

การตรวจจับสถานะการเปิดหรือปิดของปากจากภาพใบหน้าด้านหน้า
ด้วยการวิเคราะห์เอนโทรปี
Opened or Closed Mouth State Detection for Frontal Face Images by
Analysis of using Entropy

ไพจิตร กชกรจารุงพงศ์^{1*} และนิภาภรณ์ จิตรหลัง²
Paijit Kochakornjarupong^{1*} and Nipapond Jitlung²

บทคัดย่อ

การระบุถึงสถานะการเปิดหรือปิดของปากในภาพใบหน้าด้านหน้าเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้พิจารณาให้เป็นตามมาตรฐานของภาพใบหน้าระดับสากล บทความนี้นำเสนอขั้นตอนวิธีการที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ภาพปากในภาพใบหน้าเพื่อตรวจว่ามีการเปิดหรือปิดปาก โดยจะแบ่งการทำงานของระบบออกเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือระบบตรวจหาและระบบวิเคราะห์ ซึ่งในส่วนของระบบตรวจหาจะทำการตรวจหาตำแหน่งของดวงตาและปากแบบอัตโนมัติ หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ระบบการวิเคราะห์บริเวณริมฝีปาก โดยจะทำการประมวลผลบริเวณที่เป็นปากด้วยวิธี ปรับเรียบ (Smoothing) การกร่อน (Erosion) และ แผนที่มีริมฝีปาก (Lipmap) เมื่อได้ภาพบริเวณปากที่ผ่านการคำนวณมาแล้วจึงนำไปหาค่าของการจัดกลุ่มด้วยวิธีเอนโทรปี (Entropy) ซึ่งจากค่าของเอนโทรปี นี้ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเป็นภาพปากเปิดหรือปิด ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์จะทำให้ผู้ใช้สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้ประโยชน์ในงานด้านอื่น ๆ เช่น การรู้จำใบหน้า การคัดเลือกภาพมาตรฐานสำหรับการออกหนังสือเดินทาง การจัดรูปแบบภาพใบหน้าอย่างอัตโนมัติ และการถอดความจากวิดีโอ เป็นต้น

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ภาพปาก เอนโทรปี

¹ อ., ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

² นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

* Corresponding author: e-mail: paijit@coe.psu.ac.th Tel.074-287342

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

Abstract

Specifying the state of opened or closed mouth is a considerable attribute in the international face image standard. This paper presents an algorithm to analyse opened or closed mouth image. The operation is split into two parts; searching system and analysis system. After extraction of the eyes and mouth positions, the mouth image will perform with smoothing, erosion, and Lipmap. The transformed mouth image is calculated the entropy to decide that the mouth is opened or closed. This approach also could give benefit to other applications such as face recognition, travel document evaluation, automatic normalize portrait image, and video transcribe.

Keywords : Mouth Image Analysis, Entropy

บทนำ

ภาพใบหน้าเป็นข้อมูลที่สำคัญที่ใช้สำหรับระบุตัวตนของบุคคลในการใช้งานระดับนานาชาติอย่างแพร่หลาย ภาพใบหน้าเป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องมีการบันทึกไว้ในหนังสือเดินทาง หรือ บัตรประจำตัวของบุคคลทุกคน ซึ่งองค์การ The International Civil Aviation Organization (ICAO) ได้กำหนดมาตรฐานของภาพใบหน้า เพื่อใช้สำหรับการรับรองและพิสูจน์ตัวตนของบุคคลในระดับนานาชาติ [1] โดยภาพใบหน้าต้องมีลักษณะตาเปิดและปากปิด นอกจากนี้ในการวิเคราะห์การพูดจะต้องมีการค้นหาตำแหน่งภาพเริ่มต้นพูด ซึ่งเป็นตำแหน่งปากเปิด [2]

การวิเคราะห์ภาพปากเปิดหรือปิดจากใบหน้าตรงเป็นการใช้หลักการทางการประมวลผลภาพ และหลักการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาใช้ เพื่อพิจารณาและเลือกส่วนประกอบของภาพใบหน้าด้านหน้า แล้วจึงนำไปวิเคราะห์ส่วนปาก จึงเป็นวิธีการที่สนับสนุนการทำงานทางด้านที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากสภาวะการเปิดหรือปิดของปาก

วิธีการที่นำเสนอนี้เป็นการศึกษาข้อมูลและทดลองพัฒนาจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่มีมาก่อนหน้านี้ ซึ่งได้มีการสกัดส่วนประกอบของใบหน้าด้านหน้าได้อย่างอัตโนมัติ [3] ทำให้สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ปากต่อไปได้

วิธีการวิเคราะห์ภาพปากเปิดหรือปิด เป็นเทคนิคที่มีประโยชน์ในการนำไปใช้หลายด้าน เช่น ใช้สำหรับการประมวลผลใบหน้าอย่างอื่นต่อไป การคัดเลือกภาพมาตรฐานสำหรับการออกหนังสือเดินทาง การจัดรูปแบบภาพใบหน้า การถอดความจากวิดิทัศน์หรือ การวิเคราะห์การพูด เป็นต้น วิธีการที่นำเสนอนี้จึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจเพื่อที่จะนำไปใช้ในงานอื่น ๆ ที่ประยุกต์เกี่ยวข้องกับการประมวลผลภาพใบหน้าต่อไป

งานที่เกี่ยวข้อง

มีผู้เสนอการวิเคราะห์ภาพปากเปิดหรือปิดโดยการใช้แผ่นแบบ [2] ที่จำเป็นจะต้องกำหนดแผ่นแบบของปากหลายชนิด หากต้องการกำหนดแผ่นแบบใหม่จะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้น หรือวิธีการกำหนดจุดลงบนริมฝีปาก [4] โดยเลือกจุดบนปากหลายจุด ทั้งนี้หากขาดความแม่นยำในการกำหนดจุดบนปาก จะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาด เอนโทรปีได้ถูกใช้ในการค้นหาส่วนประกอบของใบหน้าในภาพถ่ายอุณหภูมิของใบหน้า โดยผลที่ได้รับจะค้นหาภาพปากที่ปิดได้ถูกต้องมากกว่าภาพปากที่เปิด [5] ซึ่งในบทความนี้ ในวิธีการที่จะนำเสนอในบทความนี้จะค้นหาส่วนประกอบของใบหน้าก่อน แล้วจึงนำส่วนของภาพปากมาคำนวณหาเอนโทรปีเพื่อวิเคราะห์การเปิดหรือปิดของภาพปาก

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

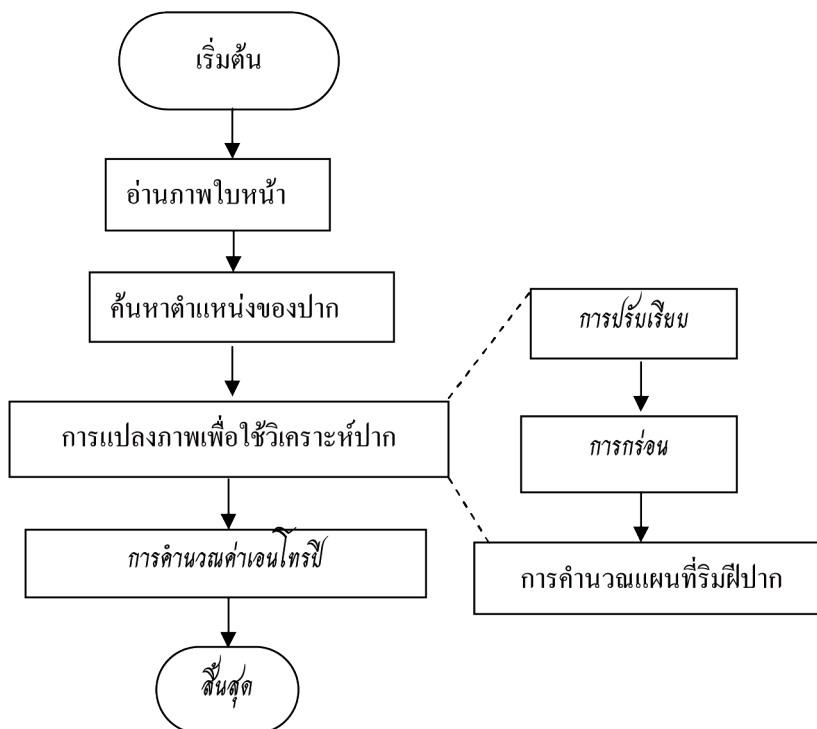
การวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด

การตรวจสอบการเปิดหรือปิดของปากเป็นส่วนสำคัญของการประมวลผลภาพใบหน้าที่จะคัดเลือกภาพใบหน้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานต่อไป ซึ่งจะช่วยลดภาพที่ไม่ต้องการลงไปได้ การวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิดจะใช้การประมวลผลภาพ จากบริเวณของปาก โดยมีการปรับภาพให้ภาพต้นฉบับเหมาะสมสำหรับใช้ตัดสินใจการเปิดหรือปิดของปาก

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด

ขั้นตอนการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด

การวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิดมีขั้นตอนที่เสนอดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด

สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด

- เริ่มจากผู้เลือกภาพใบหน้าที่ต้องการวิเคราะห์
- คำนวณหาตำแหน่งต่าง ๆ บนใบหน้า เพื่อใช้เลือกตำแหน่งของปาก
- แปลงภาพปากให้เหมาะสมโดยการปรับเรียบ (Smoothing) การกร่อน (Erosion) และ แผนที่ริมฝีปาก (Lipmap)
- คำนวณหาค่าของเอนโทรปี (Entropy) ซึ่งจากค่าของเอนโทรปี นี้ทำให้สามารถวิเคราะห์จากค่าขีดแบ่ง (Threshold) ได้ว่าเป็นภาพปากเปิดหรือปิด

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

รายละเอียดวิธีการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด

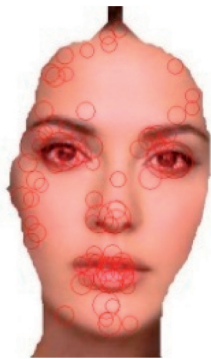
ในส่วนของการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิดจะแบ่งเป็น การคำนวณหาบริเวณปาก การแปลงภาพปากและการหาค่าเอนโทรปีของปาก

การคำนวณหาบริเวณปาก (Mouth Detection)

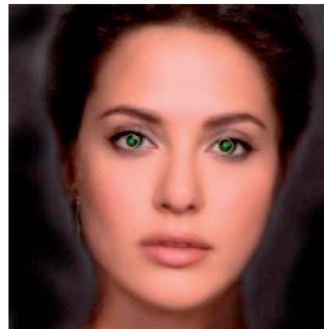
การหาบริเวณปากจะเริ่มจากการระบุส่วนประกอบของใบหน้า ซึ่งเป็นการใช้วิธีการสกัดส่วนประกอบของใบหน้าแบบอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วยการหาตำแหน่งของดวงตาและการคำนวณหาตำแหน่งต่างบนใบหน้าอย่างอัตโนมัติ [3] หลังจากนั้นจะนำส่วนประกอบของใบหน้ามาเลือกบริเวณปาก

1. การหาตำแหน่งของดวงตา

การหาตำแหน่งที่อาจจะเป็นดวงตาอย่างอัตโนมัติ จะเริ่มจากการประมวลผลโดยวิธี Circular Hough transform [6] เพื่อหาตำแหน่งของวงกลมในภาพใบหน้า แล้วจึงคำนวณหาตำแหน่งภาพดวงตาออกมาโดยพิจารณาจากความเข้มของสี [3]



(1)



(2)

ภาพที่ 1 ตัวอย่างผลการหาตำแหน่งของดวงตา (1) ผลการหาวงกลมในภาพใบหน้า (2) ตำแหน่งของดวงตาที่พบ

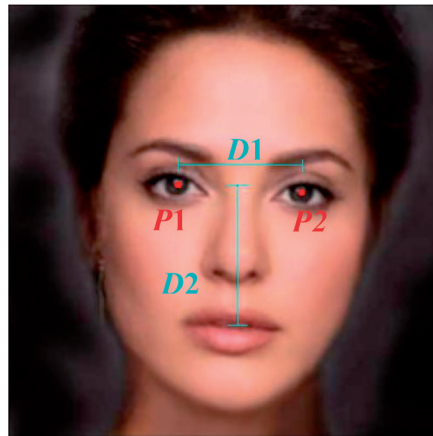
จากภาพที่ 2 การหาตำแหน่งของดวงตาจะเริ่มจากการหาวงกลมในภาพ แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความเข้มสีในพื้นที่ของวงกลมเพื่อพิจารณาหาตำแหน่งของดวงตา

2. การหาตำแหน่งส่วนประกอบบนภาพใบหน้า

การหาตำแหน่งของปากจะนำผลที่ได้จากการตรวจหาตำแหน่งดวงตาแบบอัตโนมัติ มาคำนวณหาตำแหน่งของส่วนประกอบบนใบหน้า [3] โดยนำจุดกึ่งกลางของดวงตาทั้งสองข้าง ($P1(x_1, y_1)$ และ $P2(x_2, y_2)$) มาหาระยะห่างระหว่างจุดกึ่งกลางของดวงตาทั้งสองข้าง จะได้เป็นระยะ $D1$ ซึ่งสามารถคำนวณหาได้ ดังนี้

$$D1 = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

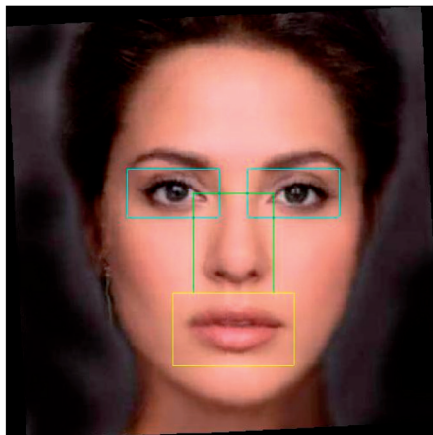


ภาพที่ 3 ตำแหน่งและระยะที่ใช้หาส่วนประกอบบนใบหน้า

จากภาพที่ 3 เมื่อเราได้ระยะ $D1$ มาแล้ว จากนั้นจะหาตำแหน่งจุดกึ่งกลางปาก [3] ซึ่งมีความยาว ($D2$) เท่ากับระยะห่างจากจุดกึ่งกลางระหว่างดวงตาทั้งสองข้างพอดี ($D1$) โดยห่างกันลงมาเป็นระยะทาง $D2$ โดยสามารถคำนวณหาได้ ดังนี้

$$D2 = D1 * 1.12 \quad (2)$$

จากนั้นจะคำนวณบริเวณปากขึ้นมา โดยใช้จุดกึ่งกลางปากที่หาได้ เพิ่มระยะขึ้นไปอีกหนึ่งเท่าและลงมาอีกหนึ่งเท่า ส่วนความกว้างให้เท่ากับระยะ $D1$



ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ผ่านการหาตาและปากแบบอัตโนมัติ

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

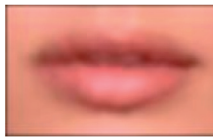
ขั้นตอนถัดไปต่อไปจากจะเป็นการแปลงภาพเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปาก

การแปลงภาพปาก (Transform Mouth Image)

เพื่อให้ภาพปากที่ได้มีความเหมาะสมกับการนำไปหาวิเคราะห์ด้วยการหาเอนโทรปีจึงได้แปลงภาพดังวิธีต่อไปนี้

1. การปรับเรียบ (Smoothing)

เป็นการใช้ตัวกรองมัธยฐาน (Median filter) เพื่อลดสัญญาณรบกวน (noise) ของรูปภาพ โดยค่าที่ได้จะเป็นค่ากึ่งกลางของค่าที่จัดเรียงลำดับในแต่ละส่วนของบริเวณของภาพ [7] ตัวอย่างผลลัพธ์การปรับเรียบของส่วนปากในภาพที่ 4 ได้แสดงในดังตัวอย่างภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ภาพปากที่ผ่านตัวกรองการปรับเรียบ

2. การกร่อน (Erosion)

เป็นการใช้ตัวกรองแบบกร่อน (Erosion filter) [7] เพื่อทำให้เห็นบริเวณต่างๆของริมฝีปากได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ตามสมการ

$$G \ominus M = \{p : M_p \subseteq G\} \quad (3)$$

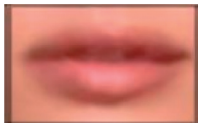
เมื่อ G คือ จุดของภาพทั้งหมดที่ไม่เป็นศูนย์

M คือ บริเวณใช้คำนวณการกร่อนที่ค่าไม่เป็นศูนย์

P คือ ผลลัพธ์ที่ได้

M_p คือ บริเวณใช้คำนวณการกร่อนของภาพในแต่ละส่วน

สำหรับตัวอย่างการกร่อนของภาพปากในภาพที่ 5 ดังแสดงผลลัพธ์ในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ภาพปากที่ผ่านตัวกรองการกร่อน

3. การคำนวณแผนที่ริมฝีปาก (Lipmap)

เป็นการคำนวณหาแผนที่ริมฝีปากเพื่อแยกบริเวณที่ใกล้เคียงริมฝีปากและริมฝีปากออกจากกัน บริเวณริมฝีปากที่มีโทนสีแดงจะเป็นส่วนสำคัญที่จะใช้ในการแยกส่วนของริมฝีปากได้ เพราะโทนสีแดงนั้นจะเห็นได้ชัดเจนกว่าสีน้ำเงิน และสีเขียว ดังนั้นจึงมีสมการเพื่อช่วยในการหาบริเวณริมฝีปาก [8] คือ

$$Lipmap = \left(\left(\frac{r}{r+g} \right) * \left(1 - \frac{g}{r+g} \right) \right)^2 \quad (4)$$

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

เมื่อ r คือ ค่าบรรทัดฐานสีแดงของภาพ
 g คือ ค่าบรรทัดฐานสีเขียวของภาพ
 b คือ ค่าบรรทัดฐานสีน้ำเงินของภาพ

ผลลัพธ์ตัวอย่างการคำนวณแผนที่ริมฝีปากของภาพที่ 6 แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ภาพแผนที่ริมฝีปาก

การคำนวณหาเอนโทรปี

การตรวจจับบริเวณของปากเปิดหรือปิดเป็นปัญหาที่ต้องการแยกสองกรณีที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด จะขึ้นอยู่กับว่าปากนั้นเป็นปากเปิดหรือปากปิด ซึ่งเอนโทรปี (Entropy) คือ ปริมาณที่บอกถึงความเป็นระเบียบของระบบ ยิ่งระบบมีความไม่เป็นระเบียบสูง เอนโทรปีก็จะยิ่งมีค่าสูง แต่ถ้าระบบมีความไม่เป็นระเบียบน้อย เอนโทรปีก็จะยิ่งมีค่าต่ำ ดังนั้นถ้าเอนโทรปีสูงถือว่าปากเปิด ถ้าเอนโทรปีต่ำถือว่าปากปิด สามารถคำนวณค่าเอนโทรปีได้จากสมการ

$$ent(P) = -\sum_i h_i(P) \log h_i(P) \quad (5)$$

เมื่อ h_i คือข้อมูลของภาพสเกลสีเทา (P) ตำแหน่ง i

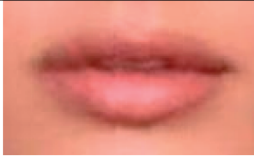
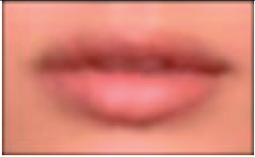
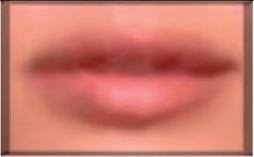
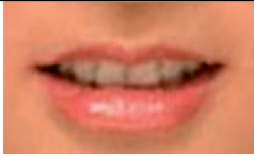
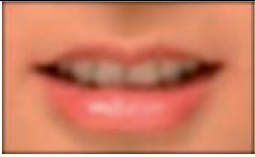
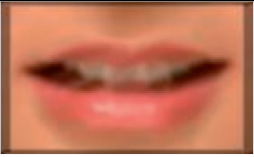
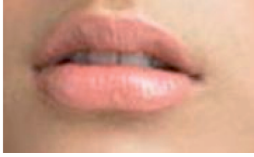
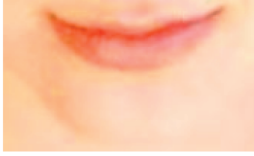
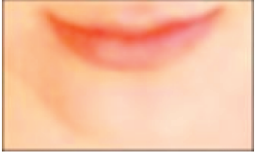
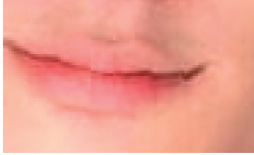
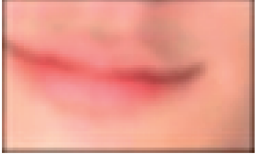
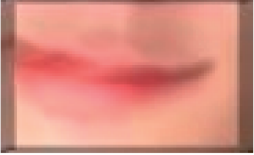
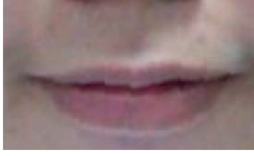
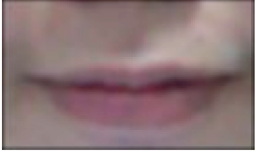
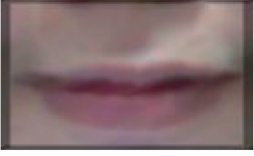
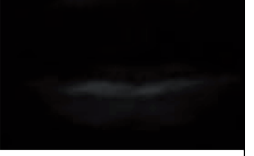
การคำนวณหาเอนโทรปีใช้เพื่อให้ทราบได้ว่าเป็นริมฝีปากเปิดหรือปิด โดยจะใช้ค่าขีดแบ่งสำหรับตัดสินสถานะของปากว่าเป็นริมฝีปากเปิดหรือปิด หากเป็นริมฝีปากเปิด ค่าที่ได้จะมีค่ามากกว่าค่าขีดแบ่ง และ หากเป็นริมฝีปากปิด ค่าที่ได้จะมีค่าน้อยกว่าค่าขีดแบ่ง

ผลการทดสอบ

ตัวอย่างผลการทดสอบเมื่อแสดงภาพปาก ภาพปากที่ผ่านตัวกรองการปรับเรียบ ภาพปากที่ผ่านตัวกรองการกร่อนและภาพแผนที่ริมฝีปากที่ได้ เพื่อนำไปคำนวณหาค่าเอนโทรปี ได้แสดงในตารางที่ 1 ดังต่อไปนี้

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

ตารางที่ 1 ภาพปาก และผลภาพปากที่ผ่านตัวกรองการปรับเรียบ และที่ผ่านตัวกรองการกร่อนและภาพแผนที่ริมฝีปาก

ภาพปากหมายเลขที่	ภาพปรับเรียบ	ภาพกัดกร่อน	ภาพแผนที่ริมฝีปาก
1 			
2 			
3 			
4 			
5 			
6 			

จากงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 24 ประจำปี 2557

จากการทดลองผลลัพธ์ สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ด้วยการหาค่าเอนโทรปีและนำไปวิเคราะห์ด้วยค่าของเอนโทรปี จะได้ค่าขีดแบ่งเป็น 4 ซึ่งสามารถนำไปตัดสินสถานะการเปิดหรือปิดของปากได้อย่างถูกต้อง ดังสรุปใน ตารางที่ 2

ภาพหมายเลข	ค่าเอนโทรปี	ผลการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด
1	4.6801	เปิด
2	4.3740	เปิด
3	4.0461	เปิด
4	2.4507	ปิด
5	2.6796	ปิด
6	3.8263	ปิด

สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอขั้นตอนการวิเคราะห์ปากเปิดหรือปิด โดยการเลือกบริเวณปากอย่างอัตโนมัติ แล้วนำมาผ่านการประมวลผลภาพด้วยการปรับเรียบ การกร่อนและแผนทีริมฝีปาก จากนั้นจะคำนวณค่าเอนโทรปีของแผนทีริมฝีปาก เมื่อค่าเอนโทรปีมากกว่าค่าขีดแบ่งที่ได้ สามารถระบุการเปิดของภาพปากได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแสดงว่าภาพปากเปิดมีการเปลี่ยนแปลงของภาพมากกว่าภาพปากปิด ซึ่งวิธีการนี้สามารถวิเคราะห์ภาพปากเปิดหรือปิดได้อย่างโดยอัตโนมัติ โดยไม่ต้องมีการเตรียมภาพต้นแบบเอาไว้ก่อน จึงสามารถลดขั้นตอนการทำงานที่ไม่เกี่ยวข้องได้ นอกจากนี้วิธีการนี้อาจนำไปใช้ตรวจสอบภาพใบหน้าก่อนใช้ประมวลผลอย่างอื่นต่อไป เช่น การคัดเลือกหรือจัดการภาพถ่ายใบหน้าให้เป็นตามมาตรฐานของการออกหนังสือเดินทาง หรือการบอกตำแหน่งการถอดความในวิดีโอด้วยภาพปากเปิดเป็นต้นอย่างไรก็ตามวิธีที่นำเสนอไม่ได้รวมถึงการบอกลักษณะของการเปิดปาก หรือปิดปาก ดังนั้นการระบุลักษณะของการเปิดหรือปิดปากจึงจำเป็นต้องมีการเพิ่มเติมวิธีการวิเคราะห์อื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Hirzer, M., Urschler, M., Bishof, H., and Birchbauer, J. A. (2009). "An automatic hybrid segmentation approach for aligned face portrait images", In **Proceedings of the workshop of the Austrian association for pattern recognition**.
- [2] Nayak, N.S., Velmurugan, R., Pandey, P.C. and Saha, S. (2012). "Estimation of lip opening for scaling of vocal tract area function for speech training aids", In **Proceedings of the 18th National Conference on Communications (NCC 2012)**. 521-525.
- [3] รัตนา แซ่ไข่ และไพจิตร กษกรจารุพงศ์. (2554) "การสกัดส่วนประกอบบนภาพใบหน้าด้านหน้าโดยอัตโนมัติ", ใน **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 9**.
- [4] Nilsson, M., I. Gertovich, I and Bartunck, J.S. (2010). "Mouth Open or Closed Decision for Frontal Face Images with Given Eye Locations", In **2010 Fourth IEEE International Conference on Biometrics Compendium Biometrics: Theory Applications and Systems (BTAS)**. 1-6.
- [5] Martinez, B. Binefa, X and Pantic, M. (2010). "Facial component detection in thermal imagery", In **Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)**. 48-54.
- [6] Ioannou, D., Huda, W. and Laine A. (1999). Circle recognition through a 2D Hough Transform and radius histogramming. **Image and Vision Computing**. 15-26.
- [7] Jähne, B. (2002). **Digital image processing** (5th Edition). New York : Springer.
- [8] Atharifar, A and Ghofrani, S. (2011). "Robust component-based face detection using color feature", In **Proceedings of the World Congress on Engineering**, 6-8.