สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมการใช้งานโปรแกรมวินโดวส์ประยุกต์โดยใช้การเคลื่อนไหวของมือ

A CONTROL WINDOWS APPLICATION USING HAND MOTION

T104272

โดย

นายอภิสิทธิ์ ทองส่งโสม

นางสาวอัจฉรียา พัฒนาศิริรักษ์

นายอัมรินทร์ เงากระจ่าง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....104272
วัน,เดือน,ปี.....30 ต.ค. 2552

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A CONTROL WINDOWS APPLICATION USING HAND MOTION

BY

MR. APHISIT THONGSONGSOM

MISS ACHARIYA PATTANASIRIRAK

MR. AMARIN NGAOKRAJANG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมการใช้งานโปรแกรมวินโดวส์ประยุกต์โดยใช้การเคลื่อนไหวของมือ		
Title	**A CONTROL WINDOWS APPLICATION USING HAND MOTION**		
ชื่อนักศึกษา	นายอภิสิทธิ์ ทองส่งโสม	รหัสประจำตัว	48011072
	นางสาวอัจฉรียา พัฒนาศิริรักษ์	รหัสประจำตัว	48011103
	นายอัมรินทร์ เงากระจ่าง	รหัสประจำตัว	48011107
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2551		

หัวข้อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมการใช้งานโปรแกรมวินโดวส์ประยุกต์โดยใช้การเคลื่อนไหวของมือ		
ชื่อนักศึกษา	นายอภิสิทธิ์ ทองส่งโสม	รหัสประจำตัว	48011072
	นางสาวอัจฉรียา พัฒนาศิริรักษ์	รหัสประจำตัว	48011103
	นายอัมรินทร์ เงากระจ่าง	รหัสประจำตัว	48011107
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน		
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2551		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอลสำหรับการตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือเพื่อนำมาใช้สำหรับควบคุมการใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนวินโดวส์ ภาพที่จะนำมาประมวลผลนั้นได้มาจากกล้องเว็บแคมที่ใช้กันในปัจจุบันซึ่งอาจจะเป็นกล้องเว็บแคมชนิดที่ติดตั้งมากับเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา หรือ เป็นกล้องเว็บแคมที่ซื้อมาเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ก็สามารถใช้งานได้เช่นเดียวกัน

การทำปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอลโดยเริ่มต้นจากการใช้ทฤษฎีการตรวจจับสีผิวของมือโดยใช้แบบจำลองสีที่ต่างกันแล้วทำการเปรียบเทียบแบบจำลองสีที่ดีที่สุดในการตรวจจับภาพ หลังจากนั้นจะเป็นการดึงลักษณะเด่นของภาพมือโดยการคำนวณความแตกต่างของภาพภายใต้สภาพแวดล้อมที่ถูกควบคุม เมื่อทำการตรวจจับภาพมือได้แล้วก็จะนำกระบวนการทั้งหมดไปพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อนำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Control Windows Application Using Hand Motion	
Student	Mr. Aphisit Thongsongsom	ID. 48011072
	Miss Achariya Pattanasirirak	ID. 48011103
	Mr. Amarin Ngaokrajang	ID. 48011107
Advisor	Dr. Pitak Thumwarin	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2008	

ABSTRACT

This project develop a control windows application using hand motion based on digital image processing. The hand images are collected by using a web camera openly used today, which is promptly installed or purchased.

We firstly started by using the theory of skin color detection using a color model to detect hand and then the comparing of the results between the color models are performed and the best model obtained the best result is selected to use in this project. Then the features of hand are extracted under a controlled environment. The motion of hand can be detected by using the different of the hand image. Finally, using the obtained hand motion, the control windows application is developed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก ดร.พิทักษ์ ธรรมวาริน ซึ่งเป็นอาจารย์ควบคุมปริญญานิพนธ์ คณะผู้จัดทำโครงงานนี้มีความรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. สมเกียรติ อุดมหรรษากุล ที่ให้คำแนะนำในเรื่องการประมวลผลภาพเบื้องต้น ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับคณะผู้จัดทำให้มีความรู้ความสามารถ ตลอดจนเพื่อนๆ และน้องๆที่เสียสละเวลาในการให้ข้อมูลจนทำให้โครงงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้คณะผู้จัดทำประสบความสำเร็จมาจนถึงทุกวันนี้ก็คือ บิดา มารดา ตลอดจนบุคคลที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และคอยเป็นกำลังใจให้คณะผู้จัดทำเสมอมา ซึ่งคณะผู้จัดทำให้ความเคารพรักยิ่ง คณะผู้จัดทำขอระลึกในพระคุณอันสูงสุดและขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำหวังว่าโครงงานนี้จะเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยจุดประกายความคิดและเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจสามารถนำไปพัฒนาต่อจนสำเร็จได้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายอภิสิทธ์ ทองส่งโสม

นางสาวอัจฉรียา พัฒนาศิริรักษ์

นายอัมรินทร์ เงากระจ่าง

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เนื้อหา	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ	1
1.2 จุดประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)	4
2.1.1 ลักษณะดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)	4
2.1.2 ชนิดของข้อมูลภาพ (Image Types)	5
2.2 ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล	7
2.2.1 แบบจำลองสี RGB (RGB Color model)	7
2.2.2 แบบจำลองสี HSV (HSV Color model)	8
2.2.3 การแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสี HSV (HSV color conversion)	9
2.2.4 การทำเทรสโชลด์ (Threshold)	10
2.2.5 การทำให้คุณภาพของภาพดีขึ้น	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
2.2.5.1 สัญญาณภาพรบกวน (Noise)	11
2.2.5.2 รูปแบบของสัญญาณรบกวน (Noise Model)	12
2.2.5.3 การลดสัญญาณของภาพรบกวน (Image Noise Reduction)	12
2.3 กล้อง Webcam (Web Camera)	15
2.3.1 ชนิดของกล้อง Webcam (Webcam Types)	16
2.3.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้กล้อง Webcam	17
บทที่ 3 การออกแบบระบบ	
3.1 การออกแบบขั้นตอนการตรวจจับภาพมือ	18
3.1.1 การเตรียมข้อมูลภาพ	19
3.1.2 การวิจัยหาช่วงของสีที่ต้องการตรวจจับ	19
3.1.3 นำค่าช่วงของสีที่ได้ของแต่ละแบบจำลองสีมาตรวจจับข้อมูลภาพ	20
3.1.4 การหาส่วนของมือโดยการนำภาพมาลบกัน	21
3.1.5 การลดสัญญาณรบกวนที่อยู่ในภาพ	21
3.1.6 การทำเทรสโชลด์เพื่อให้ได้ภาพเฉพาะส่วนของมือ	22
3.2 การออกแบบโปรแกรมประยุกต์	23
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 การตรวจจับมือ	25
4.1.1 การตรวจจับมือโดยวิธีการสวมปลอกสีที่นิ้วชี้และนิ้วโป้ง	25
4.1.1.1 การเตรียมข้อมูลภาพ	25
4.1.1.2 การวิจัยสีแดงของปลอกสีที่นำมาสวมที่นิ้วชี้	26
4.1.1.3 ทำการตรวจจับสีจากข้อมูลที่ได้วิจัยมาแล้วเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองสีที่ดีที่สุดมาใช้งานต่อไป	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
4.1.1.4 การวิจัยสีเขียวของปลอกสีที่นำมาสวมที่นิ้วชี้	34
4.1.1.5 ทำการตรวจจับสีจากข้อมูลที่ได้วิจัยมาแล้วเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองสีที่ดีที่สุดมาใช้งานต่อไป	36
4.1.1.6 เปรียบเทียบแบบจำลองสีในการตรวจจับสี	41
4.1.1.7 การดึงลักษณะเด่นของมือโดยการนำภาพมาลบกัน	41
4.1.1.8 สรุปผลจากการนำภาพมาทำการลบกัน	62
4.1.1.9 ทำการลดสัญญาณรบกวนที่อยู่ในภาพ	62
4.1.1.10 สรุปผลการนำภาพมาทำการลดสัญญาณรบกวน	73
4.1.2 การตรวจจับมือเปล่า	73
4.1.2.1 การเตรียมข้อมูลภาพ	73
4.1.2.2 การวิจัยเพื่อหาช่วงของสีผิวมือ	74
4.1.2.3 ทำการตรวจจับสีจากข้อมูลที่ได้วิจัยมาแล้วเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองสีที่ดีที่สุดมาใช้งานต่อไป	77
4.1.2.4 เปรียบเทียบแบบจำลองสีในการตรวจจับสี	80
4.1.2.5 การดึงลักษณะเด่นของมือโดยวิธีการนำภาพมาลบกัน	80
4.1.2.6 ทำการลดสัญญาณรบกวนที่อยู่ในภาพ	86
4.1.2.7 สรุปผลการนำภาพมาทำการลดสัญญาณรบกวน	91
4.3 การทดลองสร้างโปรแกรมประยุกต์จากผลการวิจัย	92
4.3.1 การใช้กระบวนการจากผลการวิจัยมาตรวจจับพื้นที่ของมือ	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เนื้อหา	หน้า
4.3.1.1 การใช้กระบวนการการตรวจจับมือโดยวิธีการสวมปลอกสีที่นิ้วชี้และนิ้วโป้งจากผลการวิจัย	92
4.3.1.2 การใช้กระบวนการการตรวจจับมือโดยวิธีตรวจจับสีผิวที่มือจากผลการวิจัย	93
4.3.1.3 การลดกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรม	94
4.3.2 การค้นหาพิกัดของมือที่ได้มาใช้เป็นพิกัดของจุดแสดงผลบนโปรแกรม	95
4.3.3 การสร้างโปรแกรมย่อยมารองรับการใช้งาน	96
บทที่ 5 สรุป	
5.1 สรุปโครงงาน	97
5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน	97
5.3 การแก้ไขปัญหา	98
5.4 แนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไป	98
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 2.1 ลักษณะของดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)	4
รูปที่ 2.2 แบบจำลองสีแบบ RGB	7
รูปที่ 2.3 แบบจำลองสีแบบ HSV จากด้านข้างและด้านบน	8
รูปที่ 2.4 ค่าฮิสโตรแกรมของภาพวัตถุและพื้นหลัง	10
รูปที่ 2.5 ภาพก่อนและหลังผ่านการทำกระบวนการเทรสโชลด์	11
รูปที่ 2.6 ตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Median filtering) ขนาด 3x3	12
รูปที่ 2.7 ค่ามัธยฐานของตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Median filtering) ขนาด 3x3	13
รูปที่ 2.8 ผลลัพธ์การกรองสัญญาณรบกวนด้วย Median Filter	14
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกล้อง Webcam	14
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างกล้อง Webcam แบบมีสาย	15
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกล้อง Webcam แบบไร้สาย	16
รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการตรวจจับภาพมือ	18
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการเตรียมข้อมูลภาพ	19
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างช่วงของสีของแต่ละแบบจำลองสี	20
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างของการนำค่าช่วงสีของแต่ละแบบจำลองสีมาตรวจจับข้อมูลภาพ	20
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของการลบกันของภาพก่อนการเคลื่อนไหวและหลังการเคลื่อนไหว	21
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างภาพก่อนและหลังการลดสัญญาณรบกวน	22
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างภาพก่อนและหลังการทำเทรสโชลด์	22
รูปที่ 3.8 แสดงขั้นการออกแบบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์	24
รูปที่ 4.1 ภาพที่ได้จากการเตรียมข้อมูล	25
รูปที่ 4.2 รูปสีแดงของปลอกสีที่นำมาหาช่วงของสีแดง	26
รูปที่ 4.3 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีแดงตามแบบจำลองสี RGB	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.4 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีแดงตามแบบจำลองสี HSV	27
รูปที่ 4.5 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีแดงตามแบบจำลองสี YCbCr	27
รูปที่ 4.6 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	29
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 1)	
รูปที่ 4.7 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	29
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 2)	
รูปที่ 4.8 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	30
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 3)	
รูปที่ 4.9 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	30
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 4)	
รูปที่ 4.10 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	31
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 5)	
รูปที่ 4.11 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	31
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 6)	
รูปที่ 4.12 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	32
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 7)	
รูปที่ 4.13 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	32
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 8)	
รูปที่ 4.14 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	33
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 9)	
รูปที่ 4.15 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB	33
(ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 10)	
รูปที่ 4.16 รูปสีเขียวของปลอกสีที่นำมาหาช่วงของสีเขียว	34
รูปที่ 4.17 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี RGB	34
รูปที่ 4.18 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี HSV	35
รูปที่ 4.19 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี YCbCr	35
รูปที่ 4.20 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	36
(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 1)	
รูปที่ 4.21 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	37
(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 2)	
รูปที่ 4.22 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	37
(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 3)	
รูปที่ 4.23	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	38
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 4)	
รูปที่ 4.24	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	38
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 5)	
รูปที่ 4.25	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	39
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 6)	
รูปที่ 4.26	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	39
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 7)	
รูปที่ 4.27	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	40
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 8)	
รูปที่ 4.28	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	40
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 9)	
รูปที่ 4.29	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	41
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 10)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.30 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 1)	42
รูปที่ 4.31 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 1)	42
รูปที่ 4.32 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 2)	43
รูปที่ 4.33 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 2)	43
รูปที่ 4.34 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 3)	44
รูปที่ 4.35 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 3)	44
รูปที่ 4.36 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 4)	45
รูปที่ 4.37 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 4)	45
รูปที่ 4.38 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 5)	46
รูปที่ 4.39 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 5)	46
รูปที่ 4.40 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 6)	47
รูปที่ 4.41 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 6)	47
รูปที่ 4.42 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 7)	48
รูปที่ 4.43 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 7)	48
รูปที่ 4.44 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 8)	49
รูปที่ 4.45 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 8)	49
รูปที่ 4.46 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 9)	50
รูปที่ 4.47 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 9)	50
รูปที่ 4.48 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 10)	51
รูปที่ 4.49 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 10)	51
รูปที่ 4.50 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 1)	52
รูปที่ 4.51 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 1)	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.52 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 2)	53
รูปที่ 4.53 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 2)	53
รูปที่ 4.54 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 3)	54
รูปที่ 4.55 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 3)	54
รูปที่ 4.56 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 4)	55
รูปที่ 4.57 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 4)	55
รูปที่ 4.58 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 5)	56
รูปที่ 4.59 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 5)	56
รูปที่ 4.60 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 6)	57
รูปที่ 4.61 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 6)	57
รูปที่ 4.62 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 7)	58
รูปที่ 4.63 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 7)	58
รูปที่ 4.64 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 8)	59
รูปที่ 4.65 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 8)	59
รูปที่ 4.66 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 9)	60
รูปที่ 4.67 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 9)	60
รูปที่ 4.68 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 10)	61
รูปที่ 4.69 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 10)	61
รูปที่ 4.70 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 1)	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.71	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 2)	63
รูปที่ 4.72	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 3)	64
รูปที่ 4.73	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 4)	64
รูปที่ 4.74	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 5)	65
รูปที่ 4.75	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 6)	65
รูปที่ 4.76	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 7)	66
รูปที่ 4.77	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 8)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.78	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 9)	67
รูปที่ 4.79	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีแดง คนที่ 10)	67
รูปที่ 4.80	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 1)	68
รูปที่ 4.81	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 2)	69
รูปที่ 4.82	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 3)	69
รูปที่ 4.83	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 4)	70
รูปที่ 4.84	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 5)	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.85	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 6)	71
รูปที่ 4.86	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 7)	71
รูปที่ 4.87	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 8)	72
รูปที่ 4.88	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 9)	72
รูปที่ 4.89	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (สีเขียว คนที่ 10)	73
รูปที่ 4.90	ภาพที่ได้จากการเตรียมข้อมูล	74
รูปที่ 4.91	รูปสีผิวของมือต่างๆกันที่นำมาหาช่วงของสีผิว	74
รูปที่ 4.92	แสดงช่วงของเม็ดสีของสีผิวตามแบบจำลองสี RGB	75
รูปที่ 4.93	แสดงช่วงของเม็ดสีของของสีผิวตามแบบจำลองสีHSV	75
รูปที่ 4.94	แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี YCbCr	76
รูปที่ 4.95	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 1)	
รูปที่ 4.96	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	77
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 2)	
รูปที่ 4.97	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	78
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 3)	
รูปที่ 4.98	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	78
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 4)	
รูปที่ 4.99	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	79
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 5)	
รูปที่ 4.100	(ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB	79
	(ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV	
	(ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 6)	
รูปที่ 4.101	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว	81
	(ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 1)	
รูปที่ 4.102	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว	81
	(ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 2)	
รูปที่ 4.103	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว	82
	(ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 3)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.104	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 4)	82
รูปที่ 4.105	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 5)	83
รูปที่ 4.106	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 6)	83
รูปที่ 4.107	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 7)	84
รูปที่ 4.108	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 8)	84
รูปที่ 4.109	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 9)	85
รูปที่ 4.110	(ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 10)	85
รูปที่ 4.111	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 1)	86
รูปที่ 4.112	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 2)	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 4.113	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 3)	87
รูปที่ 4.114	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 4)	88
รูปที่ 4.115	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 5)	88
รูปที่ 4.116	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 6)	89
รูปที่ 4.117	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 7)	89
รูปที่ 4.118	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 8)	90
รูปที่ 4.119	(ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 9)	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.120 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold (คนที่ 10)	91
รูปที่ 4.121 แสดงผลของโปรแกรมที่ได้จากการตรวจจับสีเขียว	93
รูปที่ 4.122 แสดงผลของโปรแกรมที่ได้จากการตรวจจับสีผิว	94
รูปที่ 4.123 แสดงผลของโปรแกรมที่ได้จากการลบกันของเฟรมอย่างเดียว	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 Gantt Chart แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 บทนำ

ในเทคโนโลยีในด้านการประมวลผลภาพดิจิตอลมีความก้าวหน้าขึ้นมาก โดยมีการนำศาสตร์ความรู้ทางด้านนี้มาประยุกต์ในการทำงานด้านต่างๆเช่น ทางด้านบุกเบิกอวกาศ ทางด้านการรักษาความปลอดภัย หรือทางด้านการทหาร เป็นต้น และยังมีการนำเทคโนโลยีนี้มาใช้กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆเพื่อความสะดวกสบายได้ ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่หลีกเลี่ยงไม่ได้และใช้งานกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันนี้ก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการทำงานหลากหลาย อาทิเช่น การเก็บข้อมูล การพิมพ์ เอกสารรายงานต่างๆ และที่สำคัญในยุคปัจจุบันคือการนำเสนอข้อมูลให้มีความน่าสนใจ เป็นต้น

โครงงานนี้จึงได้นำเสนอโปรแกรมที่ประยุกต์ความรู้ศาสตร์ด้านนี้มาใช้นั้นก็คือ “การควบคุมการใช้งานโปรแกรมวินโดวส์ประยุกต์โดยใช้การเคลื่อนไหวของมือ” (A Control Windows Application Using Hand Motion) เพื่อเพิ่มทางเลือกใหม่อีกทางเลือกหนึ่งในการควบคุมการใช้งานโปรแกรมประยุกต์

1.2 จุดประสงค์

1. ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวชี้เมาส์
2. ศึกษาพัฒนาโปรแกรมตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือจากกล้องเว็บแคม(Web camera)
3. เพื่อเพิ่มทางเลือกใหม่ในการควบคุมเมาส์พอยท์เตอร์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ใช้งานควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวชี้เมาส์โดยใช้การเคลื่อนไหวของมือที่ถ่ายจากกล้องเว็บแคม (Web camera) ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของตัวชี้เมาส์
2. มีความรู้ในการพัฒนาโปรแกรมตรวจจับความเคลื่อนไหวของมือจากกล้องเว็บแคม (Web camera)
3. สามารถควบคุมการใช้งานโปรแกรมประยุกต์โดยใช้ความเคลื่อนไหวของมือที่ถ่ายจากกล้องเว็บแคม (Web camera)

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

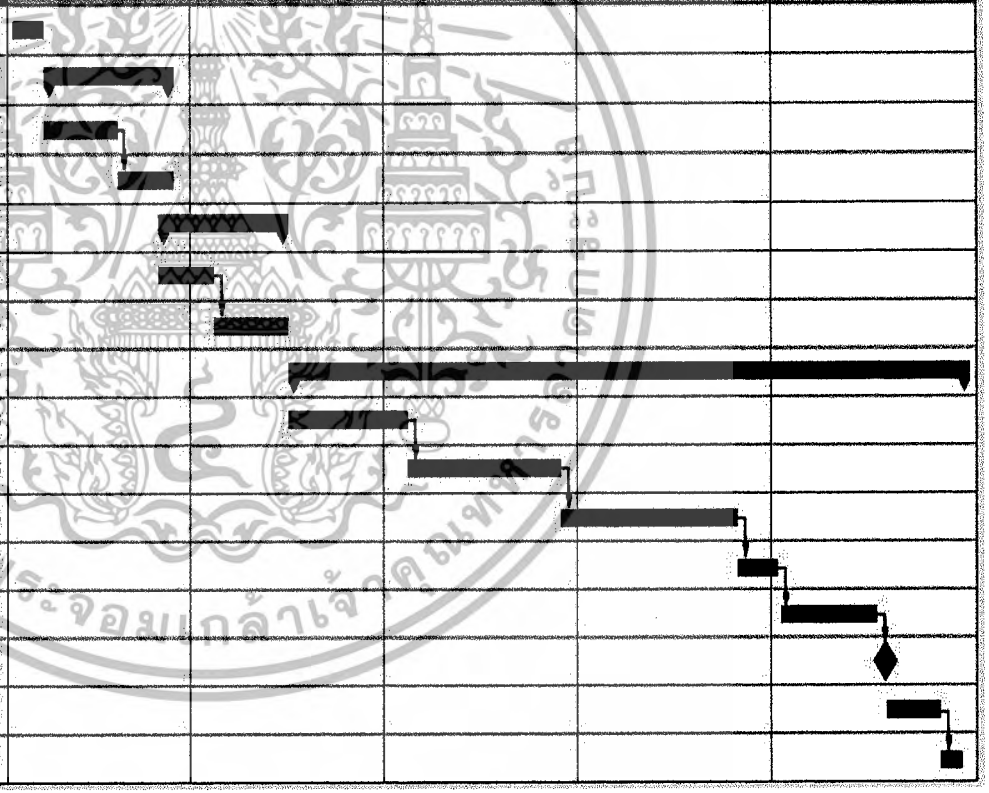
แผนผังขั้นตอนการดำเนินงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 Gantt Chart แสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

Gantt Chart

ID	Task Name	Duration	Start
1	กำหนดความต้องการ	3 days	6/10/2008
2	วิเคราะห์ความต้องการ	15 days	9/10/2008
3	รวบรวมข้อมูล	10 days	9/10/2008
4	วิเคราะห์ข้อมูล	6 days	18/10/2008
5	ออกแบบระบบ	24 days	24/10/2008
6	ออกแบบการวิจัยข้อมูลภาพ	11 days	24/10/2008
7	ออกแบบโปรแกรมประยุกต์	13 days	4/11/2008
8	พัฒนาและติดตั้งระบบ	103 days	17/11/2008
9	หาแบบจำลองสีที่เหมาะสม	20 days	17/11/2008
10	ลดสัญญาณรบกวน	19 days	7/12/2008
11	เขียนโปรแกรมประยุกต์	22 days	26/12/2008
12	ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมประยุกต์	15 days	17/1/2009
13	จัดทำเอกสาร	11 days	1/2/2009
14	นำเสนอผลงาน	1 day	12/2/2009
15	ปรับปรุงเอกสารและผลงาน	14 days	13/2/2009
16	ส่งผลงาน	1 day	27/2/2009



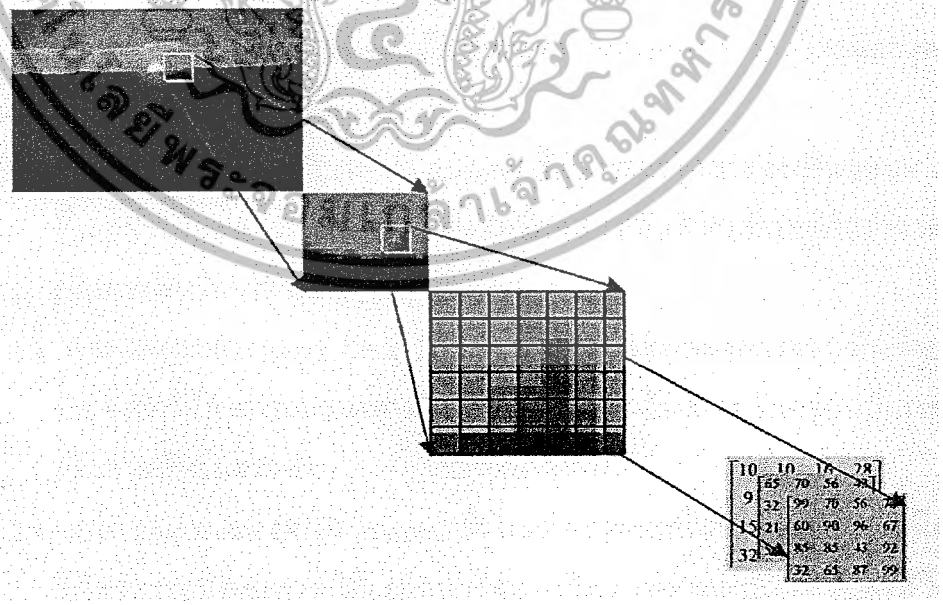
บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะขอกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงานการควบคุมโปรแกรมวินโดวส์ประยุกต์ใช้งานโดยใช้มือ โดยใช้ทฤษฎีทางดิจิตอลอิเมจมาประยุกต์

2.1 ดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)

2.1.1 ลักษณะดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)

ภาพที่ถูกเก็บในรูปแบบดิจิตอลค่าของภาพจะถูกเก็บในอาร์เรย์ (Array) ซึ่งค่าที่ถูกเก็บนั้นจะเป็นเม็ดสีของภาพ ซึ่งเรียกว่าพิกเซล (Pixel) หรือความเข้มแสง (Intensity) ลักษณะของภาพเป็นแบบฟังก์ชั่น 2 มิติ (Two-dimensional function) $f(x,y)$ ซึ่งมีผลลัพธ์ของการสุ่มภาพ (Sampling) และควอนไตเซชั่น (Quantization) เป็น เมตริกซ์ (Matrix) ของจำนวนจริง รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของภาพแบบดิจิตอล โดยภาพจะถูกแสดงด้วยค่าความเข้มแสงที่ประกอบกันเป็นเมตริกซ์



รูปที่ 2.1 ลักษณะของดิจิตอลอิมเมจ (Digital Image)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิกเซล หรือองค์ประกอบภาพ (Pixels or Picture elements)

ภาพที่ถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า จะได้รับการแบ่งรายละเอียดของภาพเป็นตารางเล็กๆและตารางเล็กๆนั้นก็คือ พิกเซลและเมื่อมีการจัดเรียงพิกเซลก็จะเกิดพิกเซลที่เป็นแถว (row) และหลัก (columm) โดยมีจำนวนแถวทางแนวนอนเป็น M หลัก ซึ่งในแต่ละพิกเซลจะแทนด้วย P(i,j) โดยที่ i,j จะเป็นเลขจำนวนเต็ม

เมื่อทราบตำแหน่งของพิกเซลแล้วจำเป็นต้องทราบว่าที่ตำแหน่งนั้นๆ พิกเซลมีค่าเท่าไร ซึ่งค่าที่ว่านี้คือค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนตำแหน่งของแต่ละพิกเซลซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 กับ 1 เมื่อทำเป็นภาพที่มีความเข้มสองระดับ

เมตริกซ์ของภาพ (Image as Matrix)

ระบบพิกัดในฟังก์ชั่นของเมตริกซ์ดังสมการที่ 2.1

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

2.1.2 ชนิดของข้อมูลภาพ (Image Types)

2.1.2.1 ภาพ 2 ระดับ (Binary image) คือ มีแค่จุดขาวกับจุดดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดเป็นข้อมูล 1 บิต

2.1.2.2 ภาพ 16 ระดับ (Gray Level 16 images) ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 4 บิต ซึ่งจะทำให้แสดงภาพได้ 16 ระดับสีหรือ 16 ระดับสีเทาขึ้นอยู่กับว่าภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาว-ดำ

2.1.2.3 ภาพระดับ 256 ระดับ (Gray Level 256 images) ซึ่งในแต่ละจุดภาพจะเป็นข้อมูล 8 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้ 256 สี หรือ ระดับสีเทาขึ้นอยู่กับว่าภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาว-ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.4 ภาพ True Color (RGB images) ซึ่งในแต่ละจุดจะเป็นข้อมูลขนาด 24 บิต ซึ่งทำให้สามารถแสดงภาพได้เหมือนจริงที่สุด เพราะสามารถแปลงสีได้ถึง 16,777,216 สี ภาพ true color สามารถแสดงได้เฉพาะสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาวดำได้

การแสดงภาพสีนี้ใช้ค่าแม่สีในตารางสี โดยอาจเลือกสีเป็นแบบ 16 สีจาก 64 สี หรือ 16 สีจาก 262,144 สี หรือ 256 สีจาก 262,144 สีขึ้นอยู่กับโหมดการแสดงผล สำหรับ true color ไม่มีการเลือกสี แสดงผลได้โดยการส่งค่าสี RGB ผ่าน D/A (Digital to Analog) สีละ 8 บิตออกไปเลยความแตกต่างของการแสดงภาพสีและขาว-ดำ คือ ภาพขาว-ดำ จะต้องตั้งให้สีทั้ง 3 สี มีค่าเท่ากัน เนื่องจาก VGA กำหนดให้แม่สีแต่ละสีใช้รีจิสเตอร์ (Register) 6 บิต ทำให้แม่สีแต่ละสีแสดงผลได้เพียง 64 ระดับเท่านั้น ยังผลให้เราแสดงภาพ 256 ระดับให้เห็นเพียง 64 ระดับเท่านั้น หากต้องการให้เห็นจริงทั้ง 256 ระดับต้องแสดงใน true color mode แล้วให้ RGB มีค่าเท่ากัน ซึ่งโหมดนี้ใช้รีจิสเตอร์ 8 บิต สำหรับแม่สีแต่ละสี

ภาพระดับสีเทา (Gray scale)

ระดับสีเทา หมายถึง ความแตกต่างของระดับความเข้มแสง โดยระดับสีเทาที่ว่านี้ก็คือระดับสีเทา ในภาพหนึ่งๆถ้าต้องการแบ่งระดับความเข้มแสงหรือระดับสีเทาให้มีหลายๆค่านั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเพิ่มจำนวนบิตที่แสดงค่าบิต ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 4 ระดับ ต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 2 บิต ถ้าต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 16 ระดับ ต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 4 บิต แลต้องการภาพที่มีระดับสีเทา 256 ระดับต้องแทนด้วยเลขฐานสองจำนวน 8 บิต เป็นต้น การแปลงภาพสีเป็นระดับสีเทา สามารถทำได้ดังสมการที่ 2.2

$$(0.298 \times R) + (0.5870 \times G) + (0.1140 \times B) \qquad (2.2)$$

ความสามารถในการแบ่งแยกระดับความแตกต่างของสายตามนุษย์ โดยทั่วๆไปจะอยู่ระหว่าง 10 ถึง 15 ระดับ ดังนั้นระดับสีเทาขนาด 16 ระดับ จึงถือได้ว่าใกล้เคียงกับสายตามนุษย์หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

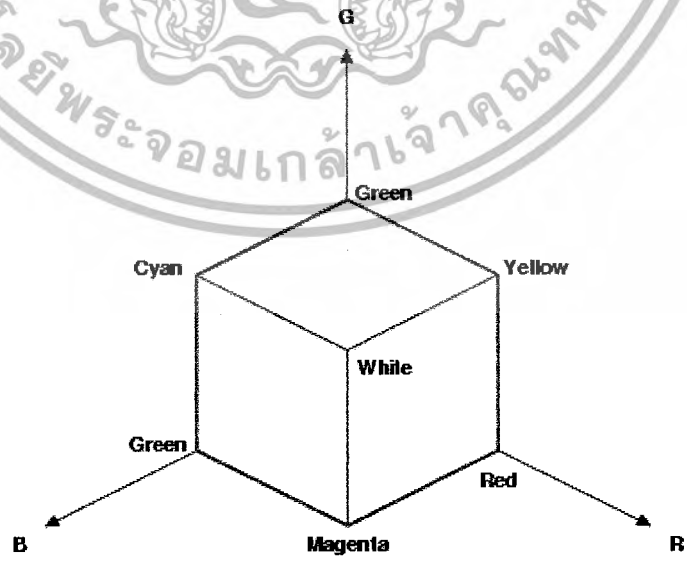
อาจจะละเอียดน้อยกว่าสายตามนุษย์บ้างเล็กน้อย (ในบางคน) ในขณะที่ระดับสีเทาขนาด 64 หรือ 256 นั้นละเอียดเกินไปสำหรับมนุษย์

2.2 ทฤษฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพดิจิตอล หรือ Digital image processing เกี่ยวกับการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital format) ซึ่งสามารถที่จะนำข้อมูลนี้จัดการผ่านกระบวนการต่างๆด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ภาพดิจิตอล เป็นภาพที่ประกอบด้วยจุดเล็กๆจำนวนมากเรียกว่าพิกเซล (pixels) เราใช้ตัวเลขจำนวนหนึ่งแทนค่าของระดับสีหรือระดับความสว่างของแต่ละพิกเซล ซึ่งสิ่งนี้เองที่เราสามารถปรับแต่งเพื่อการแสดงผลภาพได้ ซึ่งในแต่ละพิกเซลก็จะมีตัวเลขบอกระดับความสว่างหรือระดับสีบรรจุอยู่ ข้อดีของภาพดิจิตอลก็คือมันสามารถนำมาประมวลผลภาพทางคอมพิวเตอร์ได้

2.2.1 แบบจำลองสี RGB (RGB Color model)

แบบจำลองสีเป็นวิธีที่กำหนดสีต่างๆให้เป็นแบบมาตรฐาน ซึ่งแบบจำลองสีแบบ RGB นั้นเป็นแบบจำลองของแม่สีหลัก 3 สี (Primary Color) ซึ่งเป็นสีที่เกิดจากการรวมกันของแสง (Additive Color) ประกอบด้วยสีสำคัญ 3 สีได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ถูกนำมาใช้ในด้านการแสดงผลข้อมูลบนจอภาพ รวมไปถึงการเก็บข้อมูลภาพในระบบคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.2 แบบจำลองสีแบบ RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

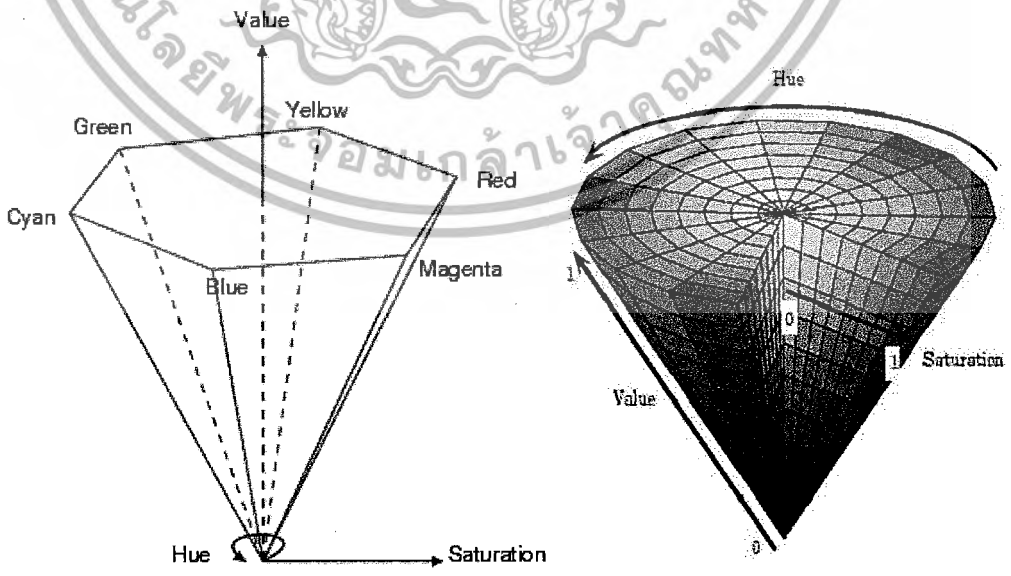
2.2.2 แบบจำลองสี HSV (HSV Color model)

แบบจำลอง HSV เป็นแบบจำลองสีที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้งานศิลปะในระบบคอมพิวเตอร์โดยที่

- ค่าสี (Hue) หมายถึง ค่าสีต่างๆ เช่น สีแดง สีเขียว สีส้ม เป็นต้น
- ค่าความอิ่มตัว (Saturation) หมายถึงปริมาณของสีที่ถูกเจือจางด้วยสีขาว โดยยิ่งมีปริมาณสีขาวมากเท่าใด ความอิ่มตัวก็ยิ่งมีน้อย เช่นสีแดงจะมีความอิ่มตัวมากกว่าสีชมพู
- ค่าความสว่าง (Brightness, Value) หมายถึง ระดับความสว่างของสีนั้น

แบบจำลองสีนี้จะมีความเป็นไปตามความจริงมากกว่าแบบจำลองอื่นๆเพราะว่าความเข้มข้นของสีนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวเนื้อสีเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวกับเรื่องความสว่างอีกด้วย ดังนั้นแบบจำลองนี้จะเพิ่มหรือลดความสว่างของสีใดสีหนึ่งได้

หลักการของแบบจำลองนี้จะเสมือนว่าเรามองลูกบาศก์ในแบบจำลองสี RGB ในทิศทางขนานกับแกนระดับสีเทา จากตำแหน่งสีขาวเข้าไป จึงมองเห็นเป็นรูปทรงกรวยดังรูป



รูปที่ 2.3 แบบจำลองสีแบบ HSV จากด้านข้างและด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสี HSV (HSV color conversion)

การแปลงภาพสี RGB ให้เป็นภาพสี HSV เป็นกระบวนการที่มีประโยชน์มากในการประมวลผลภาพที่ต้องการคำนวณเกี่ยวกับสีในภาพด้วย เนื่องจากสามารถแยกสีต่างๆออกจากภาพได้โดยการดูค่า Hue

กระบวนการในการแปลงภาพสีในแบบจำลองสี RGB ไปเป็นภาพในแบบจำลองสี HSV สามารถทำได้โดยใช้สมการ

$$V = \max\{R, G, B\} \tag{2.3}$$

$$\delta = V - \min\{R, G, B\} \tag{2.4}$$

$$S = \frac{\delta}{V} \tag{2.5}$$

ทำให้ได้ผลลัพธ์สำหรับค่าสีโดยที่เราจะพิจารณาจากกรณีต่อไปนี้

$$R = V, H = \frac{1}{6}\frac{G - B}{\delta} \tag{2.6}$$

$$G = V, H = \frac{1}{6}\left(2 + \frac{B - R}{\delta}\right) \tag{2.7}$$

$$B = V, H = \frac{1}{6}\left(4 + \frac{B - R}{\delta}\right) \tag{2.8}$$

เมื่อ H คือ ค่าสี (Hue)

S คือ ค่าความอิ่มตัว (Saturation)

V คือ ค่าความสว่าง (Brightness, Value)

R คือ ค่าสีแดงของจุด Pixel

G คือ ค่าสีเขียวของจุด Pixel

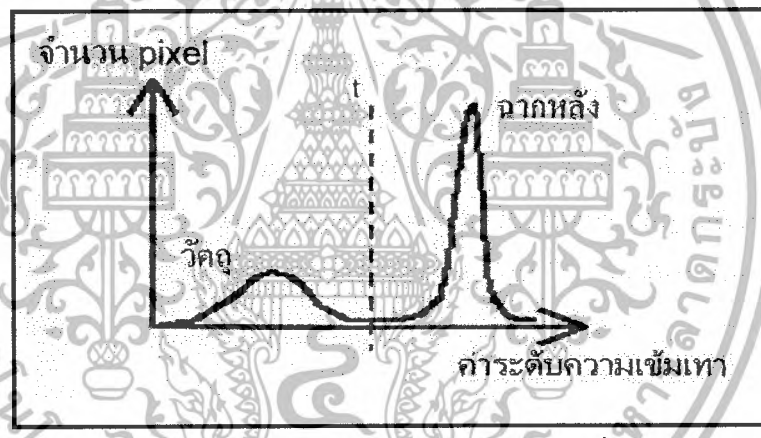
B คือ ค่าสีน้ำเงินของจุด Pixel

*ค่าสูงสุดของค่าสีแบบ RGB จะต้องถูก normalized ให้อยู่ในช่วง [0...1] เท่านั้น ซึ่งจะทำได้โดยการนำค่าสูสุดหรือ 255 ไปหารค่าสีก่อนนำมาคำนวณนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 การทำเทรสโชลด์ (Threshold)

การทำเทรสโชลด์ คือ การกำหนดค่าระดับความเข้มเทาคงที่ค่าหนึ่งเพื่อแยกสีที่ต้องการ (Object) ออกมาจากพื้นหลังของภาพ (Background) และเป็นอีกวิธีการหนึ่งเพื่อใช้ในการสร้างภาพขาวดำ หรือภาพแบบไบนารี (Binary) ซึ่งในการกำหนดค่าเทรสโชลด์นั้นจำต้องกำหนดให้มีความเหมาะสมเพราะถ้าหากใช้เทรสโชลด์มากหรือน้อยเกินไปอาจทำให้รายละเอียดบางส่วนของภาพวัตถุที่ต้องการขาดหายไป หรือภาพจะมีสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ปนมาด้วย เช่นสัญญาณรบกวน (Noise) โดยการหาค่าเทรสโชลด์ที่เหมาะสมนั้นวิธีหนึ่งที่นิยมกันคือการพิจารณาจากฮิสโตรแกรม (Histogram) ของภาพเนื่องจากค่าของกลุ่มข้อมูลของฉากหลังและตัววัตถุจะแยกออกจากกัน ทำให้ง่ายแก่การกำหนดค่าเทรสโชลด์



รูปที่ 2.4 ค่าฮิสโตรแกรมของภาพวัตถุและพื้นหลัง

กระบวนการทำเทรสโชลด์สามารถทำได้โดยใช้สมการ

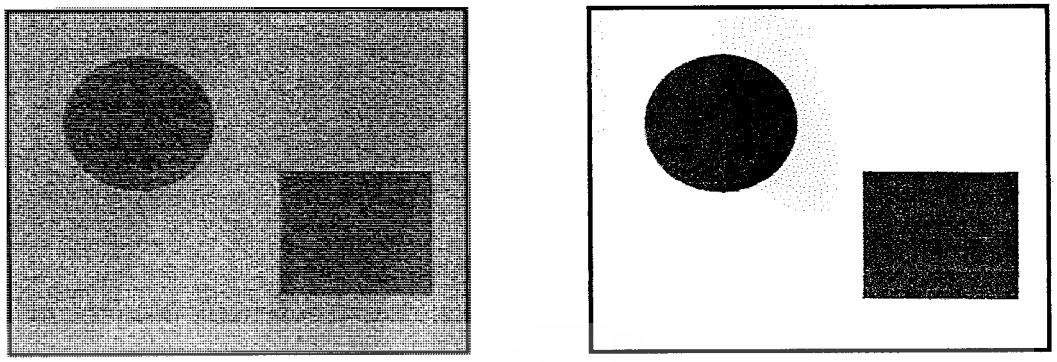
$$B(x,y) = \begin{cases} 1 & if \ \ I(x,y) \geq t \\ 0 & \end{cases} \qquad (2.9)$$

เมื่อ $B(x.y)$ คือ ภาพผลลัพธ์ที่ได้

$I(x,y)$ คือ ระดับความเข้มเทา ณ ตำแหน่ง x,y ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255

t คือ ค่าระดับที่จะใช้ในการทำเทรสโชลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ภาพก่อนและหลังผ่านการทำกระบวนการเทรสโชลด์

2.2.5 การทำให้คุณภาพของภาพดีขึ้น

รูปดิจิตอลที่ใช้งานจริง ในบางครั้งภาพต้นแบบอาจจะมีสัญญาณรบกวน (Noise) ปนอยู่ด้วย หรือภาพต้นแบบมีลักษณะเบลอ ไม่ชัดเจน ดังนั้นจึงมีจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีวิธีการในการประมวลผลภาพที่จะนำมาทำให้คุณภาพของภาพที่เป็นภาพต้นแบบมีคุณภาพดีขึ้น ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีขจัดสัญญาณรบกวนของภาพต้นแบบด้วยวิธีการแบบเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น (Linear and nonlinear filtering) และการทำให้ภาพต้นแบบมีความคมชัดมากขึ้น

2.2.5.1 สัญญาณภาพรบกวน (Noise)

โดยทั่วไปสัญญาณรบกวนของภาพส่วนใหญ่ จะเกิดขึ้นเนื่องจากขั้นตอนในการเปลี่ยนสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งลักษณะของสัญญาณแต่ละประเภทจะถูกแบ่งออกไปตามลักษณะในรูปฟังก์ชั่นกระจายของสัญญาณรบกวน (Noise Distribution Function) ดังนั้นในกระบวนการลดสัญญาณรบกวนในการประมวลผลภาพจึงต้องมีจำลองลักษณะของสัญญาณรบกวนแบบต่างๆ ซึ่งสัญญาณรบกวนที่นิยมใช้กันจะเป็นสัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน (Gaussian Noise) สัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบสม่ำเสมอ (Uniform noise) และสัญญาณรบกวนแบบจุด (Impulse noise

2.2.5.2 รูปแบบของสัญญาณรบกวน (Noise Model)

รูปแบบของสัญญาณรบกวนแบบต่างๆ จะมีการกระจายของข้อมูลของสัญญาณรบกวนตามรูปแบบของฟังก์ชั่น Probability density function (PDF) โดยลักษณะของการสุ่มของสัญญาณรบกวนชนิดต่างๆ จะเป็นไปตามหลักการทั่วไปของทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

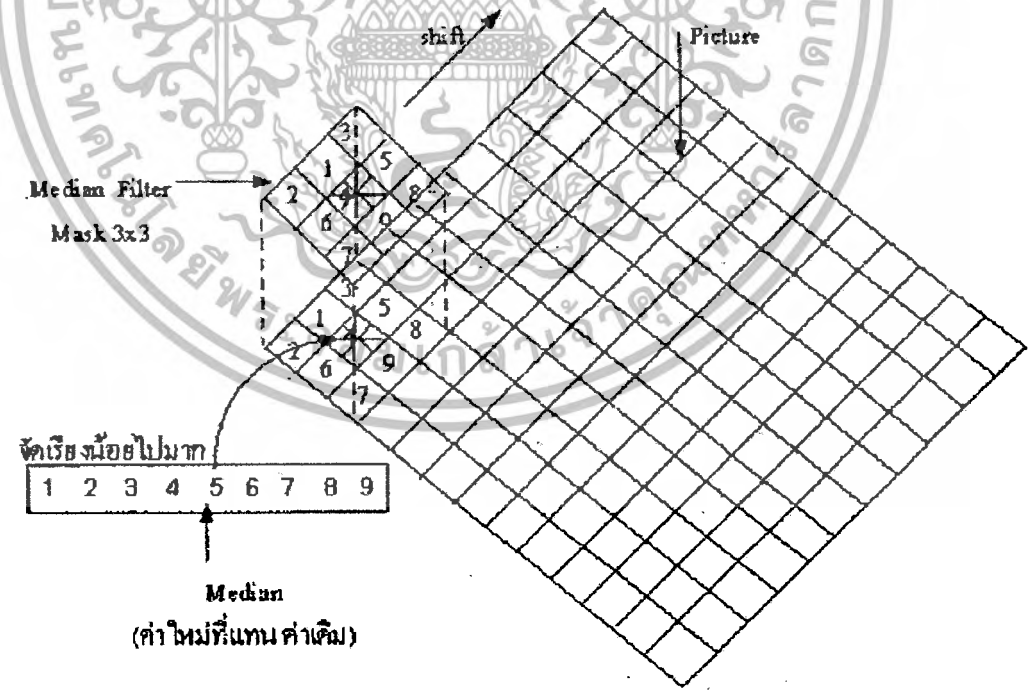
theory) ดังตัวอย่างเช่น สัญญาณรบกวนแบบเกาส์เซียน (Gaussian noise) สัญญาณรบกวนที่มีกระจายภาพแบบสม่ำเสมอ (Uniform noise) และสัญญาณรบกวนแบบจุด (Impulse noise)

2.2.5.3 การลดสัญญาณของภาพรบกวน (Image Noise Reduction)

กระบวนการในการลดสัญญาณรบกวนของภาพสามารถแบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ การลดสัญญาณรบกวนแบบเป็นเชิงเส้น (Linear filtering) และไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear filtering)

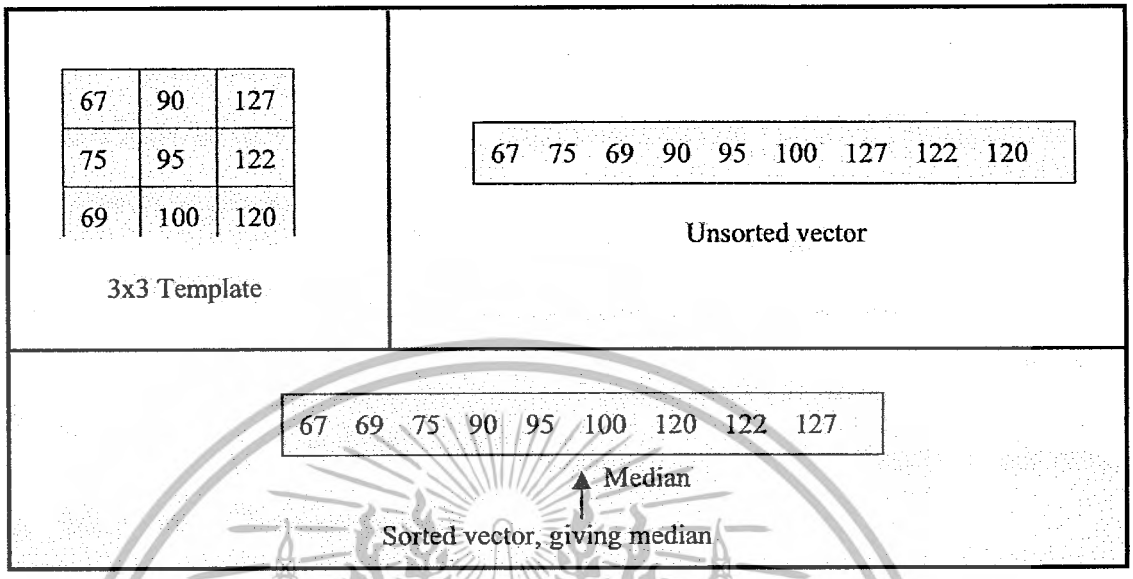
Median filtering

Median filter เป็นตัวกรองความถี่ที่พิจารณาข้อมูลทางสถิติ โดยค่ามัธยฐาน (Median) การหาค่ามัธยฐานทำได้โดยการนำข้อมูลในมาร์ค (Mark) มาทำการเรียงค่าจากน้อยไปมากตามค่าระดับความเข้มเทาของข้อมูล ซึ่งค่ามัธยฐานเป็นค่าตำแหน่งกึ่งกลางของกลุ่มข้อมูลที่พิจารณาจากนั้นนำค่ามัธยฐานที่ได้นั้น แทนค่ากลับลงไปในตำแหน่งตรงกลางของหน้าต่าง (Template) ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Median filtering) ขนาด 3x3

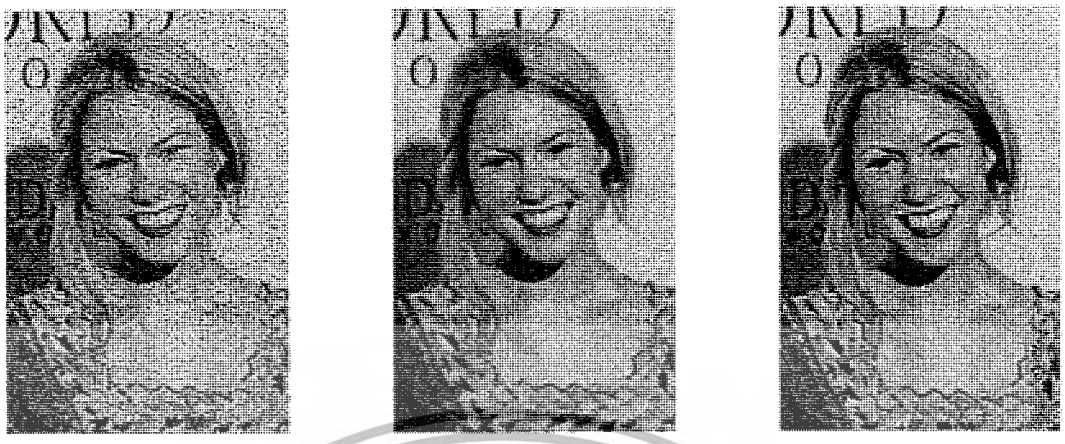
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 ค่ามัธยฐานของตัวกรองแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Median filtering) ขนาด 3x3

ตัวกรองความถี่แบบ Median filter จะพิจารณาในลักษณะของมาร์คหน้าต่าง (Template) ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้หลายขนาดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมกับปริมาณของสัญญาณรบกวน เช่น ขนาด 3x3, 7x7 และ 9x9 เป็นต้น ดังรูปที่ 2.8 แสดงผลลัพธ์การกรองสัญญาณรบกวนด้วย Median filter ขนาด 5x5, 3x3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.8 ผลลัพธ์การกรองสัญญาณรบกวนด้วย Median Filter

(ก) ภาพที่ประกอบสัญญาณรบกวนด้วยจุดขาว-ดำ (Salt and Pepper Noise)

(ข) ผลลัพธ์ของภาพที่ถูกกรองด้วย Median filter ขนาด 5x5

(ค) ผลลัพธ์ของภาพที่ถูกกรองด้วย Median filter ขนาด 3x3

2.3 กล้อง Webcam (Web Camera)

การติดต่อสื่อสารกับบุคคลต่างๆ ผ่านอินเทอร์เน็ตด้วยข้อความ เสียงดนตรี หรือรูปภาพต่างๆ ดูเหมือนว่าจะเป็นเรื่องธรรมดาไปแล้วสำหรับนักแชตรุ่นใหม่ เนื่องจากปัจจุบันเราสามารถติดต่อสื่อสารไปยังบุคคลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นพ่อแม่พี่น้อง เพื่อนฝูงหรือลูกค้าแบบเห็นหน้าคู่สนทนาได้เหมือนอยู่ใกล้ชิดกัน โดยอุปกรณ์ที่ช่วยให้เราสามารถมองเห็นหน้าและการเคลื่อนไหวของคู่สนทนาได้ ก็คือกล้อง Webcam

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างกล้อง Webcam

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Webcam มีชื่อเรียกเต็มๆว่า Webcam Camera หรืออาจเรียกว่า Video Camera หรือ Video Conference โดยกล้อง Webcam จะทำหน้าที่จับภาพเคลื่อนไหวของเราส่งไปแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์แล้วส่งภาพเคลื่อนไหวดังกล่าวผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังคู่สนทนา ทำให้คู่สนทนาเห็นภาพวีดีโอผ่านกล้อง Webcam ของเราโดยอัตโนมัติ

สำหรับ Webcam ถือว่าเป็นเทคโนโลยีใหม่เพราะว่าก่อนหน้านี้ Webcam ได้ถูกนำไปใช้ในการติดต่อสื่อสาร หรือใช้ในการประชุมระดับองค์กรขนาดใหญ่ แต่ในขณะนั้น Webcam ยังเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่มีราคาแพงมากจึงทำให้คนทั่วไปไม่สามารถซื้อมาใช้ได้

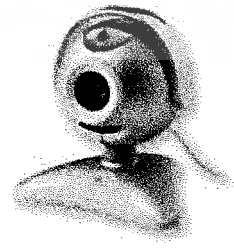
ในส่วนของราคาเมื่อเทียบกับอดีตและปัจจุบันจะเห็นว่าราคาของกล้อง Webcam ได้ถูกลงมาก กล้องบางรุ่นมีราคาเพียงแปดร้อยกว่าบาท ทำให้ใครก็สามารถซื้อหามาใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยเฉพาะผู้ที่ใช้งานระบบปฏิบัติการ Windows XP จะสามารถใช้งานกล้อง Webcam ร่วมกับโปรแกรมแชตยอดฮิตอย่าง MSN Messenger หรือ Yahoo Messenger ได้ทันที โดยไม่ต้องกำหนดค่าอะไรยุ่งยาก

2.3.1 ชนิดกล้อง Webcam

กล้อง Webcam แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย โดยแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันดังนี้

- Webcam แบบมีสายจะมีความยุ่งยากในเรื่องการใช้สายต่อพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่จะมีราคาถูกกว่าแบบไร้สายมาก ทำให้คนส่วนใหญ่นิยมซื้อ Webcam แบบมีสายมาใช้งาน

ข้อเสียของกล้อง Webcam แบบมีสาย คือ ทำให้ไม่สามารถวางตัวกล้องได้ไกล จากเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้กล้องไม่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวในระยะไกลๆ ได้เหมือนแบบไร้สาย



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างกล้อง Webcam แบบมีสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Webcam แบบไร้สายจะมีราคาค่อนข้างแพงมากเมื่อเทียบกับแบบมีสาย เนื่องจากตัวกล้อง ต้องใช้เทคโนโลยีแบบไร้สายที่เรียกว่า Wireless WiFi หรือ IEEE 802.11 ที่ค่อนข้างมีต้นทุนสูงจึงส่งผลให้ตัวกล้องมีราคาแพงจึงไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนัก

แต่จุดเด่นของกล้อง Webcam แบบไร้สายก็คือ สามารถนำไปติดตั้งที่จุดใดก็ได้ โดยไม่ต้องคำนึงระยะห่างระหว่างตัวกล้องกับเครื่องคอมพิวเตอร์

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างกล้อง Webcam แบบไร้สาย

2.3.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้กล้อง Webcam

- ทำให้การติดต่อสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตมีรสชาติมากขึ้น เนื่องจาก สามารถพูดคุยแบบเห็นหน้าและการเคลื่อนไหวต่างๆ ของคู่สนทนาเหมือนกับอยู่ใกล้ชิดกัน

- ประหยัดเวลาไม่ต้องเดินทางไปประชุมกับลูกค้าตามที่ต่างๆ เนื่องจาก สามารถนำเอากล้อง Webcam มาดัดแปลงเป็นกล้อง Video Conference เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบเห็นหน้ากับลูกค้าได้ (โดยที่ลูกค้าจะต้องมีกล้อง Webcam ติดตั้งไว้ใช้งานด้วยเช่นกัน)

- ช่วยให้ปลอดภัยจากการเดินทางไปประชุมหรือไปสัมมนาตามสถานที่ต่างๆ ที่อยู่ห่างไกลได้เป็นอย่างดี

- เป็นหูเป็นตาคอยสอดส่องดูแลความเรียบร้อยภายในร้านค้า ขณะที่เจ้าของไม่อยู่ได้เป็นอย่างดี

- สามารถนำกล้อง Webcam ไปถ่ายภาพนิ่งตามที่ต่างๆ ได้เหมือนกับกล้องดิจิตอล ถึงแม้ว่าจะให้ความละเอียดของภาพสู้กล้องดิจิตอลไม่ได้ก็ตาม

- นำไปประยุกต์ใช้เป็นชุดอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยคล้ายกับกล้องวงจรปิด โดยใช้สามารถจากโปรแกรมที่ติดมากับกล้อง Webcam ที่ทำหน้าที่คอยตรวจจับภาพเคลื่อนไหว แล้วทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การบันทึกจากตำแหน่งหรือจุดที่กำหนดไว้ และเมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น โปรแกรมก็จะบันทึกภาพเก็บลงเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วแจ้งเตือนให้ทราบทันที เช่น ส่งสัญญาณเตือนหรือส่งเมล์ให้ทราบ

- ช่วยให้สามารถเผยแพร่ภาพเหตุการณ์ต่างๆ จากกล้อง Webcam ผ่านทางเว็บไซต์ เพื่อให้คนทั่วโลกสามารถเข้ามารับชมได้ โดยโปรแกรมที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพ เพื่อเผยแพร่ภาพบนเว็บไซต์ปกติ จะมีมากับกล้อง Webcam เกือบทุกรุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

104272

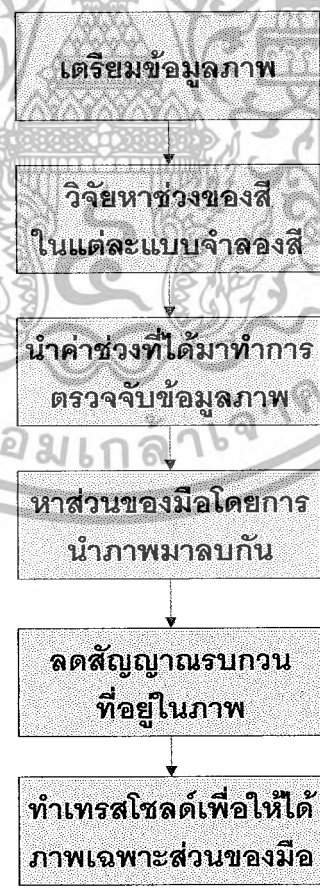
บทที่ 3

การออกแบบระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบซึ่งจะทำการออกแบบสองส่วนคือ ส่วนของการตรวจจับภาพมือ และส่วนของโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้น แสดงรายละเอียดได้ดังนี้

3.1 การออกแบบขั้นตอนการตรวจจับภาพมือ

การตรวจจับมือได้แยกออกเป็นสองลักษณะคือขณะที่มือมีปลอกสีสวมอยู่และขณะที่มือไม่ได้สวมปลอกสี ในการตรวจจับมือทั้งสองลักษณะนี้ได้ใช้กระบวนการเดียวกันในการตรวจจับแต่ต่างกันตรงช่วงสีที่ใช้ในการตรวจจับ ซึ่งกระบวนการตรวจจับภาพมือมีกระบวนการดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการตรวจจับภาพมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การเตรียมข้อมูลภาพ

ทำการเตรียมข้อมูลภาพจากกล้องเว็บแคม ซึ่งกล้องเว็บแคมนี้อาจจะเป็นชนิดแบบที่ติดตั้งมากับคอมพิวเตอร์แบบพกพา หรือจะเป็นชนิดที่ซื้อมาเป็นอุปกรณ์เสริมเพิ่มเติมก็สามารถใช้ได้เช่นเดียวกัน โดยภาพที่ถ่ายได้จากกล้องจะอยู่ในรูปแบบของแบบจำลองสี RGB

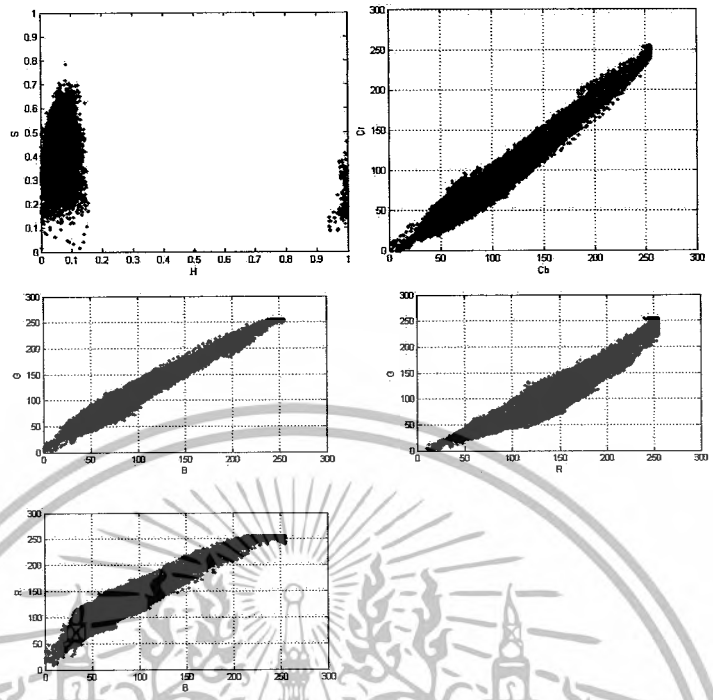
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการเตรียมข้อมูลภาพ

3.1.2 การวิจัยหาช่วงของสีที่ต้องการตรวจจับ

ในขั้นตอนของการวิจัยช่วงของสีที่ต้องการตรวจจับนั้นจะทำการใช้ทฤษฎีของแบบจำลองสีที่ต่างกัน 3 ชนิด คือ แบบจำลองสี RGB, แบบจำลองสี HSV, แบบจำลองสี YCbCr โดยมีวิธีการดังนี้

1. แปลงข้อมูลภาพที่เตรียมไว้ให้อยู่ในโหมดสีต่างๆที่จะทำการทดลอง
2. ทำการตรวจจับข้อมูลภาพที่ทำการวิจัย ผลที่ได้จะเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสีของแบบจำลองสีที่ทำการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

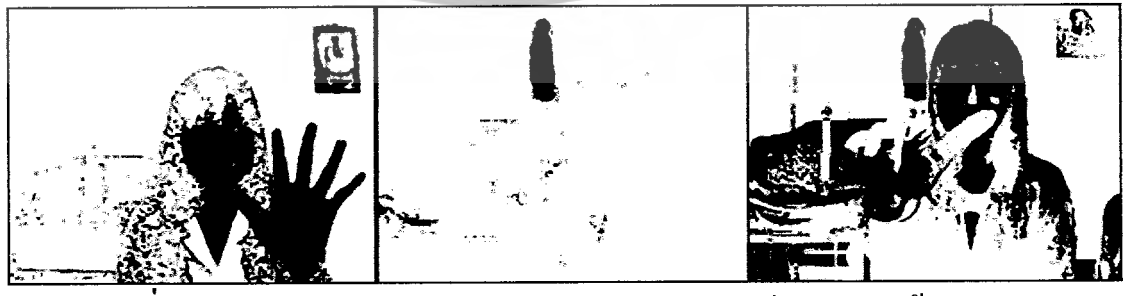


รูปที่ 3.3 ตัวอย่างช่วงของสีของแต่ละแบบจำลองสี

3. หาค่าช่วงของสีที่ได้จากการวิจัยของแต่ละแบบจำลองสี

3.1.3 นำค่าช่วงของสีที่ได้ของแต่ละแบบจำลองสีมาตรวจจับข้อมูลภาพ

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำช่วงของสีที่ได้ของแต่ละแบบจำลองสีมาตรวจจับข้อมูลภาพที่ได้ทำการเตรียมไว้โดยที่จะแยกการตรวจจับของแต่ละแบบจำลองสีแล้วนำมาเปรียบเทียบกันว่าแบบจำลองสีใดที่สามารถตรวจจับภาพมือแล้วผลที่ได้ออกมามีส่วนอื่นนอกจากมือน้อยที่สุดจะเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกใช้แบบจำลองสีนั้นนำมาใช้งานต่อไป



รูปที่ 3.4 ตัวอย่างของการนำค่าช่วงสีของแต่ละแบบจำลองสีมาตรวจจับข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การหาส่วนของมือโดยการนำภาพมาลบกัน

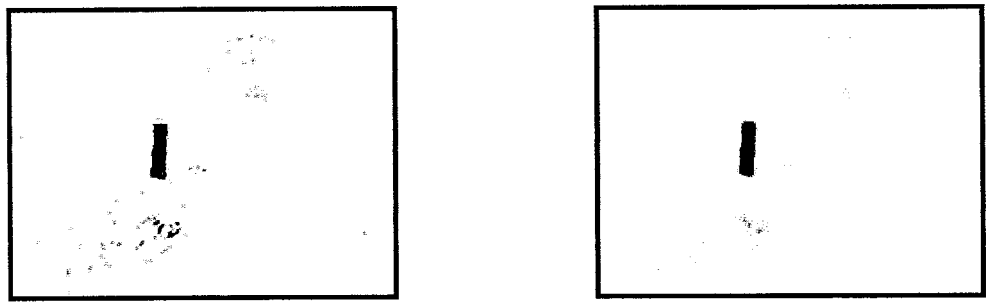
จากการที่ได้ส่วนของมือที่แต่ละแบบจำลองสีตรวจจับได้ และทำการเลือกแบบจำลองสีที่ดีที่สุดมาใช้งานแล้วนั้น ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการนำภาพก่อนการเคลื่อนไหวกับภาพหลังการเคลื่อนไหวของมือมาทำการลบกัน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เคลื่อนไหวได้เพียงเล็กน้อย สาเหตุที่ต้องทำเช่นนี้เนื่องจากกล้องเว็บแคมจะเก็บข้อมูลในรูปแบบของเฟรมภาพต่อเนื่องกัน ดังนั้นถ้านำข้อมูลภาพมาทำการลบกัน ภายใต้สภาพแวดล้อมที่กำหนดจะทำให้ได้ส่วนของมือ เนื่องจากมีเฉพาะมือเท่านั้นที่เคลื่อนไหวไปมาในวงกว้าง

รูปที่ 3.5 ตัวอย่างของการลบกันของภาพก่อนการเคลื่อนไหวและหลังการเคลื่อนไหว

3.1.5 การลดสัญญาณรบกวนที่อยู่ในภาพ

จากการที่นำภาพก่อนการเคลื่อนไหวและหลังการเคลื่อนไหวของมือภายใต้การควบคุมสภาพแวดล้อมมาทำการลบกันแล้วจะเห็นได้ว่าเป็นการยากที่จะควบคุมให้สภาพแวดล้อมเช่น ร่างกาย ส่วนหัว ไม่มีการเคลื่อนที่ใดๆเลยจึงทำให้ภาพที่ทำการลบกันนั้นมีจุดภาพอื่นเกิดขึ้นนอกเหนือจากมือซึ่งก็คือสัญญาณรบกวนของภาพดังนั้นในขั้นตอนนี้ก็จะทำการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นโดยใช้ ทฤษฎีการกรองความถี่มัธยฐาน(Median Filter) ได้อธิบายหลักการของทฤษฎีนี้ไว้ในหัวข้อ 2.2.5.3

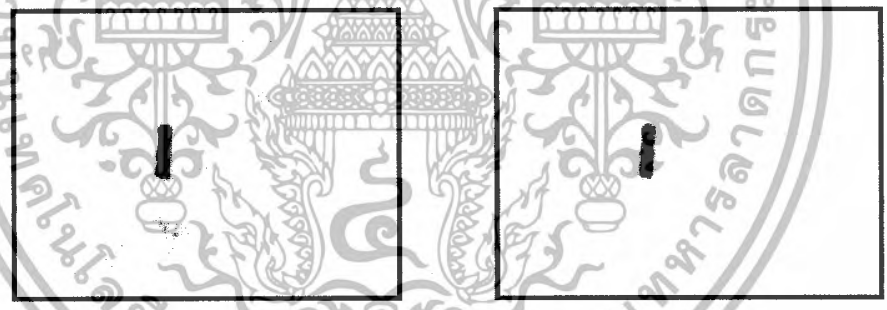
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างภาพก่อนและหลังการลดสัญญาณรบกวน

3.1.6 การทำเทรสโชลด์เพื่อให้ได้ภาพเฉพาะส่วนของมือ

เมื่อทำการลดสัญญาณรบกวนภายในภาพแล้วก็อาจจะมีสัญญาณรบกวนบางส่วนปรากฏอยู่แต่จะเห็นได้ว่าสีที่ได้จากการลดสัญญาณรบกวนนั้น ถ้าหากเป็นบริเวณอื่นที่ไม่ใช่มือหรือส่วนที่ต้องการแล้วจะมีค่าระดับสีที่แตกต่างกันดังนั้นจึงใช้ทฤษฎีเทรสโชลด์ คือการกำหนดค่าระดับสีที่ต้องการเพื่อแยกส่วนที่ต้องการออกจากส่วนที่ไม่ต้องการผลการทำเทรสโชลด์เป็นดังนี้



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างภาพก่อนและหลังการทำเทรสโชลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

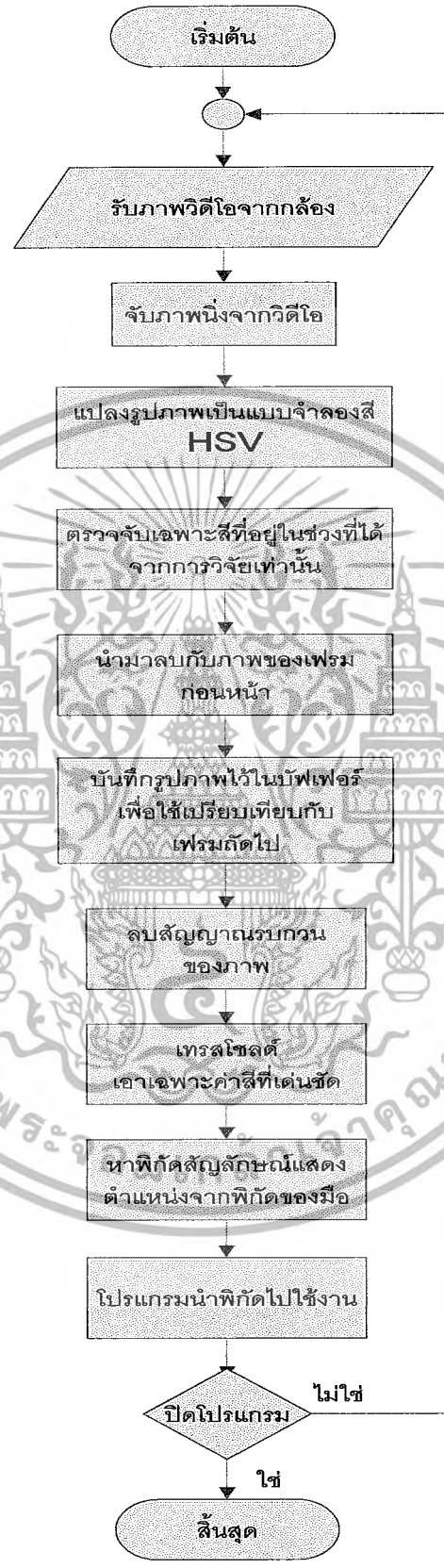
3.2 การออกแบบโปรแกรมประยุกต์

โปรแกรมประยุกต์เป็นโปรแกรมที่ทำขึ้นเพื่อนำทฤษฎีที่ได้จากการวิจัยมาพัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริงและเกิดประโยชน์ในการใช้ให้มากที่สุด ซึ่งกระบวนการในการออกแบบโปรแกรมประยุกต์นั้นก็จะอาศัยหลักการที่ได้ทำการศึกษาเรื่องของการตรวจจับมือ ซึ่งกระบวนการเป็นดังนี้

1. การนำเข้าภาพวิดีโอจากกล้องเว็บแคมเพื่อนำมาใช้งาน โดยจะใช้ความละเอียดขนาด 160x120 จุด
2. การจับภาพจากกล้องเว็บแคม เพื่อแปลงให้เป็นภาพนิ่ง
3. การใช้กระบวนการจากผลการวิจัยมาตรวจจับพื้นที่ของมือบนรูปภาพ
4. การค้นหาพิกัดของมือที่ได้มาใช้เป็นพิกัดของจุดแสดงผลบนโปรแกรม
5. การสร้างโปรแกรมย่อยมารองรับการใช้งาน

การทำงานทั้งหมดแสดงเป็นแผนภูมิไว้ในหน้าถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงขั้นการออกแบบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองนั้นเราได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองตอนหลักๆ คือ การทดลองเพื่อหากระบวนการที่เหมาะสมในการตรวจจับภาพมือ และการทดลองสร้างโปรแกรมประยุกต์จากผลการวิจัย

4.1 การตรวจจับมือ

4.1.1 การตรวจจับมือโดยวิธีการสวมปลอกสีที่นิ้วชี้และนิ้วโป้ง

ในการทดลองนี้จะเป็นการตรวจจับสีที่สวมอยู่ที่นิ้วมือ โดยกำหนดให้นิ้วชี้สวมสีแดงและนิ้วโป้งสวมสีเขียวหลังจากนั้นก็ได้กระบวนการในการตรวจจับแต่ละสีดังนี้

4.1.1.1 การเตรียมข้อมูลภาพ

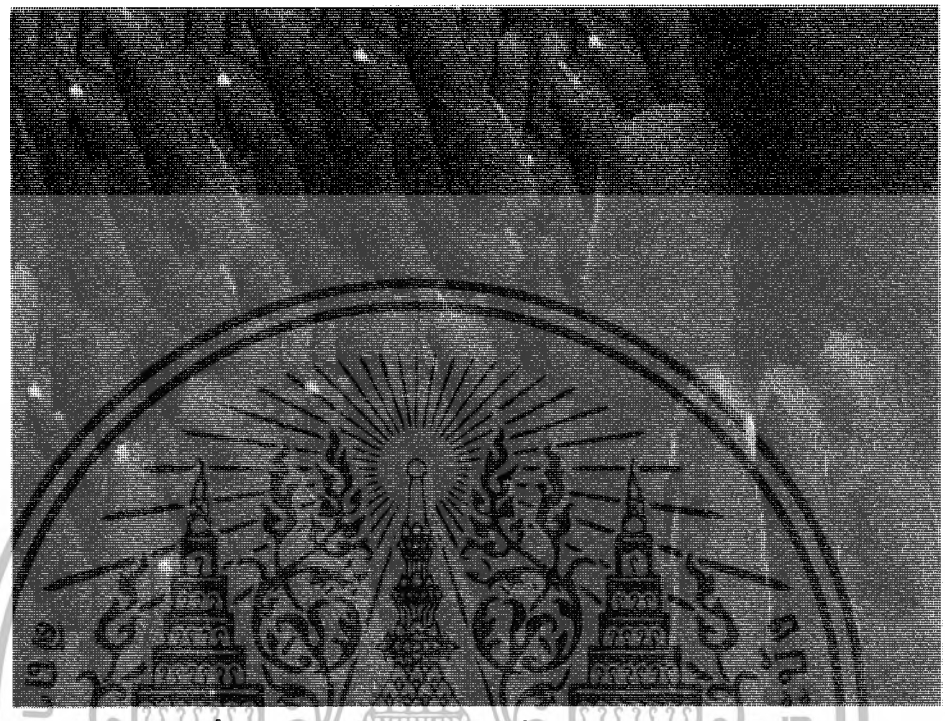
ในขั้นตอนแรกเราต้องทำการเตรียมข้อมูลภาพโดยการถ่ายภาพจากกล้องเว็บแคมที่ใช้ในการทำการทดลองมาเพื่อจะนำข้อมูลภาพเหล่านั้นมาทำการตรวจจับส่วนที่เป็นมือสำหรับในขั้นตอนนี้ จะทำการถ่ายรูปมือที่สวมปลอกนิ้วมือสีแดงและสีเขียวดังภาพ

รูปที่ 4.1 ภาพที่ได้จากการเตรียมข้อมูล

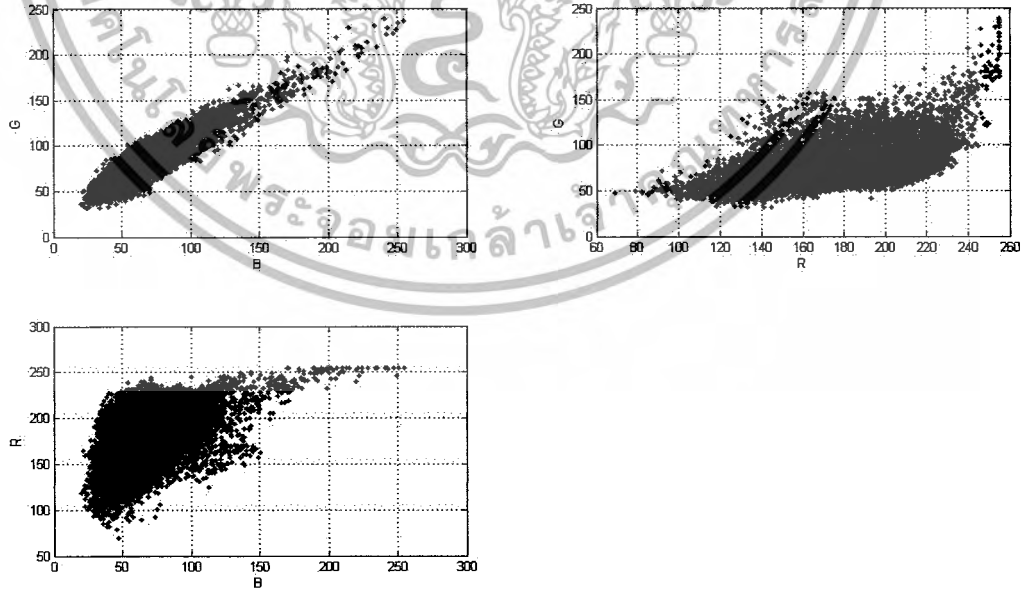
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.2 การวิจัยสีแดงของปลอกสีที่นำมาสวมที่นิ้วชี้

เป็นการใช้กระบวนการต่างๆตามทฤษฎีในบทที่ 2 เพื่อหาช่วงของสีที่ต้องการ

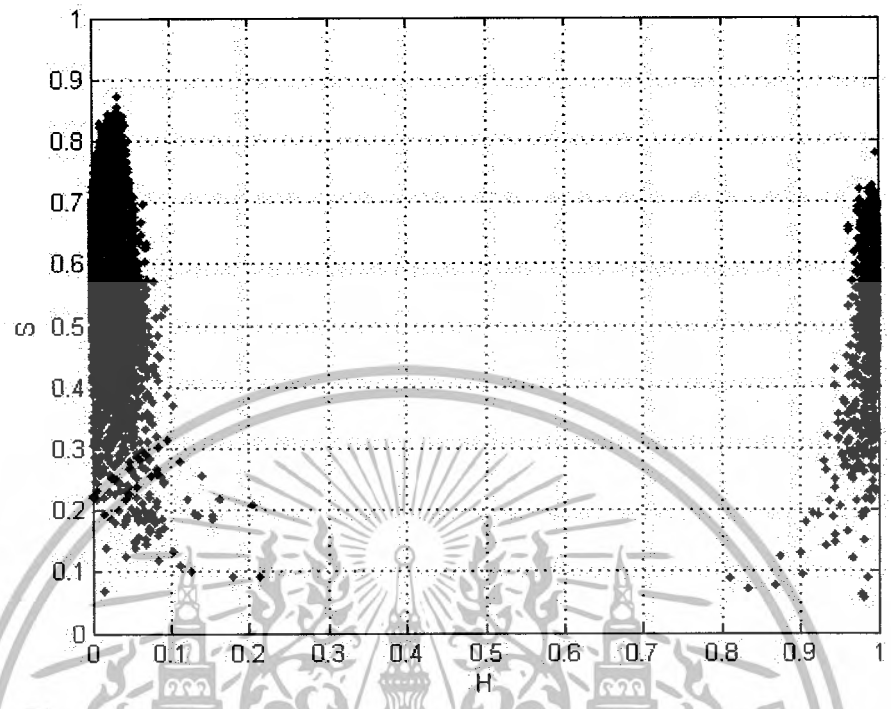


รูปที่ 4.2 รูปสีแดงของปลอกสีที่นำมาหาช่วงของสีแดง

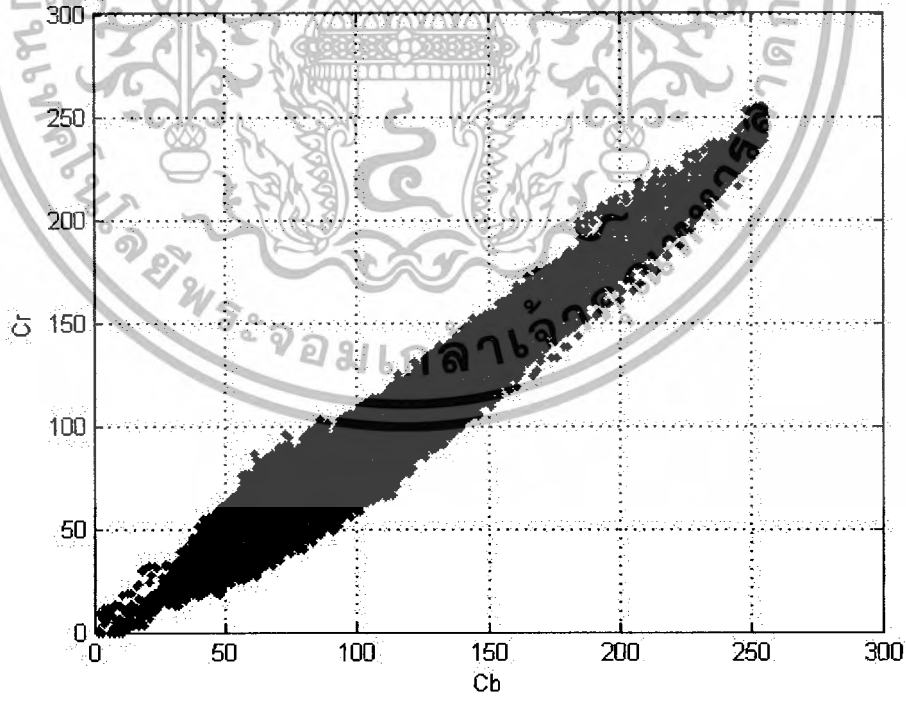


รูปที่ 4.3 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีแดงตามแบบจำลองสี RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีแดงตามแบบจำลองสี HSV



รูปที่ 4.5 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีแดงตามแบบจำลองสี YCbCr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลของการวิจัยหาช่วงของสีตามทฤษฎีของแบบจำลองสีทั้ง 3 แบบจะได้ช่วงของสีแดงดังนี้

แบบจำลองสี RGB

RED	อยู่ในช่วง	100	ถึง	140
GREEN	อยู่ในช่วง	35	ถึง	150
BLUE	อยู่ในช่วง	25	ถึง	125

แบบจำลองสี HSV

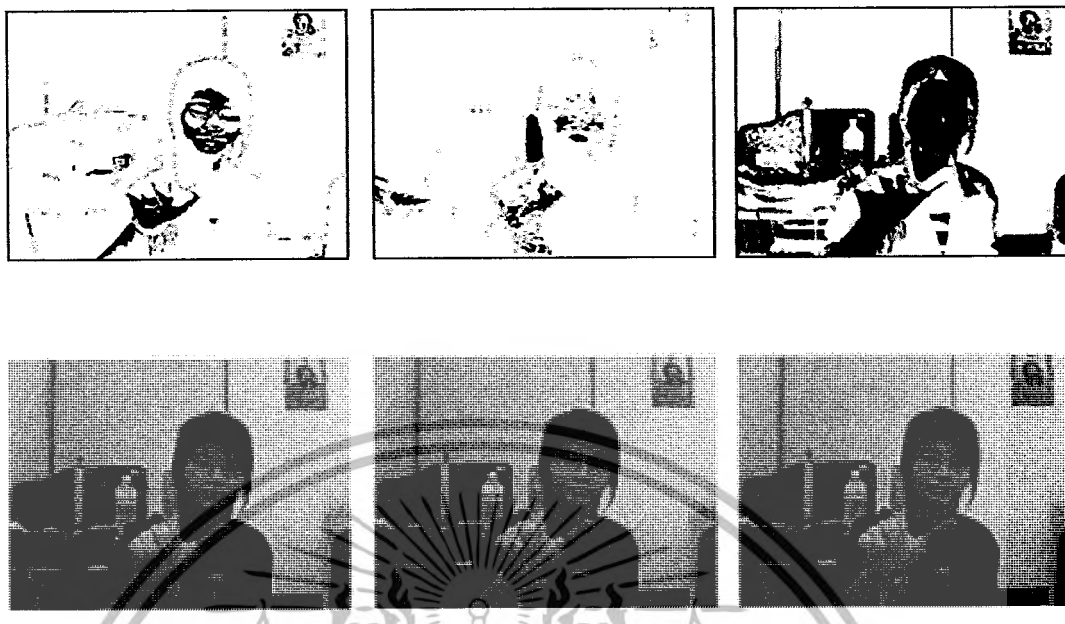
ช่วงที่ 1 HUE	อยู่ในช่วง	0	ถึง	0.04
SATURATION	อยู่ในช่วง	0.25	ถึง	0.86
ช่วงที่ 2 HUE	อยู่ในช่วง	0.98	ถึง	1
SATURATION	อยู่ในช่วง	0.28	ถึง	0.71

แบบจำลองสี YCbCr

Cb	อยู่ในช่วง	30	ถึง	140
Cr	อยู่ในช่วง	25	ถึง	130

4.1.1.3 ทำการตรวจจับสีจากข้อมูลที่ได้วิจัยมาแล้วเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองสีที่ดีที่สุดมาใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



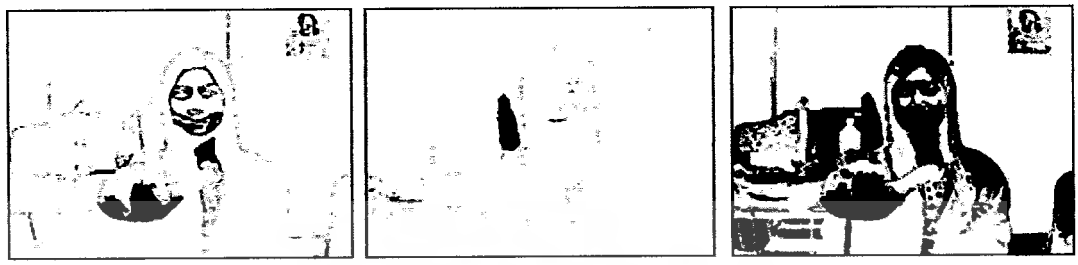
(ก) (ข) (ค)

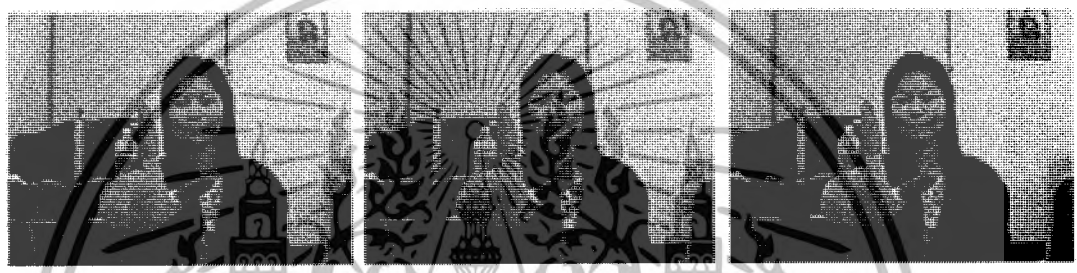
รูปที่ 4.6 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 1)

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.7 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 2)

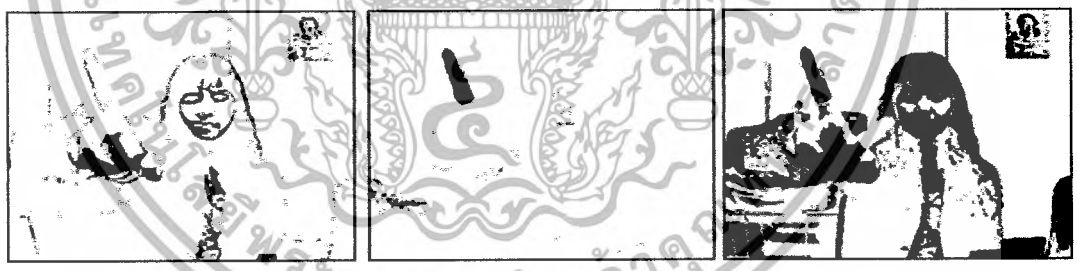
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

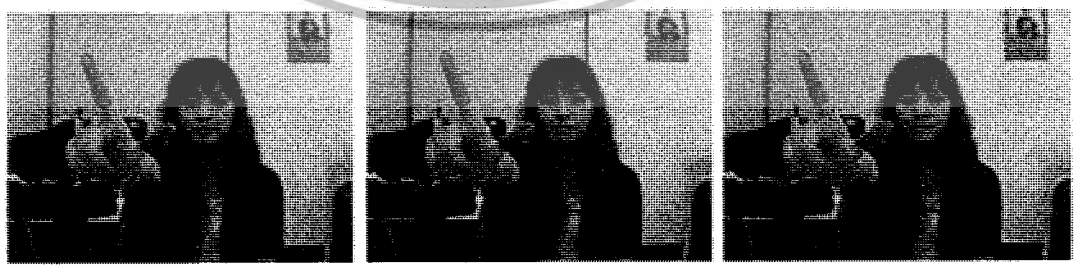




(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.8(ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 3)

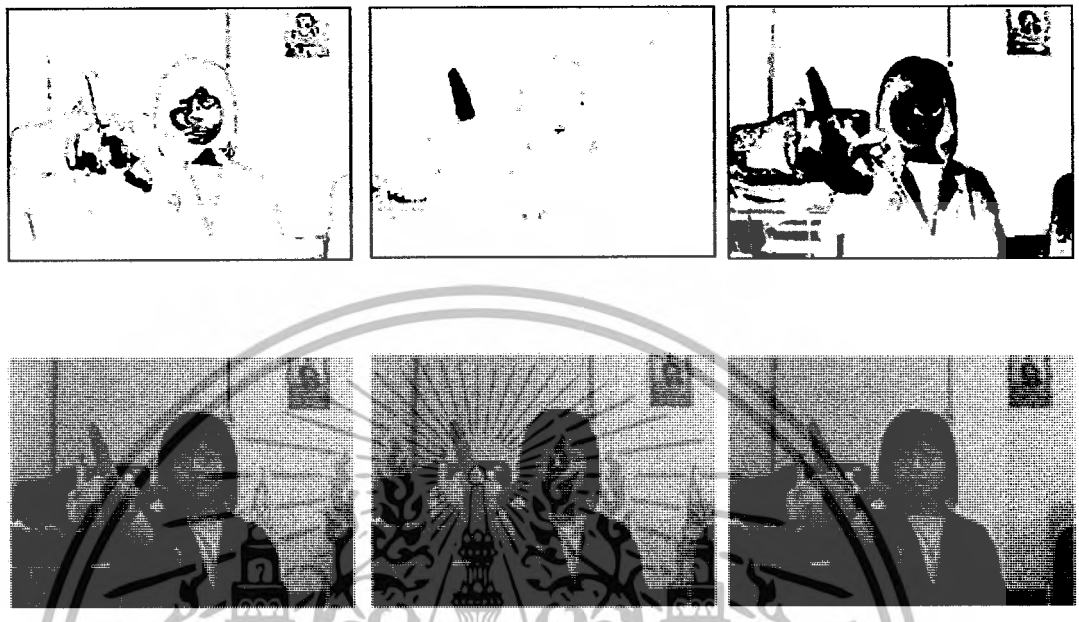




(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.9(ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



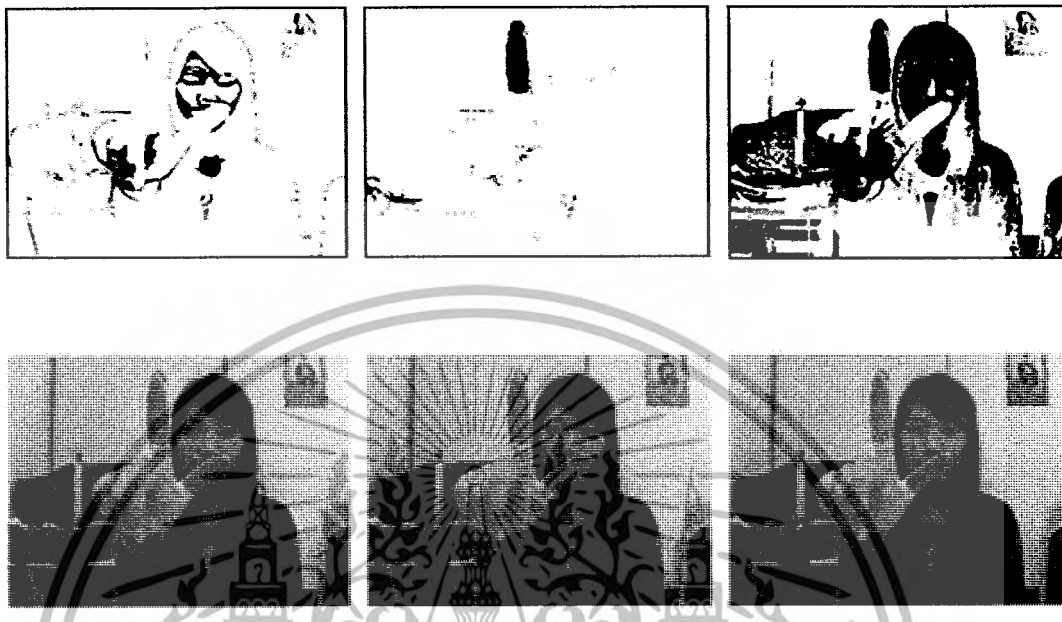
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.10 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 5)

(ก) (ข) (ค)

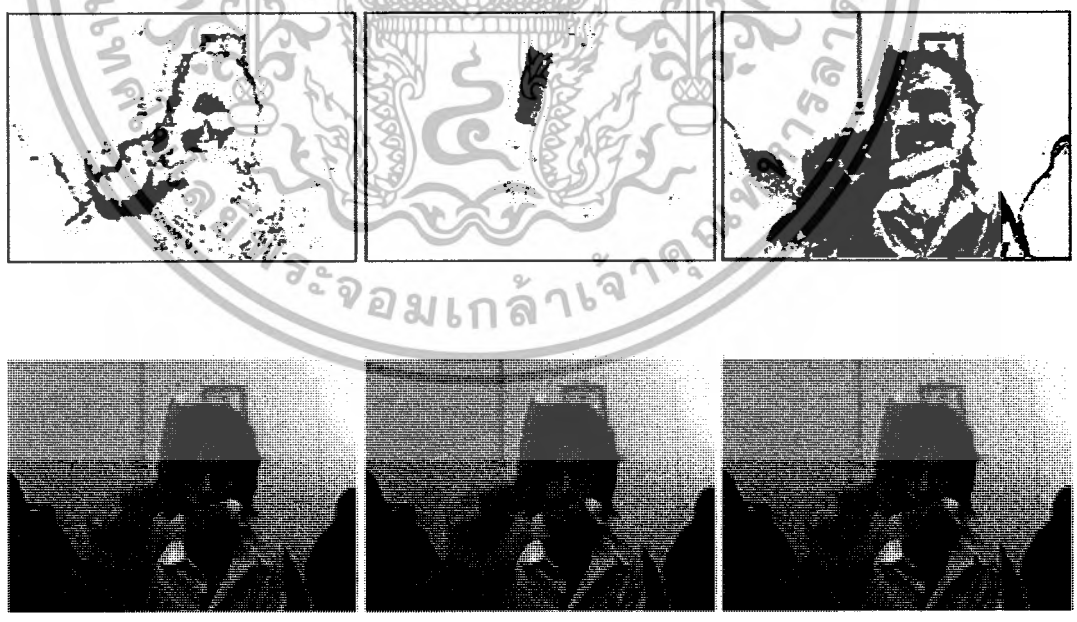
รูปที่ 4.11 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

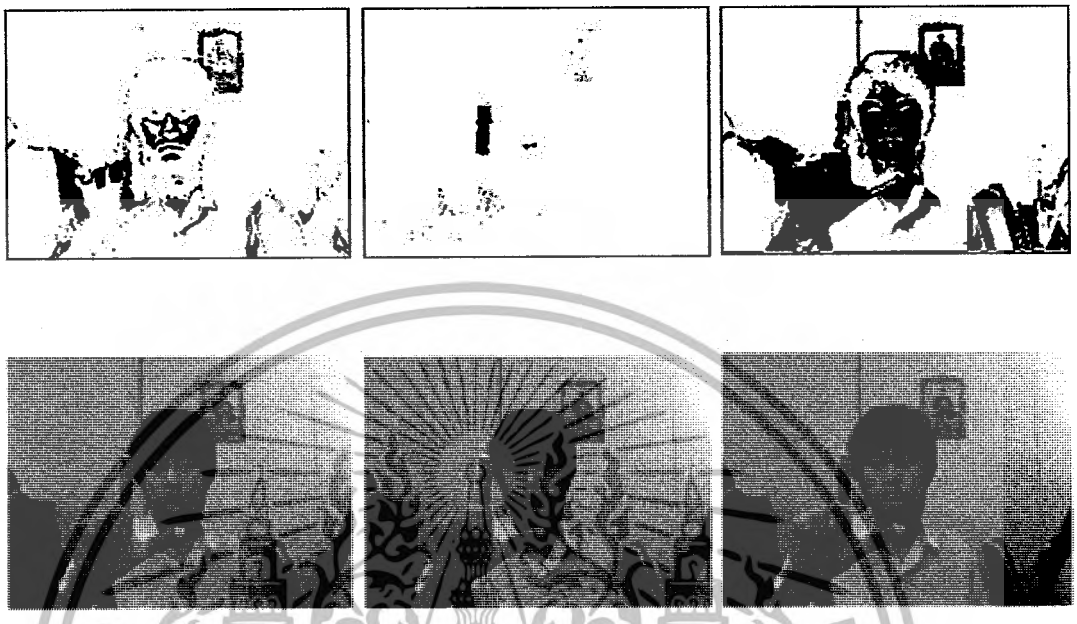
รูปที่ 4.12 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (ดนที่ 7)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.13 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (ดนที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.14 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 9)

(ก) (ข) (ค)

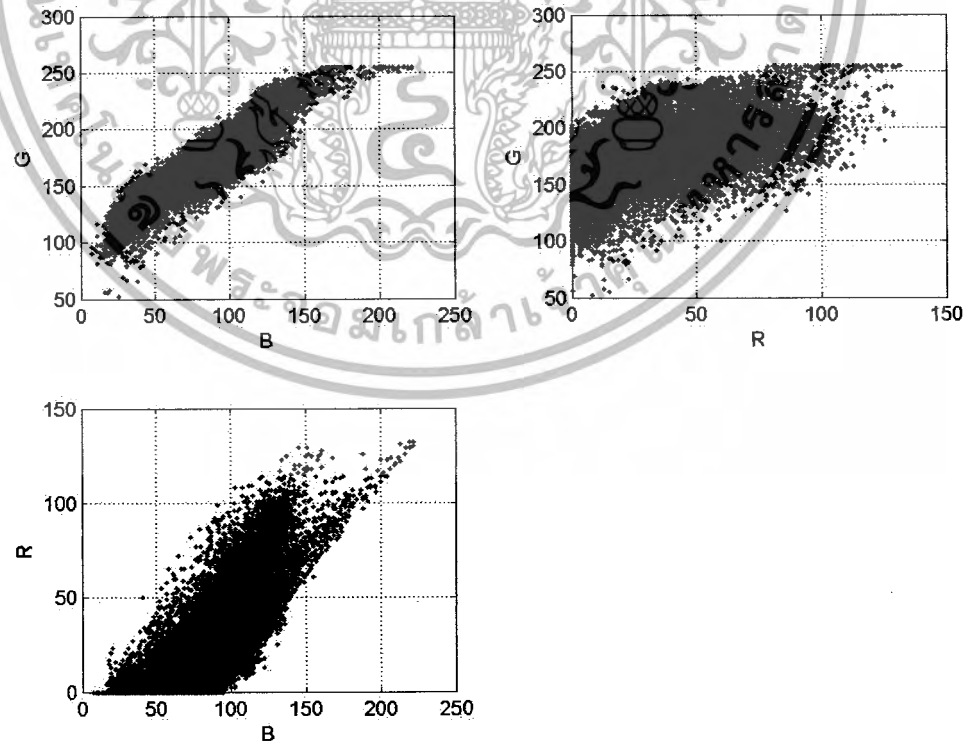
รูปที่ 4.15 (ก) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีแดงโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.4 การวิจัยสีเขียวของปลอกสีที่นำมาสวมที่นิ้วชี้

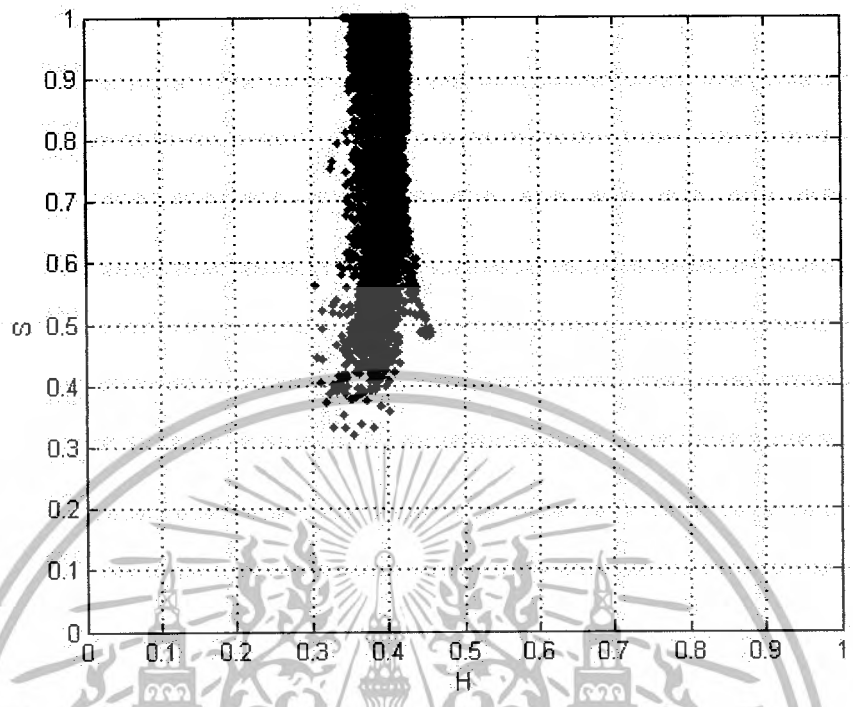
เป็นการใช้กระบวนการต่างๆตามทฤษฎีในบทที่ 2 เพื่อหาช่วงของสีที่ต้องการ

รูปที่4.16 รูปสีเขียวของปลอกสีที่นำมาหาช่วงของสีเขียว

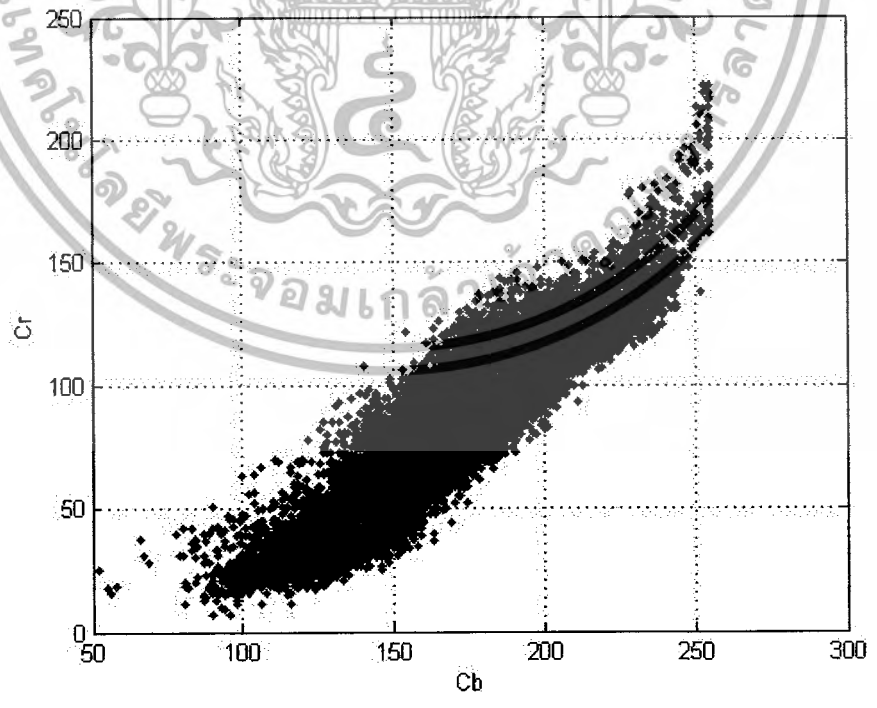


รูปที่ 4.17 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี HSV



รูปที่ 4.19 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี YCbCr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลของการวิจัยหาช่วงของสีตามทฤษฎีของแบบจำลองสีทั้ง 3 แบบจะได้ช่วงของสีเขียวดังนี้

แบบจำลองสี RGB

RED	อยู่ในช่วง	0	ถึง	100
GREEN	อยู่ในช่วง	100	ถึง	240
BLUE	อยู่ในช่วง	10	ถึง	150

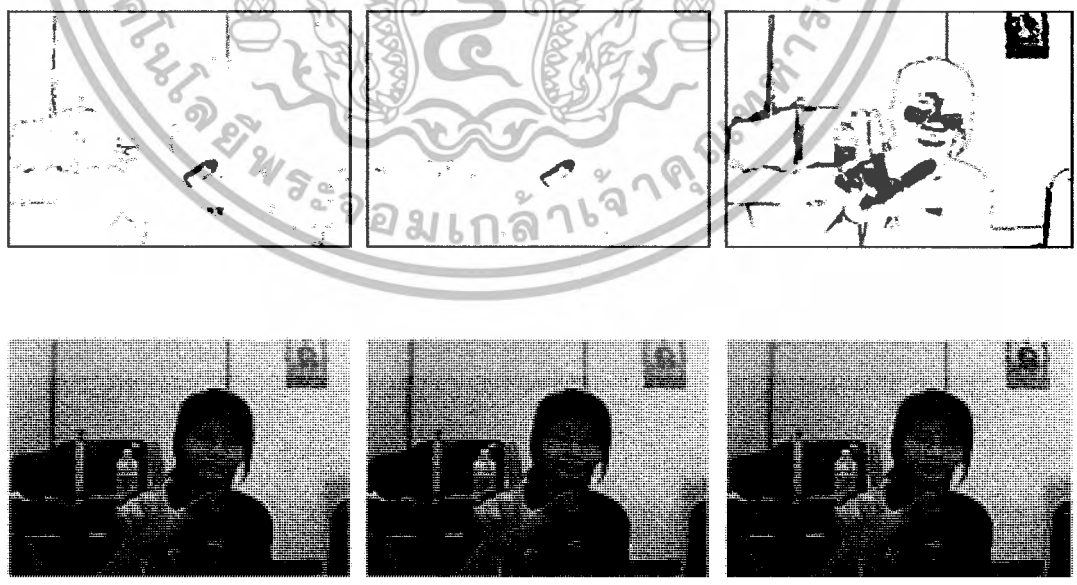
แบบจำลองสี HSV

HUE	อยู่ในช่วง	0.37	ถึง	0.45
SATURATION	อยู่ในช่วง	0.4	ถึง	1

แบบจำลองสี YCbCr

Cb	อยู่ในช่วง	100	ถึง	240
Cr	อยู่ในช่วง	20	ถึง	150

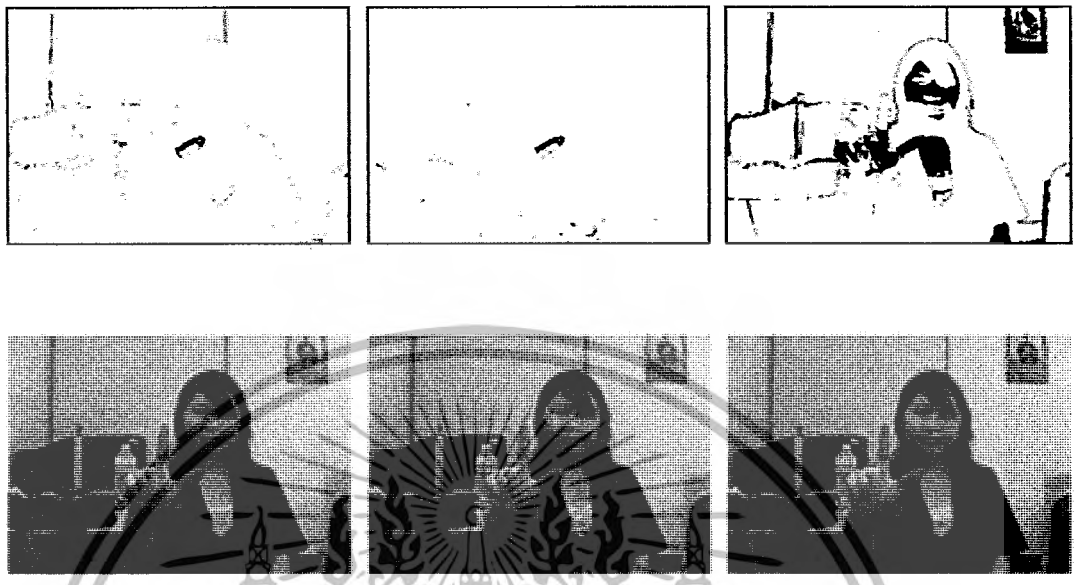
4.1.1.5 ทำการตรวจจับสีจากข้อมูลที่ได้วิจัยมาแล้วเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองสีที่ดีที่สุดมาใช้งานต่อไป



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.20 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



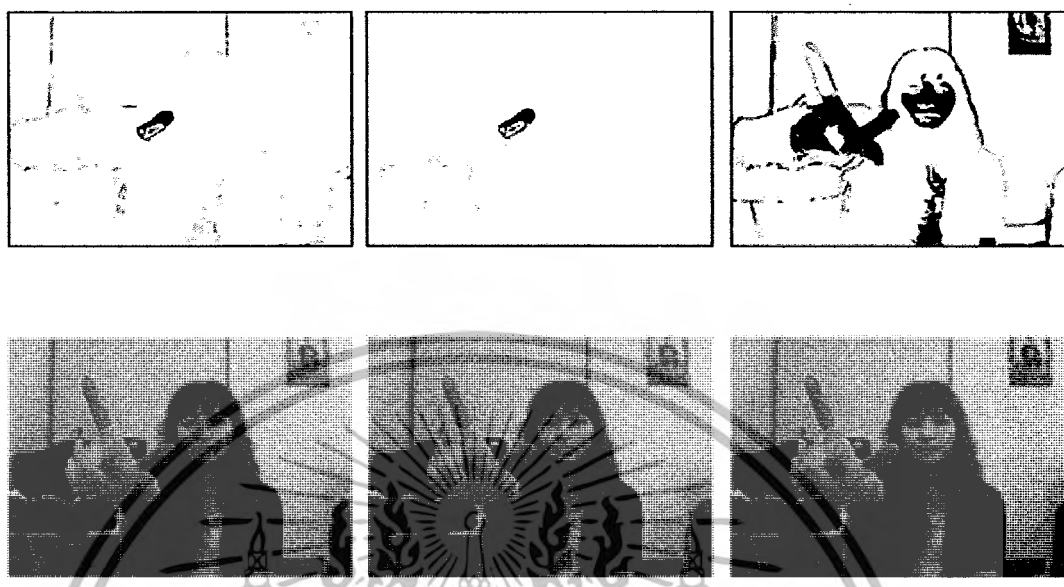
(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.21 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 2)

(ก) (ข) (ค)

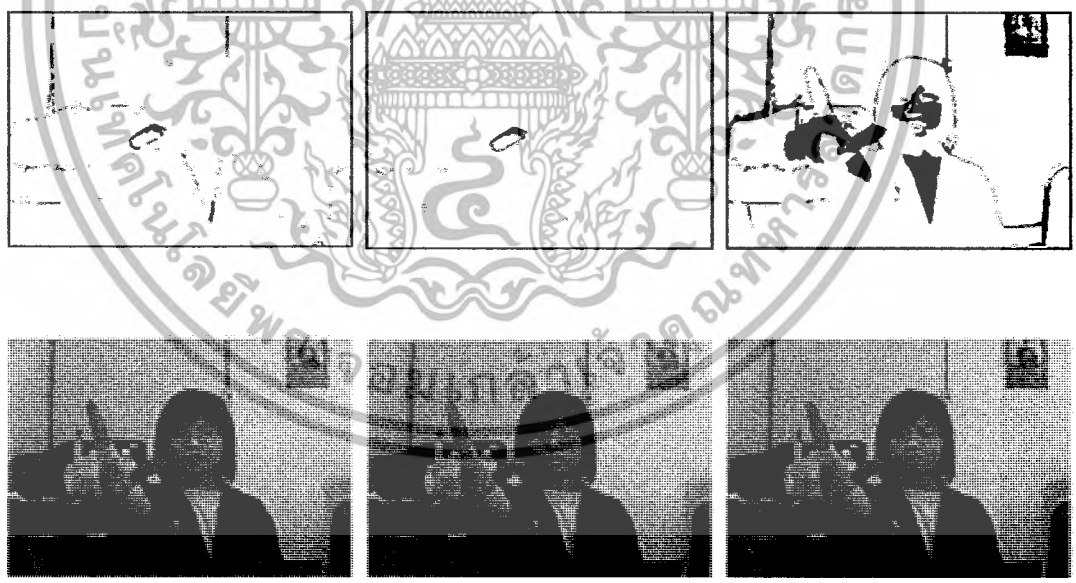
รูปที่ 4.22 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

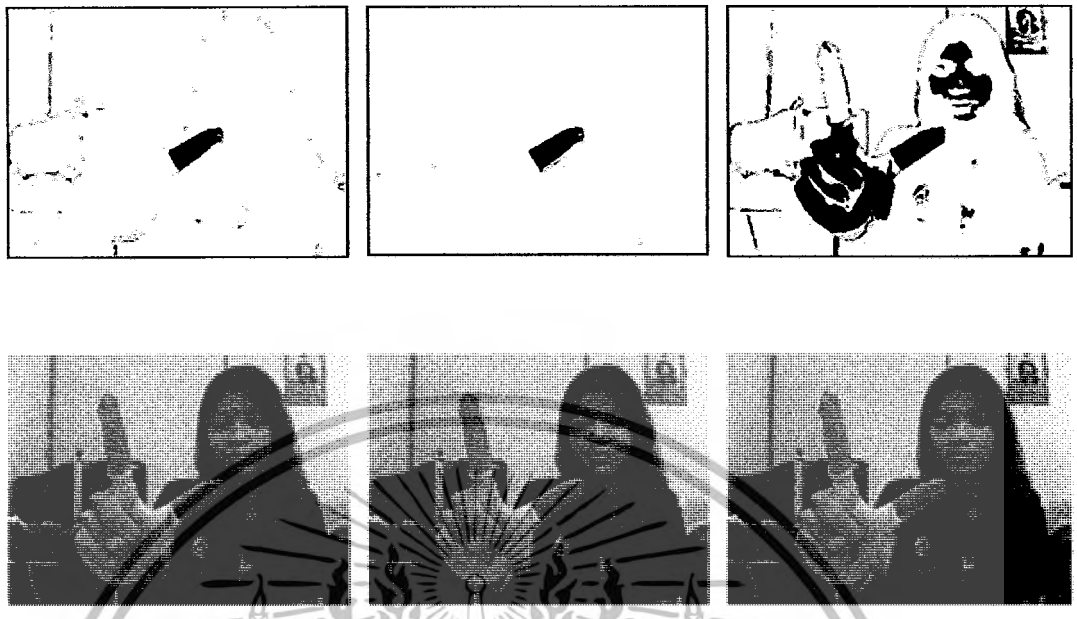
รูปที่ 4.23 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 4)



(ก) (ข) (ค)

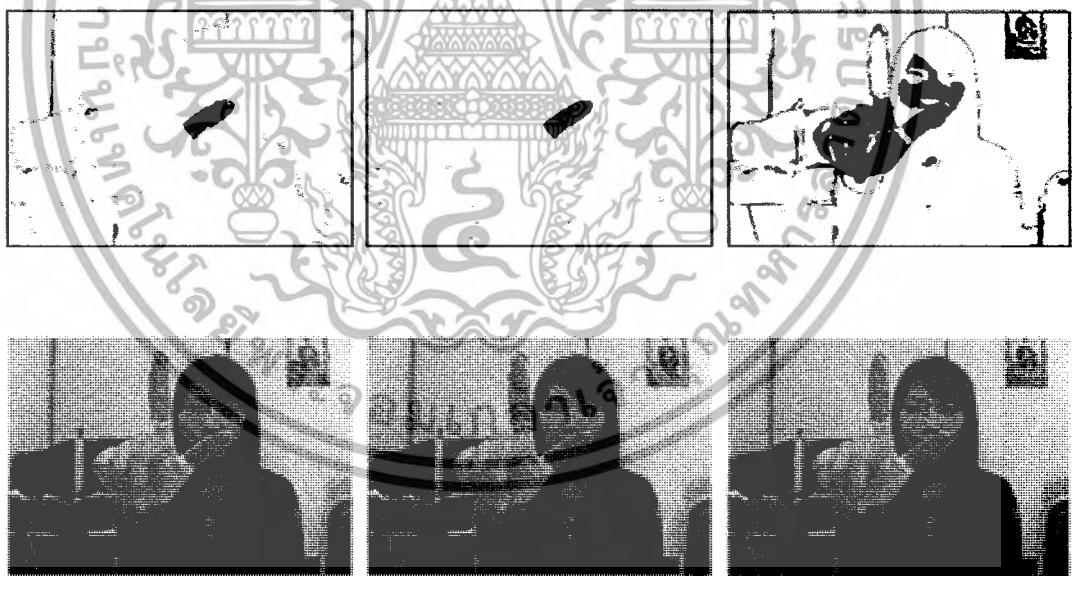
รูปที่ 4.24 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

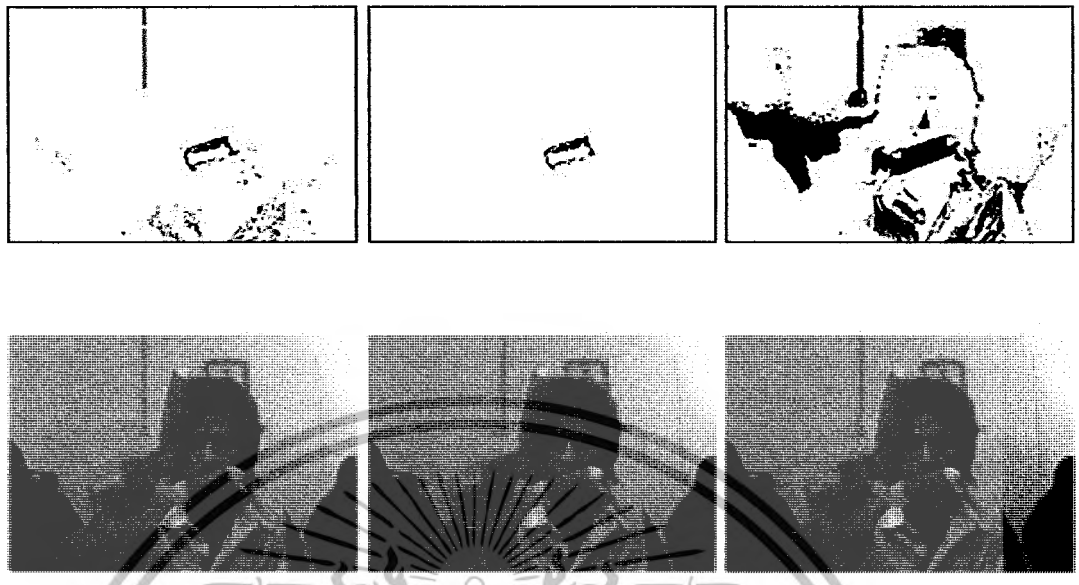
รูปที่ 4.25 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 6)



(ก) (ข) (ค)

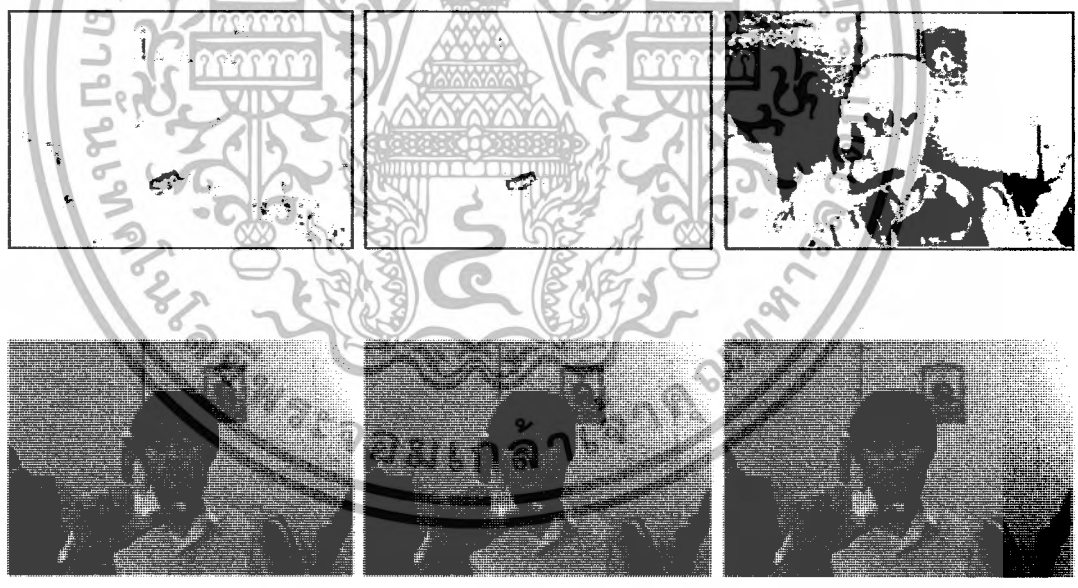
รูปที่ 4.26 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

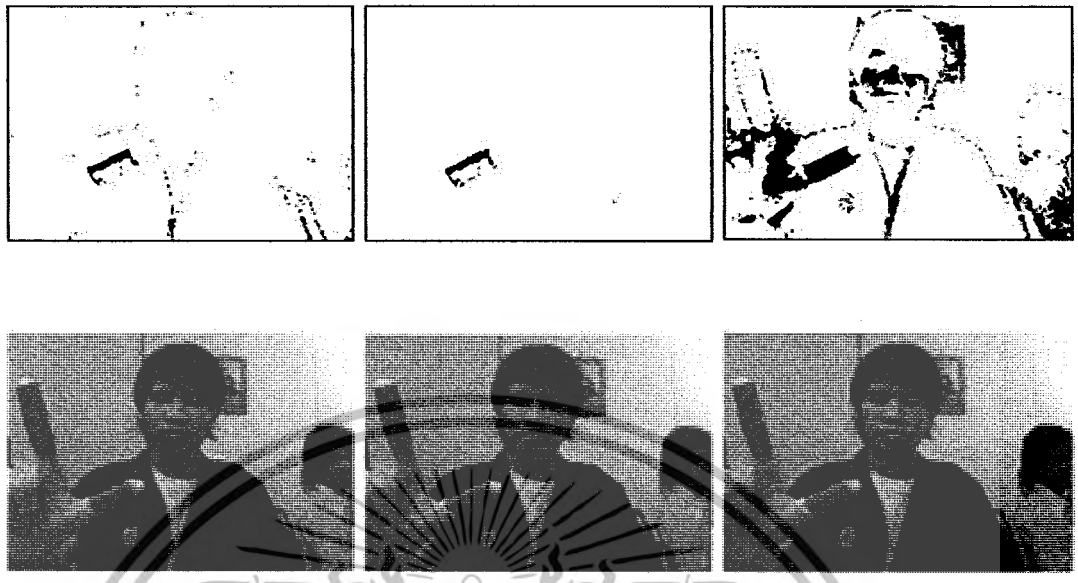
รูปที่ 4.27 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 8)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.28 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.29 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 10)

4.1.1.6 เปรียบเทียบแบบจำลองสีในการตรวจจับสี

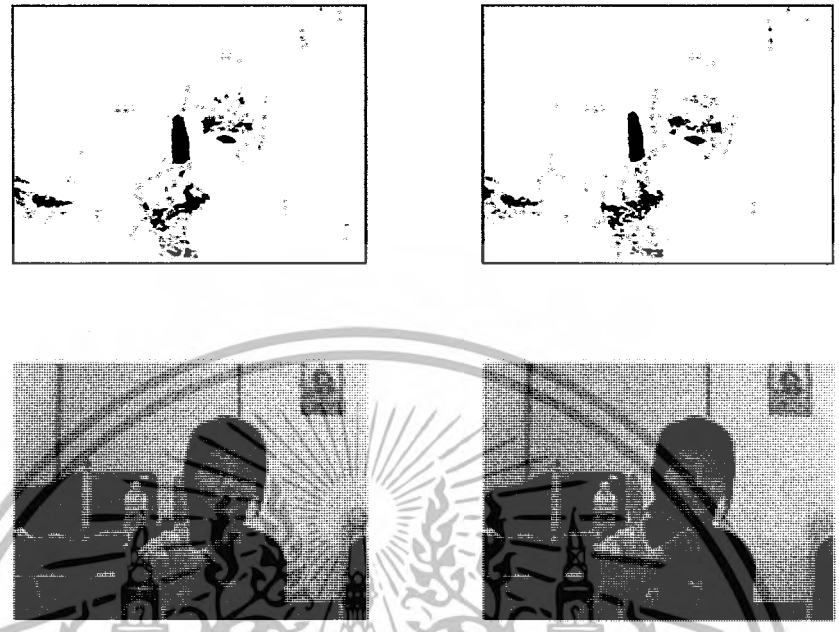
จากข้อมูลภาพที่ได้จากการทดลองหลังจากการใช้ทฤษฎีแบบจำลองสีต่างๆในการตรวจจับสีแดงและสีเขียว จากผลการทดลองสรุปได้ว่าแบบจำลองสี HSV มีความสามารถในการตรวจจับสีที่ต้องการได้มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบจำลองสี RGB และแบบจำลองสี YCbCr ดังนั้นในการทดลองขั้นตอนต่อไปจึงใช้แบบจำลองสี HSV

4.1.1.7 การหาส่วนของมือโดยการนำภาพมาลบกัน

เนื่องจากการใช้งานจริงจะเกิดการเคลื่อนไหวของมือเกิดขึ้นและกล้องเว็บแคมจะเก็บภาพเคลื่อนไหวนั้นไว้ในรูปแบบของเฟรมภาพ ดังนั้นการทดลองจึงนำภาพสองภาพมาทำการลบกันเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่างของเฟรมปัจจุบันและเฟรมก่อนหน้า การทดลองนี้ได้อยู่ภายใต้ข้อกำหนดที่ว่ามีเพียงมือเท่านั้นที่สามารถเคลื่อนที่ได้ สภาพแวดล้อมอื่นๆสามารถเคลื่อนที่ได้เล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การลบกันของภาพที่ทำการตรวจจับปลอกสีแดง

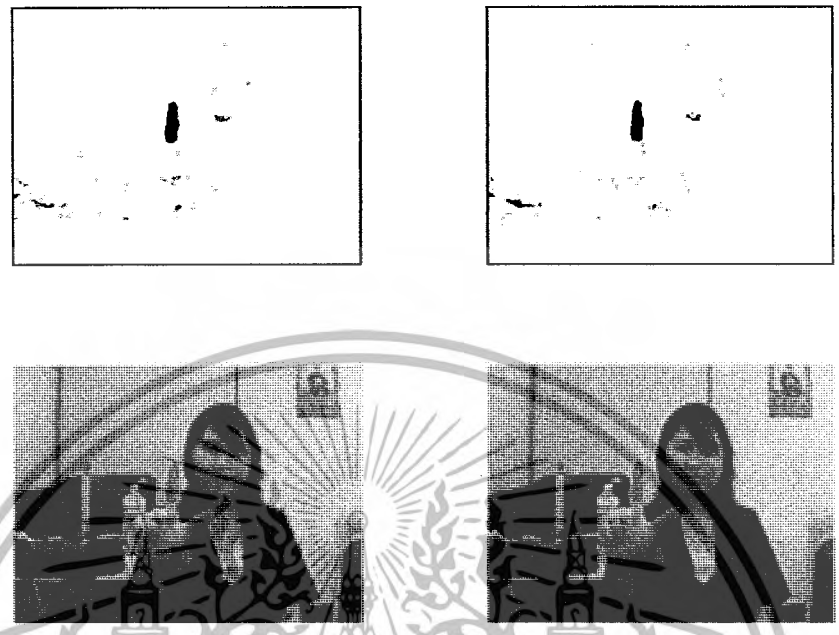


(ก) (ข)

รูปที่ 4.30 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 1)

รูปที่ 4.31 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน(คนที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

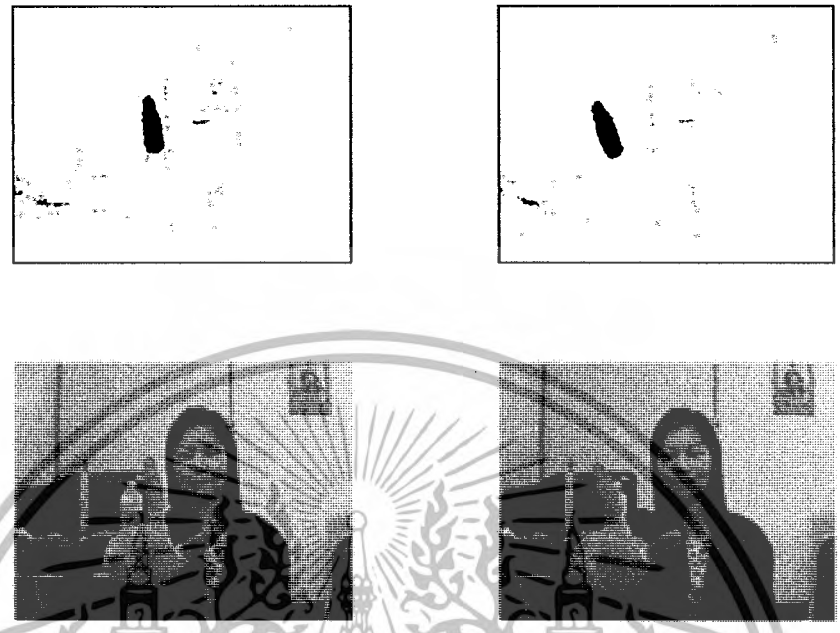


(ก) (ข)

รูปที่ 4.32 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 2)

รูปที่ 4.33 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

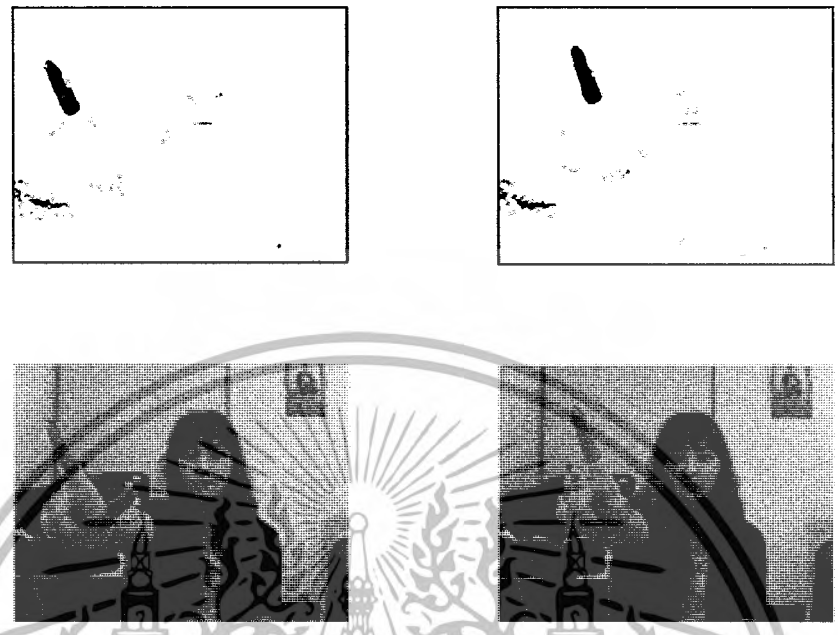


(ก) (ข)

รูปที่ 4.34 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 3)

รูปที่ 4.35 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

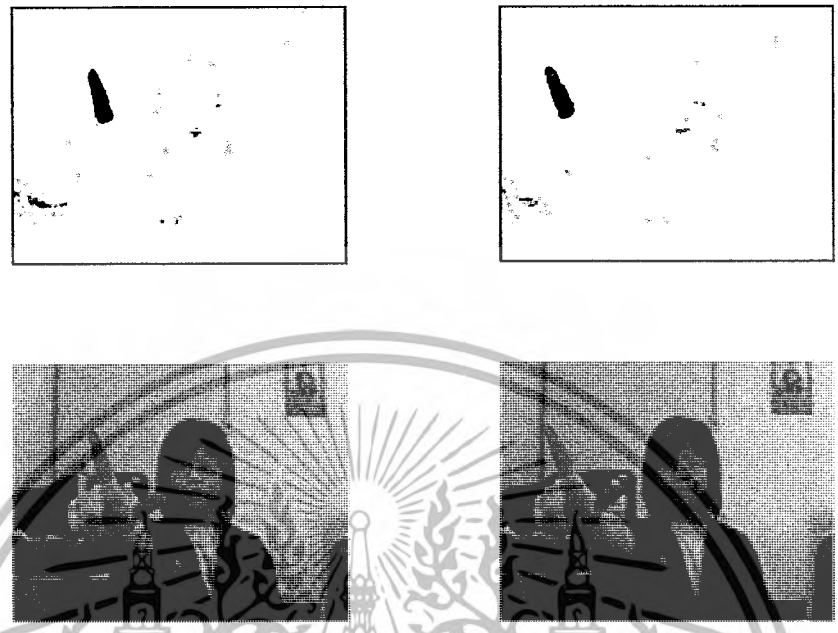


(ก) (ข)

รูปที่ 4.36 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 4)

รูปที่ 4.37 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

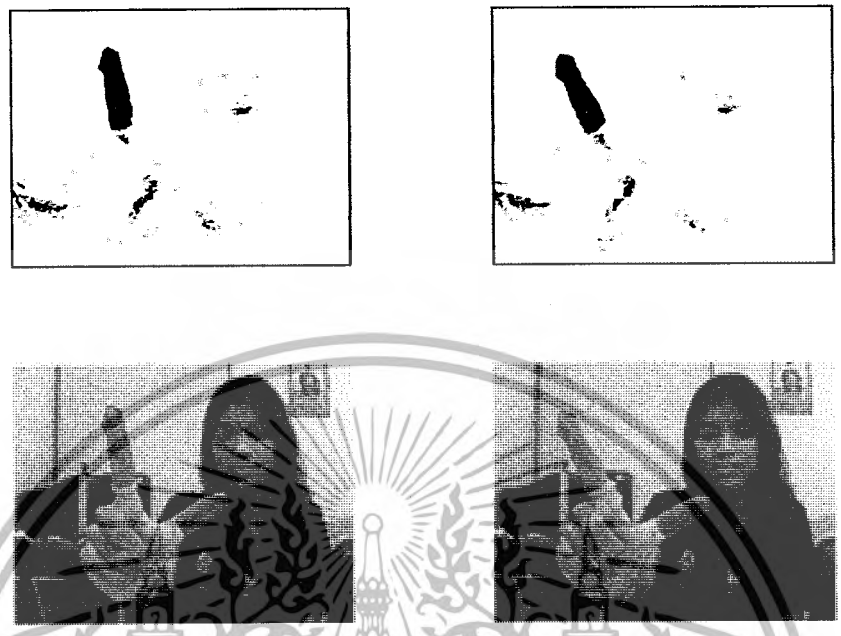


(ก) (ข)

รูปที่ 4.38 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 5)

รูปที่ 4.39 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

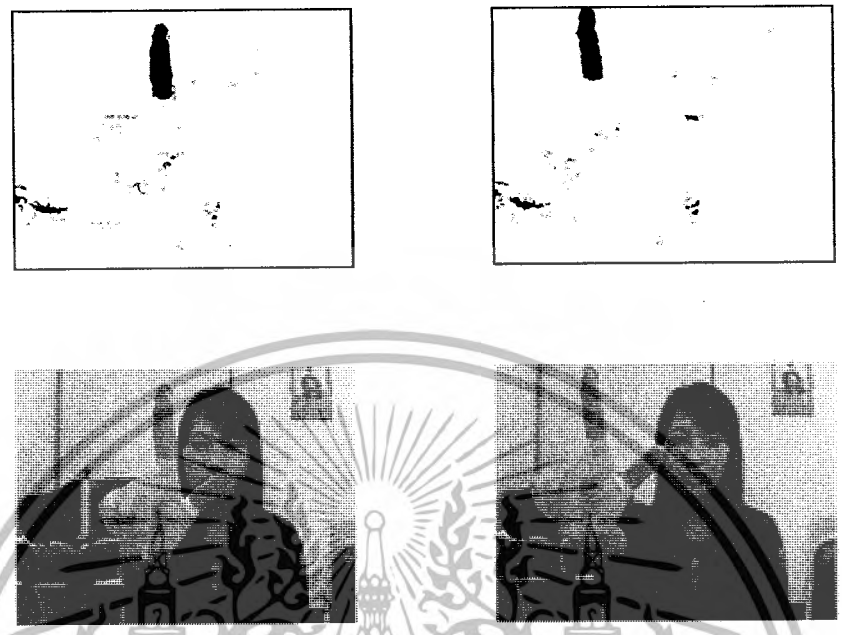


(ก) (ข)

รูปที่ 4.40 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 6)

รูปที่ 4.41 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

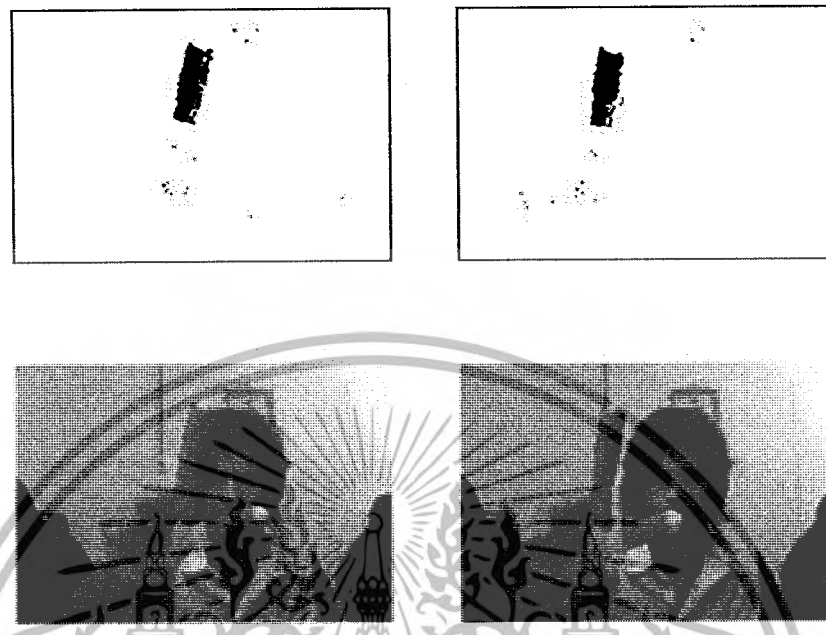


(ก) (ข)

รูปที่ 4.42 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 7)

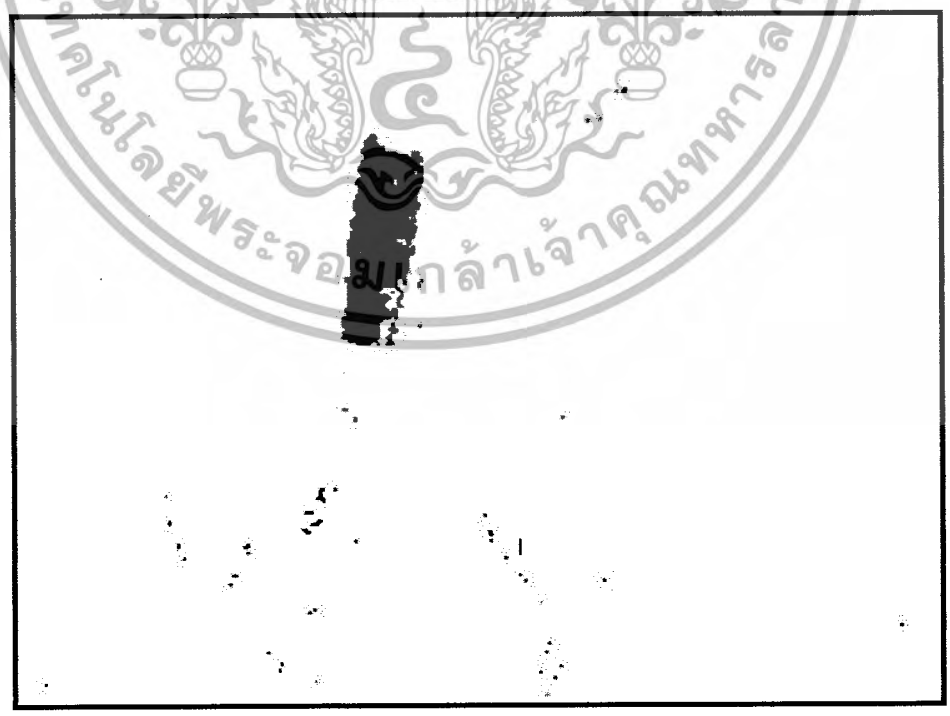
รูปที่ 4.43 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



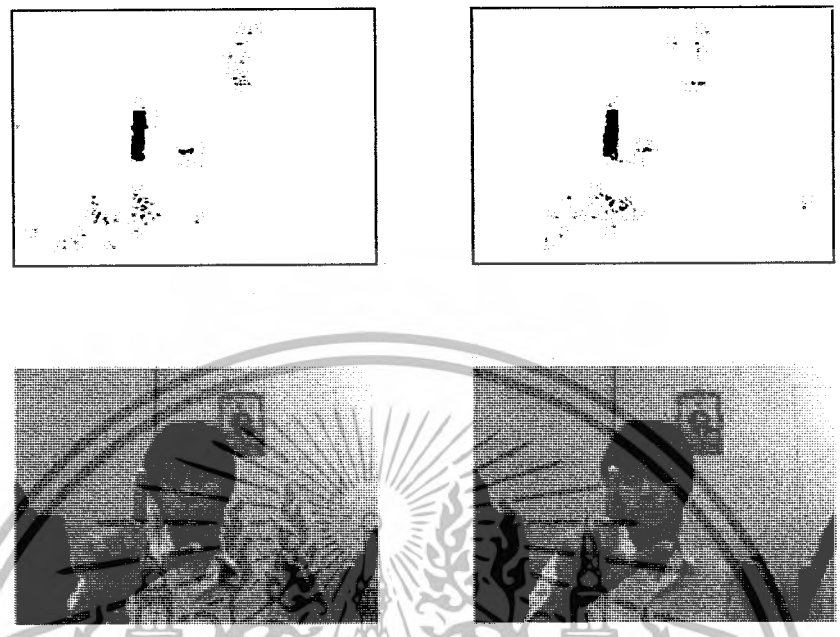
(ก) (ข)

รูปที่ 4.44 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 8)



รูปที่ 4.45 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

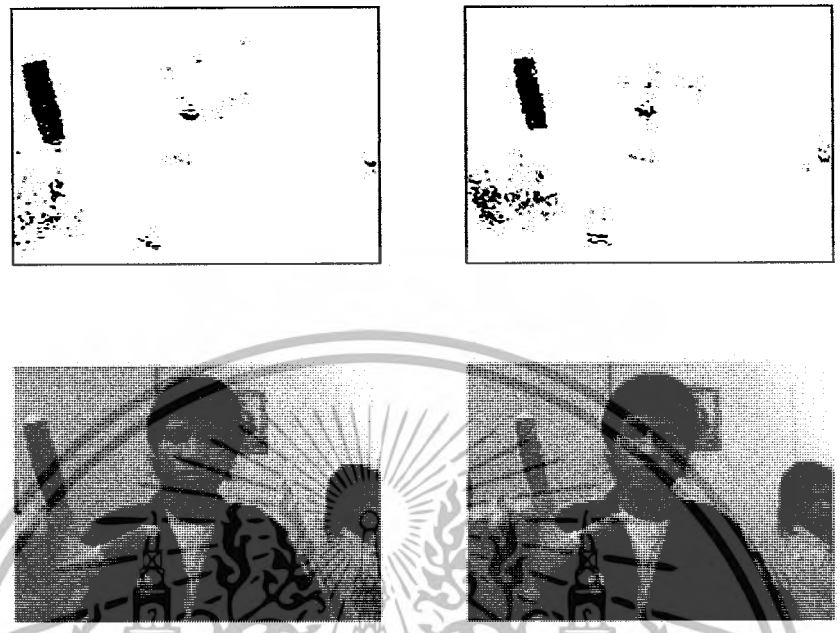


(ก) (ข)

รูปที่ 4.46 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 9)

รูปที่ 4.47 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



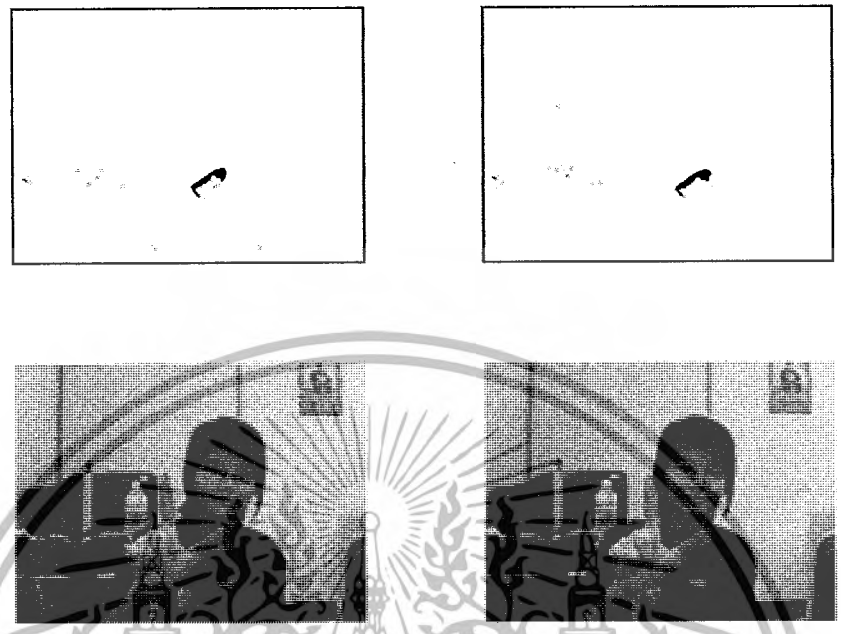
(ก) (ข)

รูปที่ 4.48 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 10)

รูปที่ 4.49 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การลบกันของภาพที่ทำการตรวจจับปลอกสีเขียว

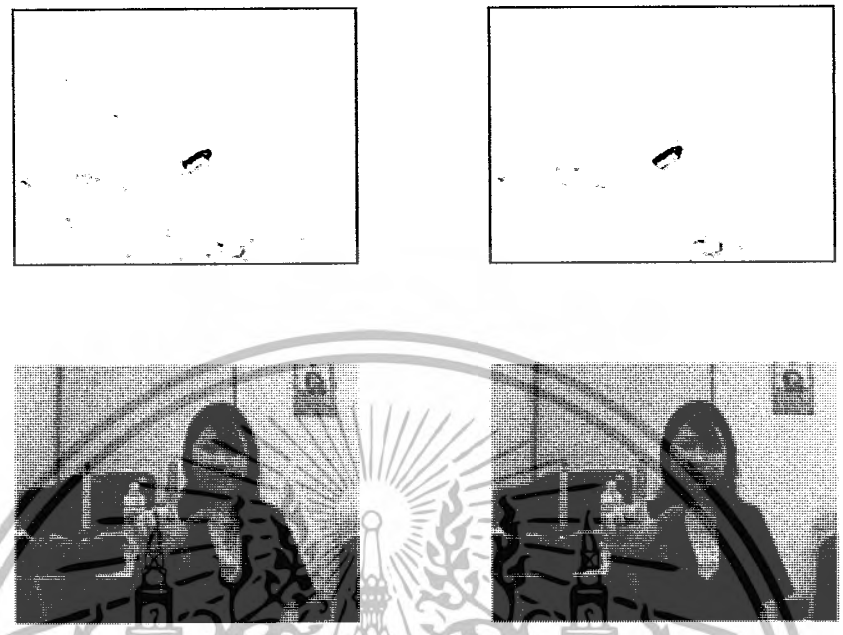


(ก) (ข)

รูปที่ 4.50 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 1)

รูปที่ 4.51 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

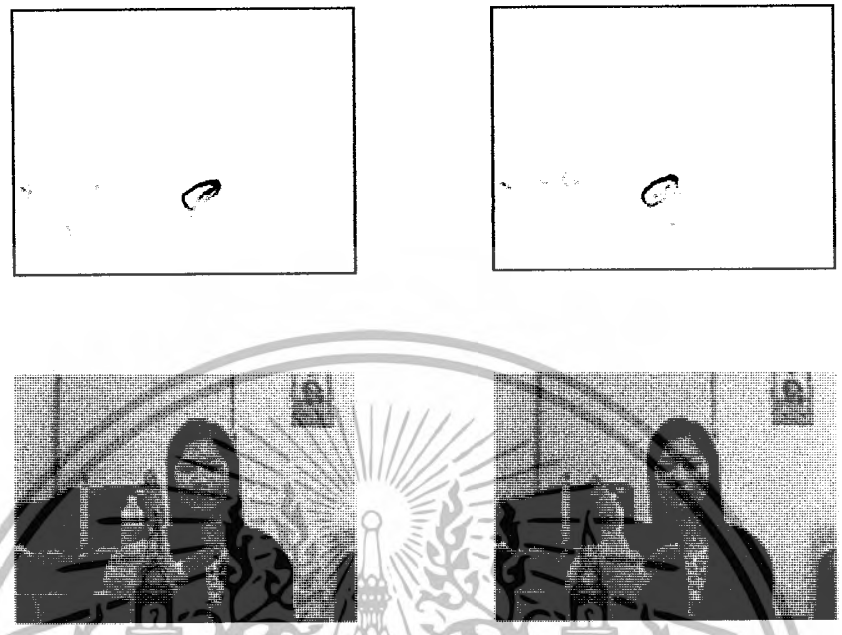


(ก) (ข)

รูปที่ 4.52 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 2)

รูปที่ 4.53 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

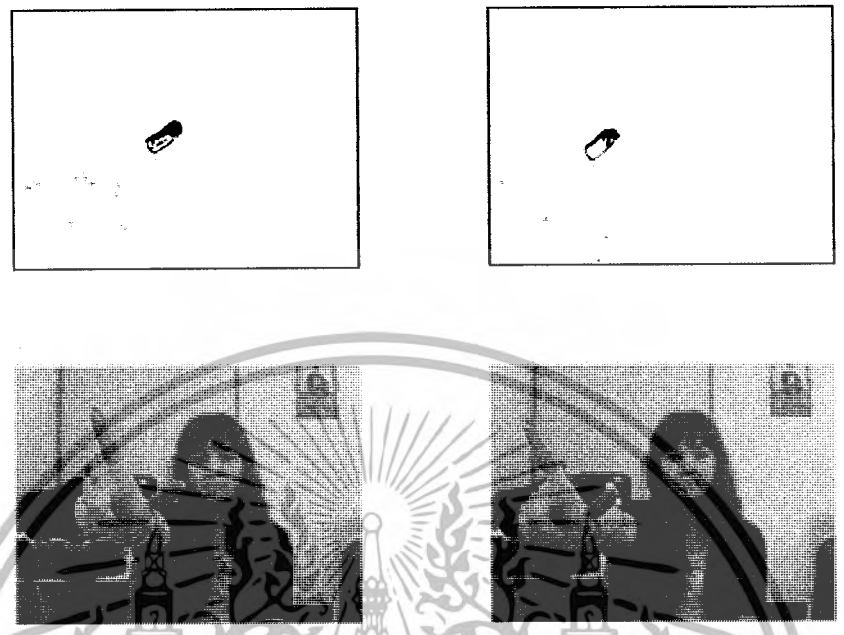


(ก) (ข)

รูปที่ 4.54 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 3)

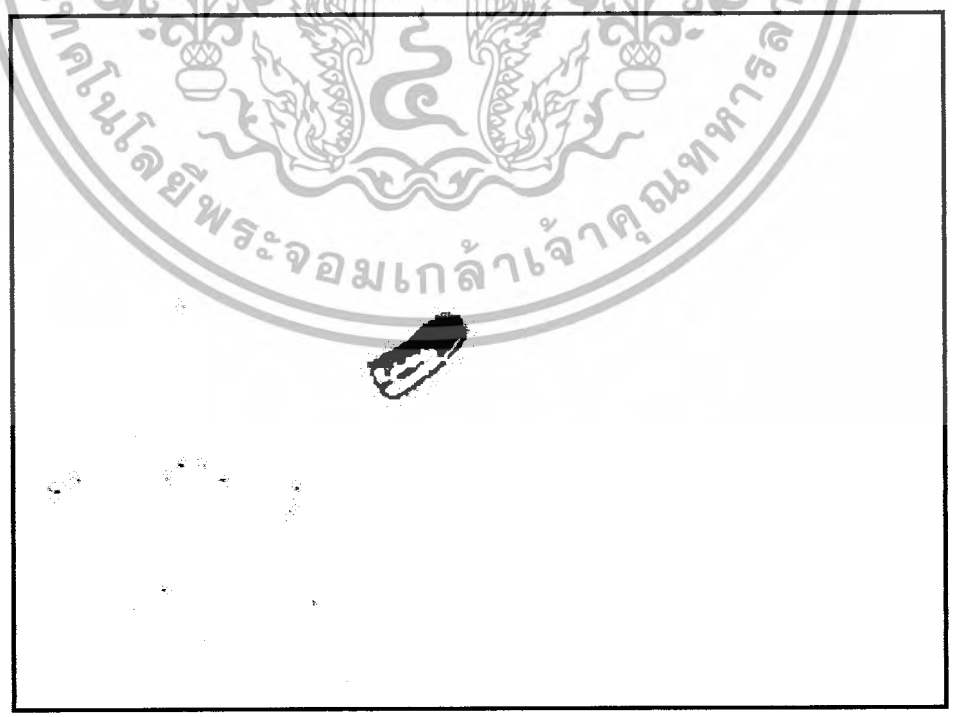
รูปที่ 4.55 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



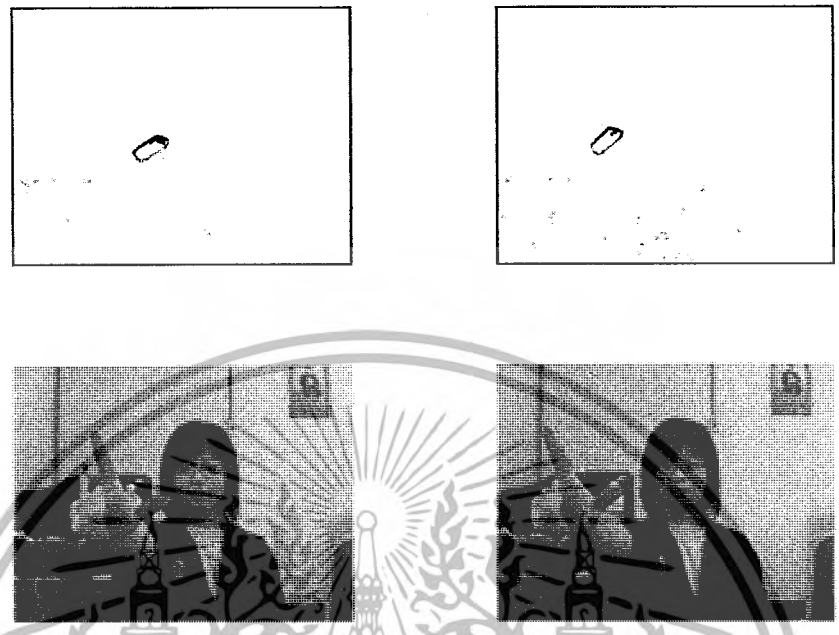
(ก) (ข)

รูปที่ 4.56 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 4)



รูปที่ 4.57 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

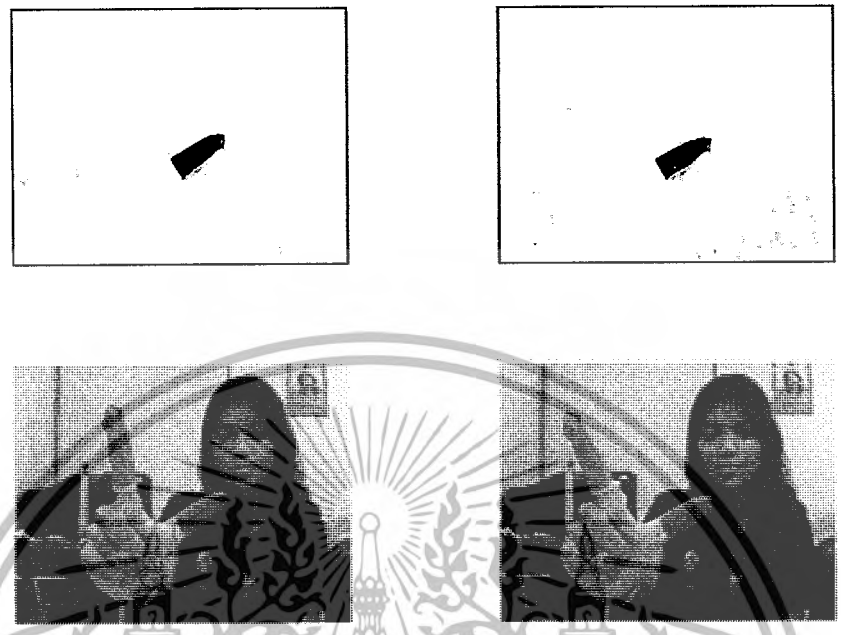


(ก) (ข)

รูปที่ 4.58 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 5)

รูปที่ 4.59 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

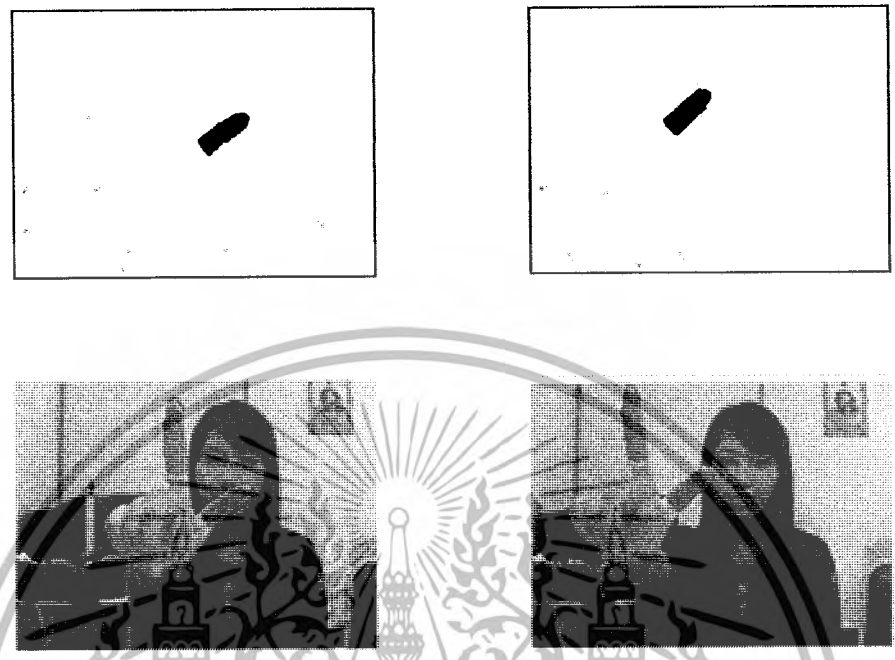


(ก) (ข)

รูปที่ 4.60 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 6)

รูปที่ 4.61 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

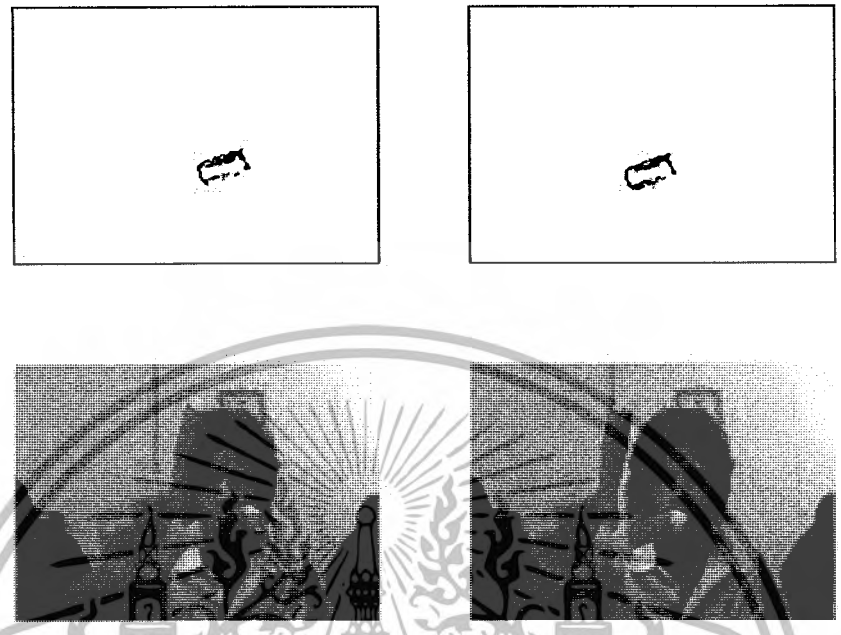


(ก) (ข)

รูปที่ 4.62 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 7)

รูปที่ 4.63 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

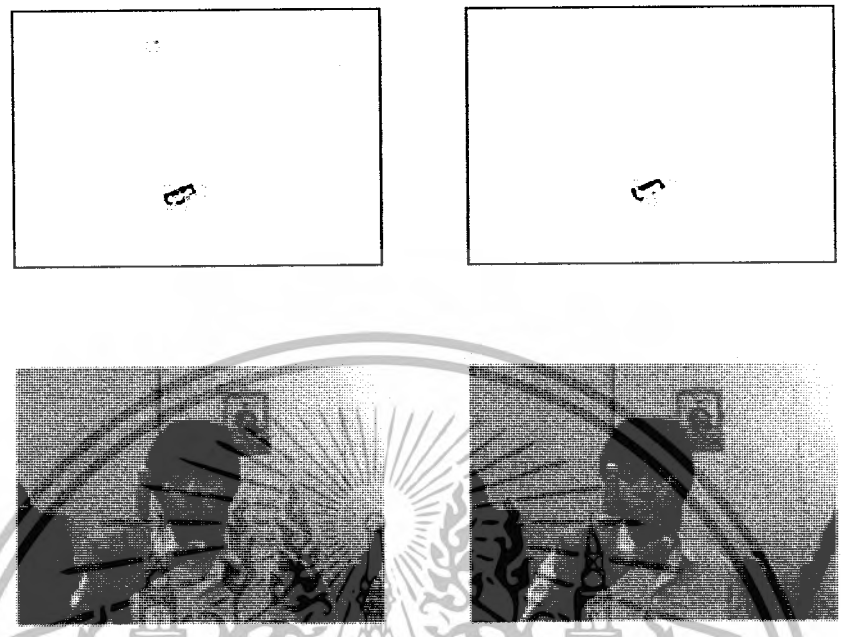


(ก) (ข)

รูปที่ 4.64 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 8)

รูปที่ 4.65 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

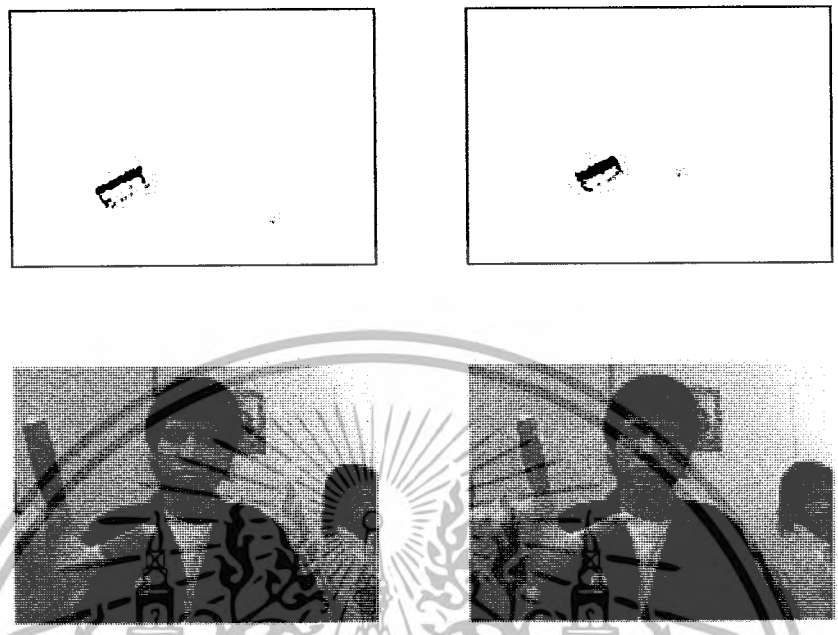


(ก) (ข)

รูปที่ 4.66 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 9)

รูปที่ 4.67 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

รูปที่ 4.68 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (คนที่ 10)

รูปที่ 4.69 ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1.8 สรุปผลจากการนำภาพมาทำการลบกัน

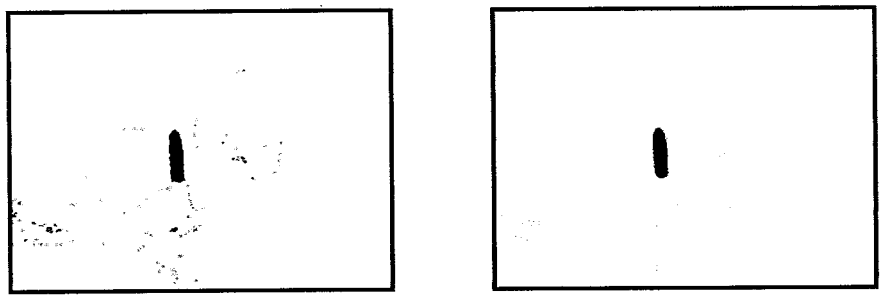
การนำภาพมาทำการลบกันเนื่องจากสาเหตุที่ว่าในการใช้งานจริงนั้นจะมีลักษณะการเคลื่อนไหวของมือเกิดขึ้นและกล้องเว็บแคมนั้นจะเก็บภาพวีดีโอไว้ในรูปแบบของเฟรมของข้อมูลภาพในการทดลองนี้ถึงนำเฟรมภาพที่ได้ก่อนหน้าและเฟรมภาพในปัจจุบันมาทำการลบกันเพื่อทำการหาความแตกต่างของส่วนที่เคลื่อนไหว ในกรณีนี้อยู่ภายใต้ข้อกำหนดที่ว่ามีเพียงเฉพาะมือเท่านั้นที่สามารถเคลื่อนที่ได้ สภาพแวดล้อมอื่นๆสามารถเคลื่อนที่ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และจากผลที่ได้ทำการนำภาพมาลบกันจะเห็นได้ว่าสิ่งที่เราต้องการตรวจจับซึ่งก็คือปลอกสวมนิ้วมือที่มีสีแดงและสีเขียว แต่ก็ยังมีสัญญาณรบกวนปรากฏอยู่ในภาพเนื่องมาจากการที่จะให้ส่วนมือขยับได้เพียงส่วนเดียวนั้นทำได้ยาก ร่างกายจะขยับส่วนอื่นไปด้วยเล็กน้อยทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นมา ในขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นวิธีการที่จะทำการลดสัญญาณรบกวนเหล่านั้นออกจากภาพให้เหลือเฉพาะสีที่ต้องการตรวจจับ

4.1.1.9 ทำการลดสัญญาณรบกวนที่อยู่ในภาพ

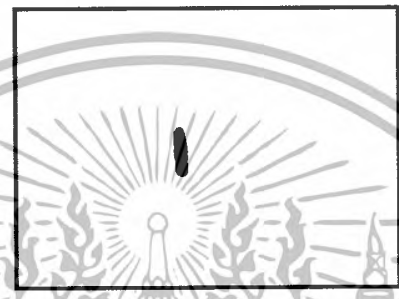
โดยใช้วิธีการ Median Filtering หลังจากการใช้ กระบวนการ Median Filtering แล้วก็อาจจะมีสัญญาณรบกวนอยู่ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นเฉพาะสีที่ต้องการตรวจจับจริงจึงต้องใช้วิธีการ Threshold ตามทฤษฎีที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 เข้าร่วมด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำเป็นดังนี้

1. การลดสัญญาณรบกวนของภาพสีแดงโดยใช้วิธีการ Median Filtering และ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

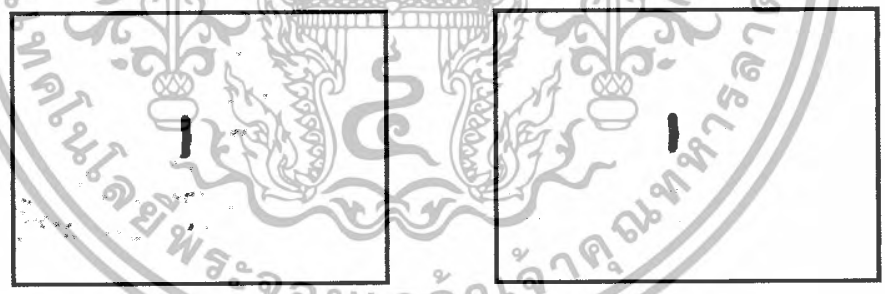


(ก) (ข)

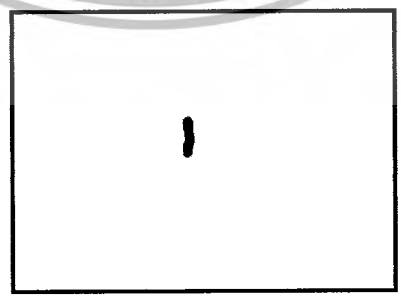


(ค)

รูปที่ 4.70 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



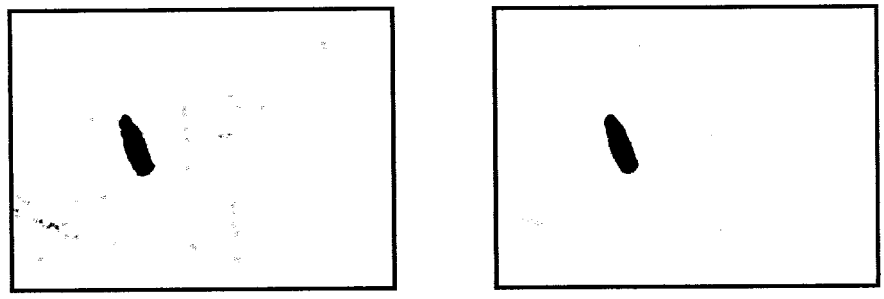
(ก) (ข)



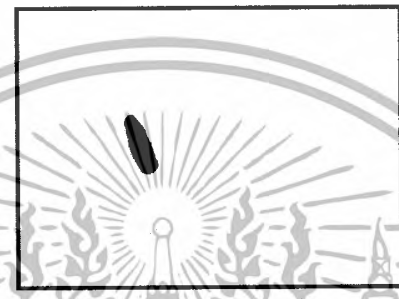
(ค)

รูปที่ 4.71 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

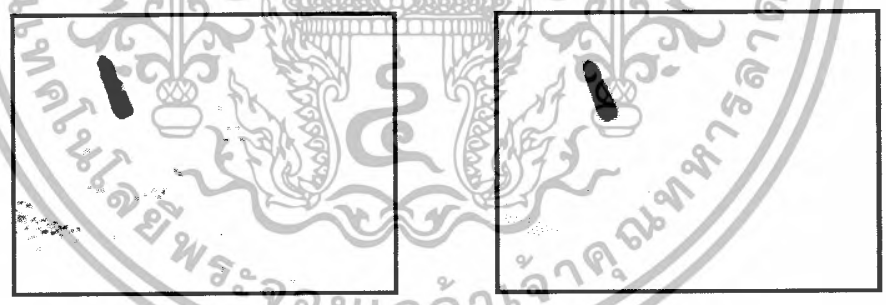


(ก) (ข)

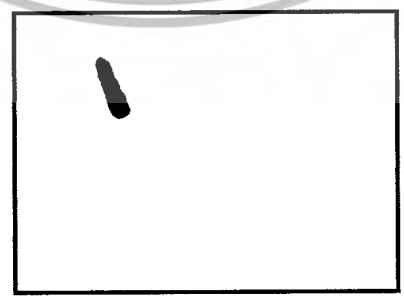


(ค)

รูปที่ 4.72 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



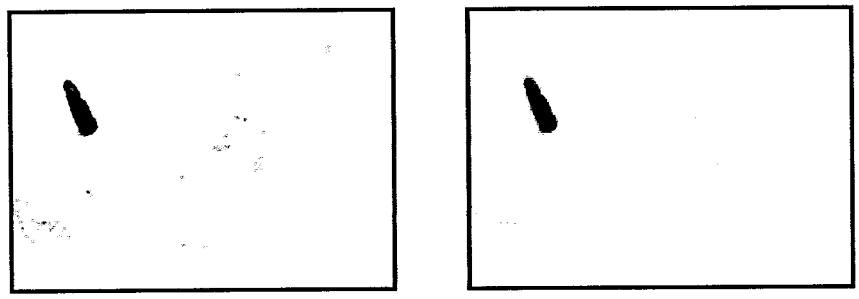
(ก) (ข)



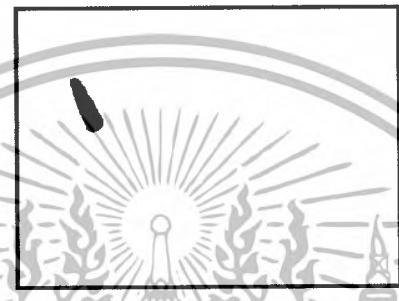
(ค)

รูปที่ 4.73 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

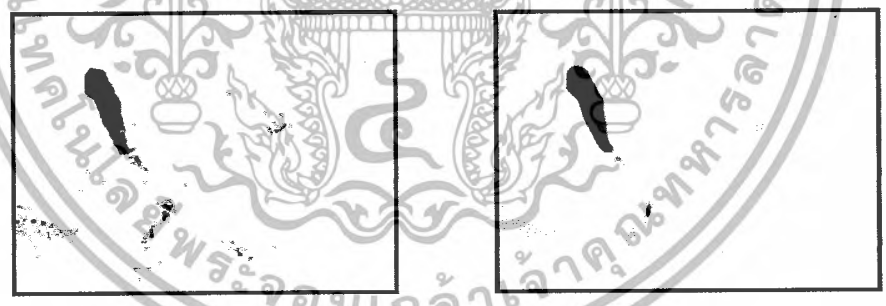


(ก) (ข)

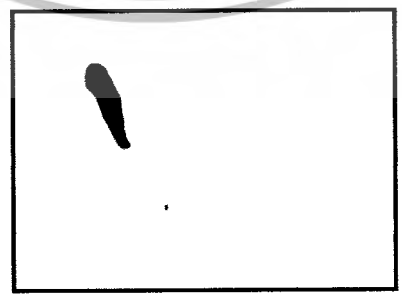


(ค)

รูปที่ 4.74 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



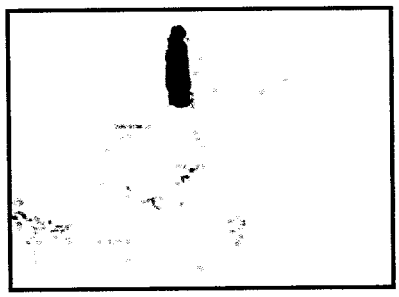
(ก) (ข)



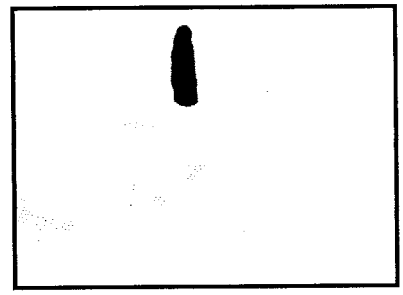
(ค)

รูปที่ 4.75 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

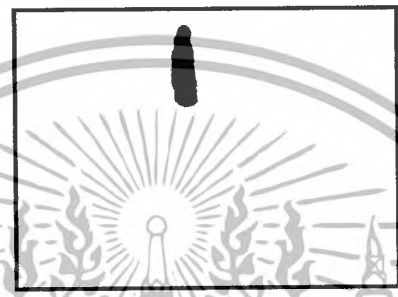
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

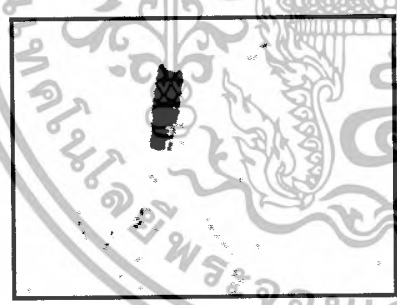


(ข)



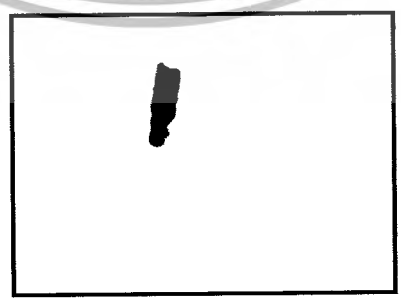
(ค)

รูปที่ 4.76 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



(ก)

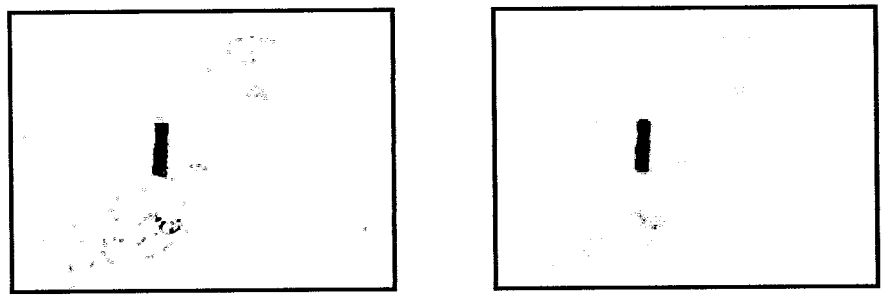
(ข)



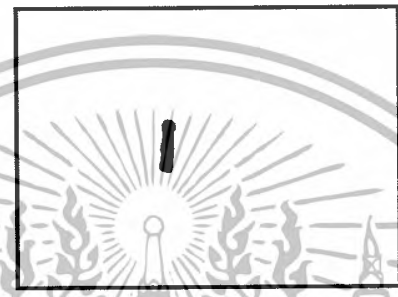
(ค)

รูปที่ 4.77 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

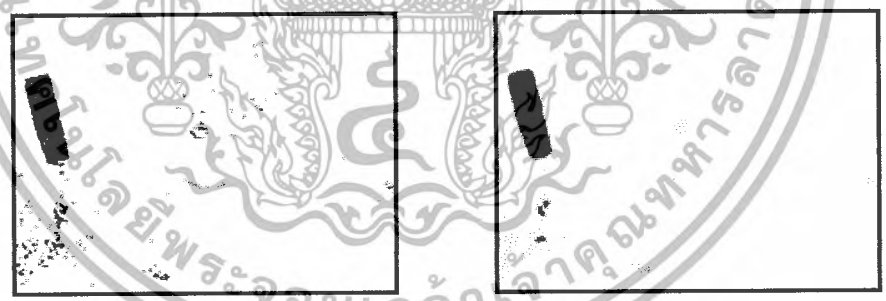


(ก) (ข)



(ค)

รูปที่ 4.78 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



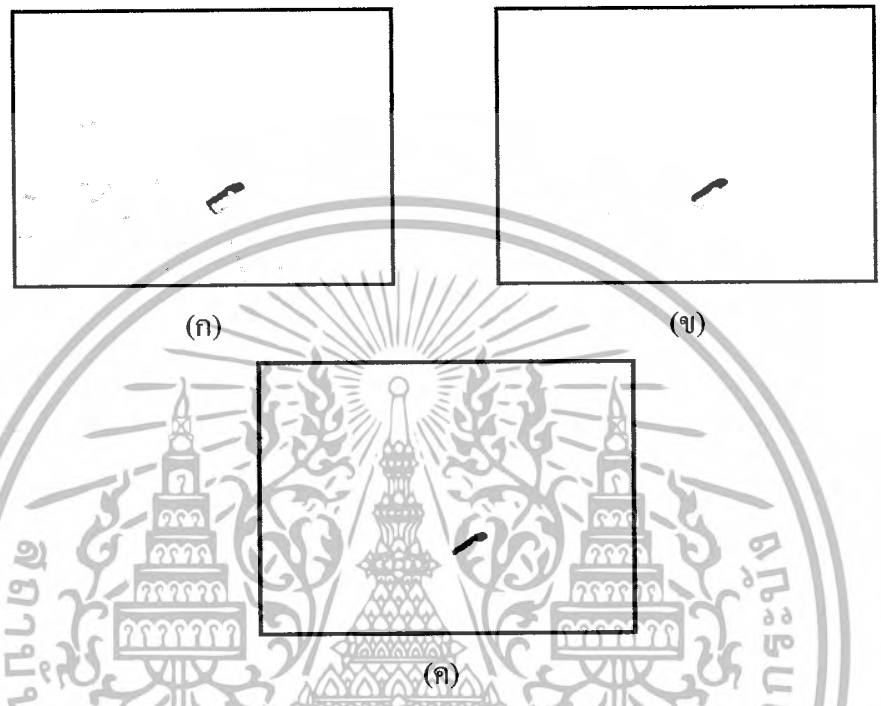
(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.79 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การลดสัญญาณรบกวนของภาพสีเขียวโดยใช้วิธีการ Median Filtering และ Threshold

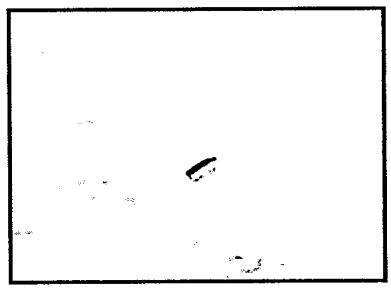


(ก) (ข)

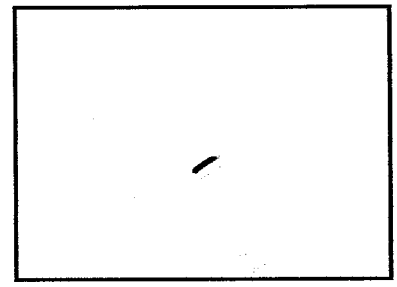
(ค)

รูปที่ 4.80 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.81 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

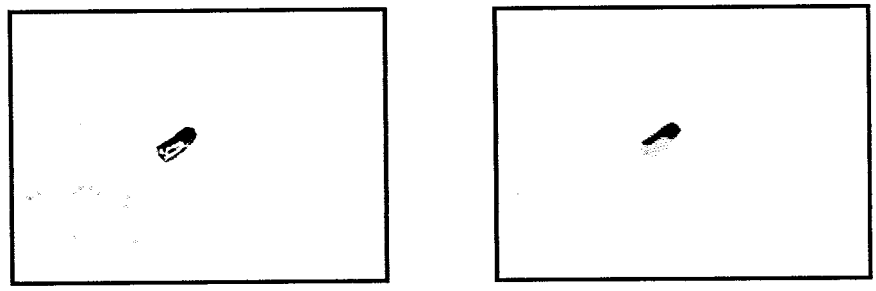
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.82 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

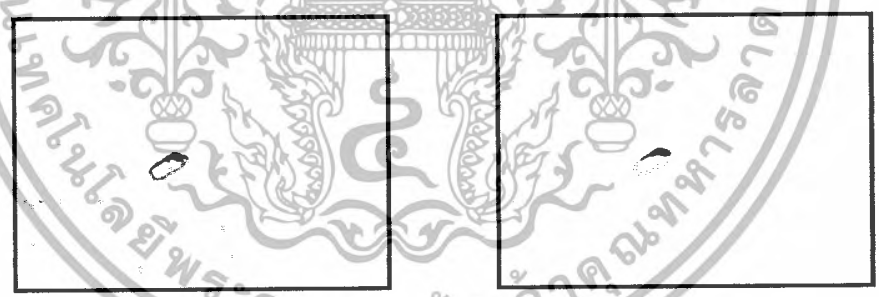
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.83 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

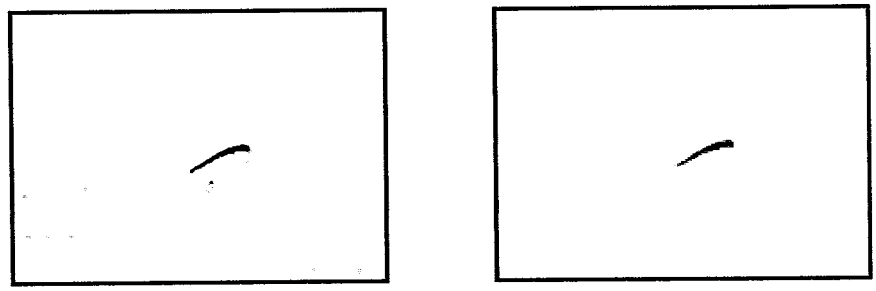


(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.84 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

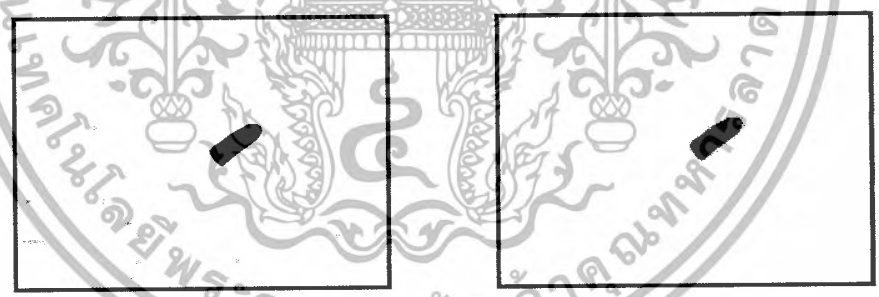
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



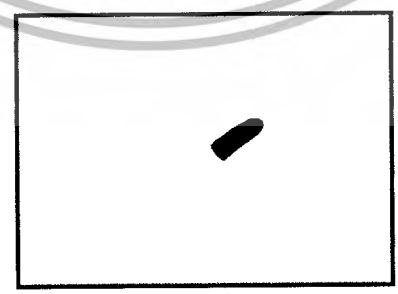
(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.85 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



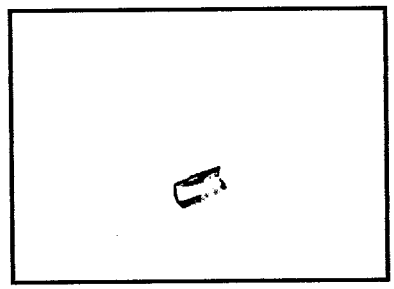
(ก) (ข)



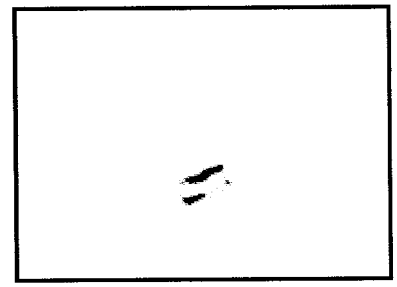
(ค)

รูปที่ 4.86 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



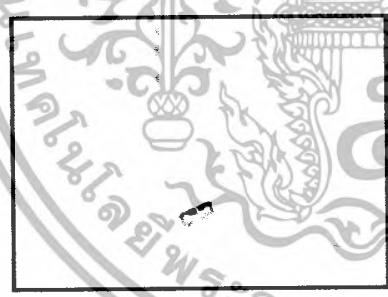
(ก)



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.87 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



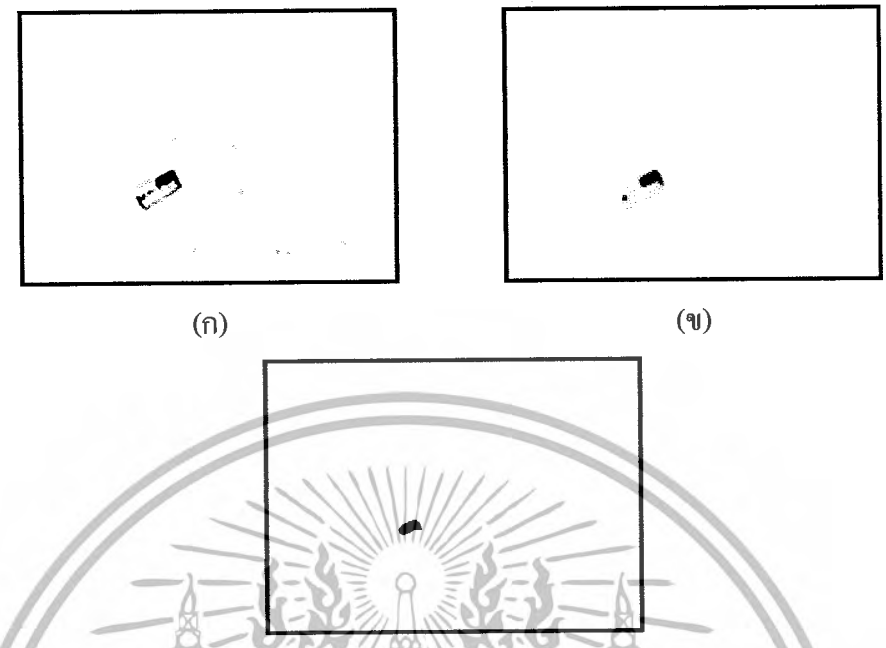
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.88 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.89 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

4.1.1.10 สรุปผลการนำภาพมาทำการลดสัญญาณรบกวน

จากการที่นำภาพที่ได้ทำการตรวจจับปลอกสีแดงและปลอกสีเขียวมาทำการลดสัญญาณรบกวนแล้วจะเห็นได้ว่าสามารถ ตรวจจับ สีที่ต้องการได้เป็นอย่างดีโดยจะแสดงในส่วนที่ต้องการตรวจจับเท่านั้น หลังจากนี้ก็จะนำผลที่ได้จากการวิจัยหาผลลัพธ์ในการตรวจจับสีนี้ไปประยุกต์ใช้กับแอพพลิเคชั่นต่อไป

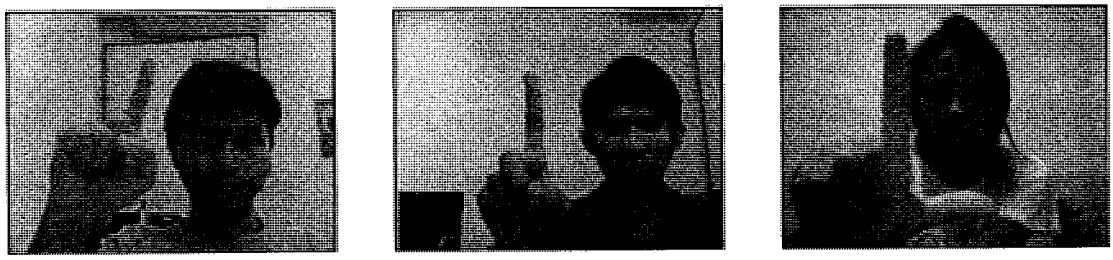
4.1.2 การตรวจจับมือเปล่า

ในการทดลองนี้จะเป็นการตรวจจับมือเปล่าซึ่งใช้กระบวนการเดียวกับการตรวจจับปลอกสีที่สวมนิ้วมือโดยจะมีการวิจัยสีผิวของมือ การนำภาพมาลบกัน และการลดสัญญาณรบกวน ดังนี้

4.1.2.1 การเตรียมข้อมูลภาพ

ในขั้นตอนนี้การถ่ายภาพมือจะไม่มีการสวมปลอกสีที่นิ้ว จะถ่ายภาพเฉพาะมือเท่านั้นดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



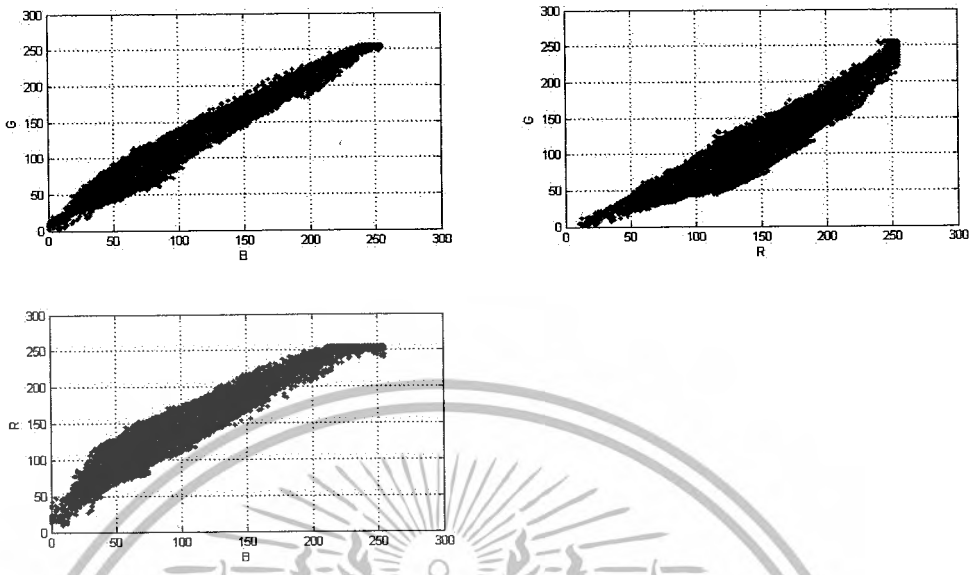
รูปที่ 4.90 ภาพที่ได้จากการเตรียมข้อมูล

4.1.2.2 การวิจัยเพื่อหาช่วงของสีผิวมือ

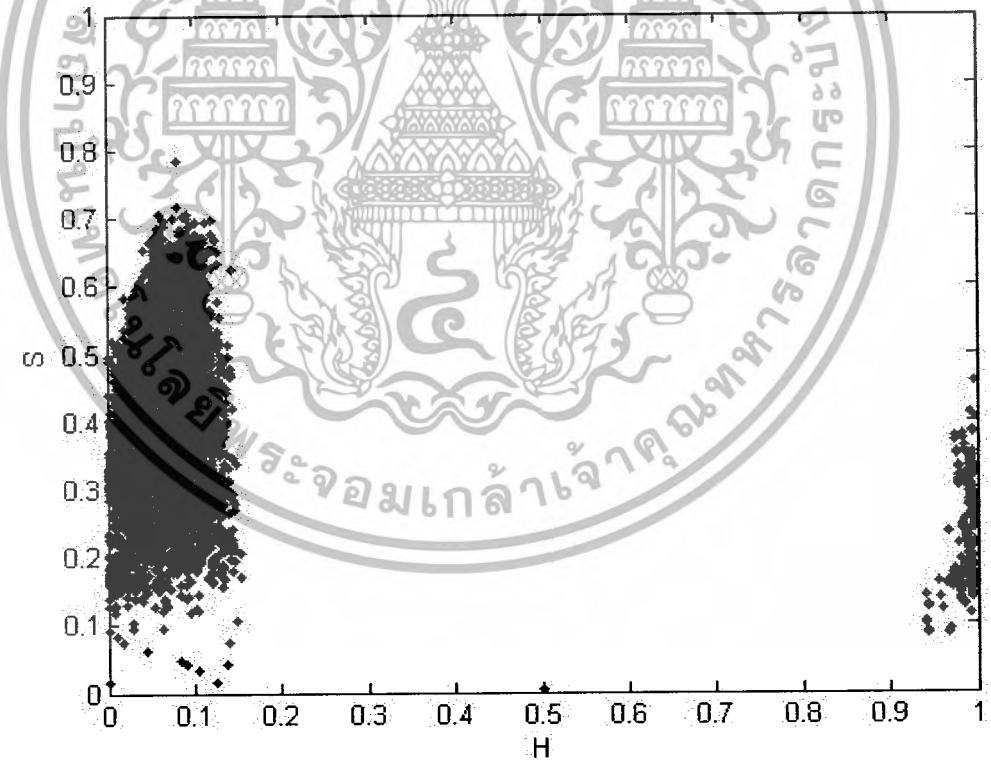
เป็นการใช้กระบวนการต่างๆตามทฤษฎีในบทที่ 2 เพื่อหาช่วงของสีที่ต้องการ

รูปที่ 4.91 รูปสีผิวของมือต่างๆกันที่นำมาหาช่วงของสีผิว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

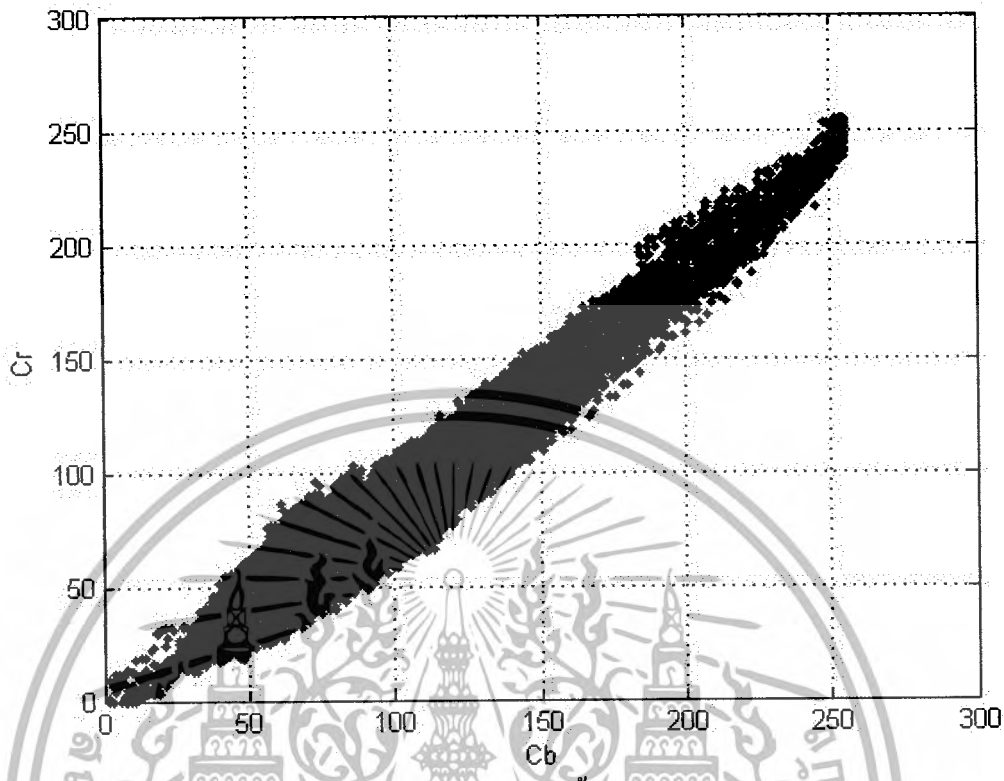


รูปที่ 4.92 แสดงช่วงของเม็ดสีของสีผิวตามแบบจำลองสี RGB



รูปที่ 4.93 แสดงช่วงของเม็ดสีของของสีผิวตามแบบจำลองสีHSV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.94 แสดงช่วงของเม็ดสีของปลอกสวมนิ้วสีเขียวตามแบบจำลองสี YCbCr

จากผลของการวิจัยหาช่วงของสีตามทฤษฎีของแบบจำลองสีทั้ง 3 แบบจะได้ช่วงของสีแดงดังนี้

แบบจำลองสี RGB

RED	อยู่ในช่วง	100	ถึง	200
GREEN	อยู่ในช่วง	50	ถึง	150
BLUE	อยู่ในช่วง	30	ถึง	150

แบบจำลองสี HSV

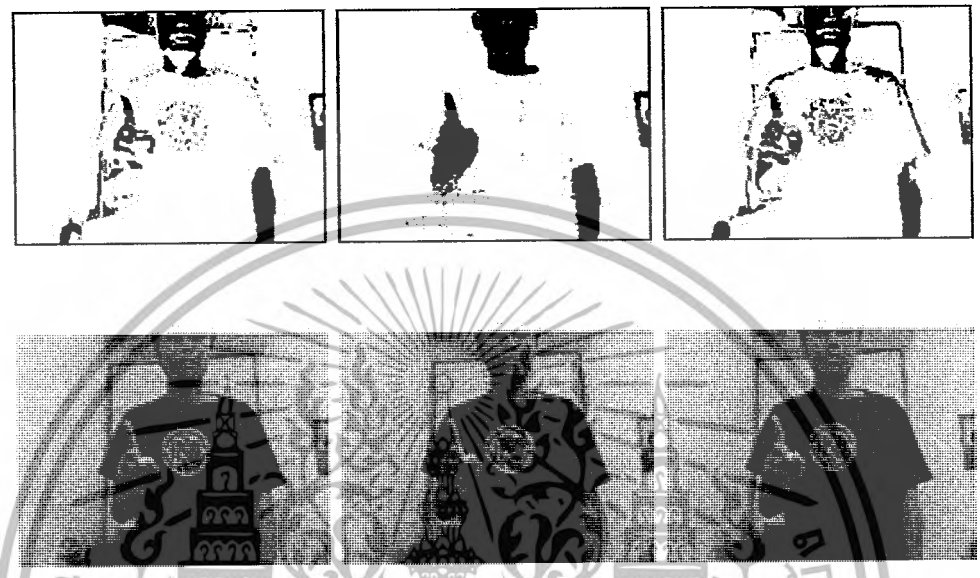
ช่วงที่ 1 HUE	อยู่ในช่วง	0	ถึง	0.15
SATURATION	อยู่ในช่วง	0.13	ถึง	0.7
ช่วงที่ 2 HUE	อยู่ในช่วง	0.97	ถึง	1
SATURATION	อยู่ในช่วง	0.1	ถึง	0.48

แบบจำลองสี YCbCr

Cb	อยู่ในช่วง	50	ถึง	130
Cr	อยู่ในช่วง	40	ถึง	125

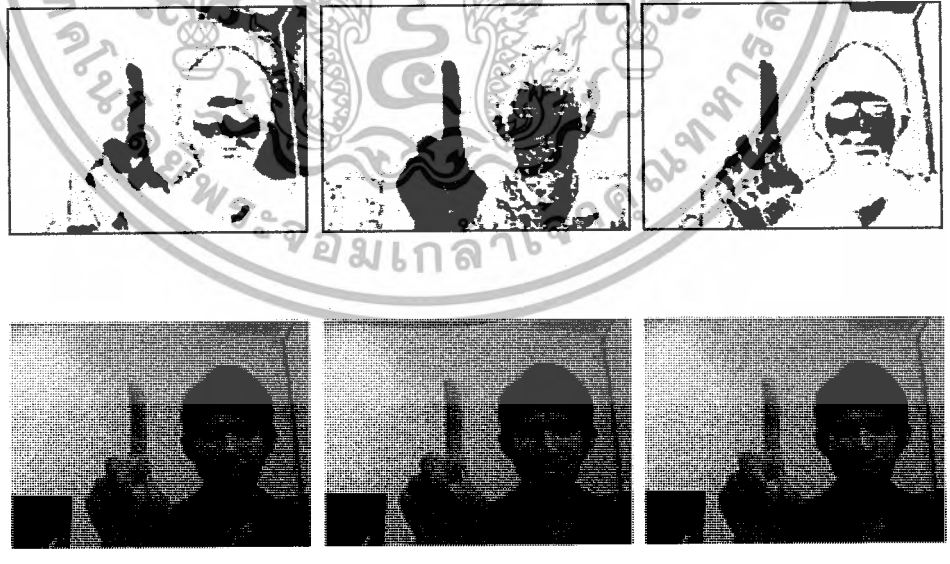
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.3 ทำการตรวจจับสีจากข้อมูลที่ได้วิจัยมาแล้วเพื่อทำการเปรียบเทียบเพื่อหาแบบจำลองสีที่ดีที่สุดมาใช้งานต่อไป



(ก) (ข) (ค)

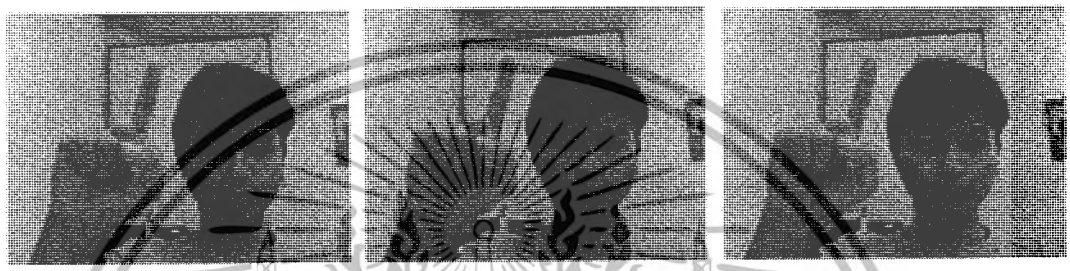
รูปที่ 4.95 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 1)



(ก) (ข) (ค)

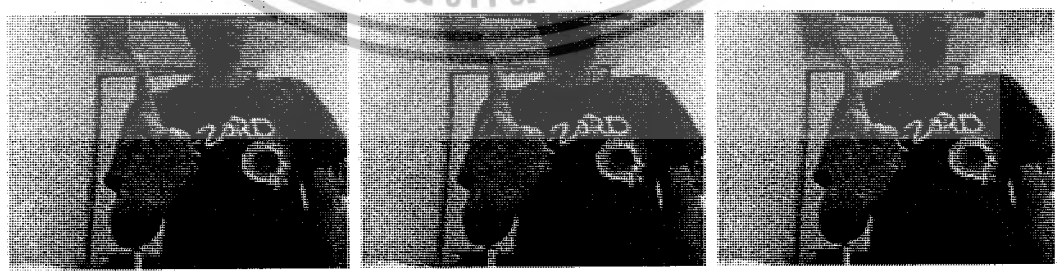
รูปที่ 4.96 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

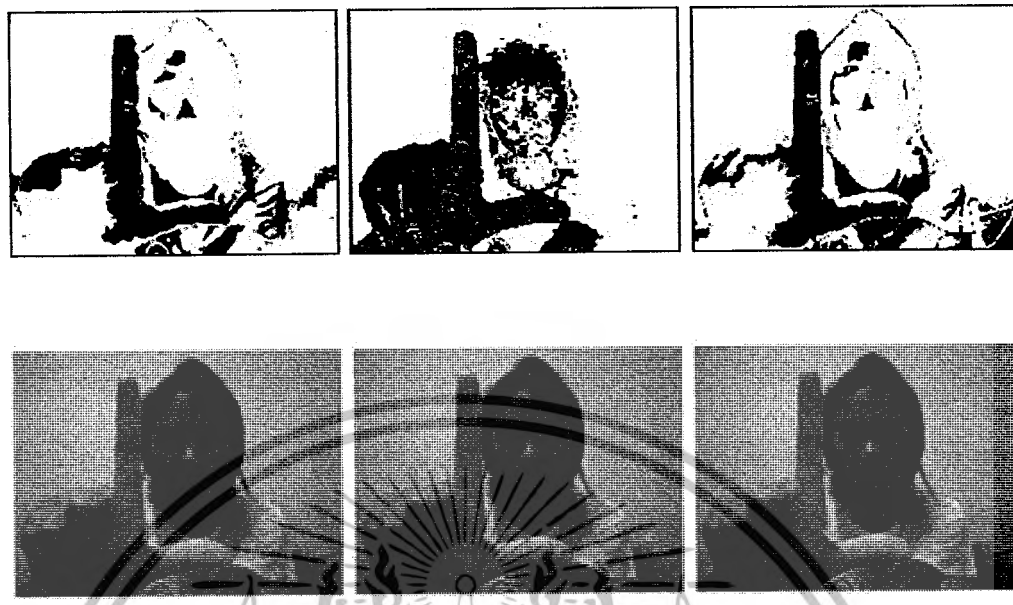
รูปที่ 4.97 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 3)



(ก) (ข) (ค)

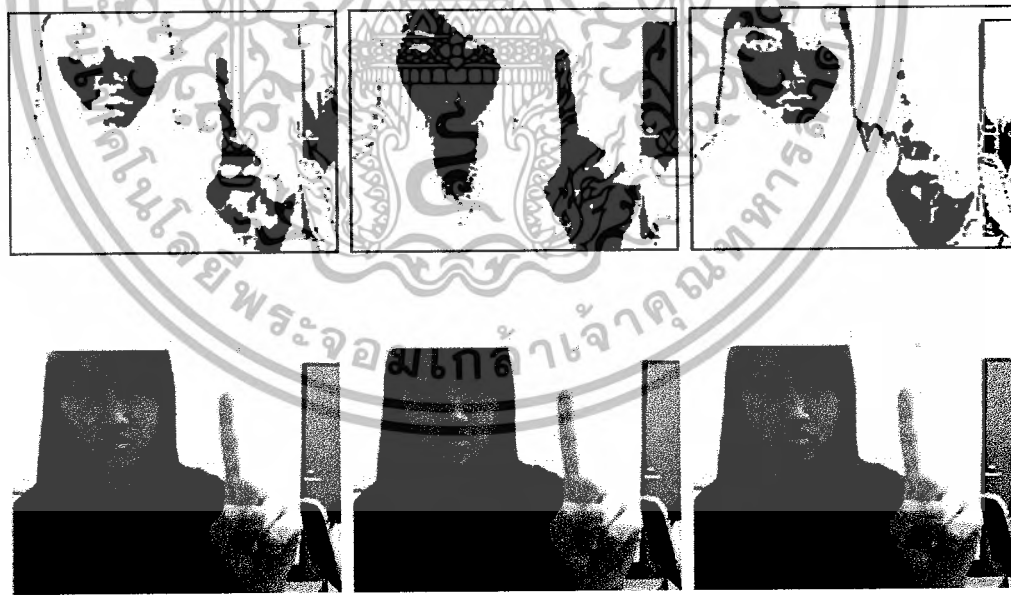
รูปที่ 4.98 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.99 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 5)



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.100 (ก) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี RGB (ข) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี HSV (ค) ผลจากการตรวจจับสีเขียวโดยใช้แบบจำลองสี YCbCr (คนที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.4 เปรียบเทียบแบบจำลองสีในการตรวจจับสี

จากข้อมูลภาพที่ได้จากการทดลองหลังจากการใช้ทฤษฎีแบบจำลองสีต่างๆในการตรวจจับสีผิวซึ่งแบบจำลองที่สามารถตรวจจับช่วงของสีผิวมือได้อย่างมีประสิทธิภาพก็คือแบบจำลองสี HSV ซึ่งเหมือนกับการตรวจจับหาปลอกนิ้วมือสีแดงและสีเขียว จากผลการทดลองสรุปได้ว่าแบบจำลองสี HSV มีความสามารถในการตรวจจับสีที่ต้องการได้มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบจำลองสี RGB และแบบจำลองสี YCbCr ดังนั้นในการทดลองขั้นตอนต่อไปจึงใช้แบบจำลองสี HSV เช่นเดียวกับการตรวจจับปลอกสีแดงและสีเขียวในหัวข้อที่แล้ว

4.1.2.5 การหาส่วนของมือโดยวิธีการนำภาพมาลบกัน

การทดลองนี้ก็มีลักษณะเช่นเดียวกับการตรวจจับปลอกสีแดงและสีเขียวจากหัวข้อที่แล้วนั่นคือการใช้งานจริงนั้นภาพที่กล้องจับได้เป็นภาพที่มีการเคลื่อนไหว โดยกล้องจะเก็บภาพเคลื่อนไหวเหล่านั้นไว้ในรูปแบบของเฟรมภาพหลายๆเฟรมต่อเนื่องกันดังนั้นการเคลื่อนไหวจะช่วยในการแยกลักษณะของมือออกจากส่วนอื่นได้ เนื่องจากภายใต้ข้อกำหนดที่มือเท่านั้นที่จะทำการเคลื่อนที่ได้ และสภาพแวดล้อมอื่นๆสามารถเคลื่อนไหวได้เล็กน้อย ดังนั้นการที่นำเฟรมของภาพก่อนการเคลื่อนไหวกับภาพหลังการเคลื่อนไหวมาทำการลบกันแบบจุดต่อจุดก็ได้ส่วนที่ต่างไปจากเดิมซึ่งนั่นก็คือมือนั่นเอง เพราะมือเพียงเท่านั้นที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ผลที่ได้เป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

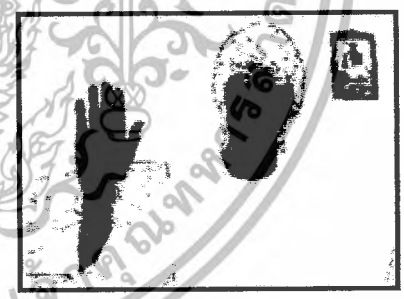
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.101 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 1)

(ก)



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.102 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.103 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 3)

(ก)

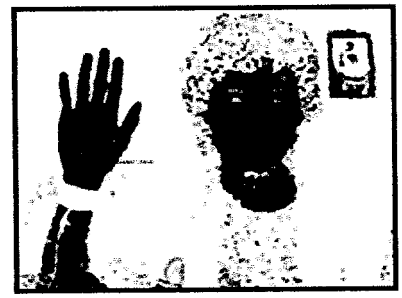
(ข)

(ค)

รูปที่ 4.104 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

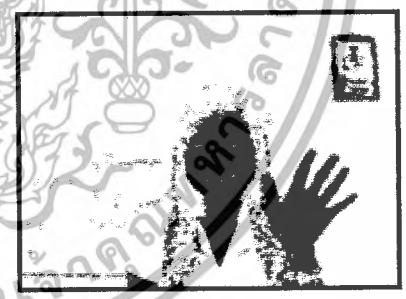


(ข)

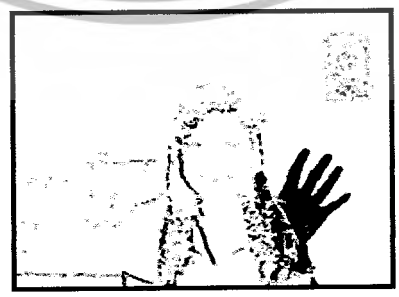
(ค)

รูปที่ 4.105 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 5)

(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.106 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.107 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 7)

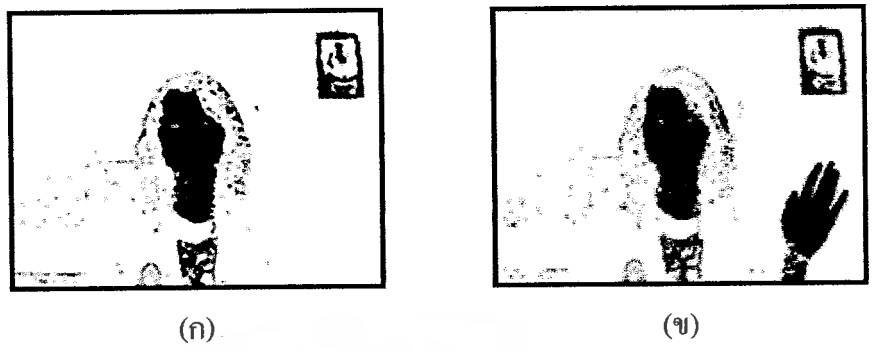
(ก)

(ข)

(ค)

รูปที่ 4.108 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 8)

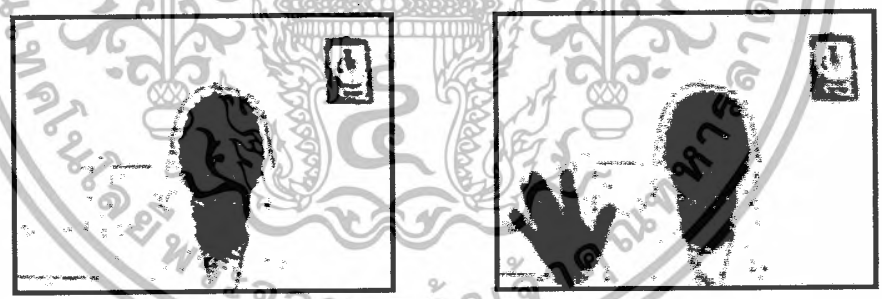
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.109 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ค) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 9)



(ก) (ข)

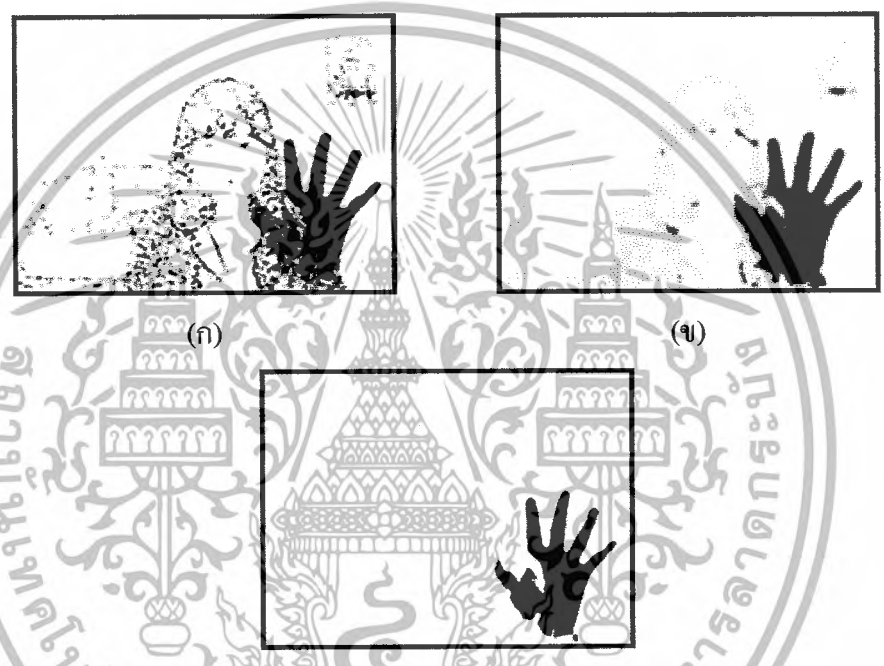
(ค)

รูปที่ 4.110 (ก) แสดงรูปมือก่อนการเคลื่อนไหว (ข) แสดงรูปมือหลังการเคลื่อนไหว (ด) ภาพที่ได้หลังจากการนำภาพมาลบกัน (คนที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.6 ทำการลดสัญญาณรบกวนที่อยู่ในภาพ

ในขั้นตอนนี้ก็ใช้วิธีการเดียวกับการตรวจจับสีของปลอกสวมนิ้วโดยใช้วิธีการ Median Filtering หลังจากการใช้กระบวนการ Median Filtering แล้ว ก็อาจจะมีสัญญาณรบกวนอยู่ดังนั้น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เป็นเฉพาะช่วงสีของมือที่ต้องการตรวจจับจริง จึงต้องใช้วิธีการ Threshold ตามทฤษฎีที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 เข้าร่วมด้วย ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำเป็นดังนี้

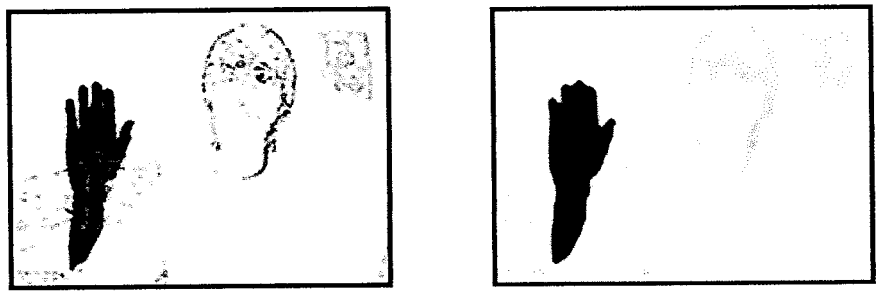


(ก) (ข)

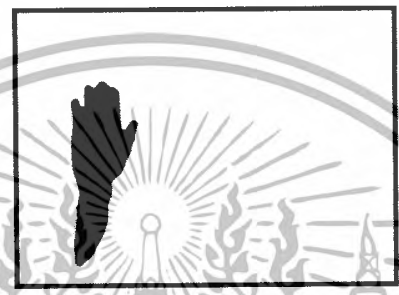
(ค)

รูปที่ 4.111 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

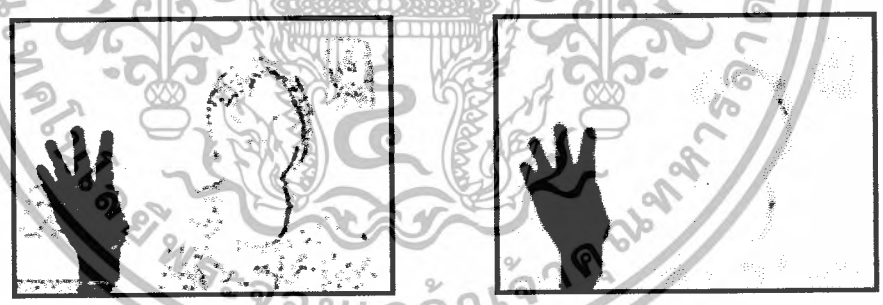


(ก) (ข)

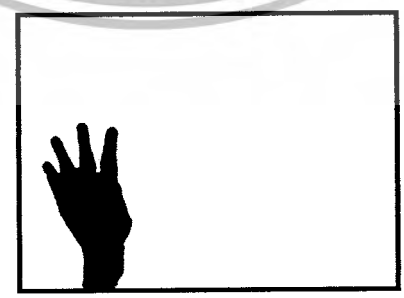


(ค)

รูปที่ 4.112 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



(ก) (ข)



(ค)

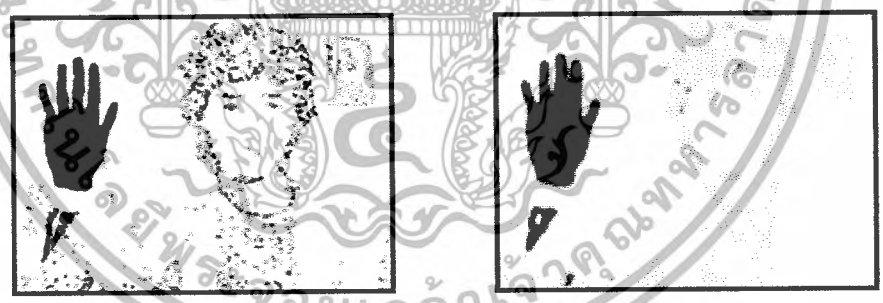
รูปที่ 4.113 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

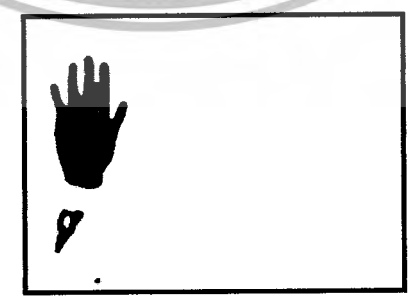
(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.114 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



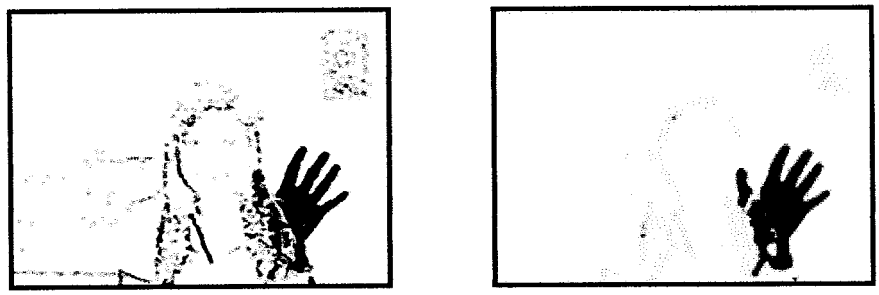
(ก) (ข)



(ค)

รูปที่ 4.115 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

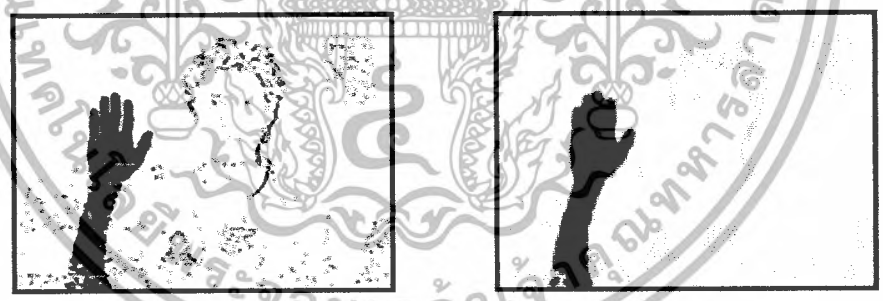
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



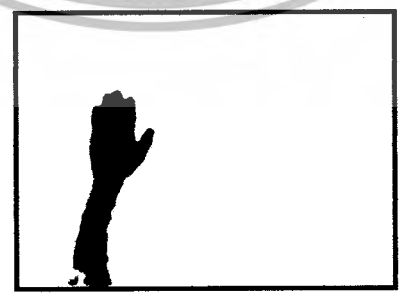
(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.116 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวน โดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



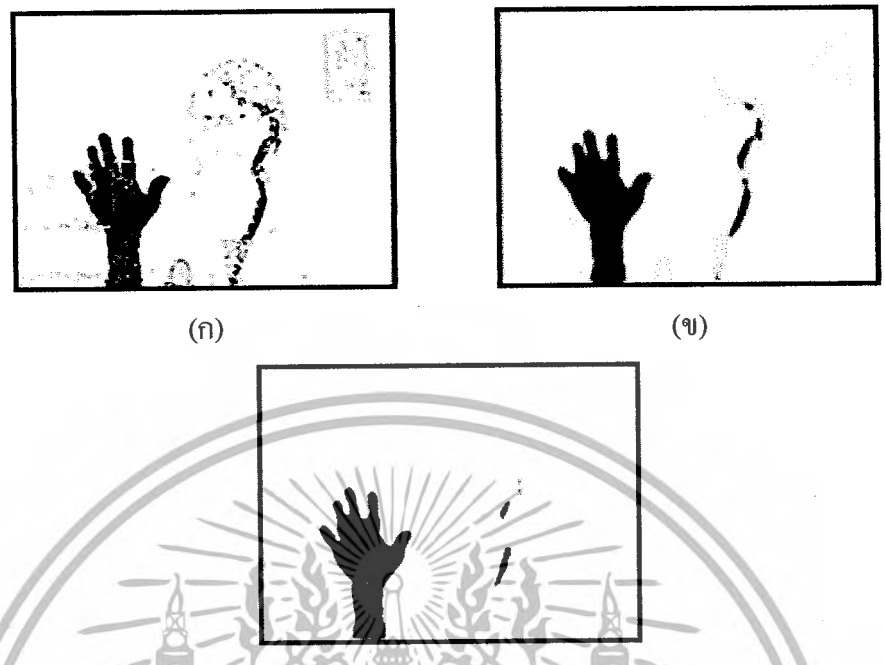
(ก) (ข)



(ค)

รูปที่ 4.117 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

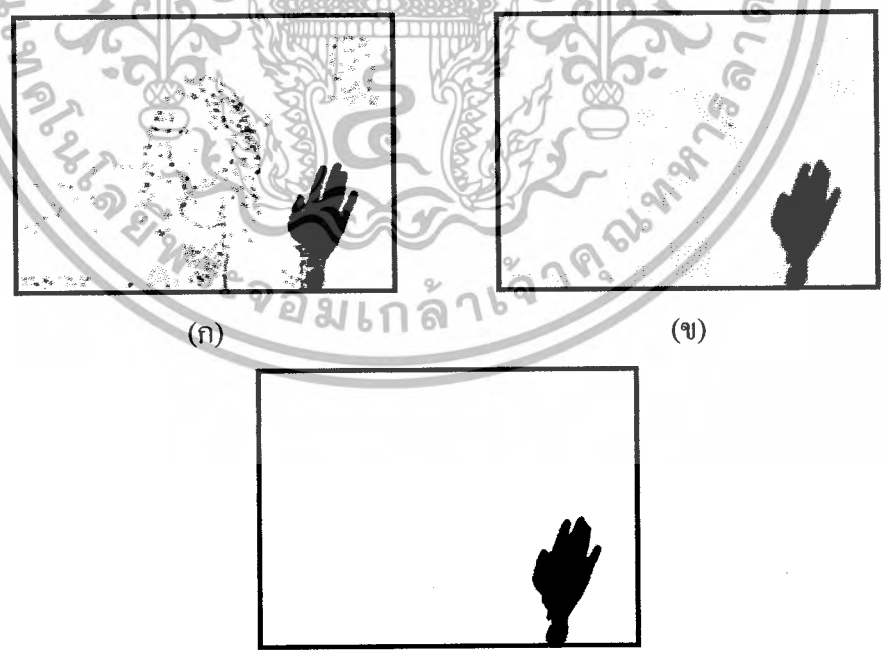
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.118 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold



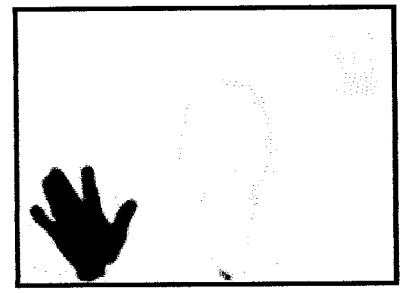
(ก) (ข)

(ค)

รูปที่ 4.119 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



(ข)

(ค)

รูปที่ 4.120 (ก) ภาพก่อนการลดสัญญาณรบกวน (ข) ภาพหลังการลดสัญญาณรบกวนโดยใช้วิธีการ Median Filtering ขนาดของ Mask 11x11 (ค) การลบช่วงสีที่ไม่ต้องการออกโดยวิธีการ Threshold

4.1.2.7 สรุปผลการนำภาพมาทำการลดสัญญาณรบกวน

จากการที่นำภาพที่ได้ทำการตรวจจับช่วงสีของมือด้วยแบบจำลองสี HSV และทำการหาส่วนของมือด้วยการนำภาพมาลบกันภายใต้เงื่อนไขที่สภาพแวดล้อมเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อย มาทำการลดสัญญาณรบกวนแล้วจะเห็นได้ว่าสามารถ ตรวจจับ สีที่ต้องการได้เป็นอย่างดีโดยจะแสดงในส่วนที่เป็นมือเท่านั้น และอาจจะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นถ้าหากสภาพแวดล้อมเช่นหน้า หรือ สิ่งอื่นๆที่อยู่ในช่วงสีที่ต้องการตรวจจับมีการเคลื่อนไหวมากเกินไป ดังนั้นข้อกำหนดคือการเคลื่อนไหวของมือจะอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมเคลื่อนไหวเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หลังจากที่ได้ทำการตรวจจับมือได้แล้วก็จะนำผลที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้กับแอพพลิเคชั่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองสร้างโปรแกรมประยุกต์จากผลการวิจัย

ในการทดลองนี้เป็นการทดลองสร้างโปรแกรมประยุกต์จากผลการวิจัยการตรวจจับภาพมือ ซึ่งจะนำกระบวนการดังกล่าวมาประยุกต์เพื่อหาพิกัดของจุดแสดงผลบนโปรแกรมและสร้างโปรแกรมเพื่อรองรับการใช้งานต่อไป

การทดลองสร้างโปรแกรมประยุกต์ได้มีกระบวนการการดังนี้

1. การนำเข้าภาพวิดีโอจากกล้องเว็บแคมเพื่อนำมาใช้งาน โดยจะใช้ความละเอียดขนาด 160x120 จุด
2. การจับภาพจากกล้องเว็บแคม เพื่อแปลงให้เป็นภาพนิ่ง
3. การใช้กระบวนการจากผลการวิจัยมาตรวจจับพื้นที่ของมือบนรูปภาพ
4. การค้นหาพิกัดของมือที่ได้มาใช้เป็นพิกัดของจุดแสดงผลบนโปรแกรม
5. การสร้างโปรแกรมย่อยมารองรับการใช้งาน

4.3.1 การใช้กระบวนการจากผลการวิจัยมาตรวจจับพื้นที่ของมือ

การทดลองได้ทำการทดลองสร้างโปรแกรมประยุกต์ตามผลการวิจัย 2 แบบ คือ การใช้กระบวนการการตรวจจับมือโดยวิธีการสวมปลอกสีที่นิ้วชี้และนิ้วโป้ง และการใช้กระบวนการการตรวจจับมือโดยวิธีตรวจจับสีผิวที่มือ

4.3.1.1 การใช้กระบวนการการตรวจจับมือโดยวิธีการสวมปลอกสีที่นิ้วชี้และนิ้วโป้งจากผลการวิจัย

<u>กระบวนการทดลอง</u>

1. การแปลงภาพให้อยู่ในแบบจำลองสี HSV และทำการตรวจจับเฉพาะช่วงสีที่ได้จากผลการวิจัยเท่านั้น
2. การนำภาพที่ได้มาลบกับภาพเฟรมก่อนหน้าที่อยู่ในกระบวนการเดียวกัน เพื่อตรวจจับส่วนที่มีการเคลื่อนไหวเท่านั้น
3. ทำการลดสัญญาณรบกวนของภาพโดยให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นบริเวณมือเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

รูปที่ 4.121 แสดงผลของโปรแกรมที่ได้จากการตรวจจับสีเขียว

จากการทดลองพบว่าโปรแกรมสามารถตรวจจับปลอกนิ้วสีได้ในระดับที่ดีมาก แต่จะมีปัญหาเรื่องความหน่วงของโปรแกรมพอสมควร เนื่องมาจากการที่กล้องเว็บแคมจะเก็บข้อมูลของภาพไว้ในรูปแบบเฟรมภาพที่ต่อเนื่องกันการที่โปรแกรมมีการตรวจจับสีผิวนั้นจะต้องทำทุกๆ จุดภาพของข้อมูลภาพในแต่ละเฟรมซึ่งจะทำให้การทำงานของโปรแกรมประยุกต์ล่าช้าสิ่งที่ได้คือความหน่วงของการเคลื่อนไหวของมือ

4.3.1.2 การใช้กระบวนการการตรวจจับมือโดยวิธีตรวจจับสีผิวที่มือจากผลการวิจัย

กระบวนการทดลอง

1. การแปลงภาพให้อยู่ในแบบจำลองสี HSV และทำการตรวจจับเฉพาะช่วงสีผิวที่ได้จากผลการวิจัยเท่านั้น
2. การนำภาพที่ได้มาลบกับภาพเฟรมก่อนหน้าที่อยู่ในกระบวนการเดียวกัน เพื่อตรวจจับส่วนที่มีการเคลื่อนไหวเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการลดสัญญาณรบกวนของภาพโดยให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นบริเวณมือเท่านั้น

<u>ผลการทดลอง</u>

รูปที่ 4.122 แสดงผลของโปรแกรมที่ได้จากการตรวจจับสีผิว

จากการทดลองพบว่าโปรแกรมสามารถตรวจจับผิวมือได้ในระดับที่ดี แต่จะมีปัญหาเรื่องความหน่วงของโปรแกรมมากสาเหตุก็มาจากสาเหตุเดียวกับการตรวจจับสีของปลอกนิ้วมือ

4.3.1.3 การลดกระบวนการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโปรแกรม

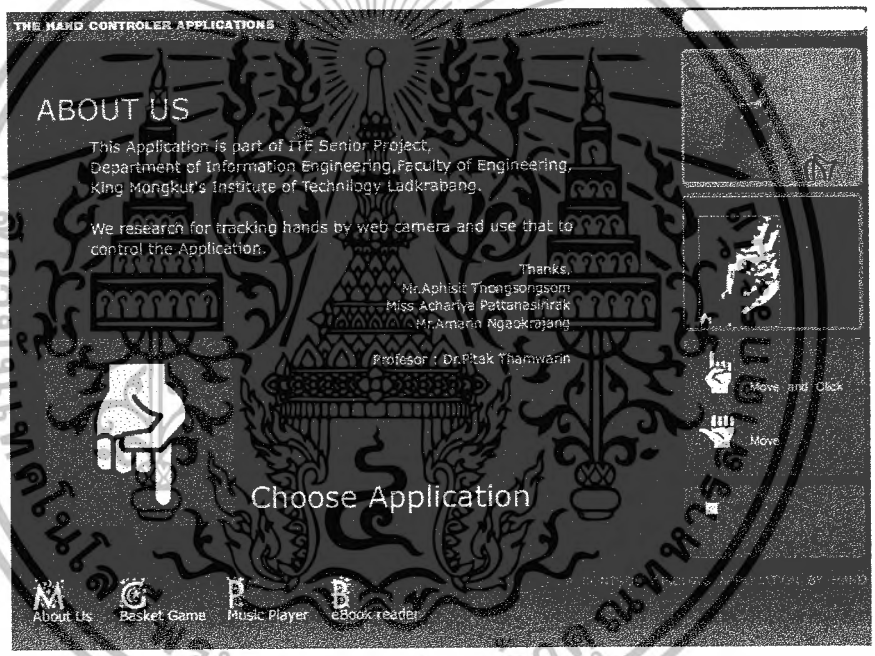
เนื่องจากกระบวนการในหัวข้อที่ 4.3.1 และหัวข้อที่ 4.3.2 ทำให้ประสิทธิภาพของโปรแกรมใช้งานได้ในระดับที่ไม่น่าพอใจ อันเกิดจากความหน่วงในกระบวนการคำนวณการแปลงค่าสีจากแบบจำลอง RGB เป็นแบบจำลอง HSV ผู้ทดลองจึงได้ทำการทดลองอีกครั้ง โดยการตัดกระบวนการของการตรวจจับสีออก แล้วใช้กระบวนการเฉพาะการลบกันของภาพซึ่งอยู่ภายใต้ข้อกำหนดที่สภาพแวดล้อมสามารถเคลื่อนไหวได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการการทดลอง

1. การนำภาพจากเฟรมปัจจุบันมาลบกับภาพเฟรมก่อนหน้าที่อยู่ในกระบวนการเดียวกัน เพื่อตรวจจับส่วนที่มีการเคลื่อนไหวเท่านั้น
2. ทำการลดสัญญาณรบกวนของภาพโดยให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นบริเวณมือเท่านั้น

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.123 แสดงผลของโปรแกรมที่ได้จากการลบกันของเฟรมอย่างเดียว

จากการทดลองพบว่าโปรแกรมสามารถตรวจจับมือได้ในระดับที่ดี และประสิทธิภาพของโปรแกรมก็อยู่ในระดับที่ดีด้วย แต่จะสามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมที่มีการเคลื่อนไหวเฉพาะมือเท่านั้น

4.3.2 การค้นหาพิกัดของมือที่ได้มาใช้เป็นพิกัดของจุดแสดงผลบนโปรแกรม

เมื่อได้รูปภาพที่มีเฉพาะส่วนของมือจากกระบวนการในขั้นตอนที่แล้ว จะนำภาพดังกล่าวมาทำการคำนวณหาพิกัดของจุดแสดงพิกัดของโปรแกรมโดยมีกระบวนการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการหาขอบด้านซ้ายสุด ขวาสุด บนสุด และล่างสุดของรูปมือที่ปรากฏ จะได้ขนาดของ พิกัดแกน x พิกัดแกน y ความกว้าง และความสูงของรูปมือ
2. กำหนดให้จุดที่ใช้คือ จุดกึ่งกลางในแนวแกน x และจุดบนสุดในแนวแกน y
3. ส่งค่าที่ได้ไปให้โปรแกรมเพื่อคำนวณหาพิกัดของจุดแสดงพิกัดของโปรแกรม โดยจะคำนวณโดยการเทียบอัตราส่วนดังนี้

พิกัด X = จุดกึ่งกลางพิกัดแกนนอนของมือ x 800 / 160

พิกัด Y = จุดพิกัดแกนตั้งของมือ x 600 / 120

4.3.3 การสร้างโปรแกรมย่อยมารองรับการใช้งาน

ในการใช้งานโปรแกรมนั้นจะมีการควบคุมการใช้งานสัญลักษณ์แสดงตำแหน่ง 2 แบบคือ การเคลื่อนที่อย่างเดียว (Move) และ การเลือกหรือการเคลื่อนที่และเลือก (Click, Drag)

การเคลื่อนที่อย่างเดียว (Move) จะใช้หลักการคือ การเปรียบเทียบอัตราส่วนในด้านกว้างและด้านสูงของรูปมือที่ตรวจจับได้ หากด้านกว้างมากกว่าด้านสูง ให้สรุปว่าเป็นการเคลื่อนที่อย่างเดียว

การเลือก หรือ การเคลื่อนที่และเลือก (Click, Drag) จะใช้หลักการคือ การเปรียบเทียบอัตราส่วนในด้านกว้างและด้านสูงของรูปมือที่ตรวจจับได้ หากด้านกว้างน้อยกว่าด้านสูง ให้สรุปว่าเป็นเลือก (Click) และหากมีการเคลื่อนที่ไปด้วยก็จะเป็นการเคลื่อนที่และเลือก (Drag)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปโครงงาน

5.1 สรุปโครงงาน

จากการทดลองโดยการตรวจจับภาพของมือโดยวิธีการต่างๆในบทที่แล้วนั้น สามารถสรุปได้ว่า จากการที่ใช้กระบวนการในการตรวจจับสีของปลอกสีและสีผิว สามารถหาส่วนที่ต้องการตรวจจับได้เป็นอย่างดี แต่ถ้าหากใช้กับกล้องซึ่งเป็นภาพที่มีการเคลื่อนไหว จะทำให้เกิดความหน่วงเป็นอย่างมากเนื่องจากกล้องจะเก็บข้อมูลในรูปแบบเฟรมของภาพต่อเนื่องกัน การใช้กระบวนการตรวจจับสีนั้นเป็นกระบวนการกระทำกับเฟรมภาพแบบจุดต่อจุด การที่ต้องทำแบบนี้ในทุกจุดเพื่อตรวจสอบสีและทำหลายๆเฟรมภาพ จึงทำให้ผลออกมาเกิดความหน่วงดังที่กล่าวไปข้างต้น ดังนั้นในการทำโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้งานได้จริง ทางผู้จัดทำจึงได้ตัดส่วนที่ต้องตรวจจับสีออก แล้วใช้กระบวนการ การตรวจสอบความแตกต่างกันของภาพเพียงอย่างเดียวโดยต้องมีการควบคุมสภาพแวดล้อมรอบข้างให้สามารถเคลื่อนไหวได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ให้มือเป็นส่วนหลักในการเคลื่อนไหวได้ ซึ่งผลที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เป็นที่น่าพอใจมากเพราะถ้าหากภาพแวดล้อมรอบข้างมีการเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อย การตรวจจับมือที่ได้ก็จะมีความแม่นยำถูกต้องเป็นอย่างมากและสามารถใช้กับโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมาได้เป็นอย่างดี

5.2 ปัญหาที่พบในการทำงาน

1. ถ้าหากไม่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมให้เป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดได้ก็จะไม่สามารถตรวจจับมือตามที่ต้องการได้

2. คุณภาพของกล้องเว็บแคมแต่ละชนิดมีคุณภาพ ความละเอียดที่แตกต่างกันไปและกล้องเว็บแคมบางชนิดที่แสดงภาพแบบกลับด้านไม่สามารถ ทำให้ภาพกลับเป็นเสมือนจริงได้ จึงทำให้การตรวจจับภาพและการทดลองมีความผิดพลาดเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การแก้ไขปัญหา

1. ทำการทดลองภายใต้สภาพแวดล้อมที่ได้ทำการกำหนดไว้
2. เปรียบเทียบกล้องเว็บแคมแต่ละชนิดแล้วเลือกใช้อันที่เหมาะสมที่สุด

5.4 แนวทางในการพัฒนาขั้นต่อไป

ในการพัฒนาขั้นต่อไปจะเป็นการที่ปรับปรุงกระบวนการประมวลผลภาพเพื่อทำให้ได้ผลลัพธ์ที่รวดเร็ว เนื่องจากการที่กล้องเว็บแคมเก็บข้อมูลภาพไว้ในรูปแบบเฟรมภาพที่ต่อเนื่องกัน ดังนั้นการกระทำกับข้อมูลภาพแบบจุดต่อจุดจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่หน่วงกว่าการเคลื่อนไหวจริงๆ เมื่อสามารถหากระบวนการที่ทำให้การตรวจจับมือมีความรวดเร็วและถูกต้องได้แล้ว ก็สามารถนำไปใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ได้มากยิ่งขึ้น อาจจะเป็นการเขียนตัวอักษรบนอากาศ หรือ การทำโปรแกรมประยุกต์ดูรูปภาพโดยใช้มือในการเลื่อน ย่อ ขยาย ภาพ หรืออื่นๆที่มีประโยชน์ในการใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ผศ.ดร.สมเกียรติ อุดมหรรษากุล. 2550. **การประมวลผลภาพเบื้องต้น**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

[2] Rafael C. Gonazles & Richard E. Woods. 2002. **Digital Image Processing**. 2nd ed. New Jersey : Prentice-Hall.

[3] Guy Watson, **Webcam Motion Detection Using the BitmapData API in Flash8**, [Online]. http://www.adobe.com/devnet/flash/articles/webcam_motion.html., 9 ตุลาคม 2551.

[4] HSL and HSV Color Space, [Online]. http://en.wikipedia.org/wiki/HSL_color_space., 9 ตุลาคม 2551.

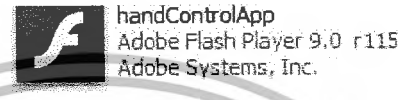
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

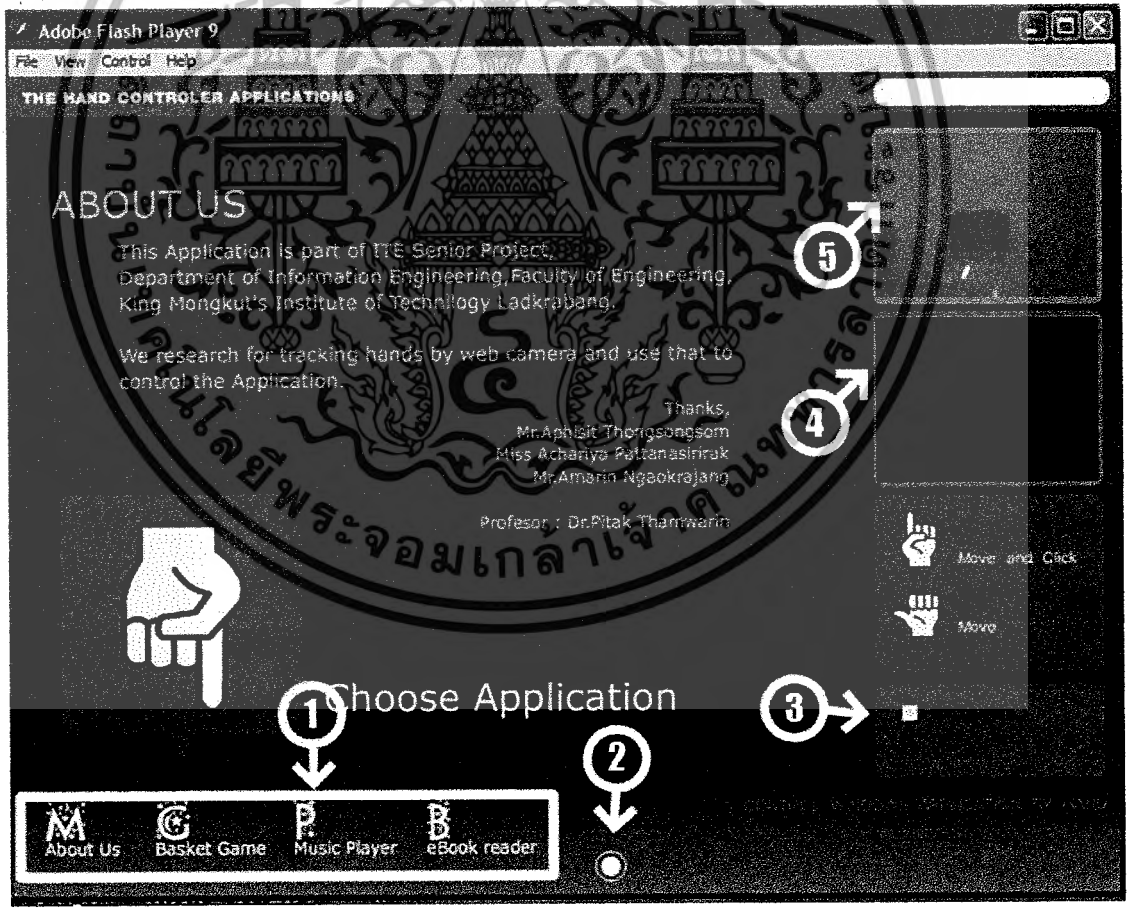
การใช้งานโปรแกรม

1. การเปิดโปรแกรม

1. ดับเบิ้ลคลิกไอคอนของโปรแกรมดังรูป เพื่อเริ่มต้นการทำงาน



2. ส่วนประกอบของโปรแกรม



1. กลุ่มเมนูสำหรับการเลือกโปรแกรมย่อย
2. สัญลักษณ์แทนการเคลื่อนที่ของมือ ณ ตำแหน่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

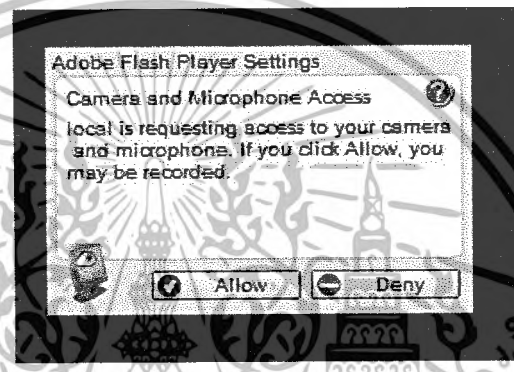
3. ปุ่มสลับด้าน ซ้าย-ขวา ของกล้อง

4. หน้าจอแสดงผลการฉายภาพการเคลื่อนที่และผลการตรวจจับภาพมือ

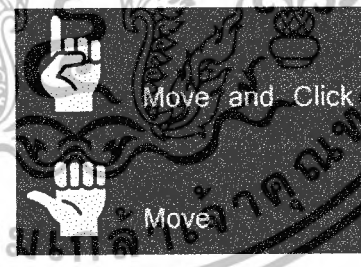
5. หน้าจอแสดงผลการฉายภาพของกล้อง

3. การใช้งานโปรแกรม

1. เมื่อเปิดโปรแกรมจะแสดงหน้าจอการขออนุญาตให้ใช้กล้อง ดังรูป ให้คลิกปุ่ม **Allow**

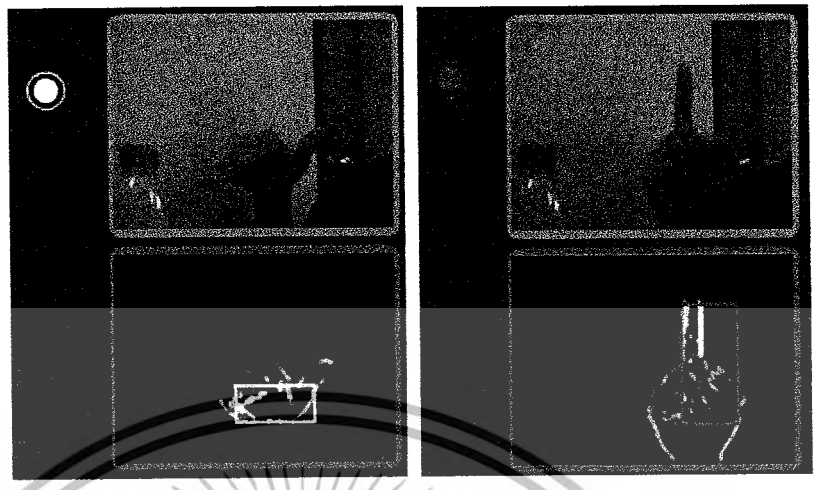


2. ใช้มือเคลื่อนที่เพื่อเลื่อนตำแหน่งสัญลักษณ์แสดงตำแหน่ง สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งจะเคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของมือ



3. การเคลื่อนที่สัญลักษณ์แสดงตำแหน่ง(Move) ให้ทำมือเป็นสัญลักษณ์ชี้ไปทางซ้าย หรือขวา หรือให้อัตราส่วนด้านกว้างมากกว่าด้านสูง ดังรูป จะปรากฏกรอบสีขาวรอบมือที่โปรแกรมตรวจจับได้ สัญลักษณ์แสดงตำแหน่ง จะปรากฏเป็นวงกลมสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การเคลื่อนที่ และ/หรือ เลือกวัตถุของโปรแกรม (Click, Drag) ให้ทำมือเป็นสัญลักษณ์ชี้ขึ้น หรือให้อัตราส่วนด้านกว้าง น้อยกว่าด้านสูง ดังรูป จะปรากฏกรอบสีเขียวรอบมือที่โปรแกรมตรวจจับได้ สัญลักษณ์แสดงตำแหน่ง จะปรากฏเป็นวงกลมสีเขียว

4. ในการเลือกโปรแกรมย่อย ให้ใช้เมาส์คลิกที่เมนูโปรแกรมย่อย เพื่อเลือกการทำงานโปรแกรมย่อยนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมย่อย เกมตะกร้ารับของ(Basket Game)

1. ใช้เมาส์คลิกที่เมนูโปรแกรมย่อยเพื่อเข้าสู่โปรแกรม

2. ใช้มือเคลื่อนที่ ซ้าย-ขวา เพื่อเลื่อนตะกร้าเพื่อรับของ ดังรูป

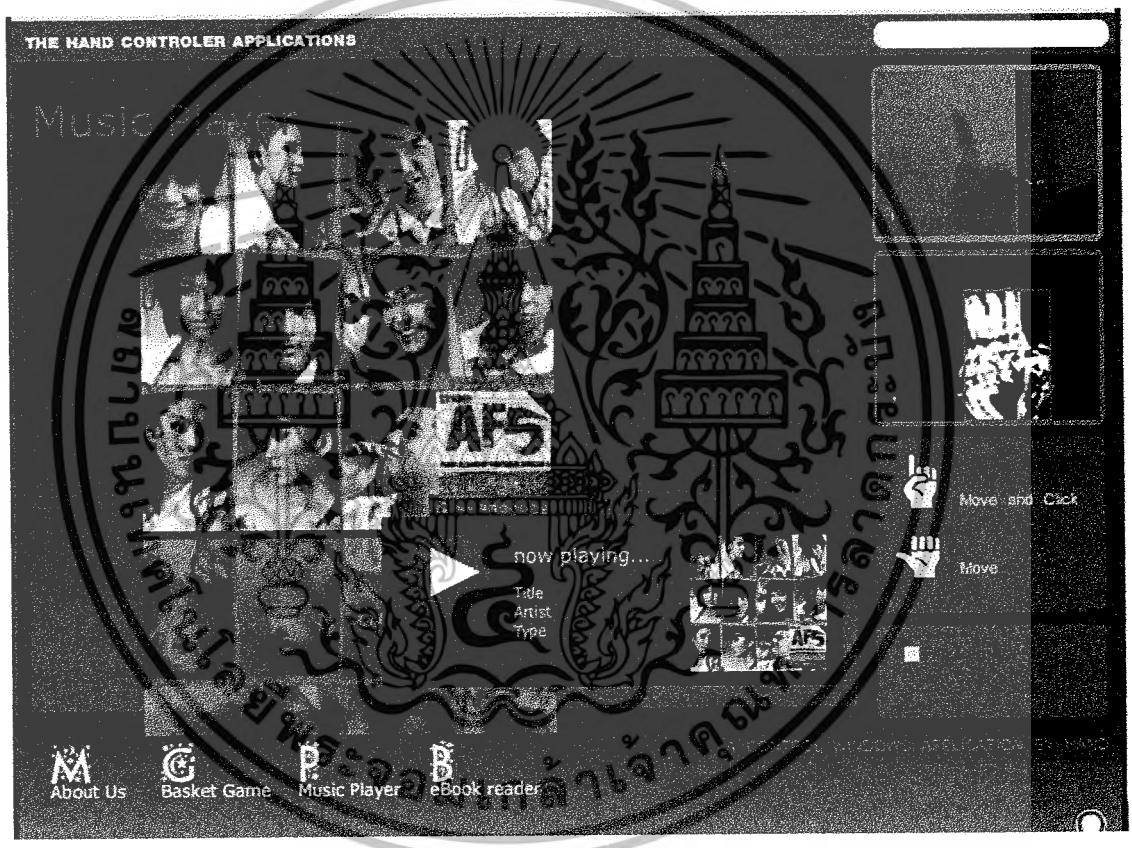
3. การออกจากโปรแกรมย่อยให้คลิกเมนู About Us

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมย่อย เครื่องเล่นเพลง(โบกมือเพื่อเปลี่ยนเพลง)(Music player)

1. ใช้เมาส์คลิกที่เมนูโปรแกรมย่อยเพื่อเข้าสู่โปรแกรม

2. ใช้มือโบกไป ซ้าย-ขวา โดยให้สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเป็นสีเขียว เพื่อเปลี่ยนเพลง ดังรูป



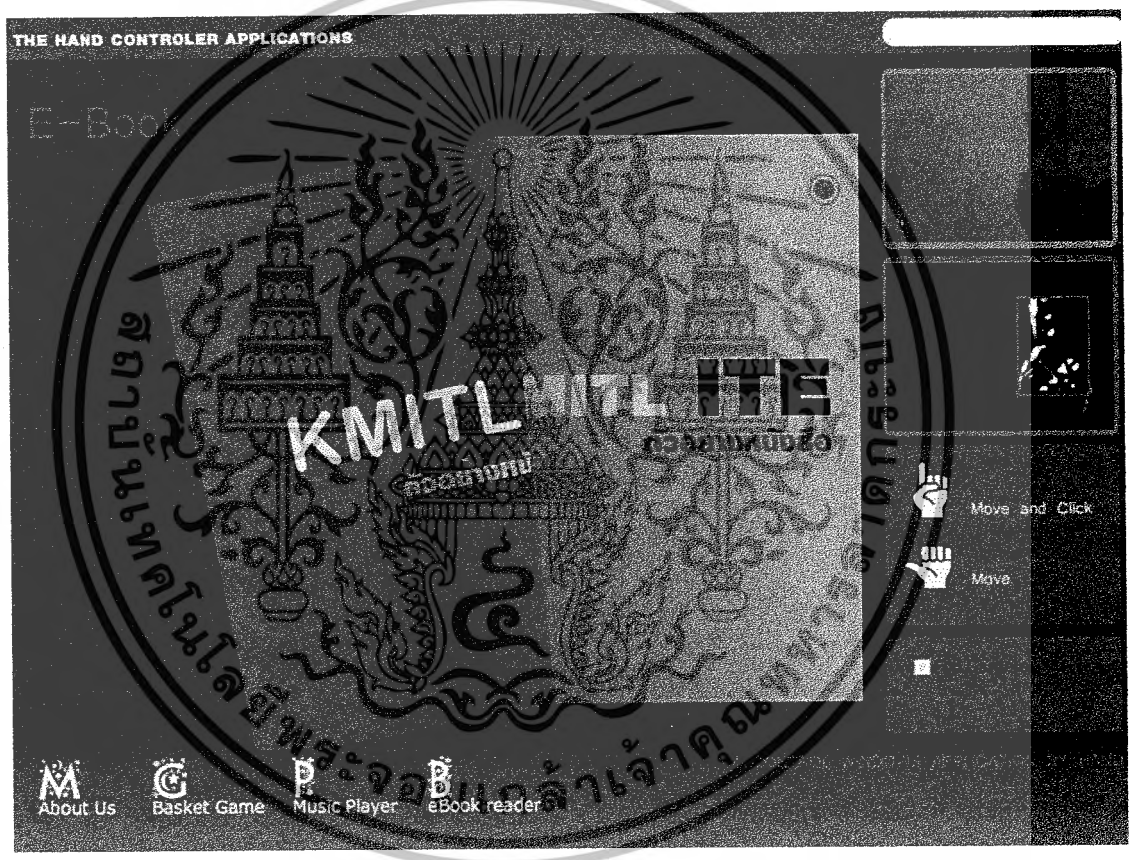
3. การออกจากโปรแกรมย่อยให้คลิกเมนู About Us

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมย่อย หนังสืออิเล็กทรอนิกส์(โบกมือเพื่อเปลี่ยนหน้า)(E-Book Reader)

1. ใช้เมาส์คลิกที่เมนูโปรแกรมย่อยเพื่อเข้าสู่โปรแกรม

2. ใช้มือโบกไป ซ้าย-ขวา โดยให้สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งเป็นสีเขียว เพื่อเปลี่ยนหน้าหนังสือ ดังรูป



3. การออกจากโปรแกรมย่อยให้คลิกเมนู **About Us**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้