

การตรวจจับใบหน้าด้วยเซพคอนเท็กซ์

Face detection by shape context

สำรวน เวียงสมุทร (Samruan Wiangsamut)

บทคัดย่อ

การระบุบุคคลด้วยการรู้จำใบหน้าเป็นงานวิจัยที่มีความท้าทายมากในปัจจุบัน ประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้าจะมีผลต่อประสิทธิภาพของการรู้จำใบหน้าตามไปด้วย กล่าวคือการตรวจจับใบหน้าที่มีประสิทธิภาพจะส่งผลให้ออกัสการรู้จำใบหน้ามีประสิทธิภาพตามไปด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอแนวคิดในการตรวจจับใบหน้าบนภาพสีที่มีพื้นหลังไม่คงที่เพื่อมุ่งเน้นเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจจับใบหน้า ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการตรวจจับสีผิวมนุษย์ร่วมกับการวิเคราะห์องค์ประกอบของจุดภาพด้วยเซพคอนเท็กซ์ โดยงานวิจัยที่นำเสนอมีขั้นตอนคือ 1) ตรวจจับสีผิวจากภาพโคมดสีมาตรฐาน HSV และ YCbCr เพื่อหาขอบเขตสีผิวมนุษย์ 2) ทำการหาเส้นขอบของภาพของขอบเขตสีผิวมนุษย์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 3) ประเมินเส้นขอบระหว่างขอบเขตสีผิวและใบหน้าต้นแบบ ด้วยเซพคอนเท็กซ์ เพื่อยืนยันใบหน้า ในการวิจัยได้ทดลองกับภาพสีทั้งหมด 82 ภาพ จากผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการตรวจจับใบหน้าในงานวิจัยนี้อยู่ในระดับที่ดี คือมีประสิทธิภาพความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 0.85

Abstract

At present, human identification using face recognition is a challenge topic. The efficiency of face detection will have influence on the performance result of face recognition. This research presents the face detection from varying background images. In this paper, we applied skin detection combined with a shape context in order to improve the performance of face detection. We proposed technique includes 1) to detect skin colors from HSV and YCbCr standard color models to get a skin region, 2) the skin region in step 1, we detect of region 3) to confirm the detected face through assessing between the edge of region and face template using a shape context. In this research, we experimented on 82 color images. The experimental results show that the research has high performance, with an average accuracy rate of 0.85.

คำสำคัญ: การตรวจจับใบหน้า, เซพคอนเท็กซ์, การตรวจจับสีผิว

Keywords: Face detection, Shape context, Skin detection

¹ อาจารย์, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

*Corresponding author, e-mail: Samruan.w@msu.ac.th

บทนำ

ในสภาวะปัจจุบันการพิสูจน์และระบุบุคคลมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับหลากหลายสาขา เช่น การแพทย์ อาชญากรรม และความมั่นคงของประเทศ เป็นต้น ในอดีตถึงปัจจุบันการพิสูจน์เพื่อระบุบุคคลใช้การตรวจสอบ ลายเซ็นต์ ตำแหน่งรอยแผลเป็นตามร่างกาย เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและสะดวก แต่ก็มีความผิดพลาดค่อนข้างสูง เพราะข้อมูลดังกล่าวสามารถลอกเลียนแบบได้ง่าย ไม่มีความคงสภาพ และมีความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคลต่ำ

ปัจจุบันมีการระบุบุคคลด้วยข้อมูลชีวมาตร (Biometrics) กันแพร่หลาย เพราะมีความถูกต้องแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือมาก (Jain et al., 2000; Li et al., 2003; Afsar 2004; Maiorana, et al., 2008) เนื่องจากข้อมูลชีวมาตรลอกเลียนแบบได้ยาก มีความคงสภาพและมีความเป็นเอกลักษณ์ของบุคคลสูง

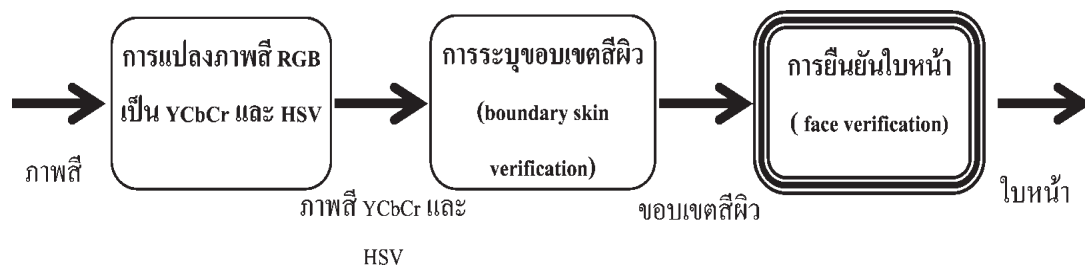
การระบุบุคคลด้วยใบหน้าเป็นวิธีการหนึ่งในหลายๆ วิธีของการระบุบุคคลด้วยข้อมูลชีวมาตร ซึ่งใช้การประมวลผลภาพ (Image Processing) ด้วยหลักการรู้จำใบหน้า (Face Recognition) โดยมีกระบวนการวิเคราะห์และเปรียบเทียบลักษณะเค้าโครงใบหน้าของมนุษย์ด้วยหลักการต่างๆ เช่น การเปรียบเทียบด้วยการใช้ลักษณะข้อมูลเฉพาะของใบหน้า (local facial regions) (Ekenel et al., 2007) การเปรียบเทียบด้วยใบหน้าไอแกน (Eigenfaces)(Turk and Pentland 1991; Zhuji e and Yu 1994; Thomaz et al., 1998) และ

การเปรียบเทียบด้วยการรวมลักษณะใบหน้าสามมิติ (Integrated 3D Face-Expression) (Chao and Barreto 2006) เป็นต้น

การรู้จำใบหน้าแต่ละวิธีมีขั้นตอนและหลักการที่แตกต่างกัน แต่มีขั้นตอนหลักๆ ที่เหมือนกันอยู่ 3 ลำดับขั้นตอน คือ การตรวจจับใบหน้า การสกัดคุณลักษณะเด่น และการระบุบุคคล ตามลำดับ ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงนำเสนอขั้นตอนที่สำคัญอันดับแรกของการรู้จำหน้านั้นคือการค้นหาใบหน้า โดยใช้หลักการเซพคอนเท็กซ์ (Shape context)

วิธีการทดลอง

จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการตรวจจับใบหน้าพบว่า การตรวจจับใบหน้ามนุษย์ด้วยการตรวจจับขอบเขตสีผิว (Ming-Hsuan, et al., 2002; Kovac et al., 2003; Wen-Hsiang and Chang-Tsun, 2006) เป็นการค้นหาใบหน้าที่มีประสิทธิภาพ เพราะตรวจสอบเฉพาะส่วนของสีผิวเท่านั้น จึงทำให้การตรวจจับใบหน้าที่มีความรวดเร็วมาก และในงานวิจัย (Singh and Hazarika 2007; Fengelei et al., 2008; Nguyen et al., 2008) พบว่าเซพคอนเท็กซ์เป็นหลักการที่มีประสิทธิภาพในการเปรียบเทียบรูปร่างแม้ขนาดและมุมของการหมุนแตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้หลักการตรวจจับสีผิวร่วมกับการเปรียบเทียบรูปร่างด้วยเซพคอนเท็กซ์ โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 1 และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 1. ขั้นตอนการตรวจจับใบหน้าในงานวิจัยที่นำเสนอ

1. การแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr และ HSV

ขั้นตอนนี้เป็นการทำงานให้ภาพมีความเหมาะสมเพื่อประมวลผลในขั้นตอนต่อไป จึงใช้การแปลง

ภาพใหม่คสีจาก RGB เป็น YCbCr และ HSV โดยใช้สมการ (1) (Chai and Bouzerdoum, 2000) และสมการ (2) (Vezhnevets et al., 2003) ตามลำดับ และผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 2

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \frac{1}{256} \begin{bmatrix} 65.481 & 128.553 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112 \\ 112 & -93.786 & -18.214 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$H = \arccos \frac{\frac{1}{2}((R-G)+(R-B))}{\sqrt{((R-G)^2+(R-B)+(G-B))}} \quad (2)$$

$$S = 1 - 3 \frac{\min(R,G,B)}{R+G+B}$$

$$V = \frac{1}{3}(R+G+B)$$



(ก) ภาพในโหมดสี RGB (ข) ภาพในโหมดสี YCbCr (ค) ภาพในโหมดสี HSV

รูปที่ 2. ผลการแปลงภาพสี RGB เป็น YCbCr และ HSV

2. การระบุขอบเขตสีผิว (Boundary skin verification)

การระบุขอบเขตสีผิวสามารถทำได้กับภาพโหมดสี RGB (Kovac et al., 2003) และโหมดสี YCbCr (Chai and Bouzerdoum 2000; Son Lam et al., 2002; Singh et al., 2003; Phung et al., 2005) จากผลการวิจัย (Singh et al., 2003) พบว่าการตรวจจับสีผิวด้วย

โหมดสี YCbCr และ HSV (หรือ HSI) มีความผิดพลาดน้อยกว่าโหมดสีแบบ RGB คือ ร้อยละ 12.82 และ 14.55 ตามลำดับ แต่โหมดสี RGB มีความผิดพลาดร้อยละ 25.45 ดังนั้นในบทความวิจัยนี้จึงใช้การระบุขอบเขตสีผิวด้วยโหมดสี YCbCr และ HSV ดังแสดงในสมการ (3) และผลลัพธ์ที่ได้ แสดงดังรูปที่ 3

$$\begin{aligned} & \text{If } Cb_{min} \leq Cb_{YCbCr(x,y)} \leq Cb_{max} \text{ and } Cr_{min} \leq Cr_{YCbCr(x,y)} \leq Cr_{max} \text{ and } H_{min} \leq H_{HSV(x,y)} \leq H_{max} \\ & \text{then } Im_{new(x,y)} = 1 \\ & \text{else } Im_{new(x,y)} = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

เมื่อ

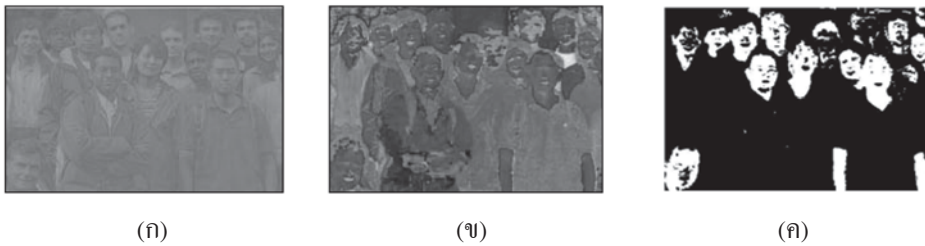
$$Cb_{min} = 140, Cb_{max} = 195, Cr_{min} = 140,$$

$$Cr_{max} = 165, H_{min} = 0.01, H_{max} = 0.1$$

$Cb_{YCbCr(x,y)}$ คือ ค่าสี Cb และ $Cr_{YCbCr(x,y)}$ คือ ค่าสี Cr ของภาพสีที่นำมาตรวจสอบสีผิวในโหมด YCbCr ณ จุดภาพ x,y

$H_{HSV(x,y)}$ คือ ค่าสี Hue ของภาพสีที่ตรวจสอบสีผิวในโหมด HSV ณ จุดภาพ x,y

$Im_{new(x,y)}$ คือ ภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสีผิว ณ จุดภาพ x,y



(ก) ภาพในโหมดสี YCbCr (ข) ภาพในโหมดสี HSV (ค) ผลการแยกขอบเขตส่วนของสีผิว

รูปที่ 3. ผลการระบุขอบเขตสีผิว

3. การยืนยันใบหน้า (Face verification)

การยืนยันใบหน้าเป็นขั้นตอนของการตรวจสอบขอบเขตสีผิวเพื่อยืนยันว่าพื้นที่ดังกล่าวเป็นส่วนที่เป็นใบหน้าหรือไม่ ซึ่งในการตรวจสอบเพื่อยืนยันใบหน้าในบทความวิจัยที่นำเสนอใช้การเปรียบเทียบความใกล้เคียงของรูปร่างด้วยหลักการเซพคอนเท็กซ์ โดยการยืนยันใบหน้าที่มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การปรับขอบเขตสีผิวให้ราบเรียบ

ขั้นตอนการปรับขอบเขตสีผิวให้ราบเรียบเป็นกระบวนการเชื่อมต่อขอบเขตสีผิวและขจัดขอบเขตที่คาดว่ามีไม่ใช่สีผิว โดยในบทความวิจัยที่นำเสนอใช้หลักการ Morphological (Serra, 1982) ทั้ง Erosion และ Dilation แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาพิจารณาดังสมการ (4) โดยผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 4

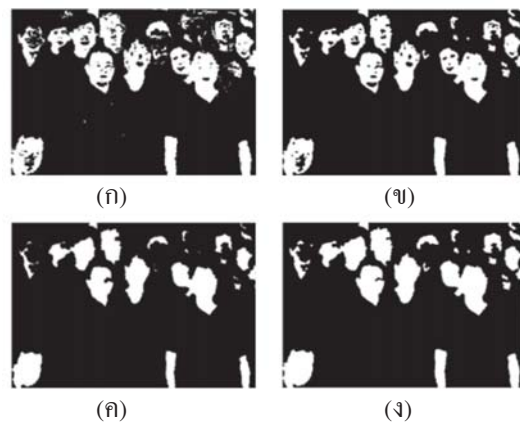
$$\begin{aligned} & \text{if } Im_{erosion(x,y)} == 1 \parallel Im_{dilation(x,y)} = 1 \\ & \text{then } Im_{new(x,y)} = 1 \\ & \text{else } Im_{new(x,y)} = 0 \end{aligned}$$

โดย

$Im_{erosion(x,y)}$ คือ ภาพที่ได้จากการทำ Erosion ที่จุดภาพ x,y

$Im_{dilation(x,y)}$ คือ ภาพที่ได้จากการทำ Dilation ที่จุดภาพ x,y

$Im_{new(x,y)}$ คือ ภาพผลลัพธ์ ที่จุดภาพ x,y



(ก) ขอบเขตสีผิว (ข) ผลการทำ Dilation (ค) ผลการทำ Erosion (ง) ผลการพิจารณาจาก Dilation และ Erosion

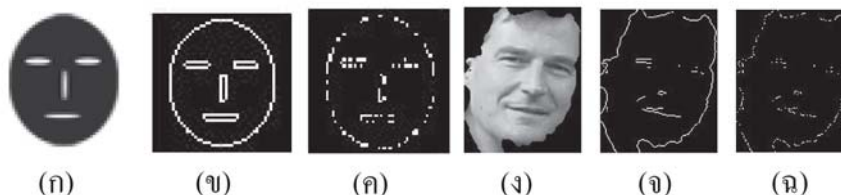
รูปที่ 4. ผลการปรับขอบเขตสีผิวให้เรียบ

3.2 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึง ขอบเขตสีผิวกับใบหน้าต้นแบบ

การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงขอบเขตสีผิวกับใบหน้าต้นแบบเป็นการประเมินเพื่อระบุใบหน้า โดยเปรียบเทียบระหว่างใบหน้าต้นแบบและขอบเขตสีผิวแต่ละขอบเขตด้วยเซพ คอนเท็กซ์ เพื่อตัดสินใจและระบุว่าขอบเขตสีผิวใดเป็นใบหน้า โดยใบหน้าต้นแบบในงานวิจัยที่นำเสนอมีรายละเอียดเค้าโครงขององค์ประกอบดังนี้ คือ ตา จมูก และปาก แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5. ภาพใบหน้าต้นแบบ

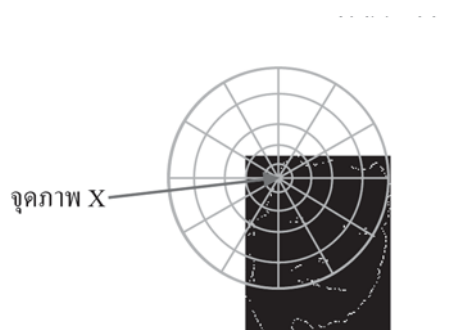


(ก) ใบหน้าต้นแบบ (ข) เส้นขอบใบหน้าต้นแบบ (ค) การสุมเส้นขอบใบหน้าต้นแบบ (ง) ขอบเขตสีผิว (จ) เส้นขอบของขอบเขตสีผิว (ฉ) การสุมจุดภาพของเส้นขอบขอบเขตสีผิว

รูปที่ 6. ผลการหาเส้นขอบและสุมจุดภาพ

3.2.2 การทำ log polar

การทำ log polar เป็นขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเพื่อทำการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงด้วยเซพคอนเท็กซ์ โดยสร้างต้นแบบ (Template) เพื่อครอบจุดภาพที่ได้จากการสุมจุดของใบหน้าต้นแบบและขอบเขตสีผิวในทุกๆ จุดโดยต้นแบบมีลักษณะเป็นช่องภายในวงกลมซึ่งมีทั้งหมด 5 วง มีระยะทาง log r (Belongie et al., 2002) แต่ละวงแบ่งออกเป็น 12 ส่วนๆ ละ 30 องศา ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7. การสร้าง log polar

การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงขอบเขตสีผิวกับใบหน้าต้นแบบมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 การหาเส้นขอบ (Edge detection)

การหาเส้นขอบของแต่ละขอบเขตสีผิวและใบหน้าต้นแบบใช้หลักการ Canny (1986) เพื่อนำเส้นขอบที่ได้ไปทำกระบวนการสุมจุดภาพของเส้นขอบเพื่อช่วยลดเวลาในการคำนวณ โดยในบทความวิจัยที่นำเสนอใช้การสุมจุดภาพของเส้นขอบของขอบเขตสีผิวมาครึ่งหนึ่งของจุดภาพทั้งหมด และสุมจุดเส้นขอบของใบหน้าต้นแบบมาจำนวน 100 จุด เพื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงด้วย เซพคอนเท็กซ์ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 6

การทำ log polar จากรูปที่ 7 เป็นการทำฮิสโทแกรม(การนับจำนวนจุดภาพที่อยู่ในแต่ละช่อง)ของ log polar ซึ่งมีทั้งหมด 60 ช่อง (5 วง x 12 ส่วน) ซึ่งจะได้ข้อมูลของแต่ละจุด โดยวงที่ 1 นับจากวงกลมในสุดออกมาข้างนอก และช่องที่ 1 เริ่มจากองศาที่ 0 ไปยังองศาที่ 360 (หมุนตามเข็มนาฬิกา) จากภาพจะได้ข้อมูลของจุดภาพ x ดังรูปที่ 8

วงที่	ช่องที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	6	3	2	0	0	0	5	1	0
3	0	0	0	0	0	5	0	3	4	8	3	0
4	0	0	0	0	0	7	0	2	1	6	1	0
5	0	0	0	0	0	16	2	4	22	10	0	0

รูปที่ 8. ตัวอย่างการทำ log polar

3.2.3 การประเมินความคล้ายคลึงของจุดภาพ

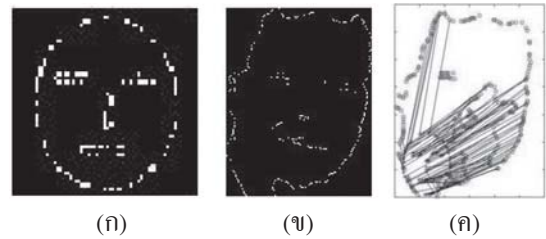
ในบทความวิจัยนี้ใช้การประเมินความคล้ายคลึงของจุดภาพด้วยเซพคอนเท็กซ์ โดยถ้ากำหนดให้ p_i เป็นเซตของจุดที่อยู่บนรูปร่างที่หนึ่งซึ่งเป็นจุดภาพที่สุ่มจากเส้นขอบของใบหน้าต้นแบบ และ q_j เป็นเซตของจุดที่อยู่บนรูปร่างที่สองซึ่งเป็นจุดภาพที่สุ่มจากขอบเขตสี่เหลี่ยม และให้ $c_{ij} = c(p_i, q_j)$ แทนด้วยระยะห่างของสองจุดที่ได้จากการเปรียบเทียบความเหมือน ดังนั้นสามารถคำนวณความเหมือนของ เซพคอนเท็กซ์ของสองจุดได้ด้วยการประเมินตามปกติทางหลักสถิติ (χ^2) ดังสมการ (5) (Belongie et al., 2002; Singh and Hazarika 2007)

$$c_{ij} = \frac{1}{2} \sum \frac{[h_i(k) - h_j(k)]^2}{h_i(k) + h_j(k)} \quad (5)$$

เมื่อกำหนดให้

$h_i(k)$ คือ จำนวน k ช่อง ของ ฮิสโทแกรม ที่ จุด p_i
 $h_j(k)$ คือ จำนวน k ช่อง ของ ฮิสโทแกรม ที่ จุด q_j

การประเมินค่าความเหมือนของจุดทำการคำนวณทุกๆ จุดระหว่างรูปร่างที่หนึ่งและที่สองเพื่อหาค่าต่ำสุดซึ่งเป็นค่าบ่งบอกว่าจุดภาพในรูปร่างที่หนึ่งมีความคล้ายกับจุดใดในรูปร่างที่สองแบบจุดต่อจุดแล้วจับคู่ระหว่างจุดของทั้งสองรูปร่าง แสดงดังรูปที่ 9 เพื่อจะประเมินความคล้ายคลึงของรูปร่างต่อไป



(ก) ใบหน้าต้นแบบ
 (ข) ขอบเขตสี่เหลี่ยม
 (ค) ผลการจับคู่จุดภาพที่มีความคล้ายคลึงกัน

รูปที่ 9. การจับคู่จุดภาพระหว่างใบหน้าต้นแบบกับขอบเขตสี่เหลี่ยม

3.4.3 การประเมินความเหมือนของรูปร่าง

การประเมินค่าความเหมือนของรูปร่างในงานวิจัยนี้ใช้การประเมินแบบ Thin Plate Spline (TPS) (Belongie et al., 2002) โดยความเหมือนระหว่างรูปร่าง P และ Q ประเมินได้จากค่าผลรวมที่ดีที่สุดของจุดในเซพคอนเท็กซ์ ดังสมการที่ (6)

$$D_{sc} = \frac{1}{n} \sum_{p \in P} \arg \min_{q \in Q} c(p, T(q)) + \frac{1}{m} \sum_{q \in Q} \arg \min_{p \in P} c(p, T(q)) \quad (6)$$

เมื่อ $T(.)$ แทนด้วยการประเมินค่าแบบ TPS โดยคำนวณได้จากสมการ (7)

$$T(x,y)=(f_x(x,y),f_y(x,y)) \quad (7)$$

โดย

$$f(x,y)=a_1+a_x x+a_y y+\sum_{i=1}^n W_i U(\|(x,y_i)-(x,y)\|) \quad (8)$$

รายละเอียดแสดงในงานวิจัย (Belongie, et al., 2002)

การประเมินความเหมือนของรูปร่างจะได้ค่าความเหมือนระหว่างใบหน้าต้นแบบและขอบเขตสี่เหลี่ยมเพื่อพิจารณาค่าความเหมือนที่ได้กับค่าตัดแบ่ง (Threshold) ในบทความวิจัยที่นำเสนอใช้ค่าตัดแบ่งเท่ากับ 0.4 การทดลองจะดีกรอบรอบบริเวณขอบเขตสี่เหลี่ยมที่ประเมินว่าเป็นใบหน้า ดังรูปที่ 10



(ก)



(ข)

(ก) ภาพถ่ายบุคคล (ข) ผลการตรวจจับใบหน้าจากภาพถ่ายบุคคล

รูปที่ 10. ผลการตรวจจับใบหน้าจากงานวิจัย

4. ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ทดลองในงานวิจัยที่นำเสนอเป็นภาพถ่ายดิจิทัล ในโหมดภาพสี (RGB) ที่มีขนาดภาพแตกต่างกัน ตั้งแต่ขนาด 600 x 337 ถึง 764 x 536 จุดภาพ (dpi) ความละเอียด 24 บิต การบีบอัด

แบบ JPG จำนวนทั้งสิ้นรวม 82 ภาพ มีใบหน้าบุคคลที่อยู่ในภาพรวมทั้ง 276 ใบหน้า ลักษณะของภาพที่นำมาทำการวิจัยเป็นภาพที่มีพื้นหลังที่ไม่แน่นอนแบ่งเป็นภาพเดี่ยว 17 ภาพ ภาพคู่ 23 ภาพ และภาพหมู่ 42 ภาพ มีลักษณะแสดงดังรูปที่ 11



(ก)



(ข)



(ค)

(ก) ภาพถ่ายบุคคลเดี่ยว (ข) ภาพถ่ายบุคคลคู่ (ค) ภาพถ่ายบุคคลหมู่

รูปที่ 11. ภาพที่ใช้ในการทดลอง

5. การวัดประสิทธิภาพงานวิจัย

การประเมินประสิทธิภาพของงานวิจัยในบทความนี้ใช้การวัดจากจำนวนใบหน้าที่ตรวจจับได้เปรียบเทียบกับจำนวนใบหน้าที่มีทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองทุกๆ ภาพ เพื่อหาค่าประสิทธิภาพความถูกต้อง (Accuracy) ในการตรวจจับใบหน้า (A_{CC}) ซึ่งถ้ามีประสิทธิภาพดีจะมีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 1 และค่าความผิดพลาด (False Positive Rate) ในการตรวจจับใบหน้า (F_{PR}) ถ้ามีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 0 แสดงว่ามีประสิทธิภาพดี โดยประเมินจากสมการ (9) (Bashir and Porikli, 2006)

$$A_{CC} = \frac{TP + TN}{TF} \tag{9}$$

$$A_{CC} = \frac{FP}{FP + TN}$$

โดย

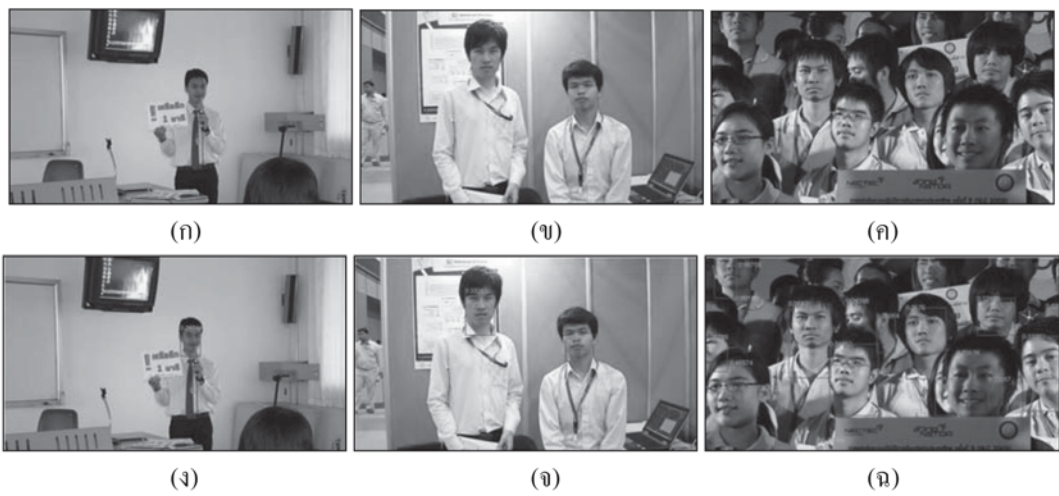
TP คือ จำนวนใบหน้าทั้งหมดที่ตรวจจับถูกต้อง
 TN คือ ส่วนที่ไม่ใช่ใบหน้าและผลการทดลองระบุว่าไม่ใช่ใบหน้า

TF คือ จำนวนใบหน้าทั้งหมดที่มีรวมกับขอบเขตสีผิวอื่นที่ระบุได้ในการทดลอง

FP คือ จำนวนใบหน้าทั้งหมดที่ตรวจจับผิดพลาด (ไม่ใช่ใบหน้าแต่ผลการทดลองระบุว่าเป็นใบหน้า)

ผลการทดลอง

ผลการทดลองตรวจจับใบหน้าด้วยวิธีการที่นำเสนอในบทความวิจัยวิจัยสามารถตรวจจับใบหน้าได้ทั้งภาพบุคคลเดี่ยว บุคคลคู่ และบุคคลหมู่ ดังแสดงในรูปที่ 12



(ก) ภาพบุคคลเดี่ยว (ข) ภาพบุคคลคู่ (ค) ภาพบุคคลหมู่ (ง) ผลการตรวจจับใบหน้าภาพบุคคลเดี่ยว
 (จ) ผลการตรวจจับใบหน้าภาพบุคคลคู่ (ฉ) ผลการตรวจจับใบหน้าภาพบุคคลหมู่

รูปที่ 12. ผลการตรวจจับใบหน้า

ผลการทดลองจากรูปที่ 12 สามารถสรุปผลการทดลองโดยแยกเป็นจำนวนใบหน้าที่ตรวจจับได้

และใบหน้าที่ตรวจจับไม่ได้ จากภาพบุคคลเดี่ยว ภาพบุคคลคู่ และภาพบุคคลหมู่ ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงผลการตรวจจับใบหน้าที่ได้จากการทดลอง

	จำนวนใบหน้าในภาพ	จำนวนใบหน้าที่ตรวจจับ	
		ได้	ไม่ได้
ภาพบุคคลเดี่ยว	17	17	0
ภาพบุคคลคู่	46	39	7
ภาพบุคคลหมู่	213	149	64
รวม	276	205	71

การวัดประสิทธิภาพผลการทดลองเพื่อหาความถูกต้อง (A_{CC}) และความผิดพลาด (F_{PR}) โดย

พิจารณาจากสมการ (9) ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

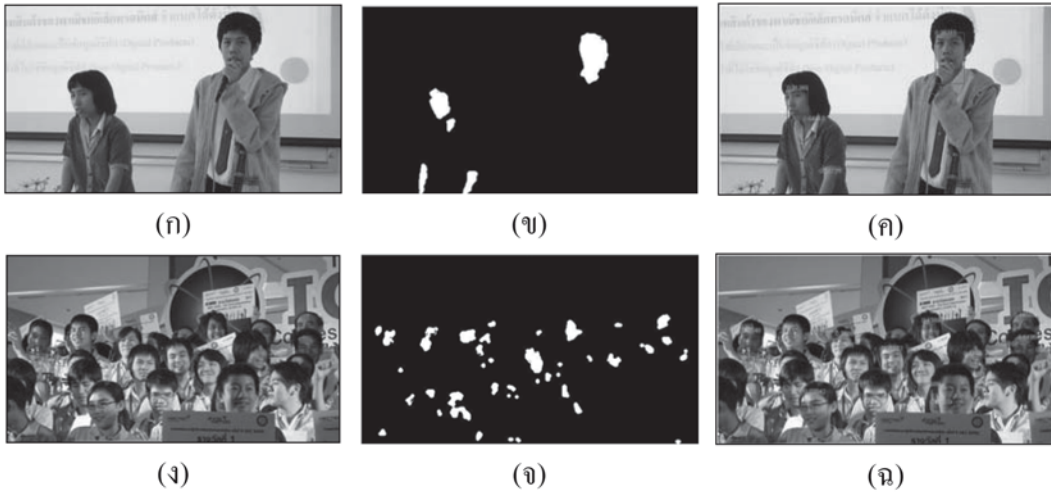
ตารางที่ 2. ประสิทธิภาพการตรวจจับใบหน้า

	TF	TP	FP	TN	A_{CC}	F_{PR}
ภาพบุคคลเดี่ยว	40	17	8	23	1	0.26
ภาพบุคคลคู่	86	39	20	40	0.92	0.33
ภาพบุคคลหมู่	345	149	72	132	0.81	0.35
รวมเฉลี่ย	471	205	100	195	0.85	0.34

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า การตรวจจับภาพใบหน้าบุคคลที่มีพื้นหลังไม่แน่นอนในภาพที่มีลักษณะภาพบุคคลหมู่มีประสิทธิภาพความถูกต้องต่ำที่สุด คือ มีประสิทธิภาพเพียง 0.81 ส่วนภาพบุคคลเดี่ยวและคู่มีประสิทธิภาพความถูกต้องเท่ากับ 1 และ 0.92 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุที่ภาพบุคคลหมู่มีประสิทธิภาพการตรวจจับใบหน้าต่ำเพราะ

ภาพบุคคลหมู่มีจำนวนขอบเขตสีผิวหรือใบหน้าที่ขนาดเล็ก ทำให้มีองค์ประกอบของใบหน้าที่ไม่สมบูรณ์ จึงส่งผลให้กระบวนการวิเคราะห์ในการตรวจจับใบหน้าผิดพลาด อีกประการหนึ่งอาจเกิดจากแสงที่มากหรือน้อยกว่าปกติทำให้ค่าสีและพื้นหลังมีความแปรปรวนมากกว่าปกติ ทำให้สีผิวมีความผิดเพี้ยนจากความเป็นจริง ส่งผลให้การคัดแยกสีผิวผิดพลาด ดังแสดงในรูปที่ 13



(ก) ภาพบุคคลคู่ (ข) ผลการระบุขอบเขตสีผิวภาพบุคคลคู่ (ค) ผลการตรวจจับใบหน้าภาพบุคคลคู่
 (ง) ภาพบุคคลหมู่ (จ) ผลการระบุขอบเขตสีผิวภาพบุคคลหมู่ (ฉ) ผลการตรวจจับใบหน้าภาพบุคคลหมู่

รูปที่ 13. เปรียบเทียบผลการทดลองภาพบุคคลคู่และภาพบุคคลหมู่

สรุปผลการทดลอง

บทความวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการตรวจจับใบหน้าด้วยหลักการเซพคอนเท็กซ์ โดยทดลองกับข้อมูลภาพที่มีพื้นหลังไม่คงที่ทั้งหมด 82 ภาพ ขนาด ตั้งแต่ 600 x 337 ถึง 764 x 536 จุดภาพ (dpi) ความละเอียด 24 บิต การบีบอัดแบบ JPG จุดภาพ โดยมีลักษณะเป็นภาพบุคคลเดี่ยว ภาพบุคคลคู่ และภาพบุคคลหมู่ มีจำนวนใบหน้าในภาพรวม 276 ใบหน้า จากผลการทดลองและวัดประสิทธิภาพผลการทดลองพบว่า วิธีการที่นำเสนอในบทความวิจัยนี้มีประสิทธิภาพความถูกต้องเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 0.85 และมีความผิดพลาดเฉลี่ยทั้งหมดเท่ากับ 0.34 ซึ่งอยู่ในระดับที่ดี

ข้อเสนอแนะ

ในบทความวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการตรวจจับใบหน้าโดยใช้หลักการเซพคอนเท็กซ์ โดยมีสมมติฐานความเชื่อที่ว่าหลักการเซพคอนเท็กซ์จะสามารถประเมินความเหมือนของรูปร่างและองค์

ประกอบของใบหน้าได้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาและทดลองเพื่อทดสอบสมมติฐาน จึงมีผลการทดลองบางส่วนที่มีประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นในการศึกษาวิจัยต่อไปจึงควรพัฒนา และปรับปรุงดังต่อไปนี้

1. ควรมีการเลือกใช้โมเดลคัดเลือกลักษณะสีผิวที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพ และ ทนต่อสภาพแวดล้อมที่มีแสงสว่างไม่คงที่ได้ดี
2. ควรมีการศึกษาวิจัยการตรวจจับใบหน้าด้วยภาพในโหมดสีอื่นๆ ด้วย เช่น ภาพระดับสีเทา ภาพจากกล้องอินฟราเรด เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย จากงบประมาณเงินแผ่นดิน ประจำปี 2551

เอกสารอ้างอิง

- Afsar F.A., Arif Dr. M. and Hussain Dr. M. 2004. Fingerprint Identification and Verification System Using Minutiae Matching. **Digital Image and Signal Processing: National Conference on Emerging Technologies (NCET 2004), 18-19 Dec:** 141-146.
- Bashir F. and F. Porikli. 2006. Performance Evaluation of Object Detection and Tracking Systems. **IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance (PETS2006).**
- Belongie S., Malik J., Puzicha J. 2002. Shape matching and object recognition using shape contexts. **Pattern Analysis and Machine Intelligence.** 24(4): 509-522.
- Canny, J.F. 1986. A Computational Approach to Edge Detection. **IEEE Transactions Analysis and Machine Intelligence.** 8(6): 679-698.
- Chai, D. and A. Bouzerdoum. 2000. A Bayesian approach to skin color classification in YCbCr color space. **IEEE TENCON00, 24-27 Sept.** (2): 421-424.
- Chao, L. and A. Barreto. 2006. An Integrated 3D Face-Expression Recognition Approach. **Acoustics, Speech and Signal Processing 2006, ICASSP 2006 Proceedings 2006 IEEE International Conference.** (3): III-III.
- Ekenel, H. K., Stallkamp, J., Gao, H., Fischer, M. And Stiefelhagen, R. 2007. Face Recognition for Smart Interactions. **Multimedia and Expo 2007, IEEE International Conference on 2-5 July:** 1007-1010.
- Fenglei Yang, Yue Lu and Ye Duan. 2008. Combining hierarchical segmentation and shape context based recognition. **Computer and Information Technology, 2008, IEEE International Conference on 8-11 July:** 839-844.
- Jain, A. K., Prabhakar, S., Hong, L. and Pankanti, S. 2000. Filterbank-based fingerprint matching. **Image Processing IEEE Transactions.** 9(5): 846-859.
- Kovac, J., Peer, P., Solina, F. 2003. Human skin color clustering for face detection. **EUROCON 2003. Computer as a Tool, the IEEE Region 8 on 22-24 Sept.** (2): 144-148.
- Li Ma, Tieniu Tan, Yunhong Wang and Dexin Zhang. 2003. Personal identification based on iris texture analysis. **Pattern Analysis and Machine Intelligence.** 25(12): 1519-1533.
- Maiorana, E., Campisi, P., Ortega-Garcia, J. And Neri, A. 2008. Cancelable Biometrics for HMM-based Signature Recognition. **Biometrics: Theory, Applications and Systems 2008 (BTAS 2008), 2nd IEEE International Conference on 29 Sept - 1 Oct:** 1-6.
- Ming-Hsuan, Yang, Kriegman, D. J. and Ahuja, N. 2002. Detecting faces in images: a survey. **Pattern Analysis and Machine Intelligence.** 24(1): 34-58.
- Nguyen, T. O., Tabbone, S. and Terrades, O. R. 2008. Symbol Descriptor Based on Shape Context and Vector Model of Information Retrieval. **Document Analysis Systems 2008, DAS'08. The Eighth IAPR International Workshop on 16-19 Sept:** 191-197.
- Phung, S.L., Bouzerdoum, A.Sr. and Chai, D.Sr. 2005. Skin segmentation using color pixel classification: analysis and comparison.

- Pattern Analysis and Machine Intelligence.** 27(1): 148-154.
- Serra, J. 1982. **Image Analysis and Mathematical Morphology.** New York, Academic Press.
- Singh, L. B. and S. M. Hazarika. 2007. Enhanced Shape Context for Object Recognition. **Advanced Computing and Communications 2007, ADCOM 2007, International Conference on 18-21 Dec:** 529-534.
- Singh, S.K., Chauhan, D.S., Vatsa M., Singh, R. 2003. A robust skin color based face detection algorithm. **Tamkang J. Sci.** 6(4): 227-234.
- Son Lam Phung, A. Bouzerdoum, and D. Chai. 2002. A novel skin color model in YCbCr color space and its application to human face detection. **Image Processing 2002, Proceedings International Conference on 22-25 Sept.** (1): 289-292.
- Thomaz C. E., Feitosa R. Q., A. Veiga. 1998. Design of radial basis function network as classifier in face recognition using eigenfaces. **Neural Networks 1998, Proceedings Vth Brazilian Symposium on 9-11 Dec:** 118-123.
- Turk, M. A. and A. P. Pentland. 1991. Face recognition using eigenfaces. **Computer Vision and Pattern Recognition 1991, Proceedings CVPR'91, IEEE Computer Society Conference on 3-6 June:** 586-591.
- Vezhnevets V., Sazonov V., and A. Andreeva. 2003. A survey on pixel-based skin color detection techniques. **In Graphics and Media Laboratory, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics:** 85-92.
- Wen-Hsiang, L. and L. Chang-Tsun. 2006. Skin Colour-Based Face Detection in Colour Images. **Video and Signal Based Surveillance 2006, AVSS'06. IEEE International Conference on Nov.:** 56-56.
- Zhujiu and Y. L. Yu. 1994. Face recognition with eigenfaces. **Industrial Technology 1994 Proceedings of the IEEE International Conference on 5-9 Dec:** 434 - 438.