

สัญญาเลขที่ 27/ 2550
รหัสโครงการวิจัย 5003040027

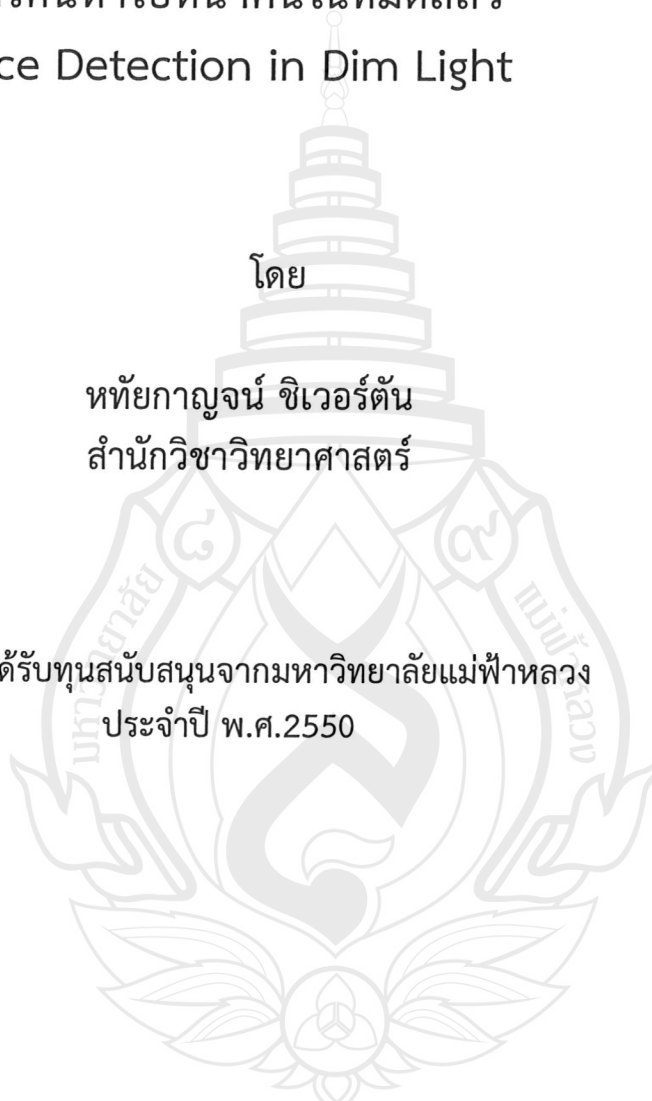
รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การค้นหาใบหน้าคนในที่มืดสลัว
Face Detection in Dim Light

โดย

หทัยกาญจน์ ชิเวอร์ตัน
สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ประจำปี พ.ศ.2550



กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ใช้รูปภาพจาก Yales Database B จาก Yales University, USA และได้รับคำแนะนำที่มีประโยชน์อย่างสูงจากอาจารย์เสรี ปานซาง มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ คำแนะนำในการประมวลผลลำดับข้อมูลจากอาจารย์วรลักษณ์ ช่องดารากุล และความช่วยเหลือผู้ร่วมงานวิจัยในการประชุมระดับนานาชาติเรื่องHistogram Specification คือ Dr. John Chiverton

งานวิจัยนี้ได้รับเงินอุดหนุนโครงการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 โดยมีรหัสโครงการคือ 5003040027

หทัยกาญจน์ ชิเวอร์ตัน

พฤศจิกายน 2553



บทสรุปผู้บริหาร

คำนำ

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีด้านรูปภาพและวิดีโอได้ถูกพัฒนาอย่างรวดเร็ว ตัวอย่างเช่น กล้องดิจิทัล กล้องวงจรปิด (CCD) และ เว็บแคม เป็นต้น ในกรณีของความปลอดภัยของสถานที่ ปัญหาที่พบส่วนใหญ่คือเมื่อถ่ายรูปหรืออัดวิดีโอคลิปในบริเวณมืดสลัว ทำให้ไม่สามารถเห็นภาพคนได้ชัดเจน หรือเห็นเพียงบางส่วนของใบหน้า ซึ่งทำให้ยากต่อการติดตามบุคคลดังกล่าว งานวิจัยด้านนี้ยังมีผลงานวิจัยน้อย ดังนั้นผู้วิจัยเห็นควรอย่างยิ่งที่จะศึกษาค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการนำรูปภาพในสถานที่สลัวหรือมืดปานกลางเพื่อปรับปรุงภาพให้สามารถเห็นใบหน้าคนในภาพดังกล่าวได้ รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้คัดเฉพาะผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์แล้วสองเรื่องคือ Face Detection in Dim Light ซึ่งใช้วิธีของเทคนิคการปรับพิกเซลอัตโนมัติ หรือ Automatic Pixel Boosting เรียกว่า เทคนิค APB วิธีดังกล่าวเป็นวิธีคิดแบบใหม่ซึ่งยืดหยุ่นและสามารถนำมาปรับใช้กับรูปภาพใดๆก็ได้ และงานวิจัยอีกเรื่องคือHistogram Specification (ประยุกต์) ซึ่งอยู่ในบทความของ Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

เนื่องจากวิธีการปรับปรุงภาพมืดสลัวในงานวิจัยนี้มีด้วยกันสองวิธี เพื่อความสะดวกและเป็นระบบจึงได้จัดแบ่งเนื้อหาโดยในแต่ละวิธีได้นำวิธีดำเนินการวิจัยกับผลงานวิจัยทั้งสองไว้ด้วยกันในบทที่3 และผลงานวิจัยทั้งสองได้รวบรวมไว้ในบทที่4

ประโยชน์ต่อเนื่องจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์อื่นๆเช่น การรู้จำใบหน้าคน และการค้นหาใบหน้าคน เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การปรับปรุงภาพใบหน้าคนในบริเวณที่มืดสลัว ช่วยให้สามารถติดตามคนในรูปภาพได้สะดวก เพราะสามารถเห็นรายละเอียดของใบหน้ามากขึ้น เพราะบางครั้งแสงที่ตกกระทบบางน้อยมาก หรือกระทบบ้างบางส่วนทำให้ข้อมูลใบหน้าอาจหายไป การกู้ข้อมูลคืนโดยวิธีการปรับภาพมืดจึงมีประโยชน์อย่างมาก ทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมอื่นที่ต้องการปรับภาพในลักษณะเดียวกัน

ข้อมูลภาพ

ข้อมูลภาพที่ใช้มีสองแบบคือภาพGround Truthซึ่งเป็นภาพใบหน้าคนที่มีแสงปกติกับภาพต้นแบบซึ่งเป็นภาพใบหน้าคนในบริเวณที่มืดแตกต่างกัน โดยข้อมูลภาพทั้งสองได้รับจากyales databaseB มหาวิทยาลัยYales University สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นข้อมูลภาพที่น่าเชื่อถือและได้นำมาใช้หลายงานวิจัยแล้ว

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้แบ่งงานเป็นสองวิธีใหญ่คือๆ

วิธีที่1 เทคนิคการปรับพิกเซลอัตโนมัติ หรือ Automatic Pixel Boosting เรียกว่า เทคนิค APB

วิธีที่2 วิธีHistogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

โดยเนื้อหาโดยสังเขปของแต่ละวิธีมีดังนี้

วิธีที่1 จากการศึกษาซอฟต์แวร์PhotoShop ซึ่งมีเครื่องมือที่เรียกว่าCurve เพื่อใช้ในการปรับภาพโดยการตัดสินใจของผู้ใช้ในการปรับเปลี่ยนลักษณะของกราฟของความเข้มแสง ซึ่งไม่สะดวกในการตัดสินใจว่ากราฟรูปแบบใดที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นงานเทคนิคAutomatic Pixel Boosting หรือ APB เป็นวิธีใหม่ในการปรับความเข้มแสงของพิกเซลอัตโนมัติ โดยยึดหลักว่าภาพGround Truthของบุคคลที่สนใจเป็นภาพที่แสงเหมาะสมและทำการเลียนแบบ โดยปรับภาพต้นแบบให้ใกล้เคียงกับภาพGround Truth มากที่สุด จากนั้นเมื่อได้กราฟในการปรับความเข้มแสงของภาพคนเดียวกันหลายๆภาพ จึงใช้วิธีของPrincipal Component Analysis ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติในการค้นหาข้อมูลสำคัญของภาพแล้วสร้างภาพที่ใกล้เคียงกันจำนวนมาก จากนั้นจึงทำการทดสอบค้นหากราฟที่เหมาะสมที่สุด แล้วนำไปปรับภาพมีดอื่นที่ต้องการ ทั้งนี้กราฟดังกล่าวสามารถนำไปปรับภาพของบุคคลอื่นได้ด้วย จึงไม่จำเป็นต้องมีภาพGround Truth ของบุคคลอื่นอีกต่อไป นั่นคือสามารถปรับภาพของบุคคลอื่นได้ทันที

วิธีที่2 เป็นการต่อยอดงานด้าน Histogram Specification โดยใช้ชื่อนี้สั้นๆว่า Histogram Specification (ประยุกต์) โดยการตั้งสมมติฐานว่าใบหน้าคนในกรณีที่มีแสงปรกติมีลักษณะการแจกแจงทางสถิติเป็นการแจกแจงแบบปกติ ซึ่งเมื่อสังเกตกราฟความถี่จะมีลักษณะเป็นแบบระฆังคว่ำ จากนั้นระบุฟังก์ชันที่จะทำการเปลี่ยนให้มีการแจกแจงแบบปกติแล้วปรับภาพมีดโดยใช้กรอบหน้าต่างขนาดเล็กคือ 7×7 เริ่มจากมุมขวบน นำมาศึกษาเปรียบเทียบกับภาพGround Truth โดยใช้กรอบหน้าต่างและตำแหน่งในลักษณะเดียวกัน แล้วแปลงภาพมีดในกรอบหน้าต่างดังกล่าวโดยการเรียนรู้จากภาพGround Truthให้มีลักษณะใกล้เคียงกัน และใช้ฟังก์ชันการแจกแจงแบบปกติแปลงเป็นอินเวอร์สฟังก์ชันของการแจกแจงแบบปกติแล้วจึงเปรียบเทียบความเข้มแสงของแต่ละพิกเซลของภาพมีด ทำในลักษณะนี้จะช่วยในการปรับพิกเซลให้สว่างอย่างเป็นธรรมชาติ จากนั้นค่อยๆปรับกรอบหน้าต่างอื่นในลักษณะเดียวกันจนทั่วบริเวณที่ต้องการปรับภาพ

สรุปผลการทดลอง

จากวิธีทั้งสองวิธีดังกล่าวสามารถปรับภาพมีดให้สว่างและเห็นรายละเอียดของใบหน้าคนได้ดีในลักษณะผลที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะของรูปภาพ เช่นหากภาพมีดสนิทวิธีของ

Histogram Equalization จะให้ภาพที่เห็นรายละเอียดภาพในลักษณะดี แต่หากภาพมีแสงปริมาณใกล้เคียงกันบริเวณใบหน้าการปรับภาพจะไม่เห็นผลที่แตกต่างจากต้นแบบมากนัก เป็นต้น ส่วนวิธีการ Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images จะเหมาะสมเมื่อสามารถระบุฟังก์ชันที่ต้องการปรับสว่างหน้า ทั้งยังต้องการภาพ Ground Truthในการเรียนรู้ล่วงหน้า ผลลัพธ์ภาพของวิธีจะให้ภาพที่เป็นธรรมชาติ ไม่มีการบิดเบือนของแสง และสะดวก รวดเร็ว

เทคนิคของAPB มีข้อดีคือสามารถปรับภาพคนทั่วไปได้ทันที โดยการเรียนรู้ภาพของบุคคลอื่นก่อน และไม่ต้องตัดสินใจเองในการปรับภาพมีดใดๆ

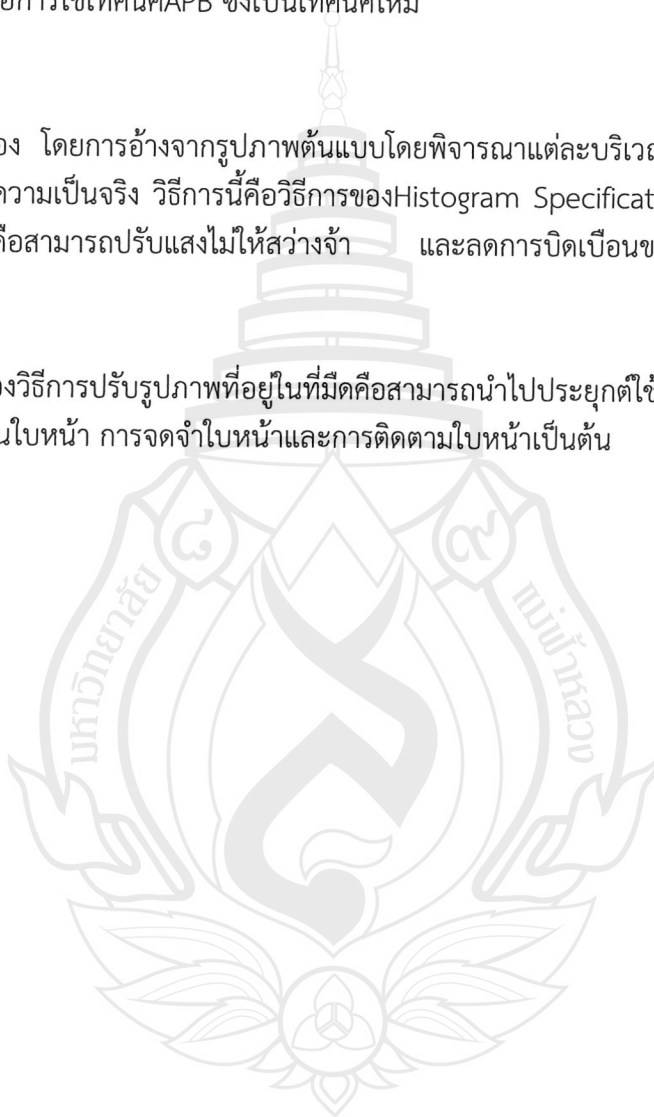


บทคัดย่อ

รูปภาพของใบหน้าคนที่มีลักษณะของแสงแตกต่างกัน เมื่อแสงตกกระทบแต่ละบริเวณผิวหน้า ทำให้ได้ภาพแสดงโครงหน้าที่มีลักษณะเฉพาะตัวและอาจทำให้เห็นภาพใบหน้าเพียงบางส่วน งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการปรับปรุงคุณภาพของรูปภาพเหล่านั้น วิธีการแก้ปัญหานั้นมีได้หลายรูปแบบ โดยแบ่งเป็นสองงานวิจัย งานวิจัยแรกคือการอ้างอิงจากรูปภาพต้นแบบและปรับภาพมืดให้ใกล้เคียงภาพต้นแบบในครั้งเดียว (ไม่แบ่งแยกภาพเป็นส่วนๆ) วิธีการนี้คือการใช้เทคนิคAPB ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่

งานวิจัยที่สอง โดยการอ้างอิงจากรูปภาพต้นแบบโดยพิจารณาแต่ละบริเวณย่อย เพื่อปรับแสงให้ใกล้เคียงความเป็นจริง วิธีการนี้คือวิธีการของHistogram Specification ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่มีประโยชน์คือสามารถปรับแสงไม่ให้สว่างจ้า และลดการบิดเบือนของแสงที่ตกกระทบบนใบหน้า

ประโยชน์ของวิธีการปรับปรุงภาพที่อยู่ในที่มืดคือสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรมการตรวจค้นใบหน้า การจดจำใบหน้าและการติดตามใบหน้าเป็นต้น



Abstract

Photographs of the human face usually have variable illumination due to the rich three dimensional structure of the human face. This paper therefore describes a method to improve the quality of these types of images.

Some algorithms (histogram specification) divide an image into regions to calculate histograms that are then compared with corresponding regional histograms of a well lit Ground Truth image. This comparison then provides parameters to transform the test image to a new image with relatively good lighting. The algorithm assumes that the face location has been identified and segmented *a priori*. This enables the algorithm to concentrate on varying the lighting transformations of different regions of the face in the transformed image. The result of the algorithm is to retain the natural relative brightnesses expected of the human face. This is important for a number of reasons: (a) to prevent overly brightening some regions of the face; and (b) thus reducing the effect of distortions that might otherwise result in transforming a region that is likely to have very little natural intensity information under normal lighting conditions. Potential applications include face recognition and tracking systems, see e.g. [11,12].

Some algorithms use the whole image to produce the result image. The proposal method is called Automatic Pixel Boosting. This technique is also extended to the next step by using Principal Component Analysis or PCA. The benefit of this next step is that there is no requirement for the original image, i.e. it can be used directly to any new dark image.

This research can be applied directly to some softwares such as Face Recognition System, which we also show in our work, and Face Detection System.

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1-3
	1.1 ที่มา	
	1.2 สิ่งที่เราคาดว่าจะได้รับ	
	1.3 ขอบเขตงานวิจัย	
บทที่ 2	แนวคิดทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4-15
	2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและครอบคลุมงานวิจัย	
	2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
บทที่3	วิธีการดำเนินการวิจัย	16-29
	3.1 ระเบียบวิธีวิจัย	
	3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	
	3.3 กิจกรรมวิจัย ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ ทดสอบ การติดตามผล	
บทที่4	ผลการศึกษาวิจัย	30-41
	a) ผลการทดลองที่1 วิธีของAPB	
	b) ผลการทดลองที่2 วิธีของHistogram Specification (ประยุกต์)	
บทที่5	สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ	42-43
	5.1 สรุปผลงานวิจัย	
	5.2 การอภิปราย	
	5.3 ข้อเสนอแนะ	
	เอกสารอ้างอิง	44-45
	ประวัตินักวิจัย	46-47

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1-1	การเปรียบเทียบระหว่างเรื่องHistogram Specification และงานวิจัยที่สอง	2
ตารางที่ 2-1	การวิเคราะห์ผลของอัตราส่วน r	14
ตารางที่ 4-1	ผลการจดจำใบหน้าของซอฟต์แวร์EigenFaces และ Kohonen Loeve	34



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2-1	การเปรียบเทียบระหว่างกราฟความถี่ของรูปต้นแบบและรูปจาก
ถึงภาพที่ 2-4	Histogram Equalization
ภาพที่ 2-5	ภาพใบหน้าและกราฟความถี่และกราฟความถี่สะสมของรูปGround Truth
ภาพที่ 2-6	ภาพที่ต้องการทดสอบ
ภาพที่ 2-7	ผลจากการปรับภาพมืดและกราฟความถี่ด้วยวิธีHistogram Specification
ภาพที่ 2-8	ผลจากการปรับภาพมืดและกราฟความถี่ด้วยวิธีHistogram Equalization
ภาพที่ 2-9	การเปรียบเทียบผลการปรับภาพมืดด้วยวิธีHistogram EqualizationและHistogram Specification (ประยุกต์)
ภาพที่ 3-1	โปรแกรมPhotoshop โดยใช้เครื่องมือ curve
ภาพที่ 3-2	การเปรียบเทียบระหว่างภาพมืดและภาพที่ได้รับการปรับความมืดแล้ว
ภาพที่ 3-3	กระบวนการที่1 ของวิธี APB
ภาพที่ 3-4	กระบวนการที่2 ของวิธี APB
ภาพที่ 3-5	ภาพประกอบการเลือกภาพที่ถูกปรับความมืดที่ดีที่สุด
ภาพที่ 3-6	ภาพแสดงช่วงความเชื่อมั่น99%
ภาพที่ 3-7	ภาพGround Truth และภาพต้นแบบที่ต้องการทดสอบ
ภาพที่ 4-1	กราฟแสดงค่า r ก่อนและหลังใช้PCA
ภาพที่ 4-2	ภาพจากขั้นที่1และขั้นที่2 ของวิธีAPB
ภาพที่ 4-3	ภาพผลลัพธ์จากการใช้PCAหลังจากวิธีของAPB
ภาพที่ 4-4	ภาพของใบหน้าคนที่ม่แสงปกติ
ภาพที่ 4-5	ภาพต้นแบบที่ต้องการทดสอบ
ภาพที่ 4-6	ผลจากการใช้FaceSDK เพื่อหาfacial features
ภาพที่ 4-7	ผลจากการใช้ Histogram Specification(ประยุกต์)

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันงานวิจัยทางการประมวลผลภาพทางดิจิทัลมีอยู่แพร่หลาย และผู้วิจัยทั่วโลกให้ความสำคัญกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยงานวิจัยเพื่อผลิตซอฟต์แวร์ด้านความปลอดภัยเป็นงานที่น่าสนใจและสำคัญแขนงหนึ่ง เนื่องจากความปลอดภัยมีความสำคัญอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตประจำวัน ในสังคมมักมีข่าวการโจรกรรม การวางระเบิด ซึ่งทำให้คนตื่นตระหนก และการสืบหาผู้ร้ายบางครั้งไม่สามารถติดตามได้ทันทีจากภาพในกล้องวงจรปิด เนื่องจากภาพที่ได้มีความมืดในบริเวณใบหน้า เป็นต้น

กล้องวงจรปิด (CCD) และกล้องดิจิทัลในปัจจุบันนี้ใช้งานง่าย และราคาไม่แพง อย่างไรก็ตามก็มักถูกออกแบบให้ใช้งานได้อัตโนมัติ เช่นโหมดการปรับแสง เป็นต้น จึงทำให้ภาพบางภาพไม่ชัด โดยเฉพาะภาพที่ถ่ายในบริเวณที่มืด หรือภาพที่ได้จากกล้องวงจรปิดที่ติดตั้งบริเวณมุมห้องที่ไม่ต้องการให้คนเห็น เพื่อความปลอดภัย ป้องกันการโจรกรรม หรือการฆาตกรรม การทำร้ายร่างกาย ในยามค่ำคืน เช่นบริเวณป้ายรถเมล์ บริเวณตู้บริการทางการเงิน บริเวณที่ผู้คนไม่พลุกพล่าน บริเวณตึก หรือบริเวณหมู่บ้านหรือบ้านคนในจุดที่ไม่สามารถดูแลได้ทั่วถึง สถานที่ราชการที่ต้องการการดูแลเป็นพิเศษ สถานที่เอกชน ร้านค้าขาย หรือบนท้องถนนที่ซ่อนกล้องวงจรปิด เป็นต้น ซึ่งอาจอยู่ในบริเวณที่แสงไม่เพียงพอแต่ไม่มีดิสทิงค์ ทำให้ภาพที่ได้อาจต้องมีการปรับภาพโดยใช้โปรแกรมซึ่งมีราคาแพงและต้องซื้อลิขสิทธิ์จากต่างประเทศ อีกทั้งงานวิจัยด้านการปรับแสง (Illumination) จากภาพมียังคงมีงานวิจัยใหม่ๆ ต่อเนื่องตลอดเวลา จึงเป็นสิ่งที่ท้าทายในวงการวิจัยทั่วโลก เพื่อแก้ปัญหาและศึกษางานดังกล่าว งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายคือการสร้างโปรแกรมเพื่อปรับภาพที่มีมืดให้สามารถเห็นรายละเอียดของบริเวณใบหน้า เพื่อใช้ประโยชน์ในการเห็นหน้าของบุคคลในรูป โดยใช้เทคนิคที่พัฒนาขึ้นใหม่ ค่าใช้จ่ายถูกและสามารถติดตั้งได้ง่าย ผ่านทางโปรแกรมMatLab เพียงนำภาพจากกล้องดิจิทัล หรือภาพจากกล้องวงจรปิดมาใช้เท่านั้น

งานวิจัยนี้จะเน้นศึกษาถึงวิธีการปรับแสงสว่างในภาพมืดแต่ไม่มีดิสทิงค์เพื่อให้เห็นใบหน้าของบุคคลในภาพได้อย่างสะดวกรวดเร็ว โดยคาดหวังว่าหากสามารถเห็นใบหน้าคนในภาพได้ จะช่วยให้การติดตามจับกุมได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยงานวิจัยมีลักษณะกว้างๆ อยู่สองวิธีคือ การปรับภาพมืดทั้งภาพ และการปรับความมืดโดยแบ่งแยกภาพดังกล่าวเป็นส่วนๆ สมมติฐานเบื้องต้นคือภาพที่สามารถเห็นรายละเอียดใบหน้าได้ดี จะมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นภาพมืดทุกภาพ หากสามารถปรับการกระจายแสงและความเข้มแสงให้มีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ จะสามารถปรับภาพมืดให้สามารถเห็นรายละเอียดของใบหน้าได้ดียิ่งขึ้น

สิ่งที่คาดว่าจะได้รับคือการนำซอฟต์แวร์ไปใช้งานจริง โดยนำรูปภาพใดๆ ที่มีความเข้มแสงต่ำ หรือภาพมืดสลับมาปรับความเข้มแสงหรือแสงสว่างเพื่อให้เห็นภาพใบหน้าคนที่อยู่ในบริเวณมืดสลับได้

ชัดเจนยิ่งขึ้น และการนำผลงานดังกล่าวไปตีพิมพ์เผยแพร่ งานวิจัยนี้มีสองบทความ(articles)ของผู้แต่ง ที่ได้รับการตีพิมพ์แล้ว ดังนี้คือ

1. การปรับพิกเซลจากรูปภาพโดยอัตโนมัติ หรือ Automatic Pixel Boosting (APB)
2. Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

งานในบทความที่หนึ่งแตกต่างจากงานในบทความที่สองอย่างสิ้นเชิง โดยงานที่หนึ่งจะต้องศึกษาจากภาพต้นแบบ และใช้เทคนิคที่สร้างขึ้นมาเอง ซึ่งวิธีดังกล่าวเรียกว่าวิธีการปรับพิกเซลโดยอัตโนมัติหรือAPB ส่วนงานที่สองไม่จำเป็นต้องใช้ภาพต้นแบบ และความแตกต่างอีกประการหนึ่งคืองานที่หนึ่งจะปรับภาพทั้งรูปในคราวเดียวกันแต่งานที่สองจะแยกเป็นส่วนๆแล้วทำการปรับพิกเซลของแต่ละหน้าต่าง เป็นต้น ประโยชน์ต่อเนื่องจากงานวิจัยทั้งสองเรื่องนี้คือสามารถนำไปพัฒนาประยุกต์ใช้กับซอฟต์แวร์อื่นๆเช่น การรู้จำใบหน้าคน และการค้นหาใบหน้าคน เป็นต้น ซึ่งได้นำเสนอเป็นแนวทางไว้แล้วในบทที่4

แนวคิดของโครงการวิจัยมีดังนี้ นำรูปภาพที่ได้จากฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือมาใช้ในการทดลองของทั้งสองงานวิจัยโดยวิธีของงานวิจัยแรกเป็นแนวคิดที่ศึกษาจากการศึกษาความเข้มแสงของภาพที่มีแสงสว่างเป็นปกติ แล้วพยายามเปลี่ยนความเข้มแสงและการกระจายของแสงในภาพที่ทดลองให้ใกล้เคียงกัน วิธีการณ์นี้เรียกว่า Automatic Pixel Boosting หรือ APB [1] โดยการตั้งสมมติฐานว่าบริเวณใบหน้าที่มีการกระจายแสงสว่างดีทั่วถึง จะมีกราฟของprobability density function หรือ pdf ใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ ส่วนงานวิจัยที่สอง เป็นการต่อยอดงานวิจัยของ Histogram Specification โดยข้อแตกต่างของงานวิจัยที่สองและผลงานเดิมของHistogram Specification มีดังนี้คือ

ตารางที่1-1 การเปรียบเทียบระหว่างเรื่อง Histogram Specification และงานวิจัยขึ้นที่สอง

Histogram Specification	งานวิจัยที่สอง Histogram Specification(ประยุกต์)
1. ค้นหาลักษณะกราฟกราฟความถี่อัตโนมัติ ฉะนั้นรูปภาพแต่ละรูปจะให้กราฟที่มีความแตกต่างกัน	1.เจาะจงให้กราฟกราฟความถี่ที่ต้องการมีการแจกแจงแบบปกติ การระบุลักษณะกราฟจะช่วยให้การปรับภาพมืดได้ผลรวดเร็วมาก
2. ใช้รูปภาพทั้งรูปในคราวเดียวกัน	2.แบ่งรูปภาพเป็นส่วนๆและปรับแต่ละพิกเซลทีละหน้าต่างอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะช่วยให้ได้ผลของภาพที่มีความเป็นธรรมชาติยิ่งขึ้น

การออกแบบงานวิจัยนั้นเริ่มต้นการขอใช้ฐานข้อมูลรูปภาพที่ได้รับการยอมรับคือ Yales DatabaseB เพื่อนำมาใช้ในการทดลองของทั้งสองงานวิจัยที่ระบุไว้ข้างบน โดยข้อมูลภาพเป็นภาพหนึ่งในมุมเดียว ปริมาณแสงไม่มีดสนิท นั่นคือ ปริมาณแสงตกกระทบบนใบหน้าเล็กน้อยหรือพอเห็นโครง

หน้าบ้าง หรือเห็นเพียงครึ่งหน้า เมื่อได้ข้อมูลภาพ จากนั้นทำการศึกษาถึงวิธีการต่างๆที่เกี่ยวข้อง การปรับความเข้มแสง โดยวิธีการและผลการทดลองจากวิธีการทางการประมวลผลภาพดิจิทัลได้นำเสนอไว้แล้วในบทที่2

ในที่สุดเมื่อได้ศึกษาวิธีการหลายแบบ และเห็นข้อดีข้อเสียของวิธีการต่าง ๆ จึงได้ดัดแปลงวิธีที่คาดว่าให้ผลดีที่สุดแล้วออกแบบการทดลองใหม่ โดยการตั้งข้อสังเกตที่ว่า การแจกแจงของกราฟความถี่ของภาพที่มีแสงเป็นปกติที่เรียกว่าGround Truth จะมีการแจกแจงแบบปกติแล้วนำไปประยุกต์ใช้กับทั้งสองผลงาน

วิธีการของสองงานวิจัยใหม่คือ แบบแรกจะอ้างจากรูปภาพต้นแบบและปรับภาพมืดให้ใกล้เคียงภาพต้นแบบในครั้งเดียว (ไม่แบ่งแยกภาพเป็นส่วนๆ) วิธีการนี้คือการใช้เทคนิคAPB ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่[1] โดยการอ้างอิงจากรูปภาพต้นแบบ เพื่อปรับแสงให้ใกล้เคียงความเป็นจริง โดยการจัดระบบการกระจายแสงของภาพมืดเสียใหม่ จากนั้นจึงทำการเพิ่มความเข้มแสงเพื่อให้ภาพสว่างยิ่งขึ้น*(นำเสนอรายละเอียดในบทที่3) จากนั้นใช้วิธีการของPrincipal Component Analysis เพื่อออกแบบลักษณะกราฟของความเข้มแสงจำนวนมากแล้วคัดเลือกกราฟที่ดีที่สุดเพื่อนำไปปรับความมืดของภาพที่ต่างจากภาพต้นแบบ ข้อดีของวิธีนี้คือเราสามารถปรับภาพมืดของบุคคลใดก็ได้ ส่วนวิธีการของงานวิจัยที่สองจะศึกษาจากภาพมืดใดๆ ไม่ต้องใช้ภาพต้นแบบ แต่จะทำการแยกภาพเป็นส่วนๆแล้วใช้วิธีการของHistogram Specification ปรับกราฟของpdf จากภาพมืดที่ต้องการ ให้มีลักษณะการแจกแจงเป็นแบบปกติ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่มีประโยชน์คือสามารถปรับแสงไม่ให้สว่างจ้า และลดการบิดเบือนของแสงที่ตกกระทบบนใบหน้า

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลจากภาพมืดนั้นสามารถทำได้ดังนี้ วิธีการที่หนึ่ง APB ใช้เปรียบเทียบภาพGround Truth โดยภาพนี้เป็นภาพที่ได้รับแสงอย่างสมดุล และเห็นรายละเอียดของใบหน้าชัดเจน โดยเมื่อเราสร้างการทดสอบที่เรียกว่า Skin Probability Test จะทำการตรวจสอบในระดับพิกเซลว่าผลจากภาพมืดที่ได้เคียงกับภาพGround Truth เพียงใด โดยการเปรียบเทียบในลักษณะอัตราส่วน ถ้าค่าอัตราส่วนใกล้เคียง1 แสดงว่าภาพผลลัพธ์ได้รับการปรับภาพดีแล้ว

นอกจากการใช้Skin Probability Test แล้ว เรายังทำการเปรียบเทียบวิธีการของทั้งสองงานวิจัยของเราโดยใช้โปรแกรม EigenFaces and Kohunen Loeve และ FaceSDK โดยรายละเอียดทั้งหมดอยู่ในบทที่4

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาพหนึ่งรูปมีความหมายมากกว่าคำพูด เป็นสิ่งที่ได้รับการยอมรับมานานแล้ว อีกทั้งความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับรูปภาพจากกล้องดิจิทัล ทำให้รูปภาพได้รับความสนใจจากคนทั่วไป โดยเฉพาะการจดจำใบหน้าคน (Face Recognition) จากรูปภาพหรือวิดีโอ นั้นได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในการวิจัยของ Computer Vision โดยงานด้านการติดตามบุคคลหรือ Face Detection คือ เมื่อมีภาพหนึ่งภาพ จุดมุ่งหมายคือการตรวจสอบว่ามีใบหน้าคนหรือไม่ในรูปภาพ หากพบจะทำการแสดงตำแหน่ง (location) ของส่วนต่างๆบนใบหน้า (features) เช่น ตา จมูก คีว แก้ม ริมฝีปาก หู เป็นต้น โดยมีสมมติฐานที่ว่า มีใบหน้าหนึ่งคนอยู่ในรูปภาพ ความหมายที่ใกล้เคียงกับ Face Detection คือ Face Localization ซึ่งจุดมุ่งหมายกรณีหลังคือ ระบุเพียงพบใบหน้าหนึ่งคนในภาพ ซึ่งเป็นลักษณะการสืบค้นที่ง่ายกว่า

หลังจากขั้นตอนของ Face Detection คือการค้นหาส่วนต่างๆของใบหน้าว่า รูปภาพที่นำเข้ามาตรวจสอบ (probe) ตรงกับข้อมูลที่มีอยู่แล้ว (gallery) แล้วรายงานการจับคู่ดังกล่าว จุดหมายวิธีนี้คือ การตรวจสอบเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล ซึ่งมักพบในการแกะรอย ตามหาโจรผู้ร้าย หรือผู้ทำความผิด (Face Authentication) ซึ่งขั้นตอนสุดท้ายคือการยืนยันการตรวจสอบว่าถูกต้องตรงกับข้อมูลที่มีหรือไม่ เพอร์เซ็นต์ความถูกต้องมีมากน้อยอย่างไร (Face Verification) ความผิดพลาดก็เพอร์เซ็นต์

สายตาและสมองของมนุษย์มีการทำงานที่น่าประหลาดใจ สมองสามารถที่จะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลที่เห็นผ่านทางสายตา ซึ่งถึงแม้ว่ามีภาพเป็นจำนวนมากที่คล้ายกัน มนุษย์สามารถแยกความแตกต่างดังกล่าวได้อย่างง่ายดาย และสามารถแบ่งกลุ่มของผู้คนโดยใช้เกณฑ์ที่คล้ายกันได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งสิ่งเหล่านี้แตกต่างจากคอมพิวเตอร์โดยสิ้นเชิง ดังนั้นงานวิจัยด้านนี้จึงมักท้าทายความสามารถของนักวิจัยทั่วโลก

ในงานวิจัยของ Face Detection สามารถแบ่งลักษณะการสืบค้นได้เป็น 4 ลักษณะ [2] ดังนี้

- 1) Knowledge-based methods วิธีการนี้คือใช้ความรู้พื้นฐานของมนุษย์ในการหากฎเกณฑ์เพื่อบ่งบอกว่ามีใบหน้าอยู่ในรูปภาพหรือไม่ นั่นคือศึกษาถึงความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆของใบหน้า วิธีการนี้มักใช้กับ face localization ตัวอย่างเช่น Multiresolution rule-based method

- 2) Feature invariant approaches เป็นวิธีการหาโครงสร้างของ features ที่คงที่ถึงแม้จะมีการเอียงศีรษะ หรือการมองภาพในมุมต่างๆ หรือ แสงที่ไม่คงที่ (varying illuminations) เพื่อหาตำแหน่งของหน้า วิธีนี้ใช้กับ face localization เช่น การหา facial features, texture, skin color

3) Template matching methods เป็นวิธีการเก็บข้อมูลรูปแบบใบหน้าทั่วไปล่วงหน้า เพื่ออธิบายสิ่งทั้งหมดหรือแยกส่วนต่างๆของ facial features แล้วหาความสัมพันธ์(correlation) เพื่อคำนวณและใช้สำหรับการสืบค้นใบหน้า วิธีนี้ได้ทั้งface localization และ face detection ตัวอย่างเช่น predefined face template , deformable template

4) Appearance-based methods ถ้าเปรียบเทียบกับวิธีนี้กับ template matching นั่นคือ template ที่ได้จากวิธีของAppearance-based methods เกิดจากการเรียนรู้ล่วงหน้าจากเซตของข้อมูลภาพที่นำมาเรียนรู้ ซึ่งมาจากรูปภาพที่เป็นตัวแทนของภาพที่ปรากฏบนใบหน้าเพื่อสร้างโมเดลให้เกิดการเรียนรู้ แล้วจึงนำมาใช้สืบค้น วิธีนี้ใช้กับ face detection ซึ่งวิธีที่ใช้ในปัจจุบันคือ

- 1) Eigenface
- 2) Distribution based
- 3) Neural Networks
- 4) Support Vector Machine(SVM)
- 5) Naïve Bayes Classification
- 6) Hidden Markov Models (HMMs)
- 7) Information-Theoretical Appearance

ส่วนวิธีการอื่นๆเช่น neural networks มีผลเสียคือ ใช้เวลาในการคำนวณนานมาก และข้อมูลถูกนำมาใช้มากเกินไปจนเกินไป ถึงแม้ผลจากจดจำจะจัดอยู่ในเกณฑ์ดี วิธีของEigenFace ได้มีการเปรียบเทียบกับ FisherFace ซึ่งวิธีการของFisherFaceให้ผลที่ดีและเหมาะสมกว่าเพราะ Fisherface สามารถลดมิติโดยใช้PCAและใช้ LDA (linear discriminant analysis)แบ่งแยกข้อมูลได้ด้วย วิธีของ SVM ซึ่งนำเสนอโดย Vaphik กล่าวว่าวิธีนี้ให้ผลลัพธ์ดีเยี่ยมสำหรับจุดมุ่งหมายทั่วไปของ Pattern Recognition เท่านั้น [3]

งานที่วิจัยของนักวิจัยอื่นที่ใกล้เคียงกับการสืบค้นเมื่อแสงมีการเปลี่ยนแปลง(varying illumination) มีดังนี้ Wavelet-based normalization method [4] โดยการใช้ database ของ Yale Face DatabaseB วิธีที่ใช้ก่อนจะทำการสืบค้น (preprocessing) คือ normalize illuminations โดย Shan Du และ Rabab Ward อ้างว่า เมื่อแสงมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ใบหน้าในแต่ละรูปแตกต่างกันมาก และยากกว่าการจดจำใบหน้าเพื่อค้นหาเอกลักษณ์ตัวบุคคล (face identity)

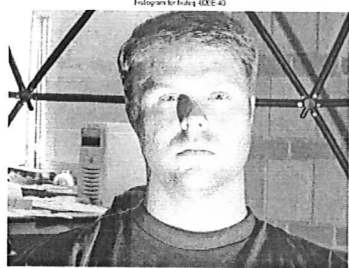
งานวิจัยอื่นๆ[4]คือ Illumination cone method โดย Georghiades และคณะ และงานวิจัย Quotient image method โดย Shashua และคณะ งานวิจัยเหล่านี้ได้ตั้งสมมติฐานว่าหน้าได้รับการจัดเรียง (align) โดยใช้ค่าเฉลี่ยภาพที่ใช้ฝึกจึงมีลักษณะการวางศีรษะที่ใกล้เคียงกัน ต่าง

เพียงขนาดของแสงที่แตกต่าง อย่างไรก็ตามที่ทำงานที่น้อย เกี่ยวกับวิธีการจัดเรียงใบหน้าอัตโนมัติ ภายใต้แสงที่ต่างกัน

จาก [5] ได้มีการศึกษาเกี่ยว Color Space ในลักษณะสองมิติ คือ RG, rg, HS, YQ and CbCr ซึ่งเสนอ Color Space Model หรือ CSM และ Color Distribution Model หรือ CDM โดยการเปรียบเทียบวิธีสามแบบคือแบบที่หนึ่ง มีการตั้งค่าไว้ก่อนเริ่มต้น แบบที่สองคือนำข้อมูลมาเรียนรู้ก่อนแล้วตั้งค่าไว้ใช้ตลอดทั้งโปรแกรม ส่วนแบบที่สามคือ มีการสลับระหว่าง color space ซึ่งผลสรุปคือแบบที่สามช่วยเพิ่มสมรรถนะของการtracking มีการนำ CAMSHIFT tracking algorithm มาใช้แล้วนำ CSM เพื่อใช้แยกภาพเป็นส่วนๆ (segment) และติดตาม(track)สิ่งของ โดยกำจัดแสงที่สว่างเกินไปออกจากภาพ

งานวิจัยล่าสุดด้านนี้คือ [6] ซึ่งเสนอวิธีการใช้ image enhancing และ Gabor Wavelets transformation ในปี 2549 โดย Guoqiang Wang และ Zongying Ou ได้นำเสนอการใช้ Logarithm transformation และ Normalization เพื่อนำมาใช้กับเงื่อนไขของแสงที่แตกต่างกันไป สำหรับการจดจำใบหน้าคน โดยมีการ convolving กับอนุกรมของ Gabor Wavelets ที่ สเกล ต่างกัน ตำแหน่งและทิศทางที่ต่างกัน จากนั้นคัดแยก (extract) features จาก Gabor filtered images. ผลที่ได้คือหากมีการ preprocessing โดยใช้ Gabor wavelets จะช่วยให้การจดจำใบหน้า คนมีความถูกต้องถึง 94.4% เมื่อใช้ 100 features ของรูปหนึ่งใบหน้า จำนวนรูปทั้งหมดมี 2000 รูป โดยหนึ่งคนมี 20 รูป จำนวนคนทั้งหมด 100 คน ฟอแมตของรูปภาพคือ RGB (red,green,blue)

วิธีของ Gabor Wavelets เป็นวิธีที่ดีมากสำหรับ Feature Extraction เนื่องจากมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับระบบประสาทตาของมนุษย์ โดยวิธีนี้จับโครงสร้างซึ่งสอดคล้องกับ spatial frequencies และ spatial location อีกทั้งเลือกทิศทางได้ด้วย อย่างไรก็ตามวิธีนี้ควรยึดหยุ่นจากการแสดงสีหน้า (face expression) และลักษณะการวางของศีรษะ[6]. นอกจากนี้ได้มีการเปรียบเทียบวิธีต่างๆได้ผลว่า วิธีPCA และ LDA ให้ผลลัพธ์ที่ไม่ดี ส่วนวิธีที่ผสมกันระหว่าง LN+Gabor+FisherFace ได้ผลดีกว่ามาก แต่หากมีการสกัด Gabor Features ออกจาก transformative image จะทำให้อัตราการจดจำใบหน้า(recognition rate)ดีขึ้นถึง 94.4%



ภาพที่ 2-9 เปรียบเทียบผลการปรับภาพมืดด้วยวิธีHistogram Equalization และ Histogram Specification(ประยุกต์)

การเปรียบเทียบวิธีการ Histogram Equalization กับ Histogram Specification(ประยุกต์)

วิธีของHistogram Specification(ประยุกต์) คือการปรับภาพบริเวณใบหน้าของภาพมืด โดยการกำหนดให้กราฟความถี่มีรูปแบบเฉพาะเป็นแบบแจกแจงปกติ เนื่องจากหากพิจารณาเพียงบริเวณใบหน้าในรูปGround Truth ซึ่งเป็นแบบแจกแจงปกติ แล้วใช้cumulative เฉพาะใบหน้าของGround Truth ในการปรับภาพจะช่วยให้ภาพมืดได้รับการปรับปรุงดีกว่าวิธีHistogram Equalization ซึ่งจากการสังเกตภาพกราฟความถี่เฉพาะใบหน้าทั้งสองวิธี จะพบว่าการใช้Histogram Specification(ประยุกต์) ทำให้กราฟความถี่ถูกปรับให้เป็นรูปแบบที่คล้ายกับการแจกแจงแบบปกติ แต่วิธี Histogram Equalization ให้การแจกแจงความถี่เป็นแบบ Uniform Distribution

การวิเคราะห์ผลลัพธ์โดยใช้ Skin Probability Test

การเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้กับรูป Ground Truth โดยใช้สมการจาก Skin Probability Test มีดังนี้

ขั้นแรก หาอัตราส่วนความใกล้เคียงกับรูปGround Truth โดยใช้สูตร

$$S_G = \frac{n_G}{t_G}$$

ค่า n_G คือจำนวนพิกเซลที่อยู่ในช่วงความเชื่อมั่น และ t_G คือจำนวนพิกเซลทั้งหมดของรูปGround Truth จากนั้นคำนวณหาความน่าจะเป็นที่พิกเซลของรูปภาพหน้าที่ถูกปรับความมืดว่าใกล้เคียงกับพิกเซลของผิวหนังที่เราตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจากภาพมืดมากเพียงใด โดยใช้สูตร

$$S_D = \frac{n_D}{t_D}$$

อย่างไรก็ดี เนื่องจากเราพิจารณาใบหน้าที่มีขนาดเท่ากันทั้งภาพGround Truth และภาพมืด นั่นคือจำนวนพิกเซล $t_g = t_d$

$$R = \frac{S_D}{S_G} = \frac{n_D}{n_G} \quad \dots\dots\dots(4)$$

อัตราส่วนที่ได้นี้ ยังมีค่าใกล้เคียงหนึ่ง แสดงว่า รูปภาพของใบหน้าที่ถูกปรับมีค่าใกล้เคียงกับรูปGround Truth
ตารางข้างล่างนี้แสดงผลค่า R จากรูปภาพมืดต่างๆนี้

ตารางที่2-1 การวิเคราะห์ผลของอัตราส่วน r เพื่อเปรียบเทียบวิธีของ Histogram Specification และ Histogram Equalization

Dark Image		Ratio R Hist Spec	Ratio R Hist Eq
+035E-20	0.7205	0.8875	0.1750
-070E+00	0.3373	0.3391	0.1017
-020E-40	0.3469	0.5141	0.1806
-130E+20	0.0122	0.0282	0.8545
+110E-20	0.1071	0.2423	1.1228
-035E+65	0.2560	0.3587	0.1330
+000E+90	0.0193	0.0519	0.2981
-120E+00	0.0390	0.0880	0.9185
+110E+65	0.0125	0.0748	0.9507
+130E+20	0.0292	0.1138	0.5270
-110E+65	0.0514	0.1422	0.4751
-110E-20	0.0723	0.1785	0.7057
-110E+15	0.0772	0.2047	0.5268
Ambient	0	0	0.7832
+110E+40	0.0944	0.2277	0.1653
+110E+15	0.1495	0.2099	0.3325
-095E+00	0.1621	0.2790	0.4129
+095E+00	0.2172	0.2840	0.2547
-085E+20	0.2600	0.2476	0.2256
-070E+45	0.2756	0.2391	0.2383
+085E+20	0.2847	0.2784	0.1178
-085E-20	0.2324	0.3307	0.2406
-070E-35	0.2046	0.4030	0.1369
+070E+45	0.2850	0.3570	0.1563
-060E+20	0.3886	0.2067	0.1282
+070E+00	0.3157	0.3073	0.0535
+085E-20	0.3350	0.3304	0.2196
+070E-35	0.3200	0.4424	0.7017
+060E+20	0.4349	0.3551	0.1281

Dark Image		Ratio R Hist Spec	Ratio R Hist Eq
+035E+65	0.2970	0.4813	0.2638
-050E-40	0.2869	0.5405	0.1532
-035E+40	0.4434	0.4529	0.1970
-050E+00	0.4922	0.3539	0.1811
+050E-40	0.2448	0.5970	0.0914
+060E-20	0.5166	0.5439	0.1004
+035E+40	0.5545	0.5490	0.1764
-035E+15	0.5142	0.4453	0.1551
+000E+45	0.4722	0.5326	0.1570
+035E+15	0.6541	0.6246	0.1362
-035E-20	0.6731	0.7489	0.1800
+020E-40	0.2211	0.4665	0.1961

การอภิปราย

จากตารางที่1นี้เมื่อพิจารณาภาพมิตที่มีค่าอัตราส่วนR มากกว่า 0.1 จะพบว่าภาพการปรับภาพโดยใช้ Histogram Specification(ประยุกต์) จะให้ค่าR สูงขึ้น สังเกตจากค่าR ที่ไฮไลต์ด้วยสีเทา แต่หากค่า R ของรูปภาพมิตมีค่าค่อนข้างต่ำ ในที่นี้ ถ้า R ของรูปภาพมิต ต่ำกว่า 0.1000 แล้ววิธีการ histogram equalization จะให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า แต่สิ่งที่สนใจคือการปรับภาพมิตที่ไม่มีมิตสนิทดังนั้นวิธีการ Histogram Specification จะเหมาะสมกว่าสำหรับงานวิจัยนี้

สรุปผลการทดลอง

จากการสุ่มรูปภาพทั้งหมด 41 รูป วิธีHistogram Specification(ประยุกต์) ได้รูปผลลัพธ์ดีกว่า Histogram Equalization เป็นจำนวน 28 รูป ดังนั้นสรุปได้ว่า วิธีการของhistogram specification(ประยุกต์) เหมาะสมกับงานวิจัยนี้มากกว่า เนื่องจากภาพมิตที่สนใจไม่ใช่ภาพมิตมากถึงมิตสนิท

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีวิจัยโดยรวมนั้นสามารถชี้แจงรายละเอียดดังนี้

- 1) การติดต่อขอข้อมูลรูปภาพYales DatabaseB
- 2) ค้นหาวิธีการอื่นๆในการปรับปรุงภาพที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งวิธีการเขียนอัลกอริทึม เพื่อให้โปรแกรมทำงานได้เร็วยิ่งขึ้น ศึกษาค้นคว้าวิธีการแก้ไขในเบื้องต้นเพื่อปรับปรุงภาพ (enhancement) ในวิธีการที่งานวิจัยมีอยู่แล้ว
- 3)การคิดค้นวิธีการใหม่ๆและประยุกต์ดัดแปลงเพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องมากขึ้น
- 4)การเขียนโปรแกรม และทดลองใช้เบื้องต้นกับข้อมูลรูปภาพที่ได้จากหนึ่งคน โดยภาพนั้นได้จากมุมที่แตกต่างกัน หรือหากข้อมูลเป็นแบบหน้าตรง จะใช้การเปรียบเทียบกับระดับความสว่างและความถูกต้องในการสืบค้นใบหน้า หากใช้ได้ดีจึงนำมาทดลองใช้กับข้อมูลทุกคน แต่หากพบปัญหาจะทำให้การวิเคราะห์หาสาเหตุและวิธีการแก้ไข ปรับปรุงให้ผลลัพธ์ที่ได้น่าพึงพอใจ
- 5)นำผลการทดลองที่ได้เปรียบเทียบกับผลลัพธ์กับงานวิจัยอื่นๆ
- 6)การสรุปผล และสิ่งที่ควรทำต่อไปในงานวิจัยข้างหน้า และทำการตีพิมพ์เผยแพร่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลรูปภาพมิดและภาพต้นแบบของงานวิจัยนี้ได้รับอนุญาตจาก Yales University ซึ่งมีชื่อว่า Yale DatabaseB ซึ่งเป็นรูปภาพถ่ายหน้าตรงและทิศทางของแสงแตกต่างกัน คือ ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหน้า ทำให้ภาพมีเงามิดในตำแหน่งที่แตกต่างกันจำนวนมาก เพื่อศึกษาเกี่ยวกับปริมาณแสง แนวแสง ที่มีผลกระทบกับการปรับปรุงภาพมิดของใบหน้าทั้งบางส่วนและทั้งหมด

กลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลองมาจากการสุ่มภาพมิดที่ลำแสงมาในทิศทางต่างๆกัน มีความมิดปานกลางถึงมิดมาก แต่ไม่มีดสนิท จำนวนตัวอย่างที่ถูกสุ่มนั้นมีแตกต่างกันในแต่ละการทดลอง โดยรายละเอียดอยู่ในส่วนของผลการทดลอง เนื่องจากผลงานวิจัยมีทั้งหมดสองเรื่อง ลักษณะข้อมูลที่ใช้จึงมีความแตกต่างกัน โดยงานของAPBนั้นจะใช้รูปGround Truth แล้วใช้รูปภาพมิดที่มีความเข้มแสงต่ำในการทดลอง แต่งานด้านHistogram Specification(ประยุกต์) จะใช้รูปภาพมิดเท่านั้น

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

การทดลองเกิดจากการเขียนโปรแกรมผ่านทางซอฟต์แวร์MathLab แล้วจึงนำข้อมูลกลุ่มตัวอย่างใช้ในโปรแกรกดังกล่าว

สมมติฐาน

ภาพที่มีการกระจายแสงบริเวณใบหน้าอย่างทั่วถึง และมีความเข้มแสงเหมาะสม จะมีการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นหากปรับภาพมืดทุกภาพให้มีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติแล้ว ภาพผลลัพธ์ที่ได้ควรมีปริมาณแสงที่เป็นธรรมชาติและเหมาะสม และที่สำคัญคือสามารถเห็นรายละเอียดของใบหน้าได้ดียิ่งขึ้น

ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปรต้นคือความเข้มแสงของพิกเซลที่รับจากภาพมืด ตัวแปรตามคือความเข้มแสงของพิกเซลที่ได้รับการปรับให้เหมาะสมเพื่อให้แต่ละพิกเซลมีความเข้มแสงมากขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้ผลการทดลองคือภาพมืดที่ได้รับการปรับความเข้มแสงให้สว่างมากขึ้น จนสามารถเห็นรายละเอียดของบริเวณใบหน้า นำมาวิเคราะห์ผลโดยการทดสอบด้วยวิธีสามวิธีคือ

1. Skin Probability Test
2. FaceSDK [7]
3. Eigenfaces and Karhunen Loeve [8]

วิธีของSkin Probability Test ได้ถูกออกแบบขึ้นใหม่ (รายละเอียดอยู่ในบทที่2) ด้วยวิธีการเปรียบเทียบอัตราส่วนของความเข้มแสงระหว่างภาพที่ได้รับการปรับความเข้มแสงให้สว่างขึ้นกับภาพGround Truth โดยสมมติฐานว่าภาพGround Truth เป็นภาพจุดมุ่งหมาย หมายความว่า เราพยายามปรับภาพมืดทุกภาพให้มีการกระจายแสงและความสว่างของภาพใกล้เคียงกันกับภาพGround Truthมากที่สุดนั่นเอง โดยหากจำนวนพิกเซลของรูปภาพที่ได้รับการปรับแสงมีค่าใกล้เคียงกับจำนวนพิกเซลของภาพGround Truth จะทำให้อัตราส่วนใกล้เคียงกับ1 เราจึงจะยอมรับว่าภาพดังกล่าวได้รับการปรับแสงเหมาะสม ส่วนวิธีของFaceSDK นั้นใช้เพื่อทดสอบหาfacial features จากรูปภาพที่ปรับความเข้มแสงแล้ว หากพบตำแหน่งของบริเวณตา จมูก ปาก อย่างถูกต้อง แสดงว่าการปรับภาพนั้นได้ผลดี วิธีสุดท้ายคือระบบการจดจำใบหน้า Eigenfaces and Karhunen Loeve ซึ่งใช้เปรียบระหว่างวิธีของAPBและวิธีของHistogram Specification(ประยุกต์) ว่าวิธีใดจะนำไปค้นหาค้นหาคนในรูปภาพได้ดีกว่ากัน

การออกแบบการทดลองและวิธีการทดลอง

เนื่องจากงานวิจัยนี้เน้นผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์แล้ว จึงจะขอกล่าวเพียงสองวิธีดังนี้คือ

วิธีที่1 เทคนิค Automatic Pixel Boosting (APB)

วิธีที่2 Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images หรือ Histogram Specification (ประยุกต์)

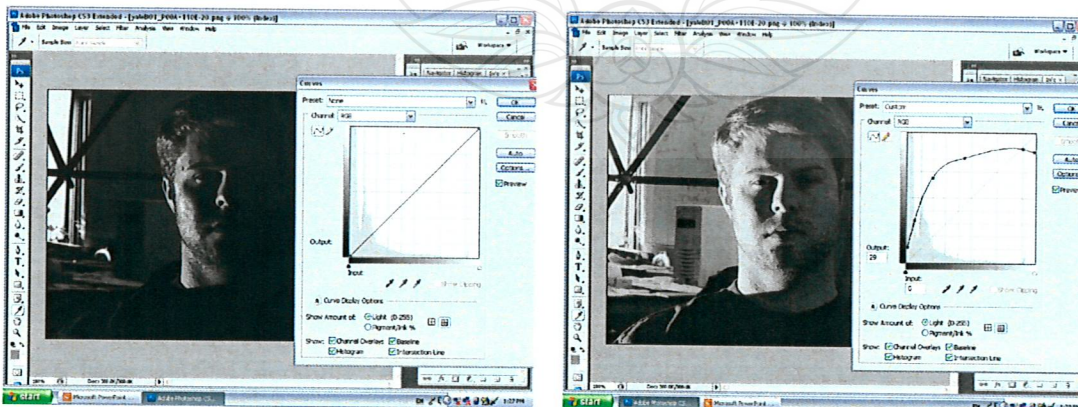
รายละเอียดของวิธีการทั้งสองวิธีมีดังนี้คือ

วิธีที่1 เทคนิค Automatic Pixel Boosting

เทคนิค Automatic Pixel Boosting คือวิธีการใหม่ที่น่าเสนอเพื่อปรับภาพใบหน้าคนในบริเวณที่มีดให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น

ที่มาของ APB

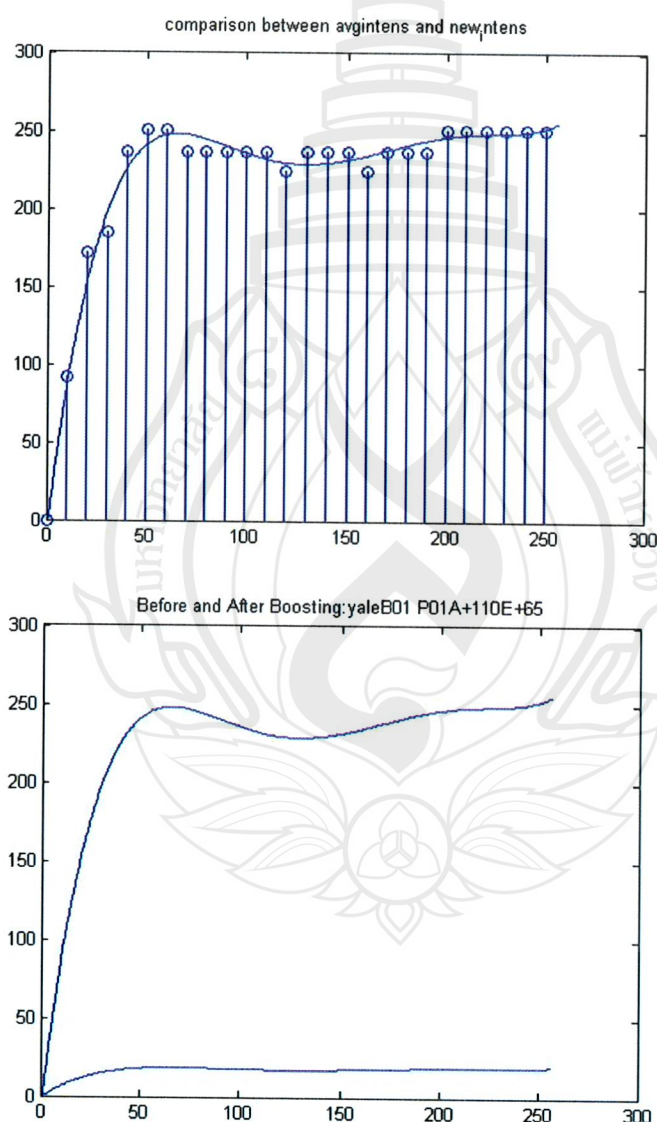
ในโปรแกรมPhotoshop จะมีเครื่องมือชื่อ curve ซึ่งผู้ใช้สามารถดึงหรือลากกราฟเพื่อปรับปริมาณแสง หรือสามารถปรับเป็นภาพnegative ซึ่งความสามารถดังกล่าวต้องอาศัยความชำนาญและการตัดสินใจของผู้ใช้ เพื่อเลือกผลลัพธ์ภาพที่ดีที่สุด กราฟซึ่งผู้ใช้สร้างขึ้นใหม่มีได้นับไม่ถ้วน ทำให้การเลือกกราฟที่ดีที่สุดเป็นไปได้ยาก เราจึงได้นำเสนอวิธีการเลือกกราฟดังกล่าว นั่นคือวิธีAPB ซึ่งมีหลักการที่แตกต่างจากเครื่องมือcurve เนื่องจากวิธีAPB เป็นการเปรียบเทียบการกระจายแสงและปริมาณแสงระหว่างรูปภาพGround Truthซึ่งเป็นภาพต้นแบบกับรูปภาพมืด โดยการศึกษาการกระจายแสงและความสว่างจากภาพGround Truth (ภาพที่อยู่ในบริเวณที่แสงผ่านได้ทั่วถึงและเห็นรายละเอียดของใบหน้าชัดเจน) แล้วปรับภาพมืดให้มีลักษณะใกล้เคียงกันมากที่สุด ภาพมืดที่ถูกปรับจึงควรมีลักษณะเฉพาะที่ใกล้เคียงกับภาพต้นแบบ นั่นคือมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ นั่นเอง



ภาพที่ 3-1 โปรแกรมPhotoshop โดยใช้เครื่องมือcurve

หลักการใช้งานAPB

วิธีการของAPBคือการศึกษาระดับฟลักเซลของบริเวณใบหน้าโดยใช้หน้าต่างขนาดเดียวกับครอบคลุมส่วนของใบหน้า และศึกษาความถี่ของแต่ละช่วงความเข้มแสง โดยการเปรียบเทียบกับรูปภาพGround Truth ในลักษณะเดียวกัน โดยยึดหลักว่ารูปภาพGround Truth คือภาพที่สมบูรณ์ที่สุด และพยายามปรับภาพมืดให้มีความถี่ของความเข้มแสงใกล้เคียงกับรูปภาพ Ground Truth นั้นเอง การปรับภาพมืดดังกล่าวคือการเพิ่มระดับความสว่างหรือความเข้มแสงของฟลักเซลที่ตำแหน่งที่สอดคล้องกับฟลักเซลของ Ground Truth จากนั้นจึงวาดกราฟความถี่ของรูปภาพที่ได้รับการปรับความสว่างซึ่งได้ผลดังรูปข้างล่างนี้



ภาพที่ 3-2 การเปรียบเทียบระหว่างภาพมืดและภาพที่ได้รับการปรับความมืดแล้ว

กราฟข้างบน มีแกนแนวนอนคือค่าของความเข้มแสงของภาพinput และแกนแนวตั้งคือค่าความเข้มแสงของภาพoutput ส่วนรูปกราฟความถี่ข้างล่างมีเส้นกราฟสองเส้นโดยเส้นล่างเป็นกราฟความถี่ของภาพมืด สังเกตว่าภาพมืดนั้นจะมีความเข้มแสงของoutputจะต่ำมาก ส่วนเส้นบนเป็นกราฟที่ถูกยกสูงขึ้นหลังจากoutputได้รับการเพิ่มความเข้มแสงแล้ว โดยรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการยกกราฟให้มีความเข้มสูงขึ้นนั้นได้นำเสนอในหัวข้อถัดไป

กระบวนการของ Face Enhancement in Dim Light โดยใช้ APB

วิธีการของAPB นั้นเป็นการคิดค้นขึ้นใหม่ทั้งหมด [1] โดยเกิดจากการตั้งข้อสังเกตว่า หากเราสามารถเข้าใจถึงลักษณะของการกระจายแสงที่ดี และการมีปริมาณแสงที่ถูกต้องจากรูปภาพสักรูปที่มีแสงปกติ และบริเวณใบหน้าได้รับทิศทางแสงที่ดีแล้ว เราสามารถนำข้อมูลเหล่านี้มาประยุกต์ใช้กับภาพมืดใดๆจะช่วยให้การปรับภาพมืดดังกล่าว ได้ผลที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด

หลักการของAPB

จากสมมติฐานที่ว่า ภาพGround Truthเป็นภาพที่สมบูรณ์แบบในด้านของการกระจายแสงและมีปริมาณแสงที่เหมาะสม เราจึงศึกษาวิธีการกระจายแสงและปริมาณแสงดังกล่าวจากภาพGround Truth แล้วทำการเลียนแบบวิธีดังกล่าวกับรูปภาพมืด เพื่อให้ภาพมืดมีการกระจายแสงที่ใกล้เคียงกับภาพGround Truthมากที่สุด เมื่อภาพมืดมีการกระจายแสงใกล้เคียงกันแล้ว เราจึงเพิ่มปริมาณแสงโดยอาศัยค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงของพิกเซลในบริเวณที่เราสนใจ เพื่อให้ภาพที่ได้ไม่บิดเบือนไปจากความจริง

วิธีการใช้APB

เราสามารถแบ่งวิธีออกเป็น 5 ขั้นตอนย่อย ดังนี้คือ

1. นำรูปภาพGround Truth มาศึกษาโดยการหาตำแหน่งพิกเซลที่มีความเข้มแสงเป็นช่วงๆละ 10 เช่นความเข้มแสงระหว่าง 0-10 มีตำแหน่งพิกเซลใดในรูปภาพ Ground Truth
2. เมื่อหาตำแหน่งพิกเซลจากข้อ 1 ได้แล้ว ให้นำไปตรวจสอบว่าตรงกับตำแหน่งพิกเซลใดของภาพมืด และตำแหน่งพิกเซลดังกล่าวมีค่าความเข้มแสงเท่าใด จากนั้นนำมาหาความเข้มแสงเฉลี่ย บันทึกข้อมูล นั่นคือ ความเข้มแสงเฉลี่ยอันแรก ใช้แทนความเข้มแสงในช่วง 0-10 จากนั้นความเข้มแสงเฉลี่ยอันที่สอง จะใช้แทนความเข้มแสงในช่วง 10-20 เป็นต้น
3. วาดกราฟโดยใช้ความเข้มแสงเฉลี่ยที่ได้ จากนั้นใช้ least square ในการวาดกราฟที่มีข้อมูลใกล้เคียงที่สุด ในที่นี้ เลือกใช้ดีกรีคือ 5
4. นำกราฟจากข้อ 3 มาขยายให้มีความเข้มแสงเป็นช่วง 0-255

5. นำกราฟจากข้อ 4 ไปใช้ปรับภาพมืด โดยนำ input จากภาพมืดใส่เข้าไป แล้วได้ output เท่าใดจะเป็นความเข้มแสงที่ถูกปรับขึ้นนั่นเอง

การออกแบบวิธีการวิจัยโดยนำAPBมาประยุกต์ใช้

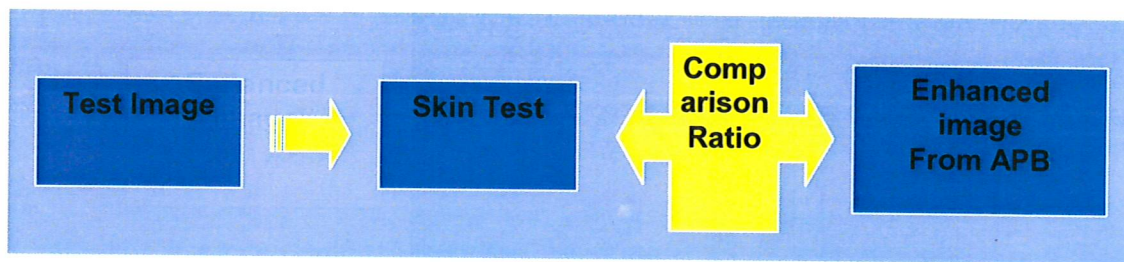
ในงานวิจัยของบทความ Face Detection in Dim Light นี้แบ่งงานออกเป็น 2 กระบวนการย่อย คือ กระบวนการแรกเป็นการนำ APB มาใช้ กระบวนการที่สองเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ APB โดยใช้ Principal Component Analysis (PCA) เพื่อช่วยในการสร้างกราฟใหม่จำนวนมาก โดยใช้หลักการทางสถิติทำให้ได้กราฟที่ใกล้เคียงกับกราฟจากกระบวนการแรก จากนั้นจึงคัดเลือกกราฟที่เหมาะสมโดยทดสอบจากวิธี Skin Probability Test หากได้ค่าอัตราส่วน r ใกล้เคียง 1 มากที่สุด จะสรุปว่าเป็นการปรับภาพที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีมากยิ่งขึ้น

กระบวนการที่ 1 (รูป Stage 1)

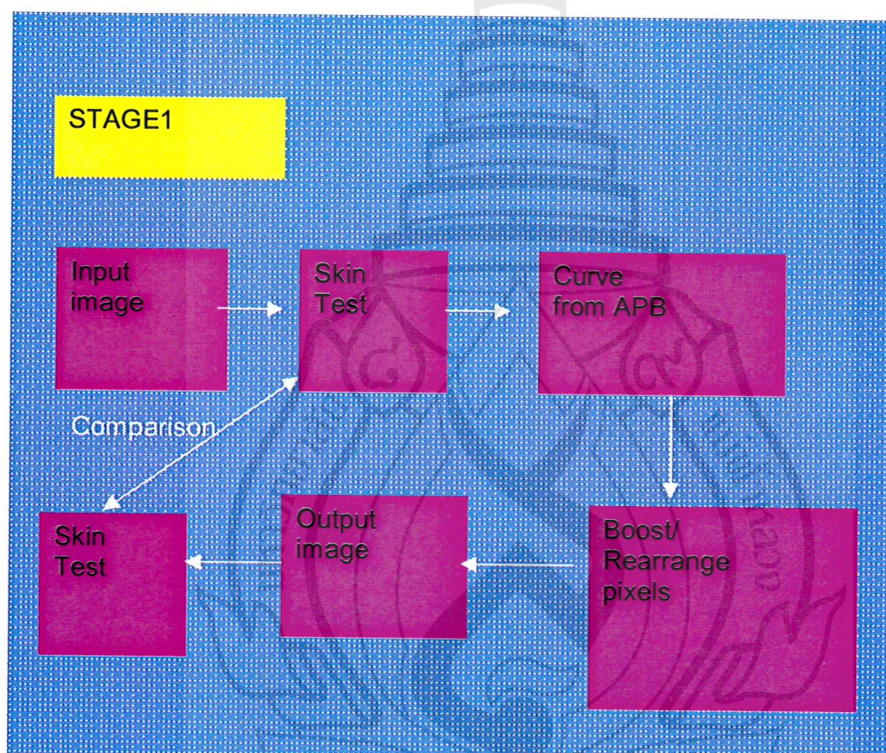
- ขั้นที่ 1 รับรูปภาพมืดที่ต้องการจะปรับความเข้มแสง
- ขั้นที่ 2 ทดสอบค่าความน่าจะเป็นของความเข้มแสงจากภาพมืดว่าใกล้เคียงกับความเข้มแสงจากภาพ Ground Truth มากน้อยเพียงใด บันทึกไว้เพื่อเปรียบเทียบ
- ขั้นที่ 3 ใช้ APB เพื่อสร้างกราฟที่เหมาะสม
- ขั้นที่ 4 นำกราฟมาปรับภาพ โดยการเพิ่มหรือลดความเข้มแสงของแต่ละพิกเซล
- ขั้นที่ 5 ได้ภาพที่ถูกปรับแสงเรียบร้อยแล้ว
- ขั้นที่ 6 นำรูปดังกล่าวไปวัดอัตราส่วนความใกล้เคียงกับรูป Ground Truth บันทึกไว้เพื่อเปรียบเทียบ
- ขั้นที่ 7 นำค่าความมืดของแสงจากขั้นที่ 3 เปรียบเทียบกับค่าความมืดของแสงจากขั้นที่ 6

กระบวนการที่ 2 (รูป Stage 2)

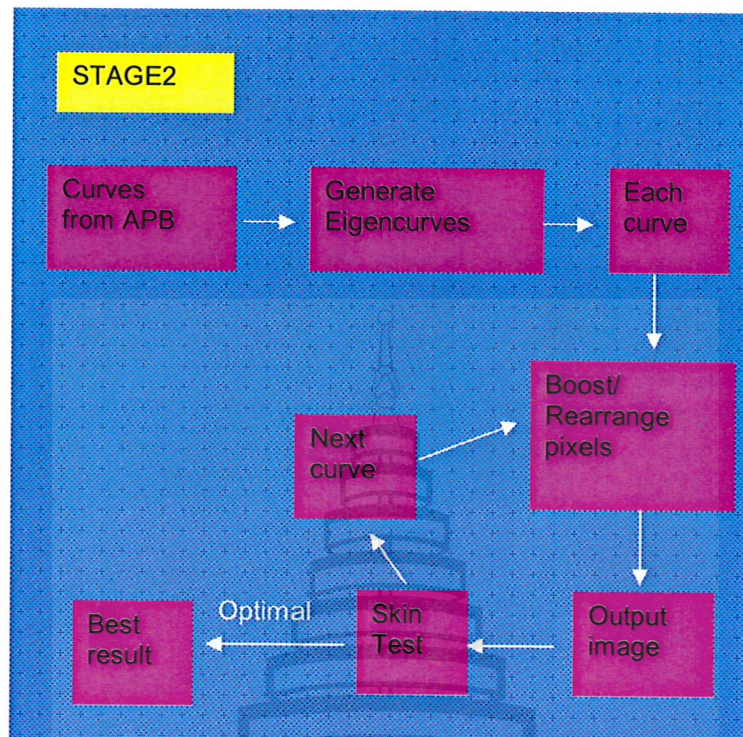
- ขั้นที่ 1 ทำกระบวนการที่ 1 กับรูปภาพมืดอื่นๆ โดยหนึ่งภาพมืดจากได้กราฟจากวิธี APB หนึ่งกราฟ
- ขั้นที่ 2 นำกราฟทั้งหมดที่ได้ไปสร้างกราฟใหม่โดยใช้วิธีการของ Principal Component Analysis
- ขั้นที่ 3 นำกราฟที่ถูกสร้างใหม่ไปปรับภาพมืด (เช่นเดียวกับกระบวนการที่ 1)
- ขั้นที่ 4 นำกราฟมาปรับภาพ โดยการเพิ่มหรือลดความเข้มแสงของแต่ละพิกเซล
- ขั้นที่ 5 ได้ภาพที่ถูกปรับแสงเรียบร้อยแล้ว
- ขั้นที่ 6 นำรูปดังกล่าวไปวัดอัตราส่วนความใกล้เคียงกับรูป Ground Truth บันทึกไว้เพื่อเปรียบเทียบ
- ขั้นที่ 7 ทำขั้นที่ 4-6 กับกราฟ Eigencurve แต่ละกราฟ จนครบ
- ขั้นที่ 8 กราฟที่ทำให้ภาพที่ถูกปรับความมืดแล้ว มีค่าอัตราส่วนความใกล้เคียงกับรูป Ground Truth ที่ใกล้ค่า 1 มากที่สุด คือกราฟที่เราจะนำไปใช้จริงๆ ภาพที่ได้เรียกว่า Optimal Solution หรือ ภาพที่ให้ผลการปรับภาพดีที่สุดนั่นเอง



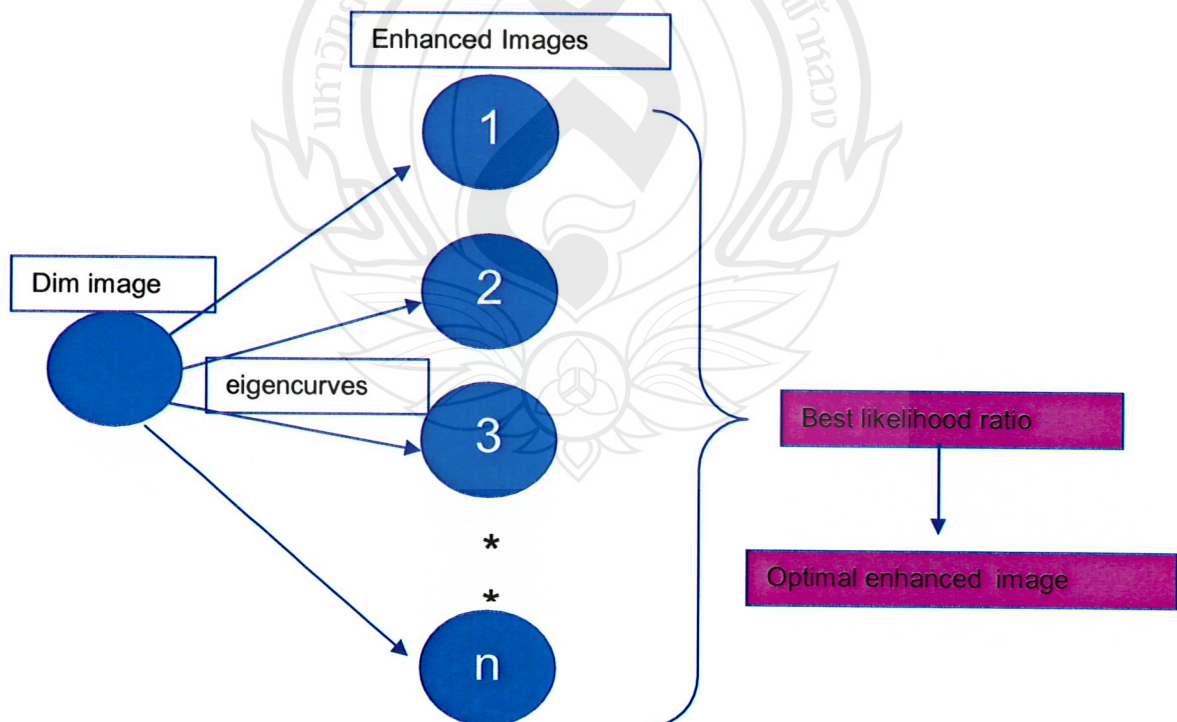
ภาพประกอบด้านบน แสดงวิธีการเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังใช้ APB



ภาพที่ 3-3 กระบวนการที่1



ภาพที่ 3-4 กระบวนการที่ 2



ภาพที่ 3-5 ภาพประกอบ การเลือกภาพที่ถูกปรับความมืดที่ดีที่สุด

การประเมินความสามารถของAPB โดยใช้ Skin Probability Test

ขั้นที่1 ตัดบริเวณผิวหน้าจากรูปGround Truthให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมเล็กๆ

ขั้นที่2 หาค่าเฉลี่ย และความแปรปรวนของรูปบริเวณผิวหน้าดังกล่าว

ขั้นที่3 นำค่าเฉลี่ย และ ค่าความแปรปรวนใส่ในสูตรของNormal PDF

$$f(x|\mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}} \quad \text{.....(1)}$$

ค่าของฟังก์ชันนี้เรียกว่า Skin Probability หรือ ค่าความน่าจะเป็นของผิวหนัง

ขั้นที่4 หาช่วงความเชื่อมั่น 99% โดยอยู่ระหว่าง $\mu - 3\sigma$ และ $\mu + 3\sigma$

ขั้นที่5 คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่พิกเซลของรูปภาพหน้าของGround Truthว่าใกล้เคียงกับพิกเซลของผิวหนังที่เราตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจากขั้นที่1 มากเพียงใด โดยใช้สูตร

$$S_G = \frac{n_G}{t_G} \quad \text{....} \quad \text{.....(2)}$$

ค่า n_G คือจำนวนพิกเซลที่อยู่ในช่วงความเชื่อมั่น และ t_G คือจำนวนพิกเซลทั้งหมดของรูปGround Truth

ขั้นที่6 คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่พิกเซลของรูปภาพหน้าที่ถูกปรับความมืดว่าใกล้เคียงกับพิกเซลของผิวหนังที่เราตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจากขั้นที่1 มากเพียงใด โดยใช้สูตร

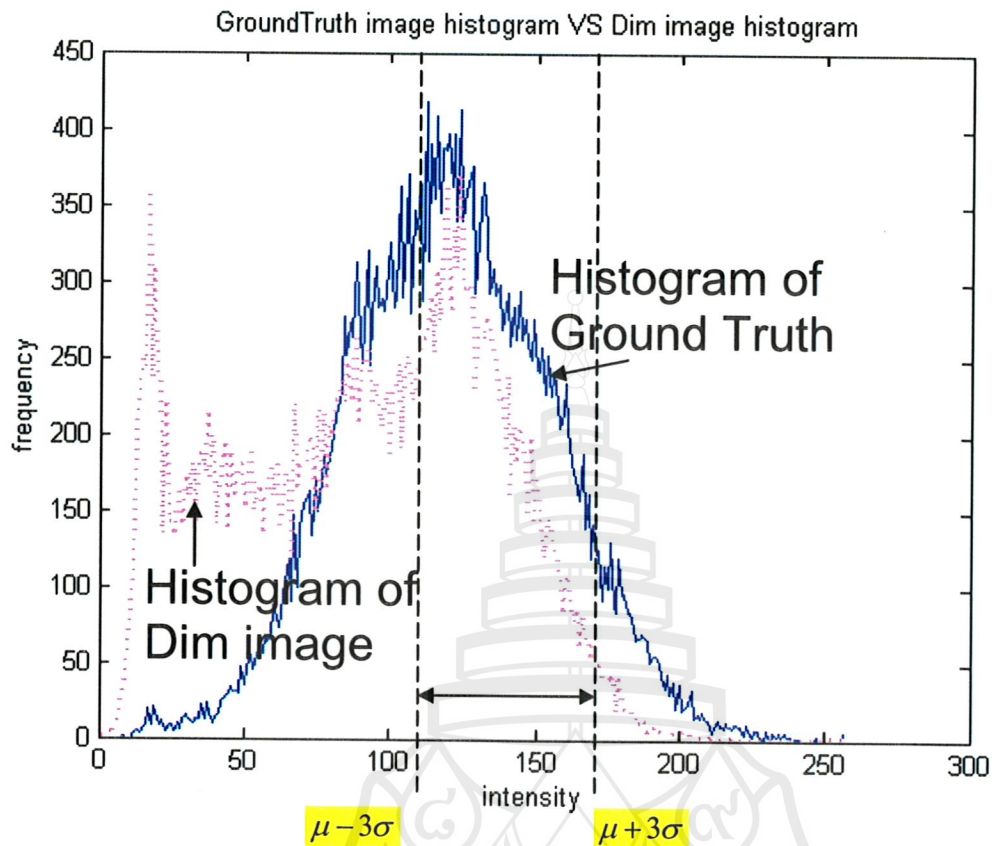
$$S_D = \frac{n_D}{t_D} \quad \text{.....(3)}$$

ขั้นที่7 หาอัตราส่วนความใกล้เคียงกับรูปGround Truth โดยใช้สูตร

$$R = \frac{S_D}{S_G} \quad \text{.....(4)}$$

อัตราส่วนที่ได้นี้ ยังมีค่าใกล้เคียงหนึ่ง แสดงว่า รูปภาพของใบหน้าที่ถูกปรับมีค่าใกล้เคียงกับรูปGround Truth

หากสังเกตกราฟการแจกแจงความถี่ของรูปบริเวณใบหน้าของรูปGround Truth จะพบว่า มีลักษณะการแจกแจงใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ ดังนั้นสมมติที่คาดว่า เป็นจริงคือวิธีการที่ดีที่สุดควรได้มาจากการปรับกราฟการแจกแจงความถี่ของภาพมืดให้ใกล้เคียงกับการแจกแจงแบบปกติ รูปภาพข้างล่างเป็นการเปรียบเทียบระหว่างกราฟการแจกแจงความถี่ของรูปภาพมืดและภาพGround Truth โดยหากความน่าจะเป็นของค่าความเข้มแสงของพิกเซลบริเวณใบหน้าอยู่ในช่วงประมาณ 110 ถึง 170 แล้วแสดงว่าพิกเซลภาพมืดได้รับการปรับพิกเซลดีขึ้นในช่วงความเชื่อมั่น 99%



ภาพที่ 3-6 แสดงช่วงความเชื่อมั่น 99% ของบริเวณผิวหน้าจากรูป Ground Truth

วิธีที่ 2 Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

จากการศึกษาเปรียบเทียบทั้งสองวิธีพบว่าวิธีการของ Histogram Specification ให้ผลโดยส่วนใหญ่ดีกว่าวิธีการของ Histogram Equalization งานวิจัยจึงได้รับการผลักดันให้ศึกษาเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุง Histogram Specification ให้เหมาะสมกับการปรับภาพมืดของใบหน้าคน โดยมีรายละเอียดดังนี้

รูปภาพของใบหน้าคนโดยทั่วไปมีปริมาณแสงที่ตกกระทบแตกต่างกันเนื่องจากภาพที่ปรากฏอยู่ในลักษณะสามมิติ การค้นคว้าหาวิธีการปรับภาพมืดจึงเป็นงานที่ทำหายและได้รับความสนใจจากนักวิจัยหลายคน งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการของ Histogram Specification และได้ปรับปรุงอัลกอริธึมให้สอดคล้องกับการปรับภาพมืด โดยยึดภาพ Ground Truth ในลักษณะการเรียนรู้ล่วงหน้า การหาพารามิเตอร์เพื่อแปลงภาพมืดให้ได้ผลลัพธ์ที่มีแสงกระจายอย่างทั่วถึง วิธีการคือแบ่งศึกษาใบหน้าเป็นส่วนๆโดยใช้กรอบย่อยแล้วเปรียบเทียบกับภาพ Ground Truth ผลลัพธ์ของ

อัลกอริธึมนี้จึงให้ผลที่เป็นธรรมชาติ สามารถป้องกันแสงที่สว่างจ้าเกินไปและลดการบิดเบือนของภาพ ประโยชน์ของอัลกอริธึมคือการนำไปประยุกต์ของวิธีการของการจดจำใบหน้าคนการระบบการติดตาม (Tracking) วิธีการปรับปรุงและประยุกต์งานHistogram Specification นี้เรียกว่า Histogram Specification(ประยุกต์) เพื่อป้องกันการการสับสนระหว่างวิธีเดิมและวิธีใหม่ของผู้แต่ง

วิธีการทั่วไปของ Histogram Specification คือ การศึกษารูปภาพทั้งหมดของใบหน้าและเปลี่ยนภาพทั้งใบหน้าในครั้งเดียว แต่งานวิจัยนี้ Histogram Specification(ประยุกต์) ศึกษาในภาพย่อยแต่ละส่วน โดยวิธีการคือการเลือกกราฟการแจกแจงความถี่ที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้คือการแจกแจงแบบปกติ [9] จากนั้นพิจารณาแบ่งใบหน้าเป็นส่วนๆในลักษณะกรอบสี่เหลี่ยมเท่าๆกันขยับจากด้านซ้ายไปขวาทีละแถว โดยการศึกษาจากรูปGround Truthในลักษณะเดียวกัน แล้วปรับการแจกแจงความถี่ของแต่ละส่วนให้สอดคล้องและตรงกับตำแหน่งระหว่างภาพGround Truth และภาพมืด จากนั้นจึงแปลงรูปมืดให้ได้แสงที่ใกล้เคียงกับรูปภาพของ Ground Truth

ขั้นตอนของ Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

ก่อนจะเกริ่นวิธีของHistogram Specification (ประยุกต์) เห็นควรทำความเข้าใจถึงหลักการทั่วไปของHistogram Specification จึงขอเสนอดังนี้

หลักการทั่วไปของHistogram Specification

ให้ $p_r(r)$ เป็น continuous probability density function สำหรับรูปภาพมืด และ $p_z(z)$ เป็นcontinuous probability density function ที่ต้องการเพื่อสร้างรูปผลลัพธ์ โดยฟังก์ชันของ Cumulative Distribution Function (CDF)ของภาพมืด ซึ่งมาจากวิธีการของ histogram equalization มีดังนี้คือ

$$s = T(r) = \int_0^r p_r(w)dw, \quad (1)$$

โดย s เป็นตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชัน CDF และฟังก์ชันผกผันของ CDF สำหรับ PDF ที่ระบุให้เป็นแบบการแจกแจงปกติ $p_z(z)$ คือ

$$G(z) = T(r) \quad \text{and} \quad z = G^{-1}(T(r)) = G^{-1}(s), \quad (2)$$

โดย z เป็นตัวแปรสุ่ม ฟังก์ชันCDF ของภาพมืดสามารถเทียบได้กับการแจกแจงความถี่แบบปกติ

$$s_k = T(r_k) = \sum_{j=0}^k p_r(r_j) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, L-1. \quad (3)$$

วิธีHistogram specification จะคำนวณหาค่าความเข้มแสงใหม่สำหรับภาพผลลัพธ์โดยคำนวณค่าจาก CDF ซึ่งได้จากภาพต้นแบบซึ่งเป็นภาพมืด จากนั้นแปลงค่าทุกพิกเซลให้เป็นความเข้มแสงใหม่ โดยคำนวณจากฟังก์ชันผกผันของ CDF จากกราฟความถี่ที่มีการแจกแจงแบบปกติ ขั้นตอนนี้ใช้สมการข้างล่างคือ

$$\begin{aligned} v_k &= G(z_k) = \sum_{i=0}^k p_z(z_i) = s_k, \quad k = 0, 1, \dots, L-1. \\ z_k &= G^{-1}(T(r_k)) = G^{-1}(s_k), \quad k = 0, 1, \dots, L-1. \end{aligned} \quad (4)$$

ค่าความเข้มแสงใหม่ z_k ใช้สำหรับหาค่าความเข้มแสงสำหรับรูปภาพผลลัพธ์

วิธีของ Histogram Specification (ประยุกต์)

โดยการปรับความคิดรวบยอดของวิธี Histogram Specification ให้เป็นวิธีที่ประยุกต์ขึ้นจากเดิมทำได้ดังนี้ แบ่งบริเวณใบหน้าเป็นส่วนๆ วิธีนี้จะช่วยปรับคุณภาพของบริเวณหน้าที่มีแสงน้อยมากให้ดียิ่งขึ้น ในขณะที่เดียวกันบริเวณรอบๆ ที่มีแสงน้อยก็ได้รับการปรับความเข้มแสงไปด้วยในปริมาณเล็กน้อย ภาพที่ได้จึงดูเป็นธรรมชาติ หลักสำคัญอีกประการหนึ่งคือการระบุชนิดของการแจกแจงแบบปกติจะช่วยแยกรายละเอียดที่มีมากเกินไปออกจากรูปภาพผลลัพธ์

วิธีการทดลองและรายละเอียดของการคำนวณ

จากการตั้งสมมติฐานว่าใบหน้าคนควรมีลักษณะการแจกแจงแบบปกติ ทำให้อัลกอริทึมทำงานได้เร็วขึ้น โดย normal probability density function (normal pdf) ในที่นี้คือการแจกแจงแบบปกติซึ่งใช้ฟังก์ชันดังนี้

$$g(z | \mu, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(z-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

ฟังก์ชันนี้คือ CDF ของการแจกแจงแบบปกติ สำหรับการแจกแจงนี้นิยมใช้ในรูปแบบของการอินทิกรัลซึ่งเรียกในชื่อ error function หรือ erf(z)

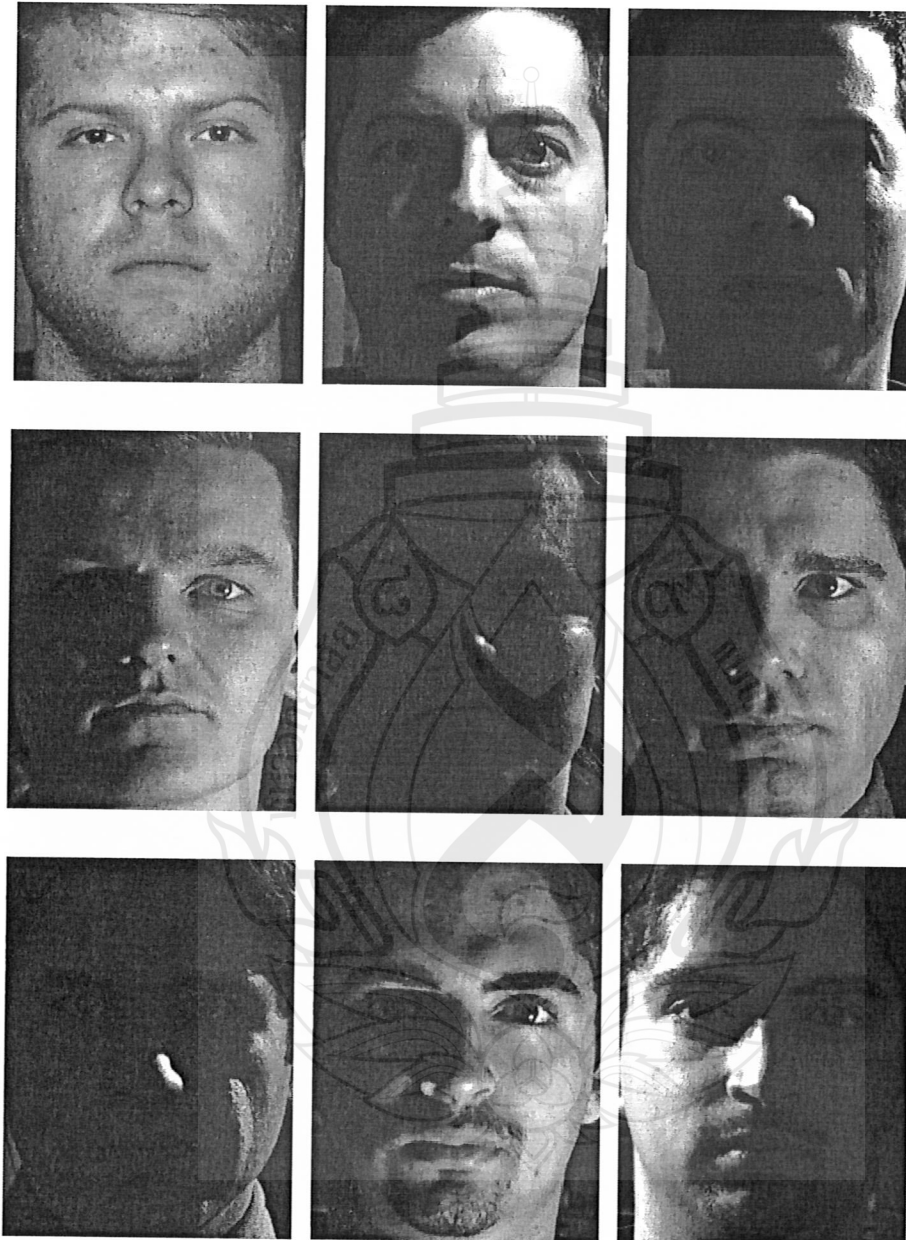
$$G(z) = \text{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-t^2} dt \quad (6)$$

ฟังก์ชันดังกล่าวนิยมทั่วไปในโปรแกรม matlab หรือ C++ และฟังก์ชันผกผันของ CDF ที่ใช้ควบคู่กันคือ ฟังก์ชันผกผันของการแจกแจงแบบปกติหรือ $\text{erf}^{-1}(s_k)$ นั่นคือ

$$z_k = G^{-1}(s_k) = \text{erf}^{-1}(s_k) \quad (7)$$

ซึ่งจะใช้สมการนี้ในการแปลงภาพต้นแบบหรือภาพมืดให้เป็นภาพผลลัพธ์นั่นเอง ดูใน (4).

รูปภาพด้านล่างเป็นภาพต้นแบบ โดยภาพซ้ายมือสุดคือภาพ Ground Truth ใช้สำหรับการ
การศึกษาเบื้องต้น จากนั้นภาพแปดรูปถัดมาคือภาพต้นแบบที่ต้องการปรับภาพโดยยึดการกระจาย
แสงให้ใกล้เคียงกับภาพ Ground Truth สังเกตว่าภาพ Ground Truth เป็นคนละคนกับภาพต้นแบบ
ทั้งแปดรูป



ภาพที่ 3-7 ภาพซ้ายมือสุดคือภาพ Ground Truth ใช้สำหรับการศึกษาเบื้องต้น จากนั้นภาพ
แปดรูปถัดมาคือภาพต้นแบบที่ต้องการปรับภาพ

ขั้นตอนของ Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

- 1) ใช้เครื่องมือ smooth tool เพื่อปรับภาพ Ground Truth เพื่อลด noise และรายละเอียดเฉพาะของแต่ละคน
- 2) เริ่มจากมูบหน้าต่างซ้ายของรูป Ground Truth สร้างกรอบรูปเล็กเรียกว่าหน้าต่างย่อย คลุมบริเวณใบหน้าขนาดพิกเซล 7×7 และตั้งสมมติฐานว่าบริเวณนี้มีการแจกแจงแบบปกติ
- 3) หาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรูปต้นแบบซึ่งเป็นภาพมิตขนาดพิกเซล 7×7 เช่นกัน
- 4) คำนวณค่า CDF ของภาพต้นแบบ $s=T(r)$ ใช้ค่าพิกเซล r ตรงกลาง โดยสมมติว่ามีการแจกแจงแบบปกติและหาค่าเฉลี่ยกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 5) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Ground Truth ในหน้าต่างย่อย
- 6) หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรูปภาพมิตและรูป Ground Truth
- 7) คำนวณค่าฟังก์ชันผกผัน CDF นั่นคือ $z=G^{-1}(s)$ โดยสมมติว่ามีการแจกแจงแบบปกติ
- 8) ตั้งค่าความเข้มแสงของพิกเซลผลภาพซึ่งก็คือค่า z .
- 9) เคลื่อนหน้าต่างย่อยไปด้านขวาทั้งรูปภาพมิตและภาพ Ground Truth ย้อนไปขั้นที่ 2-9.
- 10) ใช้เครื่องมือ Sharpen tool ที่เรียกว่า unsharp filter กับภาพผลลัพธ์

ข้อดีของงานวิจัย Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

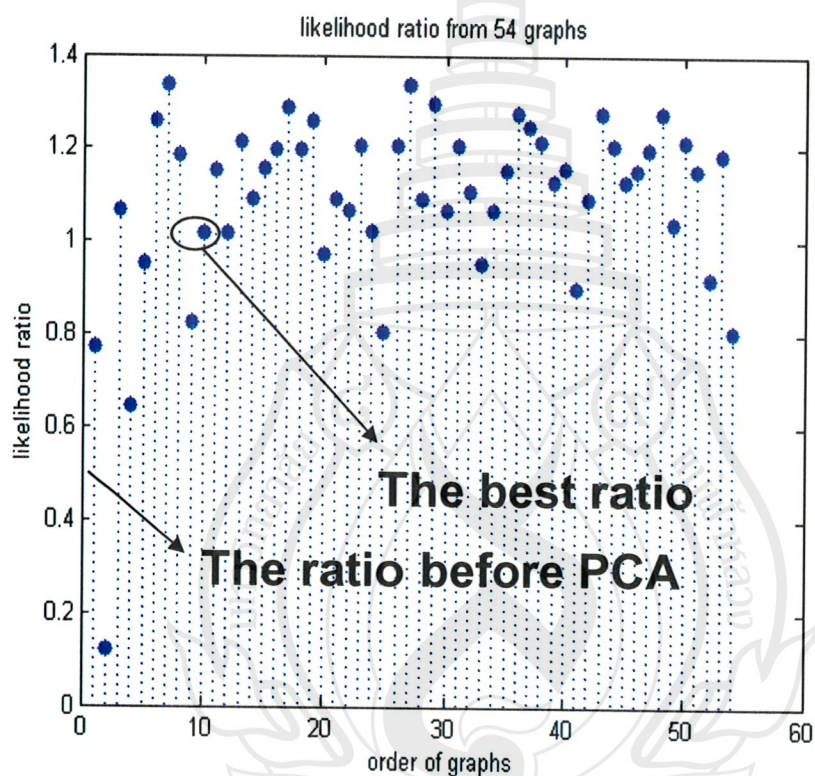
วิธีการของ Histogram Specification (ประยุกต์) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่มีประโยชน์คือสามารถปรับแสงไม่ให้แสงสว่างจ้า และลดการบิดเบือนของแสงที่ตกกระทบบนใบหน้า

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

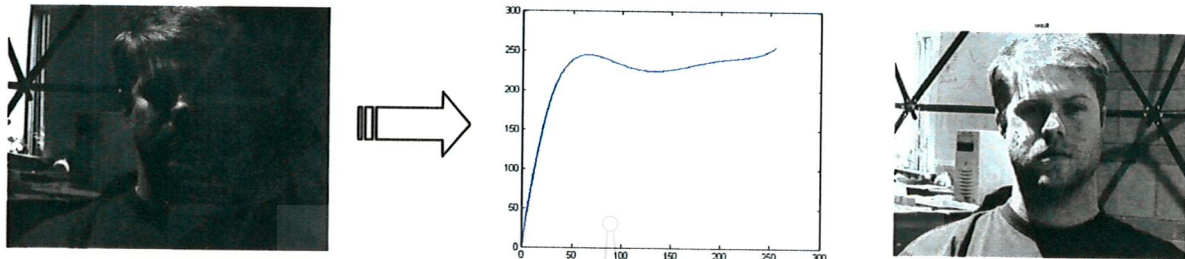
ผลของการทดลองวิธีที่1 วิธีAutomatic Pixel Boosting (APB)

เมื่อเรานำค่าอัตราส่วนของความใกล้เคียงกับใบหน้าของ Ground Truth มาลงจุดในกราฟ เพื่อเลือกอัตราส่วนใกล้เคียง1 มากที่สุด

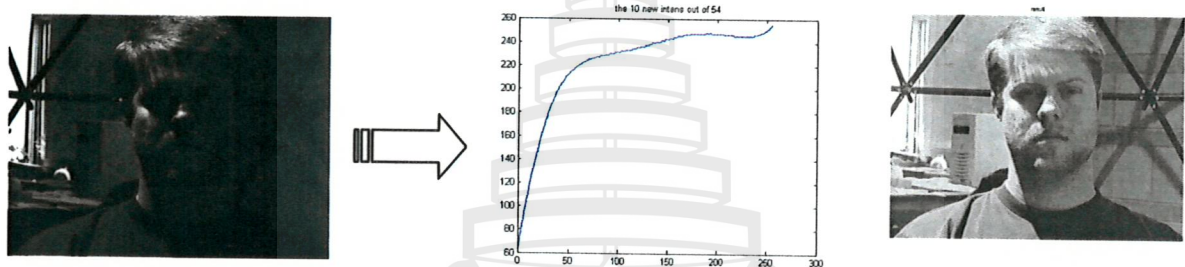


ภาพที่ 4-1 แสดงค่าอัตราส่วนของความใกล้เคียงกับใบหน้าของรูปGround Truth ซึ่งแสดงค่าก่อนใช้PCA และค่าหลังใช้PCA รวมทั้งที่ค่าที่ดีที่สุดด้วย

STAGE1

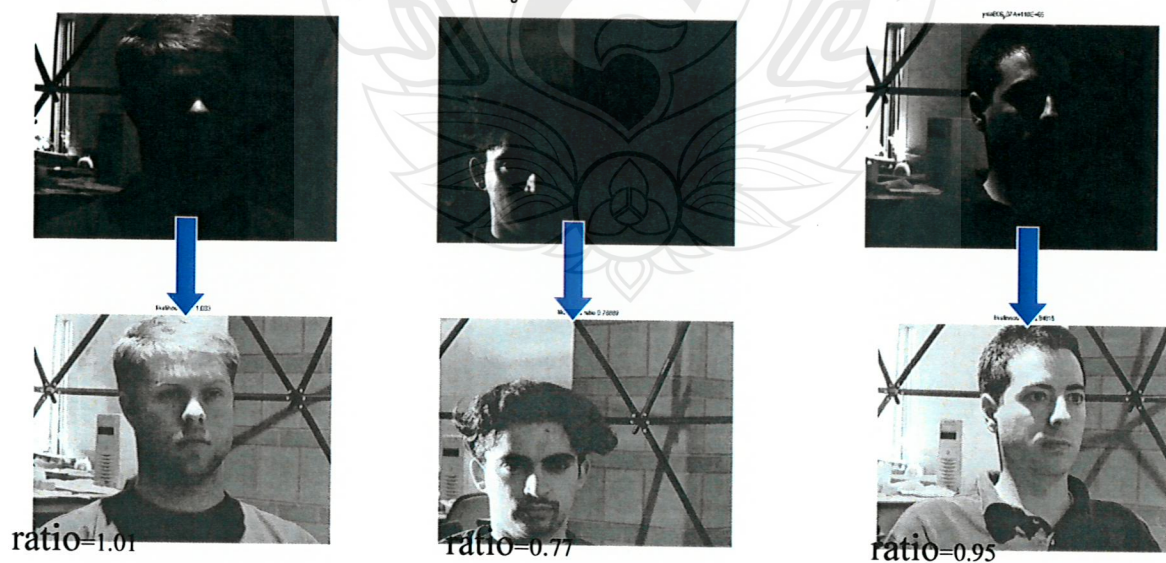


STAGE2



ภาพที่ 4-2 ใน Stage 1 คือการนำรูปภาพมืดผ่านกระบวนการAPBแล้วได้กราฟหนึ่งกราฟ จากนั้นปรับภาพได้ภาพที่ความมืดลดลง ใน Stage 2 คือนำกราฟจากPCA มาปรับภาพได้ภาพที่ความมืดยิ่งลดลง ตามลำดับ

ประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มเติมจากวิธีการของPCA คือเราสามารถนำกราฟที่ได้ทั้งหมด ไปทดสอบกับรูปอื่นๆโดยไม่ต้องผ่านการหาค่าเฉลี่ยหรือความแปรปรวนจากรูป Ground Truth ของรูปใหม่อีกต่อไป ภาพที่ถูกปรับความมืดได้ผลดังแสดงในรูปข้างล่าง

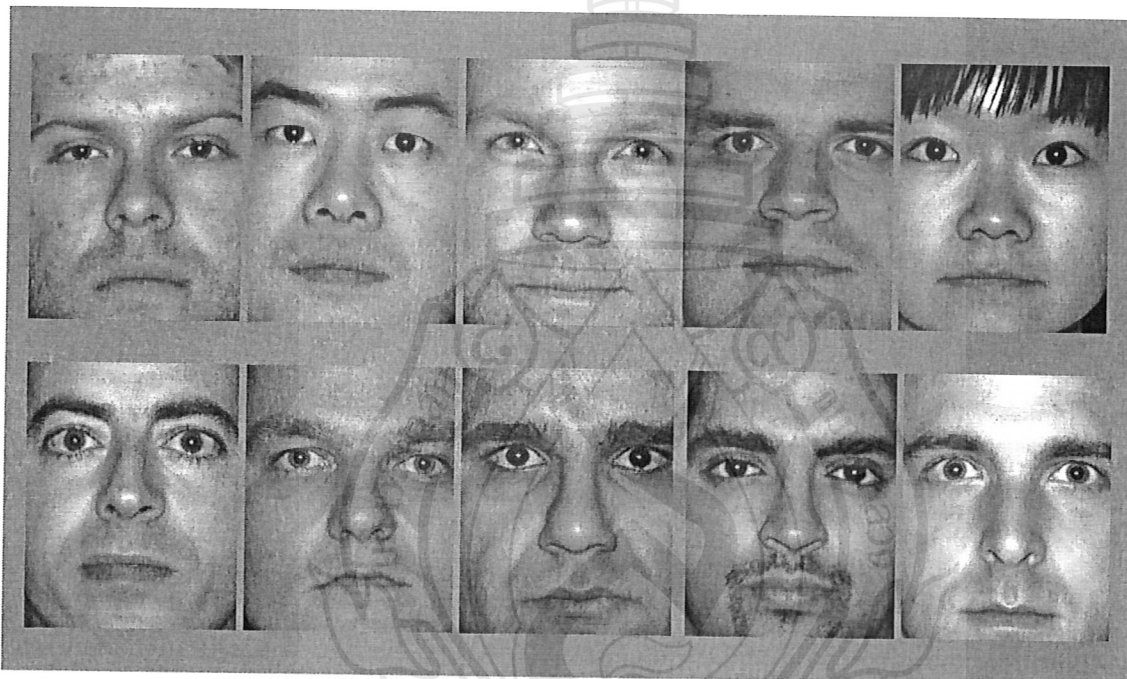


ภาพที่ 4-3 ภาพผลลัพธ์หลังจากใช้PCA

การเปรียบเทียบความสามารถของAPBกับHistogram Equalization

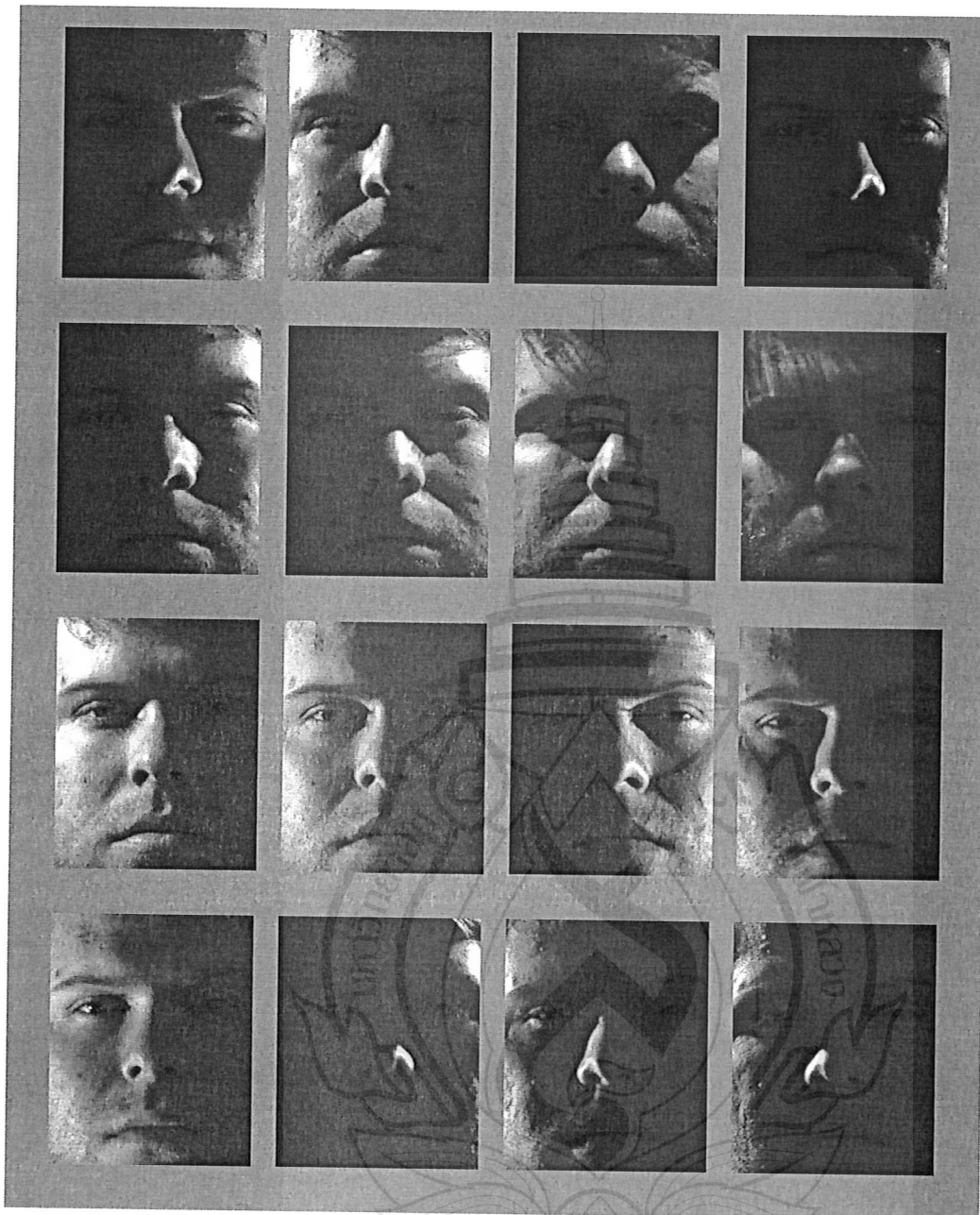
เราจะทำการเปรียบเทียบความสามารถของAPB และ Histogram Equalization โดยนำโปรแกรมFace Recognition System 2.1 ซึ่งใช้วิธีการของ Eigenfaces and Karhunen Loeve [7] และอีกโปรแกรมคือFaceSDK [8] ซึ่งเป็นการหาfacial featuresในรูปภาพ

เริ่มต้นจากการกำหนดข้อมูลรูปของ Training Database ซึ่งประกอบด้วยคน10คน เพื่อให้ระบบได้เรียนรู้การจดจำใบหน้าเสียก่อน



ภาพที่ 4-4 ภาพของใบหน้าคนที่มีแสงปกติ (Training Database)

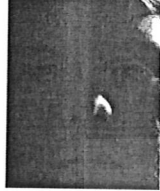
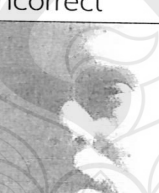
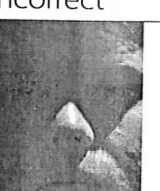
จากนั้น สร้างข้อมูลรูปที่จะนำมาทดสอบกับซอฟต์แวร์ของ EigenFaces and Kohunen Loeve ซึ่งเรียกว่า Test Database ดังรูปข้างล่าง หากนำรูปเหล่านี้มาทดสอบกับโปรแกรมทันทีพบว่าโปรแกรมไม่สามารถจำแนกบุคคลเหล่านี้ได้เลย

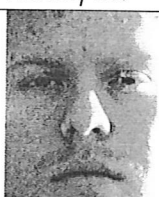


ภาพที่ 4-5 ภาพต้นแบบที่ต้องการนำมาทดสอบ(Test Database)

หลังจากนั้น นำรูปภาพมีติดจาก Test Database ไปปรับปรุงภาพแล้วมาทดสอบกับซอฟต์แวร์ของ EigenFaces and Kohunen Loeve นี้ โดยการทดสอบความสามารถของ APB และ Histogram Equalization ได้ผลดังตารางด้านล่าง

ตารางที่ 4-1 ผลการจดจำใบหน้าของซอฟต์แวร์ EigenFaces and Kohunen Loeve

No.	Test Im	APB Im	HistEq Im
1 recognition	 incorrect	 <i>correct</i>	 Incorrect
2 recognition	 incorrect	 incorrect	 Incorrect
3 recognition	 incorrect	 incorrect	 Incorrect
4 recognition	 incorrect	 incorrect	 <i>Correct</i>
5 recognition	 incorrect	 incorrect	 Incorrect
6 recognition	 incorrect	 incorrect	 <i>Correct</i>

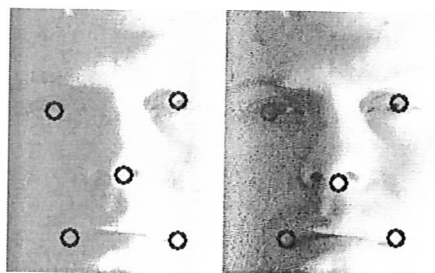
No.	Test Im	APB Im	HistEq Im
7	 incorrect	 <i>correct</i>	 <i>Correct</i>
8	 incorrect	 incorrect	 <i>Correct</i>
9	 incorrect	 incorrect	 <i>Correct</i>
10	 incorrect	 incorrect	 <i>Correct</i>
11	 incorrect	 incorrect	 incorrect
12	 incorrect	 <i>correct</i>	 <i>Correct</i>
13	 incorrect	 <i>correct</i>	 <i>Correct</i>

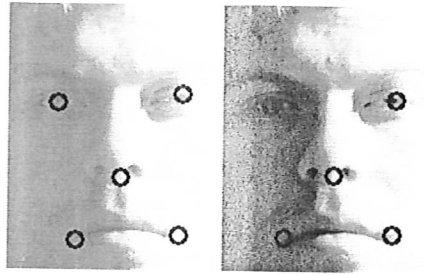
No.	Test Im	APB Im	HistEq Im
14	 incorrect	 <i>correct</i>	 <i>Correct</i>
15	 incorrect	 <i>correct</i>	 Incorrect
16	 incorrect	 incorrect	 <i>Correct</i>

จากผลการทดลองเราพบว่า มีบางรูปจากวิธีของAPB ได้ผลลัพธ์ดีกว่าวิธีของ Histogram Equalization ดังนั้น วิธีการของAPB ยังคงมีส่วนช่วยการเรียนรู้จดจำบางประการดีกว่า อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ยังคงไม่เพียงพอ เพราะข้อมูลมีขนาดเล็กและต้องการการทดสอบมากขึ้น

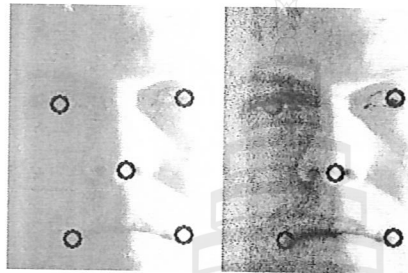
การทดสอบความสามารถของ APB และ Histogram Equalization โดยใช้ซอฟต์แวร์ของ FaceSDK

ด้านล่างเป็นภาพ 4-6 ซึ่งแสดงผลของภาพเป็นชุด โดยแต่ละชุดจะมีภาพด้านซ้ายมือเป็นการปรับภาพโดยใช้วิธีการAPB ส่วนภาพขวามือเป็นวิธีของHistogram Equalization ซอฟต์แวร์ FaceSDK เป็นซอฟต์แวร์เพื่อใช้ในการหา facial features ของบริเวณตา จมูกและปาก โดยแสดงตำแหน่งดังกล่าวเป็นรูปวงกลมเล็ก ชุดที่ตัวเลขด้านล่างพิมพ์เป็นตัวหนาเพื่อแสดงว่าการหาตำแหน่ง facial featuresของAPB ได้ผลดีกว่าHistogram Equalization

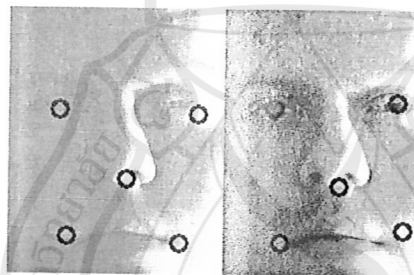




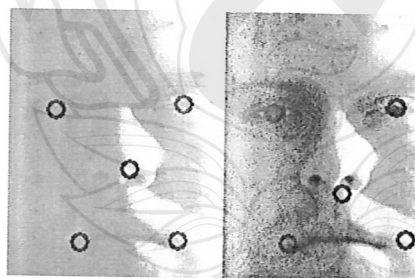
2



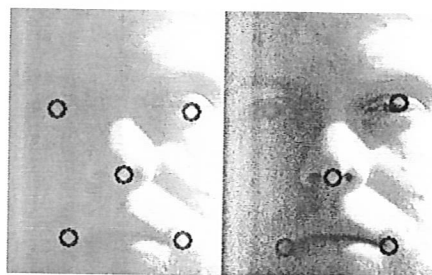
3



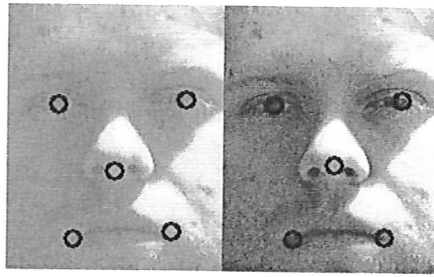
4



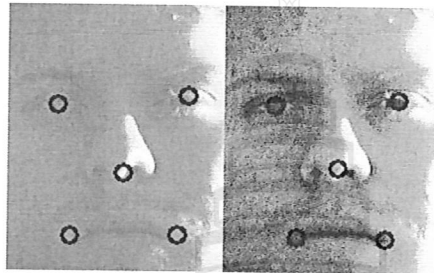
5



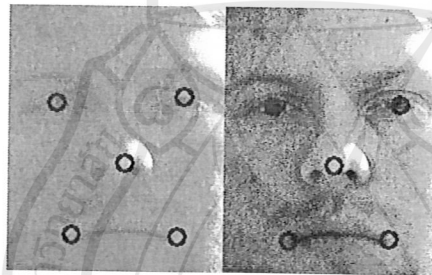
6



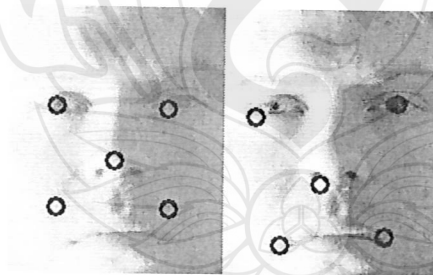
7



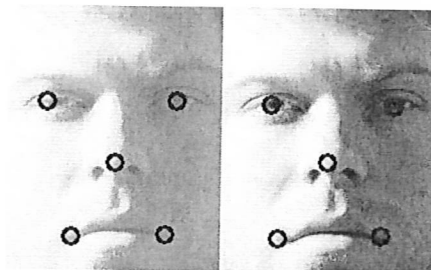
8



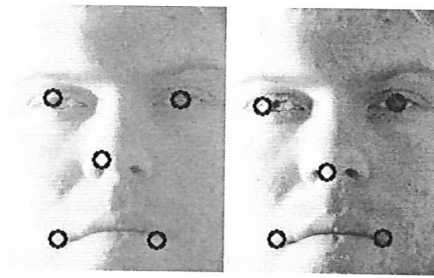
9



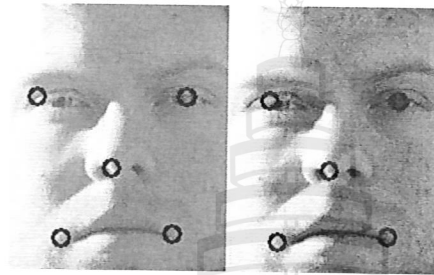
10



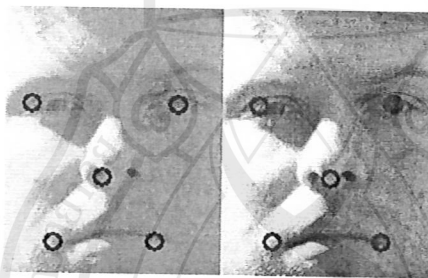
11



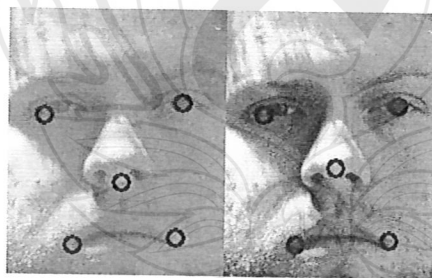
12



13



14



15

ภาพที่ 4-6 ผลจากการใช้ FaceSDK เพื่อหา facial features

ผลลัพธ์ที่ได้จะพบว่าประสิทธิภาพของAPB และ Histogram Equalization มีความใกล้เคียงกัน โดยวิธีการของAPB ช่วยให้การพบfacial features ดีกว่าวิธีการของHistogram Equalization ดังเช่นผลลัพธ์ของรูปคู่ที่4,5,10,12 และ 15 เป็นต้น

สรุปผลการทดลอง

วิธีการของAPB สามารถช่วยให้การจดจำใบหน้าดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะการหาFacial Features ได้ตรงตำแหน่งมากยิ่งขึ้น ส่วนประสิทธิภาพระหว่างAPB และ Histogram Equalization ยังคงต้องการการทดสอบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากการทดลองขั้นต้นนี้มีข้อมูลขนาดเล็ก ไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน ข้อดีอีกประการหนึ่งคือภาพจากAPBจะมีความเป็นธรรมชาติ

ผลของการทดลองวิธีที่ 2 Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

รูปภาพผลลัพธ์จากการใช้วิธี Histogram Specification ได้ผลดังรูปภาพเหล่านี้



ภาพที่ 4-7 ผลจากการใช้ Histogram Specification.

รูปภาพสลัวที่ได้คัดเลือกเป็นภาพที่มีแสงน้อยมากซึ่งทำให้การปรับภาพเป็นเรื่องที่น่าท้าทาย รูปภาพสามภาพนั้นเป็นภาพที่มีดสนิทและรายละเอียดของรูปภาพใบหน้าคนนั้นสูญหายไปมาก บางรูปเห็นเพียงใบหน้าด้านข้าง ผลที่ได้จากการใช้ histogram specification สามารถปรับคุณภาพของภาพทั้งใบหน้าได้ดียิ่งขึ้น จากการสันนิษฐานว่าบริเวณย่อยของหน้าต่างที่พาดไปยังใบหน้าคนทั้งหมด ซึ่งมีการแจกแจงแบบปกติที่แตกต่างกันในแต่ละหน้าต่างย่อย กระบวนการนี้มีผลคือไม่จำเป็นต้องใช้

ฟังก์ชันผกผันของการแจกแจงแบบสะสมหลายๆครั้ง ดังนั้นกระบวนการนี้จึงลดการคำนวณและทำให้โปรแกรมง่ายและสะดวกในการนำมาใช้งาน

สรุปผลการทดลอง

ผลประโยชน์ที่ได้จากวิธีการนี้คือการใช้รูปภาพต้นแบบของคนหนึ่งคน แต่สามารถใช้รูปคนดังกล่าวเพื่อไปปรับปรุงภาพของบุคคลอื่นได้ด้วย นั่นคือไม่จำเป็นต้องใช้รูปภาพต้นแบบของบุคคลคนเดียวกัน ยิ่งกว่านั้นการใช้งานง่ายสะดวกและทำได้รวดเร็ว



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

วิธีการหลักทั้งสองวิธี สามารถสรุปได้ดังนี้

วิธีที่1 เทคนิค Automatic Pixel Boosting (APB)

ข้อสรุป จากจุดประสงค์ของงานวิจัยคือการปรับภาพใบหน้าคนในที่มีดให้เห็นรายละเอียดของใบหน้าคน วิธีการAPBจะช่วยในการค้นหากราฟที่เหมาะสม โดยไม่ต้องตัดสินใจเอง และจากการประยุกต์ใช้เทคนิคPCA โปรแกรมจะสามารถนำไปใช้ปรับภาพใบหน้าคนอื่นได้ โดยไม่ต้องมีการเรียนรู้ล่วงหน้า นั่นคือไม่จำเป็นต้องใช้ภาพต้นแบบของบุคคลนั้น

การอภิปราย เมื่อทำการทดลองสองวิธีเพื่อเปรียบเทียบวิธีการของAPB และ Histogram Equalization วิธีการทั้งสองคือ ใช้โปรแกรมEigenFaces and Kohunen Loeve และ โปรแกรม FaceSDK พบว่าได้ผลลัพธ์ที่ชี้ให้เห็นดังนี้

โปรแกรม EigenFaces and Kohunen Loeve เป็นวิธีการจดจำใบหน้าคนในฐานข้อมูลเพื่อจำแนกภาพที่ได้รับการปรับความมืดแล้วว่าตรงกับผู้ใด จากการเปรียบเทียบระหว่างรูปภาพผลลัพธ์จากAPB และรูปภาพผลลัพธ์จากHistogram Equalization พบว่ามีบางรูปภาพที่โปรแกรมดังกล่าวจดจำรูปภาพจากAPB แต่ไม่จดจำรูปภาพจากHistogram Equalization ผลดังกล่าวทำให้เกิดความน่าเชื่อถือได้ว่า APB สามารถให้ผลลัพธ์บางประการที่ดีกว่าวิธีHistogram Equalization

อีกวิธีคือ FaceSDK เป็นโปรแกรมเพื่อค้นหา Facial Featuresซึ่งได้แก่ ตา คาง ส่วนนูนสุดของจมูกและมุมริมฝีปากสองของใบหน้าที่ได้ปรับแล้วจากAPB และ Histogram Equalization พบว่ามีบางรูปของAPBที่โปรแกรมสามารถระบุตำแหน่งได้ถูกต้อง ซึ่งให้ข้อมูลได้ว่ารูปภาพจากAPBต้องมีผลลัพธ์บางประการที่ดีกว่า Histogram Equalization

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลที่นำมาทดสอบยังมีจำนวนน้อย ทำให้แนวโน้มยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร จึงควรปรับการทดลองให้มีจำนวนข้อมูลภาพมากขึ้น และควรปรับปรุงวิธีการของAPB เพื่อให้ได้ผลที่ประสิทธิภาพมากขึ้น

วิธีที่2 Histogram Specification for Variable Illumination Correction of Face Images

ข้อสรุป วิธีการของHistogram Specification(ประยุกต์)สามารถปรับภาพที่มีดแบบสนิทให้สามารถเห็นเค้าโครงของคนในภาพได้ ซึ่งเป็นจุดเด่นเนื่องจากวิธีของHistogram Equalization และวิธีAPBให้ผลได้ไม่ดี อีกจุดเด่นของวิธีดังกล่าวคือภาพที่ได้เสมือนจริงมาก นั่นคือถึงแม้ว่าภาพ

ต้นแบบนั้นมีการบิดเบือนของแสงหรือทิศทางของนั้นแตกต่างกันมาก แต่ภาพที่เกิดจากวิธีดังกล่าวสามารถกำจัดการบิดเบือนและหากภาพนั้นมีแสงสว่างจะช่วยให้เห็นโครงหน้าได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การอภิปราย จากการตั้งสมมติฐานว่ารูปภาพผลลัพธ์ควรจะมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ จึงนำวิธีการของHistogram Specificationมาปรับภาพ แต่โดยทั่วไปแล้ววิธีการดังกล่าวจะปรับภาพทั้งใบหน้าในครั้งเดียว ในงานวิจัยวิธีที่สองได้ดัดแปลงเป็นวิธีใหม่ที่เรียกว่า Histogram Specification(ประยุกต์) จากงานวิจัยนี้พบว่าหากแบ่งภาพเป็นภาพสี่เหลี่ยมย่อยๆแล้วทำการแปลงภาพจากภาพย่อย จะช่วยให้การภาพผลลัพธ์สมัฤทธิผลมากยิ่งขึ้น

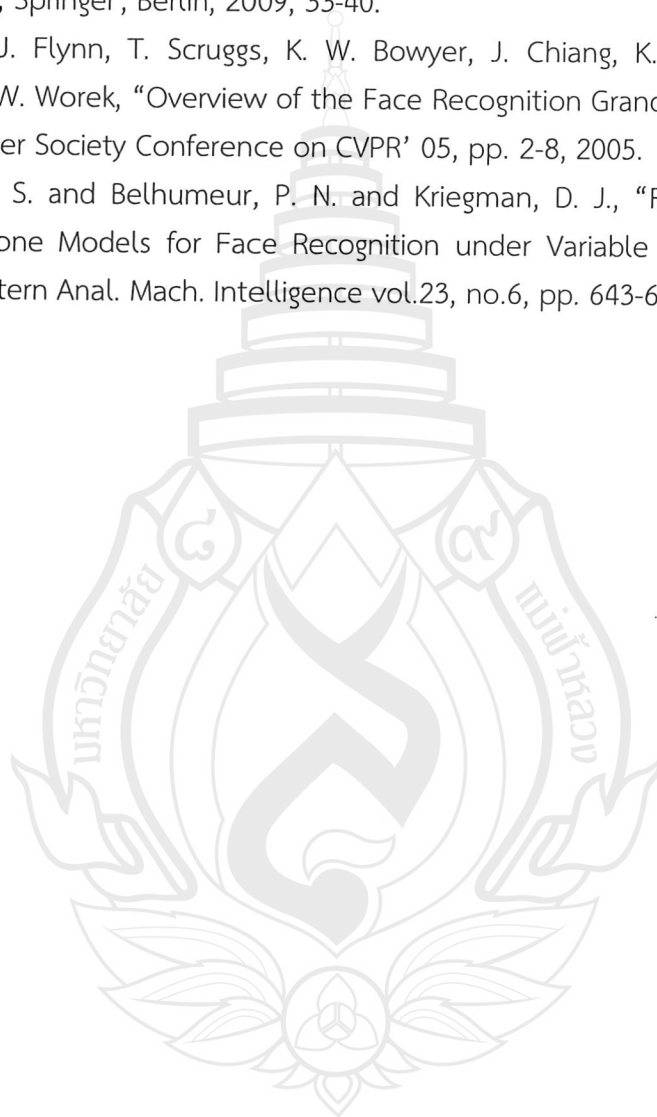
ข้อเสนอแนะ หากภาพต้นแบบมีดแทนสนิท ภาพที่ได้ยังเห็นรายละเอียดไม่ชัดเจน ควรปรับปรุงวิธีการเพื่อให้สามารถเห็นรายละเอียดของใบหน้าคนได้มากขึ้น



บรรณานุกรม

- [1] H. Poncharoensil S. Pansang, In “23rd International Technical Conference on Circuits/ Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2008)”, IEICE, Yamaguchi, 2008, 33-36.
- [2] M. Yang, D. Kriegman, N. Ahuja, “Detecting Faces in Images: A Survey,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.24, no.1, pp 34-58, January 2002.
- [3] G. Wand, Z. Ou, “Face Recognition Based on Image Enhancement and Gabor Features,” *IEEE Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation*, pp 9761-9764, June 21-23 2006,
- [4] S. Du, R. Ward, “Wavelet-based Illumination Normalization for Face Recognition,” *IEEE 2005*, pp 1-4, 2005.
- [5] H. Stern, B. Efron, “Adaptive Color Space Switching for Face Tracking in Multi-Colored Lighting Environments,” *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FGR’02)*, pp 1-6, 2002.
- [6] O. de Vel, S. Aeberhard, “Line-Based Face Recognition under Varying Pose,” *IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol.21, no. 10, pp 1081-1088, October 1999.
- [7] A. Konoplev, “Luxand FaceSDF,” URL <http://www.luxand.com>, May 20 2008.
- [8] L. Rosa, “Face Recognition System 2.1,” URL:<http://www.advancedsourcecode.com>, May 18 2008.
- [9] E. J. Baker, “The Mug-Shot Search Problem, A study of the Eigenface Metric, Search Strategies, and Interfaces in a System for Searching Facial Image Data,” *Thesis for the Division of Engineering and Applied Sciences, Harvard University*, pp 1-24, January 1999.
- [10] A. U. Batur, B. E. Flinchbaugh, M. H. Hayes III, “A DSP-based Approach for the Implementations of Face Recognition Algorithms,” *IEEE ICASSP 2003*, pp II 253-256, 2003.
- [11] P. J. Phillips, P. J. Flynn, T. Scruggs, K. W. Bowyer, J. Chiang, K. Hoffman, J. Marques, J. Min, W. Worek, “Overview of the Face Recognition Grand Challenge,” *Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR’05)*, pp 1-8, 2005.
- [12] H. Stern, B. Efron, “Adaptive Color Space Switching for Face Tracking in Multi-Colorer Lighting Environments,” *Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition (FGR’02)*, pp 1-6, 2002.

- [13] H. Mamitsuka, "Learning Hidden Markov Models Using Back-Propagation through Time," C&C Research Labs., NEC Corporation, Japan, pp 1-2.
- [14] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, *Digital Image Processing 2nd Edition*, Prentice Hall, 2002.
- [15] B. Boom, L. Spreeuwers and R. Veldhuis, In "*Computer Analysis of Images and Patterns*", LNCS 5702, Springer', Berlin, 2009, 33-40.
- [16] P.J. Phillips, P.J. Flynn, T. Scruggs, K. W. Bowyer, J. Chiang, K. Hoffman, J. Marques, J. Min, and W. Worek, "Overview of the Face Recognition Grand Challenge," IEEE Proc. of Computer Society Conference on CVPR' 05, pp. 2-8, 2005.
- [17] Georgiades, A. S. and Belhumeur, P. N. and Kriegman, D. J., "From Few to Many: Illumination Cone Models for Face Recognition under Variable Lighting and Pose", IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intelligence vol.23, no.6, pp. 643-660, 2001.



ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย

นางสาวหทัยกาญจน์ ชีเวอร์ตัน รหัสบัตรประจำตัวประชาชน 3719900090398
ตำแหน่ง อาจารย์ สำนักวิชาวิทยาศาสตร์
เบอร์โทรที่ทำงาน 053-916792 แฟกซ์ 053-916776

ประวัติการศึกษา

- 2538 - 2541 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (เกียรตินิยมอันดับสอง)
2542 - 2544 Glasgow University (ปริญญาโท ทางคณิตศาสตร์ประยุกต์ สาขา
งานวิจัย) โดย อาจารย์ที่ปรึกษา คือ Dr Stuart G. Hoggar

วิทยานิพนธ์: LVQ and Kohonen nets as human, for comparing ASM generated faces

ทุนการศึกษา 2538 - 2545 โครงการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี (พสวท.)

ประวัติการทำงาน

- 2542 - 2543 พูดสัมมนาภายใน Glasgow University, Glasgow สหราชอาณาจักร
2543 เข้าร่วมประชุมเชิงวิชาของ IMA conference ที่เมือง Leicester
สหราชอาณาจักร
2544 เข้าร่วมประชุมเชิงวิชาการของ British Machine Vision Conference
(BMVC2001) ที่เมืองแมนเชสเตอร์ สหราชอาณาจักร
2544-2546 พูดสัมมนาภายในที่ University of Surrey สหราชอาณาจักร
2547 เข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนที่ University of Surrey
เข้าร่วม Symposiums (BMVA) ที่เมืองลอนดอน สหราชอาณาจักร
2548-ปัจจุบัน วิทยาการรับเชิญที่มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์และมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เพื่อ
เสนอเกี่ยวกับงานวิจัยด้าน Artificial Intelligence
สอนสถิติในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
สอนคณิตศาสตร์ในมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2549 กรรมการและวิทยากรโครงการพัฒนาครูเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาใน
 จังหวัดเชียงราย

2551 ปาฐกถางานวิจัยเรื่อง Automatic Pixel Boosting for Face Enhancement in
Dim Light ณ งานประชุมวิชาการ ITC-CSCC2008 ที่ประเทศญี่ปุ่น

2552 ปาฐกถางานวิจัยเรื่อง Histogram Specification for Variable Illumination
Correction of Face Images ณ งานประชุมวิชาการ ANSCSE 14th มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

สาขาวิชาการ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

-Artificial Intelligence มุ่งเน้นที่ Kohonen Network and Learning Vector
Quantization

-Computer Vision and Image Processing มุ่งเน้นที่ Face Recognition

ประวัติการนำเสนอผลงานวิจัย

1. การประชุมนานาชาติ ICTCSCC 8th ประเทศญี่ปุ่น
2. การประชุมนานาชาติ ANSCSE 14th มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ประวัติการเผยแพร่ผลงานวิจัย

1. การประชุมนานาชาติ ICTCSCC 8th ประเทศญี่ปุ่น
2. การประชุมนานาชาติ ANSCSE 14th มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง