สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ

CAR VELOCITY DETECTOR USING IMAGE PROCESSING

โดย

นายชัยชัช อึ๊งใช้

นายนพดล นาควิจิตร์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72132
วัน,เดือน,ปี 11 มิ.ย. 2550

b 11763802
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

ผ่านการตรวจชำระแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว

(ลงชื่อ).....ผู้ตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ

CAR VELOCITY DETECTOR USING IMAGE PROCESSING

โดย

นายชัยชัช อึ๊งใช้ 47015045

นายนพดล นาควิจิตร์ 47015055

อาจารย์ที่ปรึกษา

ศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์

รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **เครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ**

CAR VELOCITY DETECTOR USING IMAGE PROCESSING

ผู้จัดทำ

1. นายชัยชัช อึ๊งใช้ 47015045

2. นายนพดล นาควิจิตร์ 47015055

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ

CAR VELOCITY DETECTOR USING IMAGE PROCESSING

โดย นายชัยชัช อึ้งใช้ 47015045
นายนพดล นาควิจิตร์ 47015055

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์
รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอการคำนวณหาความเร็วของรถยนต์ โดยใช้กระบวนการประมวลผลภาพ ซึ่งหลักการในการทำงานของโครงงานนี้จะอาศัยการบันทึกภาพ ในเวลาที่แตกต่างกันสองจุดเวลาของรถยนต์ที่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งจะได้ภาพที่ขนาดของรถยนต์ สองภาพที่ไม่เท่ากันและนำภาพทั้งสองไปประมวลผลหาการเปลี่ยนแปลงขนาดในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงขนาดของภาพรถยนต์จะถูกนำไปประมวลผลเพื่อหาระยะทางและความเร็วของรถยนต์ตามลำดับโดยโครงงานนี้จะใช้การประมวลผลด้วยโปรแกรมแมทแลป

Abstract

This project presents car velocity detector by using image processing. The principle is operated by using the recorded images of the moving car at different time. The different size of the moving car shown in the recorded images is processed by using MATLAB program to calculate image size, distance and velocity of the car, respectively

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับการแนะนำ คำสั่งสอน และช่วยเหลือจาก ศ.ดร.วิวัฒน์ กิรานนท์ และ รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน เป็นอย่างดีตลอดมาข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมบ่มนิสัยให้ข้าพเจ้าได้มีความรู้ในสาขาวิชา และตลอดจนให้คำแนะนำปรึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่ให้โอกาส ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำสั่งสอนและสนับสนุนให้ข้าพเจ้าได้เล่าเรียนมาจนถึง ณ จุดนี้

ขอขอบคุณ คุณพ่อสมเดช นาควิจิตร์ และขอขอบใจ นายอรรถพล รอดไพรี ที่มาช่วยขับรถยนต์ในการทดลองโครงงานนี้ และขอบใจ นายทศพร วัฒนะพันธ์ศักดิ์ และนายนัสรัณ สันติวรกุล สำหรับกล้องดิจิตอล นางสาวกิติยาภรณ์ บุญเสริม และนายภาสพงศ์ กายพันธุ์เลิศ สำหรับคำแนะนำเรื่องโปรแกรม และเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานในครั้งนี้จนสำเร็จ

นายชัยชัช อึ้งใช้
นายนพดล นาควิจิตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 ขอบเขตและปริญญานิพนธ์	1
1.3 วิธีการดำเนินงาน	1
บทที่ 2. การประมวลผลภาพ	3
2.1 การประมวลผลภาพเชิงเลข	3
2.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล	3
2.1.2 ลักษณะการการเก็บข้อมูลแบบดิจิตอล	4
2.2 รูปแบบของไฟล์กราฟฟิก	5
2.2.1 ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป	5
2.2.2 ข้อมูลภาพชนิด GIFF (Graphic Interchange Format)	6
2.2.3 ข้อมูลภาพชนิด JPEG (Joint Photographic Experts Group)	8
2.2.4 ข้อมูลภาพชนิด PCX (Z- Soft PC Paintbrush)	10
2.2.5 ข้อมูลภาพชนิด TIFF (Tagged Image File Format)	12
2.3 ทฤษฎีการประมวลผลภาพ	15
2.3.1 พื้นฐานการทำ Spatial Filtering	15
2.3.2 Smoothing Spatial filters	16
2.3.3 ตัวกรองสัญญาณแบบเกาส์เซียน	17
2.3.4 การตรวจหาขอบ	18
2.3.5 การหาขีดเริ่มเปลี่ยน	20
บทที่ 3. หลักการทำงานและโครงสร้างของโปรแกรม	22
3.1 โครสร้างเครื่องตรวจจับความเร็วของรถยนต์โดยใช้การประมวลผลทางภาพ	22
3.2 การเตรียมข้อมูลภาพ	23
3.2.1 การแปลงภาพข้อมูลไบนารี	23
3.2.2 การกำจัดสิ่งรบกวน	26
3.2.3 การหาตำแหน่งของรถยนต์	26
3.2.4 การแยกรถยนต์ออกจากพื้นหลัง	26
3.3 โครงสร้างโปรแกรม	27
3.3.1 โปรแกรมหลัก	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
บทที่ 4. การทดสอบและผลการทดลอง	32
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ	32
4.2 การทดลอง	32
4.2.1 ขั้นตอนการถ่ายภาพเพื่อหาขนาดรถยนต์	32
4.2.2 ขั้นตอนการหาขนาดของรถยนต์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน	33
4.2.3 ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์	34
4.2.4 ขั้นตอนการหาขนาดของรถยนต์	35
4.2.5 ขั้นตอนการหาระยะทางของรถยนต์	37
4.2.6 ขั้นตอนการหาความเร็วของรถยนต์	38
บทที่ 5. บทสรุปและเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการทดลอง	45
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงาน	1
รูปที่2.1 แสดงโครงสร้างของบิตแมปไฟล์	6
รูปที่2.2 แสดงกลไกการทำงาน Spatial Filtering โดยใช้มาร์ค 3x3	16
รูปที่2.3 แสดงAveraging Filter ขนาด 3x3	17
รูปที่2.4 แสดง Prewitt Operator	19
รูปที่2.5 แสดง Sobel Operator	19
รูปที่2.6 แสดง Laplacian Operator	20
รูปที่2.7 แสดง Gray-Level Histograms	20
รูปที่3.1 แสดงโครงสร้างระบบ	22
รูปที่3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม	23
รูปที่3.3 แสดงภาพตัวอย่างรถยนต์	24
รูปที่3.4 แสดงภาพที่ได้จากการแปลงไบนารี	24
รูปที่3.5 แสดงการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสูงเกินไป	25
รูปที่3.6 แสดงการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนต่ำเกินไป	25
รูปที่3.7 แสดงรูปที่แยกวัตถุออกจากพื้นหลัง	26
รูปที่3.8 แสดงแผนการทำงานของโปรแกรม	27
รูปที่3.9 แสดงกระบวนการจับภาพ	28
รูปที่3.10 แสดงกระบวนการกรองสัญญาณภาพ	28
รูปที่3.11 แสดงกระบวนการแยกภาพรถยนต์ออกจากพื้นหลัง	29
รูปที่3.12 แสดงกระบวนการทำงานในการแปลงภาพเป็นไบนารี	29
รูปที่3.13 แสดงกระบวนการทำงานการหาขอบของภาพ	30
รูปที่3.14 แสดงกระบวนการทำงานการหาระยะทางรถยนต์	31
รูปที่ 3.15 แสดงกระบวนการทำงานการหาความเร็วรถยนต์	31
รูปที่4.1 แสดงขบวนการถ่ายภาพเบื้องต้น	32
รูปที่4.2 แสดงภาพถ่าย ณ ตำแหน่งต่างๆ	33
รูปที่4.3 แสดงการหาขนาดวัตถุโดยโปรแกรมพื้นฐาน	34
รูปที่4.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดวัตถุ	34
รูปที่4.5 แสดงตัวอย่างการประมวลผลหาขนาดของวัตถุ	36
รูปที่4.6 แสดงตัวอย่างการประมวลผลหาระยะทางของวัตถุ	37
รูปที่ 4.7 แสดงการตรวจจับความเร็ว 30 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง	38
รูปที่ 4.8 แสดงการตรวจจับความเร็ว 40 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง	39
รูปที่ 4.9 แสดงการตรวจจับความเร็ว 60 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอการแสดงผลแบบเวลาจริง 40
รูปที่ 4.11 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับขนาดของรถยนต์แบบเวลาจริง 41
รูปที่ 5.1 แสดงการจับภาพจากจุดเริ่มต้นถึงจุดตั้งกล้องดิจิตอล 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่2.1 แสดงข้อมูลใน Bitmap file header	6
ตารางที่4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของวัตถุ	35
ตารางที่4.2 แสดงการเปรียบเทียบขนาดวัตถุที่ได้จากการทดลองกับขนาดวัตถุจริง	36
ตารางที่4.3 แสดงการเปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากการทดลองกับระยะทางจริง	37
ตารางที่4.4 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 30 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง	38
ตารางที่4.5 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 40 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง	39
ตารางที่4.6 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 60 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง	40
ตารางที่4.7 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 40 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมงแบบเวลาจริง	41
ตารางที่4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับขนาดรถยนต์แบบเวลาจริง	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

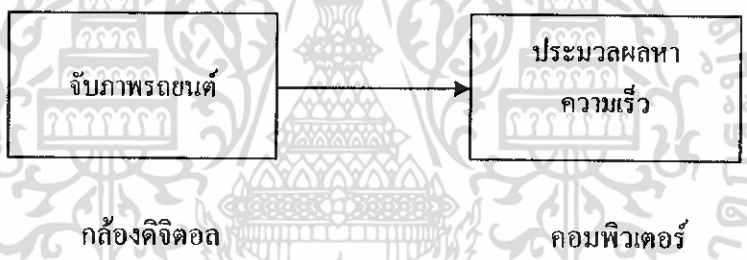
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทต่อชีวิตประจำวันคนเรามากขึ้น เนื่องด้วยคอมพิวเตอร์สามารถใช้หาข้อมูล ใช้เพื่อความบันเทิง ใช้เพื่อหาความรู้ในเรื่องต่างๆ และสามารถช่วยในการทำงานที่ยุ่งยากซับซ้อนได้รวดเร็วขึ้นและช่วยให้มนุษย์มีความสะดวกสบายมากขึ้นกว่าแต่ก่อน ดังนั้นจึงได้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประมวลผลต่างๆเช่น การจดจำลายนิ้วมือด้วยการประมวลผลภาพ การแยกขนาดผลไม้ด้วยการประมวลผลภาพ เป็นต้น ซึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำมาพัฒนาโดยนำกล้องถ่ายภาพระบบดิจิตอลมาประยุกต์ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ โดยเราจะทำการเขียนโปรแกรมขึ้นมาเพื่อประมวลผลหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถยนต์

1.2 ขอบเขตและปริญญานิพนธ์

เครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพมีบล็อกไดอะแกรมการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงาน

จากรูปที่ 1.1 เครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนซอฟแวร์ (Software)

1. ส่วนฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอล อุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพ และเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยกล้องดิจิตอลทำหน้าที่ถ่ายภาพแล้วเก็บข้อมูลภาพในหน่วยความจำภายนอก หน่วยความจำภายในของกล้องดิจิตอล หรือเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยตรง
2. ส่วนซอฟแวร์ เป็นส่วนโปรแกรมที่ติดตั้งอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยจะนำข้อมูลภาพที่ได้จากส่วนฮาร์ดแวร์มาประมวลผลหาความเร็วในการเคลื่อนที่ของรถยนต์

1.3 วิธีการดำเนินงาน

เริ่มจากการหาทฤษฎีพื้นฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องในโครงงานได้แก่ ศึกษาและหาข้อมูลในการเขียนโปรแกรมประมวลผลหาความเร็วรถยนต์ด้วยโปรแกรมแมทแลป (Matlab) และศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ ดังนั้นจึงนำทฤษฎีเหล่านี้มาใช้ในการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนฮาร์ดแวร์ทำการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพดิจิตอลที่ระยะทางและความเร็วของรถยนต์ต่างกัน

ในส่วนซอฟแวร์ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อเปรียบเทียบภาพสำหรับทำการหาความแตกต่างของรถยนต์ที่เคลื่อนที่และคำนวณหาระยะทาง ความเร็วรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
การประมวลผลภาพ

2.1 การประมวลผลภาพเชิงเลข (Digital Image Processing)

การประมวลผลภาพเชิงเลข หมายถึง การนำภาพที่พบทั่วไปมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยภาพที่นำมาประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์นี้ จะถูกแทนที่ด้วยตัวเลขให้อยู่ในรูปของเมตตริกซ์ แต่ภาพที่ได้โดยส่วนมากแล้วจะเป็นภาพที่ได้จากตัวรับสัญญาณ ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน f(x,y) ที่ต่อเนื่องในระนาบ 2 มิติ โดยจะเป็นสัดส่วนกับความสว่างหรือความเข้มของภาพที่ตำแหน่ง (x,y)ซึ่งเรียกว่าระดับสีเทา (Gray level)

2.1.1 การแทนภาพด้วยข้อมูลแบบดิจิตอล

ภาพข้อมูลแบบดิจิตอล (Digital Image) เป็นภาพที่ถูกดัดแปลงมาจากอนาล็อกอยู่ในรูปของตัวเลข โดยภาพอนาล็อกถูกแบ่งเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่า พิกเซล (Pixel) ในแต่ละพิกเซลจะถูกระบุตำแหน่งโดย (x,y) และค่าระดับสีเทาของพิกเซล โดยเราสามารถแปลงภาพเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลได้โดยมีขั้นตอนและวิธีการทำงานดังนี้ เมื่อเรานำสัญญาณอนาล็อกที่ต้องการประมวลผลมาผ่านส่วนที่เรียกว่าดิจิไตเซอร์ (Digitizer) ซึ่งมีหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ กล้องโทรทัศน์ดิจิไตเซอร์ จากนั้นทำการควอนไตซ์ (Quantizing) เพื่อที่จะประมวลผลสัญญาณด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชันของภาพ f(x,y) จะถูกทำให้เป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบของภาพซึ่งเราเรียกว่า การสุ่มภาพ (Image Sampling) โดยที่ฟังก์ชันที่ได้เรียกว่า การควอนไตเซชันระดับสีเทา (Gray Level Quantization) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอล

สมมุติว่าสัญญาณภาพต่อเนื่อง f(x,y) ถูกดิจิไตซ์ในระนาบ x และ y เป็นช่วงเท่าๆกัน เราสามารถจัด f(x,y) ให้อยู่ในรูปของเมตตริกซ์ขนาด NxN ได้ดังสมการที่ 2.1

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2) & \cdots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2) & \cdots & f(1,N-1) \\ . & . & . & \cdots & . \\ . & . & . & \cdots & . \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & f(N-1,2) & \cdots & f(N-1,N-1) \end{bmatrix} \quad \text{.....(2.1)}$$

ซึ่งทางขวาของสมการจะเรียกได้ว่าภาพดิจิตอลและทุกๆสมาชิกของเมตตริกซ์จะเรียกว่าพิกเซล จากขบวนการสร้างภาพดิจิตอลขั้นต้นจะเห็นได้ว่าเราสามารถทราบขนาดของความละเอียดของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพ N x N พิกเซล และจำนวนระดับของสีเทา ในทางปฏิบัติการทำควอนไตเซชั่นในระบบภาพดิจิตอลจะมีค่าดังสมการที่ 2.2

$$B = N \times N \times M \text{ บิต} \quad \ldots\ldots (2.2)$$

เมื่อ B = ขนาดของข้อมูลภาพที่เป็นดิจิตอล

G = จำนวนของระดับสีเทาที่ต้องใช้ในการเก็บภาพ

M = จำนวนบิตที่ใช้ในการแทนข้อมูลภาพ 1 พิกเซล

โดย M สามารถหาได้จาก

$$G = 2^M$$

2.1.2 ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลภาพจะมีความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป แต่ที่ใช้กันมากจะใช้ที่ค่าระดับความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของจุดภาพอยู่ในช่วง (0 - 255) โดยใช้เนื้อที่เก็บข้อมูลภาพขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิต สำหรับข้อมูล 1จุดภาพ (2^8 = 256)ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความละเอียดของระดับความเข้มสูงๆอาจจะต้องการจำนวนบิตสำหรับเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต อาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิต โดยค่าความเข้มข้นของจุดภาพเท่ากับ 2^{16} และ 2^{24} โดยจะแยกให้ชัดเจนดังนี้

1. ภาพ 2 ระดับคือมีเพียงแค่จุดขาวกับจุดดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดภาพเป็นข้อมูลขนาด 1 บิต
2. ภาพ 16 ระดับคือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 4 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงได้ 16 ระดับสีเทา ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาวดำ
3. ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงได้ 256 ระดับสีเทา ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสี หรือขาวดำ
4. ภาพสีความจริง (True color) คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีขนาดข้อมูล 24 บิต ทำให้สามารถแสดงผลภาพได้เหมือนจริงที่สุด เพราะสามารถแสดงสีได้ถึง 16,77,216 ระดับสี โดยจะแสดงได้แต่ภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาวดำได้

การแสดงภาพนี้ใช้วิธีตั้งค่าของแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สี จาก 64 สีหรือ 16 สี จาก 262,144 สี หรือ 256 สี จาก 262,144 สี ขึ้นอยู่กับโหมดการแสดงผล สำหรับภาพสีความจริงจะไม่มีการเลือกสี แสดงผลโดยการส่งค่าสี แดง เขียว น้ำเงิน(RGB) ผ่านD/A สีละ 8 บิตออกไป ความแตกต่างของการแสดงภาพสีและขาวดำ คือ ภาพขาวดำจะต้องตั้งให้แม่สีทั้งสามสีมีค่าเท่ากัน เนื่องจากจอแสดงผลแบบ VGA กำหนดให้แม่สีแต่ละสีใช้ได้เพียง 64 ระดับสีเท่านั้น หากต้องการให้เห็นทั้ง 256 ระดับ ต้องแสดงในโหมดภาพสีความจริง แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่งในโหมดนี้จะสามารถใช้รีจิสเตอร์ได้ 8 บิตสำหรับแต่ละแม่สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักวัตถุภายในภาพได้นั้นแบ่งได้สองระดับด้วยกันคือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low Level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High Level Image Processing) การประมวลผลภาพระดับต่ำ จะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมดเพื่อหาตัวแปรต่างๆมาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลระดับสูงต่อไป

การประมวลผลภาพในระดับสูง เป็นการนำผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพระดับต่ำมาตีความหรือเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้ สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพระดับต่ำและสูง คือข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผล โดยที่การประมวลผลภาพระดับต่ำ จะใช้ค่าความสว่างของจุดโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ ซึ่งจะแสดงถึงสิ่งต่างๆที่อยู่ในภาพ เช่น ขนาด หรือ รูปร่างของวัตถุในภาพ

2.2 รูปแบบของไฟล์กราฟฟิก

แม้ว่าในการสร้างภาพ จะได้ใช้โมเดลสีที่มีขีดความสามารถมากน้อยเพียงใดก็ตาม แต่ขนาดของไฟล์ที่นำมาใช้งานเป็นตัวกำหนดความจำเป็นของงานอีกด้วย โปรแกรมตกแต่งภาพโดยทั่วไปมีรูปแบบของการจัดเก็บข้อมูลได้หลายรูปแบบซึ่งควรที่จะรู้จัก มีดังต่อไปนี้

2.2.1 ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

1. รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

รูปแบบของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมปเป็นฟอร์แมตของวินโดว์บิตแมป ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับไฟล์กราฟฟิกบนวินโดว์ซึ่งจะใช้ในการตัดต่อ หรือสำเนาภาพต่างๆลงบนคลิปบอร์ด เมื่อเวลาจัดเก็บไฟล์ที่มีนามสกุล BMP

2. โครงสร้างของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมป

โครงสร้างของไฟล์ข้อมูลภาพชนิดบิตแมปจะประกอบด้วย 3 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 2.1 คือ

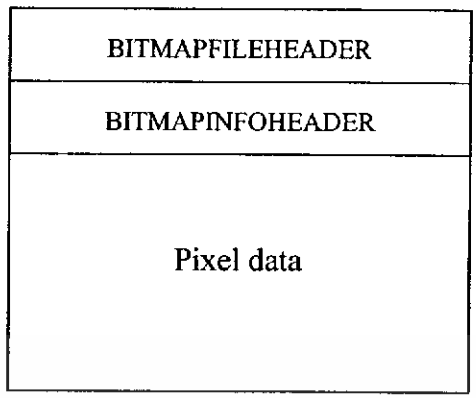
1. ข้อมูลเฮดเดอร์ (Header)
2. ข้อมูลจานสี
3. ข้อมูลภาพ

1. ข้อมูลเฮดเดอร์ คือข้อมูลที่อยู่บริเวณส่วนหัวของไฟล์ ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลที่บอกรายละเอียดต่างๆของภาพ เช่นความกว้าง ความยาวของภาพ จำนวนสี จำนวนบิต ความละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.1

2. ข้อมูลจานสี คือ ข้อมูลที่บอกถึงชุดจานสี ที่เกิดจากการผสมแม่สีทั้งสาม คือ แดง เขียว และ น้ำเงิน มาผสมกันได้เป็นสีต่างๆ ซึ่งถ้ามีจำนวนสีน้อยๆ ก็จะมีการเก็บค่าจานสีนี้ลงไฟล์ไปด้วย แต่ถ้าเป็นแบบ 24 บิต จะไม่มีค่าจานสี แต่จะใช้วิธีเก็บค่าแม่สีลงไปเป็นข้อมูลแทน

3. ข้อมูลภาพ คือ ข้อมูลสีของภาพแต่ละจุดที่มาประกอบกันเป็นรูปภาพ ซึ่งค่าที่เก็บนี้จะเป็นค่าที่ใช้ในการชี้ตารางจานสี หมายเลขอะไร เช่น จุดที่มีค่าเป็น 10 ก็ไปเปิดดูตารางหมายเลข 10 สมมุติว่า R = 0, G= 100 , B = 0 ก็จะได้จุดนี้เป็นสีเขียว แต่ถ้าเป็นแบบ 24 บิต จะอ่านข้อมูลขึ้นมา 3 ค่า เป็นค่าแม่สี RGB แล้วนำไปผสมบนหน้าจอแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของบิตแมปไฟล์

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลใน Bitmap file header

Byte	Data	Detail
1-2	File Type	Must be ASCII text "BM"
3-6	Size of file	In Double word (32- bit integer)
7-10	Reverse for future	Must be zero
11-14	Byte offset to bitmap data	Offset from bitmapfileheader

2.2.2 ข้อมูลภาพชนิด GIF (Graphic Interchange Format)

1. ข้อมูลจำเพาะ

ชื่อ	:	Graphic Interchang Format
นามสกุลของไฟล์ภายใต้ระบบดอส	:	GIF
ชนิดของรูปแบบ	:	บิตแมป
เวอร์ชั่น	:	87a และ 89a
การแปรเปลี่ยน	:	ไม่มี
ความคอมแพติเบิลระหว่างระบบปฏิบัติการ	:	ระบบคอมพิวเตอร์ส่วนมาก
ซอฟต์แวร์ที่สามารถเปิด หรืออิมพอร์ตไฟล์ GIF	:	โปรแกรมแก้ไขบิตแมปทุกโปรแกรม โปรแกรมเดสก์ทอปพับลิชชิงส่วนมาก โปรแกรมแก้ไขเวกเตอร์ที่สนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		การทำงานออบเจ็กต์แบบบิตแมป
ความสามารถทางสี	:	แผงสีแบบอินเด็กซ์ ถึง 256 สี (วาด จากสี RGB แบบ 24 บิต)
การบีบขนาดข้อมูล	:	LZW การใส่รหัสแบบ ran- length

รูปแบบ GIF ถูกออกแบบโดย Compu Serve ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายข่าวสารแบบออนไลน์ เพื่อให้บริการด้านการแลกเปลี่ยนกราฟฟิกในรูปแบบบิตแมปที่มีการจัดการทางด้านหน่วยความจำที่มีประสิทธิภาพ ภาพแบบ GIF จะมีข้อจำกัดในด้านแผงสีแบบอินเด็กซ์ภาพสีแบบ 24 บิตไม่สามารถใช้ได้ แผงสีสามารถบรรจุได้ 2 ถึง 256 สี ซึ่งจะถูกสร้างจากข้อมูลสีแบบ 24 บิต ไฟล์แบบ GIF ถูกบีบขนาดโดยใช้การบีบขนาด LZW (Lempel – Zex & Wacth) แบบประยุกต์ การขยายข้อมูลแบบ GIF กลับคืนจะช้ากว่าการบีบขนาดแบบ RLE แต่จะเปลืองเนื้อที่หน่วยความจำน้อยกว่าโดยลักษณะของรูปแบบ GIF แล้วจะมีปัญหาในเรื่องการเปิดไฟล์น้อยมาก (คุณสมบัติของไฟล์แบบ GIF รวมทั้งซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการอ่านและเขียน จะมีรายละเอียดแจกจ่ายให้กับผู้ใช้ทั่วไป แบบไม่คิดค่าธรรมเนียมโดย CompuServe) และสิ่งเหล่านี้คือเหตุผลที่ทำให้เราไม่สามารถเปิดไฟล์ GIF ได้ในบางครั้ง

2. โครงสร้างไฟล์แบบ GIF

ไฟล์แบบ GIF ประกอบด้วยบล็อกของข้อมูลที่เรียงกัน โดยแต่ละบล็อกมีจุดประสงค์ที่แตกต่างกันตัวอย่างเช่น เทรลเลอร์บล็อกจะบันทึกจุดสิ้นสุดของไฟล์ GIF ขณะที่บล็อกอื่นก็มีจุดประสงค์อื่นๆ เฮดเดอร์บล็อกจัดเป็นส่วนเล็กๆขนาด 6 ไบต์ที่จุดเริ่มต้นของไฟล์ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล 2 ประการ คือชนิดของไฟล์แบบ (GIF) และเวอร์ชัน (87a หรือ 89a) เฮดเดอร์บล็อกจำเป็นต้องมีในทุกๆ ไฟล์แบบ GIF ในขณะที่ชนิดของบล็อกอื่นๆไม่จำเป็นต้องมี บล็อก LSD (Logical Screen Descriptor) เป็นบล็อกที่ใช้ระบุส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลภาพ อุปกรณ์นี้อาจเป็นคอมพิวเตอร์หรือเครื่องพิมพ์ส่วนที่ใช้แสดงผลนั้นมีความจำเป็นเพราะไฟล์แบบ GIF สามารถบรรจุไฟล์บิตแมปมากกว่า 1 ภาพได้ รายละเอียดของบล็อก LSD มีดังนี้

- ระบุความกว้างและความสูงของจอในหน่วยพิกเซลที่ใช้ในการแสดงภาพ
- ระบุสีของพิกเซลสำหรับจอ (สีแบ็กกราวด์ที่ภาพถูกแสดง)
- ตัดสินว่าตารางสีจะถูกใช้หรือไม่ (ตารางสีที่ใช้โดยทุกๆภาพ)
- ตั้งค่าแอสเป็กเรโชของพิกเซลในภาพดั้งเดิม (กว้าง x สูง ของพิกเซล)
- จำเป็นต้องใช้ทุกๆไฟล์แบบ GIF

ตารางสีแบบโกลบอล ประกอบด้วยข้อมูลสีที่ใช้ในภาพที่ไม่มีตารางสีของตัวเองข้อมูลในตารางถูกบันทึกโดยใช้สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (แต่ละไบต์ของหน่วยความจำมีไว้สำหรับ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน) ตารางสามารถบรรจุได้ถึง 256 สีตารางสีสามารถถูกเรียงลำดับเพื่อว่าสีจะได้ปรากฏในภาพโดยส่วนใหญ่ ถ้าภาพถูกแสดงด้วยจำนวนสีที่จำกัดการเรียงลำดับก็จะมีประโยชน์โดยสีที่สำคัญที่สุดจะถูกเลือกก่อนตารางสีแบบโกลบอลนั้นสามารถถูก เลือกใช้ในไฟล์แบบ GIF เดสคริปเตอร์ของภาพ บล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดสคริปเตอร์ของจอภาพจะกำหนดมิติของภาพในหน่วยของพิกเซล และกำหนดตำแหน่งจากมุมซ้ายบนของจอภาพแบบลอจิคอล บล็อกเดสคริปเตอร์ของภาพยังบอกด้วยว่าภาพนั้นใช้ตารางสีของตัวเองหรือไม่ สำหรับไฟล์แบบ GIF นั้นจำเป็นต้องใช้บล็อกเดสคริปเตอร์ตารางสีแบบโลคอล บล็อกนี้ก็เหมือนกับบล็อกสีแบบโกลบอลเพียงแต่ตารางสีนี้ใช้สำหรับภาพเพียงภาพเดียว อย่างไรก็ตามตารางสีแบบโลคอลนั้นเราไม่จำเป็นต้องใช้ก็ได้โดยถ้าไม่มีให้ใช้ภาพก็สามารถใช้ตารางสีแบบโกลบอลแทนข้อมูลภาพประกอบด้วยตัวชี้ที่ชี้ไปยังตารางสี (ไม่ว่าจะเป็นโลคอลหรือโกลบอล) สำหรับทุกพิกเซลในภาพ พิกเซลจะถูกเรียงจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างข้อมูลภาพจะถูกบีบขนาดโดยใช้วิธีแบบ LZW เอ็กซ์เทนชันมากับเวอร์ชัน 89a ในปี ค.ศ 1989 ไฟล์รูปแบบ GIF มีเอ็กซ์เทนชันบางอย่างให้ใช้ เอ็กซ์เทนชันที่ใช้ควบคุมกราฟฟิกประกอบด้วยพารามิเตอร์ซึ่งใช้บ่อยในการแสดงไฟล์ที่มีหลายภาพ เอ็กซ์เทนชันที่ใช้ควบคุมกราฟฟิกจะคำนวณระยะเวลาห่างระหว่างการแสดงทั้งสองภาพ ความโปร่งใสของภาพ และฟังก์ชั่นอื่นๆ

• เอ็กซ์เทนชันที่เป็นข้อความ ประกอบด้วยข้อมูลแบบข้อความที่ถูกแสดง คำอธิบายภาพ เครดิต หรือข้อความอื่น ๆ เอ็กซ์เทนชันส่วนที่เป็นข้อความธรรมดาประกอบด้วยข้อมูลแบบข้อความที่ตั้งใจจะให้แสดงผล ข้อความจะถูกป้อนโดยใช้รหัสแบบ ASCII ซึ่งจะแสดงผลบนจอในฐานะเป็นส่วนหนึ่งของบิตแมป

• เอ็กซ์เทนชันที่เป็นโปรแกรมประยุกต์ เป็นบล็อกที่เหลือให้นักพัฒนาโปรแกรมใช้ เช่น ถ้าเราต้องการเขียนโปรแกรมสำหรับอ่านและเขียนไฟล์แบบ GIF สามารถใส่ฟังก์ชั่นที่เขียนข้อมูลลงในเอ็กซ์เทนชันแบบโปรแกรมประยุกต์เมื่อโปรแกรมเปิดไฟล์แบบ GIF มันสามารถตรวจสอบเอ็กซ์เทนชันแบบโปรแกรมประยุกต์เพื่อหาข้อมูลว่ามีหรือไม่และทำงานกับข้อมูลนั้น

สรุปโดยย่อ Graphic Interchange Format เป็นฟอร์แมตชนิดแบบบิตแมปที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทบริการข่าวสารข้อมูลออนไลน์ Compu Serve สามารถใช้ได้กับทุกระบบปฏิบัติการเป็นขนาดไฟล์ชนิด8 บิตที่เก็บรายละเอียดสีได้สูงสุดเพียง 256 สี เท่านั้นสำหรับภาพขาว-ดำ มีความละเอียดได้สูงสุดถึง 64,000 DPI ใช้การบีบข้อมูลแบบ LZW ทำให้ได้ไฟล์ที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก ส่วนใหญ่จะเป็นภาพถ่ายหรือการ์ตูน แสดงผลเป็นแบบภาพนิ่ง

2.2.3 ข้อมูลภาพชนิด JPEG (Joint Photographic Experts Group)

1. ข้อมูลจำเพาะ

ชื่อ	:	Joint Photographic Experts Group
นามสกุลของไฟล์ภายใต้ระบบดอส	:	JPG หรือ JIF (JPEG + TIFF)
ชนิดของรูปแบบ	:	การบีบขนาดภาพบิตแมป
เวอร์ชัน	:	หลายเวอร์ชัน
การแปรเปลี่ยน	:	หลายรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคอมแพติเบิลระหว่างระบบปฏิบัติการ	:	JPEG เป็นการบีบขนาดวิธีหนึ่งที่ใช้กันทั่วไปโดยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์
ซอฟต์แวร์ที่สามารถเปิด หรืออิมพอร์ตไฟล์ JPEG	:	โปรแกรมการแก้ไขภาพบิตแมป และโปรแกรมการแปลงรูปแบบ
ความสามารถทางด้านสี	:	2 , 16 , 256 สี หรือ 16 ล้านสี และความลึกสีแบบ 32 บิต

มาตรฐานการบีบขนาดแบบ JPEG ซึ่งไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ใดๆ โดยเฉพาะ แต่ก็ได้นำเสนอการบีบขนาดที่สามารถใช้กันทั่วๆ ไปหลายวิธีดังนั้น จึงมีวิธีการบีบขนาดหลายวิธีที่เกิดขึ้นโดยใช้มาตรฐานการบีบขนาดแบบ JPEG การบีบขนาดแบบ JPEG นี้มีประสิทธิภาพสำหรับเวลาที่ใช้ไปในการบีบขนาดข้อมูลของฮาร์ดแวร์ ชิปในคอมพิวเตอร์หลายชิ้นที่ถูกออกแบบให้ใช้การบีบขนาดข้อมูลด้วยวิธีนี้โดยเฉพาะ สำหรับภาพบิตแมปสามารถบีบขนาดภาพบิตแมปโดยใช้เวลาเพียงไม่กี่วินาทีเท่านั้น

2. วิธีการบีบขนาดแบบ JPEG

การบีบขนาดแบบ JPEG มีกระบวนการทั้งหมด 3 ขั้นตอน ทั้งนี้ไม่รวมถึงการสุ่มตัวอย่าง

• ขั้นตอนแรก ก็คือ การบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของค่าพิกเซลในลักษณะการเปลี่ยนความถี่ นั่นคือเป็นการวัดว่าพิกเซลมีการเปลี่ยนแปลงในด้านความสว่างและสีรวดเร็วเท่าใด

• ขั้นตอนที่ 2 ก็คือ การรวมกลุ่มความถี่ การเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นเพื่อหาค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นการเริ่มกระบวนการบีบขนาดที่แท้จริงในขณะนี้

• ขั้นตอนที่ 3 ก็คือ การบีบขนาดข้อมูลเฉลี่ยนั้น โดยการใช้อัลกอลิทึมการป้อนรหัสแบบ Huffman ความถี่ของการเปลี่ยนแปลง JPEG จะคำนวณการเปลี่ยนแปลงข้อมูลความถี่โดยการใช้วิธี DCT (Discrete Cosine Transform) เพื่อแยกองค์ประกอบของพิกเซลออกจากส่วนของพิกเซลที่ถูกเลือกไว้แล้ว เช่น กรุ๊ปของพิกเซลแบบ 8 x 8 ได้ถูกเลือกไว้และใช้ DCT ทำงานกับค่าสีแดงของกรุ๊ปก่อน แล้วจึงค่อยทำงานกับสีเขียว และสีน้ำเงิน ตามลำดับแทนที่จะบันทึกค่าพิกเซลที่แท้จริง DCT กลับบันทึกความเร็วของการเปลี่ยนแปลงความถี่จากพิกเซลหนึ่งไปยังอีกพิกเซลหนึ่งข้อมูลความถี่จะกินเนื้อที่มากกว่าข้อมูลเดิมของพิกเซล การหาค่าเฉลี่ย หลังจากที่ DCT ได้คำนวณหาค่าเฉลี่ยความถี่ที่เปลี่ยนไปค่าเหล่านี้จะถูกเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักตาม ความสำคัญซึ่งหมายความว่าถ้าความถี่เปลี่ยนไปมีผลต่อภาพโดยรวมน้อย (นั่นคือความเร็วของการเปลี่ยนแปลงของความถี่มีมาก) ก็จะมีน้ำหนักมาก และนี่ก็คือส่วนที่สูญเสียจะถูกนำมาใช้ในการบีบขนาดข้อมูล ซึ่งมีการสูญเสียก็ขึ้นอยู่กับค่าเฉลี่ยซึ่งสามารถปรับได้ ซึ่ง การบีบขนาดแบบ Huffman ข้อมูลความถี่ที่เฉลี่ยแล้วก็จะถูกบีบขนาดโดยการใช้การป้อนรหัสแบบ Huffman ซึ่งใช้ได้ดีกับข้อมูลประเภทนี้เนื่องจากตารางรหัสได้ถูกสร้างโดยมีพื้นฐานมาจากความถี่ของค่าที่ซ้ำๆกัน ความถี่ยิ่งมากเท่าไรรหัสก็ยิ่งสั้นขึ้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปโดยย่อ Joint Photographic Export Group เป็นไฟล์อีกฟอร์แมตหนึ่งที่ได้รับความนิยมกันมากบน World Wide Web เพราะเป็นภาพขนาด 24 บิต ทั้งสีและ ขาว-ดำ ที่ผ่านกระบวนการบีบย่อข้อมูลมาก่อนโดยการนำเอาข้อมูลส่วนที่ไม่สำคัญออกไปแล้วทำการบีบย่อข้อมูลในอัตรา 10 : 1 โดยขนาดของไฟล์ที่นำมาใช้งานนั้น อาจมีขนาดเหลือเพียง 30% ของไฟล์ก่อน การบีบย่อข้อมูลขนาดของการบีบย่อข้อมูลมีได้ถึง 3 ระดับ (High , Middle, Low) ไฟล์ที่มีการบีบย่อข้อมูลมากที่สุดได้ไฟล์ที่มีขนาดเล็ก(Low) ที่สุดถ้าต้องการให้ภาพที่แสดงมีคุณภาพดีที่สุดขนาดของไฟล์ก็ใหญ่ (High) ที่สุดด้วยภาพที่นำมาบีบย่อข้อมูลนี้จะแสดงผลได้สูงสุดถึง 16.7 ล้านสีมีความคมชัดสูง แต่ข้อเสียของไฟล์ฟอร์แมตนี้อยู่ที่กระบวนการบีบอัดภาพ เพราะทำให้เกิดการสูญเสียความคมชัดของภาพไป เนื่องจากอัลกอลิทึมของการบีบอัดพยายามตัดพิกเซลที่ไม่จำเป็นต่อภาพทิ้งไปเพื่อให้ได้แบบนี้หลายครั้งคุณภาพของภาพที่ปรากฏขนาดของไฟล์ที่เล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ ผลก็คือ ความคมชัดของภาพลดลงบริเวณที่เป็นมุมเอียงเกิดการผิดเพี้ยนได้ และภาพที่มีการบีบย่อข้อมูลมาก จะใช้เวลาในการคลายภาพกลับมาเหมือนเดิมนาน

2.2.4 ข้อมูลภาพชนิด PCX (Z – Soft Paintbrush)

1. ข้อมูลจำเพาะ

ชื่อ	:	Z – Soft PC Paintbrush Format
นามสกุลของไฟล์ภายใต้ระบบดอส	:	PCX
ชนิดของรูปแบบ	:	บิตแมป
เวอร์ชัน	:	หลายเวอร์ชัน
ความคอมแพติเบิลระหว่างระบบปฏิบัติการ	:	พีซี
ซอฟต์แวร์ที่สามารถเปิด หรืออิมพอร์ตไฟล์ PCX	:	โปรแกรมกราฟิกบนพีซีส่วนใหญ่
ความสามารถทางด้านสี	:	1 , 2 , 4 , 8 , 24 บิต ของสีไม่มีเกรย์สเกล
การบีบขนาดข้อมูล	:	RLE (เสมอ)

PCX เป็นรูปแบบไฟล์บิตแมปดั้งเดิมของโปรแกรมแก้ไขภาพบิตแมปชื่อ PC Paintbrush จาก Z-Soft ซึ่งมีให้ใช้บนพีซีมานานแล้วรูปแบบ PCX เป็นรูปแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับภาพบิตแมป โดยโปรแกรมกราฟฟิกส่วนใหญ่จะสนับสนุนรูปแบบ PCX แต่รูปแบบนี้ก็มีข้อเสียอยู่บ้างดังต่อไปนี้ คือ

- ไม่มีระดับสีเทา
- ไม่มีโมเดลสี CMYK หรือโมเดลสีอื่นให้ใช้นอกเหนือจาก RGB
- มีหลากหลายมาก โดยเฉพาะเรื่องการทำงานกับสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• วิธีการบีบขนาดข้อมูลอาจทำให้ขนาดของไฟล์เพิ่มขึ้นได้

• ไม่สนับสนุนการทำงานของ PCX ที่แฟตฟอร์มอื่น

ไฟล์รูปแบบ PCX เหมาะกับการใช้งานดังนี้ คือ

• ใช้กับไฟล์บนพีซี ไม่ใช้แมคอินทอช

• มีแผงสีจำกัด คือทำงานได้ดีกับ 16 หรือ 32 สี

• ใช้กับภาพที่ไม่ใช่ภาพสแกน หรือภาพเหมือนจริง

2. โครงสร้างไฟล์แบบ PCX

ไฟล์เฮดเดอร์แบบ PCX นั้นจะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของภาพบิตแมปข้อมูลพิกเซลและแผงสีแบบ 256 สี ดังนั้น ก็ควรจะต้องถูกอ่านอย่างเหมาะสมโดยซอฟต์แวร์ที่ใช้ถอดรหัสเพื่อที่จะสร้างภาพบิตแมปใหม่หมายเลขเวอร์ชัน ไบต์ที่ 2 ในเฮดเดอร์ จะประกอบไปด้วยหมายเลขเวอร์ชันของไฟล์ซึ่งหมายเลขนี้จะบอกซอฟต์แวร์ที่ทำการอ่านไฟล์ว่าจะเตรียมสีได้อย่างไรและบอกว่าจะอ่านค่าสีได้จากที่ใด หมายเลขของเวอร์ชันนี้ไม่ได้เป็นตัวบอกถึงว่าพิกเซลนั้นถูกใส่รหัสไว้อย่างไร แต่อย่างไรก็ตามหมายเลขของเวอร์ชันที่สูงกว่าสามารถใส่รหัสได้หลายวิธีมากขึ้นบิตต่อพิกเซล ฟิลด์นี้จะบันทึกค่าจำนวนของบิตที่ใช้ต่อพิกเซลเพื่อจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสีหรือพูดกันอย่างละเอียดมากขึ้นก็คือมีกี่บิตต่อพิกเซลในแต่ละระนาบของสีที่ถูกใช้ โครงสร้าง PCX ใช้ระนาบของสีเพื่อบันทึกข้อมูลของพิกเซลสำหรับภาพที่ไม่ได้ใช้แผงสี ตัวอย่างเช่น เมื่อไฟล์ PCX ใช้สีแบบ 24 บิต จะต้องใช้ 8 บิต ต่อสีของ RGB และบันทึกว่าแต่ละบรรทัดของพิกเซล (เรียกว่า Scan Line) สำหรับแถวแรกของพิกเซลจะบันทึกค่าสีแดงในแต่ละพิกเซล จากนั้นจึงบันทึกค่าสีเขียว และสุดท้ายจึงจะบันทึกค่าสีน้ำเงิน แผงเฮดเดอร์ ไฟล์แบบ PCX เวอร์ชันแรกเริ่มถูกออกแบบมาให้ใช้งานกับแผงสีเพียง 4 สีคือแบบ CGA (Color Graphic Adapter) และแผงสีแบบ 16 สี EGA (Enhanced Graphics Adapter) แผงสีแบบ 16 สีถูกสร้างโดยใช้การเก็บข้อมูลแบบ 4 บิตต่อพิกเซล นั่นคือสำหรับ ค่าสีแดง ค่าสีเขียว ค่าสีน้ำเงิน และค่าความเข้มของสี โดยที่ค่าความเข้มของสีจะใช้ 1 บิตของข้อมูลเป็นตัวกำหนดว่าจะให้จอภาพนั้นมีความสว่างอย่างไร ดังนั้น จริงๆ แล้วเราจะมีสีที่แท้จริง 8 สี รวมกับสีที่สว่างขึ้นอีก 8 สีแทนที่จะเป็น 16 สีที่แตกต่างกัน แผงเฮดเดอร์นั้นไม่มีการใช้งานแล้วในเวอร์ชันต่อๆ มาของไฟล์แบบ PCX ซึ่งจะต้องใช้แผงสี 256 สี ในการต่อท้ายไฟล์ หรือแผงสีซึ่งบันทึกข้อมูลพิกเซลเป็นสี 24 บิตโดยตรงข้อมูลเฮดเดอร์อื่นๆที่บันทึกในเฮดเดอร์ของไฟล์ก็คือข้อมูลเกี่ยวกับมิติต่างๆของบิตแมปในหน่วยพิกเซล นั่นคือความละเอียดของบิตแมปเมื่อถูก พิมพ์และจำนวนพิกเซลในแนวระนาบและแนวดิ่งที่ใช้อุปกรณ์เอาต์พุตซึ่งข้อมูลชนิดนี้จะมีประโยชน์มากสำหรับการคำนวณหาค่าแอสเป็กเรโชของพิกเซลที่ถูกต้อง แต่ก็ไม่ได้ถูกใช้อย่างแพร่หลาย

3. วิธีการบีบขนาดแบบ PCX

ไฟล์แบบ PCX นั้นจะใช้การบีบขนาดข้อมูลแบบ RLE ซึ่งจะทำให้การบีบขนาดไม่ได้ผลดีโดยเฉพาะภาพที่เป็นแบบ 24 บิตนั้น การบีบขนาดด้วยวิธีนี้กลับทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่ขึ้นแต่ในทางกลับกันถ้าเรามีภาพที่มีสีทึบเดียวกันเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่การบีบขนาดข้อมูลแบบนี้จะทำงานได้ผลดีที่เดียวภาพที่ใช้ในหลาย ๆ แพตฟอร์ม จะมีคำกล่าวเตือนเสมอว่าอย่าใช้ไฟล์แบบ PCX ถ้าจำเป็นต้องใช้งานกับแมคอินทอช หรือถ้าจำเป็นต้องใช้ภาพข้ามแพตฟอร์ม เช่น บนยูนิกซ์หรือบนแมคอินทอชแล้ว ก็ให้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฟล์รูปแบบ TIFF หรือ GIF จะดีกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก PCX จะทำงานได้ดีเฉพาะบนพีซีเท่านั้น แต่ถ้าข้ามแพตฟอร์มแล้วไม่ควรที่จะใช้ไฟล์แบบ PCX เลย

สรุปโดยย่อ PCX เป็นฟอร์แมตของไฟล์แบบบิตแมปที่มาจากโปรแกรม PC Paintbrush ใช้ได้เฉพาะบนระบบ DOS/Windows เท่านั้น มีข้อจำกัดที่ 16 หรือ 32 สี ข้อเสียคือ ขนาดของไฟล์มีขนาดใหญ่มาก

2.2.5 ข้อมูลภาพชนิดTIFF (Tagged Image File Format)

1. ข้อมูลจำเพาะ

ชื่อ	:	Tagged Image File Format
นามสกุลของไฟล์ภายใต้ระบบดอส	:	TIFF
ชนิดของรูปแบบ	:	บิตแมป
เวอร์ชัน	:	5.0 และ 6.0
การแปรเปลี่ยน	:	หลายรูปแบบ
ความคอมแพติเบิลระหว่างระบบปฏิบัติการ	:	แมคอินทอช พีซี ยูนิกซ์
ซอฟต์แวร์ที่สามารถเปิด หรืออิมพอร์ตไฟล์ TIFF	:	โปรแกรมแก้ไขบิตแมปส่วนมาก และโปรแกรมเดสก์ทอปพับลิชชิง
ความสามารถทางด้านสี	:	ขาว-ดำ (1 บิต) ระดับสีเทา (4 ,8,16 บิต) แผงสี (ได้มากถึง16บิต) สี RGB (ได้มากถึง 48บิต) สี CMYK (ได้มากถึง32 บิต)
การบีบขนาดข้อมูล	:	LZW ; PackBits (แมคอินทอช) ; JPEG (TIFF เวอร์ชัน 6.0) ; RLE หลายรูปแบบ

ไฟล์รูปแบบ TIFF นั้นเป็นรูปแบบบิตแมปที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ถูกพัฒนาขึ้นโดยความร่วมมือของ Aldus corporation และไมโครซอฟต์ ซึ่งเป็นผู้ เชี่ยวชาญในหลาย ๆ ด้าน และเป็นรูปแบบเปิด สามารถทำให้ผู้อื่นมาเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ รูปแบบ TIFF นั้นเก็บบันทึกข้อมูลรูปภาพหลากหลายใน Tagged Field ทำให้กลายเป็นชื่อเรียกของรูปแบบและแต่ละ Tagged Field สามารถบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับบิตแมป หรือชี้ไปยัง ฟิลด์อื่นได้ซอฟต์แวร์ที่อ่านไฟล์สามารถข้ามการอ่านฟิลด์ที่ไม่เข้าใจหรือไม่จำเป็นไปได้ รูปแบบ TIFF นั้นเป็นรูปแบบที่มีความสามารถหลายด้าน และมีความยืดหยุ่นเนื่องจากชนิดที่แตกต่างกันหลายร้อยชนิดของ Tagged Field มีไว้ให้ใช้อย่างแพร่หลาย และสามารถพัฒนาต่อไปได้ถ้าต้องการ รูปแบบ TIFF สามารถใช้ได้ในระบบคอมพิวเตอร์หลาย ๆ ระบบและสามารถกำหนดขอบเขตที่กว้างขวางของภาพบิตแมปได้ ความสามารถหลายด้านของ TIFF เป็นสิ่งที่ดี แต่เมื่อได้สิ่งที่ดีก็ต้องมีสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลกเปลี่ยน เนื่องจากเวอร์ชันที่แตกต่างกันหลายร้อยเวอร์ชันของรูปแบบสามารถถูกใช้ได้ โปรแกรมที่สร้างรูปแบบ TIFF ก็ต้องเสียเวลาในการเลือกว่าจะใช้มาตรฐานของ TIFF อย่างไรและเนื่องจากความสามารถสร้างเวอร์ชันที่เป็นส่วนตัวของไฟล์ TIFF ได้ จึงทำให้เวอร์ชันเหล่านี้ต้องถูกอ่านโดยซอฟต์แวร์ที่สร้างไฟล์ตัวนั้นเท่านั้นโดยสรุปคือ ไฟล์ TIFF ทุกไฟล์จะถูกสร้างขึ้นบนความแตกต่าง

ข้อดีของ TIFF

ไม่ว่าเราจะต้องการความสามารถหลายๆ ด้านของรูปแบบ TIFF หรือไม่ก็ตามแต่รูปแบบ TIFF ก็เป็นรูปแบบบิตแมปรูปแบบหนึ่งที่สามารถสร้างความมั่นใจได้สามารถนำไฟล์นั้นไปใช้งานได้ ไม่ว่าจะใช้คอมพิวเตอร์ระบบใดทำงานก็ตามผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ให้สามารถอ่านไฟล์ TIFF ได้นั้นพัฒนาให้มีข้อแตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างแมคอินทอชและพีซีโปรแกรมส่วนใหญ่ทั้งบนแมคอินทอช และพีซีนั้นถูกออกแบบมาให้ใช้กับรูปแบบ TIFF ได้ ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรมทางด้านเดสก์ทอปพับลิชชิงส่วนมากสามารถอิมพอร์ตไฟล์ TIFF ได้ และโปรแกรมแก้ไขบิตแมปทุกตัวสามารถที่จะแก้ไขไฟล์ TIFF ได้ ข้อได้เปรียบอีกข้อหนึ่งของ TIFF คือ มีคุณสมบัติที่ค่อนข้างแข็ง กล่าวคือข้อมูลจำเพาะของ TIFF จะสามารถเก็บข้อมูลบิตแมปได้กว้างมากไม่ว่าจะเป็นรูปแบบการบีบขนาด หรือความสามารถพิเศษอื่นๆ ที่รูปแบบไฟล์อื่นไม่สามารถทำได้ เช่น รูปแบบ TIFF สามารถอ้างถึงสีตั้งแต่สีแบบโมโนโครม จนถึงสีที่เหมือนจริงแบบ RGB รวมทั้งการแยกสีแบบ CMYK นอกจากนั้นรูปแบบ TIFF ยังสามารถมีรูปแบบการบีบขนาดไฟล์ได้หลายแบบอีกด้วย กล่าวโดยสรุปก็ คือรูปแบบ TIFF จะมีความสามารถในการเก็บข้อมูลพิเศษในเรื่องต่างๆดังต่อไปนี้

- เส้นโค้งที่ใช้สำหรับการเปลี่ยนค่าระหว่างเกรย์สเกล และภาพสี เพื่อช่วยให้เราสามารถที่จะแก้ไขความผิดเพี้ยนจากการเลือกใช้อุปกรณ์เอาต์พุตที่แตกต่าง กันได้
- รายละเอียดเกี่ยวกับภาพ ประกอบด้วย ชื่อของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างภาพนั้น ชื่อของผู้สร้างภาพ วันที่ และข้อมูลเสนอแนะต่างๆ
- มิติของภาพ และความละเอียดของภาพที่ส่งไปยังเอาต์พุต
- รายละเอียดเกี่ยวกับสีของภาพต้นกำเนิด มีประโยชน์สำหรับที่จะรักษาสภาพให้คงสภาพเดิมเสมอไป

ข้อเสียของ TIFF

ความสามารถหลายด้านของ TIFF เองที่เป็นตัวทำให้รูปแบบ TIFF มีจุดอ่อน ความยืดหยุ่นบางอย่างของ TIFF ซึ่งกำลังจะล้าสมัยเป็นสิ่งที่สร้างความรำคาญใจเป็นอย่างยิ่งกับผู้ใช้ไฟล์ TIFF เพราะว่าไฟล์ TIFF เวอร์ชันใหม่ๆ ดูเหมือนจะเกิดขึ้นมาทุก ๆ ครั้งที่เปิดภาพ ดังนั้นโปรแกรมเมอร์ที่เขียนซอฟต์แวร์ อาจจะต้องเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับฟังก์ชันของ TIFF ในลักษณะที่แตกต่างจากชุดอื่นของโปรแกรมเมอร์อื่นไม่ใช่ว่าทั้ง 2 เวอร์ชัน TIFF นั้นจะผิดเพียงแต่จะไม่ คอมแพติเบิลกันสถานการณ์นี้จะซับซ้อนยิ่งขึ้นเนื่องจากโปรแกรมเมอร์สามารถสร้างฟังก์ชันของ TIFF ที่เฉพาะสำหรับซอฟต์แวร์ที่เขียนแต่ไม่ถูกสนับสนุนโดยเวอร์ชัน TIFF ของคนอื่นๆโปรแกรมเมอร์สามารถทำให้ TIFF เป็นเวอร์ชันส่วนตัวด้วยการใช้ Aldus Deceloper Desk ดังนั้นเราสามารถสร้างโปรแกรมที่เขียนไฟล์ TIFF โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซอฟต์แวร์ของเราเท่านั้นที่อ่านและเขียนได้ นั่นหมายความว่า ซอฟต์แวร์ของเราอาจจะไม่สามารถอ่านไฟล์ TIFF ได้ทุกไฟล์ที่เปิดอาจจะไม่สามารถทำได้แม้กระทั่งจะแลกเปลี่ยนไฟล์ TIFF ที่สร้างกับไฟล์ TIFF ของผู้ใช้คนอื่น ๆแต่อาจจะไม่พบปัญหานี้บ่อยนัก

2. โครงสร้างไฟล์แบบ TIFF

โครงสร้างของไฟล์บิตแมปส่วนมากจะถูกนิยามโดยสมบูรณ์จะเปลี่ยนก็ต่อเมื่อมีเวอร์ชันใหม่ของรูปแบบไฟล์เกิดขึ้น รูปแบบ TIFF ถูกสร้างให้ความแตกต่างเพื่ออนุญาตให้มีความสามารถในการใช้งานหลายๆด้าน ในเรื่องของชนิดของภาพที่รูปแบบสามารถบรรจุ องค์ประกอบของไฟล์บิตแมปถูกสั่งการในส่วนแยกต่างหากเรียกว่า Tag Fields ซึ่งเป็นฟิลด์ของข้อมูลภาพที่กำหนดโดยใช้รหัสแท็กและบรรจุข้อมูลบางอย่างเกี่ยวกับบิตแมปเมื่อโปรแกรมอ่านไฟล์แบบ TIFF โปรแกรมจะค้นหารหัสแท็กต่าง ๆที่ต้องการแต่จะไม่สนใจส่วนที่เหลือโปรแกรมที่เขียนไฟล์แบบ TIFF สามารถบรรจุข้อมูลในรายละเอียดตามที่ต้องการ เช่น ผู้เขียน โมเดลของคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้าง ข้อมูลเกี่ยวกับการแก้ไขสีแกมมา เป็นต้น โปรแกรมที่อ่านไฟล์แบบ TIFF สามารถใช้ ข้อมูลที่ต้องการโดยไม่ต้องสับสนเกี่ยวกับข้อมูลอื่น ๆไฟล์แบบ TIFF จะเริ่มต้นด้วยเฮดเดอร์ของไฟล์แบบเล็กๆ ตามด้วยพอยน์เตอร์ที่ชี้ไปยังกลุ่มแรกของ Tag Field ซึ่งถูกจัดอยู่ในหมวดหมู่อยู่ในไดเรกทอรีของไฟล์รูปภาพ (Image File Directory : IFD) ประกอบด้วยตัวนับที่นับว่ามี Tag Field จำนวนเท่าไร และตำแหน่งของ Tag Field ตัวแรก Tag Field จะมีความยาว 12 ไบต์ ดังนั้น โปรแกรมที่อ่าน Tag Field สามารถรู้ตำแหน่งของแต่ละ Tag Field ได้อย่างรวดเร็วโปรแกรมจะอ่าน 2 ไบต์แรกของ Tag Field เพื่อที่จะคำนวณว่าโปรแกรมจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในฟิลด์นี้หรือไม่ ถ้าจำเป็นโปรแกรมก็จะอ่านข้อมูล แต่ถ้าไม่จำเป็นก็จะข้ามไปยังฟิลด์อื่น เฮดเดอร์ของไฟล์ใน TIFF นั้นค่อนข้างเล็ก (เพียง 8 ไบต์) เฮดเดอร์ของไฟล์บิตแมปโดยปกติจะบรรจุรายละเอียดเกี่ยวกับภาพกว้างๆของบิตแมป แต่เนื่องจากข้อมูลนี้ถูกบันทึกใน Tag Field หลาย ๆ รูปแบบ เฮดเดอร์ของไฟล์ก็จะให้บริการแต่ฟังก์ชันที่สำคัญ ๆใน 2 ไบต์แรกของเฮดเดอร์จะบอกว่า ไฟล์นั้นเป็นรูปแบบในแมคอินทอช หรือพีซี ข้อมูลนี้จำเป็นต้องอยู่ในส่วนแรกของไฟล์เพื่อที่ว่าโปรแกรมสามารถแปลข้อมูลส่วนที่เหลือได้อย่างถูกต้อง ส่วน 2 ไบต์ที่สองจะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับหมายเลขเวอร์ชันของไฟล์ TIFF สำหรับ 4 ไบต์สุดท้ายของเฮดเดอร์เป็นเพียงพอยต์เตอร์ที่ชี้ไปยัง IFD แรกซึ่งจะเริ่มทันทีหลังจากเฮดเดอร์ แต่ทุกสิ่ง ทุกอย่างในไฟล์ TIFF จะใช้พอยน์เตอร์ในการระบุตำแหน่งไดเรกทอรีไฟล์ของภาพ (IFD) ประกอบด้วย 2 ไบต์ของจำนวนทั้งหมดของ Tag Field ตามด้วย Tag Field และเนื่องจากข้อจำกัดของการที่มี 2 ไบต์ในแต่ละ IFD จึงทำให้มีได้ทั้งหมด 256 Tag Field แต่ก็ไม่มีข้อจำกัดที่เหลือบ่ากว่าแรงเนื่องจากไฟล์ TIFF ไม่ค่อยได้ใช้มากกว่า 12 tag fields โดยที่ Tag Fields มีความยาว 12 ไบต์ โดยที่ 2 ไบต์ แรกจะเป็นรหัสแท็ก (ชนิดของ Tag Field ชนิดหนึ่ง) และ 2 ไบต์ที่สองจะบอกว่าข้อมูลเป็นชนิดใดที่ฟิลด์นั้น โดยชนิดของข้อมูลนั้นจะทำให้โปรแกรมทราบถึงจำนวนไบต์ที่อ่านสำหรับแต่ละองค์ประกอบของข้อมูลซึ่งมี 5 ชนิด

- 1 ไบต์ของรหัสตัวอักษรแบบ ASCII
- เลขจำนวนเต็ม 1 ไบต์
- เลขจำนวนเต็ม 2 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลขจำนวนเต็ม 4 ไบต์
- เศษส่วน 8 ไบต์

4 ไบต์ถัดไปจะบอกถึงจำนวนองค์ประกอบของข้อมูลต่าง ๆ ที่ Tag Field ถ้าข้อมูลทั้งหมดกินเนื้อที่ 4 ไบต์ หรือน้อยกว่านั้นแล้ว 4 ไบต์สุดท้ายของ Tag Field จะบรรจุองค์ประกอบของข้อมูล แต่ถ้าข้อมูลทั้งหมดกินเนื้อที่มากกว่า 4 ไบต์แล้ว 4 ไบต์สุดท้ายของ Tag Field จะใช้พอยน์เตอร์ชี้ไปยังข้อมูล

3. วิธีการบีบขนาดแบบ TIFF

ไฟล์แบบ TIFF จะมีความสามารถในเรื่องการบีบขนาดมาก บางวิธีใช้สำหรับงานเฉพาะอย่างเช่น ใช้ในการส่งถ่ายข้อมูลทางแฟ็กซ์ หรือใช้ในงานส่วนตัวมีวิธีการบีบขนาด 3 แบบที่มักจะพบ คือ

- การบีบขนาดแบบ LZW
- การบีบขนาดแบบ Pack Bits (แมคอินทอช)
- การบีบขนาดแบบ JPEG (เวอร์ชัน 6.0)

ในจำนวนวิธีการบีบขนาดทั้งหมด LZW จะถูกสนับสนุนโดยโปรแกรมส่วนมากและโอกาสที่จะเกิดการผิดพลาดนั้นน้อยที่สุดส่วน Pack Bits ถูกพัฒนาเริ่มแรกสำหรับแมคอินทอชแต่ก็สามารถใช้บนพีซีได้ในบางโปรแกรม การใส่รหัสแบบ Huffman ใช้สำหรับภาพที่เป็นสีเดียวเท่านั้นและไม่ได้ถูกสนับสนุนโดยโปรแกรมทั่วไป การบีบขนาดแบบ JPEG นั้นมีให้ใช้สำหรับเวอร์ชันที่ 6 แต่ก็ไม่เป็นที่นิยมนัก

สรุปโดยย่อ TIFF ย่อมาจากคำว่า Tagged Image File Format ซึ่งมีระบบการย่อขนาดของภาพที่มีความคมชัดสูงสุด เป็นฟอร์แมตยอดนิยมสำหรับการตกแต่งภาพที่ให้คุณภาพสูงที่สุด เพราะไม่ว่าจะย่อหรือขยายภาพ คุณภาพที่แสดงก็ไม่เปลี่ยน

2.3 ทฤษฎีการประมวลภาพ (Image Processing)

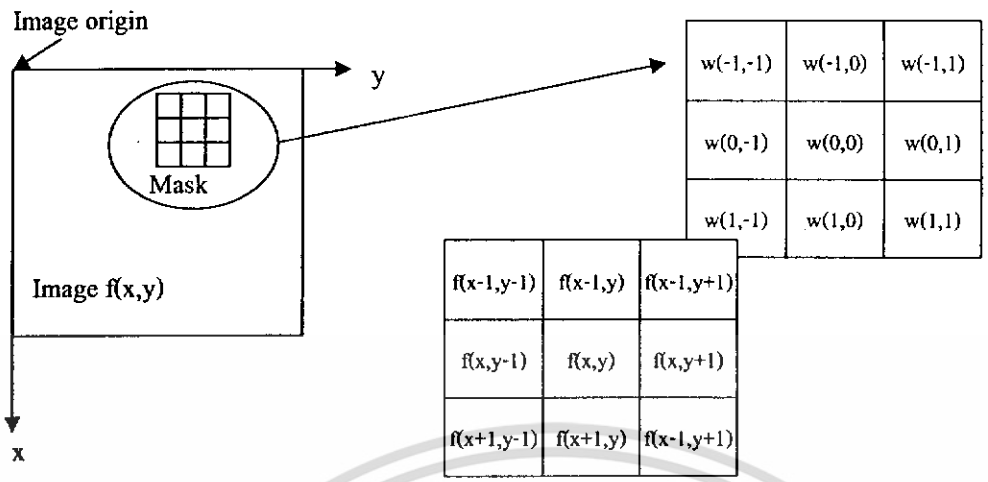
2.3.1 พื้นฐานการทำ Spatial Filtering

Spatial Filtering เป็นการกระทำต่อจุดพิกเซลในภาพโดยอาศัยพิกเซลที่อยู่รอบๆ (Neighbor Pixels) มาใช้ในการพิจารณาค่าระดับความเข้มสีของพิกเซลนั้น กลุ่มของพิกเซลเหล่านี้จะเรียกว่า ฟิลเตอร์ (Filter) มาสค์ (Mask) เคอร์เนล (Kernel) หรือ วินโดว์ (Window) สำหรับในที่นี้จะใช้คำว่ามาสค์ โดยค่าที่อยู่ในมาสค์จะเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์

กลไกการทำงานของ Spatial Filtering ในรูป 2.2 เป็นมาสค์ขนาด 3x3 ซึ่งจะทำการเลื่อนฟิลเตอร์แบบจุดต่อจุด และทำการคำนวณค่าระดับความเข้มสีในแต่ละพิกเซลโดยคำนวณหาผลรวมของการคูณของค่าสัมประสิทธิ์ในมาสค์กับค่าระดับความเข้มสีของพิกเซลที่อยู่รอบๆพิกเซลที่ต้องการ ถ้า R เป็นค่าระดับความเข้มสีที่ได้จากการทำ Spatial Filtering ด้วยมาสค์ที่มีขนาด 3x3 บนจุด (x,y) จะได้

$$
\begin{aligned}
R = {} & w(-1,1)f(x-1,y-1)+w(-1,0)f(x-1,y)+w(-1,1)f(x-1,y+1)+ \\
& w(0,-1)f(x,y-1)+w(0,0)f(x,y)+w(0,+1)f(x,y+1)+ \\
& w(1,-1)f(x+1,y-1)+w(1,0)f(x+1,y)+w(11,1)f(x+1,y+1)
\end{aligned}
\qquad \ldots\ldots(2.3)
$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงกลไกการทำ Spatial Filtering โดยใช้มาสค์ขนาด 3x3

โดยที่ W(0) เป็นค่าสัมประสิทธิ์บนมาสค์ส่วน f(x,y) เป็นค่าระดับความเข้มสีบนภาพ ซึ่งจุด (x,y) อยู่ตรงกับจุดศูนย์กลางของมาสค์ จะเห็นว่า Spatial Filter ก็เหมือนกับการนำมาสค์ไปทาบบนภาพ โดยให้พิกเซลที่จะทำการคำนวณอยู่ตรงกับพิกเซลที่อยู่ตรงกลางมาสค์ แล้วคำนวณหาค่าระดับความเข้มสีของพิกเซลบนภาพนั้นใหม่โดยใช้ค่าระดับความเข้มสีของพิกเซลที่อยู่รอบๆมาแทนค่าลงในฟังก์ชันตามที่ได้กำหนดไว้นั่นเอง

2.3.2 Smoothing Spatial Filters

Smoothing Filter นำมาใช้ในการลดสัญญาณรบกวน (noise) ของภาพโดยการทำให้ภาพมีความเรียบมากขึ้น Smoothing Filter มีทั้งแบบที่เป็น Linear Filters และ Non-Linear Filters แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะแบบ Linear Filters เท่านั้น

1. Smoothing linear filters

หลักการของ Smoothing Linear Filter คือ การหาค่าระดับความเข้มสีของพิกเซลหนึ่งโดยเฉลี่ยค่าระดับความเข้มสีของพิกเซลรอบๆพิกเซลนั้น ซึ่งจะถูกกำหนดขอบเขตโดยขนาดของมาสค์ในบางครั้งฟิลเตอร์แบบนี้จะเรียกว่า Averaging Filter ผลที่ได้จากการใช้ Averaging Filter คือค่าระดับความเข้มสีในบริเวณเดียวกันถูกทำให้เรียบมากขึ้น เนื่องจากสัญญาณรบกวน มักทำให้ระดับความเข้มสีในบริเวณเดียวกันมีค่าต่างกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$\frac{1}{9} \times \begin{array}{|c|c|c|}\hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

รูปที่ 2.3 แสดง Averaging Filter ขนาด 3x3

จากรูปที่ 2.3 จะเห็นว่าเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์ทั้งหมดมารวมกันจะได้ค่าเท่ากับ 1 โดยที่ $\frac{1}{9}$ เป็นค่า Normalized constant ของมาสค์ขนาด 3x3 ถ้าหากว่ามาสค์มีขนาด m x n ค่า Normalized Constant จะมีค่าเท่ากับ $\frac{1}{mn}$ ดังนั้นค่าระดับความเข้มข้น R จะเท่ากับ

$$R = \frac{1}{mn}\sum_{i=1}^{mn} w_i z_i \qquad \text{..... (2.4)}$$

โดยที่ w เป็นค่าสัมประสิทธิ์ของมาสค์และ z เป็นค่าระดับความเข้มสีของภาพ

แม้ว่า Average Filter จะสามารถลดสัญญาณรบกวนได้ แต่เนื่องจากฟิลเตอร์ชนิดนี้การเฉลี่ยค่าระดับความเข้มสีจากพิกเซลรอบๆจึงทำให้ภาพเบลอ ถ้าหากว่ามาสค์มีขนาดใหญ่ขึ้น ภาพก็จะเบลอมากยิ่งขึ้นด้วย ดังนั้นจึงจะต้องระมัดระวังในการเลือกขนาดของมาสค์

2.3.3 ตัวกรองสัญญาณแบบเกาส์เซียน (Gaussian Filtering)

การกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้ตัวกรองความถี่เกาส์เซียน (Gaussian Filter) เป็นการถ่วงน้ำหนักให้กับมาสค์นั้นๆ โดยใช้สัมประสิทธิ์ไบโนเมียลซึ่งประยุกต์มาจากตัวกรองสัญญาณแบบเฉลี่ยข้อมูลดังนี้

$$f_f(i,j) = \frac{1}{S_k}\sum_{m=1}^{K}\sum_{n=1}^{K} B_{mn} \cdot f_{raw}(m,n) \qquad \text{..... (2.5)}$$

โดยที่ $f_f(i,j)$ คือจุดภาพตำแหน่งที่ i,j ที่ประมวลผลได้จากการกำจัดสัญญาณรบกวน

$f_{raw}(m,n)$ คือจุดภาพเริ่มต้นที่นำเข้ามาประมวลผลโดยรวมจุดภาพ i,j

B คือ มาสก์สัมประสิทธิ์ไบโนเมียลขนาด KxK

$$S_k = \sum_{m=1}^{K}\sum_{n=1}^{K} B_{mn} \qquad \text{..... (2.6)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
72132

ตัวกรองเกาส์เซียนที่ใช้มาสค์ขนาด 3x3 มีรูปแบบเป็นดังนี้

$$B_{mn} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{..... (2.7)}$$

ถ้าเพิ่มมาสค์เป็นขนาด 5x5 จะได้ดังนี้

$$B_{mn} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 4 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 8 & 4 & 2 \\ 4 & 8 & 16 & 8 & 4 \\ 2 & 4 & 8 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 4 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{..... (2.8)}$$

2.3.4 การตรวจหาขอบ (Edge Detection)

ขอบ (Edge) คือ ส่วนที่เป็นรอยต่อระหว่างบริเวณ 2 แห่ง ที่มีค่าระดับความเข้มสีต่างกันอย่างชัดเจน การตรวจหาขอบจึงเป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการดึงรายละเอียดส่วนที่เป็นขอบออกมาจากภาพ ซึ่งจะพิจารณาจากความไม่ต่อเนื่องของค่าระดับความเข้มสี โดยใช้อนุพันธ์อันดับที่หนึ่งและอนุพันธ์อันดับที่สอง

1 Gradient Operator

Gradient Operator นำมาใช้ในการหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับที่หนึ่ง การหาความชัน (Gradient) ของภาพ f(x,y) ในรูปของเวคเตอร์ได้ดังนี้

$$\nabla f = \begin{bmatrix} Gx \\ Gy \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial x} \end{bmatrix} \quad \text{..... (2.9)}$$

โดยที่ขนาดของเวคเตอร์เป็น

$$\nabla f = mag(\nabla f) = \left[Gx^2 + Gy^2\right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{..... (2.10)}$$

และมีทิศทางเวคเตอร์เป็น

$$\alpha(x, y) = \tan^{-1}\left(\frac{Gy}{Gx}\right) \quad \text{..... (2.11)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Gradient Operator ที่ใช้ในที่นี้คือ Prewitt Operator และ Sobel Operator ดังรูปที่ 2.4 และ 2.5 ตามลำดับ

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

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

รูปที่ 2.4 แสดงPrewitt Operator

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

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

รูปที่ 2.5 แสดงSobel Operator

2 Laplacian Operator

Laplacian Operator นำมาใช้ในการหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับที่สองดังรูปที่ 2.6 สามารถเขียนอยู่ในรูปของฟังก์ชัน 2 มิติ ได้ดังนี้

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \qquad \text{..... (2.12)}$$

ถ้า Laplacian Operator มีขนาด 3x3 จะได้ค่าอนุพันธ์อันดับสองที่จุด (x,y) เป็น

$$\nabla^2 f = 4f(x,y) - f(x-1,y) - f(x+1,y) - f(x,y+1) - f(x,y-1) \qquad \text{.....(2.13)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

รูปที่ 2.6 แสดงLaplacian Operator

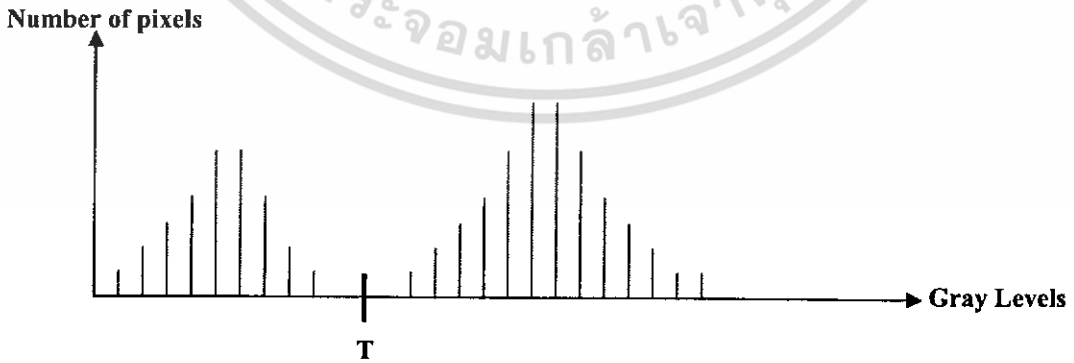
ข้อเสียของ Laplacian Operator คือมีความไวต่อสัญญาณรบกวน สูง จึงควรทำการลดสัญญาณรบกวนของภาพก่อนแล้วจึงค่อยหาขอบ

2.3.5 การหาขีดเริ่มเปลี่ยน (Thresholding)

การหาขีดเริ่มเปลี่ยนเป็นวิธีในการแยกภาพรถยนต์ออกจากภาพพื้นหลัง โดยพิจารณาจากความแตกต่างของค่าระดับความเข้มสีของทั้งสองส่วนดังรูปที่ 2.7 หลักการของการหาขีดเริ่มเปลี่ยนจะทำการกำหนดค่าขีดเริ่มเปลี่ยน T ขึ้นมา โดยสมมุติให้ภาพรถยนต์มีค่าระดับความเข้มสีมากกว่าภาพพื้นหลัง ถ้าหากว่าจุด (x,y) ใด มีค่าระดับความเข้มสีมากกว่าค่า T จะกำหนดให้จุดนั้นเป็นภาพรถยนต์ และถ้าจุด (x,y) ใด มีค่าระดับความเข้มน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า T จะกำหนดให้เป็นภาพพื้นหลัง สามารถเขียนอยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$g(x,y)=\begin{cases}1 & if \quad f(x,y)>T\\ 0 & if \quad f(x,y)\le T\end{cases} \qquad \text{.....(2.14)}$$

และถ้าหากว่าภาพพื้นหลังมีค่าระดับความเข้มสีมากกว่าภาพรถยนต์ก็จะพิจารณาในทางกลับกัน



รูปที่ 2.7 แสดงGray-Level Histograms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาค่า T ที่เหมาะสมทำได้ดังนี้

1. กำหนดค่า T โดยการประมาณค่าขึ้นมาก่อน
2. แบ่งกลุ่มของพิกเซลออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่ม (G_1)ที่ค่าระดับความเข้มสีน้อยกว่าหรือเท่ากับ T และกลุ่ม (G_2)ที่มีระดับความเข้มสีมากกว่า T
3. หาค่าระดับความเข้มสีเฉลี่ย(μ_1)ของกลุ่ม G_1 และหาระดับความเข้มสีเฉลี่ย (μ_2)ของกลุ่ม G_2
4. คำนวณหาค่าขีดเริ่มเปลี่ยนใหม่โดย

$$T = \frac{1}{2}(\mu_1 + \mu_2) \qquad \text{.....(2.14)}$$

5. ทำซ้ำขั้นตอนที่2 ถึง 4 ไปเรื่อยๆจนกว่า T มีค่าคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการทำงานและโครงสร้างของโปรแกรม

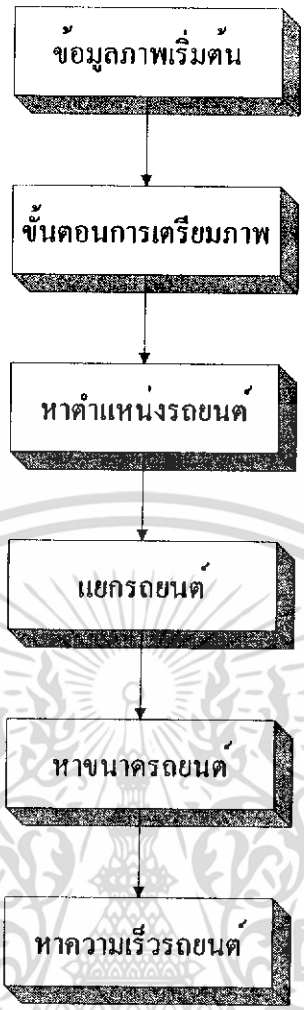
3.1 โครงสร้างเครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพ

เครื่องวัดความเร็วรถยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพนี้ประกอบด้วยส่วนสำหรับรับภาพและส่วนโปรแกรมเพื่อประมวลผลภาพ ในส่วนของการรับภาพจะประกอบด้วยกล้องดิจิตอลสำหรับจับภาพรถยนต์เคลื่อนที่

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างระบบ

ในส่วนของโปรแกรมประมวลผลภาพนั้นมีขั้นตอนในการแยกรถยนต์ออกจากข้อมูลภาพทั้งหมด โดยมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมดังนี้คือ ในขั้นแรกจะเป็นขั้นตอนของการเตรียมภาพ โดยภาพสีเทา 256 ระดับจะถูกแปลงให้เป็นภาพไบนารีด้วยวิธีการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ซึ่งจะเหลือข้อมูลภาพ 2 ระดับ คือ 0 และ 1 โดย 0 จะเป็นพื้นหลังส่วน 1 จะเป็นรถยนต์ในภาพจากนั้นทำการกำจัดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นแล้วจึงแยกรถยนต์ออกจากพื้นหลัง แล้วทำการหาขนาดของรถยนต์เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์ ดังนั้นจึงนำระยะทางมาประมวลผลหาความเร็วรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

3.2 การเตรียมข้อมูลภาพ

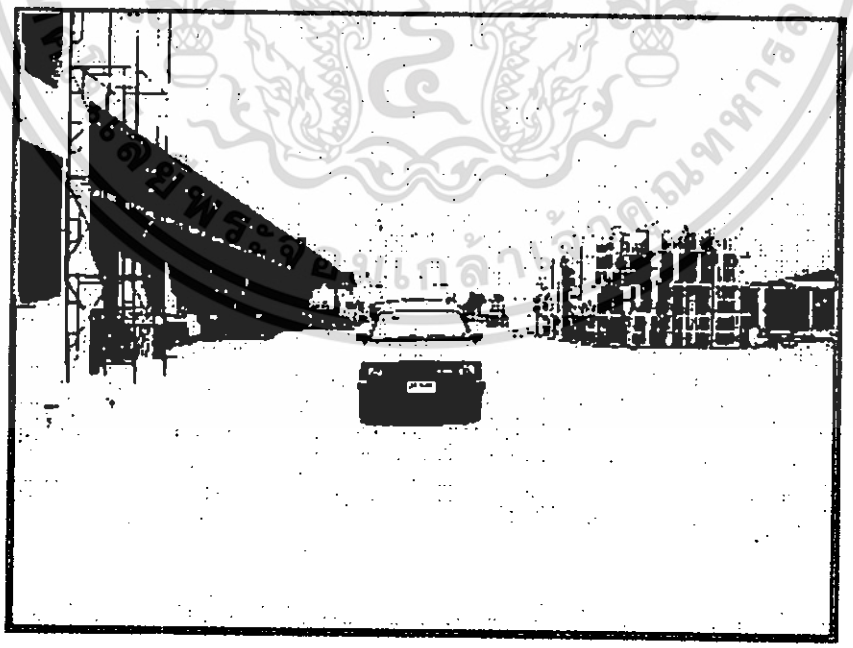
3.2.1 การแปลงภาพข้อมูลไบนารี

ในขั้นตอนแรกจะเป็นการเตรียมข้อมูลภาพเพื่อใช้ในการประมวลผล เนื่องจากภาพที่ถ่ายได้จากกล้องดิจิตอลจะเป็นภาพสีจะอยากต่อการคำนวณ ดังนั้นจึงใช้การแปลงภาพให้เป็นข้อมูลไฟล์บิตแมปแบบระดับสีเทา 256 ระดับ ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 แสดงภาพตัวอย่างรถยนต์

เพื่อทำให้ข้อมูลภาพมีรูปแบบที่เหมาะสมในการประมวลผลจึงต้องทำการแปลงข้อมูลของภาพให้เป็นไบนารี คือ มีระดับสีเพียง 2 ระดับ ได้แก่สีดำเป็น 0 สีขาวเป็น 1 วิธีการแปลงของภาพให้เป็นไบนารีนั้นทำได้โดยการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม โดยข้อมูลที่มีค่าระดับความสว่างสูงกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะถูกปรับให้เป็น 1 หรือสีขาว ส่วนค่าระดับความสว่างที่มีค่าต่ำกว่าค่าขีดเริ่มเปลี่ยนจะถูกปรับให้เป็น 0 หรือสีดำ

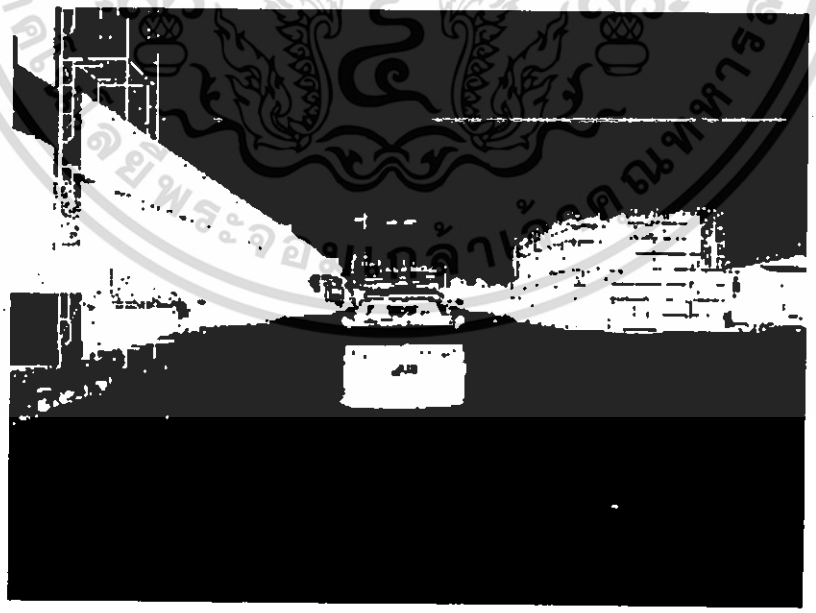


รูปที่ 3.4 แสดงภาพที่ได้จากการแปลงไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่เป็นไบนารีแล้วจะได้รถยนต์ที่แยกออกจากพื้นหลังอย่างชัดเจน เนื่องมาจากการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสม แต่อาจมีบางกรณีที่เลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสูงหรือต่ำเกินไปจะทำให้ไม่สามารถแยกรถยนต์ได้ ดังนั้นต้องเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยนที่เหมาะสมที่สุดในการแปลงเป็นภาพไบนารีเพื่อให้เกิดความเสียหายของข้อมูลภาพน้อยที่สุด

รูปที่ 3.5 แสดงการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน สูงเกินไป



รูปที่ 3.6 แสดงการเลือกค่าขีดเริ่มเปลี่ยน ต่ำเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การกำจัดสิ่งรบกวน

ในขั้นตอนของการแปลงให้เป็นภาพไบนารีนั้นอาจทำให้เกิดพิกเซลสีดำสีเดียวจำนวนมากซึ่งเป็นสิ่งรบกวน ทำให้เกิดผลกระทบต่อการประมวลผลในขั้นต่อไป ดังนั้นจึงต้องกำจัดพิกเซลที่เป็นสิ่งรบกวนนี้ออกจากภาพโดยการหาตำแหน่งของพิกเซลสีดำที่ไม่มีพิกเซลข้างเคียงเลยแล้วเปลี่ยนให้เป็นพิกเซลสีขาวแทน

3.2.3 การหาตำแหน่งของรถยนต์

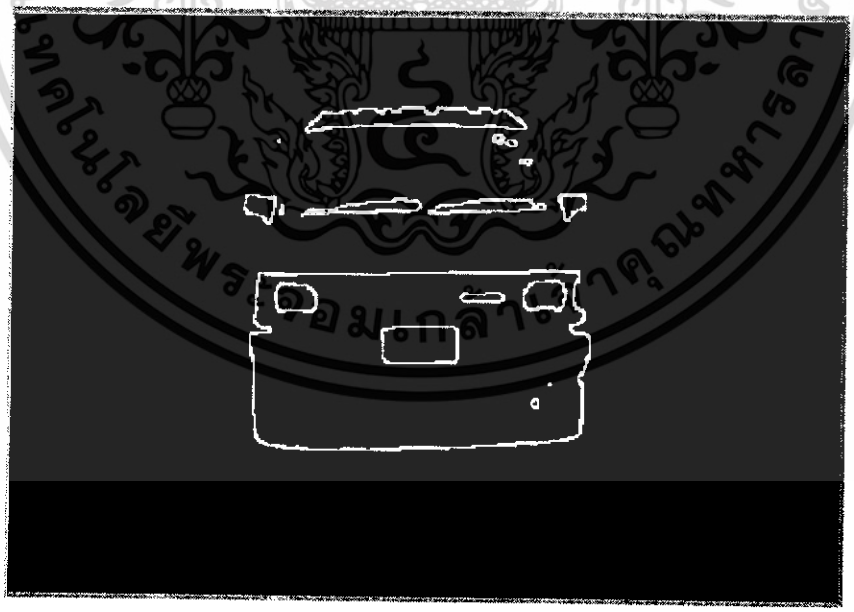
หลังจากที่ภาพผ่านการแปลงให้เป็นไบนารีแล้วสามารถหาตำแหน่งของรถยนต์ได้ โดยการพิจารณาว่ารถยนต์เป็นกลุ่มของสีขาวหรือพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ติดกันดังนั้นภาพที่ผ่านการแปลงเป็นไบนารีแล้วจะมีกลุ่มของพิกเซลดังกล่าวอยู่หลายกลุ่มทั้งที่เป็นรถยนต์และส่วนอื่นๆของภาพ

3.2.4 การแยกรถยนต์ออกจากพื้นหลัง

หลังจากที่ผ่านการหาตำแหน่งของรถยนต์แล้วขั้นตอนต่อไปจะพิจารณาคุณสมบัติของแต่ละบล็อกเพื่อหาบล็อกที่เป็นรถยนต์ โดยพิจารณาคุณสมบัติของแต่ละบล็อกดังต่อไปนี้

1. ความสูง
2. ความกว้าง
3. ตำแหน่ง

ในขั้นแรกบล็อกที่ไม่ได้ขนาดซึ่งอาจเกิดจากภาพพื้นหลังจะถูกกำจัดโดยพิจารณาจากความสูงและความกว้างของบล็อก โดยความสูงและความกว้างของบล็อกต้องมีขนาดจำกัดอยู่ในช่วงหนึ่ง จากนั้นจะสังเกตจากตำแหน่งของบล็อก



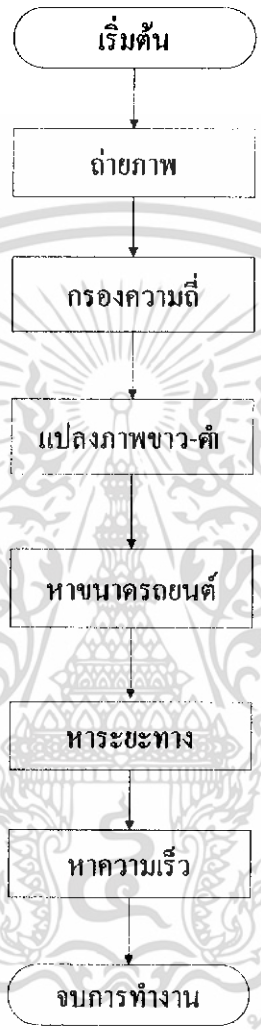
รูปที่ 3.7 แสดงรูปที่แยกรถยนต์ออกจากพื้นหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โครงสร้างโปรแกรม

3.3.1 โปรแกรมหลัก

ส่วนการทำงานของโปรแกรมหลักจะประกอบไปด้วยขั้นตอนของโปรแกรมย่อยดังรูปที่ 3.8

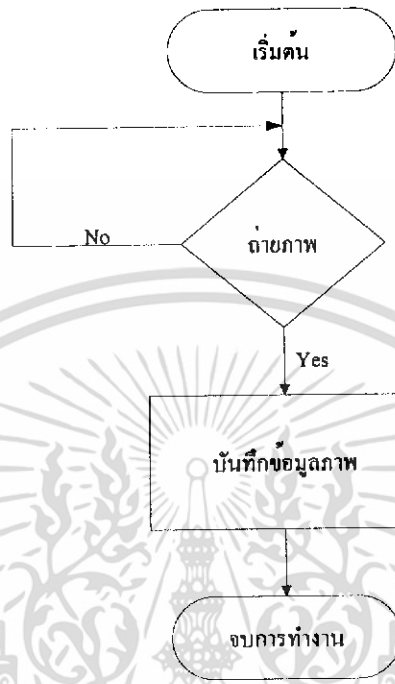


รูปที่ 3.8 แสดงแผนการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โปรแกรมการจับภาพโดยใช้กล้องดิจิตอล

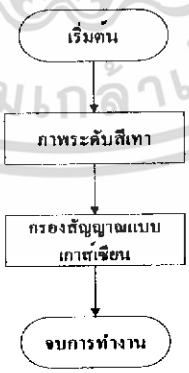
ขั้นตอนนี้จะนำภาพที่ได้มาเก็บลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ และทำการแปลงภาพถ่ายให้เป็นแบบเกร์สเกล



รูปที่ 3.9 แสดงกระบวนการจับภาพ

2. โปรแกรมการกรองสัญญาณ

เมื่อทำการจับภาพแล้วจะได้ภาพถ่ายรถยนต์ ดังนั้นนำภาพมาทำกรองสัญญาณแบบความถี่ต่ำผ่าน

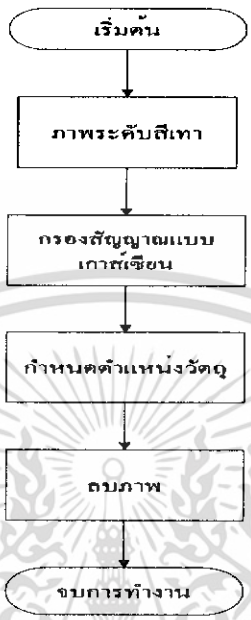


รูปที่ 3.10 แสดงกระบวนการกรองสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรแกรมการแยกรถยนต์ออกจากพื้นหลัง

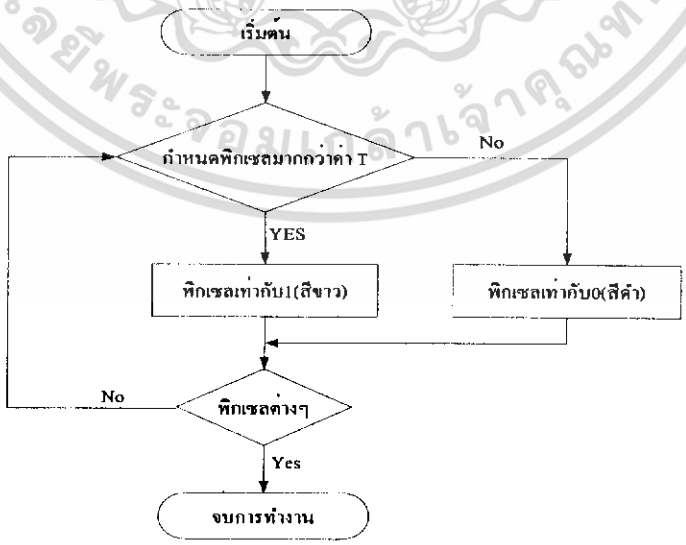
ส่วนของโปรแกรมนี้จะทำการแยกรถยนต์ออกจากพื้นหลังโดยการนำภาพที่ผ่านการกรองสัญญาณ และเป็นภาพแบบระดับสีเทา มากำหนดตำแหน่งของรถยนต์เพื่อที่จะแยกรถยนต์ออก



รูปที่ 3.11 แสดงกระบวนการแยกภาพรถยนต์ออกจากพื้นหลัง

4. โปรแกรมการทำภาพไบนารี

เมื่อทำการเก็บภาพแล้วจะได้ภาพแบบระดับสีเทาจากนั้นนำภาพมาแปลงเป็นภาพขาว ดำ โดยกำหนดขีดเริ่มเปลี่ยนให้เหมาะสม

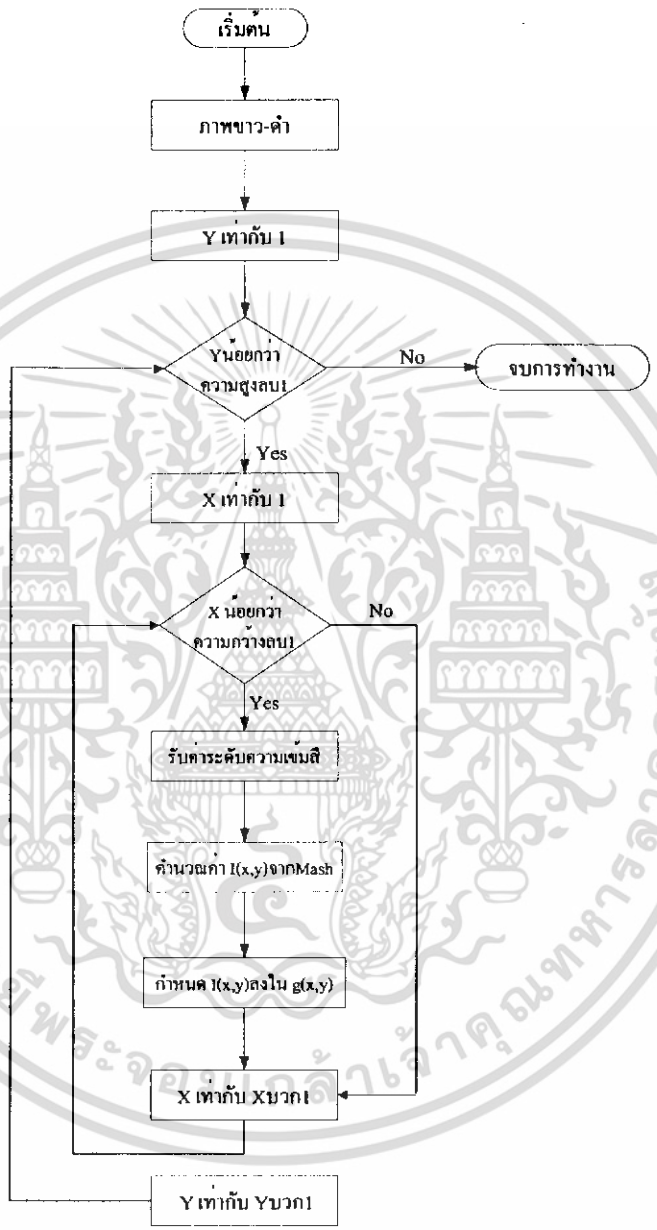


รูปที่ 3.12 แสดงกระบวนการทำงานในการแปลงภาพเป็นไบนารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. โปรแกรมการหาขนาดของรถยนต์

เมื่อทำการแยกรถยนต์ออกจากพื้นหลังแล้วจะทำการสร้างขอบให้กับภาพเพื่อที่จะได้เห็นสีขาวอย่างชัดเจน

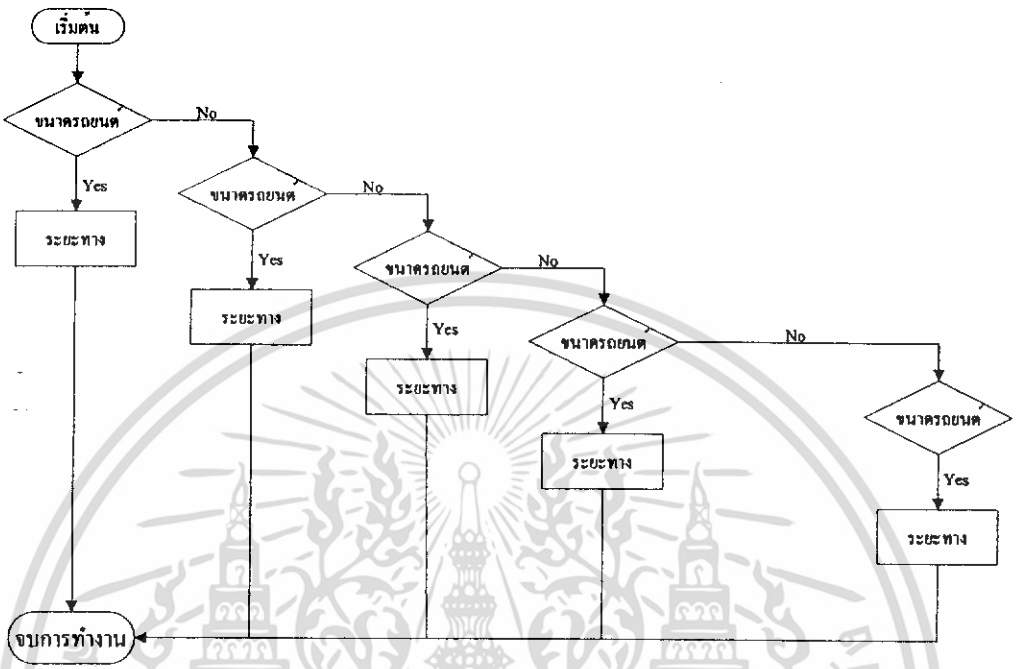


รูปที่ 3.13 แสดงกระบวนการทำงานการหาขนาดของรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. โปรแกรมการหาระยะทางของรถยนต์

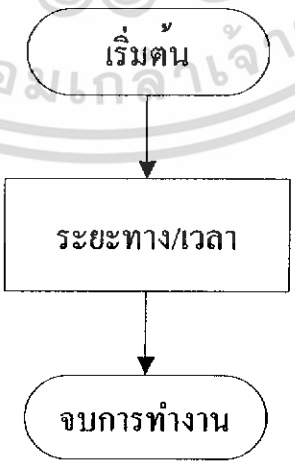
ในขั้นตอนนี้จะนำค่าของขนาดรถยนต์ที่คำนวณได้จากโปรแกรมมาเปรียบเทียบเพื่อหาระยะทางของรถยนต์โดยจะกำหนดเงื่อนไขระยะทางที่ 64 เมตรกล่าวคือมี 64 เงื่อนไข



รูปที่ 3.14 แสดงกระบวนการทำงานการหาระยะทางรถยนต์

7. โปรแกรมการหาความเร็วของรถยนต์

เมื่อได้ระยะทางของรถยนต์แล้วจะทำการหาความเร็วรถยนต์ได้โดยใช้ความสัมพันธ์ของระยะทางกับเวลาในการถ่ายภาพ



รูปที่ 3.15 แสดงกระบวนการทำงานการหาความเร็วรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดลอง

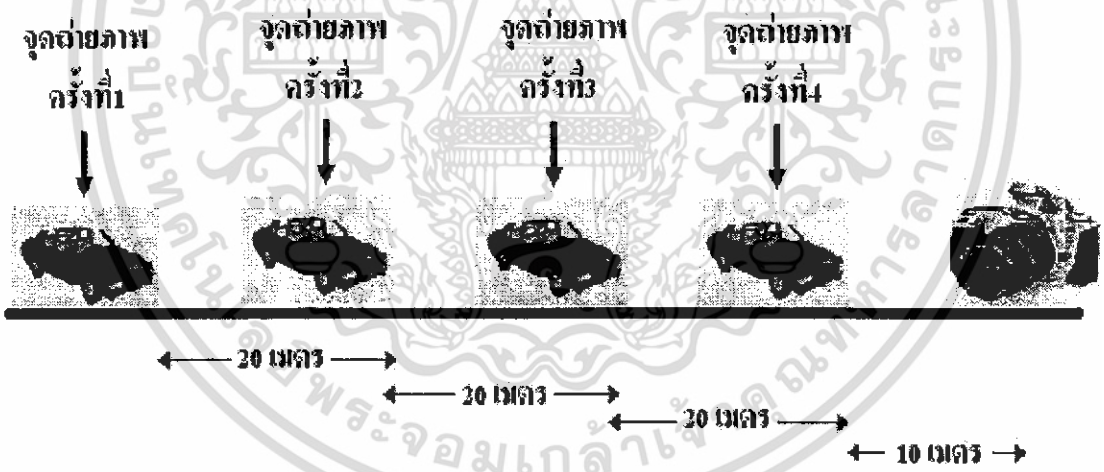
4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

- รถยนต์เคลื่อนที่
- กล้องถ่ายภาพดิจิตอล
- โปรแกรมประมวลผล
- เครื่องคอมพิวเตอร์

4.2 การทดลอง

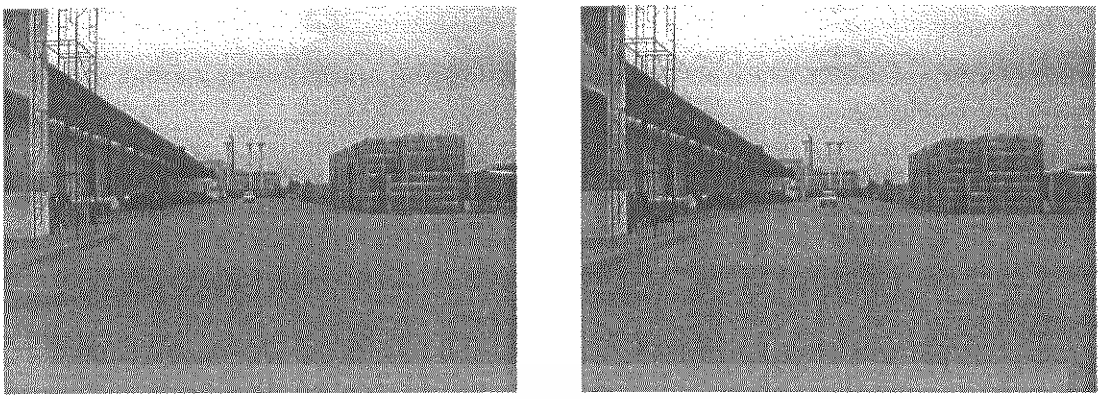
4.2.1 ขั้นตอนการถ่ายภาพเพื่อหาขนาดรถยนต์

ขั้นตอนนี้เป็นการถ่ายภาพรถยนต์ที่เคลื่อนที่ ที่มีพื้นหลังเดียวกันเพื่อง่ายต่อการแยกรถยนต์ออกจากพื้นหลัง โดยจะทำการถ่ายภาพในระยะทางต่างๆกัน ซึ่งเราจะรู้ความเร็วของรถยนต์และเวลาที่ใช้ในการถ่ายภาพดังรูปที่ 4.1 เมื่อได้ภาพถ่ายมาแล้วจะนำภาพมาหาขนาดของรถยนต์และความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์ต่อไป

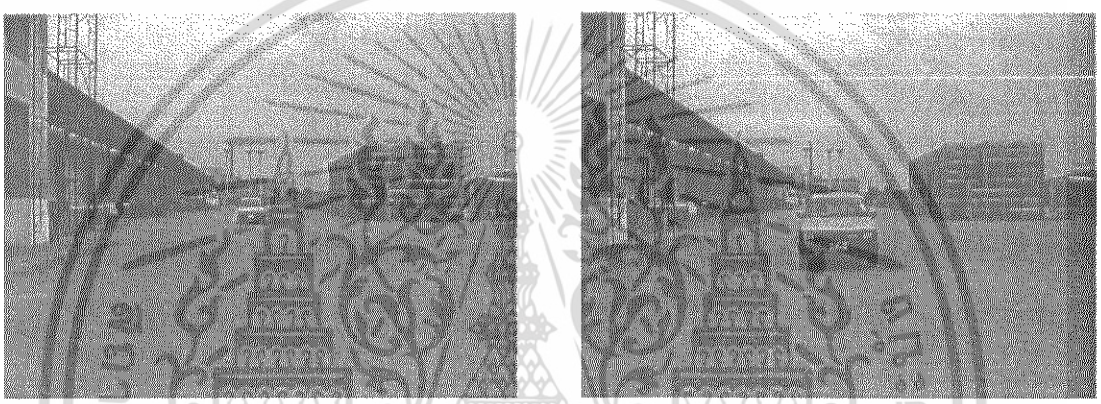


รูปที่ 4.1 แสดงขบวนการถ่ายภาพเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) (b)



(c) (d)

รูปที่ 4.2 แสดงภาพถ่าย ณ ตำแหน่งต่างๆ

(a) ภาพถ่ายตำแหน่งที่ 1

(b) ภาพถ่ายตำแหน่งที่ 2

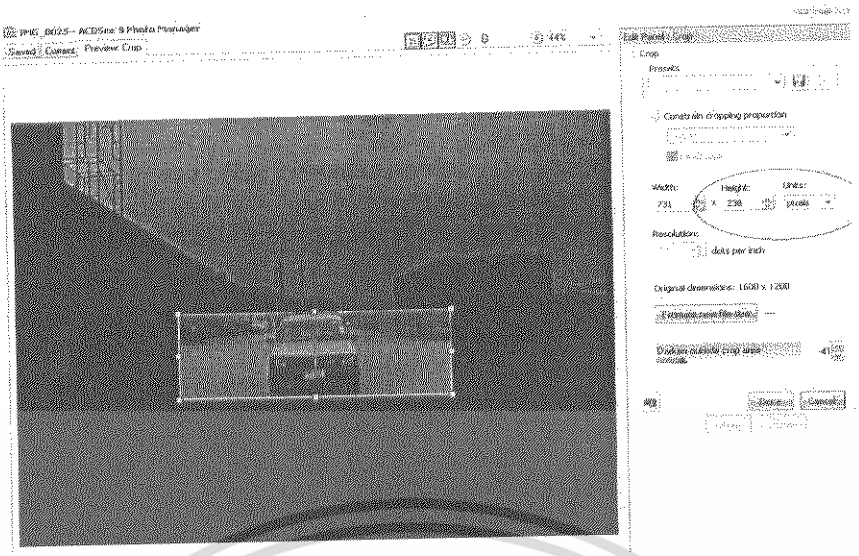
(c) ภาพถ่ายตำแหน่งที่ 3

(d) ภาพถ่ายตำแหน่งที่ 4

4.2.2 ขั้นตอนการหาขนาดของรถยนต์ด้วยโปรแกรมพื้นฐาน

ขั้นตอนนี้เราจะนำภาพถ่ายรถยนต์ที่ได้จากกล้องดิจิตอลมาหาขนาด(ความสูง)ของรถยนต์ด้วยโปรแกรมดูรูปภาพพื้นฐานเช่น โปรแกรม ACDSee ดังรูปที่ 4.3 ขนาดของรถยนต์ที่ได้แล้วจะนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์ในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



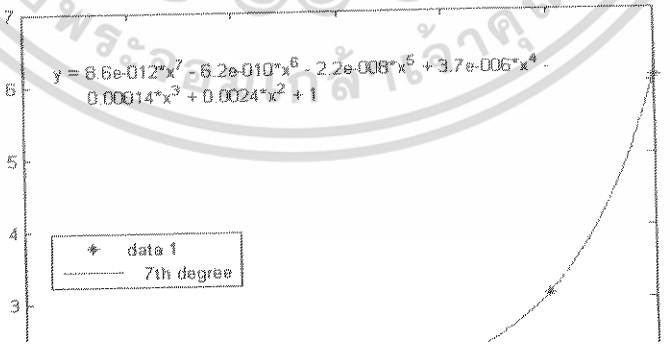
รูปที่ 4.3 แสดงการหาขนาดของรถยนต์โดยโปรแกรมพื้นฐาน

4.2.3 ขั้นตอนการหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์

ขั้นตอนนี้จะทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์เมื่อได้ขนาดของรถยนต์แล้วจะทำการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดของรถยนต์ ณ ตำแหน่งต่างๆสิ่งตำแหน่งเทียบกับ จุดถ่ายภาพ ณ จุดเริ่มต้น ดังสมการที่ 4.1

อัตราการเปลี่ยนแปลงขนาดรถยนต์ = ขนาดรถยนต์ตำแหน่งต่างๆ / ขนาดรถยนต์จุดที่หนึ่ง ....(4.1)

แล้วนำมาพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์ดังรูปที่ 4.4 ดังนั้นจึงนำสมการที่ได้จากการพล็อตกราฟมาคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์ดังแสดงตารางที่ 4.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

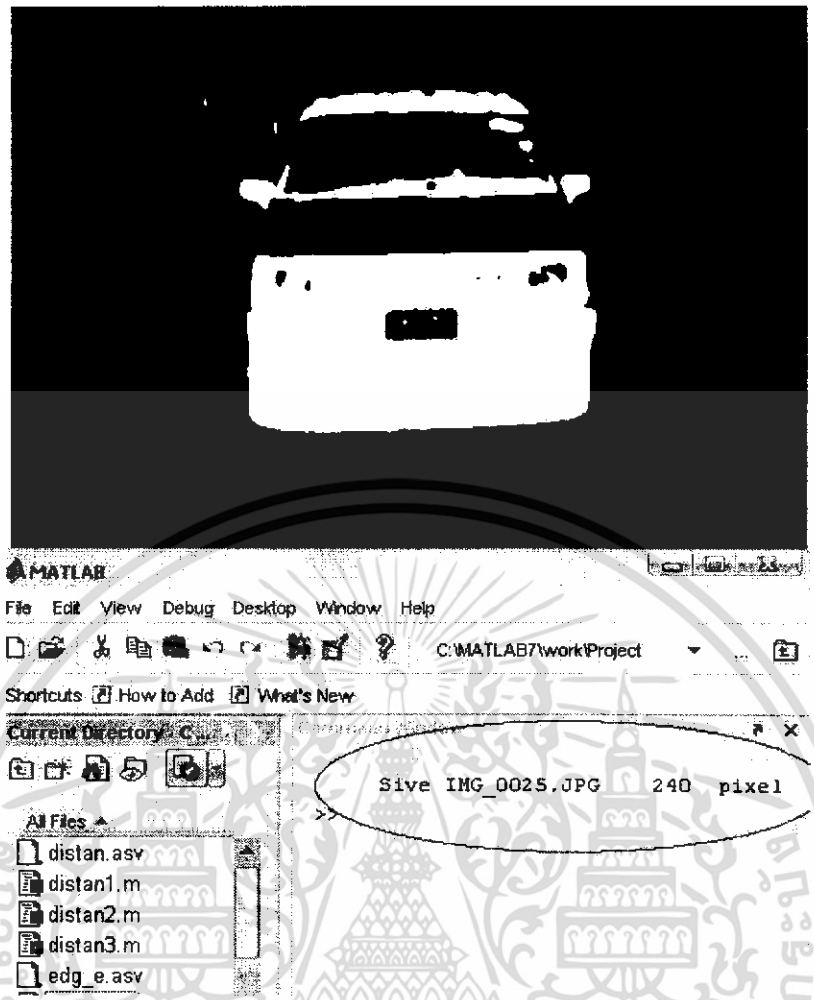
ตารางที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับขนาดรถยนต์

ระยะทาง	อัตราส่วน
0	1.00
2	1.01
4	1.03
6	1.06
8	1.10
10	1.13
12	1.17
14	1.21
16	1.25
18	1.29
20	1.33
22	1.38
24	1.43
26	1.48
28	1.54
30	1.60
32	1.67
34	1.75
36	1.84
38	1.95
40	2.07
42	2.20
44	2.36
46	2.55
48	2.78
50	3.07
52	3.42
54	3.86
56	4.43
58	5.15
60	6.07
62	7.23
64	8.71

4.2.4 ขั้นตอนการหาขนาดของรถยนต์

ขั้นตอนนี้เป็นการหาขนาดรถยนต์ที่ได้จากโปรแกรมประมวลผลที่สามารถใช้หาความสูงของรถยนต์ และทำการเปรียบเทียบกับความสูงที่ได้จากการวัดจริง ผลที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมดังแสดงในรูปที่ 4.5 และในตารางที่ 4.2 แสดงถึงการเปรียบเทียบขนาดรถยนต์ที่ผ่านการประมวลผลกับขนาดรถยนต์จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงตัวอย่างการประมวลผลหาขนาดของรถยนต์

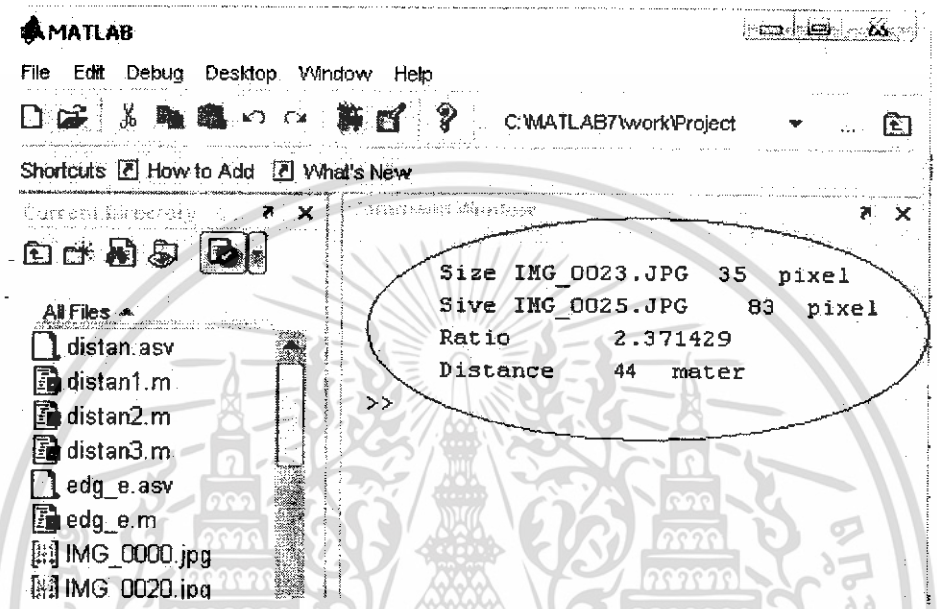
ตารางที่ 4.2 แสดงเปรียบเทียบขนาดรถยนต์ที่ได้จากการทดลองกับขนาดรถยนต์จริง

ชื่อไฟล์ภาพ	ความสูงของรถยนต์ (พิกเซล)	ความสูงของรถยนต์ที่ได้จากการทดลอง (พิกเซล)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
IMG_0022.JPG	34	35	2.941
IMG_0023.JPG	49	52	6.122
IMG_0024.JPG	84	83	1.190
IMG_0025.JPG	238	240	0.840

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ขั้นตอนการหาระยะทางของรถยนต์

ขั้นตอนนี้เป็นการหาระยะทางของรถยนต์ที่ได้จากระยะทางจริงและระยะทางที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมประมวลผลดังรูปที่ 4.6 และในตารางที่ 4.3 แสดงถึงการเปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากการทดลองกับระยะทางจริง เมื่อได้ส่วนนี้โปรแกรมประมวลผลจะสามารถนำไปใช้ในการประมวลผลอย่างอื่นได้ในภายหลัง



รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างการหาระยะทางของรถยนต์

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบระยะทางระหว่างรถยนต์ที่ได้จากการทดลองกับระยะทางจริง

ชื่อไฟล์ภาพ	ระยะทางระหว่างรถยนต์(เมตร)	ระยะทางระหว่างรถยนต์ที่ได้จากการทดลอง(เมตร)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด
IMG_0022 – IMG_0022	0	0	0
IMG_0022 – IMG_0023	20	22	10
IMG_0022 – IMG_0024	40	44	10
IMG_0022 – IMG_0025	60	58	3.33

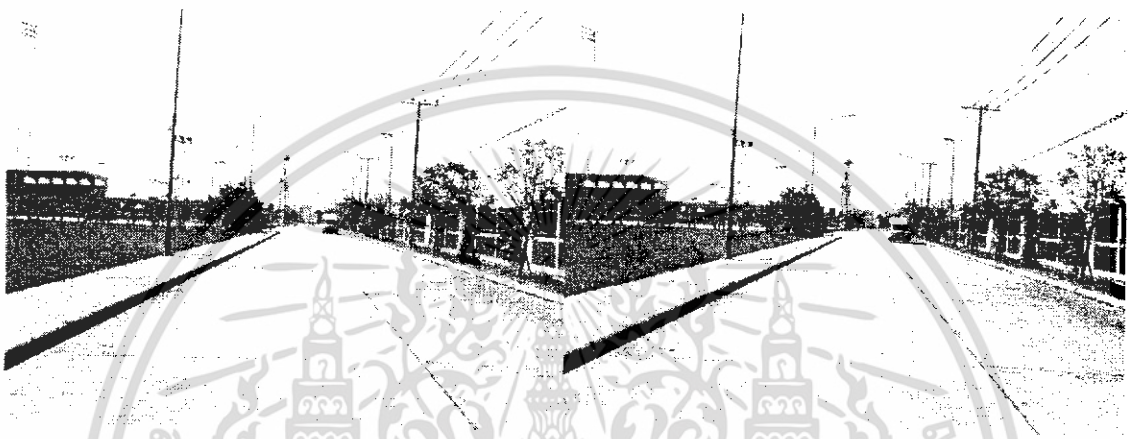
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ขั้นตอนการหาความเร็วของรถยนต์

ขั้นตอนนี้เป็นการหาความเร็วของรถยนต์จากการนำความสัมพันธ์ของขนาดรถยนต์ กับ เวลา ในการจับภาพรถยนต์จะแบ่งเป็นสองขั้นตอนในการตรวจวัดความเร็วรถยนต์

1 การหาความเร็วรถยนต์ที่ได้จากหน่วยความจำกล้องดิจิตอล

ในขั้นตอนนี้จะทำการถ่ายภาพรถยนต์ขณะที่กล้องดิจิตอลยังไม่ได้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ แต่จะนำไฟล์ภาพที่อยู่ในหน่วยความจำของกล้องดิจิตอลมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4 4.5 และตารางที่ 4.6

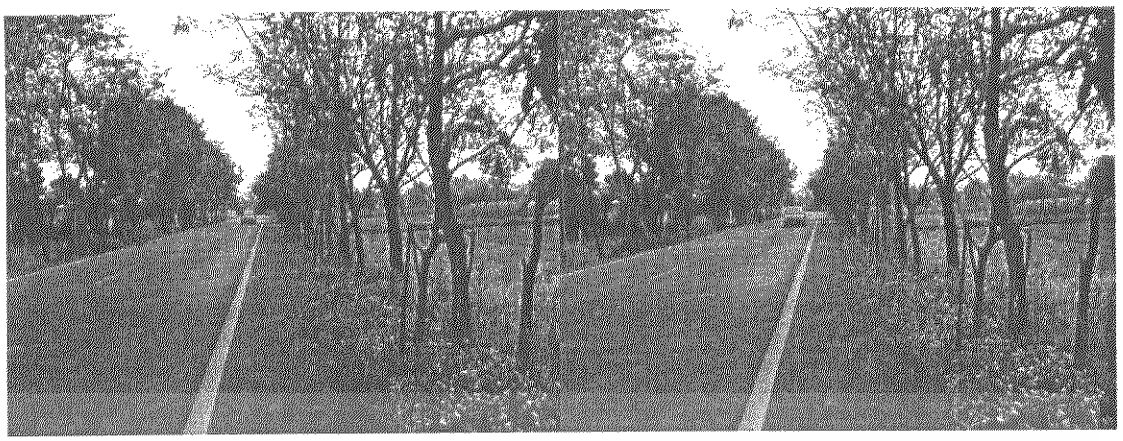


รูปที่ 4.7 แสดงการตรวจจับความเร็ว 30 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

ตารางที่ 4.4 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 30 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

เวลา = 2 วินาที		
ครั้งที่	**ความเร็ว(กม./ช.ม.)**	**เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด(%)**
1	43.20	44
2	36.00	20
3	43.20	44
4	32.40	8
5	32.40	8
ความเร็วเฉลี่ย	**37.44**	**24.8**

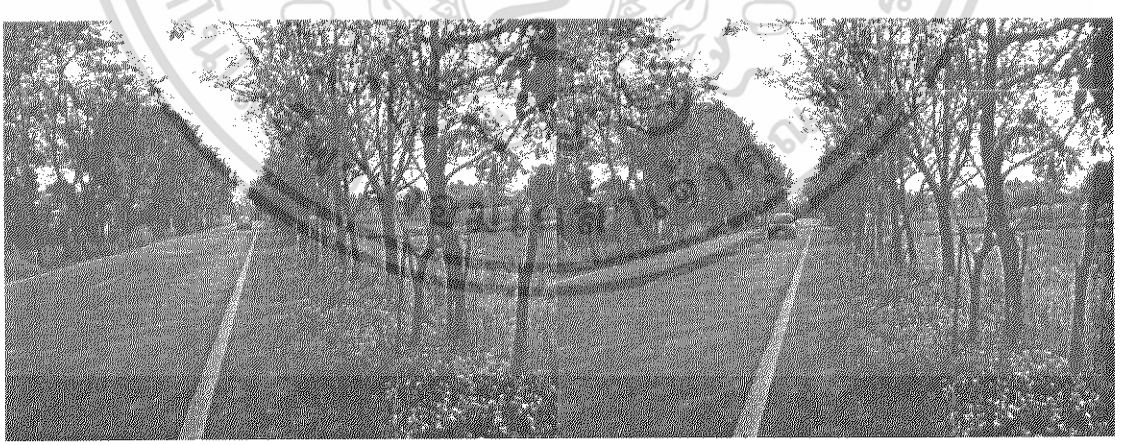
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงการตรวจจับความเร็ว 40 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

ตารางที่ 4.5 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 40 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

เวลา = 2 วินาที		
ครั้งที่	ความเร็ว(กม./ช.ม.)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด(%)
1	36.00	10
2	39.60	1
3	46.80	17
4	36.00	10
5	43.20	8
ความเร็วเฉลี่ย	40.32	7.6



รูปที่ 4.9 แสดงการตรวจจับความเร็ว 60 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 60 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง

เวลา = 2 วินาที		
ครั้งที่	ความเร็ว(กม./ช.ม.)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด(%)
1	54.00	10
2	61.20	2
3	50.40	16
4	61.20	2
5	64.80	8
ความเร็วเฉลี่ย	58.32	7.6

2 การหาความเร็วรถยนต์แบบเวลาจริง

ในขั้นตอนนี้จะทำการถ่ายภาพรถยนต์ขณะที่กล้องดิจิตอลได้เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยสั่งผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ในระยะเวลาต่างกัน จากรูปที่ 4.10 เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการทดลอง และตารางที่ 4.7 เป็นความเร็วที่ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงแบบเวลาจริงที่ได้จากการทดลอง

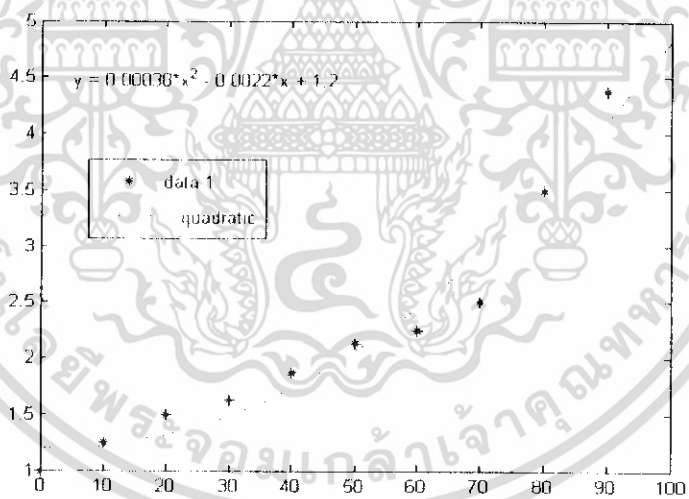
รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอการแสดงผลแบบเวลาจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงการตรวจวัดความเร็วที่ 40 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมงแบบเวลาจริง

เวลา = 3 วินาที		
ครั้งที่	ความเร็ว(กม./ช.ม.)	เปอร์เซ็นต์การผิดพลาด(%)
1	43.20	8
2	40.80	2
3	36.00	10
4	38.40	4
5	43.20	8
ความเร็วเฉลี่ย	**40.32**	**6.4**

ขั้นตอนนี้ได้มองปัญหาที่ว่าเมื่อต้องการหาความเร็วรถยนต์หลายตำแหน่ง ระยะทางและความเร็วรถยนต์จะมีผลเป็นอย่างไร โดยขั้นตอนนั้นจะทำการเพิ่มระยะทางระหว่างจุดตั้งกล้องดิจิตอลถึงจุดเริ่มต้นในการจับภาพรถยนต์ประมาณ 110 เมตร จากเดิมใช้ประมาณ 70 เมตรในการทดลอง ดังนั้นจึงต้องสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์ใหม่ แล้วทำการทดลองหาความเร็วรถยนต์



รูปที่ 4.11 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับขนาดของรถยนต์แบบเวลาจริง

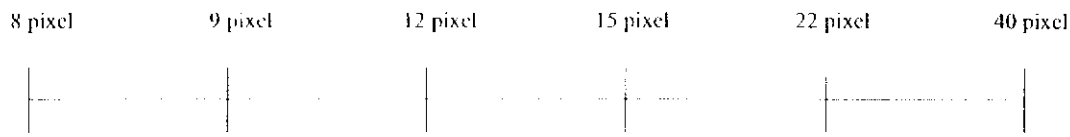
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะทางกับขนาดรถยนต์แบบเวลาจริง

ระยะทาง	อัตราส่วน
0	1
2	1.21
4	1.21
6	1.21
8	1.21
10	1.22
12	1.24
14	1.25
16	1.27
18	1.29
20	1.32
22	1.34
24	1.38
26	1.41
28	1.45
30	1.49
32	1.53
34	1.57
36	1.62
38	1.68
40	1.73
42	1.79
44	1.85
46	1.92
48	1.98
50	2.05
52	2.13
54	2.21
56	2.28
58	2.37
60	2.45
62	2.54
64	2.64
66	2.73
68	2.83
70	2.93
72	3.03
74	3.14
76	3.25
78	3.37
80	3.48
82	3.6
84	3.73
86	3.85
88	3.98
90	4.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและที่เวลา 2 วินาที ที่ระยะทางห่างจากกล้อง 110 เมตร



Ratio = 1.125	Ratio = 1.333	Ratio = 1.25	Ratio = 1.466	Ratio = 1.81
S = 8 meter	S = 22 meter	S = 14 meter	S = 30 meter	S = 44 meter
V = 14.4 km/hr	V = 39.6 km/hr	V = 25.2 km/hr	V = 54.0 km/hr	V = 79.2 km/hr

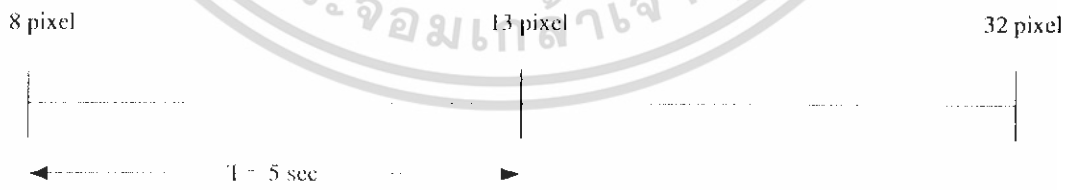
Vเฉลี่ย = 42.48 km/hr

การทดลองที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและที่เวลา 3 วินาที ที่ระยะทางห่างจากกล้อง 110 เมตร

Ratio = 1.125	Ratio = 1.366	Ratio = 2.200
S = 24 meter	S = 24 meter	S = 54 meter
V = 28.8 km/hr	V = 28.8 km/hr	V = 64.8 km/hr

Vเฉลี่ย = 40.80 km/hr

การทดลองที่ความเร็ว 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและที่เวลา 5 วินาที ที่ระยะทางห่างจากกล้อง 110 เมตร

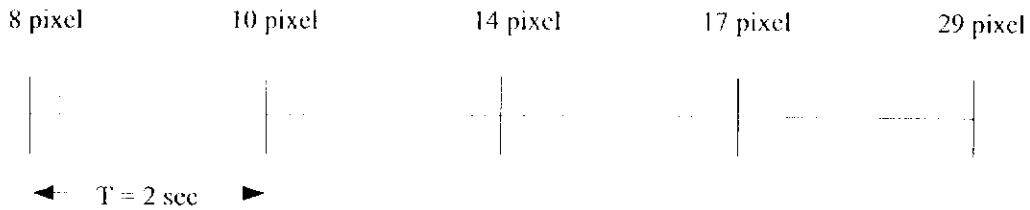


Ratio = 1.625	Ratio = 2.466
S = 38 meter	S = 62 meter
V = 14.4 km/hr	V = 44.64 km/hr

Vเฉลี่ย = 36 km/hr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและที่เวลา 2 วินาที ที่ระยะทางห่างจากกล้อง 110 เมตร



Ratio = 1.25	Ratio = 1.40	Ratio = 1.214	Ratio = 1.705
S = 14 meter	S = 26 meter	S = 10 meter	S = 40 meter
V = 25.2 km/hr	V = 46.8 km/hr	V = 18.0 km/hr	V = 72.0 km/hr

Vเฉลี่ย = 42.48 km/hr

การทดลองที่ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและที่เวลา 3 วินาที ที่ระยะทางห่างจากกล้อง 110 เมตร

Ratio = 1.375	Ratio = 1.636	Ratio = 1.770
S = 22 meter	S = 38 meter	S = 42 meter
V = 26.4 km/hr	V = 45.6 km/hr	V = 50.4 km/hr

Vเฉลี่ย = 40.80 km/hr

การทดลองที่ความเร็ว 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมงและที่เวลา 5 วินาที ที่ระยะทางห่างจากกล้อง 110 เมตร

Ratio = 1.75

S = 42 meter

V = 30.24 km/hr

Vเฉลี่ย = 30.24 km/hr

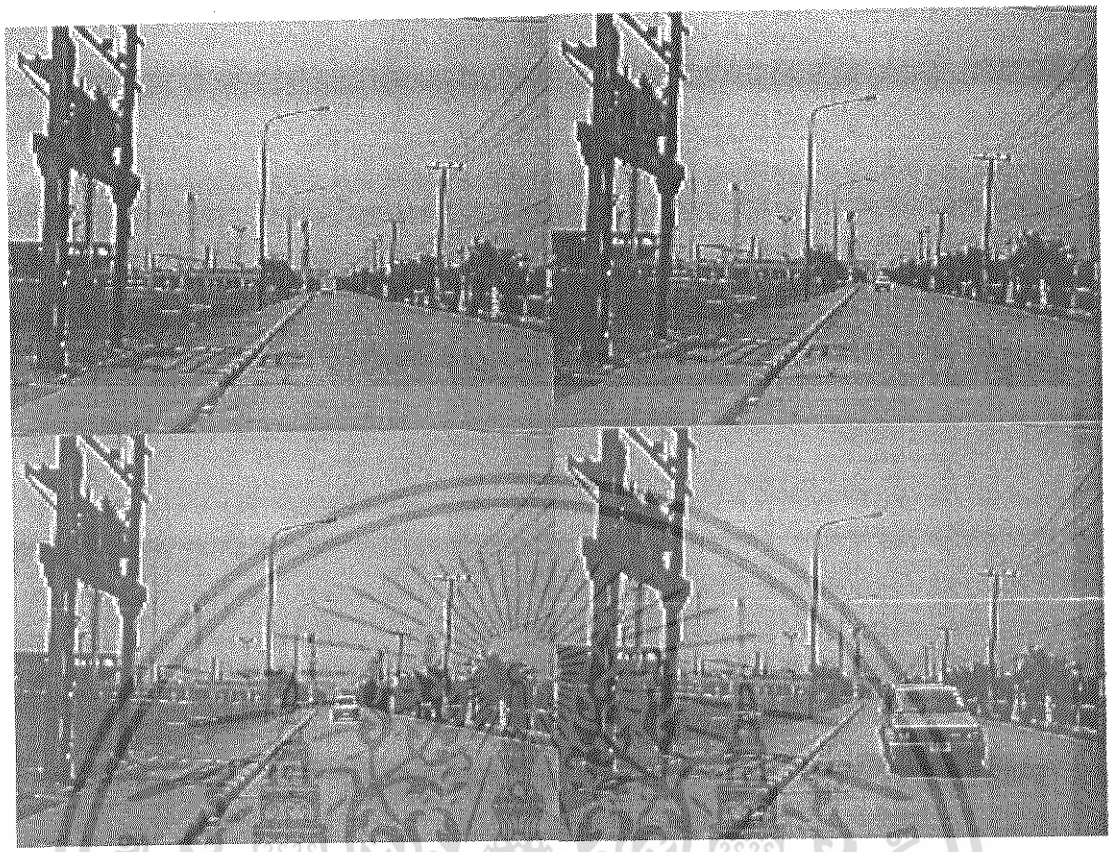
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองหาความเร็วของรถยนต์โดยใช้การประมวลผลทางภาพนี้อาจให้ผลไม่ได้ 100% เนื่องจากมีข้อจำกัดอยู่หลายอย่างที่อาจทำให้ค่าความเร็วรถยนต์มีความคลาดเคลื่อน เช่น ประสิทธิ์ภาพของกล้องดิจิตอล สภาพแวดล้อมรอบข้างที่เปลี่ยนแปลง และระยะทางในการถ่ายภาพ ซึ่งได้ทำการทดลองสองวิธีด้วยกันโดยใช้กล้องที่มีคุณมบัติต่างกัน โดยวิธีแรกได้นำภาพจากหน่วยความจำของกล้องดิจิตอลมาคำนวณหาความเร็ว ผลการทดลองที่ได้มีค่าผิดพลาดเล็กน้อย และวิธีที่สองได้ทดลองแบบเวลาจริง ซึ่งในขั้นตอนนี้จะทำการทดลองที่ระยะทางในการจับภาพรถยนต์จากจุดเริ่มต้นถึงจุดตั้งกล้องดิจิตอลที่ระยะทางประมาณ 70 เมตร เหมือนกับการทดลองวิธีแรก และ 110 เมตรตามลำดับ จากการทดลองจะเห็นได้ว่าค่าความเร็วรถยนต์ที่ระยะทาง 70 เมตรนั้นมีค่าผิดพลาดเล็กน้อย เพราะเนื่องจากการทดลองทำการจับภาพรถยนต์เพียงตำแหน่งเดียว แต่สำหรับการทดลองที่ระยะทาง 110 เมตร นั้นจะเห็นได้ว่าความเร็วรถยนต์ที่ได้ออกมามีความผิดพลาดสูงมาก เนื่องด้วยความผิดพลาดที่เกิดอาจเกิดจากระยะทางในการจับภาพจากจุดเริ่มต้นถึงจุดตั้งกล้องดิจิตอลนั้นมีระยะทางที่ไกลพอสมควรทำให้รถยนต์มีขนาดที่เล็กมากที่ตำแหน่งเริ่มต้น และความผิดพลาดอาจจะเกิดจากการถ่ายภาพหลายตำแหน่ง เนื่องด้วยจากการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับขนาดของรถยนต์นั้นจะเห็นได้ว่ากราฟที่ได้ออกมาไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งตามทฤษฎีแล้วความสัมพันธ์ของทั้งสองต้องเป็นเชิงเส้น แต่เนื่องด้วยจากการทดลองจะเห็นได้ว่าขนาดของรถยนต์นั้นมีขนาดใหญ่มากเมื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้จุดตั้งกล้องดิจิตอล ดังนั้นทำให้กราฟที่ได้ออกมาไม่เป็นเชิงเส้น และทำให้คำนวณหาความเร็วรถยนต์ผิดพลาดได้ โดยแบ่งเหตุผลที่ทำให้เกิดค่าผิดพลาดได้ดังนี้ 1. กล้องดิจิตอลที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน จึงทำให้จับภาพรถยนต์แล้วสร้างกราฟออกมาไม่เหมือนกัน 2. กราฟที่ได้ออกมาไม่เป็นเชิงเส้น จึงทำให้ค่าระยะทางและความเร็วผิดพลาดได้ 3. ระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดตั้งกล้องดิจิตอล มีระยะทางที่ไกลเกินไป จากรูป 5.1 แสดงให้เห็นว่าขนาดของรถยนต์ที่ระยะทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดตั้งกล้องดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงการจับภาพจากจุดเริ่มต้นถึงจุดตั้งกล้องดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กริษรา วงษ์สวัสดิ์,ลิปต์ หงส์สกุล,วัลลภัช ประทุมเมือง

เครื่องคัดแยกมังคุดด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ,ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ,คณะวิศวกรรมศาสตร์,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2547

[2] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing, Prentice – Hall Inc. 2002

[3] รูปแบบของไฟล์กราฟฟิก

http://www.yupparaj.ac.th/CAI/graphic/type.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมหาความสูงของวัตถุ

```
%===Clear===
clear all;
close all;
clc ;

%===Open file===
img1 = imread('IMG_0000.jpg');
img2 = imread('IMG_0022.jpg');

%===Filter===
h = ones(5,5) /34;
filt1 = imfilter(img1,h);
filt2 = imfilter(img2,h);

%===Gray picture===
pic1 = rgb2gray(filt1);
pic2 = rgb2gray(filt2);

%===Crop picture===
cut1 = pic1(500:901,500:1101);
cut2 = pic2(500:901,500:1101);

%===Delete background===
T_size1 = size(cut1);

for i = 1:T_size1(1)
for j = 1:T_size1(2)

    t1a(i,j) = cut1(i,j) - cut2(i,j);
    t2a(i,j) = cut2(i,j) - cut1(i,j);
    t3a(i,j) = t1a(i,j) + t2a(i,j);

end
end

%===Filter===
h = ones(5,5) /20;
t3aa = imfilter(t3a,h);

%===Binary picture===
BW1 = im2bw(t3aa,0.17);

%===high===
j = 260;

a = 0;
for i = 1:1:T_size1(1)
    if(BW1(i,j)==1)
        a = a+1;
        if(a==4)
            a1 = i;
            break
        else
        end
    else
        a = 0;
    end
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
b = 0;
for i =T_size1(1):-1:1
    if(BW1(i,j)==1)
        b = b+1;
        if(b==4)
            b1=i;
            break
        end
    else
        b = 0;
    end
end

a1 = a1-3;
b1 = b1+3;
hig_h = b1-a1;

%===Display===
%fprintf('\t High of picture  %g  pixel \n',hig_h);

%figure(1);
%subplot 211 ,imshow(t3aa),title('Delete background');
%subplot 212 ,imshow(BW1),title('Binary picture');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่ใช้ในการหาระยะทางและความเร็วรถยนต์

โปรแกรมหลัก

```
function [v,s] = velocity11(t,js,jh)

%===Open file===
img1 = imread('background.jpg');
img2 = imread('1.jpg');
img3 = imread('2.jpg');


%===Gray picture===
pic1 = rgb2gray(img1);
pic2 = rgb2gray(img2);
pic3 = rgb2gray(img3);

%===Crop picture===
cut1 = pic1(110:180,150:250);
cut2 = pic2(110:180,150:250);
cut3 = pic3(110:180,150:250);


%===Delete background===
T_size1 = size(cut1);

for i = 1:T_size1(1)
for j = 1:T_size1(2)

    t1a(i,j) = cut1(i,j) - cut2(i,j);
    t2a(i,j) = cut2(i,j) - cut1(i,j);
    t3a(i,j) = t1a(i,j) + t2a(i,j);

    t1b(i,j) = cut1(i,j) - cut3(i,j);
    t2b(i,j) = cut3(i,j) - cut1(i,j);
    t3b(i,j) = t1b(i,j) + t2b(i,j);

end
end

%===Filter===
h = ones(5,5) /16;
filt1 = imfilter(t3a,h);
filt2 = imfilter(t3b,h);



BW1 = im2bw(filt1,0.17);
BW2 = im2bw(filt2,0.17);

%===high small===
 j1 = js;

a = 0;
for i = 1:1:T_size1(1)
    if(BW1(i,j1)==1)
        a = a+1;
        if(a==4)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            a1 = i;
            break
        else
        end
    else
        a = 0;
    end
end

b = 0;
for i =T_size1(1):-1:1
    if(BW1(i,j1)==1)
        b = b+1;
        if(b==4)
            b1=i;
            break
        end
    else
        b = 0;
    end
end
a1 = a1 - 3;
b1 = b1 + 3;
%===high big===
j2 = jh;

a = 0;
for i = 1:1:T_size1(1)
   if(BW2(i,j2)==1)
        a = a+1;
        if(a==4)
            a2 = i;
            break
        else
        end
    else
        a = 0;
    end
end

b = 0;
for i =T_size1(1):-1:1
    if(BW2(i,j2)==1)
        b = b+1;
        if(b==4)
            b2=i;
            break
        end
    else
        b = 0;
    end
end
a2 = a2 - 3;
b2 = b2 + 3;

small = (b1-a1);
big   = (b2-a2);
ratio = big/small;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%===Sub function===
[s] = distan11(ratio);
v1 = s/t;                    % mater/sec
v  = v1*2;                 % km/hr
```

โปรแกรมย่อย

```
function [s] = distan11(ratio)

x=ratio;

    if(x==1)
        s = 0;

    else
        if((x>1)&(x<=1.01))
        s = 2;

      else

        if((x>1.01)&(x<=1.03))
        s = 4;

        else

        if((x>1.03)&(x<=1.06))
        s = 6;

        else

        if((x>1.06)&(x<=1.10))
        s = 8;

        else

        if((x>1.10)&(x<=1.13))
        s = 10;

        else

        if((x>1.13)&(x<=1.17))
        s = 12;

        else

        if((x>1.17)&(x<=1.21))
        s = 14;

        else

        if((x>1.21)&(x<=1.25))
        s = 16;

        else

        if((x>1.25)&(x<=1.29))
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
s = 18;

else

if((x>1.29)&(x<=1.33))
s = 20;

else

if((x>1.33)&(x<=1.38))
s = 22;

else

if((x>1.38)&(x<=1.43))
s = 24;

else

if((x>1.43)&(x<=1.48))
s = 26;

else

if((x>1.48)&(x<=1.54))
s = 28;

else

if((x>1.54)&(x<=1.6))
s = 30;

else

if((x>1.6)&(x<=1.67))
s = 32;

else

if((x>1.67)&(x<=1.75))
s = 34;

else

if((x>1.75)&(x<=1.84))
s = 36;

else

if((x>1.84)&(x<=1.95))
s = 38;

else

if((x>1.95)&(x<=2.07))
s = 40;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else

if((x>2.07)&(x<=2.2))
s = 42;

else

if((x>2.2)&(x<=2.36))
s = 44;

else

if((x>2.36)&(x<=2.55))
s = 46;

else

if((x>2.55)&(x<=2.78))
s = 48;

else

if((x>2.78)&(x<=3.07))
s = 50;

else

if((x>3.07)&(x<=3.42))
s = 52;

else

if((x>3.42)&(x<=3.86))
s = 54;

else

if((x>3.86)&(x<=4.43))
s = 56;

else

if((x>4.43)&(x<=5.15))
s = 58;

else

if((x>5.15)&(x<=6.07))
s = 60;

else

if((x>6.07)&(x<=7.23))
s = 62;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else

        if((x>7.23)&(x<=8.71))
        s = 64;

        else

        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
        end
end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับโปรแกรมแมทแลป

ปัจจุบันการเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับเครื่องคอมพิวเตอร์นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยจะเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารแบบต่าง และพอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อที่นิยมกันมากคือ พอร์ตแบบยูเอสบี ซึ่งในโครงงานนี้ก็ใช้การเชื่อมต่อผ่านพอร์ตยูเอสบีเช่นกัน โดยการเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับโปรแกรมแมทแลปนั้นไม่ยุ่งยาก เนื่องจากโครงสร้างของโปรแกรมแมทแลปจะมีการรองรับให้โปรแกรมสามารถเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับโปรแกรมแมทแลปได้ โดยผ่านคำสั่งโปรแกรมดังนี้

```
function Display1_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)

handles.obj = videoinput('winvideo',2); %เชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับโปรแกรมแมทแลป
start(handles.obj);
objRes = get(handles.obj, 'VideoResolution');
nBands = get(handles.obj, 'NumberOfBands');
hImage = image( zeros(objRes(2), objRes(1), nBands) );
handles.image = hImage;

handles.output = hObject;


guidata(hObject, handles);

function varargout = Display1_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;
```

ข้อจำกัดของการเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับโปรแกรมแมทแลปนั้นขึ้นอยู่กับเวอร์ชั่นของโปรแกรมแมทแลป โดยการเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับโปรแกรมแมทแลปนั้นโปรแกรมแมทแลปต้องมีเวอร์ชั่นที่สูงกว่าเวอร์ชั่น 7 เนื่องจากเวอร์ชั่นที่น้อยกว่านี้ไม่มีคำสั่งที่จะทำการเชื่อมต่อกล้องดิจิตอลกับโปรแกรมแมทแลปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้