

แอปพลิเคชันสบายอารมณ์ Emotion Managing Application

ณัฐพัชร์ พิเชษฐพันธ์¹ และ นพรัตน์ พันธูตา²

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Emails:nattapatp@kkumail.com, nopparat@kkumail.com

บทคัดย่อ

บทความที่นำเสนอแอปพลิเคชันตรวจจับอารมณ์ทางสีหน้า โดยจัดทำเป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยให้รายละเอียดเกี่ยวกับการตรวจจับอารมณ์ผ่านทางสีหน้าจากภาพบนโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน แอปพลิเคชันนี้สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต โดยมีฟังก์ชันการทำงานประกอบไปด้วย เมนูการถ่ายภาพ เมนูการเลือกรูปภาพ เมนูการตรวจจับอารมณ์ เมนูคำแนะนำในการจัดการอารมณ์ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานจัดการและดูแลพฤติกรรมด้านอารมณ์ของตนเองได้ โดยจุดเด่นของแอปพลิเคชันนี้คือสามารถตรวจจับอารมณ์ได้ถึง 8 อารมณ์

Abstract

The article on presenting an Application for detecting Emotions via Facial Expression Detection in Android operating system on smartphones. The application is designed for giving details on emotions detecting through facial expressions from mobile phones. The Application operates through Android operating System which is connected to the internet and performs the following tasks; capturing pictures, selecting pictures, detecting user's emotions, giving advice in managing emotions which will analyse and process detecting facial expression and will display their emotion result

and also how to handle each emotion that detected. The main feature of this application is being able to detect 8 different emotions.

คำสำคัญ— อารมณ์; ตรวจจับอารมณ์; ตรวจจับใบหน้า; การจัดการอารมณ์

1. บทนำ

เนื่องจากความรู้สึกทางด้านอารมณ์นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เราทุกคนต้องการสถานการณ์ที่ทำให้ตนเองรู้สึกมีความสุขและหลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความรู้สึกเศร้าและ หวาดกลัว ดังนั้นการจัดการอารมณ์จึงมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน

ปัจจุบันเทคโนโลยีการรู้จำใบหน้าหรือการตรวจจับรูปภาพได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ทั้งในสื่อสังคมออนไลน์ ระบบรักษาความปลอดภัย การตรวจจับความเร็วของจราจร ระบบรักษาความปลอดภัย การคัดกรองบุคคลสำหรับเข้าอาคารหรือสถานที่ต่าง ๆ ทำให้ระบบรักษาความปลอดภัยมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น แต่เทคโนโลยีการรู้จำใบหน้าไม่ค่อยถูกนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความรู้สึกของมนุษย์

ผู้พัฒนาจึงได้ทำการศึกษาการรู้จำใบหน้าและการตรวจจับความรู้สึกผ่านสีหน้าของมนุษย์โดยคำนวณผ่าน Machine Learning ของ Microsoft Windows Azure เพื่อให้ได้วิธีการตรวจจับใบหน้าและความรู้สึกของบุคคลที่มี

ประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานจริง ทางผู้จัดทำจึงได้
 ทำการศึกษาขั้นตอนและวิธีการดำเนิน การตรวจจับและรู้จำ
 ใบหน้าอย่างละเอียดเพื่อให้สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์
 สูงสุด

2. อารมณ์และการจัดการอารมณ์

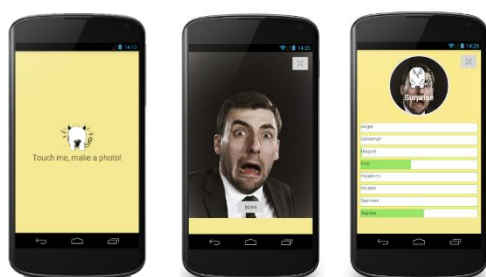
อารมณ์ หมายถึง สภาวะทางจิตใจที่เกิดจากความปั่นป่วน
 ตื่นเต้น หรือเปลี่ยนแปลงเมื่อมีสิ่งเร้ามากระตุ้น ซึ่งจะเกิดขึ้น
 อย่างฉับพลันทันที โดยเราจะไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง
 แต่จะสังเกตเห็นได้ทางอ้อม โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงทางด้าน
 พฤติกรรมต่างๆ ที่ไม่ได้แสดงออกมาเป็นคำพูด เช่น การแสดง
 ออกทางสีหน้า กิริยาท่าทาง เป็นต้น

อารมณ์สามารถจำแนกออกเป็นอารมณ์ต่างๆได้ 8
 อารมณ์ เช่น อารมณ์กลัว, อารมณ์ประหลาดใจ, อารมณ์เศร้า
 เสียใจ, อารมณ์รังเกียจ, อารมณ์โกรธ, อารมณ์เฉยๆ, อารมณ์รื้น
 เริง และอารมณ์ยอมรับ

การจัดการอารมณ์ คือ ความสามารถในการควบคุม
 การกระทำหรือพฤติกรรมที่แสดงออกได้เหมาะสมซึ่งเกิดจากการ
 ที่บุคคลสามารถควบคุมอารมณ์ให้ได้ด้วยเช่นกัน ที่สำคัญยิ่งไป
 กว่านั้นก็คือ บุคคลจะต้องรับรู้และเข้าใจตัวเองถึงอารมณ์และ
 ความรู้สึกที่เกิดขึ้นให้ได้ ก่อนที่จะพยายามควบคุมอารมณ์

3. แอปพลิเคชันที่มีในปัจจุบัน

แอปพลิเคชัน Selfie Emotion Detector เป็นแอปพลิเคชัน
 ตรวจจับอารมณ์ทางสีหน้าผ่านรูปภาพจากการถ่ายภาพซึ่งต้องใช้
 ภาพจากคลังภาพดังรูปที่ 1



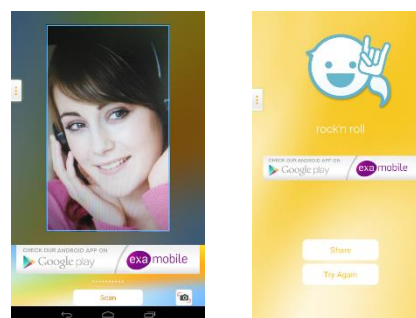
รูปที่ 1 ภาพตัวอย่างแอปพลิเคชัน Selfie Emotion Detector

แอปพลิเคชัน Emotion Detector เป็นแอปพลิเคชัน
 ตรวจจับอารมณ์ให้เห็นถึงอารมณ์ของคุณในเวลาจริง (Real
 time) โดยใช้กล้องตรวจจับดังรูปที่ 2



รูปที่ 2. ภาพตัวอย่างแอปพลิเคชัน Emotion Detector

แอปพลิเคชัน Face Mode Scanner เป็น แอปพลิเคชัน
 ตรวจจับอารมณ์ทางสีหน้าผ่านรูปภาพจากการถ่ายภาพซึ่ง
 สามารถเรียกใช้ภาพจากคลังภาพหรือการสแกนใบหน้าที่ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3. ภาพตัวอย่างแอปพลิเคชัน Face Mode Scanner

โดยแอปพลิเคชันทั้ง 3 ยังมีข้อจำกัดดังนี้ แอปพลิเคชัน
 Selfie Emotion Detector เน้นเรื่องการตรวจจับอารมณ์ซึ่งต้อง
 ใช้รูปภาพจากคลังภาพเท่านั้น สำหรับแอปพลิเคชัน Emotion
 Detector เน้นเรื่องการตรวจจับอารมณ์แบบเรียลไทม์เท่านั้น
 และ Face Mode Scanner เน้นเรื่องการตรวจจับอารมณ์ผ่าน
 การถ่ายภาพหรือสามารถเลือกรูปภาพจากคลังภาพได้

ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีความสนใจในการพัฒนา
 แอปพลิเคชันสบายอารมณ์ โดยมีฟังก์ชันการทำงานที่
 หลากหลายมากขึ้น สามารถที่จะตรวจจับอารมณ์ได้ถึง 8 อารมณ์
 ซึ่งสามารถตรวจจับพร้อมกันได้มากกว่าหนึ่งคนในภาพเดียว และ
 มีคำแนะนำในการจัดการอารมณ์ในขณะนั้นได้ โดยมีการ
 เปรียบเทียบฟังก์ชันต่างๆดังตารางที่ 1

ตาราง 1. ตารางเปรียบเทียบแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง

ฟังก์ชัน / ชื่อแอปพลิเคชัน	Selfie Emotion Detector	Emotion Detector	Face Mode Scanner	Emotion Managing
1. การนำภาพเข้ามา				
1.1 คลังภาพ	✓	-	✓	✓
1.2 กล้อง	-	✓	✓	✓
2. การตรวจจับใบหน้า				
2.1 หน้าเดียว	✓	✓	✓	✓
2.2 มากกว่าหนึ่งหน้า	-	✓	-	✓
3. อารมณ์				
3.1 ตรวจจับอารมณ์	✓	✓	✓	✓
3.2 ตรวจจับมากกว่าหนึ่งอารมณ์ในภาพเดียว	-	✓	-	✓
3.3 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอารมณ์	-	-	-	✓
3.4 คำแนะนำในการจัดการอารมณ์	-	-	-	✓

4. เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

4.1 Android Studio

Android Studio เป็นเครื่องมือพัฒนา IDE (ไอดีอี) หรือ Integrated Development Environment ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อการพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน บนพื้นฐานของแนวคิด

IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ

Android ADT Plugin และเป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android

4.2 Android SDK

Android SDK ย่อมาจาก Android Software Development Kit ซึ่งเป็นชุดโปรแกรมที่ทาง Google พัฒนาออกมาเพื่อแจกจ่ายให้นักพัฒนาแอปพลิเคชัน หรือผู้สนใจทั่วไปดาวน์โหลดไปใช้กันโดยไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งนี่ก็เป็นหนึ่งในปัจจัยที่ทำให้แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์นั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งในชุด SDK นั้นจะมีโปรแกรมและไลบรารีต่างๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ อย่างเช่น Emulator ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถสร้างแอปพลิเคชันและนำมาทดลองรันบนตัวอิมูเลเตอร์ก่อน โดยมีสภาวะแวดล้อมเหมือนมือถือที่รันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จริงๆ

4.3 Emotion Recognition

Emotion API จะรับข้อมูลรูปภาพเข้ามา และส่งคืนชุดข้อมูลของอารมณ์ความรู้สึกของแต่ละภาพใบหน้าที่มีความแม่นยำ เช่นเดียวกับขอบเขตกรอบสี่เหลี่ยมที่เป็นขอบเขตใบหน้าจากใบหน้าของ API อารมณ์ที่ตรวจพบประกอบไปด้วย อารมณ์ที่มีความสุข, อารมณ์เศร้า, อารมณ์ประหลาดใจ, อารมณ์โกรธ, อารมณ์ความกลัว, อารมณ์ความชิงชังรังเกียจหรืออารมณ์ที่เป็นกลาง อารมณ์เหล่านี้มีการสื่อสารข้ามวัฒนธรรมในระดับสากลผ่านการแสดงออกทางสีหน้า ซึ่งมีพื้นฐานเดียวกับที่มีการระบุโดยใช้ Emotion API

4.4 Emotion API

การรับรู้อารมณ์ความรู้สึกของใบหน้าหน้าด้วยกรอบสี่เหลี่ยม (Emotion Recognition with Face Rectangles) คือ การรับรู้อารมณ์ความรู้สึกผ่านรูปภาพที่แสดงออกโดยคนหนึ่งคนหรือมากกว่านั้น เช่นเดียวกับขอบเขตกรอบสี่เหลี่ยมที่เป็นขอบเขตใบหน้าอารมณ์ที่ตรวจพบประกอบไปด้วย อารมณ์มีความสุข, อารมณ์เศร้า, อารมณ์ประหลาดใจ, อารมณ์โกรธ, อารมณ์ความกลัว, อารมณ์ความชิงชังรังเกียจหรืออารมณ์ที่เป็นกลาง

5. การวิเคราะห์ระบบและพัฒนาโปรแกรม

5.1 ความต้องการของระบบ

ความรู้สึกทางด้านอารมณ์นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เราทุกคนต้องการสถานการณ์ที่ทำให้ตนเองรู้สึกมีความสุข และหลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความรู้สึกเศร้าและหวาดกลัว ดังนั้นการจัดการอารมณ์จึงมีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน

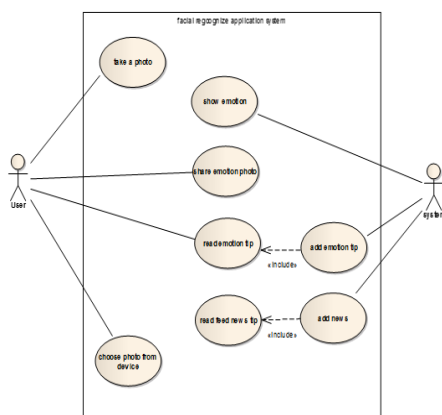
ดังนั้นผู้พัฒนาจึงมีความสนใจในการพัฒนาแอปพลิเคชันสบายอารมณ์ขึ้นมา ซึ่งแอปพลิเคชันจะแสดงผลค่าอารมณ์ในแต่ละโบนานี้ๆ ออกมา และแสดงแนวทางการจัดการของอารมณ์ที่ตรวจจับได้ในแต่ละอารมณ์มาช่วยผู้ใช้งานได้จัดการและดูแลพฤติกรรมด้านอารมณ์ได้

5.2 การออกแบบระบบ

5.2.1 Use Case Diagram (แผนภาพแบบจำลอง)

แผนภาพการแสดงผลการใช้งานของผู้ใช้ (User) แอปพลิเคชันสบายอารมณ์ การทำงานของแอปพลิเคชันนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 6 ส่วน ดังรูปที่ 4 ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้งานเลือกรูปภาพ (input photo)
2. ผู้ใช้งานเลือกถ่ายภาพ (take a photo) หรือเลือกรูปภาพจากคลังภาพ (from device)
3. เลือกตรวจสอบรูปภาพ (detect) เป็นการตรวจสอบอารมณ์ของรูปภาพ
4. แสดงผลลัพธ์การตรวจสอบ (show result)
5. เลือกคัดลอก (select) เพื่อดูคำแนะนำการจัดการอารมณ์
6. แสดงคำแนะนำในการจัดการอารมณ์ (show tip)

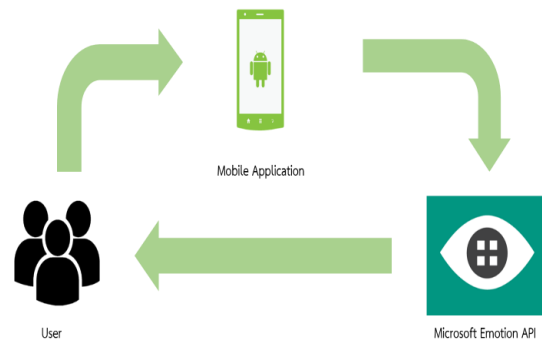


รูปที่ 4. แสดงระบบการทำงานของแอปพลิเคชัน

5.2.2 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์

5.2.2.1 กระบวนการทำงานของแอปพลิเคชัน

เมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน ผู้ใช้สามารถทำการเลือกรูปภาพจากการถ่ายภาพหรือเลือกรูปภาพจากคลังภาพ หลังจากนั้นเลือกตรวจสอบรูปภาพ แอปพลิเคชันจะทำการประมวลผลรูปภาพและแสดงผลลัพธ์ออกมา และยังสามารถดูข้อมูลในการจัดการอารมณ์ได้ ดังรูปที่ 5



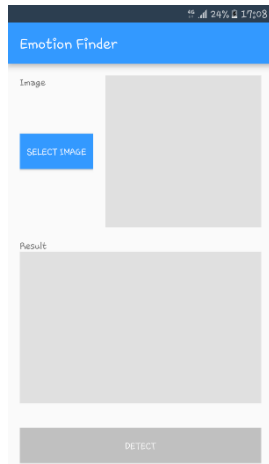
รูปที่ 5. แผนภาพแสดงกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชัน

5.3 การพัฒนาโปรแกรม

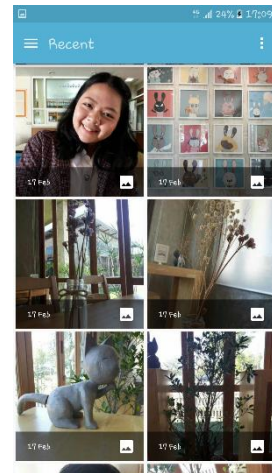
5.3.1 โครงสร้างของโปรแกรมส่วนเชื่อมโยงกับผู้ใช้

การทำงานหลักของแอปพลิเคชันสบายอารมณ์ มีดังนี้

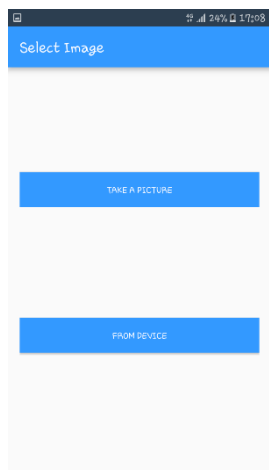
1. เลือกรูปภาพ (input photo) ดังรูปที่ 6 ซึ่งมีปุ่มให้นำรูปภาพเข้ามา (select image)
2. ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะถ่ายภาพ (take a photo) หรือเลือกรูปภาพจากคลังภาพ (from device) ดังรูปที่ 7
3. หากผู้ใช้เลือกที่จะถ่ายภาพ (take a photo) จะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 8 แต่ถ้าผู้ใช้เลือกที่จะเลือกรูปภาพจากคลังภาพ (from device) จะแสดงหน้าจอ ดังรูปที่ 9
4. ทำการตรวจสอบรูปภาพ (Detect photo) ดังรูปที่ 10
5. แสดงผลลัพธ์ (show result) ดังรูปที่ 10
6. แสดงคำแนะนำในการจัดการอารมณ์ (show tip) ดังรูปที่ 11



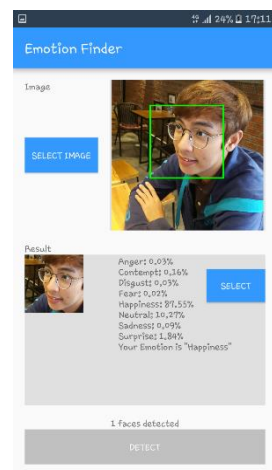
รูปที่ 6. หน้าหลักของแอปพลิเคชัน



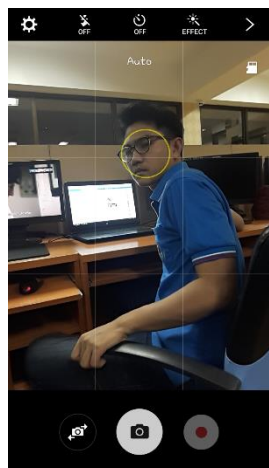
รูปที่ 9. หน้าเลือกรูปภาพจากคลังภาพโทรศัพท์ของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 7. หน้าสำหรับเลือกรูปภาพของแอปพลิเคชัน



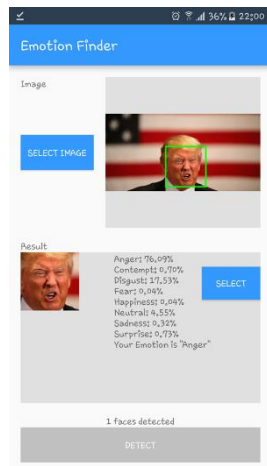
รูปที่ 10. หน้าหลักแสดงผลลัพธ์หลังจากกดปุ่มตรวจจับภาพ



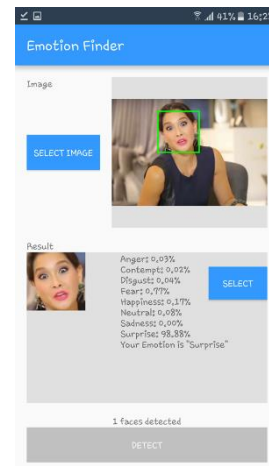
รูปที่ 8. หน้าเลือกรูปภาพจากกล้องของแอปพลิเคชัน



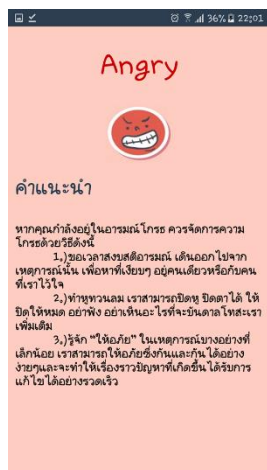
รูปที่ 11. หน้าสำหรับคำแนะนำการจัดการอารมณ์ของแอปพลิเคชันเมื่อผู้ใช้อยู่ในสภาวะอารมณ์มีความสุข



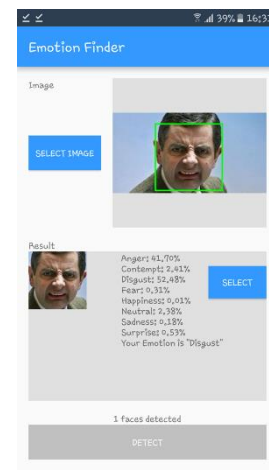
รูปที่ 12. แสดงผลลัพธ์การตรวจจับอารมณ์ โดยอารมณ์ที่พบคือ
อารมณ์โกรธ



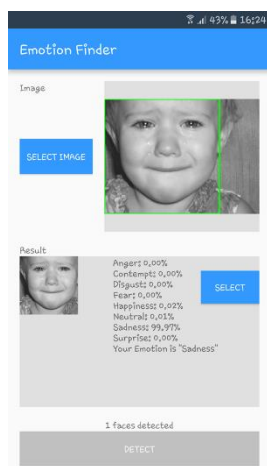
รูปที่ 15. แสดงผลลัพธ์การตรวจจับอารมณ์ โดยอารมณ์ที่พบคือ
อารมณ์ประหลาดใจ



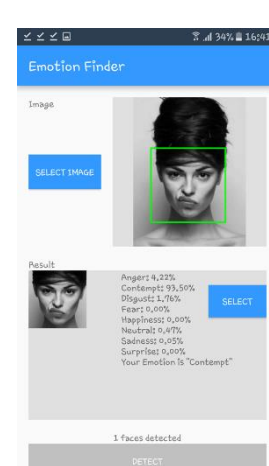
รูปที่ 13. หน้าสำหรับคำแนะนำการจัดการอารมณ์ของแอปพลิเคชันเมื่อ
ผู้ใช้อยู่ในสภาวะอารมณ์โกรธ



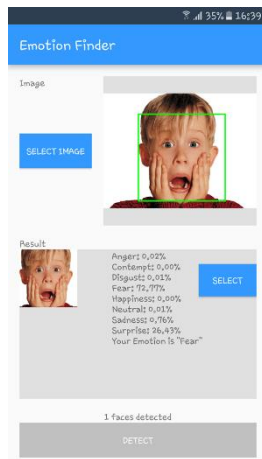
รูปที่ 16. แสดงผลลัพธ์การตรวจจับอารมณ์ โดยอารมณ์ที่พบคือ
อารมณ์รังเกียจ



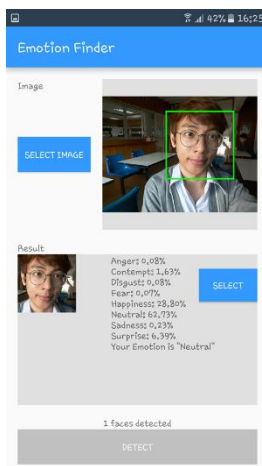
รูปที่ 14. แสดงผลลัพธ์การตรวจจับอารมณ์ โดยอารมณ์ที่พบคือ
อารมณ์เศร้า



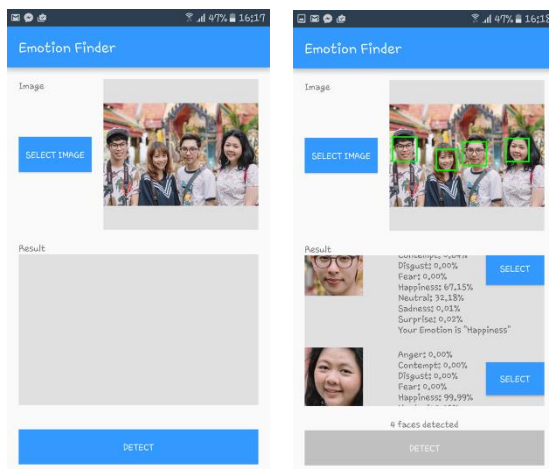
รูปที่ 17. แสดงผลลัพธ์การตรวจจับอารมณ์ โดยอารมณ์ที่พบคือ
อารมณ์ดูถูก



รูปที่ 18. แสดงผลลัพธ์การตรวจจับอารมณ์ โดยอารมณ์ที่พบคือ
อารมณ์กลัว



รูปที่ 19. แสดงผลลัพธ์การตรวจจับอารมณ์ โดยอารมณ์ที่พบคือ
อารมณ์ธรรมชาติ (เฉย ๆ)



รูปที่ 20. ภาพในกรณีที่ตรวจจับใบหน้าได้มากกว่าหนึ่ง

จากรูปที่ 11 และ 13 แสดงให้เห็นถึงวิธีการจัดการอารมณ์ที่แตกต่างกัน โดยแต่ละอารมณ์จะมีวิธีการจัดการอารมณ์ในขณะนั้นของผู้ใช้แตกต่างกันออกไป

5.4 ทดสอบระบบ

5.4.1 ทดสอบความถูกต้องในการตรวจจับอารมณ์

จากการทดสอบการตรวจจับอารมณ์ ด้วยการค้นหาอารมณ์จากรูปภาพทั้งหมด 50 ภาพ โดยทำการทดสอบเป็น 120 ครั้ง ได้ผลสรุปดังตารางที่ 2

ตาราง 2. ตารางสรุปผลการทดสอบความถูกต้องในการตรวจจับอารมณ์

ผลการทดสอบ	จำนวน	คิดเป็นร้อยละ
ผ่าน	86	71.67
ไม่ผ่าน	34	28.33

โดยรูปภาพที่นำมาทดสอบส่วนหนึ่งมาจากการถ่ายภาพโดยผู้พัฒนาแอปพลิเคชันเองและอีกส่วนหนึ่งมาจากภาพถ่ายบนอินเทอร์เน็ต

5.4.2 การเชื่อมต่อแอปพลิเคชันสบายอารมณ์กับ Emotion API

ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสบายอารมณ์จะต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตก่อนใช้งานแอปพลิเคชัน เมื่อผู้ใช้เลือกไฟล์รูปภาพเสร็จเรียบร้อยแล้ว ไฟล์รูปภาพจะถูกส่งออกจากแอปพลิเคชันสบายอารมณ์ไปยัง Emotion API ของ Microsoft โดย Cloud Computing หลังจากนั้น Cloud Computing จะนำผลลัพธ์ที่ได้ส่งออกมาและรายงานให้แก่ผู้ใช้ผ่านแอปพลิเคชันสบายอารมณ์ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16. การเชื่อมต่อแอปพลิเคชันสบายอารมณ์กับ Emotion API

จากรูปที่ 16 การส่งรูปภาพเข้าไปหาค่าอารมณ์นั้นจะนำภาพที่ผู้ใช้เลือกไปคำนวณผ่าน Machine Learning ของ Microsoft Windows Azure และจะส่งค่าอารมณ์มาแสดงผลผ่านทางแอปพลิเคชันของผู้ใช้

6. สรุป

แอปพลิเคชันสบายอารมณ์เป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อตรวจจับอารมณ์ผ่านทางสีหน้าจากภาพบนโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน โดยแอปพลิเคชันจะประมวลผลตรวจจับใบหน้าจากภาพที่นำเข้าไป จากนั้นจะแสดงผลค่าอารมณ์ในแต่ละใบหน้านั้น ๆ ออกมา และแอปพลิเคชันจะแสดงแนวทางในการจัดการของอารมณ์ที่ตรวจจับได้ในแต่ละอารมณ์มาช่วยผู้ใช้งานได้จัดการและดูแลพฤติกรรมด้านอารมณ์ได้ โดยถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่ายมีขั้นตอนไม่มาก เหมาะสำหรับทุกเพศทุกวัย

จากการทดสอบแอปพลิเคชันสบายอารมณ์นั้นพบว่า มีข้อจำกัดในการตรวจจับรูปภาพดังต่อไปนี้

1. ขนาดไฟล์ของรูปภาพมีขนาดไม่เกิน 4MB
2. ความละเอียดของรูปภาพจะต้องไม่เกิน 4096x4096 พิกเซล
3. รูปภาพจะต้องเห็นใบหน้าชัด (ตา, หู, จมูก และปาก)

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] F. Bourel, Models of Spatially-Localised Facial Dynamics for Robust Expression Recognition, Ph.D.Thesis, Staffordshire University, 2002
- [2] Claude C. Chibulushi, Fabrice Bourel.(2002), Facial Expression Recognition: A Brief Tutorial Overview
- [3] Sharifara A, Mohd Rahim MS, Anisi Y. A general review of human face detection including a study of neural networks and Haar feature-based cascade classifier in face detection. In IEEE; 2014 [cited 2016 Aug 26]. p. 73–8. Available from:

- [4] MGR Online. (2554). 9 เทคนิคจัดการ "อารมณ์โกรธ" ด้วยตัวเอง. 18 พฤศจิกายน, 2559, จาก : <http://www.manager.co.th/Family/ViewNews.aspx?NewsID=9540000079249>
- [5] สทท. (2555). 10 วิธีจัดการอารมณ์ไม่ดี. 19 พฤศจิกายน, 2559, จาก : http://region1.prd.go.th/ewt_news.php?nid=1249
- [6] งานแนะแนวและจัดหางาน กองกิจการนักศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น. (2559). เทคนิคในการจัดการกับอารมณ์ตนเอง. 19 พฤศจิกายน, 2559, จาก : http://reg6.kku.ac.th/guidance/index.php?option=com_content&view=article&id=142:2011-09-27-03-38-51&catid=7:2011-01-06-08-53-32&Itemid=6
- [7] Phet. (2554). *Android Story*. 20 พฤศจิกายน 2559 จาก : <http://1st.phet.in.th/2011/01/android-story-5-android-sdk/>
- [8] MindPHP. (2557). *API คืออะไร*. 20 พฤศจิกายน 2559 จาก : <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2038-api-คืออะไร.html>
- [9] Microsoft. (2016). *Emotion Recognition*. 25 ตุลาคม 2559 จาก : <https://www.microsoft.com/cognitive-services/en-us/emotion-api>
- [10] Mns - Smartpro. (2015). *ระบบวิเคราะห์สีใบหน้า*. 17 ตุลาคม 2559 จาก : www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2038-api-คืออะไร.html
- [11] Musings on retail. (2016). *เรื่อง RGB คืออะไร*. 25 กันยายน 2559 จาก : <https://wp.nyu.edu/musingsonretail/2016/04/12/rgb-colour/>