อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

ระบบตรวจจับไฟไหม้

THE FIRE DETECTION SYSTEM

สิบตำรวจตรี สุฤเศษษฐ์ บัวผัน รหัสนิสิต51364842

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 24 มิ.ย. 2561
เลขทะเบียน 19220791
เลขเรียกหนังสือ ปร
ส๘๑๙ร
๒๕๕๗

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2558

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน 1

1.4 แผนการดำเนินงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 งบประมาณของโครงงาน 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและระบบงานปัจจุบัน

2.1 การประมวลผลภาพ 4

2.2 การประมาณผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing) 8

2.3 การสร้างภาพไบนารี การสร้าง ภาพไบนารีสามารถได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล 9

2.4 การเกิดเพลิงไหม้ 10

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ระบบสี (Color Model) 11

2.6 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction) 15

2.7 การสร้างดัชนีภาพ (Image Indexing) 15

2.8 การจับคู่ (Matching) 16

2.9 SIFT (Scale Invariant Feature Transform) 17

2.10 ส่วนประกอบของอัลกอริทึมในการหา SIFT Key point 17

2.11 การนำ SIFT ไปประยุกต์ใช้ในการรู้จากวัตถุ 17

2.12 OpenCV (Open Source Computer Vision Library) 17

2.13 การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพ (Morphological processing) 18

2.14 สี่เหลี่ยมในการปิดล้อมวัตถุ (Bounding Box) 18

2.15 เทคนิคที่ใช้ในการดำเนินงาน 19

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 22

บทที่ 4 การทำงานของระบบ 26

4.1 โครงสร้างของระบบ 26

4.2 การทดสอบระบบและกระประเมินผลการทำงาน 26

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 43

5.1 สรุปผลการดำเนินการ 43

5.2 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนา 43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.3 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข 43

5.4 แนวทางในการพัฒนา 44

5.5 ประยุกต์ใช้ผลงาน 45

เอกสารอ้างอิง 46

ภาคผนวก 48

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 51

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน 2

ตารางที่ 4.1 แสดง Confusion Matrix ในการคำนวนผลการทำนายไฟไหม้ 27

ตารางที่ 4.2 ระดับ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบ 41

ตารางที่ 4.3 ที่มาของไฟล์ VDO ทดสอบ 42

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 การแปลงสัญญาณภาพ 4

รูปที่ 2.2 การประมวลผลภาพดิจิตอล 5

รูปที่ 2.3 การประมวลผลภาพดิจิตอลโดยนักวิทยาศาสตร์ส่งข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก 6

รูปที่ 2.4 การประมวลผลภาพดิจิตอลโดยถูกนำไปใช้ในวงการอวกาศโดย NASA 6

รูปที่ 2.5 การประมวลภาพ MRI 7

รูปที่ 2.6 การประมวลภาพ GEOS 7

รูปที่ 2.7 การประมวลภาพในภาคอุตสาหกรรม 7

รูปที่ 2.8 การประมวลภาพในการวิเคราะห์ลายมือ 8

รูปที่ 2.9 ระบบสี (Color Model) 12

รูปที่ 2.10 ระบบสี RGB 12

รูปที่ 2. 11ระบบสี CMYK 13

รูปที่ 2.12 ระบบสี HSB 14

รูปที่ 2.15 ระบบสี Lab 14

รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการทำงานของ Algorithm ที่ใช้ในการตรวจสอบไฟไหม้ 22

รูปที่ 3.2 แสดงการวาง Emgu.CV ImageBox 23

รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างไฟล์ของโครงงาน VideoSurveilance 24

รูปที่ 3.4 แสดงการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# 24

รูปที่ 3.5 แสดงผลเมื่อทำการรันทดสอบระบบ 25

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 4.1 Christmastree.avi 27

รูปที่ 4.2 Kitchen Fire Demo.flv.avi 28

รูปที่ 4.3 Living Room Fires.avi 29

รูปที่ 4.4 Bedroom Fire Test.avi 30

รูปที่ 4.5 Water Mist Fire Demonstration.avi 30

รูปที่ 4.6 Your Office Fire.avi 31

รูปที่ 4.7 Fire On Office.avi 32

รูปที่ 4.8 Stages of fire growth.avi 32

รูปที่ 4.9 Amazing Fire Domino.avi 33

รูปที่ 4.10 Flashover and fire Scenario.avi 34

รูปที่ 4.11 Underwriters Laboratories Test Burn.avi 34

รูปที่ 4.12 ANSUL kitchen fire test.avi 35

รูปที่ 4.13 Fire Power.avi 35

รูปที่ 4.14 Raw California Wildfires Threatens Homes.avi 36

รูปที่ 4.15 Sofa Fire Test.avi 37

รูปที่ 4.16 CCTV Setting Fire To London Bakery.avi 37

รูปที่ 4.17 Amazing Fire Tricks 1.avi 38

รูปที่ 4.18 How FIRE Works in SLOW MOTION.avi 38

รูปที่ 4.19 How to Make a Mini Pyrography Tool.avi 39

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.20 Motherboard madness13.avi 39

รูปที่ 4.21 RAM memory overclocking failure.avi 40

รูปที่ 4.22 Microwave Burns to Hell.avi 40

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ระบบตรวจจับไฟไหม้
ผู้ดำเนินโครงงาน ส.ต.ต.สุฤเศษษฐ์ บัวผัน รหัสนิสิต 51364842
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล
สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2558

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล)

.....กรรมการ
(อาจารย์รัฐภูมิ วรานุสาสน์)

.....กรรมการ
(ดร.สุรเดช จิตประไพกุลศาล)

ชื่อโครงงาน	ระบบตรวจจับไฟไหม้
ผู้ดำเนินโครงงาน	ส.ต.ต. สุฤเศษฐ์ บัวผัน รหัส 51364842
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีด้านกล้องวงจรปิด หรือกล้องเว็บแคมนั้นมีราคาถูกลงและใช้กันอย่างแพร่หลาย และไฟไหม้เป็นเหตุให้มีโอกาสเกิดการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคนิคการประมวลผลภาพ (Image Processing) มาใช้ในการตรวจจับภาพของไฟไหม้จากกล้องวงจรปิดหรือกล้องเว็บแคมได้ เทคนิคดังกล่าวใช้การแปลงสีจาก RGB เป็น LAB ร่วมกับการคำนวนพิกเซลล์สีของไฟที่ขยับร่วมกัน และมีการตั้งค่า Threshold ในช่วงของสีไฟ ผลที่ได้คือสามารถลดสัญญาณรบกวนจากภาพได้ดียิ่งขึ้น ระบบนี้สามารถแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ได้อย่างทันท่วงที ด้วยการประมวลผลและแจ้งเตือนอย่างรวดเร็ว มีแม่นยำถึงร้อยละ 88.06%

Project title	The Fire Detection System
Name	Pol.L/C. Surueseth Buaphun ID. 51364842
Project advisor	ASST. PROF. DR. Panomkhawn Riyamongkol
Major	Computer Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic Year	2016

Abstract

CCTV technology or webcams are cheap and widely used both indoors and outdoors. The fire can cause a loss of life and property. Therefore, the researcher proposed the idea to use the image processing techniques for detecting fire from a CCTV or a webcam. The used techniques are RGB to LAB color conversion and fire color pixel calculation together with thresholding that helps reducing noise. This system can alert users in real time. The accuracy of the system is about 88.06 percent.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้นั้น เนื่องจากความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนมขวัญ ริยะมงคล ที่กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำในการทำงาน ตลอดถึงการตรวจสอบการทำงานพร้อมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาตลอดระยะเวลาการทำโครงงาน ทั้งนี้ต้องขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่พร้อมให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ทำให้การทำงานโครงงานเป็นไปอย่างราบรื่น

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และอาจารย์ทุกท่าน ที่คอยสั่งสอนให้ความรู้จนผู้จัดทำสำเร็จการศึกษา และขอขอบคุณเพื่อนๆที่คอยให้กำลังใจช่วยให้คำปรึกษาทั้งในเรื่องเรียน เรื่องส่วนตัวจนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

ขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายบันดาลให้บิดา มารดา และอาจารย์ทุกท่านมีสุขภาพแข็งแรงและเป็นแรงผลักดันให้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร มีความก้าวหน้าต่อไป

ส.ต.ต.สุฤเศษษฐ์ บัวผัน

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันระบบเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้น หลายหน่วยงานได้เล็งเห็นความสำคัญ และนำระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการตรวจจับไฟไหม้ ซึ่งอีกช่องทางหนึ่งที่มีอยู่คือกล้องวงจรปิด หรือเว็บแคมที่ปัจจุบันมีความคมชัดและราคาถูก สามารถเชื่อมต่อในแบบออนไลน์ได้ทันที ซึ่งสามารถสะดวกในการนำไปใช้งาน และรวดเร็ว ประหยัดค่าใช้จ่าย อีกทั้งยังช่วยเสริมปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี จึงได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์และปรับแต่งใช้เกิดประโยชน์เพื่อความสะดวกต่อชีวิตและทรัยพ์สินได้ โดยที่การประมวลผลภาพ (Image Processing) ที่ใช้ในการตรวจจับภาพของไฟไหม้นั้นเป็นที่กำลังได้รับความนิยมเนื่องด้วยเทคโนโลยีด้านกล้องวงจรปิด หรือกล้องเว็บแคมนั้นมีราคาถูกลงและใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในอาคารและนอกอาคาร ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เล็งเห็นผลประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบตรวจจับไฟไหม้ด้วยกล้องปกติ ซึ่งจะอาศัยการแปลงสีจาก RGB เป็น LAB ร่วมกับการคำนวนพิกเซลล์สีของไฟที่เคลื่อนไหวร่วมกันเพื่อแจ้งเตือนแก่ผู้ใช้ได้อย่างทันท่วงที ทั้งนี้ผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบตรวจจับไฟไหม้จากเดิมทำใน RGB ด้วย HSV และตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยน(Threshold) ในช่วงของสีไฟซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาระบบตรวจจับไฟไหม้ด้วยกล้องปกติ ซึ่งจะอาศัยการแปลงสีจาก RGB เป็น LAB ร่วมกับการคำนวณพิกเซลล์สีของไฟที่เคลื่อนไหวร่วมกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการคือสามารถลดสัญญาณรบกวนจากภาพได้ดียิ่งขึ้น ทำให้การประมวลผลและแจ้งเตือนทำได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อตรวจจับไฟไหม้ด้วยเทคนิคการตรวจสอบพิกเซลล์สีไฟเคลื่อนไหว

1.3 ขอบเขตการดำเนินโครงงาน

1. ตรวจจับไฟไหม้ภายในอาคาร
2. ระบบตรวจสอบไฟไหม้ด้วยเทคนิคการตรวจสอบพิกเซลล์สีไฟเคลื่อนไหวเพื่อการตรวจสอบ
3. ไฟล์วิดีโอที่อินพุตต้องเป็นนามสกุล .avi เท่านั้น
4. สีของไฟต้องเป็นไฟประเภท A หรือ C ตามมาตรฐาน NFPA 10

1.4 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1ตารางขั้นตอนและแผนการดำเนินโครงงาน

กิจกรรม	ระยะเวลาดำเนินโครงงาน							
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1. ศึกษารายละเอียด								
2. ศึกษาโปรแกรมที่จะใช้ในการทำ								
3. สำรวจและรวบรวมข้อมูล								
4. ออกแบบ								
5. พัฒนาโปรแกรม								
6. ทดสอบโปรแกรม								
7. ปรับปรุงแก้ไขผลการทดสอบโปรแกรม								

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 โปรแกรมสามารตรวจจับเมื่อเกิดไฟไหม้

1.5.2 โปรแกรมมีความถูกต้องประมานร้อยละ 75 %

1.6 งบประมาณของโครงงาน

1.6.1 ค่าอุปกรณ์ในการดำเนินโครงงาน	500 บาท
1.6.2 ค่าเอกสารที่ใช้ในการดำเนินโครงการ	200 บาท
1.6.3 ค่าหนังสือ	300 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	1,000 บาท

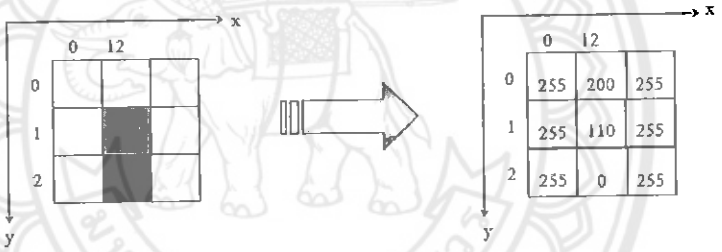
หมายเหตุ ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและระบบงานปัจจุบัน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบงาน

2.1.การประมวลผลภาพ [1]

การศึกษาค้นคว้าขอสัญญาณดิจิตอล ในที่นี้หมายถึงปริมาณของสิ่งที่สนใจมีที่ค่าแน่นอน หรือปริมาณดีสครีต(Discrete) หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นค่าจำกัด ดังรูปที่ 2-1 (ก) เป็นภาพระดับเทามีขนาด 9 พิกเซลล์ตำแหน่งของพิกเซลล์ระบุได้ด้วยแนวนอนด้วยแกน x และแนวตั้งด้วยแกน y มีจุดกำเนิดที่จุด x = 0 และ y = 0 ซึ่งอยู่ ณ มุมบนซ้ายของภาพ โดยจะแตกต่างจากจุดกำเนิดของพิกัดฉากที่จุดกำเนิดจะอยู่ตรงกลางเมื่อพิจารณารูปที่ 2-1 (ก) แล้วพบว่าภาพดังกล่าวมีสีขาว เทาอ่อน เทาเข้ม และดำ โดยรูปที่ 2-1 (ข) เป็นภาพระดับเทาของพิกเซลล์ x = 1 และ y = 0 เป็นสีเทาอ่อน มีค่า 200 หรือ พิกเซลล์ x = 1และ y = 1เป็นสีเทาเข้ม มีค่า 110 โดยตัวเลข 200 และ 110 เป็นค่าจำกัดที่มีปริมาณแน่นอน



2-1 (ก) 2-1 (ข)

รูปที่ 2.1 การแปลงสัญญาณภาพ

ภาพหมายถึงข้อมูลที่เป็นค่าจำกัดของภาพอยู่ในพิกัดสปาเชียล ซึ่งอยู่ในรูปของฟังก์ชัน *f(x,y)* ดังสมการจุดกำเนิดของภาพจะอยู่ทางด้านซ้ายมือสุดด้านบนของภาพการจัดลำดับจะเริ่มจากศูนย์เรียงจากซ้ายไปขวาจนถึงจุดสุดท้าย (N) และจากบนลงล่างโดยเริ่มจาก 0 ถึงจุดสุดท้าย (M) ดังนั้นลำดับของจุดภาพในแนวแกน x จะเริ่มจาก 0 ถึง N-1 ในทำนองเดียวกันลำดับของจุดภาพในแนวแกน y จะเริ่มจาก 0 ถึง M-1โดยแอมปลิจูดคือข้อมูลของภาพ เช่น ความเข้มแสงของภาพนั่นเองซึ่งจะเห็นได้ว่าจุดภาพจะเรียงจากซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างซึ่งค่าที่ฟังก์ชันดังกล่าวเก็บไว้คือค่าของความเข้มแสงของภาพที่เป็นค่าจำกัดลงในหน่วยความจำ หรือลงบนสื่อดิจิตอล

$$f(x,y)=\begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2)\ldots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2)\ldots & f(1,N-1) \\ f(2,0) & f(2,1) & f(2,2)\ldots & f(2,N-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & f(M-1,2)\ldots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix}$$

ดังนั้นภาพระดับเทาซึ่ง หรือความเข้มแสงที่แสดงดังรูป นั้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปฟังก์ชันซึ่งมีค่าความเข้มแสงของจุดภาพเหล่านั้นแสดงได้ในสมการก่อนหน้า โดย N=3 และ M=3

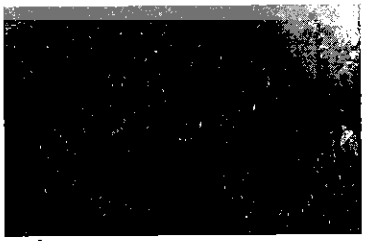
$$f(x,y)=\begin{bmatrix} 255 & 200 & 255 \\ 255 & 110 & 255 \\ 255 & 0 & 255 \end{bmatrix}$$

การประมวลผลภาพ หมายถึงการนำข้อมูลใน $f(x,y)$ ไปประมวลผล เช่นการเพิ่มความสว่างของรูป ขึ้น 5% จะหมายถึงการนำสมการนี้คูณด้วย 1.05 ซึ่งจะให้ผลลัพธ์ดังแสดงได้ในสมการ

$$f(x,y)=1.05*\begin{bmatrix} 255 & 200 & 255 \\ 255 & 110 & 255 \\ 255 & 0 & 255 \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} 267.75 & 210 & 267.75 \\ 267.75 & 115.5 & 267.75 \\ 267.75 & 0 & 267.75 \end{bmatrix}$$

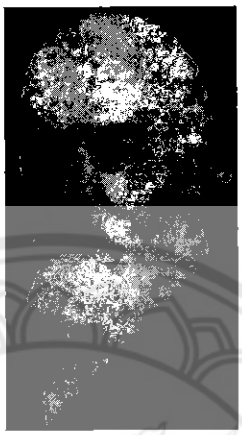
จึงอาจสรุปได้ว่ากระบวนการประมวลผลภาพเป็นการกระทำ $f(x,y)$ กับค่าคงที่หรือเมตริกซ์อื่นเพื่อให้ได้ภาพตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ใช้ต้องการทั้งนี้รวมถึงการหมุนภาพ การสะท้อนภาพ การขยายภาพ และอื่นๆการคำนวณต้องใช้คอมพิวเตอร์ โดยตัวอย่างการประยุกต์ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอลที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือโปรแกรมแต่งภาพชื่อดังอย่าง Photoshop

ในยุคแรกของการประมวลผลภาพดิจิตอลสามารถสร้างภาพได้จากเทปที่มีข้อมูลของภาพบรรจุอยู่ดังรูป เป็นภาพคนวิ่งโทนสีขาวดำที่พิมพ์จากเครื่องพิมพ์เทเลกราฟ ถูกพิมพ์ขึ้นในปี พ.ศ.2464 ภาพที่ได้จะยังไม่ชัดมากนักด้วยข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์อย่างไรก็ตามข้อมูลที่มีอยู่ในเทปสามารถพิมพ์ภาพได้ใหม่ทุกครั้งที่ต้องการ



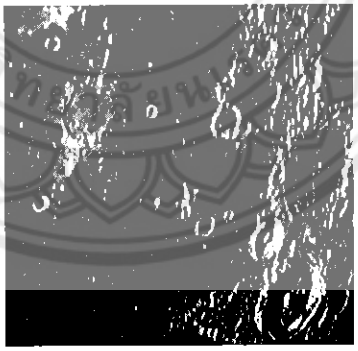
รูปที่ 2.2 การประมวลผลภาพดิจิตอล

พ.ศ.2465 นักวิทยาศาสตร์ได้ทำการแปลภาพเป็นข้อมูลดิจิตอลแล้วส่งข้ามมหาสมุทรแอตแลนติกจำนวน 2 รอบ จากนั้นนำข้อมูลที่รับได้มาสร้างเป็นภาพและถูกพิมพ์ออกมาใหม่ดังจะเห็นได้จากภาพข้างล่างนี้ซึ่งภาพที่ได้นั้นปรากฏว่ามีข้อผิดพลาดบางส่วนซึ่งมีสาเหตุมาจากสัญญาณรบกวนอันเนื่องจากการเดินทางของข้อมูลที่มีระยะทางไกลมาก



รูปที่ 2.3 การประมวลผลภาพดิจิตอลโดยนักวิทยาศาสตร์ส่งข้ามมหาสมุทรแอตแลนติก

นอกจากนี้การสร้างภาพดิจิตอลยังถูกนำไปใช้ในวงการอวกาศโดย NASA จากภาพข้างล่างนี้เป็นภาพพื้นผิวดวงจันทร์ภาพแรกที่ถ่ายจากยาน Ranger7 ในวันที่ 31 กรกฎาคม 2507 ซึ่งภาพได้ถูกส่งมาก่อนที่ยานอวกาศลำดังกล่าวจะพุ่งชนกับผิวดวงจันทร์ หลังจากนั้นได้มีการพัฒนาเกี่ยวกับการประมวลผลภาพอย่างกว้างขวางมีงานวิจัยและการประยุกต์ใช้เกิดขึ้นมากมาย

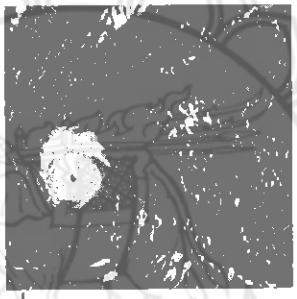


รูปที่ 2.4 การประมวลผลภาพดิจิตอลโดยถูกนำไปใช้ในวงการอวกาศโดย NASA

ในปัจจุบันมีการใช้งานการประมวลผลภาพในหลายด้าน ยกตัวอย่างเช่น ในทางการแพทย์การประมวลผลภาพมีประโยชน์อย่างมากในด้านการแพทย์เพราะสามารถช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้องก่อนการรักษาจริง เป็นการสร้างภาพตัดขวางของสมองมนุษย์ด้วยเครื่องเอ็มอาร์ไอ โดยจะเห็นได้ว่าภาพมีความชัดเจนนอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวยังสามารถนำไปสร้างภาพแบบสามมิติได้อีกด้วย

รูปที่ 2.5 การประมวลภาพ MRI

ด้านอวกาศได้นำการประมวลผลภาพดิจิตอลในการพยากรณ์อากาศโดยการถ่ายภาพจากอวกาศโดยดาวเทียม GEOS ซึ่งภาพพายุเฮอริเคนภาพที่ถ่ายได้จะถูกใช้ในการประเมินทิศทางการเคลื่อนที่ของพายุเพื่อทำการเตือนประชาชนที่มีโอกาสได้รับผลกระทบ

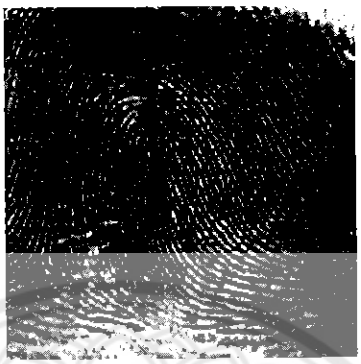


รูปที่ 2.6 การประมวลภาพ GEOS

ด้านอุตสาหกรรมการประมวลผลภาพดิจิตอลถูกนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างแพร่หลายเพื่อใช้ในการตรวจคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่นการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องดื่มบรรจุขวดในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการใช้กล้องทำการถ่ายภาพเครื่องดื่มขณะบรรจุขวดซึ่งขณะเคลื่อนที่บนสายพานด้วยความเร็วสูงเพื่อตรวจจับปริมาณน้ำในขวดที่บรรจุปริมาณน้ำผิดพลาดจากที่กำหนดเอาไว้

รูปที่ 2.7 การประมวลภาพในภาคอุตสาหกรรม

งานวิจัยด้านการประมวลผลภาพเป็นที่สนใจของนักวิจัยเป็นอย่างมากตั้งแต่ปี 2540 มีการใช้งานในหลายรูปแบบ เช่นงานวิจัยการวิเคราะห์ลายนิ้วมือโดยใช้การประมวลผลภาพดิจิตอล



รูปที่ 2.8 การประมวลภาพในการวิเคราะห์ลายมือ

อีกทั้งการประมวลผลภาพยังถูกใช้ในงานวิจัยทางด้านการรู้จำรูปแบบเช่นการรู้จำตัวอักษรโดยกระบวนการดังกล่าวจะทำการถ่ายภาพป้ายทะเบียนรถจากนั้นจึงใช้คอมพิวเตอร์ทำการวิเคราะห์ภาพดังกล่าวว่าเป็นเลขทะเบียนอะไรบ้าง โดยภาพและความหมายของพิกเซลล์

พิกเซลล์(Pixel) คือ ความเข้มแสงที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพภาพหนึ่งๆจะประกอบด้วยพิกเซลล์มากมาย ซึ่งภาพแต่ละภาพที่สร้างขึ้นจะมีความความหนาแน่นของพิกเซลล์เหล่านี้แตกต่างออกไป ความหนาแน่นนี้เป็นตัวบอกถึงความละเอียด(Resolution)ของภาพซึ่งมีหน่วยเป็นppi (Pixel Per Inch) คือจำนวนพิกเซลล์ต่อนิ้ว ซึ่งโดยทั่วไปถือว่าภาพที่มีความละเอียดสูงหรือคุณภาพดีจะมีความละเอียด 300 x 300 ppi ขึ้นไปค่า ppi ยิ่งสูงขึ้น ภาพก็จะมีความละเอียดและคมชัดมากขึ้น

2.2 การประมวลผลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image Processing)

2.2.1 การแทนภาพด้วยภาพแบบดิจิตอลภาพแบบดิจิตอล (Digital Image) เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากอนาล็อก ให้อยู่ในรูปของตัวเลขโดยภาพอนาล็อกถูกบ้างเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมเล็กๆ ที่เรียกว่าพิกเซลล์ ในแต่ละพิกเซลล์จะถูกระบุตำแหน่งด้วยคู่โคออดิเนต x,y และค่าระดับความเข้มของแสงของพิกเซลล์นั้นๆ โดยเราสามารถแปลงภาพเป็นแบบดิจิตอลโดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้ เมื่อเรานำสัญญาณอนาล็อกที่ต้องการประมวลผลผ่านส่วนที่เรียกว่าดิจิไทเซอร์ (Digitizer) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล จากนั้นทำการควอนไตซ์ (Quantizing) เพื่อแปลงค่าความเข้มของแสงให้เป็นตัวเลขฟังก์ชั่นของภาพ f(x,y) จะถูกทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบของภาพซึ่งเรียกว่าการสุ่มภาพ (Image Sampling) ของฟังก์ชั่นที่ได้เรียกว่าการควอนไตซ์ ระดับความเข้มของแสง (Greasy Level Quantization) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอล

2.2.2 **ลักษณะการจัดเก็บมูลภาพแบบดิจิตอล** โดยทั่วไปแล้วภาพจะมีความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป แต่ที่นิยมใช้กันมากคือค่าระดับความเข้มของพิกเซลล์ที่เท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของพิกเซลล์อยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้เนื้อที่ในการเก็บข้อมูลขนาด 1 ไบต์หรือ 8 บิต สำหรับข้อมูล 1 พิกเซลล์ (256) ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความเข้มสูงอาจจะต้องการจำนวนบิตสำหรับการเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต คืออาจจะเป็น 16 หรือ 24 บิตโดยจะแยกความแตกต่างของภาพแต่ละประเภทให้เห็นอย่างชัดเจนได้ดังนี้ (1) ภาพ 2 ระดับ คือ มีพิกเซลล์สีขาวกับสีดำเท่านั้น โดยแต่ละพิกเซลล์จะมีขนาดของข้อมูลเท่ากับ 1 บิต (2) ภาพ 16 ระดับ คือ ในแต่ละพิกเซลล์จะมีขนาดข้องข้อมูล 8 บิต ซึ่งสามารถแสดงภาพได้ความเข้มถึง 256 ระดับ (3) ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละพิกเซลล์จะมีขนาดของข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ความเข้มถึง 256 ระดับ (4) ภาพทรูคัลเลอร์ (True Color) คือในแต่ละพิกเซลล์จะมีขนาดของข้อมูล 24 บิตทำให้สามารถแสดงภาพออกมาได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงเป็นภาพขาวดำได้โดยทั้งไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้วัตถุในภาพได้นั้นแบ่งออกได้เป็นสองระดับด้วยกันคือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-Level Image) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-Level Image Processing) การประมวลผลภาพในระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่างๆมาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลภาพระดับสูงต่อไปโดยทั่วไปแล้ว การประมวลผลภาพระดับต่ำจะประกอบด้วยการประมวลผลภาพก่อน (Preprocessing) เช่น การกำจัดสัญญาณรบกวน หรือการทำให้ภาพคมชัดการหาของภาพเป็นต้น การประมวลผลระดับสูงเป็นการนำผลลัพธ์ หรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพระดับต่ำมาตีความหรือประมวลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพ ทั้ง 2 ประเภทนั้นคือ การประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดภาพ(พิกเซลล์) ส่วนการประมาภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปสัญลักษณ์ ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดถึงสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในภาพเช่น ขนาดของ วัตถุรูปร่าง และความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุภาพ

2.3 **การสร้างภาพไบนารี** การสร้างภาพไบนารีสามารถได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าพิกเซลล์สีขาวหรือสีดำจะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลล์ของภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่หนึ่งเรียกว่า ค่าเทรชโฮล (Threshold Value) เทคนิคนี้ใช้กันมากในกรณีที่ข้อมูลภาพมีลักษณะที่ต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของพิกเซลล์ของภาพใดๆที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกเปลี่ยนเป็น 0 (จุดดำ) และพิกเซลล์ของภาพที่มีน้อยมากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกเปลี่ยนเป็น 1 (จุดขาว) เป็นต้น ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัด สิ่งที่สำคัญที่สุดคือค่าเทรชโฮล เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโฮลที่มีค่าน้อยเกินไปหรือมากเกินไป) ภาพที่ได้อาจจะสว่างน้อยเกิดไป หรือสว่างมากเกินไป หรือภาพที่ได้มีสิ่งรบกวน(Noise) เกิดขึ้น อันเป็นผลทำให้ภาพที่ได้ไม่สวยงามเท่าที่ควรดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารี่ ซึ่งมีวิธีคำนวณหาค่าเทรชโฮลโดยกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value) ซึ่งแต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

2.3.1 **การหาค่าเทรชโฮลโดยกำหนดค่าล่วงหน้า**เป็นการกำหนดค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดเองจากผู้ใช้ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้คนนั้นๆโดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งซึ่งเรียกว่าค่าเทรชโฮล โดยค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำและค่าสูงสุดของระดับความเข้มแสงของภาพ เช่นภาพอินพุทมีระดับความเข้มแสง 256 ระดับ จะมี ค่าได้ตั้งแต่ 0-255 เมื่อเลือกค่าเทรชโฮลได้แล้วสามารถสร้างภาพไบนารีได้

2.3.2 **การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง**เป็นการหาเทรชโฮลที่แตกต่างจากการหาค่าเทรชโฮลวิธีแรก สำหรับวิธีนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าเทรชโฮลโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยการหาค่าเทรชโฮลนี้ใช้วิธีทางสถิติในเรื่องการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเทรชโฮลที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของภาพ เมื่อการคำนวณค่าเทรชโฮลได้ แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโฮลที่ได้มาใช้

2.4 การเกิดเพลิงไหม้ [2, 3, 4, 5, 6,]

การสันดาปหรือการเผาไหม้(combustion) คือ ปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งเชื้อเพลิงได้รวมตัวกับออกซิเจนจากอากาศและปล่อยพลังงานความร้อนและแสงสว่าง

2.4.1 **องค์ประกอบของไฟ (fire triangle)**

การที่จะเกิดไฟขึ้นได้นั้น ต้องมีองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ

-เชื้อเพลิง (fuel) ซึ่งจะอยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส

-ออกซิเจน (oxygen) อากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา นั้นมีก๊าซออกซิเจนเป็นองค์ประกอบประมาณ 21% แต่การเผาไหม้แต่ละครั้งนั้นจะต้องการออกซิเจนประมาณ 16% เท่านั้น ดังนั้นจะเห็นว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดที่อยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรานั้นจะถูกล้อมรอบด้วยออกซิเจน ซึ่งมีปริมาณเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ยิ่งถ้าปริมาณออกซิเจนยิ่งมากเชื้อเพลิงก็ยิ่งติดไฟได้ดีขึ้น และเชื้อเพลิงบางประเภทจะมีออกซิเจนในตัวเองอย่างเพียงพอที่จะทำให้ตัวเองไหม้ได้โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนที่อยู่โดยรอบเลย

- ความร้อน (Heat) ความร้อน คือ พลังงานที่ทำให้อุณหภูมิของเชื้อเพลิงสูงขึ้นถึงจุดติดไฟทำให้องค์ประกอบของการเกิดไฟ หรือเรียกว่า ปฏิกิริยาการสันดาปเกิดขึ้นอย่างเหมาะสมซึ่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิดย่อมจะมีจุดติดไฟไม่เหมือนกัน

- ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) หรือการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง เมื่อเกิดการติดไฟครั้งแรกขององค์ประกอบ 3 ประการ คือ เชื้อเพลิง ออกซิเจน และความร้อนแล้ว ยังต้องอาศัยองค์ประกอบที่ 4 คือการเกิดปฏิกิริยาเคมีของการเติมออกซิเจน (Oxidizing) อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดการไหม้ไฟต่อไปได้

2.4.2 ประเภทของไฟ มี 5 ประเภท

-ไฟประเภท A คือไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นของแข็ง อาทิ ฟืน, ฟาง, ยาง, ไม้, กระดาษ

-ไฟประเภท B คือไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นของเหลวและก๊าซ อาทิ น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, แอลกอฮอล์, ทินเนอร์, ยางมะตอยและก๊าซติดไฟ

-ไฟประเภท C คือไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นของแข็งที่มีกระแสไฟฟ้าไหลอยู่ อาทิ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด, การอาร์ค, การสปาร์ค

-ไฟประเภท D คือไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นโลหะและสารเคมีติดไฟ อาทิ วัตถุระเบิด, ปุ๋ยยูเรีย, ผงแมกนิเซียม, ผงอลูมิเนียม, ผงโซเดียม, ผงโปแตสเซียม , ผงไททาเนียม

-ไฟประเภท K คือไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่มีลักษณะเป็นน้ำมัน อาทิ น้ำมันพืช, น้ำมันจากสัตว์

2.4.3 ระยะการเกิดไฟไหม้ 3 ระยะ ดังนี้

ไฟไหม้ขั้นต้น คือ ตั้งแต่เห็นเปลวไฟ จนถึง 4 นาที สามารถดับได้ โดยใช้เครื่องดับเพลิงเบื้องต้น แต่ผู้ใช้จะต้องเคยฝึกอบรมการใช้เครื่องดับเพลิงมาก่อนจึงจะมีโอกาสระงับได้อย่างมีประสิทธิภาพ

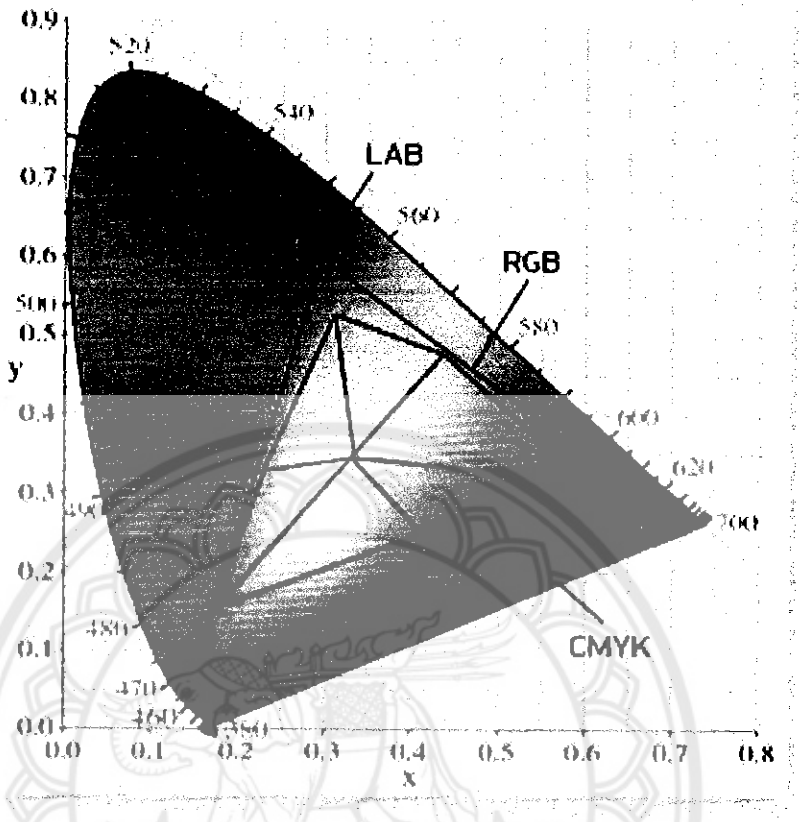
ไฟไหม้ขั้นปานกลาง ถึงรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ไปแล้ว 4 นาที ถึง 8 นาที อุณหภูมิจะสูงมากเกินกว่า 400 องศาเซลเซียสหากจะใช้เครื่องดับเพลิง เบื้องต้นต้องมีความชำนาญ และต้องมีอุปกรณ์จำนวนมากเพียงพอจึงควรใช้ระบบดับเพลิงขั้นสูงจึงจะมีความปลอดภัย และมีประสิทธิภาพมากกว่า

ไฟไหม้ขั้นรุนแรง คือ ระยะเวลาไฟไหม้ต่อเนื่องไปแล้วเกิน 8 นาที และยังมีเชื้อเพลิงอีกมากมายอุณหภูมิจะสูงมากกว่า 600 องศาเซลเซียส ไฟจะลุกลามขยายตัวไปทุกทิศทางอย่างรุนแรงและรวดเร็ว การดับเพลิงจะต้องใช้ผู้ที่ได้รับการฝึกพร้อมอุปกรณ์ในการระงับเหตุขั้นรุนแรง

2.5. ระบบสี (Color Model) [7,8]

โดยทั่วไปสีที่มีอยู่ในธรรมชาติและสีที่ถูกสร้างขึ้นนั้นจะมีรูปแบบการมองเห็นของสีที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งรูปแบบการมองเห็นสีที่ใช้ในงานด้านกราฟิกทั่วไปนั้นมีอยู่ด้วยกัน 4 ระบบ คือ

1. ระบบสีแบบ RGB ตามหลักการแสดงสีของเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ระบบสีแบบ CMYK ตามหลักการแสดงสีของเครื่องพิมพ์
3. ระบบสีแบบ HSB ตามหลักการมองเห็นสีของสายตามนุษย์
4. ระบบสีแบบ Lab ตามมาตรฐานของ CIE ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ใดๆ

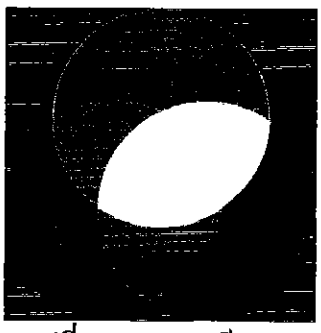


รูปที่ 2.9 ระบบสี (Color Model)

2.5.1. ระบบสี RGB [9]

RGB ย่อมาจาก red, green และ blue คือ กระบวนการผสมสีจากแม่สี 3 สี คือสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน การใช้สัดส่วนของสี 3 สีนี้ต่างกัน จะทำให้เกิดสีต่างๆ ได้อีกมากมาย

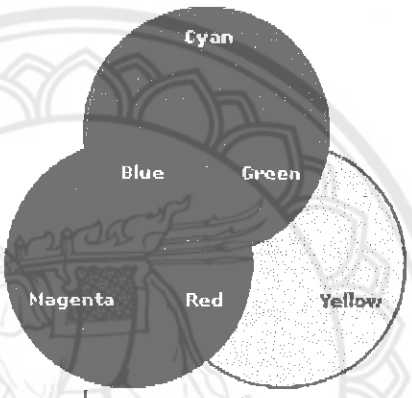
ระบบสี RGB เป็นระบบสีที่เกิดจากการรวมกันของแสงสีแดง เขียว และน้ำเงินโดยมีการรวมกันแบบ Additive ซึ่งโดยปกติจะนำไปใช้ในจอภาพแบบ CRT (Cathode ray tube) ในการใช้งานระบบสี RGB ยังมีการสร้างมาตรฐานที่แตกต่างกันออกไปที่นิยมใช้งานได้แต่ RGBCIE และ RGBNTSC



รูปที่ 2.10 ระบบสี RGB

2.5.2. ระบบสี CMYK

เป็นระบบสีที่ใช้กับเครื่องพิมพ์ที่พิมพ์ออกทางกระดาษหรือวัสดุผิวเรียบอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย สีหลัก 4 สี คือ สีฟ้า (Cyan), สีม่วงแดง (Magenta), สีเหลือง (Yellow) และสีดำ (Black) เมื่อนำมาผสมกันจะเกิดสีเป็นสีดำแต่จะไม่ดำสนิท เนื่องจากหมึกพิมพ์มีความไม่บริสุทธิ์ จึงเป็นการผสมสีแบบลบ (Subtractive) หลักการเกิดสีของระบบนี้ คือ หมึกสีหนึ่งจะดูดกลืนแสงจากสีหนึ่งแล้วสะท้อนกลับออกมาเป็นสีต่าง ๆ เช่น สีฟ้าดูดกลืนแสงของสีม่วงแล้วสะท้อนออกมาเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งจะสังเกตได้ว่าสีที่สะท้อนออกมาจะเป็นสีหลัก ของระบบ RGB การเกิดสีในระบบนี้จึงตรงข้ามกับการเกิดสีในระบบ RGB ดังภาพ



รูปที่ 2.11 ระบบสี CMYK

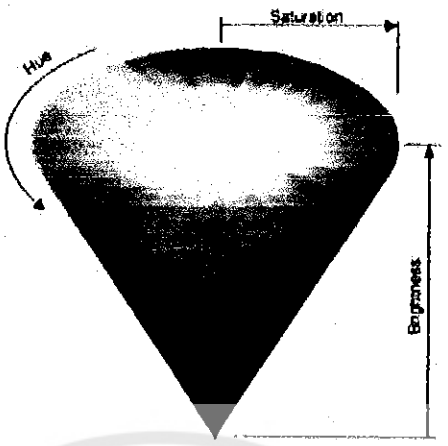
2.5.3 ระบบสีแบบ HSB

เป็นระบบสีพื้นฐานในการมองเห็นสีด้วยสายตาของมนุษย์ ประกอบด้วยลักษณะของสี 3 ลักษณะ คือ

- Hue คือ สีต่างๆ ที่สะท้อนออกมาจากวัตถุเข้ามายังตาของเราทำให้เราสามารถมองเห็นวัตถุเป็นสีต่างๆ ได้ ซึ่งแต่ละสีจะแตกต่างกันตามความยาวของคลื่นแสงที่มากระทบวัตถุและสะท้อนกลับที่ตาของเรา Hue ถูกวัดโดยตำแหน่งการแสดงสีบน Standard Color Wheel ซึ่งถูกแทนด้วยองศา 0 ถึง 360 องศา แต่โดยทั่วๆไปแล้วมักจะเรียกการแสดงสีนั้นๆเป็นชื่อของสีเลย เช่น สีแดง สีม่วง สีเหลือง

- Saturation คือ ความสดของสี โดยค่าความสดของสีจะเริ่มที่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนด Saturation ที่ 0 สีจะมีความสดน้อย แต่ถ้ากำหนดที่ 100 สีจะมีความสดมาก ถ้าถูกวัดโดยตำแหน่งบน Standard Color Wheel ค่า Saturation จะเพิ่มขึ้นจากจุดกึ่งกลางจนถึงเส้นขอบ โดยค่าที่เส้นขอบจะมีสีที่ชัดเจนและอิ่มตัวที่สุด

- Brightness คือ ระดับความสว่างและความมืดของสี โดยค่าความสว่างของสีจะเริ่มที่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนดที่ 0 ความสว่างจะน้อยซึ่งจะเป็นสีดำ แต่ถ้ากำหนดที่ 100 สีจะมีความสว่างมากที่สุด ยิ่งมีค่า Brightness มากจะทำให้สีนั้นสว่างมากขึ้น



รูปที่ 2.12 ระบบสีแบบ HSB

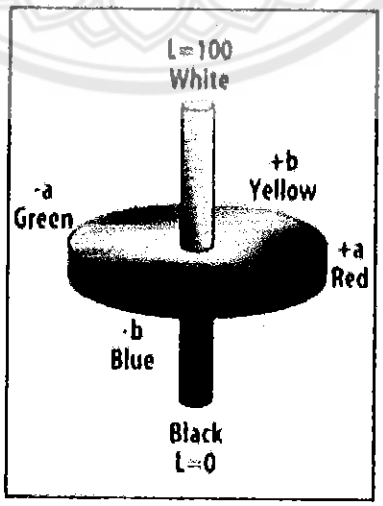
2.5.4. ระบบสีแบบ Lab

ระบบสีแบบ Lab เป็นค่าสีที่ถูกกำหนดขึ้นโดย CIE (Commission Internationale d' Eclarirage) เพื่อให้เป็นสีมาตรฐานกลางของการวัดสีทุกรูปแบบครอบคลุมทุกสีใน RGB และ CMYK และใช้ได้กับสีที่เกิดจากอุปกรณ์ทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นจอคอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ เครื่องสแกนและอื่นๆ ส่วนประกอบของโหมดสีนี้ได้แก่

L หรือ Luminance เป็นการกำหนดความสว่างซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 100 ถ้ากำหนดที่ 0 จะกลายเป็นสีดำ แต่ถ้ากำหนดที่ 100 จะกลายเป็นสีขาว

A เป็นค่าของสีที่ไล่จากสีเขียวไปสีแดง

B เป็นค่าของสีที่ไล่จากสีน้ำเงินไปสีเหลือง



Lab model

รูปที่ 2.13 ระบบสีแบบ Lab

2.6 การแยกลักษณะเฉพาะของภาพ (Image Feature Extraction) การแยกลักษณะเฉพาะของภาพเป็นการแยกหรือสกัดเอาข้อมูลที่สำคัญของภาพออกมา ซึ่งลักษณะเฉพาะของภาพเป็นคุณสมบัติที่สามารถหาได้โดยใช้ขั้นตอนวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยที่ลักษณะเฉพาะพื้นฐานของภาพประกอบด้วย 3 ส่วนคือสี รูปร่างและ พื้นผิว-สี(Color) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่มีบทบาทสำคัญในระบบค้นคืนภาพเช่นฮิสโตแกรมสีซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของสีที่ถูกนำมาใช้บ่อยๆ เนื่องจากสีเป็นสิ่งที่สามารถมองเห็นได้ง่าย และเป็นสิ่งแรกที่สามารถสังเกตเห็นได้จากการมองภาพ นอกจากนี้สียังสามารถใช้ในการแยกแยะกลุ่มของภาพออกตามเนื้อหาได้เป็นอย่างดีเช่นสีฟ้าของน้ำทะเลสีแดงของดอกไม้ สีเขียวของต้นไม้เป็นต้น - รูปร่าง (Shape) เป็นลักษณะเฉพาะของภาพที่ใช้อธิบายถึงรูปร่างและลักษณะรวมถึงขนาดของวัตถุภายในภาพซึ่งทำให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังหรือแยกแยะระหว่างวัตถุที่มีรูปร่างแตกต่างกันออกจากกันได้ - พื้นผิว (Texture) เป็นลักษณะเฉพาะที่ใช้อธิบายความหยาบความละเอียดหรือความซับซ้อนของวัตถุภายในภาพซึ่งแต่ละภาพอาจจะประกอบด้วยวัตถุที่มีลักษณะพื้นผิวที่แตกต่างกันออกไปการวิเคราะห์พื้นผิวจะช่วยให้สามารถแยกแยะความแตกต่างของวัตถุได้ดียิ่งขึ้นการค้นคืนภาพที่ใช้พื้นผิวเป็นลักษณะเฉพาะของภาพส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้ในการค้นหาภาพจากกลุ่มภาพพื้นผิวเช่นชุดภาพพื้นผิวของหินชุดภาพพื้นผิวของใบไม้เป็นต้น

2.7 การสร้างดัชนีภาพ (Image Indexing) การสร้างดัชนีภาพมีด้วยกันหลากหลายวิธีซึ่งในที่นี้ขอยกตัวอย่างวิธีการนิยมและได้การยอมรับมา 4 วิธี คือ

2.7.1 ฮิสโตแกรมสีฮิสโตแกรมสีเป็นกราฟแสดงความถี่หรือจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสี แต่ละค่าโดยแกนนอนแทนระดับค่าสีต่างๆ ส่วนแกนตั้งแทนจำนวนจุดภาพที่ระดับค่าสีนั้นๆเป็นลักษณะเฉพาะของภาพในลักษณะของการวัดการแจกแจงของสีในภาพซึ่งสามารถพิจารณาได้ สำหรับภาพสี RGB ขนาด 24 บิตต่อจุดภาพแต่ละ Channel คือ แดง เขียวและน้ำเงิน นั้นจะมีค่าความสว่าง 8 บิตหรือ 256 ระดับโดยมีค่าตั้งแต่ 0-255 ดังนั้นจุดภาพแต่ละจุดจึงสามารถแสดงสีได้มากถึง 16.7 ล้านสี ในการคำนวณค่าฮิสโตแกรมสีภาพแต่ละภาพจะถูกควอนไทซ์สีภายในภาพเพื่อลดมิติของเวกเตอร์และลดความซับซ้อนในการคำนวณลงโดยการแบ่งกลุ่มสีออกเป็น m ถังสี(Bins) ซึ่ง ส่วนใหญ่นิยมใช้ 32, 64 หรือ256 ถังสีเนื่องจากการแยกแยะความแตกต่างของระดับค่าสี ของ สายตามนุษย์มีความละเอียดไม่มากนักกำหนดให้ภาพ I มีขนาด n1× n2 จุดภาพและ HCi แทน จำนวนจุดภาพที่มีสี ci ของภาพ I

โดยที่ hci(I) คือฮิสโตแกรมของสี ci ของภาพ I M คือจำนวนสีภายในภาพหลังการควอนไทซ์สี n1 คือความกว้างของภาพ n2 คือความยาวของภาพ การหารด้วย n1× n2 หรือจำนวนจุดภาพทั้งหมดภายในภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ค่าฮิสโตแกรมสีเป็นบรรทัดฐานและเพื่อให้สามารถนำฮิสโตแกรมสีของภาพซึ่งมีขนาดแตกต่างกันมาเปรียบเทียบกันได้ ดังนั้นจะได้เวกเตอร์แทนฮิสโตแกรมสีของภาพ I ดังสมการ ฮิสโตแกรมสีเป็นลักษณะเฉพาะทางสีของภาพที่นิยมนำมาใช้ในระบบการค้นคืนภาพ ส่วนใหญ่เนื่องจากสามารถคำนวณได้ง่ายและรวดเร็วแต่มีข้อเสียคือมีเฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับการ กระจายของสีภายในภาพเท่านั้นไม่มีข้อมูลเชิงตำแหน่ง (Spatial Information)

2.7.2 Color Coherence Vector (CCV) การกำหนดการเชื่อมติดกันของสี (Color Coherence) ในลักษณะที่เป็นระดับซึ่งจุดภาพของสีนั้นๆ เป็นสมาชิกของบริเวณขนาดใหญ่ที่มีสีเหมือนกันเรียกบริเวณสำคัญนี้ว่าบริเวณที่เชื่อมติดกัน (Coherent Regions) มีความสำคัญในการแสดงลักษณะเฉพาะของภาพ Color Coherence Vector หรือ CCV ภาพที่มีฮิสโตแกรมเหมือนกัน CCV คือฮิสโตแกรมสีที่มีการปรับปรุงโดยการเพิ่มเติมข้อมูลเชิงตำแหน่งเข้ามาหลักการ ของ CCV ก็คือการแยกกลุ่มจุดภาพออกเป็น 2 กลุ่มคือจุดภาพที่เชื่อมติดกัน (Coherent Pixel) และจุดภาพที่ไม่เชื่อมติดกัน (Incoherent Pixel) โดยจุดภาพใดๆ จะเป็นจุดภาพที่เชื่อมติดกันก็ต่อเมื่อองค์ประกอบที่เชื่อมติดกัน(Connected Component) ของจุดภาพนั้นมีค่ามากกว่าค่าคงที่ค่าหนึ่งที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งในงานวิจัยของ Pass และ Zabih กำหนดให้มีค่าโดยประมาณเท่ากับ 1% ของจำนวนจุดภาพทั้งหมดภายในภาพส่วนจุดภาพที่เหลือก็จะเป็นจุดภาพที่ไม่เชื่อมติดกัน CCV เป็นการนำเสนอการแยกกลุ่มสำหรับแต่ละสีในภาพเพื่อกำจัดจุดภาพที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบสำคัญของภาพทิ้งไปโดยที่ CCV สามารถแยกจุดภาพที่เชื่อมติดกันออกจากจุดภาพที่ไม่เชื่อมติดกันและป้องกันการจับคู่ที่ผิดพลาดซึ่งสิ่งนี้เป็นลักษณะเด่นที่ฮิสโตแกรมสีไม่สามารถทำได้ CCV ของภาพใดๆคือฮิสโตแกรมสีของจุดภาพในกลุ่มจุดภาพที่เชื่อมติดกันของภาพนั้นกำหนดให้ H ccv (I) คือเวกเตอร์ขนาด m มิติแทน CCV ของภาพ I

2.8 การจับคู่ (Matching) กระบวนการจับคู่ภาพที่เหมือนกัน (Matching) เป็นเหมือนการสื่อสารกันระหว่างภาพ และขั้นตอนการพัฒนาการจับคู่รูปภาพนั้นขึ้นอยู่กับการตอบสนองหลังจากการทำ Localization ถ้าหากผู้ใช้แสดงให้เห็นว่าการทำ localization นั้นไม่ถูกต้องการเรียนรู้จะเกิดขึ้นโดยการใช้คุณสมบัติหรือลักษณะเด่นของภาพทั้งหมดที่มีอยู่สำหรับทำ localization และกำหนดตำแหน่งโดยผู้ใช้การเรียนรู้การจับคู่ภาพเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มีการสืบทอด คือ การสร้างคลังคำศัพท์ หรือ dictionary และการรวบรวมข้อมูลสำหรับการจำแนกจะเพิ่มมากขึ้น คือ จำนวนของคำที่ได้ จากการเรียนรู้จะมีเพิ่มมากขึ้นเพียงเวลาแค่ไม่นานการสร้าง Dictionary จะขึ้นอยู่กับการเพิ่มของ nearest neighbor classifier สำหรับค่าหรือคุณสมบัติใหม่ที่ไม่มีอยู่ใน dictionary ถ้าถูกนำเข้ามาในระบบแล้วมีการจับคู่ภาพและพบว่ามีส่วนที่คล้ายกับข้อมูลอื่นที่อยู่ใน dictionary ในขั้นตอนนี้หากระยะห่างระหว่างค่ากับลักษณะเด่นของภาพอยู่ต่ำกว่าค่าเกณฑ์ที่กำหนดจะทำให้มีการรู้สิ่งที่เกิดขึ้น คือระบบสามารถระบุได้ว่าภาพรถที่มีการจับคู่เป็นภาพรถยี่ห้อหรือรุ่นไหน แต่ถ้าค่าระยะห่างสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ภาพที่จับคู่กันมีส่วนที่เหมือนกันน้อยอาจไม่ใช่ภาพเดียวกัน) ค่าหรือชิ้นส่วนของภาพนั้นจะถูกเพิ่มเข้าไปเป็นคุณสมบัติและกำหนดเป็นค่าเริ่มต้นใหม่ของข้อมูลหรือ dictionary และนำไปใช้ ในการ match ภาพในครั้งต่อไปที่มีภาพแบบนี้เข้ามาการหาจุดเด่นและการ Matching ภาพนั้นจะต้องใช้เวลานานขึ้นมากและอาจมีประสิทธิภาพที่ไม่ดี ดังนั้นภาพที่จะนำมาหาจุดเด่นจึงต้องมีการปรับขนาดซึ่งอาจผ่านการแยกแยะรูปร่างมาก่อนแล้วจะถูกนำมาแปลงขนาดให้เท่ากับขนาดของtemplate ที่เก็บไว้ในdatabase หลังจากนั้นจึงทำการหมุนภาพให้ มี orientation ที่สอดคล้องกับภาพใน template โดย อ้างอิงจากรูปร่างเป็นหลัก

2.9 SIFT (Scale Invariant Feature Transform) หรือ SIFT เป็นอัลกอริทึมหนึ่งในคอมพิวเตอร์วิชันสำหรับคำนวณหาจุดสนใจ (Key point) ในรูปภาพหนึ่งๆและคำนวณหาคุณลักษณะของ Key point หนึ่งๆ ที่หาได้ SIFT คือการเอาจุดเด่นในรูปที่ไม่ขึ้นอยู่กับสเกลการกำหนดทิศทางตำแหน่ง มุมการมอง แสงสว่าง เงา ซึ่งจะทำให้สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบจุดเด่นในรูปอื่นๆ ได้ง่ายและถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้นอัลกอริทึมนี้ถูกคิดค้นโดย ศร.เดวิด โวลว์ (David Lowe) แห่ง University British Columbia ในปี 1999 ประยุกต์ใช้งาน SIFT มีหลากหลาย ดังเช่น การรู้จากวัตถุ (Object recognition) การสร้างแผนที่สำหรับนำทางหุ่นยนต์ (Robotic mapping and navigation, image stitching), การสร้างโมเดล 3 มิติของวัตถุหรือทัศนียภาพ (3D modeling of object and scenes) โดยทั่วไปแล้ว Key point จะ หมายถึงจุดพิกเซลล์ในภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงเชิงสองมิติ (Two-Dimensional) ของระดับความสว่าง (Pixel Intensity) รอบๆ Key point นั้นๆ

2.10 ส่วนประกอบของอัลกอริทึมในการหา SIFT Key point ในภาพหนึ่ง ส่วนของการตรวจหา Key point ออกมาจากภาพอินพุต (Key point Detection) ซึ่งในส่วนนี้เราจะได้ชุดของพิกัด x, y ของจุดที่จะเป็น Key point ซึ่งจะใช้ในการให้คำอธิบายของ Key point นั้นๆในขั้นตอนถัดไป ส่วนของการให้คำอธิบายแก่ Key point หนึ่งๆ (Key point Description) ในส่วนนี้ อัลกอริทึมจะคำนวณหาเวกเตอร์อธิยาย (Descriptor Vector) ซึ่งคำนวณมาจากค่าความสว่างของพิกเซลล์ในอาณาบริเวณรอบๆ Keypoint เวกเตอร์อธิบายเหล่านี้จะใช้ ในการเปรียบเทียบเพื่อ วัตถุประสงค์ของการรู้จากสัญลักษณ์ (Identity) เมื่อมันไปปรากฏอยู่ในภาพอื่น

2.11 การนำ SIFT ไปประยุกต์ใช้ในการรู้จากวัตถุทำการหา SIFT Key point และ Descriptor Vector จากภาพต้นแบบของวัตถุ (Template Image) ขั้นตอนนี้โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ (Learning Phase) จากขั้นตอนการทำ SIFT Key point เมื่อเราต้องการจะรู้จากวัตถุที่ปรากฏอยู่ในภาพอินพุตหนึ่งๆ ที่ไม่ใช่ต้นแบบเราสามารถทำได้ โดยหา Key point ในภาพอินพุตนั้นๆ ไปเปรียบเทียบ Key point หนึ่งๆ ในโมเดลของวัตถุ โดยการเปรียบเทียบจะใช้การคำนวณหา Euclidean Distance ระหว่างเวกเตอร์อธิบายที่ประกอบกับ Key point โดยที่ถ้าค่าระยะทางยิ่งน้อยแสดงว่า Key point ทั้งสองที่นำมาเปรียบเทียบกันยิ่งเหมือนกัน จากชุดของการจับคู่ (Matches) ระหว่าง Key point ในภาพอินพุตกับ Key point ของโมเดลของวัตถุ เราสามารถประยุกต์ใช้อัลกอริทึมที่ใช้ในการพิสูจน์ว่าเป็นวัตถุนั้นจริงได้

2.12 OpenCV (Open Source Computer Vision Library) OpenCV หรือ Open Source Computer Vision Library ใช้ในการประมวลผลภาพและงานทางด้านการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Computer Vision) Library นี้ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C และ C++ และยังมีinterface ที่ไว้เชื่อมต่อกับ tool อื่นด้วยเช่น Python, Ruby, Matlab เป็นต้น นอกจานี้ OpenCV เป็น library ที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้หรือนักพัฒนาสามารถใช้ฟังก์ชันใน library มาพัฒนาชิ้นงานที่มีความซับซ้อนโดย

ใช้เวลาเพียงไม่นาน OpenCV ประกอบด้วย Data Structure และ Algorithm - Data Structure ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ อาทิ เช่น รูปภาพเมทริกซ์ พิกัด

Algorithm เพื่อการประมวลผลต่างๆ โดยเฉพาะการประมวลผลทางรูปภาพ ข้อจำกัดของ OpenCV คือ สามารถใช้งานได้เฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้หน่วยประมวลผล (CPU) จาก Intel Corporation แต่ข้อจำกัดนี้ทำให้เกิดจุดเด่นเช่นกัน กล่าวคือการประมวลผลต่างๆจะใช้ความสามารถของหน่วยประมวลผลอย่างเต็มที่ทำให้โปรแกรมที่พัฒนาโดยการใช้ OpenCV นี้มีประสิทธิภาพในการประมวลผลที่สูงมาก

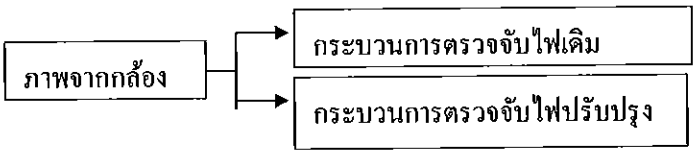
2.13 การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพ (Morphological processing) การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงร่างของภาพคือการประมวลผลของภาพทางด้านโครงสร้าง โดยเกี่ยวกับการแยกส่วนประกอบของภาพออกเพื่อใช้ในการแสดงรูปร่างในเมทริกซ์จะประกอบไปด้วยค่าระดับขาว-ดำ 2 ค่า คือ0 และ 1

2.13.1 การขยาย (Dilation) การขยาย (Dilation) จะพิจารณาข้อมูลภาพซึ่งเป็นภาพขาว-ดำเป็นการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มสีให้กับวัตถุที่แสดงผลในขั้นตอนสุดท้ายซึ่งการขยายวัตถุจะทำได้ โดยการกำหนดส่วนประกอบโครงสร้าง (Structuring element) และนำส่วนประกอบโครงสร้างไปกราดบนข้อมูลภาพตามลำดับตลอดทั้งภาพ โดยเมื่อจุดเริ่มต้นของส่วนประกอบโครงสร้างหรือจุดกำเนิดตรงกับตำแหน่งข้อมูลภาพที่เท่ากับ 1 จะทำการยูเนียนส่วนประกอบโครงสร้างเข้ากับ ข้อมูลภาพ

2.13.2 การกร่อนขนาด (Erosion) การกร่อนขนาด (Erosion) เป็นการกร่อนขนาดบริเวณขอบของวัตถุซึ่งการกร่อนมีวิธีคล้ายกับการขยายคือ สร้างส่วนประกอบโครงร่างขึ้นมาแล้วนำไปกราดตามข้อมูลภาพ โดยจะเลื่อนไปทุกตำแหน่งเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพ ถ้าข้อมูลมีค่าเหมือนกับส่วนประกอบโครงร่างจะทำการกำหนดค่าข้อมูลภาพที่ตรงกับตำแหน่งที่ตรงกับจุดเริ่มต้นหรือ จุดกำเนิดของส่วนประกอบโครงร่างให้เท่ากับ 1

2.14 สี่เหลี่ยมในการปิดล้อมวัตถุ (Bounding Box) คือกล่องสี่เหลี่ยมสำหรับปิดล้อมรอบบริเวณนั้นๆ หรือบริเวณที่ถูกกำหนดหมายเลข ซึ่งกล่องสี่เหลี่ยมนี้จะช่วยในการคำนวณจุดศูนย์กลางพื้นที่ ความยาวแกนเอก-แกนโท จุดพิกัดฯของบริเวณหรือวัตถุในภาพที่สนใจ โดยจากจะแสดงแนวความคิดการสร้างกรอบภาพ โดยวัตถุสีขาว-ดำ ส่วนขอบและจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของวัตถุ ต่อจากนั้นจะมีการหาแกนเอกและแกนโทของวัตถุ จากนั้นจะมีการหาจุดที่มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางวัตถุถึงขอบวัตถุที่ยาวที่สุดโดยพิจารณาจากส่วนด้านบนของแกนเอกและส่วนล่างของแกนเอก (A และ B) รวมทั้งการหาจุดที่มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางวัตถุ ถึงขอบวัตถุที่ยาวที่สุดโดยพิจารณาจากบริเวณส่วนซ้ายของแกนโทและส่วนขวาของแกนโท (C และ D) สุดท้ายก็จะได้จุดพิกัดในการสร้างกล่องสี่เหลี่ยมในการปิดล้อมวัตถุ (Minimum bounding box) นั้น

2.14 เทคนิคที่ใช้ในการดำเนินงาน



จากงานวิจัยของ (วิพิน วี. และคณะ คศ.2011) หน้า 88 [10] พบว่ากระบวนการในการตรวจจับไฟเดิมคือการตั้งกล้องไว้ยังหน้าพื้นที่ตรวจสอบซึ่งจะต่อเข้าตัวประมวลผลภาณ ณ จุดนั้นๆ เลย เนื่องด้วยความต้องการด้านการเตือนไฟไหม่ล่วงหน้าได้ทันท่วงที ซึ่งตรงจุดนี้ผู้วิจัยจะมุ่งเน้นไปยังการพัฒนากระบวนการในการปรับปรุงการประมวลผลภาพในการตรวจจับไฟให้ดีขึ้นเท่านั้น โดยใช้ขั้นตอนในการประมวลผลภาพจาก (1) การตรวจสอบจุด Pixel ไฟไหม้โดยใช้ข้อมูลสี (Fire Pixel Detection Using Color Information), (2) การหาจุด Pixel ที่เคลื่อนไหว (Detecting moving pixels), (3) การวิเคราะห์จุด Pixel ไฟไหม้ (Analyzing dynamics of moving fire pixels in consecutive frames)

วิธีการที่ใช้มาจาก ศ.ดร.เทอร์คี เดอร์ริก (คศ.2010) [11] หน้า 883 กล่าวถึงการแปลง RGB ให้เป็นรูปแบบ CIE L*a*b Color Space ในปัจจุบันกล้องวิดีโอ CCTV ทั้งหลายมันจะได้เอาท์พุตออกมาแบบ RGB color space แต่มันก็ยังคง มีการใช้เฉดสีของไฟที่กำหนดมาเป็นช่วงของค่าสี (Interval of Color value) ระหว่างสีแดง (Red) และสีเหลือง (Yellow) ซึ่งสีของไฟโดยทั่วไปแล้วจะมีค่าที่เข้าใกล้สีแดง (Red) และมีค่าการส่องสว่าง (Illumination) ที่สูง ซึ่งเราสามารถที่จะใช้คุณลักษณะที่มีอยู่นี้ในการตรวจสอบไฟที่มีอยู่ในภาพ สำหรับภาพที่ใช้ในการประมวลผลจะอยู่ในรูปแบบ รูปแบบ CIE L*a*b Color Space ซึ่งจะทำการวัดผลในทางสถิติออกมาในแต่ละช่องสัญญาณของสี (Color Channel) โดยสมาการที่เป็นจะเป็นการแปลง แปลง RGB เป็น CIE L*a*b แบบตรงๆ

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.412453 & 0.357580 & 0.180423 \\ 0.212671 & 0.715160 & 0.072169 \\ 0.019334 & 0.119193 & 0.950227 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix},$$

$$L^* = \begin{cases} 116 \times (Y/Y_n)^{1/3} - 16, & \text{if } (Y/Y_n) > 0.008856, \\ 903.3 \times (Y/Y_n), & \text{otherwise,} \end{cases}$$

$$a^* = 500 \times \left(f(X/X_n) - f(Y/Y_n) \right),$$

$$b^* = 200 \times \left(f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n) \right),$$

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3}, & \text{if } t > 0.008856, \\ 7.787 \times t + 16/116, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

Xn, Yn, Zn คือ Tri-Stimulas Values หรือค่าอ้างอิงสำหรับสีขาวโดยข้อมูล RGB มีค่าระหว่าง 0-255 เป็นแบบ 8bit ในขณะที่ข้อมูล L*, a*, b* มีระยะดังนี้ [0,100], [-110,110], [-110,110]
ขั้นตอนการแปลง RGB->XYZ, XYZ-> *CIE L*a*b**

$$L_m^* = \frac{1}{N}\sum_x\sum_y L^*(x,y),$$
$$a_m^* = \frac{1}{N}\sum_x\sum_y a^*(x,y),$$
$$b_m^* = \frac{1}{N}\sum_x\sum_y b^*(x,y),$$

รับภาพมาจากอุปกรณ์ต่างๆแล้วแปลงให้เอาท์พุตออกมาแบบ RGB จากนั้นใช้ Algorithms 3 ส่วนหลักคือ:

1. การตรวจสอบจุด Pixel ไฟไหม้โดยใช้ข้อมูลสี (fire pixel detection using color information)
2. การหาจุด Pixel ที่เคลื่อนไหว (Detecting moving pixels)
3. การวิเคราะห์จุด Pixel ไฟไหม้ (Analyzing dynamics of moving fire pixels in consecutive frames.)

การแปลง RGB ให้เป็นรูปแบบ CIE L*a*b Color Space ในปัจจุบันกล้องวิดีโอ CCTV ทั้งหลายมันจะได้เอาท์พุตออกมาแบบ RGB color space เนื่องด้วยความเร็วในการประมวลผลภาพ (Image Processing) นั้นจะต้องคำนวณให้ได้เร็วกว่าหรือเท่ากับเฟรมเรท (Frame Rate) ที่ได้ตั้งไว้ในระบบ ซึ่งถ้าอ่านจากไฟล์ VDO (เช่น fire1.avi มีเฟรมเรท อยู่ที่ 15 fps) ซึ่งถ้าเป็นลักษณะของกล้องวงจรปิด (CCTV) มักจะมี 30 fps ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นการใช้ VDO หรือ ทำการประมวลผลภาพจากกล้องก็ตามก็ต้องอาศัยหลักการคำนวณนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปลี่ยนใช้ไลบรารีการคำนวณสีภาพจาก RGB เป็น CIE L,a,b ใหม่โดยใช้ Colorful.NET สิ่งที่ผู้พัฒนาจะต้องปรับคือการใช้งาน Target framework: .NET Framework 4.5 ถ้าใช้วิธีการ RGB->Gray->ปรับ Level

$$L_m^* = \frac{1}{N}\sum_x\sum_y L^*(x,y),$$
$$a_m^* = \frac{1}{N}\sum_x\sum_y a^*(x,y),$$
$$b_m^* = \frac{1}{N}\sum_x\sum_y b^*(x,y),$$

เมื่อ Lm*, am*, และ bm* นั้นเป็นชุดของค่าเฉลี่ยของสีในเซลเนลล์ของ CIE ซึ่ง N เป็นจำนวนพิกเซลล์ทั้งหมดของภาพ เกิดการคำนวณ (ก.xส.) ในที่นี้ fire1.avi มีความกว้าง 320 มีความสูง 240 ดังนั้น 76800 พิกเซลล์ และค่าสีที่ถูกคำนวณจากค่าเฉลี่ยนี้ก็จะถูกกำหนดไปยังตำแหน่ง (x,y) เพื่อแสดงผลในภาพทั้งหมด

จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการนอมัลไลส์ภาพ (Normalized) ซึ่งจะได้ค่าเป็น [0 1] ในแต่ละพิกเซลล์จองภาพ ซึ่งจะทำให้ได้ภาพสีของไฟนั้นมีความสว่างมากที่สุด (Brightest Image Region) และมีค่าสีที่ใกล้กับสีแดง ดังนั้นกฎที่ใช้ในการกำหนดว่าเป็นพิกเซลไฟนั้นคือ:

$$R1(x,y)=\begin{cases}1, & \text{if } L^*(x,y)\geq L_m^*,\\ 0, & \text{otherwise,}\end{cases}$$

$$R2(x,y)=\begin{cases}1, & \text{if } a^*(x,y)\geq a_m^*,\\ 0, & \text{otherwise,}\end{cases}$$

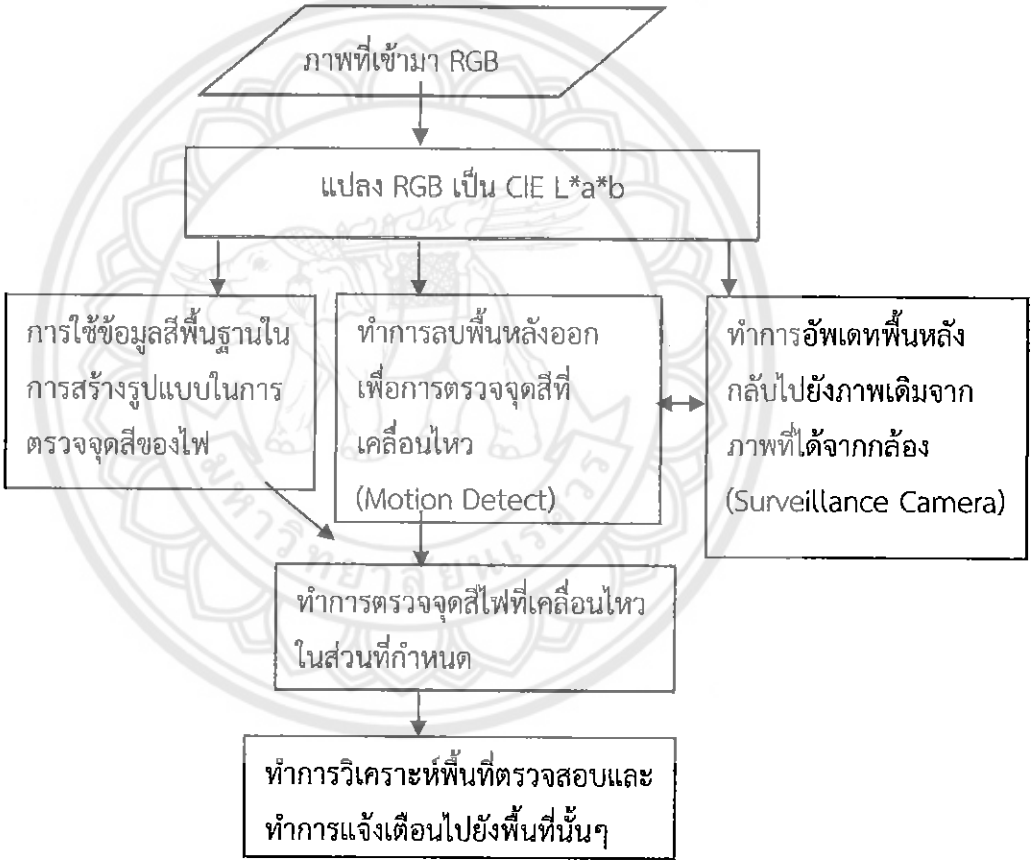
$$R3(x,y)=\begin{cases}1, & \text{if } b^*(x,y)\geq b_m^*,\\ 0, & \text{otherwise,}\end{cases}$$

$$R4(x,y)=\begin{cases}1, & \text{if } b^*(x,y)\geq a^*(x,y).\\ 0, & \text{otherwise,}\end{cases}$$

เมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ย แล้วทำการปรับค่าให้เป็น 0 1 ด้วยวิธีการ Threshold พบว่าค่า fps ที่ตั้งไว้คือ 15 fps ดังนั้นการคำนวณทั้งหมดที่มีต้องสามารถคำนวณได้ทัน Frame Rate ด้วยเวลา 1/15 = 0.067 วินาที ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและปรับอัลกอริทึมในการคำนวณสีไฟให้ได้ไวทันเฟรมแรท ดังนั้นทางออกของปัญหานี้มีอยู่สองทาง (1) ทำการทดสอบและปรับสมการไปทีละส่วนและดูว่าภาพออกมาหรือไม่และภาพจะหายไปในกระบวนการใด (2) ถ้าทำไปจนถึงจุดที่ภาพไม่ออกแล้วหาทางแก้ไม่ได้ เราจะใช้ไลบรารีในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการประมวลผลภาพเฉพาะทางเข้ามาช่วย เช่น Boost, AForge.Math, ฯลฯ ซึ่งสามารถคำนวณได้ไวกว่าของสูตรคำนวณเดิมโดยใช้ Math ไลบรารี่ของ Microsoft ปัญหาคือกิน CPU มากๆ ทำให้โปรแกรม ซึ่งทางผู้วิจัยก็ได้ทำการทดสอบด้วยการเขียนโค้ด +-*/ ทั่วไปเพื่อเปรียบเทียบความไวในการทำงานของการคำนวณทางคณิตศาสตร์พบว่า AForge.Math ไว้กว่า Microsoft.Math 6% หรือหาวิธีการหรือคำสั่งแปลงภาพที่มีความไวสูง

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

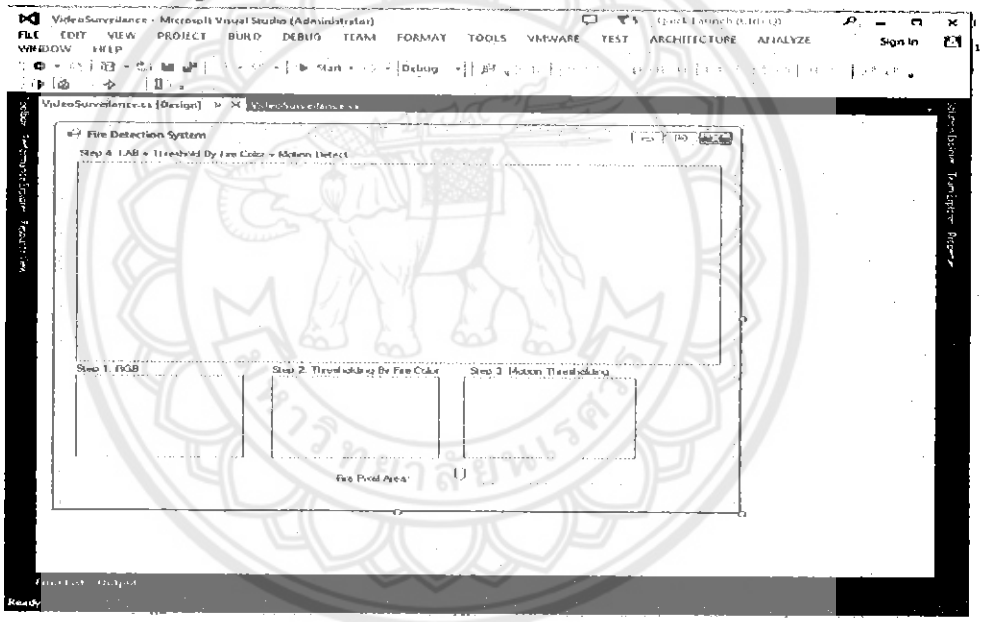
จากการศึกษาจากการศึกษาข้อมูลทางผู้วิจัยได้ออกแบบระบบในการตรวจจับภาพไฟไหม้ โดยได้ทำการออกแบบด้วยโฟว์ชาร์ดดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงการทำงานของขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบไฟไหม้

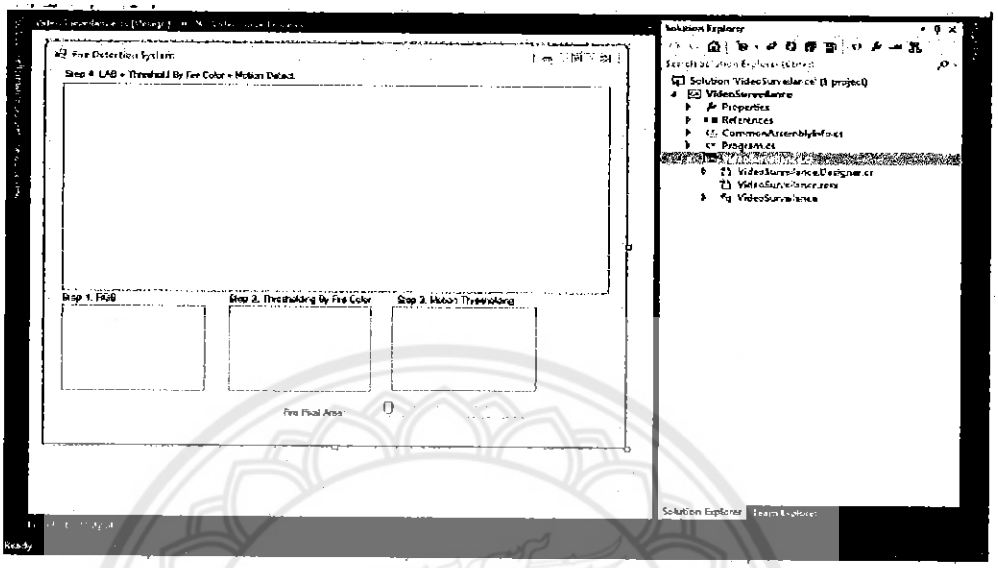
ภาพที่เข้ามาจะถูกอ่านเข้ามาทีละเฟรม ซึ่งภาพที่เข้ามาจะเป็นแบบ RGB โดยจะมีการแปลง RGB ให้เป็น CIE L*a*b เพื่อให้สามารถใช้คุณสมบัติย่านของสีไฟได้สะดวกจากนั้นได้มีการใช้ข้อมูลสีพื้นฐานในการสร้างรูปแบบในการตรวจจุดสีของไฟ พร้อมทั้งทำการลบพื้นหลังออกด้วยคำสั่งของ Emgu.CV แล้วทำการตรวจที่สีที่เคลื่อนไหวโดยทำการอัพเดทพื้นหลังกลับไปยังภาพเดิมจากภาพที่ได้จากกล้อง(Surveillance cameras) แล้วทำการตรวจจุดสีของไฟที่เคลื่อนไหวในส่วนที่กำหนด แล้วทำการวิเคราะห์พื้นที่ตรวจสอบและทำการแจ้งเตือนไปยังพื้นที่นั้นๆไปพร้อมๆกัน

ขั้นตอนแรกทำการติดตั้ง Emgu.CV จากนั้นทำการ Import ไฟล์ Emgu.CV.dll, Emgu.CV.UT.dll, Emgu.Util.dll เข้ามาใช้งานใน Visual Studio



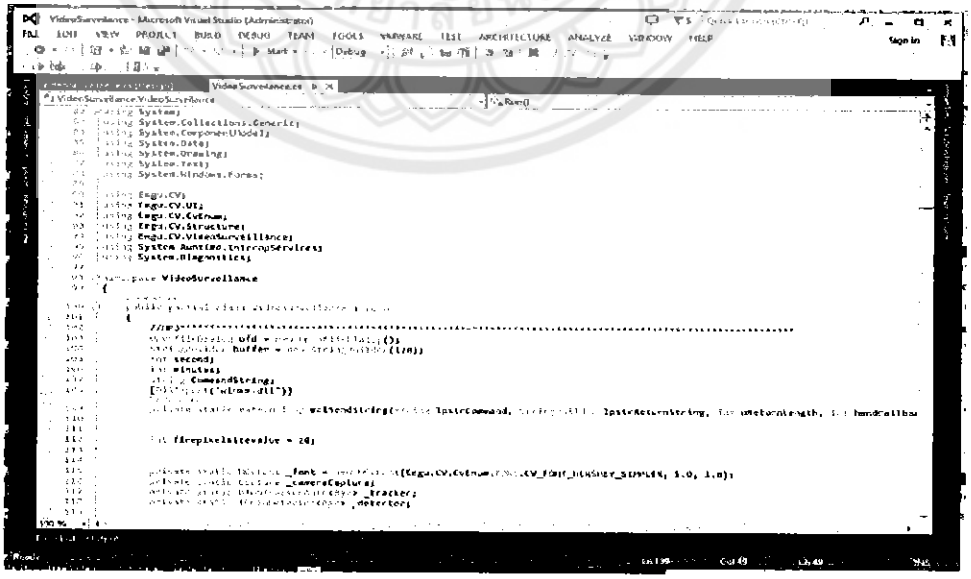
รูปที่ 3.2 แสดงการวาง Emgu.CV ImageBox เพื่อแสดง LAB+Threshold By Fire Color+Motion Detect ด้านบนสุดของผลการประมวลผลภาพ, RGB, Thresholding By Fire Color สำหรับการทำ Binary ในช่วงสีไฟ, และ Motion Thresholding สำหรับตรวจสอบพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว

ขั้นตอนที่สองเมื่อทำการนำเข้า dll ที่จำเป็นทั้งหมดแล้วก็จะสามารถใช้งาน Emgu.CV.ImageBox ได้ให้ทำการวางเลย์เอ้าท์ของ ImageBox ไว้ดังภาพเพื่อแสดงผลการทำงานไว้สี่ส่วนหลักคือส่วนภาพที่ได้จากกล้องและผ่านการประมวลผลทั้งหมดก็จะแสดงในภาพใหญ่ ส่วนภาพเล็กๆทั้งสามก็จะประกอบไปด้วย (1) ภาพ RGB ปกติ, (2) Thresholding By Fire Color สำหรับการทำ Binary ในช่วงสีไฟ, และ (3) Motion Thresholding สำหรับตรวจสอบพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว



รูปที่ 3.3 แสดงโครงสร้างไฟล์ของโครงงาน VideoSurveilance ซึ่งโค้ดการทำงานทั้งหมดจะอยู่ใน VideoSurveilance.cs

ไฟล์การทำงานหลักประกอบด้วย VideoSurveilance.Designer.cs ทำหน้าที่เก็บโค้ดส่วนติดต่อผู้ใช้ GUI, VideoSurveilance.resx ทำหน้าที่เก็บทรัพยากรพวกภาพ ฯลฯที่ใช้, VideoSurveilance.cs เก็บโค้ดการทำงานหลัก

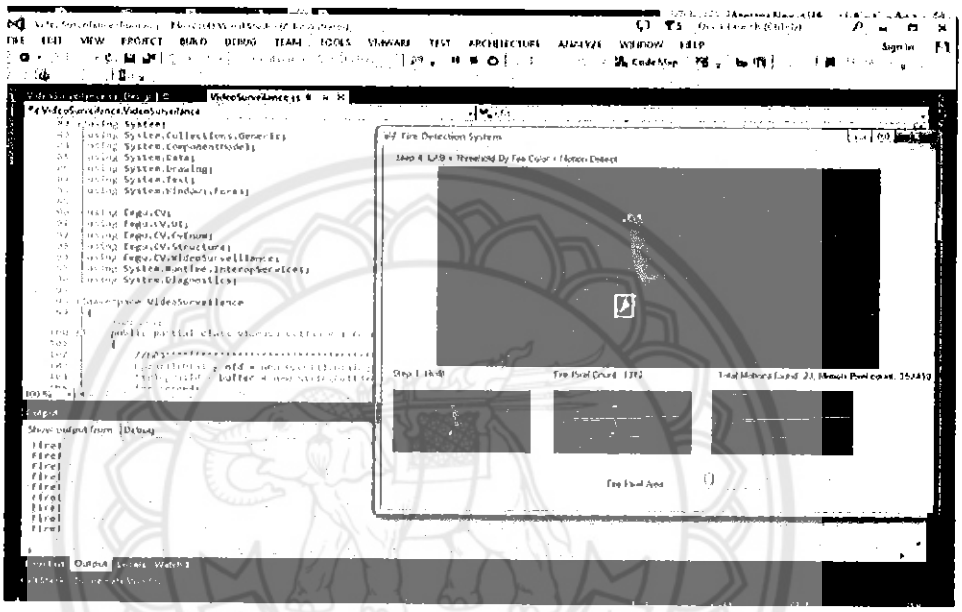


รูปที่ 3.4 แสดงการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C#

17220741

สำนักหอสมุด
24 มี.ค. 2561

เขียนโปรแกรมด้วยภาษา C# ในการประมวลผลภาพ, RGB, Thresholding By Fire Color สำหรับการทำ Binary ในช่วงสีไฟ, และ Motion Thresholding สำหรับตรวจสอบพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว



รูปที่ 3.5 แสดงผลเมื่อทำการรันทดสอบระบบ

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมไฟล์ วิดีโอไว้ทดสอบจากการค้นคำว่า Fire ในยูทูปแล้วทำการโหลดตัดและทดสอบในส่วนต่อไปซึ่งผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือดไฟล์ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองไว้ในตารางที่ 4.2 และ 4.3 ในบทที่ 4

บทที่ 4
การทำงานของระบบ

4.1 โครงสร้างของระบบ

ใช้ขั้นตอนในการประมวลผลภาพจาก (1) การตรวจสอบจุด Pixel ไฟไหม้โดยใช้ข้อมูลสี (Fire Pixel Detection Using Color Information), (2) การหาจุด Pixel ที่เคลื่อนไหว (Detecting moving pixels), (3) การวิเคราะห์จุด Pixel ไฟไหม้ (Analyzing dynamics of moving fire pixels in consecutive frames)

วิธีการในการตรวจสอบไฟ

วิธีการที่ใช้มาจาก ศ.ดร.เทอร์คี เดอร์ริก (คศ.2010) [2] หน้า 883 กล่าวถึงการแปลง RGB ให้เป็นรูปแบบ CIE L*a*b Color Space ในปัจจุบันกล้องวิดีโอ CCTV ทั้งหลายมันจะได้เอาท์พุตออกมาแบบ RGB color space แต่มันก็ยังคง มีการใช้เฉดสีของไฟที่กำหนดมาเป็นช่วงของค่าสี (Interval of Color value) ระหว่างสีแดง (Red) และสีเหลือง (Yellow) ซึ่งสีของไฟโดยทั่วไปแล้วจะมีค่าที่เข้าใกล้สีแดง (Red) และมีค่าการส่องสว่าง (Illumination) ที่สูง ซึ่งเราสามารถที่จะใช้คุณลักษณะที่มีอยู่นี้ในการตรวจสอบไฟที่มีอยู่ในภาพ สำหรับรูปที่ใช้ในการประมวลผลจะอยู่ในรูปแบบ CIE L*a*b Color Space ซึ่งจะทำการวัดผลในทางสถิติออกมาในแต่ละช่องสัญญาณของสี (Color Channel) โดยสมาการที่เป็นจะเป็นการแปลง RGB เป็น CIE L*a*b แบบตรงๆ Xn, Yn, Zn คือ Tri-Stimulas Values หรือค่าอ้างอิงสำหรับสีขาว โดยข้อมูล RGB มีค่าระหว่าง 0-255 เป็นแบบ 8bit ในขณะที่ข้อมูล L*, a*, b* มีระยะดังนี้ [0,100], [-110,110], [-110,110] ขั้นตอนการแปลง RGB->XYZ, XYZ-> *CIE L*a*b** จากนั้นใช้ Algorithms 3 ส่วนหลักคือ:

1. การตรวจสอบจุด Pixel ไฟไหม้โดยใช้ข้อมูลสี (fire pixel detection using color information)
2. การหาจุด Pixel ที่เคลื่อนไหว (Detecting moving pixels)
3. การวิเคราะห์จุด Pixel ไฟไหม้ (Analyzing dynamics of moving fire pixels in consecutive frames.)

4.2 การทดสอบระบบและการประเมินผลการทำงาน

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบด้วยการประเมินผลการทำงานของระบบโดยทำการวัดค่าความมั่นใจว่าตรงกับหลักเกณฑ์ ในการประมวลผลภาพว่าผ่านหลักเกณฑ์การทดสอบ ด้วยเทคนิคการประเมินผลลัพธ์จาก Confusion Matrix และการคำนวณเปอร์เซ็นค่าความผิดพลาดของระบบร่วมกัน

ตารางที่ 4.1 แสดง Confusion Matrix ในการคำนวณผลการทำนายไฟไหม้

	Predicted Positives (YES)	Predicted Negatives (NO)
Actual Positives (YES)	True Positives (TP)	False Negatives (FN)
Actual Negative (NO)	False Positive (FP)	True Negative (TN)

คำอธิบาย Confusion Matrix ดังนี้: True Positive (TP) หมายถึง เมื่อมนุษย์บอกว่าเจอไฟไหม้ คือ YES และระบบทำนายว่าไฟไหม้ YES, False Negatives (FN) หมายถึง หมายถึง เมื่อมนุษย์บอกว่าเจอไฟไหม้ คือ YES และระบบทำนายว่าไฟไหม้ NO, True Negative (TN) หมายถึง เมื่อมนุษย์บอกว่าไม่เจอไฟไหม้ คือ NO และระบบทำนายว่าไม่เจอไฟไหม้ NO, False Positive (FP) หมายถึง เมื่อมนุษย์บอกว่าเจอไม่ไฟไหม้ คือ NO และระบบทำนายว่าไฟไหม้ YES

จากรูปด้านล่างนี้จะเป็นของไฟล์ Christmas tree.avi ซึ่งเราจะพบยอดของไฟที่เริ่มลุกไหม้ ณ บริเวณที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ ในวินาทีที่ 10 ซึ่งถ้าเป็นมนุษย์ที่อยู่ ณ จุดนั้น ก็จะพบว่าไฟได้เริ่มก่อตัวขึ้นแล้ว ซึ่งค่านี้ในทางทฤษฎีจะเรียกว่าค่าเป้าหมายที่ได้คาดการณ์เอาไว้ (Predicted Value)

เมื่อใช้งานระบบตรวจจับไฟไหม้ การที่ระบบแจ้งว่าไฟไหม้เกิดที่วินาทีที่ 10 ได้แสดงว่าทำงานได้เทียบเท่ามนุษย์ หรือคลาดเคลื่อนไปกี่วินาที ก็จะเป็น (% ERROR) ในการแจ้งเตือนไฟไหม้

รูปที่ 4.1 ด้านซ้ายจะเป็นการใช้มนุษย์ในการตรวจว่าเจอไฟไหม้ ซึ่งพบว่าเจอไฟไหม้ที่วินาทีที่ 10 ส่วนภาพด้านขวามือเป็นการใช้ระบบตรวจซึ่งพบในวินาทีที่ 11 ซึ่งจะเป็นกรอบสีขาวตีกรอบครอบ ตำแหน่งที่เกิดไฟไหม้ไว้

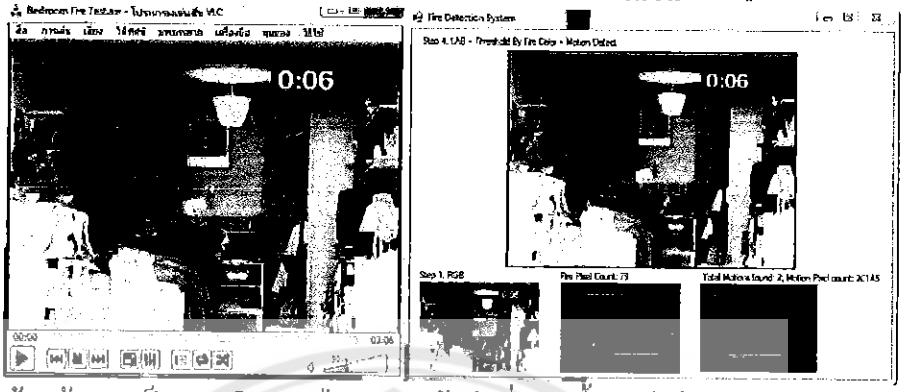
เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.10 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.11 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.11-0.10)/ 0.10)x100 = 10% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 90% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

เมื่อทำการทำสอบ Kitchen Fire Demo.avi พบว่าจะเกิดควันก่อนเกิดไฟไหม้ ซึ่งตัวอัลกอลิทึมในการตรวจจับความเคลื่อนไหวร่วมกับสีของไฟ ซึ่งเมื่อควันลอยผ่านหลอดไฟ ซึ่งเดิมถ้าหลอดไฟเปิดไว้เฉยๆไม่มีควัน ระบบก็จะไม่เจอการเคลื่อนไหวแต่จะเจอสีของไฟเท่านั้น ดังนั้นเมื่อสองสิ่งรวมกันทำให้เตือนได้ล่วงหน้าก่อนที่เปลวไฟจะเกิดได้ แต่ถ้าไม่มีการติดตั้งหลอดไฟไว้ ที่โต๊ะทำอาหาร ระบบก็จะเตือนเฉพาะเมื่อเห็นเปลวไฟ เมื่อทำการวิเคราะห์เทียบกับมนุษย์ มนุษย์เราถ้าตาเห็นควันก็จะพบสิ่งปกติ ก็จะรีบไปดูและดับก่อนที่ไฟจะลุก (ทั้งนี้ผู้วิจัยเมื่อได้ทราบผลการทดลองนี้แล้วทำให้พบว่า ในอนาคตต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมในด้านระบบตรวจจับควันไฟ (Smoke Detection System) ร่วมกับระบบตรวจจับไฟไหม้ (Fire Detection System) ที่ผู้วิจัยได้พัฒนามาแล้วนี้ ก็จะทำให้การเตือนล่วงหน้าทำได้เทียบเท่ามนุษย์)

รูปที่ 4.2 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดควันไฟเคลื่อนไหวตัดแสงไฟ ภาพขวาเมื่อเริ่มเกิดเปลวไฟ ซึ่งระบบก็จะเตือนทันที เมื่อมนุษย์มองเห็นกลุ่มควันลอยพุ่งจากกระทะที่ร้อนจัด สันชาติญาณคือต้องรีบวิ่งไปดูเพื่อปิดไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

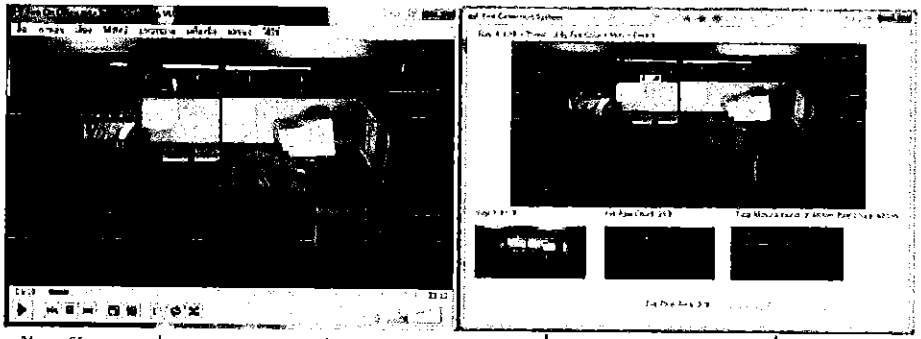
เมื่อทำการทำสอบ Bedroom Fire Test.avi พบว่าจะเกิดควันก่อนเกิดไฟไหม้ในตอนแรกของไฟล์ วินาทีที่ 0 ซึ่งไฟล์นี้ทำการตัดมาจากระบบกล้องวงจรปิด ในวินาทีที่ 6



รูปที่ 4.3 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟบริเวณผ้าห่มซึ่งตรงนี้พบว่าไม่ได้เกิดควันก่อน (การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะไม่เกิดควัน) ภาพขวาเมื่อเริ่มเกิดเปลวไฟ ซึ่งระบบก็จะเตือนทันที เมื่อมนุษย์มองเห็นกลุ่มควันลอยพุ่งจากกระทะที่ร้อนจัด สันชาติญาณคือต้องรีบวิ่งไปดูเพื่อปิดไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

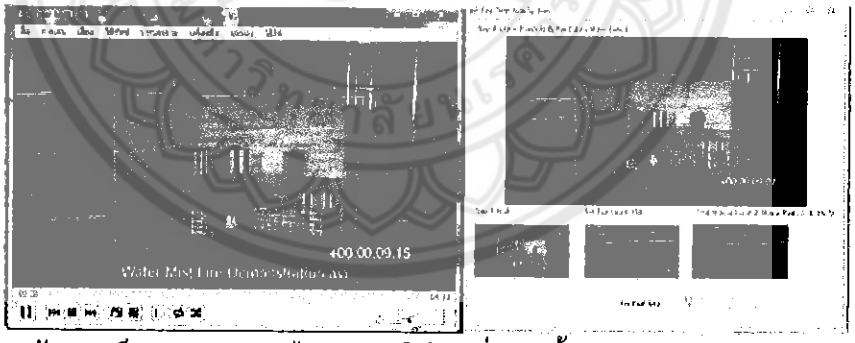
เมื่อทำการทดสอบ Fire On Office.avi เราพบว่าสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นคือแสงของหลอด Fluorescence ซึ่งมันสะท้อนและกระพริบในเฟรมของภาพ (หลอดฟลูออเรสเซ็นท์มันไม่ค่อยนิยมนำมาใช้ในห้องถ่ายสตูดิโอกันเพราะเรื่องสัญญาณรบกวน ทำให้ได้รูปที่ไม่นิ่งแสงกระจายไม่คงที่) อีกปัญหาคือเรื่องของสีเสื้อหรือหมวกที่ไม่ตรงกับสีของไฟเมื่อเดินผ่านทำให้ระบบจะเข้าใจผิดว่าเกิดไฟไหม้ (ดังนั้นในอนาคตงานวิจัยด้านการตรวจสอบไฟไหม้ด้วยรูปทรงของไฟ (Fire Detection by Fire Shape Method) ก็จะเกิดขึ้นตามมา ซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการแจ้งเตือนไฟไหม้ได้อย่างเต็มที่) ซึ่งทางออกที่ผู้วิจัยใช้ในปัจจุบันมีอยู่สองวิธี 1) ให้เจ้าหน้าที่ปรับกล้องวงจรปิดหันหัวกล่องลงมา 1 นิ้ว ก็จะลดสัญญาณรบกวนได้ 2) ทำตัวเลือกสำหรับการตั้งค่าขนาด Pixel สีไฟที่สามารถเลือกได้ด้วยตนเอง ทำให้เจ้าหน้าที่ทำการตรวจว่าไม่มีสัญญาณรบกวนก่อน เมื่อไม่มีแล้วก็ให้ใช้ไฟเช็คหรือเทียนจุดทดสอบดู (จุดเทียบปกติ จุดไฟเช็คปกติ ไม่ได้ให้ทำการวางเพลิงทดสอบ) ซึ่งการทดสอบเมื่อเจอไฟก็ให้กำหนดค่านั้นๆเป็นที่ใช้งาน ณ จุดนั้นไปในทางปฏิบัติ



รูปที่ 4.4 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟบริเวณหลังโต๊ะ ซึ่งมนุษย์พบในวินาทีที่ 1.19 ภาพขวาเมื่อเริ่มเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 1.20

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 1.19 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 1.20 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((1.20-1.19)/ 1.19)x100 = 0.8% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 99.2% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

เมื่อทำการทำสอบ Water Mist Fire Demonstration.avi พบว่าจะเกิดควันก่อนเกิดไฟไหม้ในตอนแรกของไฟล์ วินาทีที่ 0 ซึ่งไฟล์นี้ทำการตัดมาจากระบบกล้องวงจรปิด

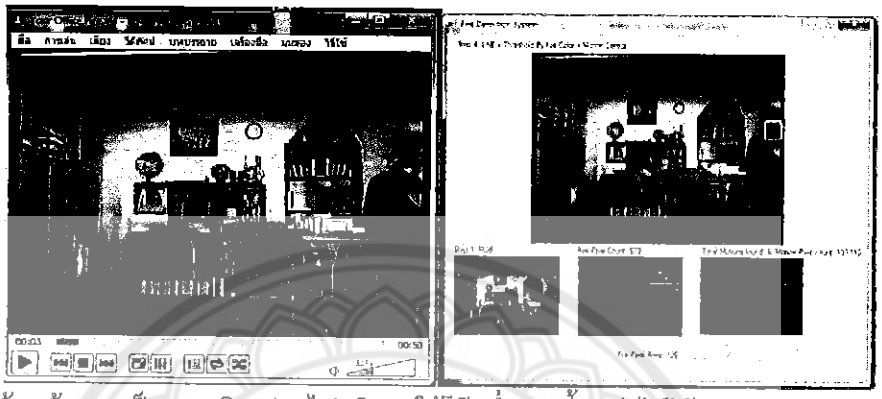


รูปที่ 4.5 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟบริเวณใต้โต๊ะซึ่งตรงนี้พบว่าไม่ได้เกิดควันก่อน (การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะไม่เกิดควัน) ภาพขวาจากระบบค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์

โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

เมื่อทำการทำสอบ Your Office Fire.avi

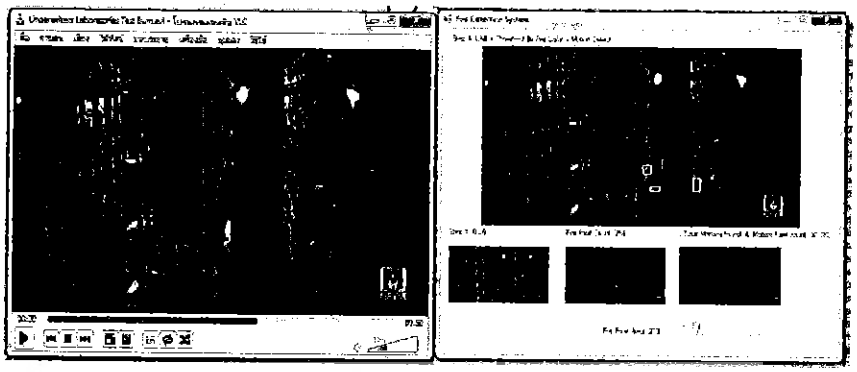


รูปที่ 4.6 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟบริเวณใต้โต๊ะซึ่งตรงนี้พบว่าไม่ได้เกิดควันก่อน (การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะไม่เกิดควัน) ภาพขวาจากระบบค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการทำสอบ Your Office Fire.avi พบว่าจะพบว่าจริงๆแล้วไฟไหม้หนังสือตอนแรก ณ วินาทีที่ 0.03 อยู่แล้ว แต่เสื้อบังไฟเอาไว้ ดังนั้นตรงบริเวณคอเสื้อจะเจอยอดของเปลวไฟ ซึ่งไฟไม่คงที่ เมื่อยอดของเปลวไฟหายก็จะเหลือแต่แสงสะท้อนที่เกิดจากไฟ (ดังนั้นในอนาคตการพัฒนาอัลกอรึทึมในการตรวจสอบไฟไหม้นั้น ควรมีอัลกอรึทึมที่ตรวจสอบเฉพาะส่วนของรูปทรงด้วยเทคนิค Decomposition ของไฟได้ ก็จะเหมือนการทำ Vehicle Detection By Decomposition Technique ในการตรวจจับภาพรถยนต์ เมื่อกล้องจอแค่หลังคารถและรูปทรงกระจกข้างก็บอกได้ทันที่ว่านี่คือรถยนต์) ในตอนแรกของไฟล์ วินาทีที่ 0.03 ซึ่งไฟล์นี้ทำการตัดมาจากระบบกล้องวงจรปิดในวินาทีที่ 0.05 ด้วยค่าระดับที่ 326

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.03 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.05 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.03-0.05)/ 0.05)x100 = 40% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 60% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

เมื่อทำการทำสอบ Underwriters Laboratories Test Burn.avi

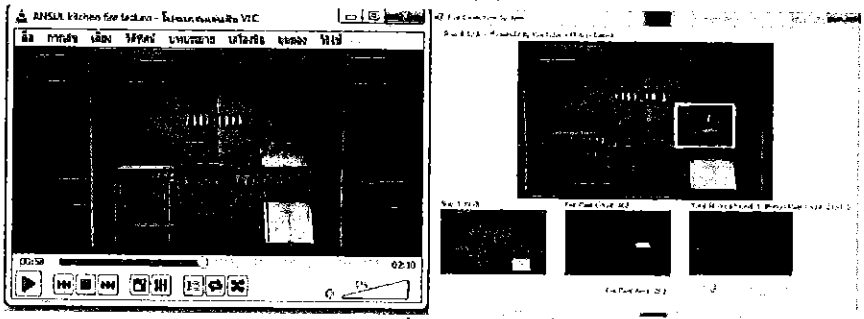


รูปที่ 4.7 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟบริเวณใต้โต๊ะซึ่งตรงนี้พบว่าไม่ได้เกิดควันก่อน (การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะไม่เกิดควัน) ภาพขวาจากระบบค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการทำสอบ Underwriters Laboratories Test Burn.avi พบว่าจะพบว่าจริงๆแล้วไฟไหม้คลังเอกสารตอนแรก ณ วินาทีที่ 0.30 ซึ่งไฟล์นี้ทำการตัดมาจากระบบกล้องวงจรปิด ในวินาทีที่ 0.35 ด้วยค่าระดับที่ 219

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.03 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.05 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.30-0.50)/ 0.50)x100 = 40% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 60% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

เมื่อทำการทำสอบ ANSUL kitchen fire test.avi

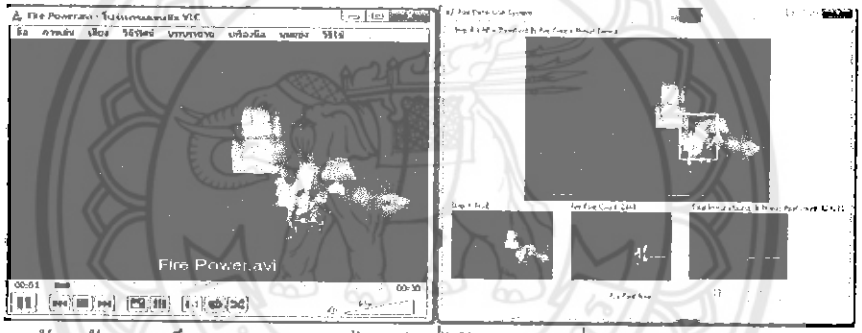


ภาพ 4.8 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.03 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.05 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการทำสอบ ANSUL kitchen fire test.avi พบว่าจะพบว่าจริงๆแล้วไฟไหม้คลังเอกสารตอนแรก ณ วินาทีที่ 2.10 ซึ่งไฟล์นี้ทำการตัดมาจากระบบกล้องวงจรปิด ในวินาทีที่ 2.14 ด้วยค่าระดับที่ 289

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.03 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.05 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((2.10-2.14)/ 2.14)x100 = 2% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 98% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

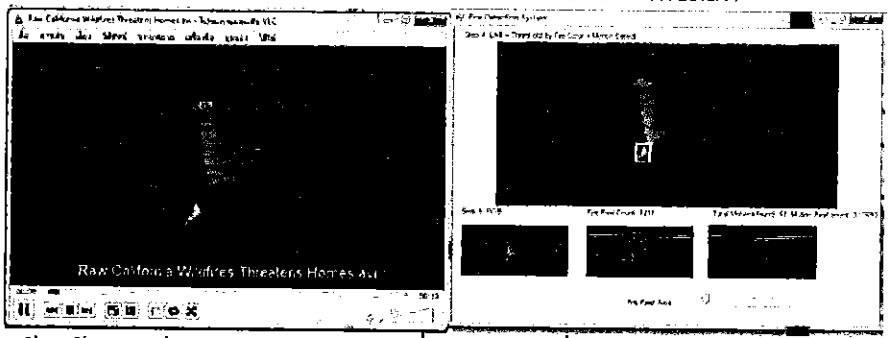
เมื่อทำการทำสอบ Fire Power.avi



ภาพ 4.9 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

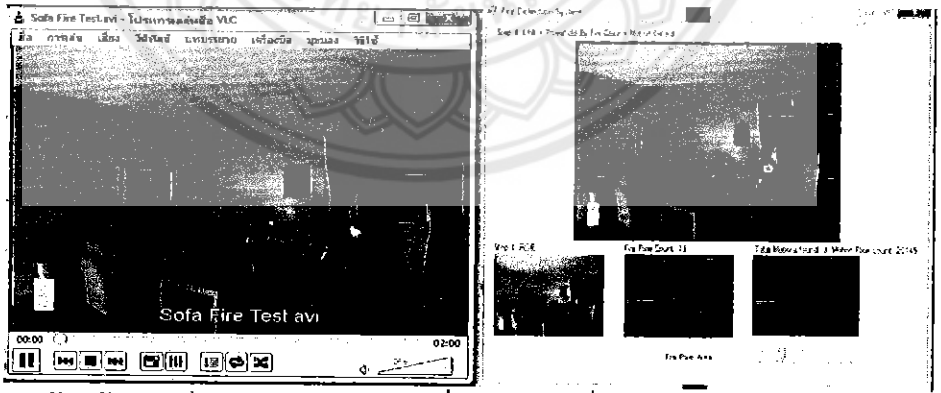
เมื่อทำการทำสอบ Raw California Wildfires Threatens Homes.avi



ภาพ 4.10 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

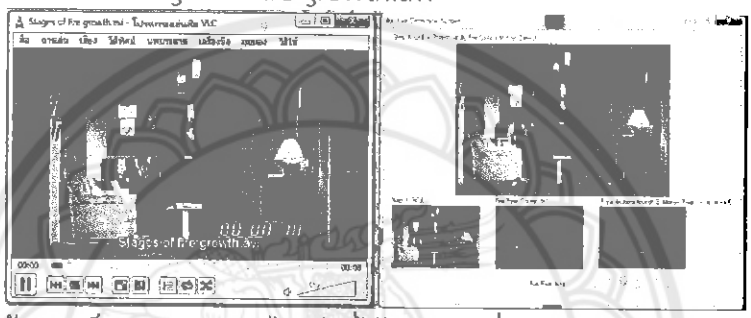
เมื่อทำการทำสอบ Sofa Fire Test.avi



ภาพ 4.11 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

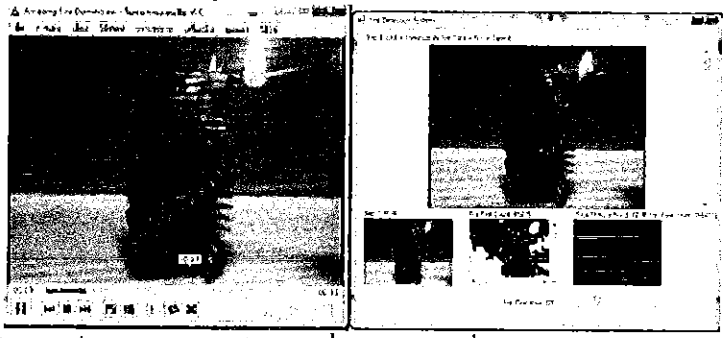
เมื่อทำการทำสอบ Stages of fire growth.avi



ภาพ 4.12 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

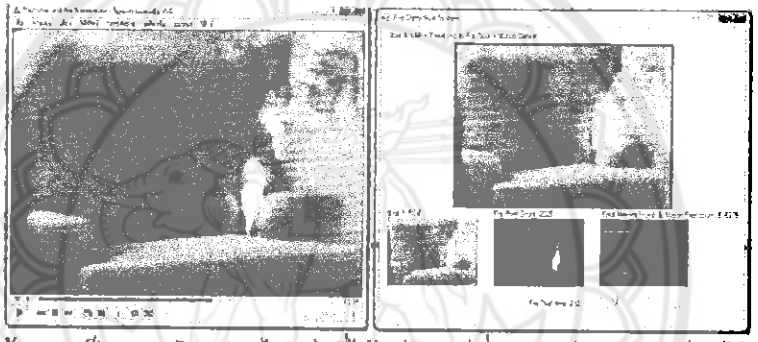
เมื่อทำการทำสอบ Amazing Fire Domino.avi ทดสอบกรณีลอบวางเพลิงไฟไหม้งานศิลป์



ภาพ 4.13 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.09 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.10

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.09 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.10 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((0.10-0.09)/ 0.10)x100 = 10% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 90% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

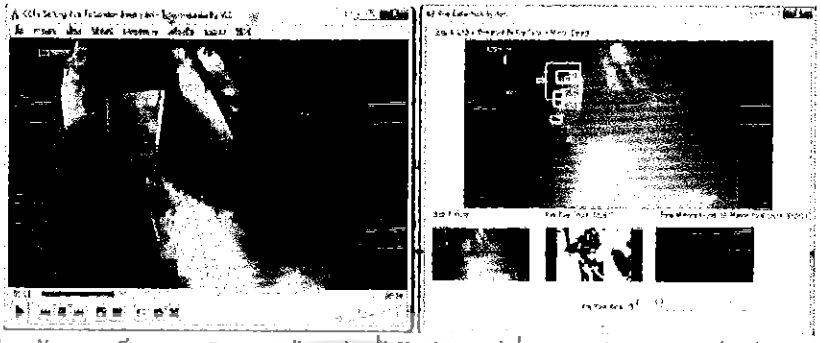
เมื่อทำการทำสอบ Flashover and fire Scenario.avi ทดสอบกรณีลอบวางเพลิงไฟไหม้ของมีค่าโซฟาหายาก



ภาพ 4.14 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.35 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.39

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.35 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.39 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.39-0.35)/ 0.35)x100 = 11% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 89% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

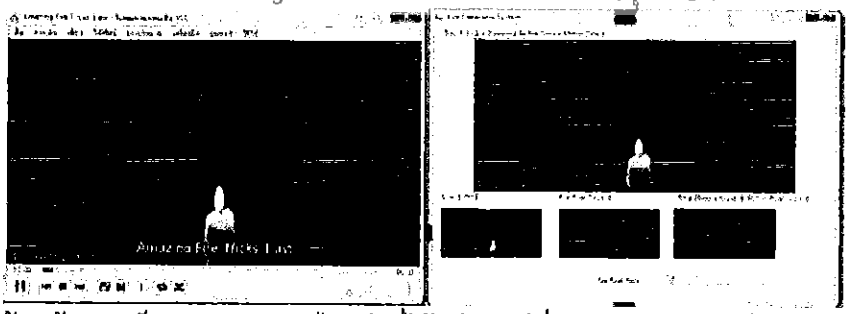
เมื่อทำการทำสอบ CCTV Setting Fire To London Bakery.avi ทดสอบกรณีระเบิดร้านขายขนม



ภาพ 4.15 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.02 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.07 เนื่องจากกรณีนี้เป็นลักษณะของแก๊สระเบิด การใช้กล้องวงจรปิดโหมดกลางคืนกับโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นสามารถตรวจสอบไฟไหม้ได้ หลังจากการระเบิด (ระบบป้องกันการระเบิดจริงๆแล้วในตอนนี้ในภาคอุตสาหกรรมใช้เซ็นเซอร์ความดันอากาศ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความดันอย่างกะทันหัน ในระดับที่ตังทดสอบการระเบิดไว้ด้วยวิธีการซิมมูลเลชั่น ระบบจะสั่งปล่อยสารดับเพลิงทันที) ซึ่งการ Image processing ในอนาคต นอกจากการตรวจไฟไหม้แล้ว ก็น่าจะมีเรื่องการตรวจสอบการระเบิดด้วยกล้องความไวสูงต่อไป

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.02 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.07 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.07-0.05)/ 0.05)x100 = 40% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 60% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

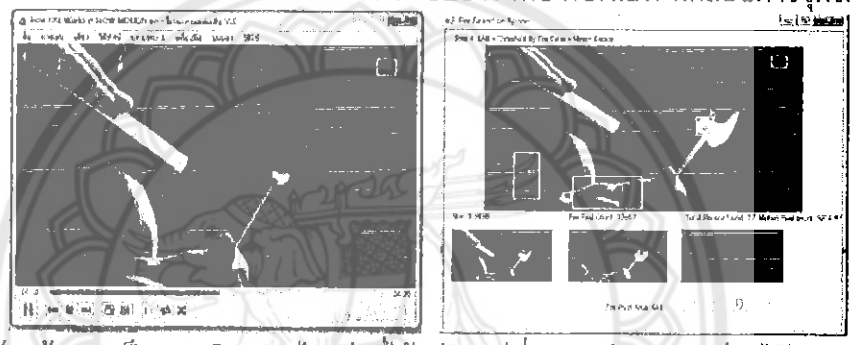
เมื่อทำการทำสอบ Amazing Fire Tricks 1.avi ทดสอบการจุดเทียน



ภาพ 4.16 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

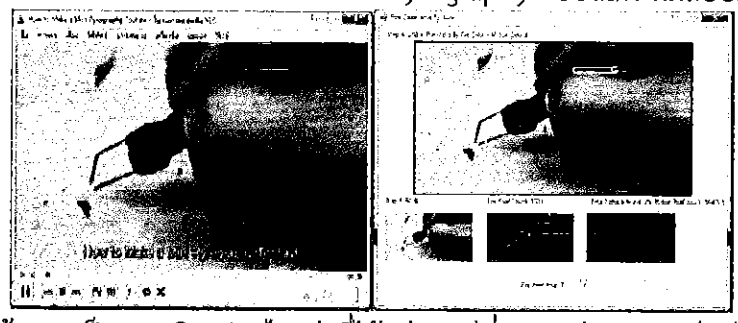
เมื่อทำการทำสอบ How FIRE Works in SLOW MOTION.avi ทดสอบการจุดไฟ



ภาพ 4.17 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.10 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.13

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.10 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.13 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.13-0.10)/ 0.10)x100 = 30% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 70% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

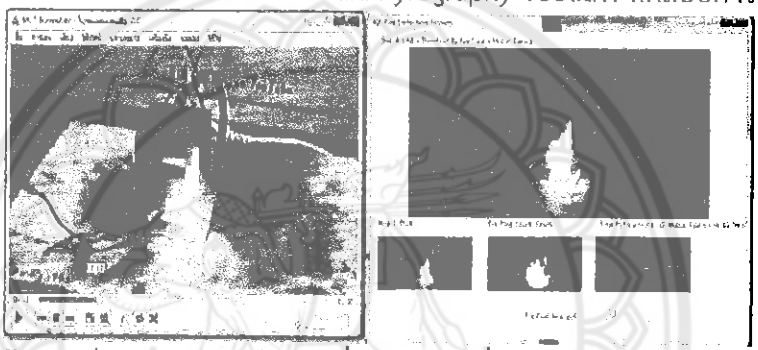
เมื่อทำการทำสอบ How to Make a Mini Pyrography Tool.avi ทดสอบการจุดเทียน



ภาพ 4.18 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

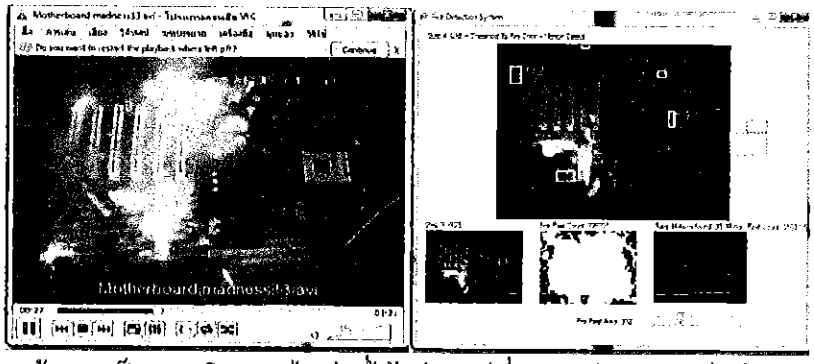
เมื่อทำการทำสอบ How to Make a Mini Pyrography Tool.avi ทดสอบการจุดเทียน



ภาพ 4.19 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.12 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.15

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.12 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.15 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.12-0.15)/ 0.15)x100 = 20% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 80% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

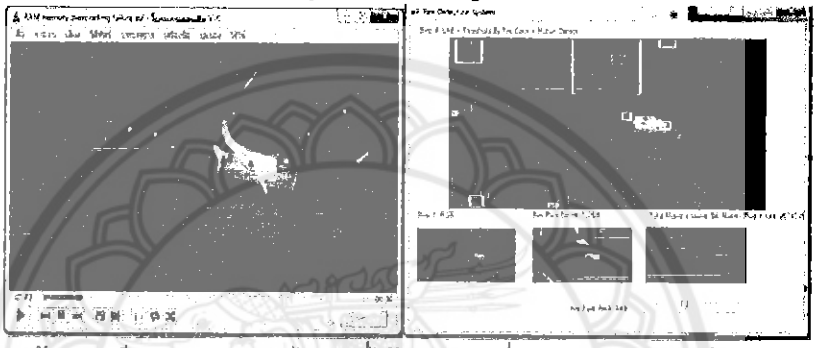
เมื่อทำการทำสอบ Motherboard madness13.avi ทดสอบ



ภาพ 4.20 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.27 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.30 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.30-0.27)/ 0.27)x100 = 11% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 89% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

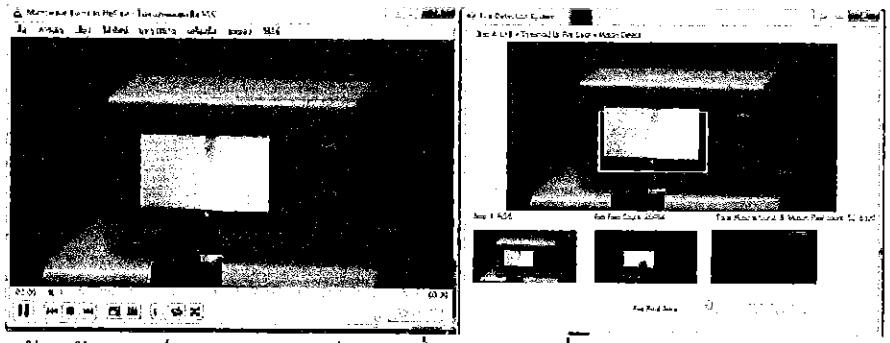
เมื่อทำการทำสอบ RAM memory overclocking failure.avi ทดสอบ



ภาพ 4.21 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.03 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.06 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ผลที่ได้คือ ((0.06-0.03)/ 0.03)x100 = 10% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 90% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

เมื่อทำการทำสอบ Microwave Burns to Hell.avi ทดสอบ



ภาพ 4.22 ด้านซ้ายจะเป็นการเกิดเปลวไฟ ค่าที่ได้อยู่วินาทีที่ 0.00 ส่วนระบบก็ทำได้ 0.03 (โดยคิดจากความต่างของเฟรมแรกและเฟรมที่สองด้วยค่า เฟรมเรท 24 fps ทำให้รู้ว่า 1 เฟรมใช้เวลา 0.03 วินาทีเพื่อคำนวณค่าพิกเซลล์สีไฟที่เคลื่อนไหว)

เมื่อทำการคำนวณพบว่า ค่าที่ได้จากมนุษย์ (ค่าทฤษฎี) คือ 0.00 และค่าที่ได้จากระบบ (ค่าทดลอง) คือ 0.03 มีความต่าง ด้วยวิธีคำนวณ ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจไฟไหม้ = ((ค่าทดลอง-ค่าทฤษฎี)/ค่าทฤษฎี)x100 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับ +1 ไปทั้งสองค่าเพื่อให้สามารถคำนวณได้ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้คือ ((1.03-1.00)/ 1.00)x100 = 3% ดังนั้นแสดงว่าระบบมีความถูกต้องที่ 97% ดังนั้นผลการแจ้งเตือนถือได้ว่าเป็น True Positive (TP) ซึ่ง ค่าเป้าหมายคือค่าที่ได้จากการคาดการณ์โดยมนุษย์บอกว่าเกิดไฟไหม้ ซึ่งก็มีผลเป็น YES และตัวระบบตรวจจับไฟก็ทำนายว่าเกิดไฟไหม้จริงมีผลเป็น YES

ตารางที่ 4.2 ระดับ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระบบ

ไฟล์ VDO ทดสอบ	ระดับ			
	Accuracy	Error	Confusion Matrix	เกณฑ์
1. Christmas tree.avi	90.00%	10.00%	TP	มาก
2. Kitchen Fire Demo.flv.avi	97.00%	3.00%	TP	มาก
3. Living Room Fires.avi	97.00%	3.00%	TP	มาก
4. Bedroom Fire Test.avi	99.20%	9.80%	TP	มาก
5. Water Mist Fire Demonstration.avi	97.00%	3.00%	TP	มาก
6. Your Office Fire.avi	60.00%	40.00%	TP	กลาง
7. Fire On.avi	99.20%	2.00%	TP	มาก
8. Stages of fire growth.avi	97.00%	3.00%	TP	มาก
9. Amazing Fire Domino.avi	90.00%	10.00%	TP	มาก
10. Flashover and fire Scenario.avi	89.00%	11.00%	TP	มาก
11. Underwriters Laboratories Test Burn.avi	60.00%	40.00%	TP	กลาง
12. ANSUL kitchen fire test.avi	98.00%	2.00%	TP	มาก
13. Fire Power.avi	97.00%	3.00%	TP	มาก
14. Raw California Wildfires Threatens Homes.avi	97.00%	3.00%	TP	มาก
15. Sofa Fire Test.avi	97.00%	3.00%	TP	มาก
16. CCTV Setting Fire To London Bakery.avi	60.00%	40.00%	TP	กลาง
17. Amazing Fire Tricks 1.avi	97.00%	3.00%	TP	กลาง
18. How FIRE Works in SLOW MOTION.avi	70.00%	30.00%	TP	กลาง
19. How to Make a Mini Pyrography Tool.avi	70.00%	30.00%	TP	กลาง
20. Motherboard madness13.avi	89.00%	11.00%	TP	กลาง
21. RAM memory overclocking failure.avi	90.00%	10.00%	TP	กลาง
22. Microwave Burns to Hell.avi	97.00%	3.00%	TP	กลาง
เฉลี่ยรวม	88.06	11.94	TP	กลาง

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ระดับการทำงานของระบบทำการวัดผลด้วยค่าระดับ ดีมาก 80-100 ดี 70-79 ปานกลาง 60-69 ต่ำ 50-59 ตก 0-49 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.06% นั่นหมายความว่าโดยรวมแล้วอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

ตารางที่ 4.3 ที่มาของไฟล์ VDO ทดสอบ

ไฟล์ VDO ทดสอบ	แหล่งที่มา
1. Christmas tree.avi	www.youtube.com/watch?v=hMtjGfr0tYs
2. Kitchen Fire Demo.flv.avi	www.youtube.com/watch?v=50NN3B7jjDk
3. Living Room Fires.avi	www.youtube.com/watch?v=TB42Ib3A4mg
4. Bedroom Fire Test.avi	www.youtube.com/watch?v=ezJ6SorlpJo
5. Water Mist Fire Demonstration.avi	www.youtube.com/watch?v=kq8N-9TaoZc
6. Your Office Fire.avi	www.youtube.com/watch?v=G6lLbDQcJyA
7. Fire On Office.avi	www.youtube.com/watch?v=quBp5YyL-Jo
8. Stages of fire growth.avi	www.youtube.com/watch?v=9qu4GCch-dM
9. Amazing Fire Domino.avi	www.youtube.com/watch?v=U1oT_6HzzVI
10. Flashover and fire Scenario.avi	www.youtube.com/watch?v=rFFaKbsx5Y4
11. Underwriters Laboratories Test Burn.avi	www.youtube.com/watch?v=6hpJUjNK3_w
12. ANSUL kitchen fire test.avi	www.youtube.com/watch?v=n7Fyf3tYGF0
13. Fire Power.avi	www.youtube.com/watch?v=9JU59Nsv2vg
14. Raw California Wildfires Threatens Homes.avi	www.youtube.com/watch?v=u8NFzs95zv4
15. Sofa Fire Test.avi	www.youtube.com/watch?v=BtMmymOxdjc
16. CCTV Setting Fire To London Bakery.avi	www.youtube.com/watch?v=nL01IZsX80E
17. Amazing Fire Tricks 1.avi	www.youtube.com/watch?v=Z2_rwr_qEkA
18. How FIRE Works in SLOW MOTION.avi	www.youtube.com/watch?v=BNbzq6rGAv8
19. How to Make a Mini Pyrography Tool.avi	www.youtube.com/watch?v=f4VIkGOToxo
20. Motherboard madness13.avi	www.youtube.com/watch?v=Bq2AcUwrd5Q
21. RAM memory overclocking failure.avi	www.youtube.com/watch?v=Kkom38cFnRQ
22. Microwave Burns to Hell.avi	www.youtube.com/watch?v=UQJWbxF0FX8

การประมวลผลไฟล์ที่ได้มามีการตัดภาพเฉพาะเหตุการณ์ที่เกิดไฟไหม้มาทำการทดลองเท่านั้น เพื่อความสมจริงในมุมมองของการจำลองสถานการณ์การใช้กล้องตรวจสอบไฟไหม้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

ลักษณะการทำงานในปัจจุบันเป็นการแปลง RGB เป็น LAB และทำการตั้งคำนวณร่วมกับตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) ร่วมการการตั้งค่าระยะสีของไฟทำให้การประมวลผลจากการพัฒนานี้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น ลดปัญหาความผิดพลาดของการแจ้งเตือนด้วยวิธีทดสอบการติดตั้งโปรแกรมช่วยเพิ่มช่องทางในการตรวจจับและแจ้งเตือนทำให้เกิดความสะดวก และรวดเร็ว ซึ่งช่วยลดข้อผิดพลาดได้

5.2 ข้อจำกัดของระบบที่พัฒนา

5.2.1 โปรแกรมตรวจจับไฟไหม้ได้เฉพาะภายในตัวอาคาร

5.2.2 สีของไฟสามารถตรวจจับไฟประเภท A หรือ C ตามมาตรฐาน NFPA 10 เท่านั้น

5.2.3 การใช้งานระบบต้องมีการใช้เจ้าหน้าที่ๆมีความรู้ด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing)

5.2.4 การพัฒนาระบบ มีข้อจำกัดของโปรแกรมคือ ต้องทำการทดสอบกล้องและทำการตั้งค่าระดับที่เหมาะสมก่อน เพื่อลดข้อผิดพลาดในทางปฏิบัติ เช่น แสงรบกวน พัดลมตัดแสงไฟ ฯลฯ

5.3 ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข

5.3.1 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

การทดลองรันโปรแกรม เนื่องด้วยความเร็วในการประมวลผลภาพ (Image Processing) นั้นจะต้องคำนวณให้ได้เร็วกว่าหรือเท่ากับเฟรมเรท (Frame Rate) ที่ได้ตั้งไว้ในระบบ ซึ่งถ้าอ่านจากไฟล์ VDO (เช่น fire1.avi มีเฟรมเรท อยู่ที่ 15 fps) ซึ่งถ้าเป็นลักษณะของกล้องวงจรปิด (CCTV) มักจะมี 30 fps ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นการใช้ VDO หรือ ทำการประมวลผลภาพจากกล้องก็ตามก็ต้องอาศัยหลักการคำนวณนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปลี่ยนใช้ไลบรารีการคำนวณสีภาพจาก RGB เป็น CIE L,a,b ใหม่โดยใช้ Colorful.NET สิ่งที่ผู้พัฒนาจะต้องปรับคือการใช้งาน Target framework: .NET Framework 4.5 ถ้าใช้วิธีการ RGB->Gray->ปรับ Level เมื่อ Lm*, am*, และ bm* นั้นเป็นชุดของค่าเฉลี่ยของสีในเซลเนลล์ของ CIE ซึ่ง N เป็นจำนวนพิกเซลล์ทั้งหมดของภาพเกิดการกำคำนวณ (ก.xส.) ในที่นี้ fire1.avi มีความกว้าง 320 มีความสูง 240 ดังนั้น 76800 พิกเซลล์ และค่าสีที่ถูกคำนวณจากค่าเฉลี่ยนี้ก็จะถูกกำหนดไปยังตำแหน่ง (x,y) เพื่อแสดงผลในภาพทั้งหมด

จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการนอมัลไลส์ภาพ (Normalized) ซึ่งจะได้ค่าเป็น [0 1] ในแต่ละพิกเซลล์จองภาพ ซึ่งจะทำให้ได้ภาพสีของไฟนั้นมีความสว่างมากที่สุด (Brightest Image Region) และมีค่าสีที่ใกล้กับสีแดง ดังนั้นกฎที่ใช้ในการกำหนดว่าเป็นพิกเซลล์ไฟ

เมื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ย แล้วทำการปรับค่าให้เป็น 0 1 ด้วยวิธีการ Threshold พบว่าค่า fps ที่ตั้งไว้คือ 15 fps ดังนั้นการคำนวณทั้งหมดที่มีต้องสามารถคำนวณได้ทัน Frame Rate ด้วย

เวลา 1/15 = 0.067 วินาที ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและปรับอัลกอริทึมในการคำนวณสีไฟให้ได้ไวทันเฟรมเรท ดังนั้นทางออกของปัญหานี้มีอยู่สองทาง (1) ทำการทดสอบและปรับสมาการไปทีละส่วนและดูว่าภาพออกมาหรือไม่และภาพจะหายไปในกระบวนการใด (2) ถ้าทำไปจนถึงจุดที่ภาพไม่ออกแล้วหาทางแก้ไม่ได้ เราจะใช้ไลบรารีในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในการประมวลผลภาพเฉพาะทางเข้ามาช่วย เช่น Boost, AForge.Math, ฯลฯ ซึ่งสามารถคำนวณได้ไวกว่าของสูตรคำนวณเดิมโดยใช้ Math ไลบรารี่ของ Microsoft ปัญหาคือกิน CPU มากๆ ทำให้โปรแกรม ซึ่งทางผู้วิจัยก็ได้ทำการทดสอบด้วยการเขียนโค้ด +-*/ ทั่วไปเพื่อเปรียบเทียบความไวในการทำงานของการคำนวณทางคณิตศาสตร์พบว่า AForge.Math ไว้กว่า Microsoft.Math 6% หรือหาคำสั่งเฉพาะของ EmguCV เพื่อทำการแปลงค่าสีที่ไวกว่าเดิม และตัวแปรรบกวนสัญญาณภาพมีมาก

5.3.2 แนวทางแก้ไข มีดังนี้

5.3.2.1 ก่อนทำการเขียนโปรแกรมควรตรวจสอบคำสั่งที่ใช้ เพื่อลดการเกิดข้อผิดพลาด

5.3.2.2 ควรทำความเข้าใจและศึกษาคำสั่งต่างๆที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม และหาหนังสือหรือศึกษาคำสั่งในการใช้เขียนโปรแกรมจากสื่อต่างๆเพิ่มเติมเพื่อให้งานออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ และรวดเร็ว

5.3.2.3 ควรขอคำปรึกษาจากคณะอาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในการเขียนโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมออกมาสมบูรณ์

5.4 แนวทางในการพัฒนา

1. ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานที่เพิ่มขึ้น อาทิ มีการตรวจสอบควันไฟ (smoke Detection) เข้ามาร่วมด้วย หรือ การตรวจสอบไฟไหม้ด้วยรูปทรงของไฟ (Fire Detection by Fire Shape Method) และตรวจสอบเฉพาะส่วนของรูปทรงด้วยเทคนิคการจำแนก (Decomposition)
2. ปรับปรุงให้สามารถตรวจจับไฟประเภทอื่นๆ
3. ปรับปรุงให้สามารถใช้งานกับกล้องวงจรปิดได้
4. ปรับปรุงการแจ้งเตือนให้สามารถแจ้งเตือนในช่องทางการสื่อสารอื่นๆได้ เช่น SMS , E-Mail

5.5 ประยุกต์ใช้ผลงาน

ด้านการประยุกต์ใช้ซึ่งการนำไปใช้งานในทางปฏิบัติ ในปัจจุบันยังใช้การทดสอบก่อนเปิดระบบเพื่อตั้งค่าพื้นที่พิกเซลล์สีไฟที่เหมาะสม โดยทำการทดสอบด้วยเทียน หรือ ไฟแช็ค ในจุดต่างๆของห้องแล้วทำการตั้งค่าระบบ หรือ ทำการทดสอบในขวดโหลแก้วที่มีขนาดใหญ่ด้วยกระดาษก็จะได้ผลการทดสอบขนาดไฟเพื่อเตือนก่อนติดตั้งหน้างาน ซึ่งจุดนี้ทางทางการค้าเรายังใช้อุปกรณ์มาตรฐานคือเซ็นเซอร์ดักจับควันไฟ กันอยู่และใช้กันอย่างแพร่หลาย การที่ใช้งานร่วมกันก็จะเป็นผลดียิ่งขึ้นไปในทางปฏิบัติเช่นกัน ซึ่งซอฟแวร์นี้ก็จะอยู่ในห้องพักของหน่วยรักษาความปลอดภัย

ด้านการศึกษาสิ่งที่ผู้วิจัยทำอยู่นี้จริงแล้วก็คือปัญญาประดิษฐ์ ด้วยหลักการพิจารณาหนึ่งๆเท่านั้น การที่จะเปรียบเทียบได้ว่า คอมพิวเตอร์ทำได้เท่ากับมนุษย์นั้น มีงานวิจัยระดับปริญญาเอกจำนวนมากที่ยังบอกว่าทำกันไม่ได้ และงานเหล่านั้นต้องอาศัยวิธีการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) และปัญหาที่พบกันส่วนมากก็คือการคำนวณทำได้ช้ากว่าเฟรมภาพทำให้ภาพแสดงไม่ทัน ดังนั้นงานวิชาการด้านประมวลผลภาพ (Image Processing) ในระดับสูงทั้งหมดมักใช้ C++ เขียนร่วมกับ GPS Cuda ซึ่งมีราคาสูงในหลักแสนทำงานบน Workstation ที่เหมาะสมเท่านั้น และทำงานแบบประมวลผลแบบขนาน(Parallel Processing) ซึ่งจะเห็นได้จากวารสารงานวิจัยในระดับปริญญาเอกล่าสุดในปีที่ผ่านมา แต่อย่างไรก็ดีผู้วิจัยก็ได้พบจุดที่จะสามารถนำไปสานต่อเป็นงานวิจัยในระดับที่สูงขึ้นไปอีกขั้น การตรวจจับรูปทรงของไฟ, การแยกองค์ประกอบรูปทรงของไฟ, การใช้สถิติและเมต้าฮิลริสติกในการเรียนรู้ว่านี่คือไฟ ซึ่งที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ก็จะพบได้ในวารสารทางวิชาการในระดับปริญญาเอกทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

[1] "Digital Image Processing" [online].Available: http://www.te.kmutnb.ac.th/ksp/index.php/1

[2] "ทฤษฎีการเกิดเพลิงไหม้" [online].Available: https://thamaaya.files.wordpress.com/2015/08/e0b897e0b8a4e0b8a9e0b88ee0b8b5e0b881e0b8b2e0b8a3e0b980e0b89ce0b8b2e0b984e0b8abe0b8a1e0b989.doc

[3] "ความรู้เรื่องอัคคีภัย (1)" [online].Available: http://www.firefara.org/infot3.html

[4] "ความหมายอัคคีภัย" [online].Available: http://61.19.100.58/firekm/about_us.html

[5] "การป้องกันและระงับอัคคีภัย" [online].Available: http://www.accasgroup.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539703851

[6] "ประเภทของไฟ ตามมาตรฐาน NFPA 10" [online].Available: http://www.samsenfire.com/article/83-fire-calss.html

[7] "สีกับงานกราฟฟิก" [online].Available : https://thanasanza74100.wordpress.com/%E0%B8%AA%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B8%B4%E0%B8%81/

[8] "Цветовые модели" [online].Available: http://ciframagazine.com/post.php?id=117

[9] "ระบบสี (Color Model)" [online].Available: https://sites.google.com/site/wbicomputergraphics/rabb-si-color-model

[10] Asst. Professor Vipin V. (2012), Processing Based Forest Fire Detection, , IJETAE. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.414.3668&rep=rep1&type=pdf

[11] Phd. Turgay Celik, Fast and Efficient Method for Fire Detection Using Image Processing, 2010, ETRI. http://ocean.kisti.re.kr/downfile/volume/etri/HJTODO/2010/v32n6/HJTODO_2010_v32n6_881.pdf

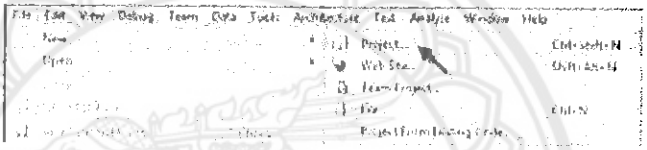
ภาคผนวก

ภาคผนวก
การติดตั้ง Engu.CV

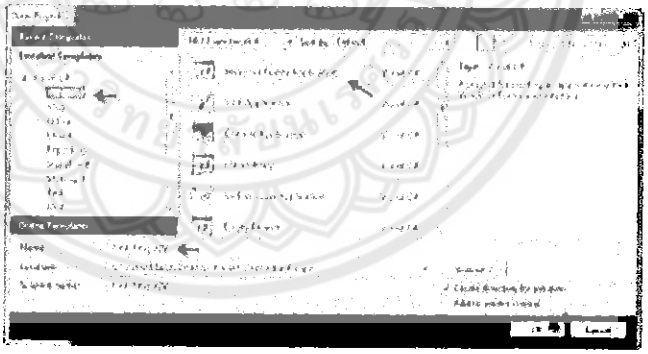
การติดตั้ง Emgu.CV

หลังจากที่เราได้ติดตั้ง EmguCV พร้อมกับคอนฟิคค่าต่าง ๆ ให้พร้อมใช้งานร่วมกับเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมคือ Microsoft Visual Studio (Visual C#) เป็นที่เรียบร้อยแล้วนั้น คราวนี้ก็มาลองเขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานของตัว EmguCV ว่าสามารถทำงานได้ถูกต้องหรือไม่หลังจากที่เราติดตั้งลงไปแล้ว

1. เปิด Microsoft Visual Studio (Visual C#) ขึ้นมาพร้อมกับสร้างโปรเจคใหม่

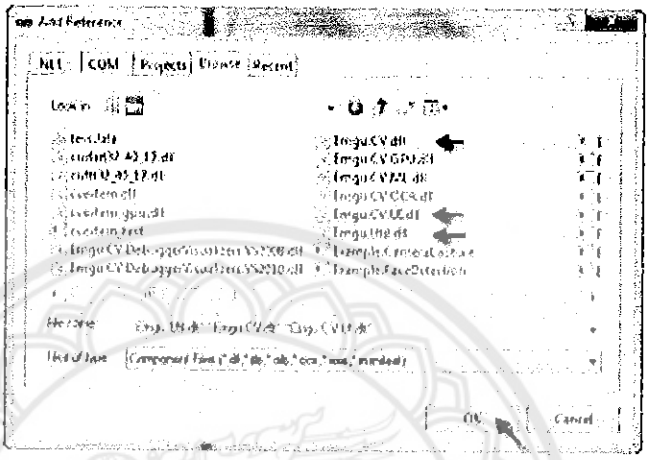


2. เลือกประเภทของโปรเจคเป็น Windows Form Application ของ Visual C# พร้อมตั้งชื่อของโปรเจคและตำแหน่งที่จะบันทึกโปรเจคให้เรียบร้อย จากนั้นกดปุ่ม OK



3. เราจะได้ฟอร์มเปล่า ๆ มาหนึ่งฟอร์ม *ตอนนี้เรายังไม่ต้องไปสนใจอะไรกับฟอร์ม* เริ่มต้นให้ทำการเพิ่มไลบรารี่ของ EmguCV ให้กับโปรเจคของเราก่อน โดยการคลิกเม้าท์ขวาที่ References ในส่วนของ Solution Explorer แล้วเลือก Add References...

4. ที่หน้าต่าง Add Reference ให้เลือกที่แท็ป Browse แล้วทำการเปลี่ยนตำแหน่งการค้นหาที่ช่อง Look in ไปยังโฟลเดอร์ที่เราได้ติดตั้ง EmguCV ไว้ แล้วเข้าไปยังโฟลเดอร์ Bin ปกติจะอยู่ที่*C:\Emgu\เวอร์ชั่นของ emgucv ที่ท่านใช้\bin* ให้ทำการเลือกไฟล์ .dll จำนวน 3 ไฟล์คือ "Emgu.Util.dll" ,"Emgu.CV.dll" ,"Emgu.CV.UI.dll" จากนั้นกดปุ่ม OK



5. กลับมาที่ฟอร์มให้เลือกมุมมองโค้ดโดยการกดปุ่ม F7 จากนั้น เพิ่มบรรทัดคำสั่งเพื่อเรียกใช้ namespace ของ EmguCV ดังนี้

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
//****** เพิ่มเติมการเรียกใช้ namespace ของ EmguCV
using Emgu.CV;
using Emgu.CV.UI;
using Emgu.CV.CvEnum;
using Emgu.CV.Structure;
```

6. ต่อมาที่ตำแหน่งโค้ดของการประกาศ Form1 ให้พิมพ์โค้ด ดังรูป จากนั้นผู้วิจัยก็จะสามารถพัฒนา C#.NET ด้วย Emgu.CV ได้ทันที

ประวัติผู้จัดทำโครงงาน

ชื่อ – นามสกุล	สิบตำรวจตรีสุฤเศษฐ์ บัวผัน รหัสนิสิต51364842
วัน/เดือน/ปีเกิด	22 ธันวาคม พ.ศ.2532
ภูมิลำเนา	91/1 ม.10 ต.ท่าหลวง อ.เมือง จ.พิจิตร
E-Mail	Luckky_betajung@hotmail.com
เบอร์โทรศัพท์	088-2898289
ประวัติการศึกษา	-สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม
	-สำเร็จหลักสูตรนักเรียนนายสิบตำรวจ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ