

# การพัฒนาระบบป้ายโฆษณาดิจิทัล โดยใช้การตรวจจับใบหน้าเพื่อวิเคราะห์ กลุ่มเป้าหมาย

## DEVELOPMENT OF DIGITAL SIGNAGE SYSTEM USING FACE DETECTION FOR TARGET ANALYSIS.

ณัฐพงษ์ เหมะภักดิ์\*

Natthaphong Maophakdi

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิเวศ จิระวิจิตรชัย\*\*

Asst. Prof. Dr. Nivet Chirawichitchai

### บทคัดย่อ

ในยุคนี้คงไม่มีใครไม่รู้จักป้ายโฆษณาดิจิทัล เราจะเห็นป้ายโฆษณาจำพวกนี้อยู่ตามห้างหรือร้านค้าต่างๆเพื่อประชาสัมพันธ์ข้อมูลต่างๆให้ลูกค้า โดยการทำงานของป้ายโฆษณาดิจิทัลนี้จะเป็นการแสดงผลแบบเพลย์ลิสต์ (Playlist) ซึ่งเป็นการแสดงผลโฆษณาแบบวนไปเรื่อยๆ แต่ป้ายโฆษณาชนิดนี้ยังทำได้ไม่เต็มที่อย่างที่ควรจะเป็น จึงเกิดการพัฒนาระบบป้ายโฆษณาดิจิทัล โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ใบหน้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการแสดงผลข้อมูลของป้ายโฆษณาดิจิทัล ในปัจจุบันการแสดงผลของป้ายโฆษณาแบบดิจิทัลนั้นเป็นการแสดงผลแบบเพลย์ลิสต์ (Playlist) ซึ่งทำให้ไม่สามารถส่งสื่อโฆษณาไปถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง สารนิพนธ์เล่มนี้จึงพัฒนาป้ายดิจิทัลที่สามารถแสดงผลสื่อโฆษณาได้ตรงกลุ่มเป้าหมายได้มากขึ้นระบบการทำงานของป้ายต้องอาศัยเครื่องมือในการประมวลผลใบหน้า ให้สามารถระบุได้ว่าผู้ที่รับชมหรือเดินผ่านป้ายโฆษณาดิจิทัลเป็นเพศใดอายุเท่าไร จากการทดสอบระบบ ป้ายโฆษณาดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นใหม่มีความแม่นยำต่อการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อแสดงผลอายุตามกลุ่มเป้าหมาย 86.4 % ความแม่นยำในการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุเพศอยู่ที่ 97.5 % โดยใช้แบบประเมินผลโดยผู้ทดลองใช้ระบบ 286 คน เพื่อนำเอาข้อมูลที่ระบบวิเคราะห์เพศและอายุ ไปประมวลผลให้ระบบสามารถแสดงผลสื่อโฆษณาได้ตรงกลุ่มเป้าหมาย มากกว่าการแสดงผลแบบเพลย์ลิสต์ (Playlist) เช่น ผู้ที่เดินผ่านป้ายโฆษณามีอายุ 25 ปี เพศ ชาย ให้แสดงผลสื่อโฆษณา เสื้อผ้าผู้ชายวัยทำงาน เป็นต้น

**คำสำคัญ:** ป้ายโฆษณาดิจิทัล,การประมวลผลใบหน้า,เพลย์ลิสต์ (Playlist)

\*นักศึกษาลัทธิสุตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ปีการศึกษา 2560

\*\*ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

## ABSTRACT

Nowadays, nobody would say they don't know digital signages. We can see this kind of billboards placed in public place such as supermarket, store and time square to display information to their customer. The method that digital signage works is showing an information in the form of playlist, which is like showing an information in looping pages that has set from store or organization. Anyway, that is not the way to use billboard in its full performance. Digital signages development system using face recognition to improve an information that display on digital signage. Instead of using playlist as a form to display which is not a proper way to send information to the right target group. This thesis focusses on digital signages system development which will improve digital signages display to send media to the right target group as owner of Digital signage has set. This system uses face recognition to detect gender and age of people that walk nearby. The result from system testing shows detecting age's accuracy is 86.4%, detecting gender's accuracy is 97.5% in a testing group of 286 people. An information that get from detecting system will use in analyzing system to select the proper information that has a higher chance to send an information to the right target group display on digital signages .Example case, people that walk pass digital signage is a man at age 25, the digital signage will show advertisement of cloth that match with his age or work suite.

**Keywords:** Digital signage, facial analysis, playlist

## บทนำ

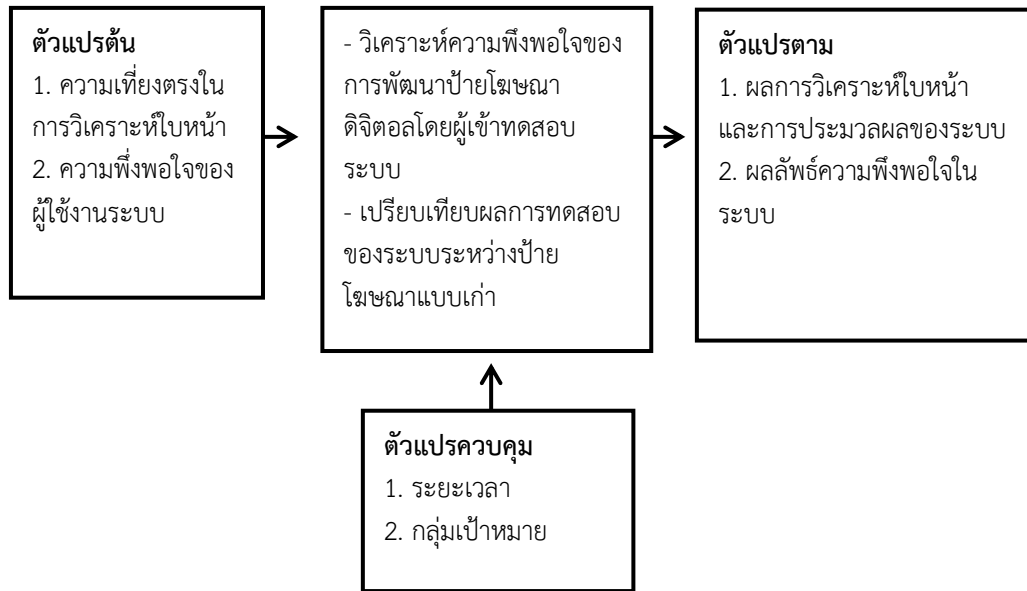
ปัจจุบันการโฆษณาได้หลากหลายรูปแบบ อาทิเช่นป้ายโฆษณาไว้นิล, หนังสือพิมพ์, ทีวี, โลกอินเตอร์เน็ต, ไลน์ ฯลฯ การโฆษณาเหล่านี้กลายเป็นส่วนหนึ่งในการใช้ชีวิตของผู้คนปัจจุบันป้ายโฆษณาแบบ ดิจิตอลนั้นได้รับความนิยมมากในท้องตลาดการโฆษณาสินค้าและบริการเพราะราคาไม่สูงมากนักสามารถเปลี่ยนเนื้อหาในโฆษณาได้รวดเร็วราคาในการลงโฆษณายังไม่สูงมากปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันเป็นส่วนช่วยเพิ่มลูกเล่นและความสะดวกสบายในการจัดการกับเนื้อหานั้นๆให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น และเป็นยุคใหม่ของสื่อโฆษณา หรือประชาสัมพันธ์เพื่อแทนป้ายประชาสัมพันธ์แบบเดิมๆซึ่งได้ถูกแทนที่ด้วยระบบป้ายดิจิตอล จอประเภท LCD อย่างที่เรียกกันว่าป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นแบบภาพเคลื่อนไหว และภาพนิ่ง โดยหลักสำคัญของการใช้ป้าย

โฆษณาอิเล็กทรอนิกส์ คือ ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลข่าวสารให้เหมาะสมกับแผนทางการตลาดไปยังกลุ่มเป้าหมายได้โดยง่ายโดยจะควบคุมระบบผ่านทางเครือข่าย LAN เพื่อเปลี่ยนแปลงข้อความภาพและภาพเคลื่อนไหวให้เป็นไปตามความต้องการด้วยโปรแกรมซึ่งป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์ มีความสำคัญด้วยกันดังนี้

ป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์สามารถประหยัดต้นทุนและเวลาในการจัดพิมพ์และเปลี่ยนแผ่นป้ายประชาสัมพันธ์ถ้าจำเป็นที่จะต้องทำการแก้ไขบ่อยครั้งดึงดูดความน่าสนใจแก่ลูกค้าที่ผ่านมาให้แวะเข้าชมสินค้าหรือสินค้า ราคาพิเศษ เพื่อให้ ข้อมูลในการสร้างการตัดสินใจซื้อเร็วยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับการประชาสัมพันธ์ รูปแบบอื่นการจัดการ แบบรวมศูนย์ไม่ต้องเดินทาง ไปยังตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์สามารถ ควบคุม และกำหนด การแสดงผลล่วงหน้าได้อย่างง่ายดาย ป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยให้การส่งข่าวสารเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้นเป็นตัวแสดงสื่อโฆษณาที่มีพลังสูงสุดในยุคนี้เพื่อแสดงให้เห็นถึงความพร้อมในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น Technology และความใส่ใจในการให้ข้อมูลและบริการ ป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์ สามารถแสดงผลได้ทั้งรูปแบบวิดีโอ ภาพนิ่ง และตัวอักษรวิ่งได้ในเวลาเดียวกันการใช้สื่อโฆษณาระบบ ป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์ นี้ ไม่ต้องเสียเวลาเสียเงินอย่างซ้ำซ้อนอีกในการสร้างสื่อช่วยลดการใช้กระดาษ หมึกพิมพ์ต่างๆด้วย (บริษัท ศรีเอทีพี ไอเอ็มซี จำกัด, 2556)

เนื่องจากการ โฆษณาในปัจจุบันนั้นยังคงมีข้อจำกัดการส่งสารไปถึงผู้รับสารที่ต้องการจริงๆ ในยุคปัจจุบันนี้การนำป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ยังคงเป็นการส่งสารที่ส่งไปไม่ถูกกลุ่มเป้าหมาย การใช้ป้ายโฆษณาแบบดิจิทัลยังคงนับว่าไม่ตอบ โจทย์ของผู้ประกอบการได้มากที่สุดเพราะการใช้ป้ายโฆษณาแบบดิจิทัลนั้นเป็นการแสดงแบบ เพลย์ลิสต์ (Playlist) และยังต้องการบุคลากรในการควบคุมให้ป้ายแสดงสื่ออย่างเหมาะสม จึงจำเป็นต้ ้องคิดพัฒนาให้ป้ายโฆษณาอิเล็กทรอนิกส์สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีบุคลากรควบคุมระบบ เพลย์ลิสต์ (Playlist) เหมือนในปัจจุบัน ป้ายสามารถระบุกลุ่มเป้าหมายเองได้ นำเอาสื่อโฆษณามาแสดงได้อย่างถูกต้องตามกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด

## กรอบแนวคิดและทฤษฎี



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

**Digital Signage** เป็นนวัตกรรมสื่อป้ายโฆษณาดิจิทัล ยุคใหม่ที่จะเข้ามาทดแทน สื่อสิ่งพิมพ์และป้ายโฆษณาแบบเดิมสามารถสื่อสารโต้ตอบ สร้างสรรค์จินตนาการ ด้วยเทคโนโลยีภาพและเสียง ณ จุดที่สามารถช่วยให้ลูกค้าตัดสินใจได้มากที่สุดนั่นคือ สำนักงาน ร้านค้า และจุดบริการสาธารณะ



รูปที่ 2 รูปร่างและลักษณะของป้ายโฆษณาดิจิทัล (บริษัท อันเซ็น ซิสเต็ม จำกัด, 2556)

ความสามารถในการแสดงผลของระบบ Digital Signage มีองค์ประกอบ ที่คล้ายคลึงกันคือความสามารถในการแบ่งหน้าจ่ออกเป็นส่วน ๆ เพื่อแสดงผลข้อมูล ในหลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็น

รูปภาพ (jpg, gif และ png) ภาพเคลื่อนไหว (movie, swf และ information จากแหล่งอื่นอาทิ เวลา, อุณหภูมิ, ค่าเงิน ฯลฯ)

ความสามารถพิเศษของระบบ Digital Signage ในกรณีเป็นเครือข่ายสามารถให้บริการถ่ายทอดสดจากสำนักงานใหญ่เข้าสู่ระบบ Digital Signage ในหนึ่งจุด แสดงผลสำหรับ Digital Signage จะประกอบด้วยจอสำหรับแสดงผลและกล่องสำหรับ แสดงผล (ip settop box) จอที่ใช้สำหรับแสดงผล อาจจะมาในรูปแบบต่าง ๆ LCD TV, LCD monitor ในแนวนอนแนวตั้งหรืออาจเป็นระบบ touch screen ในรูปแบบของ KIOS (บริษัท ศรีเอทีพี ไอเอ็มซี จำกัด, 2556)

**Microsoft Cognitive Services** ประกอบด้วย API ด้านการแยกแยะข้อมูลหลายตัว แบ่งได้เป็น 5 กลุ่มคือ งานด้านภาพ (Vision) ได้แก่ Computer Vision API สกัดข้อมูลจากภาพ, Emotion API แยกแยะอารมณ์, Face API แยกแยะใบหน้า, Video API สำหรับงานวิดีโอ งานด้านเสียงพูด (Speech) ได้แก่ Custom Recognition

The image shows a screenshot of the Microsoft Cognitive Services website. At the top, it says 'Cognitive Services' and 'microsoft.com/cognitive'. Below this is a table with five main categories: Vision, Speech, Language, Knowledge, and Search. Each category has several sub-APIs listed below it.

Vision	Speech	Language	Knowledge	Search
Computer Vision	Custom Recognition	Bing Spell Check	Academic Knowledge	Bing Web Search
Emotion	Speaker Recognition	Linguistic Analysis	Entity Linking	Bing Image Search
Face	Speech	Language Understanding	Knowledge Exploration	Bing Video Search
Video	Translator	Text Analytics	Recommendations	Bing News Search
		WebLM		Bing Autosuggest

รูปที่ 3 API ต่างๆบน Microsoft Cognitive Services (ศุภกิตต์ อรรถพรพรชัย, 2560)

Intelligent Service (CRIS), Speaker Recognition API แยกแยะคนพูด, Speech API แปลงเสียงพูดเป็นข้อความ Language (งานด้านภาษา) ได้แก่ Bing Spell Check API ตรวจสอบสะกด, Language Understanding Intelligent Service (LUIS) สอนคำสั่งเสียง, Linguistic Analysis API วิเคราะห์ภาษา, Text Analytics API แยกแยะข้อความ, Web Language Model API สำหรับเทรนให้รู้จักโมเดลของภาษา Knowledge (งานด้านข้อมูล) ได้แก่ Academic Knowledge API หาความสัมพันธ์ของเอกสารวิชาการ,

Entity Linking Intelligence Service หาข้อมูลคน สถานที่ เหตุการณ์, Knowledge Exploration Service สำหรับข้อมูลแบบมีโครงสร้าง, Recommendations API ช่วยแนะนำสิ่งที่ใกล้เคียงหรือเหมาะสม Search (งานด้านค้นหา) ได้แก่ Bing Autosuggests API แนะนำคำที่เกี่ยวข้องกับคีย์เวิร์ด, Bing Image Search API ค้นหาภาพ, Bing News Search API ค้นหาข่าว, Bing Video Search API ค้นหาวิดีโอ, Bing Web Search API ค้นหาเว็บ (วีระชัย นุกิจรัมย์,2556).

**เว็บแคม (Webcam)** หรือ ชื่อเรียกเต็มๆว่า Web Camera แต่ในบางครั้งอาจมีคนเรียกว่า VideoCamera หรือ Video Conference แล้วแต่ความเข้าใจแต่ละคน เว็บแคมเป็นอุปกรณ์อินพุตที่สามารถจับภาพเคลื่อนไหวของเราไปปรากฏในหน้าจอคอมพิวเตอร์ และสามารถส่งภาพเคลื่อนไหวนี้ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้นักอีกฟากหนึ่งสามารถเห็นตัวเราเคลื่อนไหว ได้เหมือนอยู่ต่อหน้า ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีประโยชน์อีกตัวหนึ่ง และเริ่มมีความจำเป็นมากขึ้นเรื่อยๆในปัจจุบันกล้องเว็บแคมถูกนำมาประยุกต์เป็นกล้องวงจรปิดหรือกล้องถ่ายทอดสดๆ เนื่องจากเว็บแคมมีความละเอียดของเซนเซอร์รับภาพที่สูงขึ้น (โสภาพร สุขภิรมย์,2547)



รูปที่ 3 กล้องเว็บแคม (โสภาพร สุขภิรมย์,2547)

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาและตรวจสอบประสิทธิภาพ โดยเครื่องมือการวัดผลประสิทธิภาพคือ แบบทดสอบในการตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบการเล่นสื่อบนป้ายโฆษณาดิจิทัลอนันระบบจะต้องเล่นสื่อโฆษณาที่ถูกต้องต่อกลุ่มเป้าหมายมากกว่าร้อยละ 80 เพื่อให้ชิ้นงานโฆษณาไปถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างรวดเร็วไม่ต้องพึ่งพาบุคลากรในการจัดทำเปลี่ยนแปลงเพลย์ลิสต์ (Playlist) โดยใช้ระบบวิเคราะห์ไบหน้ามาประมวลผลเพื่อระบุกลุ่มเป้าหมายแล้วสร้างรายการเล่น ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเล่นสื่อโฆษณา ลดต้นทุนในการเผยแพร่สื่อเนื่องจากไม่ต้องพึ่งพาบุคลากรในการจัดทำรายการเล่นสื่อ

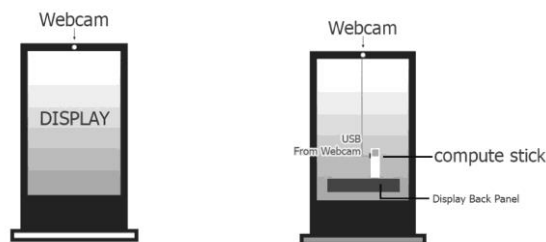
## วิธีดำเนินงานวิจัย

ศึกษาข้อมูลและตัวอย่างการประกอบป้ายโฆษณาดิจิทัล คั่นคว่ำและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการแสดงสื่อของป้ายโฆษณาดิจิทัลในยุคปัจจุบัน ออกแบบการวางอุปกรณ์ต่างๆในป้ายโฆษณาดิจิทัล เขียนคำสั่งในการวิเคราะห์ใบหน้าและเชื่อมต่อ API ดำเนินการทดสอบการทำงานของระบบ และปรับปรุงแก้ไขส่วนที่พบปัญหาแล้วประกอบชิ้นงานป้ายโฆษณาดิจิทัลพร้อมต่อการใช้งาน

## สรุปผลงานวิจัย

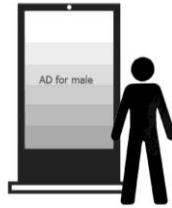
ป้ายโฆษณาดิจิทัลที่พัฒนาใหม่ มีความสามารถในการสร้างเพลย์ลิสตามกลุ่มเป้าหมาย โดยมีต้นทุนที่ไม่สูงและเป็นราคาเดียวกันกับป้ายโฆษณาดิจิทัลในยุคปัจจุบัน แต่ป้ายโฆษณาดิจิทัลที่พัฒนาใหม่นี้ให้ความสามารถที่มากกว่าและตอบโจทย์ผู้ขายมากกว่า สามารถแสดงสื่อโฆษณาได้ตรงกลุ่มเป้าหมายได้มากกว่าป้ายโฆษณาดิจิทัลแบบเก่า เพราะระบบสามารถวิเคราะห์ได้ว่าควรนำเสนอโฆษณาใดมาแสดงในสภาพแวดล้อมหนึ่งๆ อย่างเช่นในร้านค้าขายเครื่องสำอางค์ ป้ายโฆษณาดิจิทัลที่พัฒนาใหม่ สามารถแสดงแบง์พับสำหรับวัยรุ่นได้ เมื่อมีบุคคลที่อยู่ในกลุ่มเป้าหมาย มายืนหรือชม สื่อโฆษณา ณ ขณะนั้น สิ่งนี้ทำให้ผู้ขายสามารถส่งสื่อโฆษณา ได้อย่างตรงจุด โดยที่ป้ายโฆษณาดิจิทัลแบบเก่าไม่สามารถทำได้ เนื่องจากการสร้างเพลย์ลิสไว้ก่อนหน้าและเล่น โฆษณานั้นวนซ้ำไปเรื่อยๆโดยไม่ผ่านการวิเคราะห์ของระบบก่อนว่าควรแสดงโฆษณาอย่างไร ให้ถูกกลุ่มเป้าหมายที่สื่อสร้างมาเพื่อกลุ่มเป้าหมายนั้นๆ โดยการทำงานของระบบ เป็นการนำภาพที่ถ่ายจากกล้องเว็บแคมที่ติดอยู่กับป้ายดิจิทัลมาใช้งานโดยใช้ประสิทธิภาพอย่างสูงสุด โดยการนำภาพมาวิเคราะห์ใบหน้าและประมวลผลเพศอายุ ทำให้ป้ายโฆษณาดิจิทัลแสดงสื่อโฆษณาขึ้นมาอย่างถูกต้องตามกลุ่มเป้าหมาย

โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ มีอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำงานของระบบอยู่คือ คอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก, กล้องเว็บแคม, จอมอนิเตอร์และระบบอินเตอร์เน็ต อุปกรณ์จะถูกจัดเรียงอย่างเป็นระเบียบด้านหลังจอแสดงผล กล้องเว็บแคมจะถูกติดตั้งเหนือจอแสดงผล



รูปที่ 5 ตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ ด้านหน้าและด้านหลังของป้ายโฆษณา

โครงสร้างทางด้านซอฟต์แวร์ใช้โปรแกรม Visual Studio 2015 บนภาษา C# และเชื่อมต่อ Face API เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ใบหน้า ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows ระบบทำงานได้โดย จับภาพจากเว็บแคมส่งเข้าไปสู่ Face API รับข้อมูลที่วิเคราะห์ได้จาก Face API แล้วทำการแยกกลุ่ม โดยใช้ช่วงอายุและเพศมาระบุกลุ่มเป้าหมายแล้วนำเสนอโฆษณาในเครื่องเล่น หลังจากนั้นระบบจะเริ่มการจับภาพจากเว็บแคมใหม่



รูปที่ 6 การแสดงผลสื่อโฆษณาเมื่อสภาพแวดล้อมมีเพศชายอยู่บริเวณป้าย

## อภิปรายผล

ระบบป้ายโฆษณาดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้มีความสามารถในการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุเพศอายุได้อย่างเหมาะสม ทำให้การแสดงผลสื่อโฆษณาตรงกลุ่มเป้าหมายมากกว่าระบบเก่าอย่างมีนัยสำคัญ จากการทดลองใช้งานจริงผู้ประกอบการแนะนำให้มีการใส่โฆษณาแบบสลับกับการวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อระบุกลุ่มเป้าหมาย เพื่อให้กลุ่มลูกค้าได้รับสื่ออย่างหลากหลายตามเจตนาของผู้ประกอบการเนื่องจากผู้ประกอบการมีจุดประสงค์ในการส่งสื่อต่อกลุ่มเป้าหมายใหม่ๆ โดยไม่กำหนดกลุ่มลูกค้า

## ข้อเสนอแนะ

ป้ายโฆษณาที่ได้รับการพัฒนายังสามารถนำไปต่อยอด เพื่อให้ผู้ลงโฆษณาหรือผู้ค้าสามารถเข้าถึงกลุ่มลูกค้าได้มากขึ้น ป้ายโฆษณานี้สามารถทำงานด้วยแอปพลิเคชันอื่นๆ ได้ เนื่องจากใช้ระบบปฏิบัติการ Windows ผู้ค้าสามารถใส่แอปพลิเคชันเพื่อทำการสั่งซื้อออนไลน์ ระบบคิวในกรณีที่น่าป้ายโฆษณามาใช้บริเวณหน้าร้านค้าหรือแผนกที่ภายในห้างสรรพสินค้าในกรณีที่น่าป้ายไปติดไว้ภายในอาคาร ป้ายโฆษณานี้ได้ถูกออกแบบมาเพื่อทำงานในอาคารได้ ทำให้สามารถรองรับการเชื่อมต่อที่เพิ่มขึ้นได้ไม่จำกัด อย่างเช่น เครื่องปริ้น เครื่องแสกนบาร์โค้ดหรือแม้แต่เครื่องอ่านชิพการ์ดบัตรสมาชิกแบบแถบแม่เหล็ก เป็นต้น



## บรรณานุกรม

โสภภาพร สุขภิรมย์. 2547. เลือกซื้อ... ไซ้เป็น... เรืองง่ายไก่ล้ตัว Webcam camera.  
กรุงเทพฯ: นวสาสน์การพิมพ์

บริษัท ครีเอทีฟ ไอเอ็มซี จำกัด. (2556). *Digital signage & KIOSK*. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2560, จาก  
<http://arunsawas.exteen.com/20090803/digital-signage>

บริษัท อันเซ็น ซิสเต็ม จำกัด. (2556). *Digital signage*. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2556, จาก  
<http://www.anzenmedia.com/digital-signage-detail.html>

วีระชัย นุกิจรัมย์. (2556). *Windows Azure คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2556, จาก  
<http://www.thaicreate.com/windows-azure/windows-azure-cloud.html>

ศุภกิตต์ อรรถนพพรชัย. (2560). *API คืออะไร*. สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2560, จาก  
<https://saixiii.com/what-is-api/>