



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การตรวจจบการเลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอโดยใช้สถิติ
ของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง
โดย ว่าที่ร้อยตรีนิรุต ภูวิชิต

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตยัวงษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์พงษ์ วรรณปัญญา)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุ่ง มีสัง)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศรีบุตร แววจิณ)

การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ โดยใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของ
สีและแสง

ว่าที่ร้อยตรีนิรุต ภูวิชิต

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีนิรุต ภูวิชิต
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอโดยใช้สถิติ
ของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง
สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวรรณ
: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้พัฒนาและนำกระบวนการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงและค่า Threshold ในการวิเคราะห์จะนำเข้าภาพแบบครึ่งละหนึ่งภาพเพื่อใช้ในการเตรียมข้อมูลภาพและใช้ในการเก็บค่าทางสถิติ ภาพที่นำเข้ามาจะถูกนำไปวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างภาพก่อนหน้าและภาพปัจจุบัน เพื่อระบุการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพวิดีโอ และเพื่อลดปริมาณภาพที่ต้องคำนวณหาตำแหน่งของการเคลื่อนไหวของวัตถุให้น้อยลง ซึ่งจะส่งผลให้การแสดงผลที่ออกมามีความเร็วเพิ่มขึ้น จากนั้นเตรียมภาพขาวดำจากภาพที่นำเข้าเพื่อใช้ในขั้นตอนการตรวจจับและติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำค่าทางสถิติมาปรับความสว่างของภาพให้ใกล้เคียงกับความสว่างของภาพตั้งต้น เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงในขั้นตอนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพวิดีโอ ซึ่งได้ค่าความถูกต้องในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพสูงถึง 91 เปอร์เซนต์

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 72 หน้า)

คำสำคัญ : การตรวจจับการเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวของวัตถุ การเปลี่ยนแปลงของสีและแสง
สถิติ



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

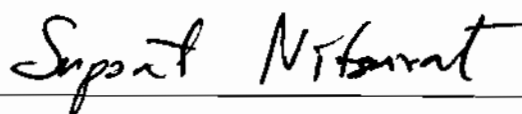
Name : Mr. Nirut Poovichit
Thesis Title : Object Motion Detection on Image Frame Captured from Video
Camera Using Statistics of Color and Illuminate Changing
Major Field : Computer Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok
Thesis Advisors : Assistant Professor Dr.Supot Nitsuwat
Assistant Professor Dr.Kuntphong Woraratpanya
Academic Year : 2006

Abstract

This research presents statistical process for analyzing color and illuminate changing and find appropriate threshold value. In this process, image frames are captured from video camera frame by frame and used for statistic processing. Image frame difference is used for motion detection which this process will decrease number of frames to our system .Reduction of image frames from video camera will speed up image presentation. Next background images are separated from foreground. Then moving object extracted by using color-based and intensity-based model to solve some problems of object motion detection on image frame captured from video camera under color and illuminate change. The accuracy of the system is 91 %.

(Total 72 pages)

Keywords : Color and Illuminate Changing, Motion Detection, Object Motion
Detection, Statistical Analyzing



Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความช่วยเหลือ และการสนับสนุนของหลายบุคคลอื่นได้แก่ ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ นิตย์สุวัฒน์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรณปัญญา ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะแนวทางในการจัดทำ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในกระบวนการจัดทำ จึงขอพระคุณมา ณ ที่นี้

ทั้งนี้ขอขอบคุณคุณแม่ มณฑิพย์ ที่คอยให้กำลังใจเสมอมา อีกทั้งคุณวนิดา กับก๊ว ที่คอยช่วยเหลือด้านเอกสารและเป็นกำลังใจในการทำงาน สุดท้ายนี้ขอขอบคุณคุณธัญญานัท นพโรสง ที่ คอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเขียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ครับ

นิรุต ภูวิจิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 สมมุติฐานงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 คำจำกัดความในงานวิจัย	2
1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สืบและแสวง	4
2.2 วิดีโอ	11
2.3 การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ	14
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
2.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	21
3.1 ลักษณะทั่วไปของการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ	21
3.2 ลักษณะการทำงานในแต่ละกระบวนการ	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การทดสอบระบบ	33
บทที่ 4 ผลการทดลอง	36
4.1 ผลจากการทดลองที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมในแต่ละขั้นตอน	36
4.2 ผลการทดลองที่ได้จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ	39
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	45
5.1 สรุปผลการวิจัย	45
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	46
5.3 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก ก	50
สถิติและการคำนวณ	51
ภาคผนวก ข	55
รายละเอียดตัวอย่างโปรแกรม	56
ภาคผนวก ค	67
แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม	68
ประวัติผู้วิจัย	72

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ตัวอย่างของแสงสีที่เกิดจากการผสมแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน	6
2-2 จำนวนแสงสีที่ได้จากความละเอียดของสีแต่ละขนาด	7
2-3 การเปรียบเทียบค่าสีแต่ละแสงสีระหว่าง RGB และ CMYK	10
3-1 รายการวิดีโอที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้	33
4-1 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอ ด้วยวิธีการแบบธรรมดา	39
4-2 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอ ด้วยวิธีการแบบ B-TO-D	41
4-3 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอ ด้วยวิธีการแบบ D-TO-B	42
4-4 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอ ด้วยวิธีการแบบรวม	43

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสงสีหลักๆ ที่เปลี่ยนแปลง ณ ตำแหน่งองศามาตรฐาน	8
2-2 Saturation ของแสงสีน้ำเงิน	9
2-3 การไล่ระดับของ Brightness	9
2-4 แสงสีต่างๆ ของ HSB	9
2-5 การเปรียบเทียบภาพปัจจุบันกับภาพพื้นหลังเพื่อหาภาพผลต่าง	15
2-6 ขั้นตอนในการวิเคราะห์และตรวจจับการเคลื่อนไหว	16
2-7 การตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวโดยวิธีการ Adaptive mixture model	17
2-8 ขั้นตอนการทำงานของการทำงานวิเคราะห์เพื่อหาวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพ วิดีโอด้วยการหาขอบภาพและระบุลาเบลให้กับวัตถุนั้นๆ	18
3-1 แผนผังการทำงานของระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุใน ภาพ จากกล้องวิดีโอโดยการใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง	22
3-2 ภาพวิดีโอนำเข้าครั้งละภาพจากภาพที่ 1 (มุมซ้ายบน) ถึง 6 (มุมขวาล่าง)	23
3-3 แผนผังการทำงานของระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว	24
3-4 การเปรียบเทียบภาพที่นำเข้ามาระหว่างภาพพื้นหลังและภาพปัจจุบันโดย วิธีการ Subtract เพื่อหาภาพผลต่าง จากภาพด้านบนแสดงภาพผลลัพธ์ ของภาพที่มีความแตกต่างกันและภาพด้านล่างแสดงภาพผลลัพธ์ของ ภาพที่ไม่มีความแตกต่างกัน	25
3-5 การแปลงภาพผลต่างจากโทนสีเทาไปเป็นขาวดำ	26
3-6 การปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีความคมชัดมากขึ้น	27
3-7 การหาภาพผลต่างโดยการเปรียบเทียบระหว่างภาพพื้นหลังและภาพ ปัจจุบัน	27

รบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-8 แผนผังการทำงานของระบบปรับความสว่างของภาพโดยการวิเคราะห์ จากผลทางสถิติ	28
3-9 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจจับและหาตำแหน่งของวัตถุที่ เคลื่อนไหว	30
3-10 พื้นที่ขนาดเล็กที่ต้องถูกลบออก ซ้ายคือภาพก่อนการลบและขวาคือหลัง การลบ	31
3-11 ลักษณะการเพิ่มพื้นที่ภาพโดยใช้พื้นที่สีขาวเป็นเกณฑ์	32
4-1 การนำเข้าภาพวิดีโอแบบครึ่งละภาพ ในภาพแสดงภาพจากวิดีโอ car.avi ลำดับภาพที่ 1 ถึง 5	36
4-2 ผลจากการเปรียบเทียบภาพภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลังดังรูปมีความ แตกต่างเกิดขึ้นแทนค่าเป็น 1	37
4-3 ผลจากการเปรียบเทียบภาพภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลังดังรูปไม่มี ความแตกต่างเกิดขึ้นสังเกตจากรูปขวาสุดเป็นรูปสีดำสนิทแทนค่าเป็น 0	37
4-4 ผลจากการปรับค่าความสว่างของแสงของภาพ ซึ่งด้านซ้ายแสดงภาพ ต้นฉบับและด้านขวาแสดงภาพหลังผ่านการปรับค่าความสว่างของแสง	38
4-5 ผลจากการปรับค่าความสว่างของแสงของภาพจากกล้องวิดีโอ ซึ่งภาพ ซ้ายมือคือภาพปัจจุบันในลำดับภาพที่ 80 และ 135 แสดงให้เห็นถึงการ เปลี่ยนแปลงของแสง ภาพขวามือคือภาพพื้นหลังซึ่งจะเปลี่ยนไปเช่นกัน	38
4-6 ผลของการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพตามลำดับ	39
ก-1 ค่าเมตริกตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ	52
ก-2 ลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน	52

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก-3 ค่าเมตริกตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 4 ด้าน	53
ก-4 ลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน	53
ก-5 ค่าเมตริกตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 8 ด้าน	54
ก-6 การระบุตำแหน่งอ้างอิงของกลุ่มข้อมูลในภาพโดยอ้างอิงจากแนวแกน x และ y	54
ค-1 แผนผังขั้นตอนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้อง วิดีโอโดยใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง	68
ค-2 แผนผังขั้นตอนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ	69
ค-3 แผนผังขั้นตอนการตรวจจับและหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่ในภาพ	70
ค-4 แผนผังขั้นตอนการปรับความสว่างของภาพโดยใช้สถิติทั้ง 3 แบบ	71

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การนำกล้องวิดีโอมาใช้ในระบบรักษาความปลอดภัยนั้น ช่วยให้ความสะดวกมากขึ้นแต่ก็ยังประสบกับปัญหาต่างๆ เช่น ความคมชัดของภาพ ความรวดเร็วในการแสดงภาพที่ยังช้าอยู่ พื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บ และการระบุตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเกิดขึ้น ปัญหาข้างต้นมีผลกระทบโดยตรงต่อระบบรักษาความปลอดภัย เนื่องจากการดูแลและสังเกตการณ์เหตุการณ์ต่างๆ ในภาพจากกล้องโดยมนุษย์อาจไม่ทั่วถึง เนื่องจากมีกล้องจำนวนมาก จึงเป็นการยากที่จะสังเกตการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ครบถ้วน ดังนั้นจึงมีการพัฒนาและคิดค้นการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่ได้กล่าวมา แต่ระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพโดยทั่วไป เมื่อภาพมีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงเกิดขึ้น ก็จะไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวและระบุตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพได้หรือมีการระบุตำแหน่งของวัตถุที่กำลังมีการเคลื่อนไหวอยู่ผิดพลาด งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอโดยใช้สถิติโดยวิเคราะห์จากการเปลี่ยนแปลงของสี และแสงในภาพปัจจุบันเปรียบเทียบกับภาพดั้งเดิม เพื่อหาค่าทางสถิติที่เหมาะสมโดยในที่นี้ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยหาค่าความเข้มของสีในภาพนั้นๆ แล้วนำมาใช้ในการเลือกวิธีการปรับความสว่างของภาพและปรับความสว่างของภาพให้มีค่าใกล้เคียงกับภาพดั้งเดิมซึ่งจะช่วยให้การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงให้เป็นไปอย่างราบรื่นและถูกต้อง ส่งผลให้การรักษาความปลอดภัยโดยรวมมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาต่อในด้านอื่นๆ ได้เช่น การระบุตัวบุคคลที่พบเห็นในภาพและการใช้งานจราจรเพื่อหาความคล่องตัวในการใช้เส้นทางเดินรถ

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ

1.3 สมมุติฐานงานวิจัย

ขั้นตอนวิธีการตรวจจับความเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพสามารถตรวจจับวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ได้อย่างถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

- 1.4.1 ภาพจากกล้องวิดีโอที่ใช้เป็นภาพขนาด 320x240 จุดภาพและ 160x120 จุดภาพ
- 1.4.2 ภาพจากกล้องวิดีโอที่นำมาใช้จะต้องเป็นภาพสี
- 1.4.3 งานวิจัยนี้จะพิจารณาการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ
- 1.4.4 ภาพจากกล้องวิดีโอที่ใช้เป็นภาพภายในอาคาร
- 1.4.5 กล้องที่ใช้ในการถ่ายภาพวิดีโอจะต้องอยู่กับที่ไม่เคลื่อนไหว
- 1.4.6 อัตราการนำเข้าภาพวิดีโอที่ใช้ในการทดลองคือ 15 เฟรมต่อวินาที และ 30 เฟรมต่อวินาที
- 1.4.7 วัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอมีจำนวนไม่เกิน 10 วัตถุ
- 1.4.8 การระบุลำดับของวัตถุเพื่อใช้ในการนับจำนวนจะนับจากวัตถุที่มีพื้นที่มากที่สุดไปหาน้อย

1.5 คำจำกัดความในงานวิจัย

ผู้วิจัยขอระบุคำจำกัดความในงานวิจัยนี้ ดังต่อไปนี้

- 1.5.1 เฟรม (Frame) หมายถึง ภาพแต่ละภาพที่ประกอบขึ้นเป็นวิดีโอ
- 1.5.2 กล้องคาเมรา (camera) หมายถึง กล้องวิดีโอที่สามารถเก็บภาพอย่างต่อเนื่อง
- 1.5.3 แทรกกิง (Tracking) หมายถึง การแยกแยะและติดตามวัตถุในภาพที่ต้องการออกจากภาพพื้นหลัง
- 1.5.4 การเคลื่อนไหวของวัตถุ หมายถึง การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของวัตถุที่อยู่ในภาพจากกล้องวิดีโอ

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.6.1 สามารถนำไปพัฒนาระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุที่ต้องการได้ในอนาคต

1.6.2 สามารถนำวิธีการและขั้นตอนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุไปประยุกต์ใช้
ร่วมกับการสืบค้นอย่างใดอย่างหนึ่งได้

1.6.3 สามารถนำวิธีการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของวัตถุไปใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหวของ
วัตถุได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเกี่ยวกับ การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ โดยใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง เพื่อช่วยลดปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในการตรวจจับ การเคลื่อนที่ของวัตถุเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงเกิดขึ้น ซึ่งได้ใช้ความรู้และทฤษฎีเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแยกได้ดังนี้

2.1 สีและแสง

2.2 วิดีโอ

2.3 การตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ในภาพ

2.1 สีและแสง

สีเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของภาพไม่ว่าจะแสดงผลผ่านทางจอภาพ หรือแสดงผลผ่านทาง แผ่นกระดาษต่างๆ ดังนั้นจะต้องเข้าใจธรรมชาติของสี ลักษณะของสี ตารางสี และภาพแบบของสีที่ใช้งานเพื่อช่วยให้สามารถเลือกใช้สีได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมกับงาน

2.1.1 ธรรมชาติของสีและแสง ทฤษฎีควอนตัม ของ Max Planck นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน กล่าวไว้ว่า “แสงเกิดจากการที่อิเล็กตรอนของอะตอมเดินทางผ่านบริเวณนั้นๆ ด้วยการเปลี่ยนแปลงพลังงานจากระดับสูงสู่ระดับต่ำ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแสงจนกระทั่งมองเห็น เป็นสีต่างๆ” และต่อมา Niels Bohr อธิบายเพิ่มเติมว่า “ขณะที่อะตอมดังกล่าวดูดซับพลังงาน อิเล็กตรอนของอะตอมนั้นจะเคลื่อนที่ไปสู่วงโคจรที่สูงขึ้น พร้อมทั้งปลดปล่อยพลังงานออกมาใน ภาพของแสงเพื่อกลับสู่สถานะคงที่” จากทฤษฎีดังกล่าวเป็นผลให้เกิดการพัฒนาเรื่องแสงและสีในเวลาต่อมา

สีเป็นความถี่ของคลื่นแสงที่อยู่ในช่วงความถี่ที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ โดยแบ่งแถบแสง (Spectrum) ออกเป็นสีต่างๆ เช่น แถบสีรุ้งที่จัดจำกันได้ดีว่าประกอบด้วยสีแดง ส้ม เหลือง เขียว ฟ้า คราม และสีม่วงตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีแสงที่อยู่ในระดับต่ำกว่าสีแดงที่เรียกว่า

“อินฟราเรด (Infrared)” ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็น แต่สามารถสร้างได้จากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับใช้งานภายในเครื่องรับโทรทัศน์ รีโมทคอนโทรล และแว่นตากันแดดใน ความมืด นอกจากนี้แถบแสงเหนือม่วงหรือแสงอัลตราไวโอเลต (Ultra Violet) ก็เป็นอีกแถบ แสงหนึ่งที่อยู่ในระดับสูงซึ่งละเอียดไม่ได้ เนื่องจากสามารถสร้างอันตรายต่อมนุษย์ได้ และที่ขาด ไม่ได้ก็คือ แสงสีขาว อันเกิดจากการผสมสีทุกความถี่บนแถบแสงเข้าด้วยกัน

แหล่งพลังงานที่ให้กำเนิดสีในชีวิตประจำวันมีหลายชนิด เช่น แสงอาทิตย์และหลอดฟลูออ เรสเซนต์ ให้แสงสีขาว หลอดไฟฟ้าทังสเตน (หลอดไส้) ให้แสงในโทนสีเหลือง หลอดไฟตัด หมอกที่ส่องสว่างตามถนน ให้แสงสีส้ม และยังมีแหล่งกำเนิดแสงที่ไม่ได้กล่าวถึงอีกหลายชนิดทั้ง จากธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งแสงจากแหล่งกำเนิดเหล่านี้จะสะท้อนไปยังกระจกตาแล้ว รวมศูนย์ไปยังเรตินา จากนั้นก็จะไปกระตุ้นระบบประสาทที่เรียกว่า ไรด์ (Rods) และ โคน (Cones) ซึ่งเป็นประสาทสัมผัสที่มีความไวต่อแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน แล้วส่งข้อมูลสู่สมอง ต่อไป

เนื่องจากการตอบสนองต่อสีต่างๆ ของมนุษย์จะซับซ้อนตามวัฒนธรรมและประสบการณ์ เป็นผลให้สีสามารถสร้างความพอใจ ไม่พอใจ สร้างความรู้สึกในแง่บวก ทำให้รู้สึกหดหู และมี ความหมายอื่นๆ แตกต่างกันไป เช่น ในวัฒนธรรมทางตะวันตกถือว่าสีแดงแสดงความรุนแรง เขียว และไม่ปลอดภัย ในขณะที่วัฒนธรรมทางตะวันออกถือว่าสีแดงจะนำสิ่งที่เป็นมงคล และความสุ ขมาสู่ครอบครัว เป็นต้น ดังนั้นการเลือกสีให้เหมาะสมกับงานและเป้าหมาย จะชักจูงให้สื่อ มวลมีเดียที่ต้องการผลิตมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

2.1.2 การทำงานของแสงสีร่วมกับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากดวงตาของมนุษย์ไวต่อสีหลัก 3 สี คือ สีแดง (Red) เขียว (Green) และน้ำเงิน (Blue) โดยใช้หลักการผสมแสงสีเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้สีต่างๆ ที่แตกต่างกันออกไป เช่น เมื่อเห็นวัตถุสีส้ม จะเกิดจากการรวมกันของแสงสี เขียวกับสีแดง เป็นต้น ด้วยความต้องการให้สีบนจอภาพเหมือนกับสีที่มองเห็นจากดวงตามนุษย์

จึงนำลักษณะการรวมสีของดวงตามนุษย์มาประยุกต์ใช้กับการแสดงผลของจอภาพคอมพิวเตอร์ ดังที่พบเห็นในปัจจุบัน

สำหรับเรื่องพิมพ์นั้นนอกจากใช้ 3 สีข้างต้นแล้ว ต้องมีการใช้สีเพิ่มคือ สีคราม (Cyan) สีม่วง (Magenta) สีดำ (Black) และสีเหลือง (Yellow) ในทางตรงข้ามกับจอภาพคอมพิวเตอร์ จะใช้ปฏิกิริยาทางเคมีของสารฟอสฟอรัสรวมจุดสีหลัก 3 สี (แดง น้ำเงิน เขียว) ผสมเป็นแสงสีที่แตกต่างกันบนจอภาพ ดังตารางที่ 2-1 ซึ่งแสงสีที่ได้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจุดสีเพียง 0.3 มิลลิเมตร หรือน้อยกว่า โดยที่แต่ละจุดแสงสีบนจอภาพจะมีตำแหน่งใกล้เคียงกันและละเอียดจนกระทั่งมองเห็นภาพบนจอคอมพิวเตอร์เหมือนกับลักษณะการมองเห็นของดวงตา

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างของแสงสีที่เกิดจากการผสมแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน

ลักษณะการผสมแสงสี	แสงสีที่ได้บนจอภาพ
แดง	แดง
เขียว	เขียว
น้ำเงิน	น้ำเงิน
แดง + เขียว	เหลือง
แดง + น้ำเงิน	ม่วง
เขียว + น้ำเงิน	คราม
แดง + เขียว + น้ำเงิน	ขาว
ไม่มีการผสมแสงสีใดเลย	ดำ

สื่อมัลติมีเดียในปัจจุบันนี้จะแสดงผลบนจอภาพได้อย่างน้อย 640×480 จุด 256 สีขึ้นไป ยิ่งจอภาพสามารถแสดงผลแสงสีได้มากเท่าไรก็สามารถสร้างภาพที่ละเอียดได้มากขึ้นเท่านั้น แต่การเพิ่มความสามารถของการแสดงผลจะต้องเพิ่มงบประมาณ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของจอภาพ การ์ดจอ และเพิ่มโปรแกรมสนับสนุนการแสดงผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย

2.1.3 ตารางแสงสี ตารางแสงสีใช้สำหรับอ้างอิงถึงข้อมูลแสงสี เพื่อกำหนดค่าแสงสีของแต่ละจุดในการแสดงผลบนจอภาพ ซึ่งการเรียกใช้ตารางแสงสีบนเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบ Macintosh สามารถเรียกได้จาก CLUTs (Color LookUp Tables) ส่วนบนเครื่อง

คอมพิวเตอร์ระบบ Windows เรียกได้จาก Palette โดยตารางการอ้างถึงข้อมูลแสงสีส่วนใหญ่ มีความละเอียดของข้อมูลแสงสีขนาด 1, 4, 8, 16 และ 26 บิต

ตารางที่ 2-2 จำนวนแสงสีที่ได้จากความละเอียดของสีแต่ละขนาด

ความละเอียดของแสงสี	จำนวนของแสงสีที่สามารถอ้างอิงได้
1-bit	2 แสงสี (ขาวและดำ)
4-bit	$2^4 = 16$ แสงสี
8-bit	$2^8 = 256$ แสงสี
16-bit	$2^{16} = 65,536$ แสงสี
26-bit	$2^{26} = 16,777,216$ แสงสี

สำหรับการแสดงผลแสงสีขนาด 8 บิต 256 แสงสี ระบบคอมพิวเตอร์จะเลือกแสงสีเพียง 256 แสงสีจากจำนวนต่ำกว่าแสงสีที่สามารถผสมได้มาเก็บข้อมูลไว้ในตารางแสงสีโดยให้รายละเอียดว่าแต่ละแสงสีมีส่วนผสมของสีแดง เขียว และน้ำเงินอย่างไร แล้วจึงแสงสีมาใช้งานตามความเหมาะสม นอกจากนี้โปรแกรมที่สนับสนุนการวาดและแก้ไขภาพจะจัดเตรียมตารางแสงสีสำหรับช่วยแสดงผลแสงสีที่เหมาะสมด้วย แต่โปรแกรมห้างกล่าวจะมีข้อจำกัดในการใช้งานคือ ไม่สนับสนุนทุกภาพแบบแสงสี ใช้งานได้กับบางระบบปฏิบัติการ และแก้ไขภาพได้เฉพาะกลุ่มเท่านั้น ส่วนระบบแสงสี 26 บิต จะแบ่งแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน ออกเป็นแสงสีละ 256 เกรด เมื่อนำมาผสมกันจะได้จำนวนสีถึง 16,777,216 แสงสี ($256 \times 256 \times 256$) อย่างไรก็ตามจำนวนแสงสีที่แสดงจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของจอภาพด้วย เช่น ถ้าความละเอียดของจอภาพเอาไว้ที่ 640×480 พิกเซล จะแสดงแสงสีได้สูงสุด 307,200 แสงสีต่อหนึ่งครั้ง ในทำนองเดียวกันแม้การ์ดจอจะแสดงผลได้ 26 บิต หากจอภาพมีความละเอียดสูงสุดเพียง $1,024 \times 768$ พิกเซล จอภาพนั้นก็แสดงผลแสงสีได้ครั้งละ 786,432 สีเท่านั้น

นอกจากนี้เมื่อเปลี่ยนแปลงการแสดงผลของจอภาพคอมพิวเตอร์ ระบบจะคำนวณและเปลี่ยนค่าข้อมูลแสงสีในตารางแสงสีใหม่ทุกครั้งเรียกว่า “พาเลตแฟลชิ่ง” (Palette Flashing) ซึ่งเป็นปัญหาหนึ่งของการออกแบบมัลติมีเดีย เช่น ขณะที่แสดงภาพเคลื่อนไหวหากมีการ

เปลี่ยนแปลงตารางแสงสีจะเกิดข้อผิดพลาดในการแสดงผล เป็นผลให้การแสดงผลติดขัด และสูญเสียคุณภาพ ด้วยปัญหาดังกล่าวจึงเกิดคำแนะนำสำหรับแก้ปัญหาพาเลตแฟลชซึ่งดังนี้

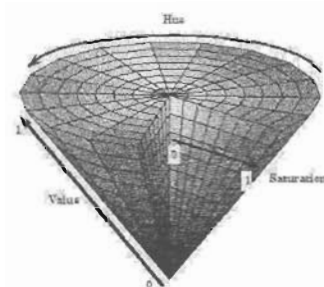
2.1.3.1 จัดตารางแสงสีสำหรับการแสดงผลเพียงตารางเดียว และกำหนดข้อมูลสีที่มีคุณภาพที่สุด (Super Palettes) สำหรับแสดงผลเพียง 256 แสงสี ระหว่างภาพแต่ละภาพ ซึ่งมีโปรแกรมสนับสนุนการกำหนดดังกล่าวคือ โปรแกรม Equilibrium 's DeBabelizer

2.1.3.2 ปรับแสงสีของภาพปัจจุบันเป็นแสงสีขาวหรือสีดำ ก่อนที่จะแสดงภาพต่อไป เนื่องจากแสงสีขาวและดำสามารถปรับเข้ากับทุกแสงสีภายในตารางแสงสี เป็นผลให้ภาพต่อไปไม่ถูกรบกวน

2.1.4 ภาพแบบของแสงสีที่ใช้งานบนคอมพิวเตอร์ ภาพแบบของแสงสีต่างๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้งานบนจอภาพคอมพิวเตอร์ จะมีภาพแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งแยกแสงสีได้หลายภาพแบบ แต่จะกล่าวถึงเพียงบางภาพแบบ ดังนี้

2.1.4.1 HSB เป็นพื้นฐานของการมองเห็นแสงสีของดวงตามนุษย์ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยลักษณะของแสงสี 3 ประการ ดังนี้ Hue, Saturation และ Brightness โดยแต่ละลักษณะมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1.4.1.1 Hue เป็นการเปลี่ยนแปลงเฉดสีที่แตกต่างจากแสงหลักทั้งสาม (แดง เขียว น้ำเงิน) ตามมาตรฐานที่เรียกว่า "Standard Color Wheel" โดยเปรียบเทียบกับองศาต่างๆ บนวงกลม ซึ่งเป็นการนำองศาของวงกลมมาใช้แบ่งความแตกต่างของแสงสีตั้งแต่ 0° - 360° ตามการผสมแสงสีมาตรฐานหลัก 3 แสงสี คือ แดง เหลือง และน้ำเงิน ซึ่งแต่ละแสงสีจะมีค่าองศาที่แตกต่างกัน ดังนี้ แสงสีแดงมีค่าเป็น 0° และ 360° แสงสีเหลืองมีค่าเป็น 120° และแสงสีน้ำเงินมีค่าเป็น 240°



ภาพที่ 2-1 แสงสีหลักๆ ที่เปลี่ยนแปลง ณ ตำแหน่งองศามาตรฐาน

2.1.4.1.2 Saturation เป็นค่าความเข้มของแสงสีที่อยู่ในช่วงแสงสีจางจนถึงแสงสีเข้ม จะเป็นสัดส่วนของแสงสี Hue ที่มีอยู่ในโทนสีเทา โดยวัดค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่ 0% (แสงสีเทา) จนถึง 100% (ค่าความเข้มของแสงสีมากที่สุด) เช่น การปรับ Saturation ของแสงสีน้ำเงินจะสามารถปรับได้จากแสงสีน้ำเงินเทา (0%) จนถึงแสงสีน้ำเงินเทาเข้ม (100%) ดังภาพที่ 2-2



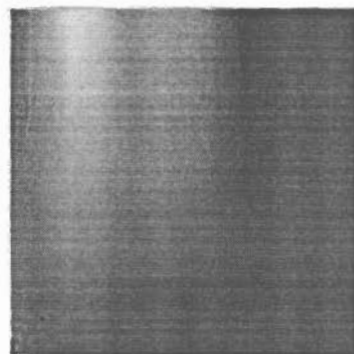
ภาพที่ 2-2 Saturation ของแสงสีน้ำเงิน

2.1.4.1.3 Brightness ค่าความสว่างของแสงสี ซึ่งก็คือ ค่าของแสงสีดำได้ระดับสว่างขึ้นเรื่อยๆ จนถึงแสงสีขาวสว่าง ซึ่งวัดค่าเป็นเปอร์เซ็นต์จาก 0% (แสงสีดำ) จนถึง 100% (แสงสีขาว) เช่นเดียวกับ Saturation ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การไล่ระดับของ Brightness

เมื่อนำคุณลักษณะทั้งสามของ HSB มาปรับใช้ร่วมกันจะได้ภาพแบบของแสงสี ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 แสงสีต่างๆ ของ HSB

2.1.4.2 RGB เกิดจากการรวมแสงของแสงสีหลักคือ แสงสีแดง (Red) เขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ซึ่งจะได้แสงสีแตกต่างกันตามสัดส่วนความเข้มของแสงสี RGB ที่มาผสมกัน โดยแสงสีหลักทั้ง 3 จะมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 เมื่อข้อมูลแสงสี RGB เปลี่ยนไป ความเข้มของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน บนจอภาพจะปรับเปลี่ยนตามไปด้วย

2.1.4.3 CMYK เกิดจากการซึมซับหมึกพิมพ์ลงบนกระดาษ โดยมีสีพื้นฐาน คือ สีน้ำเงินเขียว (Cyan) สีแดงม่วง (Magenta) และสีเหลือง (Yellow) แต่อย่างไรก็ตาม มีบางสีที่ CMYK ไม่สามารถผสมให้เกิดสีได้ เช่น สีน้ำตาล เป็นต้น จึงได้มีการเพิ่มสีดำ (Black) ลงไปด้วย เป็นผลให้เครื่องพิมพ์สามารถพิมพ์สีได้ครอบคลุมทุกสีที่เกิดจากการผสมสีของ CMYK ซึ่งจะมีค่าของข้อมูลสีแตกต่างจาก RGB ดังการเปรียบเทียบในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 การเปรียบเทียบค่าสีแต่ละแสงสีระหว่าง RGB และ CMYK

Color	RGB Color Model			CMYK Color Model			
	R	G	B	C	M	Y	K
Red	255	0	0	0	100	100	0
Green	0	255	0	100	0	100	0
Blue	0	0	255	100	100	0	0
Black	0	0	0	0	0	0	100
White	255	255	255	0	0	0	0

2.1.4.4 Lab พัฒนาขึ้นโดย CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) ซึ่งค่าข้อมูลแสงสีของ Lab นั้นประกอบไปด้วยค่าต่างๆ ได้แก่ ค่าระดับความเข้มของแสงสว่าง (Luminance Model (L)) ค่าแสดงการไล่แสงสีจากสีเขียวไปยังแสงสีแดง (แทนด้วยตัวอักษร a) และค่าแสดงการไล่แสงสีจากแสงสีน้ำเงินไปยังแสงสีเหลือง (แทนด้วยตัวอักษร b) สำหรับสนับสนุนการใช้งานกับจอภาพ พรินเตอร์ และสแกนเนอร์

จากการพัฒนาดังกล่าวส่งผลให้ Lab กลายเป็นมาตรฐานที่สามารถใช้งานครอบคลุมแสงสีทุกแสงสีในภาพแบบ RGB และ CMYK อีกทั้งยังใช้ได้กับสีที่เกิดจากอุปกรณ์ใดๆ เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องสแกน และภาพภาพบนจอภาพคอมพิวเตอร์ดังที่กล่าวมาแล้วในช่วงต้น และโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่แสดงให้เห็นได้ชัดก็คือ โปรแกรม PhotoShop ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้สี

ในภาพแบบอื่นๆ ให้เหมาะกับงานที่ต้องการสร้าง โดยเปรียบเทียบการใช้งาน Lab กับสีภาพแบบอื่นๆ ได้

2.2 วิดีโอ

“วิดีโอ” ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของมัลติมีเดีย เพื่อสนองตอบต่อความต้องการของผู้ที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับมัลติมีเดียหรือผู้ที่ต้องการเรียนรู้ผ่านระบบเครือข่าย ปัจจุบันสามารถแบ่งวิดีโอได้เป็น 2 ชนิด คือ วิดีโออนาล็อก และวิดีโอดิจิทัล

สำหรับวิดีโออนาล็อก เป็นวิดีโอที่ทำการบันทึกข้อมูลภาพและเสียงให้อยู่ในภาพของสัญญาณอนาล็อก (ภาพแบบของคลื่น) ได้แก่ VHS (Video Home System) ซึ่งเป็นม้วนเทปวิดีโอที่ใช้ดูกันตามบ้าน

ส่วนวิดีโอดิจิทัลส่วนใหญ่จะใช้สำหรับบันทึกข้อมูลภาพและเสียงที่ได้มาจากกล้องวิดีโอดิจิทัล ให้อยู่ในภาพของสัญญาณดิจิทัล คือ 0 กับ 1 ดังนั้น ภาพและเสียงที่ได้มาจากวิดีโอดิจิทัลนั้น จะแตกต่างจากวิดีโออนาล็อก เพราะข้อมูลที่ได้อาจยังคงคุณภาพความคมชัดเหมือนกับข้อมูลต้นฉบับ

การพัฒนาของวิดีโอดิจิทัลส่งผลให้วิดีโออนาล็อกหายไปจากวงการมัลติมีเดีย เนื่องจากสัญญาณดิจิทัลสามารถที่จะบันทึกข้อมูลลงบนฮาร์ดดิสก์ ซีดีรอม ดีวีดี หรืออุปกรณ์บันทึกข้อมูลอื่นๆ และสามารถแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการผลิตมัลติมีเดียบนคอมพิวเตอร์ สามารถเปลี่ยนภาพแบบของสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลได้ เพียงแต่ผู้ผลิตมีทรัพยากรทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมเท่านั้น

แหล่งข้อมูลสำหรับวิดีโอได้จากที่ต่างๆ เช่น แผ่นวิดีโอซีดี (VCD) กล้องดิจิทัล (Digital Camera) แผ่นดีวีดี (DVD) เทปวิดีโอที่ใช้ดูกันตามบ้าน (VHS) แล้วนำมาแปลงเป็นไฟล์วิดีโอสำหรับเล่นบนคอมพิวเตอร์ หรือแม้แต่บนเว็บไซต์ต่างๆ การนำวิดีโอมาใช้งานได้ในหลายๆ ลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นด้านบันเทิง ด้านการนำเสนอ ด้านการเรียนการสอน เป็นต้น

วิธีการทำงานของวิดีโอเป็นการนำเอาหลักการของแสงที่ว่า “แสงตกกระทบกับวัตถุแล้วสะท้อนสู่เลนส์ในดวงตาของมนุษย์ทำให้เกิดการมองเห็น” มาใช้ในการสร้างภาพร่วมกับวงจร

อิเล็กทรอนิกส์ โดยภาพที่ได้จะถูกเก็บบันทึกเป็นสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เรียกว่า “สัญญาณอนาล็อก (Analog Signal)” ประกอบด้วยข้อมูลสี 3 ชนิด คือ แดง เขียว น้ำเงิน (Red, Green, Blue : สี RGB)

สัญญาณวิดีโอจะถูกส่งไปบันทึกยังคาสเซตเทปวีดีโอ (Video Cassette Recorder : VCR) โดยการแปลงสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์เป็นสัญญาณดิจิทัล และบันทึกลงบนอุปกรณ์บันทึกข้อมูลด้วยหลักการของสนามแม่เหล็ก การบันทึกจะต้องกระทำผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า “หัวเทปวีดีโอ” ที่สามารถบันทึกได้ทั้งภาพ (Video Track) และเสียง (Audio Track) และข้อมูลควบคุมการแสดงผลภาพ (Control Track)

นอกจากการบันทึกเป็นม้วนเทปวีดีโอแล้ว ยังสามารถบันทึกในภาพของสัญญาณวิทยุ FM (Frequency Modulation) ได้อีกด้วย โดยอาศัยสัญญาณ NTSC, PAL หรือ SECAM (เป็นมาตรฐานการแพร่ภาพที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน) เพื่อช่วยในการส่งสัญญาณให้สามารถแพร่ภาพทางโทรทัศน์ได้ แต่ในสหัฐวรรษใหม่นี้ ได้มีการพัฒนามาตรฐานใหม่ขึ้นมา เรียกว่า “HDTV (high-Definition Television)” ทำให้ผู้ผลิตมีผลิตภัณฑ์ที่จะต้องทราบถึงมาตรฐานที่ใช้กันในแต่ละพื้นที่อย่างเหมาะสม เช่น วีดีโอที่บันทึกด้วยมาตรฐาน NTSC (นิยมในสหรัฐอเมริกา) ไม่สามารถนำมาใช้งานร่วมกับเครื่องเล่นวีดีโอที่เป็นระบบ PAL (นิยมในแถบยุโรป) ได้ เป็นต้น ดังนั้นการผลิตวีดีโอตามมาตรฐานของแต่ละพื้นที่จึงมีความจำเป็นมาก

ปัญหาหนึ่งของความไม่ชัดเจนระหว่างวีดีโอบนเครื่องคอมพิวเตอร์และโทรทัศน์ ก็คือยังเข้าใจผิดว่าทั้งสองสิ่งนี้มีลักษณะที่เหมือนกัน ทั้งที่จริงๆ แล้วพื้นฐานของวีดีโอบนโทรทัศน์เป็นเทคโนโลยีของสัญญาณอนาล็อก (Analog Technology) สำหรับเป็นมาตรฐานการแพร่สัญญาณภาพไปสู่ครัวเรือนแต่คอมพิวเตอร์อยู่บนพื้นฐานของดิจิทัลเทคโนโลยี (Digital Technology) ซึ่งเป็นมาตรฐานการแสดงผลในศตวรรษที่ 20 ในขณะที่เดียวกันทั้งสองเทคโนโลยีนี้จะพัฒนาไปสู่ระบบ DVD และ HDTV ร่วมกันในอนาคต

การแสดงผลภาพวีดีโอบนเครื่องคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล และจะต้องติดตั้งการ์ดแสดงผลหรืออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์สำหรับแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย นอกจากนี้ ในปัจจุบันประสิทธิภาพของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพิ่มมากขึ้นจนสามารถแสดงผลได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งคุ้มค่ากับงบประมาณที่เพิ่มขึ้น

โดยปกติขนาดจอภาพของคอมพิวเตอร์จะใช้อัตราส่วน 4 : 3 เท่ากับจอภาพโทรทัศน์ แต่การสร้างภาพด้วยเส้นในแนวนอนจะใช้ 480 เส้นไม่เท่ากับจอภาพโทรทัศน์ และอัตราการรีเฟรช เป็น 66.67 Hz หรือมากกว่า เมื่อส่งสัญญาณภาพที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดจอภาพโทรทัศน์ ขอบของภาพจะขยายเรียบไปตามขอบโค้งของขนาดจอภาพโทรทัศน์ (Overscan) โดยตรงข้ามกับขนาดจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะแสดงภาพที่มีขนาดเล็กกว่าภาพบนจอโทรทัศน์ (Underscan) ดังนั้นเมื่อแปลงภาพจากจอคอมพิวเตอร์ไปแสดงผลบนจอโทรทัศน์ ขนาดของภาพจะไม่เต็มจอภาพโทรทัศน์

นอกจากนี้ การแสดงสีของจอคอมพิวเตอร์จะใช้องค์ประกอบสี RGB (แดง เขียว น้ำเงิน) ด้วยการสร้างภาพเป็นดิจิทัลวิดีโอที่มีความชัดเจนมากกว่าจอโทรทัศน์ที่จะต้องทำการแปลงสัญญาณภาพเป็นอนาล็อกวิดีโอ เพื่อแสดงผลออกมาบนจอภาพ ดังนั้นเมื่อจะสร้างมัลติมีเดียด้วยคอมพิวเตอร์ จะต้องแสดงภาพด้วยองค์ประกอบสี RGB หรือแปลงสัญญาณก่อนที่จะแสดงผลบนจอภาพโทรทัศน์ เช่น เกมเพลย์สเตชัน และ VCD เป็นต้น

ขั้นตอนการผลิตวิดีโอมีดังต่อไปนี้ 1) การวางแผน เป็นการกำหนดเรื่องราวที่จะถ่ายทำว่าต้องการถ่ายทำสิ่งใด และกำหนดความยาวของเรื่องเพื่อที่จะได้เตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อม เป็นต้น 2) การถ่ายทำ เป็นการบันทึกภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง หรือเหตุการณ์สำคัญต่างๆ ที่ผู้ผลิตต้องการจะถ่ายทำ เพื่อจะได้นำข้อมูลนั้นเก็บไว้ 3) การแคปเชอร์ (Capture) เป็นการถ่ายโอนข้อมูลที่เป็นภาพอย่างเฉี่ยวหรือเสียงอย่างเฉี่ยว หรือทั้งภาพและเสียงที่ได้จากเทปวิดีโอ (VHS) มาบันทึกลงใน Harddisk ของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทำการจัดเก็บเป็นไฟล์ .AVI หลายๆ ไฟล์ ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ และสามารถนำไฟล์ .avi นี้ไปใช้ในการตัดต่อภาพได้ 4) การตัดต่อ เป็นการนำไฟล์หลายๆ ไฟล์ที่จัดเก็บอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์มาต่อเรียงกัน โดยทำการเลือกภาพและเสียงที่ต้องการและ 5) การตกแต่งภาพ โดยการเพิ่มเติมข้อมูลต่างๆ เช่น สีส้น ความสวยงาม ข้อความ เพิ่มความเร็วหรือลดความเร็วในการแสดงภาพเคลื่อนไหว ลดเหลี่ยมของภาพ หรือจะทำการปรับเปลี่ยนความยาวของข้อมูลก็ได้

การบีบอัดวิดีโอเป็นการจัดเก็บข้อมูลภาพ และเสียงของไฟล์ต้นฉบับให้มีขนาดลดน้อยลง แต่ยังคงมีปริมาณของข้อมูลเท่าเดิม อย่างไรก็ตาม ไฟล์อาจจะมีคุณภาพลดน้อยลงไปตามขนาดที่ทำการบีบอัด แต่เนื่องจากการบีบอัดข้อมูลมีประโยชน์เป็นอย่างมาก จึงทกให้มีการพัฒนาต่อมา

อื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นการบีบอัดไฟล์ในภาพแบบเจเพ็ก (JPEG) และ เอ็มเพ็ก (MPEG) หรือภาพแบบอื่นๆ เป็นต้น

การวัดคุณภาพของวิดีโอสามารถวัดได้จากอัตราเฟรม (Frame Rate) ซึ่งเป็นอัตราความเร็วในการแสดงภาพจาก Timeline ออกทางหน้าจอ อัตราที่เฟรมถูกแสดงในวิดีโอมีหน่วยเป็นเฟรมต่อวินาที (FPS ย่อมาจาก Frame Per Second) เป็นหน่วยวัดปริมาณข้อมูลที่ใช้ในการเก็บบันทึกและแสดงวิดีโอ ส่วนความละเอียด (Resolution) หมายถึง ความคมชัดของภาพที่แสดงผลออกทางจอภาพ ความละเอียดของจอภาพขึ้นอยู่กับจำนวนจุดทั้งหมดที่เกิดบนจอ จุดต่างๆ นี้ เรียกว่า พิกเซล (Pixels)

2.3 การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ

การตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอสามารถแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอนหลัก ซึ่งในแต่ละขั้นตอนอาจจะมีกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันแต่สามารถจัดกลุ่มโดยสังเกตจากผลลัพธ์ที่ออกมาได้ดังนี้

2.3.1 การนำเข้าภาพวิดีโอ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆด้วยกันได้แก่ การนำเข้าภาพวิดีโอแบบ Realtime และการนำเข้าภาพวิดีโอแบบเก็บเอาไว้ในหน่วยความจำของเครื่องซึ่งจะเก็บภาพและข้อมูลทั้งหมดเข้ามาเก็บเอาไว้ก่อนที่จะนำไปเข้าสู่กระบวนการอื่นต่อไป โดยที่แบบแรกนั้นจะนำเข้าภาพทีละภาพแล้วส่งไปเข้าสู่กระบวนการในขั้นตอนต่อไปในทันที ซึ่งจะนำเข้าภาพทั้งหมดหรือตามจำนวนภาพที่กำหนด โดยขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ภาพที่จะนำมาคำนวณในแต่ละกระบวนการ โดยทั่วไปปริมาณภาพที่นำเข้ามาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์จะเป็น 12 ภาพต่อวินาที 15 ภาพต่อวินาที 25 ภาพต่อวินาที และ 30 ภาพต่อวินาที

2.3.2 การตรวจจับการเคลื่อนไหว ได้ใช้การเปรียบเทียบระหว่างภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง เพื่อนำภาพผลต่างมาใช้ในการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของภาพปัจจุบัน ซึ่งภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นจะถูกระบุว่าเป็นลำดับภาพที่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุเกิดขึ้น หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ แสดงว่าไม่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุเกิดขึ้น

2.3.3 หากค่าทางสถิติ อันได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากภาพปัจจุบัน จากนั้นหาค่า Threshold เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของแสงที่เกิดขึ้นในภาพ

ปัจจุบัน และใช้ในการปรับปรุงความสว่างของภาพ ถ้าหากภาพสว่างขึ้นระบบจะปรับให้มีมืดลงและหากภาพมืดลงระบบจะปรับให้สว่างขึ้น โดยค่าที่ใช้ในการปรับความสว่างของภาพมีค่าเท่ากับ ค่า Threshold บวกกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.3.4 การวิเคราะห์แยก Background และ Foreground ออกจากภาพวิดีโอ สามารถทำได้หลายวิธีโดยสามารถกระทำกับภาพ ณ ปัจจุบันหรือจะเป็นการเปรียบเทียบภาพปัจจุบันกับภาพก่อนหน้าที่ได้กำหนดให้เป็นภาพตั้งต้นเพื่อให้ได้ภาพผลต่าง ดังแสดงในภาพที่ 2-5 และนำภาพผลต่างที่ได้ไปแปลงเป็นภาพ Foreground



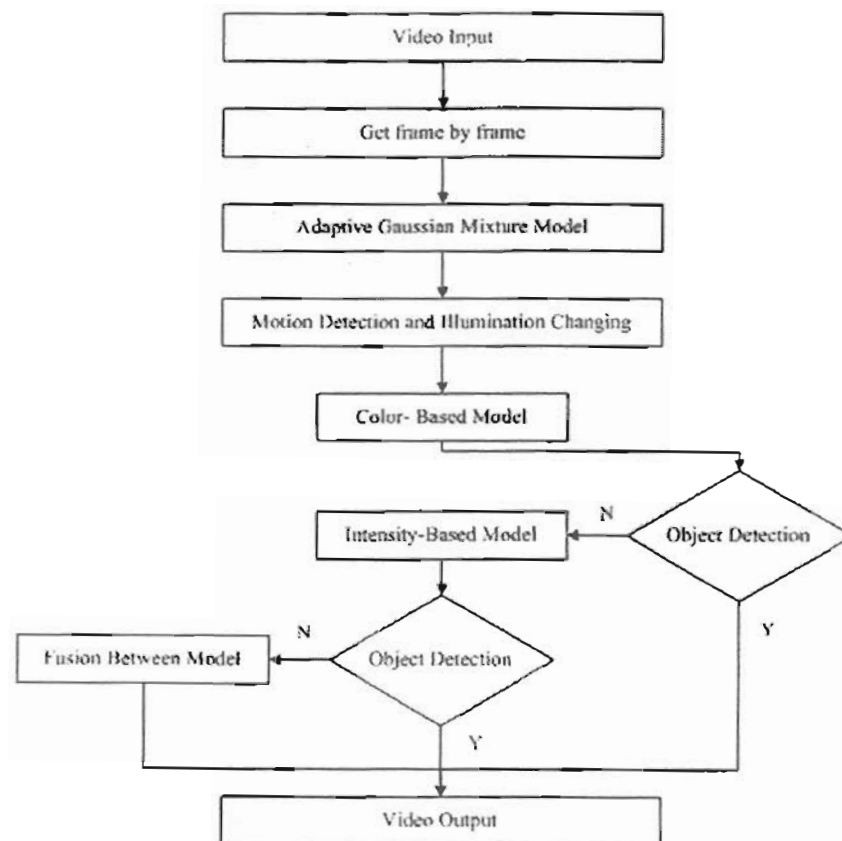
ภาพที่ 2-5 การหาภาพผลต่าง โดยการเปรียบเทียบภาพปัจจุบันกับภาพพื้นหลัง

2.3.5 การระบุตำแหน่ง ในกระบวนการนี้จะเป็นการหาตำแหน่งของวัตถุในภาพโดยทั่วไปแล้วการระบุตำแหน่งของวัตถุจะนำเอาภาพ Foreground มาวิเคราะห์หาตำแหน่งของพื้นที่ที่เป็นตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนที่เกิดขึ้น โดยจะจัดเก็บค่าเป็นขนาดของพื้นที่และตำแหน่งตามแนวแกน

2.3.6 การแสดงผล เมื่อวิเคราะห์หาตำแหน่งของวัตถุได้แล้วในขั้นตอนนี้จะกำหนดกรอบภาพ เพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุในภาพให้ชัดเจนสามารถสังเกตได้ง่ายซึ่งสามารถทำได้โดยการวาดกรอบภาพลงไปบนภาพแล้วสร้างเป็นภาพใหม่ จากนั้นจึงนำไปแสดงผลหรือการวาดกรอบในลักษณะของชั้นทับอยู่บนภาพที่ต้องการแสดงผล วิธีนี้ไม่จำเป็นต้องสร้างภาพใหม่เพียงแต่รู้ตำแหน่งของวัตถุในภาพเท่านั้นจึงช่วยลดขั้นตอนในการแสดงผลได้ดี

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงในภาพวิดีโอ ของ Xu และ Ellis [1] ระบุปัญหาพร้อมทั้งวิธีการแก้ไขในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของภาพจากกล้องวิดีโอภาพนิ่ง มีการระบุและตรวจจับภาพที่แตกต่างด้วยวิธีการ Adaptive background estimation model โดยใช้ร่วมกับ Gaussian Mixture Model และได้นำกระบวนการ Color Chromaticity มาใช้ในการนำเสนอภาพและวิเคราะห์การตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของแสง (Illumination invariance) และการวิเคราะห์ร่วมกันระหว่าง Color-based model และ Intensity-based model ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ [2, 3]



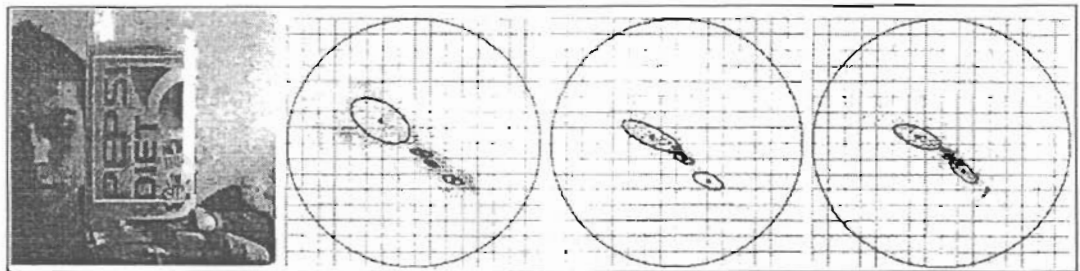
ภาพที่ 2-6 ขั้นตอนในการวิเคราะห์และตรวจจับการเคลื่อนไหว

มีการระบุเงาของวัตถุที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงแดด [2] โดยการ ทำ Adaptive Gaussian mixture model กับภาพจากกล้องวิดีโอ เพื่อหาความเข้มของสีแล้วทำการเปรียบเทียบ

กับค่า Threshold เพื่อระบุตำแหน่งที่เกิดเงาขึ้นในภาพซึ่งจะสามารถระบุและแยกแยะได้ว่า บริเวณใดคือตัววัตถุและบริเวณใดคือเงาที่เกิดขึ้นแล้วตัดออกให้เหลือแต่วัตถุที่ปราศจากเงา ซึ่งจะทำให้การระบุตำแหน่งและขอบเขตของวัตถุนั้นถูกต้องมากขึ้น

ภาพที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาวัตถุที่มีการเคลื่อนไหว ก่อนที่จะระบุตำแหน่งได้นั้นต้องแยกแยะภาพที่เป็นภาพพื้นหลังออกจาก ภาพวัตถุ โดยการใช้ Color mixture model [3] เพื่อช่วยในการระบุตำแหน่งและติดตามการเคลื่อนไหวของวัตถุที่มีการเคลื่อนไหว

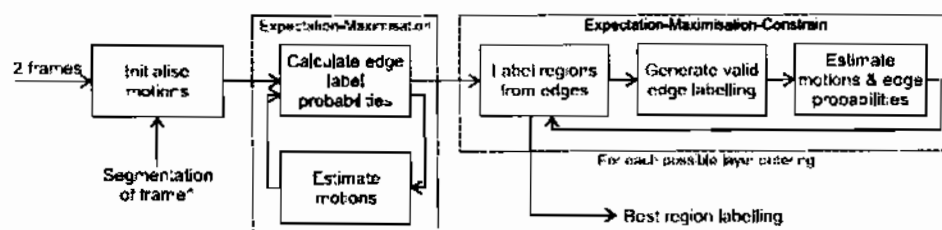
งานวิจัยเกี่ยวกับการแยกแยะวัตถุออกจากภาพโดยวิธีการ Adaptive mixture model [3.4] ได้นำกระบวนการ Adaptive mixture model มาใช้ในการอธิบายการกระจายของสีของวัตถุโดยที่แบบจำลองนี้จะถูกใช้ในขั้นตอนของการแยกแยะวัตถุออกจากภาพแบบ Real-time ภายใต้ภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสงประกอบอยู่ด้วย และแสดงค่าพารามิเตอร์ของกล้องพร้อมทั้งมิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วย



ภาพที่ 2-7 การตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวโดยวิธีการของ Adaptive Mixture Model

วิธีการแยกแยะการเคลื่อนไหวโดยรวมด้วยการแยกขอบภาพของสองภาพ ของ Smit และ Drummond [5] โดยทำการแยกแยะวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพวิดีโอโดยการวิเคราะห์จากขอบของภาพระหว่างภาพสองภาพ และจากกระบวนการนี้ยังระบุให้ทราบว่าสามารถที่จะตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้มากกว่าสองวัตถุที่เคลื่อนไหวอยู่ โดยภาพจะถูกแยกรายละเอียดออกเป็น ส่วนๆ และนำเสนอขอบของภาพออกมาโดยนำเอาวิธีการ EM อันกอลิเทียม เข้ามาช่วยในการแยกแยะวัตถุที่เคลื่อนไหวออกจากภาพ และกำหนดคลาสเบลให้กับกลุ่มของวัตถุที่ถูกแยกออกจากกัน

โดยใช้กรรมวิธีการระบุลาเบลของ MDL (Minimum Description Length) เพื่อให้ได้ลาเบลที่ดีที่สุดของกลุ่มเพื่อใช้ในการแยกแยะภาพพื้นหลังและวัตถุที่มีการเคลื่อนไหว



ภาพที่ 2-8 ขั้นตอนการทำงานของกรวิเคราะห์เพื่อหาวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพวิดีโอด้วย
การหาขอบภาพและระบุลาเบลให้กับวัตถุนั้นๆ

ในงานวิจัยของ Toth และ Aach [6] ได้เสนอวิธีการตรวจจับการเคลื่อนไหวและรู้จำวัตถุโดยใช้สถิติและ Fourier Descriptors โดยวิธีการนี้จะตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของแสงและคำนวณหาลักษณะจำเพาะของวัตถุนั้นโดยการคำนวณ Fourier Descriptors และจากนั้นแยกแยะชนิดของวัตถุโดยใช้ Feed-Forward Neural Network โดยระบบจะแบ่งการแยกชนิดของวัตถุที่เคลื่อนที่ออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ๆ คือ มนุษย์และยานพาหนะ

วิธีการตรวจจับการเคลื่อนไหวภายใต้การเปลี่ยนแปลงของแสง โดยใช้ช่วงของเวลาของ Toth , Aach และ Met [7] วิธีการนี้จะตรวจจับช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยการคำนวณหาความต่างระหว่างภาพโทนสีเทาสองภาพคือภาพที่เป็นภาพปัจจุบันและภาพที่ใช้เป็นภาพพื้นหลัง จากนั้นส่งผลที่ได้ (ภาพผลต่าง) ไปกรองความถี่สูงเพื่อให้ระบบมีความไวมากขึ้นเพราะเป็นการลดความแตกต่างที่เกิดขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของแสง แต่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของแสงที่เกิดขึ้นแบบฉับพลันทำให้เกิดปัญหาในการตรวจการเคลื่อนไหวได้ เพราะการกรองความถี่สูงเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการแก้ปัญหานี้ ดังนั้นเพื่อกำจัดแสงที่ไม่ต้องการที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสงมีวิธีการเพิ่มเติม โดยการใช้การกรองภาพแบบ Homomorphic Model ที่ซึ่งค่าความเข้มของภาพจากการที่มีแสงแทรกเข้ามากระทบกับผิวหน้าของวัตถุในภาพที่สังเกตการณ์อยู่ โดยปกติแล้วความสัมพันธ์ของความเข้มสี แสงสว่างและแสงสะท้อนจะแปรผัน

ตรงระหว่างกัน โดยปกติแล้วจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ซึ่งจะทำให้เกิดการสะท้อนจากวัตถุขึ้นมา ซึ่งจะเป็นการเพิ่มส่วนประกอบของภาพที่เป็นความถี่สูงแทรกเข้ามา ดังนั้นส่วนประกอบทั้งสองสามารถถูกแยกออกมาได้ โดยการปรับลอการิทึมของภาพให้ใกล้เคียงกับภาพดั้งเดิมและกรองความถี่สูงออกจากภาพ จากนั้นหาเอกโพเนนเชียลโดยที่การตรวจจับการเคลื่อนไหวจะดำเนินการบนส่วนประกอบที่เกิดจากแสงสะท้อนเท่านั้น

วิธีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุและเงาในภาพวิดีโอของ Cucchiara และ Grana [8,9] วิธีการนี้ได้ทำแบบจำลองวัตถุเป้าหมายที่ไม่รู้ลักษณะของการเคลื่อนไหวโดยการเรียนรู้วัตถุเป้าหมายและสภาพแวดล้อม ซึ่งโดยส่วนใหญ่วิธีการที่นำมาใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุจะเป็นการแยกวัตถุออกจากภาพพื้นหลัง โดยการคำนวณครั้งละภาพ การเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจะถูกตรวจจับโดยการหาความต่างของภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง ซึ่งมีสองปัญหาหลักๆ ที่เกิดกับการใช้วิธีนี้คือ ควรเลือกแบบจำลองให้เหมาะสมกับภาพพื้นหลังมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อระบบจะได้มีแบบจำลองที่เหมาะสมกับรูปแบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ ซึ่งสามารถหาความเหมาะสมได้จากการวัดความถูกต้องของตำแหน่งของวัตถุในสภาวะปกติ ปัญหาที่สองคือการแยกภาพพื้นหลังจะต้องส่งผลหรือสามารถกระทำได้อย่างทันทีทันใดที่วัตถุในภาพมีการเคลื่อนไหวหรือหยุดหากการแยกภาพพื้นหลังออกไม่สามารถทำได้จะทำให้การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุก็ทำไม่ได้เช่นกัน โดยส่วนใหญ่การแยกวัตถุออกจากภาพพื้นหลังจะมีปัญหามาจากเงาของวัตถุ ดังนั้นจึงต้องกำจัดเงาออกก่อนการทำภาพขาวดำ

วิธีการการสร้างแบบจำลองภาพพื้นหลังสำหรับการติดตามแบบ Real time โดย Stauffer และ Grimson [9] ซึ่งนำเอาค่าของทุกจุดภาพมาหาการกระจายและกรองความถี่ภาพโดยใช้ตัวกรองแบบ Gaussian จากนั้นจัดกลุ่มของข้อมูลโดยการ Clustering กลุ่มของวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างช้าๆและลบออกจากภาพนั้น ดังนั้นวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างช้าๆ จะถูกรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของภาพพื้นหลังและวัตถุที่เคลื่อนที่อย่างรวดเร็วคือ มีการแทนที่ค่าสีในตำแหน่งเดิมอย่างรวดเร็วจะถูกระบุว่าเป็นวัตถุที่เคลื่อนไหวอยู่ในขณะนั้น

2.5 กรอบแนวคิดงานวิจัย

การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ ยังมีความไม่แน่นอนในการระบุตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนไหวและความล่าช้าในการแสดงผลจากการตรวจจับ โดยเหตุผลหลักๆ ของการที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนไหวที่แน่นอนได้คือ การเปลี่ยนแปลงของแสง ที่ให้แสงสว่างกับภาพหรือวัตถุนั้นๆ เช่นแสงจากแสงไฟ แสงจากดวงอาทิตย์ และแสงสะท้อนจากผิวของวัตถุ รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสีเช่นเงาที่เกิดขึ้นจากการบดบังแสงที่ส่องมายังวัตถุ เมื่อแสงมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเงาของวัตถุก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และปัญหาอีกประเด็นหนึ่งก็คือความล่าช้าในการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวและแสดงผลอันเนื่องจากการคำนวณ ซึ่งทำให้การแสดงผลมีการหน่วงเวลา ดังนั้น ในการวิจัยนี้เราได้พัฒนาโดยนำกระบวนการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง เพื่อกำหนดค่า Threshold และปรับปรุงความสว่างของภาพ ซึ่งในการวิเคราะห์จะนำเข้าภาพแบบครึ่งละหนึ่งภาพผ่านกระบวนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ แล้วเก็บค่าทางสถิติและวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง จากนั้นปรับปรุงความสว่างของภาพ ให้มีสภาพใกล้เคียงกับภาพดั้งเดิมก่อนที่จะแยกแยะหารายละเอียดของภาพแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนเปรียบเทียบภาพ เพื่อแยกแยะภาพพื้นหลังออกจากภาพวัตถุที่เคลื่อนไหว การแยกแยะภาพที่เป็นพื้นหลังกับภาพของวัตถุที่เคลื่อนไหวออกจากกันนั้น ใช้วิธีการวิเคราะห์จากค่าสีและค่าความเข้มของภาพ เพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง

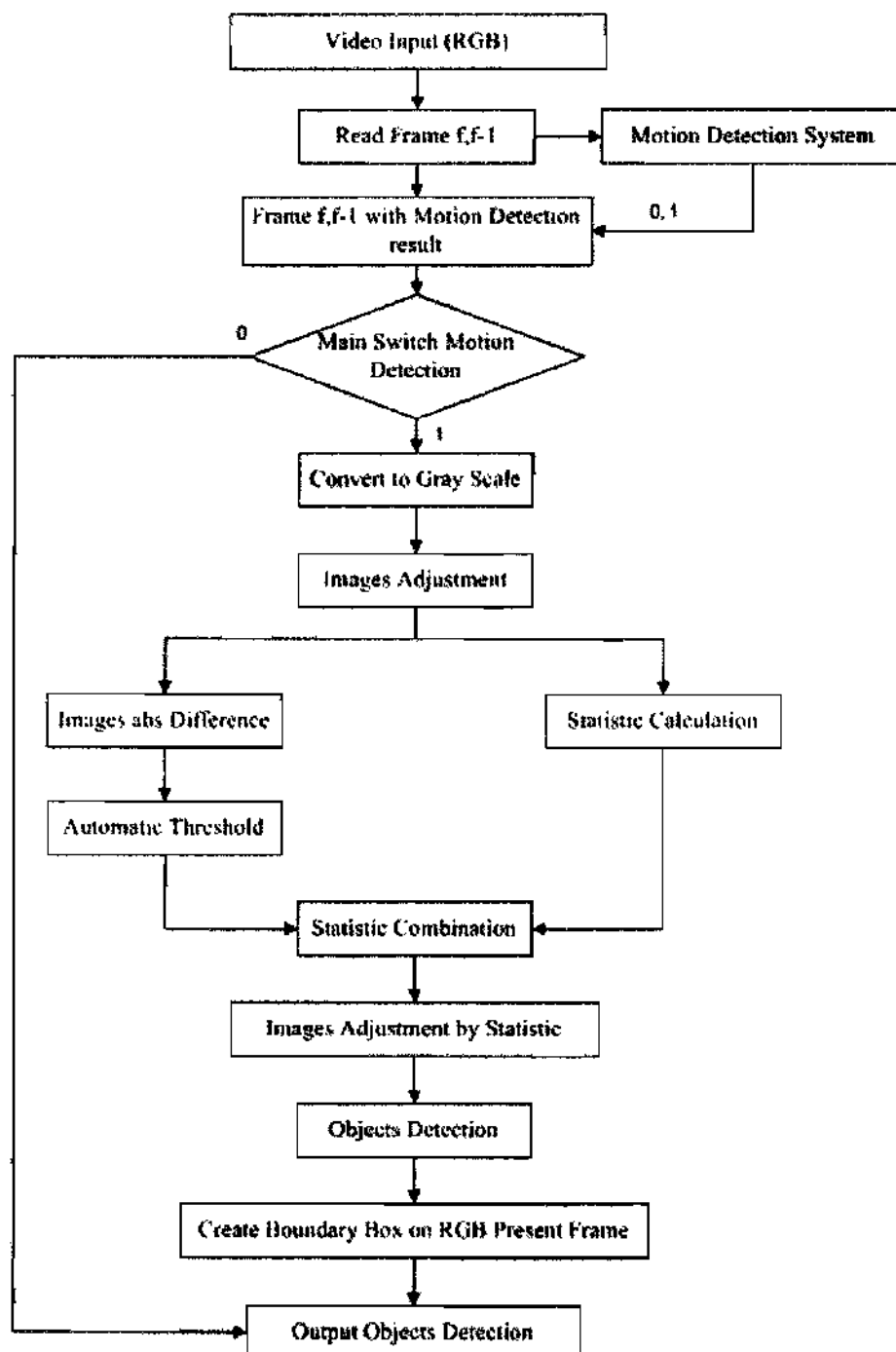
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ลักษณะทั่วไปของการตรวจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ

การตรวจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพวิดีโอมีอยู่หลายวิธีการด้วยกัน เช่น วิธีการตรวจับจากขอบภาพ จากสีของภาพ จากแสงและการใช้แทมเพลตเป็นต้น ซึ่งสามารถใช้ตรวจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพได้เช่นเดียวกัน แต่ในขณะที่มีการตรวจับการเคลื่อนไหวอยู่นั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงเกิดขึ้นก็จะส่งผลให้ การตรวจับการเคลื่อนไหวของวัตถุคลาดเคลื่อนไปด้วยหรือไม่สามารถตรวจับการเคลื่อนไหวได้เลย อันเนื่องมาจากไม่สามารถระบุตำแหน่งของการเคลื่อนไหวของวัตถุที่แน่นอนได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้พัฒนาและนำกระบวนการทางสถิติมาใช้ในการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นให้มีสภาพใกล้เคียงกับภาพที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ โดยมีขั้นตอนต่างๆดังที่ได้แสดงในภาพที่ 3-1 ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้ กลุ่มแรกคือการตรวจับการเคลื่อนไหว โดยจะวิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างภาพสองภาพได้แก่ ภาพปัจจุบันและภาพที่ใช้เป็นภาพพื้นหลัง ซึ่งในที่นี้คือภาพที่นำเข้ามาก่อนหน้านี้แล้ววิเคราะห์ผลที่ได้ออกมาเป็นค่าตัวแทนคือเมื่อมีความแตกต่างกันแสดงว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือเกิดการเคลื่อนไหวของวัตถุ ดังนั้นระบบจะแทนค่าเป็น 1 และหากไม่มีความแตกต่างกันแสดงว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือการเคลื่อนไหวใดๆ เกิดขึ้นระบบจะแทนค่าเป็น 0 กลุ่มที่สองคือการหาค่าทางสถิติเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง ใช้ในการเลือกวิธีการปรับปรุงความสว่างของภาพและปรับความสว่างของภาพอันได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มที่สามคือกลุ่มของวิธีการที่ใช้ในการปรับปรุงความสว่างของภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีการ 3 วิธีคือวิธีการแบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับความสว่างของภาพ วิธีที่สองคือวิธีการปรับความสว่างจากสว่างมากให้มีลดลงและวิธีที่สามคือการปรับความสว่างจากมืดให้สว่างขึ้น กลุ่มที่สี่คือการแยกแยะวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวออก

จากภาพพื้นหลังและระบุตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวนั้นโดยการติกรอบรอบๆ วัตถุที่มีการเคลื่อนไหวและแสดงผลจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ

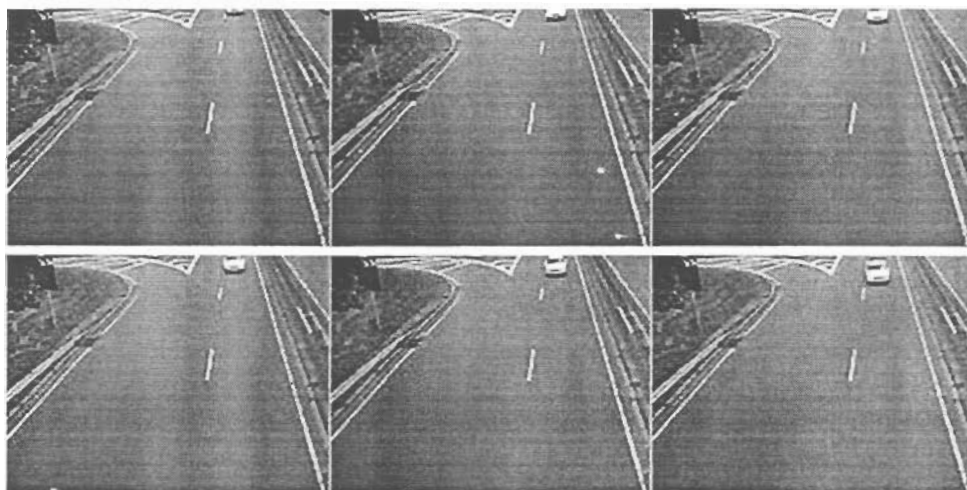


ภาพที่ 3-1 แผนผังการทำงานของระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ จากกล้องวิดีโอ โดยการใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง

3.2 ลักษณะการทำงานในแต่ละกระบวนการ

รายละเอียดการทำงานของระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอในแต่ละขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

3.2.1 กระบวนการนำเข้าภาพ ในงานวิจัยนี้ระบบนำเข้าภาพจะนำเข้าภาพครั้งละภาพจากวิดีโอซึ่งเป็นไฟล์วิดีโอนามสกุล .avi ความละเอียด 24 Bits ขนาดของภาพวิดีโอ 320x240 อัตราการแสดงผลภาพ 25 ภาพต่อวินาที และขนาด 160x120 อัตราการแสดงผลภาพ 15 ภาพต่อวินาที โดยภาพวิดีโอเป็นภาพสี โหมด RGB

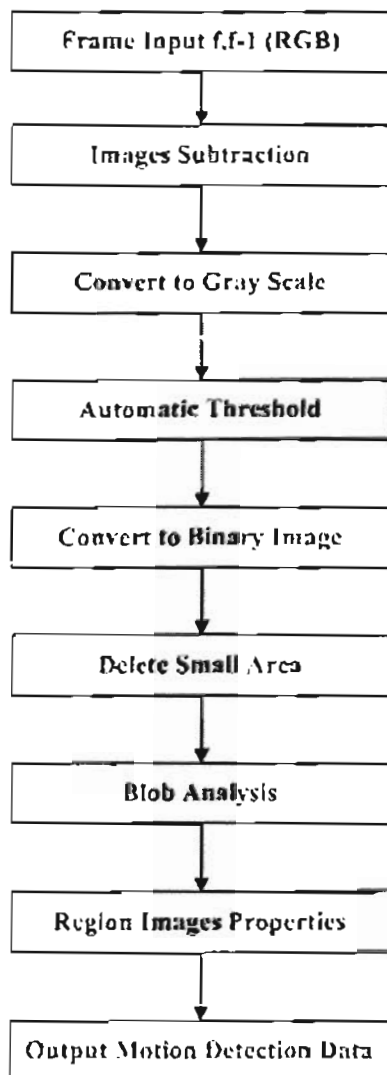


ภาพที่ 3-2 ภาพวิดีโอที่นำเข้าครั้งละภาพจากภาพที่ 1 (มุมบนซ้าย) ถึง 6 (มุมล่างขวา)

3.2.2 อ่านข้อมูลภาพ จากภาพที่นำเข้ามาอ่านข้อมูลภาพครั้งละภาพโดยเก็บภาพไว้ในลักษณะภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลังตามลำดับ ($f, f-1$ เมื่อ f แทนภาพปัจจุบัน)

3.2.3 นำภาพที่ได้จากกระบวนการนำเข้าภาพ เข้าสู่กระบวนการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) โดยจำแนกออกเป็นขั้นตอนการทำงานต่างๆ ได้ดังนี้

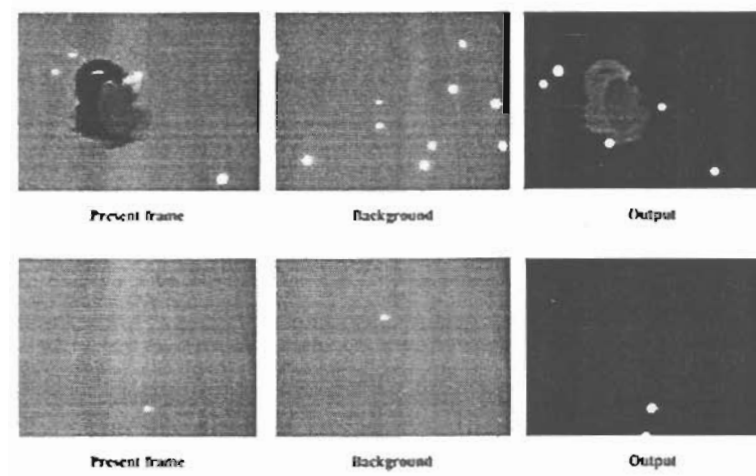
Motion Detection System



ภาพที่ 3-3 แผนผังการทำงานของระบบตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection)

3.2.3.1 ทำการเปรียบเทียบภาพที่นำเข้ามาระหว่าง ภาพพื้นหลังและภาพปัจจุบันโดยใช้วิธีการ Subtract เพื่อหาภาพผลต่าง (ภาพที่นำมา Subtract เป็นภาพสี) ได้ผลลัพธ์ดังภาพที่ 3-4

3.2.3.2 แปลงภาพผลต่างจากภาพสี (RGB) ไปเป็นภาพโทนสีเทา



ภาพที่ 3-4 การเปรียบเทียบภาพที่นำเข้ามาระหว่างภาพพื้นหลังและภาพปัจจุบัน โดยวิธีการ Subtract เพื่อหาภาพผลต่าง จากภาพด้านบนแสดงภาพผลลัพธ์ของภาพที่มีความแตกต่างกันและภาพด้านล่างแสดงภาพผลลัพธ์ของภาพที่ไม่มีความแตกต่างกัน

3.2.3.3 หาค่า Threshold จากภาพโทนสีเทาที่ได้ โดยมีวิธีการดังนี้

3.2.3.3.1 แปลงมิติของภาพให้เป็น 1 มิติ

3.2.3.3.2 นำค่าความเข้มสีมาจัดกลุ่มและหาความถี่ตามลำดับตั้งแต่ 1-256

3.2.3.3.3 หาสัดส่วนระหว่างความถี่ของค่าความเข้มในแต่ละระดับกับผลรวม

ของความถี่ทั้งหมด

3.2.3.3.4 หาสัดส่วนสะสมของค่าความเข้มในแต่ละระดับ

3.2.3.3.5 นำค่าที่ได้ในข้อที่ 3.2.3.3.3 ไปคูณลำดับที่ของตัวเองแล้วหาผลรวม

สะสมในแต่ละระดับ

3.2.3.3.6 หาค่า Sigma ของแต่ละระดับ

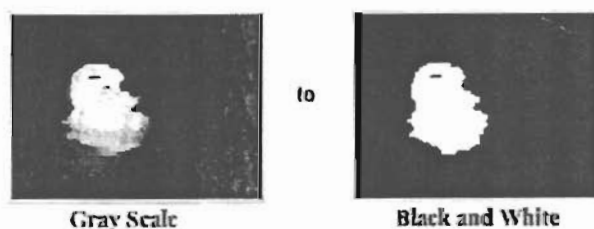
3.2.3.3.7 หาค่า Sigma ที่มีค่ามากที่สุดพร้อมทั้งตำแหน่งที่ Sigma ตัวนั้นอยู่

3.2.3.3.8 แปลงค่าตำแหน่งของ Sigma ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.3.3.7 จากช่วง

1-256 ให้เป็นค่าที่อยู่ในช่วง 0-1 ค่าที่ได้จากขั้นตอนนี้คือค่า Threshold ที่ต้องการนำมาใช้ใน

งานวิจัยนี้

3.2.3.4 แปลงภาพผลต่างจากโทนสีเทาไปเป็นขาวดำดังภาพที่ 3-5 ซ้ายเป็นภาพผลต่างโทนสีเทาและขวาเป็นภาพผลต่างที่ผ่านการแปลงเป็นภาพขาวดำแล้ว



ภาพที่ 3-5 การแปลงภาพผลต่างจากโทนสีเทาไปเป็นขาวดำ

3.2.3.5 ลบพื้นที่ที่เล็กกว่า 50 จุด ออกจากภาพโดยคิดคำนวณจากพื้นที่ที่เป็นสีขาว

3.2.3.6 วิเคราะห์หาพื้นที่ที่เป็นสีขาวโดยจะหาขนาดของพื้นที่และตำแหน่งในภาพ

3.2.3.7 เก็บค่าข้อมูลที่ได้ในลักษณะกลุ่มของข้อมูล

3.2.3.8 วิเคราะห์ผลจำนวนกลุ่มของข้อมูลที่จัดเก็บและส่งค่าที่ได้ออกมาเป็นค่า 0 และค่า 1 โดยกำหนดให้

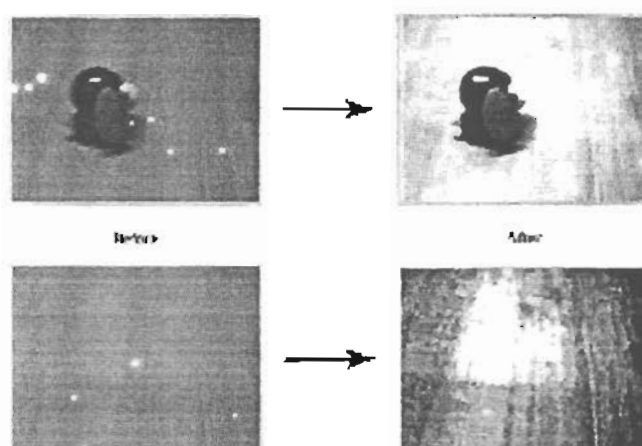
ค่า 0 แทน ไม่มีการจัดเก็บกลุ่มของข้อมูล

ค่า 1 แทน มีการจัดเก็บข้อมูล

3.2.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผลการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ โดยการนำผลที่ได้จากกระบวนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุมาวิเคราะห์หากผลที่ได้ให้ค่าเป็น 0 หมายถึง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุใดๆ เกิดขึ้นระบบจะส่งภาพปัจจุบันไปยังขั้นตอนแสดงผลขั้นสุดท้าย หากผลที่ได้ให้ค่าเป็น 1 หมายถึงมีการเปลี่ยนแปลงหรือวัตถุมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นในภาพระบบจะจัดส่งภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลังไปยังขั้นตอนถัดไป

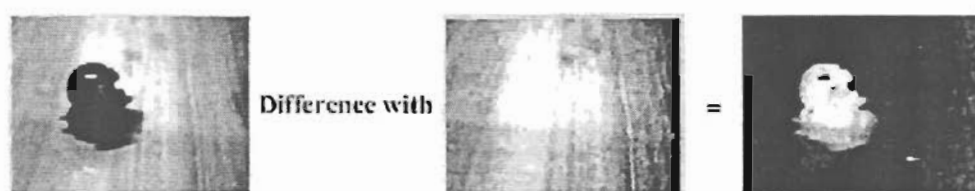
3.2.5 แปลงโหมดภาพวิดีโอ แปลงภาพจากภาพสี (RGB) ไปเป็นภาพโทนสีเทาทั้งภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง

3.2.6 ปรับปรุงภาพวิดีโอ ปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีความคมชัดมากขึ้นทั้งภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง ดังภาพที่ 3-6 ภาพที่ผ่านการปรับความคมชัดแล้วจะช่วยให้การเปรียบเทียบภาพมีความละเอียดมากขึ้น



ภาพที่ 3-6 การปรับปรุงคุณภาพของภาพให้มีความคมชัดมากขึ้น

3.2.7 หาภาพผลต่าง โดยการทำการเปรียบเทียบระหว่างภาพพื้นหลังและภาพปัจจุบันดังภาพที่ 3-7 เป็นการนำภาพที่ผ่านการปรับความคมชัดแล้วมาเปรียบเทียบหาความแตกต่าง



ภาพที่ 3-7 การหาภาพผลต่างโดยเปรียบเทียบระหว่างภาพพื้นหลังและภาพปัจจุบัน

3.2.8 หาค่า Threshold_2 หาค่าจากภาพผลต่างที่ได้จากกระบวนการเปรียบเทียบความแตกต่างของภาพในขั้นตอนที่ 3.2.7 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- 3.2.8.1 แปลงมิติของภาพให้เป็น 1 มิติ
- 3.2.8.2 นำค่าความเข้มสีมาจัดกลุ่มและนับจำนวนตามลำดับตั้งแต่ 1-256
- 3.2.8.3 หาสัดส่วนระหว่างความถี่ของค่าความเข้มในแต่ละระดับกับผลรวมของความถี่ทั้งหมด
- 3.2.8.4 หาสัดส่วนสะสมของค่าความเข้มในแต่ละระดับ

3.2.8.5 นำค่าที่ได้ในข้อที่ 3.2.3.3.3 ไปคูณลำดับที่ของตัวเองแล้วหาผลรวมสะสมในแต่ละระดับ

3.2.8.6 หาค่า Sigma ของแต่ละระดับ

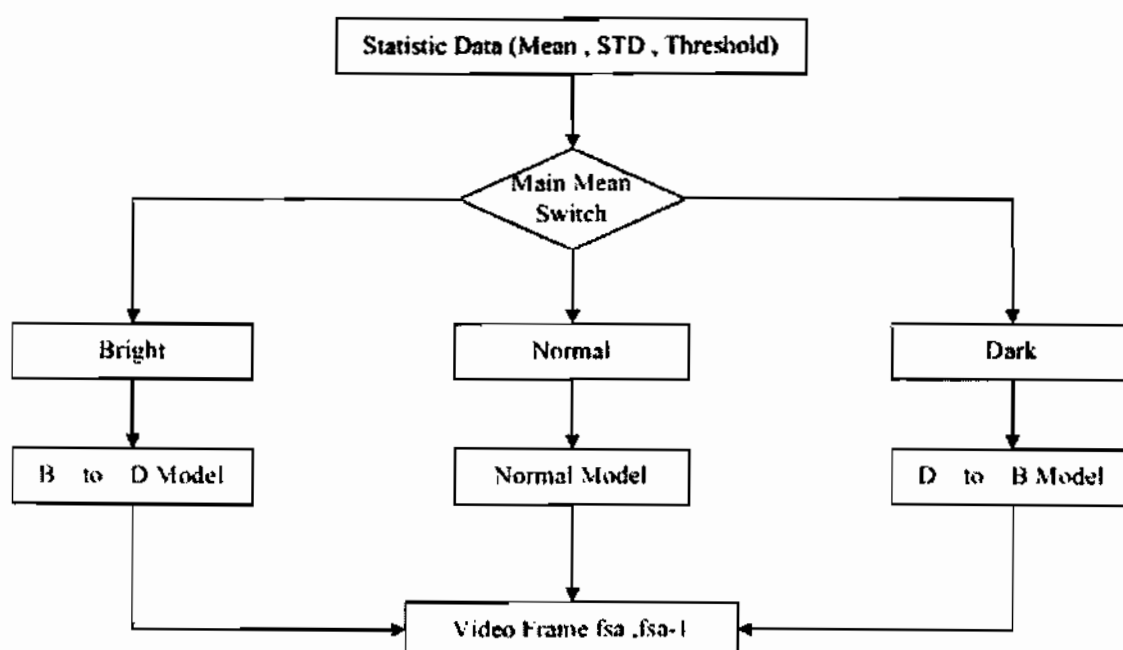
3.2.8.7 หาค่า Sigma ที่มีค่ามากที่สุดพร้อมทั้งตำแหน่งที่ Sigma ตัวนั้นอยู่

3.2.8.8 แปลงค่าตำแหน่งของ Sigma ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.3.3.7 จากช่วง 1-256 ให้เป็นค่าที่อยู่ในช่วง 0-1 ค่าที่ได้จากขั้นตอนนี้คือค่า Threshold ที่ต้องการนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

3.2.9 หาค่าสถิติ ค่าสถิติที่นำมาใช้ในกระบวนการนี้ ประกอบด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (STD) โดยหาค่าเฉลี่ยจากภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลังที่ได้จากกระบวนการที่ 3.2.6 แทนค่าด้วย Mean1 และ Mean2 ตามลำดับ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานหาจากภาพปัจจุบัน

3.2.10 รวมค่าสถิติ นำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานรวมกับค่า Threshold ที่ได้จากกระบวนการที่ 3.2.8 เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกกระบวนการในการปรับปรุงความสว่างของภาพทั้งภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง

Images Adjustment by Statistic



ภาพที่ 3-8 แผนผังการทำงานของระบบปรับความสว่างของภาพโดยการวิเคราะห์จากผลทางสถิติ

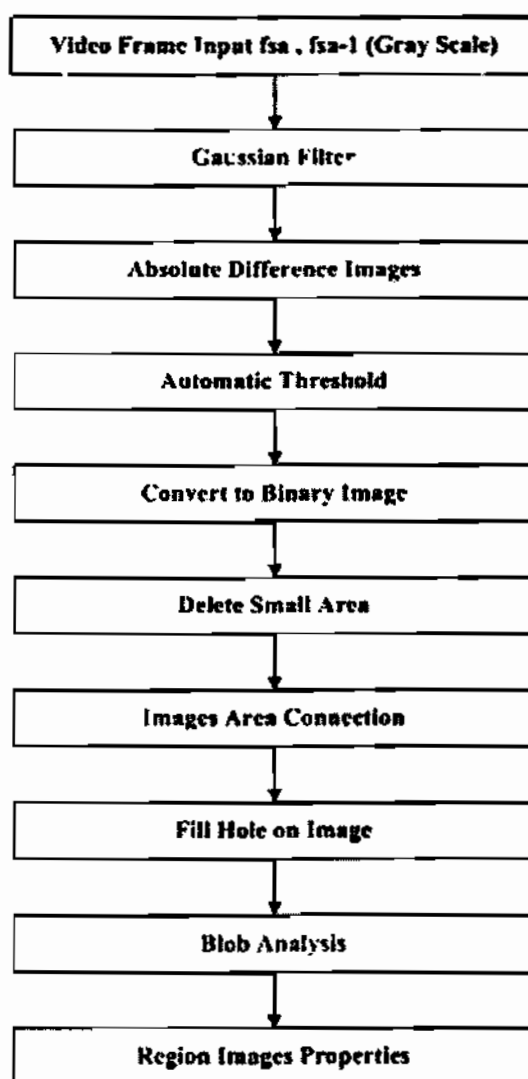
3.2.11 การปรับปรุงความสว่างของภาพโดยใช้สถิติ ในขั้นตอนนี้จะมีการคำนวณการย่อยๆ อีก 3 กระบวนการที่ใช้ในการปรับปรุงความสว่างของภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.9 ดังนี้

3.2.11.1 การปรับค่าความสว่างของภาพจากสว่างไปสู่มืด (B-TO-D Model) ซึ่งเมื่อภาพปัจจุบันมีค่าความสว่างเพิ่มมากขึ้นโดยสังเกตจากค่าเฉลี่ย Mean1 หากมีค่ามากกว่า Mean2 ซึ่งเป็นของภาพพื้นหลังระบบจะเข้าสู่ B-TO-D Model โดยจะลดความสว่างของภาพปัจจุบันลง ค่าที่ลดลงจะมีค่าเท่ากับ ค่า STD รวมกับค่า Threshold และจะเพิ่มค่าความสว่างให้กับภาพพื้นหลังเพียงเล็กน้อยโดยอาศัยจากค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่าง STD และ Threshold

3.2.11.2 การปรับค่าความสว่างของภาพจากมืดไปสู่สว่าง (D-TO-B Model) ซึ่งเมื่อภาพปัจจุบันมีค่าความสว่างลดลงโดยสังเกตจากค่าเฉลี่ย Mean1 หากมีค่าน้อยกว่า Mean2 ซึ่งเป็นของภาพพื้นหลังระบบจะเข้าสู่ D-TO-B Model โดยจะเพิ่มความสว่างของภาพปัจจุบันขึ้น ค่าที่เพิ่มขึ้นจะมีค่าเท่ากับ ค่า STD รวมกับค่า Threshold และจะเพิ่มค่าความสว่างให้กับภาพพื้นหลังอีกโดยมีค่าเท่ากับที่เพิ่มให้กับภาพปัจจุบัน

3.2.11.3 การปรับค่าความสว่างแบบคงที่ (Normal Model) ซึ่งก็คือใช้ค่าความสว่างเดิมที่มีอยู่กับภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนใดๆ แต่เพิ่มกระบวนการกรองความถี่ต่ำแบบ Median เข้าไปเพื่อช่วยให้ภาพที่ออกมามีความราบเรียบมากขึ้น ในรูปแบบนี้จะถูกเลือกใช้ก็ต่อเมื่อค่าผลรวมระหว่างค่า STD และ Threshold₂ มีค่ามากกว่า 0.5 และค่า Threshold₂ มีค่ามากกว่าค่า STD ของภาพปัจจุบัน

3.2.12 การตรวจจับวัตถุ ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยกระบวนการและขั้นตอนหลายขั้นตอนดังสามารถแสดงในแผนผังการทำงานของ การตรวจจับวัตถุได้ภาพที่ 3-9 โดยแยกตามลำดับขั้นการทำงาน



ภาพที่ 3-9 ขั้นตอนการทำงานของระบบตรวจจับและหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนไหว

3.2.13 กรองความถี่ต่ำ จากภาพที่ผ่านกระบวนการปรับปรุงความสว่างในขั้นตอนที่ 3.2.11 มาแล้ว นำมาผ่านกระบวนการกรองความถี่โดยวิธีการกรองแบบ Guasssian เพื่อลดความต่างระหว่างสีในภาพและเพิ่มความราบรื่นของสีมากขึ้น โดยมีขนาดเท่ากับ 3×3 และค่าซิกม่า 0.5 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานตั้งต้นในการกรองด้วยตัวกรองแบบ Guasssian

3.2.14 หาภาพผลต่าง โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างภาพปัจจุบันที่ผ่านกระบวนการปรับค่าความสว่างและกรองความถี่ของภาพมาแล้วกับภาพพื้นหลังที่ผ่านกระบวนการเช่นเดียวกับภาพปัจจุบันมาแล้ว

3.2.15 หาค่า $Threshold_3$ นำภาพผลต่างที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.14 มาหาค่า $Threshold_3$ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.15.1 แปลงมิติของภาพให้เป็น 1 มิติ

3.2.15.2 นำค่าความเข้มสีมาจัดกลุ่มและนับจำนวนตามลำดับตั้งแต่ 1-256

3.2.15.3 หาสัดส่วนระหว่างความถี่ของค่าความเข้มในแต่ละระดับกับผลรวมของความถี่ทั้งหมด

3.2.15.4 หาสัดส่วนสะสมของค่าความเข้มในแต่ละระดับ

3.2.15.5 นำค่าที่ได้ในข้อที่ 3.2.3.3 ไปคูณลำดับที่ของตัวเองแล้วหาผลรวมสะสมในแต่ละระดับ

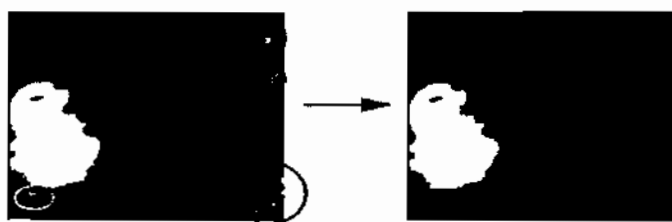
3.2.15.6 หาค่า Sigma ของแต่ละระดับ

3.2.15.7 หาค่า Sigma ที่มีค่ามากที่สุดพร้อมทั้งตำแหน่งที่ Sigma ตัวนั้นอยู่

3.2.15.8 แปลงค่าตำแหน่งของ Sigma ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3.2.3.7 จากช่วง 1-256 ให้เป็นค่าที่อยู่ในช่วง 0-1 ค่าที่ได้จากขั้นตอนนี้คือค่า $Threshold_3$ ที่ต้องการนำมาใช้ในงานวิจัยนี้

3.2.16 แปลงเป็นภาพขาวดำ จากภาพผลต่างที่ได้ซึ่งอยู่ในโหมดภาพโทนสีเทาแปลงเป็นภาพขาวดำเพื่อให้ได้ภาพที่เรียกว่า Foreground ซึ่งมีขนาดเท่าเดิม

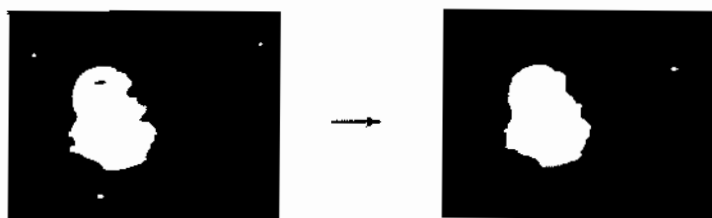
3.2.17 ลบพื้นที่เล็ก ลบพื้นที่ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 จุด ในภาพ Foreground ออกเหลือไว้แต่พื้นที่ขนาดใหญ่เท่านั้น ดังภาพที่ 3-10 ซ้ายคือภาพที่เต็มไปด้วยพื้นที่ขนาดเล็กที่ต้องลบออกไปและขวาคือภาพที่ผ่านการลบพื้นที่ที่มีขนาดเล็กออกไปแล้ว



ภาพที่ 3-10 พื้นที่ขนาดเล็กที่ต้องถูกลบออก ซ้ายคือภาพก่อนการลบและขวาคือหลังการลบ

3.2.18 ทำการเชื่อมต่อพื้นที่ภาพ ในภาพ Foreground จะมีพื้นที่ที่อยู่ใกล้กันซึ่งอาจเป็นกลุ่มของข้อมูลเดียวกัน ดังนั้นจึงทำการเชื่อมต่อพื้นที่ที่อยู่ใกล้กันเป็นพื้นที่เดียวกันโดยการเชื่อมต่อแบบวงกลมในที่นี้เลือกใช้วงกลมขนาด 10 จุด ซึ่งหมายถึงพื้นที่ที่อยู่ห่างกันไม่เกิน 10 จุดจะถูกรวมเข้าเป็นพื้นที่เดียวกัน

3.2.19 การเพิ่มพื้นที่ภาพ เมื่อเชื่อมต่อพื้นที่เข้าด้วยกันแล้วจะมีการตรวจสอบอีกครั้งว่ามีจุดต่างของพื้นที่อยู่ในภาพหรือไม่ หากมีก็จะปรับแก้ให้กลายเป็นพื้นที่เดียวกันกับพื้นที่ที่อยู่โดยรอบ ดังภาพที่ 3-11 ภาพด้านซ้ายมีพื้นที่สีดำซึ่งถูกล้อมรอบด้วยพื้นที่สีขาว ภาพด้านขวาเป็นภาพหลังการเพิ่มพื้นที่ภาพสังเกตพื้นที่สีดำที่ถูกล้อมรอบด้วยพื้นที่สีขาวก่อนหน้านี้นี้หายไป



ภาพที่ 3-11 ลักษณะการเพิ่มพื้นที่ภาพโดยใช้พื้นที่สีขาวเป็นเกณฑ์

3.2.20 การหาคำแหน่ง สามารถหาคำแหน่งของวัตถุได้โดยการระบุระยะและขอบเขตของพื้นที่ภาพจากภาพที่ได้มาในขั้นตอนที่ 3.2.19 ซึ่งพื้นที่ที่เป็นสีขาวจะถูกระบุตำแหน่งว่าเป็นตำแหน่งของวัตถุ จากนั้นก็จะระบุระยะตามแนวแกนทั้งระยะอ้างอิงเริ่มต้นและระยะของพื้นที่ภาพออกมาเป็นชุดๆตามกลุ่มของภาพ

3.2.21 การเก็บค่าคุณลักษณะของพื้นที่ภาพ จากการหาคำแหน่งข้างต้นจากภาพ Foreground สามารถระบุตำแหน่งของวัตถุที่มีได้มากกว่า 1 ตำแหน่งดังนั้นการจัดเก็บก็จะต้องจัดเก็บเป็นชุดๆ ตามแต่ละกลุ่มของข้อมูลในที่นี้มีการจัดเก็บข้อมูลออกมาในลักษณะเซลล์หรือการเรียงกันของกลุ่มข้อมูลเป็นชุดๆ แบบเมตริกขนาด 1 มิติ

3.2.22 วาดกรอบภาพรอบๆวัตถุ นำข้อมูลระยะอ้างอิงตามแนวแกนและขนาดของพื้นที่มาระบุตำแหน่งการวาดกรอบล้อมรอบตำแหน่งของวัตถุที่วิเคราะห์ได้ตามขั้นตอนข้างต้น

3.2.23 แสดงผลออกมาในรูปแบบภาพสีในโหมด RGB จากนั้นย้อนกลับไปสู่ขั้นตอนแรกอีกครั้งจนกว่าจะสิ้นสุดการนำเข้าภาพวิดีโอ

3.3 การทดสอบระบบ

การทดสอบระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ โดยใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง โดยทำการทดสอบกับภาพวิดีโอที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงและที่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง โดยภาพวิดีโอเหล่านั้นเป็นภาพวิดีโอที่ได้จากการถ่ายด้วยกล้องที่ติดตั้งอยู่กับที่และไม่มีการเคลื่อนที่ของกล้องหรือ ขยับกล้องหรือ ย่อขยายภาพแต่อย่างใด และเป็นภาพสีโดยในแต่ละภาพจะมีจำนวนของวัตถุที่เคลื่อนไหวรวมกันไม่เกิน 10 วัตถุ ซึ่งมีทั้งแบบภายนอกอาคาร และภายในอาคารที่แตกต่างกัน และมีขนาดของภาพวิดีโอสองขนาดด้วยกันคือ ขนาด 320×240 และขนาด 160×120 ในการทดลองนี้ประกอบไปด้วยไฟล์วิดีโอจำนวน 14 ไฟล์ สามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังตารางที่ 3-1 ซึ่งเป็นวิดีโอทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

3.3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 3-1 รายการวิดีโอที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

ชื่อไฟล์วิดีโอ	ขนาด (pixel)	ลักษณะวิดีโอ	หมายเหตุ
av01.avi	320 × 240	ภายในอาคาร	วิดีโอโฆษณา
av03.avi	320 × 240	แอนิเมชัน	การ์ตูนฮิปโปร้องเพลง
dolby.avi	320 × 240	ภายในอาคาร	ตุ๊กตาไขลาน
mo2_stop.avi	320 × 240	แอนิเมชัน	วัตถุเคลื่อนไหวแล้วหยุด
mo2_test.avi	320 × 240	แอนิเมชัน	วัตถุเคลื่อนไหว 2 วัตถุ
nirut_road01.avi	320 × 240	ภายนอกอาคาร	รถแล่นผ่านหน้าบ้าน
nirut_road02.avi	320 × 240	ภายนอกอาคาร	รถแล่นผ่านหน้าบ้าน
nirut_room.avi	320 × 240	ภายในอาคาร	กิจกรรมในห้อง
nirut_shop.avi	320 × 240	ภายในอาคาร	เดินสำรวจร้าน
car.avi	160 × 120	ภายนอกอาคาร	กล้องตรวจสอบสภาพการจราจร
men.avi	160 × 120	ภายในอาคาร	เดินผ่านหน้ากล้องทดสอบ
nirut_road01_2.avi	160 × 120	ภายนอกอาคาร	รถแล่นผ่านหน้าบ้าน

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

ชื่อไฟล์วิดีโอ	ขนาด (pixel)	ลักษณะวิดีโอ	หมายเหตุ
nirut_road02_2.avi	160 × 120	ภายนอกอาคาร	รถแล่นผ่านหน้าบ้าน
nirut_room_2.avi	160 × 120	ภายในอาคาร	กิจกรรมในห้อง
nirut_shop_2.avi	160 × 120	ภายในอาคาร	เดินสำรวจร้าน
nirut_walking_2.avi	160 × 120	ภายนอกอาคาร	เดินผ่านหน้ากล้อง

3.3.2 วิธีการทดลอง ในการทดลองครั้งนี้แยกออกเป็น 4 แบบด้วยกันมีดังนี้

- ก. แบบธรรมดา คือไม่มีการปรับเปลี่ยนสภาพของแสงในภาพวิดีโอ
- ข. แบบ B-TO-D คือมีการปรับค่าความสว่างของแสงในภาพจากสว่างให้มีลดลง
- ค. แบบ D-TO-B คือมีการปรับค่าความสว่างของแสงในภาพจากมืดให้สว่างขึ้น
- ง. แบบรวม คือการรวมเอาวิธีการทั้ง 3 แบบเข้าไว้ด้วยกัน

โดยนำภาพวิดีโอจากตารางที่ 3-1 มาอย่างละ 100 ภาพสังเกตและบันทึกจำนวนวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวในภาพวิดีโอทั้งหมดในช่วง 1 ถึง 100 ภาพที่นำมาทดสอบ ขั้นตอนต่อมานำภาพวิดีโอที่เตรียมไว้มาผ่านกระบวนการต่างๆ ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ แต่เมื่อมาถึงขั้นตอนการปรับค่าความสว่างของภาพ (Images Adjustment by Statistic) ให้ภาพวิดีโอทั้งหมดผ่านเพียงกระบวนการปรับค่าความสว่างแบบใดแบบหนึ่งเท่านั้น เมื่อทำการทดลองจนถึงที่สุดกระบวนการทั้งหมดให้บันทึกผลการตรวจจับวัตถุที่ได้จากการทดลอง ทำการทดลองซ้ำอีกครั้งโดยเปลี่ยนรูปแบบของการปรับค่าความสว่างของแสงในภาพดังแสดงไว้ข้างต้นจนครบทั้ง 4 แบบ สรุปและวิเคราะห์ผลที่ได้

3.3.3 การวัดผลการทดลอง การวัดผลเพื่อหาประสิทธิภาพในการทำงานของระบบสามารถทำได้ โดยระบุจำนวนของวัตถุที่เคลื่อนไหวที่ระบบสามารถตรวจจับได้ เปรียบเทียบกับจำนวนของวัตถุที่มีอยู่จริง เพื่อหาจำนวนวัตถุที่เคลื่อนไหวที่ระบบไม่สามารถตรวจจับได้หรือเกิดการผิดพลาดขึ้นในการระบุตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนไหวในสภาวะปกติ (ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง) และในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง ทีละวิดีโอ จากนั้นบันทึกผลแยกตามแต่ละวิดีโอ

แล้ววิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพวิดีโอ โดยสามารถหาได้จาก สูตร ต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง} = \frac{(\text{จำนวนวัตถุที่มีอยู่จริง} - \text{จำนวนวัตถุที่ตรวจจับผิดพลาด} \times 100)}{\text{จำนวนวัตถุที่มีอยู่จริง}}$$

จากสูตรการหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในที่นี้ให้วิเคราะห์ โดยแยกวิเคราะห์แต่ละวิธีและรวมทุกวิธี จากนั้นสรุปผลโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 70 %

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาทฤษฎี และพัฒนากระบวนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอโดยใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง ได้สร้างเครื่องมือ เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีออกมาในรูปแบบของโปรแกรมตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุที่พัฒนาขึ้นมาบน Matlab และได้ทดสอบกับวิดีโอทั้งแบบภายในอาคาร ภายนอกอาคาร และแอนิเมชัน โดยแบ่งผลการทดลองออกเป็นสองส่วนได้แก่

4.1 ผลการทดลองที่ได้จากการทำงานของ โปรแกรมในแต่ละขั้นตอน

4.2 ผลการทดลองที่ได้จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพแยกตามวิธีการ

4.1 ผลจากการทดลองที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมในแต่ละขั้นตอน

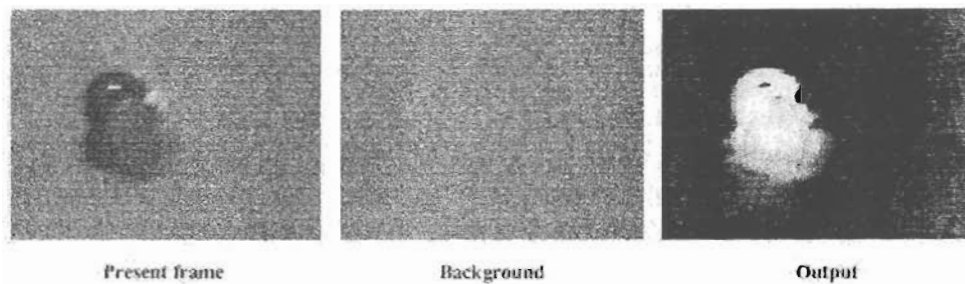
ผลการทดลองในขั้นตอนนี้ เป็นการอธิบายผลที่ได้จากการทำงานในแต่ละขั้นตอนของโปรแกรมซึ่งแสดงผลเรียงตามลำดับของบล็อกไดอะแกรมได้ดังนี้

4.1.1 การนำเข้าภาพวิดีโอและการอ่านข้อมูลภาพวิดีโอ ในการทดลองนี้ใช้ภาพวิดีโอที่เป็นภาพสีในการนำเข้ามาครั้งแรกและอ่านข้อมูลภาพครั้งละภาพดังแสดงในภาพที่ 4-1

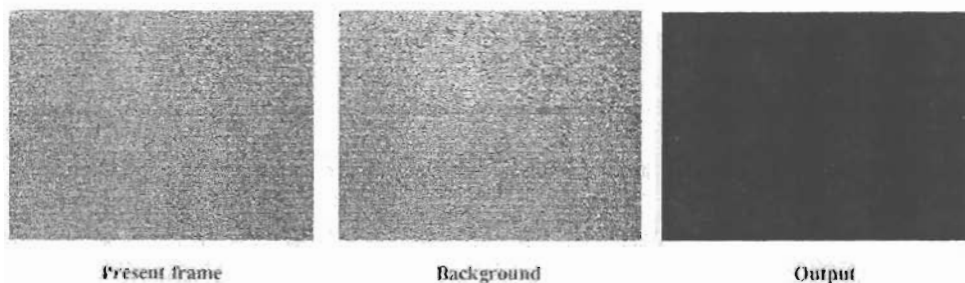


ภาพที่ 4-1 การนำเข้าภาพวิดีโอแบบครั้งละภาพ ในภาพแสดงภาพจากวิดีโอ car.avi ลำดับภาพที่ 1 ถึง 5

4.1.2 การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ จะเป็นการเปรียบเทียบภาพที่นำเข้ามาปัจจุบันกับภาพพื้นหลังและจัดเก็บข้อมูลเป็นกลุ่มๆ ดังที่แสดงในภาพที่ 4-2 และภาพที่ 4-3 โดยหากมีการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพเกิดขึ้นระบบจะแทนค่าผลลัพธ์เป็น 1 แต่หากไม่มีการเคลื่อนไหวหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นระบบจะแทนค่าเป็นค่า 0 เพื่อส่งค่าไปยังขั้นตอนต่อไป



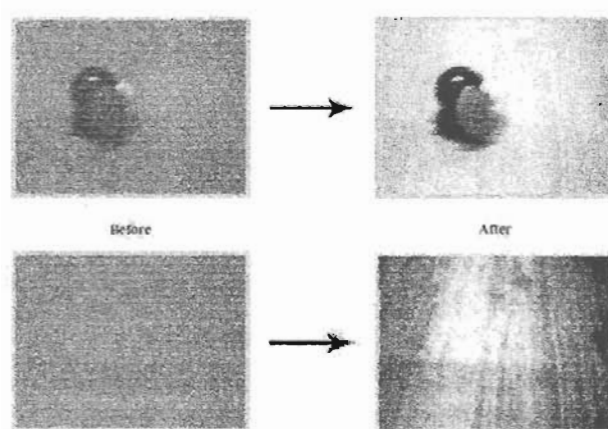
ภาพที่ 4-2 ผลจากการเปรียบเทียบภาพภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลังดังรูปมีความแตกต่างเกิดขึ้นแทนค่าเป็น 1



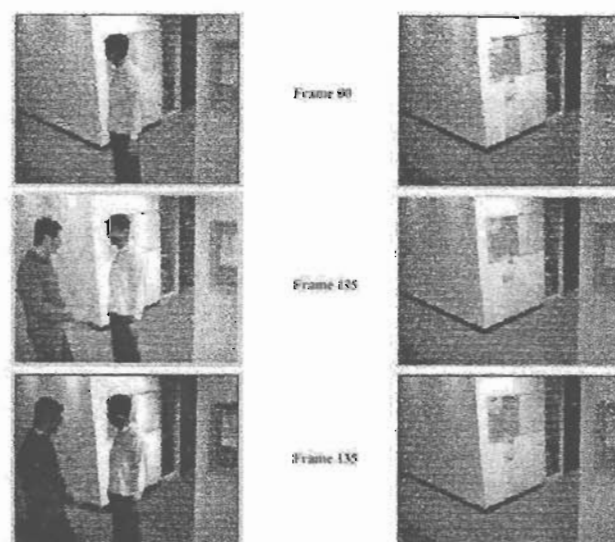
ภาพที่ 4-3 ผลจากการเปรียบเทียบภาพภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลังดังรูปไม่มีความแตกต่างเกิดขึ้นสังเกตจากรูปขาวสุดเป็นรูปสีดำสนิทจากนั้นแทนค่าเป็น 0

4.1.3 ขั้นตอนของการหาค่าทางสถิติ ในขั้นตอนนี้จะมีการปรับปรุงความสว่างของภาพก่อนที่จะหาค่าทางสถิติดังแสดงในภาพที่ 4-4

4.1.4 ขั้นตอนการปรับค่าความสว่างของภาพ เมื่อค่าความสว่างของภาพเดิมมีค่าเปลี่ยนไประบบจะมีการปรับค่าความสว่างของแสงของภาพใหม่ เพื่อให้ภาพเดิมและภาพใหม่มีความสมดุลกันดังแสดงในภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-4 ผลจากการปรับค่าความสว่างของแสงของภาพ ซึ่งด้านซ้ายแสดงภาพต้นฉบับและด้านขวาแสดงภาพหลังผ่านการปรับค่าความสว่างของแสง



ภาพที่ 4-5 ผลจากการปรับค่าความสว่างของแสงของภาพจากกล้องวิดีโอ ซึ่งภาพซ้ายมือคือภาพปัจจุบันในลำดับภาพที่ 80 และ 135 แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของแสงภาพขวามือคือภาพพื้นหลังซึ่งจะมีการปรับเปลี่ยนไปเช่นกัน

4.1.5 ขั้นตอนการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอ ในขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการตรวจจับและระบุตำแหน่งของวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวซึ่งผลที่ออกมาแสดงดังภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-6 ผลของการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพตามลำดับ

4.2 ผลการทดลองที่ได้จากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ

ผลการทดลองแยกตามวิธีการที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 รูปแบบ

4.2.1 ผลการทดลองการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุแบบธรรมดาแสดงดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอด้วยวิธีการ

แบบธรรมดา

ชื่อไฟล์วิดีโอ	จำนวนภาพ	จำนวนวัตถุที่ เคลื่อนไหวในภาพ	วัตถุที่เคลื่อนไหวที่ ตรวจจับได้	ผิดพลาด
av01.avi	100	3	3	0
av03.avi	100	2	3	1
dolby.avi	100	2	2	0
mo2_stop.avi	100	1	1	0
mo2_test.avi	100	2	2	0
car.avi	100	10	10	0
men.avi	100	2	3	1
nirut_road01_2.avi	100	2	3	1
nirut_road02_2.avi	100	3	2	1
nirut_room_2.avi	100	1	1	0

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ชื่อไฟล์วิดีโอ	จำนวนภาพ	จำนวนวัตถุที่ เคลื่อนไหวในภาพ	วัตถุที่เคลื่อนไหวที่ ตรวจจับได้	ผิดพลาด
nirut_shop_2.avi	100	1	1	0
nirut_walking_2.avi	100	3	1	2

จากผลการทดลองในตารางที่ 4-1 สามารถระบุความผิดพลาดในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ทั้งหมด 6 วัตถุจากจำนวนวัตถุที่มีการเคลื่อนไหวทั้งหมด 32 วัตถุซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ ไฟล์ av03.avi มีผิดพลาด 1 เนื่องจากวัตถุมีขนาดใหญ่เกินไปเมื่อวัตถุมีการเคลื่อนไหวเพียงบางส่วนระบบจะระบุว่าส่วนนั้นมีการเคลื่อนไหวทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้น ต่อมาในไฟล์วิดีโอ men.avi จำนวนวัตถุที่ตรวจจับได้มีมากกว่าที่มีอยู่จริง เนื่องจากเป็นวิดีโอที่มีการเปลี่ยนแปลงของแสง โดยเปลี่ยนจากปกติเป็นสว่างมากขึ้นส่งผลให้บริเวณวัตถุที่มีสีพื้นใกล้เคียงกับสีของพื้นหลังอยู่แล้วเกิดการกลืนกันของสี ทำให้บริเวณที่เคยเป็นส่วนหนึ่งของวัตถุจะถูกระบุเป็นพื้นหลังส่งผลให้พื้นที่ส่วนที่เหลือถูกระบุว่าเป็นวัตถุอีกหนึ่งวัตถุปริมาณที่ตรวจจับได้จึงมากกว่าที่มีอยู่จริง ไฟล์ nirut_road02_2.avi ผลการตรวจจับที่ออกมามีปริมาณน้อยกว่าที่มีอยู่จริงเนื่องจากมี 1 วัตถุที่มีขนาดเล็กเกินไประบบจึงไม่สามารถตรวจจับได้ ไฟล์ nirut_walking_2.avi ผิดพลาด 2 วัตถุเนื่องจากทั้งสองวัตถุที่ไม่สามารถตรวจจับได้มีสีพื้นฐานที่ใกล้เคียงกับสีของภาพพื้นหลัง โดยในงานวิจัยนี้จากผลการทดลองสามารถหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องได้ 81 %

4.2.2 ผลการทดลองการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุแบบ B-TO-D คือมีการปรับค่าความสว่างของแสงจากสว่างให้มีลดลง แสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอด้วยวิธีการ

แบบ B-TO-D

ชื่อไฟล์วิดีโอ	จำนวนภาพ	จำนวนวัตถุที่ เคลื่อนไหวในภาพ	วัตถุที่เคลื่อนไหวที่ ตรวจจับได้	ผิดพลาด
av01.avi	100	3	2	1
av03.avi	100	2	3	1
dolby.avi	100	2	4	2
mo2_stop.avi	100	1	0	1
mo2_test.avi	100	2	0	2
car.avi	100	10	10	0
men.avi	100	2	2	0
nirut_road01_2.avi	100	2	2	0
nirut_road02_2.avi	100	3	0	3
nirut_room_2.avi	100	1	1	0
nirut_shop_2.avi	100	1	1	0
nirut_walking_2.avi	100	3	1	2

ผลการทดลองที่ได้จากการทดลองด้วยวิธีนี้มีข้อผิดพลาดค่อนข้างเยอะ เนื่องจากเป็นวิธีการที่ใช้แก้ปัญหาเฉพาะด้าน โดยวิธีการนี้ใช้แก้ปัญหาคำที่ภาพวิดีโอมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างจากปกติเป็นสว่างมากขึ้น โดยวิธีการนี้ปรับความสว่างที่เพิ่มขึ้นให้มีลดลงใกล้เคียงกับสภาพปกติ ดังนั้นวิธีการนี้โดยปกติแล้วจะแก้ปัญหที่เกิดขึ้นกับไฟล์ men.avi ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามหลักการของวิธีนี้โดยเปรียบเทียบผลกับตารางที่ 4-1 พบว่าไฟล์นี้สามารถตรวจจับได้ถูกต้องซึ่งหมายถึงสามารถแก้ปัญหาได้ แต่เมื่อคิดเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจากการทดลองกับวิดีโอที่มีการเปลี่ยนแปลงชนิดอื่นรวมอยู่ด้วยดังตารางที่ 4-2 ได้เพียง 62 % เท่านั้น

4.2.3 ผลการทดลองการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุแบบ D-TO-B ก็มีการปรับค่าความสว่างของแสงจากมืดให้สว่างขึ้น แสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอด้วยวิธีการ

แบบ D-TO-B

ชื่อไฟล์วิดีโอ	จำนวนภาพ	จำนวนวัตถุที่ เคลื่อนไหวในภาพ	วัตถุที่เคลื่อนไหวที่ ตรวจจับได้	ผิดพลาด
av01.avi	100	3	3	0
av03.avi	100	2	3	1
dolby.avi	100	2	0	2
mo2_stop.avi	100	1	0	1
mo2_test.avi	100	2	0	2
car.avi	100	10	10	0
men.avi	100	2	3	1
nirut_road01_2.avi	100	2	2	0
nirut_road02_2.avi	100	3	2	1
nirut_room_2.avi	100	1	2	1
nirut_shop_2.avi	100	1	1	0
nirut_walking_2.avi	100	3	2	1

การทดลองด้วยวิธีการ D-TO-B เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาเฉพาะด้านเช่นเดียวกันกับวิธีการ B-TO-D โดยวิธีการนี้จะแก้ปัญหาที่เกิดจากการที่ภาพมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างจากปกติเป็นมืดลงระบบจะปรับความสว่างของภาพที่มีคให้สว่างมากขึ้นใกล้เคียงกับภาพปกติ ดังเช่นในวิดีโอ car.avi ภาพจะมีลักษณะมีการเปลี่ยนแปลงจากปกติเป็นมืดลงหากใช้วิธีการปกติเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นขอบเขตของวัตถุจะไม่ถูกต้องคือ จะขยายไปทับกับพื้นที่ของวัตถุใกล้เคียง แต่เมื่อผ่านวิธีการนี้ขอบเขตของวัตถุจะคงที่ไม่ทับกับพื้นที่ของวัตถุใกล้เคียง ทำให้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ถูกต้องและสามารถแก้ปัญหาได้ แต่เมื่อนำมาทดลองร่วมกับไฟล์วิดีโออื่นๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบอื่นด้วยได้เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องเพียง 69 % เท่านั้น

4.2.4 ผลการทดลองการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุแบบรวมคือรวมทั้ง 3 กระบวนการเข้าด้วยกัน แสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพจากกล้องวิดีโอด้วยวิธีการแบบรวม

ชื่อไฟล์วิดีโอ	จำนวนภาพ	จำนวนวัตถุที่เคลื่อนไหวในภาพ	วัตถุที่เคลื่อนไหวที่ตรวจจับได้	ผิดพลาด
av01.avi	100	3	3	0
av03.avi	100	2	3	1
dolby.avi	100	2	2	0
mo2_stop.avi	100	1	1	0
mo2_test.avi	100	2	2	0
car.avi	100	10	10	0
men.avi	100	2	2	0
nirut_road01_2.avi	100	2	2	0
nirut_road02_2.avi	100	3	2	1
nirut_room_2.avi	100	1	2	1
nirut_shop_2.avi	100	1	1	0
nirut_walking_2.avi	100	3	3	0

ผลการทดลองด้วยวิธีการนี้ ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้พัฒนาเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้ได้ผลการทดลองออกมาดีที่สุดเนื่องจากการรวมข้อดีและวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ เข้าไว้ด้วยกันจากนั้นเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งวิธีการนี้มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 91 % แต่ยังมีข้อผิดพลาดบางประการ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากผลการทดลองในตารางที่ 4-4 ในไฟล์วิดีโอ av03.avi มีผิดพลาด 1 วัตถุเนื่องจากวัตถุมีขนาดใหญ่เกินไปดังได้อธิบายไว้ในสรุปผลการทดลองของตารางที่

4-1 และในไฟล์วิดีโอ nirut_road02_2.avi และ nirut_room_2.avi ที่วัตถุมีขนาดเล็กเกินไปทำให้ระบบไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นได้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอ อันมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง ซึ่งส่งผลให้ระบบไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงเกิดขึ้น เนื่องจากในขั้นตอนของการแยกภาพวัตถุออกจากภาพที่เป็นพื้นหลังได้ใช้วิธีการหาความแตกต่างระหว่างภาพพื้นหลังกับภาพปัจจุบันเพื่อหาความแตกต่างระหว่างภาพทั้งสอง ซึ่งบริเวณที่มีความแตกต่างกันจะถูกระบุว่าเป็นตำแหน่งที่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุเกิดขึ้น ดังนั้นตำแหน่งที่ระบุลงไปว่าเป็นจุดที่มีการเคลื่อนไหวของวัตถุอาจไม่ใช่ตำแหน่งที่แท้จริงที่วัตถุกำลังมีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนไหวอยู่ในขณะนั้น หรือตำแหน่งที่ระบุไปอาจมีพื้นที่กว้างเกินขนาดของวัตถุในภาพมาก ด้วยปัญหาต่างๆ เหล่านี้ส่งผลกระทบต่อระบบรักษาความปลอดภัยเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาขั้นตอนและวิธีการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ โดยวิธีการที่พัฒนาขึ้นได้นำสถิติเข้ามาช่วยในการระบุการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง และช่วยในการปรับความสว่างของภาพให้ใกล้เคียงกับสภาวะปกติของภาพวิดีโอชุดนั้นอีกด้วย ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำ 3 วิธีการมาพัฒนาร่วมกัน ได้แก่

ก. กระบวนการตรวจจับวัตถุแบบ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพหรือแบบธรรมดา

ข. กระบวนการตรวจจับวัตถุแบบ มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพสว่างมากให้มีลดลง

ค. กระบวนการตรวจจับวัตถุแบบ มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพมืดให้มีความสว่างเพิ่มขึ้น โดยในขั้นตอนการทดลองจะทำการทดลองแยกแต่ละวิธีการและแบบรวมทั้งสามวิธีการเข้าด้วยกัน จากนั้นสังเกตและบันทึกผลการทดลอง โดยพิจารณาผลการทดลองจากความถูกต้องในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุ แสดงผลออกมาในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์

ความถูกต้องได้ดังนี้ วิธีการแบบ ก) มีความถูกต้อง 81 % วิธีการ ข) มีความถูกต้อง 62 % และวิธีการ ค) มีความถูกต้อง 69 % และเมื่อนำทั้งสามวิธีการมารวมกันผลการทดลองที่ได้มีความถูกต้องถึง 91 % และสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้อย่างถูกต้องแม้มีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงเกิดขึ้น

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัยเป็นหัวข้อย่อยๆ ดังต่อไปนี้

5.2.1 กระบวนการตรวจจับวัตถุแบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพ ในขั้นตอนนี้ได้นำวิดีโอมาทดสอบจำนวน 12 ไฟล์ได้ผลการตรวจจับวัตถุเป็นที่น่าพอใจ และสามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพวิดีโอได้ถูกต้องถึง 81 เปอร์เซนต์ แต่เมื่อสังเกตจากผลการทดลองสามารถเห็นได้ว่า ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจจับวัตถุได้มากกว่าที่มีอยู่จริง และความผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ไม่ครบตามจำนวน ที่มีอยู่จริงสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

5.2.1.1 ความผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจจับวัตถุได้มากกว่าที่มีอยู่จริง สาเหตุสำคัญเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงเป็นเวลานานเช่น ไฟล์วิดีโอ men.avi แสงที่สว่างจ้าขึ้นมาเป็นเวลานานทำให้สีของวัตถุและภาพพื้นหลังเปลี่ยนไป ทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนการแยกวัตถุออกจากภาพพื้นหลังคือ สีส่วนใดของวัตถุที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจนกลืนเข้ากับสีของภาพพื้นหลังระบบจะมองบริเวณนั้นเป็นส่วนหนึ่งของภาพพื้นหลัง ทำให้ส่วนที่เหลือก็จะถูกระบุเป็นวัตถุชิ้นใหม่ ซึ่งมีจำนวนมากขึ้น อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหานี้คือการตรวจจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่เช่นในไฟล์วิดีโอ av03.avi หากวัตถุขนาดใหญ่เคลื่อนที่เพียงส่วนใดส่วนหนึ่งอีกส่วนหนึ่งอยู่นิ่งเช่น แขน หรือ ขา ระบบจะระบุส่วนนั้นเป็นวัตถุอีกชิ้นหนึ่งทำให้มีจำนวนเพิ่มขึ้นอีก

5.2.1.2 ความผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ไม่ครบตามจำนวนที่มีอยู่จริง สาเหตุหลักๆ มาจากวัตถุมีขนาดเล็กเกินไปและสีของวัตถุกลืนกับสีของพื้นหลังเช่น ในไฟล์วิดีโอ nirut_road02_2.avi ภาพของวัตถุที่เป็นรถจักรยานยนต์มีขนาดเล็กเกินกว่าค่าที่กำหนดคือต้องมีขนาดของพื้นที่ไม่น้อยกว่า 100 จุด ดังนั้นจึงไม่สามารถตรวจจับการ

เคลื่อนไหวของวัตถุนั้นได้ ในกรณีที่ 2 ตัวอย่างเช่น ในไฟล์วิดีโอ nirut_walking_2.avi ภาพของรถจักรยานยนต์มีขนาดเล็กเกินไปและสีของรถยนต์คันที่ 2 กลืนกับสีของพื้นหลังจึงไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้

นอกจากทั้งสองสาเหตุข้างต้นแล้ว ยังมีปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงอีกด้วย คือในช่วงไหนที่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงแบบทันทีทันใด ระบบจะไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้

5.2.2 กระบวนการตรวจจับวัตถุแบบมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพสว่างมากให้มีคดลง ด้วยวิธีการนี้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ถูกต้อง 62 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นแต่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในวิธีการที่ 1 ได้เช่นในไฟล์วิดีโอ men.avi วิธีนี้สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพได้อย่างถูกต้อง แต่ยังมีผลพลตกที่เกิดขึ้นในการทดลองจำนวนมากเช่น ไฟล์วิดีโอ dolby.avi และ nirut_road02_2.avi ซึ่งไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้ ปัญหาที่เกิดในวิธีการนี้ส่วนใหญ่มาจากเมื่อมีการปรับสภาพความสว่างของภาพให้น้อยลงสีของวัตถุจะกลืนกับสีของพื้นหลังมากขึ้นทำให้วัตถุถูกระบุให้เป็นส่วนหนึ่งของภาพพื้นหลัง และปัญหาอีกประเด็นก็คือ ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของสีแบบทันทีทันใดจากสว่างเป็นมืดวิธีการนี้จะมองวัตถุที่เคลื่อนไหวอยู่ในขณะนั้นเป็นส่วนหนึ่งของภาพพื้นหลัง ทำให้การติดตามการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุขาดหายไป

5.2.3 กระบวนการตรวจจับวัตถุแบบมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพมืดให้มีความสว่างเพิ่มขึ้น วิธีการนี้สามารถตรวจจับวัตถุได้ถูกต้อง 69 เปอร์เซ็นต์สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในวิธีการที่สองได้เพียงบางส่วนเท่านั้น สังเกตจากผลการทดลองกับไฟล์วิดีโอ nirut_road02_2.avi และ nirut_walking_2.avi ที่มีผลการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุได้ถูกต้องเพิ่มมากขึ้น และสามารถแก้ปัญหาการคลาดจากวัตถุที่กำลังติดตามอยู่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของสีและแสงจากสว่างเป็นมืดลงอย่างทันทีทันใดได้ดังในไฟล์วิดีโอ car.avi แต่ปัญหาที่ยังคงอยู่คือในไฟล์วิดีโอ dolby.avi ,mo2_stop.avi และ mo2_test.avi ที่ไม่สามารถตรวจจับวัตถุได้เลย จากผลการทดลองที่ผ่านมาสังเกตได้ว่าหากมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพให้สว่างมากไปหรือมืดมากไปทำให้ไม่สามารถที่จะตรวจจับการเคลื่อนที่ของวัตถุและไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนของวัตถุได้

5.2.4 แบบรวมกระบวนการทั้ง 3 รูปแบบเข้าด้วยกัน วิธีการนี้สามารถตรวจจับวัตถุได้ถูกต้อง 91 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ดีที่สุดในที่กล่าวมา เนื่องจากการรวมเอาข้อดีของแต่ละวิธีการมารวมกันและเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ แต่ข้อผิดพลาดที่ยังมีอยู่สามารถแบ่งออกเป็น 2 กรณีด้วยกันคือ ข้อผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุที่มีขนาดใหญ่ดังที่อธิบายไว้ในวิธีการที่ 1 และข้อผิดพลาดที่เกิดจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุที่มีขนาดเล็กกว่า 100 จุด ดังผลการทดลองของไฟล์วิดีโอ nirut_road02_2.avi ซึ่งการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพวิดีโอมีผิดพลาด 1 วัตถุ คือการตรวจจับการเคลื่อนไหวของรถจักรยานยนต์ซึ่งมีพื้นที่เล็กกว่าที่กำหนด

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากข้อสรุปและบทอภิปรายผลการทดลอง งานวิจัยนี้จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้มีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยสามารถปรับปรุงและพัฒนาส่วนต่างๆ ต่อไปดังนี้

5.3.1 พัฒนาระบบการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอให้มีความรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้นครอบคลุมทั้งระบบภายในและภายนอกอาคาร โดยการลดขั้นตอนในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุให้น้อยลงหรือใช้การกรองภาพที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อลดปริมาณวัตถุที่ต้องวิเคราะห์ให้น้อยลงและสามารถวิเคราะห์ได้แม่นยำมากขึ้น

5.3.2 ปรับปรุงและพัฒนาระบบการเลือกวิธีการปรับความสว่างของภาพให้มีความละเอียดและเหมาะสมกับภาพวิดีโอมากขึ้น โดยการเปลี่ยนตัวกลางในการวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการปรับความสว่างของภาพใหม่ เช่น การใช้ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นตัวแบ่งแยกหรือใช้ค่าความแปรปรวนของสีมาเป็นตัวกลางในการวิเคราะห์เลือกวิธีการปรับความสว่างของภาพ

5.3.3 พัฒนารูปการปรับความสว่างของภาพจากกล้องวิดีโอให้รวดเร็ว และเหมาะสมมากขึ้น

5.3.4 พัฒนารูปการแยกภาพพื้นหลังออกจากภาพต้นฉบับ ให้สามารถแยกได้แม้สีพื้นมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโหมดสีที่ใช้ในกระบวนการใหม่จากเดิมใช้ RGB สามารถเปลี่ยนไปใช้ HSV หรือ YCrCb แทน

เอกสารอ้างอิง

1. M.Xu and T.Ellis **Illumination-Invariant Motion Detection Using Color Mixture Models** .City University,London EC1V0HB, 2003.
2. J.A.Marchant **Shadow invariant classification for scene illumination by day light** .J.Opt.Soc of Am, 2000.
3. Y.Raja **Segmentation and Tracking using color mixture model** , In.Proc .Asian Conf on Computer Vision, 1998.
4. S.J. McKenna **Tracking color object using adaptive mixture model** .University of Dundee Department of Applied Computing : Image and Vision Computing 17(1999) 225-231.
5. P.Smit and T.Drummond **Segmentation of Multiple Motion by Edge Tracking between two frames** .University of CamBridge CB2 1PZ, UK Department of Engineering : BMVC, 2000.
6. D.Toth and T.Aach **Detection and Recognition of moving objects using statistical motion detection and Fourier Descriptors** .Institute for Signal Processing,University of Luebeck,Germany : ICIAP, 2003.
7. D.Toth ,T.Aach and V.Metzler **Bayesian Spatio-Temporal Motion Detection under Varying Illumination** .Institute for Signal Processing,Medical University of Luebeck,Germany, 2000.
8. R.Cucchiara and C.Grana **Detecting Moving Objects,Ghosts and Shadowns in Video Streams** .IEEE Transaction on pattern analysis and machine Intelligence, 2003.
9. C.Stuffer and W.E.L.Grimson **Adaptive Background Mixture Models for Real-Time Tracking** .Proc. IEEE Int'l Conf,Computer Vision and Pattern Recognition,1999.

ภาคผนวก ก
สถิติและการคำนวณ

สถิติที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

สถิติที่ใช้ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (STD) ซึ่งใช้ในการหาค่าความเข้มของสีโดยเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของสี ซึ่งนำไปใช้ในการตัดสินใจเลือกวิธีการที่จะปรับปรุงความสว่างของภาพทั้งภาพปัจจุบันและภาพพื้นหลัง ก่อนการวิเคราะห์หาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนไหว ซึ่งมีวิธีการหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เป็นการนำข้อมูลทุกค่ามารวมกัน ในที่นี้เป็นนำค่าความเข้มของสีมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด ค่าเฉลี่ยสามารถคำนวณหาได้ 2 รูปแบบด้วยกันคือ

i.1 ข้อมูลที่ไม่ได้จัดกลุ่ม จากข้อมูลที่รวบรวมได้จำนวน N ข้อมูล กำหนดให้ค่าข้อมูลแต่ละหน่วยแทนด้วย $x_1, x_2, \dots, x_N$ แล้ว

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (ก-1)$$

i.2 ข้อมูลที่จัดกลุ่มแล้ว มักเป็นกรณีที่มีข้อมูลเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะมีการจัดข้อมูลออกเป็นช่วงๆ เหมือนการสร้างตารางแจกแจงความถี่ กำหนดให้

K แทนจำนวนชั้นในตารางแจกแจงความถี่

X_i แทนค่ากึ่งกลางของชั้นที่ i

f_i แทนความถี่ของชั้นที่ i

N แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^K x_i f_i}{N} \quad (ก-2)$$

2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือค่าของรากที่สองของความแปรปรวน หมายถึง ค่าเฉลี่ยความแตกต่างกำลังสองระหว่างข้อมูลแต่ละค่ากับค่าเฉลี่ย นั่นก็คือค่าความแตกต่างระหว่างค่าความเข้มสีแต่ละตัวกับค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มสีทั้งหมด

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (ก-3)$$

การกำหนดกลุ่มของข้อมูลและการระบุตำแหน่ง

ในที่นี้กำหนดจากข้อมูล 2 สิ่งด้วยกันคือ กำหนดจากขนาดพื้นที่ กำหนดจากขอบเขตของพื้นที่ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

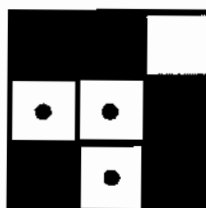
การกำหนดกลุ่มของข้อมูลในขั้นตอนแรก หาจำนวนจุดที่มีอยู่จริงในพื้นที่ที่เป็นสีขาวที่ได้จากภาพขาวดำโดยกำหนดให้กลุ่มของข้อมูลที่อยู่ติดกัน และมีค่าเหมือนกันเป็นกลุ่มเดียวกันซึ่งสามารถแยกกลุ่มได้โดยการกำหนดคลาเบลให้กับกลุ่มดังภาพที่ ก-1

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0	0	0

ภาพที่ ก-1 แสดงค่าเมตริกตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ

โดยแบ่งออกเป็นสองแบบคือ แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน และแบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน อธิบายได้ดังนี้

แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน เมื่อมองแต่ละจุดที่อยู่ติดกันในทิศทางด้าน บน ล่าง ซ้าย และขวาดังภาพที่ ก-1 จะถูกกำหนดเป็นกลุ่มเดียวกัน นอกนั้นจะกลายเป็นกลุ่มถัดไป



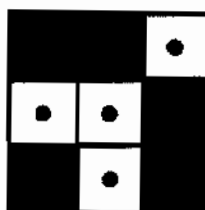
ภาพที่ ก-2 แสดงลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 4 ด้าน

เมื่อพิจารณาถึงเมตริกคั่งตัวอย่างภาพที่ ก-1 สามารถเขียนใหม่ได้เป็นดังภาพที่ ก-3 แสดงเป็นเมตริกได้ดังนี้

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	0	0	3	0
1	1	1	0	0	0	3	0
1	1	1	0	0	0	3	0
1	1	1	0	0	3	3	0
1	1	1	0	0	0	0	0

ภาพที่ ก-3 แสดงค่าเมตริกตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 4 ด้าน

แบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน เมื่อมองแต่ละจุด แล้วจุดที่อยู่ติดกันในทิศทางด้าน บน บนซ้าย บนขวา ล่าง ล่างซ้าย ล่างขวา ซ้าย และขวาดังภาพที่ ก-2 จะถูกกำหนดเป็นกลุ่มเดียวกัน



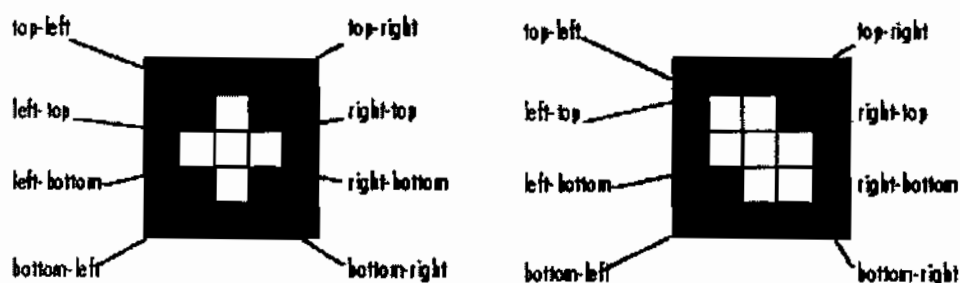
ภาพที่ ก-4 แสดงลักษณะของการเชื่อมต่อข้อมูลภาพในแต่ละ pixel แบบการเชื่อมต่อ 8 ด้าน

เมื่อพิจารณาถึงเมตริกดังกล่าวอย่างภาพที่ ก-1 สามารถเขียนใหม่ได้เป็นดังภาพที่ ก-5 แสดงเป็นเมตริกได้ดังนี้

1	1	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	2	2	0	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	0	2	0
1	1	1	0	0	2	2	0
1	1	1	0	0	0	0	0

ภาพที่ ก-5 แสดงค่าเมตริกตัวอย่างของภาพขาวดำที่มีการกระจายกันของข้อมูลเป็นกลุ่มๆ หลังมีการจัดกลุ่มของข้อมูลโดยใช้การเชื่อมต่อข้อมูลแบบ 8 ด้าน

หลังจากนั้นจะนับจำนวน จุดที่มีอยู่ในกลุ่มนั้นๆ และกำหนดเป็นขนาดของพื้นที่เฉพาะกลุ่ม ขั้นตอนถัดไปหาขอบเขตของกลุ่มข้อมูล เมื่อสามารถกำหนดกลุ่มของข้อมูลได้แล้วก็หาขอบเขตโดยอ้างอิงจากแนวแกนและกำหนดจุดเริ่มต้นของแนวแกนจากมุมบนด้านซ้าย จากนั้นหาจุดเริ่มต้นของกลุ่มข้อมูลดังแสดงในภาพที่ ก-3 แทนค่าด้วยตำแหน่งของแนวแกน (x,y) แล้วหาระยะสิ้นสุดของกลุ่มข้อมูลนั้น



ภาพที่ ก-6 แสดงการระบุตำแหน่งอ้างอิงของกลุ่มข้อมูลในภาพโดยอ้างอิงจากแนวแกน x และ y

จากนั้นนำตำแหน่งตามแนวแกนที่ได้ไปแทนค่าระบุลงบนภาพต้นฉบับเพื่อหาคุณลักษณะของภาพอย่างอื่นที่อยู่ในกลุ่มของข้อมูลชุดเดียวกัน

ภาคผนวก ข
รายละเอียดตัวอย่างโปรแกรม

รายละเอียดตัวอย่างโปรแกรม

โค้ดของโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ โดยแยกออกเป็น 4 ชุดด้วยกันได้แก่

- ก. การตรวจจับวัตถุแบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพหรือแบบธรรมดา
- ข. การตรวจจับวัตถุแบบมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพสว่างมากให้มืดลง
- ค. การตรวจจับวัตถุแบบมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพมืดให้มีความสว่างเพิ่มขึ้น
- ง. รวมทั้ง 3 รูปแบบเข้าด้วยกัน

1. การตรวจจับวัตถุแบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพหรือแบบธรรมดา

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               NORMAL METHOD                               %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clc;
clear all;
mov = aviread('video/nirut_road02_2.avi');
frames = {mov.cdata};
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%for i = 1:1:140
for i = 1:1:length(frames)
    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    Original = frames{i};
    I = double(rgb2gray(frames{i}));
    I2 = double(rgb2gray(frames{1}));
    IY = I/255;
    I2Y = I2/255;

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    %% Filter frame image %%
    I1fil = medfilt2(IY,[3 3]);
    I2fil = medfilt2(I2Y,[3 3]);
    I1filg = filter2(fspecial('gaussian'), I1fil);
    I2filg = filter2(fspecial('gaussian'), I2fil);

    %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
    %% Create image diff %%
    IS = imabsdiff(I2filg,I1filg);
    %IS = imadjust(IS);
    %IS = imadjust(IS,stretchlim(IS),[]);

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Create bw label %%
level = graythresh(IS);
BW = im2bw(IS,level);
%BW = im2bw(IS);
BW = medfilt2(BW,[3 3]);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Delete small object %%
Desmall = bwareaopen(BW,100);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Fill black hole %%
se = strel('disk',10);
closeBW = imclose(Desmall,se);
BW2 = imfill(closeBW,'holes');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Find position box %%
L2 = bwlabeln(BW2,8);
SA2 = regionprops(L2,'BoundingBox','FilledArea');
BA2 = {SA2.BoundingBox};
BA3 = [SA2.BoundingBox];
m = size(BA3);
n = m(2)/4;
BA4 = reshape(BA3,4,n);
S4 = size(BA4);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Show out put %%
axis image off
drawnow;
imshow(Original);title(sprintf('FRAME : %f,i));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Create boundingbox %%
for ii = 1:S4(2)
rectangle('Position',BA4(1:4,ii),'LineStyle','-','EdgeColor','g');
end
end

```

2. การตรวจจับวัตถุแบบมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพสว่างมากให้มืดลง

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               B-T-O-D METHOD                               %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clc;
clear all;
mov = aviread('video/car.avi');
frames = {mov.cdata};
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               %
%                               %
%                               %
for i = 1:1:100
%for i = 1:1:length(frames)
%                               %
%                               %
% Create frame image %
Original = frames{i};
I = double(rgb2gray(frames{i}));
I2 = double(rgb2gray(frames{1}));
IY = I/255;
I2Y = I2/255;
J = imadjust(IY,stretchlim(IY),[]);
J2 = imadjust(I2Y,stretchlim(I2Y),[]);
%                               %
%                               %
% Filter frame image %

ISfil = imabsdiff(J,J2);
levelfil = graythresh(ISfil);
Imean1 = mean2(J);
Imean2 = mean2(J2);
Istd = std2(J);
if Imean1 <= Imean2
    J3 = J;
    J4 = J2;
else
    J3 = brighten(J,-(Istd+levelfil));
    J4 = brighten(J2,abs(Istd-levelfil));
end
Imean3 = mean2(J3);
Imean4 = mean2(J4);
IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               %
%                               %
% Create image diff %
IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
%IS = imadjust(IS,stretchlim(IS),[]);

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Create bw label  %%
level = graythresh(IS);
BW = im2bw(IS,level);
%BW = im2bw(IS);
BW = medfilt2(BW,[3 3]);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Delete small object  %%
Desmall = bwareaopen(BW,100);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Fill black hole  %%
se = strel('disk',10);
closeBW = imclose(Desmall,se);
BW2 = imfill(closeBW,'holes');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Find position box  %%
L2 = bwlabeln(BW2,8);
SA2 = regionprops(L2,'BoundingBox','FilledArea');
BA2 = {SA2.BoundingBox};
BA3 = [SA2.BoundingBox];
m = size(BA3);
n = m(2)/4;
BA4 = reshape(BA3,4,n);
S4 = size(BA4);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Show out put  %%
axis image off
drawnow;
subplot(2,2,1),subimage(Original);title(sprintf('FRAME : %f,i));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Create boundingbox  %%
for ii = 1:S4(2)
rectangle('Position',BA4(1:4,ii),'LineStyle','-','EdgeColor','g','LineWidth',1);
end
subplot(2,2,2),subimage(J4);title(sprintf('M2 : %f M4 : %f',Imean2,Imean4));
subplot(2,2,3),subimage(J3);title(sprintf('M1 : %f M3 : %f',Imean1,Imean3));
subplot(2,2,4),subimage(L2);title(sprintf('STD : %f THRESHOLD :
%f,Istd,levelfil));

end

```

3. การตรวจจับวัตถุแบบมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างของภาพจากภาพมืดให้มีความสว่างเพิ่มขึ้น

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               D-TO-B METHOD                               %
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clc;
clear all;
mov = aviread('video/nirut_walking_2.avi');
frames = {mov.cdata};
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               %
%                               %
for i = 1:1:100
%for i = 1:1:length(frames)
%                               %
%                               % Create frame image %
Original = frames{i};
I = double(rgb2gray(frames{i}));
I2 = double(rgb2gray(frames{1}));
IY = I/255;
I2Y = I2/255;
J = imadjust(IY,stretchlim(IY),[]);
J2 = imadjust(I2Y,stretchlim(I2Y),[]);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               %
%                               % Filter frame image %
%                               %

ISfil = imabsdiff(J,J2);
levelfil = graythresh(ISfil);
Imean1 = mean2(J);
Imean2 = mean2(J2);
Istd = std2(J);
if Imean1 >= Imean2
    J3 = J;
    J4 = J2;
else
    J3 = brighten(J,(Istd+levelfil));
    J4 = brighten(J2,(Istd+levelfil));
end
Imean3 = mean2(J3);
Imean4 = mean2(J4);
IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                               %
%                               % Create image diff %
IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
%IS = imadjust(IS,stretchlim(IS),[]);

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Create bw label  %%
level = graythresh(I);
BW = im2bw(I,level);
BW = medfilt2(BW,[3 3]);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Delete small object  %%
Desmall = bwareaopen(BW,100);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Fill black hole  %%
se = strel('disk',10);
closeBW = imclose(Desmall,se);
BW2 = imfill(closeBW,'holes');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Find position box  %%
L2 = bwlabeln(BW2,8);
SA2 = regionprops(L2,'BoundingBox','FilledArea');
BA2 = {SA2.BoundingBox};
BA3 = [SA2.BoundingBox];
m = size(BA3);
n = m(2)/4;
BA4 = reshape(BA3,4,n);
S4 = size(BA4);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Show out put  %%
axis image off
drawnow;
subplot(2,2,1),subimage(Original);title(sprintf('FRAME : %f',i));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Create boundingbox  %%
for ii = 1:S4(2)
rectangle('Position',BA4(1:4,ii),'LineStyle','-','EdgeColor','g','LineWidth',1);
end
subplot(2,2,2),subimage(J4);title(sprintf('M2 : %f M4 : %f',Imean2,Imean4));
subplot(2,2,3),subimage(J3);title(sprintf('M1 : %f M3 : %f',Imean1,Imean3));
subplot(2,2,4),subimage(L2);title(sprintf('STD : %f THRESHOLD : %f',Istd,levelfil));

end

```


4. รวมทั้ง 3 รูปแบบเข้าด้วยกัน

```

%% Read AVI from file
clc;
clear all;
mov = aviread('video/nirut_walking_2.avi');
frames = {mov.cdata};
for i = 1:1:100
%for i = 1:length(frames)
    if i == 1
        fra = i;
    else if i == length(frames)
        fra = i;
    else
        fra = i-1;
    end
    end
    IC = frames{i};
    IC2 = frames{fra};
    ICS = imsubtract(IC2,IC);
    %ISfil = imabsdiff(I,I2);
    IS = imadjust(ICS,stretchlim(ICS),[]);
    IG = rgb2gray(IS);
    %thres01 = graythresh(IG);
    %BWC = im2bw(IG,thres01);
    BWC = im2bw(IG);
    BWC = medfilt2(BWC,[3 3]);
    DesmallC = bwareaopen(BWC,25);
    L2C = bwlabeln(DesmallC,8);
    %SA2M = regionprops(L2M,'BoundingBox');
    SAMC = regionprops(L2C,'Area');
    BAMC = {SAMC.Area};
    BA3M = [SAMC.Area];
    if isempty(BAMC)
        de = 0;
    else
        de = 1;
    end
    if de == 1
%% Create frame image
    Original = frames{i};
    I = double(rgb2gray(frames{i}));

```

```

I2 = double(rgb2gray(frames{1}));
IY = I/255;
I2Y = I2/255;
J = imadjust(IY,stretchlim(IY),[]);
J2 = imadjust(I2Y,stretchlim(I2Y),[]);
%%%%%%%%%%
%% Filter frame image %%
ISfil = imabsdiff(J,J2);
levelfil = graythresh(ISfil);
Imean1 = mean2(J);
Imean2 = mean2(J2);
Istd = std2(J);
CALTHR = Istd+levelfil;

if Imean1 <= Imean2
    if CALTHR >= 0.5
        if levelfil >= Istd
            mode = 'D-normal H';
            J3 = medfilt2(IY,[3 3]);
            J4 = medfilt2(I2Y,[3 3]);
            Imean3 = mean2(J3);
            Imean4 = mean2(J4);
            IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
            IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
            IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
            IS = imadjust(IS,stretchlim(IS),[]);
            BW = im2bw(IS);
        else
            mode = 'D-TO-B H';
            J3 = brighten(J,(Istd+levelfil));
            J4 = brighten(J2,(Istd+levelfil));
            Imean3 = mean2(J3);
            Imean4 = mean2(J4);
            IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
            IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
            IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
            IS = imadjust(IS,stretchlim(IS),[]);
            BW = im2bw(IS);
        end
    else
        if levelfil >= Istd
            mode = 'D-normal L';
            J3 = medfilt2(IY,[3 3]);
            J4 = medfilt2(I2Y,[3 3]);
            Imean3 = mean2(J3);
            Imean4 = mean2(J4);
            IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);

```

```

IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
IS = imadjust(IS,stretchlim(IS),[]);
BW = im2bw(IS);
else
    mode = 'D-TO-B L';
    J3 = brighten(J,(Istd+levelfil));
    J4 = brighten(J2,(Istd+levelfil));
    Imean3 = mean2(J3);
    Imean4 = mean2(J4);
    IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
    IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
    IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
    IS = imadjust(IS,stretchlim(IS),[]);
    BW = im2bw(IS);
end
end
else
    if CALTHR >= 0.5

        mode = 'B-TO-D H';
        J3 = brighten(J,-(Istd+levelfil));
        J4 = brighten(J2,abs(Istd-levelfil));
        Imean3 = mean2(J3);
        Imean4 = mean2(J4);
        IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
        IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
        IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
        %level = graythresh(IS);
        %BW = im2bw(IS,level);
        BW = im2bw(IS);
    else
        if levelfil >= Istd
            mode = 'B-normal L';
            J3 = medfilt2(IY,[3 3]);
            J4 = medfilt2(I2Y,[3 3]);
            Imean3 = mean2(J3);
            Imean4 = mean2(J4);
            IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
            IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
            IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
            level = graythresh(IS);
            BW = im2bw(IS,level);
        else
            mode = 'B-TO-D L';
            J3 = brighten(J,-(Istd+levelfil));
            J4 = brighten(J2,abs(Istd-levelfil));

```

```

        Imean3 = mean2(J3);
        Imean4 = mean2(J4);
        IJ3 = filter2(fspecial('gaussian'), J3);
        IJ4 = filter2(fspecial('gaussian'), J4);
        IS = imabsdiff(IJ3,IJ4);
        %level = graythresh(IS);
        %BW = im2bw(IS,level);
        BW = im2bw(IS);
    end
end
end
BW = medfilt2(BW,[3 3]);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Delete small object %%
Desmall = bwareaopen(BW,100);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Fill black hole %%
se = strel('disk',10);
closeBW = imclose(Desmall,se);
BW2 = imfill(closeBW,'holes');
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Find position box %%
L2 = bwlabeln(BW2,8);
SA2 = regionprops(L2,'BoundingBox','FilledArea');
BA2 = {SA2.BoundingBox};
BA3 = [SA2.BoundingBox];
m = size(BA3);
n = m(2)/4;
BA4 = reshape(BA3,4,n);
S4 = size(BA4);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Show out put %%
axis image off
drawnow;
subplot(2,2,1),subimage(Original);title(sprintf('FRAME : %d MODE :
%s',i,mode));
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% Create boundingbox %%
for ii = 1:S4(2)
    rectangle('Position',BA4(1:4,ii),'LineStyle','-','EdgeColor','g','LineWidth',1);
end
subplot(2,2,2),subimage(J4);title(sprintf('M2 : %f M4 : %f',Imean2,Imean4));
subplot(2,2,3),subimage(J3);title(sprintf('M1 : %f M3 : %f',Imean1,Imean3));
subplot(2,2,4),subimage(L2);title(sprintf('STD : %f THRESHOLD :
%f',Istd,level));
else
axis image off

```

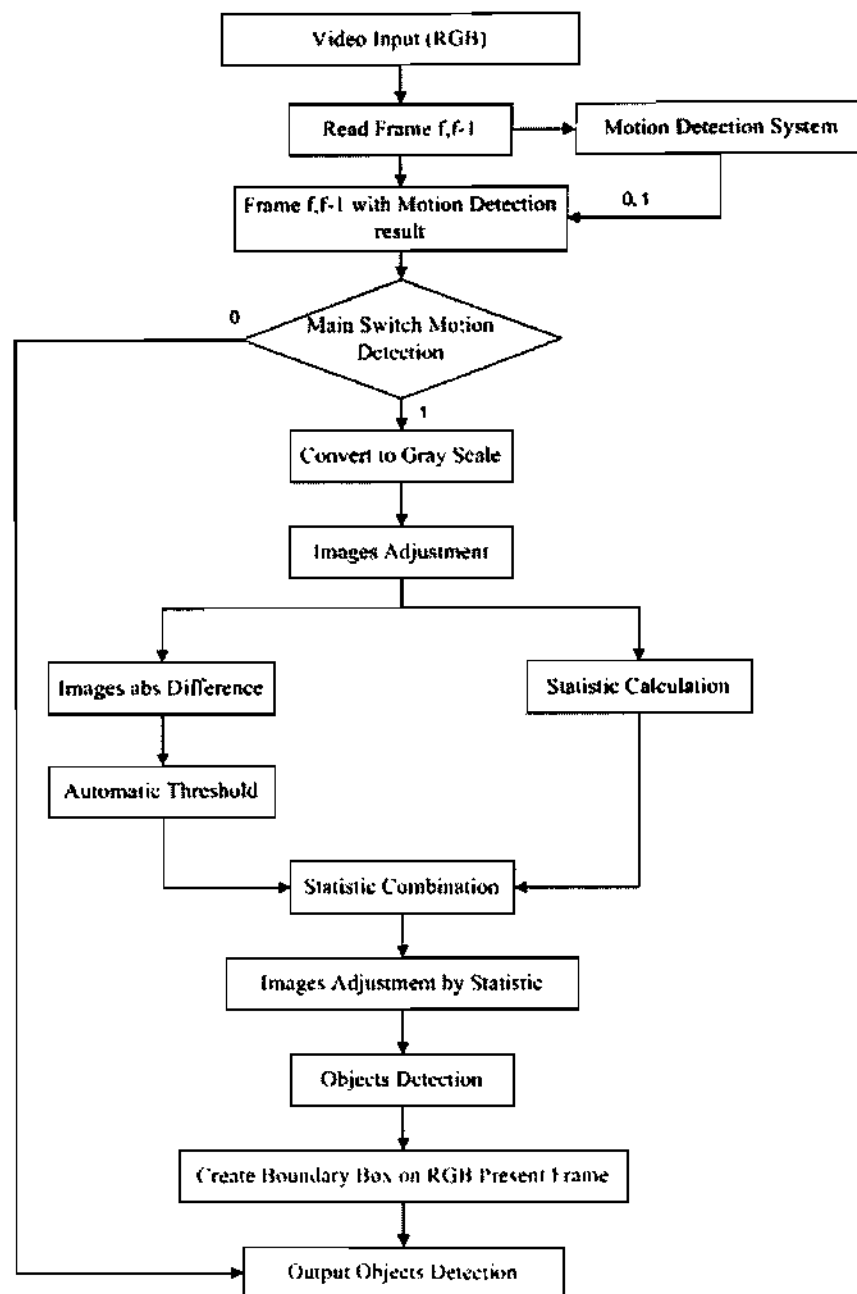
```
drawnow;  
subplot(2,2,1),subimage(IC);title(sprintf('FRAME : %d NO MOTION',i));  
subplot(2,2,2),subimage(IC2);title(sprintf('FRAME : %d NO MOTION',i));  
subplot(2,2,3),subimage(ICS);title(sprintf('FRAME : %d NO MOTION',i));  
subplot(2,2,4),subimage(L2C);title(sprintf('FRAME : %d NO MOTION',i));  
end  
  
end
```

ภาคผนวก ค
แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรม

แผนผังการทำงานของโปรแกรม

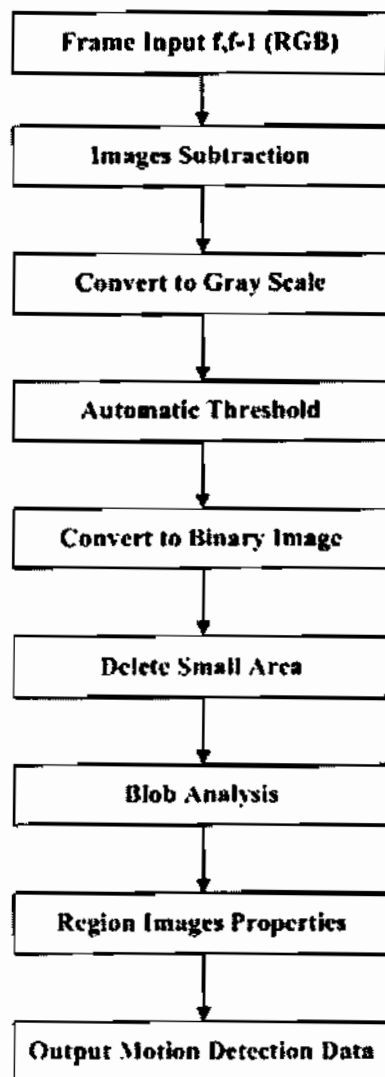
รายละเอียดแผนผังการทำงานของโปรแกรมและแยกตามขั้นตอนการทำงาน

Object Motion Detection on Image Frame Captured from Video Camera Using Statistic of Color and Illuminate Changing



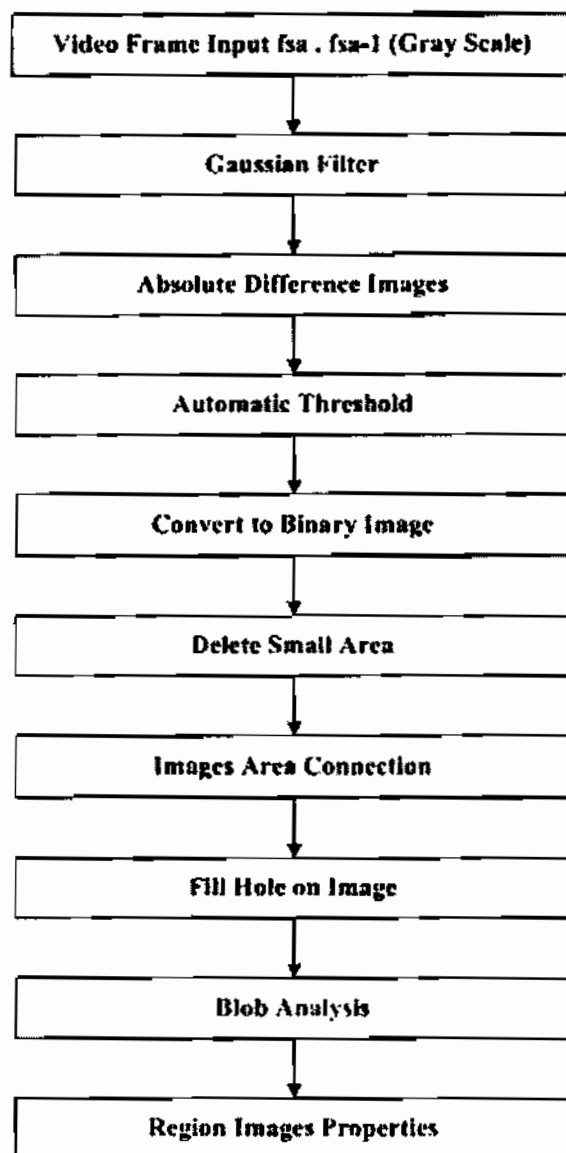
ภาพที่ ค-1 แสดงแผนผังขั้นตอนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอโดยใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง

Motion Detection System



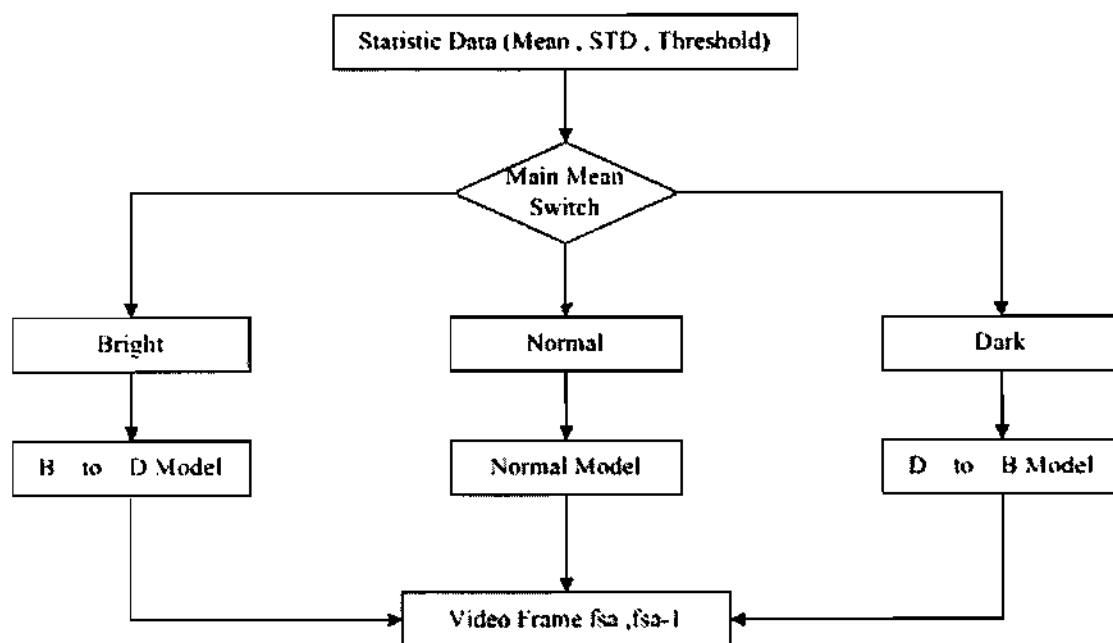
ภาพที่ ก-2 แสดงแผนผังขั้นตอนการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ

Object Detection



ภาพที่ ค-3 แสดงแผนผังขั้นตอนการตรวจจับและหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่ในภาพ

Images Adjustment by Statistic



ภาพที่ ก-4 แสดงแผนผังขั้นตอนการปรับความสว่างของภาพโดยใช้สถิติทั้ง 3 แบบ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : ว่าที่ร้อยตรีนิรุต ภูวิชิต

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพจากกล้องวิดีโอโดยใช้สถิติของการเปลี่ยนแปลงของสีและแสง

สาขาวิชา : เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

ประวัติ

ผู้ทำการวิจัยชื่อ ว่าที่ร้อยตรีนิรุต ภูวิชิต เกิดเมื่อวันที่ 7 ตุลาคม พ.ศ.2521 ณ จังหวัดกระบี่ อำเภออ่าวลึก ตำบลอ่าวลึกใต้

สำเร็จการศึกษา ระดับปริญญาตรีจาก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

อดีตเคยทำงานเป็นวิศวกรประจำโครงการของบริษัท NDC ประเทศไทยจำกัด และเป็นเจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมดูแลระบบคอมพิวเตอร์และฐานข้อมูลของบริษัท เลอติสคอร์ปอเรชันจำกัด ปัจจุบันประกอบอาชีพอิสระและทำธุรกิจส่วนตัว