ....24

3.16 การเก็บข้อมูลของรูปภาพขาวดำ....25

3.17 การไล่สีตั้งแต่สีดำ สีเทา และสีขาวของรูปภาพระดับเทา....25

3.18 การเก็บข้อมูลของรูปภาพระดับเทา....26

3.19 ตัวอย่างรูปภาพระดับเทา....26

3.20 รูปแบบ RGB....27

3.21 การเก็บข้อมูลแบบ RGB....27

3.22 (ก) รูปภาพระดับเทาก่อนทำการตัดส่วน (ข) รูปภาพหลังจากทำการตัดส่วน....29

4.1 แสดงยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.2 แสดงผังงาน (FlowChart) ของระบบ 37
4.3 แสดงแอกทิวิติไดอะแกรมของการคำนวณหาโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ 39
4.4 แสดงการแบ่งส่วนของรูปภาพที่รับเข้ามาออกเป็น 4 ส่วน 39
4.5 แสดงการหาจุดทั้งหมด 8 จุด 40
4.6 แสดงการสร้างเส้นตรง 4 เส้น 40
4.7 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านบนเป็นจุดที่ 1 41
4.8 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านซ้ายเป็นจุดที่ 2 41
4.9 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านล่างเป็นจุดที่ 3 42
4.10 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านขวาเป็นจุดที่ 4 42
4.11 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านบนเป็นจุดที่ 5 43
4.12 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านซ้ายเป็นจุดที่ 6 43
4.13 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านล่างเป็นจุดที่ 7 44
4.14 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านขวาเป็นจุดที่ 8 44
4.15 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 1 กับ จุดที่ 5 45
4.16 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 2 กับ จุดที่ 6 45
4.17 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 3 กับ จุดที่ 7 46
4.18 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 4 กับ จุดที่ 8 46
4.19 แสดงการหาจุดมุมทั้งสี่ ซึ่งเกิดจากการตัดกันของเส้นตรง 47
4.20 แสดงจุดมุมซ้ายบนที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 1 กับเส้นที่ 2 47
4.21 แสดงการหาจุดมุมขวาบน ที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 1 กับเส้นที่ 4 48
4.22 แสดงการหาจุดมุมซ้ายล่าง ที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 2 กับเส้นที่ 3 48
4.23 แสดงการหาจุดมุมขวาบน ที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 3 กับเส้นที่ 4 49
4.24 แสดงแอกทิวิติของการนำรูปภาพมาคูณกับโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ 49
4.25 แสดงแอกทิวิติของการวิเคราะห์ คำนวณและแสดงผล 50
4.26 แสดงคลาสไดอะแกรม 52
5.1 CREATIVE WEBCAM LIVE! CAM VIDEO IM PRO 800 X 600 53
5.2 ลักษณะของปลอกนิ้วที่ใช้ในการตรวจสอบระยะสัมผัส 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.4 หน้าจอเมื่อทำการกดปุ่ม Set View 57
5.5 หน้าจอเมื่อทำการกดปุ่ม Stop Set View 57
5.3 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม 56
5.6 หน้าจอเมื่อทำการกดปุ่ม Create_Homo 58
5.7 แสดงให้เห็นรูปภาพหน้าจอที่มีนิ้วมือชี้อยู่ก่อนการทำโฮโมกราฟฟี 59
5.8 แสดงให้เห็นรูปที่ 5.7 เมื่อผ่านการทำโฮโมกราฟฟีแล้ว5.7 59
5.9 แสดงผลเป็นจุดบนหน้าต่างการแสดงผล ณ ตำแหน่งที่นิ้วชี้อยู่ 60
5.10 ภาพขณะกำลังวาดรูปที่รับจากกล้องเว็บแคม 60
5.11 ภาพที่ปรากฏบนหน้าจอโปรแกรมเมื่อวาดเสร็จ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีจอภาพแบบสัมผัสนั้นได้ถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่นำมาใช้ในลักษณะของงานที่ช่วยผู้ที่มีปัญหาในการใช้อุปกรณ์นำเข้าแบบจับต้องได้ เช่น แป้นพิมพ์, เมาส์ โดยนิยมใช้ในการทำสื่อนำเสนอกิจกรรมต่างๆ (Information kiosk) หรือการนำมาใช้ป้อนข้อมูลให้กับระบบต่างๆ เช่น ระบบการวาดภาพหรือระบบการคิดคำนวณค่าบริการ โดยจอภาพแบบสัมผัสนี้ทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

แต่เนื่องจากจอภาพแบบสัมผัสมีราคาสูง จึงทำให้เกิดแนวคิดที่จะพัฒนาจอภาพแบบสัมผัสราคาถูกขึ้น โดยได้เล็งเห็นเทคโนโลยีกล้องเว็บแคม (Webcam) ซึ่งเป็นอีกเทคโนโลยีหนึ่งที่เป็นที่นิยมเนื่องจากมีราคาที่ไม่สูงมากนัก และยังสามารถนำมาใช้งานได้อย่างหลากหลาย จึงได้นำกล้องเว็บแคมมาประยุกต์ใช้กับเทคนิคทางด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อใช้ในการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก โดยจะใช้กล้องเว็บแคมในการจับภาพนิ้วมือที่ชี้อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลรูปภาพ แล้วนำข้อมูลรูปภาพนั้นมาเข้าสู่กระบวนการประมวลผลภาพ จากนั้นดูผลลัพธ์ที่ได้ว่าสามารถติดตามนิ้วมือได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ เช่น การลากเส้นเป็นชื่อผู้จัดทำ การวาดรูปต่างๆ เป็นต้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของโครงงาน

ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ในการศึกษาโครงงานนี้คือเพื่อทำการศึกษาและพัฒนาเทคนิคทางด้านการประมวลผลภาพ ประยุกต์กับการใช้เทคโนโลยีกล้องเว็บแคม เพื่อพัฒนาให้เกิดจอภาพแบบสัมผัส โดยสามารถสรุปวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบจอภาพแบบสัมผัสโดยใช้จอภาพธรรมดาและกล้องเว็บแคม
2. เพื่อศึกษาและพัฒนาเทคนิคการติดตามนิ้วมือ เพื่อสร้างจอภาพแบบสัมผัสราคาถูกที่สามารถใช้งานได้จริง โดยใช้กล้องเว็บแคมในการติดตามนิ้วมือ ประยุกต์กับเทคนิคทางด้านการประมวลผลภาพ
3. เพื่อศึกษาเทคนิคทางด้านการประมวลผลภาพ ได้แก่ วิธีการคำนวณจุดที่ตรงกันบนระนาบสองระนาบ (Homography), การปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ (Image enhancement) และการวิเคราะห์รูปภาพ (Image analysis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในโครงงาน

วิธีการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก ลักษณะที่ใช้ในการติดตามนิ้วมือจะใช้กล้องเว็บแคมจำนวนหนึ่งตัวในการติดตามการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ และทำการจับภาพออกมาเพื่อให้ได้ข้อมูลรูปภาพในการนำไปเข้าสู่เทคนิคทางด้านการประมวลผลภาพ เพื่อจัดการรูปภาพที่ได้มาให้อยู่ในรูปแบบที่ง่ายและสะดวกต่อการนำมาคำนวณและเปรียบเทียบรูปภาพสองภาพ เพื่อหาผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ตามลักษณะการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ โดยสามารถทำได้โดยการนำรูปภาพที่ได้จากการจับภาพของกล้องเว็บแคม ซึ่งกล้องเว็บแคมจะตั้งอยู่ทางด้านข้างของผู้ที่ใช้งาน เมื่อกล้องเว็บแคมจับภาพแล้ว จะได้ภาพออกมาในลักษณะที่จุดมุมของรูปภาพไม่ตรงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์จริงๆ จึงต้องนำรูปภาพที่ได้มาเข้าวิธีการคำนวณจุดที่ตรงกันบนระนาบสองระนาบ (Homography) เพื่อให้ได้รูปภาพที่มีลักษณะตรงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อง่ายต่อการนำรูปภาพไปหาตำแหน่งของนิ้วมือที่ชี้อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยจะตรวจสอบว่านิ้วมือของผู้ใช้นั้นอยู่ในระยะที่สัมผัสหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือยัง เมื่ออยู่ในระยะที่สัมผัสหน้าจอคอมพิวเตอร์แล้ว ผู้ใช้งานก็จะทำการกดปุ่มที่ติดอยู่บริเวณนิ้วมือ เพื่อเริ่มต้นการวาด จากนั้นโปรแกรมก็จะแสดงจุดที่สัมผัสนั้นบนหน้าจอคอมพิวเตอร์และหากมีการลากเส้นหรือวาดรูปต่างๆ โปรแกรมจะทำการเก็บค่าของจุดแต่ละจุดที่ผู้ใช้ได้ลากเส้นหรือวาดรูปลงไป จากนั้นนำค่าของจุดที่เก็บไว้มาคำนวณโดยใช้สมการเส้นตรงในการคำนวณ เพื่อให้แสดงผลลัพธ์ตามที่นิ้วมือนั้นเคลื่อนที่ไป

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

การใช้กล้องเว็บแคมในการติดตามการเคลื่อนที่ของนิ้วมือนั้น เป็นการใช้ข้อมูลรูปภาพที่ได้จากการจับภาพของกล้อง มาทำการประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยจะทำการจำลองโปรแกรมการวาดภาพขึ้นมา เพื่อใช้ในการทดสอบ เช่น การลากเส้น หรือการวาดรูปต่างๆ เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมจะสามารถระบุตำแหน่งของนิ้วมือ และทิศทางการเคลื่อนที่ของนิ้วมือได้ โดยใช้หลักการเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลรูปภาพที่ได้จากการจับภาพของกล้องเว็บแคม เมื่อนำภาพสองภาพมาทำการเปรียบเทียบกันจะเห็นความแตกต่างและการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ ก็จะสามารถทำการติดตามตำแหน่งการเคลื่อนที่ของนิ้วมือได้ โดยมีขอบเขตของการปฏิบัติการดังนี้

1. ใช้กล้องเว็บแคมในการติดตามการเคลื่อนที่ของนิ้วมือข้างขวา ซึ่งนิ้วมือจะมีปุ่มติดอยู่
2. ลักษณะการตั้งกล้อง มีการตั้งกล้องทางด้านซ้ายมือของผู้ใช้งาน โดยภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคมควรเห็นขอบทั้งสี่ด้านของหน้าจอคอมพิวเตอร์
3. ดำเนินวิธีการทางด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) ในการตรวจจับตำแหน่งของนิ้วเพื่อทำการวาดรูปตามที่นิ้วลากไป
4. สภาพแวดล้อมขณะใช้งานจะต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. จอคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้กับระบบการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก ควรเป็นจอภาพชนิดแอลซีดี (LCD)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน

1. กำหนดหัวข้อ เป้าหมาย จุดประสงค์ และขอบเขตของการทำโครงงาน
2. ศึกษาทฤษฎี และหลักการพื้นฐานที่ใช้ในการทำโครงงาน
3. ศึกษาปัญหา และวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น
4. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบการทดลอง
5. ทำการทดลอง ปรับปรุง และสรุปผล
6. จัดทำรายงานประกอบโครงงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ซึ่งเป็นการนำจอธรรมดามาทำการติดต่อกับกล้องเว็บแคม
2. ทำให้สามารถพัฒนาจอภาพแบบธรรมดาให้เป็นจอภาพแบบสัมผัสที่สามารถใช้งานได้จริง โดยใช้ความรู้ความเข้าใจในเรื่องของเทคนิคการติดตามนิ้วมือ
3. ทำให้ได้รับความรู้ความเข้าใจในเรื่องของกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) ได้แก่ วิธีการคำนวณจุดที่ตรงกันบนระนาบสองระนาบ (Homography), การปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพ (Image enhancement), และการวิเคราะห์รูปภาพ (Image Analysis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

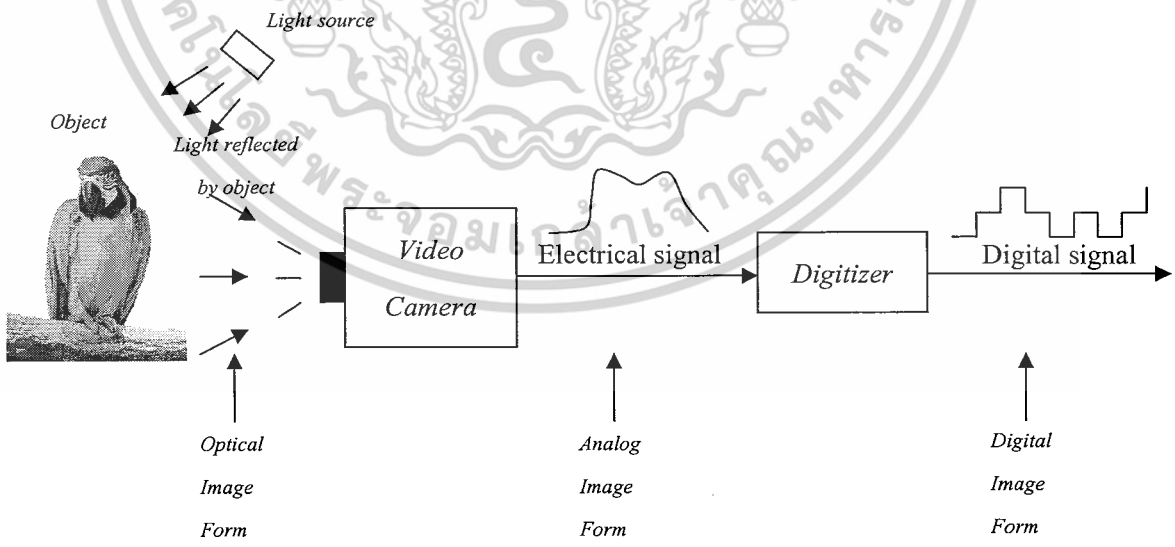
2.1 ความรู้เบื้องต้นทางด้านเทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing)

เทคนิคการประมวลผลภาพ หมายถึง กระบวนการใดๆ ก็ตามที่ทำการปรับปรุง, แก้ไข, วิเคราะห์ หรือบางครั้งเป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลภายในรูปภาพ

2.1.1 ขั้นตอนในการประมวลผลภาพ

รูปภาพโดยทั่วไปจะถูกสร้างขึ้นในรูปแบบของแสง (Optical form) หลังจากนั้นอาจจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลสัญญาณต่อเนื่อง (Analog form) ด้วยกล้องวีดีโอหรืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งรูปภาพในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital form) สามารถสร้างขึ้นด้วยการเปลี่ยนข้อมูลจากรูปภาพในรูปแบบข้อมูลสัญญาณต่อเนื่อง

การประมวลผลภาพในรูปแบบของแสง (Optical image processing) จะเป็นการปรับเปลี่ยนภาพที่อยู่ในรูปของแสง สำหรับการประมวลผลภาพในรูปแบบของสัญญาณต่อเนื่อง (Analog image processing) จะเป็นการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัญญาณอิเล็กทรอนิคส์เพื่อให้ได้ภาพที่ต้องการซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.1

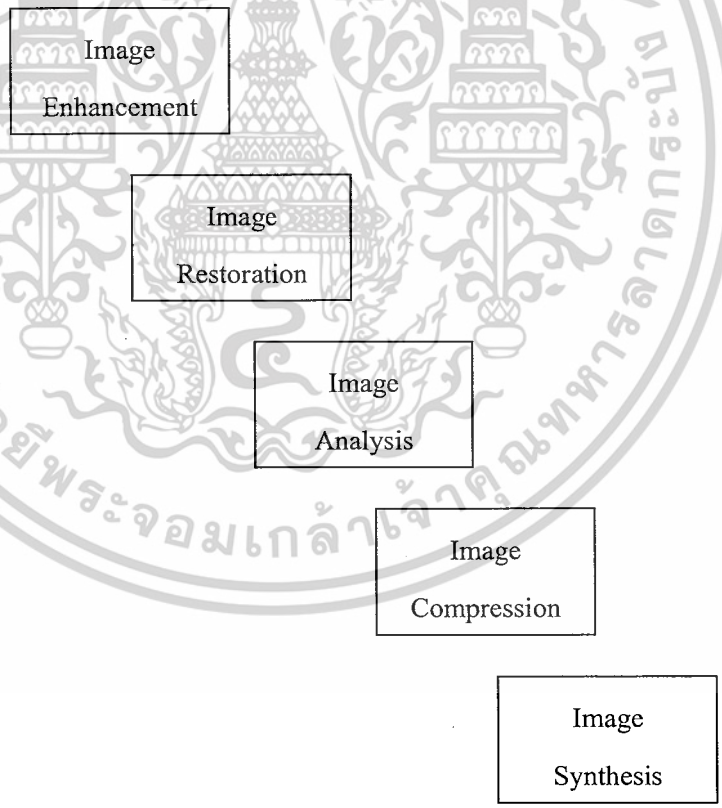


รูปที่ 2.1 การแปลงข้อมูลภาพจาก Optical form ไปยัง Digital form

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการประมวลผลภาพในรูปแบบดิจิตอล (Digital image processing) จะใช้อุปกรณ์ต่างๆ ทางคอมพิวเตอร์ รวมทั้งซอฟต์แวร์ในการปรับปรุงรูปภาพให้มีความเหมาะสม สำหรับรูปภาพในรูปแบบดิจิตอลนั้นจะเป็นลักษณะข้อมูลตำแหน่งทางสองมิติที่ไม่ต่อเนื่อง โดยในแต่ละตำแหน่งนั้นจะเก็บข้อมูลเป็นตัวเลขจำนวนเต็มบวก ซึ่งจะแสดงถึงความสว่างของรูปภาพ ณ ตำแหน่งนั้น (Spatial domain) ซึ่งสามารถทำการประมวลผลภาพได้ด้วยการแก้ไข หรือปรับปรุงค่าความสว่างในแต่ละตำแหน่งของรูปภาพได้ (Spatial domain digital image processing) นอกจากนี้รูปภาพทางดิจิตอลนี้สามารถทำการแปลงข้อมูลเพื่อให้แสดงผลข้อมูลทางความถี่ของรูปภาพได้ (Frequency domain digital processing) ซึ่งการแก้ไขข้อมูลทางด้านความถี่นี้ก็จะเป็นการประมวลผลภาพได้ด้วยเช่นกัน และเนื่องจากการแพร่หลายของคอมพิวเตอร์จึงทำให้การประมวลผลภาพในรูปแบบดิจิตอลนี้มีความแพร่หลายมากขึ้นเรื่อยมา

2.1.2 กลุ่มของกระบวนการประมวลผลภาพ



รูปที่ 2.2 การแบ่งกระบวนการประมวลผลภาพออกเป็นกลุ่มย่อย

จากรูปที่ 2.2 แสดงถึงการแบ่งขั้นตอนการประมวลผลภาพออกเป็นกลุ่มย่อยๆ 5 กลุ่มด้วยกัน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การปรับปรุงรูปภาพ (Image enhancement)

เป็นกระบวนการปรับปรุงภาพให้ดีขึ้นเพื่อให้สามารถมองเห็นรายละเอียดต่างๆ ในรูปภาพได้ดีขึ้น อีกทั้งยังเป็นกระบวนการเริ่มต้นสำหรับการเอารูปภาพไปใช้งานด้านอื่นๆ อีกด้วย เช่น การทำภาพให้มีความคมชัด (Contrast Enhancement), การกำจัดข้อมูลส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวน (Noise Reduction) เป็นต้น

2. การกู้คืนข้อมูลรูปภาพ (Image restoration)

เป็นกระบวนการปรับปรุงรูปภาพเช่นเดียวกับการทำ Image enhancement แต่ว่าการทำ Image restoration นี้เป็นการปรับปรุงรูปภาพโดยที่มีวัตถุประสงค์ที่แน่นอน และรู้ว่าจะปรับปรุงรูปภาพที่ถูกทำให้เสียหายเนื่องจากสาเหตุใด หรืออาจจะเป็นการกู้คืนข้อมูลรูปภาพที่เสียหายไปให้กลับคืนมา โดยให้มีลักษณะใกล้เคียงกับรูปภาพต้นฉบับมากที่สุด

3. การวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ (Image analysis)

เป็นกระบวนการที่ทำการวิเคราะห์รายละเอียดข้อมูลภาพ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะไม่ใช่รูปภาพแต่จะเป็นข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลตัวเลข หรือลักษณะของวัตถุในรูปภาพ เป็นต้น

4. การบีบอัดข้อมูลรูปภาพ (Image Compression)

เป็นกระบวนการที่ทำการบีบอัดข้อมูลรูปภาพเพื่อประโยชน์ในการส่งข้อมูลและการจัดเก็บข้อมูลรูปภาพ

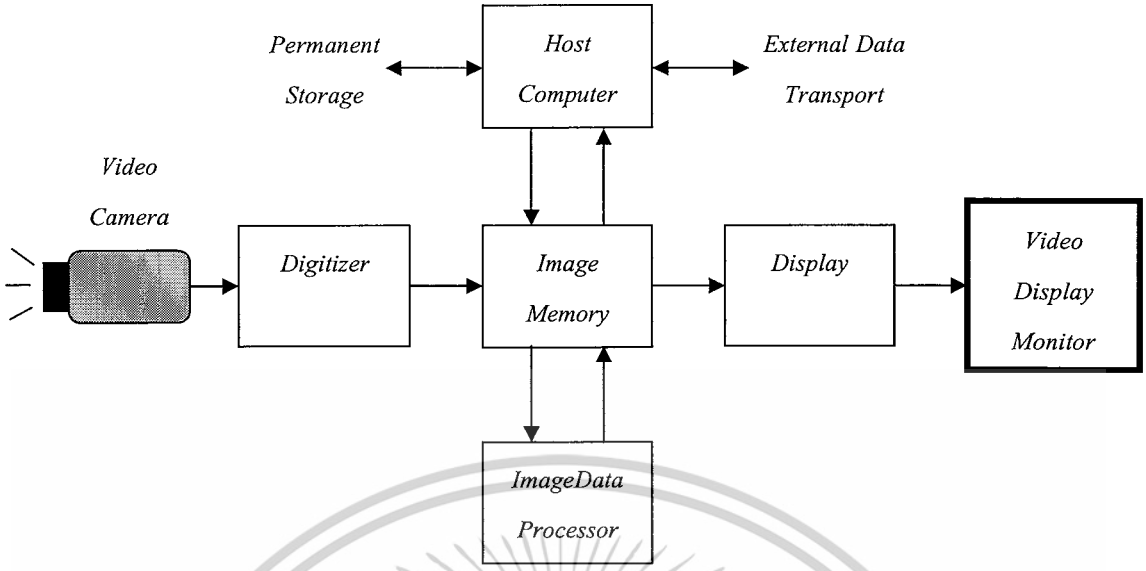
5. การสร้างข้อมูลรูปภาพ (Image synthesis)

เป็นกระบวนการสร้างภาพขึ้นมาใหม่ โดยอาจจะใช้ข้อมูลรูปภาพอื่นๆ หรือข้อมูลใดๆ ที่ไม่ใช่ข้อมูลรูปภาพก็ได้

2.1.3 ระบบการประมวลผลภาพ

ระบบการประมวลผลภาพนั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ที่สามารถรับข้อมูลภาพ, เก็บข้อมูลภาพ, แสดงผลภาพ รวมทั้งประมวลผลข้อมูลภาพได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบเบื้องต้นของระบบการประมวลผลภาพ

จากรูปที่ 2.3 จะเป็นระบบการแปลงรูปภาพจาก Optical form มาเป็นรูปแบบ Digital form ก่อนจะทำการเก็บข้อมูลลงในส่วนเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลภาพที่เก็บไว้นี้สามารถนำไปทำการประมวลผลภาพ, นำแสดงออกสู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ และนำไปใช้งานยังเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
เทคนิคและหลักการที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

จากบทที่ 2 จะเห็นว่าเทคนิคการประมวลผลภาพ ได้แบ่งขั้นตอนการประมวลผลภาพออกเป็นกลุ่มย่อยๆ 5 กลุ่มด้วยกัน โดยที่โครงงานนี้ได้มีการนำขั้นตอนการประมวลผลภาพมาใช้ 3 กลุ่ม คือ การปรับปรุงรูปภาพ (Image Enhancement), การกู้คืนข้อมูลรูปภาพ (Image Restoration) และการวิเคราะห์ข้อมูลรูปภาพ (Image analysis) และนอกจากนี้ยังมีการนำหลักการคำนวณต่างๆ เข้ามาช่วยในการพัฒนาโครงงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การกำจัดข้อมูลส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวนภาพ (Noise reduction)

3.1.1 Smoothing Filter

การทำการกรอง (Filter) ในรูปแบบนี้นั้นจะส่งผลให้รูปภาพมีลักษณะเบลอ ซึ่งจะเป็นการทำให้ส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัดนั้น มีความเด่นชัดลดลง เช่น ทำให้ส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวน (noise) ลดไป, ขอบของวัตถุในภาพมีลักษณะไม่คมชัด (สำหรับการทำ Smoothing Filter นี้จะเป็นลักษณะของตัวกรองแบบเชิงเส้น (Linear Filter)) ซึ่งการทำการกรองแบบนี้ทำได้ง่ายมากเพียงแค่เป็นการหาค่าเฉลี่ยของความสว่างของรูปภาพในแต่ละบริเวณเท่านั้น ทำให้บางครั้งเราจึงเรียกวิธีการนี้ว่า ตัวกรองแบบค่าเฉลี่ย (Average Filter) หรือ Low pass filter

การทำตัวกรองแบบค่าเฉลี่ย (Average Filter) นี้จะเป็นการหาค่าเฉลี่ยของความสว่างของพิกเซล input ร่วมกับพิกเซลรอบข้างที่อยู่ใน Kernel เดียวกัน แล้วนำค่าผลลัพธ์ที่ได้ไปเป็นความสว่างของพิกเซล output ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เด่นชัดภายในรูปภาพ เช่น เส้นขอบ, สัญญาณรบกวนลดความเด่นชัดลงไปดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการนี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย คือการกำจัดสัญญาณรบกวน เป็นข้อดีที่เราต้องการ แต่การทำให้เส้นขอบของวัตถุไม่เด่นชัดนั้นเป็นเรื่องที่เราไม่ต้องการ

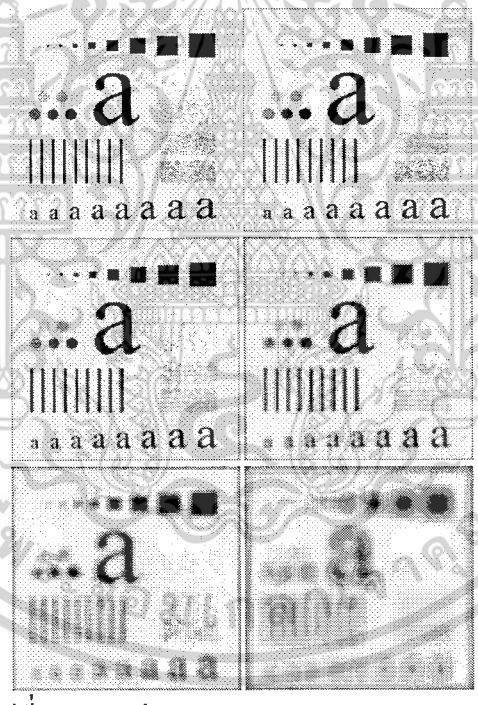
$$\frac{1}{9}\times\begin{bmatrix}1&1&1\\1&1&1\\1&1&1\end{bmatrix} \qquad \frac{1}{16}\times\begin{bmatrix}1&2&1\\2&4&2\\1&2&1\end{bmatrix}$$

รูปที่ 3.1 ตัวอย่างของ Smoothing Filter

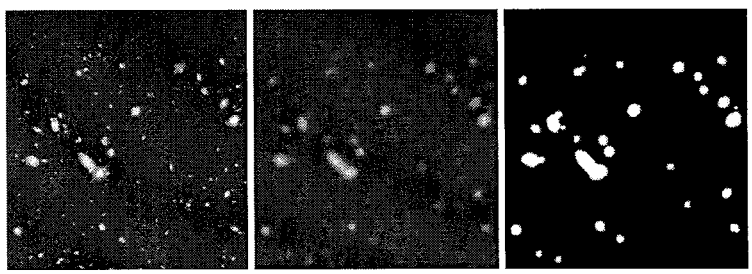
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1 แสดงตัวอย่างของ Kernel ที่ใช้ในการคำนวณ Smoothing Filter สำหรับทางด้านซ้ายจะสังเกตได้ว่าเป็นการให้ความสำคัญกับพิกเซลต่างๆ ใน Kernel เท่าๆ กันเราเรียกว่า Box filter ส่วนทางด้านขวามือนั้นจะเป็นการเฉลี่ย โดยแต่ละพิกเซลจะมีค่าน้ำหนักไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของ Kernel การกำหนดให้มีค่าความสำคัญไม่เท่ากันแบบนี้เพื่อที่จะช่วยลดผลกระทบของการเบลอกับรูปภาพ เราเรียก Kernel ลักษณะนี้ว่า Weight average filter ซึ่งสมการในการคำนวณการ Convolution ด้วย Weight average filter จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นดังสมการด้านล่าง

$$g(x,y) = \frac{\sum_{s=-a}^{a}\sum_{t-b}^{b} w(s,t) f(x+s, y+t)}{\sum_{s=-a}^{a}\sum_{t-b}^{b} w(s,t)} \qquad (3.1)$$



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างของการทำ Smoothing filter



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการนำเอา Smoothing Filter ไปใช้ประโยชน์

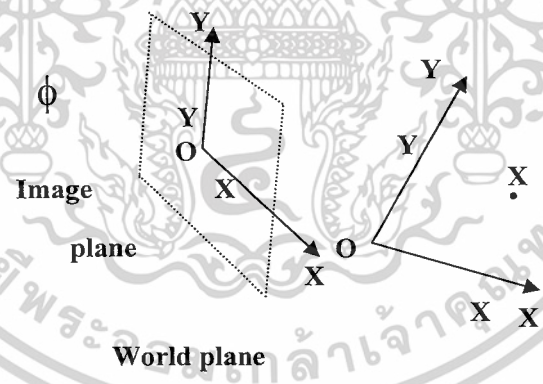
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 จะแสดงผลลัพธ์ของการกระทำ Smoothing filter โดยให้มีขนาดของ Kernel ที่แตกต่างกันไป ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าเมื่อขนาดของ Kernel เพิ่มมากขึ้นนั้น รูปภาพก็จะมีลักษณะเบลอเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

สำหรับรูปที่ 3.3 นั้นจะเป็นตัวอย่างการนำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งจากภาพต้นฉบับนั้นจะเป็นรูปภาพแกแลคซี่และมีดาวเล็กๆ มากมายซึ่งเราต้องการเพียงแค่แกแลคซี่ เริ่มแรกจึงทำการเบลอก่อนเพื่อลดผลกระทบของวัตถุเล็กๆ เหล่านั้นก่อนจะทำการ Thresholding ซึ่งจะเห็นว่าได้ผลลัพธ์ที่ดี

3.2 โฮโมกราฟฟี (Homography)

โฮโมกราฟฟี (Homography) คือการฉายภาพจากระนาบโลก (World plane) ไปยังระนาบภาพ (Image plane) จะใช้หลักการของการแปลงระนาบเชิงภาพฉาย (Plane projective transformation) วิธีการนี้จะใช้วิธีการคำนวณหาเมทริกซ์การแปลง (Transformation matrix) ซึ่งมีขนาด 3x3 โดยจะใช้สัญลักษณ์แทนเมทริกซ์ (Matrix) นี้คือ H ดังนั้นเมทริกซ์การแปลง (Transformation matrix) H นี้จะเรียกว่า โฮโมกราฟฟี (Homography) หรือการแปลงเชิงภาพฉาย (Projective transformation)



รูปที่ 3.4 แบบจำลองการสร้างภาพด้วยกล้อง

จากรูปที่ 3.4 จุด X ในระนาบโลก (World plane) สามารถแปลงไปเป็นจุด x ในระนาบภาพ (image plane) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.2

$$\boldsymbol{X = Hx} \tag{3.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ X คือ $(X\ Y\ Z)^T$ เป็นตำแหน่งพิกัดในรูปแบบโฮโมจีนัสเวกเตอร์ (Homogenous Vector) บนระนาบโลก (World plane)

เมื่อ x คือ $(x\ y\ z)^T$ เป็นตำแหน่งพิกัดในรูปแบบโฮโมจีนัสเวกเตอร์ (Homogenous Vector) บนระนาบภาพ (Image plane)

เมื่อ H คือ เมทริกซ์การแปลง (Transformation matrix) ขนาด 3x3

ดังนั้นจากสมการที่ 3.2 สามารถเขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\begin{pmatrix} XW \\ YW \\ W \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \tag{3.3}$$

ทำการเปลี่ยนแปลงผลลัพธ์ที่ได้ให้อยู่ในพิกัดโฮโมจีนัส (Homogenous) จากสมการที่ 3.3 จะได้ค่า $W = gx + hy + i$ ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix} = \frac{\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}} \tag{3.4}$$

จากสมการที่ 3.4 สามารถหาค่าของ X และ Y ได้จากสมการต่อไปนี้

$$X = \frac{ax + by + c}{gx + hy + 1} \tag{3.5}$$

$$Y = \frac{dx + ey + f}{gx + hy + 1} \tag{3.6}$$

ดังนั้น X และ Y จะมีค่าเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$X = ax + by + c - gXx - hXy \tag{3.7}$$

$$Y = dx + ey + f - gYx - hYy \tag{3.8}$$

ทำการเพิ่มนิพจน์ที่เป็น 0 เข้าไปในสมการทั้ง 2 จะได้

$$X = ax + by + c - 0d + 0e + 0f - gXx - hXy \tag{3.9}$$

$$Y = 0a + 0b + 0c + dx + ey + f - gYy - hYy \tag{3.10}$$

ดังนั้นสามารถเขียนสมการใหม่ในรูปของเมทริกซ์

$$\begin{pmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 & -Xx & -Xy \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 & -Yx & -Yy \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} \tag{3.11}$$

จากสมการที่ 3.11 คำนวณหาค่าของ $(a\ b\ c\ d\ e\ f\ g\ h)^T$ จำเป็นจะต้องใช้สมการอย่างน้อย 8 สมการ หรือจุดจำนวน 4 จุดที่สอดคล้องกันระหว่างระนาบโลก (World plane) กับระนาบภาพ (Image plane) ดังสมการ

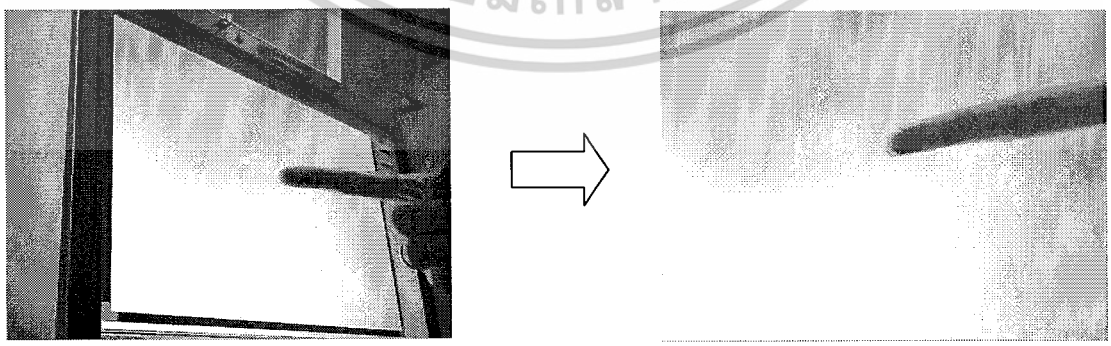
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -X_1x_1 & -X_1y_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -Y_1x_1 & -Y_1y_1 \\ x_2 & y_2 & 1 & 0 & 0 & 0 & -X_2x_2 & -X_2y_2 \\ 0 & 0 & 0 & x_2 & y_2 & 1 & -Y_2x_2 & -Y_2y_2 \\ x_3 & y_3 & 1 & 0 & 0 & 0 & -X_3x_3 & -X_3y_3 \\ 0 & 0 & 0 & x_3 & y_3 & 1 & -Y_3x_3 & -Y_3y_3 \\ x_4 & y_4 & 1 & 0 & 0 & 0 & -X_4x_4 & -X_4y_4 \\ 0 & 0 & 0 & x_4 & y_4 & 1 & -Y_4x_4 & -Y_4y_4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \\ e \\ f \\ g \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ X_2 \\ Y_2 \\ X_3 \\ Y_3 \\ X_4 \\ Y_4 \end{pmatrix} \quad (3.12)$$

จากสมการ 3.12 สามารถนำไปใช้คำนวณหาค่าของเมทริกซ์การแปลง (Transformation matrix) ได้

จากหลักการของโฮโมกราฟฟี (Homography) หรือ การแปลงเชิงภาพฉาย (Projective Transformation) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งในระนาบโลก (World plane) จากภาพเพียงภาพเดียวได้ โดยถ้าต้องการให้มีความถูกต้องมากขึ้นจำเป็นจะต้องใช้จุดอ้างอิงระหว่างระนาบโลก (World plane) กับ ระนาบภาพ (Image plane) มากกว่า 4 จุดขึ้นไป เพื่อนำมาคำนวณหาเมทริกซ์การแปลง (Transformation matrix) โดยการคำนวณหาเมทริกซ์การแปลงนั้นสามารถหาได้โดยนำสมการที่มีอยู่ไปเข้าฟังก์ชัน cvWarpPerspectiveQMatrix ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่อยู่ในไลบรารี่ OpenCV ซึ่งเป็นไลบรารี่ที่ใช้ในการพัฒนาโครงงาน (ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 5)

เมื่อคำนวณหาเมทริกซ์การแปลงได้แล้วก็จะนำไปคูณกับข้อมูลรูปภาพเพื่อให้ได้รูปภาพที่มีมุมมองตามที่ต้องการ ซึ่งจะเห็นได้จากตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงตัวอย่างการทำโฮโมกราฟฟี

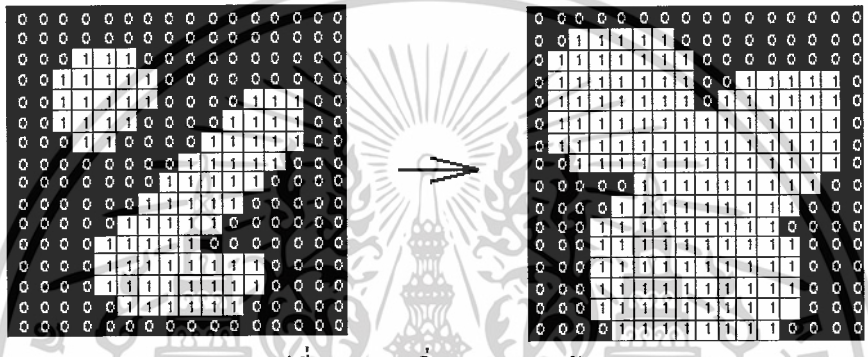
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 กระบวนการในการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของรูปภาพ (Morphological Image Process)

การกระทำ Morphological นั้นเป็นการกระทำที่ใช้เพื่อให้พื้นที่ หรือลักษณะของวัตถุในรูปภาพมีลักษณะรูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น กระบวนการ Thinning, Thickening เป็นต้น

3.3.1 ไดเลชัน (Dilation)

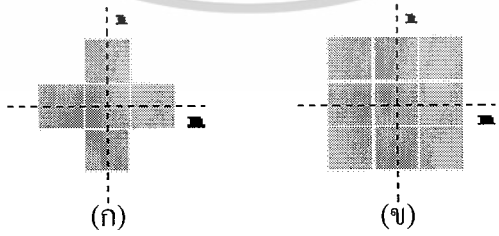
ไดเลชัน คือกระบวนการขยาย หรือเพิ่มขนาดของวัตถุ ดังรูป 3.6



รูปที่ 3.6 การเพิ่มขนาดของวัตถุ

โดยกระบวนการดังกล่าวจะคล้ายกับการปรับปรุงรูปภาพ คือจะทำการเลื่อนหน้ากากไปทีละจุด แล้วทำการวิเคราะห์ แต่กระบวนการไดเลชันจะไม่เรียกแผ่นที่ทำการเลื่อนว่าหน้ากาก หรือ mask แต่จะเรียกว่า Structuring Element แทน

Structuring Element จริงๆ มีหลากหลายรูปแบบ แต่มีอยู่ 2 ชนิดที่เป็นพื้นฐาน คือ Structuring Element ที่เป็นเซตของจุดที่ติดกัน 4 จุด (4-connected set) และ Structuring Element ที่เป็นเซตของจุดที่ติดกัน 8 จุด (8-connected set) ดังรูป 3.7 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



รูปที่ 3.7 (ก) Structuring Element ที่เป็นเซตของจุดติดกัน 4 จุด (ข) Structuring Element ที่เป็นเซตของจุดติดกัน 8 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำไดเลชันสามารถกระทำได้ทั้งรูปภาพขาวดำ และรูปภาพระกับเทา โดยกระบวนการทำจะมีความแตกต่างกันดังนี้

- **การทำไดเลชันกับรูปภาพขาวดำ**

ขั้นตอนการทำไดเลชันในรูปภาพขาวดำ คือ จะกำหนดเซต A และ B คือ เซตของจุดในรูปภาพขาวดำที่ต้องการทำไดเลชัน และเซตของจุดใน Structuring Element ตามลำดับ การทำไดเลชันของ A โดย B สามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $A \oplus B$ และกำหนดนิยามดังนี้

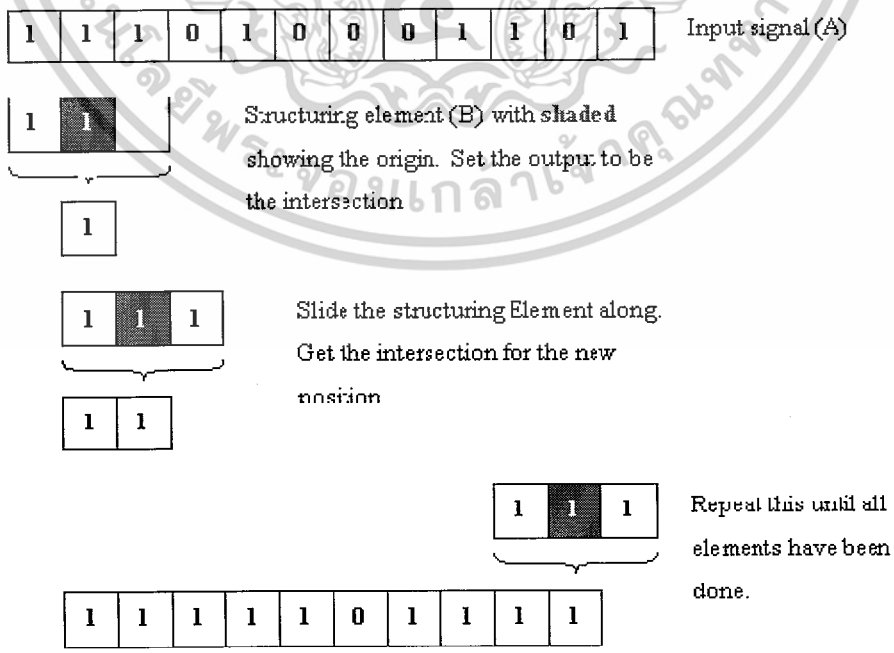
$$A \oplus B = \left\{ z \mid \left(\hat{B} \right)_z \cap A \neq \phi \right\} \tag{3.13}$$

โดยที่ A คือ รูปภาพที่ต้องการทำไดเลชัน

B คือ structuring element ดังรูป 3.7

Z คือ เซตของจุดบนรูปภาพ

จากนิยามหมายความว่า ให้ทำการสะท้อนหน้ากากและเลื่อนไปทีละจุดบนรูปภาพ (คือการเลื่อนที่ด้วยค่า z) เมื่อเลื่อนหน้ากากผ่านจุดใดให้ทำอินเตอร์เซคชันของรูปภาพกับข้อมูลของหน้ากากว่าเท่ากับเซตว่างหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากับเซตว่างจะกำหนดให้จุดกึ่งกลางของรูปภาพภายในหน้ากากให้เป็น 1 ถ้าเท่ากับเซตว่างจะกำหนดให้จุดกึ่งกลางของรูปภาพภายในหน้ากากให้เป็น 0 ซึ่งจะให้ผลดังรูปที่ 3.8 (สำหรับตัวอย่างนี้จุดที่มีค่า 1 คือวัตถุ)



รูปที่ 3.8 กระบวนการทำไดเลชันในรูปภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลของรูปภาพหลังผ่านการทำไดเลชัน จะมีจุดที่มีค่า 1 (วัตถุ) มากขึ้นกว่าเดิม แสดงว่าการทำไดเลชันเหมือนการขยายวัตถุออกนั้นเอง

- **การทำไดเลชันกับรูปภาพระดับเทา**

การทำไดเลชันในรูปภาพระดับเทา สามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $A \oplus B$ และกำหนดนิยามดังนี้

$$A \oplus B = \max_{(i,j) \in B} \left(Ax+i, y+j \right) \tag{3.14}$$

โดยที่ A คือ รูปภาพที่ต้องการทำไดเลชัน

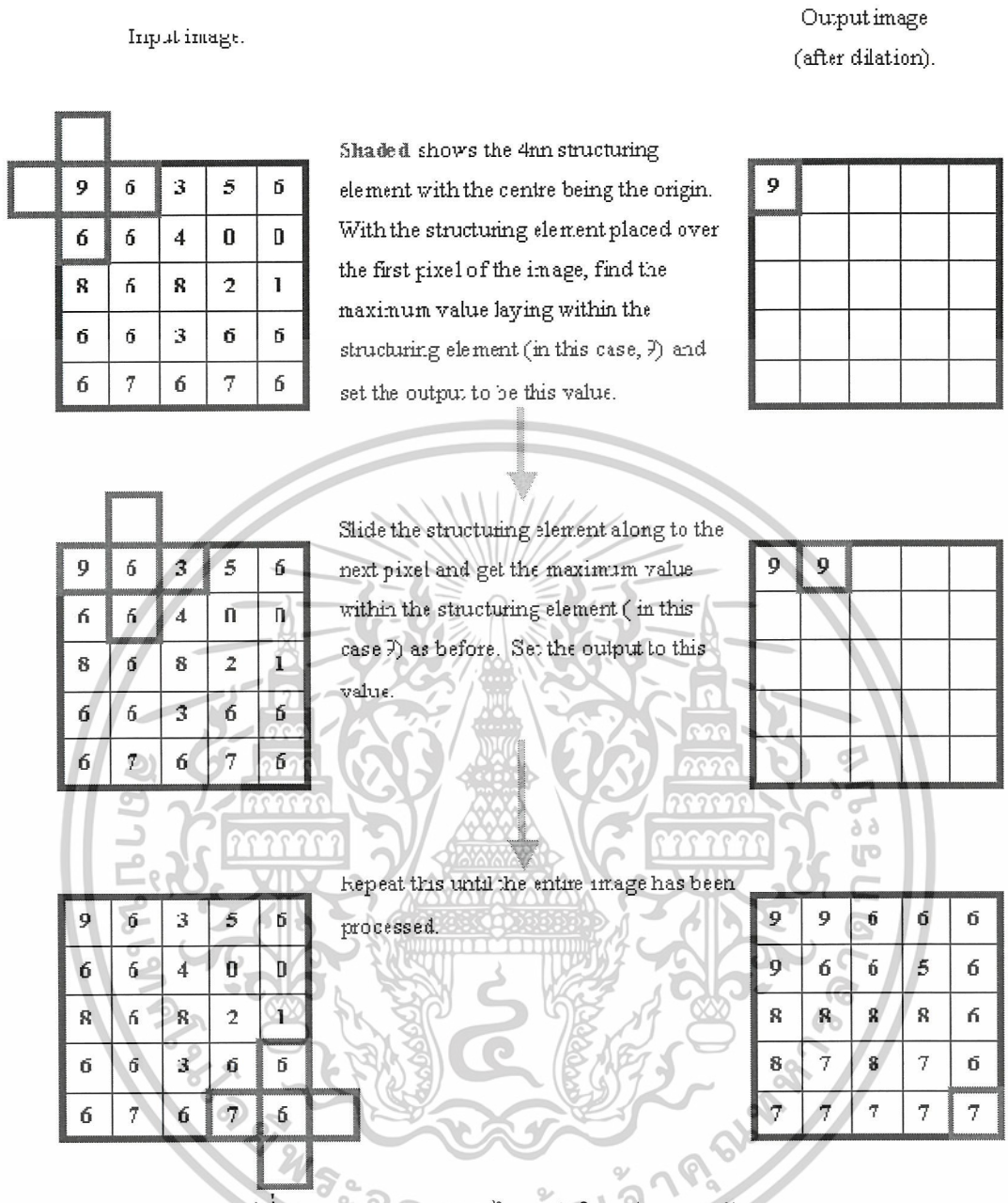
B คือ structuring element ดังรูป 3.7

Z คือ เซตของจุดบนรูปภาพ

จากนิยามหมายความว่า ให้ทำการสะท้อนหน้ากากและเลื่อนไปทีละจุดบนรูปภาพ (คือการเลื่อนที่ด้วยค่า z) เมื่อเลื่อนหน้ากากผ่านจุดใดให้ทำการคำนวณหาค่าที่มากที่สุดในรูปภาพจากนั้นให้กำหนดให้จุดกึ่งกลางของรูปภาพภายในหน้ากากให้เป็นค่าที่มากที่สุดที่คำนวณมาได้ ดังรูป 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

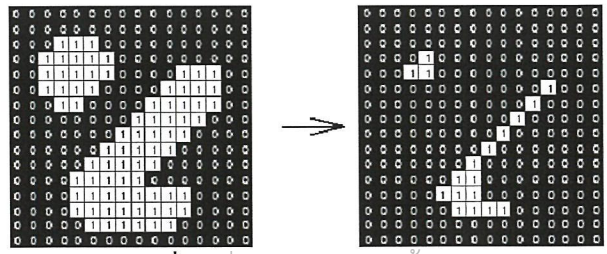
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.9 กระบวนการทำไดเลชันในรูปภาพระดับเทา

3.3.2 อีลอชัน (Erosion)

อีลอชัน คือกระบวนการลด หรือกัดกร่อนวัตถุ ดังรูป 3.10



รูปที่ 3.10 การลดขนาดของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
04773

โดยกระบวนการอีลอชันจะคล้ายกับการทำไดเลชัน คือจะทำการเลื่อน Structuring Element ไปทีละจุด แล้วทำการวิเคราะห์ โดยสามารถทำได้กับทั้งรูปภาพขาวดำ และรูปภาพระดับเทาเช่นกัน

- **การทำอีลอชันกับรูปภาพขาวดำ**

ขั้นตอนการทำอีลอชันในรูปภาพขาวดำ คือ จะกำหนดเซต A และ B คือ เซตของจุดในรูปภาพขาวดำที่ต้องการทำอีลอชัน และเซตของจุดใน Structuring Element ตามลำดับ การทำอีลอชันของ A โดย B สามารถแทนได้ด้วยสัญลักษณ์ $A\,\theta\,B$ และกำหนดนิยามดังนี้

$$A\,\theta\,B = \left\{ z \mid (B)_z \subseteq A \right\} \tag{3.15}$$

โดยกำหนดให้ตัวแปรแต่ละตัวมีความหมายดังนี้

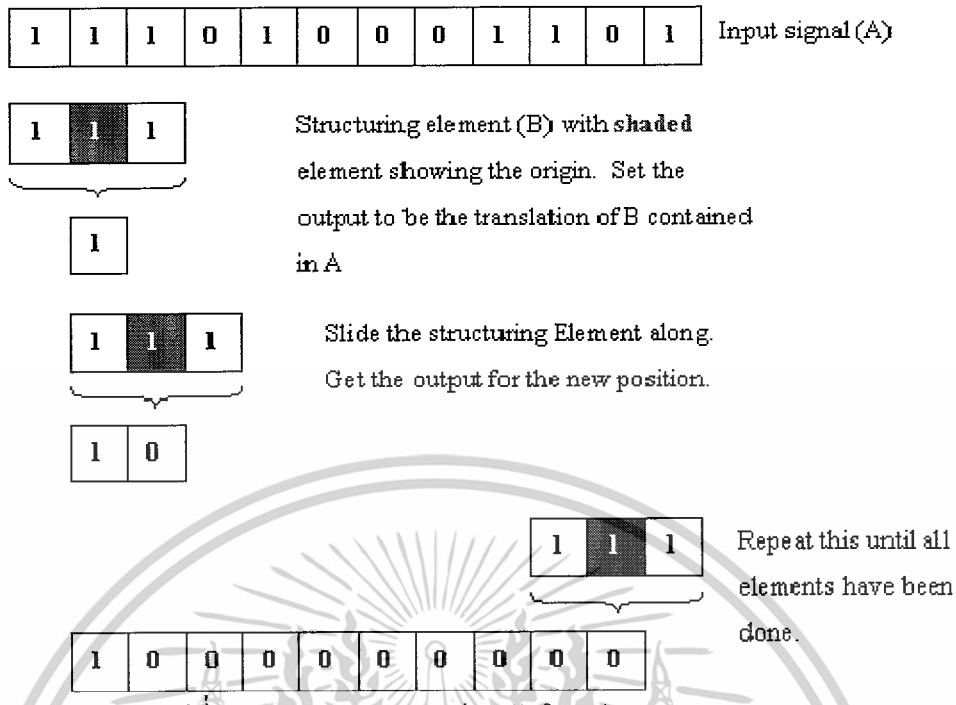
A คือ รูปภาพที่ต้องการทำอีลอชัน

B คือ Structuring Element

Z คือ เซตของจุดบนรูปภาพ

จากนิยามหมายความว่า ให้ทำการสะท้อนหน้ากากและเลื่อนไปทีละจุดบนรูปภาพ (คือการเลื่อนที่ด้วยค่า z) เมื่อเลื่อนหน้ากากผ่านจุดใดให้ทำการตรวจสอบว่า ข้อมูลของหน้ากากเป็นสับเซตของรูปภาพภายในหน้ากากหรือไม่ ถ้าข้อมูลของหน้ากากเป็นสับเซตของรูปภาพภายในหน้ากาก จะกำหนดให้จุดกึ่งกลางของรูปภาพภายในหน้ากากให้เป็น 1 แต่ถ้าข้อมูลของหน้ากากไม่เป็นสับเซตของรูปภาพภายในหน้ากาก จะกำหนดให้จุดกึ่งกลางของรูปภาพภายในหน้ากากให้เป็น 0 ซึ่งจะให้ผลดังรูปที่ 3.11 (สำหรับตัวอย่างนี้จุดที่มีค่า 1 คือวัตถุ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กระบวนการทำอีลอชันในรูปภาพขาวดำ

จะสังเกตเห็นว่าข้อมูลของรูปภาพหลังผ่านการทำอีลอชันจะมีจุดที่มีค่า 1 (วัตถุ) น้อยลงกว่าเดิม แสดงว่าการทำอีลอชันเหมือนการกัดกร่อนวัตถุในรูปภาพให้เล็กลงนั่นเอง

- **การทำอีลอชันกับรูปภาพระดับเทา**

ขั้นตอนการทำอีลอชันในรูปภาพระดับเทา จะเหมือนกับการทำไดเลชันในรูปภาพระดับเทา แต่แทนที่จะคำนวณหาค่าที่มากที่สุดในรูปภาพ จะคำนวณหาค่าที่น้อยที่สุดแทน โดยการทำอีลอชันกับรูปภาพระดับเทาจะกำหนดนิยามดังนี้

$$A\theta B = \min_{(i,j)\in B} \left(A_{x+i,y+j}\right) \tag{3.16}$$

จากนิยามหมายความว่า ให้ทำการสะท้อนหน้ากากและเลื่อนไปทีละจุดบนรูปภาพ (คือการเลื่อนที่ด้วยค่า z) เมื่อเลื่อนหน้ากากผ่านจุดใดให้ทำการคำนวณหาค่าที่น้อยที่สุดในรูปภาพ จากนั้นให้กำหนดให้จุดกึ่งกลางของรูปภาพภายในหน้ากากให้เป็นค่าที่น้อยที่สุดที่คำนวณมาได้

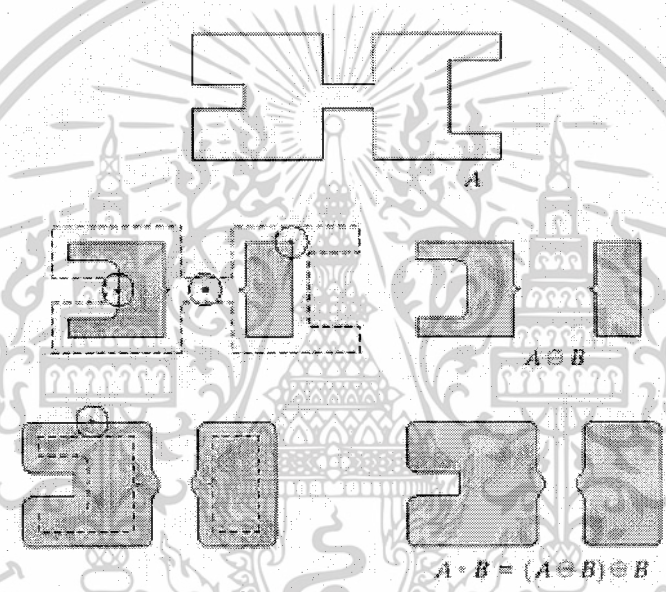
*** แม้ว่าการกระทำไดเลชัน และการกระทำอีลอชันนั้นจะเป็นการกระทำที่ตรงข้ามกัน แต่การกระทำไดเลชัน ตามด้วยอีลอชัน หรืออีลอชัน ตามด้วยไดเลชัน แม้ว่าการกระทำทั้งสองจะใช้ Structure element เดียวกัน แต่ผลลัพธ์จะไม่เหมือนเดิม เพราะว่าข้อมูลรูปภาพได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปตั้งแต่การกระทำแรกแล้ว

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*** การกระทำ Morphological นั้น Structure element จะทาบกับรูปภาพต้นฉบับเท่านั้น แม้ว่าจะมีการแก้ไขรูปภาพไปบ้างแล้ว และ Structure element ได้เลื่อนตำแหน่งแล้ว แต่การเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบกับรูปภาพต้นฉบับเท่านั้น

3.3.3 การเปิดช่องว่าง (Opening)

การ Opening เป็นการทำให้ผิวขอบของวัตถุโค้งมนราบเรียบ โดยการตัดหรือทำลายส่วนที่เป็นคอคอดและส่วนที่โผล่ยื่นออกไป โดยมีวิธีการทำคือ นำภาพที่จะทำ Opening มาทำการย่อภาพ(Erosion) ก่อน จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการขยายภาพ (Dilation) ดังรูป 3.12



รูปที่ 3.12 การทำ Opening

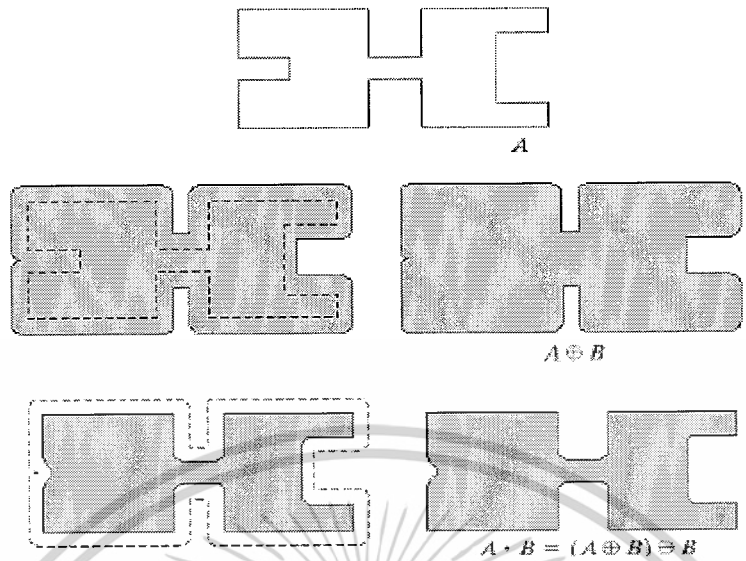
การ Opening เขียนแทนด้วย $A \circ B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

$$A \circ B = (A \theta B) \oplus B \tag{3.17}$$

3.3.4 การปิดช่องว่าง (Closing)

การ Closing ก็เป็นการทำให้ผิวขอบของวัตถุโค้งมนราบเรียบเหมือนกับ Opening แต่จะทำโดยการรวมส่วนที่เป็นแอ่งลึก กำจัดส่วนที่เป็นรูเล็กๆ และเติมส่วนที่เป็นช่องว่าง โดยมีวิธีการทำคือ นำภาพที่จะทำ Closing มาทำการขยายภาพ (Dilation) ก่อน จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาทำการย่อภาพ (Erosion) ดังรูป 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 การทำ Closing

การ Closing เขียนแทนด้วย $A \bullet B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

$$A \bullet B = (A \oplus B)\theta B \tag{3.18}$$

การกระทำทั้งสี่เป็นการกระทำพื้นฐานเพื่อนำไปสู่การกระทำอื่นๆ หรือการใช้งานอื่นๆ เช่น Boundary extraction, Thinning, Thickening เป็นต้น

*** การกระทำ Opening และ Closing ในรูปภาพ Grayscale สามารถกระทำได้เช่นเดียวกับภาพขาวดำ แต่ใช้กระบวนการ Dilation และ Erosion สำหรับรูปภาพ Grayscale แทน

3.4 วิธีการหาขอบภาพ (Edge detection method)

การหาขอบภาพคือการตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นมีด้วยกันหลายวิธี แต่อย่างไรก็ตามสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ Gradient method และ Laplacian method โดยในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **Gradient method**

วิธีนี้จะหาขอบโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่า threshold จึงอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Roberts, Prewitt, Sobel และ Canny เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Laplacian method**

จะหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับ 2 โดยใช้จุดที่ค่า y เป็น 0 (Zerocrossing) ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่า Gradient method ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Laplacian of Gaussian และ Marrs-Hildreth เป็นต้น

3.4.1 Canny Edge Detection Algorithm

ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

1. Smoothing with Gaussian
2. Gradient Calculation
3. Nonmaxima Suppression
4. Thresholding

การทำงานของ Canny edge detection นั้นเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นจะคำนวณค่าขนาด (magnitude) และทิศทาง (orientation) ของ gradient โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ถัดมาจึงใช้ nonmaxima suppression กับขนาด (magnitude) ของ gradient เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ double thresholding algorithm เพื่อหาพิกเซลที่เป็นขอบและทำการเชื่อมต่อขอบ

1.) Smoothing with Gaussian

ในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยอัลกอริทึมนี้จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อนโดยใช้ Gaussian filter ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้กรอบ (mask) ขนาดเล็ก ขนาดของ Gaussian mask นี้หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้ขอบย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณหาภาพที่ได้จากการใช้ Gaussian filter เป็นดังสมการที่ 3.19

$$S[i, j] = G[i, j, \sigma]* I[i,j] \qquad (3.19)$$

กำหนดให้

I[i, j] เป็นภาพที่ต้องการหาขอบ

G[i, j, σ] เป็น Gaussian smoothing filter

σ เป็น spread of the Gaussian (ควบคุมระดับของการ smoothing)

S[i, j] เป็น smoothing image

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) Gradient Calculation

ในขั้นแรกนำ smoothing image S[i, j] มาสร้าง x, y partial derivatives P[i, j] และ Q[i, j] ตามลำดับ

$$P[i, j] \approx (S[i, j+1] - S[i, j] + S[i+1, j+1] - S[i+1, j]) / 2 \quad (3.20)$$

$$Q[i, j] \approx (S[i, j] - S[i+1, j] + S[i, j+1] - S[i+1, j+1]) / 2 \quad (3.21)$$

หลังจากนั้นนำค่า x , y partial derivatives มาคำนวณด้วยสูตรมาตรฐานสำหรับการแปลงรูปแบบจาก rectangular ไปเป็น polar (rectangular-to-polar conversion) เพื่อหาขนาดและทิศทางของ gradient ตามสมการ

$$M[i, j] = \sqrt{P[i, j]^2 + Q[i, j]^2} \quad (3.22)$$

$$\theta[i, j] = \arctan(Q[i, j], P[i, j]) \quad (3.23)$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม θ ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชั่น arctan (x , y)

3.) Nonmaxima Suppression

สำหรับการหาขอบโดย Canny method จุดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับ gradient ด้วย ซึ่งด้วยวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการทำ Nonmaxima Suppression จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็น local maxima points ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

4.) Thresholding

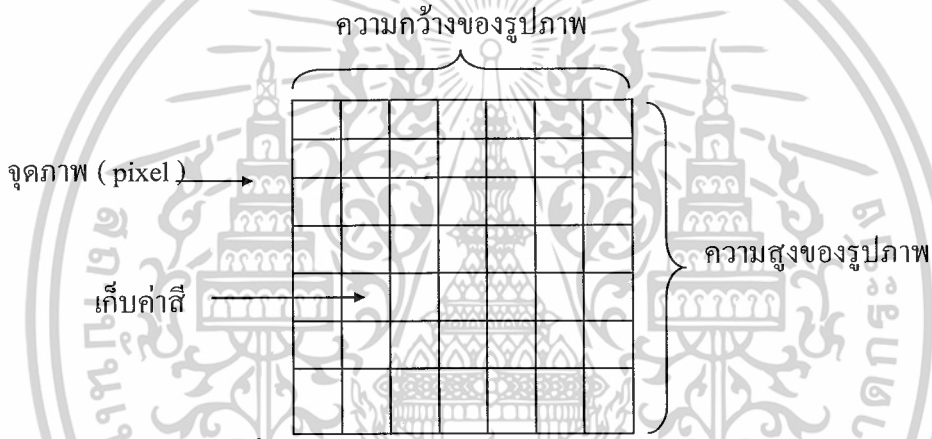
แม้ว่าภาพจะผ่านการ smoothing ในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม ภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่า threshold ขึ้นมา 2 ค่า คือ high threshold (T1) และ low threshold (T2) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น 1 (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า threshold ทั้งสอง การปรับเป็นค่า 0 หรือ 1 นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ค่า >T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น 1 และถือเป็นหนึ่งในขอบภาพด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 รูปภาพดิจิตอล (Digital Image)

รูปภาพดิจิตอล คือรูปภาพที่มีการจัดเก็บข้อมูลในเชิงตัวเลข รูปภาพดิจิตอลมีอยู่หลายชนิด เช่น รูปภาพขาวดำ (Binary Image) รูปภาพระดับเทา (Gray level Image) หรือรูปภาพสี (Color Image) โดยรูปภาพแต่ละชนิด อาจได้มาด้วยวิธีการแตกต่างกัน เช่น อาจถ่ายมาจากกล้องดิจิทอล สแกนจากสแกนเนอร์ หรือได้จากการประมวลผล เป็นต้น

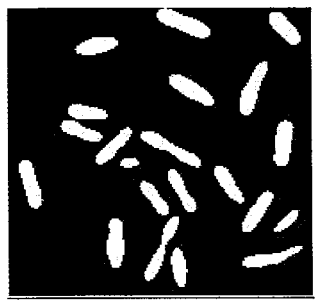
รูปภาพดิจิตอลจะใช้เมตริกซ์ในการเก็บข้อมูล โดยแต่ละช่องของเมตริกซ์นั้นจะเรียกว่า จุดภาพ (pixel) ดังรูป 3.14 โดยรูปภาพแต่ละชนิดนั้น จะมีรูปแบบการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกัน เช่น รูปภาพขาวดำและรูปภาพระดับเทา จะใช้เมตริกซ์ 2 มิติในการเก็บค่าสี ส่วนรูปภาพสีจะใช้เมตริกซ์ 2 มิติจำนวน 3 แผ่นในการเก็บค่าสี เป็นต้น



รูปที่ 3.14 รูปแบบการเก็บข้อมูลของรูปภาพดิจิตอล

3.5.1 รูปภาพขาวดำ (Binary Image)

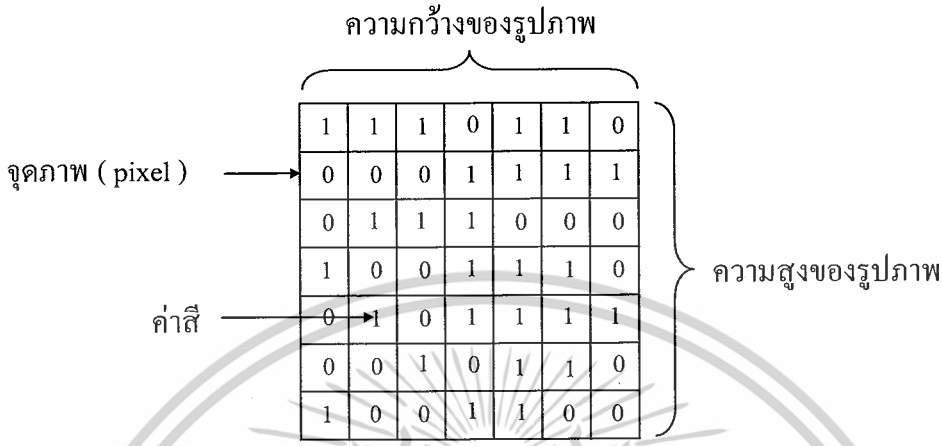
รูปภาพขาวดำ คือรูปภาพที่ประกอบด้วยสีขาวและสีดำเท่านั้น ดังรูป 3.15 ซึ่งโดยส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์จะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลจากรูปภาพชนิดนี้ได้ง่ายกว่ารูปภาพชนิดอื่นๆ เนื่องจากรูปภาพขาวดำจะมีค่าข้อมูลเพียง 2 ค่าเท่านั้น ซึ่งจะแทนสีดำด้วย 0 และสีขาวด้วย 1 หรือแทนสีดำด้วย 0 และสีขาวด้วย 255



รูปที่ 3.15 รูปภาพขาวดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้น รูปภาพขาวดำจะมีข้อมูลเพียง 2 ค่าเท่านั้น โดยรูปแบบการเก็บข้อมูลของรูปภาพขาวดำ จะใช้เมตริกซ์ 2 มิติในการเก็บค่าสี ดังรูป 3.16



รูปที่ 3.16 การเก็บข้อมูลของรูปภาพขาวดำ

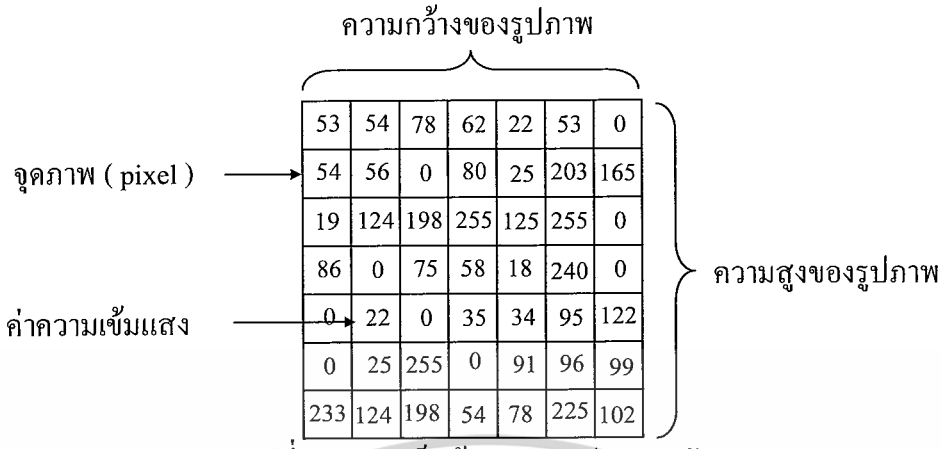
3.5.2 รูปภาพระดับเทา (Gray level Image)

รูปภาพระดับเทา คือรูปภาพที่มีความสามารถแสดงสีได้ถึง 256 สี โดยจะไล่สีได้ตั้งแต่ สีดำ สีเทา และสีขาวตามลำดับ ดังรูป 3.17 โดยสีแต่ละสีจะเกิดจากขนาดแสงที่ตกกระทบบนรูปภาพ เรียกขนาดแสงที่ตกกระทบนี้ว่า ความเข้มแสง (Intensity)

รูปที่ 3.17 การไล่สีตั้งแต่สีดำ สีเทา และสีขาวของรูปภาพระดับเทา

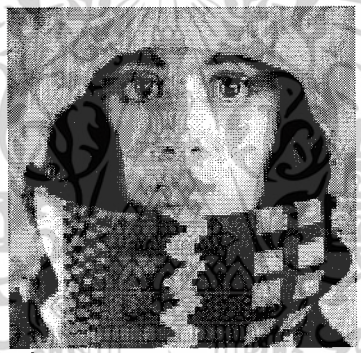
รูปภาพระดับเทาจะใช้เมตริกซ์ 2 มิติเก็บข้อมูลเช่นเดียวกับรูปภาพขาวดำ แต่ข้อมูลของรูปภาพระดับเทาจะเป็นค่าความเข้มแสง โดยค่าจะเป็นเลขจำนวนเต็มอยู่ในช่วง 0 ถึง 255 หรืออาจจะกำหนดให้เป็นเลขจำนวนจริงอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 ก็ได้ ดังรูป 3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 การเก็บข้อมูลของรูปภาพระดับเทา

ตัวอย่างรูปภาพระดับเทา



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างรูปภาพระดับเทา

3.5.3 รูปภาพสี (Color Image)

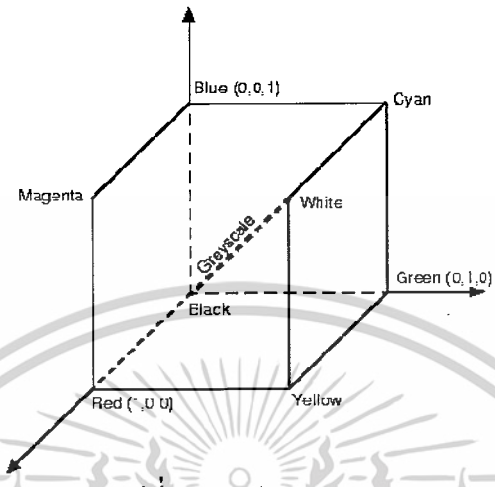
รูปภาพสีจะมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น รูปแบบ RGB (RGB Color Model) รูปแบบ HSI (HSI Color Model) หรือ รูปแบบ CMY (CMY Color Model) เป็นต้น ซึ่งรูปภาพสีแต่ละรูปแบบจะมีความเหมาะสมกับลักษณะงานที่แตกต่างกัน เช่น รูปภาพสีแบบ RGB เหมาะสำหรับแสดงผลบนจอภาพคอมพิวเตอร์หรือกล้องดิจิทอล ส่วนรูปภาพสีแบบ CMY เหมาะจะใช้ในงานที่เกี่ยวกับเครื่องพิมพ์ เป็นต้น

- **รูปแบบ RGB (RGB Color Model)**

รูปแบบ RGB เป็นรูปแบบที่เกิดจากการผสมกันของแม่สี 3 สี คือสีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) รวมกับค่าความเข้มแสง ดังรูป 3.18 โดยแต่ละแกนจะแทนแม่สีแต่ละสี และมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 (หมายถึงค่าความเข้มแสงของสี) ทำให้สามารถสร้างสีได้มากกว่า 16

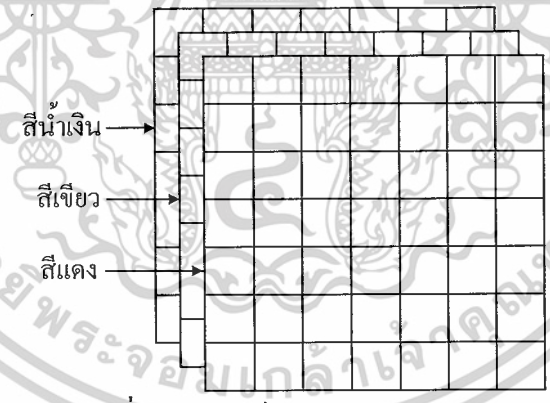
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้านสี นอกจากนี้จะสังเกตเห็นว่า เมื่อค่าความเข้มแสงของแม่สีทั้ง 3 สีมีค่าเท่ากันแล้ว จะสร้างรูปภาพเหมือนกับรูปภาพระดับเทา



รูปที่ 3.20 รูปแบบ RGB

สำหรับการเก็บข้อมูลของรูปภาพสีแบบ RGB จะใช้เมตริกซ์ 2 มิติ จำนวน 3 แผ่นต่อกัน โดยรูปภาพสีแบบ RGB เมตริกซ์จะแทนด้วยสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับ ดังรูป 3.21



รูปที่ 3.21 การเก็บข้อมูลแบบ RGB

3.6 การแปลงรูปภาพสีแบบ RGB ให้เป็นรูปภาพสีแบบอื่น (RGB Conversion)

3.6.1 แปลงรูปภาพสีแบบ RGB ให้เป็นรูปภาพระดับเทา

การแปลงรูปภาพสีแบบ RGB ให้เป็นรูปภาพระดับเทานั้น สามารถทำได้โดยใช้สมการ 3.24 ดังนี้

$$I=\frac{1}{3}(R+G+B) \tag{3.24}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกำหนดให้ตัวแปรแต่ละตัวมีความหมายดังนี้

I คือ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพหนึ่งๆ ของรูปภาพระดับเทา

R คือ ค่าสีของจุดภาพหนึ่งๆ ในเมตริกซ์แผ่นสีแดง ของรูปภาพสีแบบ RGB

G คือ ค่าสีของจุดภาพหนึ่งๆ ในเมตริกซ์แผ่นเขียว ของรูปภาพสีแบบ RGB

B คือ ค่าสีของจุดภาพหนึ่งๆ ในเมตริกซ์แผ่นสีน้ำเงิน ของรูปภาพสีแบบ RGB

3.7 การตัดส่วนรูปภาพด้วยระดับช่วง (Image Segmentation by Threshold)

การตัดส่วนวัตถุที่ต้องการออกจากสิ่งแวดล้อมหรือพื้นหลัง สามารถทำได้โดยกำหนดช่วงระดับความเข้มแสงของวัตถุที่ต้องการตัดออกจากสิ่งแวดล้อมก่อน จากนั้นใช้ สมการ 3.25 ในการตัดวัตถุ หลังจากตัดวัตถุที่ต้องการออกจากสิ่งแวดล้อมแล้ว ผลลัพธ์จะได้รูปภาพขาวดำ โดยวัตถุที่ต้องการจะกลายเป็นสีขาวหรือดำนั้น จะขึ้นอยู่กับความเข้มแสง ณ จุดนั้นๆ ว่ามีค่าความเข้มแสงมากหรือน้อยกว่าระดับที่กำหนดไว้

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & if \quad f(x,y) > T \\ 0 & if \quad f(x,y) \leq T \end{cases} \tag{3.25}$$

โดยกำหนดให้ตัวแปรแต่ละตัวมีความหมายดังนี้

$g(x,y)$ คือ รูปภาพขาวดำ

$f(x,y)$ คือ รูปภาพระดับเทา

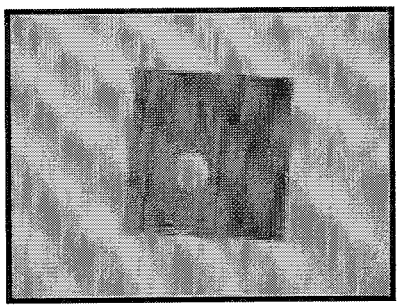
T คือ ระดับช่วงความเข้มแสง

x คือ ตำแหน่งแถว

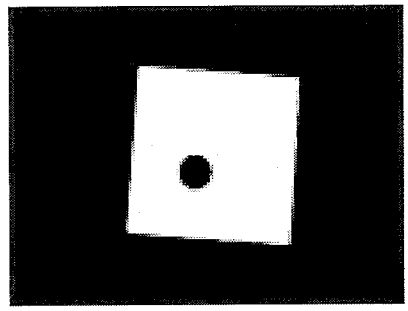
y คือ ตำแหน่งคอลัมน์

จากสมการ 3.25 หมายความว่า ถ้าค่าความเข้มแสงที่จุดใดๆ ในรูปภาพระดับเทามีค่ามากกว่าระดับความเข้มแสงที่กำหนดแล้ว รูปภาพ ณ จุดนั้นๆ จะมีค่าเป็น 1 ซึ่งก็คือ สีขาวในรูปภาพขาวดำ และถ้าค่าความเข้มแสงที่จุดใดๆ ในรูปภาพระดับเทามีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับระดับความเข้มแสงแล้ว รูปภาพ ณ จุดนั้นๆ จะมีค่าเป็น 0 ซึ่งก็คือ สีดำในรูปภาพขาวดำ ดังรูป 3.22 (ก) และ (ข) โดยจะเรียกช่วงระดับความเข้มแสงนี้ว่า “ขีดแบ่ง (Threshold)”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



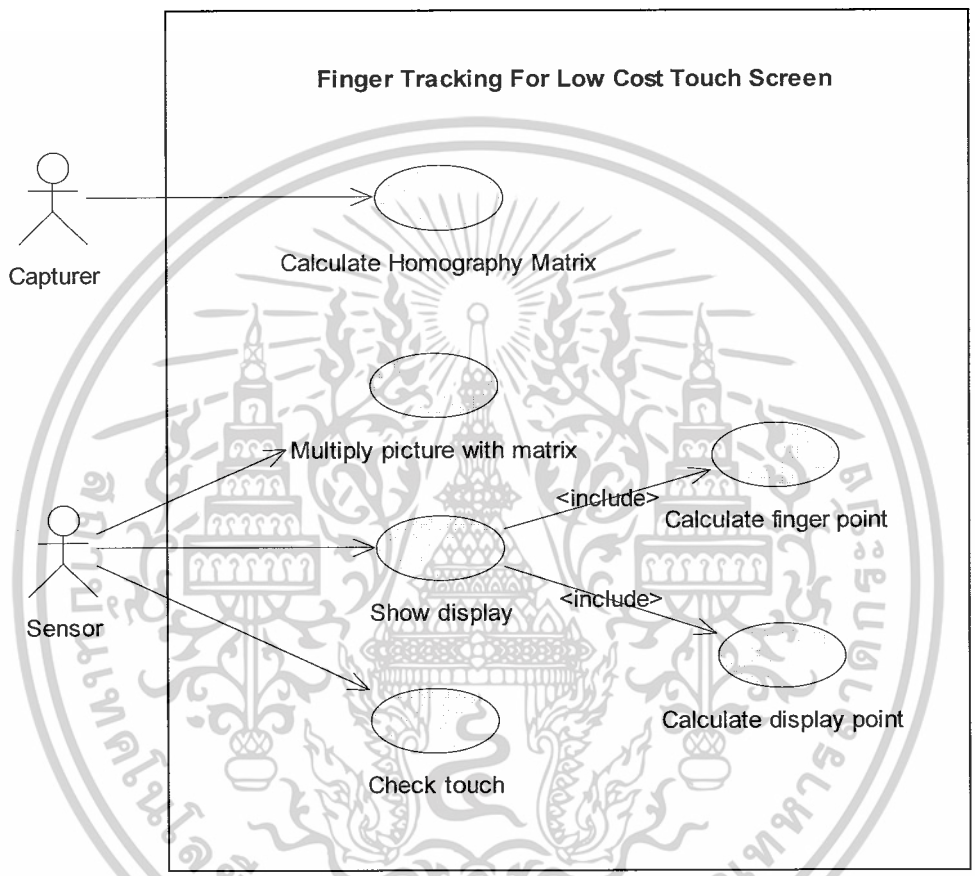
(ข)

รูปที่ 3.22 (ก) รูปภาพระดับเทาก่อนทำการตัดส่วน (ข) รูปภาพหลังจากทำการตัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

4.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)



รูปที่ 4.1 แสดงยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า ระบบการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูกนั้นประกอบด้วย

1. ผู้ที่มีเกี่ยวข้องกับระบบ (actor) ได้แก่
   - ตัวจับภาพ (Capturer)
   - ตัวจับการเคลื่อนไหว (Sensor)
2. ฟังก์ชันการทำงาน (use case) ได้แก่
   - การนำรูปภาพหน้าจอมาคำนวณหาโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ (Calculate Homography Matrix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การนำรูปภาพมาคูณกับโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ (Multiply picture with matrix)
- การดึงข้อมูลรูปภาพมาแสดงผลออกสู่หน้าจอคอมพิวเตอร์ (Show Display)
- การคำนวณหาจุดที่ปลายนิ้วชี้อยู่ (Calculate finger point)
- การคำนวณหาตำแหน่งของจุดบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ (Calculate display point)
- การตรวจสอบว่านิ้วมือสัมผัสกับหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือไม่ (Check Touch)

4.2 ยูสเคสดิสคริพชั่น (Use Case Description)

4.2.1 ยูสเคส Calculate Homography Matrix

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate Homography Matrix

Use Case Name : Calculate Homography Matrix	Use Case ID : 1
Primary Actor : Capturer	
Stakeholders and Interests : Capturer – จับภาพของหน้าจอขณะที่ยังไม่มีการชี้ เพื่อส่งข้อมูลให้กับระบบ	
Brief Description : สร้างโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ จากรูปภาพหน้าจอขณะที่ยังไม่มีการชี้ เพื่อเก็บไว้ทำการประมวลผลกับรูปภาพถัดไป	
Trigger : เมื่อมีการเรียกใช้คำสั่งในการเริ่มใช้งาน	
Type : -	
Relationships : Association : Capturer Include : - Extend : - Generalization : -	
Precondition : -	
Normal Flow of Events : 1. โปรแกรมจะทำการติดต่อกับกล้องเว็บแคมเมื่อมีการส่งคำสั่งในการเริ่มต้นโปรแกรม 2. โปรแกรมทำการจับภาพจากกล้องเว็บแคม โดยจะเป็นการจับภาพครั้งแรก 3. โปรแกรมจะนำภาพที่ได้มาทำการคำนวณหาโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ เพื่อเก็บเอาไว้ใช้ในการคำนวณครั้งต่อๆ ไป	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate Homography Matrix

Subflows : -
Alternate/Exceptional Flows : 1a : ถ้าการติดต่อกับกล้องเว็บแคมนั้นเกิดข้อผิดพลาดขึ้น โปรแกรมก็จะออกจากโปรแกรม พร้อมกับแสดงผลให้ทราบว่าโปรแกรมนั้นไม่สามารถติดต่อกับกล้องเว็บแคมได้ 2a : ถ้ามีข้อผิดพลาดในการจับภาพ โปรแกรมก็จะทำการจับภาพซ้ำ โดยถือเป็นการจับภาพครั้งแรกเช่นเดิม

4.2.2 ยูสเคส Multiply picture with matrix

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Multiply picture with matrix

Use Case Name : Multiply picture with matrix	Use Case ID :2
Primary Actor : Sensor	
Stakeholders and Interests : Sensor – จับภาพของหน้าจออย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาประมวลผล	
Brief Description : โปรแกรมจะนำภาพที่จับได้มาประมวลผลกับโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ เพื่อให้ได้ภาพที่มีลักษณะตามที่ต้องการ	
Trigger : การจับภาพครั้งที่ 2 เป็นต้นไป	
Type : -	
Relationships : Association : Sensor Include : - Extend : - Generalization : -	
Precondition : มีการจับภาพครั้งแรก และมีโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์แล้ว	
Normal Flow of Events : 1. โปรแกรมทำการจับภาพจากกล้องเว็บแคม โดยจะเป็นการจับภาพครั้งที่ 2 เป็นต้นไป 2. โปรแกรมนำภาพที่ได้มาทำการประมวลผลกับโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้ได้รูปที่มีลักษณะตามต้องการ	
Subflows : -	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ) รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Multiply picture with matrix

Alternate/Exceptional Flows : 1a : ถ้ามีการจับภาพที่ผิดพลาด โปรแกรมก็จะทำการจับภาพใหม่ โดยจะถือเป็นภาพในครั้งนั้นๆ

4.2.3 ยูสเคส Show Display

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Show Display

Use Case Name : Show display	Use Case ID :3
Primary Actor : Sensor	
Stakeholders and Interests : Sensor – จับภาพของหน้าจออย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาประมวลผล	
Brief Description : โปรแกรมจะแสดงภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วออกสู่หน้าจอ โดยจะนำภาพที่จับไว้มาคำนวณหาปลายนิ้วมือ และ คำนวณเพื่อเปรียบเทียบตำแหน่งการชี้จากภาพที่จับมากับหน้าจอที่ใช้แสดงผล	
Trigger : เมื่อตรวจสอบได้ว่านิ้วมือเข้าสู่ระยะที่ถือว่าแตะที่หน้าจอแล้ว	
Type : -	
Relationships : Association : Sensor Include : Calculate finger point, Calculate display point Extend : - Generalization : -	
Precondition : -	
Normal Flow of Events : 1. นำรูปที่อยู่ในลักษณะที่ต้องการมาทำการคำนวณหาปลายนิ้วมือ 2. นำรูปที่อยู่ในลักษณะที่ต้องการมาทำการคำนวณหาตำแหน่งที่ควรจะแสดงผลบนหน้าจอ	
Subflows : -	
Alternate/Exceptional Flows : -	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ยูสเคส Calculate finger point

ตารางที่ 4.4 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate finger point

Use Case Name : Calculate finger point	Use Case ID :4
Primary Actor : Sensor	
Stakeholders and Interests : Sensor – จับภาพของหน้าจออย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาประมวลผล	
Brief Description : ทำการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งปลายนิ้วมือ	
Trigger : เมื่อตรวจสอบได้ว่านิ้วมือเข้าสู่ระยะที่ถือว่าแตะที่หน้าจอแล้ว	
Type : -	
Relationships : Association : - Include : - Extend : - Generalization : -	
Precondition : -	
Normal Flow of Events : 1. นำรูปที่อยู่ในลักษณะที่ต้องการมาทำการคำนวณหาปลายนิ้วมือ 2. นำผลที่ได้ไปร่วมประมวล เพื่อพิจารณาหาตำแหน่งบนหน้าจอแสดงผล	
Subflows : -	
Alternate/Exceptional Flows : -	

4.2.5 ยูสเคส Calculate display point

ตารางที่ 4.5 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate display point

Use Case Name : Calculate display point	Use Case ID :5
Primary Actor : Sensor	
Stakeholders and Interests : Sensor – จับภาพของหน้าจออย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาประมวลผล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate display point

Brief Description : ทำการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งบนหน้าจอเพื่อแสดงผลบนหน้าจอ
Trigger : เมื่อตรวจสอบได้ว่านิ้วมือเข้าสู่ระยะที่ถือว่าแตะที่หน้าจอแล้ว
Type : -
Relationships : Association : - Include : - Extend : - Generalization : -
Precondition : -
Normal Flow of Events : 1. นำรูปที่อยู่ในลักษณะที่ต้องการมาทำการคำนวณหาจุดที่ควรแสดงผลบนหน้าจอ 2. นำผลที่ได้จากการประมวลแสดงออกสู่หน้าจอ
Subflows : -
Alternate/Exceptional Flows : -

4.2.6 ยูสเคส Calculate display point

ตารางที่ 4.6 รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate display point

Use Case Name : Check touch	Use Case ID : 6
Primary Actor : Sensor	
Stakeholders and Interests : Sensor – จับภาพของหน้าจออย่างต่อเนื่อง เพื่อนำมาประมวลผล	
Brief Description : โปรแกรมจะทำการประมวลผล เพื่อตรวจสอบว่านิ้วนั้น อยู่ในระยะที่ถือว่าแตะหน้าจอหรือยัง	
Trigger : เมื่อได้รูปที่อยู่ในลักษณะที่ต้องการ	
Type : -	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

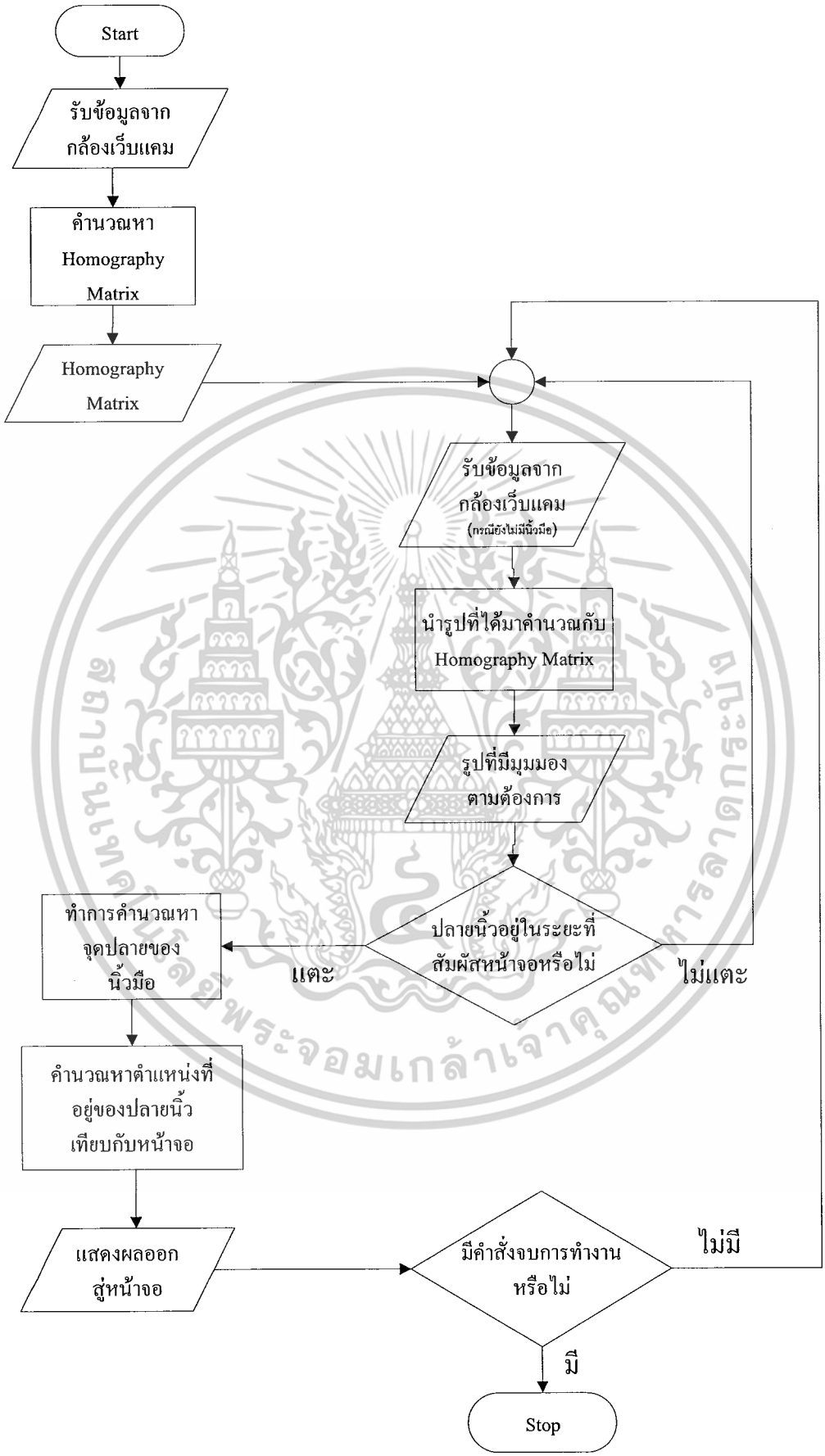
ตารางที่ 4.6 (ต่อ) รายละเอียดการทำงานของ ยูสเคส Calculate display point

Relationships : Association : Sensor Include : - Extend : - Generalization : -
Precondition : -
Normal Flow of Events : 1. นำภาพที่อยู่ในลักษณะที่ต้องการมาทำการประมวลผล เพื่อตรวจสอบว่านิ้วมือแตะหน้าจอหรือยัง 2. ส่งผลที่ได้นั้น ไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป
Subflows : -
Alternate/Exceptional Flows : 2a : ถ้าได้ผลลัพธ์จากการประมวลผลว่า นิ้วยังไม่เข้าสู่ระยะที่แตะหน้าจอ โปรแกรมก็จะทำการประมวลผลรูปถัดไป 2b : ถ้าได้ผลลัพธ์จากการประมวลผลว่า นิ้วยังเข้าสู่ระยะที่แตะหน้าจอ โปรแกรมก็จะทำการประมวลผลเพื่อแสดงออกสู่หน้าจอ

4.3 ผังงาน (FlowChart)

ผังงานจะแสดงให้เห็นถึงการทำงาน (Algorithm) โดยรวมของระบบ โดยสามารถอธิบายรายละเอียดการทำงานตามขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นการทำงานจนกระทั่งจบการทำงาน ซึ่งใช้สัญลักษณ์ (Symbol) แทนคำสั่ง และใช้ข้อความ (Statement) ในสัญลักษณ์แทนตัวแปรและตัวดำเนินการทางการคำนวณและการเปรียบเทียบ อีกทั้งยังแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานต่างๆ อย่างเป็นลำดับ ซึ่งระบบการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก ได้ออกแบบผังงาน (FlowChart) ดังรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงผังงาน (FlowChart) ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 จะแสดงให้เห็นลำดับขั้นตอนการทำงานทั้งหมดของระบบ โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้คือ

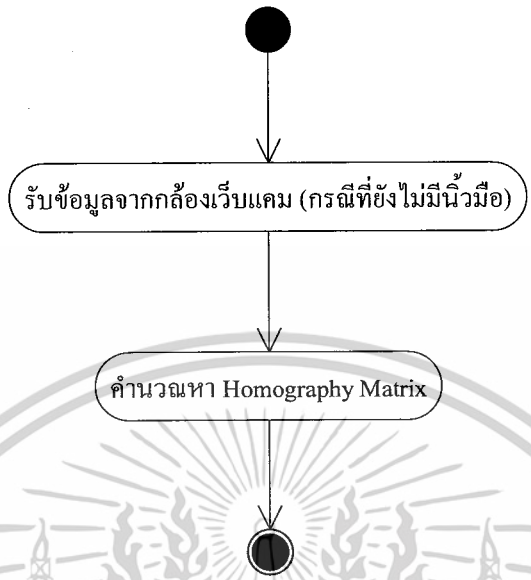
1. รับข้อมูลจากกล้องเว็บแคม โดยขั้นตอนนี้กล้องเว็บแคมจะทำการจับภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ กรณีที่ยังไม่มีนิ้วมืออยู่บนตำแหน่งใดๆ บนหน้าจอ
2. คำนวณหา Homography Matrix โดยขั้นตอนนี้จะนำภาพที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาเข้าฟังก์ชันเพื่อคำนวณหา Homogaphy Matrix
3. ได้ Homography Matrix ออกมา เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป
4. รับข้อมูลจากกล้องเว็บแคม โดยขั้นตอนนี้กล้องเว็บแคมจะทำการจับภาพหน้าจอคอมพิวเตอร์ กรณีที่มีนิ้วมืออยู่บนตำแหน่งใดๆ บนหน้าจอ
5. นำรูปภาพที่ได้มาคำนวณกับ Homography Matrix โดยขั้นตอนนี้จะนำรูปภาพมาคูณกับ Homography Matrix
6. ได้รูปภาพที่มีมุมมองตามที่ต้องการ
7. ตรวจสอบนิ้วมือที่ปลายนิ้วมือว่าสัมผัสหรือแตะหน้าจอหรือไม่ โดยขั้นตอนนี้ถ้ายังไม่แตะหน้าจอจะกลับไปรับข้อมูลใหม่จากกล้องเว็บแคม (ขั้นตอนที่ 4) แต่ถ้าแตะแล้วก็จะทำในขั้นตอนต่อไป
8. ทำการคำนวณหาปลายของนิ้วมือ
9. คำนวณหาตำแหน่งที่อยู่ของปลายนิ้วมือเทียบกับหน้าจอ
10. แสดงผลลัพธ์ที่ได้ออกสู่หน้าจอ
11. ตรวจสอบว่ามีคำสั่งจบการทำงานหรือไม่ ถ้ามีการทำงานก็สิ้นสุดลง ถ้าไม่มีก็จะกลับไปทำการรับข้อมูลจากกล้องเว็บแคม และทำตามลำดับขั้นตอนลงมาอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีคำสั่งจบการทำงาน

4.4 แอกทิวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram)

แอกทิวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram) เป็นการแสดงให้เห็นลำดับ กิจกรรมของการทำงาน (Work Flow) ของแต่ละฟังก์ชันการทำงานของระบบ โดยมีฟังก์ชันการทำงานหลักดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

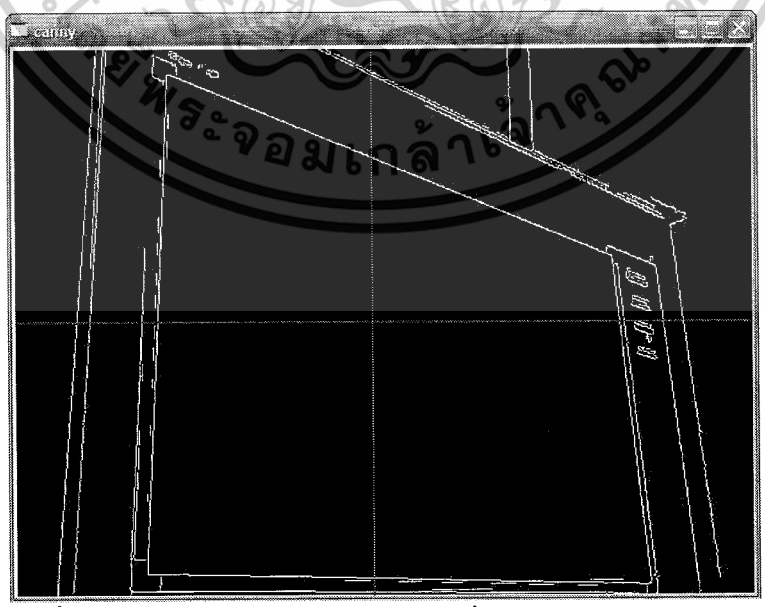
4.4.1 รับภาพหน้าจอเพื่อคำนวณหาโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ (Homography Matrix)



รูปที่ 4.3 แสดงแอกทิวิตไดอะแกรมของการคำนวณหาโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์

ในการคำนวณหาโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์นั้น จำเป็นที่จะต้องหาจุดมุมที่ต้องการทั้งหมด 4 จุด เพื่อนำมาเป็นอินพุตในการคำนวณ ซึ่งรูปภาพสีที่ถ่ายได้ จะต้องนำมาทำเป็นภาพระดับสีเทา หลังจากนั้นนำรูปที่ได้ไปทำให้เหลือแต่เส้นขอบ และเป็นรูปขาวดำ เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทุกสภาพแวดล้อม จากนั้นทำการหาจุดมุมทั้ง 4 จุดดังนี้

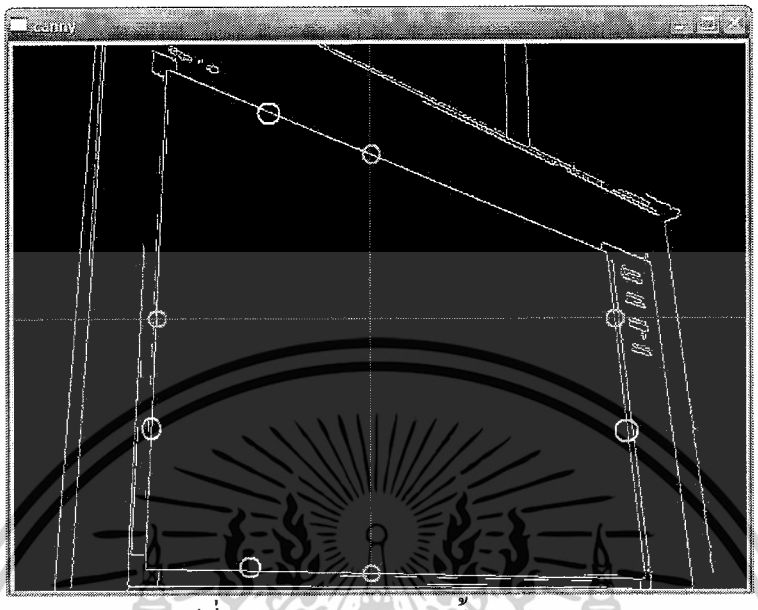
1. ทำการแบ่งส่วนของรูปภาพที่รับเข้ามาออกเป็น 4 ส่วน



รูปที่ 4.4 แสดงการแบ่งส่วนของรูปภาพที่รับเข้ามาออกเป็น 4 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการหาจุดทั้งหมด 8 จุด เพื่อนำมาสร้างเส้นตรง 4 เส้น



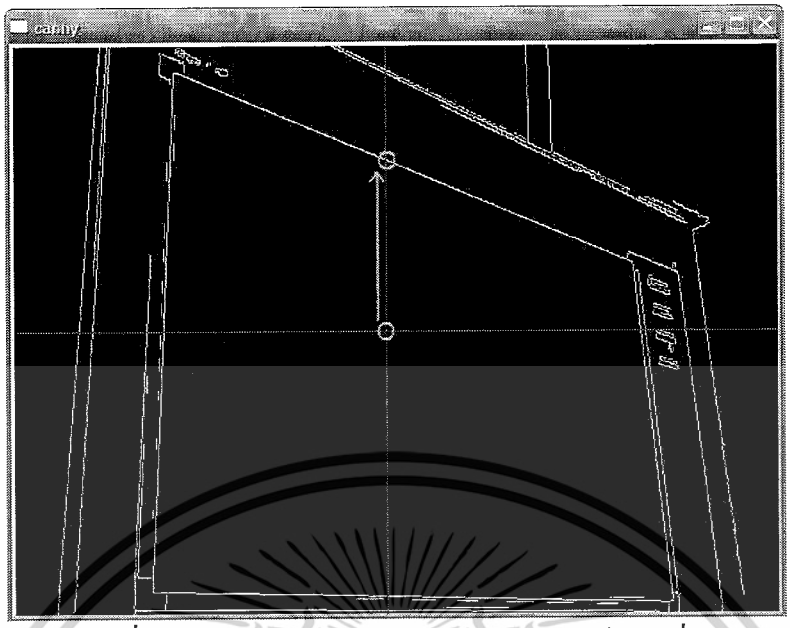
รูปที่ 4.5 แสดงการหาจุดทั้งหมด 8 จุด

รูปที่ 4.6 แสดงการสร้างเส้นตรง 4 เส้น

โดยจะนำเส้นทั้ง 4 นั้นมาตัดกันเพื่อให้ได้จุดมุมทั้ง 4 จุดที่ต้องการดังนี้

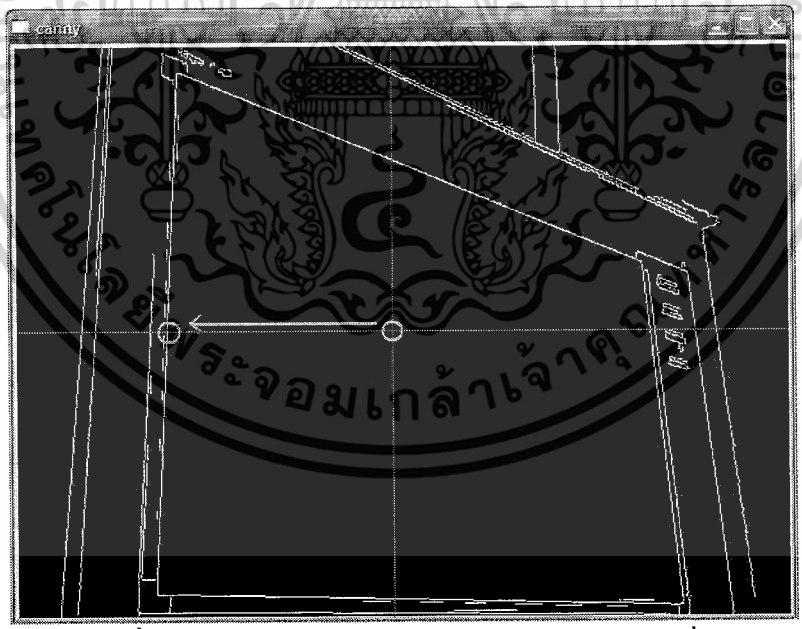
- จากจุดกึ่งกลางของรูปภาพ ทำการไล่ขึ้นด้านบน เพื่อหาจุดสีขาว แล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านบนเป็นจุดที่ 1

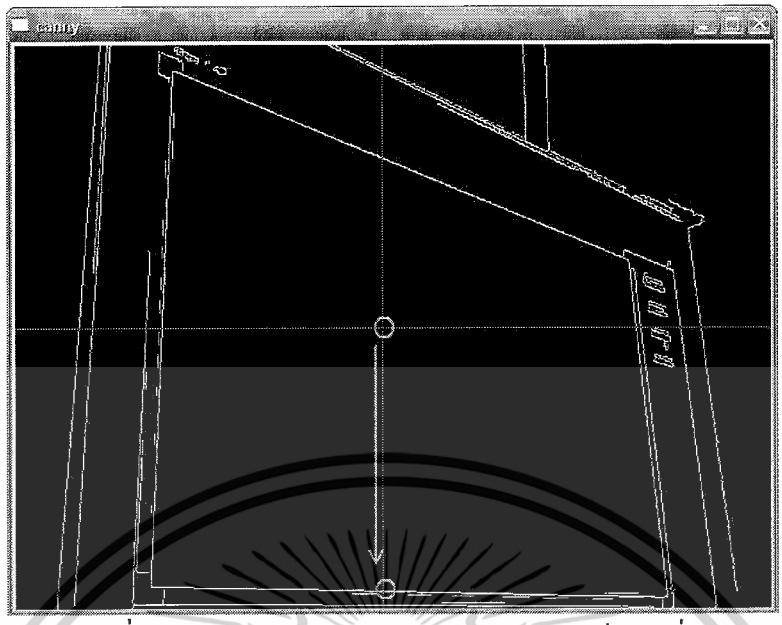
- จากจุดกึ่งกลางของรูปภาพ ทำการไล่ไปทางด้านซ้าย เพื่อหาจุดสีขาว แล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่สอง



รูปที่ 4.8 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านซ้ายเป็นจุดที่ 2

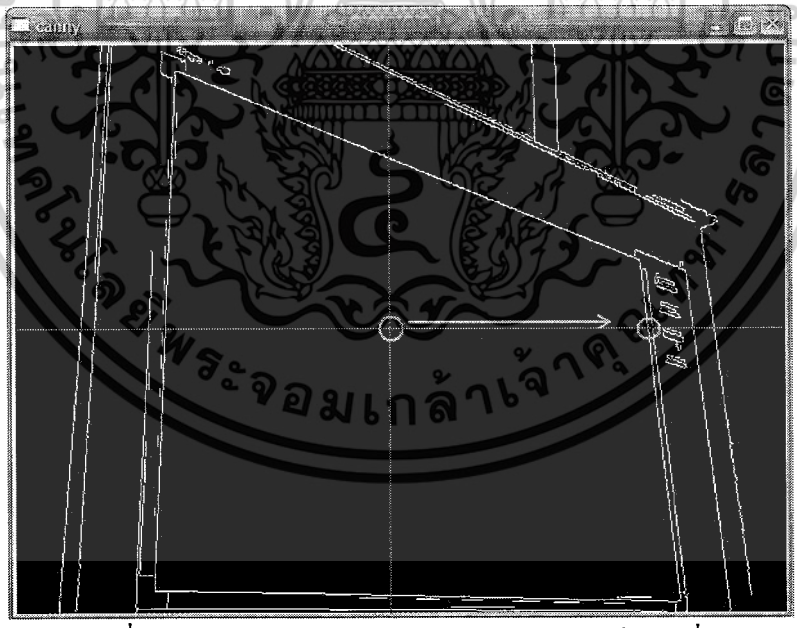
- จากจุดกึ่งกลางของรูปภาพ ทำการไล่ลงด้านล่าง เพื่อหาจุดสีขาว แล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่สาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านล่างเป็นจุดที่ 3

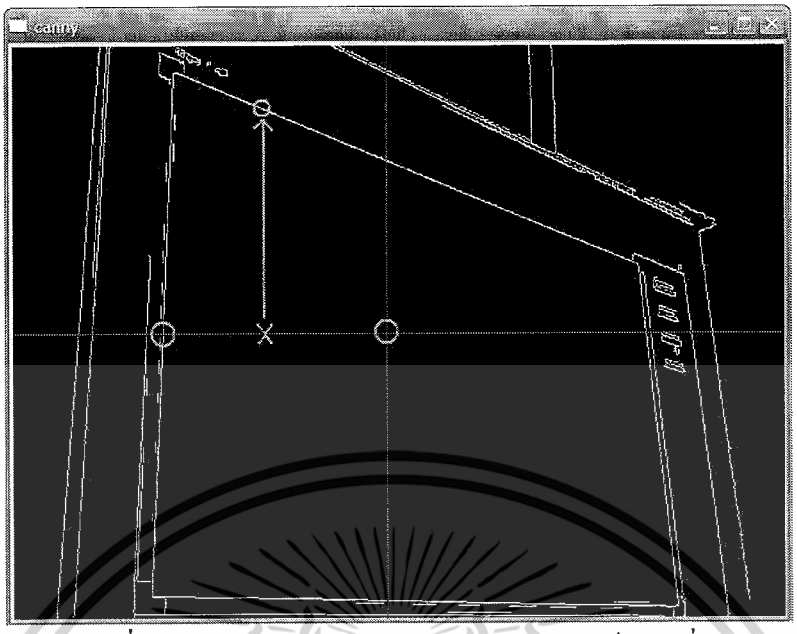
- จากจุดกึ่งกลางของรูปภาพ ทำการไล่ไปทางด้านขวา เพื่อหาจุดสีขาว แล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่สี่



รูปที่ 4.10 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านขวาเป็นจุดที่ 4

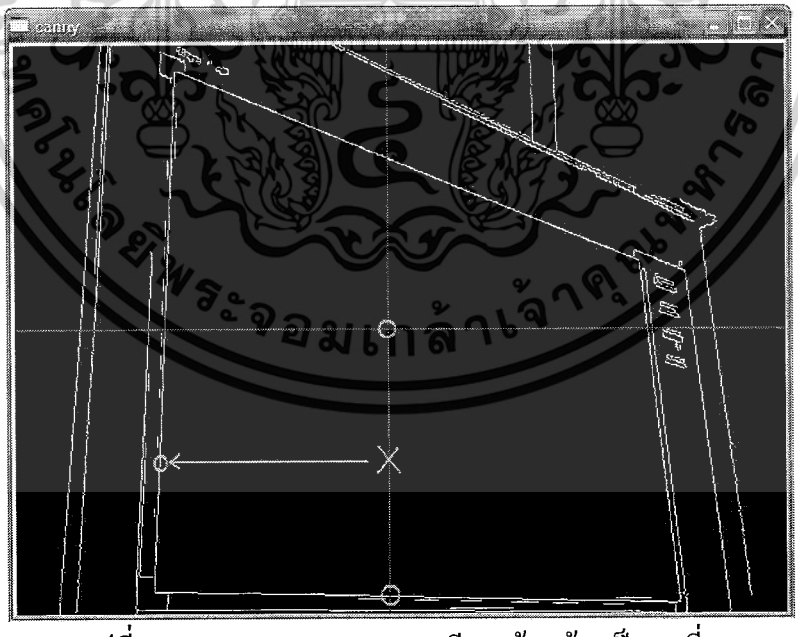
- ทำการหาจุดที่อยู่ ณ ตำแหน่งตรงกลางระหว่างจุดกึ่งกลางภาพ กับ จุดที่อยู่ด้านซ้าย จากนั้นทำการไล่ขึ้นด้านบน เพื่อหาจุดสีขาว แล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่ห้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านบนเป็นจุดที่ 5

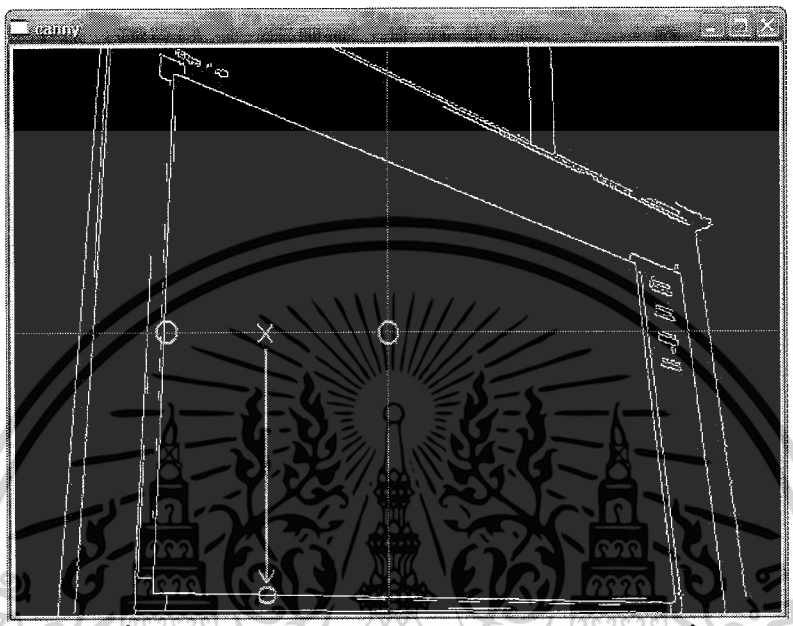
- ทำการหาจุดที่อยู่ ณ ตำแหน่งตรงกลางระหว่างจุดกึ่งกลางภาพ กับ จุดที่ได้ทำการเก็บไว้เป็นจุดที่สาม จากนั้นทำการไล่ไปทางด้านซ้าย เพื่อหาจุดสีขาว แล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่หก



รูปที่ 4.12 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านซ้ายเป็นจุดที่ 6

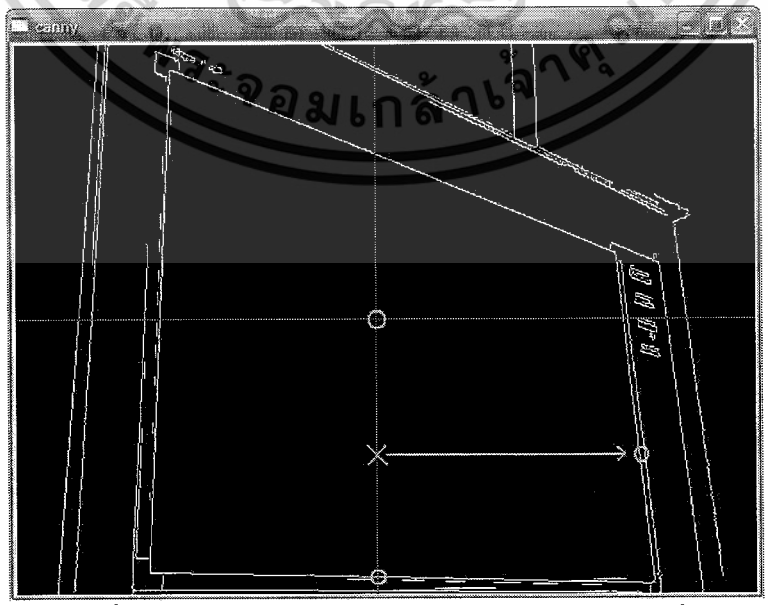
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทำการหาจุดที่อยู่ ณ ตำแหน่งตรงกลางระหว่างจุดกึ่งกลางภาพ กับ จุดที่ได้ทำการเก็บไว้เป็นจุดที่สอง จากนั้นทำการไล่ลงด้านล่าง เพื่อหาจุดสีขาวแล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่เจ็ด



รูปที่ 4.13 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านล่างเป็นจุดที่ 7

- ทำการหาจุดที่อยู่ ณ ตำแหน่งตรงกลางระหว่างจุดกึ่งกลางภาพ กับ จุดที่ได้ทำการเก็บไว้เป็นจุดที่สาม จากนั้นทำการไล่ไปทางด้านขวา เพื่อหาจุดขาว แล้วจึงเก็บตำแหน่งของจุดนี้ไว้เป็นจุดที่แปด

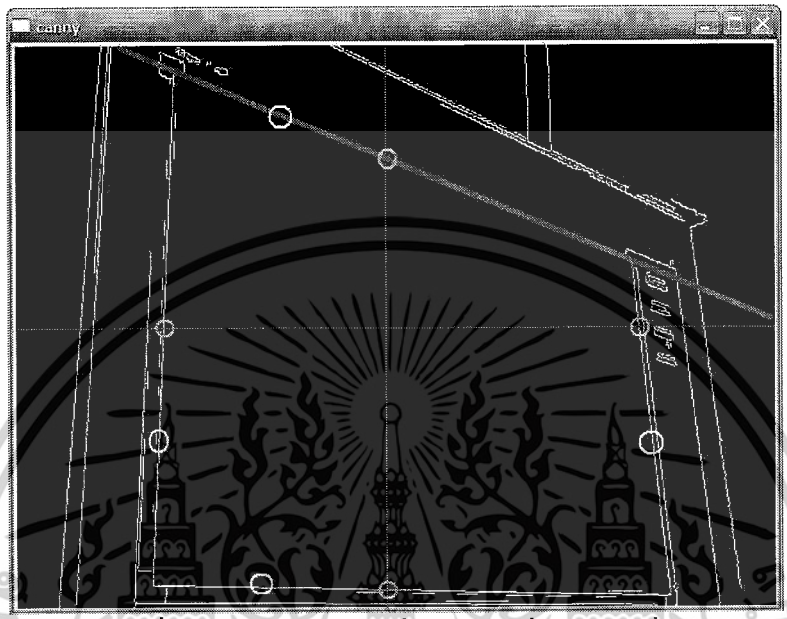


รูปที่ 4.14 แสดงการสแกนหาจุดสีขาวด้านขวาเป็นจุดที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

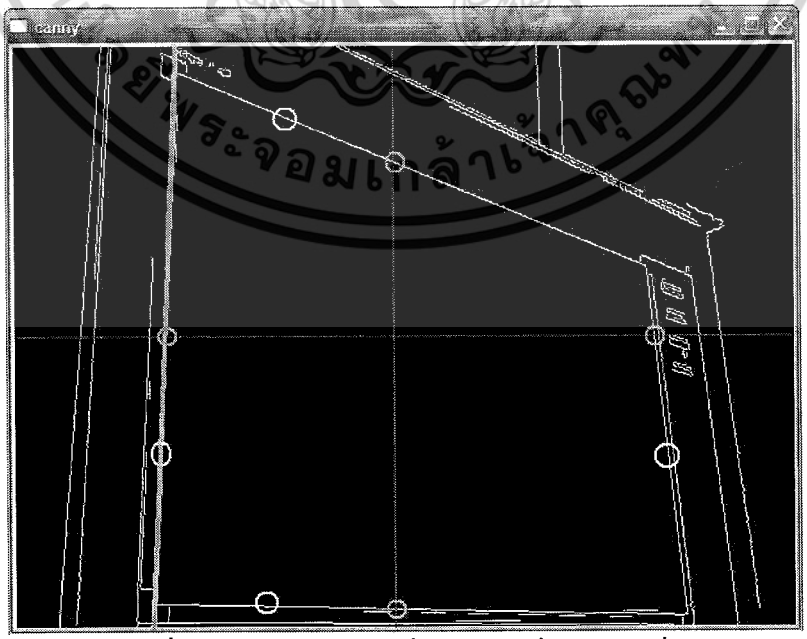
3. ทำการหาเส้นตรงทั้ง 4 เส้นจากจุด 8 จุดที่ได้มา

- สร้างเส้นตรงเส้นแรก โดยการนำเอาจุดแรกและจุดที่ห้ามาคำนวณหาสมการเส้นตรง



รูปที่ 4.15 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 1 กับ จุดที่ 5

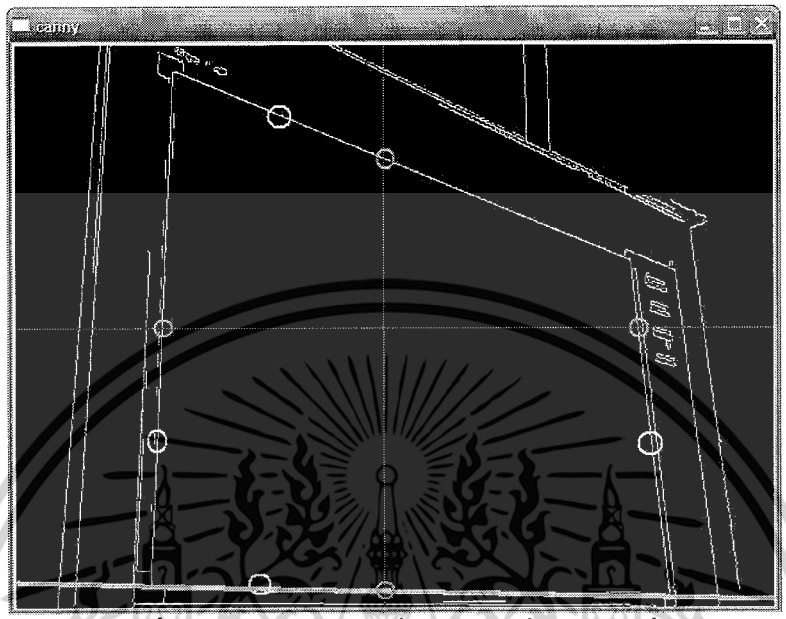
- สร้างเส้นตรงเส้นที่สอง โดยการนำเอาจุดที่สองและจุดที่หกมาคำนวณหาสมการเส้นตรง



รูปที่ 4.16 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 2 กับ จุดที่ 6

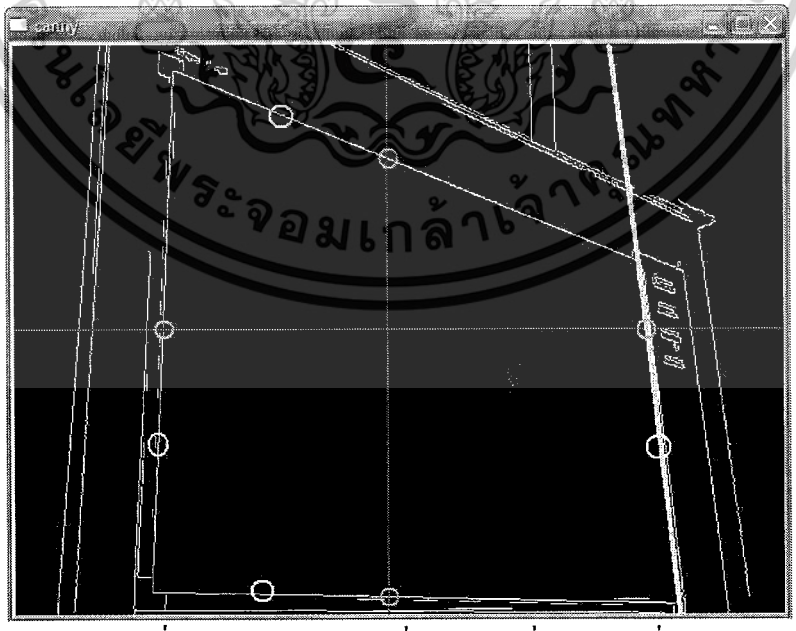
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สร้างเส้นตรงเส้นที่สาม โดยการนำเอาจุดที่สามและจุดที่เจ็ดมาคำนวณหาสมการเส้นตรง



รูปที่ 4.17 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 3 กับ จุดที่ 7

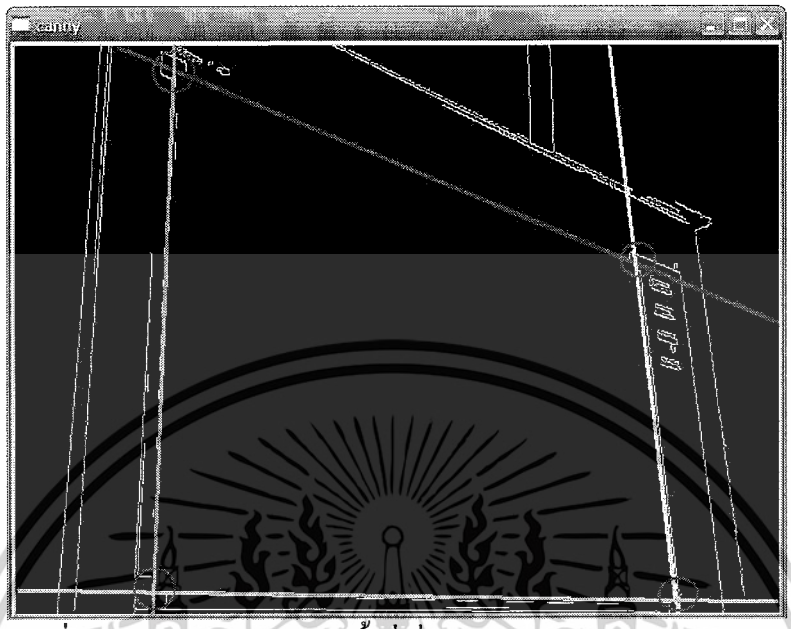
- สร้างเส้นตรงเส้นที่สี่ โดยการนำเอาจุดที่สี่และจุดที่แปดมาคำนวณหาสมการเส้นตรง



รูปที่ 4.18 แสดงเส้นตรงที่ได้จากจุดที่ 4 กับ จุดที่ 8

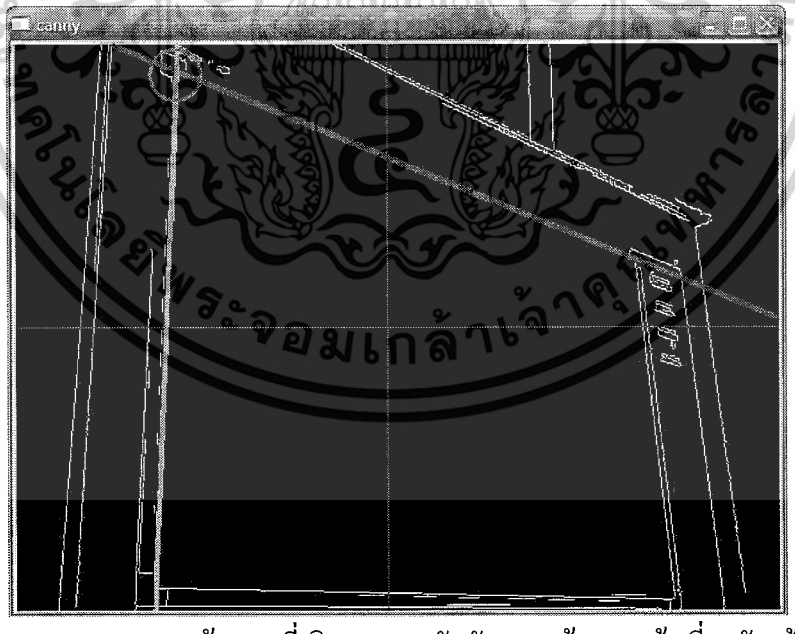
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการหาจุดมุมทั้งสี่ที่ต้องการ จากเส้นตรงทั้ง 4 เส้น



รูปที่ 4.19 แสดงการหาจุดมุมทั้งสี่ ซึ่งเกิดจากการตัดกันของเส้นตรง

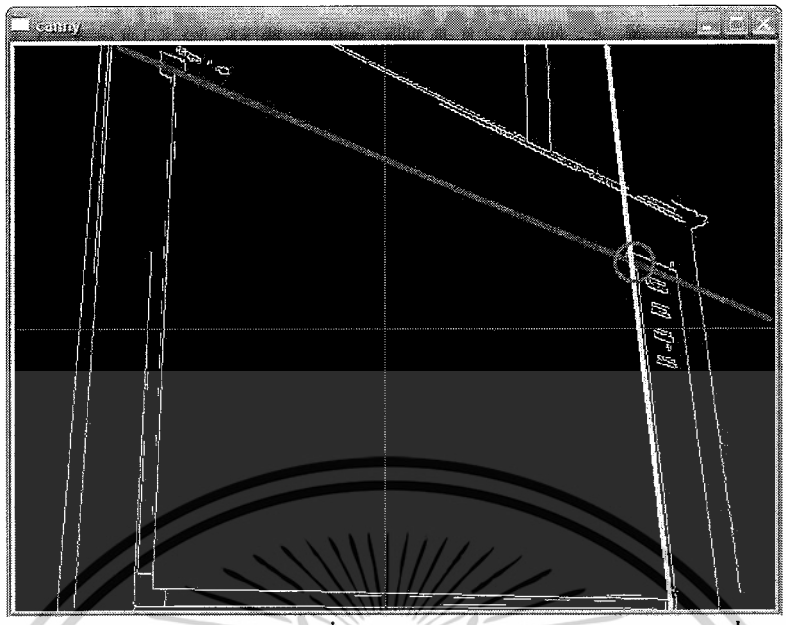
- หาจุดมุมซ้ายบน โดยการนำเส้นตรงเส้นแรกตัดกับเส้นตรงเส้นที่สอง



รูปที่ 4.20 แสดงจุดมุมซ้ายบนที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 1 กับเส้นที่ 2

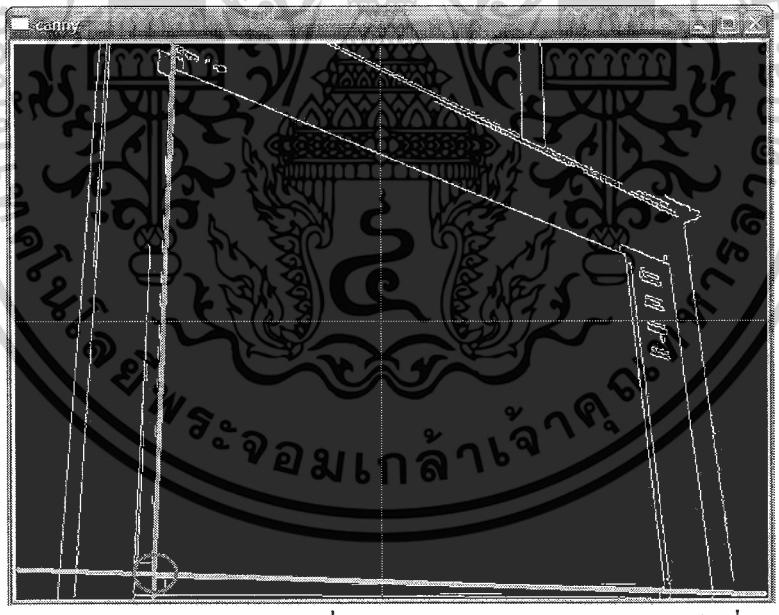
- หาจุดมุมขวาบน โดยการนำเส้นตรงเส้นแรกตัดกับเส้นตรงเส้นที่สี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงการหาจุดมุมขวาบน ที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 1 กับเส้นที่ 4

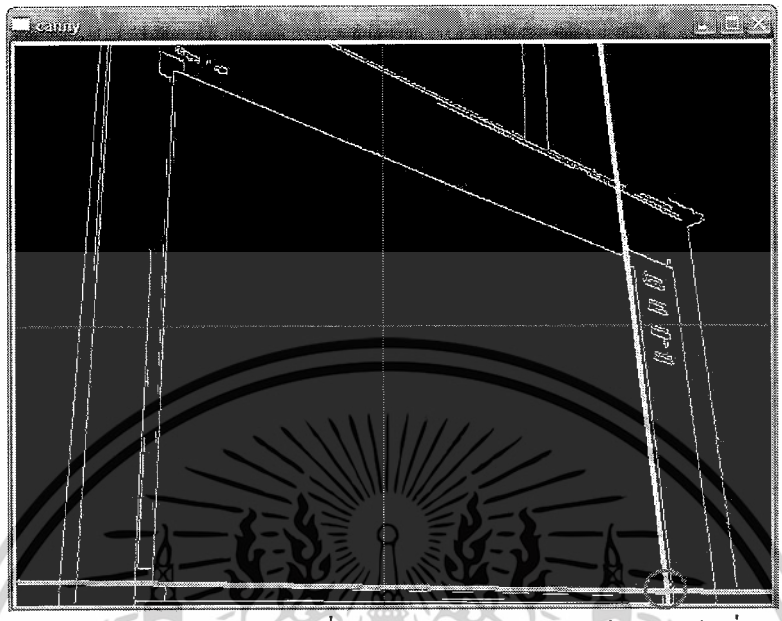
- หาจุดมุมซ้ายล่าง โดยการนำเส้นตรงเส้นที่สองตัดกับเส้นตรงเส้นที่สาม



รูปที่ 4.22 แสดงการหาจุดมุมซ้ายล่าง ที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 2 กับเส้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

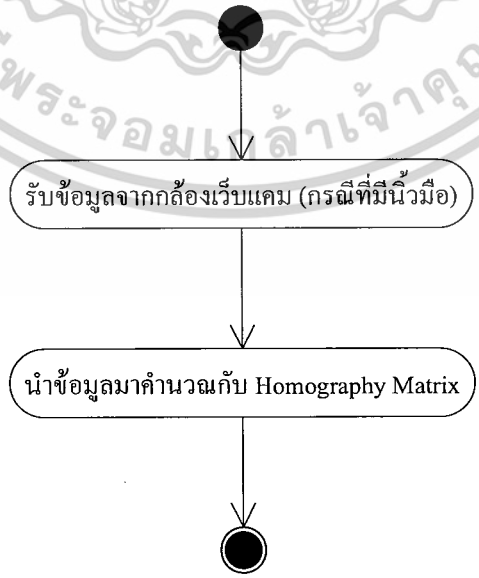
- หาจุดมุมขวาล่าง โดยการนำเส้นตรงเส้นที่สามตัดกับเส้นตรงเส้นที่สี่



รูปที่ 4.23 แสดงการหาจุดมุมขวาบน ที่เกิดจากการตัดกันของเส้นตรงเส้นที่ 3 กับเส้นที่ 4

- นำค่าตำแหน่งของทั้ง 4 จุดที่ได้มาเป็นอินพุตของฟังก์ชัน cvWarpPerspectiveQMatrix

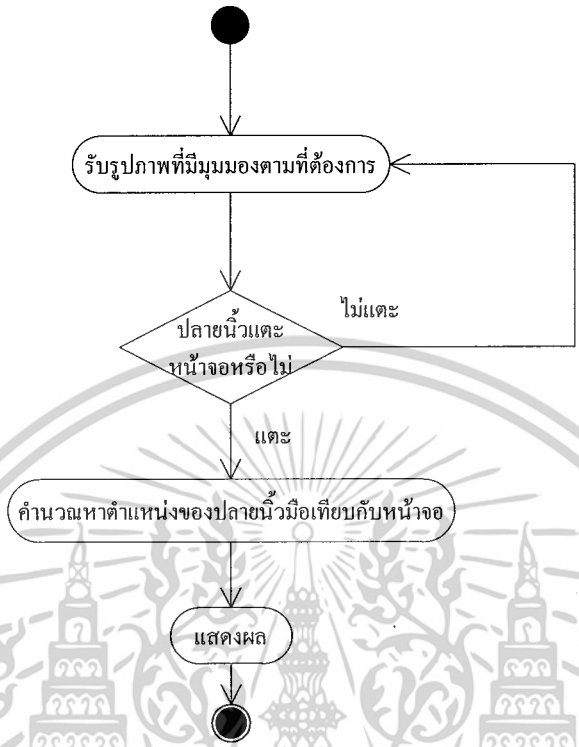
4.4.2 รับภาพที่มีนิ้วมือแสดงอยู่บนหน้าจอเพื่อนำมาคำนวณกับโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์ (Homography Matrix)



รูปที่ 4.24 แสดงแอกทิวิตีของการนำรูปภาพมาคูณกับโฮโมกราฟฟีเมทริกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 นำภาพที่มีมุมมองตามที่ต้องการมาวิเคราะห์และแสดงผล



รูปที่ 4.25 แสดงแอกทิวิตีของการวิเคราะห์ คำนวณและแสดงผล

การคำนวณหาตำแหน่งจุดปลายของนิ้วมือทำได้โดย นำรูปที่ผ่านการทำ โฮโมกราฟฟี แล้วมาไล่หาจุดปลายของนิ้วมือ โดยมีรูปแบบการไล่จากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวา ซึ่งเมื่อเจอจุดปลายของนิ้วมือแล้วก็ทำการเก็บค่าของตำแหน่งของจุดนั้นๆ ไว้ เพื่อนำค่าไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

การคำนวณหาตำแหน่งของปลายนิ้วเมื่อเทียบกับหน้าจอนั้นทำได้โดยนำจุดที่ได้จากขั้นที่แล้วมาทำการคำนวณให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องของหน้าจอแสดงผล โดยจากการที่หน้าจอแสดงผลได้ทำขอบเพื่อใช้ในการหาจุดในการทำโฮโมกราฟฟีนั้นมีความหนา 20 พิกเซล ดังนั้นจึงมีการคำนวณดังต่อไปนี้

$$1.\quad X' = \left(\frac{Width_display - 40}{Width_picture - 1}\right)X + 20 \qquad (4.1)$$

$$2.\quad Y' = \left(\frac{Height_display - 40}{Height_picture - 1}\right)Y + 20 \qquad (4.2)$$

โดย X' คือ พิกัดบนแกน x ของหน้าจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Y ' คือ พิกัดบนแกน y ของหน้าจอแสดงผล

X คือ ตำแหน่งของแกน x ที่ได้หาค่าไว้จากขั้นตอนก่อนหน้า

Y คือ ตำแหน่งของแกนy ที่หาค่าไว้จากขั้นตอนก่อนหน้า

Width_display คือ ความกว้างของหน้าจอแสดงผล

Height_display คือ ความสูงของหน้าจอแสดงผล

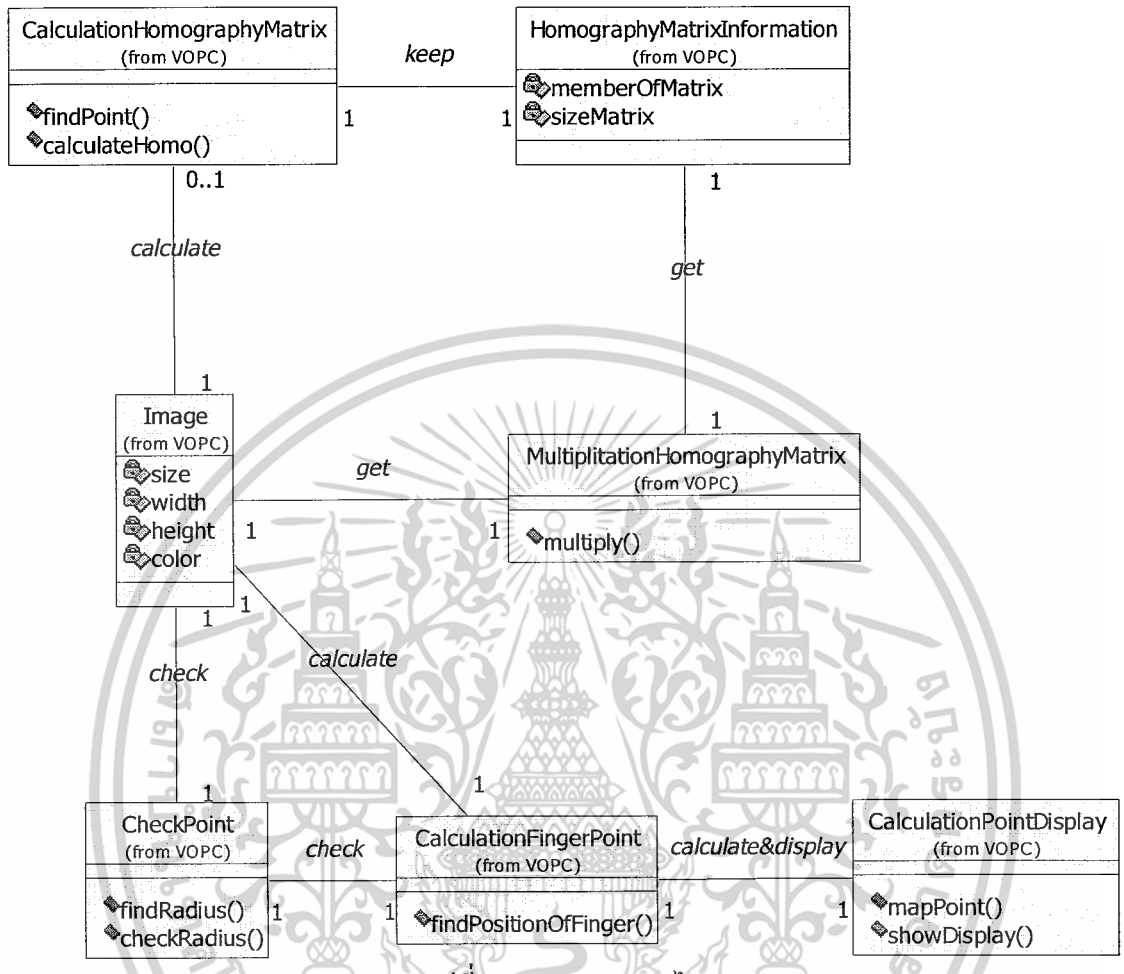
Width_picture คือ ความกว้างของรูปภาพที่ถ่าย

Height_picture คือ ความสูงของรูปภาพที่ถ่าย

โดยคิดสมการจากการที่จุด (0,0) ของรูปที่ถ่ายต้องอยู่ที่ตำแหน่ง (20,20) ของหน้าจอแสดงผล สาเหตุมาจากรูปหน้าจอแสดงผลนั้นมีการทำขอบไว้หนา 20 พิกเซล และจุด (Width_picture - 1, Height_picture - 1) ต้องอยู่ที่ตำแหน่ง ((Width_display - 1) - 20, (Height_display - 1) - 20) ของหน้าจอแสดงผล จากนั้นจึงใช้การเทียบบัญญัติไตรยางศ์ เพื่อหาความสัมพันธ์ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram)



รูปที่ 4.26 แสดงคลาสไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

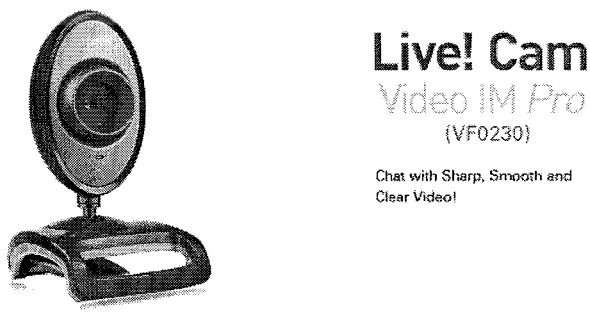
5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย

5.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

- หน่วยประมวลผล รุ่น: Intel Core 2 Duo
- ความเร็ว: 1.83 GHz
- หน่วยความจำ ขนาด: 1 GB
- Technology: DDR2 SDRAM
- Cache: 2 MB
- การแสดงผล ขนาด: 14.00 "
- ประเภท: WXGA Colorshine LCD
- หน่วยประมวลผล: ATI Radeon X1700
- หน่วยความจำ: 256 MB
- ความละเอียด: 1280 x 800
- สื่อบันทึกข้อมูล Hard Disk: 80 GB
- Optical Drive: DVD+-RW Double Layer Battery
- ประเภท: Li-Ion Software
- ระบบปฏิบัติการ: windows

5.1.2 กล้องเว็บแคม ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้



รูปที่ 5.1 CREATIVE WEBCAM LIVE! CAM VIDEO IM PRO 800 X 600

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความละเอียด 640x480 VGA Sensor up to 1.3Mp
- บันทึกภาพ VGA ได้ความละเอียดสูงสุด 800x600
- USB 2.0 Hi speed และรับรอง USB 1.1
- เลนส์สามารถหมุนปรับ โฟกัส ภาพได้
- รองรับซอฟต์แวร์ Yahoo!, Messenger, Skype, MSN
- Smart Face Tracking ตัวกล้องสามารถปรับเปลี่ยนตามอิริยาบถ ตัวเราได้
- สามารถปรับแต่งภาพ และสร้าง วีดีโอ ได้อย่างง่ายดาย และรวดเร็ว
- มีชุดหูฟัง Headset

5.1.3 ปลอกนิ้วตรวจสอบการสัมผัส

รูปที่ 5.2 ลักษณะของปลอกนิ้วที่ใช้ในการตรวจสอบระยะสัมผัส

5.1.4 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

พัฒนาระบบการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ คือ โปรแกรม Microsoft visual studio 2005 ซึ่งได้นำไลบรารี OpenCV เข้ามาช่วยในการพัฒนา ซึ่งไลบรารี OpenCV มีรายละเอียดดังนี้

- การทำงานร่วมกับ OpenCV (Working with opencv)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการติดต่อกับกล้องโดยใช้ cvcam.h ข้อดีของ cvcam.h คือสามารถทำงานได้ในทุกๆ แพลทฟอร์ม (platform) ในการทำงานร่วมกับกล้องดิจิตอล(Digital Camera) โดยจะมีการเรียกใช้ไลบรารี (Library) ร่วมกันโดยการเรียกใช้ dynamic link library (DLL) บนวินโดว์ (window)เพื่อที่จะทำการแชร์ object library เพื่อทำการอ่านและควบคุมไฟล์วีดีโอผ่านเอพีไอ (API) ของภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

- คุณสมบัติของ OpenCV

เป็น open source vision library ของภาษา C/C++ ใช้งานเกี่ยวกับ Real time application รองรับกับหลายๆ แพลทฟอร์ม (platform) ของระบบปฏิบัติการ (Operating system) ทำงานเกี่ยวกับ การประมวลผลรูปภาพและวีดีโอทั้งในเรื่องการโหลด, การเซฟ (save) และการได้มาซึ่งรูปภาพ, เป็นทั้งไอพีไอ (API) ระดับสูงและระดับต่ำ, ลักษณะของ อินเตอร์เฟสจะมีลักษณะที่ครอบคลุมของอินเทล (Intel) ทำให้คุ้นเคยกับการใช้งานอยู่แล้ว

- ลักษณะการทำงานของ OpenCV
  - รองรับการที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลรูปภาพ (allocation, release, copying, setting, conversion)
  - อินพุตและเอาท์พุตที่เป็นข้อมูลรูปภาพและวีดีโอ
  - รองรับรูปแบบโครงสร้างข้อมูลได้หลายรูปแบบ (lists, queues, sets, trees, graphs)
  - การทำงานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพเบื้องต้น filtering, edge detection, corner detection, sampling and interpolation, color conversion, morphological operations, histograms, image pyramids)
  - การเทียบมาตรฐานของรูปภาพโดยใช้หลักการต่างๆ ในการเทียบ (finding and tracking calibration patterns, calibration, fundamental matrix estimation, homography estimation, stereo correspondence)
  - การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของรูปภาพ (optical flow, motion segmentation, tracking)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลอง

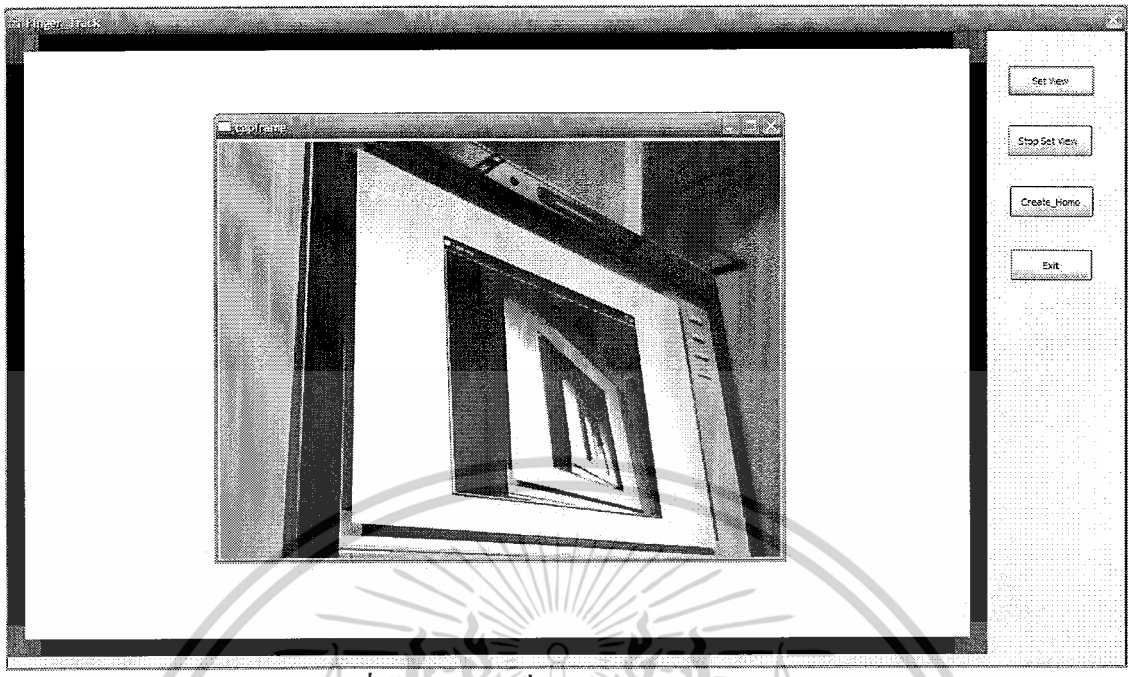
การทดลองนี้จัดทำขึ้นเพื่อทำการตรวจสอบระบบการติดตามนิ้วมือ โดยขอบเขตของการทดลองคือ สามารถแสดงผลตำแหน่งที่นิ้วมือชี้ได้ โดยมีขั้นตอนและผลการทดลองดังนี้

5.2.1 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถติดต่อกับกล้องเว็บแคมและสามารถแสดงผลได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

รูปที่ 5.3 หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรม

- ทำการกดปุ่ม Set View ซึ่งจะปรากฏหน้าต่างที่แสดงภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคม เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนมุมมองของกล้องให้อยู่ในลักษณะที่ถูกต้อง ดังรูปที่ 5.4

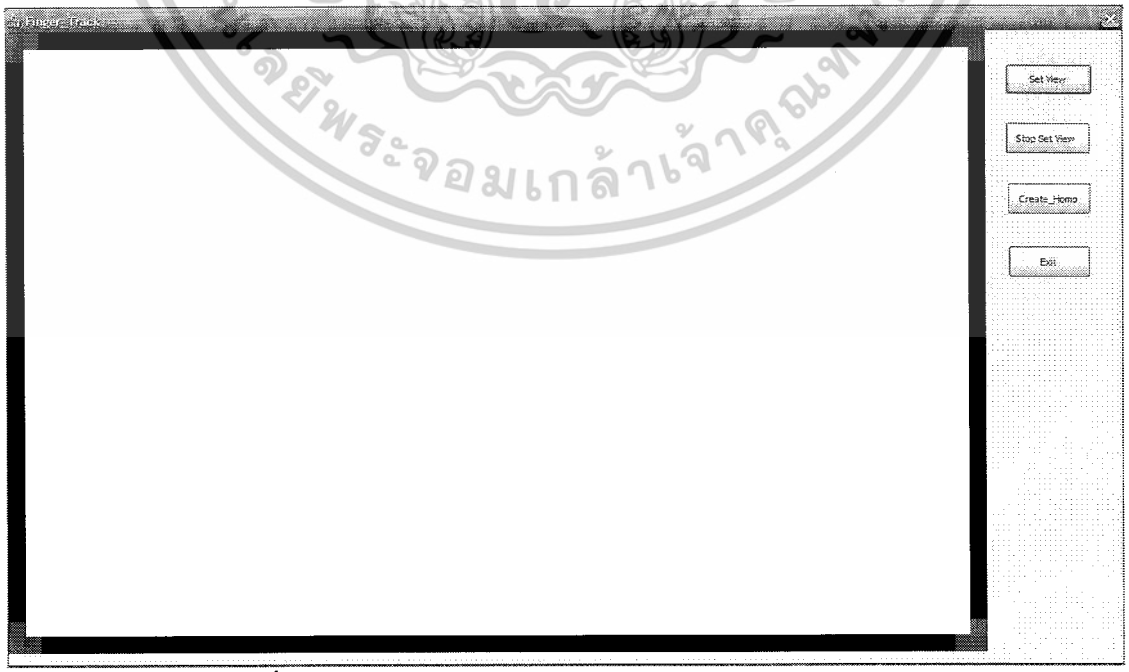
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 หน้าจอเมื่อทำการกดปุ่ม Set View

เมื่อสามารถแสดงผลได้ดังรูปที่ 5.4 แสดงว่าสามารถทำการติดต่อกล้องเว็บแคมได้เรียบร้อยแล้ว เพื่อทำการปิดหน้าต่างที่แสดงภาพจากกล้องเว็บแคม

- ทำการกดปุ่ม Stop Set View เพื่อทำการปิดหน้าต่างที่แสดงภาพจากกล้องเว็บแคม หลังจากที่ได้มุมกล้องที่ถูกต้องแล้ว ดังรูปที่ 5.5



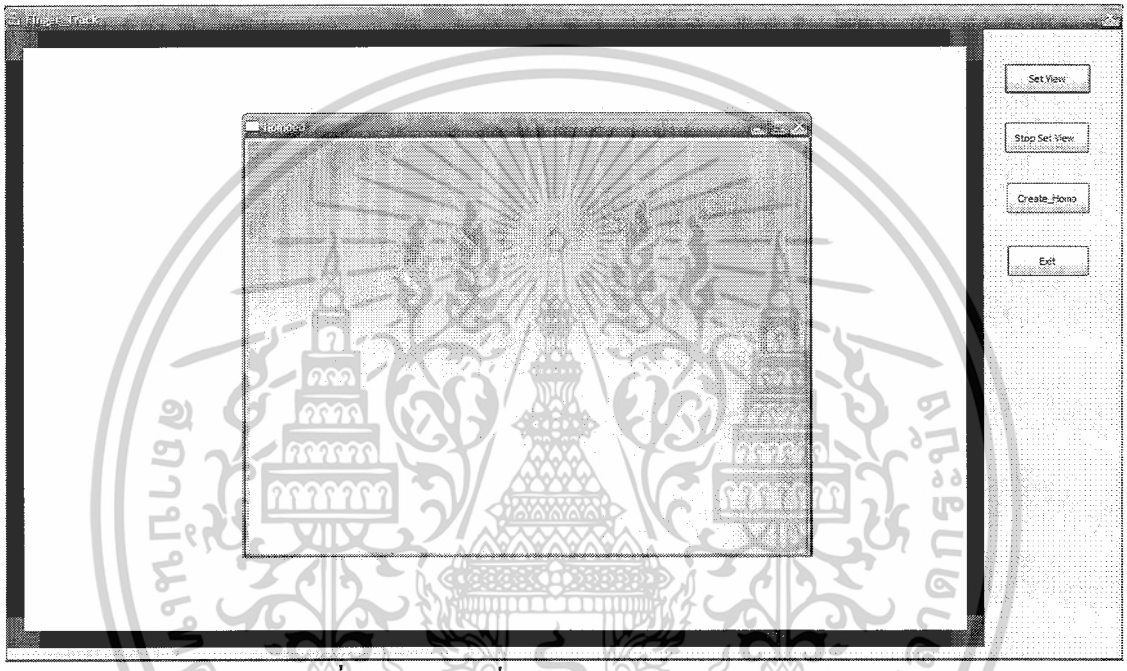
รูปที่ 5.5 หน้าจอเมื่อทำการกดปุ่ม Stop Set View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่ารูปที่ 5.5 หน้าต่างที่แสดงภาพจากกล้องเว็บแคมได้ปิดไปแล้วเรียบร้อย

5.2.2 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถทำโฮโมกราฟฟีได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ทำการกดปุ่ม Create_Homo จากรูปที่ 5.4 จะเห็นว่าลักษณะของรูปภาพที่กล้องเว็บแคมจับนั้น จับภาพจากด้านข้างของผู้ใช้งาน เพื่อทำให้ภาพที่ได้นั้นอยู่ในลักษณะเดียวกันกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่มองจากด้านหน้า จึงต้องทำโฮโมกราฟฟีเพื่อให้ได้ภาพตามที่ต้องการ ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 หน้าจอเมื่อทำการกดปุ่ม Create_Homo

จากรูปที่ 5.6 เมื่อกดปุ่ม Create_Homo โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างของรูปที่กล้องจับภาพได้และผ่านกระบวนการโฮโมกราฟฟีแล้ว ซึ่งถ้ายังไม่ได้ผลตามที่ปรากฏนี้ ก็ต้องทำการปรับมุมมองของกล้องใหม่ จนกว่าจะได้ผลหลังจากการทำโฮโมกราฟฟีแล้วดังรูป

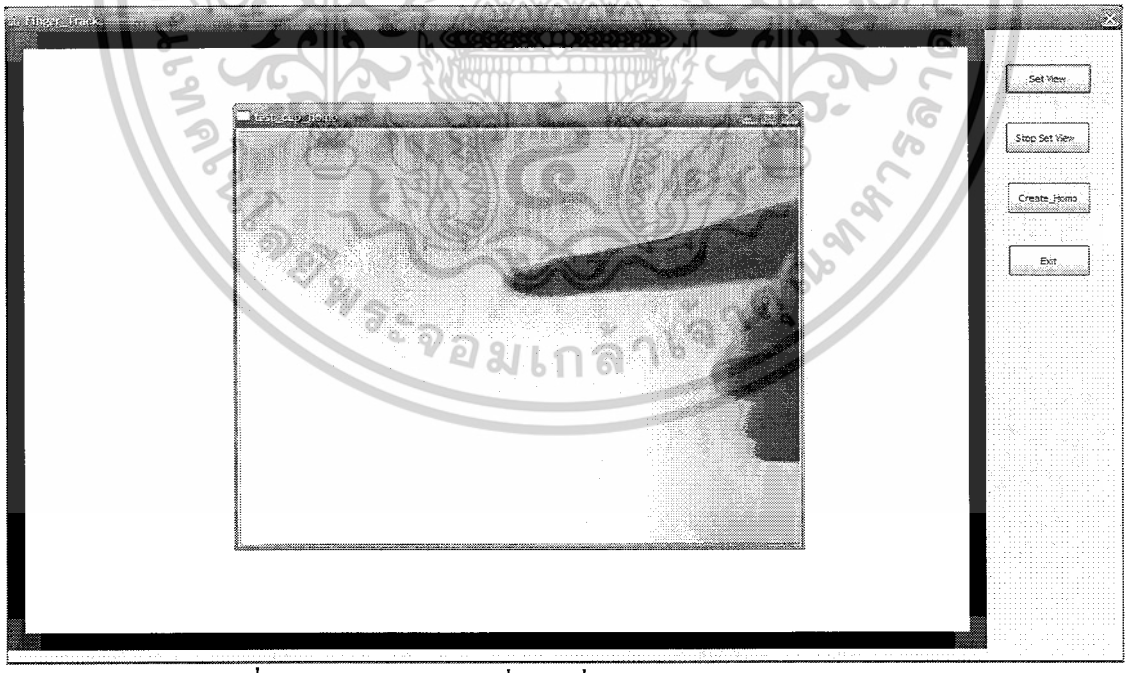
5.2.3 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถวิเคราะห์หาตำแหน่งของปลายนิ้วมือและทำการแสดงผลออกมาเป็นจุดได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ทำการกดปุ่มบนมือ เพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์และแสดงผลเมื่ออยู่ในระยะที่สัมผัสหน้าจอ เมื่อกดปุ่มแล้วโปรแกรมจะมีลำดับการทำงานดังรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.7 แสดงให้เห็นรูปภาพหน้าจอที่มีนิ้วมือชี้อยู่ก่อนการทำโฮโมกราฟฟี

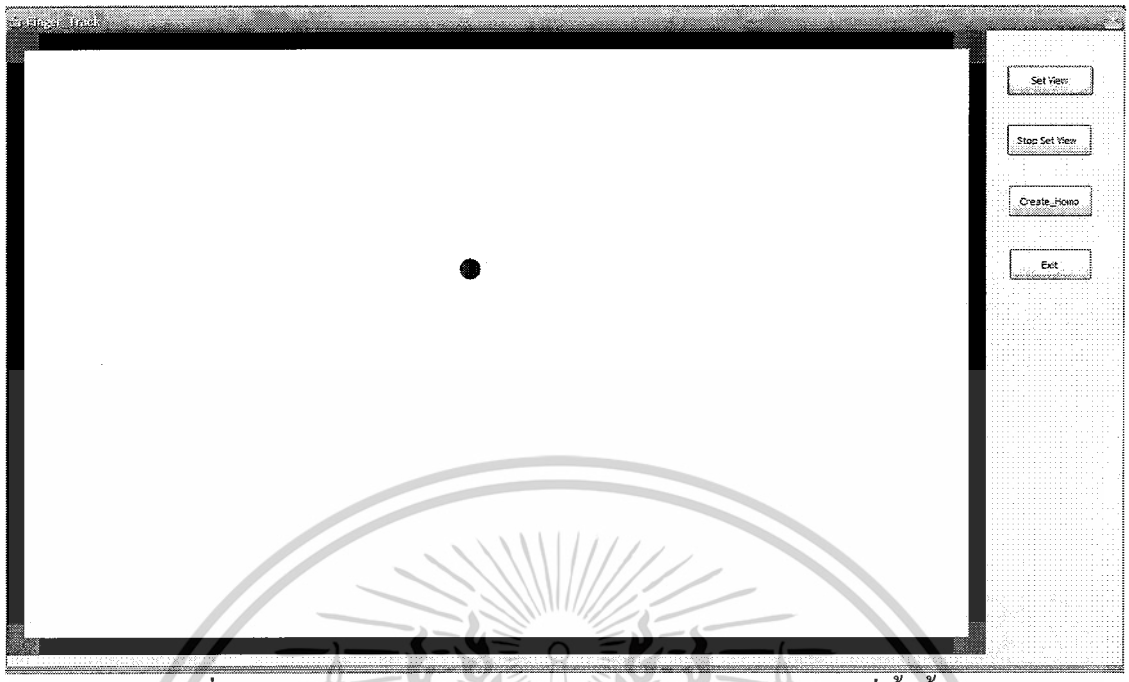
จากรูปที่ 5.7 เริ่มต้นจากการถ่ายภาพของหน้าจอซึ่งมีนิ้วชี้ตำแหน่งที่ต้องการไว้ (ซึ่งในโปรแกรมเมื่อใช้จริงจะไม่มีการแสดงภาพในลักษณะนี้)



รูปที่ 5.8 แสดงให้เห็นรูปที่ 5.7 เมื่อผ่านการทำโฮโมกราฟฟีแล้ว

จากรูปที่ 5.8 นำรูปที่ 5.7 มาผ่านกระบวนการโฮโมกราฟฟี (ซึ่งในโปรแกรมเมื่อใช้จริงจะไม่มีการแสดงภาพในลักษณะนี้

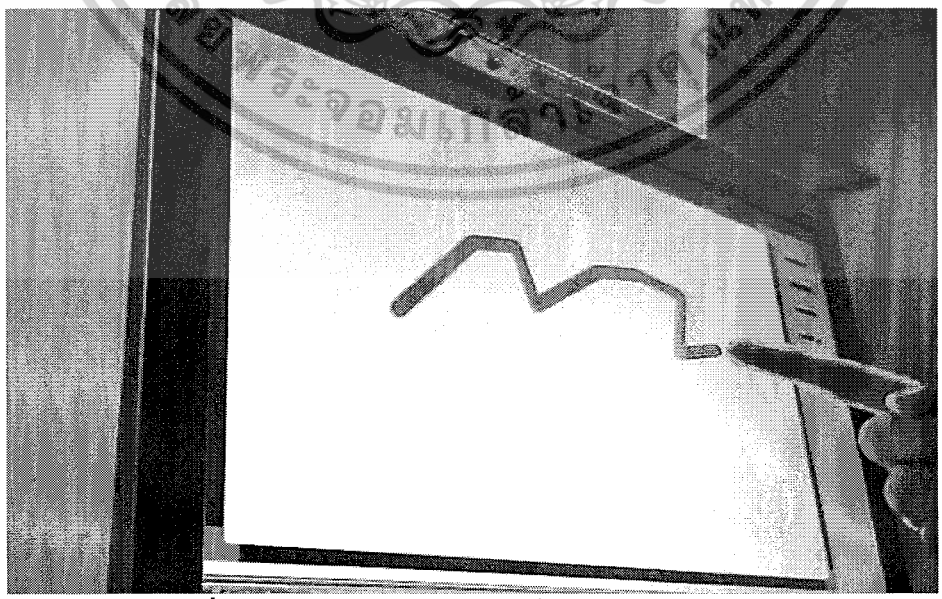
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.9 แสดงผลเป็นจุดบนหน้าต่างการแสดงผล ณ ตำแหน่งที่นิ้วชี้อยู่

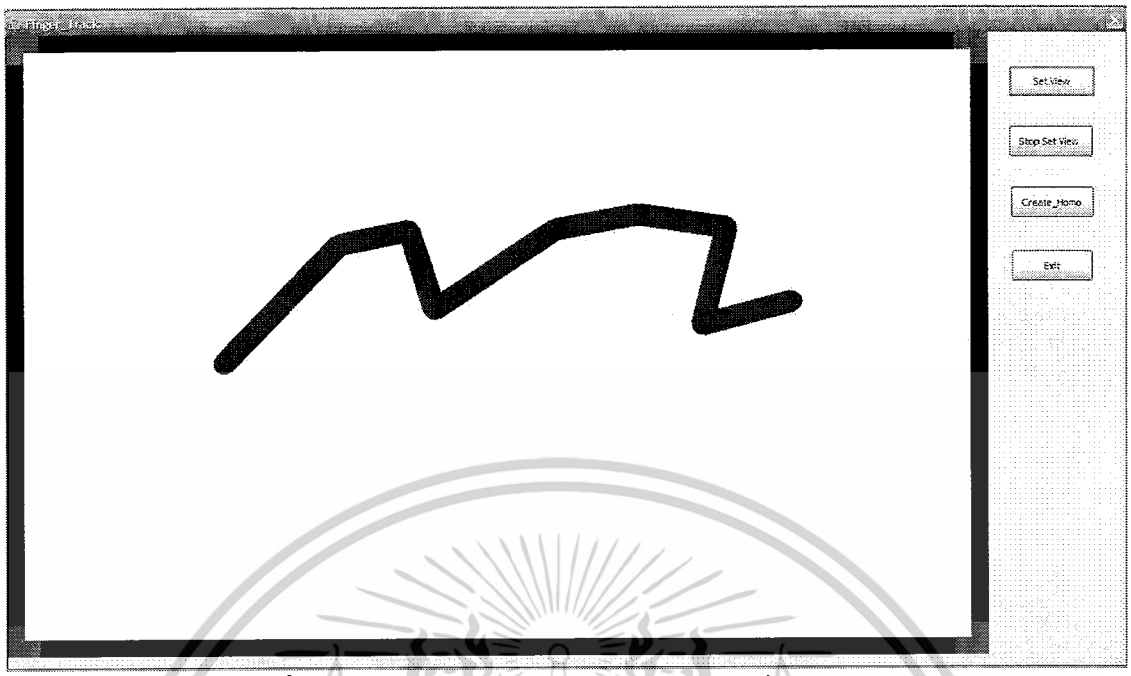
เมื่อสามารถแสดงผลได้ดังรูปที่ 5.9 แสดงว่าโปรแกรมสามารถนำตำแหน่งที่นิ้วมือชี้อยู่ มาผ่านกระบวนการทำให้เกิดจุด ณ ตำแหน่งนั้นได้ ซึ่งเป็นผลการทดลองที่ถูกต้องและสมบูรณ์

5.2.4 การทดลองเพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถวาดรูปอย่างต่อเนื่องได้ตามที่ต้องการหรือไม่ ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้



รูปที่ 5.10 ภาพขณะกำลังวาดรูปที่รับจากกล้องเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 ภาพที่ปรากฏบนหน้าจอโปรแกรมเมื่อวาดเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้ได้นำเสนอวิธีการติดตามนิ้วมือสำหรับจอภาพแบบสัมผัสราคาถูก โดยทำการใช้นิ้วมือชี้ไปที่บริเวณหน้าจอคอมพิวเตอร์ แล้วทำการถ่ายรูปภาพที่มีนิ้วมือที่ชี้อยู่ เพื่อนำรูปภาพนั้นมาทำการคำนวณหาจุดที่ใช้ในการวาดรูป โดยจะแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการติดตามนิ้วมือที่ชี้อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการคำนวณหาตำแหน่งที่นิ้วมือชี้มาทำให้ปรากฏจุดขึ้นนั้น ผู้พัฒนาระบบได้สรุปผลการทดลอง ดังนี้

1. จากการทดลองที่ 5.2.1 เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถติดต่อกล้องเว็บแคมและสามารถแสดงผลได้ จากผลการทดลองจะพบว่าวิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถติดต่อกล้องเว็บแคมและสามารถแสดงผลได้

2. จากการทดลองที่ 5.2.2 เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถทำโฮโมกราฟฟีได้ จากการทดลองจะพบว่าโปรแกรมจะสามารถทำโฮโมกราฟฟีให้ได้ผลดังรูปที่ 5.5 ซึ่งเป็นรูปที่มีลักษณะเหมาะสมตรงกับความต้องการ

3. จากการทดลองที่ 5.2.3 เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถวิเคราะห์หาตำแหน่งของปลายนิ้วมือ และทำการแสดงผลออกมาเป็นจุดได้ จากผลการทดลองจะพบว่าสามารถทำการแสดงผลของการจุดบนหน้าจอแสดงผลได้ค่อนข้างที่จะสมบูรณ์ทุกตำแหน่งที่ทำการชี้

จากนั้นก็จะเป็นการทดลองเกี่ยวกับการวาดรูปอย่างต่อเนื่องจากการติดตามนิ้วมือที่ชี้อยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการคำนวณหาตำแหน่งที่นิ้วมือวาดมาทำให้ปรากฏรูปขึ้นนั้น ผู้พัฒนาระบบได้สรุปผลการทดลอง ดังนี้

4. จากการทดลองที่ 5.2.4 จะเห็นว่าสามารถที่จะวาดรูปภาพที่ต่อเนื่องได้ โดยถ้านิ้วมืออยู่ในระยะที่สัมผัสหน้าจอและต้องการที่จะทำการวาดรูปแล้ว ก็จะทำการกดปุ่มที่อยู่บริเวณมือ

6.2 สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไข

โดยปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นทั้งหมด คือ ปัญหาในขั้นตอนการวาดรูป ซึ่งบางครั้งอาจเกิดสิ่งรบกวน จึงส่งผลให้การวาดนั้นผิดพลาดเล็กน้อย ทำให้รูปที่ได้ไม่เป็นไปตามที่ตั้งใจ และปัญหาของการตรวจสอบระยะการแตะหน้าจอซึ่งต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดระยะสัมผัสเอง ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะส่งผลให้เกิดการวาดที่ผิดพลาด เช่น ในจังหวะที่มีการยกมือออกนอกระยะสัมผัสแล้ว แต่ยังคงกดปุ่มค้างอยู่

แนวทางแก้ไขในขั้นตอนการวาดรูป คือ การเพิ่มความสามารถของโปรแกรมในการกำจัดสิ่งรบกวน ส่วนในเรื่องของการตรวจสอบระยะการแตะหน้าจอนั้นจะใช้ sensor ติดที่ปลายนิ้วมือซึ่งต้องอยู่ในระยะที่ถือว่าสัมผัสหน้าจอเท่านั้นจึงจะวาดรูป

6.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในอนาคต

สิ่งที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคตคือการนำไปพัฒนาให้สามารถใช้ได้กับเครื่องฉายภาพที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งหน้าจอแบบสัมผัสที่มีขนาดใหญ่นั้นจะมีราคาที่สูง ดังนั้นถ้าสามารถนำโครงงานนี้ไปประยุกต์ใช้ได้ ย่อมทำให้เกิดประโยชน์อย่างแน่นอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ณรงค์ศักดิ์ พุดเผือก. 2548. "**อัลกอริทึมในการตรวจวัดตำแหน่งขากล้องด้วยกล้องวีดีโอตัวเดียวสำหรับระบบแสดงภาพสเอริโอแบบเปลี่ยนมุมมองได้.**" วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล. 2546. **คู่มือการเขียนโปรแกรมวินโดว์ขั้นสูงด้วย Visual C++ ฉบับ.NET**. กรุงทพฯ : ดวงกลมสมัย.

ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล. 2544. **คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++ 6.0 ฉบับโปรแกรมเมอร์**. กรุงทพฯ : อินโฟเพรส/ดวงกมลสมัย.

วิทวัส เหล่าวณิชย์พงษ์ และปฐมภูมิ วิชิตโชติ. 2549. "**การพัฒนาโปรแกรมเกมส์โบว์ลิงผสมจริง.**" ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Gady Agam. 2006. **Introduction to programming with OpenCV.** [Online].
Available : http://www.cs.iit.edu/~agam/cs512/lect-notes/opencv-intro/index.html

University of Leeds. 2006. **CV Reference Manual.** [Online].
Available : http://www.comp.leeds.ac.uk/vision/opencv/opencvref_cv.html#cv_imgproc

2006. **OpenCV::CvPoint2D32f**. [Online].
Available : http://doc.blueruby.mydns.jp/opencv/classes/OpenCV/CvPoint2D32f.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวกฤตยา โชติกเสถียร
วัน เดือน ปีเกิด	4 ตุลาคม 2528 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	141 ถนนรังสิต-ปทุมธานี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130 โทรศัพท์ 02-531-4793
อีเมล	jomfom37@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
2550	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวปิยนันท์ ศรีเกตุ
วัน เดือน ปีเกิด	24 ธันวาคม 2528 จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ที่อยู่	812 แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร 10700 โทรศัพท์ 02-595-4092
อีเมล	abnormalmai@hotmail.com
ประวัติการศึกษา	
2550	วิทยาศาสตรบัณฑิต คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้