

แอปพลิเคชันหาปริมาณของวัตถุและแคลอรีบนแอนดรอยด์

โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

APPLICATION FOR VOLUME AND CALORIES  
CALCULATION OF OBJECTS ON ANDROID USING  
IMAGE PROCESSING



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดุษฎีบัณฑิต  
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)  
ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2559

แอปพลิเคชันหาปริมาตรของวัตถุและแคลอรีบนแอนดรอยด์

โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

APPLICATION FOR VOLUME AND CALORIES

CALCULATION OF OBJECTS ON ANDROID USING

IMAGE PROCESSING



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION FOR VOLUME AND CALORIES  
CALCULATION OF OBJECTS ON ANDROID USING  
IMAGE PROCESSING



THANATCHAYA SAKSOPIT  
YAMONPHON LAMCHIAK  
VARISARA JONGCHAROENRATANAKUL

A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF  
THE REQUIREMENT 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 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ

แอปพลิเคชันหาปริมาตรของวัตถุและแคลอรีบนแอนดรอยด์  
โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ

Application for Volume and Calories Calculation of  
Objects on Android Using Image Processing

ชื่อนักศึกษา

นางสาวธนัชญา ศักดิ์โสภีษฐ์ รหัสนักศึกษา 56050268

นางสาวยมลพร ลำเจียก รหัสนักศึกษา 56050356

นางสาววิศรา จงเจริญรัตน์กุล รหัสนักศึกษา 56050368

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ภาควิชา

วิทยาการคอมพิวเตอร์




ปีการศึกษา

2559

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.วรางคณา กัมปาน

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้  
ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการ  
คอมพิวเตอร์) ประจำปีการศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.กฤษฎา บุศรา ประธานกรรมการ	
ดร.รุ่งรัตน์ เวียงศรีพนาวลัย กรรมการ	
ผศ.ดร.วรางคณา กัมปาน กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

T149523

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	แอปพลิเคชันหาปริมาตรของวัตถุและแคลอรีบนแอนดรอยด์ โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ Application for Volume and Calories Calculation of Objects on Android Using Image Processing
ชื่อนักศึกษา	นางสาวรัชชญา ศักดิ์โสภีรักษ์ รหัสนักศึกษา 56050268 นางสาวยมลพร ลำเจียก รหัสนักศึกษา 56050356 นางสาววิศรา จงเจริญรัตนกุล รหัสนักศึกษา 56050368
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วรางคณา กิมปาน

### บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้ นำเสนอแอปพลิเคชันการหาปริมาตรและแคลอรีของวัตถุ ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อติดตั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้หลักการประมวลผลภาพอิมเมจโพรเซสซิง เพื่อคำนวณหาปริมาตรของเครื่องดื่มที่บรรจุอยู่ในภาชนะบรรจุภัณฑ์รูปทรงมาตรฐาน ซึ่งแอปพลิเคชันนี้ได้นำเซ็นเซอร์แอคเซเลอโรมิเตอร์ (Accelerometer Sensor) ที่มีอยู่ในสมาร์ทโฟน มาใช้ในการวัดความเคลื่อนไหวเชิงมุมของสมาร์ทโฟน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลผลภาพ นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถนำแอปพลิเคชันการหาปริมาตรของวัตถุไปใช้เพื่อคำนวณหาพลังงานของเครื่องดื่มได้ โดยสามารถเลือกประเภทของเครื่องดื่มได้ทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ เครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้ กาแฟ นม สมุนไพร น้ำอัดลม และชา

การทดสอบแอปพลิเคชันกระทำโดยนำภาชนะบรรจุเครื่องดื่มที่มีขนาดต่างกัน 6 แบบ ได้แก่ แก้วพลาสติกขนาดเล็ก แก้วพลาสติกขนาดกลาง แก้วพลาสติกขนาดใหญ่ ขวดขนาดเล็ก ขวดขนาดกลาง และขวดขนาดใหญ่ บรรจุเครื่องดื่มทั้งหมด 6 ประเภท มาคำนวณหาขนาดและปริมาตรเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมือทั่วไปวัดขนาดและปริมาตรของเครื่องดื่มจริง ซึ่งจากผลการทดสอบแอปพลิเคชันนี้มีความแม่นยำในการคำนวณโดยเฉลี่ยร้อยละ 95.33

**คำสำคัญ :** การประมวลผลภาพ แอคเซเลอโรมิเตอร์ ปริมาตร แคลอรี

<b>Title</b>	Application for Volume and Calories Calculation of Objects On Android Using Image Processing	
<b>Students</b>	Miss Thanatchaya Saksopit	Student ID 56050268
	Miss Yamonphon Lamchiak	Student ID 56050356
	Miss Varisara Jongcharoenratanakul	Student ID 56050368
<b>Degree</b>	Bachelor of Science (Computer Science)	
<b>Department</b>	Computer Science	
<b>Faculty</b>	Science	
<b>University</b>	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)	
<b>Academic Year</b>	2016	
<b>Advisor</b>	Asst.Prof.Dr. Warangkhana Kimpan	

### Abstract

This special problem presents an application for volume and calories calculation of objects on Android using Image Processing. This application uses imaging processing principles to calculate the volume of beverage contained in standard shape containers and uses the Accelerometer and Gyroscope Sensors available on the smartphone to measure the angular movement to help improve image processing. In addition, the users can apply the volume determination application to calculate the calorie content of drinks. There are 6 types of beverages for users to choose: juices, coffee, milk, herbs, soft drinks and tea.

Application testing was done by using 6 different sizes of containers: small plastic glasses, medium plastic glasses, large plastic glasses, small bottles, medium bottles and large bottles. The 6 different sizes of containers contained those 6 types of beverages in order to calculate the volume and calories. The comparison results between using common tools and the application to calculate the size and volume of the actual drink found that the application has the percentage of an average accuracy at 95.33

**Keywords** : Image Processing, Accelerometer sensor, Volume, Calories

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรางคณา กัมปาน อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงาน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย

ขอขอบพระคุณ ดร.รุ่งรัตน์ เวียงศรีพนาวัลย์ และ ผศ.กฤษฎา บุศรา ที่ช่วยแนะนำแนวทาง และเสนอทางเลือกอื่นๆ ในการแก้ไขปัญหา

ขอขอบพระคุณพี่บัณฑิต ได้แก่ นายพงศ์พิชา ศิริวิมลสัทยา ที่ช่วยให้ความรู้สำหรับการทำปัญหาพิเศษนี้

ขอขอบคุณน้องๆ และเพื่อนๆ ในภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ที่เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษเรื่องนี้

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้จัดทำเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ธัญญา ศักดิ์โสภิชฐ์

ยมลพร ลำเจียก

วริศรา จงเจริญรัตนกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ.....	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>3</b>
2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing).....	3
2.1.1 แบบจำลองสี (Color Model).....	3
2.1.2 การหาขอบภาพโดยวิธี Canny Edge Detection Algorithm.....	4
2.2 OpenCV (Open Source Computer Vision).....	7
2.3 ความหมายของคอมพิวเตอร์วิชั่น.....	8
2.4 ตรรกศาสตร์.....	8
2.5 สูตรการคำนวณหาปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิต.....	10
2.6 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ (Android Architecture).....	11
2.7 Android studio.....	13
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
2.9 แอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....</b>	<b>17</b>
3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ .....	17
3.2 การออกแบบระบบ .....	18
3.2.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) .....	18
3.2.2 ตารางแสดงคำอธิบายของผู้ใช้ (Use Case Description).....	19
3.2.3 แผนภาพกิจกรรมของระบบ (Activity Diagram) .....	21
3.2.4 แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน (Sequence Diagram) .....	22
3.2.5 การออกแบบกระบวนการทำงานของ Image Processing Module .....	24
3.3 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface).....	30
<b>บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล .....</b>	<b>33</b>
4.1 การทดสอบฟังก์ชันการคำนวณหาขนาดและปริมาตรของวัตถุ .....	33
4.1.1 ทดสอบวัดปริมาตรน้ำในแก้ว .....	34
4.1.2 ทดสอบวัดปริมาตรน้ำในขวด .....	36
4.1.3 การเปรียบเทียบขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไปกับการวัดขนาด ปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal.....	37
4.1.4 ทดสอบการวัดปริมาตรในสภาพแวดล้อมต่างๆ .....	39
4.1.5 การเปรียบเทียบการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพ แวดล้อมต่างๆกับขนาดและปริมาตรจริงของเครื่องตม .....	47
4.2 การทดสอบฟังก์ชันการคำนวณหาแคลอรี .....	49
4.2.1 การทดสอบแคลอรีของเครื่องตมประเภทสมุนไพร .....	49
4.2.2 การทดสอบแคลอรีของเครื่องตมประเภทน้ำผลไม้ .....	49
4.2.3 การทดสอบแคลอรีของเครื่องตมประเภทน้ำอัดลม.....	50
4.2.4 การทดสอบแคลอรีของเครื่องตมประเภทนม.....	50
4.2.5 การทดสอบแคลอรีของเครื่องตมประเภทกาแฟ .....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.6 การทดสอบแคลอริ์ของเครื่องตีประเภทชา .....	51
4.3 อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm) .....	52
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ</b> .....	<b>57</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	57
5.2 ข้อจำกัดของปัญหาพิเศษ .....	57
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	57
เอกสารอ้างอิง .....	58
ภาคผนวก .....	59
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งาน .....	60
ภาคผนวก ข วิธีการติดตั้งไลบรารี OpenCV สำหรับใช้งานใน Android Studio .....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การนำเข้ารูปภาพจากกล้องถ่ายภาพหรือแกลอรี่ .....	19
3.2 การประมวลผลรูปภาพที่นำเข้มาจากกล้องถ่ายภาพหรือแกลอรี่.....	20
3.3 การคำนวณหาแคลอรี่ของเครื่องดื่ม .....	20
4.1 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไป .....	37
4.2 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal .....	38
4.3 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรระหว่างเครื่องมือ .....	38
4.4 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย .....	47
4.5 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย กับขนาดและปริมาตร จริงของเครื่องดื่ม โดยคิดเป็นร้อยละ .....	48
4.6 ตารางแสดงตัวอย่างปริมาณแคลอรี่ที่แอปพลิเคชันคำนวณได้ .....	52
4.7 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm) .....	53
4.8 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไปกับ แอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm).....	53
4.9 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฮาฟไลน์ (Houghlines Algorithm).....	54
4.10 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไปกับ แอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฮาฟไลน์ (HoughlinesAlgorithm).....	55
4.11 การเปรียบเทียบความแม่นยำของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm) กับอัลกอริทึมฮาฟไลน์ (Houghlines Algorithm).....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16 หน้าจอแสดงชนิดของเครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี.....	31
3.17 หน้าจอแสดงเครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี .....	31
3.18 หน้าจอแสดงผลลัพธ์แคลอรี.....	32
4.1 วัตถุที่นำมาใช้วัดขนาดและปริมาตร .....	33
4.2 แก้วขนาดที่ 1.....	34
4.3 แก้วขนาดที่ 2.....	34
4.4 แก้วขนาดที่ 3.....	35
4.5 ขวดขนาดที่ 1 .....	36
4.6 ขวดขนาดที่ 2 .....	36
4.7 ขวดขนาดที่ 3 .....	37
4.8 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์.....	39
4.9 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในแสงธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์.....	39
4.10 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในแสงธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์ .....	40
4.11 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ โดยใช้ฉากสีขาว .....	40
4.12 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในแสงธรรมชาติ โดยใช้ฉากสีขาว.....	41
4.13 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในแสงธรรมชาติ โดยใช้ฉากสีขาว.....	41
4.14 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ โดยไม่มีฉากหลัง .....	42
4.15 ผลการทดสอบในแสงธรรมชาติ โดยไม่มีฉากหลัง .....	42
4.16 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย โดยใช้อุปกรณ์ .....	43
4.17 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในที่แสงน้อย โดยใช้อุปกรณ์.....	43
4.18 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในที่แสงน้อย โดยใช้อุปกรณ์ .....	44
4.19 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย โดยใช้ฉากสีขาว .....	44
4.20 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในที่แสงน้อย โดยใช้ฉากสีขาว .....	45
4.21 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในที่แสงน้อย โดยใช้ฉากสีขาว .....	45
4.22 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่แสงน้อย โดยไม่มีฉากหลัง.....	46
4.23 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มและน้ำสีอ่อนในที่แสงน้อย โดยไม่มีฉากหลัง.....	46
4.24 ปริมาณแคลอรีของน้ำเก๊กฮวย.....	49
4.25 ปริมาณแคลอรีของน้ำส้ม .....	49
4.26 ปริมาณแคลอรีของน้ำอัดลม.....	50
4.27 ปริมาตรแคลอรีของนมเย็น .....	50

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.28 ปริมาตรแคลอรีของกาแฟอเมริกาโน่ .....	51
4.29 ปริมาตรแคลอรีของชาเย็น .....	51
4.30 ตัวอย่างการสร้างเส้นตรงโดยพีตตั้งไลน์ (ก) กับการค้นหาเส้นตรงโดยฮาฟไลน์ (ข) .....	52
ก.1 ไอคอนของแอปพลิเคชัน .....	60
ก.2 หน้าจอ Loading .....	61
ก.3 หน้าจอการใช้งานเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน VolCal.....	62
ก.4 หน้าสำหรับนำเข้าสู่ข้อมูลภาพจากคลังรูปภาพ.....	63
ก.5 หน้าจอการแสดงผลการวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุ .....	64
ก.6 หน้าจอแสดงชนิดของเครื่องมือที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี.....	65
ก.7 หน้าจอแสดงเครื่องมือที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี .....	66
ก.8 หน้าจอแสดงผลลัพธ์แคลอรี.....	67
ข.1 หน้าต่างของเว็บไซต์ <a href="http://opencv.org/releases.html">http://opencv.org/releases.html</a> .....	68
ข.2 หน้าต่างการสร้างโปรเจคใหม่ของโปรแกรม Android Studio.....	68
ข.3 การเลือกไลบรารี OpenCV เพื่อนำมาใช้กับโปรเจค.....	69
ข.4 การเข้าเมนู Module Settings.....	69
ข.5 การ Add Module OpenCV.....	70
ข.6 การเลือก Module OpenCV .....	70
ข.7 การสร้าง JNI folder.....	71
ข.8 โฟลเดอร์ OpenCV-android-sdk .....	71
ข.9 โฟลเดอร์ jniLibs .....	72
ข.10 ตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชัน Canny ของไลบรารี OpenCV .....	72

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โดยทั่วไปการวัดขนาดและการหาปริมาตรของวัตถุรูปทรงต่างๆในชีวิตประจำวัน จำเป็นต้องใช้การวัด และหลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวัตถุแต่ละรูปทรงจะใช้สูตรการคำนวณที่แตกต่างกันไป ดังนั้นการวัดปริมาตรของวัตถุด้วยตนเองโดยใช้เครื่องมือทั่วไป เช่น ไม้บรรทัด หรือ ตลับเมตร แล้วนำมาคำนวณเองนั้นอาจเกิดความยุ่งยากและให้ผลลัพธ์ที่ไม่แม่นยำเท่าที่ควร

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของแนวคิดปัญหาพิเศษนี้ คือ การศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถคำนวณหาขนาดและปริมาตรของวัตถุรูปทรงต่างๆ ในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการคำนวณหาปริมาณแคลอรีของเครื่องดื่มแต่ละชนิดจากปริมาตรของวัตถุในแต่ละรูปทรง ซึ่งจะพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาจาวา โดยติดตั้งใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แอปพลิเคชันนี้จะมีการนำเข้าข้อมูลจากการถ่ายภาพของวัตถุนั้นๆ มาทำการประมวลผลภาพเพื่อหาขนาดและปริมาตรของวัตถุและใช้เซ็นเซอร์บางตัวที่อยู่ในสมาร์ตโฟนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการทำงานของแอปพลิเคชัน รวมไปถึงการพัฒนาต่อยอดเพื่อคำนวณหาปริมาณแคลอรีของเครื่องดื่มแต่ละชนิดจากปริมาตรของวัตถุในแต่ละรูปทรง

### 1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

- 1) พัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่ออำนวยความสะดวกในการวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) ลดความยุ่งยากซับซ้อนในการคำนวณขนาดและปริมาตรของเครื่องดื่ม

### 1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

- 1) แอปพลิเคชันนี้รองรับการใช้งานบนโทรศัพท์สมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 2) แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลได้เฉพาะรูปทรงมาตรฐานของขวดน้ำและแก้วน้ำเท่านั้น (รูปทรงกระบอก และรูปทรงกรวยตัด)
- 3) แอปพลิเคชันสามารถบอกปริมาณแคลอรีของเครื่องดื่มแต่ละประเภทได้

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานแอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันสามารถวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุรูปทรงมาตรฐานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ
- 3) ผู้ใช้งานสามารถคำนวณหาปริมาณแคลอรีจากปริมาตรรูปทรงมาตรฐานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

- 1) ฮาร์ดแวร์
  - เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา จำนวน 3 เครื่อง
  - โทรศัพท์สมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จำนวน 2 เครื่อง
- 2) ซอฟต์แวร์
  - Android Studio
  - Adobe Photoshop



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital Image Processing)

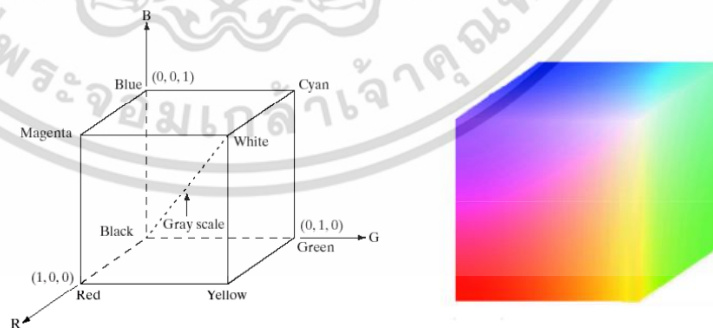
การประมวลผลภาพดิจิทัล [1] เป็นเทคนิคในการจัดการภาพ ซึ่งอยู่ในรูปแบบของข้อมูลภาพดิจิทัล โดยนำอัลกอริทึมต่าง ๆ มาใช้ในการจัดการภาพ เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ และหาผลลัพธ์ของภาพตามที่ต้องการ เป็นต้น ซึ่งในที่นี้จะอธิบายเฉพาะพื้นฐานและเทคนิคที่ใช้ในการประมวลผลภาพที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้ ได้แก่ แบบจำลองสี การทำเทรซโฮลด์ และการหาขอบของรูปภาพ

#### 2.1.1 แบบจำลองสี (Color Model)

แบบจำลองสีเป็นวิธีที่กำหนดสีต่างๆ ให้เป็นแบบมาตรฐาน ซึ่งแบบจำลองสีในแต่ละแบบจำลองสีก็จะมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป จึงเหมาะสมสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกัน ในแบบจำลองของสีนั้นจะใช้สีหลักๆ ที่เรียกว่าแม่สีมาผสมผสานกลมกลืนกันเพื่อใช้ในการแสดงค่าสีอื่นๆ โดยแม่สีหลักนั้นจะแตกต่างกันไปตามแบบจำลองแต่ละชนิด

##### 1) แบบจำลองสี RGB (RGB Color Model)

แบบจำลองสีนี้เป็นแบบจำลองของแม่สีหลัก 3 (Primary Color Primary Color) ซึ่งเป็นสิ่งที่เกิดจากการรวมกันของแสง (Additive Color) ประกอบด้วยสีที่สำคัญ 3 สีด้วยกัน ได้แก่ สีแดง (Red) สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) แสดงดังรูปที่ 2.1 ถูกนำมาใช้งานในด้านการแสดงผลข้อมูลบนจอภาพ รวมไปถึงการเก็บข้อมูลภาพในระบบคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.1 แบบจำลองสี RGB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) แบบจำลองสี Grayscale

แบบจำลองสี Grayscale คือระบบที่มีค่าของสีแดง สีเขียว และ สีน้ำเงิน เท่ากัน ภาพจึงออกมาในโทนสี ขาวดำ แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แบบจำลองสี Grayscale

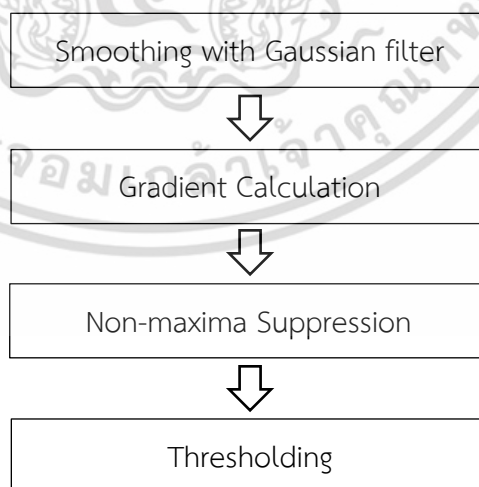
## 3) การแปลงระบบสี RGB เป็นระบบสี Grayscale

การแปลงระบบสี RGB เป็นระบบสี Grayscale นั้นจะทำการคิดคำนวณค่าในแต่ละจุดสี โดยแทนค่า RGB ทั้งสามค่าใหม่ตามสูตร  $0.2989 * R + 0.5870 * G + 0.1140 * B$  เมื่อค่าของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงินเท่ากันหมดแล้วจึงได้เป็นสีแบบ Grayscale

### 2.1.2 การหาขอบภาพโดยวิธี Canny Edge Detection Algorithm

การหาขอบภาพ คือ การตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว

ขั้นตอนการหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการหาขอบโดยวิธีของ Canny

ขั้นตอนการทำงานของ Canny edge detection นั้นเริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian filter) เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจะคำนวณค่าขนาด (Magnitude) และทิศทาง (Orientation) ของ Gradient โดยใช้การหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง ในขั้นตอนถัดมาจึงใช้ Non-maxima Suppression กับ Gradient Magnitude เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลง และในขั้นตอนสุดท้ายจะใช้ Double Thresholding Algorithm เพื่อระบุพิกเซลที่เป็นขอบและช่วยเชื่อมต่อขอบ โดยในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1) การขจัดสัญญาณรบกวน (Smoothing with Gaussian Filter)

ในขั้นตอนแรกของการหาขอบโดยอัลกอริทึมนี้จะต้องกำจัดสัญญาณรบกวนออกก่อนโดยใช้ตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian Filter) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการใช้หน้าตา (Mask) ขนาดเล็ก ขนาดของหน้าตาต่างเกาส์เซียนนี้ หากมีขนาดกว้างจะมีผลทำให้ลดสัญญาณรบกวนได้มาก แต่ถ้ากว้างมากเกินไปจะมีผลทำให้ขอบย่อยๆ ที่เป็นส่วนรายละเอียดนั้นหายไป สำหรับการคำนวณที่ได้จากการใช้ตัวกรองเกาส์เซียน เป็นดังสมการที่ (2.1)

$$S_{i,j} = G(i,j;\sigma) * I(i,j) \quad (2.1)$$

เมื่อ $S_{i,j}$	คือ ภาพภายหลังการกรอง
$G(i,j)$	คือ ตัวกรองแบบเกาส์เซียน
$I(i,j)$	คือ ภาพที่ต้องการหาขอบ
$\sigma$	คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการกระจาย

### 2) คำนวณหาทิศทางการเป็นขอบภาพ (Gradient Calculation)

ในขั้นแรกนำ Smoothing Image  $S_{i,j}$  มาสร้าง x, y Partial derivatives  $P_{i,j}$  และ  $Q_{i,j}$  ตามลำดับ ดังสมการที่ (2.2) และ (2.3)

$$P_{i,j} = \frac{S_{i,j+1} - S_{i,j} + S_{i+1,j+1} - S_{i+1,j}}{2} \quad (2.2)$$

$$Q_{i,j} = \frac{S_{i,j} - S_{i+1,j} + S_{i,j+1} - S_{i+1,j+1}}{2} \quad (2.3)$$

เมื่อ $P_{i,j}$	คือ ค่าความแตกต่างในแกนแนวนอน
$Q_{i,j}$	คือ ค่าความแตกต่างในแกนแนวตั้ง
$S_{i,j}$	คือ ค่าความเข้มแสงของจุดภาพ

หลังจากนั้นนำค่า  $x, y$  Partial derivatives มาคำนวณด้วยสูตรมาตรฐาน เพื่อดำเนินการแปลงรูปแบบจาก Rectangular ไปเป็น Polar (Rectangular-To-Polar Conversion) เพื่อหาขนาดและทิศทางของ Gradient ตามสมการที่ (2.4) และ (2.5)

$$M_{i,j} = \sqrt{P_{i,j}^2 + Q_{i,j}^2} \quad (2.4)$$

$$\theta = \arctan \frac{Q_{i,j}}{P_{i,j}} \quad (2.5)$$

จากสมการข้างต้นจะสามารถหาค่ามุม  $\theta$  ออกมาได้ เมื่อแทนค่าตัวแปรในฟังก์ชัน  $\arctan(x,y)$

### 3) การขจัดค่าที่ไม่มากที่สุด (Non-maxima Suppression)

สำหรับการหาขอบโดยวิธี Canny จุดที่ถือเป็นเส้นขอบได้นั้นต้องเป็นจุดที่ให้ค่าสูงสุดเฉพาะที่และเป็นทิศทางเดียวกับ Gradient ด้วย ซึ่งด้วยวิธีดังกล่าวนี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล ภาพที่ได้หลังจากทำ Non-maxima Suppression จะให้ค่าเป็นศูนย์ในทุกจุดยกเว้นจุดที่เป็น Local Maxima Points ซึ่งจะยังคงค่าเดิมไว้

### 4) การกำหนดค่าขีดแบ่ง (Thresholding)

แม้ว่าภาพจะผ่านการขจัดสัญญาณรบกวนในขั้นตอนแรกแล้วก็ตาม ภาพที่ได้ก็อาจยังมีเส้นขอบที่ไม่ใช่ขอบที่แท้จริงปรากฏอยู่ อันเนื่องมาจากสัญญาณรบกวนหรือลักษณะของวัตถุในภาพเป็นพื้นผิวที่มีลวดลายหรือรายละเอียดภายในมาก ดังนั้น เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการกำหนดค่าเทรชโวลด์ขึ้นมา 2 ค่า คือ High Threshold (T1) และ Low Threshold (T2) โดยพิกเซลที่มีค่ามากกว่า T1 จะถูกปรับเป็น “1” (เป็นพิกเซลที่เป็นขอบ) แต่ถ้าน้อยกว่า T2 จะถูกปรับเป็น 0 ส่วนค่าที่อยู่ระหว่างค่าเทรชโวลด์ทั้งสอง การปรับเป็นค่า “0” หรือ “1” นั้นขึ้นอยู่กับพิกเซลที่อยู่รอบข้าง หากพบว่าพิกเซลที่อยู่รอบข้างของพิกเซลที่เป็นขอบ (ค่า > T1) มีค่ามากกว่า T2 แล้วจะปรับค่าพิกเซลดังกล่าวให้มีค่าเป็น “1” และถือเป็นหนึ่งในขอบภาพด้วยเช่นกัน

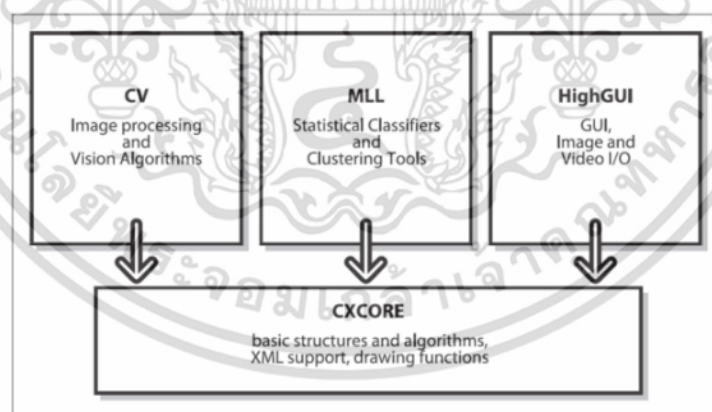
## 2.2 OpenCV (Open Source Computer Vision)

โอเพนซีวี (OpenCV : Open Source Computer Vision) [2] คือ ไลบรารีสำหรับงานด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นไลบรารีแบบโอเพนซอร์ส (Open Source) สามารถทำการดาวน์โหลดได้ฟรีที่เว็บไซต์ <http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary> ไลบรารีนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทอินเทล (Intel Corporation) โดยใช้ภาษาซี และซีพลัสพลัส ในการพัฒนาเป็นหลัก และทำงานได้บนระบบปฏิบัติการ Linux, Windows และ Mac OS นอกจากนี้ได้มีการพัฒนาอินเทอร์เฟซ (Interface) สำหรับใช้งานในภาษา Python, Ruby, Matlab เป็นต้น

โอเพนซีวีถูกออกแบบสำหรับการคำนวณผลที่มีประสิทธิภาพและมีการเน้นประยุกต์ใช้งานแบบเรียลไทม์ (Real Time) โอเพนซีวีถูกพัฒนาโดยใช้ภาษาซีที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว และสามารถทำการประมวลผลแบบมัลติคอร์ (Multi-core) ได้ หากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพบนสถาปัตยกรรมของอินเทล (Intel) สามารถซื้อไลบรารีของอินเทลแบบ Integrated Performance Primitives (IPP) ได้ ซึ่งประกอบไปด้วยรูทีน (Routine) การทำงานในระดับกลางที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว หากทำการติดตั้งไลบรารี IPP แล้ว โอเพนซีวีใช้รูทีนจากไลบรารี IPP ที่เหมาะสมขณะโปรแกรมทำงานได้โดยอัตโนมัติ

เป้าหมายหนึ่งของโอเพนซีวี คือ การให้บริการโครงสร้างสำหรับคอมพิวเตอร์วิชันที่ใช้งานง่าย ทำให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างแอปพลิเคชันที่มีความซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว ไลบรารีโอเพนซีวีบรรจุฟังก์ชันสำหรับงานด้านการประมวลผลภาพประมาณ 500 ฟังก์ชัน ที่ครอบคลุมการใช้งานหลายด้าน เช่น การตรวจสอบผลิตภัณฑ์ การถ่ายภาพทางการแพทย์ ความปลอดภัย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ การปรับเทียบกล้อง ระบบสเตอริโอ และหุ่นยนต์

โอเพนซีวีประกอบด้วย 5 ส่วนประกอบหลัก และส่วนประกอบ 4 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 โครงสร้างพื้นฐานของโอเพนซีวี

ความหมายของส่วนประกอบ 4 ส่วนจากรูปที่ 2.4 แสดงได้ดังนี้

- CXCORE เป็นฟังก์ชันเบื้องต้นที่ใช้จัดการเกี่ยวกับจุด ขนาด อาร์เรย์ หน่วยความจำ คำสั่งในการวาดภาพ และการประกาศตัวแปรภาพ
- CV ใช้ในการประมวลผลและการวิเคราะห์รูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Machine Learning เป็นไลบรารีที่รวมคลาสและฟังก์ชันทางสถิติ (Statistical) การแยกคลาสและการแบ่งกลุ่มของข้อมูล (Clustering)
- HighGUI เป็นไลบรารีที่ใช้ในการดึงภาพ การบันทึกภาพ การเปลี่ยนขนาด และเคลื่อนย้ายหน้าต่าง รวมไปถึงการ ตรวจสอบเมาส์ และแป้นพิมพ์

## 2.3 ความหมายของคอมพิวเตอร์วิชัน

คอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) [3] เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาการคอมพิวเตอร์ว่าด้วยเรื่องเกี่ยวกับการดึงสารสนเทศจากรูปภาพหรือวิดีโอที่เครื่องมือที่ใช้ในคอมพิวเตอร์วิทัศน์ได้แก่คณิตศาสตร์โดยเฉพาะ เรขาคณิต พีชคณิตเชิงเส้น สถิติ และการวิจัยดำเนินงาน (การหาค่าเหมาะที่สุด) และการวิเคราะห์เชิงฟังก์ชัน โดยเครื่องมือเหล่านี้ใช้ในการสร้างขั้นตอนวิธีหรือ ขั้นตอนวิธีในการแยกส่วนภาพ และการจัดกลุ่มภาพเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจทัศนียภาพหรือคุณลักษณะต่างๆ ในภาพ เป้าหมายโดยทั่วไปของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ได้แก่

- 1) การตรวจจับ ตัดแบ่งขอบเขต ระบุตำแหน่ง และจำวัตถุที่ต้องการในภาพ เช่น หน้าคน
- 2) การประเมินผลสำหรับการตัดแบ่งขอบเขตวัตถุในภาพ หรือการวางทาบเทียบ เป็นต้น
- 3) การวางทาบเทียบของมุมมองต่างๆ ของทัศนียภาพ หรือวัตถุหนึ่งๆ
- 4) การติดตามวัตถุหนึ่งๆ ในภาพต่อเนื่อง
- 5) การเชื่อมโยงมุมมองต่างๆ ของทัศนียภาพหนึ่งๆ เพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติของทัศนียภาพนั้น แบบจำลองดังกล่าวอาจนำมาใช้เพื่อนำทางหุ่นยนต์ ในทัศนียภาพจริง
- 6) การกะประมาณท่าทางต่างๆ ของมนุษย์ และส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น แขน ขา นิ้วมือ ฯลฯ ในสามมิติ
- 7) การค้นหารูปภาพด้วยเนื้อหาของภาพในฐานข้อมูลภาพขนาดใหญ่

เพื่อที่จะบรรลุซึ่งเป้าหมายเหล่านี้ ระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ จะต้องใช้กระบวนการต่างๆ เช่น การรู้จำแบบ การเรียนรู้เชิงสถิติ เรขาคณิตเชิงภาพฉาย การประมวลผลภาพ ทฤษฎีกราฟ เป็นต้น คอมพิวเตอร์วิทัศน์การรับรู้ขึ้นเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับจิตวิทยาการรับรู้ และการคำนวณทางชีวภาพ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ที่น่าสนใจ ได้แก่ การสร้างปรากฏการณ์ลวงตาต่างๆ ในภาพยนตร์ ปัจจุบันได้พบการประยุกต์ใช้ คอมพิวเตอร์วิทัศน์ในสาขาต่างๆ เช่น การแพทย์ การทหาร ระบบตรวจตรา และรักษาความปลอดภัย การตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ ระบบหุ่นยนต์ รถยนต์

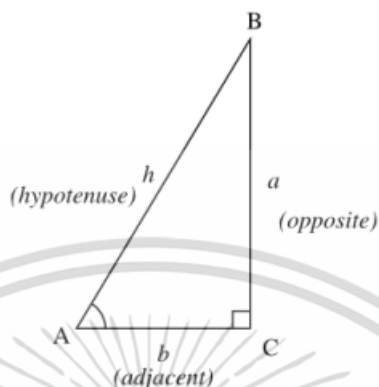
## 2.4 ตรีโกณมิติ

ตรีโกณมิติ [4] ปัจจุบันได้มีการนำหลักการของตรีโกณมิติไปใช้ในงานสาขาต่าง ๆ ได้แก่ ดาราศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา วิทยาศาสตร์กายภาพสาขาต่างๆ การสำรวจพื้นดินและภูมิศาสตร์ สถาปัตยกรรม เรขภาพคอมพิวเตอร์ การทำแผนที่ ฯลฯ

ในการนิยามฟังก์ชันตรีโกณมิติสำหรับมุม  $A$  จะกำหนดให้มุมใดมุมหนึ่งในรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเป็นมุม  $A$  เรียกชื่อด้านแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) ด้านตรงข้ามมุมฉาก (Hypo Tenuse) คือด้านที่อยู่ตรงข้ามมุมฉาก หรือเป็นด้านที่ยาวที่สุดของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ในที่นี้คือ  $h$
- 2) ด้านตรงข้าม (Opposite Side) คือด้านที่อยู่ตรงข้ามมุมที่สนใจ ในที่นี้คือ  $a$
- 3) ด้านประชิด (Adjacent Side) คือด้านที่อยู่ติดกับมุมที่สนใจและมุมฉาก ในที่นี้ คือ  $b$

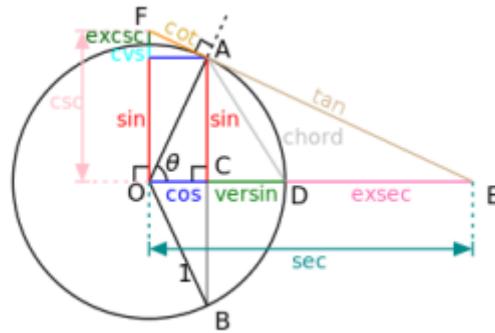


รูปที่ 2.5 รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

จากรูปที่ 2.5 สามารถอธิบายได้ว่า

- 1) ไซน์ของมุม คือ อัตราส่วนของความยาวด้านตรงข้าม ต่อความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากในที่นี้คือ  $\sin(A) = \text{ข้าม/ฉาก} = a/h$
- 2) โคไซน์ของมุม คือ อัตราส่วนของความยาวด้านประชิด ต่อความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากในที่นี้คือ  $\cos(A) = \text{ชิด/ฉาก} = b/h$
- 3) แทนเจนต์ ของมุม คือ อัตราส่วนของความยาวด้านตรงข้าม ต่อความยาวด้านประชิดในที่นี้คือ  $\tan(A) = \text{ข้าม/ชิด} = a/b$
- 4) โคซีแคนต์  $\csc(A)$  คือฟังก์ชันผกผันการคูณของ  $\sin(A)$  คือ อัตราส่วนของ ความยาวด้านตรงข้ามมุมฉากต่อความยาวด้านตรงข้าม คือ  $\csc(A) = \text{ฉาก/ข้าม} = h/a$
- 5) ซีแคนต์  $\sec(A)$  คือฟังก์ชันผกผันการคูณของ  $\cos(A)$  คือ อัตราส่วนของความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก ต่อความยาวด้านประชิด คือ  $\sec(A) = \text{ฉาก/ชิด} = h/b$
- 6) โคแทนเจนต์  $\cot(A)$  คือฟังก์ชันผกผันการคูณของ  $\tan(A)$  คือ อัตราส่วนของความยาวด้านประชิดต่อความยาวด้านตรงข้าม คือ  $\cot(A) = \text{ชิด/ข้าม} = b/a$

ฟังก์ชันตรีโกณมิติทั้ง 6 ฟังก์ชัน สามารถนิยามด้วยวงกลมหนึ่งหน่วย ซึ่งเป็นวงกลมที่มีรัศมียาว 1 หน่วย และมีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิดวงกลมหนึ่งหน่วย ช่วยในการคำนวณและหาค่าฟังก์ชันตรีโกณมิติสำหรับอาร์กิวเมนต์ที่เป็นบวกและลบได้สมการของวงกลมหนึ่งหน่วย คือ  $X^2 + Y^2 = 1$  แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 วงกลมหนึ่งหน่วย

จากรูปที่ 2.6 ให้ AB เป็นคอร์ดของวงกลม ซึ่ง  $\theta$  เป็นครึ่งหนึ่งของมุมที่รองรับคอร์ดนั้นจะได้

- 1)  $\sin(\theta)$  คือ ความยาว AC (ครึ่งหนึ่งของคอร์ด) นิยามนี้เริ่มใช้โดยชาวอินเดีย
- 2)  $\cos(\theta)$  คือระยะทางตามแนวนอน OC
- 3)  $\text{versin}(\theta) = 1 - \cos(\theta)$  คือ ความยาว CD
- 4)  $\tan(\theta)$  คือ ความยาวของส่วน AE ของเส้นสัมผัสที่ลากผ่านจุด A จึงเป็นที่มาของคำว่า แทนเจนต์ (tangent = สัมผัส)
- 5)  $\cot(\theta)$  คือ ส่วนของเส้นสัมผัสที่เหลือ คือความยาว AF
- 6)  $\text{csc}(\theta) = OF$  เป็นส่วนของเส้นซีแคนต์ (ตัดวงกลมที่จุดสองจุด) ซึ่งสามารถมองว่าเป็นภาพฉายของ OA ตามแนวเส้นสัมผัสที่จุด A ไปยังแกนนอนและแกนตั้ง ตามลำดับ
- 7)  $\text{exsec}(\theta) = DE = \sec(\theta) - 1$  (ส่วนของซีแคนต์ด้านนอก)

## 2.5 สูตรการคำนวณหาปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิต

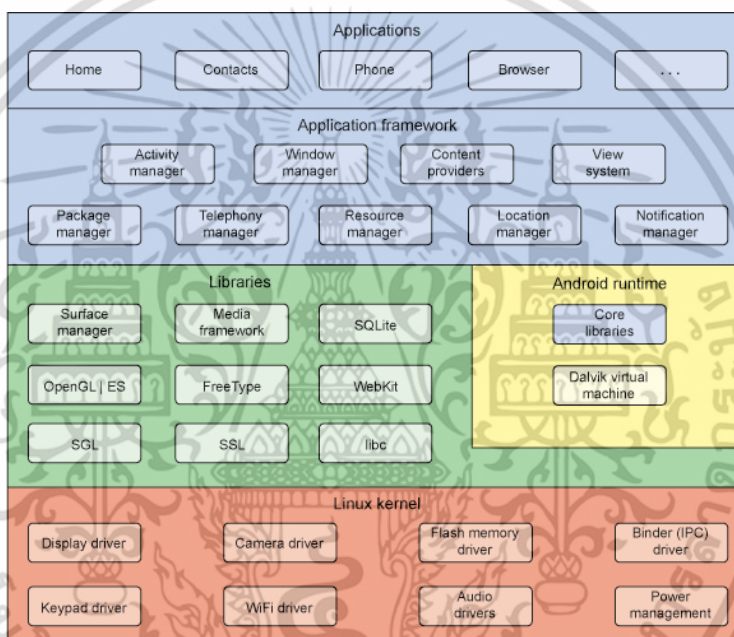
รูปเรขาคณิต [5] จะถูกแบ่งออกเป็นรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ โดยรูปเรขาคณิตสามมิติจะแบ่งตามความกว้าง ความยาว ความสูงของรูปนั้น เช่น รูปทรงกระบอก รูปทรงกรวยตัด โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังสมการที่ (2.6)

$$v = \left(\pi \times \frac{h}{12}\right) \times [w1^2 + (w1 \times w2) + w2^2] \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ (Android Architecture)

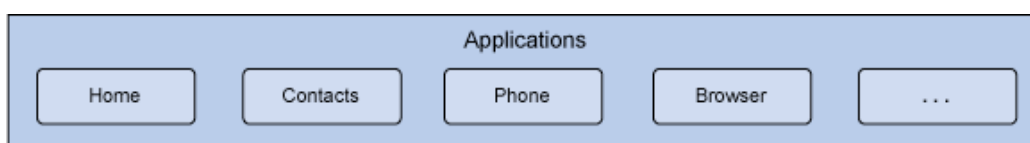
แอนดรอยด์ [6] เป็นซอฟต์แวร์ที่มีโครงสร้างแบบเรียงทับซ้อนหรือแบบสแต็ก (Stack) ซึ่งรวบรวมระบบปฏิบัติการ (Operating System) มิดเดิลแวร์ (Middleware) และแอปพลิเคชันที่สำคัญเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อใช้สำหรับทำงานบนอุปกรณ์พกพาเคลื่อนที่ (Mobile Devices) โดยมีพื้นฐานอยู่บนระบบลินุกซ์ เคอร์เนล (Linux Kernel) ซึ่งใช้แอนดรอยด์ซอฟต์แวร์เดเวลอปเม้นท์คิท (Android Software Development Kit) เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และใช้ภาษาจาวา (Java) ในการพัฒนา สถาปัตยกรรมของแอนดรอยด์ (Android Architecture) แบ่งออกเป็น 4 ลำดับชั้นหลักๆ คือ ชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer) ชั้นแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework Layer) ชั้นไลบรารี (Library Layer) ชั้นลินุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel Layer) แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 สถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ (Android Architecture)

### 1) ชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer)

ชั้นนี้จะเป็นชั้นที่อยู่บนสุดของโครงสร้างสถาปัตยกรรมแอนดรอยด์ เป็นส่วนของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมาใช้งาน เช่น แอปพลิเคชันรับ/ส่งอีเมล SMS ปฏิทิน แผนที่ เว็บเบราว์เซอร์ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.8



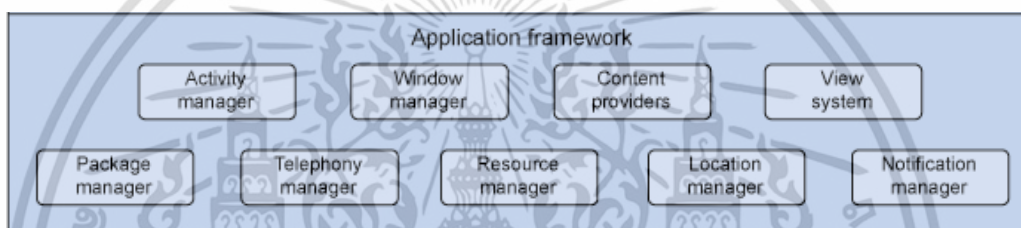
รูปที่ 2.8 ชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) ชั้นแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework Layer)

ในชั้นนี้จะอนุญาตให้นักพัฒนาสามารถเข้าเรียกใช้งานโดยผ่าน API (Application Programming Interface) เพื่อนำไปใช้งานในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยในชั้นนี้ประกอบด้วยแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค แสดงดังรูปที่ 2.9 ดังนี้

- View System เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานสำหรับการสร้างแอปพลิเคชัน เช่น กล่องข้อความ ปุ่มกด
- Resource Manager เป็นส่วนที่จัดการข้อมูลต่าง ๆ ที่ไม่ใช่ส่วนของโค้ดโปรแกรม เช่น รูปภาพ
- Notification Manager เป็นส่วนที่ควบคุมอีเวนต์ (Event) ต่าง ๆ ที่แสดงบนแถบสถานะ (Status Bar) เช่น ในกรณีที่ได้รับข้อความหรือสายที่ไม่ได้รับและการแจ้งเตือน เป็นต้น
- Activity Manager เป็นส่วนควบคุม Life Cycle ของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 2.9 ชั้นแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework Layer)

## 3) ชั้นไลบรารี (Library Layer)

แอนดรอยด์ได้รวบรวมกลุ่มของไลบรารีต่าง ๆ ที่สำคัญและมีความจำเป็นเอาไว้มากมาย เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักพัฒนาและง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรม โดยตัวอย่างของไลบรารีที่สำคัญ เช่น

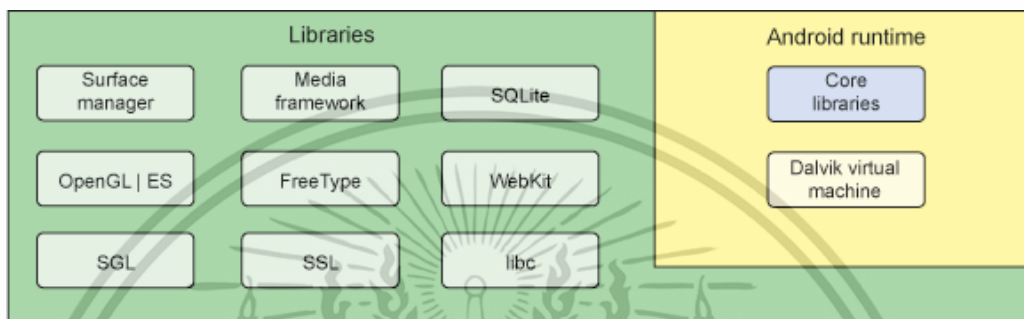
- System C library เป็นกลุ่มของไลบรารีมาตรฐานที่อยู่บนพื้นฐานของภาษาซี
- Media Libraries เป็นกลุ่มการทำงานมัลติมีเดีย เช่น MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG และ PNG
- Surface Manager เป็นกลุ่มการจัดการรูปแบบหน้าจอ การวาดหน้าจอ 2D/3D library เป็นกลุ่มของกราฟิกแบบ 2 มิติ หรือ SGL (Scalable Graphics Library) และแบบ 3 มิติ หรือ OpenGL
- FreeType เป็นกลุ่มของบิตแมป (Bitmap) และเวกเตอร์ (Vector) สำหรับการเรนเดอร์ (Render) ภาพ
- SQLite เป็นกลุ่มของฐานข้อมูล โดยนักพัฒนาสามารถใช้ฐานข้อมูลนี้เก็บข้อมูลแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้
- Browser Engine เป็นกลุ่มของการแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์โดยอยู่บนพื้นฐานของ Webkit ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับ Google Chrome

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1 Android Runtime

เป็นชั้นย่อยที่อยู่ในชั้นไลบรารี ซึ่งจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก แสดงดังรูปที่ 2.10

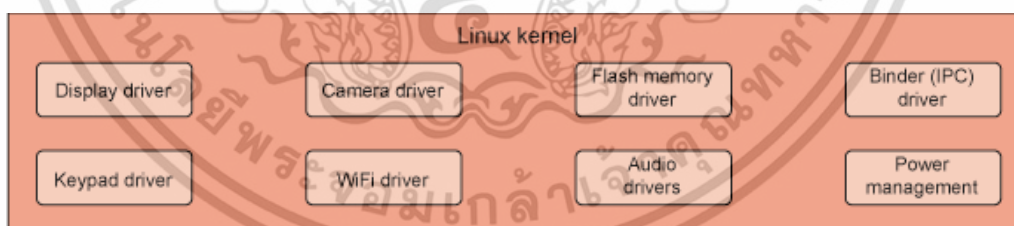
- Dalvik VM (Virtual Machine) ส่วนนี้ถูกเขียนด้วยภาษา Java เพื่อใช้เฉพาะการใช้งานในอุปกรณ์เคลื่อนที่
- Core Java Library ส่วนนี้เป็นไลบรารีมาตรฐาน แต่ก็มีความแตกต่างจากไลบรารีของ Java SE (Java Standard Edition) และ Java ME (Java Mobile Edition)



รูปที่ 2.10 ชั้นไลบรารี (Library Layer)

#### 4) ชั้นลินุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel Layer)

ระบบแอนดรอยด์นั้นถูกสร้างบนพื้นฐานของระบบปฏิบัติการ Linux โดยในชั้นนี้จะมีฟังก์ชันการทำงานหลายๆ ส่วน แต่โดยส่วนมากแล้วจะเกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์โดยตรง เช่น การจัดการหน่วยความจำ (Memory Management) การจัดการโพรเซส (Process Management) การเชื่อมต่อเครือข่าย (Networking) เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2.11



รูป 2.11 ชั้นลินุกซ์เคอร์เนล (Linux Kernel Layer)

### 2.7 Android studio

Android Studio [7] เป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนา (Integrated Development Environment : IDE) โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยเฉพาะ โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บนแอนดรอยด์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App ในมุมมองที่แตกต่างกันบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมาร์ทโฟนแต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator ที่ยังพบปัญหาอยู่ในปัจจุบัน

ข้อดีของโปรแกรม Android Studio คือ สนับสนุนการติดตั้งหลากหลายระบบปฏิบัติการ (Platform) Windows, Mac OSX และ Linux มีเครื่องมือช่วยพัฒนาการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ สามารถพรีวิวให้ดูแบบหลายๆ ขนาดหน้าจอได้พร้อมกันแบบ Live Preview และมีระบบการคาดการณ์การพิมพ์โค้ดที่ชาญฉลาด สามารถลดขั้นตอนที่เคยพัฒนาใน Eclipse นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาความเร็วให้มีความเร็วในการรันที่เร็วกว่าโปรแกรม Eclipse

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัย Real-Time Recognition of Road Traffic Signs in Video Scenes [8] พ.ศ. 2559 โดย W. Farhat, H. Faiedh, C. Souani และ K. Besbes นำเสนออัลกอริทึมใหม่สำหรับการตรวจจับและการจำแนกเครื่องหมายจราจรในวิดีโอแบบเรียลไทม์ ซึ่งสามารถตรวจจับและจำแนกรูปทรงสามเหลี่ยม วงกลม และหกเหลี่ยมของเครื่องหมายจราจรที่มีสีแดงและสีน้ำเงิน โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ (1) การตรวจจับบริเวณที่สนใจโดย MSERs ในปริภูมิสี HSV ซึ่งทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแสง และ (2) การจัดหมวดหมู่เครื่องหมายจราจรโดยใช้ Template Matching ผลลัพธ์ที่ได้แสดงอัตราความสำเร็จสูง โดยค่า F-Measure ถูกกำหนดไว้ที่ 0.95 และ 0.92 ตามลำดับ สรุปจากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าระบบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงต่อการหมุน การเลื่อน หรือแม้กระทั่งการที่บางส่วนถูกบดบังไป นอกจากนี้ ผลลัพธ์ที่ได้ยังพิสูจน์ให้เห็นถึงความเหมาะสมและความเชื่อถือได้ของระบบสำหรับการประมวลผลแบบเรียลไทม์ แสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการตรวจจับเครื่องหมายจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.9 แอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอปพลิเคชัน CalCamer เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้ในการหาปริมาตรของวัตถุ [9] ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ฟังก์ชัน คือ ฟังก์ชันการเลือกประเภทวัตถุ ฟังก์ชันของการถ่ายภาพวัตถุ ฟังก์ชันการประมวลผล ฟังก์ชันการแสดงผล และฟังก์ชันการคำนวณแคลอรี ซึ่งใช้วิธีการลากสเกล โดยตัวอย่างแอปพลิเคชัน แสดงได้ดังรูปที่ 2.13 ถึงรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.13 หน้าจอแสดงผลหน้าแรกของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 2.14 หน้าจอแสดงชนิดของวัตถุรูปทรงต่างๆ ที่จะนำมาคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 หน้าจอแสดงการการถ่ายรูปของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 2.16 หน้าจอแสดงฟังก์ชันคำนวณแคลอรี

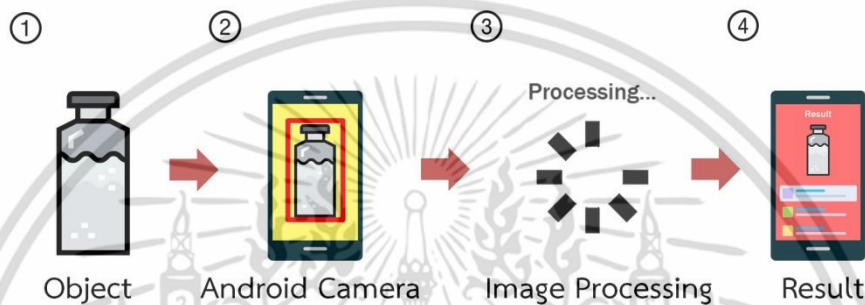
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## วิธีการดำเนินงาน

วิธีดำเนินงานของแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อหาปริมาตรของวัตถุและแคลอรี โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ มีดังนี้

### 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ



รูปที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.1 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

#### 1) Android Camera

กล้องถ่ายภาพของอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทำหน้าที่บันทึกภาพวัตถุเข้าสู่แอปพลิเคชัน

#### 2) Image Processing

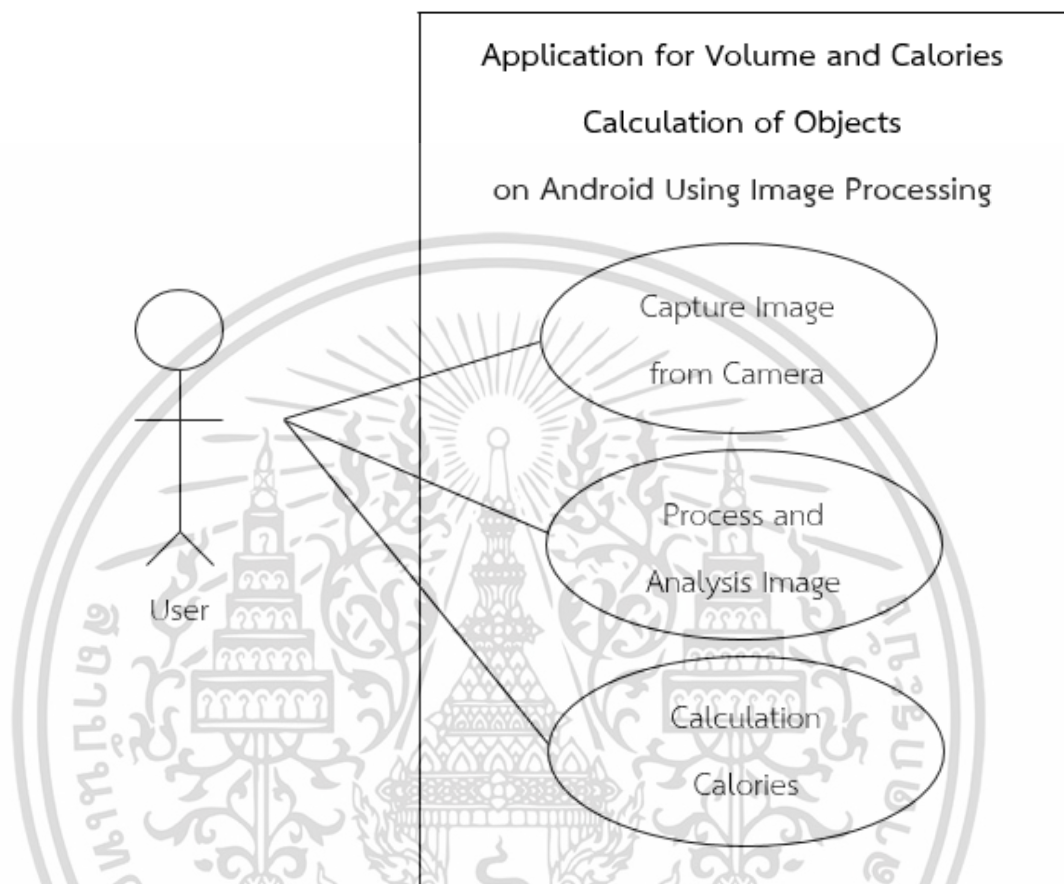
เป็นส่วนการประมวลผลข้อมูลรูปภาพที่ได้จากการถ่ายภาพ โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพดิจิทัลเพื่อตรวจวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุ

#### 3) User Interface

เป็นส่วนแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบด้วยค่าความกว้าง ความยาว ค่าปริมาตรของวัตถุ และค่าแคลอรีของเครื่องดื่ม

## 3.2 การออกแบบระบบ

### 3.2.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)



รูปที่ 3.2 แผนภาพ Use Case ของแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.2 อธิบายคุณสมบัติหลักของแอปพลิเคชันหาปริมาตรของวัตถุและแคลอรีบนแอนดรอยด์โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

1) Capture Image from Camera

เป็นคุณสมบัติการนำเข้าข้อมูลรูปภาพจากการถ่ายภาพด้วยกล้องของอุปกรณ์แอนดรอยด์

2) Process and Analysis Image

เป็นคุณสมบัติการประมวลผลและวิเคราะห์ภาพวัตถุที่นำเข้าจากกล้องถ่ายภาพ หรือจากคลังรูปภาพ เพื่อคำนวณหาขนาดและปริมาตรของวัตถุ

3) Calculation Calories

เป็นคุณสมบัติการวิเคราะห์ปริมาตรของวัตถุเพื่อคำนวณหาแคลอรีของเครื่องดื่ม

### 3.2.2 ตารางแสดงคำอธิบายของผู้ใช้ (Use Case Description)

คำอธิบายของผู้ใช้ระบบในการนำเข้าสู่รูปภาพจากกล้องถ่ายภาพหรือแกลอรี แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การนำเข้าสู่รูปภาพจากกล้องถ่ายภาพหรือแกลอรี

Use Case Name :	Capture Image from Camera	
Actors :	User	
Brief Description :	เพื่อให้ผู้ใช้เลือกรูปภาพจากแกลอรีหรือจากการถ่ายภาพ	
Pre - Condition :	ถ่ายภาพหรือเลือกรูปภาพจากแกลอรี	
Post - Condition :	แสดงรูปภาพที่ถ่ายหรือภาพที่เลือกจากแกลอรี	
Flow of Events :	User	System
	1) อยู่ที่หน้าจอหลัก 2) เลือกกดถ่ายภาพหรือเลือกภาพจากแกลอรี	ระบบทำการแสดงรูปภาพที่ถ่ายหรือภาพที่เลือกจากแกลอรี
Exceptions :		

คำอธิบายของผู้ใช้ระบบในการประมวลผลรูปภาพที่นำเข้าจากกล้องถ่ายภาพหรือแกลอรี แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การประมวลผลรูปภาพที่นำเข้าจากกล้องถ่ายภาพหรือแกลอรี

Use Case Name :	Process and Analysis Image	
Actors :	User	
Brief Description :	เพื่อคำนวณหาขนาดและปริมาตรของวัตถุ	
Pre - Condition :	ยืนยันรูปภาพที่ต้องการนำไปประมวลผล	
Post - Condition :	แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล	
Flow of Events :	User	System
	ยืนยันรูปภาพที่ต้องการ หลังจากถ่ายภาพหรือเลือก ภาพจากแกลอรี	ระบบทำการประมวลผลภาพที่ เลือก เพื่อคำนวณขนาดและ ปริมาตรของวัตถุ
Exceptions :		

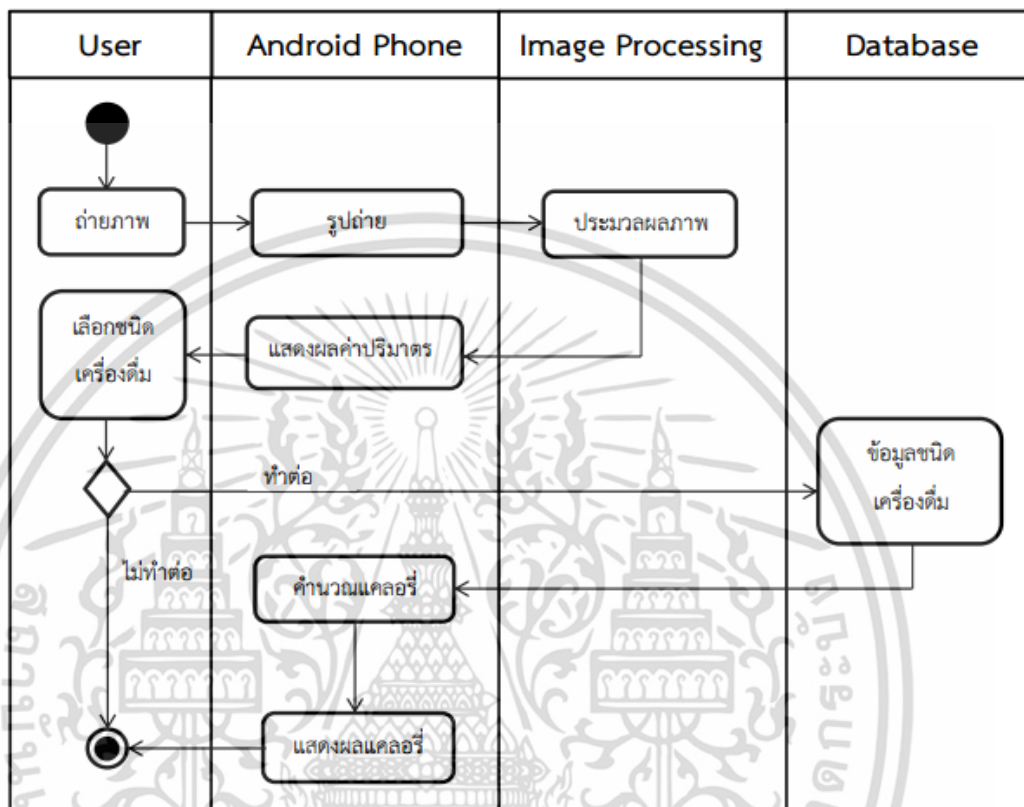
คำอธิบายของผู้ใช้ระบบในการคำนวณหาแคลอรีของเครื่องดื่ม แสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 การคำนวณหาแคลอรีของเครื่องดื่ม

Use Case Name :	Calculation Calories	
Actors :	User	
Brief Description :	เพื่อคำนวณหาแคลอรีของเครื่องดื่ม	
Pre - Condition :	เลือกคำนวณแคลอรี	
Post - Condition :	แสดงปริมาณแคลอรีของเครื่องดื่ม	
Flow of Events :	User	System
	1) เลือกคำนวณแคลอรี 2) เลือกประเภทเครื่องดื่ม 3) เลือกเครื่องดื่มที่ต้องการ	ระบบทำการคำนวณปริมาณ แคลอรีของเครื่องดื่มที่เลือก
Exceptions :		

### 3.2.3 แผนภาพกิจกรรมของระบบ (Activity Diagram)

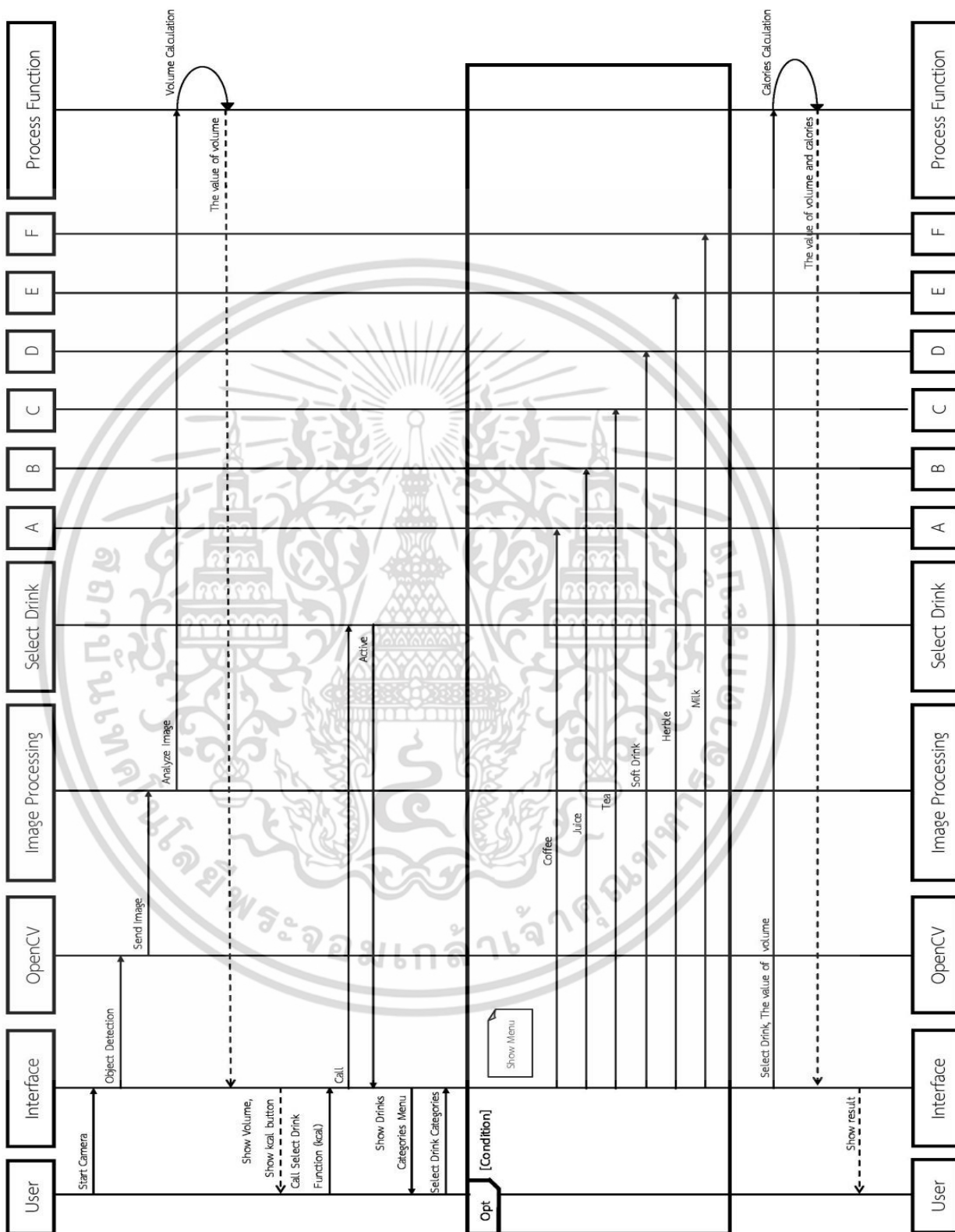
แผนภาพกิจกรรมโดยรวมของแอปพลิเคชันแสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรมของแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.3 เมื่อผู้ใช้ทำการถ่ายภาพผ่านทางสมาร์ทโฟนแล้วจะส่งไปยังส่วนประมวลผลภาพ เพื่อหาปริมาตรของวัตถุออกมาแสดงผล แล้วให้ผู้ใช้ทำการเลือกชนิดเครื่องดื่ม เพื่อแสดงผลจำนวนแคลอรีของเครื่องดื่มตามปริมาตรที่ได้ก่อนหน้านี้ออกมา

3.2.4 แผนภาพแสดงลำดับการทำงาน (Sequence Diagram)



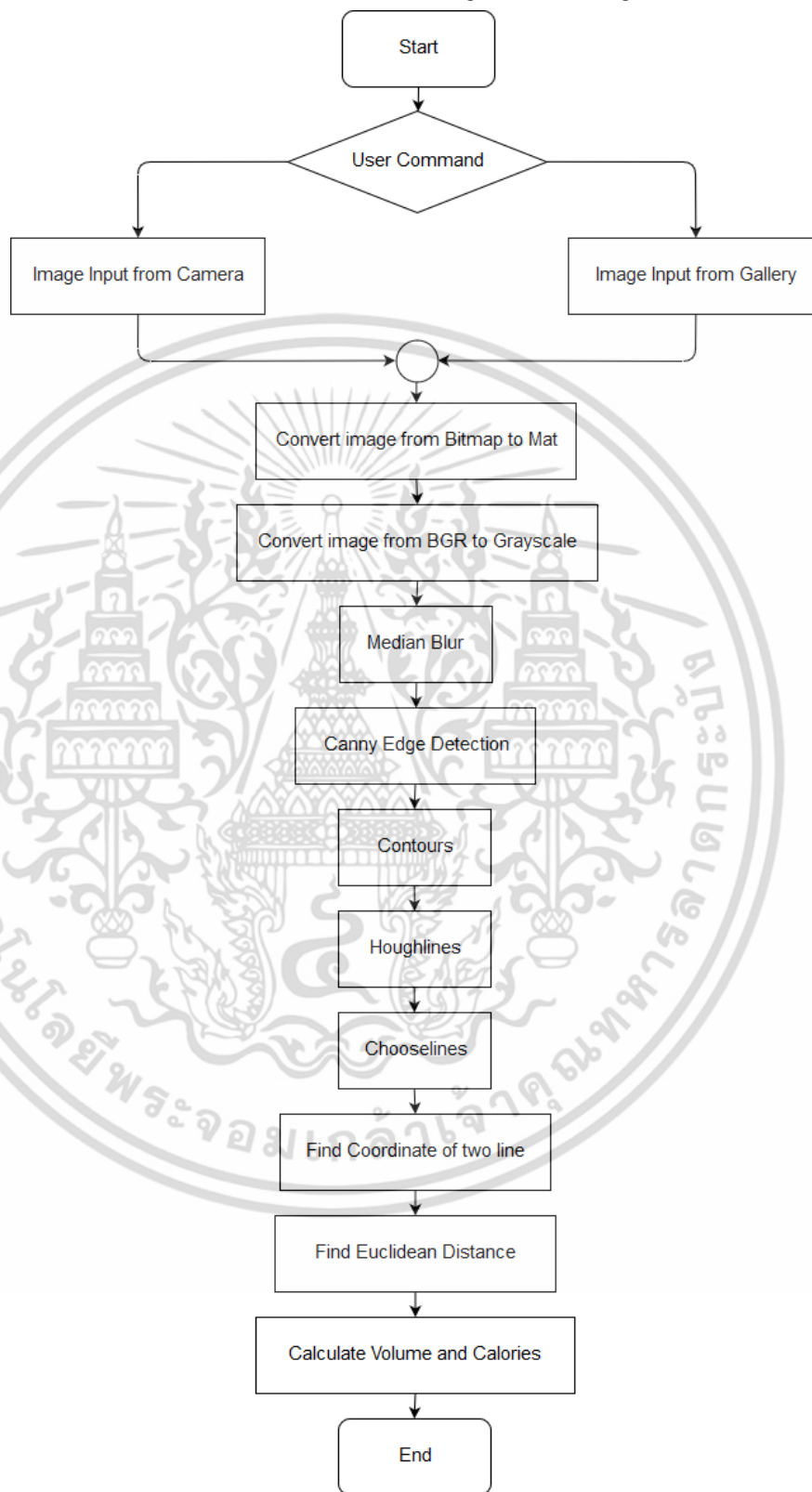
รูปที่ 3.4 แผนภาพแสดงลำดับการทำงานของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.4 ตัวอักษร A หมายถึง หน้าจอเมนูตัวเลือกของเครื่องตีประเภทกาแฟ ตัวอักษร B หมายถึงหน้าจอเมนูตัวเลือกของเครื่องตีประเภทน้ำผลไม้ ตัวอักษร C หมายถึงหน้าจอเมนูตัวเลือกของเครื่องตีประเภทชา ตัวอักษร D หมายถึงหน้าจอเมนูตัวเลือกของเครื่องตีประเภทน้ำอัดลม ตัวอักษร E หมายถึงหน้าจอเมนูตัวเลือกของเครื่องตีประเภทน้ำสมุนไพร และตัวอักษร F หมายถึงหน้าจอเมนูตัวเลือกของเครื่องตีประเภทนม



### 3.2.5 การออกแบบกระบวนการทำงานของ Image Processing Module



รูปที่ 3.5 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของโมดูลประมวลผลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Image Processing Module เป็นโมดูลที่มีหน้าที่นำข้อมูลภาพที่ได้จากกล้องถ่ายภาพหรือคลังรูปภาพ ผ่านการประมวลผลและวิเคราะห์ เพื่อหาขอบภาพของวัตถุ จากรูปที่ 3.5 แสดงผังการทำงานของโมดูลดังกล่าว ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานต่างๆ ดังนี้

1) Image Input From Camera / Gallery

เป็นขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพ หรือนำเข้าจากคลังรูปภาพของอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ตัวอย่างดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างภาพจากขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลรูปภาพจากกล้อง หรือคลังรูปภาพ

2) Convert image from Bitmap to Mat

เป็นขั้นตอนการแปลงรูปภาพ จาก Bitmap ให้เป็น Mat เนื่องจากหลักการสำคัญของ OpenCV คือ การมองภาพให้อยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์ ผ่านคลาส Mat เพื่อให้สามารถทำกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) ต่อไป

3) Convert image from BGR to Grayscale

เป็นขั้นตอนการแปลงรูปภาพ จาก BGR ให้เป็นภาพระดับสีเทา (Grayscale) เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ภาพได้ง่ายขึ้น เพราะเมื่อแปลงภาพเป็นระดับสีเทาแล้วจะทำให้แต่ละจุดภาพของภาพจะเหลือเพียงค่าความเข้มของสี ที่มีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 255 ตัวอย่างดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างภาพจากขั้นตอนการแปลงรูปภาพ จาก BGR ให้เป็นภาพ Grayscale

4) Median Blur

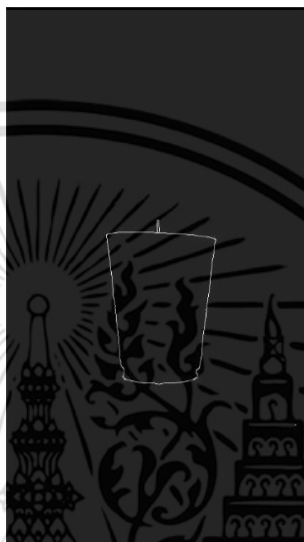
เป็นขั้นตอนการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในภาพ เพื่อลดความไม่สม่ำเสมอของความสว่างและสีของภาพ ตัวอย่างดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างภาพจากขั้นตอนการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในภาพ

### 5) Canny Edge Detection

เป็นขั้นตอนการหาขอบภาพ คือ การตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่าน หรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว เมื่อทราบขอบภาพแล้วจะสามารถนำไปใช้การคำนวณหาขนาดของวัตถุได้ในขั้นตอนต่อไป ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างภาพจากขั้นตอนการหาขอบภาพ

### 6) Contours

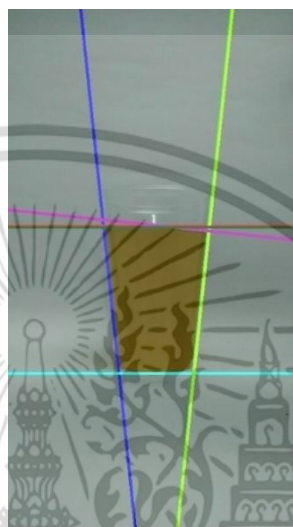
เป็นขั้นตอนการหาพื้นที่ปิดที่ใหญ่ที่สุด นิยมใช้หลังจากการทำ Canny Edge Detection ในข้อที่ 5) ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างภาพของการหาพื้นที่ปิดที่ใหญ่ที่สุด

## 7) Houghlines

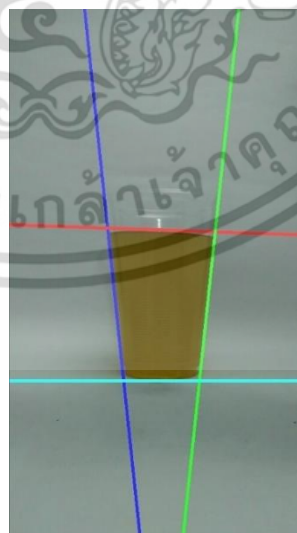
เป็นขั้นตอนการค้นหาลักษณะประกอบของภาพที่มีส่วนของเส้นตรงปรากฏในภาพนั้น ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ตัวอย่างภาพของการค้นหาลักษณะประกอบของภาพที่มีส่วนของเส้นตรง

## 8) Chooselines

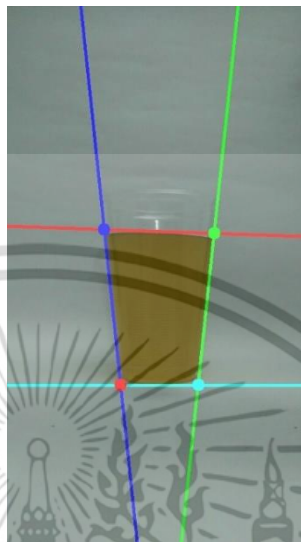
เป็นขั้นตอนการจัดกลุ่มและเลือกเส้นตรงที่ได้จากการทำ Houghlines ในข้อ 7) โดยเลือกเส้นที่มีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด ผลลัพธ์ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างภาพของการจัดกลุ่มและเลือกเส้นตรงที่ได้จากการทำ Houghlines

## 9) Find Coordinate of two line

เป็นขั้นตอนการหาจุดตัดระหว่างเส้นตรง 4 เส้น เพื่อนำไปคำนวณหาขนาดของวัตถุต่อไป ตัวอย่างดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างภาพของการหาจุดตัดระหว่างเส้นตรง 4 เส้น

## 10) Find Euclidean Distance

เป็นขั้นตอนการหาระยะห่างระหว่างจุด เพื่อใช้เป็นค่าความกว้าง ความยาว ความสูง และนำไปใช้คำนวณหาปริมาตรต่อไป โดยใช้สูตร

$$d(p, q) = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2}$$

## 11) Calculate Volume and Calories

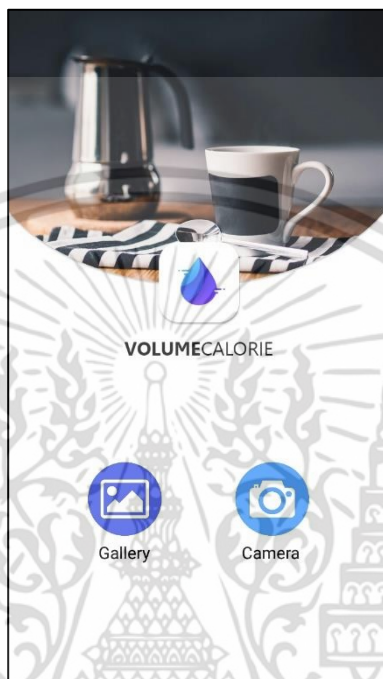
เป็นขั้นตอนการคำนวณหาปริมาตรและแคลอรีของวัตถุ โดยแปลงหน่วยจากค่าที่วัดได้ในหน่วยพิกเซลให้เป็นหน่วยมิลลิเมตร ใช้สูตร

$$v = \left(\pi \times \frac{h}{12}\right) \times [w_1^2 + (w_1 \times w_2) + w_2^2]$$

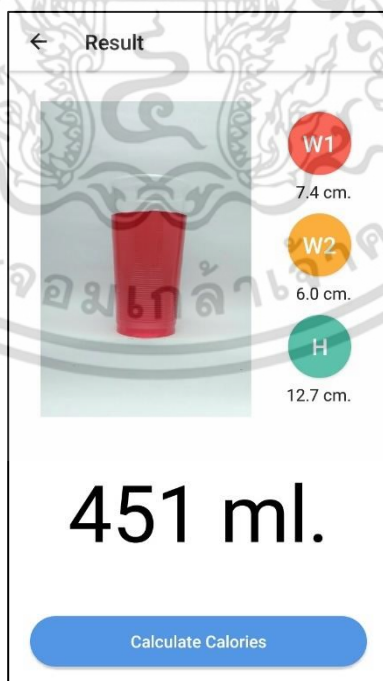
ส่วนการคำนวณหาแคลอรีจะใช้วิธีการเทียบบัญญัติไตรยางค์กับค่าที่เก็บข้อมูลมาจากกรมสาธารณสุข

### 3.3 การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface)

การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) สำหรับการหาปริมาตรของวัตถุ และแคลอรีบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ แสดงได้ดังรูปที่ 3.14 ถึงรูปที่ 3.18 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.14 หน้าจอการใช้งานเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.15 หน้าจอการแสดงผลการวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

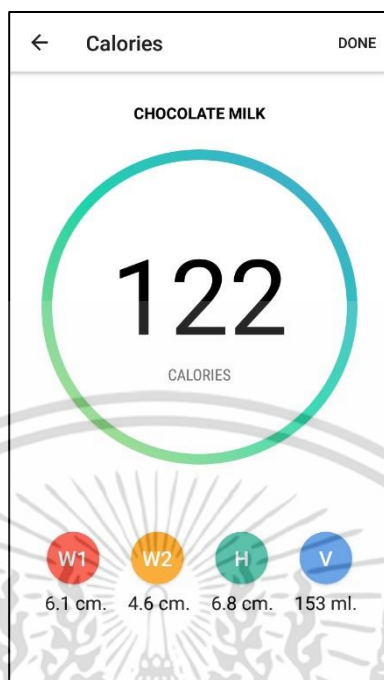


รูปที่ 3.16 หน้าจอแสดงชนิดของเครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี

← Juice	
Apple Juice	Serving : 100 Calories : 50
Blackberry Juice	Serving : 100 Calories : 48
Carrot Juice	Serving : 100 Calories : 40
Grape Juice	Serving : 100 Calories : 55
Guava Juice	Serving : 100 Calories : 61
Lemon Juice	Serving : 100 Calories : 21
Orange Juice	Serving : 100 Calories : 50
Passion Fruit Juice	Serving : 100 Calories : 54
Pineapple Juice	Serving : 100 Calories : 53
Pomegranate Juice	Serving : 100 Calories : 30
Tomato Juice	Serving : 100 Calories : 25

รูปที่ 3.17 หน้าจอแสดงเครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 หน้าจอแสดงผลลัพธ์แคลอรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ในการทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับหาปริมาณของวัตถุและแคลอรีบนแอนดรอยด์ (VolCal) โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ จะทำการตรวจสอบ การคำนวณหาขนาดและปริมาตรของวัตถุ และการคำนวณหาแคลอรีของเครื่องดื่ม

#### 4.1 การทดสอบฟังก์ชันการคำนวณหาขนาดและปริมาตรของวัตถุ

วัตถุที่นำมาทดสอบ คือ แก้วน้ำพลาสติก รวม 3 ชนิด และขวดน้ำพลาสติก รวม 3 ชนิด แสดงดังรูปที่ 4.1 ซึ่งผลการทดลองนี้เป็นการเปรียบเทียบขนาดและปริมาตรเมื่อวัดด้วยแอปพลิเคชันที่นำเสนอกับการวัดด้วยเครื่องมือวัดทั่วไป ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 วัตถุที่นำมาใช้วัดขนาดและปริมาตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.1 ทดสอบวัดปริมาตรน้ำในแก้ว

เป็นการทดสอบโดยใช้น้ำในปริมาตรที่เท่ากัน (250 มิลลิลิตร) แต่ใส่ในแก้วที่มีขนาดต่างกัน

##### 1) แก้วขนาดที่ 1



รูปที่ 4.2 แก้วขนาดที่ 1

จากรูปที่ 4.2 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มได้ 254 มิลลิลิตร โดยมีขนาดความสูง 7.8 เซนติเมตร ความกว้างของฐาน 6.0 เซนติเมตร และความกว้างของท้องน้ำ 6.8 เซนติเมตร

##### 2) แก้วขนาดที่ 2



รูปที่ 4.3 แก้วขนาดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.3 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มได้ 249 มิลลิลิตร โดยมีขนาดความสูง 8.5 เซนติเมตร ความกว้างของฐาน 5.2 เซนติเมตร และความกว้างของท่อน้ำ 7.0 เซนติเมตร

3) แก้วขนาดที่ 3



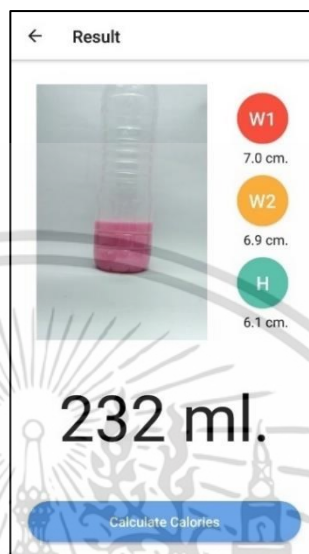
รูปที่ 4.4 แก้วขนาดที่ 3

จากรูปที่ 4.4 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มได้ 248 มิลลิลิตร โดยมีขนาดความสูง 10.2 เซนติเมตร ความกว้างของฐาน 4.5 เซนติเมตร และความกว้างของท่อน้ำ 6.6 เซนติเมตร

#### 4.1.2 ทดสอบวัดปริมาตรน้ำในขวด

เป็นการทดสอบโดยใช้น้ำในปริมาตรที่เท่ากัน (250 มิลลิลิตร) แต่ใส่ในขวดที่มีขนาดต่างกัน

##### 1) ขวดขนาดที่ 1



รูปที่ 4.5 ขวดขนาดที่ 1

จากรูปที่ 4.5 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มได้ 232 มิลลิลิตร โดยมีขนาดความสูง 6.1 เซนติเมตร และความกว้าง 6.9 เซนติเมตร

##### 2) ขวดขนาดที่ 2



รูปที่ 4.6 ขวดขนาดที่ 2

จากรูปที่ 4.6 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มได้ 258 มิลลิลิตร โดยมีขนาดความสูง 8.7 เซนติเมตร และความกว้าง 6.2 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3) ขวดขนาดที่ 3



รูปที่ 4.7 ขวดขนาดที่ 3

จากรูปที่ 4.7 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มได้ 238 มิลลิลิตร โดยมีขนาดความสูง 8.8 เซนติเมตร และความกว้าง 5.9 เซนติเมตร

#### 4.1.3 การเปรียบเทียบขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไปกับการวัดขนาดปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal

เมื่อทำการวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไปกับการวัดขนาดปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไป

ลำดับ	ชื่อวัตถุ	เครื่องมือวัดทั่วไป			ปริมาตร (mL.)
		สูง (cm.)	กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	
1	แก้วขนาดที่ 1	7.8	6.2	6.5	250
2	แก้วขนาดที่ 2	7.0	5.5	8.0	250
3	แก้วขนาดที่ 3	10.0	5.0	7.0	250
4	ขวดขนาดที่ 1	6.0	7.0	7.0	250
5	ขวดขนาดที่ 2	8.2	6.0	6.0	250
6	ขวดขนาดที่ 3	8.8	6.0	6.0	250

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal

ลำดับ	วัตถุ	แอปพลิเคชัน			
		สูง (cm.)	กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	ปริมาตร (ml.)
1	แก้วขนาดที่ 1	7.8	6.0	6.8	254
2	แก้วขนาดที่ 2	8.5	5.2	7.0	249
3	แก้วขนาดที่ 3	10.2	4.5	6.6	248
4	ขวดขนาดที่ 1	6.1	6.9	7.0	232
5	ขวดขนาดที่ 2	8.7	6.2	6.2	258
6	ขวดขนาดที่ 3	8.8	5.9	5.9	238

จากผลลัพธ์ที่ได้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 เมื่อนำมาเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรระหว่างเครื่องมือวัดทั่วไปกับแอปพลิเคชัน VolCal ได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรระหว่างเครื่องมือวัดทั่วไปกับแอปพลิเคชัน VolCal โดยคิดเป็นร้อยละ

ลำดับ	วัตถุ	เครื่องมือ	ลักษณะการวัด			
			กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	สูง (cm.)	ปริมาตร (cm.)
1	แก้วขนาดที่ 1	ทั่วไป	6.8	6.2	6.5	250
		แอปพลิเคชัน	7.8	6.0	6.8	254
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			94.9	96.9	99.7	98.1
2	แก้วขนาดที่ 2	ทั่วไป	7.0	5.5	6.5	250
		แอปพลิเคชัน	8.5	5.2	7.0	249
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			87.7	94.7	78.8	99.9
3	แก้วขนาดที่ 3	ทั่วไป	10.0	5.0	7.0	250
		แอปพลิเคชัน	10.2	4.5	6.6	248
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			99.4	89.2	98.1	99.3
4	ขวดขนาดที่ 1	ทั่วไป	6.0	7.0	7.0	250
		แอปพลิเคชัน	6.1	6.9	7.0	232
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			99.4	98.2	98.3	93.0
5	ขวดขนาดที่ 2	ทั่วไป	8.2	6.0	6.0	250
		แอปพลิเคชัน	8.7	6.2	6.2	258
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			97.5	97.5	93.7	96.4
6	ขวดขนาดที่ 3	ทั่วไป	8.8	6.0	6.0	250
		แอปพลิเคชัน	8.8	5.9	5.9	238
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			98.0	98.0	99.4	95.2
ค่าเฉลี่ย			96.1	95.7	94.7	97.0
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด			95.9			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ค่าความแม่นยำ หาได้จากสูตร

- 1)  $\%Accuracy = 100 - \%Error$
- 2)  $\%Error = Relative\ error \times 100$
- 3)  $Relative\ error = \left| \frac{x_{mea} - x_t}{x_t} \right|$

#### 4.1.4 ทดสอบการวัดปริมาตรในสภาพแวดล้อมต่างๆ

เป็นการทดสอบโดยใช้น้ำสีเข้มและน้ำสีอ่อนบรรจุลงในขวดที่มีขนาดและปริมาตรเท่ากัน (250 มิลลิลิตร) ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงแตกต่างกัน

##### 1) สภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ

- ทดสอบในอุปกรณ์



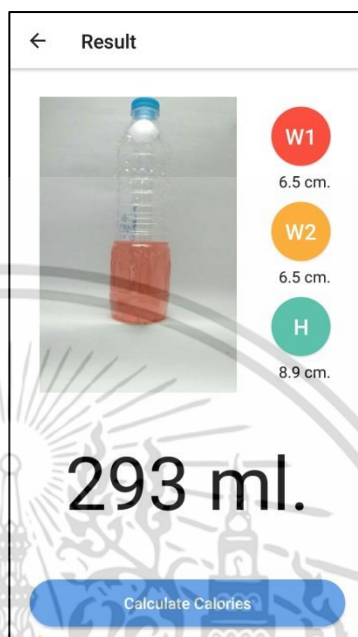
รูปที่ 4.8 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์



รูปที่ 4.9 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในแสงธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีเข้มได้ 255 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 8.6 เซนติเมตร และความกว้าง 6.2 เซนติเมตร



รูปที่ 4.10 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในแสงธรรมชาติ โดยใช้อุปกรณ์

จากรูปที่ 4.10 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีอ่อนได้ 293 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 8.9 เซนติเมตร และความกว้าง 6.5 เซนติเมตร

- ทดสอบบนฉากสีขาว (ไม่มีอุปกรณ์)



รูปที่ 4.11 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ โดยใช้ฉากสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในแสงธรรมชาติ โดยใช้ฉลากสีขาว

จากรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.12 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีเข้มได้ 324 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 9.5 เซนติเมตร และความกว้าง 6.6 เซนติเมตร



รูปที่ 4.13 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในแสงธรรมชาติ โดยใช้ฉลากสีขาว

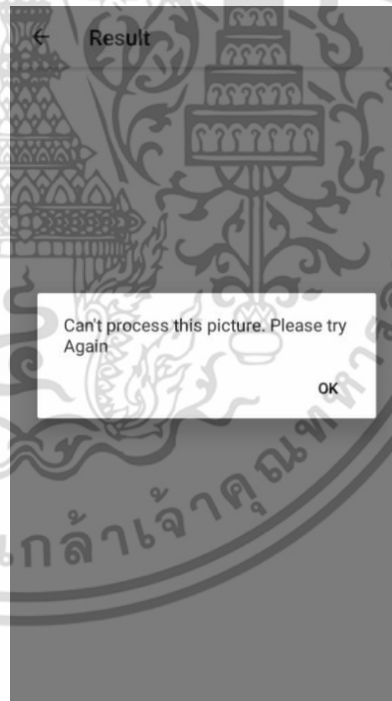
จากรูปที่ 4.13 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีอ่อนได้ 267 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 8.3 เซนติเมตร และความกว้าง 6.5 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกิจกรรมเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดสอบโดยไม่มีฉาก



รูปที่ 4.14 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ โดยไม่มีฉากหลัง



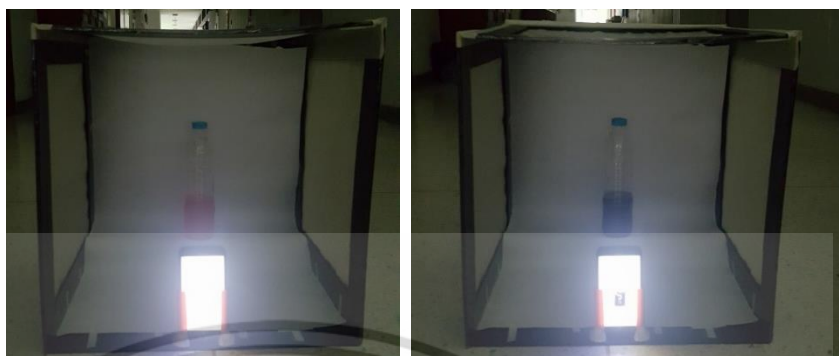
รูปที่ 4.15 ผลการทดสอบในแสงธรรมชาติ โดยไม่มีฉากหลัง

จากรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชัน VolCal จะไม่สามารถวัดปริมาณของเครื่องดื่มที่มีสีเข้มและสีอ่อนในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ โดยไม่มีฉากหลังได้

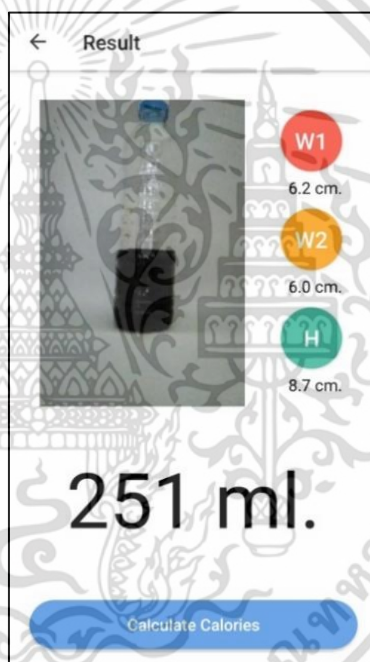
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2) สภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย

- ทดสอบในอุปกรณ์



รูปที่ 4.16 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย โดยใช้อุปกรณ์



รูปที่ 4.17 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในที่แสงน้อย โดยใช้อุปกรณ์

จากรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีเข้มได้ 251 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 8.7 เซนติเมตร และความกว้าง 6.0 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในที่แสงน้อย โดยใช้อุปกรณ์

จากรูปที่ 4.18 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีอ่อนได้ 249 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 8.4 เซนติเมตร และความกว้าง 6.1 เซนติเมตร

- ทดสอบบนฉากสีขาว (ไม่มีอุปกรณ์)



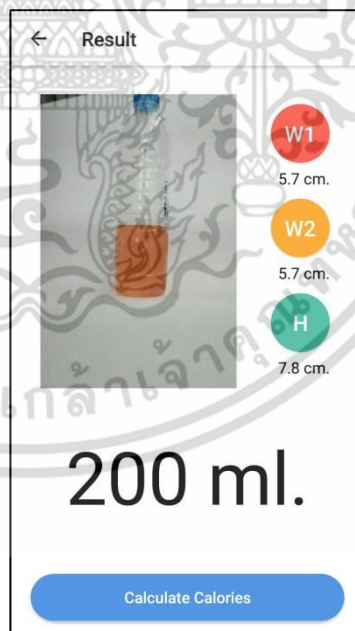
รูปที่ 4.19 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย โดยใช้ฉากสีขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มในที่แสงน้อย โดยใช้ฉากสีขาว

จากรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีเข้มได้ 208 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 7.9 เซนติเมตร และความกว้าง 5.8 เซนติเมตร



รูปที่ 4.21 ผลการทดสอบน้ำสีอ่อนในที่แสงน้อย โดยใช้ฉากสีขาว

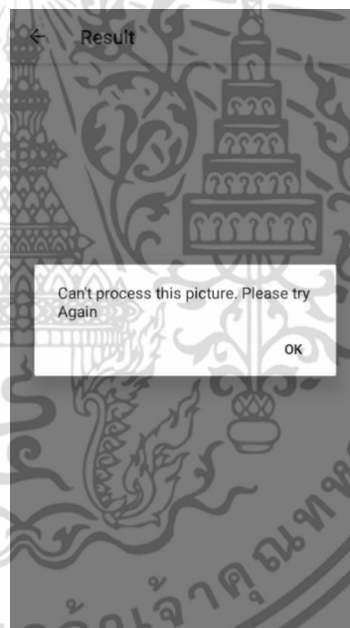
จากรูปที่ 4.21 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีอ่อนได้ 200 มิลลิเมตร โดยมีขนาดความสูง 7.8 เซนติเมตร และความกว้าง 5.7 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ทดสอบโดยไม่มีฉาก



รูปที่ 4.22 การทดสอบในสภาพแวดล้อมที่แสงน้อย โดยไม่มีฉาก



รูปที่ 4.23 ผลการทดสอบน้ำสีเข้มและน้ำสีอ่อนในที่แสงน้อย โดยไม่มีฉาก

จากรูปที่ 4.22 และรูปที่ 4.23 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชัน VolCal จะไม่สามารถวัดปริมาตรของเครื่องดื่มที่มีสีเข้มและสีอ่อนในสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย โดยไม่มีฉากหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1.5 การเปรียบเทียบการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพแวดล้อมต่างๆกับขนาดและปริมาตรจริงของเครื่องต้ม

เมื่อทำการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย

ลำดับ	สภาพแวดล้อม	สีของน้ำ	การทดสอบ	ลักษณะการวัด			
				กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	สูง (cm.)	ปริมาตร (cm.)
1	แสงธรรมชาติ	สีเข้ม	อุปกรณ์	6.2	6.2	8.6	255
			ฉากสีขาว	6.6	6.6	9.5	324
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-
		สีอ่อน	อุปกรณ์	6.5	6.5	8.9	293
			ฉากสีขาว	6.5	6.3	8.3	267
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-
2	แสงน้อย	สีเข้ม	อุปกรณ์	6.0	6.2	8.7	251
			ฉากสีขาว	5.8	5.8	7.9	208
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-
		สีอ่อน	อุปกรณ์	6.1	6.2	8.4	249
			ฉากสีขาว	5.7	5.7	7.8	200
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพแวดล้อมต่างๆ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับขนาดและปริมาตรจริงของเครื่องดื่ม โดยมีความกว้างฐาน 6.0 เซนติเมตร ความกว้างท้องน้ำ 6.0 เซนติเมตร ความสูง 8.2 เซนติเมตร และปริมาตร 250 มิลลิลิตร ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.5

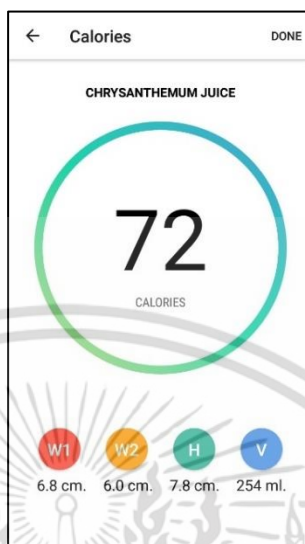
**ตารางที่ 4.5** การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal ในสภาพแวดล้อมที่มีแสงธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมที่มีแสงน้อย กับขนาดและปริมาตรจริงของเครื่องดื่ม โดยคิดเป็นร้อยละ

ลำดับ	สภาพแวดล้อม	สีของน้ำ	การทดสอบ	ความแม่นยำของการวัด (ร้อยละ)			
				กว้างฐาน	กว้างท้องน้ำ	สูง	ปริมาตร
1	แสงธรรมชาติ	สีเข้ม	อุปกรณ์	96.6	96.6	95.1	98.0
			ฉากสีขาว	90.0	90.0	84.1	70.4
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-
		สีอ่อน	อุปกรณ์	91.6	91.6	91.4	82.8
			ฉากสีขาว	91.6	95.0	98.7	93.2
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-
2	แสงน้อย	สีเข้ม	อุปกรณ์	100.0	96.6	93.9	99.6
			ฉากสีขาว	96.6	96.6	96.3	83.2
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-
		สีอ่อน	อุปกรณ์	98.3	96.6	97.5	99.6
			ฉากสีขาว	95.0	95.0	95.1	80.0
			ไม่มีฉาก	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 การทดสอบฟังก์ชันการคำนวณหาแคลอรี

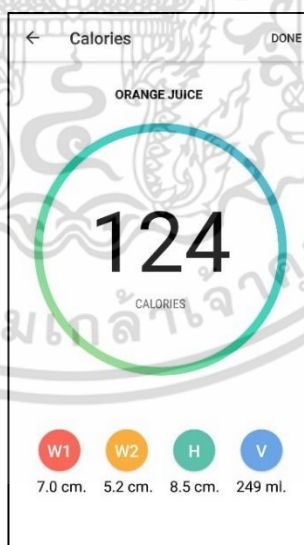
### 4.2.1 การทดสอบแคลอรีของเครื่องดื่มประเภทสมุนไพร



รูปที่ 4.24 ปริมาณแคลอรีของน้ำเก็กฮวย

จากรูปที่ 4.24 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาณแคลอรีของน้ำเก็กฮวยได้ 72 กิโลแคลอรี จากปริมาตร 254 มิลลิลิตร

### 4.2.2 การทดสอบแคลอรีของเครื่องดื่มประเภทน้ำผลไม้

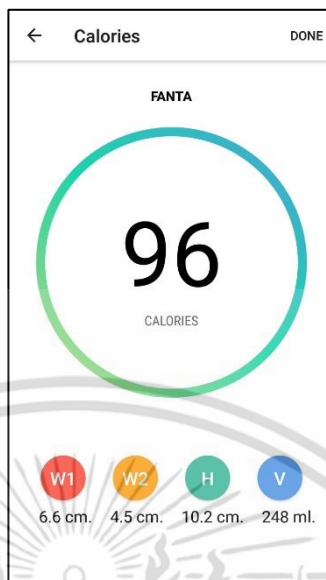


รูปที่ 4.25 ปริมาณแคลอรีของน้ำส้ม

จากรูปที่ 4.25 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาณแคลอรีของน้ำส้มได้ 124 กิโลแคลอรี จากปริมาตร 249 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

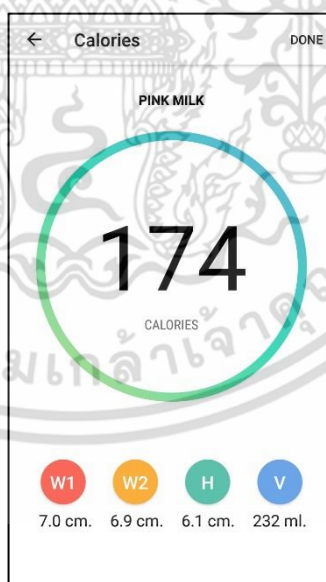
#### 4.2.3 การทดสอบแคลอรีของเครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลม



รูปที่ 4.26 ปริมาณแคลอรีของน้ำอัดลม

จากรูปที่ 4.26 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาณแคลอรีของน้ำอัดลม  
แฟนต้าได้ 96 กิโลแคลอรี จากปริมาตร 248 มิลลิลิตร

#### 4.2.4 การทดสอบแคลอรีของเครื่องดื่มประเภทนม

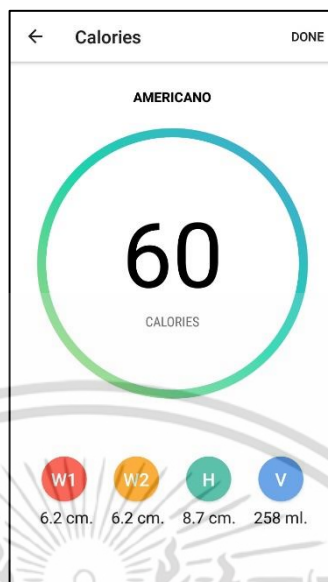


รูปที่ 4.27 ปริมาตรแคลอรีของนมเย็น

จากรูปที่ 4.27 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาณแคลอรีของนมเย็นได้ 174  
กิโลแคลอรี จากปริมาตร 232 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

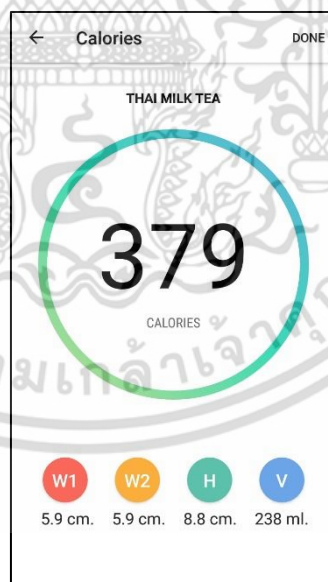
#### 4.2.5 การทดสอบแคลอรีของเครื่องดื่มประเภทกาแฟ



รูปที่ 4.28 ปริมาณแคลอรีของกาแฟอเมริกาโน่

จากรูปที่ 4.28 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาณแคลอรีของกาแฟอเมริกาโน่ได้ 60 กิโลแคลอรี จากปริมาตร 258 มิลลิลิตร

#### 4.2.6 การทดสอบแคลอรีของเครื่องดื่มประเภทชา



รูปที่ 4.29 ปริมาณแคลอรีของชาเย็น

จากรูปที่ 4.29 แอปพลิเคชัน VolCal สามารถวัดปริมาณแคลอรีของชาเย็นได้ 379 กิโลแคลอรี จากปริมาตร 238 มิลลิลิตร

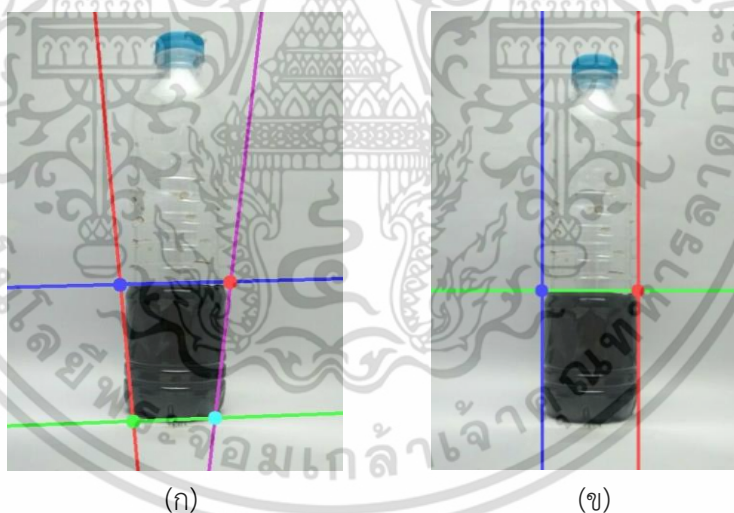
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงตัวอย่างปริมาณแคลอรีที่แอปพลิเคชันคำนวณได้

ลำดับ	วัตถุ	แอปพลิเคชัน	
		ปริมาตร (ml.)	แคลอรี (kcal)
1	แก๊กฮวย	254.49	72
2	น้ำส้ม	249.84	124
3	น้ำแดง	248.35	96
4	นมเย็น	232.52	174
5	โอเลี้ยง	258.82	60
6	ชาเย็น	238.14	379

### 4.3 อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm)

อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm) เป็นขั้นตอนการสร้างเส้นตรง โดยอาศัยชุดข้อมูลของจุดที่เรียงตัวกันมากที่สุด ซึ่งนำมาเพื่อแก้ปัญหาในขั้นตอนการค้นหาเส้นด้วยอัลกอริทึมฮาวฟไลน์ (Houghlines Algorithm) ดังรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 ตัวอย่างการสร้างเส้นตรงโดยฟิตติ้งไลน์ (ก) กับการค้นหาเส้นตรงโดยฮาวฟไลน์ (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm) และอัลกอริทึมฮาฟไลน์ (Houghlines Algorithm) ผลลัพธ์ของการเปรียบเทียบอัลกอริทึมทั้ง 2 แสดงดังตารางที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.7 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm)

ลำดับ	วัตถุ	ลักษณะการวัด			
		สูง (cm.)	กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	ปริมาตร (cm.)
1	แก้วขนาดที่ 1	9.8	5.3	7.2	312
2	แก้วขนาดที่ 2	9.8	5.2	7.0	297
3	แก้วขนาดที่ 3	9.7	4.9	6.2	240
4	ขวดขนาดที่ 1	6.2	6.9	6.6	166
5	ขวดขนาดที่ 2	8.6	6.1	5.6	236
6	ขวดขนาดที่ 3	9.2	5.8	6.1	261

ตารางที่ 4.8 การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฮาฟไลน์ (Houghlines Algorithm)

ลำดับ	วัตถุ	ลักษณะการวัด			
		สูง (cm.)	กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	ปริมาตร (cm.)
1	แก้วขนาดที่ 1	7.8	6.0	6.8	254
2	แก้วขนาดที่ 2	8.5	5.2	7.0	249
3	แก้วขนาดที่ 3	10.2	4.5	6.6	248
4	ขวดขนาดที่ 1	6.1	6.9	7.0	232
5	ขวดขนาดที่ 2	8.7	6.2	6.2	258
6	ขวดขนาดที่ 3	8.8	5.9	5.9	238

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้ อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm) เมื่อทำการเปรียบเทียบความถูกต้องกับการ วัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไป ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.9

**ตารางที่ 4.9** การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัด ทั่วไปกับแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm)

ลำดับ	วัตถุ	เครื่องมือ	ลักษณะการวัด			
			สูง (cm.)	กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	ปริมาตร (cm.)
1	แก้วขนาดที่ 1	ทั่วไป	6.8	6.2	6.5	250
		แอปพลิเคชัน	9.8	5.3	7.2	312
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			55.8	85.4	89.2	75.2
2	แก้วขนาดที่ 2	ทั่วไป	7	5.5	6.5	250
		แอปพลิเคชัน	9.8	5.2	7.0	297
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			60.0	94.5	92.3	81.2
3	แก้วขนาดที่ 3	ทั่วไป	10	5	7	250
		แอปพลิเคชัน	9.7	4.9	6.2	240
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			97.0	98.0	88.5	96.0
4	ขวดขนาดที่ 1	ทั่วไป	6	7	7	250
		แอปพลิเคชัน	6.2	6.9	6.6	166
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			96.6	98.5	94.2	66.4
5	ขวดขนาดที่ 2	ทั่วไป	8.2	6	6	250
		แอปพลิเคชัน	8.6	6.1	5.6	236
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			95.1	98.3	93.3	94.4
6	ขวดขนาดที่ 3	ทั่วไป	8.8	6	6	250
		แอปพลิเคชัน	9.2	5.8	6.1	261
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			95.4	96.6	98.3	95.6
ค่าเฉลี่ย			83.3	95.2	92.6	84.8
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด			88.9			

หมายเหตุ ค่าความแม่นยำ หาได้จากสูตร

- 1)  $\%Accuracy = 100 - \%Error$
- 2)  $\%Error = Relative\ error \times 100$
- 3)  $Relative\ error = \frac{|x_{mea} - x_t|}{x_t}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฮาฟไลน์ (Houghlines Algorithm) เมื่อทำการเปรียบเทียบความถูกต้องกับการวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไป ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.10

**ตารางที่ 4.10** การเปรียบเทียบความถูกต้องของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยเครื่องมือวัดทั่วไปกับแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฮาฟไลน์ (Houghlines Algorithm)

ลำดับ	วัตถุ	เครื่องมือ	ลักษณะการวัด			
			สูง (cm.)	กว้างฐาน (cm.)	กว้างท้องน้ำ (cm.)	ปริมาตร (cm.)
1	แก้วขนาดที่ 1	ทั่วไป	6.8	6.2	6.5	250
		แอปพลิเคชัน	7.8	6.0	6.8	254
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			85.3	96.7	95.3	98.4
2	แก้วขนาดที่ 2	ทั่วไป	7.0	5.5	6.5	250
		แอปพลิเคชัน	8.5	5.2	7.0	249
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			78.6	94.5	92.3	99.6
3	แก้วขนาดที่ 3	ทั่วไป	10.0	5.0	7.0	250
		แอปพลิเคชัน	10.2	4.5	6.6	248
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			98.0	90.0	94.3	99.2
4	ขวดขนาดที่ 1	ทั่วไป	6.0	7.0	7.0	250
		แอปพลิเคชัน	6.1	6.9	7.0	232
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			98.3	98.6	100.0	92.8
5	ขวดขนาดที่ 2	ทั่วไป	8.2	6.0	6.0	250
		แอปพลิเคชัน	8.7	6.2	6.2	258
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			94.0	96.7	96.7	96.8
6	ขวดขนาดที่ 3	ทั่วไป	8.8	6.0	6.0	250
		แอปพลิเคชัน	8.8	5.9	5.9	238
ความแม่นยำ (ร้อยละ)			100	98.3	98.3	95.2
ค่าเฉลี่ย			92.4	95.8	96.2	97.0
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด			95.4			

หมายเหตุ ค่าความแม่นยำ หาได้จากสูตร

- 4)  $\%Accuracy = 100 - \%Error$
- 5)  $\%Error = Relative\ error \times 100$
- 6)  $Relative\ error = \left| \frac{x_{mea} - x_t}{x_t} \right|$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบความแม่นยำของการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์ (Line Fitting Algorithm) กับอัลกอริทึมฮาฟไลน์ (Houghlines Algorithm)

อัลกอริทึม	ความแม่นยำ (ร้อยละ)
ฮาฟไลน์	95.4
ฟิตติ้งไลน์	88.9

จากตารางที่ 4.11 สามารถสรุปได้ว่าการวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์มีความแม่นยำน้อยกว่าอัลกอริทึมฮาฟไลน์ โดยอัลกอริทึมฟิตติ้งไลน์มีความแม่นยำร้อยละ 88.9 และอัลกอริทึมฮาฟไลน์มีความแม่นยำร้อยละ 95.4

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

- 1) แอปพลิเคชันสามารถรับข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพ นำมาผ่านการประมวลผลหาขนาดและปริมาตรของวัตถุทรงกระบอกและทรงกรวยตัดได้
- 2) แอปพลิเคชันสามารถนำข้อมูลภาพจากคลังรูปภาพ นำมาผ่านการประมวลผลหาขนาดและปริมาตรของวัตถุทรงกระบอกและทรงกรวยตัดได้
- 3) สามารถประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับวิธีการประมวลผลภาพแบบดิจิทัลเพื่อคำนวณหาปริมาตรและแคลอรีของเครื่องดื่มได้
- 4) การวัดขนาดและปริมาตรด้วยแอปพลิเคชัน VolCal โดยใช้อัลกอริทึมพีดีดีเอ็นจีมีความแม่นยำน้อยกว่าอัลกอริทึมฮาฟไลน์ โดยอัลกอริทึมพีดีดีเอ็นจีมีความแม่นยำร้อยละ 88.9 และอัลกอริทึมฮาฟไลน์มีความแม่นยำร้อยละ 95.4

#### 5.2 ข้อจำกัดของปัญหาพิเศษ

จากความสามารถของแอปพลิเคชันที่ได้กล่าวมานั้น ยังมีความสามารถที่ทางผู้พัฒนาเห็นว่ายังมีข้อจำกัด ดังนี้

- 1) แอปพลิเคชันจะสามารถคำนวณปริมาตรและแคลอรีของเครื่องดื่มได้ โดยการถ่ายภาพภายในอาคารสถานที่แบบปิดและมีแสงไฟจากหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์
- 2) กำหนดพื้นที่หลังในการถ่ายภาพเป็นสีขาว โดยให้ระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุเท่ากับ 11 นิ้ว และยกฐานสูง 10 เซนติเมตร
- 3) แอปพลิเคชันนี้สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่มี API ตั้งแต่ 21 ขึ้นไป
- 4) หากต้องการให้แอปพลิเคชันวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ควรตั้งกล้องให้อยู่ในมุม 90 องศา
- 5) หากสีของเครื่องดื่มมีความใกล้เคียงกับสีพื้นหลัง หรือวัตถุมีสทลาย แอปพลิเคชันนี้จะไม่สามารถคำนวณปริมาตรและแคลอรีของเครื่องดื่มได้

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากที่ได้กล่าวถึงความสามารถและข้อจำกัดของแอปพลิเคชัน ทางผู้พัฒนาเห็นว่าบางความสามารถควรที่จะมีการพัฒนาต่อไป เพื่อความสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น ดังนี้

- 1) พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถคำนวณปริมาตรของวัตถุที่มีรูปทรงซับซ้อนได้
- 2) พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถถ่ายภาพได้โดยไม่ต้องคำนึงถึงระยะห่างระหว่างกล้องกับวัตถุ
- 3) พัฒนาในส่วนของการประมวลผลภาพให้มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กัญญมล แซ่เล่า. 2559. การประมวลผลภาพดิจิทัล. [Online]. Available : <http://digi.library.tu.ac.th/thesis/st/0251/03CHAPTER2.pdf>
- [2] Gary, B. and Adrian, K. 2008. **O'Reilly Learning OpenCV**. United States of America : O'Reilly Media.
- [3] วิกิพีเดีย. 2557. คอมพิวเตอร์วิทัศน์ [Online]. Available : <https://th.wikipedia.org/wiki/คอมพิวเตอร์วิทัศน์>.
- [4] สารานุกรมเสรี. 2559. **ตรีโกณมิติ**. [Online]. Available : <http://th.wikipedia.org/wiki/ตรีโกณมิติ>
- [5] กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนราชวินิตบางแก้ว. 2559. **รูปเรขาคณิตเบื้องต้น**. [Online]. Available : [http://www.math.rwb.ac.th/sopa1/unit9\\_2.html](http://www.math.rwb.ac.th/sopa1/unit9_2.html)
- [6] Basic Android App Development. 2559. **สถาปัตยกรรมของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์**. [Online]. Available : <http://kadroidz.blogspot.com/2012/03/android-architecture.html>
- [7] Thaicreate. 2559. **รู้จักกับ Android Studio**. [Online]. Available : <http://www.thaicreate.com/mobile/android-studio-ide.html>
- [8] W. Farhat. 2559. **Real-Time Recognition of Road Traffic Signs in Video Scenes**. [Online]. Available : <http://ieeexplore.ieee.org/document/7523081/?reload=true>
- [9] กัญญาวัสส์ อบเชย, ชิดชนก ทองมาก และณัฐิยา เทศทิม. 2557. "แอปพลิเคชันหาปริมาณของวัตถุบนแอนดรอยด์." ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



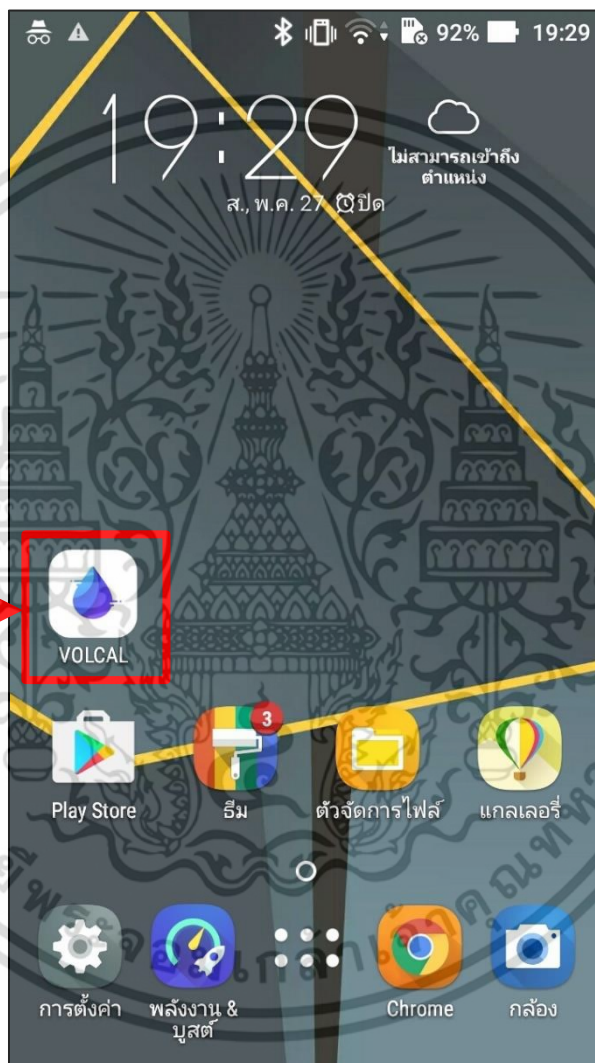
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### คู่มือการใช้งาน

เมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะใช้งานแอปพลิเคชัน VolCal ให้ผู้ใช้งานเลือกที่ไอคอนของแอปพลิเคชันเพื่อทำการเปิดแอปพลิเคชัน แสดงดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 ไอคอนของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

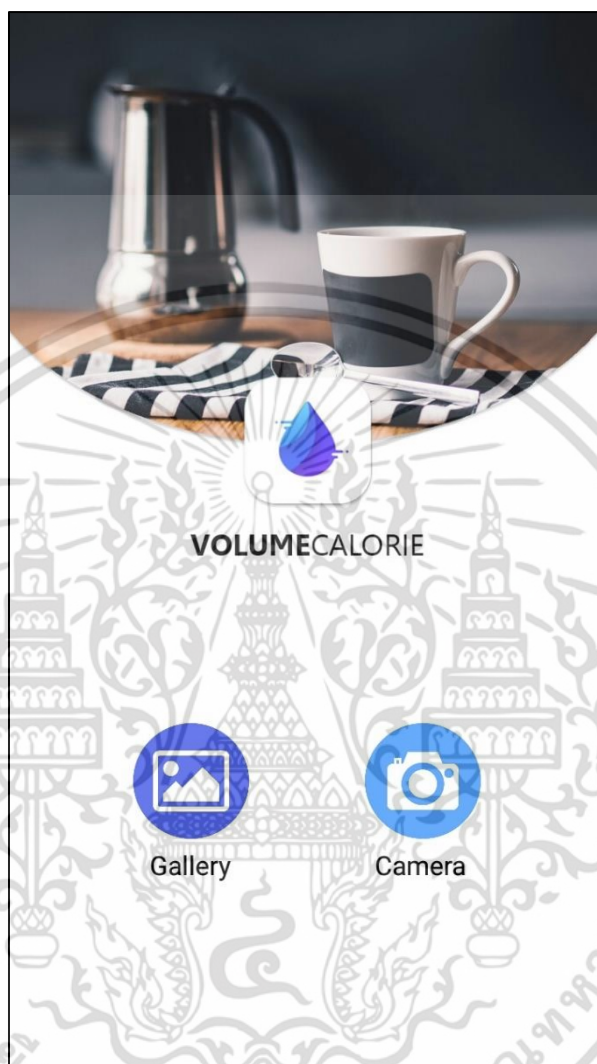
เมื่อเปิดแอปพลิเคชันแล้วจะมีการแสดงหน้าจอ Loading เป็นหน้าจอก่อนการเข้าสู่หน้าการใช้งานเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน VolCal แสดงดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 หน้าจอ Loading

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

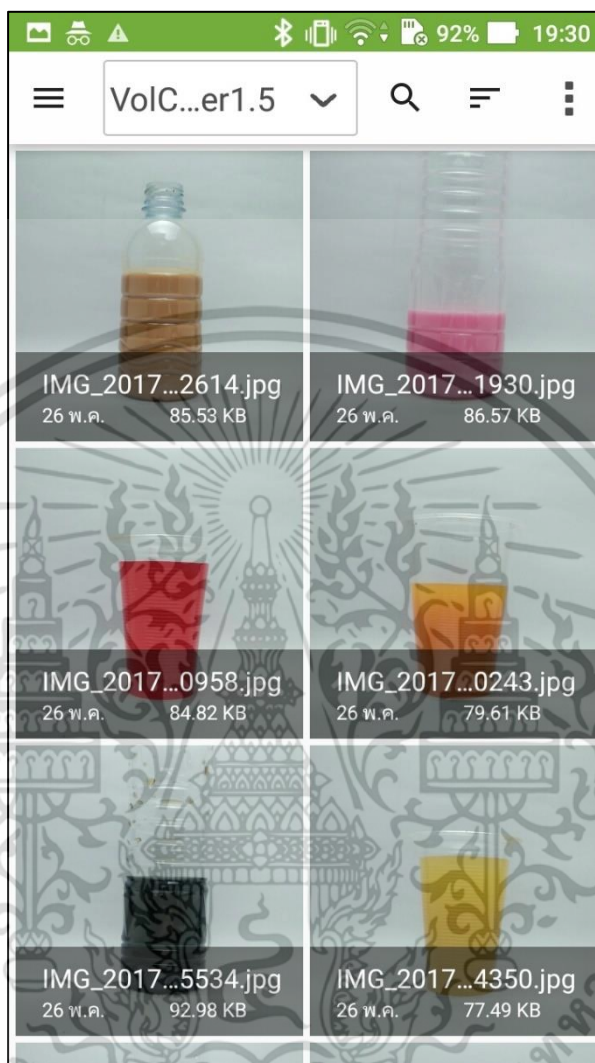
เมื่อเข้าสู่หน้าจอการใช้งานเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน VolCal จะประกอบไปด้วย ปุ่มหลัก 2 ปุ่ม ได้แก่ปุ่ม Gallery ใช้สำหรับนำเข้าข้อมูลภาพจากกล้องถ่ายภาพ และ ปุ่ม Camera ใช้สำหรับนำเข้าข้อมูลภาพจากคลังรูปภาพ แสดงดังรูป ก.3



รูปที่ ก.3 หน้าจอการใช้งานเริ่มต้นของแอปพลิเคชัน VolCal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากผู้ใช้งานเลือกนำเข้าข้อมูลภาพจากคลังรูปภาพ จะเข้ามาสู่หน้าจอในรูปที่ ก.4 ซึ่งผู้ใช้งานจะสามารถค้นหาและเลือกรูปภาพที่ต้องการนำไปประมวลผลและวิเคราะห์ต่อไปได้



รูปที่ ก.4 หน้าสำหรับนำเข้าข้อมูลภาพจากคลังรูปภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อแอปพลิเคชันได้ทำการประมวลผลและวิเคราะห์รูปภาพเสร็จสิ้น จะแสดง หน้าจอการแสดงผลการวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุ ซึ่งสัญลักษณ์ W1 แสดงถึงขนาด ความกว้างของน้ำ สัญลักษณ์ W2 แสดงถึงขนาดความกว้างฐานะ สัญลักษณ์ H แสดงถึง ขนาดความสูง ค่าตัวเลขที่อยู่กลางหน้าจอ แสดงถึงค่าปริมาตร ผลลัพธ์ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 หน้าจอการแสดงผลการวัดขนาดและปริมาตรของวัตถุ

และปุ่ม Calculate Calories เป็นปุ่มสำหรับการไปยังหน้าจอแสดงชนิดของ เครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี แสดงดังรูปที่ ก.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



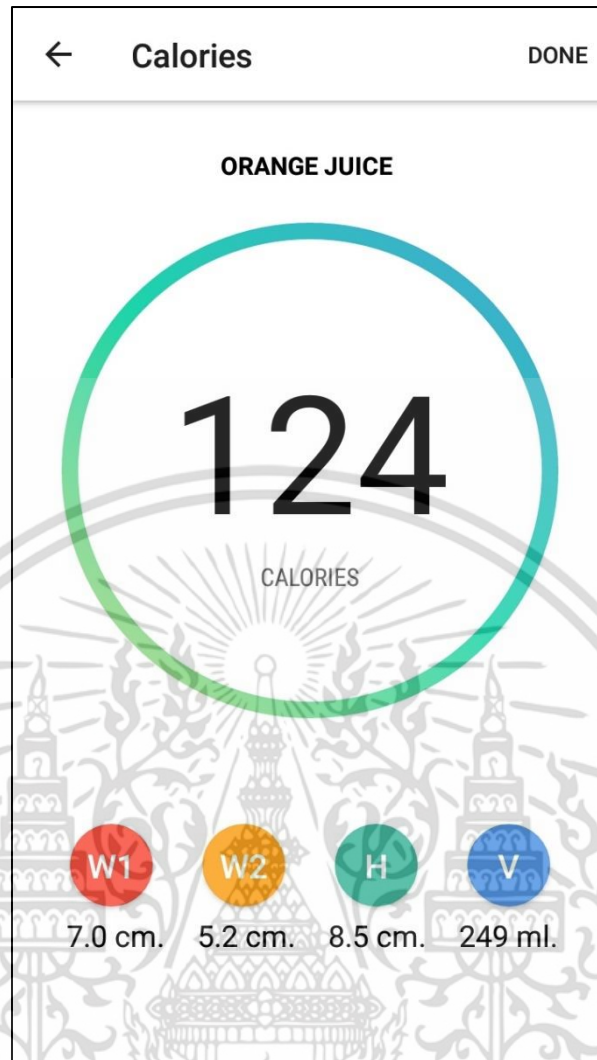
รูปที่ ก.6 หน้าจอแสดงชนิดของเครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี

เมื่อผู้ใช้งานเลือกชนิดของเครื่องดื่มที่ต้องการแล้ว แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอแสดงเครื่องดื่ม เพื่อให้ผู้ใช้เลือกเครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี แสดงดังรูปที่ ก.7

← Juice	
Apple Juice	Serving : 100    Calories : 50
Blackberry Juice	Serving : 100    Calories : 48
Carrot Juice	Serving : 100    Calories : 40
Grape Juice	Serving : 100    Calories : 55
Guava Juice	Serving : 100    Calories : 61
Lemon Juice	Serving : 100    Calories : 21
Orange Juice	Serving : 100    Calories : 50
Passion Fruit Juice	Serving : 100    Calories : 54
Pineapple Juice	Serving : 100    Calories : 53
Pomegranate Juice	Serving : 100    Calories : 30
Tomato Juice	Serving : 100    Calories : 25

รูปที่ ก.7 หน้าจอแสดงเครื่องดื่มที่ต้องการคำนวณหาแคลอรี

เมื่อผู้ใช้งานเลือกชนิดของเครื่องดื่มที่ต้องการแล้ว แอปพลิเคชันจะทำการคำนวณหาแคลอรี และแสดงผลในหน้าจอแสดงผลลัพธ์แคลอรี แสดงดังรูปที่ ก.8



รูปที่ ก.8 หน้าจอแสดงผลพีคเคอรี่

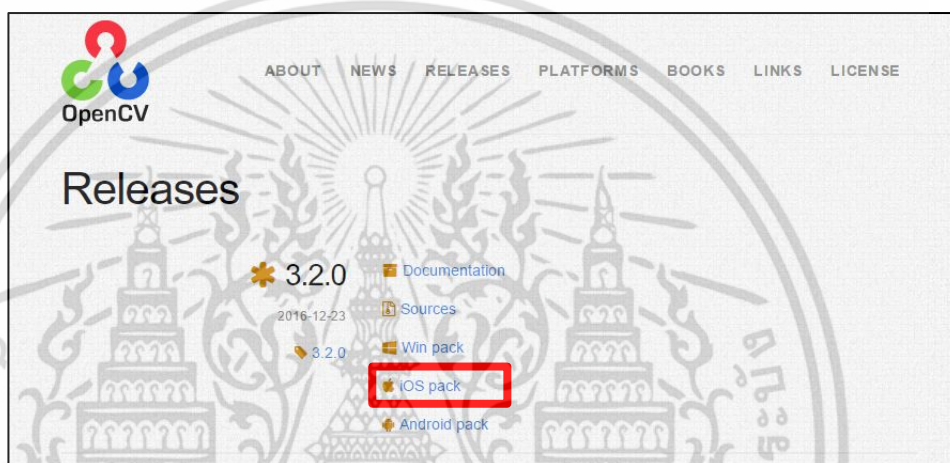
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

# วิธีการติดตั้งไลบรารี OpenCV สำหรับใช้งานใน Android Studio

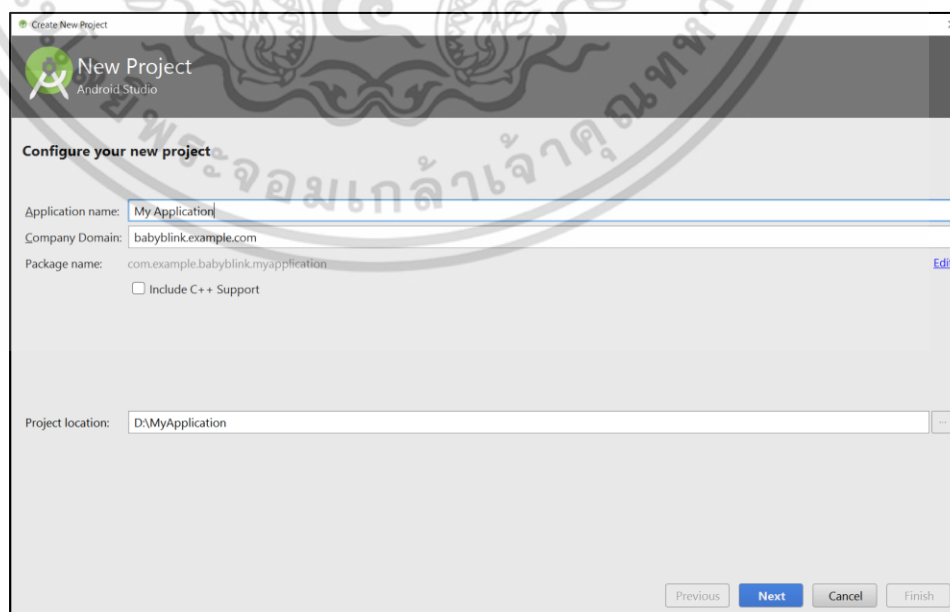
การติดตั้งไลบรารี OpenCV บน Android Studio สำหรับการใช้งานภาษา Java เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันด้านการประมวลผลภาพดิจิทัลบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีขั้นตอนดังนี้

- 1) ดาวน์โหลด OpenCV เวอร์ชัน 3.2.0 ที่เว็บไซต์ <http://opencv.org/releases.html> โดยให้คลิกที่ Android pack แสดงดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 หน้าต่างของเว็บไซต์ <http://opencv.org/releases.html>

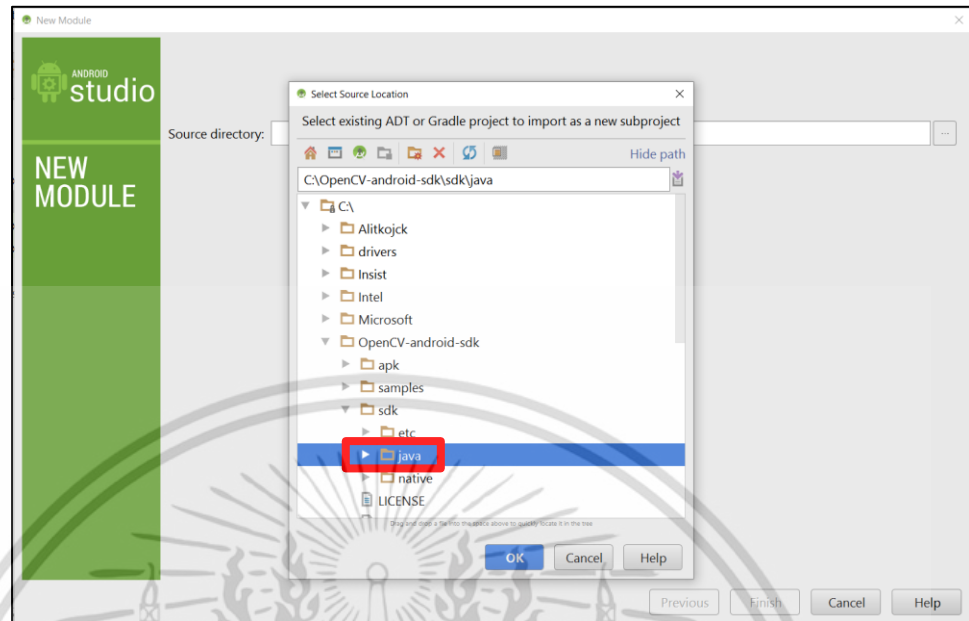
- 2) เปิด Android Studio แล้วทำการสร้างโปรเจกต์ใหม่ แสดงดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 หน้าต่างการสร้างโปรเจกต์ใหม่ของโปรแกรม Android Studio

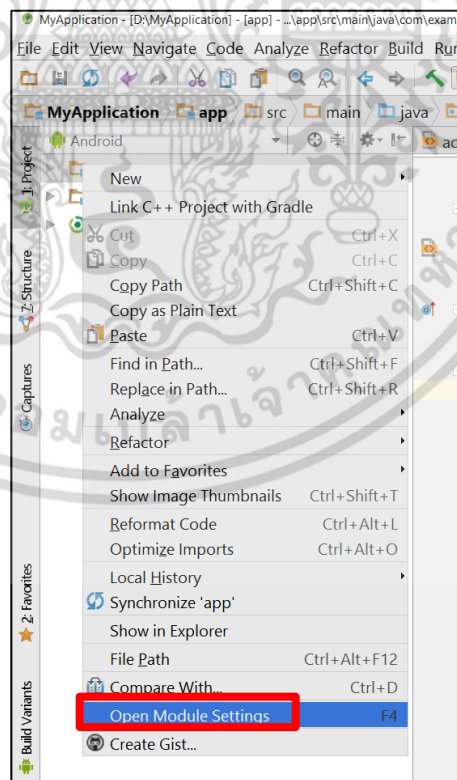
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) เลือกเมนู Import Module แล้วเลือก OpenCV-android-sdk\java แสดงดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 การเลือกไลบรารี OpenCV เพื่อนำมาใช้กับโปรเจค

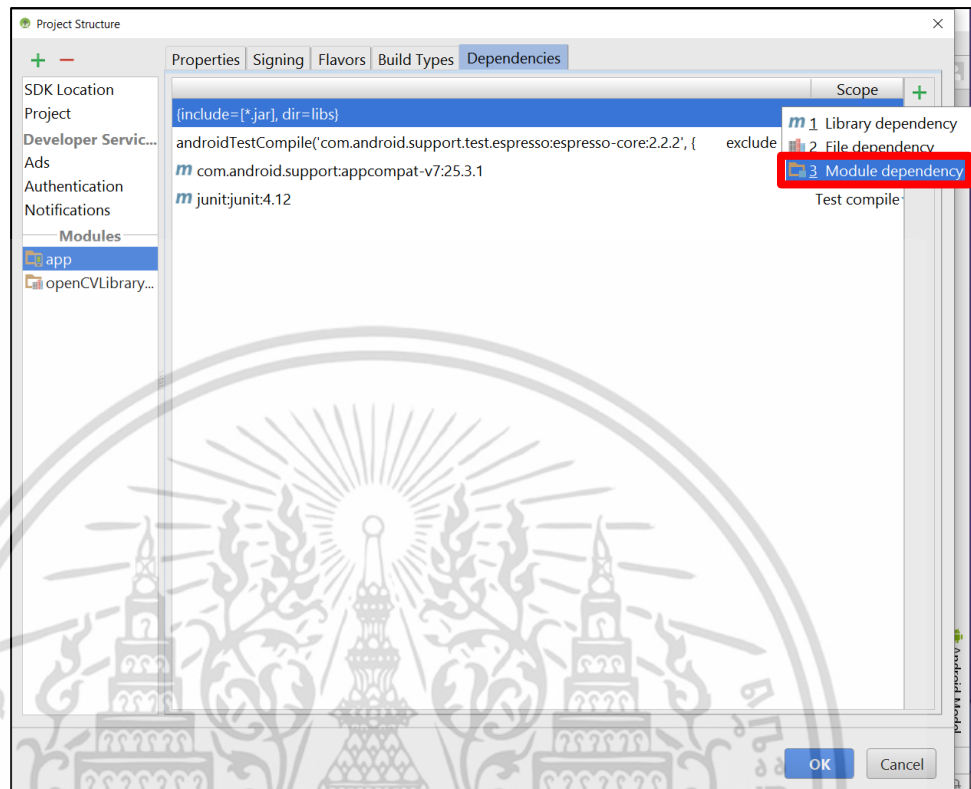
- 4) คลิกขวาที่ไฟล์เดอร์ app และคลิกที่ Open Module Settings แสดงดังรูปที่ ข.4



รูปที่ ข.4 การเข้าเมนู Module Settings

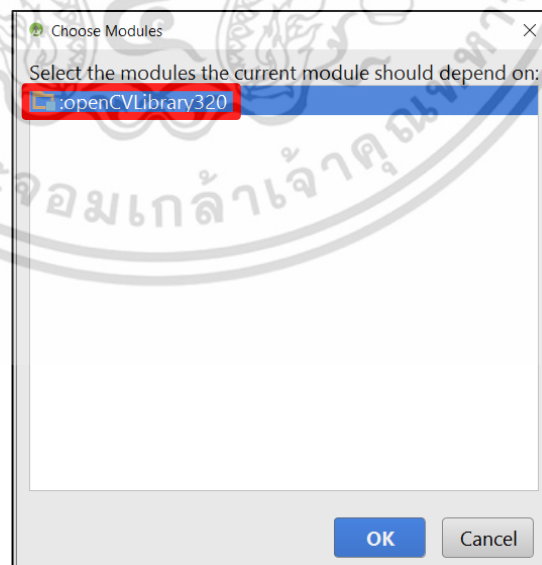
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5) เลือกเมนู Dependencies คลิกที่ Add (เครื่องหมายบวก) แล้วเลือก Module dependency แสดงดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.5 การ Add Module OpenCV

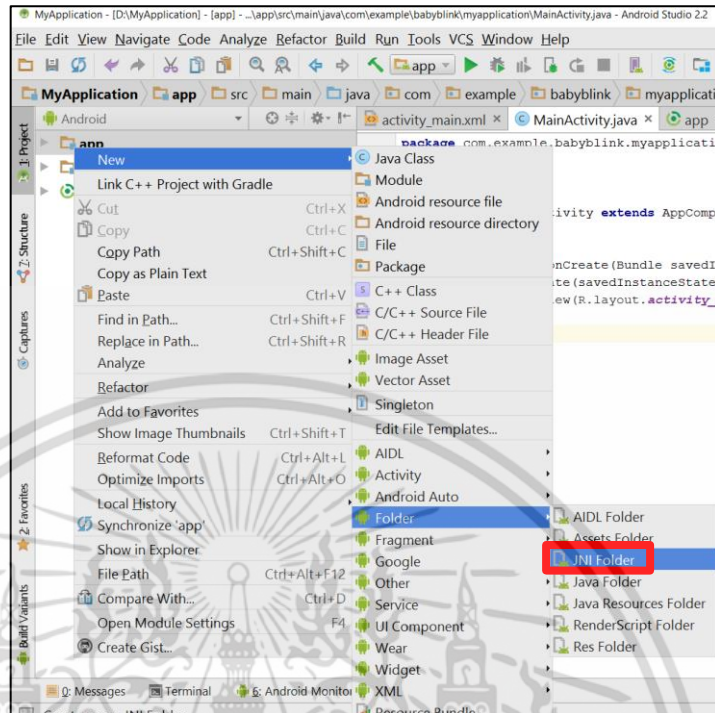
หลังจากนั้นเลือก openCVLibrary320 แสดงดังรูปที่ ข.6



รูปที่ ข.6 การเลือก Module OpenCV

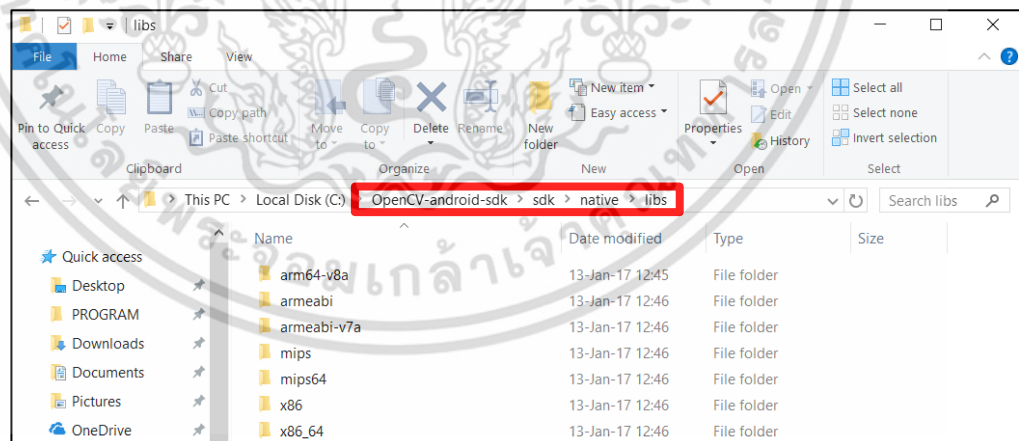
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) สร้าง JNI folder แล้วเปลี่ยนชื่อโฟลเดอร์เป็น jniLibs แสดงดังรูปที่ ข.7



รูปที่ ข.7 การสร้าง JNI folder

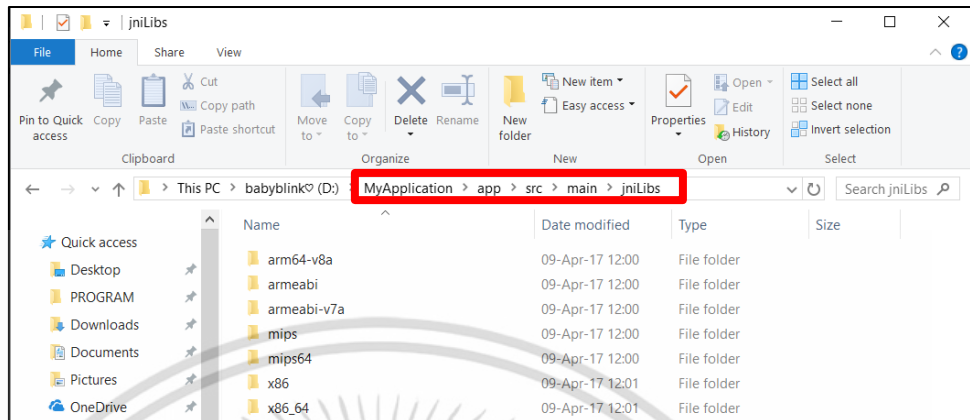
7) เปิดโฟลเดอร์ OpenCV-android-sdk โดยเข้าไปที่ OpenCV-android-sdk/sdk/native/libs แสดงดังรูปที่ ข.8



รูปที่ ข.8 โฟลเดอร์ OpenCV-android-sdk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นคัดลอกไฟล์เดอร์ทั้งหมดใน OpenCV-android-sdk/sdk/native/libs ไปไว้ที่ไฟล์เดอร์ jniLibs แสดงดังรูปที่ ข.9



รูปที่ ข.9 ไฟล์เดอร์ jniLibs

- 8) จากขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สามารถใช้งานฟังก์ชัน ตัวแปร และประเภทข้อมูลต่างๆ ของไลบรารี OpenCV ได้ แสดงดังรูปที่ ข.10

```

Imgproc.Canny
imgproc.Canny(Mat dx, Mat dy, Mat edges... void );
Bitmap.Config.ARGB_8888);
Util.Canny(Mat dx, Mat dy, Mat edges... void );
imgproc.Canny(Mat image, Mat edges, dou... void );
imgproc.Canny(Mat image, Mat edges, dou... void );

```

รูปที่ ข.10 ตัวอย่างการใช้งานฟังก์ชัน Canny ของไลบรารี OpenCV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้