แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ALLOY WHEELS USING AUGMENTED REALITY

นางสาวพัชราภรณ์ เจตสุภาพ
นางสาวสาวิตรี แสงศร
นายธีรวุฒิ จันทดิษฐ์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

ALLOY WHEELS USING AUGMENTED REALITY

T149071

นางสาวพัชราภรณ์ เจตสุภาพ
นางสาวสาวิตรี แสงศร
นายธีรวุฒิ จันทดิษฐ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 149071
วัน,เดือน,ปี 27 ส.ค. 2560

.b 10287914X
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALLOY WHEELS USING AUGMENTED REALITY

PATCHARAPOHN JETSUPAP
SAVITRI SANGSORN
THEERAWUT CHANTHADIT

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง Alloy Wheels Using Augmented Reality
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพัชราภรณ์ เจตสุภาพ รหัสนักศึกษา 55050395 นางสาวสาวิตรี แสงศร รหัสนักศึกษา 55050493 นายธีรวุฒิ จันทดิษฐ์ รหัสนักศึกษา 55051861
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ธีระ ศิริธีรากุล

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.) อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร.สันทิฏฐ์ นรบิน ประธานกรรมการ	
อ.สันธนะ อู่อุดมยิ่ง กรรมการ	
ผศ.ธีระ ศิริธีรากุล กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
ชื่อนักศึกษา	นางสาวพัชราภรณ์ เจตสุภาพ รหัสนักศึกษา 55050395 นางสาวสาวิตรี แสงศร รหัสนักศึกษา 55050493 นายธีรวุฒิ จันทดิษฐ์ รหัสนักศึกษา 55051861
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.)
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระ ศิริธีรากุล

บทคัดย่อ

ทุกวันนี้มีผู้ใช้รถยนต์จำนวนมาก ทำให้ความต้องการในการเปลี่ยนอะไหล่หรืออุปกรณ์แต่งรถยนต์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ปัญหาที่พบคือ เมื่อเจ้าของรถยนต์ต้องการที่จะเปลี่ยนล้อแม็ก ผู้ประกอบการจะต้องยกล้อแม็กใหม่มาเทียบไปเรื่อยๆ จนกว่าเจ้าของรถยนต์จะพึงพอใจจึงพัฒนาแอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบนสมาร์ตโฟน ซึ่งผู้ใช้ไม่ต้องเสียเวลาในการพิมพ์ภาพสัญลักษณ์ เพื่อใช้อ่านค่าการแสดงภาพล้อแม็ก เพียงเปิดแอปพลิเคชันแล้วส่องที่ล้อรถยนต์ภาพล้อแม็กจะแสดงผลขึ้นมา

คำสำคัญ : คอมพิวเตอร์วิทัศน์ เทคโนโลยีเสมือนจริง การประมวลผลภาพ ล้อแม็ก ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โอเพนซีวี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Alloy Wheels Using Augmented Reality
Students	Miss Patcharapohn Jetsupap Student ID 55050395
	Miss Savitri Sangsorn Student ID 55050493
	Mr. Theerawut Chanthadit Student ID 55051861
Degree	Bachelor of Science (Computer Science)
Department	Computer Science
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang(KMITL)
Academic Year	2015
Advisor	Assistant Professor Teera Siriteerakul

Abstract

Today, there are a lot of cars. The demand to change auto parts or to tune up the car tend to increase. The problem is that when a car owner wants to change the alloy wheels, the owner have to consider if the new wheels are suitable for the car or not. So during the decision process, he or she has to keep changing many alloy wheels manually. This is inconvenient, time-consuming and needs a lot of effort. Therefore we developed WheelFit application. The application relies on AR technology to display a selected alloy wheel on a smartphone in real time. Our application does not require AR code so it is easier and helps save a lot of time. A user can just open the application and point the smartphone's camera at the current alloy wheel. The image of the selected alloy wheel image will display and replace the current one immediately. With our application, the process of deciding and choosing the right alloy wheel is shorten and becomes much more convenient.

Keywords : Alloy Wheel, Android, Augmented Reality, Computer Vision, Image Processing, OpenCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเรื่อง แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับการเกื้อหนุนจากบุคคลหลายฝ่าย ที่ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางจนสามารถดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ บริษัท เลนโซ่ วีล จำกัด ที่ให้การสนับสนุนในส่วนของข้อมูลและรูปภาพล้อแม็ก พร้อมทั้งอนุญาตให้สามารถนำมาใช้ประกอบในปัญหาพิเศษนี้ด้วย

ขอขอบคุณ โครงการการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 จากศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ได้สนับสนุนทุนและให้คำแนะนำต่างๆในการพัฒนาปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบคุณ ผศ.ธีระ ศิริธีรากุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และคณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาในการให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆมาโดยตลอด รวมทั้งการเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษจนเสร็จสมบูรณ์

นอกจากนี้ผู้พัฒนาขอขอบพระคุณบุคคลที่เกี่ยวข้องอันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดทำปัญหาพิเศษจนสำเร็จลุล่วงได้ดีมา ณ โอกาสนี้

สรรพปัญญา ความรู้ และคุณงามความดีทุกประการ อันพึงบังเกิดจากปัญหาพิเศษฉบับนี้ ผู้พัฒนาขอมอบแด่บิดา มารดา บูรพาจารย์ สาขาวิชาวิทยากาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้กำลังใจ กำลังความรู้ สติปัญญา และปัจจัยทั้งปวง ที่ช่วยประคับประคองให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

พัชราภรณ์ เจตสุภาพ
สาวิตรี แสงศร
ธีรวุฒิ จันทดิษฐ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ 1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 แอปพลิเคชันที่มีใช้ในปัจจุบัน 4
2.1.1 แอปพลิเคชัน Wheels ON 4
2.1.2 แอปพลิเคชัน Lenso Wheel 5
2.1.3 แอปพลิเคชัน Lenso 3D Pro 6
2.1.4 เว็บแอปพลิเคชัน www.rarerims.co.uk/virtual 7
2.2 เทคโนโลยีเสมือนจริง 8
2.2.1 ระบบเสมือนจริงบนสมาร์ตโฟน 10
2.2.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง 10
2.3 โอเพนซีวี (OpenCV) 12
2.3.1 ประโยชน์ของโอเพนซีวี 12
2.4 การหาขอบภาพ (Edge Detection) 12
2.4.1 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method) 12
2.4.2 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method) 13
2.5 การค้นหาเส้นโค้งหรือวงกลมโดยใช้วิธีการของ Hough Circle Transform 14
2.5.1 อัลกอริทึมของ Hough Circle Transform 15
2.6 การหาขอบภาพโดยวิธี Canny 16
2.6.1 การขจัดสัญญาณรบกวน (Smoothing with Gaussian) 16
2.6.2 การคำนวณค่าของเกรเดียนต์ (Gradient Calculation) 17
2.6.3 การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima Suppression) 17
2.6.4 การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding) 18
2.7 การใช้งานและการเชื่อมต่อฐานข้อมูล 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 20
3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture) 20
3.1.1 โครงสร้างแสดงขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน 20
3.2 ฟังก์ชันการทำงานของระบบ 21
3.2.1 Surface View 21
3.2.2 HoughCircles 22
3.2.3 Load and Display an Image 23
3.2.4 Mask Operations on Matrices 23
3.2.5 SaveImage 23
3.3 การออกแบบระบบ 24
3.3.1 แผนภาพที่แสดงการทางานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram) 24
3.3.2 โครงสร้างของฐานข้อมูลแอปพลิเคชัน (Database) 24
3.3.3 ขั้นตอนการทางานของระบบ (Activity Diagram) 26
3.3.4 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) 27
บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปรายผล 31
4.1 การใช้งาน 31
4.2 ผลการทดลอง 42
4.3 การอภิปรายผล 44
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 46
5.1 สรุปผลการทดลอง 46
5.2 ข้อเสนอแนะ 46
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ 47
เอกสารอ้างอิง 48
ภาคผนวก 49
ภาคผนวก ก คู่มือการติดตั้งอย่างละเอียด 50
ภาคผนวก ข ล้อแม็กรถยนต์ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Wheel	25
3.2	รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Series	26
4.1	การกำหนดค่าในการทดลอง	42
4.2	ผลการทดลอง	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	หน้าจอภาพรถยนต์พร้อมล้อแม็กที่ต้องการจะเปลี่ยน	4
2.2	หน้าจอการเพิ่มล้อแม็กจากภาพถ่าย	5
2.3	หน้าจอการปรับตำแหน่งและขนาดของล้อแม็ก	5
2.4	หน้าจอการปรับเปลี่ยนแบบล้อแม็ก	6
2.5	หน้าจอการนำภาพสัญลักษณ์ไปติดกับล้อรถยนต์	7
2.6	หน้าจอการใช้แอปพลิเคชันแสดงภาพล้อแม็กด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง	7
2.7	หน้าจอการเพิ่มรูปรถยนต์และแสดงผลบนเว็บไซต์	8
2.8	หน้าจอการปรับตำแหน่งและขนาดของล้อแม็กให้พอดีกับล้อรถยนต์	8
2.9	การทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง	9
2.10	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในงาน The World Exposition Shanghai China.	11
2.11	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการแต่งหน้าของบริษัท ชิเซโด้	11
2.12	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการทดลองสินค้าของบริษัท Tissot	12
2.13	การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการทดลองสินค้าของบริษัท IKEA	12
2.14	ภาพตั้งต้น	14
2.15	อนุพันธ์อันดับสองของภาพตั้งต้น	14
2.16	หน้าจอการตรวจจับวงกลมด้วยวิธี Hough Circle Transfrom	15
3.1	สถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน Wheel Fit	20
3.2	แผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ	24
3.3	แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูลของแอปพลิเคชัน	25
3.4	ขั้นตอนการแสดงภาพผลล้อแม็กโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง	26
3.5	หน้าจอโลโก้ของแอปพลิเคชัน	27
3.6	หน้าจอของกล้องถ่ายภาพ	28
3.7	หน้าจอของการเลือกรูปแบบล้อแม็ก	28
3.8	หน้าจอการแสดงรายละเอียดของล้อแม็กที่เลือก	29
3.9	หน้าจอแกลอรี่ภาพล้อแม็กที่บันทึกไว้ทั้งหมด	29
3.10	หน้าจอแสดงรูปภาพรถยนต์พร้อมล้อแม็กที่บันทึกไว้	30
4.1	เมนูหลักของแอปพลิเคชัน	38
4.2	หน้าจอหลังจากเลือกเมนู Camera	38
4.3	การแสดงรายละเอียดของล้อแม็ก	39
4.4	การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลล้อแม็ก	40
4.5	หน้าจอแสดงรุ่นของล้อแม็ก	40
4.6	หน้าจอแสดงขนาดของล้อแม็ก	41
4.7	หน้าจอแกลอรี่ภาพล้อแม็กที่บันทึกไว้ทั้งหมด	41
4.8	ผลการทดลองในสถานที่ในร่ม การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลภาพล้อแม็ก	43
4.9	ผลการทดลองในสถานกลางแจ้ง การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลภาพล้อแม็ก	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาพิเศษ

ทุกวันนี้มีผู้ใช้รถยนต์จำนวนมากขึ้นทำให้ความต้องการในการเปลี่ยนอะไหล่หรืออุปกรณ์แต่งรถยนต์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย แต่ปัญหาที่พบคือ เมื่อเจ้าของรถยนต์ต้องการที่จะเปลี่ยนล้อแม็ก ผู้ประกอบการจะนำล้อแม็กใหม่มาวางเทียบกับตำแหน่งของล้อแม็กเดิม เพื่อให้เจ้าของรถยนต์พิจารณาว่า ล้อแม็กใหม่เหมาะสมกับรถยนต์หรือไม่ หรือเป็นที่พึงพอใจสำหรับเจ้าของรถยนต์แล้วหรือยัง ซึ่งสร้างความลำบากให้แก่เจ้าของรถยนต์และผู้ประกอบการที่ต้องยกล้อแม็กใหม่มาเทียบไปเรื่อยๆ จนกว่าเจ้าของรถยนต์จะพึงพอใจ สร้างความล่าช้าในการเปลี่ยนล้อแม็ก เป็นอย่างมาก หากมีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริง มาผนวกเข้ากับสมาร์ตโฟน เพื่อแสดงภาพล้อแม็กกับรถยนต์ผ่านแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะอยู่สถานที่ใดหรือเวลาใดก็ได้ ซึ่งช่วยให้การเปลี่ยนล้อแม็กมีความสะดวก รวดเร็วและเป็นที่พึ่งพอใจ

แอปพลิเคชันที่มีอยู่ในปัจจุบัน เป็นการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ามาประยุกต์ใช้ โดยให้ผู้ใช้สั่งพิมพ์ภาพสัญลักษณ์ (Marker) เพื่อให้แอปพลิเคชันอ่านค่าภาพสัญลักษณ์ที่ติดกับล้อรถยนต์แล้วแสดงผลผ่านหน้าจอสมาร์ตโฟน ซึ่งสร้างความยุ่งยากให้กับผู้ใช้เป็นอย่างมาก ส่งผลให้ผู้ใช้ไม่มีความสะดวก หากอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่มีเครื่องพิมพ์ ถ้าหากทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องใช้ภาพสัญลักษณ์ได้จะเป็นการช่วยให้ผู้ใช้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น

จึงได้พัฒนาแอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงบนสมาร์ตโฟน ซึ่งในกรณีนี้จะไม่ใช้ภาพสัญลักษณ์ในการอ่านค่า ส่งผลให้ผู้ใช้ไม่ต้องเสียเวลาหรือยุ่งยากในการพิมพ์ภาพสัญลักษณ์ เพื่อใช้อ่านค่าการแสดงภาพล้อแม็ก จึงทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกล้อแม็กจากสถานที่ใดและเวลาใดก็ได้ เพียงเปิดแอปพลิเคชันแล้วหันกล้องไปส่องที่ล้อรถยนต์เท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆ ได้อีกต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

1) เพื่อให้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) สามารถใช้แอปพลิเคชันแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์ได้ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
2) เพื่อให้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตเป็นอุปกรณ์ช่วยเลือกล้อแม็กให้เหมาะสมกับรถยนต์
3) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจเลือกล้อแม็กแต่ละรุ่นหรือแต่ละแบบได้

1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

1) เป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่สามารถแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
2) แอปพลิเคชันสามารถแสดงล้อแม็กที่ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท เลนโซ่ วีล จำกัด จำนวน 14 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เป็นแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย์ที่สามารถแสดงข้อมูลจำเพาะของล้อแม็กได้แก่

3.1) รุ่นของล้อแม็ก

3.2) เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อแม็ก

3.3) ความกว้างของล้อแม็ก

3.4) ค่า P.C.D

3.5) จำนวนรูน็อต

3.6) ค่าออฟเซ็ต (Offset)

3.7) น้ำหนัก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกล้อแม็กรถยนต์จากสถานที่ใดและเวลาใดก็ได้ โดยใช้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต

2) ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกซื้อล้อแม็กตามรุ่นหรือแบบที่ต้องการได้สะดวกรวดเร็วและเป็นที่พอใจได้

3) ช่วยให้ผู้ประกอบการล้อแม็กใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการขายได้

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษ

2) ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

3) ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้และตัวอย่างแอปพลิเคชัน

4) พัฒนาแอปพลิเคชัน

5) ทดสอบแอปพลิเคชันกับอุปกรณ์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

6) ปรับปรุงแก้ไขแอปพลิเคชันจากปัญหาที่พบในการทดสอบ

7) สรุปการพัฒนาปัญหาพิเศษ และจัดทำเอกสาร

1.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1) อุปกรณ์ (Hardware)

- คอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ทดสอบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
- สมาร์ตโฟนหรือแท็บแล็ตที่มีกล้องหลัง

2) ซอฟต์แวร์ (Software)

- ระบบปฏิบัติการ Windows หรือ OSX
- Eclipse IDE for Java Developers
- Android SDK
- PHP MySQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แอปพลิเคชันที่มีใช้ในปัจจุบัน

ปัจจุบันแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์มีอยู่ไม่มาก ซึ่งแต่ละแอปพลิเคชันก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น แอปพลิเคชันที่ผู้ใช้ต้องเลือกจุดของล้อรถยนต์เองหรือปรับขนาดของล้อแม็กให้พอดีกับล้อรถยนต์ และแอปพลิเคชันที่แสดงผลด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงแต่ต้องพิมพ์ภาพสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการอ่านค่า เป็นต้น ทั้งนี้แอปพลิเคชันที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นขาดคุณสมบัติบางอย่างไป ส่งผลให้ไม่สามารถใช้งานได้อย่างเต็มที่ภายในแอปพลิเคชันเดียว ผู้พัฒนาจึงได้ศึกษาการทำงานของแอปพลิเคชันต่างๆ เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันใหม่ที่มีช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว จากที่ได้ค้นคว้าและศึกษาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวกับการทดลองเลือกล้อแม็กนั้น มีดังนี้

2.1.1 แอปพลิเคชัน Wheels ON

แอปพลิเคชันในการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และไอโอเอส โดยผู้ใช้จะต้องถ่ายรูปรถยนต์หรือเลือกรูปแกลลอรี่ เพื่อนำมาใช้เป็นต้นแบบในการแสดงภาพล้อแม็ก จากนั้นปรับตำแหน่งและขนาดของล้อแม็กให้พอดีกับภาพต้นแบบ ดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 หน้าจอภาพรถยนต์พร้อมล้อแม็กที่ต้องการจะเปลี่ยน

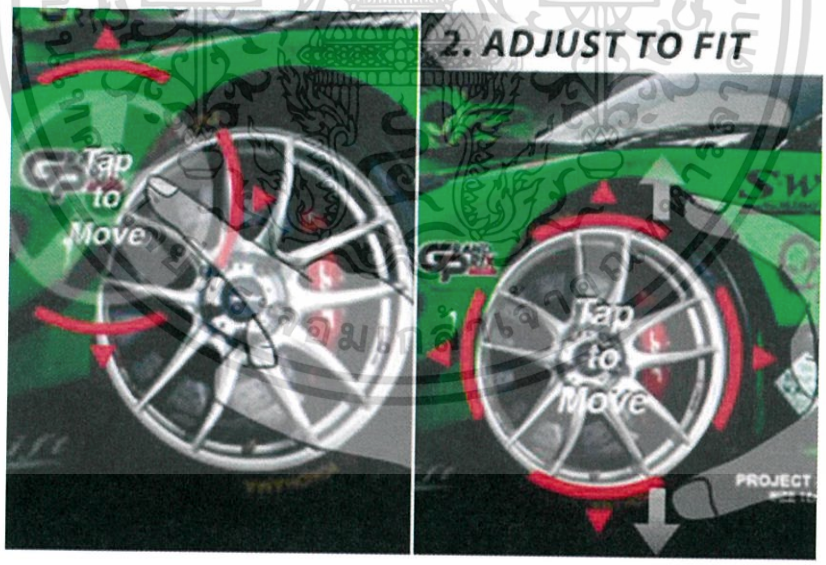
จากรูปที่ 2.2 ส่วนเสริมของแอปพลิเคชันที่ให้ผู้ใช้ต้องจ่ายเงินเพื่อใช้งาน ส่วนนี้จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มล้อแม็กได้เอง ด้วยวิธีการถ่ายรูปล้อแม็กที่ต้องการ จากนั้นผู้ใช้จะต้องเลือกตำแหน่งและปรับขนาดให้เหมาะสม เพื่อดำเนินการบันทึกภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 หน้าจอการเพิ่มล้อแม็กจากภาพถ่าย

2.1.2 แอปพลิเคชัน Lenso Wheel

แอปพลิเคชันนี้ เป็นแอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส โดยผู้ใช้จะต้องถ่ายรูปรถยนต์หรือเลือกรูปจากอัลบั้ม เพื่อนำมาใช้เป็นต้นแบบในการแสดงภาพ ล้อแม็ก จากนั้นปรับตำแหน่งและขนาดของล้อแม็กให้พอดีกับภาพรถยนต์ ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 หน้าจอการปรับตำแหน่งและขนาดของล้อแม็ก

จากรูปที่ 2.4 เมื่อปรับตำแหน่งและขนาดได้ตามที่ต้องการแล้ว เราสามารถเลือกล้อแม็กเป็นแบบต่างๆได้ ตามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

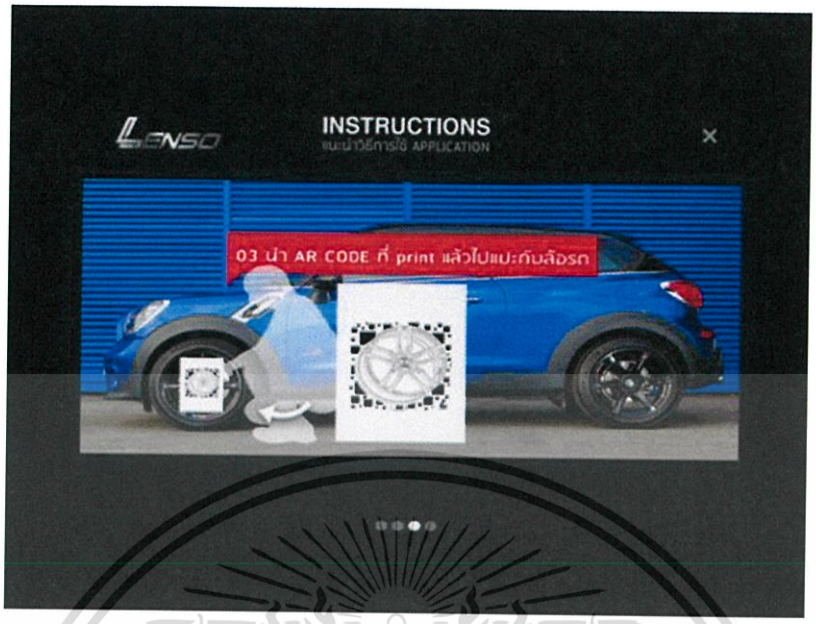
รูปที่ 2.4 หน้าจอการปรับเปลี่ยนแบบล้อแม็ก

2.1.3 แอปพลิเคชัน Lenso 3D Pro

แอปพลิเคชันนี้ เป็นแอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์บนระบบปฏิบัติการไอโอเอส ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้ท่านผู้ใช้รถยนต์ ได้ทดลองเลือกล้อแม็กของเลนโซ่ (Lenso) มาทดลองใส่รถของตนเอง เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนก่อนตัดสินใจเลือกล้อแม็กที่แข็งแรงและสวยงามของเลนโซ่รุ่นใดไปประดับรถของท่าน

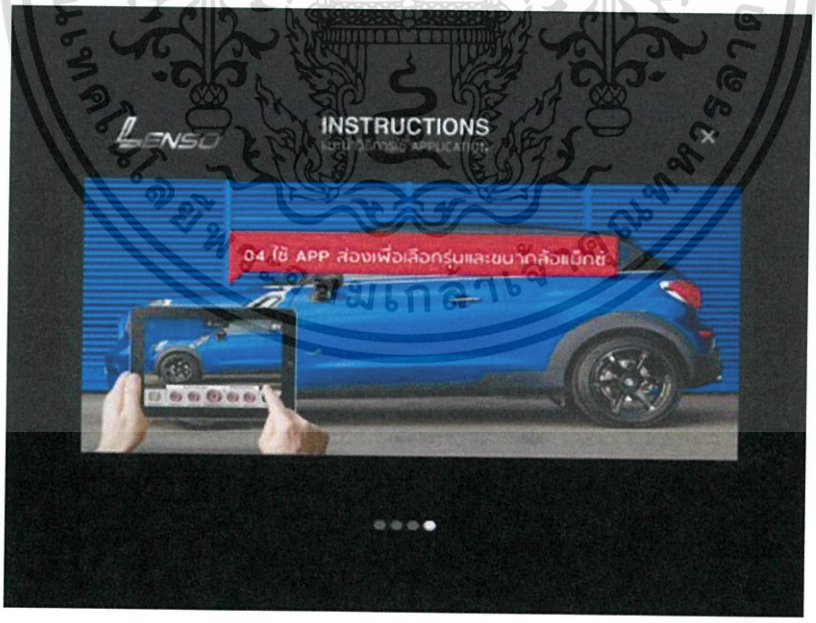
มีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริง มาทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นรถของคุณเหมือนกับได้ใส่ล้อแม็กแล้วจริงๆ ซึ่งสามารถแสดงผลในรูปแบบ 3 มิติ ซึ่งผู้ใช้ต้องพิมพ์ภาพสัญลักษณ์ แล้วนำไปติดกับล้อรถยนต์ ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 หน้าจอการนำภาพสัญลักษณ์ไปติดกับล้อรถยนต์

จากรูปที่ 2.6 การใช้แอปพลิเคชันให้ส่องกับภาพสัญลักษณ์ที่ติดกับล้อรถยนต์ เพื่อเลือกแบบและรุ่นของล้อแม็ก จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกบันทึกภาพรถพร้อมล้อแม็กที่เลือกได้

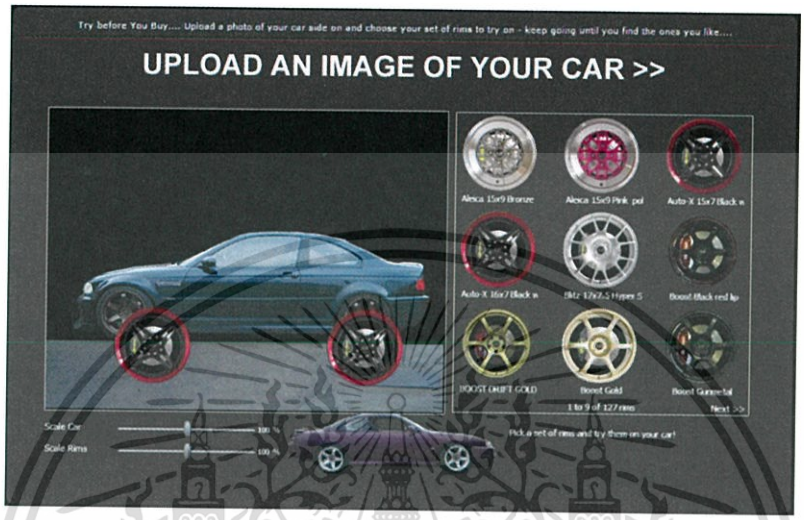


รูปที่ 2.6 หน้าจอการใช้แอปพลิเคชันแสดงภาพล้อแม็กด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

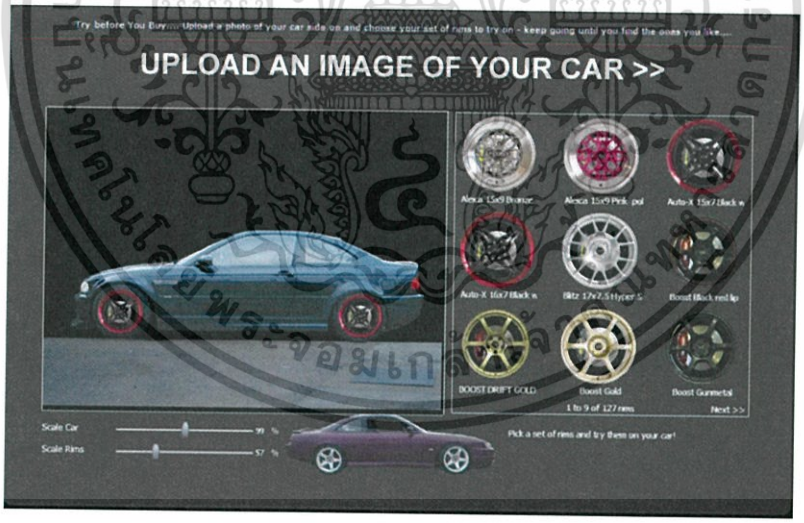
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 เว็บแอปพลิเคชัน www.rarerims.co.uk/virtual

เว็บแอปพลิเคชันนี้ เป็นเว็บไซต์ให้ทดลองใส่ล้อแม็กรถยนต์ของตนเอง เพื่อให้สามารถเห็นภาพที่ชัดเจนก่อนการตัดสินใจ โดยให้ผู้ใช้เพิ่มรูปรถยนต์ที่ต้องการจะใช้ทดลองบนเว็บไซต์ จากนั้นผู้ใช้จะต้องปรับตำแหน่งและขนาดของล้อแม็กที่แสดงผลอยู่ ให้พอดีกับจุดที่ต้องการจะทดลอง ดังรูปที่ 2.7 และ รูปที่ 2.8



รูปที่ 2.7 หน้าจอการเพิ่มรูปรถยนต์และแสดงผลบนเว็บไซต์



รูปที่ 2.8 หน้าจอการปรับตำแหน่งและขนาดของล้อแม็กให้พอดีกับล้อรถยนต์

2.2 เทคโนโลยีเสมือนจริง

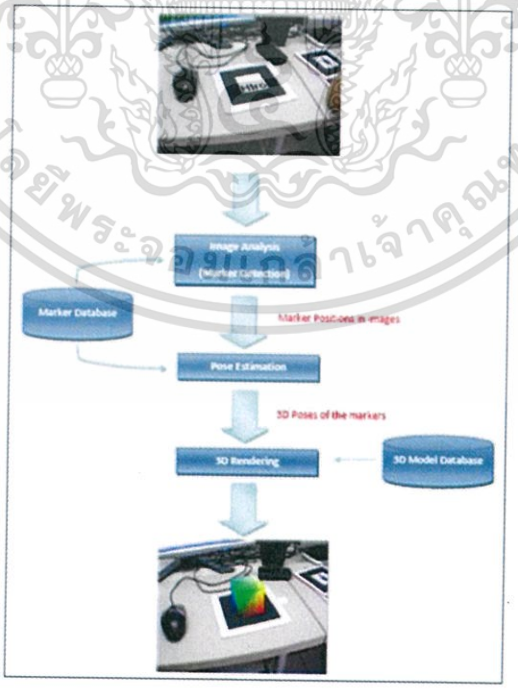
เทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผสมผสานกับโลกแห่งความจริง เพื่อสร้างสิ่งเสมือนจริงให้กับผู้ใช้ จัดเป็นแขนงหนึ่งของวิทยาการคอมพิวเตอร์ ทำให้ภาพที่เห็นกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ อยู่บนพื้นผิวจริงที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ อาทิ อุตสาหกรรม แพทย์ สื่อสาร บันเทิง การตลาด โดยใช้เทคโนโลยี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสมือนจริงผนวกกับซอฟต์แวร์ (Software) และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อแสดงผลผ่านหน้าจอโทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์ สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้กับงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริงของวัตถุ 3 มิติ ที่มีมุมมองถึง 360 องศา

เทคโนโลยีเสมือนจริง คือการนำเทคโนโลยีที่ผสานโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น กล้องเว็บแคม คอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือบนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

- การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหาภาพสัญลักษณ์จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของภาพสัญลักษณ์
- การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของภาพสัญลักษณ์เทียบกับกล้อง
- กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การทำงานของเทคโนโลยีเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย

1) ภาพสัญลักษณ์

2) กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องสมาร์ตโฟน หรือตัวจับเซ็นเซอร์ (Sensor) อื่นๆ

3) ส่วนแสดงผลอาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์หรือจอภาพสมาร์ตโฟน หรืออื่นๆ

4) ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริงจำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวแล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อนั้น ต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการการเคาะ เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัวสื่อปฏิสัมพันธ์ (Interactive Media) ทำงาน ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็นเทคโนโลยีเสมือนจริง และในส่วนของการประมวลผลภาพนั้นเป็นส่วนเสริมจากงานวิจัยซึ่งเป็นส่วนย่อยของเทคโนโลยีเสมือนจริง เพราะเน้นไปที่การทำงานของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent : AI) ในการสื่ออารมณ์กับผู้ใช้บริการผ่านสีและรูปภาพ

2.2.1 ระบบเสมือนจริงบนสมาร์ตโฟน

สมาร์ตโฟนถือเป็นจุดเปลี่ยนแนวคิดทางการตลาดของการโฆษณา เพราะด้วยระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือ (Mobile AR) ทำให้ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลหรือข่าวสารได้ทันทีตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมต่างๆ ที่อยู่ในโทรศัพท์มือถือแบบซึ่งผู้ใช้สามารถพกพาได้อย่างสะดวก ระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือจัดเป็นเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ ทำให้หน้าจอของโทรศัพท์มือถือแสดงข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้โทรศัพท์มือถือที่สามารถใช้ระบบเสมือนจริงได้ต้องมีคุณสมบัติของเครื่องดังนี้

- กล้องถ่ายรูป
- GPS สามารถระบุพิกัดตำแหน่งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้
- เข็มทิศดิจิตอลสำหรับโทรศัพท์มือถือ

2.2.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเข้ากับชีวิตประจำวัน เช่น

- การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้เพื่อแนะนำประเทศไทยในงาน “The World Exposition Shanghai China 2010” ภายใต้แนวคิด “Thainess : Sustainable Ways of Life” และได้นำเสนอนิทรรศการภายในอาคารศาลาไทย จะนำเสนอเอกลักษณ์ของความเป็นไทยที่เกิดจากการพัฒนาด้านต่างๆ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น ห้องนิทรรศการที่ 2 เป็นห้องที่มีการฉายวิดีโอ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพี่น้องของชาวไทยกับจีน โดยมียักษ์วัดโพธิ์ขยับตัวและพูดคุยกับตัวละครจีน ดังในรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รูปที่ 2.10 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในงาน The World Exposition Shanghai China 2010 ที่มา: http://www.thailandexpo2010.com/th/pavilion/room2.php

- การประยุกต์กับการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ เช่น บริษัทชิเซโด้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ผ่านกระจกดิจิตอลเพื่อจำลองการทดสอบในการแต่งหน้าว่าเหมาะกับลูกค้าหรือไม่ โดยระบบจะซ้อนภาพส่วนของการแต่งหน้าขึ้นไปบนใบหน้าจริงที่ปรากฏบนหน้าจอในลักษณะของการเปรียบเทียบให้เห็นทั้งก่อนแต่งหน้าและหลังแต่งหน้า ในการใช้งานจะให้ลูกค้านั่งลงตรงหน้าเครื่องแล้วให้กล้องสแกน จากนั้นระบบจะวิเคราะห์สีผิว องค์ประกอบต่างๆ ตลอดจนรูปใบหน้า เพื่อแนะนำว่าควรเลือกแต่งหน้าและเลือกใช้เครื่องสำอางใด โดยสามารถแสดงผลการแต่งหน้าได้ทันทีและสามารถสั่งพิมพ์ภาพใบหน้าก่อนและหลังแต่งพร้อมข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่ต้องใช้ เพื่อเลือกซื้อตามรายการที่เลือกไว้ ดังในรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการแต่งหน้าของบริษัท ชิเซโด้
ที่มา : http://www.japantrends.com/augmented-reality-cosmeticmirror-in-tokyo/

- บริษัท Tissot ให้ลูกค้าสามารถลองสินค้าผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่มีกล้องเว็บแคม โดยลูกค้าจะเลือกรหัสสินค้าหรือรุ่นที่ลูกค้าต้องการ ทำให้ลูกค้าได้ลองสินค้าเสมือนจริงผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง จนได้สินค้าที่ถูกใจก่อนสั่งซื้อสินค้า ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

149071

รูปที่ 2.12 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการทดลองสินค้าของบริษัท Tissot
ที่มา : http://kafaak.wordpress.com/2010/05/22/ar-and-daily-life/

- สำหรับระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือมีการนำเสนอการแต่งบ้านด้วยมือถือจาก IKEA ที่ทำให้ลูกค้าเป็นสถาปนิกด้วยตัวเองโดยไม่ต้องเสียเงิน เพียงแค่ใช้โทรศัพท์มือถือแล้วเลือกรูปสินค้าในหมวด IKEAPS จากนั้นกดถ่ายรูปและเลื่อนตำแหน่งโทรศัพท์มือถือไปถ่ายในมุมที่ต้องการวางเฟอร์นิเจอร์ จะเห็นมุมห้องที่มีเฟอร์นิเจอร์ตามที่เลือกไว้โดยสามารถบันทึกภาพและส่งต่อให้เพื่อนผ่าน MMS ได้ ดังรูปที่ 2.13

รูปที่ 2.13 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในการเลือกสินค้าของบริษัท IKEA
ที่มา: http://www.ikea.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โอเพนซีวี (OpenCV)

โอเพนซีวี ย่อมาจาก Open Source Computer Vision เป็นไลบรารี่ (Library) สำหรับใช้ในการประมวลผลภาพ (Image Processing) จัดเป็นไลบรารี่โอเพนซอร์ส (Open Source) สามารถดาวน์โหลดใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียเงิน ไลบรารี่ต่างๆของโอเพนซีวี ได้พัฒนาขึ้นโดยบริษัทอินเทล (Intel) ความสามารถของไลบรารี่โอเพนซีวีที่เป็นจุดเด่นคือสามารถประมวลผลภาพดิจิตอลได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพจากกล้องวีดีโอ (Video Camera) หรือไฟล์วีดีโอ (Video File) เป็นต้น ทางผู้พัฒนายังทำไลบรารี่ออกมาให้สามารถใช้ได้หลากหลายแพลตฟอร์ม (Platform) ทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows), โอเอสเอ็กซ์ (OSX), ลีนุกซ์ (Linux) หรือแม้กระทั่งอุปกรณ์พกพาอย่างสมาร์ตโฟน (Smart Phone) ทั้งหลายที่มีสถาปัตยกรรมของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แตกต่างกันไป อีกทั้งยังรองรับภาษามากมาย เช่น C, C++, C#, Java, Python อีกด้วย

2.3.1 ประโยชน์ของโอเพนซีวี

1) มีอัลกอริทึม (Algorithm) พื้นฐานซึ่งไม่ต้องคิดหรือเขียนโค้ดเอง สามารถนำโค้ดที่มีไปประยุกต์ใช้ได้เลย และไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

2) มีกลุ่มผู้ใช้งานจำนวนมากในที่แลกเปลี่ยนความคิดเห็นของโอเพนซีวี และในสแต็กโอเวอร์โฟลว์ (stackoverflow)

3) สามารถใช้งานได้หลายหลากระบบปฏิบัติการทั้ง วินโดวส์, โอเอสเอ็กซ์, แอนดรอยด์, ไอโอเอส (iOS) และลีนุกซ์

2.4 การหาขอบภาพ (Edge Detection)

การหาขอบภาพ เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุเราจะสามารถคำนวณหาพื้นที่ หรือรู้จำชนิดของวัตถุนั้นได้ อย่างไรก็ตามการหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นเรื่องง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ มีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพ

โดยขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ดังนั้นถ้าหากความเข้มแสงมีค่าความแตกต่างมากจะทำให้ขอบภาพมีความชัดเจน ในทางตรงข้ามหากมีค่าความแตกต่างน้อยขอบภาพจะไม่ชัดเจน

ซึ่งการหาขอบภาพแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method)

2) การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method)

2.4.1 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Method)

วิธีการค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง (Gradient Operator : ∇) มีหลักการคือบริเวณขอบของวัตถุในภาพ (เมื่อ P(x,y) ฟังก์ชันของภาพ) จะมีค่าเกรเดียนต์ที่สูงการพิจารณาขนาดของเกรเดียนต์ (Gradient Magnitude ($|\nabla P|$)) เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง (Threshold (T)) ที่กำหนดขึ้น เมื่อค่าของ $|\nabla P|$ มีค่ามากกว่าค่าอ้างอิง แสดงว่าจุดดังกล่าวคือขอบของวัตถุที่ปรากฏในภาพที่จุด P(x,y) การค้นหาขอบของวัตถุโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่งเป็นวิธีแยกส่วนประกอบของภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อความไม่ต่อเนื่องของค่าพิกเซลบริเวณรอยต่อระหว่างวัตถุกับพื้นหลังและค่าอนุพันธ์ย่อยที่ไม่ต่อเนื่องตามทิศทางของเกรเดียนต์ของแนวแกน x และแกน y กำหนดค่าได้ตามสมการ

$$\nabla_x P(x,y) = P(x,y) - P(x-1,y) \tag{2.1}$$

และ

$$\nabla_y P(x,y) = P(x,y) - P(x,y-1) \tag{2.2}$$

ขนาดของเกรเดียนต์ ของ P(x,y) กำหนดค่าได้จาก

$$|\nabla P(x,y)| = \sqrt{(\nabla_x P(x,y))^2 - (\nabla_y P(x,y))^2} \tag{2.3}$$

เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ ประมาณค่าของเกรเดียนต์ ได้ว่า

$$|\nabla P(x,y)| = |(\nabla_x P(x,y))| - |(\nabla_y P(x,y))| \tag{2.4}$$

การหาขอบภาพโดยใช้เกรเดียนต์ในทางปฏิบัติจะมีลักษณะที่แตกต่างกันไป โดยสามารถแบ่งออกเป็น 4 วิธี คือ

1) การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel Edge Detection)
2) การหาขอบภาพโดยวิธีโรเบิร์ต (Robert Edge Detection)
3) การหาขอบภาพโดยวิธีเพอร์วิต (Prewitt Edge Detection)
4) การหาขอบภาพโดยวิธีแคนนี (Canny Edge Detection)

2.4.2 การหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Method)

การค้นหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับสอง เปรียบได้กับการหาอนุพันธ์อันดับสองของภาพ เพื่อให้ได้ขอบของภาพ โดยภาพที่ผ่านการหาอนุพันธ์อันดับสอง (Laplacian Operator ($\nabla^2 P$)) บริเวณที่เป็นส่วนขอบจะเด่นชัดขึ้น การประมาณค่าของ $\nabla^2 P$ โดยใช้ Mask ดังสมการที่ (2.5) และสมการที่ (2.6)

$$Mask(E_x) = \begin{bmatrix} Z_{x1} & Z_{x2} & Z_{x3} \\ Z_{x4} & Z_{x5} & Z_{x6} \\ Z_{x7} & Z_{x8} & Z_{x9} \end{bmatrix} = E_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{2.5}$$

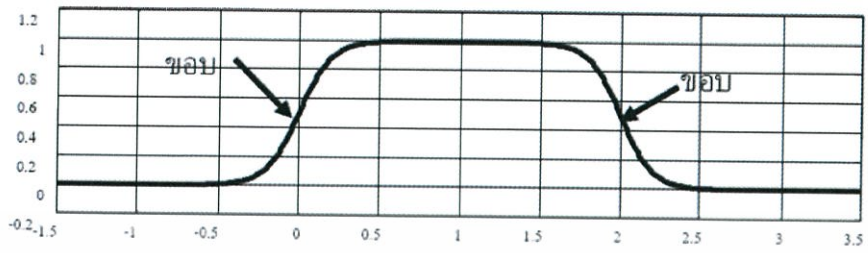
$$Mask(E_y) = \begin{bmatrix} Z_{y1} & Z_{y2} & Z_{y3} \\ Z_{y4} & Z_{y5} & Z_{y6} \\ Z_{y7} & Z_{y8} & Z_{y9} \end{bmatrix} = E_x = \begin{bmatrix} -1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \tag{2.6}$$

ทำให้ตำแหน่งของบริเวณขอบของวัตถุในภาพคือค่าจุดผ่านศูนย์ (Zero Crossing) ของ $\nabla^2 P$ การหาอนุพันธ์อันดับสอง สามารถหาได้จากสมการที่ (2.7)

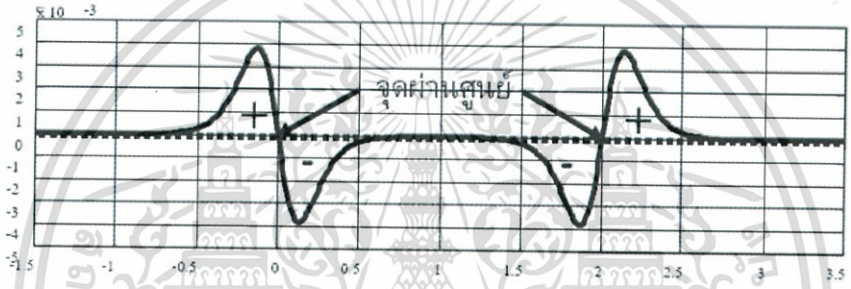
$$\nabla^2 P = \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \tag{2.7}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การค้นหาขอบภาพด้วยอนุพันธ์อันดับสอง เมื่อทำ $\nabla^2 P$ บริเวณขอบจะมีตำแหน่งเดียวกับค่าจุดผ่านศูนย์ของค่าจาก $\nabla^2 P$ พิจารณาได้จากตำแหน่งที่พิกเซลเปลี่ยนแปลงจากค่าที่เป็นบวกเป็นค่าที่เป็นลบหรือจากค่าที่เป็นลบไปเป็นค่าที่เป็นบวก ดังรูปที่ 2.14 และ รูปที่ 2.15



รูปที่ 2.14 ภาพตั้งต้น



รูปที่ 2.15 อนุพันธ์อันดับสองของภาพตั้งต้น

การหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับสองไม่สนใจทิศทางของภาพในแนวแกน x และแกน y กำหนดจุดที่ค่า y เป็นจุดผ่านศูนย์ วิธีนี้ใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าการค้นหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่ง กล่าวคือเราสามารถตรวจจับความไม่ต่อเนื่องของพิกเซลในโดเมนรูปภาพได้โดยใช้อนุพันธ์ของภาพนั่นเอง

2.5 การค้นหาเส้นโค้งหรือวงกลมโดยใช้วิธีการของ Hough Circle Transform

ในการตรวจจับวงกลมจะใช้ 3 พารามิเตอร์ ซึ่งพารามิเตอร์จะประกอบด้วย C_X, C_Y และ r สำหรับวิธีการคำนวณหาพิกัด x, y ที่อยู่บนวงกลมหรือส่วนโค้งอันเดียวกันจะใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับกรณีของเส้นตรง ในทำนองเดียวกัน การหาส่วนโค้งและวงกลมด้วย Hough Circle Transform จะใช้สมการ

$$(x - C_x)^2 + (y - C_y)^2 = r^2 \qquad (2.14)$$

โดยที่ C_X, C_Y คือ จุดศูนย์กลางของวงกลมในแนวแกน x และ y

r คือ รัศมีของวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

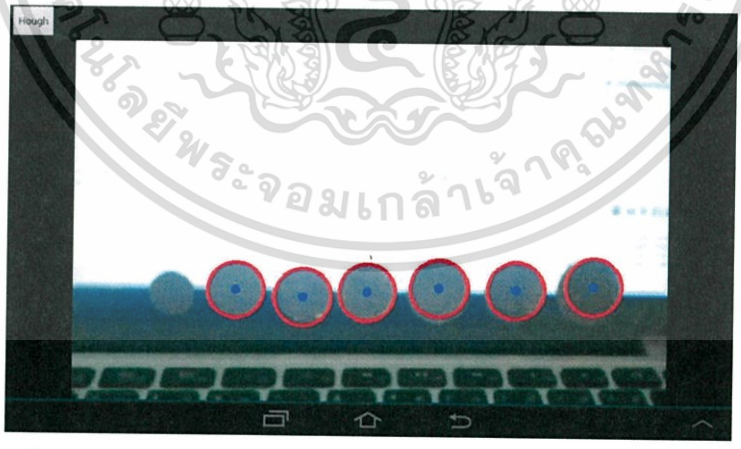
2.5.1 อัลกอริทึมของ Hough Circle Transform

HoughCircles(InputArray image, OutputArray circles, int method, double dp, double minDist, double param1 = 100, double param2 = 100, int minRadius = 0, int maxRadius = 0)

โดยมีค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ดังนี้

- image : นำเข้ารูปภาพ
- circles : เวกเตอร์ (Vector) ที่แสดงผลของการพบวงกลม
- method : กรรมวิธีการตรวจจับ (detection method) ซึ่งจะใช้กรรมวิธีฮาฟเกรเดียนต์ (Hough Gradient Method) แทนด้วย CV_HOUGH_GRADIENT
- dp : ความละเอียด ถ้าเป็น 1 มีความละเอียดเท่ากับภาพที่นำเข้า หรือเป็น 2 มีความละเอียดครึ่งหนึ่งของภาพที่นำเข้า
- minDist : ระยะห่างที่สั้นที่สุด ขณะตรวจจับจุดศูนย์กลางของวงกลมแต่ละวง
- param1 : ค่าของเส้นรอบวงที่น้อยที่สุดที่ สามารถตรวจพบได้ (ความชัดของวงกลม) สำหรับขั้นตอนของแคนนี
- param2 : ค่าของเส้นรอบวงที่น้อยที่สุดที่ สามารถตรวจพบได้ (ความชัดของวงกลม)
- minRadius : ค่ารัศมีที่น้อยที่สุดในการตรวจจับ ถ้าไม่ทราบให้ใส่ 0 ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น
- maxRadius : ค่ารัศมีที่มากที่สุดในการตรวจจับ ถ้าไม่ทราบให้ใส่ 0 ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น

โดยจะแสดงผลการวาดวงกลมเป็นสีแดง และจุดศูนย์กลางเป็นสีน้ำเงิน ดังรูปที่ 2.16

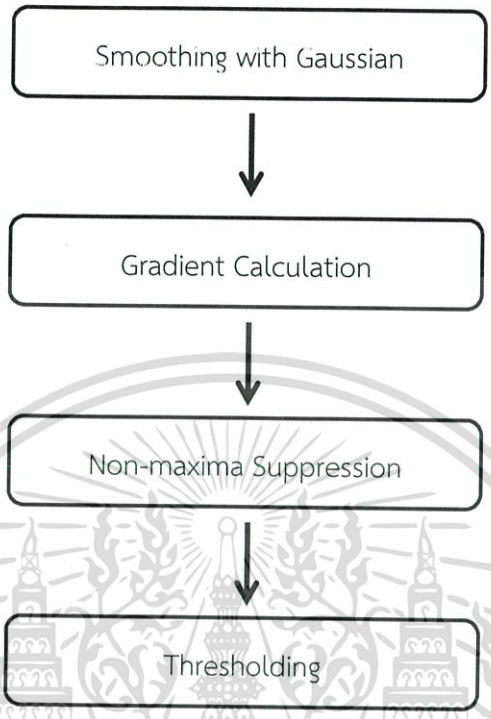


รูปที่ 2.16 หน้าจอการตรวจจับวงกลมด้วยวิธี Hough Circle Transfrom

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การค้นหาขอบภาพโดยวิธี Canny

ขั้นตอนการค้นหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน



เริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน (Gaussian Filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นคำนวณค่าขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Orientation) ของเกรเดียนต์โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ถัดมาจึงนำค่าที่ได้มาคำนวณค่าของ Non-maxima Suppression กับค่าขนาดของเกรเดียนต์ (Gradient Magnitude) เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายใช้การกำหนดจุดอ้างอิงสองระดับ (Double Thresholding Algorithm) เพื่อระบุค่าของพิกเซลที่เป็นขอบและช่วยเชื่อมต่อขอบ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.6.1 การขจัดสัญญาณรบกวน (Smoothing with Gaussian)

ขั้นตอนแรกการค้นหาขอบโดยอัลกอริทึมของ Canny จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise) ออกก่อน ด้วยวิธีการใช้ตัวกรองเกาเซียนกำหนดกรอบ (Mask) การกำหนดกรอบขนาดของตัวกรองเกาเซียนหากมีขนาดกว้างมาก จะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก ถ้าขนาดกรอบกว้างมากเกินไปมีผลทำให้ขอบย่อยๆที่เป็นส่วนรายละเอียดหายไป หรืออาจจะได้บริเวณขอบที่ไม่ตรงกับรูปภาพ ผลของภาพที่ผ่านการปรับภาพให้เรียบด้วยตัวกรองเกาเซียนหาได้จากสมการที่ (2.8)

$$S_{(i,j)} = G_{(i,j,\sigma)} \times I_{(i,j)} \tag{2.8}$$

กำหนดให้

$S_{(i,j)}$ คือ ภาพภายหลังการกรอง

$I_{(i,j)}$ คือ ภาพที่ต้องการหาขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$G_{(i,j,\sigma)}$ คือ Gaussian Smoothing Filter

σ คือ ควบคุมระดับของการ Smoothing

2.6.2 การคำนวณค่าของเกรเดียนต์ (Gradient Calculation)

ขั้นแรกปรับภาพ $I_{(i,j)}$ ให้มีความเรียบ ผลลัพธ์ที่ได้คือค่าของภาพในฟังก์ชัน $S_{(i,j)}$ ขั้นตอนที่สองการหาค่าของเกรเดียนต์ในทิศทางของแกน x และแกน y และกำหนดขนาดของอนุพันธ์อันดับหนึ่งของ $Px_{(i,j)}$ และ $Qy_{(i,j)}$ ตามลำดับดังสมการที่ (2.9) และสมการที่ (2.10)

$$Px_{(i,j)} \approx \frac{S_{(i,j+1)}-S_{(i,j)}+S_{(i+1,j+1)}-S_{(i+1,j)}}{2} \quad (2.9)$$

$$Qy_{(i,j)} \approx \frac{S_{(i,j)}-S_{(i+1,j)}+S_{(i,j+1)}-S_{(i+1,j+1)}}{2} \quad (2.10)$$

นำค่า $Px_{(i,j)}$ และ $Qy_{(i,j)}$ ที่ผ่านการหาอนุพันธ์อันดับหนึ่งเมื่อคำนวณการแปลงรูปแบบจากระนาบของระบบพิกัดฉาก (Rectangular Form) ไปเป็นระนาบพิกัดเชิงขั้ว (Polar Form) เพื่อหาขนาดและทิศทางของเกรเดียนต์แทนค่าตามสมการที่ (2.9) และ (2.10) ได้ค่าขนาดเกรเดียนต์ดังนี้คือ

$$M(i,j) = \sqrt{P_x^2(i,j) + Q_y^2(i,j)} \quad (2.11)$$

และทิศทางของเกรเดียนต์ (Gradient Orientation) เท่ากับ

$$\theta(i,j) = tan^{-1}(P_x^2(i,j) + Q_y^2(i,j)) \quad (2.12)$$

และสามารถหาค่ามุม θ ออกมาได้เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชัน

$$\theta = tan^{-1}(x,y)$$

2.6.3 การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima Suppression)

การค้นหาขอบภาพด้วยวิธีการของแคนนี จุดที่ถือเป็นเส้นขอบของภาพได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่ และเป็นทิศทางเดียวกับเกรเดียนต์ การค้นหาขอบภาพโดยใช้อนุพันธ์อันดับหนึ่งทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังการทำการขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุด ยกเว้นจุดที่เป็น local Maxima Point ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

แม้ว่าภาพจะผ่านการขจัดสัญญาณรบกวนในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม (Smoothing with Gaussian Filter) ภาพที่ได้อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่ อันเนื่องจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือมีรายละเอียดภายในมาก ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่าขีดแบ่งขึ้นมา 2 ค่าคือ High Threshold (T1) และ Low Threshold (T2) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น '1' (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น '0' ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่า Threshold ทั้งสอง การปรับค่า '0' หรือ '1' นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบกว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ขอบค่า > T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้ว จะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น '1' และถือเป็นสมาชิกหนึ่งในภาพขอบด้วยเช่นกัน ดังนั้นการทำ Threshold จะทำให้ภาพที่มีขอบหนาหรือบางนั่นเอง

2.7 การใช้งานและการเชื่อมต่อฐานข้อมูล

1) phpMyAdmin เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษา PHP ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้าง TABLE ใหม่ๆ และยังมีฟังก์ชัน ที่ใช้สำหรับการทดสอบการคิวรี่ (Query) ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้นยังสามารถทำการ insert, delete, update หรือแม้กระทั่งใช้คำสั่งต่างๆ เหมือนกับกันการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล
2) MySql เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) โดยใช้ภาษา SQL แม้ว่า MySQL เป็นซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส แต่แตกต่างจากซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สทั่วไป โดยมีการพัฒนาภายใต้บริษัท MySQL AB ในประเทศสวีเดน โดยมีทั้งในแบบที่ให้ใช้ฟรี และแบบที่ใช้ในเชิงธุรกิจ
3) PHP เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์สคริปต์ (Server-side scripting) โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์ส ภาษา PHP ใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา C, JAVA และ Perl ซึ่งภาษา PHP นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้คือ ให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียนเว็บเพจที่มีการตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว

ตัวอย่างของคำสั่งในภาษา PHP ที่ใช้ดึงฐานข้อมูล และ JSON ด้วยฟังก์ชันที่ชื่อว่า json_encode()

```
<?php

    $db_host = "localhost";
    $db_user = "test";
    $db_pass = "test";
    $db_name = "test";

    $objConnect = mysql_connect($db_host,$db_user,$db_pass);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$objDB = mysql_select_db("test");

$strSQL = "SELECT * FROM wheel";
$objQuery = mysql_query($strSQL);
$intNumField = mysql_num_fields($objQuery);
$resultArray = array();

while($obResult = mysql_fetch_array($objQuery)){
        $arrCol = array();
        for($i=0;$i<$intNumField;$i++) {
                $arrCol[mysql_field_name($objQuery,$i)] = $obResult[$i];
        }
        array_push($resultArray,$arrCol);
}
mysql_close($objConnect);
echo json_encode($resultArray);
?>
```

4) JSON (JavaScript Object Notation) คือ รูปแบบของข้อมูลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งคนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และสามารถถูกสร้างและอ่านโดยเครื่องได้ง่าย เป็นรูปแบบข้อมูลตัวอักษรที่มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ แต่จะมีหลักการภาระเขียนที่คุ้นเคยกับนักเขียนโปรแกรมภาษาต่างๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็น ภาษา C, C++, C#, Java, Javascript, Perl, Python และอื่นๆ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ JSON เป็นภาษาแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีสมบูรณ์แบบ

ตัวอย่างข้อมูลในรูปแบบ JSON

```
[{
    "wheel_id":"0",
    "wheel_name":"BLACK ANGELV4",
    "wheel_image":"http://www.365baht.com\/wheel\/image\/black_angle_v.png",
    "wheel_pcd":"139.7",
    "wheel_offset":"20",
    "wheel_width":"9",
    "wheel_diameter":"20",
    "wheel_weight":"12.85",
    "wheel_num_of_hole":"6",
    "series_id":"1"
    }]
```

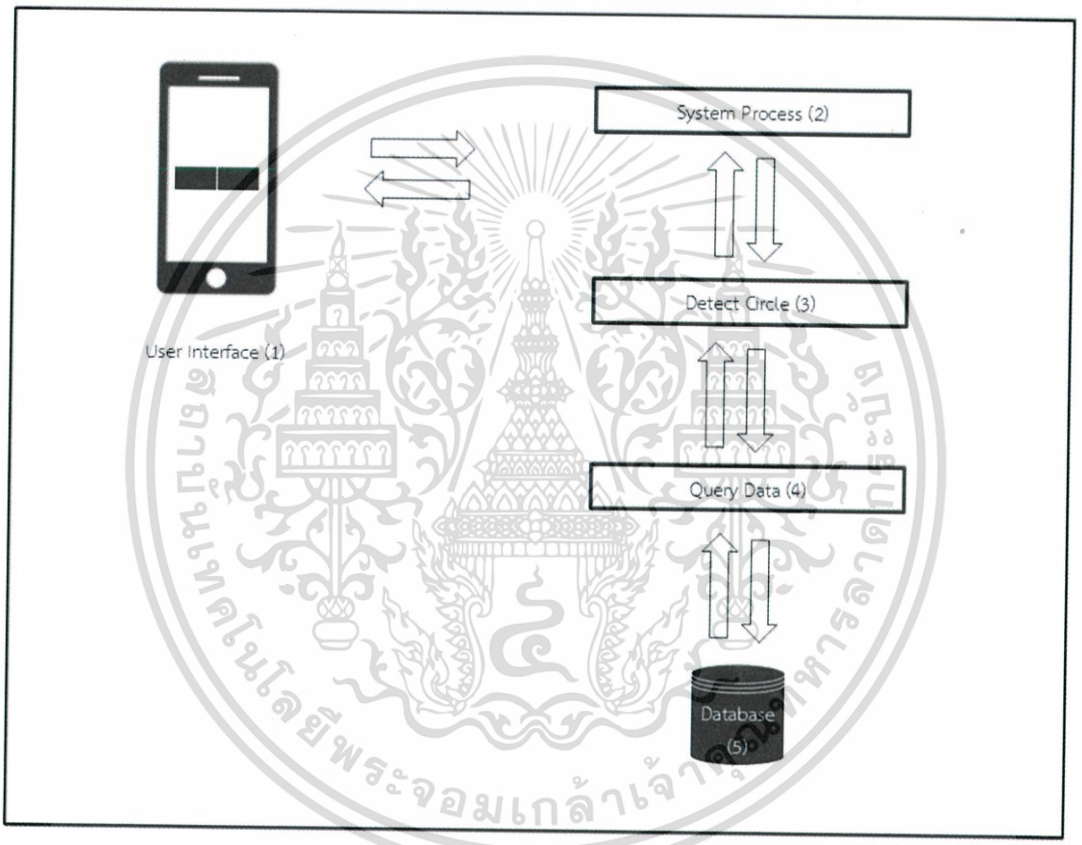
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

การวิเคราะห์และออกแบบการทำงานของระบบ มีขั้นตอนดังนี้

3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture)

สถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน Wheel Fit ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน Wheel Fit

3.1.1 โครงสร้างแสดงขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน

ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆดังต่อไปนี้

1) User Interface เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของแอปพลิเคชันที่ให้ผู้ใช้งานเลือกฟังก์ชันจากหน้าเมนูซึ่งประกอบด้วยกล้องถ่ายภาพ และแกลอรี่ รวมถึงการเลือกรูปแบบของล้อแม็กที่ต้องการ

2) System Process แอปพลิเคชันทำการประมวลผลตามความต้องการของผู้ใช้งานที่เลือกไว้

3) Detect Circle แอปพลิเคชันทำการตรวจจับวงกลมของล้อแม็กที่บริเวณล้อของรถยนต์

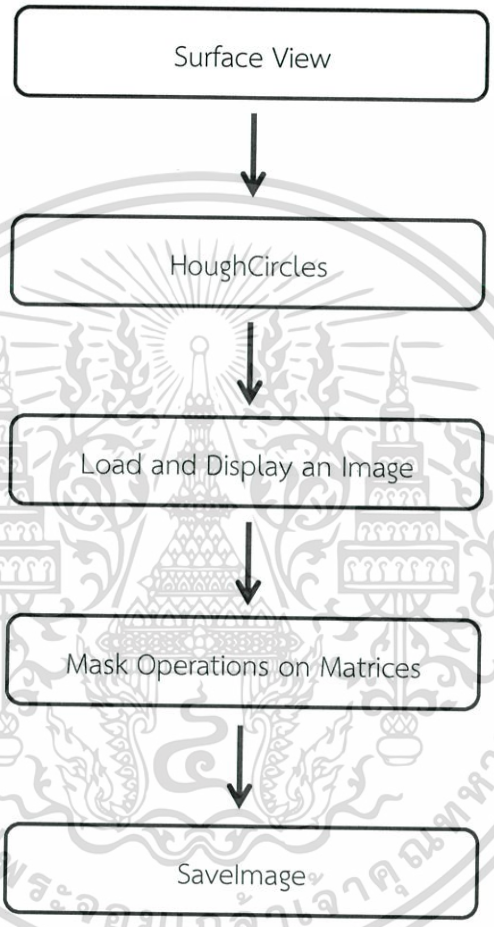
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) Query Data คือการดึงข้อมูลรายละเอียดต่างๆของล้อแม็กจากฐานข้อมูลแล้วนำมาแสดงผล

5) Database ฐานข้อมูลที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลรายละเอียดต่างๆของล้อแม็ก

3.2 ฟังก์ชันการทำงานของระบบ

การทำงานของระบบมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้



3.2.1 Surface View

การทำงานของโอเพนซีวีจะต้องมีการประมวลผลภาพแบบทันที ทำให้ไม่สามารถใช้งานกล้องถ่ายรูปของระบบปฏิบัติการได้ จึงต้องสร้าง Surface View ส่วนของการเรียกใช้งานกล้อง เพื่อให้แสดงผลภาพผ่านกล้องรูปบนหน้าจอ ซึ่งจะมี 2 ส่วน คือ ส่วนการแสดงผลภาพและส่วนการควบคุมกล้อง

ส่วนการแสดงผลภาพ

```
<org.opencv.android.JavaCameraView
 android:id="@+id/camera_view"
 android:layout_width="match_parent"
 android:layout_height="match_parent"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
android:layout_alignParentBottom="true"
android:layout_alignParentTop="true" />
```

ส่วนการควบคุมกล้อง

โดย onResume เปิดหน้ากล้อง และ onPause ปิดหน้ากล้อง

```
public void onPause()
{
    super.onPause();
    if (mOpenCvCameraView != null)
    mOpenCvCameraView.disableView();
 }

public void onDestroy()
{
    super.onDestroy();
    if (mOpenCvCameraView != null)
    mOpenCvCameraView.disableView();
}
```

3.2.2 HoughCircles

HoughCircles(InputArray image, OutputArray circles, int method, double dp, double minDist, double param1 = 100, double param2 = 100, int minRadius = 0, int maxRadius = 0)

โดยมีค่าพารามิเตอร์ (Parameter) ดังนี้

- image : นำเข้ารูปภาพ
- circles : เวกเตอร์ (Vector) ที่แสดงผลของการพบวงกลม
- method : กรรมวิธีการตรวจจับ (detection method) ซึ่งจะใช้กรรมวิธีฮาฟเกรเดียนต์ (Hough Gradient Method) แทนด้วย CV_HOUGH_GRADIENT
- dp : ความละเอียด ถ้าเป็น 1 มีความละเอียดเท่ากับภาพที่นำเข้า หรือเป็น 2 มีความละเอียดครึ่งหนึ่งของภาพที่นำเข้า
- minDist : ระยะห่างที่สั้นที่สุด ขณะตรวจจับจุดศูนย์กลางของวงกลมแต่ละวง
- param1 : ค่าของเส้นรอบวงที่น้อยที่สุดที่ สามารถตรวจพบได้ (ความชัดของวงกลม) สำหรับขั้นตอนของแคนนี
- param2 : ค่าของเส้นรอบวงที่น้อยที่สุดที่ สามารถตรวจพบได้ (ความชัดของวงกลม)
- minRadius : ค่ารัศมีที่น้อยที่สุดในการตรวจจับ ถ้าไม่ทราบให้ใส่ 0 ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- maxRadius : ค่ารัศมีที่มากที่สุดในการตรวจจับ ถ้าไม่ทราบให้ใส่ 0 ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น

3.2.3 Load and Display an Image

การเรียกภาพมาแสดงผลนั้น จะต้องใช้ฟังก์ชัน Highgui.imread ของโอเพนซีวีซึ่งจะเรียกข้อมูลภาพจากไฟล์ตามชื่อและที่อยู่ที่กำหนดไว้

```
Mat image = highgui.imread(Environment.getExternalStorageDirectory().getAbsolutePath()
+"/WheelFit/Detect/Wheel.png");
```

ในการเรียกภาพนั้น โอเพนซีวีจะทำการอ้างอิงชนิดของภาพจากข้อมูลภายในไฟล์ภาพ (ไม่ได้อ้างอิงจากนามสกุล) โดยโอเพนซีวีสามารถเรียกภาพชนิด .bmp, .pbm, .pgm, .ppm, .sr, และ .ras ได้ รวมทั้ง .jpeg, .jpg, .jpe, .jp2, .png, .tiff, และ .tif ด้วย

3.2.4 Mask Operations on Matrices

การสร้างส่วนที่ไม่ต้องการให้เห็น และแสดงเฉพาะส่วนที่ต้องการ ลักษณะเดียวกับการส่องไฟไปที่วัตถุในความมืด ซึ่งจะเห็นวัตถุเฉพาะบริเวณที่ไฟส่องเท่านั้น จึงนำ Mask มาใช้ เพื่อบังส่วนของวงกลม

```
Mat mask = Mat.zeros(aa.size(), CvType.CV_8UC3);
Core.circle(mask, pt, radius, new Scalar(255, 100, 0),15);
```

จากนั้นจะนำภาพที่เรียกมาใช้ มาแทนที่วงกลมในส่วนที่ต้องการ ตามที่ได้ Mask ไว้ ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์

```
double[] p;
for(int i = 0; i < aa.rows(); i++){
    for(int j = 0; j < aa.cols(); j++) {
        p = dst.get(i, j);
        if(p[0]>0)
        aa.put(i, j, dst.get(i, j));
    }
}
```

3.2.5 SaveImage

การบันทึกภาพหน้าจอ จะเรียกใช้ฟังก์ชัน Highgui.imwrite เป็นการเขียนข้อมูลภาพเพื่อจัดเก็บ โดยจะต้องกำหนดพารามิเตอร์ ดังนี้ ที่อยู่จัดเก็บ, ชื่อภาพ และนามสกุลภาพ เป็นต้น

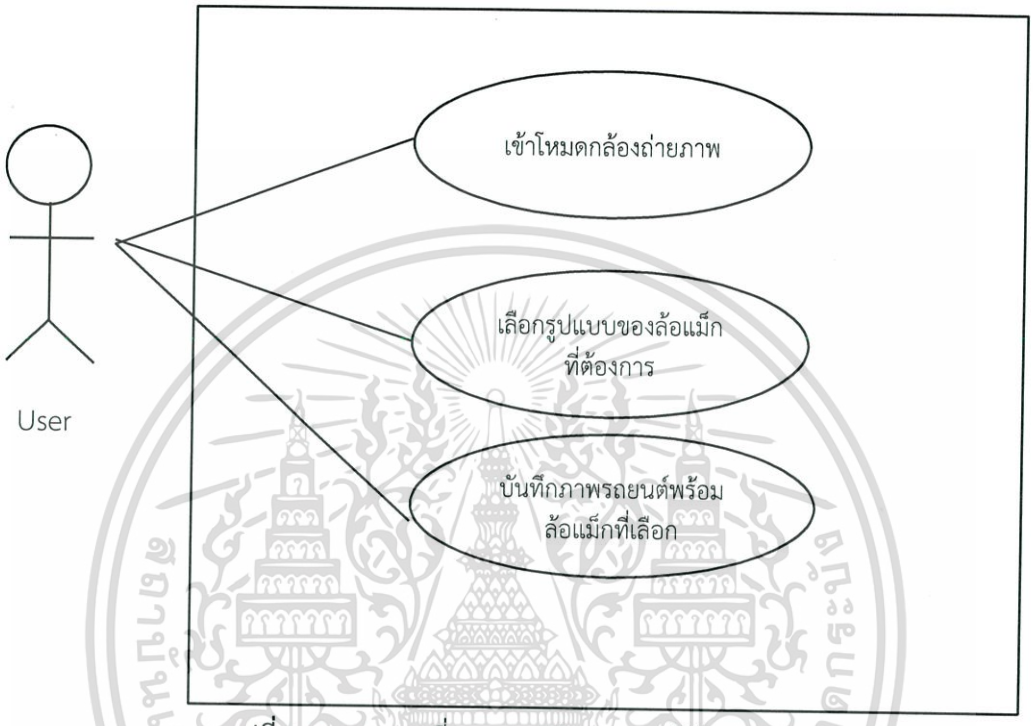
```
Mat image =  Highgui.imwrite(Environment.getExternalStorageDirectory().getAbsolutePath()
+"/WheelFit/Gallery/"+filename+".png",image);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบระบบ

3.3.1 แผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram)

ความสามารถของระบบ สามารถแสดงได้ในแผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ (Use Case Diagram) ดังรูปที่ 3.2



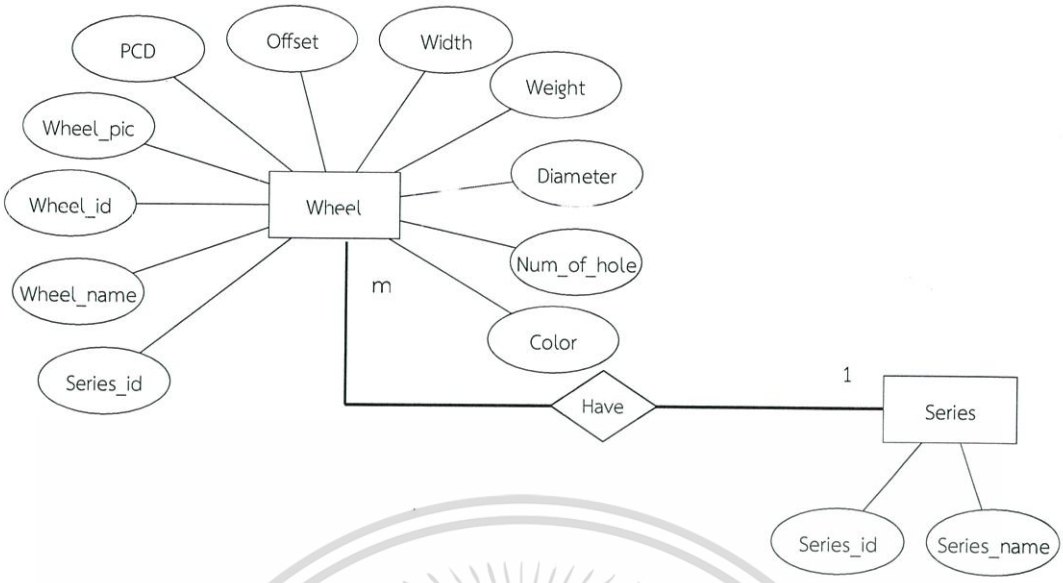
รูปที่ 3.2 แผนภาพที่แสดงการทำงานของผู้ใช้ระบบ

3.3.2 โครงสร้างของฐานข้อมูลแอปพลิเคชัน (Database)

1) แบบจำลองที่ใช้อธิบายโครงสร้างของฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลของแอปพลิเคชัน ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนภาพโครงสร้างฐานข้อมูลของแอปพลิเคชัน

2) การจัดเก็บข้อมูล

ตารางที่ 3.1 เป็นตารางเก็บรายละเอียดข้อมูลของล้อแม็ก ซึ่งประกอบไปด้วย รหัส ชื่อ รูปภาพ ระยะห่างรูน็อตของตัวล้อแม็ก ค่าออฟเซ็ต ขนาด น้ำหนัก จำนวนรูน็อต รหัสรุ่น

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Wheel

รายการ	ชนิด	คำอธิบาย	ประเภทของคีย์
Wheel_id	Integer	รหัสของล้อแม็ก	PK
Wheel_name	Varchar	ชื่อของล้อแม็ก	
Wheel_pic	Varchar	รูปภาพของล้อแม็ก	
PCD	Float	ระยะห่างรูน็อตของตัวล้อแม็ก	
Offset	Float	ค่าออฟเซ็ต	
Width	Float	ความกว้าง	
Diameter	Float	เส้นผ่านศูนย์กลาง	
Weight	Float	น้ำหนัก	
Num_of_hole	Float	จำนวนรูน็อต	
Series_id	Integer	รหัสรุ่น	FK

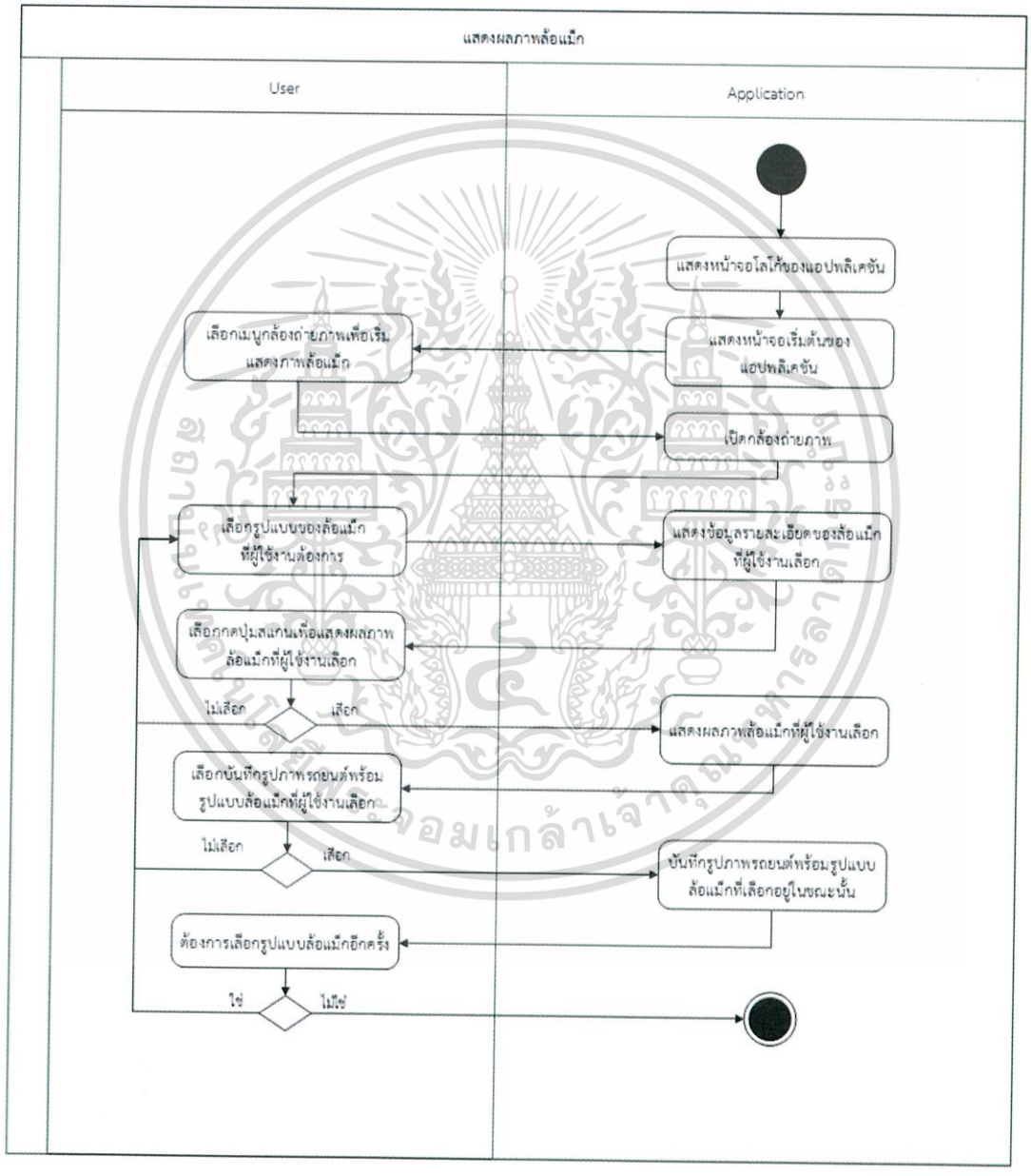
ตารางที่ 3.2 เป็นตารางเก็บรายละเอียดข้อมูลของรุ่นล้อแม็ก ซึ่งประกอบไปด้วย รหัสรุ่น และชื่อรุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการเก็บข้อมูลของตาราง Series

รายการ	ชนิด	คำอธิบาย	ประเภทของคีย์
Series_id	Integer	รหัสรุ่น	PK
Series_name	Varchar	ชื่อรุ่น	

3.3.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบ (Activity Diagram)



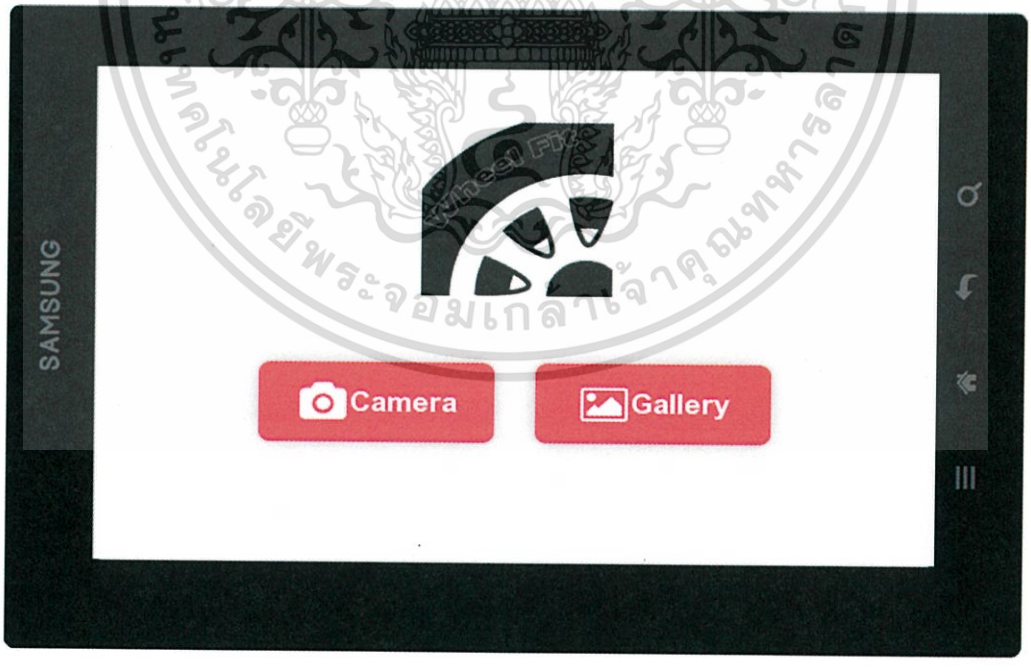
รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการแสดภาพล้อแม็กโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

ในส่วนนี้จะเป็นตัวอย่างหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้ ดังรูปที่ 3.5 ถึงรูปที่ 3.13

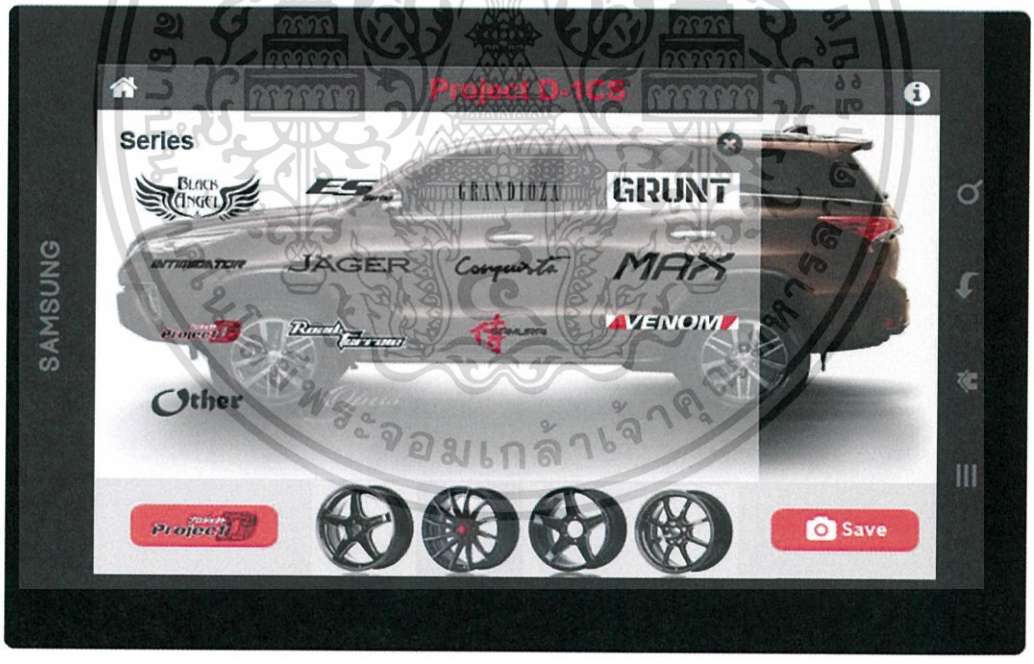
รูปที่ 3.5 หน้าจอโลโก้ของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.5 หน้าจอเมนูหลัก

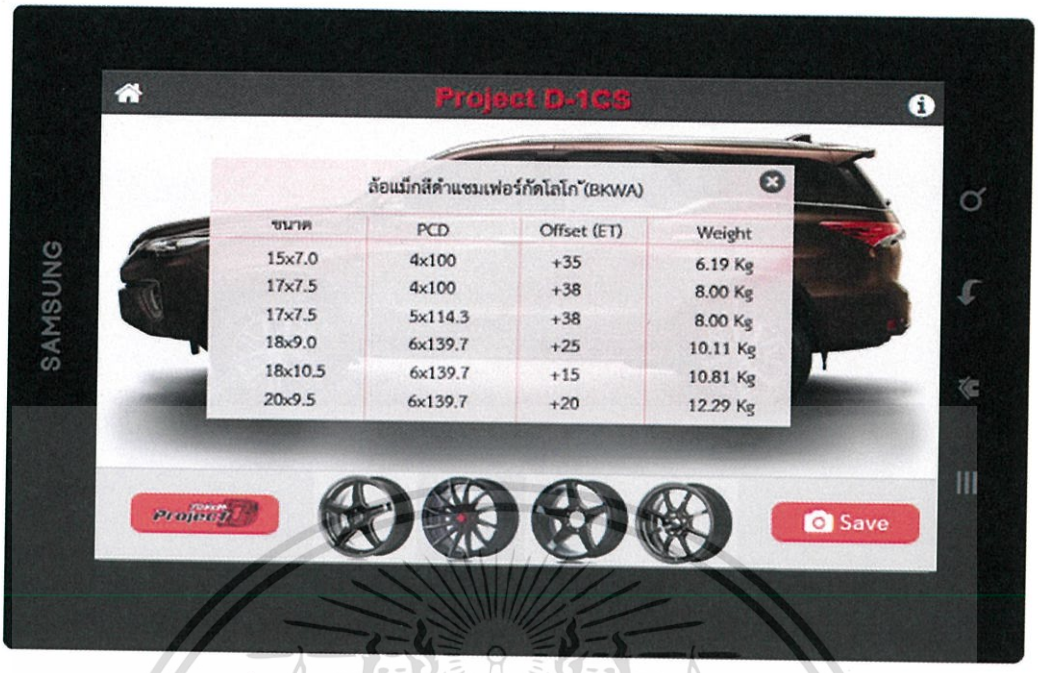
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 หน้าจอของกล้องถ่ายภาพ



รูปที่ 3.7 หน้าจอของการเลือกรูปแบบล้อแม็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 หน้าจอการแสดงรายละเอียดของล้อแม็กที่เลือก

รูปที่ 3.9 หน้าจอแกลอรี่ภาพล้อแม็กที่บันทึกไว้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

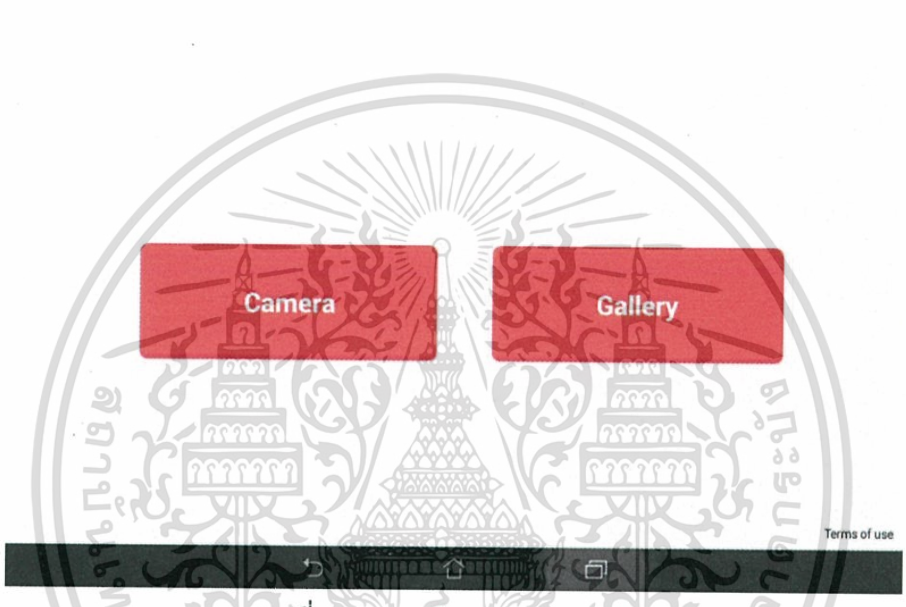
รูปที่ 3.10 หน้าจอแสดงรูปภาพรถยนต์พร้อมล้อแม็กที่บันทึกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและการอภิปรายผล

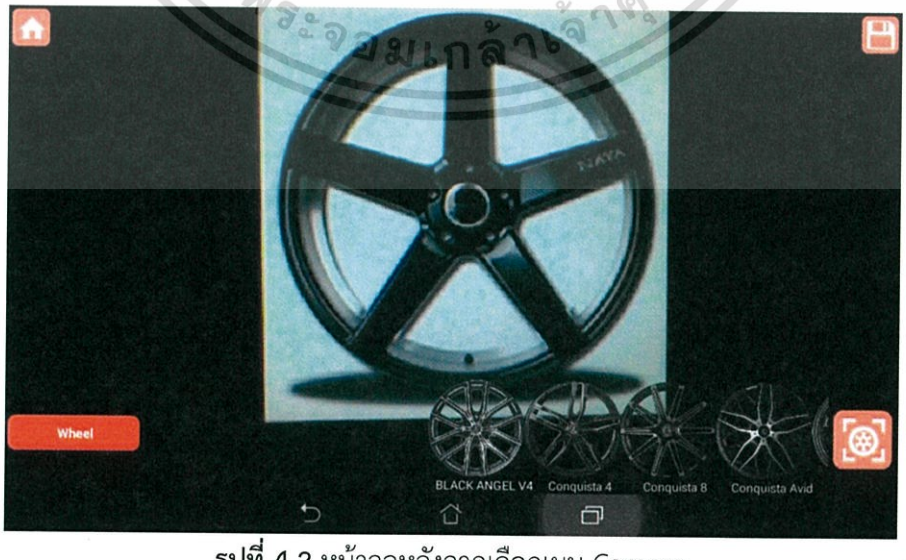
4.1 การใช้งาน

1) เมื่อเปิดแอปพลิเคชัน WheelFit เรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าจอเมนู ดังรูปที่ 4.1 เพื่อให้ผู้ใช้เลือกการใช้งานตามความพึงพอใจ โดย
Camera หมายถึง การใช้งานกล้อง พร้อมการตรวจจับเพื่อเลือกล้อแม็ก
Gallery หมายถึง อัลบั้มของรูปภาพที่บันทึกจากแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4.1 เมนูหลักของแอปพลิเคชัน

2) เมื่อเลือกเมนู Camera ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 หน้าจอหลังจากเลือกเมนู Camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

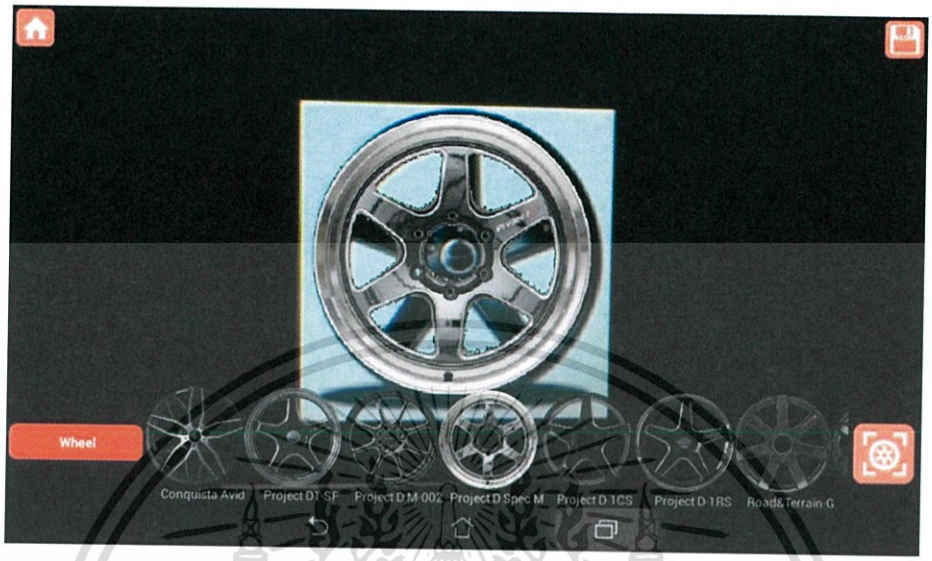
3) จากรูปที่ 4.2 จะปรากฏตัวเลือกต่างๆให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้งานได้ โดย
รูปบ้าน หมายถึง กลับสู่หน้าจอหลัก
Wheel หมายถึง แสดงประเภทของล้อแม็ก
รูปล้อแม็ก หมายถึง ผู้ใช้สามารถเลือกล้อแม็กที่ต้องการได้
Save หมายถึง การบันทึกหน้าจอขณะทำการเลือกล้อแม็ก
Hough หมายถึง การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลล้อแม็ก

4) เลือกล้อแม็กและดูรายละเอียดขอล้อแต่ละอันได้ โดยการกดเลือกรูปล้อแม้กที่ต้องการ ดังรูปที่ 4.3 หากกดปุ่มตกลง หน้าจอรายละเอียดของล้อแม็กจะหายไป และเราได้ทำการเลือกล้อแม็กนั้นแล้ว

รูปที่ 4.3 การแสดงรายละเอียดของล้อแม็ก

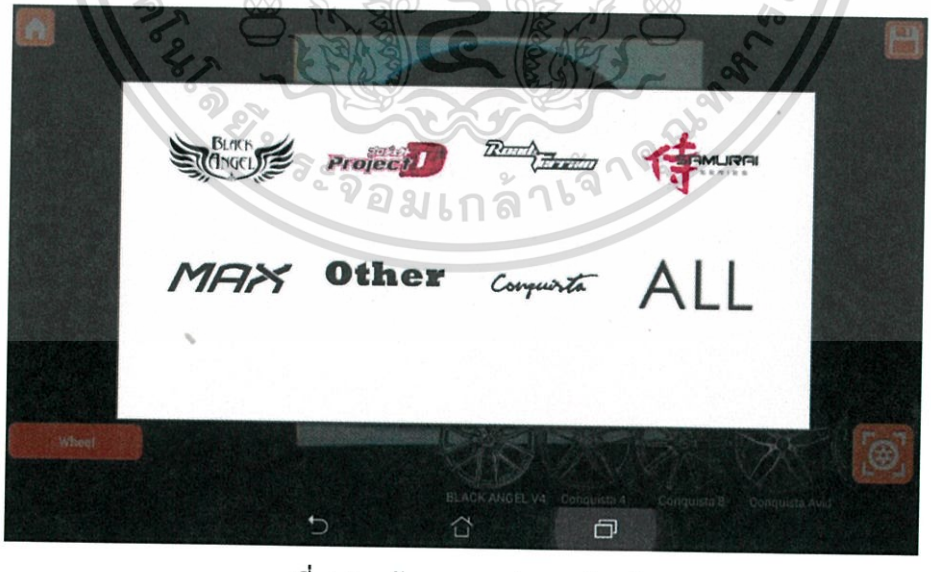
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) หลังจากนั้น กดปุ่ม Hough ด้านขวาล่าง เพื่อให้ตรวจจับวงกลมและแสดงผลล้อแม็ก จะปรากฏดังรูปที่ 4.4



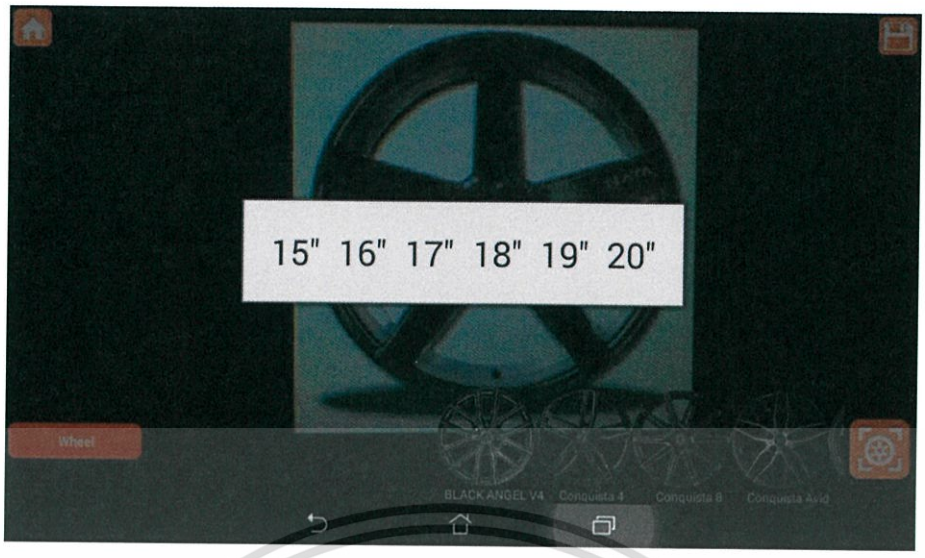
รูปที่ 4.4 การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลล้อแม็ก

6) นอกจากนี้ยังสามารถเลือกล้อแม็กโดยแสดงตามรุ่นหรือขนาดของล้อแม็กได้ โดยทำการเลือกปุ่ม Wheel ด้านซ้ายล่าง ดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.5 หน้าจอแสดงรุ่นของล้อแม็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 หน้าจอแสดงขนาดของล้อแม็ก

7) สามารถชมภาพที่ได้ทำการบันทึกไว้ โดยเลือกรูปบ้านด้านซ้ายบนเพื่อกลับไปหน้าจอหลัก แล้วทำการเลือกเมนู Gallery ซึ่งจะแสดงรูปที่บันทึกไว้ทั้งหมด ดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.7 หน้าจอแกลอรี่ภาพล้อแม็กที่บันทึกไว้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

ปัญหาพิเศษเรื่องแอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งผู้ใช้ไม่ต้องเสียเวลาในการพิมพ์ภาพสัญลักษณ์ เพื่อใช้อ่านค่าการแสดงภาพล้อแม็ก เพียงเปิดแอปพลิเคชันแล้วส่องที่ล้อรถยนต์ ภาพล้อแม็กจะแสดงผลขึ้นมาแทนที่ทันที จะช่วยให้การเลือกล้อแม็กมีสะดวก รวดเร็ว และเป็นเครื่องมือช่วยผู้ประกอบการในการส่งเสริมการขายได้

ในการทดลองแอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง ได้มีการเลือกสถานที่ที่ใช้ในการทดลองแตกต่างกันคือ สถานที่กลางแจ้ง แสงมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และสถานที่ในร่ม เช่น อาคารจอดรถ เป็นต้น กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการทดลอง คือ รถยนต์จำนวน 30 คัน แบ่งเป็นสถานที่กลางแจ้ง 15 คัน และสถานที่ในร่ม 15 คัน ซึ่งมีขนาดล้อตั้งแต่ 15-17 นิ้ว เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ ตัวจับเวลาในการตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็ก

จากการทดลองการทำงานของแอปพลิเคชัน ผลออกมาเป็นที่น่าพึงพอใจ โดยในการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ในส่วนของการแสดงผล สามารถแสดงผลข้อมูลที่เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลได้เป็นที่น่าพอใจ แม้ว่าจะใช้เวลาระยะหนึ่งในการเรียกข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต และส่วนของการตรวจจับวงกลม สามารถแสดงผลล้อแม็กตามที่ต้องการเมื่อตรวจจับวงกลมได้เป็นที่น่าพอใจ แต่มีข้อจำกัดในการตรวจจับวงกลม เมื่อมีวงกลมจำนวนมากการประมวลผลจะส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการทำงานเป็นบางครั้ง

ตารางที่ 4.1 การกำหนดค่าในการทดลอง

ข้อกำหนด	ค่าที่ใช้ในสถานที่ในร่ม	ค่าที่ใช้ในสถานที่กลางแจ้ง
ระยะห่าง (เมตร)	2-2.5	2-2.5
มุม (องศา)	75	75
จำนวนรถ (คัน)	15	15
จำนวนสมาร์ตโฟน	1	1
จำนวนครั้ง	15	15
ขนาดล้อ (นิ้ว)	15-17	15-17

4.2.1 สถานที่ในร่ม

การทดลองโดยเปิดแอปพลิเคชันส่องไปที่ล้อรถยนต์ทีละ 1 ล้อ พบว่าสามารถตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็ก ได้ค่อนข้างถูกต้องและแอปพลิเคชันจะไม่ทำการตรวจจับวัตถุอื่น แต่แอปพลิเคชันจะทำการตรวจจับวงกลมได้ทุกขนาด แม้ว่าเส้นรอบวงของวงกลมจะไม่เต็มวง เช่น วงกลมที่มีลักษณะคล้ายอักษรภาษาอังกฤษตัวซี (C) เป็นต้น นอกจากนี้สถานที่ในร่มที่มีแสงสว่างน้อยมากหรือมืดจะไม่สามารถตรวจจับวงกลมได้ จึงไม่เหมาะแก่การใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในการตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 การทดลองในสถานที่ในร่ม การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลภาพล้อแม็ก

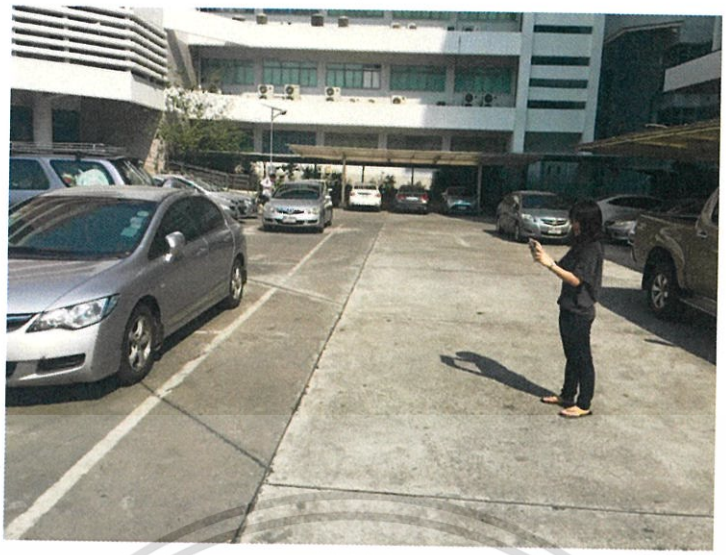
จากรูปที่ 4.8 แสดงการทดลองการตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็ก (ครั้งละ 1 ล้อ) เมื่อเลือกตรวจจับวงกลมในแอปพลิเคชันแล้ว ภาพล้อแม็กที่เลือกจะแสดงผลแทนที่ล้อแม็กเดิมผ่านแอปพลิเคชันเท่านั้น จากการทดลองในสถานที่ในร่มเวลาที่ใช้ในการทดลองออกมาเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง

หากตรวจจับวงกลมครั้งละ 2 ล้อ จะทำให้แอปพลิเคชันมีความผิดพลาดได้ สาเหตุเป็นเพราะระยะห่างและขนาดของวงกลมที่ตรวจจับได้ เนื่องจากอัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลนั้นจะตรวจจับวงกลมที่มีเส้นรอบวงชัดเจน แม้ว่าเส้นรอบวงจะไม่ครบทั้งวงก็ตาม

4.2.2 สถานที่กลางแจ้ง

การทดลองโดยเปิดแอปพลิเคชันส่องไปที่ล้อรถยนต์ทีละ 1 ล้อ พบว่าสามารถตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็กได้ค่อนข้างถูกต้อง แต่แอปพลิเคชันจะทำการตรวจจับวงกลมได้ทุกขนาด แม้ว่าเส้นรอบวงของวงกลมจะไม่เต็มวง เช่น วงกลมที่มีลักษณะคล้ายอักษรภาษาอังกฤษตัวซี (C) เป็นต้น นอกจากนี้สถานที่กลางแจ้งที่มีแสงสว่างมากจะไม่สามารถตรวจจับวงกลมได้ จึงไม่เหมาะแก่การใช้แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในการตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 การทดลองในสถานกลางแจ้ง การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลภาพล้อแม็ก

จากรูปที่ 4.9 แสดงการทดลองการตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็ก (ครั้งละ 1 ล้อ) เมื่อเลือกตรวจจับวงกลมในแอปพลิเคชันแล้ว ภาพล้อแม็กที่เลือกจะแสดงผลแทนที่ล้อแม็กเดิมผ่านแอปพลิเคชันเท่านั้น จากการทดลองในสถานที่กลางแจ้งเวลาที่ใช้ในการทดลองออกมาเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง แต่ใช้เวลามากกว่าสถานที่ในร่ม เนื่องจากในสถานที่นั้นแสงมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้ขณะตรวจจับวงกลมเกิดความผิดพลาดขึ้นได้

หากตรวจจับวงกลมครั้งละ 2 ล้อ จะทำให้แอปพลิเคชันมีความผิดพลาดได้ สาเหตุเป็นเพราะระยะห่างและขนาดของวงกลมที่ตรวจจับได้ เนื่องจากอัลกอริทึมที่ใช้ในการประมวลผลนั้นจะตรวจจับวงกลมที่มีเส้นรอบวงชัดเจน แม้ว่าเส้นรอบวงจะไม่ครบทั้งวงก็ตาม

4.3 การอภิปรายผล

จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อทดลองในสถานที่ในร่มหรือในอาคารจอดรถ ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีแสงน้อย โดยเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตรวจจับและแสดงผลภาพล้อแม็ก 1.984 วินาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.092 สำหรับการทดลองในสถานที่กลางแจ้ง เวลาเฉลี่ยที่ใช้เป็น 2.071 วินาที และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.098

ทั้งนี้แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง มีข้อจำกัดในหลายส่วน ทำให้กลุ่มผู้ทำการทดลองได้กำหนดค่าในการทดลองดังตารางที่ 4.1 เพื่อให้การทดลองสามารถทำงานได้ดังวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลอง

รถยนต์คันที่	สถานที่ในร่ม	สถานที่กลางแจ้ง
	เวลา (วินาที)	เวลา (วินาที)
1	1.9	2.3
2	1.95	2.05
3	1.85	2.1
4	2	2
5	2.1	2.15
6	1.97	1.99
7	2	2.02
8	2.02	2.09
9	1.9	2.15
10	2.05	1.95
11	1.98	2.03
12	2.05	2.2
13	2.2	2.09
14	1.89	2
15	1.91	1.95
เวลามากที่สุด	2.05	2.3
เวลาน้อยที่สุด	1.85	1.95
เวลาเฉลี่ย (ทั้งหมด)	1.984	2.071
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.092	0.098

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าด้านการประมวลผลภาพที่ค่อนข้างละเอียด ซึ่งการตรวจจับวงกลมมีปัจจัยหลายๆปัจจัยที่เป็นอุปสรรคที่มีผลต่อการประมวลผลภาพ ทำให้แอปพลิเคชันการแสดงภาพล้อแม็กรถยนต์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงทำงานไม่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ แต่จากการทดลองพบว่าแอปพลิเคชันจะทำงานได้มีประสิทธิภาพและถูกต้องในสถานที่ในร่มหรือในอาคารจอดรถและมีการเปลี่ยนแปลงของแสงน้อย การตรวจจับวงกลมและการแสดงผลภาพล้อแม็กจะทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำกับล้อรถยนต์เพียงล้อเดียว แต่ยังสามารถเกิดความผิดพลาดได้เช่นกัน หากเกิดกรณีดังต่อไปนี้

1) แอปพลิเคชันไม่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต
2) สมาร์ตโฟนมีการสั่นสะเทือนอยู่ตลอด
3) มีวงกลมที่อยู่ใกล้กันมากกว่า 1 วง
4) มีแสงสว่างมากหรือน้อยเกินไป จนไม่สามารถตรวจจับเส้นรอบวงได้

เนื่องจากเทคนิคที่ใช้ในการตรวจจับวงกลมและแสดงผลภาพล้อแม็กที่กำหนดไว้ประกอบกับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดข้อผิดพลาดดังกล่าวขึ้น ดังนั้นหากต้องการพัฒนาให้แอปพลิเคชันมากยิ่งขึ้นจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลและทำการทดลองเชิงลึกเป็นอันมาก เพื่อค้นคว้าหาอัลกอริทึมที่ทำให้แอปพลิเคชันใช้งานได้ในทุกสภาพแวดล้อม ปัญหาพิเศษนี้เป็นการช่วยให้การศึกษาและพัฒนาต่อยอดกับบุคคลที่สนใจในเรื่องนี้

5.2 ข้อเสนอแนะ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าในด้านการประมวลผลภาพ ซึ่งอุปสรรคที่มีผลต่อการประมวลผลภาพ อาทิเช่น สภาพแวดล้อม การทำงานของแอปพลิเคชัน สัญญาณรบกวน (Noise) และการตรวจจับวงกลม มีความจำเป็นที่ต้องใช้หน่วยการประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสูง กลุ่มผู้พัฒนาจึงคำนึงถึงประสิทธิภาพของสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตที่ใช้ในการประมวลผล รวมถึงอัลกอริทึมที่มีการประมวลผลการทำงานแบบทันที (Real Time) หากสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตที่ใช้มีประสิทธิภาพที่ไม่สูงพอ จะทำให้การประมวลผลล่าช้า และส่งผลให้แอปพลิเคชันทำงานผิดพลาดได้ ในส่วนของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจะส่งผลให้เกิดสัญญาณรบกวนที่แตกต่างกัน

นอกจากนี้แอปพลิเคชันนี้มีการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลออนไลน์เพื่อรับข้อมูลของล้อแม็กตลอดเวลา จะทำให้ผู้ใช้สิ้นเปลืองอินเทอร์เน็ตในกรณีที่ใช้อินเทอร์เน็ตผ่านผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์ (Operator) ดังนั้นการแก้ปัญหาข้างต้นจึงสามารถทำได้โดยการจำกัดขอบเขตของปัญหาพิเศษอย่างเหมาะสมที่สุดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

สำหรับบุคคลที่สนใจจะศึกษาค้นคว้าและพัฒนาปัญหาพิเศษนี้ต่อเนื่อง สามารถที่จะต่อยอดในส่วนต่างๆได้ดังนี้

1) การตรวจจับวัตถุในลักษณะของวงรี
2) การให้ผู้ใช้เพิ่มล้อแม็กที่ต้องการนอกเหนือจากที่มีให้ในแอปพลิเคชัน
3) การค้นหาร้านเปลี่ยนล้อแม็กโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง
4) การถ่ายรูปล้อแม็กของรถยนต์เพื่อนำมาค้นหากับล้อแม็กที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของแอปพลิเคชันได้

อัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับวงกลมนั้นยังมีความผิดพลาดในบางกรณีเกิดขึ้น จึงทำให้มีการประมวลผลที่ผิดพลาดได้ จึงควรคิดค้นหาอัลกอริทึมที่ช่วยให้เกิดความผิดพลาดน้อยลง ดังนั้นต้องอาศัยการทดลองในขั้นตอนต่างๆ และเป้าหมายในการทดลองจำนวนมาก เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและมีประสิทธิสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

วลัยภรณ์ ช่างคิด, วนัทวิรา ฉันทะจำรัสศิลป์. (ม.ป.ป.). **การพัฒนาสื่อใหม่ด้วยเทคโนโลยี AR : Augmented Reality สื่อใหม่บนโมบายเพื่อบริการและสร้างสรรค์ความรู้**. [Online]. Available : http://dbcar.car.chula.ac.th/km/wp-content/uploads/2014/12/583_3.pdf . เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2558

รองศาสตราจารย์ ดร. ประหยัด จิระวรพงศ์. 2553. **เทคโนโลยีผสานความจริงเสมือน AR : AUGMENTED REALITY.** [Online]. Available : https://www.tcithaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/viewFile/9310/8422. เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2558

พนิดา ตันศิริ. (ม.ป.ป.). **โลกเสมือนผสานโลกจริง Augmented Reality.** [Online]. Available : http://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/30_2/pdf/aw28.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2558

Softengthai. 2556. **Augmented Reality หรือ AR คืออะไร?.** [Online]. Available : http://lprusofteng.blogspot.com/2013/05/augmented-reality-ar.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ตุลาคม 2558

KwangEE. 2555. **การลงโปรแกรมVisual Studio 2010และOpenCV.** [Online]. Available : http://kwangee1245.blogspot.com. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2558

Flalook Glico. 2557. **Playing with OpenCV : Getting Started with Visual Studio.** [Online]. Available : http://www.falook.in.th/2014/04/playing-with-opencv-getting-started.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2558

Undermine. 2553. **ข้อดีของ opencv และจะเขียนได้อย่างไร.** [Online]. Available : http://imageopencv.blogspot.com/2010/02/opencv_11.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2558

SAPJUNIOR. 2557. **Image Processing & OpenCV Installation.** [Online]. Available : https://sapjuniorz.wordpress.com/2014/11/13/image-processing-opencv-installation. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2558

สิริศักดิ์ เลียงวงษ์สันต์. 2555. **การตรวจรูปแบบการเสียของแผ่นบันทึกข้อมูลโดยใช้การประมวลผลภาพและโครงข่ายประสาทเทียม.** [Online]. Available : http://203.158.6.22:8080/sutir/bitstream/123456789/4068/2/Fulltext.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2558

ดุสิตา ล่องเซ่ง. 2552. **Plate Detection in Traffic Control Designed for Video Surveillance System.** [Online]. Available : http://fivedots.coe.psu.ac.th/~kom/wp-content/uploads/2009/07/4810214.pdf. เข้าถึงเมื่อวันที่ 15 ตุลาคม 2558

Anonymous. 2557. **phpMyAdmin คืออะไร.** [Online]. Available : http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2285-phpmyadmin-คืออะไร.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัณฑิตา เดชาพร. 2557. **MySQL.** [Online]. Available : http://panpanzsrp35.blogspot.com/2014/11/mysql-database-management-system-sql.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2558

koongoon. 2556. **ภาษาพีเอชพี(PHP) คืออะไร.** [Online]. Available : https://www.programmerthailand.com/blog/view/4. เข้าถึงเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2558

AllHandWeb. 2556. **ทำความรู้จักกับ JSON คืออะไร.** [Online]. Available : http://www.allhandweb.com/?page=Blog.ShowBlogDetail&blogID=13. เข้าถึงเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2558

Anonymous. 2557. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับล้อแม็กรถยนต์.** [Online]. Available : http://www.kunkroo.com/catalog.php?idp=204. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2558

OTIZ THE OG. 2558. **Offset ล้อแม็ก คืออะไร วันนี้เราจะพาเพื่อนๆไปทำความรู้จักกัน.** [Online]. Available : http://car.boxzaracing.com/knowledge/3147. เข้าถึงเมื่อวันที่ 20 ตุลาคม 2558

บริษัท ออโต้แม็ก วีล จำกัด. (ม.ป.ป.). **ค่า Offset ของล้อแม็กคืออะไร.** [Online]. Available : http://www.automagwheel.com/Wheel-Knowledge/Offset.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2558

บริษัท ออโต้แม็ก วีล จำกัด. (ม.ป.ป.). **ประเภทของล้อแม็ก.** [Online]. Available : http://www.automagwheel.com/Wheel-Knowledge/Wheel-Type.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2558

บริษัท ออโต้แม็ก วีล จำกัด. (ม.ป.ป.). **ตัวอักษรบนล้อแม็กบอกอะไร?.** [Online]. Available : http://www.automagwheel.com/Wheel-Knowledge/Wheel-Symbol.html. เข้าถึงเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

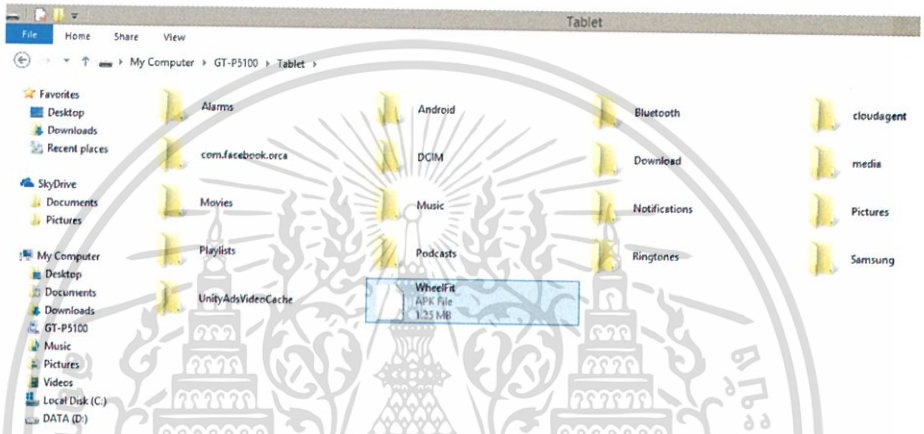
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คู่มือการติดตั้งอย่างละเอียด

1. ทำการเชื่อมต่อระหว่างแท็บเล็ตกับคอมพิวเตอร์
2. เปิด My Computer ในคอมพิวเตอร์ของคุณแล้วเข้าไปที่ไดรฟ์ของแท็บเล็ต ให้ทำการคัดลอกแอปพลิเคชันที่ต้องการจะลงไว้ในไดรฟ์นี้ โดยในตัวอย่างนี้เราจะติดตั้งแอปพลิเคชันที่ชื่อว่า WheelFit.apk (แอปพลิเคชันจะมีนามสกุลว่า apk)

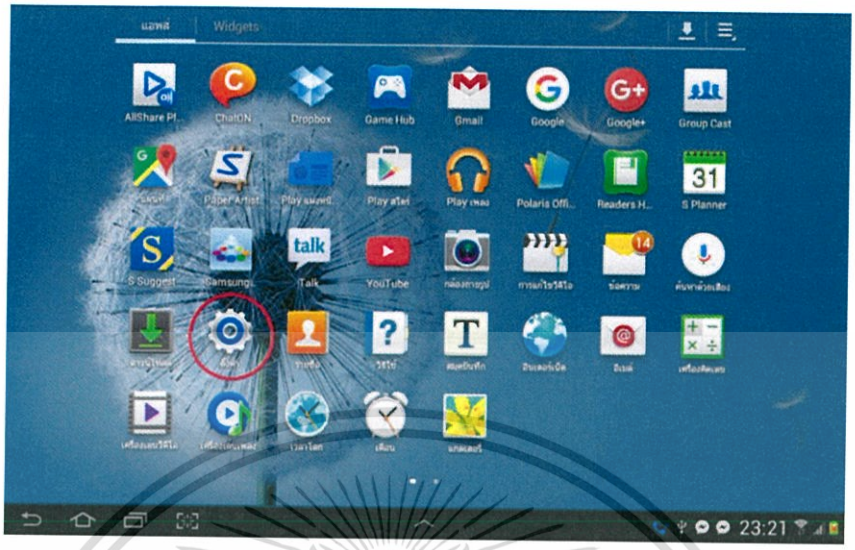


รูปที่ 1 เลือก WheelFit.apk

3. ก่อนทำการติดตั้งแอพพลิเคชั่นให้ทำการ หยุดการเชื่อมต่อระหว่างแท็บเล็ตกับคอมพิวเตอร์ก่อน หากไม่ทำการหยุดการติดต่อจะไม่สามารถลงแอปพลิเคชันได้ เพราะเมื่ออยู่ในระหว่างเชื่อมต่อ แท็บเล็ตจะทำการปิดหน่วยความจำภายในเครื่องไม่ให้ใช้งาน

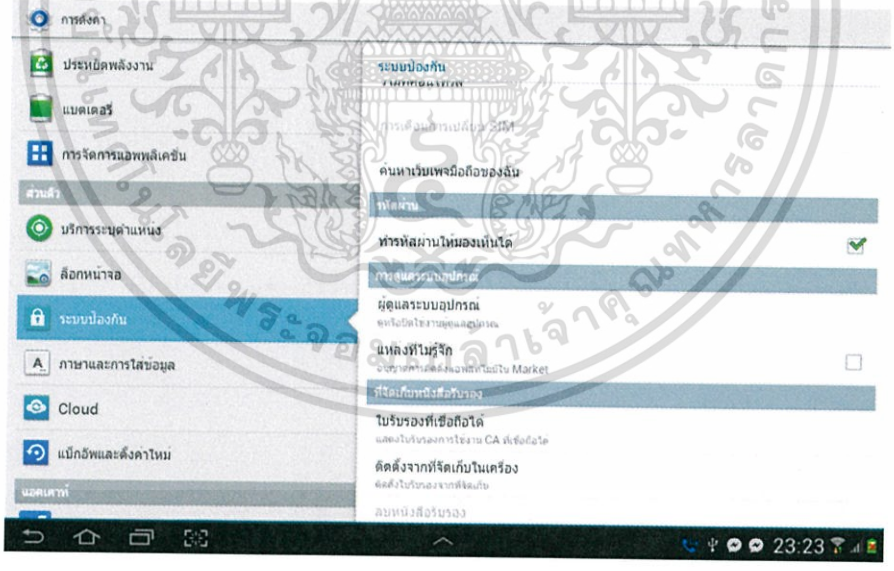
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ให้เข้าสู่หน้าจอ “ตั้งค่า”



รูปที่ 2 เลือกตั้งค่า

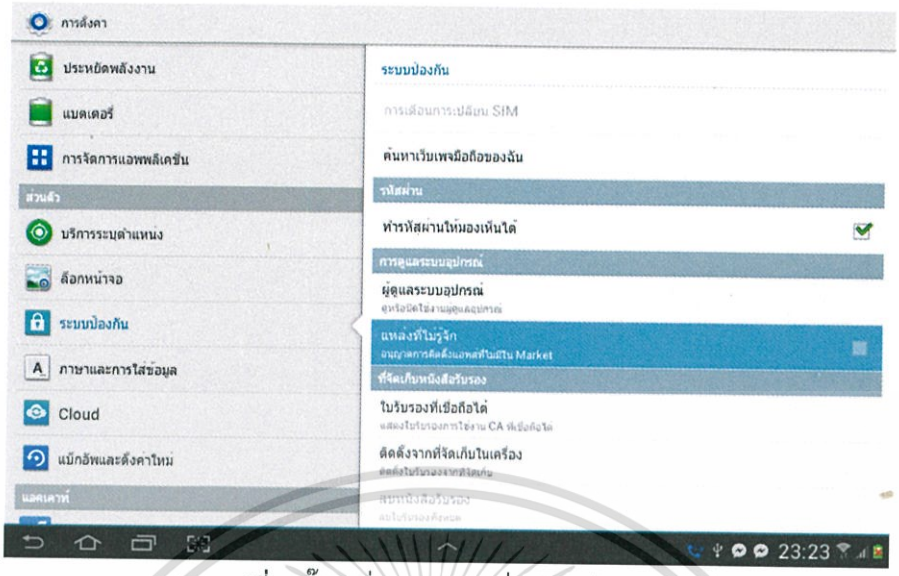
5. เข้าไปตั้งค่าในส่วนของ “ระบบป้องกัน”



รูปที่ 3 ตั้งค่าในส่วนของ “ระบบป้องกัน”

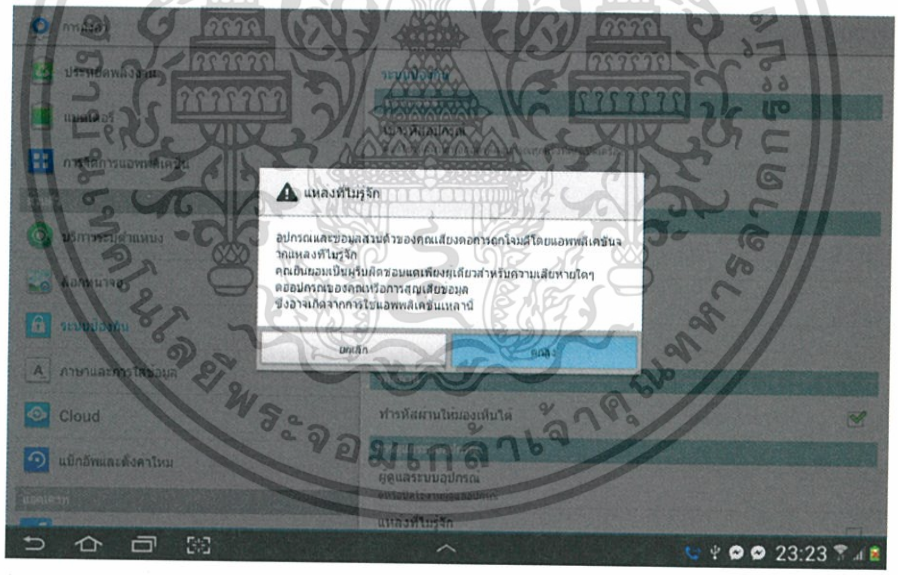
6. ให้ติ๊กเครื่องหมายถูกที่ “แหล่งที่ไม่รู้จัก” เพื่อเป็นการอนุญาตให้ลงโปรแกรมที่ไม่ได้มาจาก google play store สาเหตุที่เราต้องเข้ามาตั้งค่าส่วนนี้เพราะว่า แอปพลิเคชันที่เราลงโดยการคัดลอกมาจากคอมพิวเตอร์นั้น อาจเป็นแอปพลิเคชันอันตรายก็ได้ เพราะแอนดรอยด์ไม่รู้จักที่มา หากเราไม่ติ๊กถูกในส่วนนี้ก็จะลงไม่ได้ แต่ถ้าเราลงแอปพลิเคชันผ่าน google play store ไม่จำเป็นต้องติ๊กถูกส่วนนี้ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 ติ๊กเครื่องหมายถูกที่ “แหล่งไม่รู้จัก”

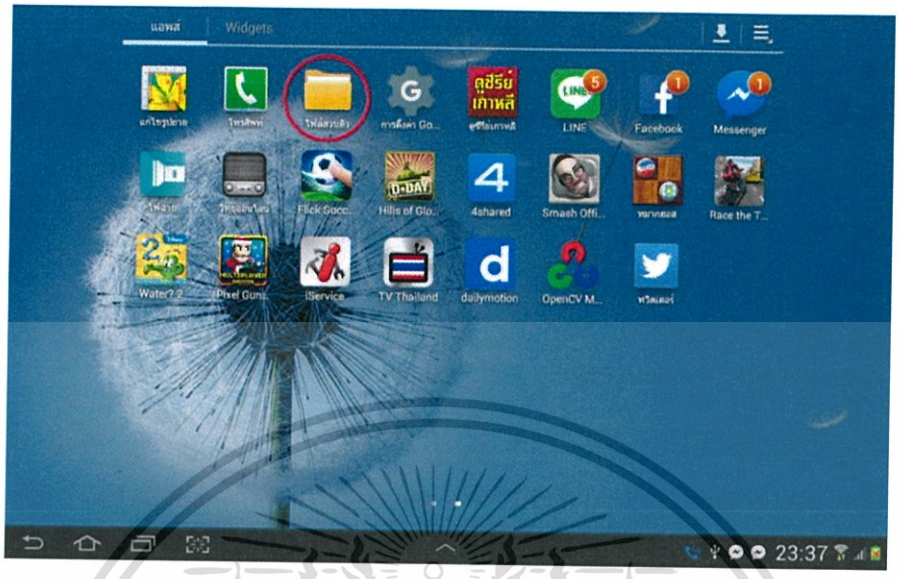
7. ตอบ “ตกลง” เพื่อยืนยัน



รูปที่ 5 เลือก “ตกลง”

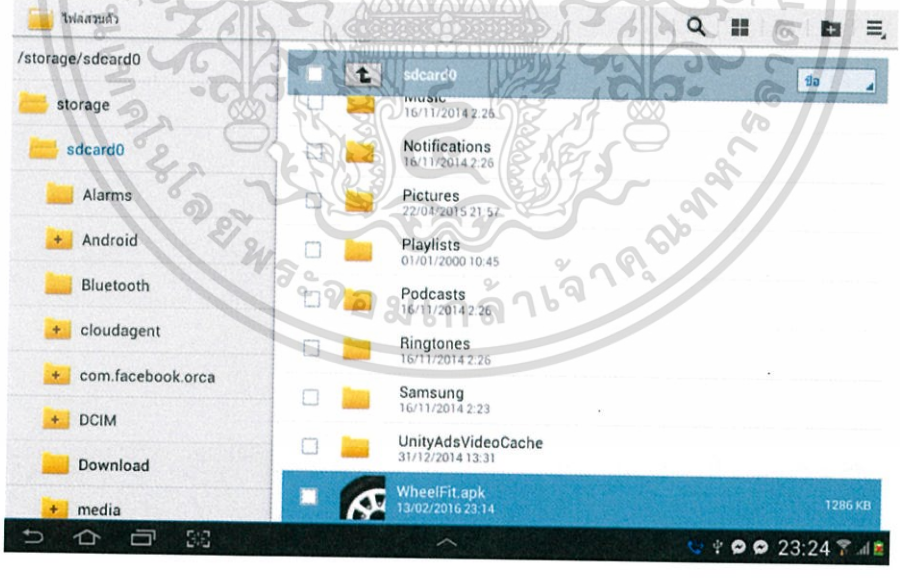
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ให้เข้าไปที่ส่วนของแอพส์ แล้วให้หา “ไฟล์ส่วนตัว” เพื่อหาแอปพลิเคชันที่เราต้องการติดตั้ง



รูปที่ 6 เลือก “ไฟล์ส่วนตัว”

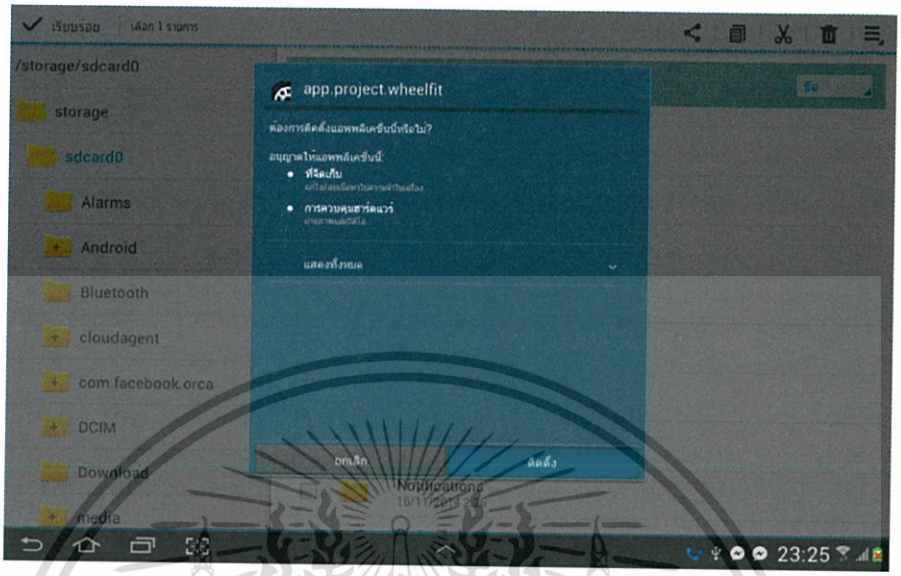
11. ให้มองไปที่ด้านขวามือเพื่อเลื่อนหาแอปพลิเคชัน WheelFit ที่เราต้องการติดตั้ง จากนั้นให้ทำการเลือกแอปพลิเคชันนั้นเพื่อทำการติดตั้งลงบนแท็บเล็ต



รูปที่ 7 เลือก WheelFit.apk เพื่อทำการติดตั้ง

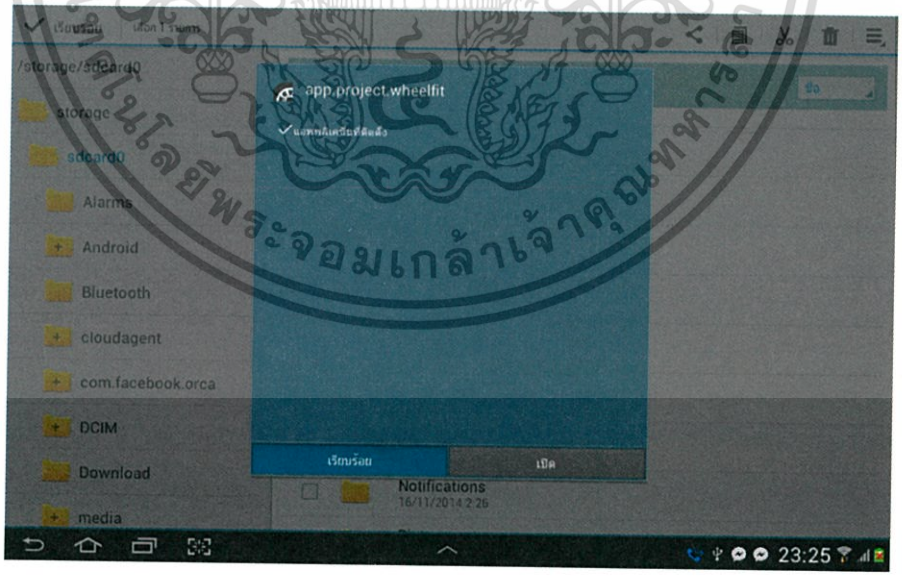
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ระบบจะถามเพื่อยืนยันข้อมูลการติดตั้งว่า “ต้องการติดตั้งแอปพลิเคชันนี้หรือไม่” ให้เราเลือกไปที่ “ติดตั้ง”



รูปที่ 8 เลือก “ติดตั้ง”

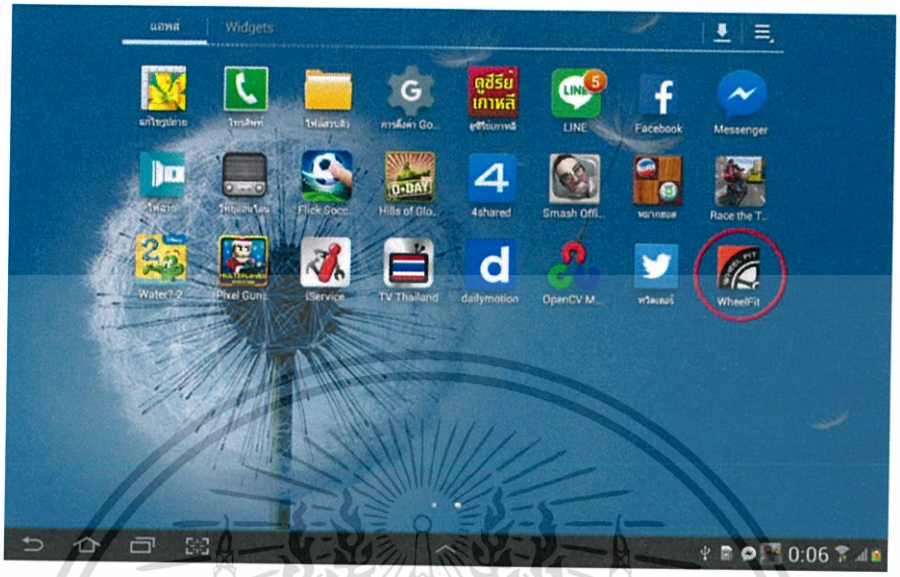
13. เสร็จสิ้นการติดตั้งแอปพลิเคชันให้เลือกที่ “เรียบร้อย” หรืออาจเลือกที่ “เปิด” ก็ได้ ระบบจะทำการเปิดแอปพลิเคชันขึ้นมาให้ใช้งานได้ทันที



รูปที่ 9 เลือก “เรียบร้อย”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ลองเข้าไปในส่วนของแอพส์ เพื่อทำการตรวจสอบการติดตั้ง จะเห็นได้ว่าแอปพลิเคชัน WheelFit นั้น มีให้เลือกใช้งานแล้ว ถือว่าการติดตั้งตั้งเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 10 ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

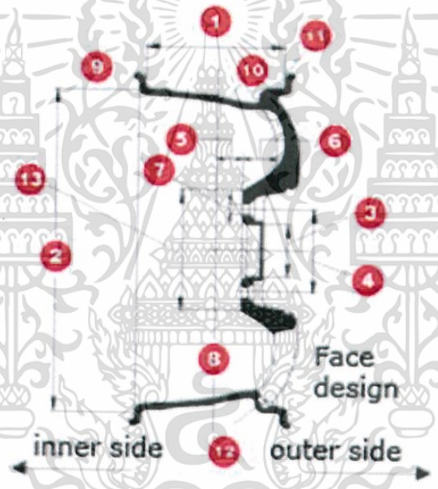
ภาคผนวก ข

ล้อแม็กรถยนต์

1. ความหมายของล้อแม็ก

ในอดีตนั้นล้อแม็กทำจากวัสดุที่เรียกว่าแม็กนิเซียม (Magnisium) เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและระบายความร้อนได้ดี จึงได้มีการนำมาใช้กับรถยนต์ที่ต้องทำความเร็ว หรือรถแข่ง แต่มีข้อด้อยในเรื่องของต้นทุนที่ค่อนข้างสูง และเกิดการสึกกร่อนได้ง่าย จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับรถยนต์ที่ใช้งานกันทั่วไปในท้องตลาด จึงมีการนำอลูมิเนียม อัลลอย (Aluminium Alloy) มาใช้แทน เนื่องจากมีราคาไม่สูงนัก แต่มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับแม็กนิเซียม และได้มีการใช้งานกันมาจนถึงปัจจุบัน แต่บุคคลโดยทั่วไปยังคงนิยมเรียกว่า ล้อแม็ก ซึ่งมาจากแม็กนิเซียม

2. ชื่อเรียกจุดต่างๆ ของล้อ



รูปที่ 1 จุดต่างๆ ของล้อแม็ก

ที่มา : http://www.kunkroo.com/catalog.php?idp=204

คำศัพท์ที่ใช้เรียกจุดต่างๆ ภายในล้อแม็ก

1) ความกว้างของล้อแม็ก (Rim Width)
2) เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ (Wheel Diameter)
3) ช่องกลางล้อ (Center Bore)
4) ระยะห่างรูน็อตของตัวล้อแม็ก (PCD)
5) ค่าออฟเซ็ต (Offset)
6) ตำแหน่งผ้าเบรก (Brake Pad Seat)
7) เส้นผ่านศูนย์กลางรูน๊อต (Bolt Hole Diameter)
8) เส้นกึ่งกลาง (Center Line)
9) ขอบกะทะ (Flange)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) ริมคอนทัวร์ (Rim Contour)
11) บีทซีท (Beat Seat)
12) ช่องวาล์ว (Valve Hole)
13) เส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่ผิวการติดตั้ง (Mounting Surface Diameter)

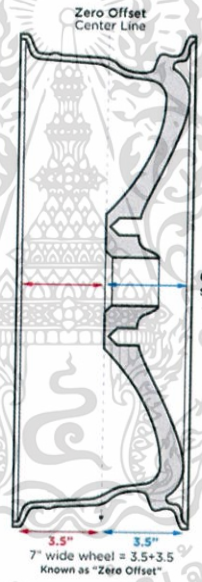
3. ค่าออฟเซ็ต (Offset)

ออฟเซ็ต คือ ค่าของระยะห่าง ระหว่างเส้นแบ่งครึ่งล้อตามแนวขวางกับหน้าแปลนของล้อ (Hub Mounting Surface) โดยมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

ค่าออฟเซ็ตของล้อแม็กสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท

1) ออฟเซ็ตศูนย์ (Offset Zero)

สำหรับล้อแม็กที่มีค่าออฟเซ็ตเป็นศูนย์ ตำแหน่งยึดดุมล้อจะอยู่ศูนย์กลางล้อแม็กพอดี ซึ่งก็คือถ้าล้อแม็กมีหน้ากว้าง 7 นิ้ว ที่ระยะ 3.5 นิ้วจะเห็นตัวหน้าแปลนที่ยึดล้อด้านในจะอยู่ที่จุดกึ่งกลางของล้อพอดี จึงเรียกว่า ออฟเซ็ตศูนย์ ดังรูปที่ 2



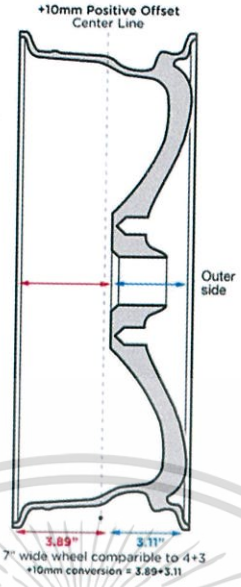
รูปที่ 2 ออฟเซ็ตศูนย์

ที่มา : http://car.boxzaracing.com/knowledge/3147

2) ออฟเซ็ตบวก (Positive Offset)

ล้อแม็กที่มีค่าออฟเซ็ตเป็นบวกนั้น ถ้าวัดจากจุดกึ่งกลางของล้อแม็ก ตำแหน่งหน้าแปลนยึดล้อจะอยู่เยื้องออกมาทางด้านหน้าของล้อแม็ก หรือด้านนอกรถ โดยค่าออฟเซ็ตของล้อแม็กจะมีค่าเป็นบวกเท่ากับเท่าใดสามารถดูได้จากระยะที่เยื้องออกมาจากจุดกึ่งกลาง เช่น ถ้าเยื้องเป็นระยะ 10 มิลลิเมตร ก็จะเรียกว่า ออฟเซ็ต +10 ซึ่งค่าออฟเซ็ตบวกนั้นมักพบกับล้อที่ใช้กับรถยนต์ที่ขับเคลื่อนล้อหน้าเป็นส่วนใหญ่ ดังรูปที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

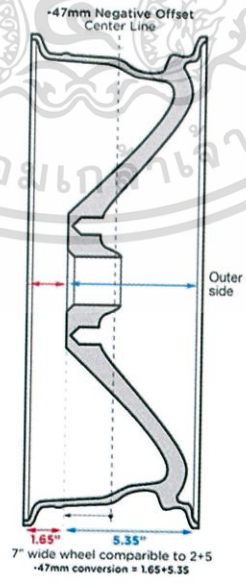


รูปที่ 3 ออฟเซ็ตบวก

ที่มา : http://car.boxzaracing.com/knowledge/3147

3) ออฟเซ็ตลบ (Negative Offset)

ล้อแม็กที่มีค่าออฟเซ็ตเป็นลบ ตำแหน่งหน้าแปลนยึดล้อจะอยู่ถอยเข้าไปด้านในจากจุดกึ่งกลางของล้อแม็ก โดยค่าออฟเซ็ตของล้อแม็กจะมีค่าเป็นลบเท่ากับเท่าใดสามารถดูได้จากระยะที่ถอยเข้าไปจากจุดกึ่งกลาง ถ้าถอยเข้าไปจากจุดศูนย์กลางมากเท่าไร ยิ่งมีค่าติดลบมากเท่านั้น ซึ่งรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยล้อหลังมักจะใช้ล้อแม็กที่มีค่าออฟเซ็ตเป็นลบหรือก็บวกไม่มาก ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ออฟเซ็ตลบ

ที่มา : http://car.boxzaracing.com/knowledge/3147

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การดูค่าออฟเซ็ต

โดยปกติแล้วล้อแม็กส่วนใหญ่มักจะมีตัวเลขบอกไว้ที่ด้านในของล้อ ซึ่งตัวเลขนั้นมักจะอยู่ตามหลังตัวอักษร เช่น "ET 38" ซึ่งหมายถึงออฟเซ็ต 38 นั่นเอง หรือในบางกรณีจะมีเพียงแค่ตัวเลขไม่มีตัวอักษรนำหน้า เช่น "45" ซึ่งหมายถึงออฟเซ็ต 45 ดังรูปที่ 5

รูปที่ 5 ค่าออฟเซ็ตของล้อแม็ก
ที่มา : http://www.automagwheel.com/Wheel-Knowledge/Offset.html

5. ประเภทของล้อแม็ก

ประเภทของล้อแม็กโดยดูจากโครงสร้าง จะสามารถจำแนกล้อแม็กออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้ดังต่อไปนี้

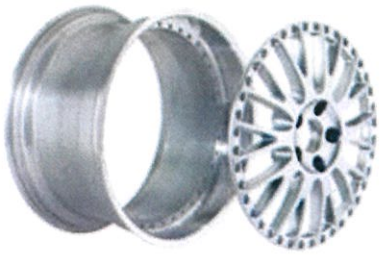
1) ล้อแม็กแบบชิ้นเดียว (1 Piece Wheel)
เป็นล้อแม็กที่มีริม (Rim) กับ ดิสก์ (Disk) เป็นชิ้นเดียวกัน ดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 ล้อแม็กแบบชิ้นเดียว
ที่มา : http://www.automagwheel.com/Wheel-Knowledge/Wheel-Type.html

2) ล้อแม็กแบบประกอบ (Assembly Wheel)
เป็นล้อแม็กที่มี ริม กับ ดิสก์มาประกอบกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

- ล้อแม็กแบบ 2 ชิ้น (2 Piece Wheel)
  เป็นล้อแม็กที่มี 2 ชิ้นส่วนมาประกอบกันคือ ริม กับ ดิสก์ ดังรูปที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 ล้อแม็กแบบ 2 ชิ้น
ที่มา : http://www.rh-wheels.com/index.cfm?P=multiPiece

- ล้อแม็กแบบ 3 ชิ้น
  เป็นล้อแม็กที่ประกอบเชื่อมส่วนที่เป็นริม 2 ส่วน กับ ดิสก์เข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 ล้อแม็กแบบ 3 ชิ้น
ที่มา : http://www.rh-wheels.com/index.cfm?P=multiPiece

- ล้อแม็กชนิดซี่ลวด (Wire Wheel)
  มีลักษณะคล้ายล้อของจักรยาน ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9 ล้อแม็กชนิดซี่ลวด
ที่มา : http://www.automagwheel.com/Wheel-Knowledge/Wheel-Type.html

6. รูปแบบของล้อแม็ก

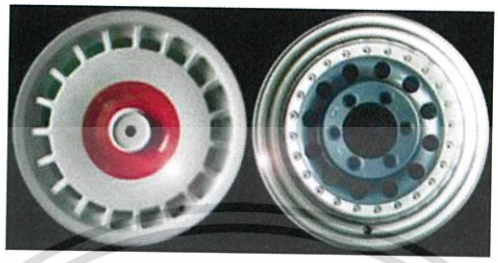
โดยปกติแล้วล้อแม็กทุกๆ ประเภทที่ถูกผลิตจากโรงงานล้อแม็กชั้นนำ จะต้องผ่านการทดสอบในเรื่องของความแข็งแรง แต่ก็มีความจำเป็นที่จะต้องเลือกให้เหมาะสมกับประเภทของการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานด้วย เช่น การไม่ใช้ล้อแม็กที่ก้านเล็กกับรถที่จะต้องบรรทุกหรือวิ่งในเส้นทางที่เป็นถนนขรุขระ เพราะอาจจะทำให้เกิดการชำรุดเสียหายได้ง่าย โดยได้ยกตัวอย่างล้อแม็กรูปแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ประเภทจาน (Disc Type)

ล้อแม็กในลักษณะนี้ถูกออกแบบมาเพื่อการรองรับน้ำหนักโดยเฉพาะ มักพบมากในรถที่ต้องบรรทุกหรือรับน้ำหนักจากสิ่งของ เป็นต้น ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 รูปแบบล้อแม็กประเภทจาน
ที่มา : http://www.kunkroo.com/catalog.php?idp=204

2) ประเภทก้านใหญ่ (Spoke Type)

ล้อแม็กลักษณะนี้จะมีความสวยงามมากกว่าแบบจาน แต่ยังคงความสามารถในเรื่องของการรับน้ำหนักได้ดีพอควร จึงสามารถใช้ได้ทุกสภาพถนน โดยอาจจะเป็นรถนั่งขนาดใหญ่หรือรถซีดาน ดังรูปที่ 11

รูปที่ 11 รูปแบบล้อแม็กประเภทก้านใหญ่
ที่มา : http://www.kunkroo.com/catalog.php?idp=204

3) ประเภทก้านเล็ก (Fin Type)

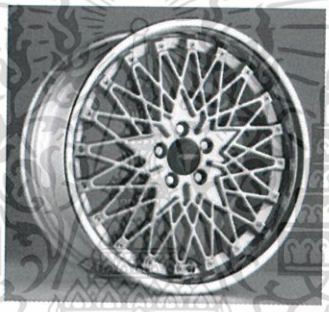
มีการออกแบบให้ดูสวยงาม มีก้านเรียวเล็ก โปร่ง จึงดูน่าใช้งาน แต่ก็เช่นเดียวกันการแบกรับน้ำหนักย่อมน้อยไปด้วย จึงเหมาะกับการใช้ในสภาพถนนที่เรียบและควรหลีกเลี่ยงสภาพถนนที่เป็นหลุมหรือขรุขระ ดังรูปที่ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 12 รูปแบบล้อแม็กประเภทก้านเล็ก
ที่มา : http://www.kyowadesigns.com/view-wheel/626-flat-black

4) ประเภทตาข่าย (Mesh Type)

มีลักษณะที่เป็นการผสมผสานกัน โดยมีการใช้ก้านที่เล็กแต่ออกแบบให้มีก้านเพิ่มมากขึ้นเป็นรูปแบบคล้ายตาข่าย เพื่อเพิ่มความแข็งแรง แต่มักมีปัญหาในเรื่องของการทำความสะอาด ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 รูปแบบล้อแม็กประเภทตาข่าย
ที่มา : http://www.kyowadesigns.com/read-news/new-wheel-mesh-zero-now-in-stock-

7. ความหมายของเครื่องหมายต่างๆ ที่อยู่บนล้อแม็ก

เช่น 15 x 6 JJ +38 4 100

ตารางที่ 1 ความหมายของเครื่องหมายต่างๆ ที่อยู่บนล้อแม็ก

อักษร	ชื่อเรียก	ความหมาย	หน่วยวัด
15	Rim Diameter	เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อแม็ก	นิ้ว
6	Rim Width	ความกว้างของล้อแม็ก	นิ้ว
JJ	Flange Profile	ลักษณะของขอบล้อแม็ก	-
+38	Offset	ค่าออฟเซ็ต	มิลลิเมตร
4	Number of Holes	จำนวนรูที่ยึดกับดุม	รู
100	P.C.D	ระยะห่างรูน็อตของตัวล้อแม็ก	มิลลิเมตร

ที่มา : http://www.automagwheel.com/Wheel-Knowledge/Wheel-Symbol.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เครื่องหมายมาตรฐานที่อยู่บนล้อแม็ก

1) JWL

JWL (Japan Wheel Light Metal) เป็นเครื่องหมายมาตรฐานสำหรับล้อรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งออกโดยกระทรวงคมนาคมของประเทศญี่ปุ่น

2) JWL-T

JWL-T (Japan Wheel Light Metal for Truck) เป็นเครื่องหมายมาตรฐานสำหรับล้อรถบรรทุกเล็ก ซึ่งออกโดยกระทรวงคมนาคมของประเทศญี่ปุ่น

3) VIA

VIA (Vehicle Inspection Association) เป็นเครื่องหมายมาตรฐานจากสมาคมทดสอบยานยนต์ของประเทศญี่ปุ่นซึ่งโรงงานผู้ผลิตล้อจะต้องผ่านการตรวจสอบจากสมาคมนี้ก่อน จึงจะสามารถนำอักษรนี้มาลงได้

4) เครื่องหมายทั่วไป

- ET
  เป็นสัญลักษณ์ย่อของค่าออฟเซ็ต
- H2
  คือ Double Hump (Round)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้