

การพัฒนาเทคนิคการตรวจจับพื้นที่ใบหน้าและวัตถุบริเวณดวงตาโดยใช้การ  
ประมวลผลภาพ

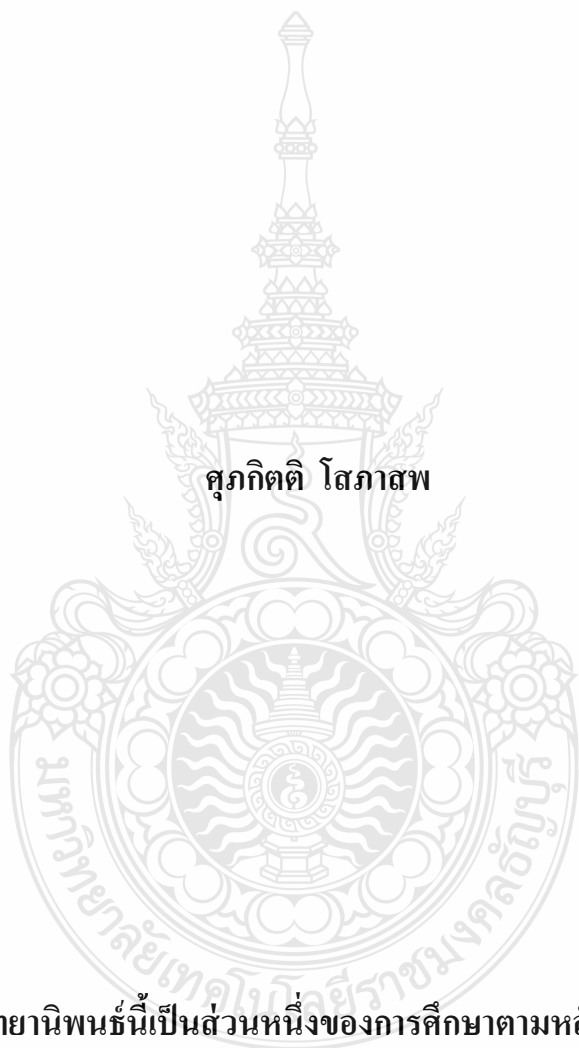
**FACIAL SPACE AND OBJECT DETECTION TECHNIQUE  
DEVELOPMENT ON EYE BOUNDARY USING IMAGE  
PROCESSING**



ศุภกิตติ โสภาสพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ปีการศึกษา 2560  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาเทคนิคการตรวจจับพื้นที่ใบหน้าและวัตถุบริเวณดวงตาโดยใช้  
การประมวลผลภาพ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
ปีการศึกษา 2560  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์      การพัฒนาเทคนิคการตรวจจับพื้นที่ใบหน้าและวัตถุบริเวณดวงตาโดยใช้  
การประมวลผลภาพ  
Development of Facial Space and Object Detection Technique on  
Eye Boundary Using Image Processing


ชื่อ - นามสกุล          นายศุภกิตติ โสภาสพ

สาขาวิชา                วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา        ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.

ปีการศึกษา              2560

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(อาจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ อุดมธรรมพาศ, Ph.D.)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ เรืองวารี, Dr.-Ing.)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาค้นคว้าตามหลักสูตรปริญญาโท

  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิวกร อ่างทอง, Ph.D.)

วันที่ 10 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2560

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาเทคนิคการตรวจจับพื้นที่ใบหน้าและวัตถุบริเวณดวงตาโดยใช้การประมวลผลภาพ
ชื่อ - นามสกุล	นายศุภกิตติ โสภาสพ
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรี ศรีนนท์ฉัตร, Ph.D.
ปีการศึกษา	2560

## บทคัดย่อ

การค้นหาและเปรียบเทียบภาพลักษณะของใบหน้าโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเป็นขั้นตอนสำคัญในการออกแบบระบบการจดจำใบหน้า แต่การตรวจจับใบหน้าที่ยังเกิดโจทย์สำหรับงานวิจัยเนื่องจากรูปร่างและลักษณะของใบหน้าแต่ละคนนั้นแตกต่างกัน ทั้งการแสดงอารมณ์ทางใบหน้า เชื้อชาติ สีผิว และปัจจัยอื่นๆ รวมถึงมีสิ่งแปลกปลอมบนใบหน้า เช่น การสวมแว่นตา หมวก ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้ระบบไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาเทคนิคค้นหาพื้นที่ใบหน้าและจับวัตถุบริเวณดวงตาบนพื้นฐานภาพสี YCbCr ร่วมกับ HSV

ในการทดลองภาพจำนวน 200 ภาพได้ถูกนำมาใช้ โดยแบ่งเป็น 1) รูปที่พื้นหลังไม่มีลวดลาย และ 2) รูปที่พื้นหลังมีลวดลาย จากนั้นเทคนิคการใช้โมเดลสี YCbCr ถูกนำมาใช้กับภาพทั้งหมดเพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลังเพราะจากการศึกษาพบว่า วิธี YCbCr ค่าข้อมูลสี Cb และ Cr จะมีความคล้ายคลึงกับจุดภาพของสีผิว ค่าข้อมูลสี Cb และ Cr แสดงให้เห็นการกระจายค่าข้อมูลสีผิว ที่มีการครอบคลุมถึงสีผิวทุกเชื้อชาติได้อย่างชัดเจน และ โมเดลสี HSV ซึ่งสามารถบอกความบริสุทธิ์และความสว่างของสีได้อย่างชัดเจน จากนั้นเทคนิควิธีการ Sobel Edge Detection จะถูกนำมาใช้ในการตรวจจับใบหน้า และตรวจจับพื้นที่บริเวณรอบดวงตา แล้วทำการหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตาโดยใช้เทคนิค Image segmentation

จากการทดลองพบว่าสำหรับพื้นหลังแบบไม่มีลวดลายสามารถหาค่าแห่งของใบหน้าได้ 96% หาค่าแห่งของสิ่งบดบังดวงตาได้ 91% สำหรับภาพพื้นหลังที่มีลวดลายสามารถหาค่าแห่งของใบหน้าได้ 86% และหาค่าแห่งของสิ่งบดบังดวงตาได้ 82% ความผิดพลาดเกิดจากส่วนของใบหน้าที่มีความสว่างน้อยหรือมากเกินไป และสีของลวดลายพื้นหลังมีสีที่ใกล้เคียงกับสีผิวของคน

**คำสำคัญ:** การตรวจจับพื้นที่ใบหน้า โมเดลสีวายซีบีซีอาร์ การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล

<b>Thesis Title</b>	Development of Facial Space and Object Detection Technique on Eye Boundary Using Image Processing
<b>Name - Surname</b>	Mr. Suppakitti Sopasoap
<b>Program</b>	Electronics and Telecommunication Engineering
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Jakkree Srinonchat, Ph.D.
<b>Academic Year</b>	2017

## ABSTRACT

Searching and comparing facial space using image processing are important steps to design a face recognition system. However, detecting facial space leads to do a research because shape and face features of each person are totally different such as emotion face, nationality, and skin color. It is also included when there are some external objects putting on each person's face such as glasses and a hat. These factors contribute to some errors in face detection system. This study presents the development of object detection technique in facial space and eye boundary on YCbCr with HSV color image.

In the experiment, 200 images were used as the input which can be classified into two groups 1) images without background patterns and 2) images with background patterns. YCbCr color model technique was then applied to all images to classify the skin colors from the background. In the literature reviews, it was found that the value of Cb and Cr of YCbCr color model technique provides similar skin colors of image index. Cb and Cr values show the skin color distribution which covers all skin colors of every nation. The color model HSV can show the pureness and the brightness of the color. Sobel edge detection technique was then used to detect face features and eye boundary. Image segmentation technique was used to search for object obstruction on the eye boundary.

The results showed that face detection of the images without background patterns found 96% of the face positions and 91% of the object obstructions on the eye boundary. In terms of the images with background patterns, the system found 86% of the face positions and 82% of the object obstruction on the eye boundary. The error occurred because of the brightness of the images and the uncontrolled background colors which were similar to the color of the face.

**Keywords:** detect the facial space, YCbCr color model, sobel edge detection

## กิตติกรรมประกาศ

สำหรับวิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีก็เพราะความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรี ศรีนนท์ฉัตร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และคณาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ท่านให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีมาตลอด

ผู้จัดทำขอขอบคุณ คณะกรรมการคุมสอบทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงข้อแนะนำในส่วนของการจัดพิมพ์รูปเล่มอย่างถูกต้องต่อผู้จัดทำ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและระลึกถึงในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำเนิดเลี้ยงดู ให้กำลังใจและให้ทุนทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียนจนสำเร็จการศึกษา

ศุภกิตติ โสภาสพ



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญรูป.....	(9)
บทที่ 1 บทนำ.....	11
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	11
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	12
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	12
1.4 ข้อยกเว้นของการศึกษา.....	12
1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	12
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	13
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
2.1 ทฤษฎีสี.....	14
2.2 การประมวลภาพดิจิทัล.....	19
2.3 ภาพไบนารี (Binary Image).....	21
2.4 การหาขอบภาพ (Edge Detection) .....	22
2.5 การแยกภาพออกเป็นส่วนๆ (Image Segmentation).....	24
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	29
3.1 การเตรียมภาพใบหน้าสำหรับทดลอง.....	30
3.2 การแปลงค่าสีจาก RGB เป็น YCbCr ร่วมกับ HSV.....	31
3.3 การแบ่งแยกภาพโดยใช้สี (Color Segmentation) .....	33
3.4 การปรับขนาดรูปภาพ (Resize Image) .....	34

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การหาขอบภาพโดยวิธี โซเบล (Sobel Edge Detection).....	36
3.6 ค้นหาพื้นที่ใบหน้า (Facial Space Detection).....	36
3.7 แบ่งแยกรูปภาพ.....	39
3.8 หาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตา (Image Segmentation).....	40
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	41
4.1 ผลการทดลองแปลงภาพสี RGB .....	41
4.2 ผลการทดลองหาพื้นที่ของสีผิว.....	45
4.3 ผลการทดลองการปรับขนาดรูปภาพ.....	46
4.4 ผลการทดลองการหาขอบภาพ.....	47
4.5 ผลการทดลองการค้นหาพื้นที่ใบหน้า.....	48
4.6 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตา.....	50
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....	54
5.1 การตรวจหาพื้นที่ใบหน้า.....	54
5.2 การตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตา.....	54
5.3 สรุปผลการทดลองการค้นหาพื้นที่ใบหน้าและตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตา.....	55
5.4 ข้อเสนอแนะและแนวคิดเพื่อการพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต.....	55
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก.....	60
ผลงานวิจัยที่เผยแพร่.....	61
ประวัติผู้เขียน.....	85



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจจับพื้นที่ไบนารี.....	50
ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตา.....	53
ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการค้นหาพื้นที่ไบนารีและตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตา.....	55



## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1	การผสมแม่สีแบบบวก..... 15
รูปที่ 2.2	การผสมแม่สีแบบลบ..... 15
รูปที่ 2.3	แบบจำลองสี RGB..... 16
รูปที่ 2.4	ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างสี YCbCr กับ RGB..... 17
รูปที่ 2.5	การแปลงรูปภาพสีจาก RGB เป็น YCbCr..... 18
รูปที่ 2.6	แบบจำลองสี HSV..... 19
รูปที่ 2.7	ตำแหน่งของพิกเซล..... 20
รูปที่ 2.8	เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ..... 20
รูปที่ 2.9	ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซลรูปที่ประกอบเป็นตัวอักษร..... 21
รูปที่ 2.10	การหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3..... 23
รูปที่ 2.11	การหาขอบภาพด้วยวิธีโซเบล..... 23
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 29
รูปที่ 3.2	ตัวอย่างภาพใบหน้าที่พื้นหลังไม่มีลวดลาย..... 30
รูปที่ 3.3	ตัวอย่างภาพใบหน้าที่พื้นหลังมีลวดลาย..... 31
รูปที่ 3.4	ตัวอย่างขั้นตอนการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr..... 32
รูปที่ 3.5	ตัวอย่างขั้นตอนการแปลงภาพสี RGB เป็น HSV..... 33
รูปที่ 3.6	ขั้นตอนการแบ่งแยกสีของใบหน้าโดยใช้โมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV..... 34
รูปที่ 3.7	ตัวอย่างการแบ่งภาพโดยใช้สี..... 34
รูปที่ 3.8	ตัวอย่างการปรับขนาดรูปภาพ..... 35
รูปที่ 3.9	ตัวอย่างค่าสีของพิกเซลในรูปที่ใช้ในการตรวจจับใบหน้า..... 35
รูปที่ 3.10	การหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3..... 36
รูปที่ 3.11	ตัวอย่างการหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล..... 36
รูปที่ 3.12	ขั้นตอนการค้นหาพื้นที่ใบหน้า..... 37
รูปที่ 3.13	ตัวอย่างรูปที่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้..... 38
รูปที่ 3.14	ตัวอย่างรูปที่ไม่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้..... 38
รูปที่ 3.15	ตัวอย่างการแบ่งแยกรูปภาพจากพื้นที่ใบหน้าทั้งหมด..... 39

## สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการแบ่งแยกรูปภาพจากในส่วนของภาพด้านบนไปหน้า.....	39
รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตา.....	40
รูปที่ 3.18 ตัวอย่างรูปที่หาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาได้.....	41
รูปที่ 3.19 ตัวอย่างรูปที่หาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาไม่ได้.....	41
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างภาพ RGB .....	43
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr.....	43
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็น HSV.....	44
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr ร่วมกับ HSV.....	45
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการหาพื้นที่ของสีผิว.....	46
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการปรับขนาดรูปภาพ.....	47
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการหาขอบภาพ.....	48
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างรูปที่ตรวจพื้นที่ใบหน้าได้.....	49
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างรูปที่ตรวจพื้นที่ใบหน้าไม่ได้.....	49
รูปที่ 4.10 ตัวอย่างรูปที่ตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาได้.....	51
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างรูปที่ตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาไม่ได้.....	52

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันระบบการตรวจจับใบหน้า มีการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลายทั้งในระบบการตรวจสอบบุคคล และระบบรักษาความปลอดภัย เช่น การตรวจสอบใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัย การจับใบหน้าจากภาพหรือวิดีโอแบบอัตโนมัติ การค้นหาและติดตามคนจากภาพในฐานข้อมูล และการสื่อสารกันระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ทั้งในซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ เป็นต้น แต่การตรวจจับใบหน้ายังเกิดปัญหาอยู่ เนื่องจากรูปร่างและลักษณะของใบหน้าแต่ละคนนั้นแตกต่างกัน ทั้งการแสดงอารมณ์ทางใบหน้า เชื้อชาติ สีผิว และปัจจัยอื่นๆ รวมถึงมีสิ่งแปลกปลอมบนใบหน้า เช่น การสวมแว่นตา ผ้าปิดปาก ผ้าโพกศีรษะ ทำให้เกิดปัญหาไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ สำหรับการหาสิ่งแปลกปลอมบนใบหน้ามีหลายประเภท ซึ่งงานวิจัยที่ได้ศึกษามาได้นำเสนอการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมบนใบหน้าด้วยกันหลากหลายวิธี เช่น งานวิจัยเรื่องการตรวจจับแว่นตาด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลแบบ Boosting ในโมเดล โดยใช้การเรียนรู้หลายๆ โมเดลจำแนกประเภทในการตัดสินใจ แล้วจะใช้การถ่วงน้ำหนักเข้ามาให้แต่ละ โมเดลจำแนกประเภท เพื่อกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลใหม่ หรืองานวิจัยเรื่องการตรวจจับแว่นตาด้วยเทคนิคการแบ่งภาพออกเป็นตาราง LBP เมื่อได้ค่าสีดีโตแกรมในแต่ละตารางขึ้นมาแล้ว ใช้เทคนิคสร้างระนาบที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูล (SVM) ในการจำแนกเวกเตอร์ เพื่อหาตำแหน่งของแว่นตา และงานวิจัยเรื่องการตรวจจับแว่นตาโดยใช้เทคนิคการแบ่งสี RGB และ HSV ตามด้วยการแบ่งสีใน YCbCr เพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลัง จากนั้นหาขอบของสีผิวจากภาพแล้วหาตำแหน่งของใบหน้า และจะใช้หลักการคณิตศาสตร์กำหนดรูปทรงลักษณะของใบหน้าหาบริเวณดวงตาเพื่อใช้หาขอบของแว่นตา เป็นต้น

สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการใช้โมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV เพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลัง เพราะจากการศึกษาพบว่า วิธี YCbCr ค่าข้อมูลสี Cb และ Cr ในโมเดลสี YCbCr จะมีความคล้ายคลึงกับจุดภาพของสีผิว ซึ่งค่าข้อมูลสี Cb และ Cr แสดงให้เห็นการกระจายค่าข้อมูลสีผิว ที่มีการครอบคลุมถึงสีผิวทุกเชื้อชาติได้อย่างชัดเจน และโมเดลสี HSV ซึ่งสามารถบอกความบริสุทธิ์และความสว่างของสีได้อย่างชัดเจน แล้วเมื่อโมเดลสี YCbCr ทำงานร่วมกับ HSV จะทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้เทคนิคเดิม และพัฒนาการวิธีการหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตาโดยใช้เทคนิค Image segmentation ด้วยการใช่วิธีแบ่งภาพใบหน้าเพื่อหาตำแหน่งบริเวณรอบดวงตา แล้วทำการตรวจหาวัตถุบริเวณ เนื่องจากวิธีนี้สามารถใช้กับภาพที่เห็นพื้นที่บน

ใบหน้าที่ชัดเจนและไม่ชัดเจนได้ แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆและนำไปประยุกต์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาการตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการใช้โมเดลสี Color model
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาโดยวิธี Edge detection
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาโดยวิธี Image segmentation

## 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

สามารถตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการใช้โมเดลสี (Color model) เพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลัง และสามารถตรวจจับสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาด้วยได้ด้วยวิธีการ Edge detection และ Image segmentation โดยระบบสามารถให้ความถูกต้องได้ไม่น้อยกว่า 90%

## 1.4 ข้อยกเว้นของการศึกษา

- 1.4.1 รูปภาพใบหน้าที่ใช้ต้องเห็นใบหน้าชัดเจนทั้งสองด้าน และมีวัตถุบริเวณดวงตา
- 1.4.2 พื้นหลังของภาพที่แตกต่างกันจะทำให้การตรวจจับใบหน้ามีความคลาดเคลื่อนได้
- 1.4.3 แสงและเงามีผลต่อรูปภาพในการหาพื้นที่ของใบหน้า
- 1.4.4 สีผมและสีผิวมีผลต่อการหาพื้นที่ใบหน้า

## 1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

- 1.5.1 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับการประมวลผลของภาพ
- 1.5.2 ศึกษาการแบ่งแยกสีด้วยโมเดลสีต่างๆ ได้แก่ RGB , Gray scale
- 1.5.3 ศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพของใบหน้าที่แตกต่างกัน
- 1.5.4 ศึกษาเทคนิคในการหาพื้นที่ใบของใบหน้าในเทคนิคต่างๆ
- 1.5.5 ศึกษาเทคนิคการใช้ edge detection และ Image segmentation
- 1.5.6 ทำการทดสอบเทคนิคการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตา
- 1.5.7 สรุปผลการทดลอง วิเคราะห์ผลการทดลอง
- 1.5.8 นำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้ในงานด้านการค้นหาและการเปรียบเทียบใบหน้า

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้เรียนรู้วิธีการหาพื้นที่ของใบหน้าโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ
- 1.6.2 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการออกแบบระบบการจดจำใบหน้า
- 1.6.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบค้นหาใบหน้าและเปรียบเทียบใบหน้า



## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาเทคนิคการตรวจจับพื้นที่ใบหน้าและวัตถุบริเวณดวงตาด้วยการประมวลผลภาพ โดยใช้โปรแกรม MATLAB ในการพัฒนา จึงมีความจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวกับสัญญาณภาพ รูปแบบของโมเดลสีและเทคนิคในการประมวลผลสัญญาณภาพ เพื่อสามารถทำงานวิจัยนี้ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

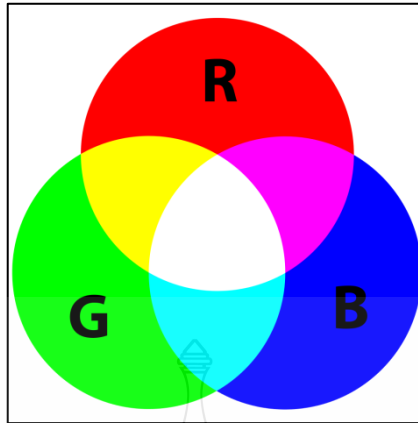
#### 2.1 ทฤษฎีสี

สี (Color) สืบเนื่องจากการกระจายตัวของพลังงานแสงด้วยความยาวคลื่นต่างๆ หรือที่เรียกว่าสเปกตรัมของแสง (Spectrum of Light) มนุษย์จะมีตาที่มีกรวยเซลล์ซึ่งมีความไวต่อสเปกตรัมต่างๆ ของแสง ทำให้สามารถแปลความหมายและวิเคราะห์สีที่มองเห็น เช่น สีแดง สีเขียว สีฟ้า และสีอื่นๆ

สีของวัตถุชนิดต่างๆ แหล่งกำเนิดแสง และอื่นๆ จะขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของพวกมัน เช่น การดูดกลืนแสง การสะท้อนแสง หรือการปลดปล่อยสเปกตรัม และด้วยการกำหนดปริภูมิสี (Color Space) สีต่างๆ จะถูกกำหนดเป็นพิกัดตัวเลข วิทยาศาสตร์ของสีเรียกได้หลายชื่อ เช่น สारสี (Chromatics) การแยกสารผสมที่มีสี (Chromatic Graphy) สี (Colorimetric) หรือสีวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะรวมถึงการรับรู้ของสีด้วยตาของมนุษย์และสมอง

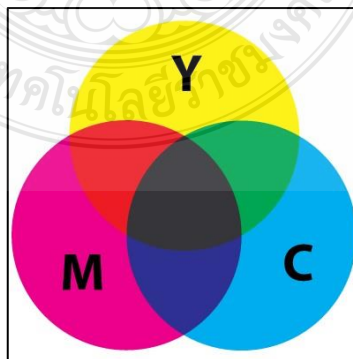
แม่สี (Primary Color) คือกลุ่มของแม่สีพื้นฐานที่มนุษย์มองเห็นสี มี 3 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ที่เรียกว่า ทฤษฎีกระตุ้นสีทั้งสาม (Trichromatic Theory) และสามารถนำแม่สีมาผสมรวมกัน เพื่อทำให้เกิดสีต่างๆ สำหรับการใช้งานของมนุษย์

โทรทัศน์ จอคอมพิวเตอร์ และวิดีโอ ปกติจะใช้แม่สีแบบบวก ซึ่งแม่สีที่ใช้จะเป็นสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน การผสมสีแบบบวกของแสงสีแดงและสีเขียวจะเกิดเฉดสีเหลือง สีส้ม หรือสีน้ำตาล การผสมสีเขียวและสีน้ำเงินจะเกิดเฉดสีน้ำเงินอมเขียว และการผสมสีแดงและสีน้ำเงินจะเกิดเฉดสีม่วง รวมทั้งสีแดงอมม่วง และการผสมสีที่มีสัดส่วนเท่าๆกัน จะเกิดเฉดสีเทาหรือสีขาว พื้นที่สีที่ถูกสร้างขึ้นจะเรียกว่า พื้นที่สี RGB



รูปที่ 2.1 การผสมแม่สีแบบบวก [3]

การผสมแม่สีแบบลบ การผสมแม่สีนี้จะใช้อธิบายการผสมสีวาด สีหมึก สารสี เม็ดสี สีข้อม และสีข้อมธรรมชาติ ที่เรียกว่า แม่สีลบ (Subtractive Color) เพื่อการสร้างสรรค์ครอบคลุมทุกๆสี และทำให้เกิดการดูดซับความยาวคลื่นบางส่วนของแสงและแสงสะท้อนออกไป สีที่แสดงบนพื้นผิวจะแสดงผลขึ้นอยู่กับสีของสเปกตรัมแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนออกมา และทำให้เกิดการมองเห็นได้ ระบบผสมแม่สีแบบลบจะเริ่มต้นด้วยแสง สีขาว หมึกสี สีเขียน หรือตัวกรองระหว่างผู้ดูและแหล่งกำเนิดแสง หรือพื้นผิวสะท้อนแสงความยาวคลื่นแบบลบจากแสงที่ทำให้เกิดสี ถ้าเป็นแสงที่ไม่ใช่สีขาว กลไกการมองเห็นของเราสามารถที่จะชดเชยกันได้ แต่จะไม่ค่อยพอดี ทำให้เห็นงานพิมพ์ที่มีตำหนิของสีจริงของพื้นผิว ตรงกันข้ามกับแม่สีแบบบวก จะเริ่มต้น โดยปราศจากแสง (สีดำ) แหล่งกำเนิดแสง ความยาวคลื่นต่างๆ จะรวมกันเพื่อทำให้เกิดสี แม่สีหลัก 3 สีจะรวมกันเพื่อกระตุ้นการมองเห็นสีของมนุษย์



รูปที่ 2.2 การผสมแม่สีแบบลบ [3]



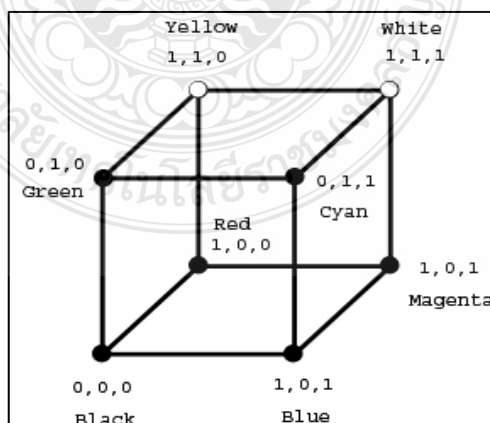
การเลือกแม่สี อาจจะไม่ได้อันอยู่กับกฎเกณฑ์พื้นฐาน ตัวอย่างเช่น กระบวนการถ่ายภาพสี ในปัจจุบัน วัสดุที่ใช้สำหรับถ่ายภาพสี มักจะใช้แม่สีเป็น สีส้ม สีเขียว และสีม่วง การนำแม่สี 2 สีมา ผสมกัน จะเกิดเป็นสีผสมระหว่างแม่สี 2 สี (Secondary Color) หรือเรียกว่าสีขั้นที่ 2 และการผสมแม่สี แบบบวกเพื่อให้ได้สีผสม จะนิยมใช้กันมากกว่าแม่สีแบบลบ

### 2.1.1 แบบจำลองสี

แบบจำลองสี (Color Model) เป็นสิ่งที่ใช้อ้างอิงถึงสีต่างๆ สำหรับคอมพิวเตอร์แล้วเราจะไม่ใช้แบบจำลองที่เป็น Analytical Model เหมือนกับที่ใช้ในทางวิทยาศาสตร์ซึ่งใช้วิธีการวัดที่อยู่ในรูปของพลังงานตลอดช่วงของสเปกตรัม (Spectrum) แต่จะเป็น Empirical Model ที่ได้รับความสัมพันธ์ของค่าที่ใช้อ้างอิงกับสีใดๆ จากการทดลองการศึกษาแบบ Psychophysical ที่มีการรับรู้ของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องกับแบบจำลองสีมีหลายแบบด้วยกันเช่นแบบจำลองสี RGB แบบจำลองสี CMY แบบจำลองสี CMYK แบบจำลองสี HSV แบบจำลองสี HIS แบบจำลองสี HLS แบบจำลองสี YIQ และแบบจำลองสี YUV แบบจำลอง YcbCr เป็นต้น

### 2.1.2 แบบจำลองสี RGB (RGB Color Model)

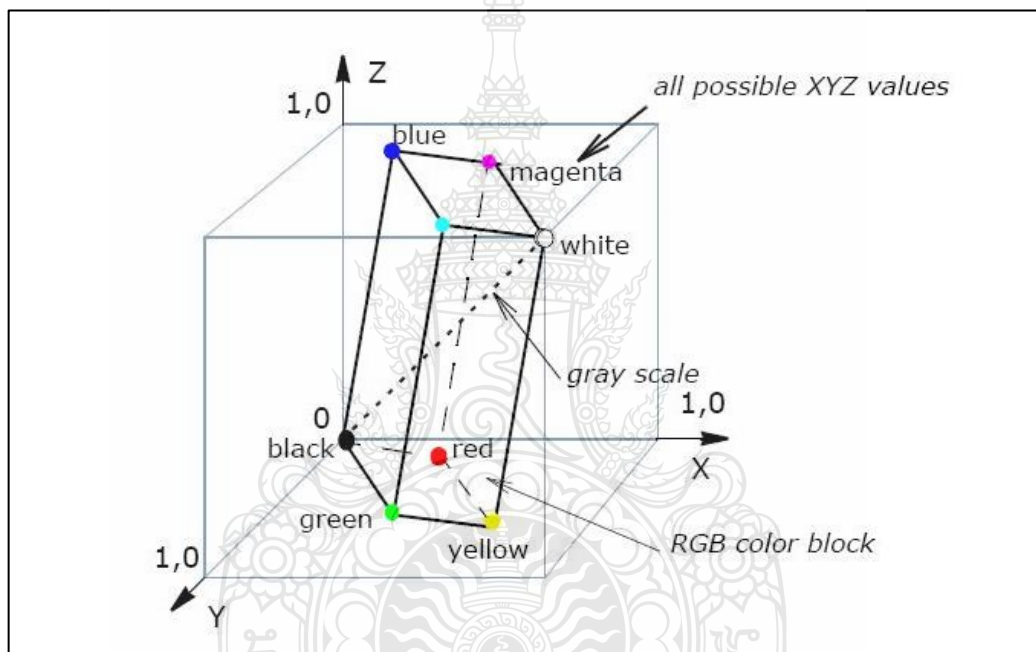
เป็นแบบจำลองที่เฉพาะเจาะจงกับจอภาพคอมพิวเตอร์เนื่องจาก RGB Model ได้ทำการสร้างสีต่างๆ ขึ้นโดยการใช้แหล่งกำเนิดแสงจำนวนสามสีได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ที่เกิดจากสารเรืองแสงที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามลำดับ ซึ่งแสงทั้งสามสีจะไม่เท่ากันในแต่ละอุปกรณ์นอกจากว่าจะมีคุณสมบัติของสารเรืองแสง การตั้งค่าจอภาพและสภาพแวดล้อมที่จอภาพคอมพิวเตอร์เหมือนกันทุกประการ ซึ่งโดยปกติแล้วจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไปดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แบบจำลองสี RGB [3]

### 2.1.3 แบบจำลองสี YCbCr (YCbCr Color Model)

ในโครงสร้างนี้จะใช้เป็นที่แพร่หลายสำหรับภาพดิจิทัลและวิดีโอ ในรูปแบบของโครงสร้างนี้ค่าปริมาณของแสงในการส่องสว่างจะเก็บข้อมูลนี้ไว้ในส่วนของ (Y) และในส่วนความแตกต่างของสีนั้นจะแบ่งเป็น 2 สี คือ Cb และ Cr โดย Cb จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสีฟ้าและอ้ำถึงค่าในหมวดสีฟ้า นั้น ส่วน Cr จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสีแดงและอ้ำถึงค่าในหมวดสีแดง โดยโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์มีความเที่ยงตรงและแม่นยำมาก ในส่วนของการส่องสว่างและหมวดสีซึ่งเป็นโครงสร้างที่ใช้กันในการเข้ารหัสแบบเอ็มพีอีจี (MPEG & JPEG) ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างสี YCbCr กับ RGB [3]

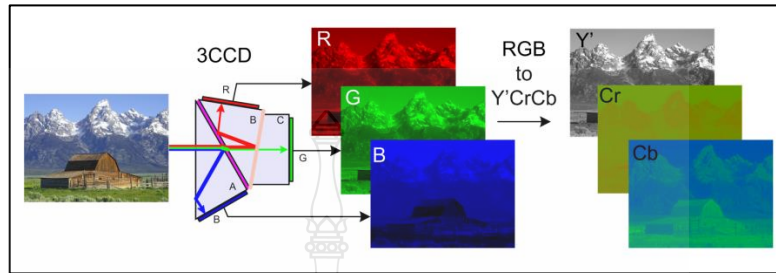
การแปลงรูปแบบสีจาก RGB เป็น YCbCr

$$Y = (0.299 \times R) + (0.587 \times G) + (0.114 \times B) \quad (2.1)$$

$$Cb = (-0.168736 \times R) - (0.331264 \times G) + (0.5 \times B) \quad (2.2)$$

$$Cr = (0.5 \times R) - (0.418688 \times G) - (0.081312 \times B) \quad (2.3)$$

กำหนดให้ค่าของ R, G และ B เป็นค่าของ สีแดง สีเขียวและ สีน้ำเงินตามลำดับ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 แล้วค่าของ Y จะมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 255 และค่า Cb ,Cr อยู่ในช่วงตั้งแต่ -128 ถึง 128 โดยตัวอย่างของการแปลงรูปภาพสีจาก RGB เป็น YCbCr แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การแปลงรูปภาพสีจาก RGB เป็น YCbCr [3]

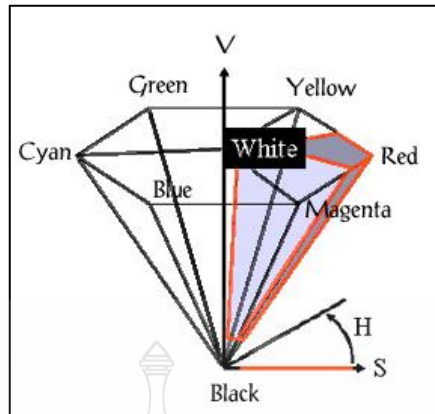
#### 2.1.4 แบบจำลองสี HSV (HSV Color Model)

เป็นแบบจำลองสีที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกดังรูปที่ 2.6 ซึ่งจะให้ความหมายที่ดีกว่าเมื่อกล่าวถึงสีต่างๆ ในเชิงศิลปะ เช่น เมื่อพูดถึงสีเหลืองในทางศิลปะจะมีความแตกต่างกัน เมื่อพิจารณาสีเหลืองอ่อนสีเหลืองแก่หรือสีน้ำตาลว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร จะพบว่าทุกสีคือสีเหลืองนั่นเองที่มีระดับความเข้มหรือมีความอิ่มตัวที่ต่างกันดังนั้นสีในแบบจำลองสี HSV จึงให้ความรู้สึกที่เข้าใจได้มากกว่าสำหรับมนุษย์ซึ่งจำลองสี HSV ประกอบด้วยสามส่วนคือ

H หมายถึง Hue หรือสีที่มีค่าที่แตกต่างออกไปตามความถี่ของแสง เช่น แดง เหลือง เขียว น้ำเงิน หรือม่วง เป็นต้น

S หมายถึง Saturation หรือความอิ่มตัวของ Hue นั้นๆ เช่น สีแดงและสีชมพูก็คือสีแดง เพียงแต่สีชมพูมีความอิ่มตัวน้อยกว่า

V หมายถึง Value หรือค่าความสว่างของสีโดยที่ค่า Value ต่ำสุดหมายถึงสีดำไม่ว่าจะมี Hue หรือ Saturation เท่าใดและค่า Value สูงสุดหมายถึงสีขาวซึ่งเป็นสีที่สว่างที่สุดของ Hue และ Saturation นั้นๆ เช่น Hue ใดๆ มีค่า Saturation มีค่าเท่ากับ 0 เมื่อ Value สูงสุดก็คือสีขาวและ Value ต่ำสุดคือสีดำหรือ Hue สีเหลืองที่ Saturation มีค่าเท่ากับ 100 เมื่อ Value สูงสุดคือสีเหลืองและ Value ต่ำสุดคือสีดำ



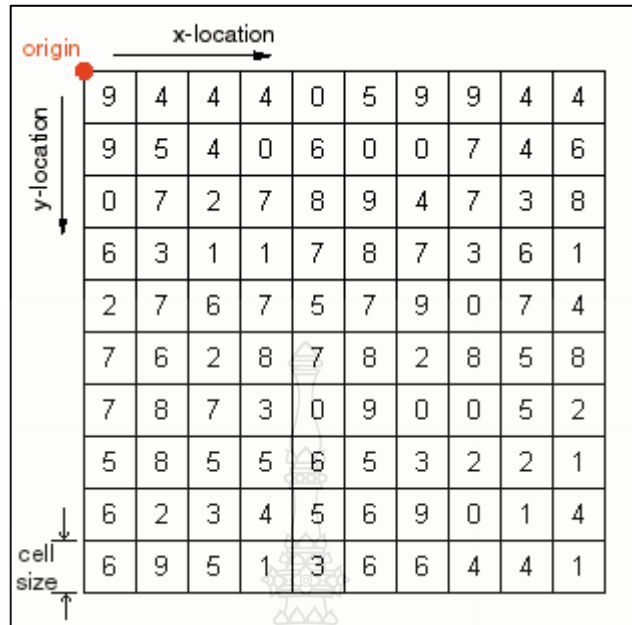
รูปที่ 2.6 แบบจำลองสี HSV [3]

## 2.2 การประมวลผลภาพดิจิทัล

ประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing) เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital format) สามารถนำเอาข้อมูลนี้จัดการผ่านกระบวนการต่างๆด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิทัลเป็นรูปที่ประกอบด้วยจุดภาพเล็กๆจำนวนมากเรียกว่า พิกเซล โดยใช้ตัวเลขแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของแต่ละพิกเซล ซึ่งสามารถปรับแต่งเพื่อการแสดงผลภาพตามต้องการได้ ภาพดิจิทัลมีข้อดีที่สามารถนำมาประมวลผลปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลด้วยกระบวนการต่างๆ ด้วยคอมพิวเตอร์ได้

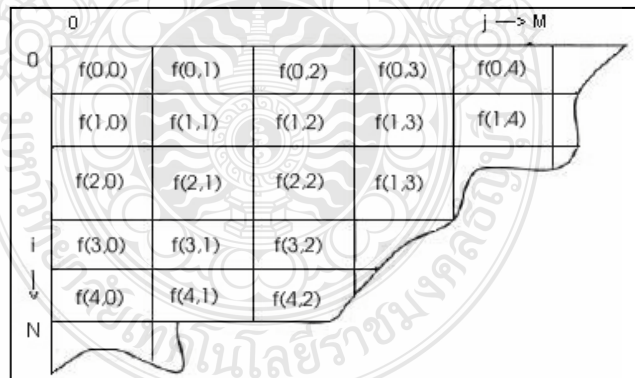
### 2.2.1 ลักษณะและความหมายของพิกเซล

พิกเซล คือความเข้มแสงที่รวมกันทำให้เกิดเป็นภาพภาพหนึ่งๆจะประกอบด้วยพิกเซลมากมายซึ่งภาพแต่ละรูปที่สร้างขึ้นจะมีความหนาแน่นของพิกเซลแตกต่างกันออกไป ความหนาแน่นเป็นตัวบอกถึงความละเอียด (Resolution) ของภาพซึ่งมีหน่วยเป็น ppi (Pixel Per Inch) คือ จำนวนพิกเซลต่อนิ้ว ซึ่งโดยทั่วไปถือว่ารูปที่มีความละเอียดสูงหรือคุณภาพดีจะมีความละเอียด 300 x 300 ppi ขึ้นไป ยิ่งค่า ppi ยิ่งสูงขึ้นภาพจะมีความละเอียดและคมชัดมากขึ้น รูปที่ 2.7 แสดงตำแหน่งของพิกเซล



รูปที่ 2.7 ตำแหน่งของพิกเซล [4]

ในภาพหนึ่งๆ สามารถอธิบายได้ในรูปแบบเมตริกซ์ของพิกเซลขนาด  $N \times M$  ดังรูปที่ 2.8 โดยใช้คู่ลำดับ  $f(i,j)$  แทนค่าแต่ละพิกเซลและค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่พิกเซลนั้นๆของภาพ



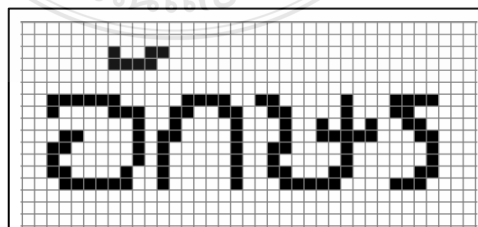
รูปที่ 2.8 เมตริกซ์ของพิกเซลในภาพ [4]

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักวัตถุในภาพได้นั้นแบ่งออกได้เป็นสองระดับด้วยกันคือการประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-Level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High-Level Image Processing) การประมวลผล

ภาพในระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงตัวเลขเกือบทั้งหมดเพื่อหาตัวแปรต่างๆ มาอธิบายข้อมูลภาพโดยมีจุดประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลภาพระดับสูงต่อไป โดยทั่วไปแล้วการประมวลผลภาพระดับต่ำจะประกอบด้วยการประมวลผลภาพก่อน (Pre Processing) เช่นการกำจัดสัญญาณรบกวนหรือการทำให้ภาพคมชัดการหาขอบภาพเป็นต้นการประมวลผลระดับสูงเป็นการนำผลลัพธ์หรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการประมวลผลภาพ ระดับต่ำมาตีความหรือประมวลผลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักและเข้าใจภาพได้สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพทั้ง 2 ประเภทนั้นคือการประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดภาพ (พิกเซล) ส่วนการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นข้อมูลรูปที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปสัญลักษณ์ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้แสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในภาพเช่นขนาดของวัตถุรูปร่างและความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุภาพ

### 2.3 ภาพไบนารี (Binary Image)

ภาพไบนารีก็คือภาพซึ่งในแต่ละพิกเซลจะมีความเข้มของแสงได้สองแบบเท่านั้นคือ สว่างกับมืด โดยอาจเขียนแทนได้ด้วยเลข 0 และ 1 ด้วยความเข้มของแสงเพียงสองระดับภาพไบนารีจึงมีข้อจำกัดที่จะนำมาใช้แสดงภาพต่างๆ ไป แต่อย่างไรก็ตามการมีความเข้มของแสงเพียงสองระดับก็ทำให้การประมวลผลทำได้ง่ายมีประสิทธิภาพ การประมวลผลภาพไบนารีนำไปใช้มากในการประมวลผลเอกสาร การประมวลผลภาพในอุตสาหกรรมที่ต้องการความเร็วสูง เช่น การนับจำนวนชิ้นส่วนที่อยู่บนสายพานที่กำลังเคลื่อนที่ต่อเนื่อง เป็นต้น การมีความเข้มเพียงสองระดับในภาพไบนารีทำให้สามารถที่จะเลือกพิจารณาให้ความเข้มระดับหนึ่งแทนภาพของสิ่งที่เราสนใจ โดยเราจะขอเรียกพิกเซลที่มีความเข้มระดับนี้ว่าพิกเซลภาพและความเข้มอีกระดับแทนพื้นหลัง โดยพิกเซลที่มีความเข้มระดับนี้จะถูกเรียกว่าพิกเซลพื้นหลังในทางปฏิบัติ ในการพิจารณาภาพไบนารีเราจะไม่สนใจแต่ละพิกเซลแยกกันไปแต่เราจะสนใจกลุ่มของพิกเซลที่อยู่ติดกันหรือที่เรียกว่าพิกเซลเพื่อนบ้าน เช่นกลุ่มของพิกเซลที่เรียงกันเป็นตัวอักษรดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะภาพไบนารีที่แสดงกลุ่มของพิกเซลรูปที่ประกอบเป็นตัวอักษร [5]

การสร้างภาพไบนารีสามารถทำได้โดยใช้เทคนิคการทำเทรชโฮล (Thresholding Technique) โดยพิจารณาว่าพิกเซลใดเป็นสีขาวหรือสีดำจะกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างพิกเซลของภาพเริ่มต้นกับค่าคงที่ค่าหนึ่งๆที่เรียกว่า “ค่าเทรชโฮล” (Threshold Value) ข้อมูลภาพมีลักษณะที่ต่างกันระหว่างวัตถุ (Object) และพื้นหลัง (Background) โดยค่าของพิกเซลของภาพใดๆ ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรชโฮลจะถูกเปลี่ยนเป็น 0 (จุดดำ) ในการสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรชโฮลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมและคมชัด สิ่งที่สำคัญที่สุดคือค่าเทรชโฮลเนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรชโฮลที่ไม่เหมาะสม (ค่าเทรชโฮลที่มีค่าน้อยเกินไปหรือมากเกินไป) รูปที่ได้อาจจะมืดเกินไปหรือสว่างมากเกินไปหรือรูปที่ได้มีสิ่งรบกวน (Noise) เกิดขึ้นอันเป็นผลทำให้รูปที่ได้ไม่สวยงามเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีคือวิธีการกำหนดค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมสำหรับแต่ละรูปที่จะนำมาทำการสร้างภาพไบนารีซึ่งมีวิธีการกำหนดค่าเทรชโฮลหลายวิธี โดยแต่ละวิธีเหมาะสมกับลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันไป เช่น การหาค่าเทรชโฮลโดยกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-Assigned Threshold Value) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value) ซึ่งแต่ละวิธีอธิบายได้ดังนี้

1) การหาค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดค่าล่วงหน้าเป็นการกำหนดค่าเทรชโฮลโดยการกำหนดเองจากผู้ใช้ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้คนนั้นๆ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่งๆซึ่งเรียกว่าค่าเทรชโฮล โดยค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มแสงของภาพ เช่น ภาพอินพุทมีระดับความเข้มแสง 256 ระดับจะมีค่าได้ตั้งแต่ 0-255 เมื่อเลือกค่าเทรชโฮลได้แล้วสามารถสร้างภาพไบนารีได้

2) การหาค่าเทรชโฮลจากค่ากลางเป็นการหาเทรชโฮลที่แตกต่างจากการหาค่าเทรชโฮลวิธีแรก สำหรับวิธีนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าเทรชโฮลโดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยการหาค่าเทรชโฮลนี้ใช้วิธีทางสถิติในเรื่องการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเทรชโฮลที่คำนวณได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของภาพเมื่อทำการคำนวณค่าเทรชโฮลได้แล้วก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยนำค่าเทรชโฮลที่ได้มาใช้

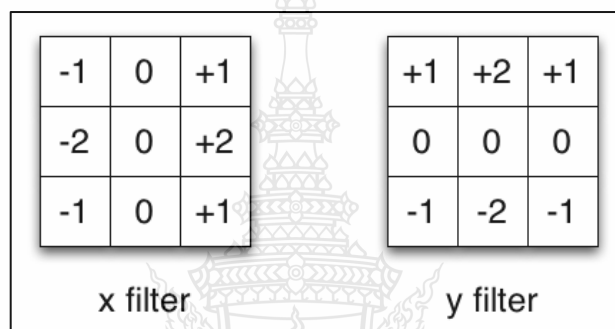
## 2.4 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

การหาขอบภาพ (Edge Detection) เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุเราจะสามารถคำนวณหาการหาขอบภาพ (Edge Detection) พื้นที่ (ขนาด) หรือรูปร่างของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตามการหาขอบรูปที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นเรื่องที่ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหา

ขอบของรูปที่มีคุณภาพต่ำ มีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากความต่างนี้มีมากขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน

#### 2.4.1 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection)

การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection) เป็นการหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (X) และ ค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Y) ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3 [6]

ภาพตัวอย่างต่อไปนี้ได้จากการทำเทรสโฮลด์ด้วยค่า 12 แล้วปรับความเข้มของแสงให้อยู่ในช่วง 0-1 เราสามารถสร้างเทมเพลตโซเบลที่มีขนาดใหญ่กว่า 3x3 เพื่อที่จะให้มีการครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นได้ดังรูปที่ 2.11

ภาพ	X <sub>diff</sub>  + Y <sub>diff</sub>	เทรสโฮลด์ด้วยค่า 12
0 0 0 0 0 0 2 0 3 3		
0 0 0 1 0 0 0 2 4 2	4 6 4 10 14 12 14 4	0 0 0 0 1 1 1 0
0 0 2 0 2 4 3 3 2 3	6 8 10 20 16 12 6 0	0 0 0 1 1 1 0 0
0 0 1 3 3 4 3 3 3 3	4 10 14 10 2 4 2 4	0 0 1 0 0 0 0 0
0 1 0 4 3 3 2 4 3 2	2 12 12 2 2 4 6 8	0 1 1 0 0 0 0 0
0 0 1 2 3 3 4 4 4 3		

รูปที่ 2.11 การหาขอบภาพด้วยวิธีโซเบล [6]



## 2.5 การแยกภาพออกเป็นส่วนๆ (Image Segmentation)

การแยกภาพออกเป็นส่วนๆ จะทำให้สามารถแยกภาพส่วนที่ต้องการออกจากส่วนอื่นๆ วิธีการพื้นฐานสำหรับการแยกภาพออกเป็นส่วนๆ คือ การพิจารณา Image Amplitude (ได้แก่การพิจารณาความสว่างของภาพสำหรับภาพแบบ Gray Scale และความแตกต่างของสีสำหรับภาพสี) นอกจากนี้ขอบของภาพและลักษณะของ Texture ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่จะทำให้สามารถทำการแบ่งแยกภาพได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยทั่วไปการแยกภาพออกเป็นส่วนๆ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ

### 2.5.1 Amplitude Segmentation Method

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพ โดยดูจากความเหมือนกันของคุณสมบัติของพิกเซลภายในพื้นที่เพียงอย่างเดียวเช่นวิธีการ Intensity Thresholding เป็นการแยกแยะวัตถุจากฉากหลังโดยดูจาก Intensity ของพิกเซลเป็นหลัก ข้อดีของวิธีการนี้คือมีขั้นตอนในการทำงานที่ง่ายไม่ซับซ้อนทำงานได้รวดเร็ว แต่ข้อเสียคือไม่สามารถใช้กับรูปที่มีสัญญาณรบกวนมากหรือรูปที่มีความสว่างไม่สม่ำเสมอ

### 2.5.2 Region Segmentation Method

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพ โดยดูจากตำแหน่งของพิกเซลและความเหมือนกันของคุณสมบัติของพิกเซลภายในพื้นที่เป็นหลัก โดยถ้าพิกเซลที่อยู่ติดกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันจะถูกจัดให้เข้ากลุ่มเดียวกัน ข้อดีของการทำเช่นนี้จะได้พื้นที่ต่อเนื่องกัน ปัญหาอุปสรรคของวิธีการนี้คือการกำหนดกฎเกณฑ์ที่เหมาะสมที่ใช้ตรวจสอบว่าพิกเซลนั้นที่มีคุณสมบัติเหมือนกันเพื่อใช้ในการรวมกลุ่มเข้าด้วยกันทำได้ยาก วิธีการเหล่านี้อาศัยอัลกอริทึมและโครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อนการประมวลผลใช้เวลานาน

### 2.5.3 Edge Segmentation Method

เป็นวิธีการแยกองค์ประกอบของภาพ โดยอาศัยความไม่ต่อเนื่องของคุณสมบัติของพิกเซลที่บริเวณขอบของวัตถุ ดังนั้น วิธีการนี้จึงมุ่งที่จะตรวจหาขอบของวัตถุเป็นข้อดีของวิธีการนี้คือ มีความรวดเร็วในการประมวลผลเพราะวิธีการนี้ใช้เฉพาะข้อมูลบริเวณขอบของวัตถุเท่านั้น ส่วนข้อเสียของวิธีการนี้คือผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของ “ขอบ” ของวัตถุซึ่งอาจจะต้องผ่านกระบวนการอื่นอีกต่อหนึ่งจึงสามารถใช้งานได้ นอกจากนี้ขอบของวัตถุที่ได้ อาจไม่ต่อเนื่องถ้าวัตถุมีสีที่ไม่สม่ำเสมอ

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากทฤษฎีทั้งหมดที่กล่าวมานี้ จะนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาหาวิธีประมวลผลสัญญาณภาพในการตรวจจับพื้นที่บนใบหน้าและค้นหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตาบนพื้นฐานของภาพสี YCbCr ซึ่งงานวิจัยทางการประมวลผลภาพเพื่อใช้ในการตรวจจับพื้นที่บนใบหน้าและค้นหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตานั้น ได้มีการพัฒนาอย่างหลากหลายแนวทางและจะมีความแตกต่างกันออกไปตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยนั้นๆ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้คัดเลือกงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีความใกล้เคียงกับงานวิจัยที่กำลังศึกษา ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.5.1 ในงานวิจัยของ [8] นำเสนอในหัวข้อ “Multiresolution Face Detection” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้ความแตกต่างของแสงเงาและเส้นแนวเป็นแบบจำลองในการค้นหาใบหน้า โดยแบบจำลองนั้นประกอบด้วยจุดความสว่างน้อย 2 จุด เพื่อแสดงดวงตา และจุดความสว่างมาก 3 จุด เพื่อแสดง โหนกแก้มและจมูก แล้วหาความสัมพันธ์ของระยะห่างและตำแหน่งของจุดต่างๆ เพื่อคัดเลือกแบบหน้าที่เหมาะสม ซึ่งผลการทดลองสามารถค้นหาใบหน้าได้ 79 ใบหน้าจากภาพทั้งหมด 100 ใบหน้า หรือคิดเป็น 79% ซึ่งระบบนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่เมื่อแสงเงาของสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงจะทำให้ประสิทธิภาพในการค้นหาเปลี่ยนไป

2.5.2 ในงานวิจัยของ [9] นำเสนอในหัวข้อ “Locating Faces and Facial Parts” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับวิธีการพัฒนาทฤษฎีการใช้งานในระบบภาพระดับสีเทา และนำตัวกรองช่วงผ่าน (bandpass filter) ตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian filter) และค่าฮิสโทแกรม มาใช้หาค่าจุดสูงสุดและจุดต่ำสุดเพื่อกำหนดขอบเขตของใบหน้า จากการทดลองพบว่าสามารถกำหนดขอบเขตของใบหน้าได้ 75% ซึ่งความผิดพลาดเกิดจากระดับสีเทาของภาพมีความใกล้เคียงกัน

2.5.3 ในงานวิจัยของ [10] นำเสนอในหัวข้อ “Multi-Modal Tracking of Faces for Video Communications” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับลักษณะเฉพาะอีกประการหนึ่งที่นิยมนำมาพิจารณาหาใบหน้าบุคคล คือค่าสีผิวของมนุษย์โดยมีการค้นหาในหลายๆปริภูมิสี โดยทำการเก็บค่าเวกเตอร์ของสีผิวมนุษย์โดยแยกค่าสีออกเป็น R, G และ B เพื่อพิจารณาค่าฮิสโทแกรมในรูปของสมการ  $h(r,g) \geq \tau$  โดยค่า  $\tau$  คือค่าเริ่มเปลี่ยน (threshold) ของค่าสีผิวมนุษย์ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถหาใบหน้าบุคคลได้ 83% โดยใช้วิธีการแยกค่าสี RGB

2.5.4 ในงานวิจัยของ [11] นำเสนอในหัวข้อ “Toward Robust Skin Identification in Video Images” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้วิธีการดังกล่าว [10] กับปริภูมิสี HSV และใช้แนวคิดค่าฮิสโทแกรมตัดผ่าน (histogram intersection) เปรียบเทียบค่าฮิสโทแกรมควบคุมกับค่าฮิสโท

แกรมปัจจุบันซึ่งทำให้ประสิทธิภาพดีกว่าการใช้ค่าสี RGB จากการทดลองสามารถหาใบหน้าบุคคลได้ 87 % จากการใช้โมเดลสี HSV ซึ่งมากกว่าการใช้ค่าสี RGB ที่สามารถหาใบหน้าบุคคลได้ 83%

2.5.5 ในงานวิจัยของ [12] นำเสนอในหัวข้อ “Locating Facial Region of a Head-and-Shoulders Color Image” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการพิจารณาค่าสีผิวในปริภูมิสี YCrCb โดยพิจารณาในรูปของสมการ  $Cr1 \leq Cr \leq Cr2$  และ  $Cb1 \leq Cb \leq Cb2$  ซึ่งค่า  $[Cr1, Cr2]$  และ  $[Cb1, Cb2]$  เป็นค่าเริ่มต้นของค่าสีผิวของมนุษย์ ที่ได้จากการสำรวจข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง จากผลการทดลองการคัดแยกสีผิวสามารถหาพื้นที่สีผิวได้ 80% ความผิดพลาดเกิดจากการเลือกใช้รูปไปให้เหมาะสมกับการทดลอง และเป็นข้อเสียของการคัดแยกสีผิวของมนุษย์ด้วยค่าเริ่มต้น

2.5.6 ในงานวิจัยของ [13] นำเสนอในหัวข้อ “Face and Facial Feature Extraction from Color Image” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการคัดแยกสีผิวมาใช้ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ในการค้นหาใบหน้า โดยใช้ทฤษฎีคลุมเครือ (fuzzy theory) ในการคัดแยกสีผิวมนุษย์และสีผมในปริภูมิสี CIE XYZ โดยทำการแปลงจากปริภูมิสี RGB จากการทดลองพบว่าสามารถคัดแยกสีผิวมนุษย์ได้คิดเป็น 84% เนื่องจากวิธีการนี้สีที่ได้จากการปริภูมิสี CIE XYZ มีความคล้ายคลึงกับปริภูมิสี RGB

2.6.7 ในงานวิจัยของ [14] นำเสนอในหัวข้อ “Human Face Detection Method using Genetic Algorithm” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับนำเอาลักษณะเด่นของใบหน้าส่วนหน้าอื่นๆ มาใช้ในการค้นหา โดยใช้คุณสมบัติของโครงหน้าทั่วไปของมนุษย์ที่เป็นรูปไข่ สร้างแบบจำลองรูปวงรีเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ร่วมกับการค้นหาแบบจินเนติกอัลกอริทึม (genetic algorithm) จากการศึกษาพบว่าวิธีการนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่รายละเอียดของใบหน้าที่ทำการค้นหาต้องมีความชัดเจนและมีขนาดใหญ่ที่เพียงพอต่อการค้นหา

2.6.8 ในงานวิจัยของ [15] นำเสนอในหัวข้อ “Human face detection from images, based on skin color” ได้นำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจหาสีผิวของใบหน้า โดยขั้นตอนแรกทำการปรับขนาดและแสงของรูปที่รับเข้ามา จากนั้นแยกพื้นที่สีผิวโดยใช้โมเดลสี RGB ร่วมกับ HSV และใช้โมเดลสีนี้เพื่อหาพื้นที่ของสีผิวโดยใช้รูปแบบรูปไข่ หลังจากนั้นนำรูปที่ได้มารวมกัน จะได้ขอบของใบหน้า จากผลการทดลองพบว่าสามารถหาสีผิวของใบหน้าจากการใช้โมเดลสี RGB ร่วมกับ HSV ได้ผลลัพธ์คิดเป็น 88% ซึ่งความคลาดเคลื่อนเกิดจากแสงและเงาทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้น

2.6.9 ในงานวิจัยของ [16] นำเสนอในหัวข้อ “Human Face Detection in Complex Background” ศึกษาวิธีเชิงความรู้แบบลำดับชั้น (hierarchical) ซึ่งพิจารณาแบ่งเป็น 3 ลำดับชั้น ชั้นแรกพิจารณาค่าตำแหน่งความน่าจะเป็นของใบหน้าโดยรวม ชั้นที่สองพิจารณาโดยค่าฮิสโตแกรม (histogram) ร่วมกับการหาเส้นขอบ ชั้นที่สามพิจารณาลักษณะเด่นภายในของใบหน้า เช่น ความ

สมมาตรกันของตาทั้ง 2 ข้าง ตำแหน่งของจมูก ปาก ในแนวตั้งและแนวนอน จากผลการทดลองสามารถตรวจจับใบหน้าได้ 86% ความผิดพลาดเกิดจากการหาเส้นขอบของใบหน้ายังไม่สามารถหาตำแหน่งของจมูกและปากได้แม่นยำ

2.6.10 ในงานวิจัยของ [17] นำเสนอในหัวข้อ “Rule-Based Face Detection in Frontal Views” ได้ศึกษาวิธีฐานกฎแบบกำหนดเขต (rule-based localization method) ที่พิจารณาค่าฮิสโทแกรมทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งจากผลการทดลองสามารถตรวจจับใบหน้าได้ 90% แต่ยังไม่สามารถจัดปัญหาของรูปที่มีพื้นหลังซับซ้อนและปัญหาความหลากหลายของใบหน้าบุคคล รวมทั้งการวางท่าที่แตกต่างกันได้

2.6.11 ในงานวิจัยของ [18] นำเสนอในหัวข้อ “Human face detection using skin color information” ใช้ความแตกต่างของแสงเงาและเส้นแนวเป็นแบบจำลองในการค้นหาใบหน้า โดยแบบจำลองนั้นประกอบด้วยจุดความสว่างน้อย (จุดมืด) 2 จุด เพื่อแสดงดวงตา และจุดความสว่างมาก (จุดอ่อน) 3 จุด เพื่อแสดงโหนกแก้มและจมูก แล้วหาความสัมพันธ์ของระยะห่างและตำแหน่งของจุดต่างๆ เพื่อคัดเลือกแบบหน้าที่เหมาะสม จากผลการทดลองสามารถค้นหาใบหน้าได้ 89% ซึ่งระบบนี้มีข้อจำกัดอยู่ที่เมื่อแสงเงาของสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลง จะทำให้ประสิทธิภาพในการค้นหาเปลี่ยนไป

2.6.12 ในงานวิจัยของ [19] นำเสนอในหัวข้อ “Locating faces using statistical feature detectors” พัฒนาทฤษฎีนี้โดยใช้งานในระบบภาพระดับเทา และนำตัวกรองช่วงผ่าน (band pass filter) ตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian filter) และค่าฮิสโทแกรม มาใช้หาค่าจุดสูงสุดและต่ำสุดเพื่อกำหนดขอบเขตของใบหน้า

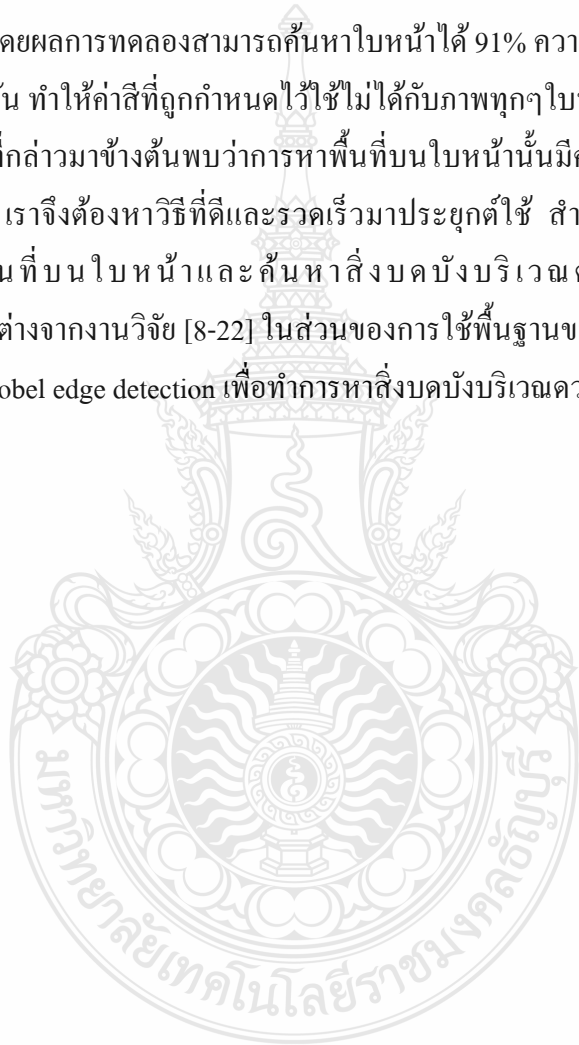
2.6.13 ในงานวิจัยของ [20] นำเสนอในหัวข้อ “Line Extraction and Pattern Detection in a Photograph” เสนอโครงสร้างแบบจำลองแผนแบบย่อย (sub-templates model) โดยใช้ตัวกรองโซเบล (sobel filter) หาเส้นขอบเพื่อหาตำแหน่งความน่าจะเป็นของส่วนย่อยต่าง ๆ บนใบหน้าที่สามารถเข้ากันได้ดีที่สุดกับแบบจำลองแผนแบบย่อยให้เป็นตำแหน่งของใบหน้าที่ต้องการ ซึ่งผลการทดลองสามารถหาตำแหน่งใบหน้าที่ต้องการได้ 85% ความคลาดเคลื่อนเกิดจากสีผิว สีผิว แสงและเงานั้นแตกต่างกัน ทำให้การหาตำแหน่งของใบหน้ามีความผิดพลาด

2.6.14 ในงานวิจัยของ [21] นำเสนอในหัวข้อ “Detection and Pose Estimation of Human Face with Synthesized Image Models” เสนอแบบจำลองคุณภาพสำหรับรูปแบบหน้า (qualitative model for face pattern : QMF) โดยใช้พารามิเตอร์ของแสงสว่างและเส้นขอบใบหน้าเป็นแบบจำลอง

ของใบหน้า และเทคนิคที่นิยมใช้อีกอันหนึ่งคือการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (principal component analysis: PCA)

2.6.15 ในงานวิจัยของ [22] นำเสนอในหัวข้อ “Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection” เสนอวิธีเชิงการกระจาย (Distribution-Base Methods) เป็นการแสดงการกระจายตัวของรูปแบบข้อมูลตัวอย่างที่มีความเป็นหน้าและความเป็นหน้าเพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการตัดสินใจ โดยใช้ฟังก์ชันเกาส์เซียน (Gaussian function) มาประมาณกลุ่มการกระจายของค่าเฉลี่ยกลุ่มตัวอย่าง โดยผลการทดลองสามารถค้นหาใบหน้าได้ 91% ความผิดพลาดเกิดจากสีผิวของแต่ละคนนั้นแตกต่างกัน ทำให้ค่าสีที่ถูกกำหนดไว้ใช้ไม่ได้กับภาพทุกๆ ใบหน้า

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าการค้นหาพื้นที่บนใบหน้ามีความสำคัญต่อระบบค้นหาใบหน้าเป็นอย่างมาก เราจึงต้องหาวิธีที่ดีและรวดเร็วมาประยุกต์ใช้ สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับพื้นที่บนใบหน้าและค้นหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตาบนพื้นฐานของภาพสี YCbCr ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัย [8-22] ในส่วนของการใช้พื้นฐานของภาพสี YCbCr ในการหาพื้นที่ใบหน้า และใช้ sobel edge detection เพื่อทำการหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตา



### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินงานวิจัย

เนื้อหาในบทนี้จะนำเสนอวิธีการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับพื้นที่บนใบหน้าและค้นหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตา ซึ่งในบทความนี้จะใช้ภาพใบหน้าที่มีพื้นหลังมีลวดลายและพื้นหลังไม่มีลวดลายจำนวนทั้งหมด 200 ภาพ มีกระบวนการวิเคราะห์ตามบล็อกไดอะแกรมดังรูปที่ 3.1



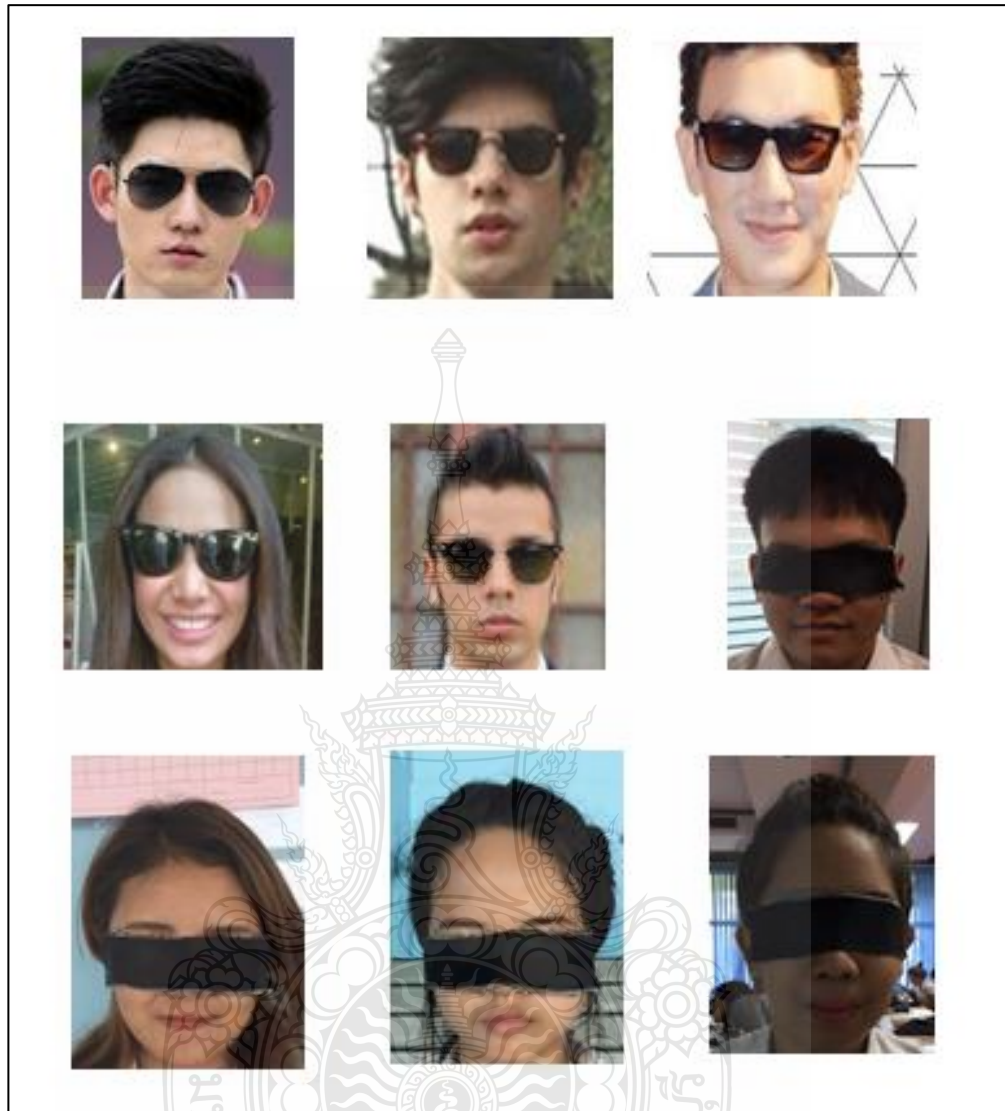
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 การเตรียมภาพใบหน้าสำหรับทดลอง

ภาพใบหน้าที่ได้รับเข้ามาเป็นภาพสี RGB ซึ่งภาพจะมีลักษณะเหมือนกันคือเห็นใบหน้าได้อย่างชัดเจน เห็นใบหูทั้งสองด้าน มีวัตถุบดบังบริเวณดวงตา สีมุมไม่เป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีของใบหน้า และได้แบ่งประเภทเป็น 2 ประเภทคือ ภาพใบหน้าที่พื้นหลังไม่มีลวดลายจำนวน 100 ภาพดังตัวอย่างรูปที่ 3.2 และภาพใบหน้าที่พื้นหลังมีลวดลายจำนวน 100 ภาพดังตัวอย่างรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างภาพใบหน้าที่พื้นหลังไม่มีลวดลาย



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างภาพใบหน้าที่พื้นหลังมีลวดลาย

### 3.2 การแปลงค่าสีจาก RGB เป็น YCbCr ร่วมกับ HSV

รูปที่รับเข้ามาเป็นภาพ RGB ซึ่งโมเดลสี RGB เป็นโมเดลของแสงสี จะเกิดจากการผสมกันระหว่างแสงสีแดง (R) แสงสีเขียว (G) และแสงสีน้ำเงิน (B) แต่โมเดลสี RGB เป็นโมเดลของแสงสี ค่าทั้งสามสีจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณแสงจึงทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงโมเดลสี RGB เป็น YCbCr เพื่อนำมาใช้ในการแบ่งแยกสีของพื้นที่ใบหน้าออกจากพื้นหลัง เพราะจากการศึกษาพบว่าวิธี YCbCr ค่าข้อมูลสี Cb และ Cr ในโมเดลสี YCbCr จะมีความคล้ายคลึงกับจุดภาพ



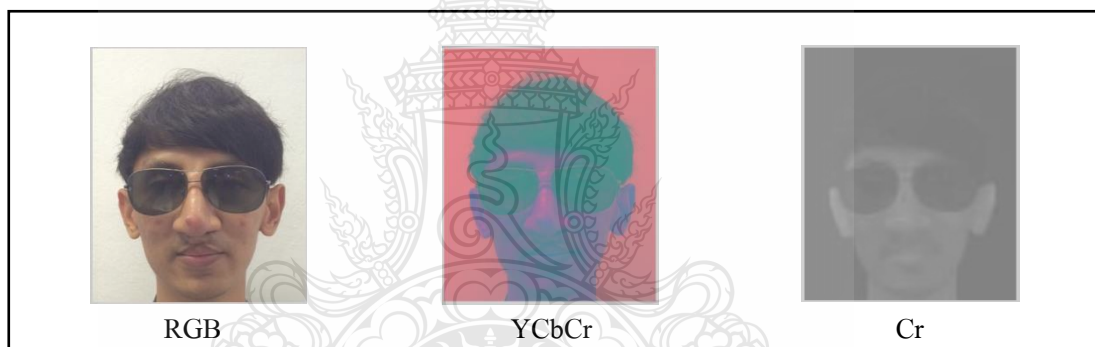
ของสีผิว ซึ่งค่าข้อมูลสี Cb และ Cr แสดงให้เห็นการกระจายค่าข้อมูลสีผิว ที่มีการครอบคลุมถึงสีผิวทุกเชื้อชาติได้อย่างชัดเจน ซึ่งการแปลงรูปแบบสีจาก RGB เป็น YCbCr มีดังนี้

$$Y = (0.299 \times R) + (0.587 \times G) + (0.114 \times B) \quad (3.1)$$

$$Cb = (-0.168736 \times R) - (0.331264 \times G) + (0.5 \times B) \quad (3.2)$$

$$Cr = (0.5 \times R) - (0.418688 \times G) - (0.081312 \times B) \quad (3.3)$$

โดยกำหนดให้ค่าของ R, G และ B เป็นค่าของ สีแดง สีเขียวและ สีน้ำเงินตามลำดับ ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 แล้วค่าของ Y จะมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 255 และค่า Cb ,Cr อยู่ในช่วงตั้งแต่ -128 ถึง 128



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างขั้นตอนการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr

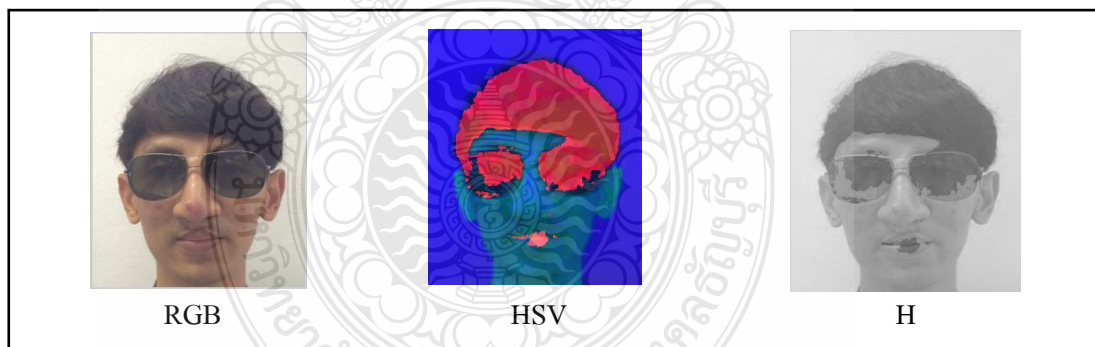
โมเดลสี RGB เป็นโมเดลของแสงสี ค่าทั้งสามสีจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณแสงจึงทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงโมเดลสี RGB เป็น HSV เพื่อนำมาใช้ในการแบ่งแยกสี โดยแปลงโมเดลสี RGB เป็น HSV โดยการคำนวณได้จากสมการที่ 3.1, 3.2 และ 3.3 ซึ่งผลหลังจากการแปลงมีลักษณะดังรูปที่ 3.5

$$H = \begin{cases} \left( \frac{G - B}{\max - \min} \right) \times 60 & ; R = \max \\ 2 + \left( \frac{B - R}{\max - \min} \right) \times 60 & ; G = \max \\ \left( 4 + \frac{R - G}{\max - \min} \right) \times 60 & ; B = \max \end{cases} \quad (3.4)$$

$$S = \left( \frac{\max - \min}{\max} \right) \quad (3.5)$$

$$V = \max \quad (3.6)$$

โมเดลสี RGB เป็นโมเดลของแสงสี ค่าทั้งสามสีมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณแสง แต่โมเดลสี HSV ค่า H และ S จะไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณแสง ทำให้มีความคงทนต่อแสงมากกว่า

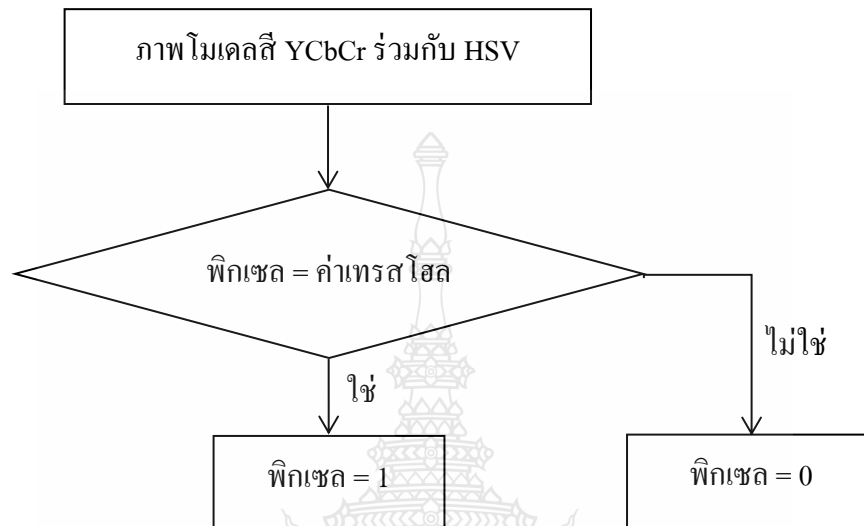


รูปที่ 3.5 ตัวอย่างขั้นตอนการแปลงภาพสี RGB เป็น HSV

### 3.3 การแบ่งแยกภาพโดยใช้สี (Color Segmentation)

การแบ่งแยกสีใช้กรณีที่เราต้องการจำกัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกไปจากภาพโดยการกำหนดค่าขอบเขตสีที่เราต้องการไว้โดยให้มีค่าเท่ากับ 1 ส่วนสีที่เราไม่ต้องการกำหนดค่าให้เท่ากับ 0 ในการตรวจหาตำแหน่งของป้ายจำกัดความเร็วอาศัยการตรวจสอบสีแดงของขอบป้ายเพื่อทำการหา

ขอบเขตหรือตำแหน่งของป้าย โดยใช้การแบ่งแยกสีของขอบป้ายซึ่งเป็นสีแดง โดยกำหนดค่าเทรชโฮลของสีแดงเพื่อใช้ในการแบ่งแยกสี



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการแบ่งแยกสีของใบหน้าโดยใช้โมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV

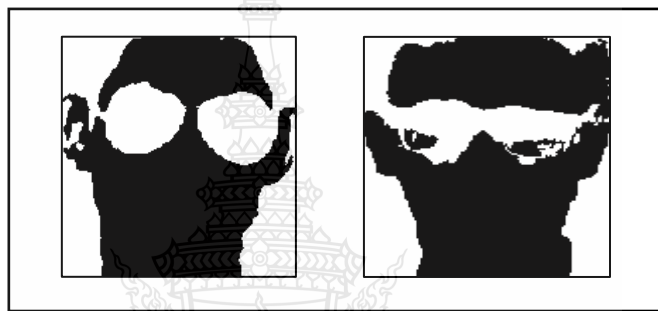
ตัวอย่างการนำภาพระดับสีทำการแปลงเป็นภาพระดับไบนารีรูปที่ประกอบด้วยสีขาวและสีดำเป็นหลัก ถ้าพิกเซลใดมีค่าเป็น 0 หมายความว่าพิกเซลนั้นมีสีดำ พิกเซลใดมีค่าเป็น 1 หมายความว่าพิกเซลนั้นมีสีขาว ผลที่ได้จากการแปลงเป็นภาพไบนารี ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างการแบ่งภาพโดยใช้สี

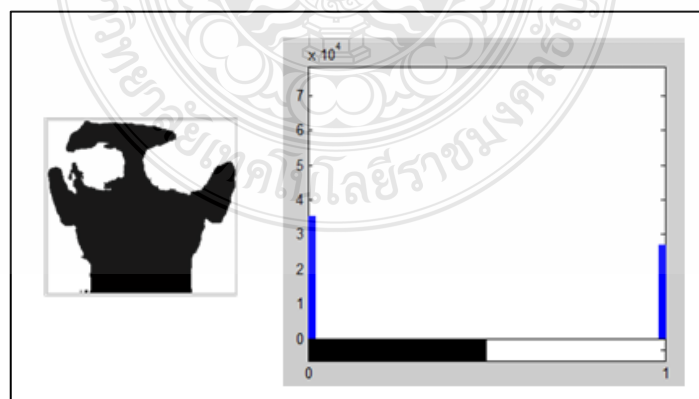
### 3.4 การปรับขนาดรูปภาพ (Resize Image)

การปรับขนาดรูปภาพ เป็นการเลือกเฉพาะส่วนที่เป็นใบหน้า โดยจะปรับขนาดของรูปให้มีขนาดเท่ากันที่ 100x100 พิกเซล เนื่องจากภาพที่รับเข้ามามีขนาดที่แตกต่างกัน ขั้นตอนคือเริ่มจากหาตำแหน่งพิกเซลที่เป็นใบหน้า (สีดำ) จากรูปในตำแหน่งแรกกับตำแหน่งสุดท้ายของแถวและคอลัมน์ เมื่อได้ตำแหน่งทั้งสี่ด้านแล้ว ทำการปรับขนาดรูปภาพให้เหลือเฉพาะส่วนของใบหน้าและปรับขนาดให้อยู่ที่ 100x100 พิกเซล จากตำแหน่งของพิกเซลที่วิเคราะห์ได้ก่อนหน้านี้ เพื่อที่จะทำการหาเส้นขอบของรูปภาพในส่วนต่อไป โดยการปรับขนาดแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างการปรับขนาดรูปภาพ

หลังจากที่ปรับขนาดรูปภาพแล้ว จะทำการตรวจนับพื้นที่บนใบหน้า ด้วยวิธีการใช้สีของพิกเซลจากรูปที่ถูกปรับขนาดมาแล้ว โดยตั้งค่าสีขึ้นมาค่าหนึ่งเพื่อใช้ในการตรวจนับว่าสามารถหาพื้นที่ใบหน้าได้หรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างค่าสีของพิกเซลในรูปที่ใช้ในการตรวจนับใบหน้า

### 3.5 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection)

การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุเรา จะสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรู้จำชนิดของวัตถุนั้นได้ วิธีการคือใช้เทมเพลตขนาด 3x3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน ( $X_{diff}$ ) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง ( $Y_{diff}$ ) ดังรูปที่ 3.10

$$X_{diff} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad Y_{diff} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

รูปที่ 3.10 การหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3x3

ที่เลือกใช้วิธีนี้เนื่องจากเหมาะสำหรับการหาขอบรูปที่เป็นกลุ่มของสีที่ตัดกันชัดเจน จะไม่แสดงขอบที่เป็นกลุ่มสีเล็กๆ แสดงดังรูปที่ 3.11

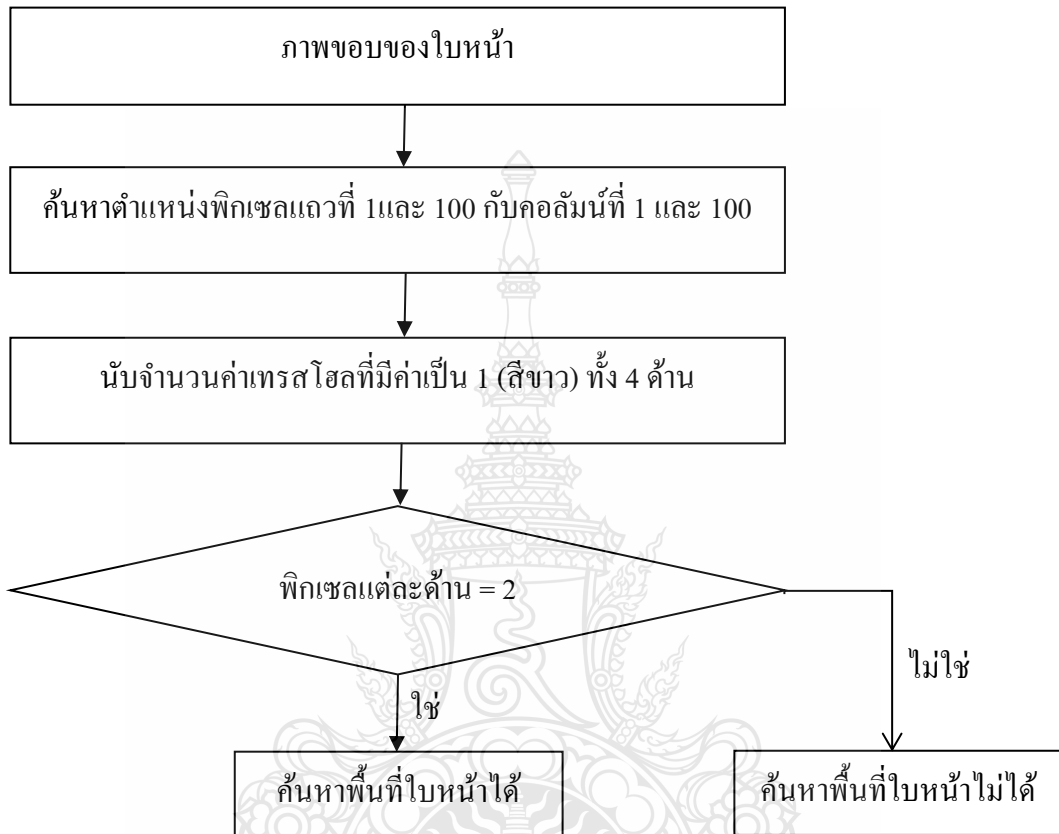


รูปที่ 3.11 ตัวอย่างการหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล

### 3.6 ค้นหาพื้นที่ใบหน้า (Facial Space Detection)

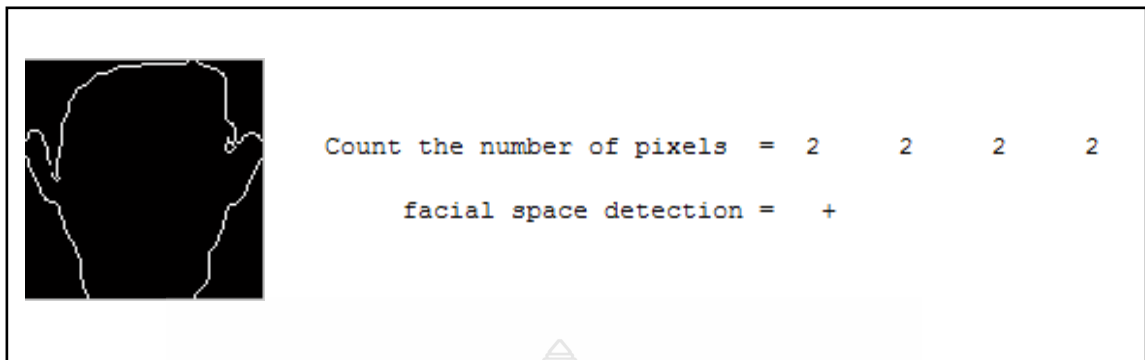
จากการศึกษาพบว่าจำนวนค่าเทสโธลที่มีค่าเป็น 1 (สีขาว) ของพิกเซลแถวที่ 1 กับ 100 และ คอลัมน์ที่ 1 กับ 100 รูปที่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้ จะมีจำนวนค่าเทสโธลที่มีค่าเป็น 1 (สีขาว)

จำนวน 2 พิกเซลเท่ากับทั้ง 4 ด้าน แตกต่างจากรูปที่ไม่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้ จะมีจำนวน พิกเซลไม่เท่ากัน โดยมีแผนภาพแสดงขั้นตอนการค้นหาพื้นที่ใบหน้าที่บ่งชี้

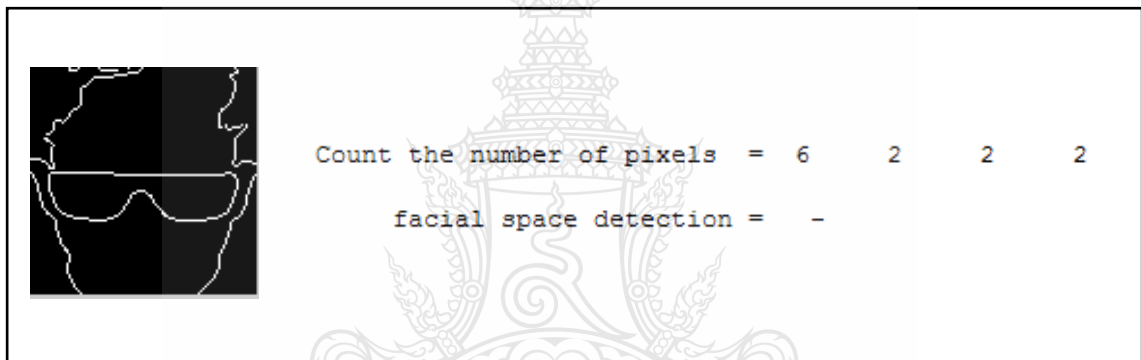


รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการค้นหาพื้นที่ใบหน้า

ซึ่งขั้นตอนในการทำงานเริ่มจากนำภาพขอบของใบหน้า นามหาจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโวลเท่ากับ 1 (สีขาว) ในตำแหน่งคอลัมน์ที่ 1 และ 100 กับตำแหน่งแถวที่ 1 และ 100 จากภาพที่มีขนาด 100x100 พิกเซล รวมทั้งหมดสี่ด้าน หลังจากนั้นทำการกำหนดเงื่อนไข คือถ้ามีจำนวนพิกเซลในแต่ละด้านเท่ากับ 2 เท่ากันทั้งหมดทั้งสี่ด้านให้แสดงผลว่าค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้ดังรูปที่ 3.13 แต่ถ้าจำนวนพิกเซลในแต่ละด้าน มีด้านใดด้านหนึ่งไม่เท่ากับ 2 ให้แสดงผลว่าค้นหาพื้นที่ใบหน้าไม่ได้ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างที่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้

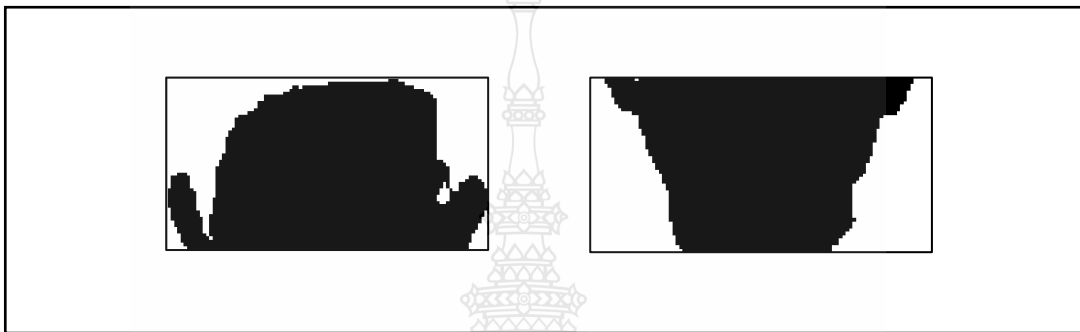


รูปที่ 3.14 ตัวอย่างที่ไม่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้

จากภาพที่ 3.13 และ 3.14 เป็นภาพใบหน้าที่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้และภาพที่ไม่สามารถค้นหาใบหน้าได้ โดยที่ขอบของใบหน้าแต่ละด้าน (สีขาว) มีจำนวนพิกเซลเท่ากับ 2 ทุกด้าน ทั้งในแนวแรกกับแนวสุดท้าย และคอลัมน์แรกกับคอลัมน์สุดท้ายในภาพใบหน้า โดยจากภาพตัวเลขที่แสดงในภาพคือจำนวนพิกเซลของขอบภาพทั้งสี่ด้าน และเครื่องหมาย + ให้แสดงว่าสามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้ และเครื่องหมาย - ให้แสดงว่าไม่สามารถค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้

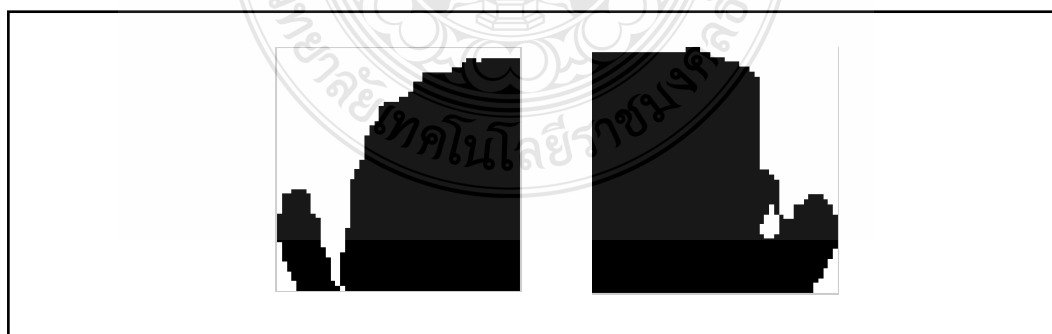
### 3.7 แบ่งแยกรูปภาพ

จากการศึกษาพบว่าตำแหน่งของบริเวณดวงตาอยู่ในตำแหน่งที่อยู่ด้านบนไม่เกินครึ่งหนึ่งของใบหน้า ในการทดลองจึงได้ทำการแบ่งครึ่งภาพใบหน้าออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน คือตั้งแต่ด้านบนสุดของภาพ จนถึงกึ่งกลางภาพ และตั้งแต่กึ่งกลางภาพจนถึงด้านล่างสุดของภาพดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างการแบ่งแยกรูปภาพจากพื้นที่ใบหน้าทั้งหมด

หลังจากนั้นทำการแบ่งภาพอีกครั้ง โดยการนำภาพในส่วนของด้านบนของใบหน้าที่ถูกแบ่งไว้แล้วนำมาแบ่งครึ่งด้านซ้ายและด้านขวาเท่าๆกัน เนื่องจากในขั้นตอนต่อไปจะทำการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาในส่วนของดวงตาข้างซ้ายและดวงตาข้างขวา จึงต้องทำการแบ่งภาพเป็นสองส่วนดังรูปที่ 3.16

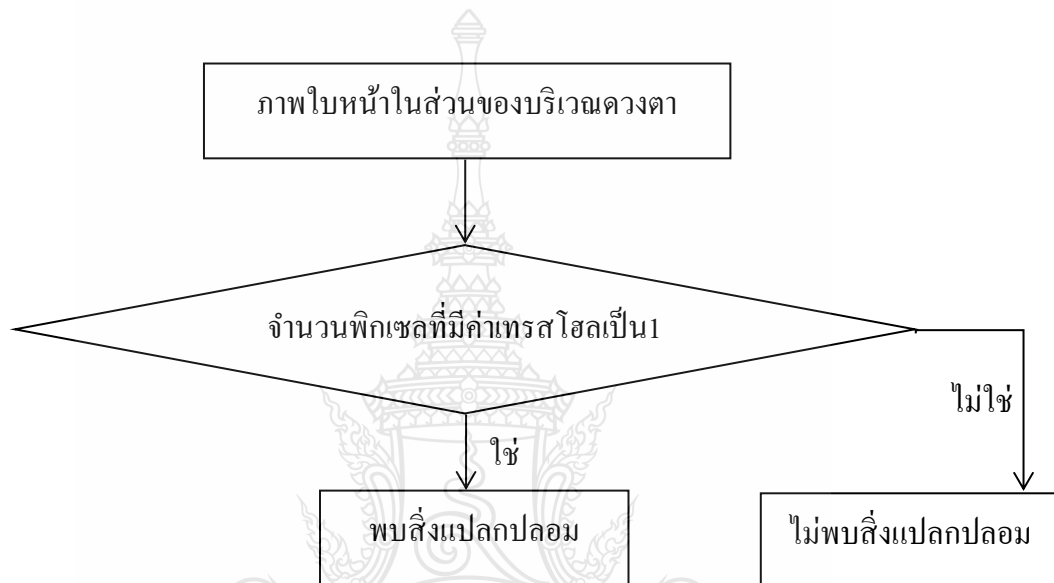


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการแบ่งแยกรูปภาพจากในส่วนของภาพด้านบนใบหน้า



### 3.8 หาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตา (Image Segmentation)

หลังจากที่ทำการแบ่งภาพออกเป็นสองด้านแล้ว จะทำการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาที่ละด้าน โดยการกำหนดค่าจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโฮลเท่ากับ 1 ค่าหนึ่งขึ้นมา เพื่อใช้ในการตรวจหาสิ่งแปลกปลอม หลังจากนั้นจะทำการหาจากภาพบริเวณดวงตาด้านซ้าย และบริเวณดวงตาด้านขวา มีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตา

ขั้นตอนในการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาประกอบด้วย การนำภาพในส่วน of บริเวณดวงตาที่ได้จากขั้นตอนการแบ่งแยกรูปภาพ ซึ่งขนาดของพิกเซลทั้งหมดของภาพใบหน้าในส่วน of ดวงตามีขนาด 50x50 พิกเซล หรือมีจำนวน 2,500 พิกเซล นำมาหาจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโฮลเป็น 1 แล้วทำการกำหนดเงื่อนไขว่าถ้าจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโฮลเป็น 1 มีมากกว่า 1,250 พิกเซล ให้แสดงผลลัพธ์ว่าสามารถค้นหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาได้ดังรูปที่ 3.18 แต่ถ้าจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโฮลเป็น 1 มีน้อยกว่า 1,250 พิกเซล ให้แสดงผลลัพธ์ว่าไม่สามารถค้นหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาได้ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างที่หาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาได้



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างที่หาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาไม่ได้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองค้นหาพื้นที่ใบหน้าและตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตาบนพื้นฐานของภาพสี YCbCr ร่วมกับ HSV ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการออกแบบระบบการจดจำใบหน้า โดยทดสอบในเงื่อนไขต่างๆที่ได้กำหนดไว้ รวมทั้งตรวจสอบเปอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัยนี้จะถูกนำไปใช้เพื่อพัฒนาเทคนิคการค้นหาพื้นที่ใบหน้าและตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

#### 4.1 ผลการทดลองแปลงภาพสี RGB

งานวิจัยนี้ทำการตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการใช้โมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV เพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลัง เพราะจากการศึกษาพบว่า วิธี YCbCr ค่าข้อมูลสี Cb และ Cr ในโมเดลสี YCbCr จะมีความคล้ายคลึงกับจุดภาพของสีผิว ซึ่งค่าข้อมูลสี Cb และ Cr แสดงให้เห็นการกระจายค่าข้อมูลสีผิว ที่มีการครอบคลุมถึงสีผิวทุกเชื้อชาติได้อย่างชัดเจน และโมเดลสี HSV ซึ่งสามารถบอกความบริสุทธิ์และความสว่างของสีได้อย่างชัดเจน แล้วเมื่อโมเดลสี YCbCr ทำงานร่วมกับ HSV จะทำให้มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้โมเดลสี YCbCr เพียงอย่างเดียว ซึ่งจากการทดลองพบว่าการใช้โมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV สำหรับพื้นหลังแบบไม่มีลวดลายสามารถหาค่าแห่งของใบหน้าได้ 96% และสำหรับภาพพื้นหลังที่มีลวดลายสามารถหาค่าแห่งของใบหน้าได้ 86% ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ใช้โมเดลสี YCbCr ผลการทดลองคือภาพพื้นหลังแบบไม่มีลวดลายสามารถหาค่าแห่งของใบหน้าได้ 90% และ สำหรับภาพพื้นหลังที่มีลวดลาย สามารถหาค่าแห่งของใบหน้าได้ 78%



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างภาพ RGB

รูปที่ 4.1 เป็นตัวอย่างภาพสี RGB บริเวณส่วนของใบหน้าซึ่งภาพจะมีลักษณะเหมือนกันคือ เห็นใบหน้าได้อย่างชัดเจน เห็นใบหูทั้งสองด้าน มีวัตถุบดบังบริเวณดวงตา สีผมไม่เป็นสีที่ใกล้เคียงกับสีของใบหน้าหลังจากนั้นทำการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr ในขั้นตอนต่อไป



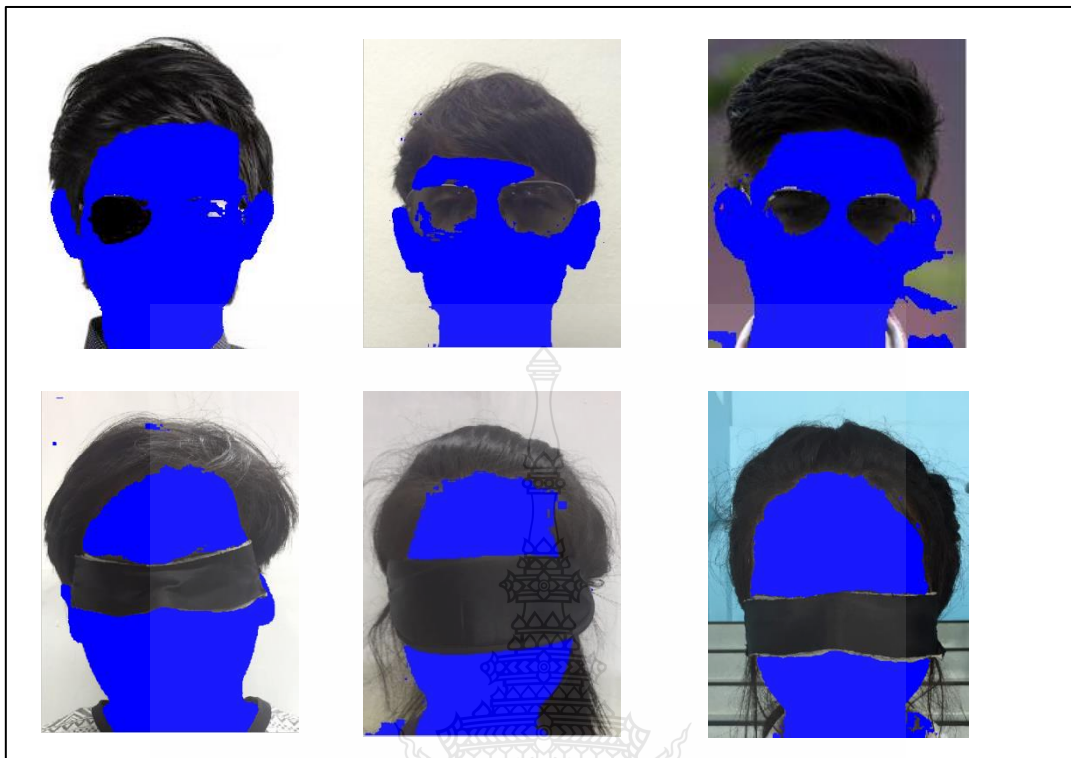
รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr

รูปที่ 4.2 เป็นตัวอย่างการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า ด้วยการ ใช้แบบจำลองการตรวจจับสีผิวของมนุษย์ โดยภาพที่นำเข้าเป็นภาพสี RGB แล้วแปลงให้เป็นโมเดลสี YCbCr จากนั้นแยกองค์ประกอบของ Y และ Cb ออกจากภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีเฉพาะองค์ประกอบของ Cr แล้วทำการหาค่าสี HSV ในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็น HSV

รูปที่ 4.3 เป็นตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็นระบบสี HSV ซึ่งเป็นการพิจารณาโดยใช้ Hue Saturation และ Value ซึ่ง Hue คือค่าสีของสีหลัก(แดง เขียวและน้ำเงิน)ในทางปฏิบัติจะอยู่ระหว่าง 0 และ 255 ซึ่งถ้า Hue มีค่าเท่ากับ 0 จะแทนสีแดงและเมื่อ Hue มีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ สีก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามสเปกตรัมของสีจนถึง 256 จึงจะกลับมาเป็นสีแดงอีกครั้ง ซึ่งสามารถแทนให้อยู่ในรูปขององศาได้ ดังนี้คือ สีแดง = 0 องศา สีเขียวเท่ากับ 120 องศา สีน้ำเงินเท่ากับ 240 องศา



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr ร่วมกับ HSV

รูปที่ 4.4 เป็นตัวอย่างการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr ร่วมกับ HSV ซึ่งในขั้นตอนนี้จะนำพื้นที่สีผิวที่ได้จากการแปลงภาพสี YCbCr และ HSV นำมาหาพื้นที่สีผิวร่วมกัน หลังจากนั้นทำการแยกเฉพาะพื้นที่สีผิวออก ทำให้ภาพที่ได้ในขั้นตอนนี้จะได้ภาพในส่วนของสีผิวของใบหน้าจากการแปลงภาพสี YCbCr และ HSV ร่วมกัน

## 4.2 ผลการทดลองหาพื้นที่ของสีผิว

การค้นหาพื้นที่ใบหน้าในภาพตัวอย่างจะได้มาจากการแบ่งแยกภาพโดยใช้สี ซึ่งในการแบ่งแยกภาพโดยใช้สีของใบหน้าจะสนใจเฉพาะสีของพื้นที่ใบหน้าเท่านั้น โมเดลสีที่ใช้ในการแบ่งแยกสีแดงที่ใช้กันมีหลายโมเดล เช่น โมเดลสี RGB, HSV, YCbCr, HSI, Gray Scale โดยโมเดลสี RGB ค่าของสีแดง เขียว และน้ำเงิน จะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณแสงทำให้ยุ่งยากในการกำหนดค่าเทรชโวลในการแบ่งแยกสี ในงานวิจัยนี้เลือกโมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV ในการหาพื้นที่ของสีผิวดังรูปที่ 4.5

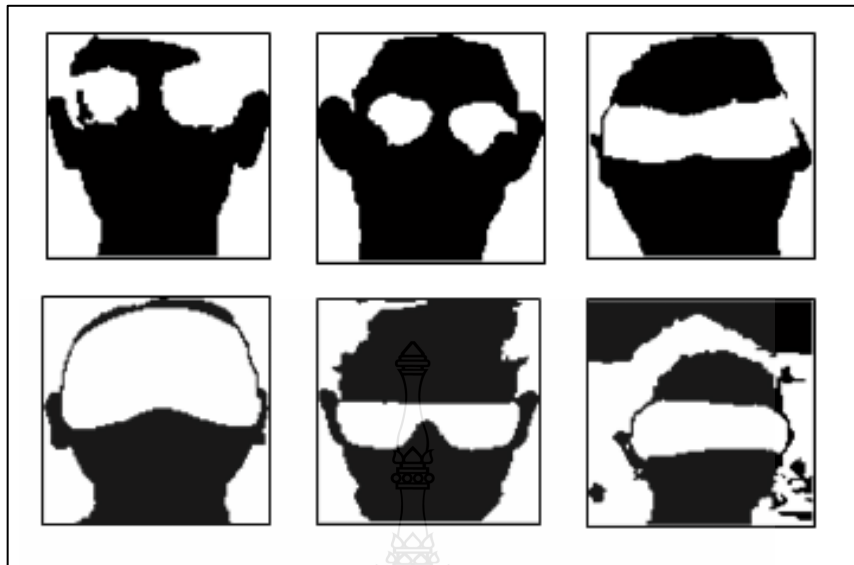


รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการหาพื้นที่ของสีผิว

จากภาพตัวอย่างที่ 4.5 จะเห็นได้ว่ารูปที่พื้นหลังไม่มีลวดลายจะหาพื้นที่ใบหน้าได้ดีกว่าภาพพื้นหลังที่มีลวดลาย ความผิดพลาดเกิดจากการสีของลวดลายพื้นหลังมีสีที่ใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า ทำให้ไม่สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ แต่ถ้าสีของลวดลายพื้นหลังนั้นมีความแตกต่างกับสีผิวของใบหน้า แล้วไม่มีแสงเงาเกิดขึ้นในภาพ จะสามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ รวมทั้งปัจจัยอย่างอื่น เช่น สีของผม สีของสิ่งบดบังบริเวณดวงตา เป็นต้น

### 4.3 ผลการทดลองการปรับขนาดรูปภาพ

ทำการตัดภาพให้มีเฉพาะส่วนของใบหน้าด้วยวิธีการ Image Labeling โดยส่วนของสีที่มีลักษณะเป็นค่าสีเดียวกันและอยู่ในพื้นที่ที่ติดกันจะถูกแทนด้วยค่าของตัวเลขที่เป็นค่าเดียวกัน จากนั้นทำการตัดรูปที่ได้จากการทำ Image Labeling โดยตัดส่วนของบริเวณสีผิวที่มีค่าตัวเลขค่าเดียวกันมากที่สุด ทำให้ได้ภาพใบหน้าเฉพาะส่วนที่เป็นบริเวณใบหน้าบุคคล แล้วทำการปรับขนาดรูปภาพให้มีขนาด 100x100 พิกเซล



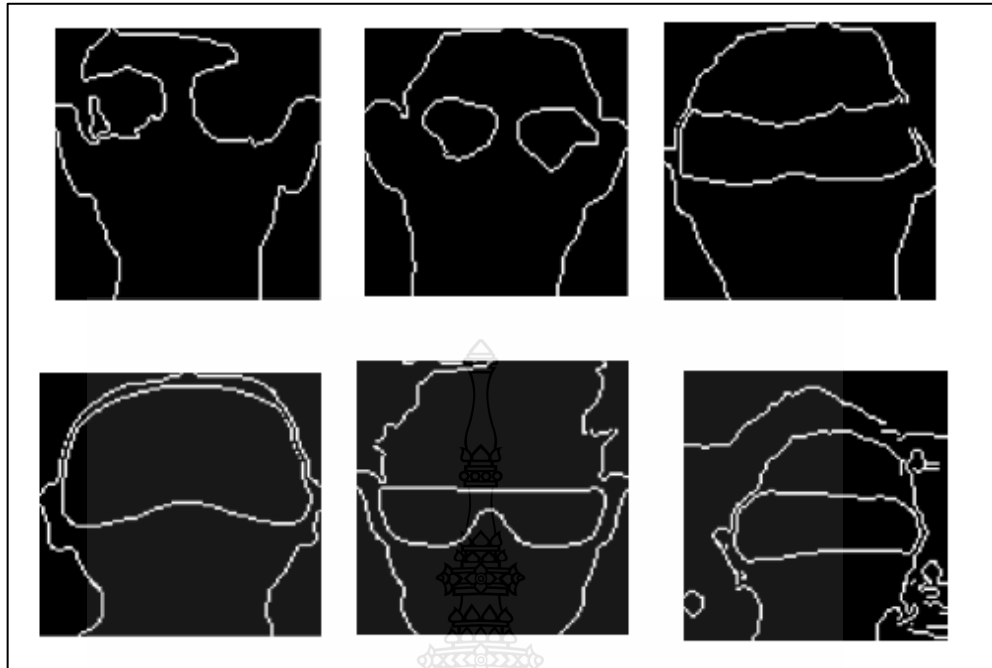
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการปรับขนาดรูปภาพ

จะเห็นว่าภาพทุกภาพจะถูกปรับขนาดให้มีขนาดเท่ากับ 100x100 พิกเซล เพื่อที่จะทำให้รูปที่ผ่านขั้นตอนนี้มีขนาดที่เท่ากัน หลังจากนั้นจะนำรูปที่ผ่านการปรับขนาดนี้ไปทำการประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

#### 4.4 ผลการทดลองการหาขอบภาพ

การหาขอบภาพเป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้น รอบวัตถุ เราจะสามารถตรวจจับพื้นที่ใบหน้าได้ โดยงานวิจัยนี้ใช้การหาขอบภาพโดยวิธี โซเบล (Sobel Edge Detection) ซึ่งเป็นการหาขอบรูปที่มีความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่ง ไปยังอีกจุดหนึ่งได้อย่างชัดเจน



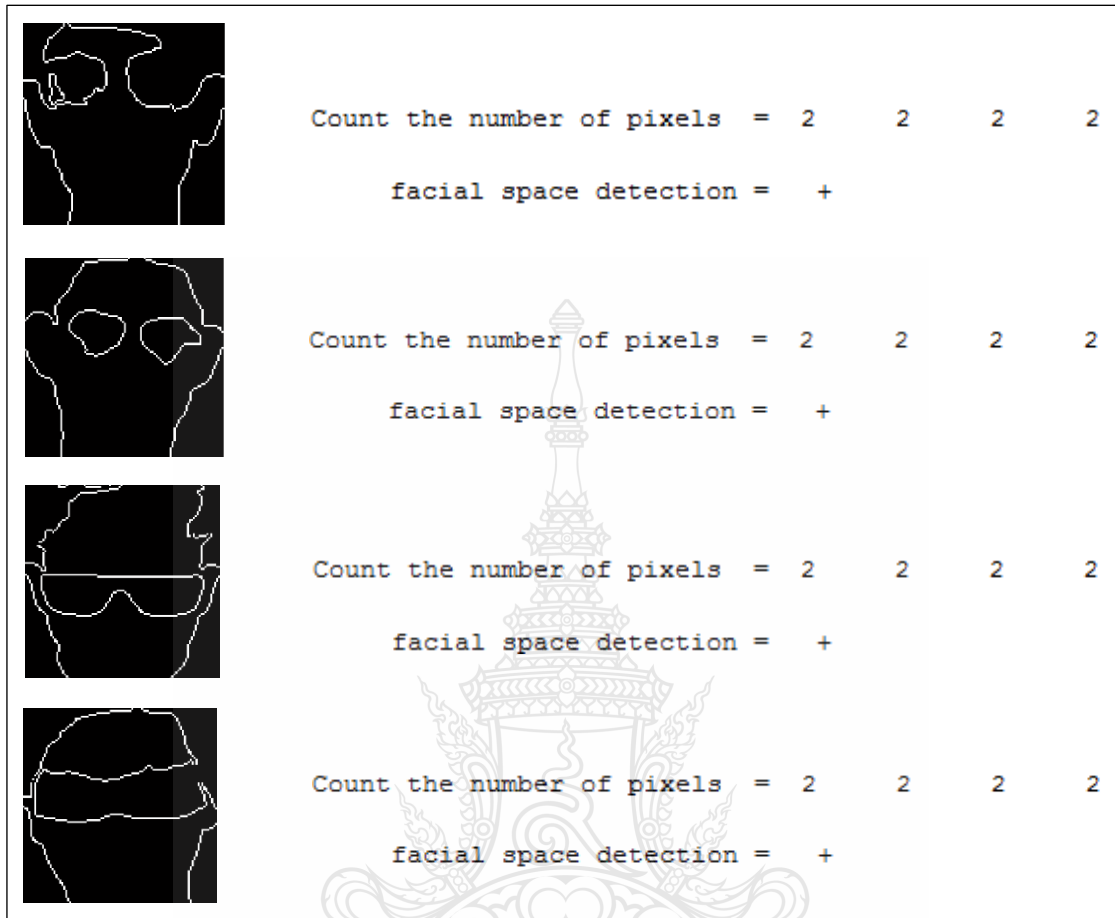


รูปที่ 4.7 ตัวอย่างการหาขอบภาพ

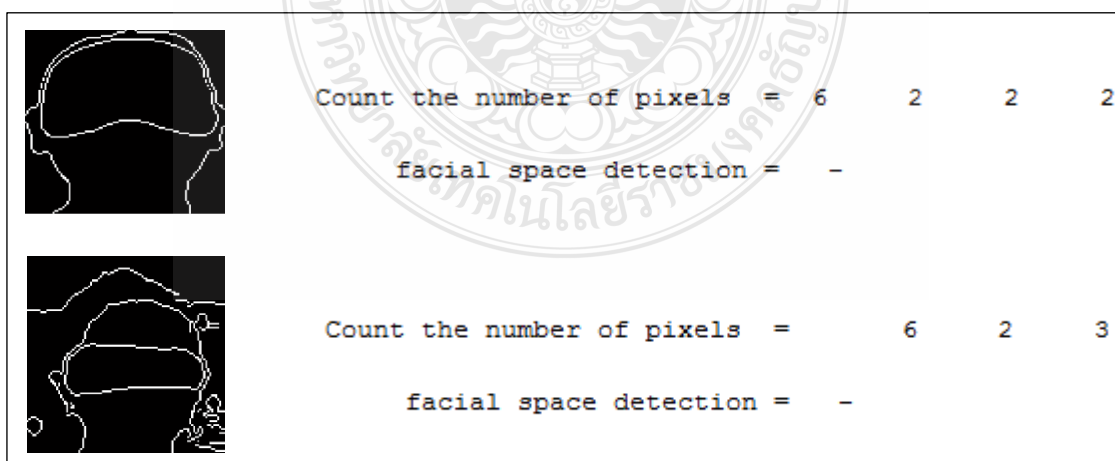
จากภาพตัวอย่างเป็นการหาขอบภาพด้วยวิธีโซเบล ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากความต่างนี้มีมากขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อยขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน

#### 4.5 ผลการทดลองการค้นหาพื้นที่ใบหน้า

ในการทดลองการค้นหาพื้นที่ใบหน้าจะแบ่งรูปที่ทำการทดลองเป็น 2 ประเภทคือ ภาพใบหน้าที่มีพื้นหลังมีลวดลาย และภาพใบหน้าที่พื้นหลังที่ไม่มีลวดลาย ซึ่งในการทดลองจะใช้โปรแกรมในการตรวจสอบด้วยวิธีการนับจำนวนเส้นขอบรอบๆ ใบหน้าดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างรูปที่ตรวจพื้นที่ใบหน้าได้



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างรูปที่ตรวจพื้นที่ใบหน้าไม่ได้

จากภาพตัวอย่างที่ 4.8 จะพบว่ารูปที่สามารถตรวจจับพื้นที่ใบหน้าได้มีลักษณะที่เห็นเส้นขอบของใบหน้าชัดเจนทั้งใบหน้า และไม่มีเส้นขอบของวัตถุอยู่ในภาพ ส่วนรูปที่ 4.9 จะมีลักษณะที่พื้นหลังมีลวดลายและสีของใบหน้าหรือผมมีสีที่ใกล้เคียงกับสีของใบหน้า ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

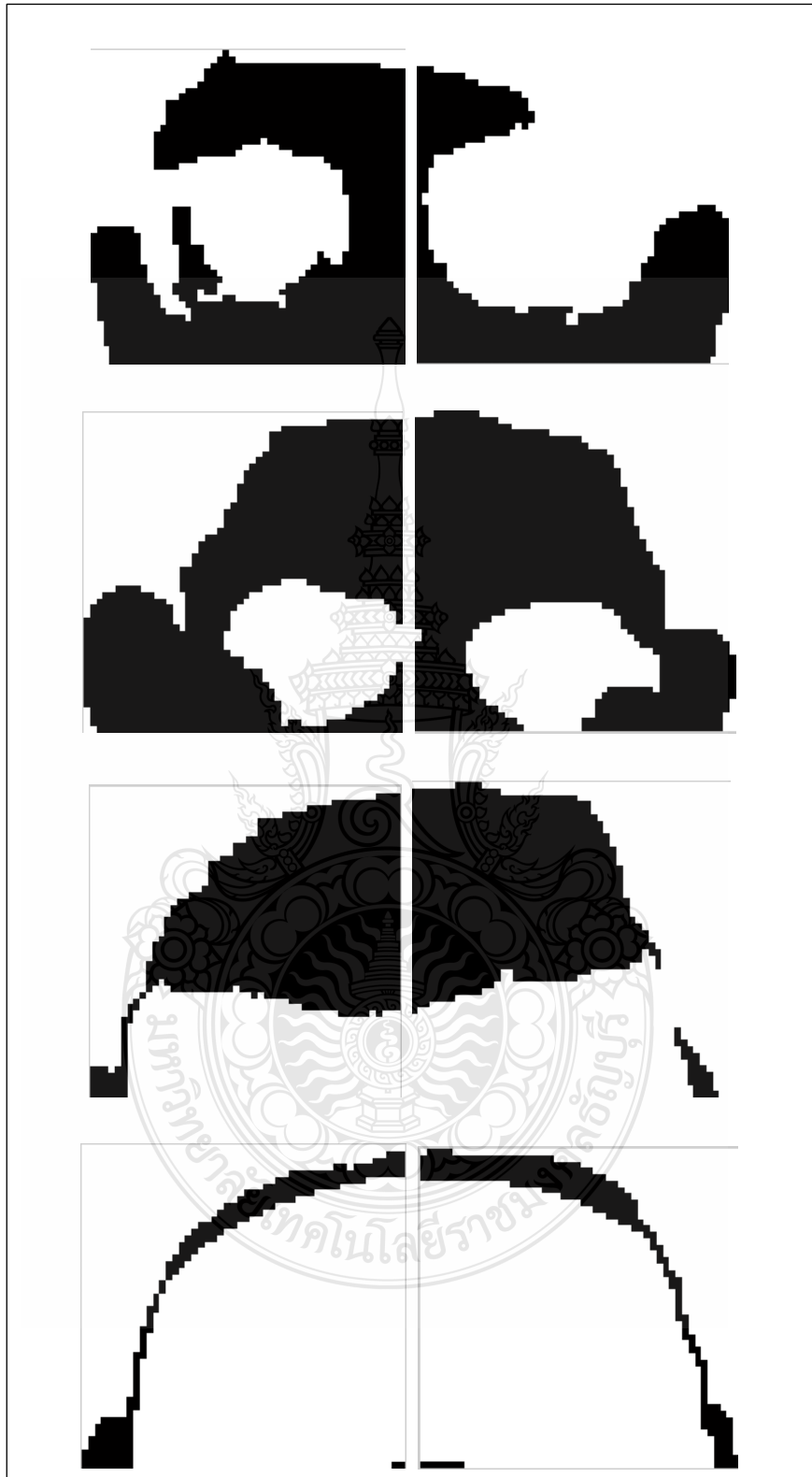
**ตารางที่ 4.1** ผลการตรวจจับพื้นที่ใบหน้า

ภาพ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
พื้นหลังแบบไม่มีลวดลาย	96%	4%
พื้นหลังแบบมีลวดลาย	86%	14%

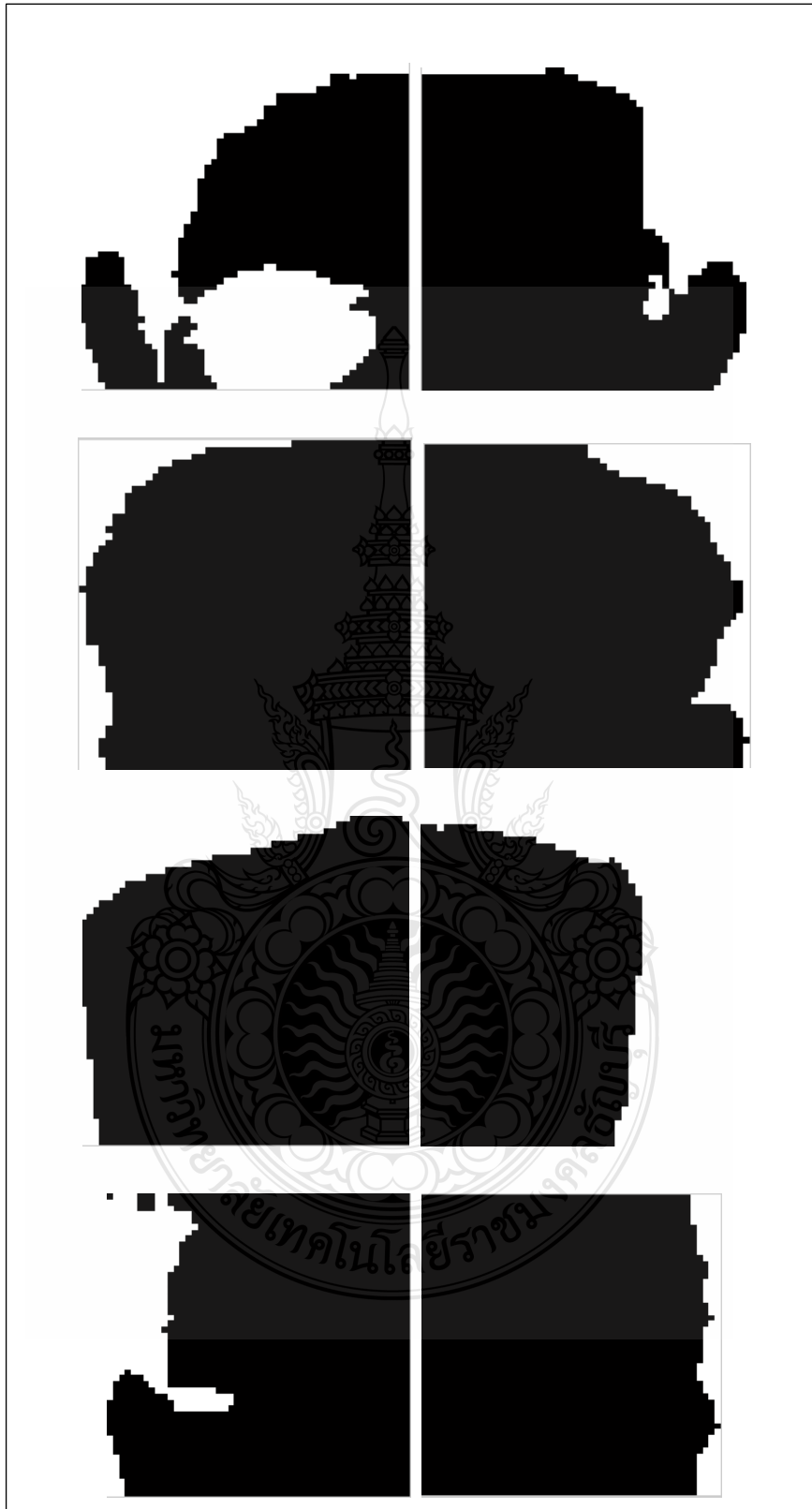
จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 จากตารางพบว่าการหาตำแหน่งของใบหน้าของรูปที่พื้นหลังไม่มีลวดลาย 100 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 96 ภาพ ความผิดพลาดเกิดจากสีของพื้นหลังใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า และส่วนของใบหน้ามีความสว่างน้อยหรือมากเกินไป ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดลอง และสำหรับรูปที่พื้นหลังมีลวดลาย 100 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 86 ภาพ ความผิดพลาดเกิดจากการสีของลวดลายพื้นหลังมีสีที่ใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า ทำให้ไม่สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ แต่ถ้าสีของลวดลายพื้นหลังนั้นมีความแตกต่างกับสีผิวของใบหน้า แล้วไม่มีแสงเงาเกิดขึ้นในภาพ จะสามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้

#### 4.6 ผลการทดลองการตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตา

ทำการแบ่งภาพใบหน้าเพื่อที่จะหาตำแหน่งในส่วนของบริษัทบริเวณดวงตา ด้วยวิธีการ Image segmentation โดยจะใช้ภาพใบหน้าเฉพาะในส่วนของบริษัทบริเวณดวงตา ทำการหาวัตถุบริเวณดวงตาด้วยเทคนิค Threshold โดยตำแหน่งดวงตาแต่ละข้างมีขนาด 25x25 พิกเซล เท่ากับ 1,250 พิกเซล ซึ่งถ้าหากพื้นที่ใบหน้า (สีดำ) มีจำนวนพิกเซลมากกว่าครึ่งหนึ่งหรือ 625 พิกเซล ให้แสดงว่าภาพนั้นมีวัตถุอยู่ในบริเวณดวงตา ดังรูปที่ 4.10 แต่ถ้าหากจำนวนพิกเซลของพื้นที่ใบหน้า (สีดำ) มีจำนวนน้อยกว่า 625 ให้แสดงว่าภาพนั้นไม่มีวัตถุอยู่ในบริเวณดวงตา ซึ่งเมื่อเราทราบบริเวณดวงตาในแต่ละด้านนั้น มีวัตถุอยู่หรือไม่แล้ว ให้นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกัน ถ้าหากตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาได้ทั้งสองข้าง ให้แสดงว่าสามารถตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาได้



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างรูปที่ตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาได้



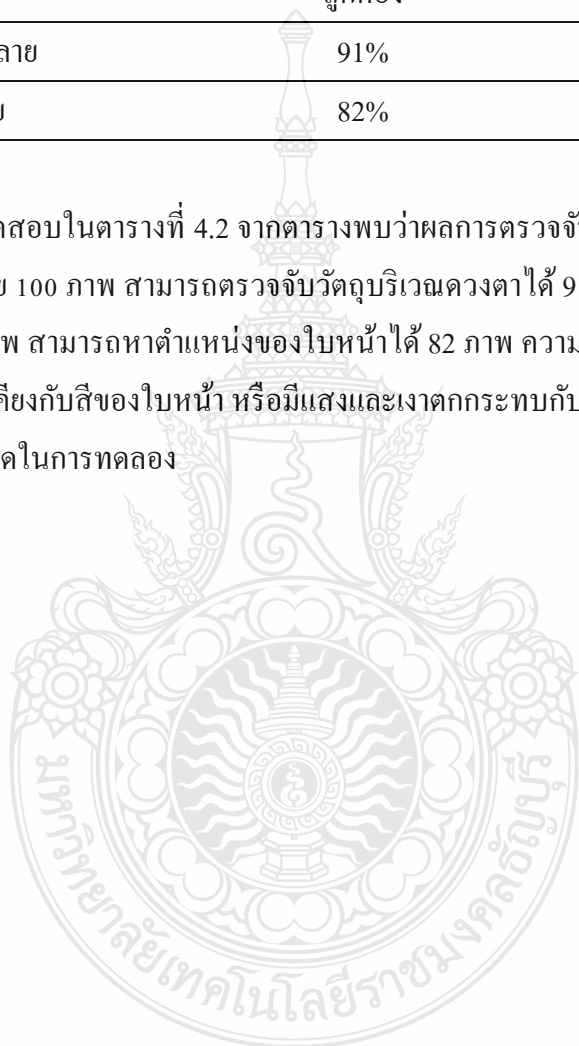
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างรูปที่ตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาไม่ได้

จากภาพตัวอย่างที่ 4.10 จะพบว่ารูปที่สามารถตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาได้มีลักษณะที่สีของแว่นตามีสีที่ไม่ใกล้เคียงกับสีของใบหน้า ส่วนรูปที่ 4.11 สีของแว่นตาจะมีแสงสะท้อนจากแสงภายนอก หรือแว่นตามีสีใกล้เคียงกับสีของพื้นที่ใบหน้า ซึ่งได้ผลการทดลองดังตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 4.2** ผลการตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตา

ภาพ	ถูกต้อง	ผิดพลาด
พื้นหลังแบบไม่มีลวดลาย	91%	9%
พื้นหลังแบบมีลวดลาย	82%	18%

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.2 จากตารางพบว่าผลการตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาของรูปที่พื้นหลังไม่มีลวดลาย 100 ภาพ สามารถตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาได้ 91 ภาพ และสำหรับรูปที่พื้นหลังมีลวดลาย 100 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 82 ภาพ ความผิดพลาดเกิดจากการสีของแว่นตามีลักษณะใกล้เคียงกับสีของใบหน้า หรือมีแสงและเงาตกกระทบกับแว่นตา ทำให้สีของแว่นตาทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดลอง



## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### 5.1 การตรวจหาพื้นที่ใบหน้า

ในการตรวจหาพื้นที่ใบหน้านั้นมีขั้นตอนในการทำงานเริ่มจากนำภาพขอบของใบหน้า นำมาหาจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโวลเท่ากับ 1 (สีขาว) ในตำแหน่งคอลัมน์ที่ 1 และ 100 กับตำแหน่งแถวที่ 1 และ 100 รวมทั้งหมด 4 ด้าน หลังจากนั้นทำการกำหนดเงื่อนไข คือถ้ามีจำนวนพิกเซลในแต่ละด้านเท่ากับ 2 เท่ากันทั้งหมดทั้งสี่ด้านให้แสดงผลว่าค้นหาพื้นที่ใบหน้าได้ แต่ถ้าจำนวนพิกเซลในแต่ละด้าน มีด้านใดด้านหนึ่งไม่เท่ากับ 2 ให้แสดงผลว่าค้นหาพื้นที่ใบหน้าไม่ได้

จากผลการทดสอบพบว่าการค้นหาตำแหน่งของใบหน้าของภาพที่พื้นหลังไม่มีลวดลาย 100 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 96 ภาพ ความผิดพลาดเกิดจากสีของพื้นหลังใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า และส่วนของใบหน้ามีความสว่างน้อยหรือมากเกินไป ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดลอง และสำหรับภาพที่พื้นหลังมีลวดลาย 100 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 86 ภาพ ความผิดพลาดเกิดจากการสีของลวดลายพื้นหลังมีสีที่ใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า ทำให้ไม่สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ แต่ถ้าสีของลวดลายพื้นหลังนั้นมีความแตกต่างกับสีผิวของใบหน้า แล้วไม่มีแสงเงาเกิดขึ้นในภาพ จะสามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้

#### 5.2 การตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตา

ขั้นตอนในการหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาประกอบด้วย การนำภาพในส่วนของบริเวณดวงตาที่ได้จากขั้นตอนการแบ่งแยกรูปภาพ ซึ่งขนาดของพิกเซลทั้งหมดของภาพใบหน้าในส่วนของดวงตามีขนาด 50x50 พิกเซล หรือมีจำนวน 2,500 พิกเซล นำมาหาจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโวลเป็น 1 แล้วทำการกำหนดเงื่อนไขว่าถ้าจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโวลเป็น 1 มีมากกว่า 1,250 พิกเซล ให้แสดงผลลัพธ์ว่าสามารถค้นหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาได้ แต่ถ้าจำนวนพิกเซลที่มีค่าเทรสโวลเป็น 1 มีน้อยกว่า 1,250 พิกเซล ให้แสดงผลลัพธ์ว่าไม่สามารถค้นหาสิ่งแปลกปลอมบริเวณดวงตาได้

จากผลการทดสอบพบว่าผลการตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาของภาพที่พื้นหลังไม่มีลวดลาย 100 ภาพ สามารถตรวจจับวัตถุบริเวณดวงตาได้ 91 ภาพ และสำหรับภาพที่พื้นหลังมีลวดลาย 100 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 82 ภาพ ความผิดพลาดเกิดจากการสีของแว่นตามีลักษณะ

ใกล้เคียงกับสีของใบหน้า หรือมีแสงและเงาตกกระทบกับแว่นตา ทำให้สีของแว่นตาทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดลอง

### 5.3 สรุปผลการทดลองการค้นหาพื้นที่ใบหน้าและตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตา

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการตรวจจับพื้นที่ใบหน้าด้วยโมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV และตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตาด้วยวิธี Image segmentation จากการทดลองพบว่าสำหรับพื้นหลังแบบไม่มีลวดลายสามารถหาคำแหน่งของใบหน้าได้ 96% และหาคำแหน่งวัตถุบริเวณรอบดวงตาได้ 91% สำหรับภาพพื้นหลังที่มีลวดลาย สามารถหาคำแหน่งของใบหน้าได้ 86% และหาคำแหน่งวัตถุบริเวณรอบดวงตาได้ 82% ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการทดลองการค้นหาพื้นที่ใบหน้าและตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตา

ภาพ	ตำแหน่งของใบหน้า	ตำแหน่งของสิ่งบดบัง
พื้นหลังแบบไม่มีลวดลาย	96	91
พื้นหลังแบบมีลวดลาย	86	82

### 5.4 ข้อเสนอแนะและแนวคิดเพื่อการพัฒนาเพิ่มเติมในอนาคต

จากการทดลองที่ผ่านมาและผลการทดลองที่ได้รับจากงานวิจัยชิ้นนี้จะสังเกตได้ว่าเงื่อนไขในการทำงานที่สมบูรณ์ในส่วนของกระบวนการประมวลผลภาพ สัญญาณรบกวนภาพจะมีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งหากต้องการเพิ่มค่าความถูกต้องจำเป็นต้องลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นให้ได้มากที่สุดและการกำหนดค่าเทรชโวลของสีค่าของพื้นที่ใบหน้าต้องกำหนดค่าให้เหมาะสมที่สุด เนื่องจากการผสมทางแสงเพื่อให้เกิดสีดำนั้นค่อนข้างซับซ้อน สามารถเกิดสีดำได้จากหลายเงื่อนไข และในการทดสอบภาพใบหน้าที่ใช้ในการทดสอบนั้นมีความแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อม ซึ่งสภาพแวดล้อมเหล่านี้เป็นสาเหตุของการเกิดสัญญาณรบกวน เป็นผลทำให้เกิดความผิดพลาดในการประมวลผล

สำหรับงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการใช้โมเดลสี YCbCr ร่วมกับ HSV เพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลัง และพัฒนาการวิธีการหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตาโดยใช้เทคนิค Image segmentation ด้วยการใช้วิธีแบ่งภาพใบหน้าเพื่อหาคำแหน่งบริเวณรอบดวงตา แล้วทำการตรวจหาวัตถุบริเวณดวงตา



งานวิจัยนี้ได้ใช้ความรู้พื้นฐานต่างๆ มาใช้ในการการค้นหาพื้นที่เป้าหมายและตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตา ซึ่งสามารถให้ค่าความถูกต้องที่ยอมรับได้เช่นเดียวกับงานวิจัยที่ใช้เทคนิคที่ซับซ้อน หากมีการใช้การตรวจสอบการค้นหาพื้นที่เป้าหมายและตรวจจับวัตถุบริเวณรอบดวงตาก็จะทำให้ค่าความถูกต้องเพิ่มขึ้น รายละเอียดดังที่ได้กล่าวนั้นสมควรที่จะทำการปรับปรุงหรือแก้ไขโดยวิธีการดังที่ได้กล่าวเพื่อพัฒนางานวิจัยชิ้นนี้ต่อไปในอนาคต



## บรรณานุกรม

- [1] Tachaphetpiboont, S., & Amornraksa, T. (2006). Multi-Modal Tracking of Faces for Video Communications. In **IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition**. (pp. 1-5).
- [2] Sopasoap, S., & Srinonchat, J. (2016). Detection technique of the obstruction area in face recognition system based on YCbCr images. In **Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology (EENET)**. (pp. 557-560).
- [3] Jones, M.J., & Rehg J.M., (2002). Statistical color models with application to skin detection. In **International Journal of Computer Vision**, vol. 46, no. 1. (pp. 81-96).
- [4] Phung, S.L., Bouzerdoum, A., & Chai, D. (2005). Skin segmentation using color pixel classification: analysis and com-parison. In **Pattern Analysis and Machine Intelligence IEEE Transactions on**, vol. 27, no. 1. (pp. 148-154).
- [5] Vezhnevets, V., Sazonov, V., & Andreeva, A.(2003). A survey on pixel-based skin color detection techniques. In **Proceedings of Graphicon**. (pp. 85-92).
- [6] Kawaguchi, T., & Rizon, M.(2003). Iris detection using intensity and edge information. In **Pattern Recognition**, vol. 36, no. 2. (pp. 549-562).
- [7] Yang, M.H., Kriegman, D.J., & Ahuja, N.(2002). Detecting faces in images: A surve. In **IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence**, vol. 24, no. 1. (pp. 34-58).
- [8] Chetverikov, D., & Lerch, A. (1998). Multiresolution Face Detection,” In **Theoretical Foundations of Computer Vision**. (pp. 131-140).
- [9] Graf, P., Chen, T., Petajan, E., & Cosatto, E. (2003). Locating Faces and Facial Parts. In **First Int'l Workshop Automatic Face and Gesture Recognition**. (pp. 41-46).
- [10] Cootes, F., & Taylor, J. (2006). Multi-Modal Tracking of Faces for Video Communications. In **IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition**. (pp. 1-5).

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [11] Sax, D., & Foulds, R. (2008). Toward Robust Skin Identification in Video Images. In **Second Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition**. (pp. 379-384).
- [12] Chai, D., & Ngan, K.N. (2011). Locating Facial Region of a Head-and-Shoulders Color Image. In **Third Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition**. (pp. 124-129).
- [13] Wu, N., Yokoyama, T., Pramadihanto, D., & Yachida, M. (2012). Face and Facial Feature Extraction from Color Image. In **Second Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition**. (pp. 345-350).
- [14] Xin, B. (2012). Human Face Detection Method using Genetic Algorithm. In **The 7th international Conference on Computer Science & Education (ICCSE)**. (pp. 1-4).
- [15] Alabbasi, A., & Moldoveanu, F. (2014). Human face detection from images, based on skin color. In **IEEE 18th International Conference System Theory, Control and Computing (ICSTCC)**. (pp. 532-537).
- [16] Yang, G., & Huang, T.S. (2004). Human face detection in complex background. In **Pattern Recognition, vol. 27, no.1**, (pp. 53-63).
- [17] Kotropoulos, C., & Pitas, I. (2007). Rule-Based Face Detection in Frontal Views. In **Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing, vol. 4**, (pp. 2537-2540).
- [18] Shehadeh, H., & Al-khalaf, A. (2010). Human face detection using skin color information. In **IEEE International Conference on Electro/Information Technology, vol. 69**. (pp. 131-140).
- [19] Graf, H.P., Chen, T., Petajan, E., & Cosatto, E.(2005). Locating faces using statistical feature detectors. In **Workshop Automatic Face and Gesture Recognition**. (pp. 41-46).
- [20] Sakai, T., Nagao, M., & Fujibayashi, S. (1999). Line Extraction and Pattern Detection in a Photograph. In **Pattern Recognition, vol. 1**. (pp. 233-248).
- [21] Tsukamoto, A., Lee, C., & Tsuji, S. (2004). Detection and Pose Estimation of Human Face with Synthesized Image Models. In **Conf. Pattern Recognition, vol. 5**. (pp. 754-757).

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- [22] Sung, K., & Poggio, T. (2008). Example-Based Learning for View-Based Human Face Detection. In **IEEE Trans, Pattern Analysis and Machine Intelligence**, vol. 20, no. 1. (pp. 39- 51).



ภาคผนวก



ผลงานวิจัยที่เผยแพร่





# EENET2016

Innovation for Sustainability Entrepreneur

25-27 May 2016, Duangjitti Resort & Spa,  
Patong Beach, Phuket



การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

The 8th Conference of Electrical Engineering Network  
of Rajamangala University of Technology



## Conference Topics

- ไฟฟ้ากำลัง (PWF)
- อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (PE)
- อิเล็กทรอนิกส์ (EL)
- ไฟฟ้าสื่อสาร (CM)
- ระบบควบคุมและการวัด (CT)
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (CP)
- การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DS)
- พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน (ES)
- นวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ (IN)
- งานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมไฟฟ้า (GN)



### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

รองศาสตราจารย์ ดร. กิรติ ชยะกุลศิริ	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร. เศชา พวงดาวเรือง	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
รองศาสตราจารย์ ดร. พิพล ชื้อศักดิ์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยะ โควินท์พิวัฒน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
รองศาสตราจารย์ ดร. พาณิช อินดี๊ะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พรหมมิ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. พุศศักดิ์ ชิวสุวิทย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร. มนตรี ศิริปรัชญานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงศ์ คังศิริวัฒน์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ทิพย์สุวรรณพร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ อุดมพรชากล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์ ดร. สัมพันธ์ พรหมพิชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
รองศาสตราจารย์ ดร. สุรชัย สุขสกุลชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร. อาวิศ ธรรมโม	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร. อธิพงษ์ ชัยสาอัมภ์	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
รองศาสตราจารย์ นภัทร วัฒนเทพินทร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์ บุญเลิศ สือเจย	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
รองศาสตราจารย์ สิริวิษ ทัศนสวน	มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กฤษณ์ อ่างแก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันต์พงษ์ ศรีสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ไกรฤกษ์ เซอชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จักริ ศรีนันทจักร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจนศักดิ์ เอกบุรณะวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ สากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โขชัย แสงดาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฌอภภัทร พันธุ์คง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฌอฬพงศ์ พันธุ์นะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนัสินี เพ็ชรตระกูล	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพพร พัชรประทีติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นัฐพร ไชยญาติ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นาดยา คล้ายเรือง	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญชัย บุญชู	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร



### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเรือง มะรังศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปภัศรีขจรณ์ อารีวัลกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจวบ ปัวร์วางกูร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประทีปธีร์ ธนาวิทย์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประมุข อุณหเลขกะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสพโชค โห้ทองคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ป๋วยภัทร ภูมิภาค	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชิต กิตติสุวรรณม์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิลาธิ วิสุทธเมธีกร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ เกียรติสุขเกษมสาร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนทวี คำเงิน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนทวี สมดุลอกนก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.องยุทธ นาราชภูรี	มหาวิทยาลัยสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทธนา กันทะพะเยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณพร ทีแก่ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ดาก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระ วงศ์ปิโยโย	มหาวิทยาลัยพะเยา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันไชย คำแสน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินัย โจ๊กล้ำ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรพล จิรจิต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศราวุธ ชัยมุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภกิต แก้วดวงดา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ศิวสกุลเดื่อ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร วุฒิพัฒน์พันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเริง อินททำไม้	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรภพ ผู้ประกาย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิยา แก้วอาษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเรก จันตะคุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิมาน กาญจนวาปสธิชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ เรื่องวาริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เจลิมพล เรื่องพัฒนาวิวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เต้น คอกพิมาย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทง ลานธารทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประยงค์ เสาร์แก้ว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประวิษ เปรียบเหมือน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทิพนิจ จิตจวง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิญญู แสงวงสินกสิกิจ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์	มหาวิทยาลัยสยาม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วุฒิชัย ส่ง่างาม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริชัย แดงเอน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวิวัฒน์ วสุนธราเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศุภวัฒน์ ลาวัฒน์วิสุทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิทธิชัย บุญปิติพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อติศักดิ์ รมพุดตาล	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรุณจิต เจริญ	มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
ดร.กรวิญญา สิทธิสงวน	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ดร.กฤษณะพงศ์ พันธุ์ศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น
ดร.กัญจนา ชัยอมฤต	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.กิตติวัฒน์ นิ่มเกิดผล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.คณน สุจาวี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.คมกฤษ บุญยั้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.จรินทร์ศักดิ์ แซ่เตียว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.จักรกฤษ ธรรมกานิชย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
ดร.ฉัฐทิ ธิ่งสุข	มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ดร.ธนอม โลมาศ	ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
ดร.ทศพล ทิพย์โพธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.ธีรวิศิษฐ์ เสาทะเพ็ญแสง	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ดร.นิตกรณ์ ศิลป์ศิริวานิชย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.นิตศักดิ์ เจริญรูป	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย
ดร.บัญชา เหลือแดง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.ปัทมา เวียงมูล	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
ดร.ประมวล ชูรัตน์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.ปรัชญา มงคลไวย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.ปรีชา สาครรังค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.พงษ์เทพ รัชภักถวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร.พรทิมล วิญญูชาครี	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ดร.พัชรวิดี พูลสำราญ	มหาวิทยาลัยบูรพา

### รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

ดร.พิชัย อยู่ปล้ำ  
ดร.ไพพรรณ เกิดตรวจ  
ดร.มงคล มีลุน  
ดร.มติ นรารมย์  
ดร.มาลีอา คังจิตเจษฎา  
ดร.ยอด สุขะมงคล  
ดร.ยุทธพงศ์ ทัทพล  
ดร.รัศมี สิทธิจันทร์แก้ว  
ดร.วรินทร์ สุดคั้ง  
ดร.วฤทธิ์ วิชกุล  
ดร.วันวิสา ชัชวงษ์  
ดร.วุฒิพร เลิศวาสนา  
ดร.ศรียุญา ปะสะกวี  
ดร.โยงศักดิ์ ธรรมบุษดี  
ดร.สัญญา คาราคิต  
ดร.สันติ นุราช  
ดร.สายชล ชุตเจือจิน  
ดร.สุกฤดา บริบูรณ์  
ดร.สุธาสิณี คุปตะบุตร  
ดร.สุเมธงา เกษมวิลาศ  
ดร.สุลักษณ์มา มงคล  
ดร.อรพิน ขาญนำสิน  
ดร.อรุณ ทอมหอม  
ดร.อาคม ปะหลามานิต  
ดร.อุมารินทร์ แสงพานิช  
ดร.เอกสิทธิ์ นุกุลเจริญลาภ  
นายชำนาญ ปัญญาใส  
นายวุฒิกร เขาวีประมวลกุล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตขอนแก่น  
กรมสอบสวนคดีพิเศษ (DSI)  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง  
การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค  
มหาวิทยาลัยนครสวรรค์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณลาดกระบัง  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร  
สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ  
มหาวิทยาลัยมหิดล  
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
มหาวิทยาลัยแม่โจ้  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
การไฟฟ้านครหลวง  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)  
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)

สารบัญ (ต่อ)

บทความวิจัยสาขาคอมพิวเตอร์ (CP) ต่อ		หน้า
CP21	ศึกษาการใช้วีวีเอสหรือกรี 2 ชั้นคอนเพื่อลดผลกระทบจากการโจมตีแบบ Denial-of-service attack วชิรพันธ์ ภูมิ เทวา แก้วกัศาศิรี และ รสสุกฤษฎี สุวรรณฤกษ์ มหาวิทยาลัยนครพนม.....	533
CP22	ตู้เก็บกุญแจอัตโนมัติ ประสิทธิ์ จีระพานิชกุล กิตติพันธ์ สายแสง และ ณัฐพงษ์ คำสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.....	537
CP23	การเพิ่มเสถียรภาพระบบพิสูจน์ตัวจริงด้วยการสำเนาฐานข้อมูล วิธรรม ไชยองค์ วีระ รัตนงาม และ วชิรพันธ์ ภูมิ มหาวิทยาลัยนครพนม.....	541
CP24	การออกแบบโปรแกรมชุดฝึกถ่ายภาพนำบัตรเข้าเชื่อม จิตติธระ โป ทามิขชาติ นที ภริอนุเคราะห์ วิสิทธิ์ คำวงษ์เจริญ และ พิภา โทณ' 'สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง' มหาวิทยาลัยรังสิต.....	545
CP25	การพัฒนาโปรแกรมชุดฝึกถ่ายภาพนำบัตรสามนิ้วมือและแขนในสภาพแวดล้อม 3 มิติ ธนวิศ งามกิตติทรงคุณ' สบภ ธิบทรัตน' ปาจริย ทวีวิไล' วิสิทธิ์ คำวงษ์เจริญ' และ อาศิตอา ทะสม' 'สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง' มหาวิทยาลัยรังสิต.....	549
<b>บทความวิจัยสาขาการประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DS)</b>		
DS01	การรวมตัวกันของการหาลักษณะเด่นกับการตรวจสอบการวางมือบนอุปกรณ์วัดขนาดมือแบบไร้หมุด บทความ คำกับ ธกัวัฒน์ สวัสดิ์ศรีศน์' ประสาธ เจริญทาน' และ ชิกิริ ศรีบัณฑิต' รวมเลข 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี' และ 'ศิริ ศรีบัณฑิต' 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี' ชอบแก่บ 'มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี'.....	553
DS02	วิธีการตรวจจับพื้นที่บนใบหน้าและค้นหาสิ่งบ่งชี้บริเวณดวงตาบนพื้นฐานของภาพสี YCbCr ศุภกิตติ โสภาสท และ ชิกิริ ศรีบัณฑิต' มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.....	557
DS03	การวิเคราะห์ความถี่ของสัญญาณเสียงและเสียงสะท้อน โดยใช้ FET เชกรัตน์ สุขสุกฤษฎี และ ชิกิริ ศรีบัณฑิต' มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.....	561

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

### วิธีการตรวจจับพื้นที่บดบังหน้าและค้นหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตาบนพื้นฐานของภาพสี YCbCr

Detection technique of the obstruction area in face recognition system based on YCbCr images

ศุภกิติ โฮภาสพ<sup>1</sup> และ จักรี ศรีเนห์พัตร<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>ห้องปฏิบัติการวิจัยทางด้านการประมวลผลสัญญาณ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 ม.1 คลองหก 2.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี

E-mail: Suppakiti\_5@mail.rmutt.ac.th<sup>1</sup>, jakkree.s@rmutt.ac.th<sup>2\*</sup>

#### บทคัดย่อ

การค้นหายาและเปรียบเทียบภาพใบหน้าโดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เป็นขั้นตอนสำคัญในการออกแบบระบบการจดจำใบหน้า ทั้งนี้ภาพใบหน้าของบุคคลคนเดียวกันอาจจะมีสิ่งแปลกปลอม เช่น แว่นกันแดดมาบัง ทำให้ระบบเกิดความผิดพลาดในการตรวจสอบได้ บทความนี้นำเสนอวิธีการตรวจจับพื้นที่บนใบหน้าและค้นหาสิ่งบดบังบริเวณดวงตาบนพื้นฐานของภาพสี YCbCr ในการทดลองภาพที่ไร้ขอบแบ่งเป็นสองประเภทคือภาพที่พื้นหลังมีดวงตาและภาพที่พื้นหลังไม่มีดวงตา จากการทดลองพบว่าสำหรับพื้นหลังแบบไม่มีดวงตาสามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 96% หากตำแหน่งของสิ่งบดบังดวงตาได้ 84% สำหรับภาพพื้นหลังที่มีดวงตาสามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 27% และหาตำแหน่งของสิ่งบดบังดวงตาได้ 38% โดยมีความผิดพลาดเกิดจากดวงตาของพื้นหลังมีสีใกล้เคียงกับสีผิวของมนุษย์ ทั้งนี้เทคนิคข้างต้นสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบการตรวจสอบบุคคลได้

**คำสำคัญ:** การตรวจจับพื้นที่บนใบหน้า ไม่เคลือบผิวอิมมิชัวร์ การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล

#### Abstract

Detecting and comparing of face images using image processing is a critical step in the design face recognition system. The faces of the same person may have a blocking object such as sunglasses to block the information which does directly effect to the efficiency of recognition system. This article presents a method to detect areas of the face and the obstruction object in eye area based on the YCbCr color images. There are two types of face images which are used to test in this experiment 1) image with background pattern and 2) images without background pattern. The results show that, in the case of image without background pattern, it can detect the position of the face 96% and detect the obstruction object in eye area at 84%. In the case of image with

background pattern, it can detect the position of the face 72% and detect the obstruction object in eye area at 38%. This error occurs because the similar of color of background and skin face. Therefore, this technique can be applied to develop the face recognition system.

**Keywords:** detection areas of the face, YCbCr Color Model, Sobel Edge Detection

#### 1. บทนำ

ปัจจุบันระบบการตรวจจับใบหน้า มีการใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างแพร่หลายทั้งในระบบการตรวจสอบบุคคล และระบบรักษาความปลอดภัย เช่น การตรวจสอบใบหน้าสำหรับการรักษาความปลอดภัย การจับใบหน้าที่จากภาพหรือวิดีโอแบบอัตโนมัติ การค้นหาและติดตามคนจากภาพในฐานข้อมูล และการสื่อสารกันระหว่างผู้ใช้งานกับคอมพิวเตอร์ทั้งในซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ เป็นต้น แต่การตรวจจับใบหน้าที่ยังเกิดปัญหาอยู่เนื่องจากรูปร่างและลักษณะของใบหน้าแต่ละคนนั้นแตกต่างกัน ทั้งการแสดงอารมณ์ทางใบหน้า รอยขาคี ลีลา และปัจจัยอื่น ๆ รวมถึงสิ่งแปลกปลอมบนใบหน้า เช่น การสวมแว่นตา ผ้าปิดปาก ผ้าโพกศีรษะ ทำให้เกิดปัญหาไม่สามารถตรวจจับใบหน้าได้ สำหรับการหาสิ่งแปลกปลอมบนใบหน้าที่มีหลายประเภท ซึ่งงานวิจัยที่ได้ศึกษาได้นำเสนอการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมบนใบหน้าด้วยอัลกอริทึมหลายวิธี เช่น งานวิจัยที่ [1] การตรวจจับแว่นตาด้วยวิธีการจำแนกข้อมูลแบบ Boosting ในโมเดล โดยใช้การเรียนรู้หลายอย่าง โมเดลจำแนกประเภทในการตัดสินใจ แล้วจะใช้การถ่วงน้ำหนักเข้ามาให้แต่ละ โมเดลจำแนกประเภท เพื่อกำหนดกลุ่มให้กับข้อมูลใหม่ งานวิจัยที่ [2] การตรวจจับแว่นตาด้วยเทคนิคการแบ่งภาพออกเป็นตาราง LBP เมื่อได้ค่าอิคโคแกรมในแต่ละตารางขึ้นมาแล้ว ใช้เทคนิคสร้างระนาบที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูล (SVM) ในการจำแนกแวกเตอร์ เพื่อหาตำแหน่งของแว่นตา งานวิจัยที่ [3] การตรวจจับแว่นตาโดยใช้เทคนิคการแบ่งสี RGB และ HSV ตามด้วยการแบ่งสีใน YCbCr เพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลัง จากนั้นหาขอบของสีผิวจากภาพแล้วหาตำแหน่งของใบหน้า และจะใช้

**บทความวิจัย**

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

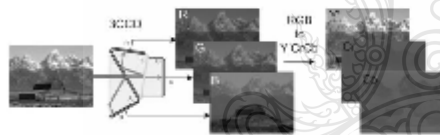
Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

หลักการคณิตศาสตร์กำหนดรูปทรงลักษณะของใบหน้าหาบริเวณดวงตา เพื่อให้หาขอบของแว่นตา

สำหรับบทความนี้ได้นำเสนอวิธีการตรวจสอบใบหน้าด้วยวิธีการใช้โมเดล YCbCr เพื่อจำแนกสีผิวออกจากพื้นหลัง เพราะจากการศึกษาพบว่า วิธี YCbCr ค่าข้อมูลสี Cb และ Cr ในโมเดล YCbCr จะมีความคล้ายคลึงกับจุดภาพของสีผิว ซึ่งค่าข้อมูลสี Cb และ Cr แสดงให้เห็นการกระจายค่าข้อมูลสีผิว ที่มีการครอบคลุมสีผิวทุกเรื่องชาติได้อย่างชัดเจน และหาสิ่งขอบบริเวณดวงตาด้วยวิธีการ Sobel Edge Detection โดยการวัดความชันของขอบที่แสดงข้างในส่วนที่กว้างที่สุดของใบหน้า เพื่อหาตำแหน่งบริเวณของดวงตา แล้วทำการหาสิ่งขอบบริเวณดวงตา เนื่องจากวิธีนี้ [4] เหมาะสำหรับการหาขอบที่เป็นกลุ่มของสีที่ติดกันชัดเจน จะไม่แสดงขอบที่เป็นกลุ่มเล็ก ๆ แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆและนำไปประยุกต์เพื่อนำเพิ่มประสิทธิภาพของระบบการตรวจหาสิ่งขอบบริเวณดวงตาต่อไป

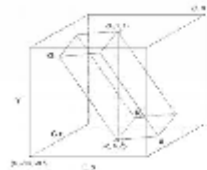
**2. ทฤษฎี**

**2.1 ระบบโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์ (YCbCr Color Model)**



รูปที่ 1 การแปลงรูปภาพสีจาก RGB เป็น YCbCr [5]

ในโครงสร้างนี้จะใช้พื้นที่หน่วยสำหรับภาพสีคือผลและวิดีโอ ในรูปแบบของโครงสร้างนี้ค่าปริมาณของแสงในการส่องสว่างจะเก็บข้อมูลสีไว้ในส่วนของ (Y) และในส่วนความแตกต่างของสีนั้นจะแบ่งเป็น 2 สี คือ Cb และ Cr โดย Cb จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสีฟ้า และสีสิ่งค่าในหมวดสีฟ้าในส่วน Cr จะแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสีแดงและสีสิ่งค่าในหมวดสีแดง โดยโครงสร้างสีวายซีบีซีอาร์มีความเที่ยงตรงและแม่นยำมาก ในส่วนของแสงส่องสว่างและหมวดสีซึ่งเป็นโครงสร้างสีที่ไว้ใช้ในมาตรฐานการเข้ารหัสแบบเอ็มพีอี (MPEG & JPEG) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างสี YCbCr กับ RGB [5]

การแปลงรูปแบบสีจาก RGB เป็น YCbCr

$$Y = (0.299 \times R) + (0.587 \times G) + (0.114 \times B) \quad (1)$$

$$Cb = (-0.168736 \times R) - (0.331264 \times G) + (0.5 \times B) \quad (2)$$

$$Cr = (0.5 \times R) - (0.418688 \times G) - (0.081312 \times B) \quad (3)$$

โดยกำหนดให้ค่าของ R, G และ B เป็นค่าของ สีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงินตามลำดับ ซึ่งค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 แล้วค่าของ Y จะมีค่าในช่วงตั้งแต่ 0 ถึง 255 และค่า Cb, Cr อยู่ในช่วงตั้งแต่ -128 ถึง 128

**2.2 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection)**

การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection) เป็นการหาขอบภาพโดยวิธีเทมเพลตขนาด 3x3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (Xdiff) และ ค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Ydiff) ดังรูปที่ 2

$$X_{diff} = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \quad Y_{diff} = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix}$$

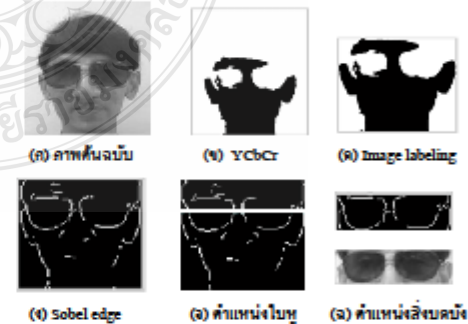
รูปที่ 3 การหาขอบภาพโดยวิธีเทมเพลตขนาด 3x3 [6]

ภาพสุดท้ายได้จากการทำงาน 2 รอบคือคือค่า 12 แล้วปรับความเข้มของแสงให้อยู่ในช่วง 0-1 เราสามารถสร้างเทมเพลตโซเบลที่มีขนาดใหญ่กว่า 3x3 เพื่อที่จะให้มีการครอบคลุมพื้นที่มากขึ้นได้ดังรูปที่ 3

แกน	(X, Y) คูณ	เทมเพลตโซเบล
แกน X	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 7 & 9 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 13 & 17 & 13 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 7 & 9 & 7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$
แกน Y	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

รูปที่ 3 การหาขอบภาพด้วยวิธีโซเบล [6]

**3. การทดลอง**



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทดลอง

**บทความวิจัย**

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

**3.1 การเตรียมภาพสำหรับทดลอง**

เบื้องต้นทำการเตรียมข้อมูลรูปภาพสีจำนวน 100 ภาพ เป็นภาพใบหน้ามีลักษณะหน้าครึ่ง เห็นใบหูชัดเจน และสวมแว่นตา โดยแบ่งภาพออกเป็น 2 ประเภท คือ ภาพที่มีพื้นหลังแบบไม่มีวัตถุใดจตุรูป (a) จำนวน 50 ภาพ และภาพที่มีพื้นหลังแบบมีวัตถุใดจตุรูปจำนวน 50 ภาพ

**3.2 การกำหนดขอบเขตพื้นที่สีผิว**

ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของภาพใบหน้า ด้วยการปรับค่าของเครื่องวัดสีผิวของมนุษย์ (Skin Model Color Space) โดยภาพที่นำใช้เป็นภาพสี RGB แล้วแปลงให้เป็นโมเดลสี (Color Space Model) แบบ YCbCr จากนั้นแยกองค์ประกอบของ Y และ Cb ออกจากภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีเฉพาะองค์ประกอบของ Cr ซึ่งเป็นบริเวณที่เป็นสีผิวได้รูป (b)

ต่อไปทำการตัดภาพให้มีเฉพาะส่วนของใบหน้าด้วยการใช้ Image Labeling โดยส่วนของสีที่มีลักษณะเป็นคล้ายเดียวกันและอยู่ในพื้นที่ที่ติดกันจะถูกลบออกด้วยค่าของตัวเลขที่เป็นค่าเดียวกัน จากนั้นทำการตัดรูปภาพที่ได้จากการทำ Image Labeling โดยตัดส่วนของบริเวณสีผิวที่มีค่าตัวเลขค่าเดียวกันมากที่สุด ทำให้ได้ภาพใบหน้าเฉพาะส่วนที่เป็นบริเวณใบหน้าบุคคลจตุรูป (c)

**3.4 การตรวจสอบตำแหน่งสิ่งขบดบังบริเวณดวงตา**

เนื่องจากตำแหน่งของดวงตาอยู่ระนาบเดียวกันกับใบหู ในการค้นหาสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาจะใช้ตำแหน่งของใบหู ซึ่งการคำนวณหาสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาด้วยวิธีใช้ตำแหน่งของจุดกึ่งกลางพื้นที่กว้างมากที่สุดของใบหูทั้งสองข้าง จากนั้นกำหนดค่า Threshold เพื่อตรวจสอบว่ามีสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาหรือไม่ ในการตรวจสอบตำแหน่งสิ่งขบดบังบริเวณดวงตานั้น ได้นำภาพที่มีลักษณะเป็นภาพ Gray scale ตรวจสอบขอบของสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาโดยวิธี (6) Sobel edge detection เพื่อตรวจสอบตำแหน่งขอบทั้งหมดของใบหน้า จตุรูป (e)

หลังจากนั้นเมื่อได้ตำแหน่งขอบของสิ่งขบดบังทั้งหมดของใบหน้าแล้ว จะใช้ตำแหน่งของใบหูเป็นจุดกึ่งกลางจตุรูป (g) เพื่อหาตำแหน่งทั้งตำแหน่งด้านบนและตำแหน่งด้านล่างของขอบสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาจตุรูป (a)

**4. ผลการทดลอง**

จากการทดลอง การตรวจสอบพื้นที่ใบหน้าโดยใช้โมเดลสี YCbCr และหาตำแหน่งสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาด้วยวิธี Sobel edge detection เพื่อหาขอบและตำแหน่งสิ่งขบดบังบริเวณดวงตา ได้ตัวอย่างจตุรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างรูปตำแหน่งสิ่งขบดบังบริเวณดวงตา

จตุรูปที่ 5 เมื่อเราทำการตรวจสอบพื้นที่ใบหน้าโดยใช้โมเดลสี YCbCr และหาตำแหน่งของสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาด้วยวิธีการ Sobel edge detection ผลปรากฏว่าสามารถทำการตรวจสอบใบหน้า และหาตำแหน่งของสิ่งขบดบังบริเวณดวงตาได้ผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการหาตำแหน่งของสิ่งขบดบังบนใบหน้า

ภาพ	ตำแหน่งของ ใบหน้า (%)	ตำแหน่งของ สิ่งขบดบัง (%)
พื้นหลังแบบ ไม่มีวัตถุใดจตุรูป	96	84
พื้นหลังแบบมีวัตถุใดจตุรูป	72	38

จากการพบว่าการค้นหาตำแหน่งของ ใบหน้าของภาพที่พื้นหลังไม่มีวัตถุใดจตุรูป 50 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 48 ภาพ คิดเป็น 96% และหาตำแหน่งของสิ่งขบดบังได้ 41 ภาพ คิดเป็น 84% ความผิดพลาดเกิดจากสิ่งขบดบังพื้นหลังใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า และส่วนของใบหน้าที่มีความสว่างน้อยหรือมากเกินไป หรืออาจจะเกิดกับสีของแว่นตา และแสงเงา มีสีใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า ทำให้เกิดความผิดพลาดในการทดลอง และสำหรับภาพที่พื้นหลังมีวัตถุใดจตุรูป 50 ภาพ สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 38 ภาพ คิดเป็น 72% และหาตำแหน่งของสิ่งขบ

## บทความวิจัย

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8

Proceedings of the 8<sup>th</sup> Conference of Electrical Engineering Network of Rajamangala University of Technology 2016 (EENET 2016)

บ่งได้ 19 ภาพ คิดเป็น 38% ความผิดพลาดเกิดจากการลึบของสวาทายพื้นหลังมีสีที่ใกล้เคียงกับสีผิวของใบหน้า ทำให้ไม่สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าและลึบคิ้วได้ แต่สำหรับลึบของสวาทายพื้นหลังนั้นมีความแตกต่างกับสีผิวของใบหน้า แล้วไม่มีแสงเงาเกิดขึ้นในภาพ จะสามารถหาตำแหน่งของใบหน้าและลึบคิ้วได้

### 5. สรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการตรวจจับใบหน้าด้วยโมเดลสี YCbCr และหาค่าตำแหน่งลึบคิ้วบริเวณดวงตาด้วยวิธีการ Sobel edge detection จากการทดลองพบว่าสำหรับพื้นหลังแบบไม่มีสวาทายสามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 96% และหาค่าตำแหน่งของลึบคิ้วดวงตาได้ 84% สำหรับภาพพื้นหลังที่มีสวาทาย สามารถหาตำแหน่งของใบหน้าได้ 72% และหาค่าตำแหน่งของลึบคิ้วดวงตาได้ 38% ดังนั้นในการพัฒนางานในอนาคต สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบหรือเปรียบเทียบบุคคล จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องพิจารณาและนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

### 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณที่ช่วยปฏิบัติภารกิจทางด้านการประมวลผลสัญญาณ ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สำหรับข้อมูลคำแนะนำและข้อเสนอแนะต่างๆ ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Bo Wu, Haizhou Ai, Kan Liu, "Glasses detection by boosting simple wavelet features," ICPR 17th International Conference on Pattern Recognition, 2004, pp. 292-295.
- [2] Alberto Fernandez, Rubén Casado, Rubén Utramiñaga, "A Real-Time Big Data Architecture for Glasses Detection Using Computer Vision Techniques," IEEE International Conference on 3rd Future Internet of Things and Cloud (FiCloud), 2014, pp. 591-569.
- [3] Antoni Liang, Chenyu Wang, Wanquan Liu, Ling Li, Jiming Duan, "Face Recognition Despite Wearing Glasses," IEEE International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA), 2015, pp. 1-8.
- [4] Hedham A. Alabbaci, Florica Moldoveanu, "Human face detection from images, based on skin color," IEEE 18<sup>th</sup>

International Conference System Theory, Control and Computing (ICSTCC), 2014, pp. 532-537.

- [5] Wenzhao Gao, Xiaoguang Zhang, Lei Yang, Haizhong Lin, "An improved Sobel edge detection," IEEE International Conference on 3<sup>rd</sup> Computer Science and Information Technology (ICCSIT), 2010, pp. 67-71.
- [6] ร.ต.ดร.สุศักดิ์ ชิวสุวิทย์, "Digital image processing", ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้ากรุงเทพมหานคร 2551.
- [7] จีรพล อุดโรจน์ และ จักริ ศรีนันทจักร, "การค้นหาค่าตำแหน่งของป้ายทะเบียนรถยนต์ โดยใช้เทคนิคมอร์ฟโอโลยีแบบทึบสีขา". การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5 (National Conference on Information Technology : NCIT 2013). 26-27 กุมภาพันธ์ 2556, เพชรบุรี: หน้า 65-68.



ประวิทย์ ชื่นงามวิจัย

จักริ ศรีนันทจักร

การศึกษา: ปริญญาเอก ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า Northumbria University, United Kingdom.

อาจารย์สอน: ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



ประวิทย์ ชื่นงามวิจัย

ศุภกิตติ โสภาสถ

การศึกษา: ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ (ว.บ. คอมพิวเตอร์) คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



# iEECON 2017

The 2017 International Electrical Engineering Congress

8-10 MARCH 2017, PATTAYA THAILAND



Organized by



POWER & ENERGY

COMMUNICATIONS

Technical Co-sponsored by



ELECTRONICS & CONTROL

DIGITAL SIGNAL PROCESSING

COMPUTER & IT

Sponsored by





**Message from President of  
Rajamangala University of Technology Thanyaburi**

Electrical Engineering Academic Association of Thailand (EEAAT) in collaboration with Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Thailand, is pleased to host the international Electrical Engineering Congress 2017 (iEECON2017). This conference is not only giving an opportunity for Thai and foreign researchers to present and discuss their research works and update their expertise but also to initially stimulate the development of research works on electrical engineering. The program consists of six research tasks; power and energy, communications, electronics & control, digital signal processing, computer and information technology.



I would like to take this opportunity to express my sincere gratitude to the plenary speakers for accepting our kind invitation. I deeply appreciate the very strong support given by Electrical Engineering Academic Association of Thailand. Thanks to the spirited works of the organizing committee, the technical program committee, the invited speakers, and paper contributors and excellent program have been assembled to cover a broad spectrum of interesting topics.

I warmly welcome you to the iEECON2017 on March 8-10, 2017, Pattaya, Thailand.

Associate Professor Prasert PINPATHOMRAT, Ph.D.  
President of Rajamangala University of Technology Thanyaburi and  
Honorary Advisory Chair of iEECON2017



### **Message from President of Electrical Engineering Academic Association of Thailand**

It is such a great honor to have Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT) to host the 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON2017) with the Electrical Engineering Academic Association (Thailand), EEAAT.



On behalf of EEAAT, we would like to express our warm welcome to all participants of the iEECON2017. So far the conference has been expanded in its scientific contents as well as the academic network. Currently, this congress is aiming at realization of smart mobility for smart future. We sincerely hope that the conference gives a good opportunity for participants to share their knowledge and widen their collaboration research. We also would like to extend sincere thanks to all participants as well as the iEECON2017 organizers who made the congress possibly successful.

The iEECON2017 is an ambitious symposium covering an unusually broad range of science related to electrical engineering, which promise lifestyle improvements. We assure you will find this time fruitful and gain new perspectives and inspiration for your research idea and network.

**Associate Professor Athikom ROEKSABUTR, Ph.D.  
President of the Electrical Engineering Academic Association (Thailand),  
EEAAT**



### **Message from Dean of Faculty of Engineering, RMUTT**

Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT) is pleased to host the international Electrical Engineering Congress 2017 (iEECON2017). Faculty of Engineering, RMUTT has a major mission on encouraging and supporting all areas of research. One of the key reasons is to assist in developing capability in science and technology in order to cope with recent rapid change in this field. We have jointly set up an academic symposium on the iEECON2017 with the perception on the significance of exchanging knowledge and research experiences between researchers in the field of electrical engineering. This symposium is not only giving an opportunity for Thai and foreign researcher to present and discussion their research works and update their expertise but also to initially stimulate the development of research works on electrical engineering. Once the cooperation among researchers has been created, the closer future cooperation incorporate with joint-research works will be developed. Thus, to support the aforesaid role, the symposium working committee would like to express our sincere thanks to the organizing committee, participants and contributors for your kind corporation to this symposium. I wish this conference proceeding will be a useful reference for future scientific research development.



Assistant Professor Sivakorn ANGTHONG, Ph.D.  
Dean of Faculty of Engineering, RMUTT and  
Honorary Advisory Co-Chair of iEECON2017



### Message from General Chair of iEECON2017

It is our great pleasure to welcome all of the participants to the international Electrical Engineering Congress 2017 (iEECON2017) in Pattaya, on March 8-10, 2017 that is organized by Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT) and the Electrical Engineering Academic Association (Thailand)-EEAAT. The technical program of iEECON2017 covers topics of all electrical engineering areas under “*Smart Mobility for Smart Future*” theme



including power and energy, communications, electronics & control, digital signal processing, computer and information technology field of research.

Over 270 submission papers were made mainly from 19 countries around the world, and the technical program committee selected 207 papers for oral presentation. Presentations for accepted papers are organized into 34 sessions in the three days conference presentation at holiday Inn Hotel. All submitted papers were reviewed by these members about 190 members. Based on the scores of the review reports, acceptance and rejection of the submitted papers, and the assignment of the accepted papers to oral sessions were determined. This number of papers is quite large enough to bring together researchers, engineers, students, and others to present and discuss their works on electrical engineering and related topics.

We are grateful to all of the authors, reviewers, and members of the technical program committee for their enthusiastic efforts and contributions. Handling of submission and review of papers could not completed along a tight schedule without their helps and cooperation. We also appreciate the great effort by session chairs who accept our request to manage sessions of the conference.

Finally, we would like to express our sincere gratitude to all participants of iEECON2017. Their contributions are indispensable for the success of the conference.

Enjoy your stay in Pattaya!

*KBhumkittipich*

Associate Professor Krischonme BHUMKITTIPICH, D.Eng.  
General Chair of iEECON2017



### Message from Technical Program Chair of iEECON2017

The 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON2017) is the fifth year premier international conference organized by the Electrical Engineering Academic Association Thailand, (EEAAT). Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT) has a major mission on encouraging and supporting all areas of research, therefore, we are very pleased to host the iEECON2017.



As the Technical Program Chair (TPC) of iEECON2017, I would like to report you that there are totally 270 submitted papers to the iEECON2017 from 19 countries around the world. With our strong 190 guest reviewers, only 206 papers are accepted to the iEECON2017, the percentage of acceptance is 76%.

From this key reason, it is the perception on the significance of exchanging knowledge and research experiences between researcher in the field of electrical engineering technologies and related fields. I believe that the iEECON2017 will not be only giving an opportunity for researchers to present and discuss their research works and update their expertise but also to initially stimulating the cooperation among them. Only the closer future cooperation with joint-research works will be able to cope with recent rapid change in the fields.

On behalf of TPC, I would like to express our sincere thanks to all authors for your kind effort preparing your valuable manuscript to this conference. I am sure that the iEECON2017 will be successfully managed and the proceeding will be also a useful reference for future research development.

Associate Professor Boonyang PLANGKLANG, Dr.-Ing.  
Technical Program Chair of iEECON2017

## Committees

### Honorary Advisory Chair

Prasert Pinpathomrat (President of RMUTT, Thailand)

### International Advisory Committees

Wanlop Surakamponorn (TAIST, Thailand)  
Vichate Ungvichian (Florida Atlantic University, USA)  
Sarah Thompson (University of York, UK)  
Mark Re (Seagate Technology, USA)  
Hiroshi Natsuno (University of Yamaguchi, Japan)  
Tim Mews (University of Alabama, USA)  
Athikom Roeksbutr (MUT, Thailand)

### Technical Advisory Committee

Somchai Hiranvarodom (RMUTT, Thailand)  
Wekin Piyarat (SWU, Thailand)  
Kosin Chamnongthai (KMUTT, Thailand)  
Prayoot Akkarackthalin (KMUTNB, Thailand)  
Apirat Siritaratiwat (KKU, Thailand)  
Decha Wilairat (MU, Thailand)  
Boonchouy Supmonchai (CU, Thailand)  
Pinit Thepsatorn (SWU, Thailand)  
Nathaphop Nimpitiwan (BU, Thailand)  
Suttichai Premrudeepreechacham (CMU, Thailand)  
Sivakorn Angthong (RMUTT, Thailand)  
Wanchai Subsingha (RMUTT, Thailand)

### General Chair

Krischonme Bhumkittipich (RMUTT, Thailand)

### General Co-Chair

Virote Pirajnanchai (RMUTT, Thailand)  
Patrapee Sunanthapoj (RMUTT, Thailand)  
Chatchai Suppitaksaku (RMUTT, Thailand)

### Technical Program Chair

Boonyang Plangklang (RMUTT, Thailand)

### Technical Conference Committees

Paul Nutter (University of Manchester, UK)  
Hideaki Ohgaki (Kyoto University, Japan)  
Nadarajah Mithulananthan (UQ, Australia)  
Takeshi Yao (Kayawa College., Japan)

Yuichi Anada (Hokkaido Info. Uni., Japan)  
K. Srinivas REDDY, (IIT-Madras, India)  
Young S. CHAI (Youngnam Uni., Korea)  
Ken Miyata (Yamagata University, Japan)  
Lui Ying (Beijing Jiaotong University, China)  
Ingo Stadler (TH Köln, Germany)  
Franz Dunkel (RWTH Aachen University)  
Arkom Kaewrawang (KKU, Thailand)  
Kitipich Meesawas (KKU, Thailand)  
Singthong pattanasetthanon (MSU, Thailand)  
Pichipong Soontornpipit (MUT, Thailand)  
Chanon Warisan (KMUTL, Thailand)  
Wannaree Wongthiriat (RMUTI, Thailand)  
Surachai Ongkittikul (MUT, Thailand)  
Yuttana Kamsuwan (CMU, Thailand)  
Jukkrit Tugapanij (MUT, Thailand)  
Worawat Sa-ngiamwibool (MSU, Thailand)  
kitipong Tonmitr (KKU, Thailand)

**Publicity Chair**

Somchai Biansoongnern (RMUTT, Thailand)

**Website Chair**

Patrapee Sunanthapoj (RMUTT, Thailand)

**Registration Chair**

Cattareeya Suwannasri (KMUTNB, Thailand)

Sumonman Niamlang (RMUTT, Thailand)

**Financial Chair**

Wanchai Chankaipol (SPU, Thailand)

Aphichata Thongrak (RMUTP, Thailand)

Sommart Sang-ngern (MUT, Thailand)

**Local Arrangement Chair**

Amnoiy Reungwaree (RMUTT, Thailand)

Phongsak Ampha (RMUTT, Thailand)

Sorapong Pawasupree (RMUTT, Thailand)

**General Secretariat**

Nathabhat Phankong (RMUTT, Thailand)



## CONTENTS

<b>DS022</b>	<b>Empirical Experiment on Origin Destination Estimation Using Automatic Licence Plate Matching on a Rural Road of Thailand</b>	<b>667</b>
	Pakorn Watanachaturaporn, Karn Chalermwongphan, Achaya Huntajidkul, Charoen Vongchumyen, Jettarin Watthanakul, Jatupon Benjaprakairat, Nattha Chuerboonchai and Kritsada Lohaumnuay <i>King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand</i>	
<b>DS023</b>	<b>Improving the quality of the speech signal using a FIR band pass filter with Fast Fourier Transform</b>	<b>671</b>
	Aekkarat Suksukont and Jakkree Srinonchat <i>RMUTT, Thailand</i>	
<b>DS025</b>	<b>Image Analysis Algorithms for Vehicle Color Recognition</b>	<b>675</b>
	Damitha S.B. Tilakaratna, Ukrit Watchareeruetai, Supakorn Siddhichai and Nattachai Natcharapinchai <i>King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand</i>	
<b>DS026</b>	<b>Image authentication based on salient regions of image</b>	<b>679</b>
	Utkarsh Arya, Ghanapriya Singh, Rishabh Singhal, Saroj Kumar and Huzaifa Usmaan <i>NIT Uttarakhand</i>	
<b>DS028</b>	<b>Sub-Window Inverse Distance Weighting Method for Removing Salt-and-Pepper Noise</b>	<b>683</b>
	Chaipichit Cumpim and Rachu Punchalard <i>Mahanakorn University of Technology, Thailand</i>	
<b>DS029</b>	<b>Sliding Block Shepard Interpolation Method for Removing High-Density Impulse Noise</b>	<b>687</b>
	Chaipichit Cumpim and Rachu Punchalard <i>Mahanakorn University of Technology, Thailand</i>	
<b>DS031</b>	<b>Robust Face Recognition based on Weighted DeepFace</b>	<b>691</b>
	Sanun Srisuk and Surachai Ongkittikul <i>NPU, Thailand</i>	
<b>DS032</b>	<b>Application of Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System with Fast Fourier Transform for Waveform Analysis and Classification</b>	<b>695</b>
	Adisorn Kamlungpetch, Prajuab Inrawong and Wuttichai Sa-nga-ngam <i>RMUTi, Thailand</i>	
<b>DS033</b>	<b>Facial Space detection and Eyes Surrounded Object detective Technique on Color Image YCbCr and HSV</b>	<b>699</b>
	Suppakitti Sopasoap and Jakkree Srinonchat <i>RMUTT, Thailand</i>	
<b>DS035</b>	<b>A Table Tennis Performance Analyzer via A Single-View Low-Quality Camera</b>	<b>703</b>
	Sirichai Triamthumlerd, Manoch Pracha, Pauline Kongsuwan and Pongtorn Angsuohtmetee <i>RMUTT, Thailand</i>	
<b>EC001</b>	<b>Optimal PID Controller Design for Three-Tank Liquid-Level Control System by Cuckoo Search</b>	<b>707</b>
	S. Hlungnamtip, A. Nawikavatan, C. Thammarat and D. Puangdownreong <i>Southeast Asia University, Thailand</i>	
<b>EC002</b>	<b>Application of Flower Pollination Algorithm to Parameter Identification of DC Motor Model</b>	<b>711</b>
	D. Puangdownreong, S. Hlungnamtip, C. Thammarat and A. Nawikavatan <i>Southeast Asia University, Thailand</i>	
<b>EC003</b>	<b>Optimal design of 5.5 GHz CMOS LNA using hybrid Fitness based Adaptive DE with PSO</b>	<b>715</b>
	S. Mallick, J. R. Akhil, A. Dasgupta, R. Kar, D. Mandal and S. P. Ghoshal <i>National Institute of Technology, India</i>	
<b>EC005</b>	<b>Sizing of Two Stage Op-Amp Using OHS algorithm</b>	<b>719</b>
	S. Mallick, J. R. Akhil, A. Dasgupta, Rajib Kar, Durbadal Mandal and Sakti Prasad Ghoshal <i>National Institute of Technology, India</i>	

## Facial Space detection and Eyes Surrounded Object detective Technique on Color Image YCbCr and HSV

Suppakitti Sopasoap

Signal Processing Research Laboratory, Department of  
Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of  
Engineering, RMUTT, Pathumthani  
Suppakitti\_s@mail.rmutt.ac.th<sup>1</sup>

Jakkree Srinonchat\*

Signal Processing Research Laboratory, Department of  
Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of  
Engineering, RMUTT, Pathumthani  
jakkree.s@en.rmutt.ac.th<sup>2\*</sup>

**Abstract**— The face detection has recently become an important aspect in biometric identification systems. Among many other facial features like position of nose, lips, eye, face contour acts as an important classifier in face detection. The same human's face can be different characteristics, if there are any objects on their face, such as, glasses. This can make an error on the recognition system. This article presents facial space detection and eyes surrounded object detective technique on color image YCbCr and HSV. The experiments have been tested in two environments; firstly the image with non-pattern background and finally the image with pattern background. The results show that the image with non-pattern background the system can detect face position for 96% and the eyes covered object position for 91% while the image with pattern background, the system can detected the face position for 86% and the eyes covered object position for 82%. This technique aims to develop and increase the effectiveness of face detection and eyes surrounded object detective technique.

**Keywords**— Facial space detection; HSV color model; Image

### I. INTRODUCTION

The face detection is an interesting topic for image processing according to the increasing of the crimes and the popular of CCTV system. Nowadays, there are some problems with the face detection system because the face shape of each person are different base on their race and skin color. Moreover, there are emotions that show on their face too. Some people also have objects on their face such as, glasses, mask, or turbam that made the system hard to detect their face correctly. In [1] presents the multi-modal tracking of faces for video communications. It detected human face by using popular method. The human's skin color is searched in many color intersects. Then the vectors of human's skin color are collected and separated them to R, G and B pattern. The histogram is considered in the form of equation as  $h(r,g) \geq \tau$  when  $\tau$  is the threshold of human's skin. Moreover, toward robust skin identification in video images is presents in [2]. It combined this technique with color vector HSV and using histogram intersection. The locating facial region of a head-and-shoulders color image is presented in [3]. It considered skin color in the color vector YCrCb via equation  $Cr1 \leq Cr \leq Cr2$  and  $Cb1 \leq Cb \leq Cb2$  with  $[Cr1, Cr2]$  and  $[Cb1, Cb2]$  are the default of human's skin from the sample group. It is the disadvantage to sort out human's skin by using default. An efficient chain code based face identification system for biometrics is presented [4]. It proposed a face identification methodology where contour of

a face is encoded by chain codes and the database is formed and an algorithm has been developed for face recognition. Further, a complexity analysis has been done in both time and space aspects, and have been found more efficient than conventional template matching methods in face detection. Also, the face detection method using template feature and skin color feature in rgb color space is proposed [5]. The skin color model has been built in the rgb space, and skin color regions are preliminarily segmented according to the skin color feature; then, the hole feature has been used to realize screening of facial regions; finally, facial regions are matched with facial templates to realize face detection. Experimental results show that the method has good detection effect for images that contain one face or more faces. Moreover, face identification system in video is presented [6]. It provided a simple and efficient method to detect human faces in videos and recognize persons within the video according to a preset database of known persons. The proposed system consists of three main steps. The first step is skin-like regions detection in CIE-Luv color space. The second step is face detection based on skin-like regions, contour detection and geometrical properties such as face shape. The third step is face verification, in which, each face is compared with a gallery of known faces and the location of the best matched one is returned. Experimental results show that the proposed system is efficient enough to detect faces in different lighting conditions, head pose and face expressions. The face recognition on mobile environment images using appearance based methods is presented [7]. All face detection process is performed by using Haar-like features and cascade classifiers on mobile environment face images. Color space transformation, dimensional normalization and histogram equalization operations are performed on detected face images as pre-processing steps. Principal Component Analysis, Fisher's Linear Discriminant Analysis and Local Binary Pattern Histograms methods are used to extract facial features. K-nearest neighbor classifier is employed for the performance analysis of implemented methods. Experimental results obtained using MOBIO face database show that Local Binary Pattern Histograms method has high success rates on mobile environment images. Also the face spoofing detection using color texture analysis is presented [8]. It exploited the joint color-texture information from the luminance and the chrominance channels by extracting complementary low-level feature descriptions from different color spaces. More specifically, the feature histograms are computed over each

image band separately. The promising results of our cross-database evaluation suggest that the facial color texture representation is more stable in unknown conditions compared with its gray-scale counterparts. Detection technique of the obstruction area in face recognition system based on YCbCr images is presented [9]. The technique detected human's face by using color model YCbCr for separate skin color from background. The above research works can be widely applied to the face detection system. However it still required to focus on background of the face or object which directly effect to the performance of face detection.

This article investigates the technique to detect facial space by using YCbCr model with HSV, to separate skin color from the background. Moreover, it introduces the eyes surrounded object detection by using image segmentation technique. Segmentation method can do by setting threshold scale, the intensity scale, into the scale that it can separate the different between objects around the eyes.

II. METRODOLOGY

A. Amplitude segmentation

Amplitude segmentation is a theory about considering the intensity of the pixel on image. The result of segment depends on the threshold method of the image intensity or color compound. There are interesting objects on some images which has a stable intensity when compare with sample background such as, text image. These kinds of images come with stable intensity object that it can separate them from their background clearly. There are 2 level of intensity, firstly is intensity of object and finally is intensity of background. It can do segmentation method by setting the threshold scale. It is the intensity scale that made the system can differentiate between object and background. For example, the text image with text intensity about zero (black) and background intensity is 255 (white). The threshold scale should be 128. Then it can separate object from background. Generally, the threshold setting depends on image histogram as Fig 1 that shows how to find threshold scale. It can set histogram between the lowest point and the peak point.

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } (x,y) > T \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

When g(x,y) is an image detail at x,y positions and T is threshold scale.

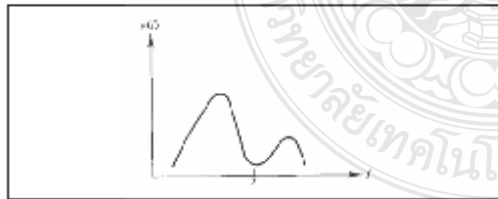


Fig. 1. Bimodal image histogram. [10]

B. Image edge finding by using Sobel Edge Detection

Sobel Edge Detection is the procedure to find the edge of image by using two templates in the 3x3 size. We use the first

template to find the different in the horizon ( $X_{diff}$ ), and in the vertical ( $Y_{diff}$ ) as show in figure 2.

$$X_{diff} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad Y_{diff} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

Fig. 2. Image edge finding by using 3x3 template. [11]

Fig 3 is identified the threshold scale 12. Image brightness intensity is 0-1. We can make template Sobel which is bigger than 3x3 to cover bigger space as show in Fig 3.

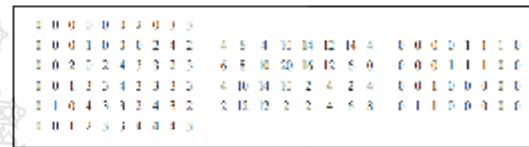


Fig. 3. Image edge finding by using Sobel edge detection. [11]

III. EXPERIMENT

A. Image preparing for Experiment

Firstly, the 200 color images are used as the input. Those data must be the person's straight face with sunglasses. Then it is divided those images into two groups. First 100 images are for non-pattern background as show in figure 4, another 100 images are for pattern background as show in figure 5.



Fig. 4. Samples of non-pattern background images.



Fig. 5. Samples of pattern background images.

**B. Skin Color Space Setting**

This is a step of the face quality development by using skin color space model. The RGB color is transform to YCbCr color by using color space model. The elements of Y and Cb are separated from an image because Cr element is only factor that the system requires. Then the HSV model is determined to find the brightness of Cr skin space as show in figure 6.



Fig. 6. sample of skin color space searching.

Moreover, the crop technique is used to find the facial space by using image labeling. The same tone color, which located in neighborhood, will be placed with the same number.

**C. Eyes surrounded space detection**

Firstly, the facial image is divided into 4 sections for finding eyes position and surrounded space by using image segmentation. The middle point of an image is used for a center point of image dividing. The image is then separated into four small segment images. The eyes area image is then detected and this area used for finding object around them by using threshold technique as show on figure 7.



Fig. 7. Sample of eyes surrounded space detection.

**IV. RESULT**

The results of facial space detection by using color YCbCr model with HSV and eye surrounded object detection by using Image segmentation are shown in figure 8.

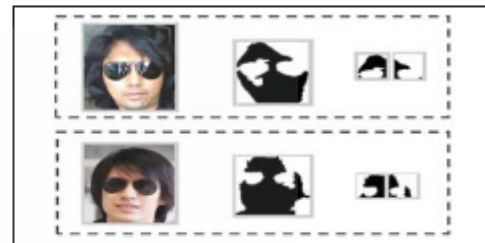


Fig. 8. Sample of facial space detection and eyes surrounded object detection.

The RGB color is transform to YCbCr and HSV color by using color space model as shown in fig 8. The facial image is divided into 4 sections. The 2 sections are used for finding eyes position and surrounded space by using image segmentation. The eyes area image is then detected and this area used for finding object around them by using threshold technique. The results show in table 1.

TABLE I. Result from experiment

Image	Face position	Obstruction position
Non pattern background	96	91
Pattern background	86	82

The result shows that, in the term of 100 images non-pattern background, the system can detect facial position at 96% and detect object at 91%. The error occurs when the background color is similar to face or skin color and the glasses color is similar to skin and face color.

In the term of 100 images pattern background, the system can detect facial position face position at 86% and detect cover object at 82%. The error occurs when the pattern background is similar to facial skin. However, there is exception if the background pattern different from skin color and there is no shadow on an image.

**V. CONCLUSION**

This article presents the detection facial space by using YCbCr model with HSV for separate skin color from the background. Moreover the eyes surrounded object detection by using image segmentation technique. This technique is considered the intensity of any dots on facial image. Segmentation method can do by setting threshold scale, the intensity scale, into the scale that it can separate the different between objects around the eyes. The research found that it can detect face position at 96% and eyes surrounded object at 91%

from non-pattern background when it used the YCbCr+HSV and image segmentation which it is better than the results of pattern background with the same technique. It shows that, it can detect face position at 86% and eyes surrounded object at 82%. Moreover, the research found that it can detect face position 90% and eyes surrounded object at 84% from non-pattern background when it used the YCbCr with sobel edge which it is better than the results of pattern background with the same technique. It shows that, it can detect face position at 78% and eyes surrounded object at 70%. Therefore, the YCbCr+HSV with image segmentation is better perform than YCbCr with sobel edge. The results are shown in table II and III.

TABLE II. Result from non pattern background image

Non pattern background image	Face position	Obstruction position
YcbCr + HSV, Image Segment	96	91
YCbCr, Sobel edge	90	84

TABLE III. Result from pattern background image

Pattern background image	Face position	Obstruction position
YcbCr + HSV, Image Segment	88	82
YCbCr, Sobel edge	78	70

ACKNOWLEDGMENT

I would like to express my special thanks to National Research Council of Thailand for the financial support in this project (project code: 255370, NRMS: 2560A16502083). Also I would like to thank all staff and friends in Signal Processing Research Laboratory, Department of Electronics and Telecommunication engineering, Faculty of Engineering, RMUTT for experiment and equipment support.

REFERENCE

- [1] S. Tachapattiboon and T. Amornraksa, "Multi-Modal Tracking of Faces for Video Communications," in IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 1-5, 2006.
- [2] D. Sax and R. Foulds, "Toward Robust Skin Identification in Video Images," in Second Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 379-384, 2008.
- [3] D. Chai and K.N. Ngan, "Locating Facial Region of a Head-and-Shoulders Color Image," in Third Int'l Conf. Automatic Face and Gesture Recognition, pp. 124-129, 2011.
- [4] S. Kundu and B. Ray, "An efficient chain code based face identification system for biometrics," IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT), pp. 559-564, 2015.
- [5] Z. Youlian, H. Cheng, Z. Kun and P. Lingjiao, "Face detection method using template feature and skin color feature in rgb color space," The 27th Chinese Control and Decision Conference (2015 CCDC), pp. 6133-6137, 2015.

- [6] M. Heshmat, W. M. Abd-Elhafiez, M. Girgis and S. Elaw, "Face identification system in video," 11th International Conference on Computer Engineering & Systems (ICCES), pp. 147-154, 2016.
- [7] A. Memiş and F. Karahiber, "Face recognition on mobile environment images using appearance based methods," 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU), pp. 169-172, 2016.
- [8] Z. Boukhanaf, J. Koussalain and A. Hadid, "Face Spoofing Detection Using Colour Texture Analysis," IEEE Transactions on Information Forensics and Security, pp. 1818-1830, 2016.
- [9] S. Sopasap and J. Srinonchat, "Detection technique of the obstruction area in face recognition system based on YCbCr images," Proceedings of the 8th Conference of Electrical Engineering Network of Rajabhatgala University of Technology (EENET), pp. 557-560, May 2016.
- [10] C. Gonzalez, W. Rafael, E. Richard and E. L. Steven, "Digital Image Processing", 2nd ed, Newjersey: Prentice Hall, pp 49-55, 2002.
- [11] A. Sa-nguanam, and J. Srinonchat, "Applied Image Processing Technique for Detection the Defects of Ball Grid Array," 31th Electrical Engineering Conference Proceedings (EECON31), pp 1073-1076, October 2008.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นายสุภกิตติ โสภาสพ
วัน เดือน ปีเกิด	24 พฤษภาคม 2534
ที่อยู่	45/168 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
การศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประวัติการทำงาน	-
เบอร์โทรศัพท์	082-332-2382
อีเมล	Suppakitti_s@mail.rmutt.ac.th

