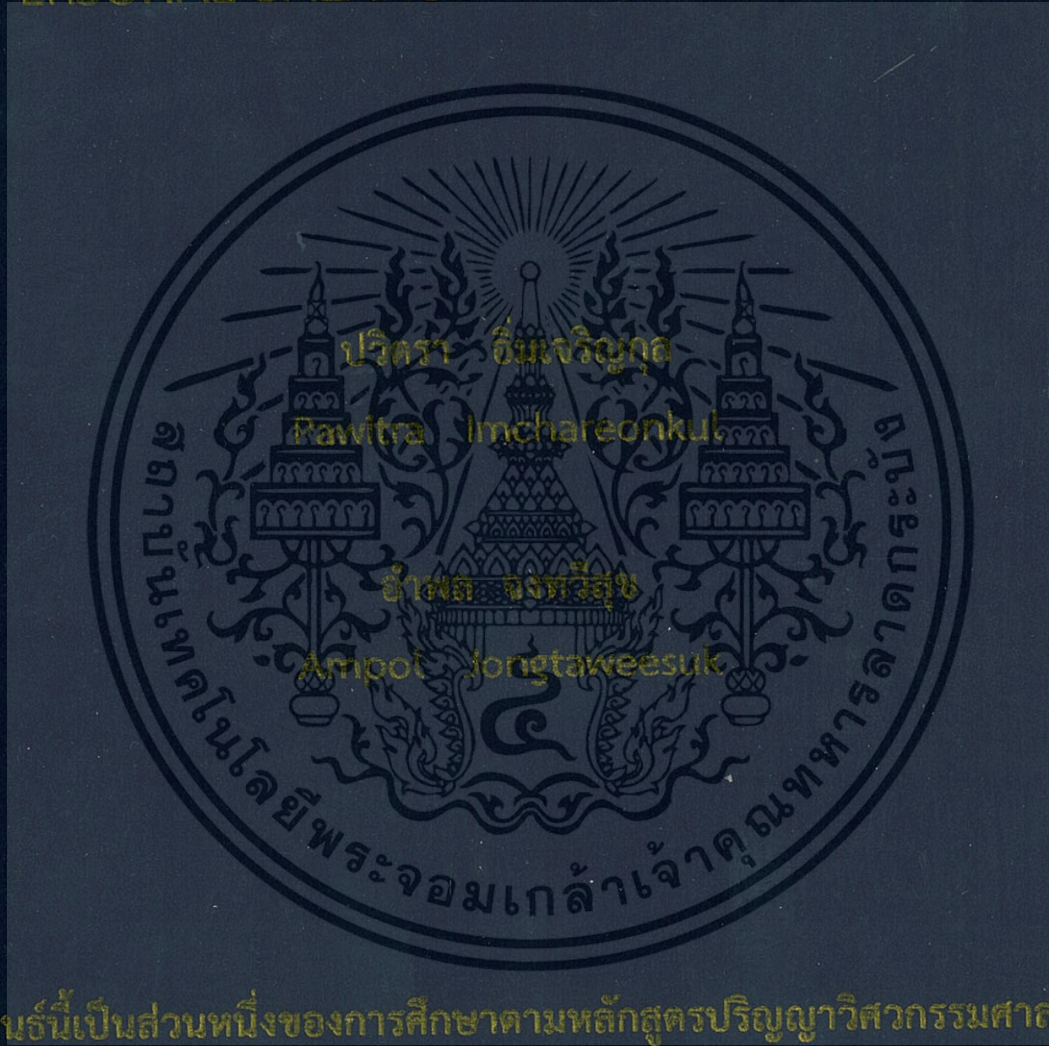


แอปพลิเคชันบันทึกการรับรายจ่ายส่วนบุคคลด้วยใบเสร็จ

PERSONAL BALANCE APPLICATION VIA OCR



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

แอปพลิเคชันบันทึกรายรับรายจ่ายส่วนบุคคลด้วยใบเสร็จ

PERSONAL BALANCE APPLICATION VIA OCR



T144421

ปวีตรา อิมเจริญกุล

Pawitra Imchareonkul

อำพล จงทวีสุข

Ampol Jongtaweasuk

เลขที่.....
เลขทะเบียน 144421
ณ เดือน ปี 24 พ.ย. 2559

b.12819967
i.....

ปฏิญานិพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERSONAL BALANCE APPLICATION VIA OCR



THIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แอปพลิเคชันบันทึกรายรับรายจ่ายส่วนบุคคลด้วยใบเสร็จ		
Thesis Title	PERSONAL BALANCE APPLICATION VIA OCR		
ชื่อนักศึกษา	นางสาวปิตรดา อิ่มเจริญกุล	รหัสนักศึกษา	55010742
	นายอำพล จงทวีสุข	รหัสนักศึกษา	55011477
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สุธีรา	พันธู์ธีรานุรักษ์	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์	เหล่าสกุล	

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แอปพลิเคชันบันทึกรายรับรายจ่ายส่วนบุคคลด้วยใบเสร็จ		
Thesis Title	PERSONAL BALANCE APPLICATION VIA OCR		
ชื่อนักศึกษา	นางสาววิตรา อิ่มเจริญกุล	รหัสนักศึกษา	55010742
	นายอำพล จงทวีสุข	รหัสนักศึกษา	55011477
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สุธีรา	พันธุธีรานุรักษ์	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์	หล้าสกุล	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนั้นได้มีการใช้งานแอปพลิเคชันด้านการจัดการเงินในรูปแบบของบัญชีรายรับรายจ่ายอยู่มากมาย แต่มักจะมีความยุ่งยากในการบันทึกรายรับรายจ่ายที่ละรายการ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้พัฒนาหนึ่งในแอปพลิเคชันรายรับรายจ่ายขึ้นมา โดยให้ชื่อว่าเวิร์ธเอไอ (WorthAI) ซึ่งแอปพลิเคชันนี้มีความโดดเด่นจากแอปพลิเคชันอื่น ๆ ตรงที่มีการนำการรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition: OCR) มาประยุกต์ใช้ในการช่วยบันทึกรายจ่ายโดยทำการถ่ายรูปใบเสร็จที่เป็นรายการสิ่งของที่ผู้ใช้ได้รับจากร้านค้า อีกทั้งยังมีคุณสมบัติสามารถจัดการหมวดหมู่สินค้า สรุปยอดเงินคงเหลือ สรุปยอดการใช้จ่ายออกมาเป็นลักษณะของกราฟวงกลมหรือกราฟเส้นตามเวลาที่ผู้ใช้กำหนดได้ ซึ่งในการทำงานของการรู้จำอักขระด้วยแสงที่นำมาใช้กับวิทยานิพนธ์นี้ได้ทำเทสเซอร์แลค (Tesseract) มาพัฒนาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จึงทำให้ผู้ใช้ที่ใช้งานแอปพลิเคชันมีความสะดวกสบายมากขึ้นกับการทำบัญชีรายรับรายจ่ายอันจะส่งผลให้การจัดการเงินกลายเป็นเรื่องง่ายมากขึ้นสำหรับบุคคลทั่วไปอีกด้วย

Thesis Title	PERSONAL BALANCE APPLICATION VIA OCR		
Student	Miss.Pawitra Imchareonkul	Student ID.	55010742
	Mr.Ampol Jongtaweek	Student ID.	55011477
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Academic Year	2015		
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr.Sutheera Puntheeranurak		
Thesis Co-Advisor	Assoc.Prof.Dr.Attasit Lasakul		

ABSTRACT

In recently, there are a lot of money applications that can help people to manage their cash flow, can be found in Google Play or App Store. This paper presents an android application, "WorthAI". This application is a money record application that uses OCR or Optical Characteristic Recognition as a part of money recording. There are many features that we have in WorthAI such as adding category, checking balance, OCR, reporting as pie chart or line graph, etc. User can use new feature as OCR in our application to take a picture of receipt and our application will transform the picture to information of goods. It can suggest description that match to data in database. Furthermore, the correctness of OCR in application is acceptable for English receipt.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของผศ.ดร.สุธีรา พันธุ์ธีรานุรักษ์ และ รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล้าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงาน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินงานอีกด้วย ขอขอบคุณ คุณโยธิน ม่วงสมมุข พี่ชายผู้ช่วยเหลือเมื่อเกิดความบกพร่องใด ๆ ที่อยู่นอกเหนือขอบเขตความรู้ที่มีตลอดการทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณกลุ่ม Medical alert and Healthcare system ที่คอยช่วยเหลือ แลกเปลี่ยนความรู้ต่าง ๆ และร่วมกันแก้ไขปัญหาด้านการรู้จำอักขระด้วยแสงที่เกิดขึ้นตลอดการทำงาน ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในห้องปฏิบัติการทุกคนที่ช่วยเสนอแนะทางแก้ปัญหา เป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์เรื่องนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ซึ่งเปิดโอกาสให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ปวีตรา อิ่มเจริญกุล
อำพล จงทวีสุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงการ.....	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.4 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์.....	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML).....	4
2.1.1 แผนภาพยูสเคส (Use case diagram).....	4
2.1.2 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence diagram).....	6
2.1.3 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์.....	6
2.2 ผังงาน (Flow chart).....	7
2.2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนผังงาน.....	7
2.2.2 ประโยชน์ของผังงาน.....	9
2.2.3 ข้อจำกัดของผังงาน.....	9
2.3 อ็อบเจกต์โรลโมเดล (Object-role Modeling: ORM).....	9
2.3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในอ็อบเจกต์โรลโมเดล.....	10
2.4 ทฤษฎีพื้นฐานของการประมวลผลภาพ.....	11
2.4.1 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ.....	11
2.4.2 การคืนสภาพของภาพ.....	14
2.4.3 การประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ.....	14
2.5 เทสเซอแรคต์ (Tesseract)	16
2.5.1 การใช้คอมพิวเตอร์ไบนารีในเทสเซอแรคต์.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5.2 ชุดข้อมูลฝึกฝน.....	19
2.6 ภาษาไพธอน (Python)	22
2.6.1 ความหมายของภาษาไพธอน.....	22
2.6.2 หลักการทำงานของภาษาไพธอน.....	23
2.7 ระบบปฏิบัติการลินุกซ์.....	24
2.7.1 คุณสมบัติของลินุกซ์.....	25
2.7.2 จุดเด่นของลินุกซ์.....	25
2.8 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	26
2.8.1 ประวัติความเป็นมา.....	27
2.8.2 โครงสร้างของแอนดรอยด์.....	27
2.8.3 รุ่นต่าง ๆ ของแอนดรอยด์.....	28
2.8.4 ข้อเด่นของแอนดรอยด์.....	29
2.9 ภาษาจาวา.....	29
2.9.1 รูปแบบของภาษาจาวา.....	30
2.9.2 ข้อดีของภาษาจาวา.....	30
2.9.3 ข้อเสียของภาษาจาวา.....	31
2.10 ระบบฐานข้อมูลเอสคิวไลต์.....	31
2.10.1 หลักการของเอชไอที (ACID).....	31
2.10.2 คุณลักษณะของระบบฐานข้อมูลเอสคิวไลต์.....	32
2.11 ระบบฐานข้อมูลบนพาส.....	33
บทที่ 3 การออกแบบระบบ.....	35
3.1 องค์ประกอบหลักของระบบ.....	35
3.2 แผนภาพยูสเคส (Use case Diagram)	36
3.3 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence Diagram)	36
3.4 การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)	42
3.5 การออกแบบโปรแกรม.....	44
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	47
4.1 ส่วนของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน.....	47
4.2 การประยุกต์ใช้เข้ากับคลาวด์เซิร์ฟเวอร์.....	63
4.3 การปรับปรุงคุณภาพภาพที่ใช้ในแอปพลิเคชัน.....	67

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน.....	71
5.1 บทสรุปปริญญานิพนธ์.....	71
5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการดำเนินงาน.....	71
5.3 แนวทางการแก้ไข.....	71
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อและการนำไปใช้.....	72
บรรณานุกรม.....	73
ภาคผนวก ก โปสเตอร์.....	76
ภาคผนวก ข การติดตั้งโปรแกรมจาวาเจดีเคและแอนดรอยด์สตูดิโอ.....	78
ภาคผนวก ค การติดตั้งแอปพลิเคชันลงบนสมาร์ตโฟน.....	86
ภาคผนวก ง การติดตั้งเทสเซอร์แลคลงบนคลาวด์เซิร์ฟเวอร์.....	89



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพยูสเคส.....	5
ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์.....	7
ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในผังงาน.....	8
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในอีอบเจกต์โรลโมเดล.....	10
ตารางที่ 2.5 เทสเซอร์แลคกับการประยุกต์ใช้บนอุปกรณ์ต่าง ๆ.....	17
ตารางที่ 2.6 ตัวเลือกในการใช้งานเทสเซอร์แลค.....	18
ตารางที่ 2.7 ตัวเลือกเจเชคเมนต์เตชันโหมด.....	19
ตารางที่ 2.8 ตัวเลือกในกาตั้งค่าอื่น ๆ.....	19
ตารางที่ 2.9 รุ่นต่าง ๆ ของแอนดรอยด์.....	27
ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (MEMBER)	41
ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลบันทึกรายรับรายจ่าย (Transaction)	41
ตารางที่ 3.3 ตารางเก็บข้อมูลสิ่งของแต่ละชิ้น (Thing)	41
ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลหมวดหมู่ (Category)	41

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน.....	1
รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภาพลำดับเหตุการณ์.....	6
รูปที่ 2.2 ฮิสโตแกรมเปรียบเทียบระหว่างภาพในความสว่างต่างกัน.....	11
รูปที่ 2.3 รูปแบบการทำคอนโวลูชัน.....	12
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการแปลงรูปฟูเรียร์.....	13
รูปที่ 2.5 ภาพเปรียบเทียบระหว่างรูปต้นฉบับและรูปที่ผ่านการคืนสภาพของภาพ.....	14
รูปที่ 2.6 หลักการของฟิทและฮิท (Fit & Hit).....	15
รูปที่ 2.7 การขยายภาพ.....	15
รูปที่ 2.8 การกร่อนภาพ.....	16
รูปที่ 2.9 ตัวอย่างรูปแบบของชุดข้อมูลฝึกฝนที่เป็นอักขระเดี่ยวภาษาอังกฤษ.....	21
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างชุดคำและชุดแสดงความรู้สึกที่เกิดคำในภาษาไทย.....	22
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการทำงานตามหลักการคอมไพเลอร์.....	23
รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการทำงานตามหลักการอินเทอร์พรีเตอร์.....	24
รูปที่ 2.13 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	27
รูปที่ 2.14 ระบบการทำงานของพาส.....	33
รูปที่ 3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ.....	35
รูปที่ 3.2 แผนภาพยูสเคสของระบบการทำงานทั้งหมด.....	36
รูปที่ 3.3 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการสมัครสมาชิก.....	37
รูปที่ 3.4 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเข้าสู่ระบบ.....	38
รูปที่ 3.5 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการตั้งหน่วยเงิน.....	38
รูปที่ 3.6 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเพิ่มข้อมูลสินค้า.....	39
รูปที่ 3.7 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเพิ่มข้อมูลหมวดหมู่สินค้า.....	40
รูปที่ 3.8 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเปลี่ยนรหัสผ่าน.....	40
รูปที่ 3.9 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการแสดงผลภาพรวม.....	41
รูปที่ 3.10 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเพิ่มแบบฟอร์มใบเสร็จ.....	42
รูปที่ 3.11 แผนภาพฐานข้อมูลของระบบ.....	42
รูปที่ 3.12 แผนผังแสดงหน้าแอปพลิเคชันทั้งหมด.....	44
รูปที่ 3.13 แผนผังงานแสดงการเริ่มต้นแอปพลิเคชัน.....	45
รูปที่ 4.1 หน้าสแปลช.....	47
รูปที่ 4.2 หน้าสมัครสมาชิก.....	48

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.3 หน้าสมัครสมาชิกเมื่อเกิดข้อผิดพลาด.....	48
รูปที่ 4.4 หน้าเข้าสู่ระบบ.....	49
รูปที่ 4.5 หน้าเข้าสู่ระบบเมื่อมีการกรอกข้อมูลผิดพลาด.....	49
รูปที่ 4.6 หน้าเลือกค่าเงิน.....	50
รูปที่ 4.7 หน้าเลือกค่าเงินเมื่อมีการเลือกलिस्टค่าเงิน.....	50
รูปที่ 4.8 หน้าหลักของแอปพลิเคชัน.....	51
รูปที่ 4.9 ขั้นตอนของแอปพลิเคชันในการปรับปรุงรายการ.....	52
รูปที่ 4.10 ขั้นตอนของแอปพลิเคชันในการลบรายการ.....	52
รูปที่ 4.11 ขั้นตอนของแอปพลิเคชันในการอัปโหลดรูป.....	53
รูปที่ 4.12 ผลจากการอัปโหลดรูป.....	54
รูปที่ 4.13 หน้ากรอกข้อมูลรายรับ.....	54
รูปที่ 4.14 หน้ากรอกข้อมูลรายรับเมื่อมีข้อมูลผิดพลาด.....	55
รูปที่ 4.15 หน้ากรอกข้อมูลรายรับเมื่อมีการกรอกข้อมูลช่อง DESCRIPTION.....	56
รูปที่ 4.16 หน้ากรอกข้อมูลรายจ่าย.....	56
รูปที่ 4.17 หน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายเมื่อมีข้อมูลผิดพลาด.....	57
รูปที่ 4.18 หน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายเมื่อมีการกรอกข้อมูลช่อง DESCRIPTION.....	58
รูปที่ 4.19 หน้าเมนู.....	58
รูปที่ 4.20 หน้ากราฟวงกลม.....	59
รูปที่ 4.21 หน้ากราฟเส้น.....	60
รูปที่ 4.22 หน้าเพิ่มหมวดหมู่.....	61
รูปที่ 4.23 หน้าตั้งค่าผู้ใช้.....	61
รูปที่ 4.24 หน้าเกี่ยวกับเรา.....	62
รูปที่ 4.25 หน้าออกจากระบบ.....	62
รูปที่ 4.26 ขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์.....	63
รูปที่ 4.27 ตัวอย่างโค้ดพีเอชพีสำหรับการอัปโหลดรูปไปยังไฟล์ในเซิร์ฟเวอร์.....	64
รูปที่ 4.28 ตัวอย่างโค้ดพีเอชพีสำหรับการสั่งการเซิร์ฟเวอร์ให้เปิดไฟล์และดำเนินการรู้จำอักขระ....	65
รูปที่ 4.29 ไฟล์ไพลอนที่ใช้สั่งการเทสเซอร์แลคและบันทึกผลลงในแฟ้มข้อความ.....	65
รูปที่ 4.30 ต้นฉบับใบเสร็จภาษาไทย.....	66
รูปที่ 4.31 ผลการทดลองเมื่อแปลงจากรูปภาษาไทยเป็นข้อความ.....	66
รูปที่ 4.32 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพภาพ.....	67

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.33 ภาพต้นแบบสำหรับการทดลองหลังจากเปลี่ยนเป็นภาพขาว-ดำ	68
รูปที่ 4.34 ผลลัพธ์จากการหาขอบแบบโซเบลและการหาขอบแบบโซเบลที่พัฒนาแล้ว	68
รูปที่ 4.35 คำสั่งการหาขอบแบบโซเบล.....	69
รูปที่ 4.36 คำสั่งการกรองด้วยค่ามัธยฐาน.....	69
รูปที่ 4.37 ความแตกต่างหลังจากผ่านตัวกรองค่าเฉลี่ยและตัวกรองค่ามัธยฐาน	70
รูปที่ 4.38 ภาพที่ได้ก่อนการปิดภาพและหลังจากการปิดภาพ.....	70
รูปที่ 4.39 คำสั่งการปิดภาพ.....	70
รูปที่ ข.1 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรมจาวาเจดีเค.....	79
รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าของระบบ.....	80
รูปที่ ข.3 หน้าต่างการตั้งค่าตัวแปรเอนไวรอนเมนต์.....	80
รูปที่ ข.4 การตั้งค่าพาร.....	81
รูปที่ ข.5 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ.....	81
รูปที่ ข.6 หน้าต่างเริ่มต้นเมื่อต้องการติดตั้งแอนดรอยด์สตูดิโอ.....	82
รูปที่ ข.7 หน้าต่างสอบถามการติดตั้งจาวาเจดีเค.....	82
รูปที่ ข.8 การเลือกผู้ใช้งานที่สามารถเข้าถึงได้.....	83
รูปที่ ข.9 หน้าต่างกรอกข้อมูลที่ตั้งโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ.....	83
รูปที่ ข.10 หน้าต่างการติดตั้งเมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว.....	84
รูปที่ ข.11 หน้าต่างเมื่อสิ้นสุดการติดตั้ง.....	84
รูปที่ ข.12 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ.....	85
รูปที่ ข.13 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอครั้งแรก.....	85
รูปที่ ค.1 ขั้นตอนการตั้งค่าโทรศัพท์จากแหล่งที่มาไม่ทราบชื่อ.....	87
รูปที่ ค.2 ขั้นตอนการติดตั้งเอพีเคด้วยตัวเอง.....	88
รูปที่ ง.1 คำสั่งตั้งค่าเอนไวรอนเมนต์.....	90
รูปที่ ง.2 คำสั่งติดตั้งอิมเมจเมจิก.....	90
รูปที่ ง.3 คำสั่งติดตั้งเลพโตนิกา.....	91
รูปที่ ง.4 คำสั่งติดตั้งเทสเซอร์แลค.....	91
รูปที่ ง.5 คำสั่งตั้งค่าเซิร์ฟเวอร์.....	91

บทที่ 1

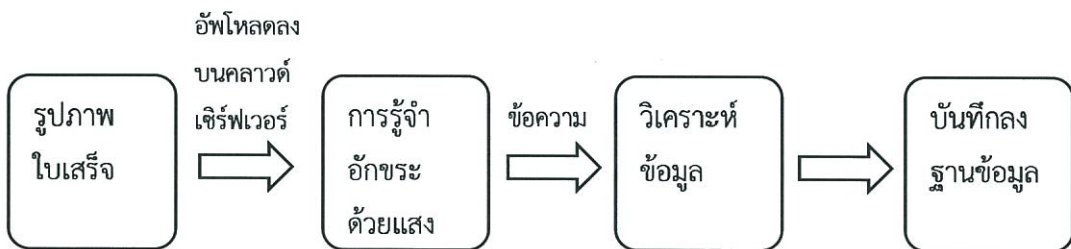
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการวางแผนทางการเงินเป็นเรื่องสำคัญและมีเทคโนโลยีในการบันทึกกรายรับรายจ่ายด้วยการใช้แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มาช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากขึ้น ในกรณีที่ซื้อของเป็นจำนวนมากยังต้องมีการบันทึกทีละรายการทำให้เกิดความล่าช้าในการบันทึกข้อมูลรายรับรายจ่าย และในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพได้นำไปประยุกต์ใช้งานในหลากหลายประเภท เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือ ระบบตรวจสอบคุณภาพของการผลิต ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถ ระบบรู้จำใบหน้า เป็นต้น ซึ่งล้วนแต่อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานมากขึ้น ทางผู้จัดทำจึงได้มีการคิดค้นโครงการนี้ขึ้นมาเพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการบันทึกกรายรับรายจ่ายที่สามารถบันทึกข้อมูลการใช้จ่ายโดยใช้การถ่ายภาพใบเสร็จมาเป็นเครื่องมือในการอำนวยความสะดวกให้กับแอปพลิเคชันบันทึกกรายรับรายจ่าย

1.2 ภาพรวมหรือโครงสร้างรวมของโครงการ

แอปพลิเคชันบันทึกกรายรับรายจ่ายส่วนบุคคลสามารถพบได้ในตลาดแอปพลิเคชันโดยทั่วไป แต่เนื่องจากต้องการความสะดวกในการใช้งาน จึงเลือกวิธีการถ่ายภาพใบเสร็จรับเงินมาเป็นตัวช่วยในการจดบันทึกกรายจ่าย จากนั้นจึงนำภาพที่ได้มาจัดวางให้เป็นภาพถ่ายแนวตรงและนำมาวิเคราะห์โดยใช้การประมวลผลภาพในการแปลงข้อมูลจากรูปภาพให้เป็นตัวอักษร โดยกระบวนการประมวลผลภาพที่ใช้มีชื่อเรียกว่าการรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character Recognition: OCR) และหลังจากที่ได้ข้อมูลออกมาเป็นตัวอักษรแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้มาไปบันทึกลงฐานข้อมูลโดยเก็บบันทึกชื่อของสินค้าและราคาเพื่อนำมาคำนวณรายจ่ายทั้งหมด และสามารถแยกประเภทของสิ่งของที่ซื้อมาได้โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชันที่จะทำให้รูปภาพซึ่งเป็นเมทริกซ์ของค่าสี ให้การเป็นไฟล์ตัวอักษร แล้วจึงทำการอัปโหลดข้อมูลดังกล่าวลงบนคลาวด์เซิร์ฟเวอร์เพื่อให้การประมวลผลของอัลกอริทึมในการรู้จำอักขระด้วยแสงทำงานได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อผ่านขั้นตอนที่ใช้การรู้จำอักขระด้วยแสงแปลงภาพให้กลายเป็นข้อความเรียบร้อยแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลว่าช่วงตำแหน่งใดในภาพที่จะนำมาตีความหมายได้ว่าเป็นชื่อสินค้า ราคาหรือจำนวนสินค้า หลังจากนั้นผลที่ได้จากการประมวลผลจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลเพื่อเก็บเป็นประวัติการซื้อสินค้าของผู้ใช้

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- เพื่อความสะดวกสบายในการบันทึกรายรับรายจ่ายในชีวิตประจำวัน
- เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมค่าใช้จ่ายส่วนบุคคล
- เพื่อเรียนรู้การประยุกต์ใช้งานของการรู้จำอักขระด้วยแสง
- เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

- สามารถบันทึกรายรับรายจ่ายด้วยการป้อนข้อมูลและถ่ายรูปใบเสร็จได้
- สามารถแสดงยอดเงินคงเหลือโดยแบ่งเป็นช่วงรายสัปดาห์ รายเดือน รายปีและภาพรวมได้ โดยแสดงเป็นกราฟเส้น
- สามารถแสดงรายจ่ายโดยแบ่งเป็นช่วงรายสัปดาห์ รายเดือน รายปีและภาพรวมได้ โดยแสดงเป็นกราฟวงกลมที่มีการแยกเป็นหมวดหมู่ตามประเภทของค่าใช้จ่าย

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- แอปพลิเคชันสามารถบันทึกรายรับรายจ่ายด้วยใบเสร็จได้จริง
- สามารถเก็บข้อมูลสินค้าในแต่ละใบเสร็จได้
- สามารถเขียนแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ได้
- เข้าใจหลักการของการรู้จำอักขระด้วยแสง

1.6 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

ฮาร์ดแวร์

- สมาร์ทโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ซอฟต์แวร์

- แอนดรอยด์สตูดิโอ โปรแกรมที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- แมทแลป (Matlab) โปรแกรมที่ใช้ในการทดลองการประมวลผลภาพ
- อะโดบี อิลลัสเตรเตอร์ (Adobe illustrator) โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบแอปพลิเคชัน
- ดิจิทัลโอเชียน (Digital Ocean) คลาวด์เซิร์ฟเวอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในปริยญาพันธฉบับนี้ได้มีการนำหลักการต่าง ๆ มาใช้ในการพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

2.1 ยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML) [19]

ยูเอ็มแอล หมายถึง ภาษาที่ใช้สำหรับอธิบายแบบจำลองต่าง ๆ หรือเป็นภาษาสัญลักษณ์รูปภาพมาตรฐานสำหรับการสร้างแบบจำลองเชิงวัตถุ โดยยูเอ็มแอลเป็นภาษามาตรฐานสำหรับสร้างพิมพ์เขียวให้แก่ระบบงาน ยูเอ็มแอลสามารถใช้ในการสร้างมุมมอง กำหนดรายละเอียด สร้างระบบงาน จัดทำเอกสารอ้างอิงให้แก่ระบบงานและสามารถใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ โดยมีมุมมองของปัญหาที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละโมเดล เมื่อนำมาประกอบเข้าด้วยกันก็จะสามารถวิเคราะห์และออกแบบเพื่อนำไปพัฒนาระบบสารสนเทศได้

นอกจากนี้ยูเอ็มแอลมีลักษณะของแบบจำลองข้อมูล เป็นแบบจำลองที่เอาไว้อธิบายแบบจำลองอื่น ๆ ทำให้การใช้งานภาษายูเอ็มแอลต้องเข้าใจแนวความคิดเชิงวัตถุและจำเป็นต้องมีพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับแบบจำลองภาพด้วยเช่นกัน

2.1.1 แผนภาพยูสเคส (Use case diagram)

แผนภาพยูสเคส คือ แผนภาพที่แสดงหน้าที่ที่ระบบจะต้องกระทำ (Functionality) ทั้งหมด โดยระบบดังกล่าวจะต้องเป็นระบบที่สนใจหรือบางที่เรียกว่าเป็น ระบบย่อย (Subsystem) และแสดงการปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบงานและสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบงาน

ในการพัฒนาระบบงานใด ๆ นั้น การเก็บรวบรวมความต้องการของผู้ใช้มีความสำคัญมาก และจะทำในระยะแรก ๆ ของการพัฒนาระบบงานเสมอ แผนภาพยูสเคสเป็นแผนภาพที่ทำหน้าที่อธิบายความต้องการของระบบ



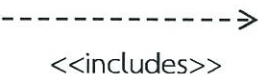
2.1.1.1 ประโยชน์ของแผนภาพยูสเคส

ช่วยให้ผู้พัฒนาระบบสามารถแยกแยะกิจกรรมที่อาจเกิดขึ้นในระบบ เป็นแผนภาพพื้นฐานที่สามารถอธิบายสิ่งต่าง ๆ ได้โดยใช้รูปภาพที่ไม่ซับซ้อนทำให้ผู้พัฒนาทราบความสามารถของระบบและทำให้ทราบผู้ที่สามารถใช้งานในแต่ละส่วนของระบบ ซึ่งง่ายต่อการสื่อสารระหว่างลูกค้าและผู้พัฒนาระบบและสามารถใช้ทดสอบระบบว่าตรงตามความต้องการของระบบหรือไม่

2.1.1.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพยูสเคส

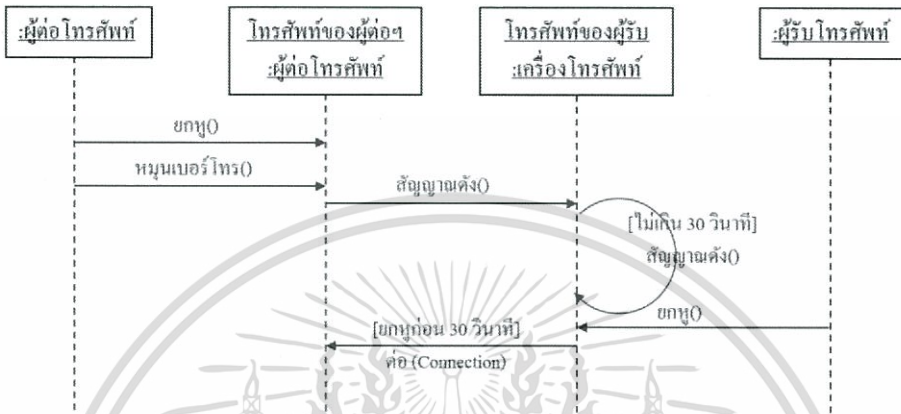
ในการเขียนแผนภาพยูสเคสนั้นจะมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงได้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพยูสเคส

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Actor	ผู้ใช้ระบบหรือสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบ แต่มีการติดต่อกับระบบ
	Use Case	การนำเสนอการทำงานที่เกิดจากแอกเตอร์ (Actor)
	Association	สัญลักษณ์ที่ใช้แทนความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างยูสเคส (Use case) กับแอกเตอร์
	Generalization	ความสัมพันธ์แบบสืบทอดจากแอกเตอร์หรือยูสเคสที่มีลักษณะโดยทั่วไปกับแอกเตอร์หรือยูสเคสที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง
	Extend	ความสัมพันธ์จากยูสเคสที่ขยายความสามารถมาจากยูสเคสหลักโดยระบุวิธีการที่พฤติกรรมของยูสเคสขยายการทำงานร่วมกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในยูสเคสหลัก
	Include	ความสัมพันธ์จากยูสเคสหลักที่รวบรวมการทำงานของยูสเคสอื่นไว้ด้วยกัน โดยระบุวิธีการที่พฤติกรรมของยูสเคสอื่นที่สามารถทำงานร่วมกับพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในยูสเคสหลัก

2.1.2 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence diagram)

แผนภาพลำดับเหตุการณ์เป็นแผนภาพซึ่งแสดงปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างวัตถุตามลำดับของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่กำหนด ข้อความที่เกิดขึ้นระหว่างคลาสจะสามารถนำไปสู่การสร้างวิธีการในคลาสที่เกี่ยวข้องได้



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างแผนภาพลำดับเหตุการณ์ [19]

จากรูปที่ 2.1 เป็นแผนภาพลำดับเหตุการณ์ของการต่อโทรศัพท์โดยเริ่มต้นเมื่อ ผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูของเครื่องรับโทรศัพท์ ต่อจากนั้นผู้ต่อโทรศัพท์จึงหมุนเบอร์เครื่องที่ต้องการติดต่อ เมื่อเสร็จสิ้นการหมุนเบอร์โทรศัพท์ จะเกิดสัญญาณคังที่โทรศัพท์เครื่องปลายทาง โดยมีเงื่อนไขว่าสัญญาณจะค้างอยู่นานเต็มที่เพียง 30 วินาทีหรือจนกว่าจะมีผู้รับสาย หากมีผู้ยกหูโทรศัพท์ที่เครื่องปลายทางก่อนหมดเวลา 30 วินาที เครื่องทั้งสองจะสามารถเชื่อมโยงถึงกันและเริ่มการสนทนาโทรศัพท์ได้

2.1.3 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์

ในการเขียนแผนภาพลำดับเหตุการณ์นั้นจะมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงได้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Actor	ผู้ใช้ระบบหรือสิ่งที่อยู่ภายนอกระบบ แต่มีการติดต่อกับระบบ

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภาพลำดับเหตุการณ์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Class Object	การนำเสนอบทบาทของคลาสที่กำหนดพฤติกรรมการทำงานของวัตถุ
	Life time	เส้นประลากยาวลงมาแนะนำเสนอถึงช่วงเวลาการทำงานของวัตถุ
	Activation	จัดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแต่ละกิจกรรมในระหว่างที่มีชีวิตอยู่
	Message	การแจ้งให้วัตถุในส่วนที่เป็นตัวรับทราบถึงการเรียกใช้ฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับวัตถุนั้น ๆ คล้ายกับการเรียกใช้ฟังก์ชันเฉพาะที่วัตถุที่ร้องขอไปต้องการ
	Call back	การประมวลผลและคืนค่าที่ได้ภายในอ็อบเจกต์เดียวกัน

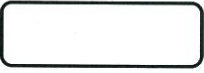

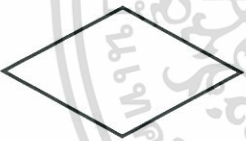


2.2 ผังงาน (Flow chart) [11]

ผังงาน คือ รูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่ใช้เขียนแทนขั้นตอน คำอธิบาย ข้อความ หรือคำพูด ที่ใช้ในอัลกอริทึม (Algorithm) ผังงานเป็นเครื่องมือแสดงขั้นตอนหรือกระบวนการทำงานโดยใช้สัญลักษณ์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งในสัญลักษณ์จะมีข้อความสั้น ๆ อธิบายข้อมูลที่ต้องใช้ ผลลัพธ์หรือคำสั่งประมวลผลของขั้นตอนนั้น ๆ และเชื่อมโยงขั้นตอนเหล่านั้นด้วยเส้นที่มีลูกศรชี้ทิศทางการทำงานตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการ

2.2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนผังงาน

ในการเขียนแผนภาพลำดับเหตุการณ์นั้นจะมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงได้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในผังงาน

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Terminal	จุดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดของโปรแกรม
	Arrow	ทิศทางการทำงานของโปรแกรมและการไหลของข้อมูล
	Process	ใช้แสดงคำสั่งในการประมวลผลหรือการกำหนดข้อมูลให้ตัวแปร
	Subprocess	ชุดของขั้นตอนที่ประกอบเข้าด้วยกันเพื่อสร้างกระบวนการย่อยที่ระบุไว้ที่อื่น
	Input/ Output	แสดงการอ่านข้อมูลจากหน่วยเก็บสำรองเข้าสู่หน่วยความจำหลักภายในเครื่องหรือการแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผลออกมา
	Decision	การตรวจสอบเงื่อนไขเพื่อตัดสินใจโดยจะมีเส้นออกจากรูปเพื่อแสดงทิศทางการทำงานต่อไปว่า เงื่อนไขเป็นจริงหรือเป็นเท็จ
	Document	แสดงผลหรือรายงานที่ถูกสร้างออกมา
	Connection	แสดงจุดเชื่อมต่อของผังงานภายในหรือเป็นที่บรรจบของเส้นหลายเส้นที่มาจากหลายทิศทางเพื่อจะไปสู่การทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่เหมือนกัน
	Connection	การขึ้นหน้าใหม่ ในกรณีที่ผังงานมีความยาวเกินกว่าที่จะแสดงพอในหนึ่งหน้า

2.2.2 ประโยชน์ของผังงาน

- บุคคลที่เกี่ยวข้องกับระบบสามารถเรียนรู้และเข้าใจได้ง่าย เพราะผังงานไม่ขึ้นอยู่กับภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งโดยเฉพาะ
- ผังงานระบบเป็นการสื่อความหมายโดยภาพ ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการพิจารณาถึงลำดับขั้นตอนในการทำงาน
- ในงานโปรแกรมที่ไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้ผังงานระบบตรวจสอบความถูกต้องของลำดับขั้นตอนได้ง่าย ถ้ามีส่วนที่ผิดในโปรแกรม สามารถแก้ไขได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น
- ในงานโปรแกรมขนาดเล็กการเขียนโปรแกรมโดยพิจารณาจากผังงาน สามารถทำให้รวดเร็วและง่ายขึ้น
- ในงานโปรแกรมขนาดเล็กการบำรุงรักษาโปรแกรมหรือการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพ ถ้าดูจากผังงานระบบจะช่วยให้สามารถทบทวนงานในโปรแกรมก่อนปรับปรุงได้ง่ายขึ้น

2.2.3 ข้อจำกัดของผังงาน

- ผังงานระบบเป็นการสื่อความหมายระหว่างบุคคลต่อบุคคล มากกว่าที่จะสื่อความหมายระหว่างบุคคลกับเครื่อง เพราะผังงานระบบไม่ขึ้นอยู่กับภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง ทำให้เครื่องไม่สามารถรับและเข้าใจว่าในผังงานนั้นต้องการให้ทำอะไร
- บางครั้งเมื่อพิจารณาจากผังงานในงานที่มีความซับซ้อนมาก จะไม่สามารถทราบได้ว่าขั้นตอนการทำงานใดสำคัญกว่ากัน เพราะทุก ๆ ขั้นตอนจะใช้รูปภาพหรือสัญลักษณ์ในลักษณะเดียวกัน
- การเขียนผังงานเป็นการสิ้นเปลือง เพราะจะต้องใช้กระดาษและอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการเขียนภาพ บางครั้งการเขียนผังงานอาจจะต้องใช้กระดาษมากกว่า 1 แผ่น ทั้ง ๆ ที่การอธิบายงานเดียวกันจะใช้เนื้อที่เพียง 3-4 บรรทัดเท่านั้น
- ผังงานจะมีขนาดใหญ่ ถ้าโปรแกรมที่พัฒนาเป็นงานใหญ่ ทำให้ผังงานระบบดูไม่คล่องตัว และถ้ามีการปรับเปลี่ยนผังงานจะทำได้ยาก บางครั้งอาจต้องเขียนผังงานขึ้นมาใหม่
- ในผังงานจะบอกขั้นตอนการปฏิบัติงานว่าลำดับเป็นอย่างไร ปฏิบัติงานอะไร แต่จะไม่ระบุให้ทราบว่าทำไมจึงต้องเป็นลำดับและต้องปฏิบัติงานตามขั้นตอนนั้น

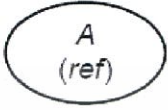


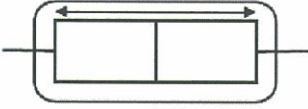
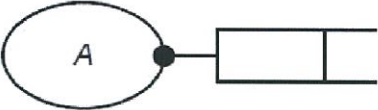
2.3 อ็อบเจกต์โรลโมเดล (Object-role Modeling: ORM) [18]

อ็อบเจกต์โรลโมเดล คือ ทฤษฎีที่ใช้สำหรับการออกแบบโมเดลฐานข้อมูล การเปลี่ยนแปลง และการควิรี่ข้อมูลเกี่ยวกับธุรกิจในรูปแบบที่ทุกความจริงและกฎแสดงในภาษาที่อ่านและเข้าใจได้โดยคนที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับธุรกิจนั้น ๆ

2.3.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในอ็อบเจกต์โรลโมเดล

ในการเขียนอ็อบเจกต์โรลโมเดลนั้นจะมีการใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ ดังแสดงได้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในอ็อบเจกต์โรลโมเดล

สัญลักษณ์	ชื่อสัญลักษณ์	ความหมาย
	Entity type	เอนทิตีไทม์แต่ละตัวต้องมีอย่างน้อยหนึ่งรายการอ้างอิง (ref) ซึ่งเป็นรายการที่บอกว่าแต่ละเอนทิตีไทม์สามารถแปลงเป็นค่าความจริงโดยผ่านการใช้ภาคแสดง
	Predicate	ภาคแสดงเทอนารี (ternary predicate) ดังรูปประกอบด้วย 3 บทบาทโดยแต่ละบทบาทถูกใช้งานโดยหนึ่งอ็อบเจกต์ไทม์ (object type) เท่านั้น ภาคแสดงจะมีประโยคกำกับโดยแสดงหนึ่งประโยคต่อหนึ่งบทบาทและจะเรียงตามลำดับตามตรรกะ ชื่อของภาคแสดงถูกเขียนไว้ทั้งภายในหรือภายนอกของกล่องบทบาท
	Internal uniqueness constraint	ใช้วางไว้บนภาคแสดง ความสัมพันธ์ประเภทนี้สมาชิกต้องไม่ซ้ำกัน หนึ่งภาคแสดง (predicate) สามารถมีได้มากกว่าหนึ่งยูนิคเนสคอนสเตรนท์
	Nested object type	การทำรีเลชันชิฟไทม์ (relationship type) ให้เห็นเป็นวัตถุซึ่งทำให้สามารถแสดงบทบาทได้ จะมีชื่อของวัตถุนั้นแทนสัญลักษณ์ของวัตถุที่มาจากภาคแสดงโดยอยู่ด้านบนของกล่องสี่เหลี่ยมมุมมน
	Mandatory role constraint	แสดงว่าทุกรายการในบทบาทของอ็อบเจกต์ไทม์ต้องแสดงบทบาทนั้น บทบาทแมนดาทอรี (Mandatory role) สามารถเรียกได้อีกอย่างว่าบทบาททั้งหมด (Total role)

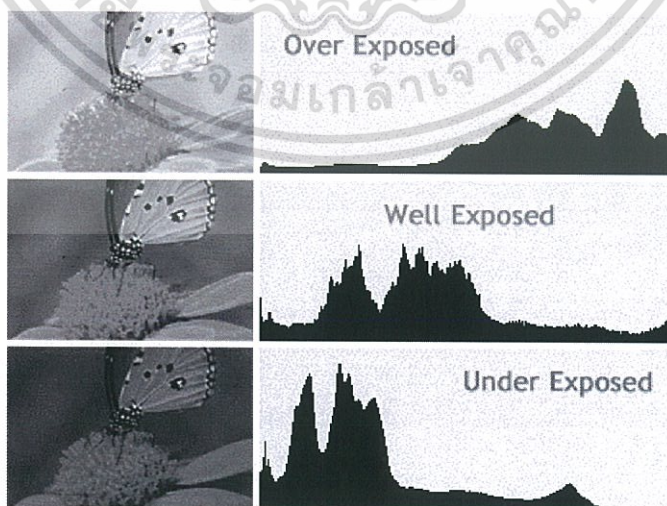
2.4 ทฤษฎีพื้นฐานของการประมวลผลภาพ [6] [13]

การประมวลผลภาพ (Image processing) เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณ บนสัญญาณ 2 มิติเช่นภาพนิ่งหรือภาพวิดีโอ โดยที่จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้เทคนิคและอัลกอริทึม ต่าง ๆ เพื่อนำไปวิเคราะห์และสั่งการเพื่อให้ดึงความหมายของภาพให้ได้มากที่สุด

2.4.1 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ [3]

การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image enhancement) คือ กระบวนการปรับปรุงภาพให้ดีขึ้นเพื่อประโยชน์ในการแปลความหมายภาพด้วยการมองด้วยตา (Visual Interpretation) หรือกระทั่งการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาของภาพ ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพนั้นสามารถแบ่งออกเป็น 2 โดเมนใหญ่ ๆ คือ การปรับปรุงคุณภาพเชิงพื้นที่ และการปรับปรุงคุณภาพเชิงความถี่ ก่อนที่จะกล่าวถึงรายละเอียดในการทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพต้องทำความเข้าใจกับฮิสโทแกรม (Histogram) ก่อน

ฮิสโทแกรมเป็นกราฟที่แสดงจำนวนจุดภาพ (pixels) ในแต่ละค่าสีแดงสีเขียวและสีฟ้า (RGB value) ของรูปภาพดิจิทัลสี หรือแสดงจำนวนจุดภาพในแต่ละค่าความสว่างหากอยู่ในภาพสีเทา (Greyscale) ซึ่งมีความสว่างตั้งแต่ 0-255 ที่สามารถแบ่งเป็น 256 ระดับ โดยทางด้านซ้ายของกราฟฮิสโทแกรมจะมีความหมายว่าจุดภาพนั้น ๆ มีความสว่างน้อย ในทางตรงกันข้ามทางด้านขวาของกราฟจะมีความหมายว่าจุดภาพนั้น ๆ มีความสว่างมาก ดังที่จะเห็นได้จากรูปที่ 2.2 หากการกระจายของจุดภาพส่วนใหญ่อยู่ทางด้านซ้ายของกราฟ แสดงว่าภาพนั้นมีความสว่างของภาพน้อย (Under Exposed) ดังรูปล่างสุดหรือหากการกระจายส่วนใหญ่อยู่ทางด้านขวาของกราฟ แสดงว่าภาพนั้นมีความสว่างของภาพมาก (Over Exposed) ดังรูปบนสุด



รูปที่ 2.2 ฮิสโทแกรมเปรียบเทียบระหว่างภาพในความสว่างต่างกัน [10]

2.4.1.1 การปรับปรุงคุณภาพเชิงพื้นที่

การปรับปรุงคุณภาพเชิงพื้นที่ (Image enhancement in spatial domain) เป็นกระบวนการของการปรับปรุงคุณภาพของภาพดิจิทัลให้ดีขึ้น เช่น การกำจัดสิ่งรบกวน (noise) ออกจากภาพ การทำให้ภาพจางลงหรือเข้มขึ้น หรือการเพิ่มหรือลดความคมชัดของภาพ คำว่าโดเมนเชิงพื้นที่หมายถึงระนาบ x และ y ซึ่งคือระยะทางในแนวแกนตั้งและแกนนอนโดยวัดจากจุดกำเนิดของพื้นที่ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

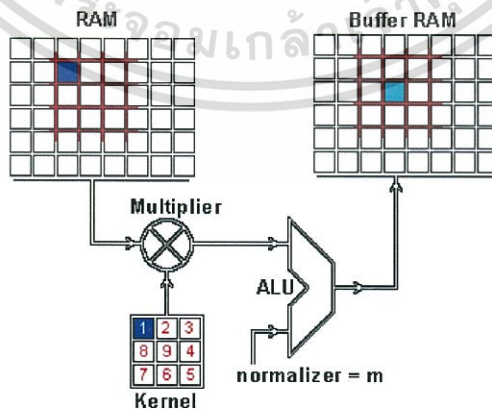
$$g(x,y) = T[f(x,y)]$$

$$s = T(r)$$

เมื่อ $f(x,y)$ คือ ภาพก่อนการปรับปรุง (input image)
 $g(x,y)$ คือ ภาพหลังการปรับปรุง (output image)
 $T(r)$ คือ ฟังก์ชันที่ถูกกำหนดในพื้นที่รอบ ๆ จุด (x,y)

ฟังก์ชัน $T(r)$ ที่มีการใช้งานก็จะมีค่าแตกต่างกันไปตามรูปแบบของภาพที่ต้องการ หลังจากปรับปรุงคุณภาพ โดยทั่วไปจะมีทั้งหมด 3 รูปแบบดังนี้

1. คอนโวลูชัน (Convolution) การปรับปรุงคุณภาพวิธีนี้ จะใช้วิธีการองข้อมูลภาพเพื่อกรองสิ่งรบกวนออกจากภาพ โดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ และใช้หน้าต่างกรอง (Kernel) ที่เป็นเมทริกซ์ 2 มิติ โดยเลื่อนหน้าต่างให้ตารางอยู่ที่ศูนย์กลางวิ่งผ่านทีละจุดภาพ (pixel) แล้วแทนค่าจุดภาพนั้น ๆ ด้วยค่าเฉลี่ยหรือกรรมวิธีทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ ของจุดภาพข้างเคียง ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.3 หน้าต่างกรองคือเมทริกซ์ $\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ ผลลัพธ์ที่จะได้หลังจากทำการทำคอนโวลูชันจะเท่ากับ 1 คูณกับตำแหน่งที่ $(n-1,m-1)$ บวกกับ 2 คูณกับตำแหน่งที่ $(n,m-1)$ บวกกับ 3 คูณกับตำแหน่งที่ $(n+1,m-1)$ จับคู่กันระหว่างค่าในภาพต้นฉบับกับหน้าต่างกรองเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนถึงตำแหน่งสุดท้าย



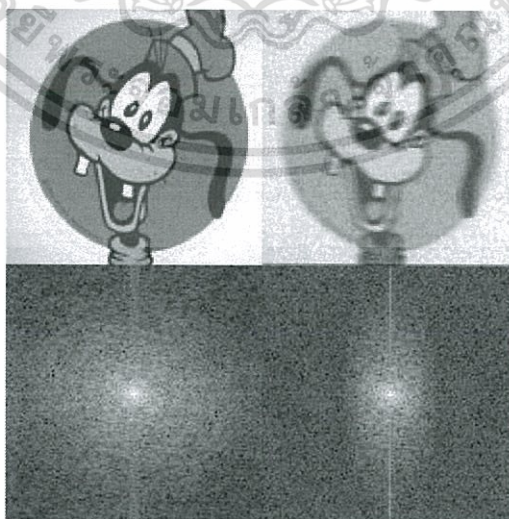
รูปที่ 2.3 รูปแบบการทำคอนโวลูชัน [3]

2. การกรองภาพให้เรียบเชิงพื้นที่ การกรองให้เรียบใช้เป็นหลักสำคัญสำหรับการเบลอภาพและลดสัญญาณรบกวนในภาพ ด้วยการใช้ตัวกรองเฉลี่ยและคำสั่งตัวกรอง ที่นิยมใช้มีอยู่ 2 วิธีคือ การกรองค่าด้วยเฉลี่ย (Mean Filtering) และการกรองด้วยค่ามัธยฐาน (Median filtering)

3. การกรองภาพให้ชัดเชิงพื้นที่ หรือที่เรียกว่า ตัวกรองความถี่สูง (High pass filter) วัตถุประสงค์หลักคือ ต้องการเน้นส่วนรายละเอียดในภาพ หรือ การปรับปรุงส่วนรายละเอียดที่อาจเบลออันเกิดจากการเคลื่อนไหวและแม้แต่สัญญาณรบกวนอื่น ๆ ซึ่งมีหลากหลายวิธี เช่น การปรับปรุงภาพให้ชัดด้วยตัวกรองอนุพันธ์อันดับสอง (Second derivative filter) การใช้หน้าต่างกรองอันซาร์พ (Unsharp) การปรับปรุงภาพให้ชัดด้วยตัวกรองอนุพันธ์อันดับหนึ่ง (First derivative filter) เป็นต้น

2.4.1.2 การปรับปรุงคุณภาพเชิงความถี่

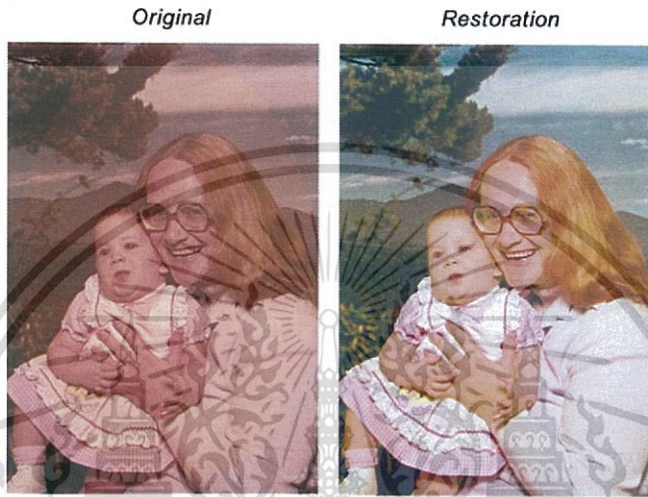
การปรับปรุงคุณภาพเชิงความถี่ คือ การแปลงฟูเรียร์ซึ่งเป็นการแปลงเชิงปริพันธ์ที่ช่วยให้ประมวลผลภาพได้เมื่อไม่สามารถประมวลผลภาพด้วยวิธีการอื่น ๆ สามารถประมวลผลภาพต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและจะยังมีประสิทธิภาพมากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ตัวกรองขนาดใหญ่ การแปลงฟูเรียร์ยังช่วยให้สามารถแยกแยะและประมวลผลภาพที่ความถี่เฉพาะ โดยการใช้ทั้งตัวกรองความถี่ต่ำและตัวกรองความถี่สูงได้อีกด้วย ดังที่สังเกตเห็นได้จากรูปที่ 2.4 ที่เป็นภาพของตัวการ์ตูนเดียวกันแต่ด้านบนขวาคือภาพที่ถูกลดคุณภาพด้านความคมชัดของเส้นขอบของตัวการ์ตูน และมีภาพจากการแปลงฟูเรียร์อยู่ด้านล่างในแต่ละด้าน หากสังเกตจะเห็นเส้นตั้งสีขาวของภาพหลังการแปลงจากภาพที่มีคุณภาพต่ำ ตีความได้ว่าเกิดจากความถี่ในแนวแกนนอนของภาพที่มีคุณภาพต่ำนั้นถูกลดทอนไป



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างผลลัพธ์จากการแปลงรูปฟูเรียร์ [10]

2.4.2 การคืนสภาพของภาพ

การคืนสภาพของภาพ คือ การปรับปรุงคุณภาพของภาพโดยใช้ข้อมูลที่ทราบสาเหตุ (Minimize or remove known degradations) เช่นการกรองสัญญาณรบกวนจุดสีขาวและจุดสีดำออกจากภาพ การผิดเพี้ยนของสี หรือการเปลี่ยนสภาพรูปร่างของภาพเมื่อเกิดการบิดเบือนทางเรขาคณิต เป็นต้น โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 2.5



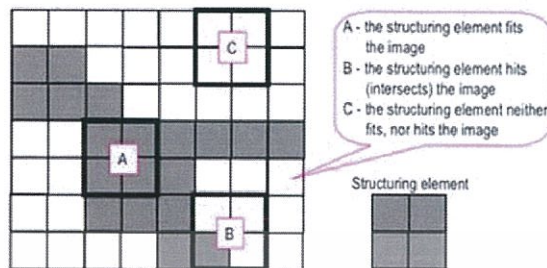
รูปที่ 2.5 ภาพเปรียบเทียบระหว่างรูปต้นฉบับและรูปที่ผ่านการคืนสภาพของภาพ [10]

2.4.3 การประมวลผลภาพกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ [4]

คณิตศาสตร์ฐานวิทยา (Mathematical Morphology: MM) คือทฤษฎีและเทคนิคสำหรับการวิเคราะห์ การประมวลผลโครงสร้างทางเรขาคณิตของภาพ โดยพื้นฐานของการประมวลผลกับรูปร่างและโครงสร้างของภาพ ประกอบด้วย การขยายภาพ การกร่อนภาพ การเปิดภาพ และการปิดภาพ

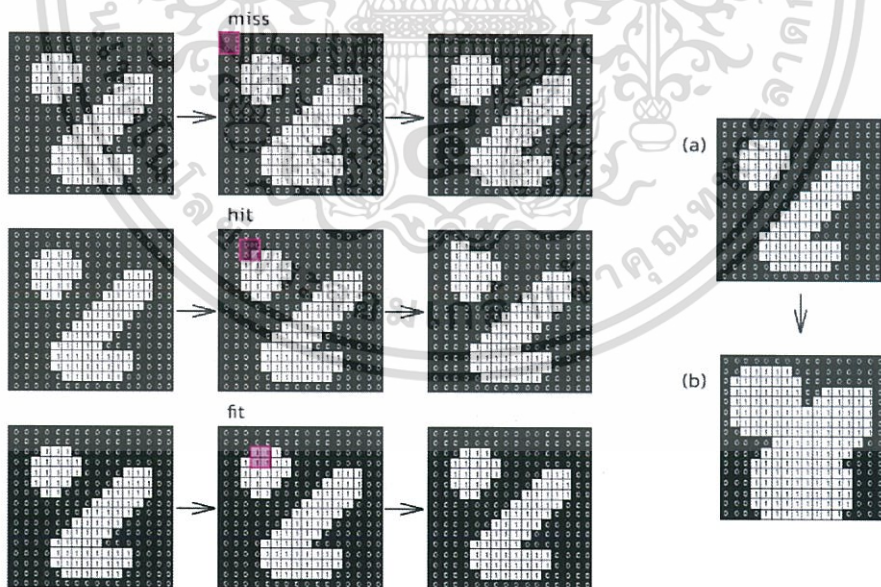
เมทริกซ์โครงสร้าง (Structuring element) คือเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ใช้ในกระบวนการคณิตศาสตร์ฐานวิทยา ทำหน้าที่เป็นมาสก์ (mask) ที่เป็นรูปภาพขาวดำมีค่าเป็น 0 กับ 1 ซึ่งมีหลากหลายรูปร่าง อาทิ รูปวงกลม (Disk) รูปวงกลมตัน (Circle) รูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด (Diamond) รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Square) รูปเส้น (line) เป็นต้น โดยเมื่อนำเมทริกซ์โครงสร้างไปวางไว้ยังตำแหน่งต่าง ๆ ในรูปภาพขาวดำ จุดภาพที่สนใจจะต้องมีการอ้างอิงกับจุดภาพรอบข้างที่เกี่ยวข้อง จากลักษณะของมาสก์จะพบว่า จะเกิด “ฟิต (Fit)” เมื่อเมทริกซ์โครงสร้างมีค่าเหมือนกับจุดภาพที่สนใจและจุดภาพรอบข้างของรูปภาพขาวดำหรือตำแหน่ง A ในรูปที่ 2.6 และจะเกิด “ฮิต (Hit)” เมื่อเมทริกซ์โครงสร้างมีอย่างน้อยหนึ่งจุดของจุดภาพรอบข้างไม่เท่ากับมาสก์ที่จะเห็นได้ในตำแหน่ง B ของรูปที่ 2.6 ส่วนบริเวณที่จุดภาพที่สนใจมีค่าทั้งหมดในเมทริกซ์ไม่เท่ากับมาสก์จะเรียกว่า “มิส

(Miss)” ณ ตำแหน่ง C ของรูปที่ 2.6 ซึ่งหลักการทั้งสามนี้จะถูกนำไปประยุกต์ใช้กับการประมวลผลรูปร่างและโครงสร้างของภาพรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้



รูปที่ 2.6 หลักการของฟิตและฮิท (Fit & Hit) [4]

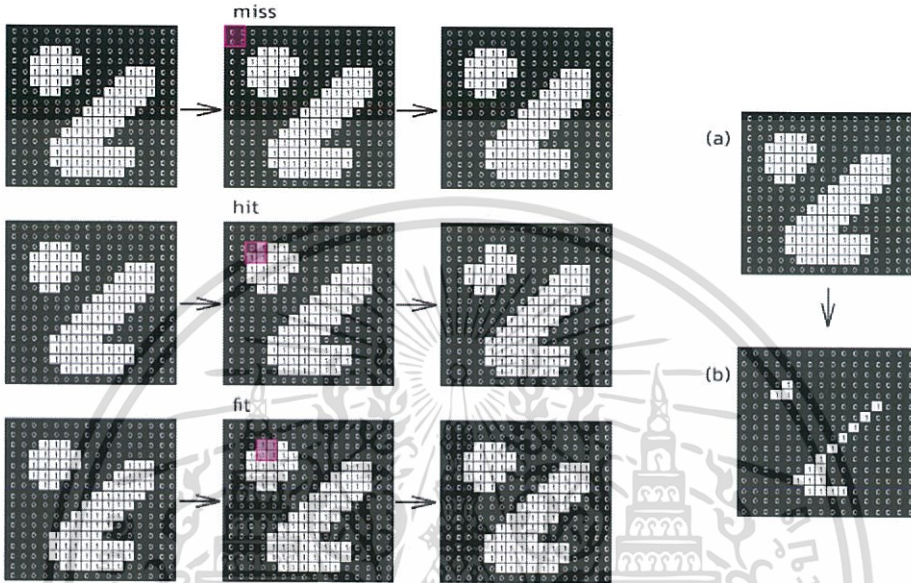
- การขยายภาพ (Dilation) จะพิจารณาข้อมูลภาพซึ่งเป็นภาพขาว-ดำ เป็นการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มสีให้กับวัตถุที่แสดงผลในขั้นตอนสุดท้าย โดยใช้เมทริกซ์โครงสร้างเข้ามาวางในรูปภาพขาวดำ จากนั้นเปรียบเทียบค่าบนเมทริกซ์โครงสร้างกับค่าบนรูปภาพขาวดำ จุดบนภาพที่ฮิทหรือฟิตกับเมทริกซ์โครงสร้างจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 1 และในกรณีมิส ค่าจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.7 จะเป็นการขยายภาพด้วยเมทริกซ์โครงสร้างที่เป็นเมทริกซ์สีขาวล้วนขนาด 2×2 จึงทำให้เกิดการขยายภาพจาก a เป็น b



รูปที่ 2.7 การขยายภาพ [3]

- การกร่อนภาพ (Erosion) คือการกร่อนบางชิ้นส่วนในภาพ ทำให้มีขนาดเล็กลงหรือเป็นลักษณะของการลบข้อมูลภาพบริเวณขอบของภาพ โดยใช้เมทริกซ์โครงสร้างเข้ามาวาง

ในรูปภาพขาวดำ จากนั้นเปรียบเทียบค่าบนเมทริกซ์โครงสร้างกับค่าบนรูปภาพขาวดำจุดบนภาพที่พิกัดกับเมทริกซ์โครงสร้างจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 1 และในกรณีอื่น ๆ เช่นอิตหรือมิส ค่าจะถูกกำหนดให้มีค่าเป็น 0 ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.8 จะเป็นการกร่อนภาพด้วยเมทริกซ์โครงสร้างที่เป็นเมทริกซ์สี่เหลี่ยมขนาด 2×2 จึงทำให้เกิดการกร่อนภาพจาก a เป็น b



รูปที่ 2.8 การกร่อนภาพ [3]

การเปิดภาพ (Opening operation) คือการที่ทำการกร่อนภาพตามด้วยการขยายภาพ สามารถลบข้อมูลรบกวนที่เป็นจุดภาพสีขาวบนพื้นหลังสีดำ (salt noise) ได้ ซึ่งปกติใช้ในการการแยกวัตถุที่ชิดกัน ออกจากกัน ในขณะที่การปิดภาพ (Closing operation) นั้นตรงข้ามคือ เริ่มจากการขยายภาพแล้วตามด้วยการกร่อนภาพ สามารถลบข้อมูลรบกวนที่เป็นจุดภาพสีดำบนพื้นหลังสีขาว (pepper noise) ได้ ใช้ในการเชื่อมวัตถุ 2 ชิ้นที่ใกล้ ๆ กันเข้าด้วยกัน

2.5 เทสเซอร์แลค (Tesseract) [7]

เทสเซอร์แลค คือ โปรแกรมการรู้จำอักขระด้วยแสง (Optical Character recognition: OCR) รองรับได้หลากหลายระบบปฏิบัติการ เป็นซอฟต์แวร์ฟรี (open source) ที่ทำงานภายใต้สัญญาของอาปาเช่ (Apache license) รุ่น 2.0 และการพัฒนาได้รับการสนับสนุนโดยผู้ก่อตั้งตั้งแต่ปีคริสต์ศักราช 2006 เทสเซอร์แลคได้รับการพิจารณาเป็นหนึ่งในโปรแกรมการรู้จำอักขระที่มีความถูกต้องและสามารถใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายที่มีอยู่ในขณะนี้ ซึ่งการจะประยุกต์ใช้เทสเซอร์แลคนั้นจะต้องเข้าใจถึงส่วนประกอบของเทสเซอร์แลคอันประกอบไปด้วย เครื่องมือและอัลกอริทึมต่าง ๆ ที่ใช้ในการแปลงรูปแบบของรูปภาพและชุดข้อมูลฝึกฝน (Training data) หรือต้นแบบที่จะใช้ในการ

รู้จำ โดยตารางที่ 2.5 นี้จะกล่าวถึงบริการต่าง ๆ ที่เทสเซอร์แลคมีให้บริการบนแต่ละอุปกรณ์เพื่อเป็นมาตรฐานในการเลือกใช้งานให้สอดคล้องกับระบบปฏิบัติการต่าง ๆ

ตารางที่ 2.5 เทสเซอร์แลคกับการประยุกต์ใช้บนอุปกรณ์ต่าง ๆ

ชื่อ	Linux	Mac	Windows	ใบอนุญาต	คำอธิบาย
Free-Ocr- Windows- Desktop			✓	GNU AGPL v3	การประยุกต์ใช้การรู้จำอักขระฟรี สำหรับระบบปฏิบัติการวินโดวส์ โปรแกรมนี้ยังรวมถึงการสนับสนุน การอ่านไฟล์พีดีเอฟ
YAGF	✓			GPL v3	ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ สำหรับคูนiform (cuneiform) และ เทสเซอร์แลค
gImageRead er	✓		✓	GPL v3	ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ GTK สำหรับเทสเซอร์แลค
Sunnypage OCR			✓	Proprietary	ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ที่มี ความสามารถในการปรับแต่งความ สว่างของภาพและกระบวนการการ ประมวลผลภาพโดยอัตโนมัติ
VietOCR	✓	✓	✓	Apache 2.0	หน้าจอสื่อส่วนต่อประสานกราฟิก สำหรับนักพัฒนากับผู้ใช้ที่มีการรู้จำ ตัวอักษรเวียดนามพร้อมทั้ง ตัวอักษรภาษาอื่น ๆ
OCRFeeder	✓			GPL v3	งานวิเคราะห์รูปแบบเอกสาร และ การรู้จำตัวอักษร
PDF OCR X		✓	✓	Proprietary	อุปกรณ์ในการแปลงเอกสาร ไฟล์พี ดีเอฟเป็นตัวอักษร
Lector	✓		✓	GPL v2	การทำงานการรู้จำอักขระสำหรับจี เอ็นยู/ลินุกซ์ (GNU/Linux) ที่ ขึ้นกับไพธอน คิวที4 (Qt4) และ เทสเซอร์แลคโอซีอาร์ (Tesseract OCR)

ตารางที่ 2.5 เทสเซอร์แลคกับการประยุกต์ใช้บนอุปกรณ์ต่าง ๆ (ต่อ)

ชื่อ	Linux	Mac	Windows	ใบอนุญาต	คำอธิบาย
Lime OCR			✓	GPL v3	ซอฟต์แวร์ที่สนับสนุนการทำงานของเทสเซอร์แลค
Ocrivist	✓			GPL v3	การประยุกต์ใช้การรู้จำอักขระสำหรับลินุกซ์สนับสนุนการอ่านและแปลงไฟล์พีดีเอฟ
Tesseract - GUI	✓			GPL v2	วิธีการเชิงกราฟิกที่ใช้กับการจัดการภาพผ่านอิมเมจเมจิก (ImageMagick)
QTesseract	✓			LGPL v3	คิวทีหน้าจอสื่อต่อประสานกราฟิกสำหรับเทสเซอร์แลค
TessOCR (KISI)		✓		Apache 2.0	เครื่องมือการรู้จำอักขระ

2.5.1 การใช้คอมมานด์ไลน์ในเทสเซอร์แลค

การตั้งค่าทั่วไปในการใช้งานเทสเซอร์แลค มีคำสั่งต่าง ๆ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตัวเลือกในการใช้งานเทสเซอร์แลค

คำสั่ง	ความหมาย
-tessdata-dir PATH	ระบุตำแหน่งของเทสดาต้า (tessdata) ที่เป็นตำแหน่งของชุดข้อมูลฝึกฝน
-user-words PATH	ระบุตำแหน่งของไฟล์ยูสเซอร์เวิร์ด (user words) ที่เก็บชุดคำในการใช้งาน
-l LANG[+LANG]	ระบุภาษาที่จะใช้ในการทำการรู้จำอักขระ ซึ่งสามารถกำหนดได้มากกว่าครั้งละ 1 ภาษา
-psm NUM	ระบุเพจเซกเมนต์เตชันโหมด (page segmentation mode)

โดยที่การตั้งค่าเหล่านี้ต้องทำตั้งแต่ก่อนการตั้งค่าโครงสร้างไฟล์ และเพจเซกเมนต์เตชันโหมด (page segmentation mode) นั้นจะเป็นตัวกำหนดคุณลักษณะในรูปแบบการอ่านออกมาของเทสเซอร์แลค โดยแต่ละโหมดมีความหมายดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ตัวเลือกเพจเซกเมนต์เดชันโหมด

เพจเซกเมนต์เดชันโหมด	ความหมาย
0	การตรวจสอบกำหนดทิศทางและสคริปต์เท่านั้น (Orientation and script detection: OSD)
1	เลือกเพจเซกเมนต์เดชัน (page segmentation) อัตโนมัติด้วยการตรวจสอบกำหนดทิศทางและสคริปต์
2	เลือกเพจเซกเมนต์เดชันอัตโนมัติโดยไม่ใช้การตรวจสอบกำหนดทิศทางและสคริปต์ หรือ การรู้จำอักขระ
3	เลือกเพจเซกเมนต์เดชันอัตโนมัติโดยไม่ใช้การตรวจสอบกำหนดทิศทางและสคริปต์ ค่าตั้งต้น
4	ตั้งค่าให้เลือกคอลัมน์ของตัวอักษรใด ๆ ปรับขนาดได้
5	ตั้งค่าให้การอ่านที่ละบล็อกตัวอักษรเป็นแนวตั้ง
6	ตั้งค่าให้การอ่านที่ละบล็อกตัวอักษร
7	ตั้งให้อ่านรูปภาพแยกเป็นที่ละบรรทัด
8	ตั้งให้อ่านรูปภาพแยกเป็นที่ละคำ
9	ตั้งให้อ่านรูปภาพแยกเป็นที่ละคำในวงกลม
10	ตั้งให้อ่านรูปภาพแยกเป็นที่ละตัวอักษร

นอกจากนี้ยังมีคำสั่งการตั้งค่าอื่น ๆ ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ตัวเลือกในการตั้งค่าอื่น ๆ

คำสั่ง	ความหมาย
-h, -help	แสดงข้อความช่วยเหลือ
-help-psm	แสดงเพจเซกเมนต์เดชัน
-v, -version	แสดงข้อมูลรุ่นของเทสเซอร์แลค
-list-langs	แสดงรายการของภาษาที่สามารถใช้งานได้ในปัจจุบัน
-print-parameters	แสดงผลค่าต่าง ๆ ในเทสเซอร์แลคลง stdout

2.5.2 ชุดข้อมูลฝึกฝน

โดยปกติแล้วเทสเซอร์แลคถูกออกแบบมาเพื่อการรู้จำตัวอักษรภาษาอังกฤษเท่านั้น จนกระทั่งในภายหลังจึงพัฒนาเป็นภาษาอื่น ๆ ที่อยู่ภายใต้การเข้ารหัสของ UTF-8 และเมื่อพัฒนา

จนถึงเทสเซอร์แลครุ่นที่ 3.02 ก็ได้มีการเพิ่มภาษาฮีบรูที่อ่านจากขวาไปซ้ายและเทสเซอร์แลครุ่นที่ 3.04 ที่มีความสามารถให้ผู้พัฒนาคนอื่น ๆ สามารถสร้างชุดข้อมูลฝึกฝนขึ้นมาเองได้

ตัวเทสเซอร์แลครุ่นนั้นจำเป็นต้องทราบเกี่ยวกับรูปทรงที่แตกต่างกันของตัวอักษร โดยแต่ละตัวอักษรต้องสามารถแยกรูปแบบกันได้อย่างชัดเจน ซึ่งจำนวนของพอนต์ที่สามารถรู้จำได้ถูกจำกัดไว้สูงสุดที่ 64 พอนต์ แต่การกำหนดใช้จำนวนพอนต์ที่จะมีอยู่ในระบบนั้นส่งผลต่อระยะเวลาในการประมวลผลพอสมควร อย่างเช่นหากมีพอนต์อยู่ในฐานข้อมูล 32 พอนต์ก็จะทำให้การทำงานของเทสเซอร์แลครุ่นช้าลงอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นการจะเลือกนำไปพอนต์ใดบ้างมาเป็นชุดข้อมูลฝึกฝน จึงเป็นเรื่องที่สำคัญเช่นกัน

โดยรูปที่ 2.9 จะเห็นได้ว่าการจะจำแนกตัวอักษรของเทสเซอร์แลครุ่นนั้น ไม่ใช่การเทียบแบบทุกจุดภาพ แต่จะถูกปรับให้อยู่ในรูปแบบตามรูปที่มีทั้งหมด 11 คอลัมน์ใน 1 แถว แต่ละแถวคือข้อมูลที่ใช้ในการจำแนกและระบุตัวอักษร 1 ตัว โดย

- คอลัมน์ที่ 1 คือ ตัวอักษรที่ใช้อ้างอิงในการทำงานของเทสเซอร์แลค
- คอลัมน์ที่ 2 คือ เลขหลักเดียวสำหรับบอกประเภทของตัวอักษรนั้น ๆ เช่นเลข 3 คือตัวพิมพ์เล็ก หรือเลข 5 คือตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น
- คอลัมน์ที่ 3 คือ ตัวบ่งบอกค่าเฉพาะของตัวอักษรนั้นจะประกอบไปด้วยคู่พิกัด x, y จำนวน 5 คู่ ซึ่งสามารถมีมากกว่านั้นได้
- คอลัมน์ที่ 4 คือ การบอกภาษาของตัวอักษร โดยจะเป็นคำว่า “Common” หากเป็นเครื่องหมายหรือตัวเลขละติน
- คอลัมน์ที่ 5 คือ การบอกลำดับของตัวอักษรหรือเครื่องหมายนั้น
- คอลัมน์ที่ 6 คือ เลขบอกตำแหน่งของตัวอักษรในแนวแกนตั้ง ยกตัวอย่างเช่น สระในภาษาไทยอย่างสระอี ที่มีตำแหน่งอยู่เยื้องมาบนตัวอักษรอื่นจะมีเลขในคอลัมน์นี้คือ 17
- คอลัมน์ที่ 7 คือ การบอกถึงความเกี่ยวข้องกับตัวอักษรอื่น ๆ เช่นพิมพ์เล็กของตัวอักษร a คู่กับพิมพ์ใหญ่ในอักษรภาษาอังกฤษ A เป็นต้น โดยตัวแทนจะใช้เลขบอกลำดับในคอลัมน์ที่ 5
- คอลัมน์ที่ 8 คือ ตัวอักษรที่ถูกทำให้เป็นมาตรฐานแล้ว (normalized) อย่างเช่นตัวอักษรฮีบรูที่ตัวอักษรมีจัดวางแบบชิดขวา จะถูกทำให้ชิดซ้าย
- คอลัมน์ที่ 9 คือ เครื่องหมายสี่เหลี่ยม
- คอลัมน์ที่ 10 คือ ตัวอักษรที่ช่วยให้ผู้ใช้งานอ่านได้สะดวกขึ้น ซึ่งสามารถมีหรือไม่มีก็ได้
- คอลัมน์ที่ 11 คือ การบ่งบอกว่าจะทำการคืนค่าเป็นเท่าไรในเลขฐานสิบหกของรหัสแอสกี (ASCII code)

คอลัมน์ที่ 12 คือ การบอกว่าตัวอักษรนี้เป็นตัวอักษรพิมพ์ใหญ่หรือพิมพ์เล็ก ในกรณีที่ เป็นภาษาอื่น ๆ ที่ไม่มีการแบ่งแบบอักษรละติน ตำแหน่งนี้จะมีค่าเป็นตัวอักษรเอกซ์พิมพ์เล็ก (x)

โดยคอลัมน์ที่ 1, 8, 9, 10 นั้นมีขึ้นสำหรับการใช้งานของผู้ใช้โดยเฉพาะ เพื่อให้การอ่านชุดข้อมูลฝึกฝนด้วยมนุษย์นั้นสามารถทำได้ง่ายขึ้น

3506 lines (3505 sloc) 261 KB	
1	3504
2	NULL 0 NULL 0
3	A 5 52,68,216,255,100,216,0,17,98,231 Latin 2 0 1 A # A [41]A
4	a 3 58,65,186,200,85,164,0,26,97,185 Latin 1 0 2 a # a [61]a
5	B 5 62,68,216,255,91,227,0,27,106,227 Latin 4 0 3 B # B [42]A
6	b 3 58,64,216,255,87,180,0,25,100,200 Latin 3 0 4 b # b [62]a
7	C 5 58,65,219,255,87,192,0,32,107,209 Latin 6 0 5 C # C [43]A
8	c 3 58,64,192,200,80,153,0,36,88,178 Latin 5 0 6 c # c [63]a
9	D 5 59,68,216,255,93,230,0,27,107,236 Latin 8 0 7 D # D [44]A
10	d 3 57,65,216,255,88,174,0,28,100,200 Latin 7 0 8 d # d [64]a
11	E 5 59,68,216,255,68,210,0,31,80,219 Latin 10 0 9 E # E [45]A
12	e 3 58,64,189,200,87,154,0,32,98,188 Latin 9 0 10 e # e [65]a
13	F 5 57,68,216,255,68,210,0,31,77,209 Latin 12 0 11 F # F [46]A
14	f 3 0,68,216,255,54,175,0,42,55,193 Latin 11 0 12 f # f [66]a
15	G 5 58,64,219,255,91,230,0,30,106,230 Latin 14 0 13 G # G [47]A
16	g 3 0,43,188,212,88,176,0,52,100,210 Latin 13 0 14 g # g [67]a
17	H 5 59,68,216,255,91,258,0,27,107,244 Latin 16 0 15 H # H [48]A
18	h 3 59,68,216,255,87,187,0,25,101,208 Latin 15 0 16 h # h [68]a
19	I 5 59,68,216,255,10,155,0,50,29,173 Latin 18 0 17 I # I [49]A
20	i 3 59,69,216,255,11,141,0,54,27,173 Latin 17 0 18 i # i [69]a
21	J 5 0,64,216,255,39,242,0,30,62,234 Latin 20 0 19 J # J [4a]A
22	j 3 0,47,216,255,36,145,0,49,50,173 Latin 19 0 20 j # j [6a]a
23	K 5 57,68,216,255,92,225,0,37,103,216 Latin 22 0 21 K # K [4b]A
24	k 3 57,68,216,255,85,177,0,35,93,198 Latin 21 0 22 k # k [6b]a
25	L 5 59,68,216,255,64,193,0,31,74,206 Latin 24 0 23 L # L [4c]A
26	l 3 59,68,216,255,11,147,0,56,27,173 Latin 23 0 24 l # l [6c]a
27	M 5 57,68,216,255,99,301,0,35,117,286 Latin 26 0 25 M # M [4d]A

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างรูปแบบของชุดข้อมูลฝึกฝนที่เป็นอักขระเดี่ยวภาษาอังกฤษ

นอกจากชุดข้อมูลฝึกฝนจะมีอักขระเดี่ยวในการจำแนกตัวอักษรแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ใช้ในการตัดสินใจว่าการนำตัวอักษรมารวมกันจะกลายเป็นคำ นั่นคือชุดคำ (tessdata/wordlist-dawg) ที่บอกถึงคำที่จะเกิดขึ้นจากการรวมตัวอักษรดังรูปที่ 2.10 ทางซ้ายมือและชุดแสดงความถี่การเกิดตัวอักษร (tessdata/freq-dawg) ที่บอกว่าแต่ละคำมีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยแค่ไหนดังรูปทางขวามือ โดยที่ dawg นั้นย่อมาจาก Directed acyclic word graph ที่จะเป็นรูปแบบที่ใช้ในเทสเซอร์แลคนั่นเอง

9620	จอบจ่า	8600	รุจิ 28
9621	วณิษ	8610	พิศ 1212
9622	ชัช	8611	อลุ 66
9623	ทิลัททัน	8612	กฤษ 59
9624	มหาเทวี	8613	ทมุ 1393
9625	อิเหนา	8614	ฤษ 76
9626	โลม	8615	ฐร 3
9627	กรวี	8616	ชิง 68
9628	ยีนนาน	8617	มธุ 12
9629	อัฐิ	8618	พร 11984
9630	ปฐทิ	8619	ศุภ 36
9631	ทิวศด	8620	ลลิต 9
9632	ทยอก	8621	นฬ 152
9633	ประหุน	8622	ฉล 29
9634	โภค	8623	จิ 283
9635	ปฏิกุล	8624	นฬิ 8
9636	พรหมลิขิต	8625	ลฬ 1
9637	อานิสงส์	8626	ที 1291
9638	ข้าวหอม	8627	ก๊ก 56
9639	พรานนก	8628	มณิ 271
9640	จง	9629	ลา 166574
9641	ชิง	9630	าต 24038
9642	เศวตฉัตร	9631	ลล 1
9643	ขัดขัน	9632	วิม 58
9644	ไตรภาศิ	9633	งค 28286
9645	ค่านา	9634	มิษ 3
9646	ปราบสาธิต	9635	ชม 470
9647	เนกเมธประจ	9636	คณิ 1000
	สหัสวรรษ	9637	จณ 67
		9638	นฬ 1807

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างชุดคำและชุดแสดงความถี่การเกิดคำในภาษาไทย

2.6 ภาษาไพธอน (Python) [5]

ไพธอน เป็นภาษาระดับสูงภาษาหนึ่ง ถูกสร้างขึ้นในปี 1989 โดย กิวโด วาน รอสซัม (Guido van Rossum) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่มีติดต่อกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษาไพธอนได้ทั้งบนระบบยูนิกซ์ (Unix) ลินุกซ์ (Linux) วินโดวส์เอ็นที (WindowNT) วินโดวส์ 2000 (Window2000) วินโดวส์เอ็กซ์พี (WindowXP) หรือแม้แต่ระบบฟรีบีเอสดี (FreeBSD) อีกอย่างหนึ่งภาษาตัวนี้เป็นภาษาลักษณะเปิดเผยโค้ดเหมือนอย่างพีเอชพี

2.6.1 ความสามารถของภาษาไพธอน

ในปัจจุบันภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมบนเว็บมีมากมายหลายภาษา สำหรับภาษาไพธอนยังใหม่ในวงการพัฒนาโปรแกรมบนเว็บ แต่ด้วยข้อดีหลายประการของภาษาไพธอน ทำให้มีผู้นิยมใช้มากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งข้อดีของภาษาไพธอนมีดังนี้

1. ง่ายต่อการเรียนรู้ โดยภาษาไพธอนมีโครงสร้างของภาษาไม่ซับซ้อนเข้าใจง่าย ซึ่งโครงสร้างภาษาไพธอนจะคล้ายกับภาษาซีมาก เพราะภาษาไพธอนสร้างขึ้นโดยใช้ภาษาซีทำให้ผู้ที่

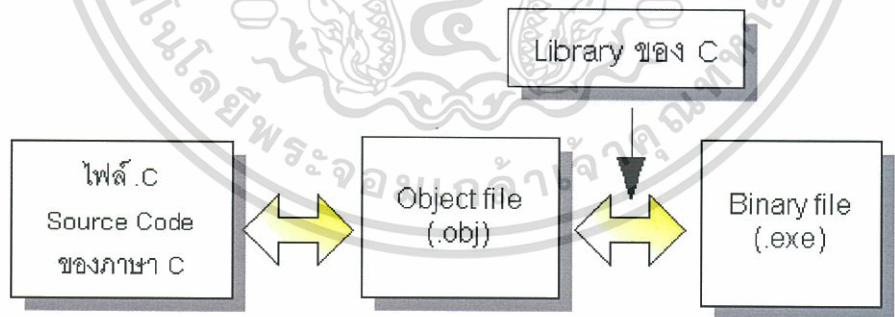
คุณเคยภาษาซีอยู่แล้วใช้งานภาษาไพธอนได้ไม่ยาก นอกจากนี้ด้วยตัวภาษาเองมีความยืดหยุ่นสูงทำให้การจัดการกับงานด้านข้อความได้เป็นอย่างดี

2. ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายใด ๆ ทั้งสิ้น เพราะตัวแปลภาษาไพธอนอยู่ภายใต้ลิขสิทธิ์จีเอ็นยู (GNU)
3. ใช้ได้หลายแพลตฟอร์ม ในช่วงแรกภาษาไพธอนถูกออกแบบใช้งานกับระบบยูนิกซ์ แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาตัวแปลภาษาไพธอนให้สามารถใช้กับระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ได้
4. ภาษาไพธอนถูกสร้างขึ้นโดยได้รวบรวมเอาส่วนดีของภาษาต่าง ๆ เข้ามาไว้ด้วยกัน
5. ภาษาไพธอนเป็นภาษาประเภทด้านเซิร์ฟเวอร์ คือการทำงานของภาษาไพธอนจะทำงานด้านฝั่งเซิร์ฟเวอร์แล้วส่งผลลัพธ์กลับมายังด้านผู้ใช้จึงทำให้มีความปลอดภัยสูง

2.6.2 หลักการทำงานของภาษาไพธอน

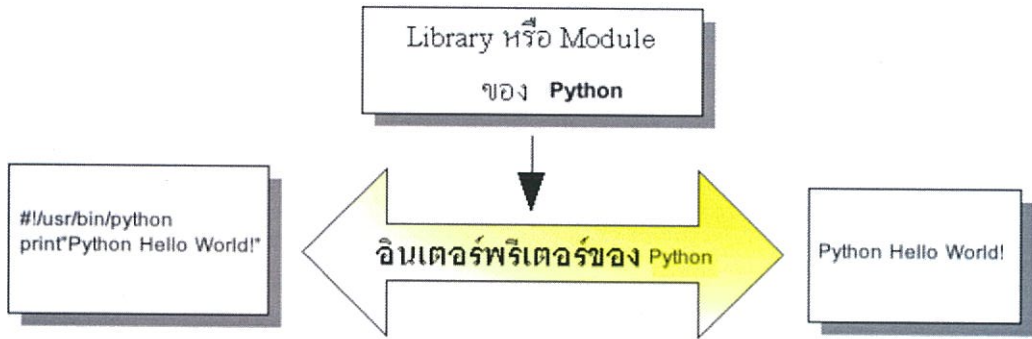
เมื่อเขียนโค้ดขึ้นมาตามโครงสร้างของโปรแกรมภาษาใดก็ตาม และการจะให้โค้ดคำสั่งเหล่านั้นทำงานได้ก็จะต้องมีตัวแปลภาษามาจัดการแปลโค้ดคำสั่ง เพื่อให้ทำงานตามที่ต้องการ โดยลักษณะของตัวแปลภาษานั้นแบ่งได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. คอมไพเลอร์ (Compiler) เป็นตัวแปลภาษาสำหรับภาษาซี (C) ซีพลัสพลัส (C++) ปาสคาล (Pascal) การทำงานก็คือจะตรวจสอบความผิดพลาดของโค้ดคำสั่งตั้งแต่ต้นจนจบก่อน หรือเรียกว่าการคอมไพล์ ถ้าไม่มีข้อผิดพลาดก็จะทำการแปลโค้ดคำสั่งให้เป็นไฟล์นามสกุล .obj (object file) จากนั้นก็ทำการแปลไฟล์นามสกุล .obj ให้เป็นไบนารีไฟล์นามสกุล .exe เพื่อทำงานต่อไป ดังตัวอย่างการทำงานของคอมไพเลอร์ภาษาคีดังรูป 2.11



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการทำงานตามหลักการคอมไพเลอร์ [5]

2. อินเทอร์พรีเตอร์ (Interpreter) จะทำงานเป็นบรรทัดต่อบรรทัด คือ อ่านโค้ดคำสั่งมาบรรทัดหนึ่งแล้วก็ทำงานให้ผลออกมาเลย ดังแสดงในรูป 2.12 ในกรณีที่มีการเรียกใช้ฟังก์ชันจากไลบรารี (Library) หรือโมดูล (Module) ของภาษาไพธอน อินเทอร์พรีเตอร์ของภาษาไพธอนก็จะไปทำการเรียกฟังก์ชันเหล่านั้นให้ทำงานแล้วจึงแสดงผลการทำงานออกมา



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการทำงานตามหลักการอินเตอร์พรีเตอร์ [5]

ในส่วนของประสิทธิภาพการทำงานนั้นตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์จะทำงานได้เร็วกว่าตัวแปลภาษาและอินเตอร์พรีเตอร์ เพราะโค้ดคำสั่งถูกคอมไพล์และลิงค์โดยตัวแปลภาษาแบบคอมไพเลอร์ผ่านแล้วได้เป็นไฟล์นามสกุล .exe ออกมา จากนั้นก็เป็นขั้นตอนการทำงานอย่างเดียว

2.7 ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux) [15]

ลินุกซ์ เป็นระบบปฏิบัติการแบบที่เข้ากันได้กับระบบยูนิกซ์ตัวหนึ่งที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ระดับพีซี (PC) พัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1991 โดยนักศึกษาชื่อลินุส บีทอร์วาลส์ (Linus B. Torvalds) ณ มหาวิทยาลัยเฮลซิงกิ ประเทศฟินแลนด์ ในลักษณะของงานอดิเรก โดยมีแรงบันดาลใจมาจากระบบมินิกซ์ (Minix) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการคล้าย ๆ ยูนิกซ์เล็ก ๆ ตัวหนึ่งที่พัฒนาโดยแอนดี แทเนนบาม (Andy Tanenbaum) เพื่อประกอบการเรียนรู้ในหนังสือเกี่ยวกับการออกแบบระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ลินุกซ์เวอร์ชัน 0.01 ถูกแจกจ่ายให้ทดลองใช้ประมาณปลายเดือน ส.ค. 1991 ซึ่งต้องมีการติดตั้งระบบมินิกซ์อยู่ก่อนแล้วจึงจะสามารถทำการคอมไพล์และทดลองใช้งานได้ เนื่องจากยังไม่มีโหลดเดอร์และคอมไพเลอร์ต้องอาศัยการคอมไพล์ข้ามระบบและบูตระบบผ่านมินิกซ์

ลินุกซ์เปิดตัวลินุกซ์อย่างเป็นทางการในวันที่ 5 ตุลาคม 1991 ด้วยเวอร์ชัน 0.02 ซึ่งยังคงเป็นระบบปฏิบัติการ สำหรับผู้พัฒนาโปรแกรมระบบอยู่ จนกระทั่งได้เปิดตัวเวอร์ชัน 1.0 ในเดือนมีนาคม 1994 และเริ่มมีผู้ซึ่กกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการคล้ายยูนิกซ์ที่สมบูรณ์แบบ มีความสามารถสนับสนุนกราฟิกเอ็กซ์วินโดว์ (X Window) สนับสนุนระบบเครือข่ายที่ซีพี/ไอพี (TCP/IP) สามารถรับส่งอีเมล ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ (FTP Server) ได้ และยังมีความสามารถอื่น ๆ อีกมากมาย

ปัจจุบันได้มีการนำระบบปฏิบัติการลินุกซ์ไปประยุกต์เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับงานด้านต่าง ๆ เช่น งานด้านการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ใช้เป็นสถานีนงาน สถานีบริการ อินเทอร์เน็ต อินเทอร์เน็ต หรือใช้ในการเรียนการสอนและการทำวิจัยทางคอมพิวเตอร์ ใช้พัฒนาโปรแกรมเนื่องจาก

มีเครื่องมือมากมาย เช่น โปรแกรมภาษาซี ซีพลัสพลัส ปาสคาล ฟอรัทแรน (Fortran) ลิสป์ (Lisp) โพรล็อก (Prolog) เอดา (ADA) มีภาษาสคริปต์ เช่น เชลล์ (Shell) บาสซ์เชลล์ (Bash Shell) ซีเชลล์ (C Shell) คอรันเชลล์ (Korn Shell) เพิร์ล (Perl) ไพธอน เป็นต้น

2.7.1 คุณสมบัติของลินุกซ์

- เป็นระบบปฏิบัติการแบบหลายงานและหลายผู้ใช้ (Multitasking & Multiuser) ที่สมบูรณ์แบบ ทำให้สามารถมีผู้ใช้งานพร้อม ๆ กัน ได้หลาย ๆ คน และแต่ละคนก็สามารถใช้งานโปรแกรมได้หลาย ๆ โปรแกรมในเวลาเดียวกัน
- มีความเข้ากันได้ (Compatible) กับระบบยูนิกซ์ ส่วนมากในระดับซอร์สโค้ด (Source Code) ความสามารถในการสลับหน้าจอรหว่างการเข้าสู่ระบบต่าง ๆ บนหน้าจอควบคุมในโหมดข้อความได้
- สนับสนุนระบบไฟล์หลายชนิด เช่น ไอเอสโอ 9660 (ISO-9660) เอ็นซีพีเอฟเอส (NCPFS) เอสเอ็มซีพีเอฟเอส (SMCFS) เอฟเอที16 (FAT16) เอฟเอที32 (FAT32) เอ็นทีเอฟเอส (NTFS) ยูเอฟเอส (UFS) เป็นต้น
- สนับสนุนเครือข่ายที่ซีพี/ไอพี ตลอดจนมีโปรแกรมฝั่งผู้ใช้งานและฝั่งผู้ให้บริการสำหรับบริการต่าง ๆ ในอินเทอร์เน็ตทุกประเภท
- เคอร์เนล (Kernel) ของลินุกซ์มีความสามารถในการจำลองการทำงานของตัวประมวลผลทางคณิตศาสตร์ 80387 ทำให้สามารถทำงานโปรแกรมที่ต้องการใช้งานคำสั่งเกี่ยวกับการไหลของข้อมูลได้
- เคอร์เนลของลินุกซ์สนับสนุนการเรียกใช้โปรแกรมเท่าที่จะใช้งานเท่านั้น จากดิสก์สู่หน่วยความจำ เป็นการใช้หน่วยความจำอย่างมีประสิทธิภาพ และมีการใช้หน่วยความจำส่วนเดียวกับขบวนการหลาย ๆ ขบวนการพร้อม ๆ กัน
- สนับสนุนพื้นที่แลกเปลี่ยนมากถึง 2 กิกะไบต์ ทำให้มีหน่วยความจำใช้งานมากขึ้น จึงทำงานแอปพลิเคชันขนาดใหญ่ได้ และมีผู้ใช้งานได้พร้อมกันมากขึ้น
- เคอร์เนลมีระบบรองรับความจำสำหรับโปรแกรมและหน่วยความจำแคช ทำให้หน่วยความจำแคชปรับเปลี่ยนและลดขนาดได้โดยอัตโนมัติ ขณะที่มีการเรียกใช้หรือไม่ใช้โปรแกรมใด ๆ
- โปรแกรมที่ทำงานมีการใช้งานไลบรารีร่วมกัน (Dynamically Linked Shared Libraries) ทำให้โปรแกรมมีขนาดเล็กและทำงานเร็ว
- หาสาเหตุที่ทำให้โปรแกรมทำงานผิดพลาดได้

2.7.2 จุดเด่นของลินุกซ์

- เป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้งานได้ฟรี

- ทำงานได้บนเครื่องพีซีทั่วไป ที่มีหน่วยประมวลผลกลางตั้งแต่ 80386 ขึ้นไป รวมถึง โมโตรา 680x0 (Motora 680x0) คอมแพคคิดิจิทัลอัลฟา (Compaq Digital Alpha) พาวเวอร์พีซี (PowerPC) เอสพีเออาร์ซี (SPARC) เป็นต้น จึงเป็นระบบปฏิบัติการที่มีความต้องการทรัพยากรของระบบค่อนข้างต่ำ
- สามารถทำงานได้รวดเร็ว เนื่องจากมีระบบการจัดการหน่วยความจำเสมือน (Virtual Memory) การจัดทำงานแบบทำงานหลายงานในเวลาเดียวกันและระบบป้องกันการรบกวนการทำงานระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ
- มีกลุ่มผู้ใช้งานบนอินเทอร์เน็ตค่อนข้างมาก ทำให้ข้อบกพร่องต่าง ๆ ถูกค้นพบและหาวิธีแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เป็นระบบปฏิบัติการที่มีคุณภาพสูงระบบหนึ่ง
- มีความสามารถแบบยูนิกซ์
- สามารถใช้งานร่วมกับดอส (DOS) และไมโครซอฟท์วินโดวส์โดยการแบ่งส่วนเก็บระบบปฏิบัติการ
- ความสามารถในการใช้งานไฟล์ร่วมกับระบบปฏิบัติการอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นดอส ไมโครซอฟท์วินโดวส์ เนทแวร์ (Netware) โอเอส/2 (OS2) มินิกซ์ เอ็นเอฟเอส (NFS) ซิสเทมวี (System V)
- เป็นระบบปฏิบัติการแบบเปิด เนื่องจากทุกฟังก์ชันมีซอร์สโค้ดแนบมาพร้อม

2.8 ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [9] [12]

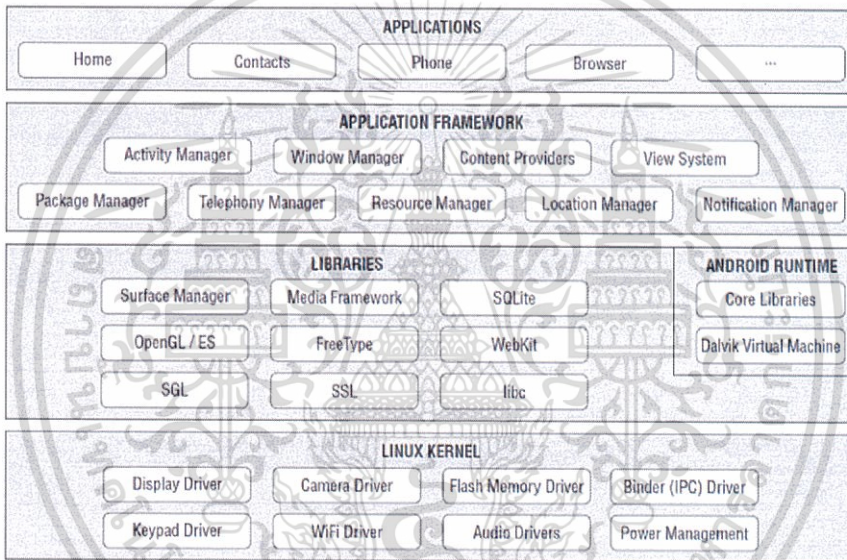
แอนดรอยด์ คือ ระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยแพร่ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัทกูเกิ้ลที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลากราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็กและความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการ

สำหรับนักพัฒนาโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไม่ใช่เรื่องที่ยาก เพราะมีข้อมูลในการพัฒนารวมทั้งแอนดรอยด์เอสดีเค (Software Development Kit: SDK) เตรียมไว้ให้กับนักพัฒนาได้เรียนรู้ และเมื่อนักพัฒนาต้องการจะเผยแพร่หรือจำหน่ายโปรแกรมที่พัฒนาเสร็จแล้ว แอนดรอยด์ก็ยังมีตลาดในการเผยแพร่โปรแกรมผ่านแอนดรอยด์มาร์เก็ต แต่หากจะกล่าวถึงโครงสร้างภาษาที่ใช้ในการพัฒนานั้น สำหรับแอนดรอยด์เอสดีเคจะยึดโครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียนโปรแกรม เพราะโปรแกรมที่พัฒนามาได้จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ตัววิคเวอร์ชวลแมกชีน (Dalvik Virtual Machine) เช่นเดียวกับโปรแกรมจาวา ที่ต้องทำงานอยู่ภายใต้จาวาเวอร์ชวลแมกชีน (Java Virtual Machine) เปรียบได้กับสภาพแวดล้อมที่โปรแกรมทำงานอยู่

2.8.1 ประวัติความเป็นมา

เริ่มต้นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถูกพัฒนามาจากบริษัทแอนดรอยด์ (Android Inc.) เมื่อปี พ.ศ 2546 โดยมีนายแอนดี้ รูบิน (Andy Rubin) ผู้ให้กำเนิดระบบปฏิบัติการนี้ และถูกบริษัทกูเกิ้ลซื้อกิจการเมื่อเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ 2548 โดยบริษัทแอนดรอยด์ ได้กลายเป็นมาบริษัทลูกของบริษัทกูเกิ้ลและยังมีนายแอนดี้ รูบิน ดำเนินงานอยู่ในทีมพัฒนาระบบปฏิบัติการต่อไป ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากการนำเอาแกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำงานเป็นเครื่องให้บริการ (Server) มาพัฒนาต่อเพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System)

2.8.2 โครงสร้างของแอนดรอยด์



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [9]

จากรูปที่ 2.13 จะเห็นได้ว่าโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้นมีการแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของ (Applications) จากนั้นก็จะไล่ลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทางลินุกซ์เคอร์เนล โครงสร้างของแอนดรอยด์พอที่จะอธิบายเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

1. แอปพลิเคชัน (Applications) หรือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่าง ๆ ได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้

2. แอปพลิเคชันเฟรมเวิร์ค (Application Framework) ส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาเพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งานแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์คในส่วนของการทำงานแล้วนำมาใช้งาน

3. ไลบรารี (Libraries) เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วยภาษาซีและซีพลัสพลัสโดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการทำงาน เช่น เอสคิวไลต์ (SQLite) จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล

4. แอนดรอยด์รันไทม์ (Android Runtime) จะมีตัวลิวคเกอร์ซวลแมกซิมที่ถูกรวบรวมมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มีหน่วยความจำ (Memory) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และพลังงาน (Battery) ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของตัวลิวคเกอร์ซวลแมกซิมจะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงานไปเป็นไฟล์นามสกุล .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับหน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือคอร์ไลบรารี (Core Libraries) ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญโดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา

5. ลินุกซ์เคอร์เนล เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์รุ่น 2.6 ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

2.8.3 รุ่นต่าง ๆ ของแอนดรอยด์

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาแอนดรอยด์ออกมาเรื่อยโดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 รุ่นต่าง ๆ ของแอนดรอยด์

รุ่นที่	ชื่อเวอร์ชัน	เปิดตัว
1.0	แอสโตร (Astro)	28 กันยายน 2551
1.1	เบนเดอร์ (Bender)	9 กุมภาพันธ์ 2552
1.5	คัพเค้ก (Cupcake)	30 เมษายน 2552
1.6	โดนัท (Donut)	15 กันยายน 2552
2.0/2.1	เอแคลร์ (Éclair)	26 ตุลาคม 2552 (2.0) 12 มกราคม 2553 (2.1)
2.2	ฟรอยโยเกิร์ต (Froyo)	20 พฤษภาคม 2555
2.3	ขนมปังขิง (Gingerbread)	6 ธันวาคม 2553
3.0/3.1	รังผึ้ง (Honeycomb)	22 กุมภาพันธ์ 2554

ตารางที่ 2.9 รุ่นต่าง ๆ ของแอนดรอยด์ (ต่อ)

รุ่นที่	ชื่อเวอร์ชัน	เปิดตัว
4.0	ไอศกรีมแซนด์วิช (Ice Cream Sandwich)	19 ตุลาคม 2554
4.1	เจลลี่บีน (Jelly Bean)	28 มิถุนายน 2555
4.2	เจลลี่บีน (Jelly Bean)	13 พฤศจิกายน 2555
4.3	เจลลี่บีน (Jelly Bean)	24 กรกฎาคม 2556
4.4	คิทแคท (Kit Kat)	31 ตุลาคม 2556
5.0	โลลิป็อป (Lollipop)	3 พฤศจิกายน 2557
6.0	มาร์ชมาลโลว์ (Marshmallow)	5 ตุลาคม 2558

2.8.4 ข้อเด่นของแอนดรอยด์

เนื่องจากระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีส่วนแบ่งตลาดของอุปกรณ์ด้านนี้มากขึ้นทุกขณะ ทำให้กลุ่มผู้ใช้งานและกลุ่มนักพัฒนาโปรแกรมให้ความสำคัญกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพิ่มมากขึ้น

ในด้านของกลุ่มผลิตภัณฑ์ บริษัทที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ ได้มีการนำเอา ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปใช้ในสินค้าของตนเอง พร้อมทั้งยังมีการปรับแต่งให้ระบบปฏิบัติการมีความสามารถการจัดวางโปรแกรมและลูกเล่นใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากคู่แข่งในท้องตลาด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มสินค้าที่เป็นสมาร์ทโฟน (Smartphone) รุ่นใหม่และอุปกรณ์จอสัมผัส (Touch Screen) โดยมีคุณลักษณะแตกต่างกันไป เช่นขนาดหน้าจอ ระบบโทรศัพท์ ความเร็วของหน่วยประมวลผล ปริมาณหน่วยความจำ แม้กระทั่งอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ต่าง ๆ

หากมองในด้านของการพัฒนาโปรแกรม ทางบริษัททุกกิจการได้มีการพัฒนาแอปพลิเคชันเฟรมเวิร์คไว้สำหรับนักพัฒนาใช้งานได้อย่างสะดวกและไม่เกิดปัญหา เมื่อนำชุดโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้กับอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะต่างกัน เช่นขนาดจออุปกรณ์ไม่เท่ากัน ก็ยังสามารถใช้งานโปรแกรมได้เหมือนกัน เป็นต้น

2.9 ภาษาจาวา [14]

ภาษาจาวา คือ ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุพัฒนาโดย เจมส์ กอสลิง และวิศวกรคนอื่น ๆ ที่บริษัท ซัน ไมโครซิสเต็มส์ ภาษานี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้แทนภาษาซีพลัสพลัส โดยรูปแบบที่เพิ่มเติมขึ้น คล้ายกับภาษาอ็อบเจกต์ทีฟซี (Objective-C) แต่เดิมภาษานี้เรียกว่า ภาษาโอ๊ก (Oak) ซึ่งตั้งชื่อตามต้นโอ๊กใกล้ที่ทำงานของ เจมส์ กอสลิง แล้วภายหลังจึงเปลี่ยนไปใช้ชื่อ “จาวา” ซึ่งเป็นชื่อกาแฟแทน จุดเด่นของภาษาจาวาอยู่ที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถใช้หลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming: OOP) มาพัฒนาโปรแกรมของตนด้วย จาวาเป็นภาษาสำหรับเขียน

โปรแกรมที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ โปรแกรมที่เขียนขึ้นถูกสร้างภายในคลาส ดังนั้น คลาสคือที่เก็บเมทอด (Method) หรือพฤติกรรม (Behavior) ซึ่งมีสถานะ (State) และรูปพรรณ (Identity) ประจำพฤติกรรม (Behavior)

2.9.1 รูปแบบของภาษาจาวา

ภาษาจาวาเป็นภาษาที่ไม่กำหนดแบบการเขียนโปรแกรมในแต่ละบรรทัด แต่ละ บรรทัดสามารถเขียนคำสั่งได้หลายคำสั่งสามารถแทรกคำอธิบาย (comment) ได้ จาวาเป็นภาษาที่ บังคับอักขระตัวพิมพ์ใหญ่ ตัวพิมพ์เล็ก (Case Sensitive) จาวามีตัวดำเนินการ (operators) หลาย ชนิดให้ใช้งานนอกจากคำสั่งนั้นเป็นคำสั่งที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมาใหม่ อาจกำหนดเป็นตัวพิมพ์ใหญ่หรือ ตัวพิมพ์เล็กก็ได้ และสามารถเขียนชุดคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวดำเนินการหลายตัวที่ต่างชนิดกันใน ชุดคำสั่งหนึ่ง ๆ ได้ โดยภาษาจาวาจะจัดลำดับการประมวลผลตามลำดับการทำงานของตัวดำเนินการ

2.9.2 ข้อดีของภาษาจาวา

- ภาษาจาวา เป็นภาษาที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุแบบสมบูรณ์ ซึ่งเหมาะ สำหรับพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน การพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุจะช่วยให้สามารถใช้คำหรือชื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่ในระบบงานนั้นมาใช้ในการออกแบบโปรแกรมได้ ทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น
- โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ภาษาจาวาจะมีความสามารถทำงานได้ใน ระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ไม่จำเป็นต้องดัดแปลงแก้ไขโปรแกรม เช่น หากเขียนโปรแกรมบน เครื่องซัน (Sun) โปรแกรมนั้นก็สามารถนำมาคอมไพล์ (compile) และทำงานบนเครื่องพีซีธรรมดา ได้
- ภาษาจาวามีการตรวจสอบข้อผิดพลาดทั้งตอนคอมไพล์และทำงาน ทำให้ลด ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในโปรแกรม และช่วยให้ตรวจหาข้อผิดพลาดโปรแกรมได้ง่าย
- ภาษาจาวามีความซับซ้อนน้อยกว่าภาษาซีพลัสพลัส เมื่อเปรียบเทียบโค้ดของ โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยภาษาจาวากับซีพลัสพลัสพบว่า โปรแกรมที่เขียนโดยภาษาจาวาจะมีจำนวน โค้ดน้อยกว่าโปรแกรมที่เขียนโดยภาษาซีพลัสพลัส ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าและลดความผิดพลาดได้ มากขึ้น
- ภาษาจาวาถูกออกแบบมาให้มีความปลอดภัยสูงตั้งแต่แรก ทำให้โปรแกรมที่เขียน ขึ้นด้วยจาวามีความปลอดภัยมากกว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น เพราะจาวามีความปลอดภัย ทั้งระดับต่ำและระดับสูง ได้แก่ ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ (electronic signature) การจัดการกุญแจ สาธารณะ (Public key) และกุญแจส่วนบุคคล (Private key) การควบคุมการเข้าถึงข้อมูลและ ใบบรับรอง

- มีไอดีอี (IDE) แอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ (application server) และไลบรารีต่าง ๆ มากมายสำหรับจาวา สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับการซื้อเครื่องมือต่าง ๆ ได้

2.9.3 ข้อเสียของภาษาจาวา

- ทำงานได้ช้ากว่าเนทีฟโค้ด (native code) โปรแกรมที่คอมไพล์ให้อยู่ในรูปของภาษาเครื่องหรือโปรแกรมเขียนขึ้นด้วยภาษาอื่น อย่างเช่น ภาษาซีหรือภาษาซีพลัสพลัส ทั้งนี้ก็เพราะว่าโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาจาวาจะถูกแปลงเป็นภาษากลางก่อน แล้วเมื่อโปรแกรมทำงานคำสั่งของภาษากลางนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นภาษาเครื่องอีกทีหนึ่งที่ละคำสั่งหรือกรองทีละกลุ่มคำสั่ง ทำให้ทำงานช้ากว่าเนทีฟโค้ดซึ่งอยู่ในรูปของภาษาเครื่องแล้วตั้งแต่คอมไพล์ โปรแกรมที่ต้องการความเร็วในการทำงานจึงไม่นิยมเขียนด้วยจาวา

- เครื่องมือที่มีในการใช้พัฒนาโปรแกรมจาวามักไม่ค่อยมีความสามารถ ทำให้หลายอย่างโปรแกรมเมอร์จะต้องทำขึ้นเอง ทำให้ต้องเสียเวลาทำงานในส่วนที่เครื่องมือทำไม่ได้

2.10 ระบบฐานข้อมูลเอสคิวไลต์ (SQLite) [17]

เป็นฐานข้อมูลฉบับพกพาทำนองเดียวกับไมโครซอฟท์แอคเซส (Microsoft Access) สิ่งที่แตกต่างกันคือ ฟรี ติดตั้งง่าย ไม่จำกัดระบบปฏิบัติการทั้งวินโดวส์ แมค (Mac) และลินุกซ์ สำหรับฐานข้อมูลเอสคิวไลต์ เป็นลักษณะไฟล์ข้อมูลธรรมดา กล่าวคือ เก็บข้อมูลไว้ในไฟล์เพียงไฟล์เดียว เช่นเดียวกับ *.mdb ของไมโครซอฟท์แอคเซสและ *.mdf ของเอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ (SQL Server) ดังนั้นเพื่อไม่ให้สับสนก็ควรตั้งชื่อนามสกุลของไฟล์ที่ไม่ไปตรงกับฐานข้อมูลตระกูลอื่น ยกตัวอย่างเช่น .db .dat .sdb .s3db เป็นต้น เอสคิวไลต์เหมาะกับแอปพลิเคชันแบบทำงานเพียงลำพัง (Standalone) แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น ดิกชันนารี แคตตาล็อกสินค้า โปรแกรมแบบสอบถาม การเก็บข้อมูลที่ต้องการส่งเป็นไฟล์ข้อมูลทางเมลล์หรือมือถือ เป็นต้น

2.10.1 หลักการของเอซีไอดี (ACID)

เอซีไอดี คือหลักการที่ใช้ในการบริหารจัดการการทำงานของฐานข้อมูล เพื่อรับประกันว่าทุก ๆ คำสั่งที่เกิดขึ้นกับระบบฐานข้อมูลจะมีความถูกต้องอยู่เสมอ หากผู้ใช้งานยึดถือหลักเอซีไอดีในการใช้งานระบบฐานข้อมูล จะช่วยหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นกับข้อมูลได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- ความเป็นเอกภาพ (Atomicity) คือ การรับประกันความเป็นเอกภาพของทุก ๆ คำสั่งที่เกิดขึ้นกับระบบฐานข้อมูลในชุดคำสั่งเดียวกัน กล่าวคือ ระบบฐานข้อมูลจะต้องสามารถยืนยัน

ได้ว่า คำสั่งย่อยทุก ๆ คำสั่งในชุดคำสั่งเดียวกัน จะต้องสมบูรณ์พร้อมกันทั้งหมด หรือถ้ามีคำสั่งใด ผิดพลาด ก็จะต้องยกเลิกคำสั่งอื่น ๆ ในชุดคำสั่งเดียวกันด้วย

- ความมั่นคง (Consistency) คือ การรับประกันความถูกต้องสอดคล้องกันของข้อมูลที่จะเกิดหลังจากในแต่ละคำสั่งทำงานเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งหมายถึง ในแต่ละคำสั่งที่เกิดขึ้นกับระบบฐานข้อมูล จะต้องเป็นคำสั่งที่ไม่กระทบกับข้อมูลที่มีอยู่แล้วในระบบฐานข้อมูล และผลลัพธ์ทั้งหมดที่ออกมาหลังจากทำงานตามคำสั่งนั้นไปแล้ว จะต้องยังคงความถูกต้องอยู่เสมอ ถ้าคำสั่งใดทำให้ข้อมูลไม่ถูกต้อง จะต้องถูกยกเลิกกลับไปยังสถานะที่ข้อมูลยังถูกต้องอยู่ นอกจากเรื่องผลลัพธ์ของข้อมูล จะต้องถูกต้องแล้ว คำสั่งที่เกิดขึ้นจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในระบบฐานข้อมูลด้วย เช่นหากมีการกำหนดว่าข้อมูลใน คอลัมน์ A จะต้องเป็นข้อมูลชนิดตัวเลขเท่านั้น แต่ถ้ามีคำสั่งใดที่จะทำการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลที่มีตัวอักษรลงไปคอลัมน์ A คำสั่งนั้นจะต้องไม่สามารถทำงานได้

- การแยกตัวออก (Isolation) คือ ความเป็นเอกเทศของการทำงาน หมายถึงในแต่ละคำสั่งที่กำลังทำงานอยู่และยังไม่เสร็จสมบูรณ์ คำสั่งนั้นจะต้องมีความเป็นเอกเทศ ต้องยังไม่มีผลกับการทำงานอื่น ๆ จนกระทั่งคำสั่งนั้นจะเสร็จสมบูรณ์ (commit)

- ความทนทาน (Durability) คือ การเก็บรักษาคำสั่งที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว (committed transaction) ให้มีความคงทนถาวร หมายถึงคำสั่งใด ๆ ก็ตามที่ทำงานสมบูรณ์แล้ว จะต้องถูกเก็บรักษาเพื่อให้ทำงานได้จนเสร็จสมบูรณ์ ถึงแม้ว่าจะเกิดปัญหาขึ้นกับระบบในระหว่างการทำงานนั้น

2.10.2 คุณลักษณะของระบบฐานข้อมูล เอสคิวไลต์

- ไม่พึ่งพาใคร (Self-Contained) คือ เอสคิวไลต์ต้องการการสนับสนุนจากไลบรารีอื่นหรือระบบปฏิบัติการใด ๆ น้อยมาก ดังนั้นจึงแค่คัดลอกไลบรารีของเอสคิวไลต์ แล้วตั้งค่าอีกเล็กน้อยเท่านั้นในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมก็สามารถใช้งานได้

- เซิร์ฟเวอร์เลส (Serverless) คือ เมื่อโปรแกรมต้องการใช้ระบบฐานข้อมูล มันจะอ่านและเขียนกับไฟล์ของระบบฐานข้อมูลบนดิสก์ของเครื่องที่พัฒนาอยู่แล้วโดยตรงได้เลย

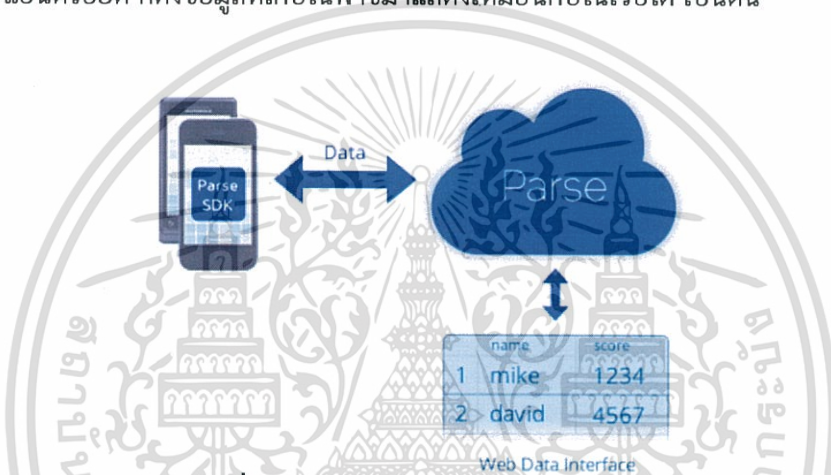
- ไม่มีการตั้งค่า (Zero-Configuration) คือ ไม่จำเป็นต้องมีการตั้งค่าเอสคิวไลต์ เซิร์ฟเวอร์ ไม่จำเป็นต้องมีกระบวนการเริ่มต้น หยุดการทำงานหรือตั้งค่า สามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อโปรแกรมต้องการ

- การดำเนินธุรกรรม (Transactional) คือ การดำเนินธุรกรรมที่กระทำข้อมูลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง ภายในหนึ่งรายการเปลี่ยนแปลงอาจจะมีการมีหนึ่งคำสั่งหรือหลาย ๆ คำสั่งก็ได้ โดยเอสคิวไลต์มีคุณสมบัติเอซีไอดี

2.11 ระบบฐานข้อมูลบนพาส (Parse) [16]

พาสนั้นเป็นบริการหลังบ้าน (Backend as a Service: BaaS) ที่ช่วยให้จัดการกับข้อมูลฝั่งเซิร์ฟเวอร์นั้นทำได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องยุ่งเกี่ยวกับฐานข้อมูลหรือว่าตั้งค่าเครื่องให้บริการให้ยุ่งยาก พาสนั้นมีระบบที่เตรียมมาให้ใช้งานง่าย เพียงแค่สร้างพาสอ็อบเจกต์ แล้วก็ทำการบันทึก ก็เข้าถึงข้อมูลพาสได้แล้วทั้งจากเว็บหรือแอปพลิเคชัน

สำหรับพาสนั้นครอบคลุมทั้งระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จาวาสคริปต์ (javascript) ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ ดอทเน็ต (.NET) ยูนิตี้ (Unity) ไม่ว่าจะเขียนด้วยแพลตฟอร์ม (Platform) ไหนก็สามารถใช้ก็ข้อมูลเดียวกันได้ เช่น ทำเว็บแสดงข้อมูลสินค้า ในส่วนไอโอเอสและแอนดรอยด์ ก็ดึงข้อมูลที่เก็บในพาสมาแสดงเหมือนกับในเว็บได้ เป็นต้น



รูปที่ 2.14 ระบบการทำงานของพาส [16]

จากรูปที่ 2.14 จะเห็นได้ว่าที่โทรศัพท์สมาร์ทโฟน มีพาส เอสดีเค (Parse SDK) สำหรับรองรับการทำงานของระบบพาสอยู่ ทำการรับและส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์ไปยังระบบคลาวด์ ระบบคลาวด์ก็ทำการตอบสนองต่อระบบฐานข้อมูลที่มีอยู่บนพาส

พาสมีการให้บริการ 3 ส่วนคือ

- พาสคอร์ (Parse core) เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับเก็บข้อมูลแบบอุมตคติ สั่งการโดยใช้การร้องขอผ่านเอชทีทีพี (HTTP) ไปเก็บค่าได้เลย ไม่ต้องสนใจปัจจัยอื่น ๆ เช่น ขนาดหรือโครงสร้างภายใน ผู้ใช้งานสามารถสั่งงานด้วยคำสั่งที่เข้าใจง่ายและสามารถจัดเก็บข้อมูลได้มากกว่าตัวอักษรโดยสามารถเก็บรูปภาพได้ด้วย พาสเตรียมตารางสำหรับบริการเพื่อการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน และรองรับการสมัครสมาชิก การเข้าสู่ระบบ การตั้งค่าพาสเวิร์ดใหม่ และการเข้าสู่ระบบผ่านเครือข่ายสังคม (Social Network) พาสคอร์ยังมีระบบคลาวด์ให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาเซิร์ฟเวอร์ได้เองโดยใช้จาวาสคริปต์ในการพัฒนาอีกด้วย

- พาสพูช (Parse Push) เป็นบริการส่งการแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์ผ่านทาง การติดต่อทางเว็บไซต์ของพาสได้ทันที พร้อมมีระบบวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อดูประสิทธิภาพของการทำงานการแจ้งเตือน

- การวิเคราะห์พาส (Parse Analytic) พาสสามารถเก็บสถิติการใช้งานของแอปพลิเคชันว่าผู้ใช้งานมีการติดต่อกับส่วนไหนของแอปพลิเคชันบ้าง ทำให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนาอินเตอร์เฟซของแอปพลิเคชันได้ง่ายขึ้น

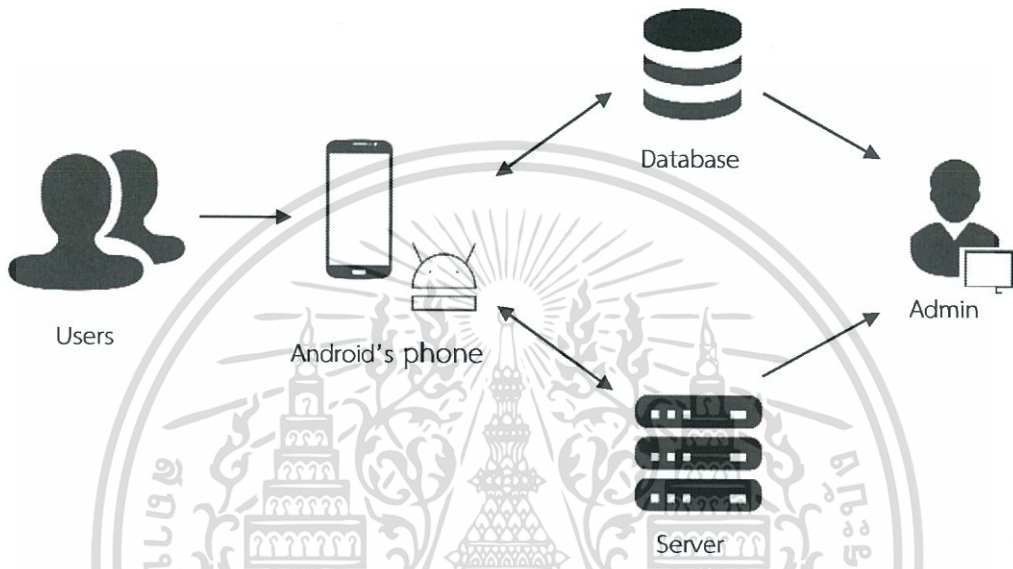
ระบบฐานข้อมูลบนพาสยังมีคุณสมบัติคือ สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้บนระบบคลาวด์ มีระบบสำหรับติดต่อเครือข่ายสังคม (Social Network) ต่าง ๆ มีหน้าแสดงข้อมูลที่สามารถจัดการกับข้อมูลได้ง่าย รองรับหลายแพลตฟอร์ม (Platform) มีระบบแจ้งเตือนให้ สามารถแก้ไขโค้ดในระบบคลาวด์ได้ มีระบบติดตามแอปพลิเคชัน มีเอพีไอ (API) มีเครื่องมือและคู่มือต่าง ๆ และใช้งานได้ฟรี



บทที่ 3

การออกแบบระบบ

3.1 องค์ประกอบหลักของระบบ

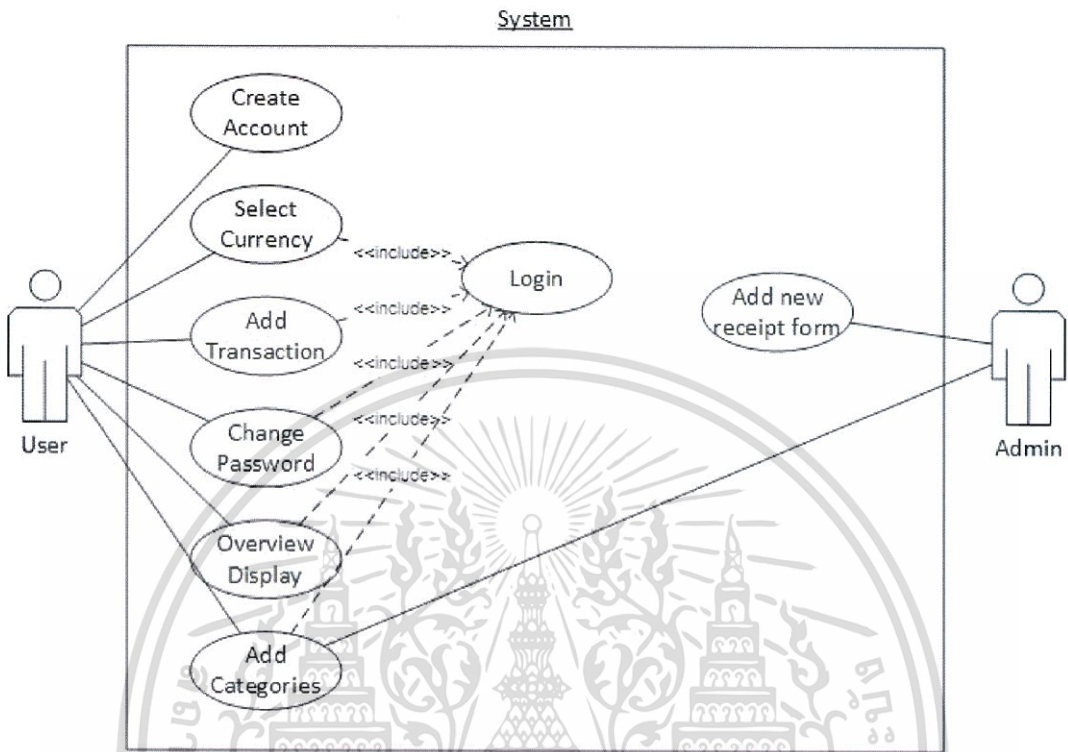


รูปที่ 3.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

ระบบการทำงานของแอปพลิเคชันบันทึกรายรับรายจ่ายส่วนบุคคลด้วยใบเสร็จสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 ผู้ใช้งานจะทำการติดต่อกับส่วนของแอปพลิเคชันผ่านทางโทรศัพท์สมาร์ทโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยผู้ใช้งานต้องทำการยืนยันตัวตนก่อนเพื่อให้แอปพลิเคชันสามารถเข้าถึงและจัดการข้อมูลในฐานข้อมูลเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งาน แอปพลิเคชันสามารถบันทึกรายรับรายจ่ายได้ทั้งออฟไลน์และออนไลน์ จะมีการเชื่อมต่อข้อมูลเข้าระบบฐานข้อมูลออนไลน์โดยอัตโนมัติเมื่อมีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต แต่ถ้าหากต้องการบันทึกข้อมูลด้วยรูปถ่ายแอปพลิเคชันจำเป็นต้องทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยระบบจะทำการส่งรูปภาพที่ได้จากโทรศัพท์สมาร์ทโฟนไปคำนวณออนไลน์บนเซิร์ฟเวอร์และส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับมาที่แอปพลิเคชัน จากนั้นแอปพลิเคชันจะทำการดึงข้อมูลออกมาเฉพาะส่วนที่ต้องการนำไปแสดงผลบนหน้าจอ ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขหรือลบข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่ต้องการได้ก่อนการบันทึกลงฐานข้อมูล ผู้ดูแลระบบสามารถเข้าถึงได้ทั้งส่วนของเซิร์ฟเวอร์และฐานข้อมูลออนไลน์ เพื่อจัดการข้อมูล ดูแลและปรับปรุงระบบรวมถึงการตั้งค่า อัลกอริทึมของการรู้จำอักขระด้วยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แผนภาพยูสเคส (Use case Diagram)

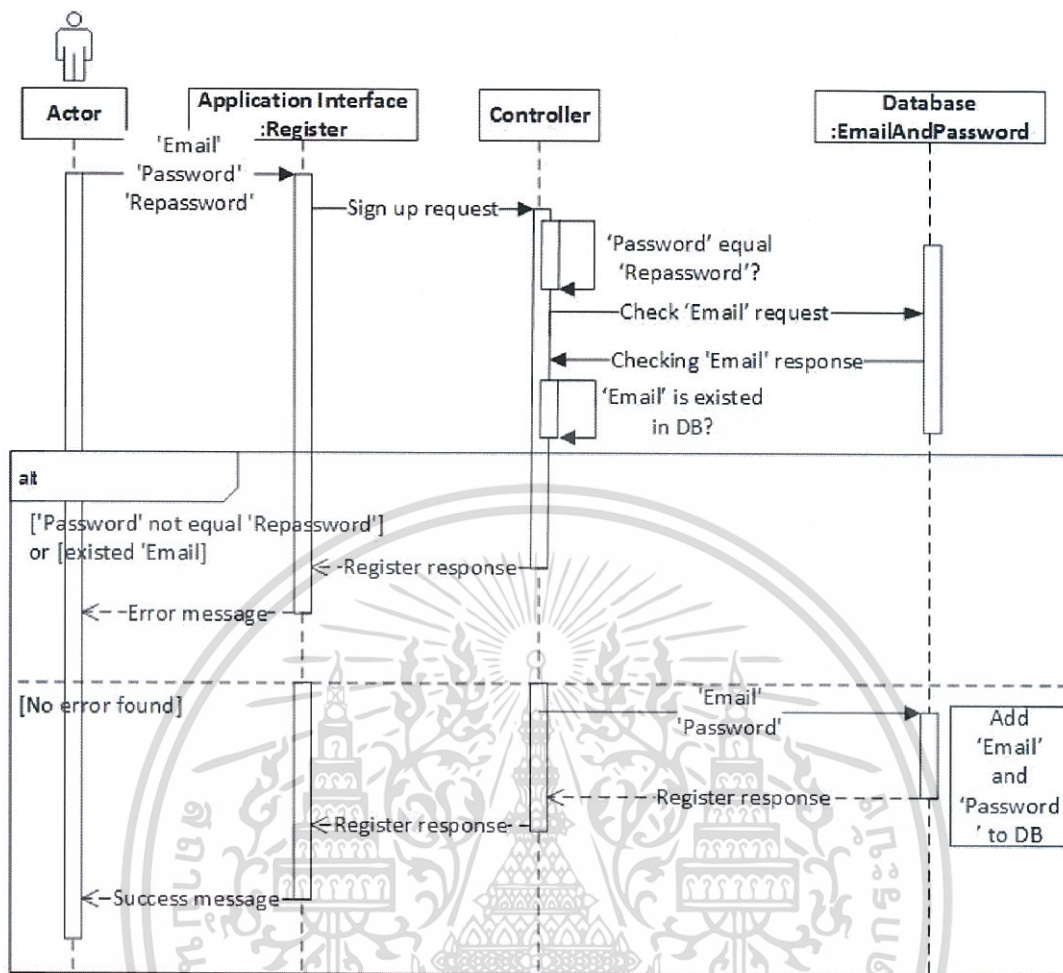


รูปที่ 3.2 แผนภาพยูสเคสของระบบการทำงานทั้งหมด

จากรูปที่ 3.2 แสดงแผนภาพยูสเคสของระบบทั้งหมดโดยประกอบด้วย 2 ส่วนคือฝั่งผู้ใช้งาน และฝั่งผู้ดูแลระบบ ฝั่งผู้ใช้งานทางซ้ายมือจะเป็นการใช้งานทั่วไป โดยผู้ใช้งานต้องสร้างบัญชีผู้ใช้และเข้าใช้งานก่อนจึงจะสามารถเข้าถึงการเลือกค่าเงิน เพิ่มบันทึกรายรับรายจ่าย เพิ่มหมวดหมู่ของสิ่งของ เปลี่ยนรหัสผ่าน และแสดงข้อมูลทั้งหมด ในส่วนของฝั่งผู้ดูแลระบบจะสามารถเพิ่มหมวดหมู่และเพิ่มรูปแบบของใบเสร็จได้

3.3 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ (Sequence Diagram)

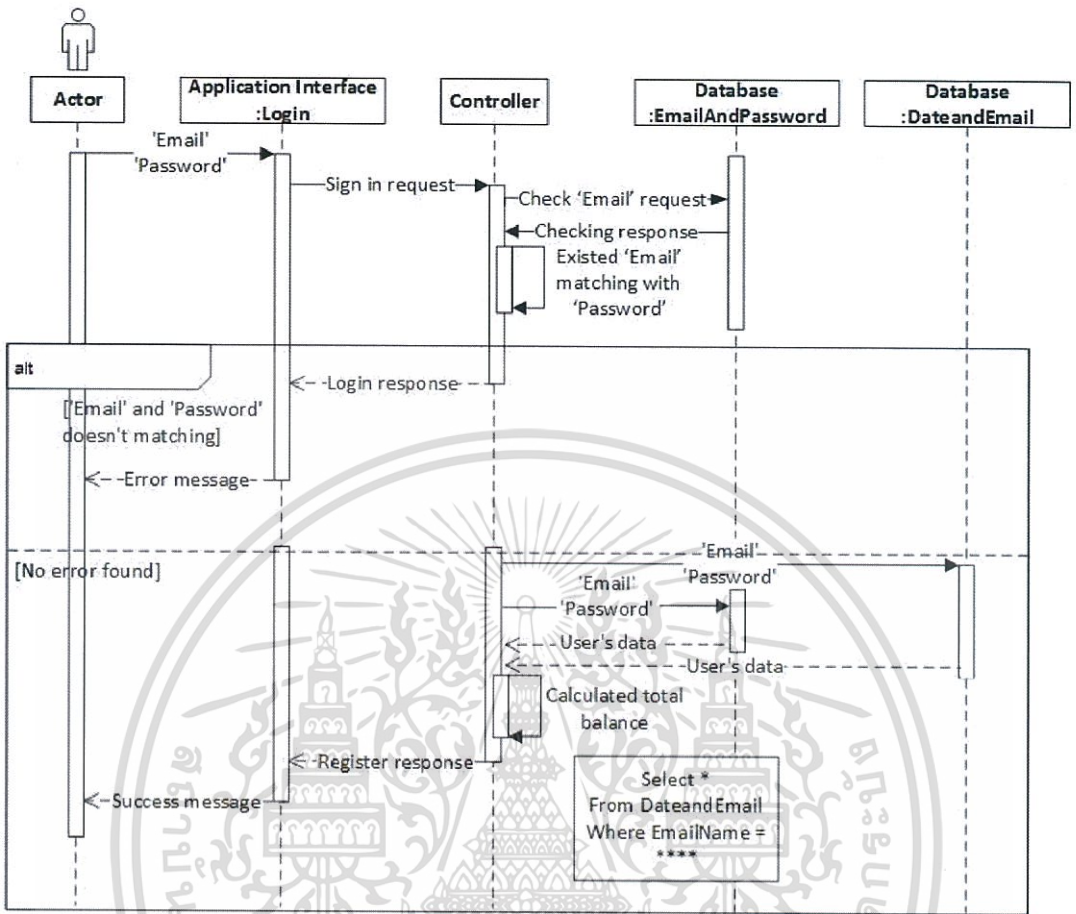
ในรูปภาพที่ 3.3 จะเป็นแผนภาพลำดับของการลงทะเบียนผู้ใช้งานใหม่ อันจะปรากฏในหน้าจอร์จิสเตอร์ (Register page) ของแอปพลิเคชัน โดยที่ผู้ใช้จะส่งข้อมูลที่ประกอบไปด้วยอีเมล (Email) รหัสเข้าใช้งาน (Password) และการยืนยันรหัสเข้าใช้งาน (RePassword) โดยส่วนติดต่อกับผู้ใช้จะส่งข้อมูลเหล่านี้ไปตรวจสอบที่ส่วนควบคุมก่อนว่ารหัสเข้าใช้งานและการยืนยันรหัสเข้าใช้งานเหมือนกันหรือไม่ และนำอีเมลไปตรวจสอบกับข้อมูลในฐานข้อมูลว่าเคยมีการใช้อีเมลนี้ลงทะเบียนแล้วหรือยังโดยหากผ่านเงื่อนไขเหล่านี้ไปได้ ระบบจะทำการเพิ่มรายละเอียดของผู้ใช้งานลงในฐานข้อมูล แต่การเกิดปัญหาขึ้น ก็จะมีการส่งข้อความผิดพลาด (error message)



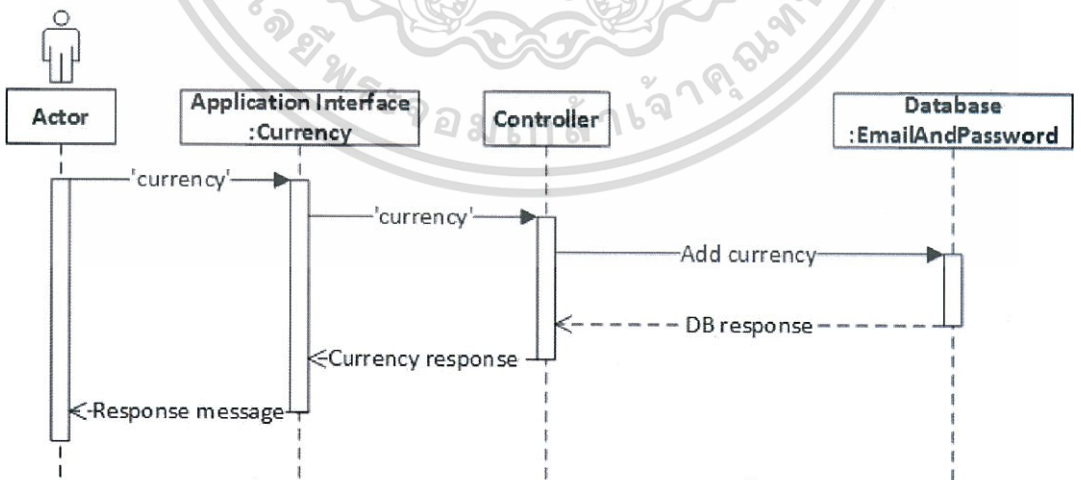
รูปที่ 3.3 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการสมัครสมาชิก

เช่นเดียวกันกับการเข้าสู่ระบบในรูปภาพที่ 3.4 จะเริ่มต้นด้วยหน้าจอล็อกอิน (Login page) ของแอปพลิเคชัน โดยที่ผู้ใช้จะส่งข้อมูลที่ประกอบไปด้วยอีเมล (Email) และรหัสเข้าใช้งาน (Password) และจะมีการเช็คเงื่อนไขของสิ่งที่ผู้ใช้ได้กรอกในหน้าจอล็อกอินและส่งไปตรวจสอบกับสิ่งที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งถ้าอีเมลและรหัสเข้าใช้งานตรงกับที่เคบบันทึกลงไว้ในฐานข้อมูล ระบบจะส่งข้อมูลของผู้ใช้งานมายังแอปพลิเคชันรวมทั้งมีการคำนวณยอดรวมเงิน และผู้ใช้งานจะสามารถเข้าใช้งานได้ หรือในกรณีที่อีเมลหรือรหัสเข้าใช้งานไม่ตรงกับที่เคบบันทึกลงไว้ในฐานข้อมูล ระบบจะมีการส่งข้อความผิดพลาดกลับมาให้ผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานดำเนินการแก้ไขข้อมูลต่อไป

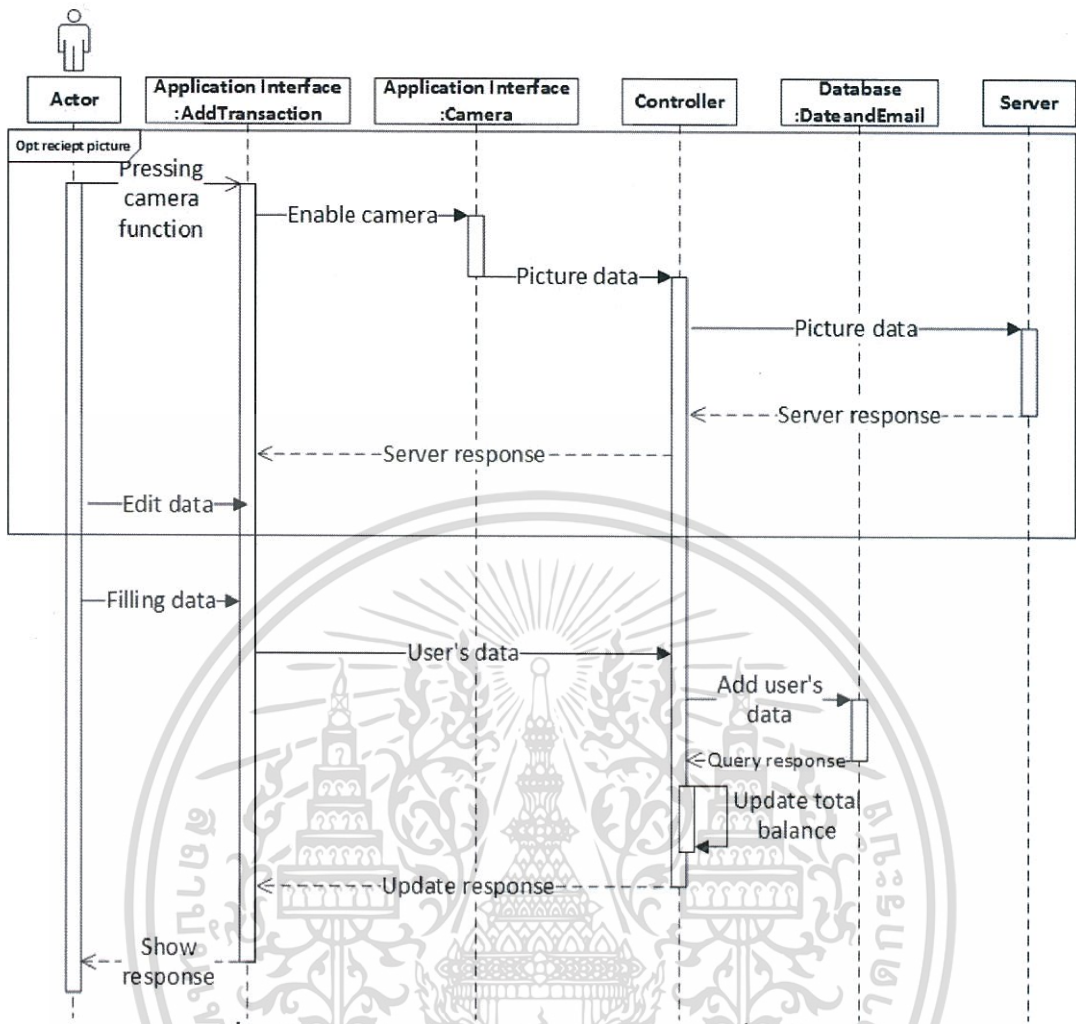
สำหรับรูปภาพที่ 3.5 คือการที่ผู้ใช้งานเลือกหน่วยเงินผ่านแอปพลิเคชัน เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานจากทุกที่ จากนั้นส่งข้อมูลต่อไปยังส่วนควบคุมเพื่อทำการเพิ่มลงในระบบฐานข้อมูล และฐานข้อมูลจะมีการส่งข้อความตอบกลับว่าได้ทำการเลือกหน่วยเงินเรียบร้อยแล้ว กลับมายังแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3.4 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเข้าสู่ระบบ



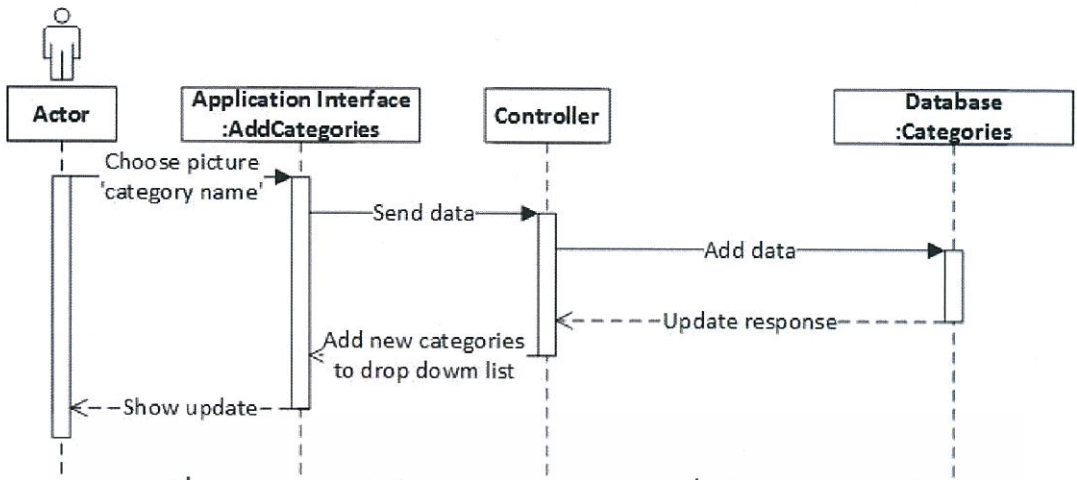
รูปที่ 3.5 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการตั้งหน่วยเงิน



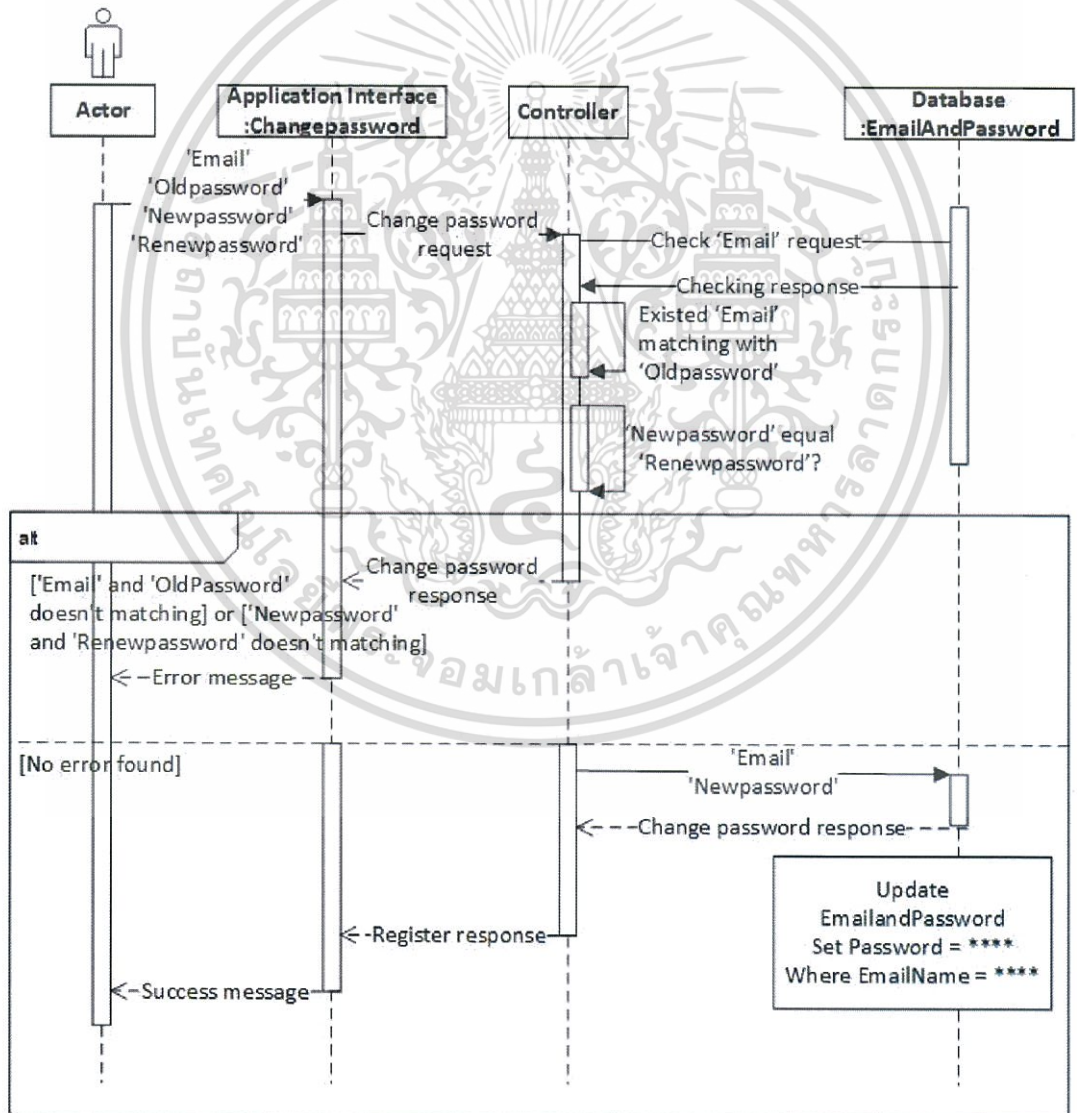
รูปที่ 3.6 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเพิ่มข้อมูลสินค้า

ในรูปที่ 3.6 คือการบันทึกค่ารายรับรายจ่ายโดยมีทางเลือก 2 ทางเลือก คือการเพิ่มรายรับรายจ่ายโดยการถ่ายรูปและการเพิ่มรายรับรายจ่ายโดยการกรอกข้อมูล การเพิ่มรายรับรายจ่ายโดยการถ่ายรูปจะเริ่มจากผู้ใช้งานเรียกใช้งานกล้องถ่ายรูปและถ่ายรูปใบเสร็จ จากนั้นส่วนควบคุมจะทำการส่งรูปภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการประมวลผล เซิร์ฟเวอร์จะส่งผลตอบกลับไปที่หน้าเพิ่มข้อมูล (Add transaction page) ผู้ใช้งานจะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ก่อนการบันทึกฐานข้อมูล การเพิ่มรายรับรายจ่ายโดยการกรอกข้อมูล ผู้ใช้ทำการกรอกข้อมูลผ่านทางหน้าแอปพลิเคชัน จากนั้นทั้ง 2 ทางเลือกก็การทำงานเหมือนกัน ส่วนควบคุมจะทำการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูลรวมทั้งคำนวณยอดรวมเงินและส่งผลลัพธ์กลับมาที่แอปพลิเคชัน

รูปที่ 3.7 เป็นการเลือกหมวดหมู่ที่ต้องการจะเพิ่มโดยการเลือกรูปภาพและกรอกชื่อหมวดหมู่เพื่อบันทึกลงในระบบฐานข้อมูล ก่อนที่จะได้รับการตอบสนองกลับมาเป็นการแสดงหมวดหมู่หลังจากปรับปรุงให้เป็นปัจจุบันแล้ว

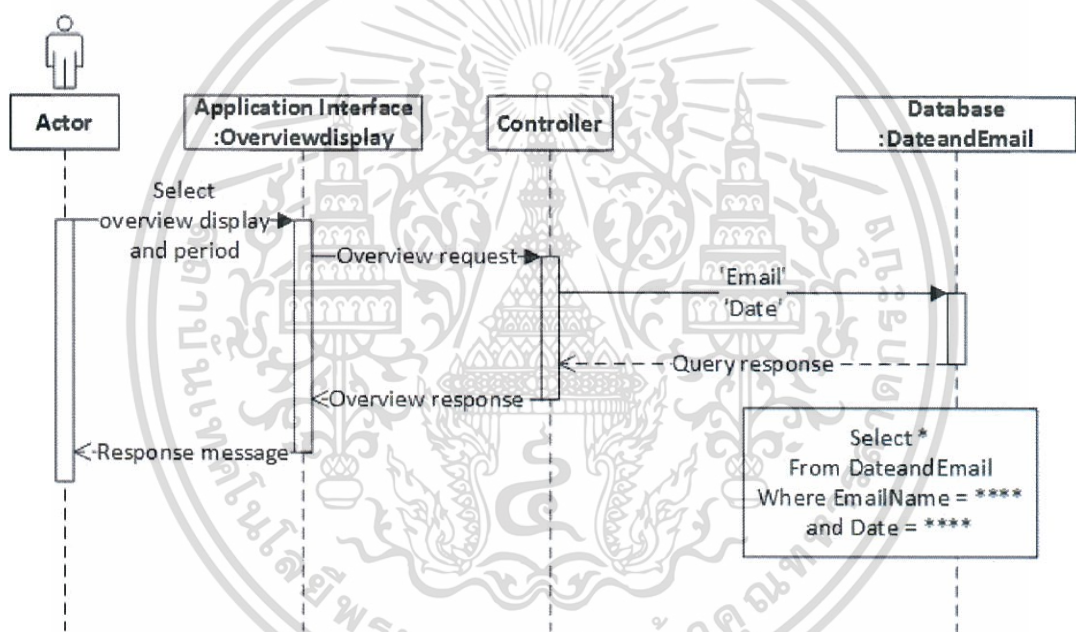


รูปที่ 3.7 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบการเพิ่มข้อมูลหมวดหมู่สินค้า



รูปที่ 3.8 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบเปลี่ยนรหัสผ่าน

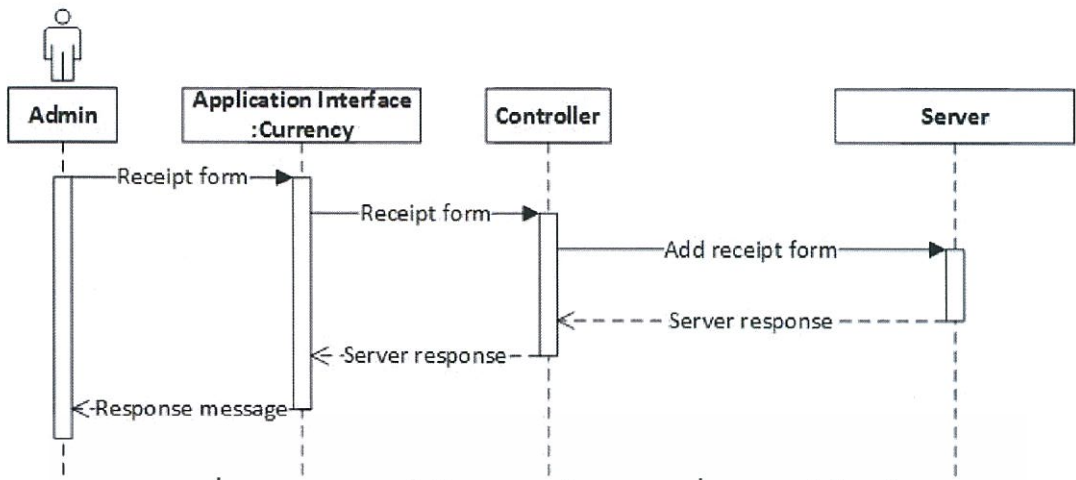
จากรูปที่ 3.8 จะเริ่มต้นด้วยหน้าจอเปลี่ยนรหัสผ่าน (Change password page) ของแอปพลิเคชัน โดยที่ผู้ใช้จะส่งข้อมูลที่ประกอบไปด้วยอีเมล (Email) รหัสเข้าใช้งานเก่า (OldPassword) รหัสเข้าใช้งานใหม่ (NewPassword) และยืนยันรหัสเข้าใช้งานใหม่ (ReNewPassword) ส่วนควบคุมจะมีการเช็คเงื่อนไขของสิ่งที่ผู้ใช้ได้กรอกในหน้าแอปพลิเคชันและส่งไปตรวจสอบกับสิ่งที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งถ้าอีเมลและรหัสเข้าใช้งานเก่าตรงกับที่เคยบันทึกไว้ในฐานข้อมูล รวมถึงรหัสเข้าใช้งานใหม่และการยืนยันรหัสเข้าใช้งานใหม่มีความเหมือนกัน ระบบจะส่งอีเมลและรหัสเข้าใช้งานใหม่ไปยังฐานข้อมูลเพื่อทำการปรับปรุงข้อมูลเดิม จากนั้นระบบจะส่งการตอบกลับมายังแอปพลิเคชันว่าทำการเปลี่ยนรหัสผ่านสำเร็จ ในกรณีที่อีเมลไม่ตรงกับรหัสเข้าใช้งานเก่าที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลหรือรหัสเข้าใช้งานใหม่ไม่ตรงกับยืนยันรหัสการเข้าใช้งานใหม่ ระบบจะมีการส่งข้อความผิดพลาดกลับมาให้ผู้ใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานดำเนินการแก้ไขข้อมูลต่อไป



รูปที่ 3.9 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบแสดงผลภาพรวม

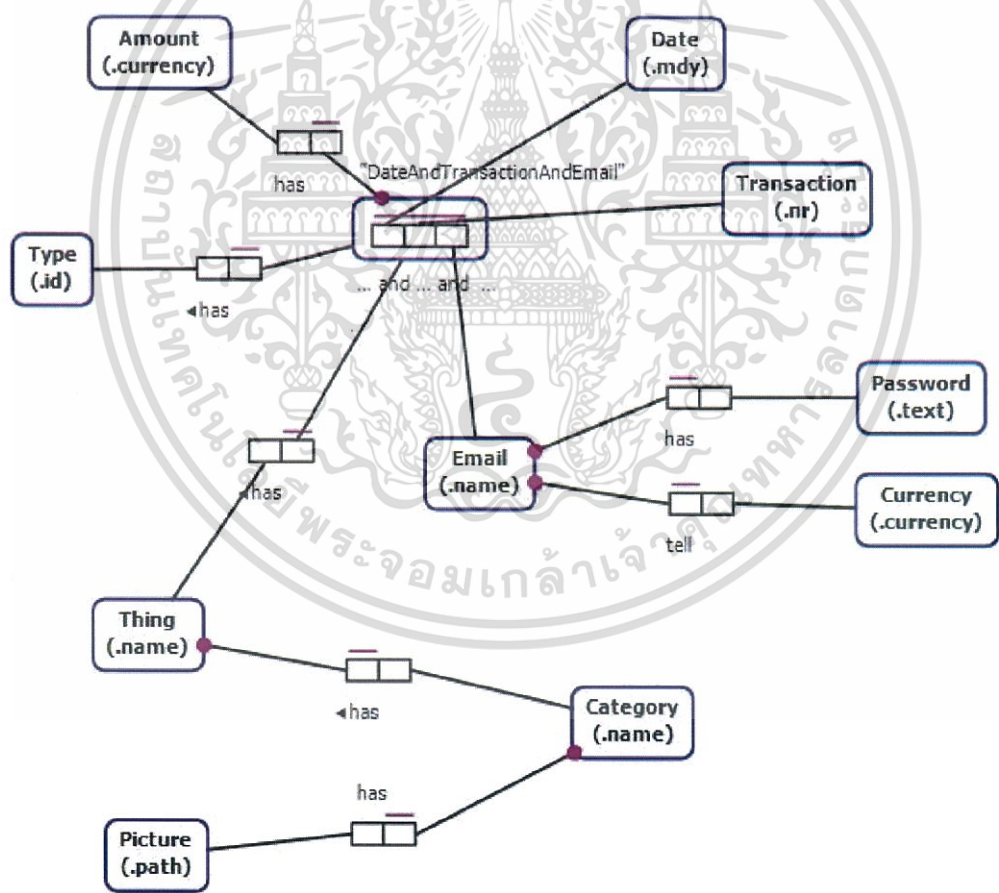
รูปที่ 3.9 ระบบเริ่มต้นจากผู้ใช้งานเลือกรูปแบบและช่วงเวลาของการแสดงผลภาพรวม ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบได้ 2 รูปแบบคือกราฟเส้นและกราฟวงกลม และสามารถเลือกช่วงเวลาได้ 4 ช่วงเวลาคือภาพรวม รายสัปดาห์ รายเดือนและรายปี เมื่อเลือกเสร็จแล้วจะเป็นการส่งคำร้องไปยังส่วนควบคุมและทำการส่งข้อมูลต่อไปยังฐานข้อมูล จากนั้นฐานข้อมูลจะตอบกลับข้อมูลที่ต้องการ และแอปพลิเคชันจะนำมาแสดงผลตามรูปแบบที่ผู้ใช้งานได้เลือกไว้

จากรูปที่ 3.10 ผู้ดูแลระบบทำการเพิ่มแบบฟอร์มใบเสร็จไปยังเซิร์ฟเวอร์โดยตรง และมีการตอบกลับของเซิร์ฟเวอร์ว่าทำการเพิ่มสำเร็จหรือไม่



รูปที่ 3.10 แผนภาพลำดับเหตุการณ์ของระบบเพิ่มแบบฟอร์มใบเสร็จ

3.4 การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)



รูปที่ 3.11 แผนภาพฐานข้อมูลของทั้งระบบ

จากรูปที่ 3.11 เป็นระบบฐานข้อมูลแบบอ็อบเจกต์โรลโมเดล ซึ่งสามารถแปลงเป็นตารางฐานข้อมูลได้ 4 ตาราง ดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางเก็บข้อมูลสมาชิกภายในระบบ (MEMBER)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
Email	varchar (50)	PK	อีเมลผู้ใช้	pongeza@gmail.com
Password	varchar (50)		รหัสผ่านผู้ใช้	1234
Currency	varchar (10)		ค่าเงินที่ผู้ใช้เลือก	THB

ตารางที่ 3.2 ตารางเก็บข้อมูลบันทึกการรับรายจ่าย (Transaction)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
Date	date	PK	วันที่บันทึก	12/11/2558
Email	varchar (50)	PK FK	อีเมลผู้ใช้	pongeza@gmail.com
Transaction	int	PK	ลำดับการบันทึก	3
Amount	double		จำนวนเงิน	+100
Thing	varchar (50)	FK	ชื่อสิ่งของ	ทาโรอบกรอบ
Type	varchar (10)		ประเภทการบันทึก รายการมี 2 ประเภท คือ income และ outcome	income

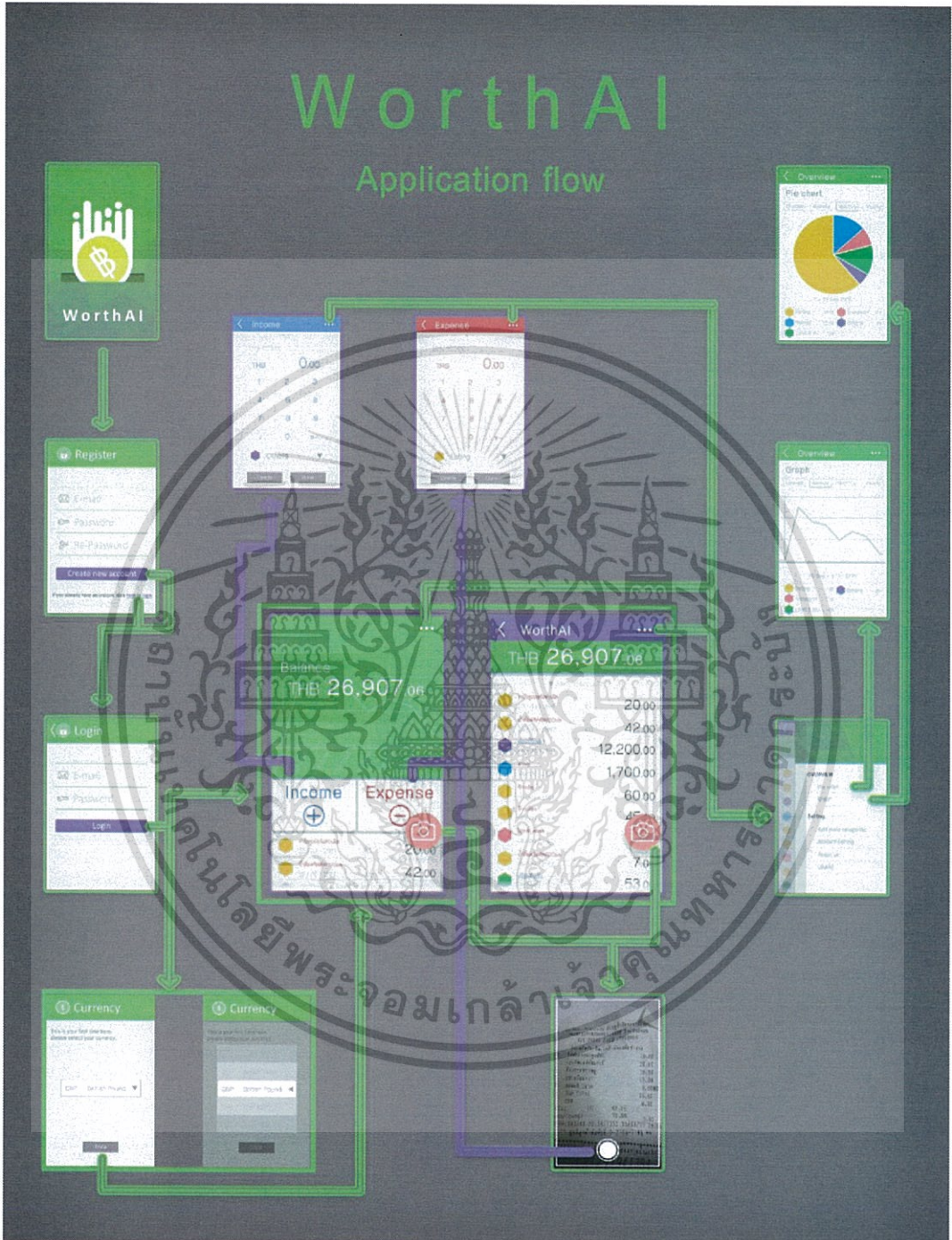
ตารางที่ 3.3 ตารางเก็บข้อมูลสิ่งของแต่ละชิ้น (Thing)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
Thing	varchar (50)	PK	ชื่อสิ่งของ	ทาโรอบกรอบ
Category	varchar (50)	FK	ชื่อหมวดหมู่	อาหาร

ตารางที่ 3.4 ตารางเก็บข้อมูลหมวดหมู่ (Category)

Name	Type	Key	Meaning	ตัวอย่างข้อมูล
Category	varchar (50)	PK	ชื่อหมวดหมู่	อาหาร
Picture	varchar (50)		รูปภาพแต่ละหมวด	drawable/food

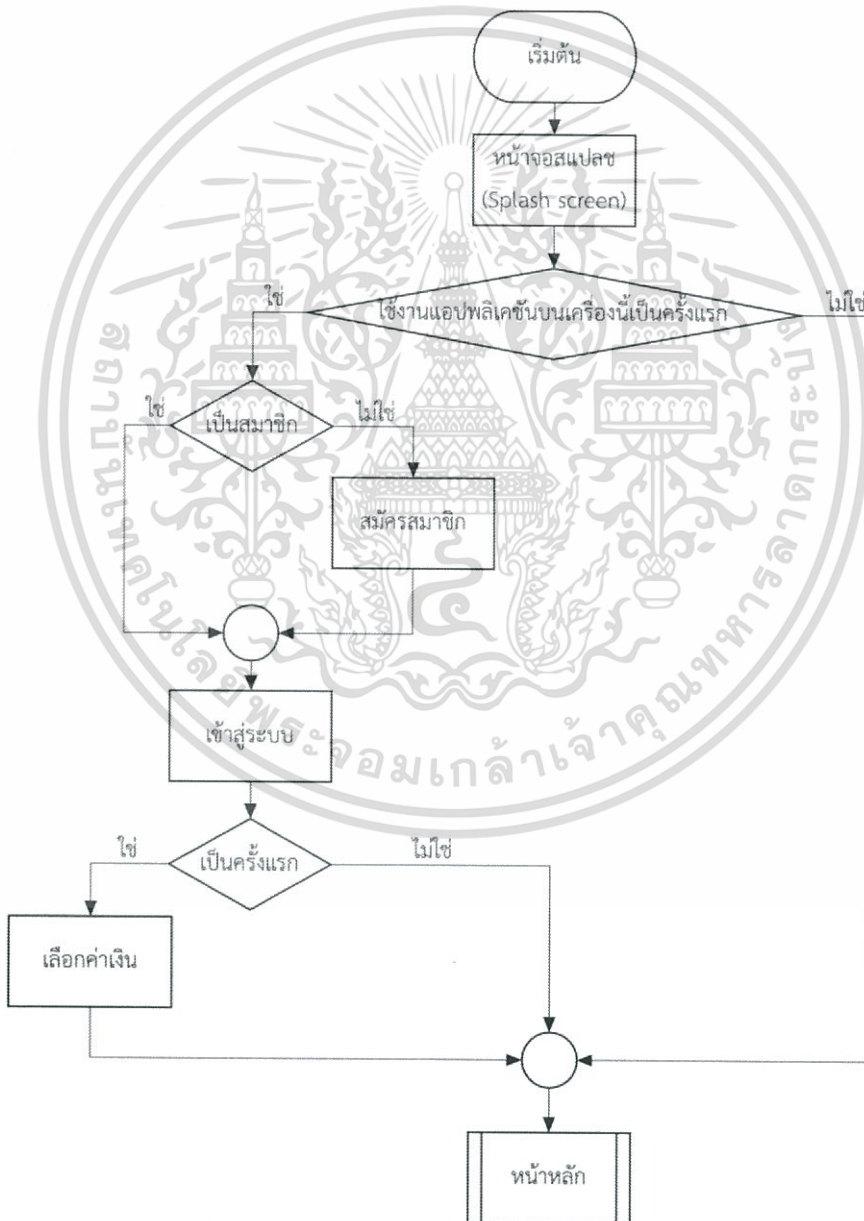
3.5 การออกแบบโปรแกรม



รูปที่ 3.12 แผนผังแสดงหน้าแอปพลิเคชันทั้งหมด

จากรูปที่ 3.12 เป็นการแสดงหน้าแอปพลิเคชันทั้งหมดโดยออกแบบโดยการใช้รูปแบบแพลตฟอร์ม (Flat design) เป็นหลัก เน้นความเรียบง่ายต่อการใช้งานโดยหน้าแรกจะเป็นหน้าสแปลช (Splash

screen) คือ หน้าทีเมื่อเปิดแอปพลิเคชันขึ้นมาระหว่างรอการโหลดของแอปพลิเคชัน ต่อมาจะเป็น หน้าสมัครสมาชิกและถ้าเป็นสมาชิกอยู่แล้วให้ไปที่หน้าเข้าสู่ระบบได้ โดยเมื่อเข้าสู่ระบบค้างไว้และ ไม่ได้ออกจากระบบ ผู้ใช้เดิมก็จะยังอยู่ เมื่อเข้าสู่ระบบเป็นครั้งแรกจะขึ้นหน้าให้เลือกค่าเงิน และถ้าใช้งานเป็นครั้งต่อมาก็จะขึ้นหน้าหลักให้เลย โดยในหน้าหลักจะแสดงข้อมูลบันทึกรายรับรายจ่ายทั้งหมด และมีให้เลือกเพิ่มข้อมูลว่าจะเป็นรายรับหรือรายจ่าย และมีเพิ่มหรือถ่ายรูปใบเสร็จได้ ส่วนมุมมองของทุกหน้าหลังจากเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว จะเป็นเมนูให้เลือกไปยังการแสดงผลหรือตั้งค่าอื่น ๆ โดยการแสดงผลสามารถเลือกได้ 2 แบบคือเป็นเส้นกราฟและกราฟวงกลม และสามารถเลือก ช่วงเวลาที่ต้องการให้แสดง หรือเลือกแสดงเป็นหมวดหมู่ได้



รูปที่ 3.13 แผนผังงานแสดงการเริ่มต้นแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.13 เป็นการแสดงการทำงานของแอปพลิเคชันเมื่อมีการเข้าใช้งานสู่ระบบเป็นครั้งแรกและครั้งต่อมา โดยเมื่อเข้าใช้งานเป็นครั้งแรก แอปพลิเคชันจะทำการแสดงหน้าสมัครสมาชิก เมื่อสมัครสมาชิกเสร็จแล้ว แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าเข้าสู่ระบบ ถ้าทำการเข้าสู่ระบบโดยใช้ข้อมูลผู้ใช้งานนั้น ๆ เป็นครั้งแรก แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าเลือกค่าเงิน แต่ถ้าไม่ใช่แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน

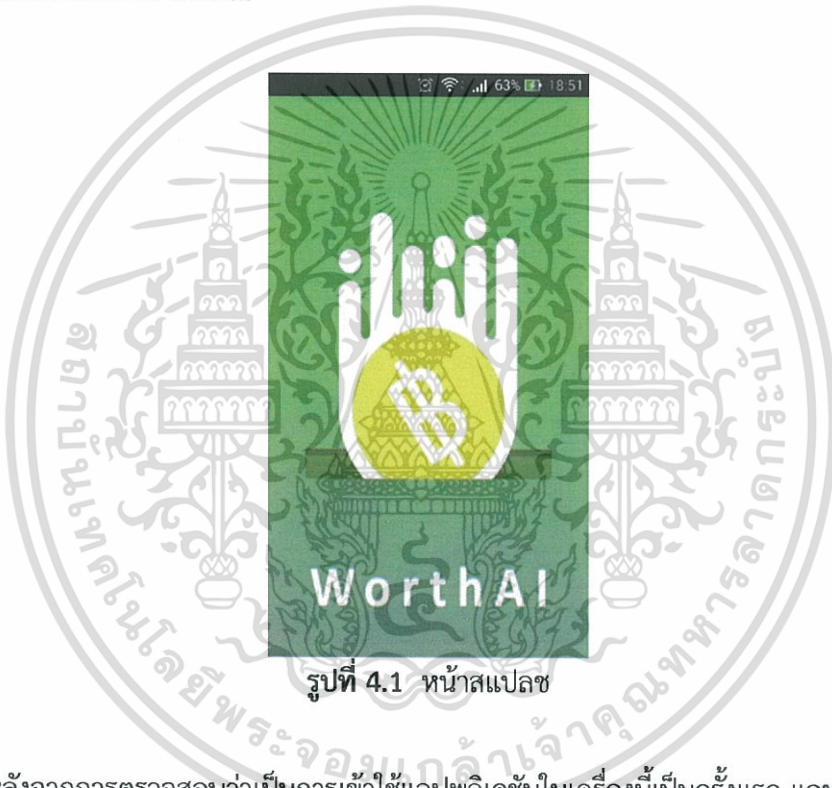


บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

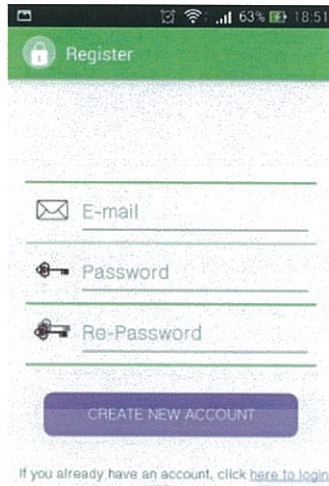
4.1 ส่วนของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

ผู้ใช้ทำการเปิดแอปพลิเคชัน ระบบจะพามาหน้าสแปลชดังรูปที่ 4.1 ซึ่งเป็นรูปภาพระหว่างรอแอปพลิเคชันโหลดข้อมูลทั้งหมด โดยจะขึ้นมาเพียงไม่นานและพาไปสู่หน้าต่อไปโดยอัตโนมัติ และเมื่อมีการออกจากแอปพลิเคชันโดยที่ไม่ได้สั่งเลิกการทำงาน เมื่อกลับเข้าใช้งานแอปพลิเคชันอีกครั้ง ระบบจะแสดงหน้าสแปลชเช่นกัน



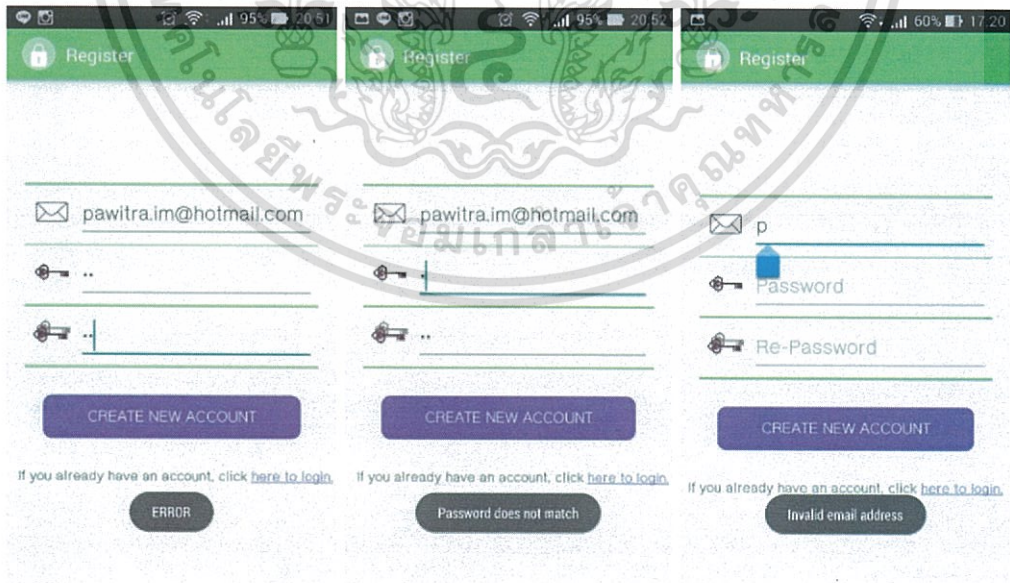
รูปที่ 4.1 หน้าสแปลช

หลังจากการตรวจสอบว่าเป็นการเข้าใช้แอปพลิเคชันในเครื่องนี้เป็นครั้งแรก แอปพลิเคชันจะเข้าสู่หน้าสมัครสมาชิกเพื่อใช้เข้าสู่ระบบดังรูป 4.2 ผู้ใช้ต้องกรอกอีเมลในช่อง E-mail กรอกรหัสผ่านที่ต้องการตั้งในช่อง Password และยืนยันรหัสผ่านอีกครั้งในช่อง Re-password จากนั้นจึงกดปุ่ม “CREATE NEW ACCOUNT” เพื่อตรวจสอบข้อมูลว่ามีการใช้อีเมลสมัครสมาชิกมาก่อนหรือไม่ รหัสผ่านและการยืนยันรหัสผ่านตรงกันหรือไม่ และสมัครสมาชิกหรือในกรณีที่ผู้ใช้เป็นสมาชิกอยู่แล้ว ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบโดยการกดข้อความ “here to login” ได้ แอปพลิเคชันจะไปยังหน้าเข้าสู่ระบบ



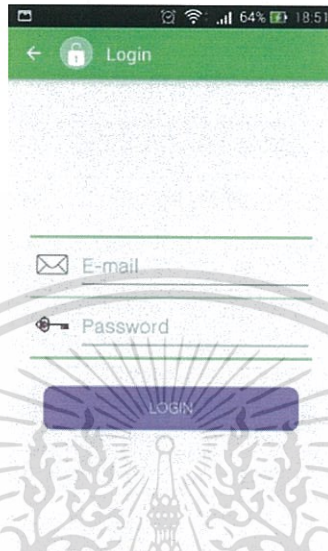
รูปที่ 4.2 หน้าสมัครสมาชิก

จากรูปที่ 4.3 หากผู้ใช้มีการกรอกข้อมูลผิดพลาด เช่น สมัครสมาชิกโดยใช้อีเมลเดิมที่เคยมีการสมัครสมาชิกมาแล้วจะขึ้นว่า “ERROR” ดังรูปทางซ้ายมือ เมื่อใส่รหัสผ่านที่ช่องกรอกรหัสผ่านและยืนยันรหัสผ่านไม่ตรงกันจะขึ้นว่า “Password does not match” ดังรูปตรงกลาง และต้องการสมัครสมาชิกแต่ข้อมูลที่กรอกในช่อง E-mail ไม่ใช่อีเมลจะขึ้นว่า “Invalid email address” ดังรูปทางขวาสุด



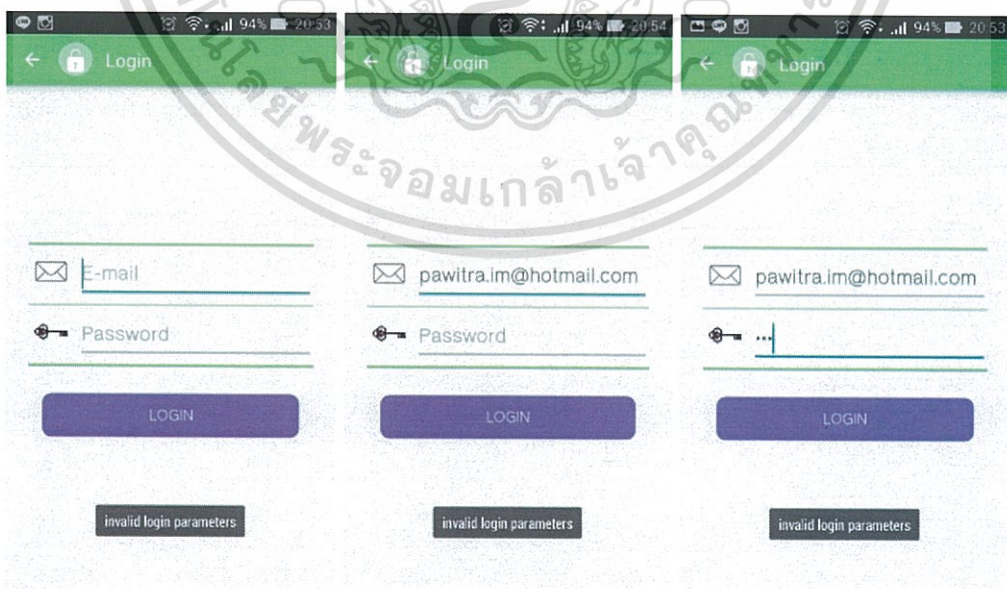
รูปที่ 4.3 หน้าสมัครสมาชิกเมื่อเกิดข้อผิดพลาด

หลังจากการสมัครสมาชิกแล้วหรือผู้ใช้เป็นสมาชิกของแอปพลิเคชันอยู่แล้ว จะเข้าสู่ระบบเพื่อเข้าใช้งานแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.4 ผู้ใช้ต้องกรอกข้อมูลอีเมลในช่อง E-mail และกรอกรหัสผ่านที่ตั้งค่าไว้ในช่อง Password จากนั้นจึงกดปุ่ม “LOGIN” เพื่อตรวจสอบข้อมูลและเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 4.4 หน้าเข้าสู่ระบบ

หากผู้ผู้มีการกรอกข้อมูลผิดพลาด เช่น ไม่ได้กรอกข้อมูล กรอกข้อมูลไม่ครบหรือกรอกรหัสผ่านผิดพลาด จะมีข้อความ “invalid login parameters” ขึ้นมาดังรูปที่ 4.5 ตามลำดับ



รูปที่ 4.5 หน้าเข้าสู่ระบบเมื่อมีการกรอกข้อมูลผิดพลาด

เมื่อเข้าใช้แอปพลิเคชันหลังการเข้าสู่ระบบเป็นครั้งแรก จะสามารถเลือกค่าเงินพื้นฐานได้ โดยมีหน้าจอดังรูป 4.6 เมื่อกดลิสต์ค่าเงินที่นิยมใช้มากที่สุด 10 อันดับจะแสดงได้ดังรูปที่ 4.7 และเมื่อเลือกเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการกดปุ่ม “DONE” จะไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชัน เมื่อทำการเลือกค่าเงินแล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนค่าเงินได้อีก



รูปที่ 4.6 หน้าเลือกค่าเงิน

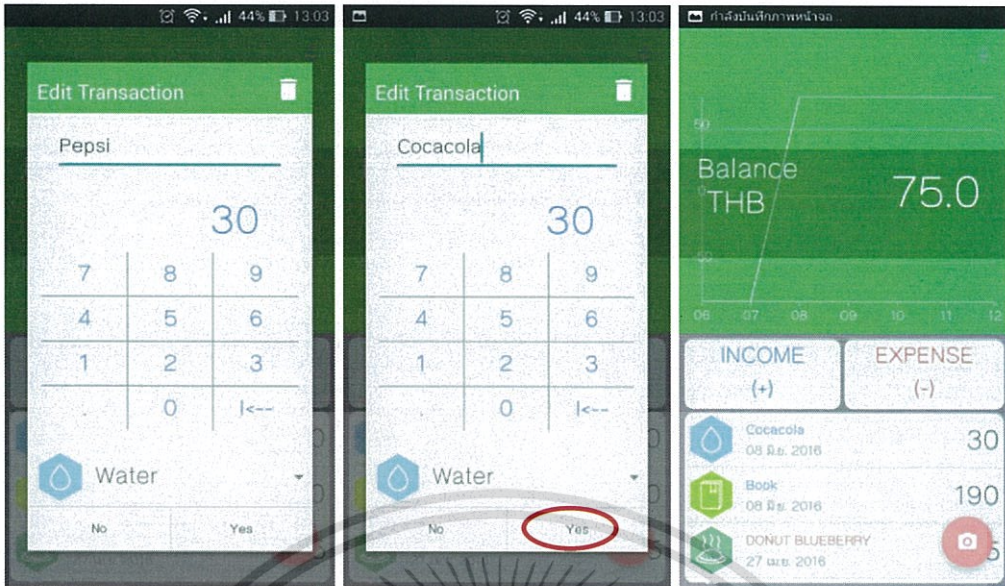
รูปที่ 4.7 หน้าเลือกค่าเงินเมื่อมีการเลือกลิสต์ค่าเงิน

เมื่อทำการเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วหรือเป็นการใช้งานครั้งต่อมา จะเข้าสู่หน้าหลักของแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.8 ซึ่งมีการแสดงข้อมูลรายรับรายจ่ายทั้งหมดโดยเรียงข้อมูลล่าสุดไว้ที่บนสุดของลิสต์และสัญลักษณ์เพื่อเข้าถึงเมนูเป็นขีดสามขีดสีเทาทางด้านมุมบนขวาของหน้าจอตั้งบริเวณ a ในรูปที่ 4.8 กราฟที่แสดงไว้จะแสดงยอดรวมรายรับรายจ่ายของสัปดาห์ปัจจุบันและจะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเพิ่มหรือลบรายรับรายจ่ายทันที โดยถ้าในสัปดาห์นั้นไม่มีการเคลื่อนไหวใด ๆ ทั้งสิ้น กราฟจะแสดงค่ายอดรวมสุดท้ายที่ได้บันทึกเอาไว้ ลิสต์บันทึกรายรับรายจ่ายจะแสดงจำนวนเงินตามจุดทศนิยมที่บันทึกไว้ นอกจากนี้ผู้ใช้งานสามารถเลือกเพิ่มข้อมูลได้ 2 วิธี โดยวิธีแรกเป็นการเพิ่มข้อมูลรายรับรายจ่ายโดยการกรอกข้อมูลโดยกดปุ่มบริเวณ b ในรูปที่ 4.8 การเพิ่มรายรับสามารถกดปุ่ม “INCOME” เพื่อไปยังหน้ากรอกข้อมูลรายรับ การเพิ่มรายจ่ายสามารถกดปุ่ม “EXPENSE” เพื่อไปยังหน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายและวิธีที่ 2 เป็นการเพิ่มข้อมูลรายจ่ายโดยใช้รูปภาพโดยสามารถกดเลือกปุ่ม c ในรูปที่ 4.8 จะเข้าสู่โหมดการถ่ายภาพเพื่อถ่ายรูปใบเสร็จ



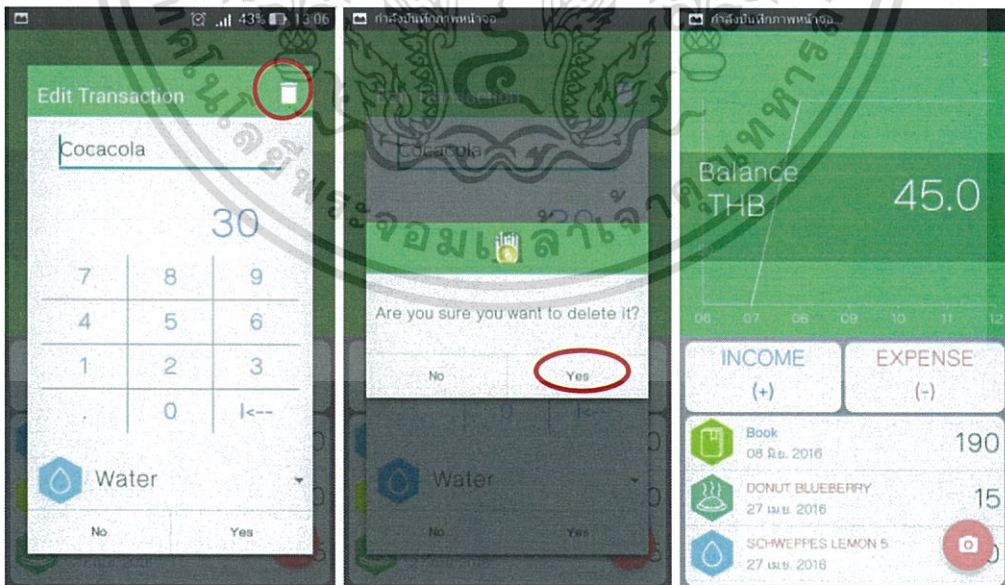
รูปที่ 4.8 หน้าหลักของแอปพลิเคชัน

ถ้าผู้ใช้งานกดที่รายละเอียดของรายรับรายจ่ายแต่ละรายการ จะสามารถปรับปรุงรายการได้ โดยมีขั้นตอนและผลการเปลี่ยนแปลงในหน้าจอหลักของแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.9 คือ เมื่อทำการกดที่แต่ละรายการจะมีหน้าต่างรายละเอียดของรายการนั้น ๆ ขึ้นมาดังรูปทางซ้ายมือ โดยหน้าต่างจะมีหน้าต่างเหมือนกับหน้ากรอกรายข้อมูลรับและมีตัวอักษรสีฟ้าถ้ารายการนั้นเป็นประเภทรายรับ และหน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายและมีตัวอักษรสีแดงถ้ารายการนั้นเป็นประเภทรายจ่าย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลหน้าจอจะแสดงดังรูปตรงกลาง และเมื่อทำการกด “Yes” ข้อมูลในหน้าหลักของแอปพลิเคชันจะเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลที่กรอกไว้ที่หน้าต่างแก้ไขข้อมูลดังรูปทางขวาสุด



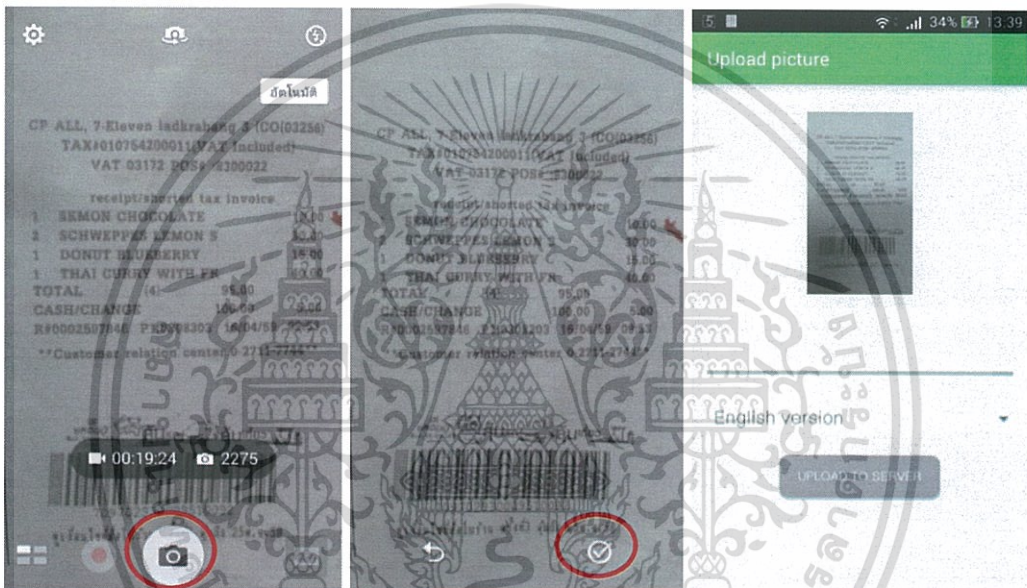
รูปที่ 4.9 ขั้นตอนของแอปพลิเคชันในการปรับปรุงรายการ

หรือผู้ใช้งานสามารถลบข้อมูลรายรับรายจ่าย โดยมีขั้นตอนและผลของการเปลี่ยนแปลงในหน้าจอหลักของแอปพลิเคชันดังรูปที่ 4.10 คือ เมื่อทำการกดที่แต่ละรายการจะขึ้นหน้าต่างแก้ไขข้อมูลดังรูปทางซ้ายมือและเมื่อกดรูปถังขยะตรงมุมบนขวาจะมีการถามการยืนยันการลบดังรูปตรงกลาง จากนั้นที่หน้าหลักของแอปพลิเคชันรายการนั้น ๆ จะหายไป รวมถึงกราฟจะมีการเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลดังรูปขวามือ



รูปที่ 4.10 ขั้นตอนของแอปพลิเคชันในการลบรายการ

เมื่อต้องการเพิ่มข้อมูลโดยใช้รูปภาพให้ทำการกดปุ่มรูปกล้องบริเวณ c ในรูปที่ 4.8 เพื่อเรียกใช้กล้องของโทรศัพท์ แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอตั้งรูปที่ 4.11 ด้านซ้ายมือ เมื่อกดปุ่มถ่ายภาพ แอปพลิเคชันจะมีการถามย้ำอีกครั้งตั้งรูปตรงกลางโดยกดเครื่องหมายถูกเป็นการตกลงเลือกใช้รูป ถ้ากดเครื่องหมายย้อนกลับจะเป็นการย้อนกลับไปถ่ายรูปใบเสร็จอีกครั้ง จากนั้นโทรศัพท์จะส่งรูปกลับมายังแอปพลิเคชันและแสดงหน้าอัปโหลดรูปขึ้นเซิร์ฟเวอร์ตั้งรูปทางขวามือ ผู้ใช้งานสามารถเลือกใบเสร็จได้ 2 ภาษา คือภาษาอังกฤษและภาษาไทย ผู้ใช้งานต้องทำการกดปุ่ม “UPLOAD TO SERVER” เพื่อเริ่มการอัปโหลดรูปภาพ พร้อมทั้งมีแถบแสดงเปอร์เซ็นต์ในการอัปโหลด



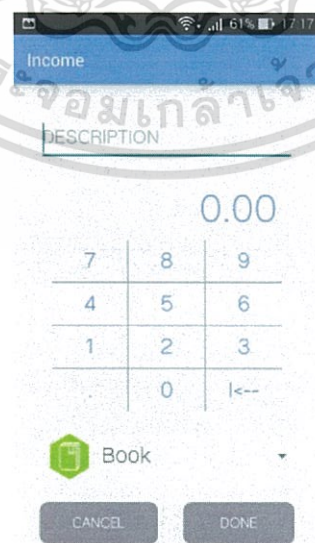
รูปที่ 4.11 ขั้นตอนของแอปพลิเคชันในการอัปโหลดรูป

หลังจากแถบแสดงเปอร์เซ็นต์แสดงว่า 100% หรือทำการอัปโหลดเสร็จแล้ว แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าลิสต์รายการที่สามารถแปลงจากรูปภาพได้ตั้งรูปที่ 4.12 โดยถ้ามีข้อมูลของสินค้าอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว แอปพลิเคชันจะเลือกหมวดหมู่ให้ตรงกับฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ แต่ถ้าไม่มีอยู่ในฐานข้อมูล แอปพลิเคชันจะจัดให้เป็นหมวดหมู่อื่น ๆ โดยผู้ใช้งานสามารถกดค้างที่แต่ละรายการเพื่อทำการลบและแก้ไขได้ และมีขั้นตอนในการแก้ไขรายการเช่นเดียวกับรูปที่ 4.9 คือผู้ใช้งานกดที่รายละเอียดของรายจ่ายแต่ละรายการและแก้ไขข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม “Yes” เพื่อบันทึก และมีขั้นตอนในการลบรายการเช่นเดียวกับรูปที่ 4.10 คือผู้ใช้งานกดปุ่มถึงขณะที่มุมบนขวาของกล่องข้อความและเลือก “Yes” เพื่อยืนยันการลบ เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลเสร็จแล้วและทำการกดปุ่ม “SAVE” เป็นการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล แอปพลิเคชันจะแสดงหน้าจอหลักของแอปพลิเคชันโดยอัตโนมัติ



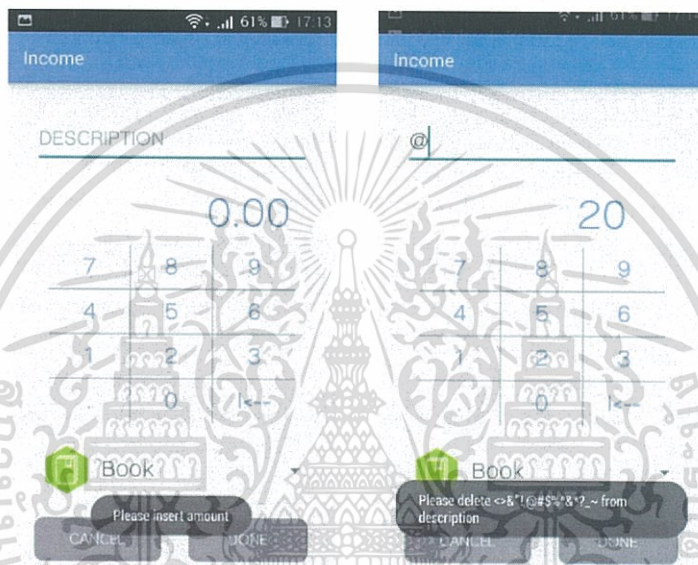
รูปที่ 4.12 ผลจากการอัปเดตรูป

เมื่อทำการกดปุ่ม “INCOME” ที่หน้าหลักของแอปพลิเคชัน ระบบจะทำการเข้าสู่หน้ากรอกข้อมูลรายรับดังรูปที่ 4.13 โดยมีแป้นพิมพ์ที่เลียนแบบเครื่องคิดเลขสำหรับกรอกจำนวนเงินและสีหลักที่ใช้ในหน้ากรอกข้อมูลรายรับจะเป็นสีฟ้า ผู้ใช้สามารถกรอกรายละเอียดเกี่ยวกับการบันทึก รายรับครั้งนี้ได้ในช่อง DESCRIPTION และสามารถเลือกหมวดหมู่ได้ตรงลิสต์หมวดหมู่ด้านล่าง สามารถกดยกเลิกโดยกดปุ่ม “CANCEL” แอปพลิเคชันจะกลับไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชันโดยที่ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลใด ๆ ลงไปในฐานข้อมูล หรือบันทึกโดยกดปุ่ม “DONE” แอปพลิเคชันจะกลับไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชันพร้อมทั้งแสดงข้อมูลที่กรอกล่าสุดโดยอยู่ด้านบนสุดของลิสต์รายการ หน้ากรอกรายรับจะไม่แสดงค่าสกุลเงินและผู้ใช้ไม่สามารถเลือกเมนูจากหน้านี้ได้



รูปที่ 4.13 หน้ากรอกข้อมูลรายรับ

เมื่อผู้ใช้งานไม่ได้กรอกจำนวนเงินและทำการกดปุ่ม “DONE” ระบบจะมีการตรวจสอบและส่งข้อความแจ้งเตือนว่า “Please insert amount” ดังรูปที่ 4.14 ทางซ้ายมือ ผู้ใช้ต้องทำการกรอกจำนวนเงินเพื่อทำการบันทึกรายการและเมื่อมีการกรอกอักขระพิเศษ < > & ” ! , @ # \$ % ^ & * ? _ ~ ลงในช่อง DESCRIPTION หรือช่องกรอกรายละเอียดของรายการ ระบบจะขึ้นข้อความแจ้งเตือนว่า “Please delete < > & ” ! , @ # \$ % ^ & * ? _ ~ from description” ดังรูป 4.14 ทางขวามือเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ข้อมูลมีผลกระทบกับการทำงานของแอปพลิเคชันเอง ในกรณีที่แอปพลิเคชันอาจอ่านเจออักขระพิเศษจะส่งผลทำให้เกิดการหยุดการทำงานของคำสั่งได้

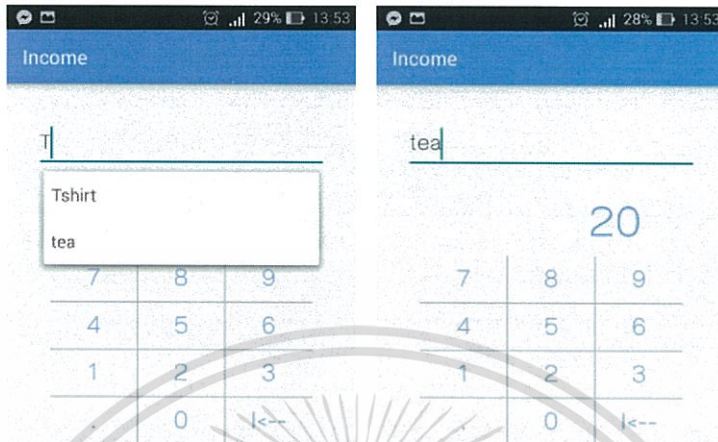


รูปที่ 4.14 หน้ากรอกข้อมูลรายรับเมื่อมีข้อมูลผิดพลาด

เมื่อมีการกรอก DESCRIPTION แอปพลิเคชันจะแสดงตัวช่วยกรอกข้อมูลโดยแสดงเป็นชื่อรายการสินค้าที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ และเมื่อเลือกใช้ตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งจากลิสต์ตัวเลือกทั้งหมด แอปพลิเคชันจะทำการเปลี่ยนหมวดหมู่ให้เป็นหมวดหมู่ตามที่ตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.15 และเมื่อทำการกลับมาที่หน้าหลักของแอปพลิเคชัน ระบบจะปรับปรุงกราฟแสดงยอดรวมรายรับรายจ่ายให้เป็นยอดรวมในปัจจุบัน

เมื่อทำการกดปุ่ม “EXPENSE” ที่หน้าหลักของแอปพลิเคชัน ระบบจะทำการเข้าสู่หน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายดังรูปที่ 4.16 โดยมีแป้นพิมพ์ที่เลียนแบบเครื่องคิดเลขสำหรับกรอกจำนวนเงินและสีหลักที่ใช้ในหน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายจะเป็นสีแดง ผู้ใช้สามารถกรอกรายละเอียดเกี่ยวกับการบันทึกรายจ่ายครั้งนี้ได้ในช่อง DESCRIPTION และสามารถเลือกหมวดหมู่ได้ตรงลิสต์หมวดหมู่ สามารถกดยกเลิกโดยกดปุ่ม “CANCEL” แอปพลิเคชันจะกลับไปยังหน้าหลักของแอปพลิเคชันโดยที่ไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลใด ๆ ลงไปในฐานข้อมูล หรือบันทึกโดยกดปุ่ม “DONE” แอปพลิเคชันจะกลับไปยังหน้า

หลักของแอปพลิเคชันพร้อมทั้งแสดงข้อมูลที่กรอกล่าสุดโดยอยู่ด้านบนสุดของลิสต์รายการ หน้ากรอกรายจ่ายจะไม่แสดงค่าสกุลเงินและผู้ใช้งานไม่สามารถเลือกเมนูจากหน้านี้ได้



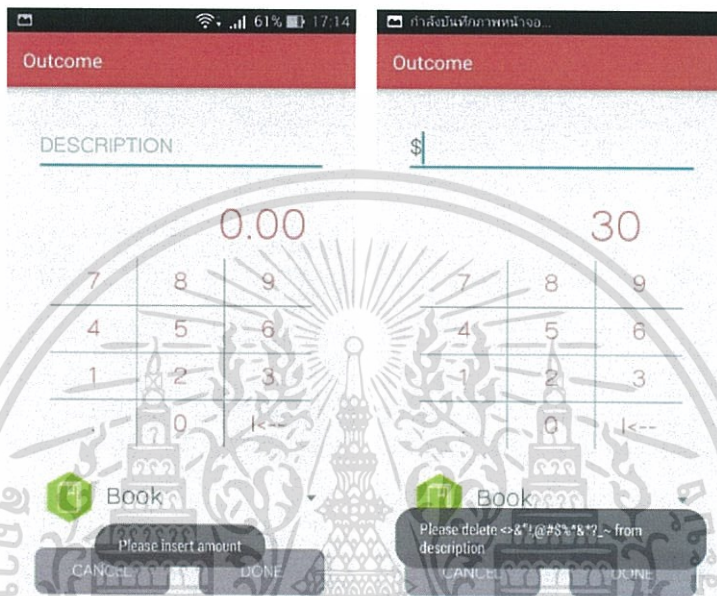
รูปที่ 4.15 หน้ากรอกข้อมูลรายรับเมื่อมีการกรอกข้อมูลช่อง DESCRIPTION



รูปที่ 4.16 หน้ากรอกข้อมูลรายจ่าย

เมื่อผู้ใช้งานไม่ได้กรอกจำนวนเงินและทำการกดปุ่ม “DONE” ระบบจะมีการตรวจสอบและส่งข้อความแจ้งเตือนว่า “Please insert amount” ดังรูปที่ 4.17 ด้านซ้ายมือ ผู้ใช้ต้องทำการกรอก

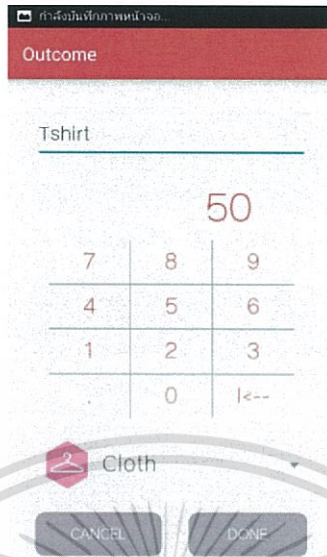
จำนวนเงินเพื่อทำการบันทึกรายการและเมื่อมีการกรอกอักขระพิเศษ < > & " ! , @ # \$ % ^ & * ? _ ~ ลงในช่อง DESCRIPTION หรือช่องกรอกรายละเอียดของรายการ ระบบจะขึ้นข้อความแจ้งเตือนว่า "Please delete <>&"!,@#\$%^&*?_~ from description" ดังด้านขวามือเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ข้อมูลมีผลกระทบต่อการทำงานของแอปพลิเคชันเอง ในกรณีที่แอปพลิเคชันอาจอ่านเจออักขระพิเศษจะส่งผลทำให้เกิดการหยุดการทำงานของคำสั่งได้



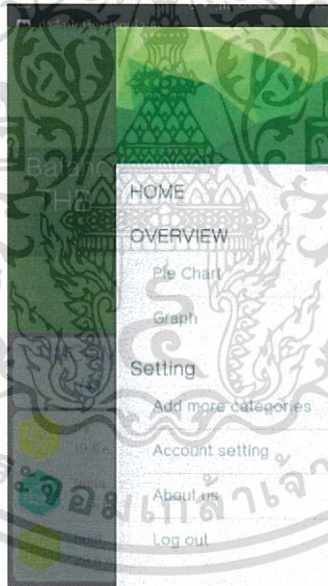
รูปที่ 4.17 หน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายเมื่อมีข้อมูลผิดพลาด

เมื่อมีการกรอก DESCRIPTION แอปพลิเคชันจะแสดงตัวช่วยกรอกข้อมูลโดยแสดงเป็นชื่อรายการสินค้าที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ และเมื่อเลือกใช้ตัวเลือกใดตัวเลือกหนึ่งจากลิสต์ตัวเลือกทั้งหมด แอปพลิเคชันจะทำการเปลี่ยนหมวดหมู่ให้เป็นหมวดหมู่ตามที่ตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.18 และเมื่อทำการกลับมาที่หน้าหลักของแอปพลิเคชัน ระบบจะปรับปรุงกราฟแสดงยอดรวมรายรับรายจ่ายให้เป็นยอดรวมในปัจจุบัน

เมื่อทำการเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้วในหน้าหลักของแอปพลิเคชันและหน้าแสดงรายละเอียดของเมนูย่อยแต่ละเมนู สามารถเรียกใช้งานเมนูได้โดยการกดปุ่มที่มีสัญลักษณ์สีเทาสามเส้นทางมุมขวาบนของหน้าจอหรือการสไลด์หน้าจอไปทางซ้าย หน้าเมนูดังรูปที่ 4.19 จะปรากฏออกมาทางขวามือของหน้าจอทำให้สามารถเลือกที่จะย้อนกลับไปหน้าหลักของแอปพลิเคชันโดยเลือกรายการ HOME แสดงข้อมูลแบบแผนภาพวงกลมโดยเลือกรายการ Pie Chart หน้าแสดงข้อมูลแบบกราฟเส้นโดยเลือกรายการ Graph เพิ่มหมวดหมู่โดยเลือกรายการ Add more categories ตั้งค่าสมาชิกโดยเลือกรายการ Account setting บอกข้อมูลเกี่ยวกับแอปพลิเคชันโดยเลือกรายการ About us และออกจากระบบโดยเลือกรายการ Log out

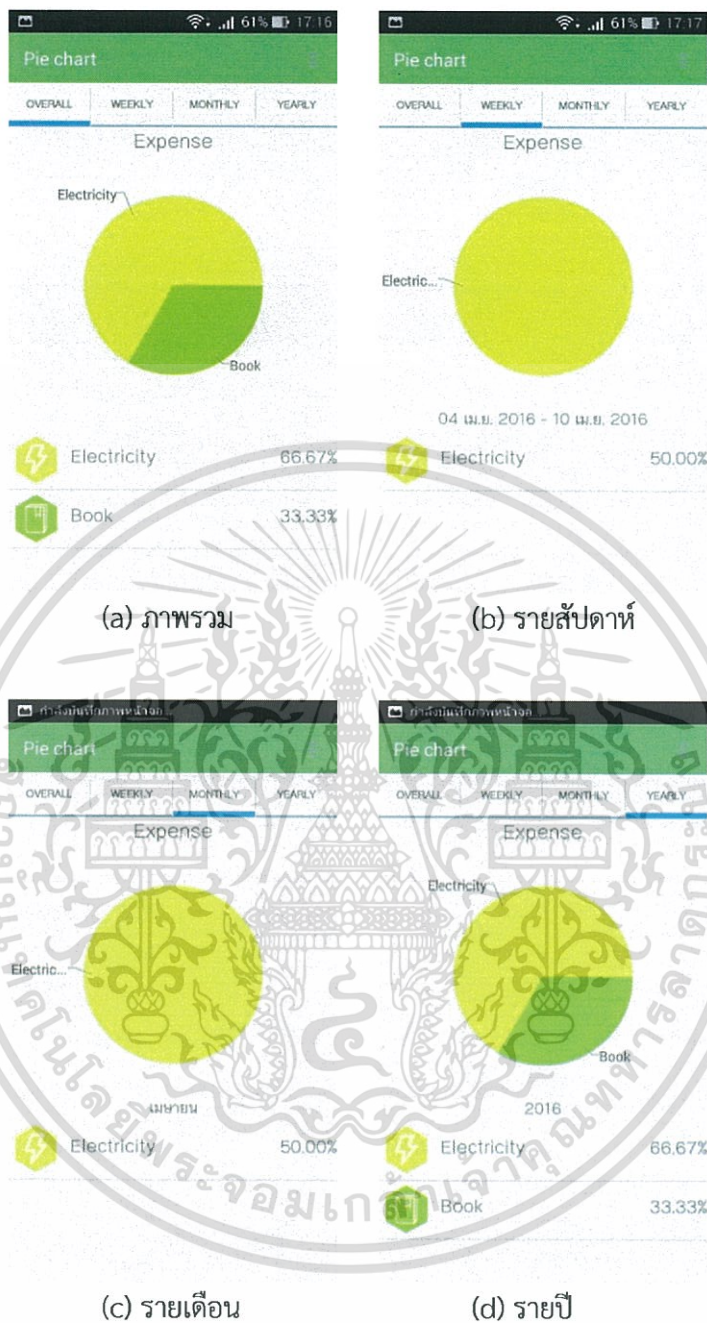


รูปที่ 4.18 หน้ากรอกข้อมูลรายจ่ายเมื่อมีการกรอกข้อมูลของ DESCRIPTION



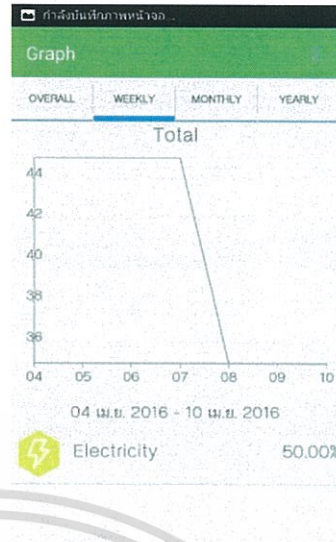
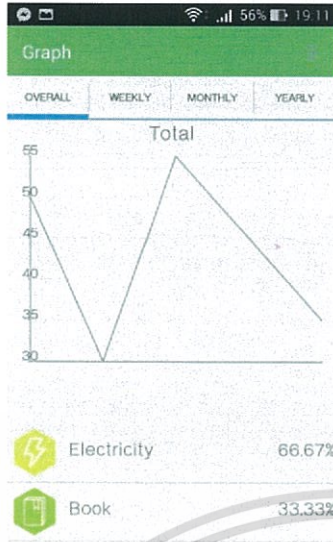
รูปที่ 4.19 หน้าเมนู

หน้าแสดงกราฟวงกลมจะแสดงรายจ่ายในรูปแบบของแผนภูมิวงกลม โดยใช้สีในโลโก้ของแต่ละหมวดหมู่เป็นตัวแยกความแตกต่างระหว่างหมวดหมู่ของรายการที่มีการบันทึกเป็นประเภทรายจ่ายและมีการบอกเปอร์เซ็นต์การใช้จ่ายเงินของรายจ่ายหมวดหมู่นั้น ๆ ที่ด้านล่างของกราฟ รวมทั้งสามารถจำแนกรายจ่ายวงกลมในรูปแบบของช่วงเวลาโดยการกดปุ่มแท็บหรือสไลด์ไปทางซ้ายและทางขวา ช่วงเวลาสามารถแบ่งเป็น 4 ช่วงเวลาย่อย ๆ คือภาพรวม (Overall) รายสัปดาห์ (Weekly) รายเดือน (Monthly) และรายปี (Yearly) ดังรูปที่ 4.20 a b c d ตามลำดับ



รูปที่ 4.20 หน้ากราฟวงกลม

หน้าแสดงกราฟเส้นจะแสดงยอดเงินรวม โดยด้านล่างจะแสดงรูปภาพของแต่ละหมวดหมู่ที่มีรายจ่ายในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ รวมทั้งสามารถจำแนกกราฟเส้นในรูปแบบของช่วงเวลาโดยการกดปุ่มแท็บหรือสไลด์ไปทางซ้ายและทางขวา ช่วงเวลาสามารถแบ่งเป็น 4 ช่วงเวลาย่อย ๆ คือภาพรวม (Overall) รายสัปดาห์ (Weekly) รายเดือน (Monthly) และรายปี (Yearly) ดังรูปที่ 4.21 a b c d ตามลำดับ



(a) ภาพรวม

(b) รายสัปดาห์



(c) รายเดือน

(d) รายปี

รูปที่ 4.21 หน้ากราฟเส้น

ผู้ใช้และผู้ดูแลระบบสามารถเพิ่มหมวดหมู่โดยเลือกรูปจากฐานข้อมูลของแอปพลิเคชันที่เตรียมไว้ ดังรูปที่ 4.22 เมื่อเพิ่มเสร็จแล้วให้กดปุ่ม “DONE” จะทำการบันทึกหมวดหมู่ใหม่และหมวดหมู่ที่ได้มาจะไปแสดงในหน้ากรอกข้อมูลรายรับและหน้ากรอกข้อมูลรายจ่าย รวมทั้งแสดงที่หน้าต่างแก้ไขข้อมูลเมื่อทำการกดค้างที่ละรายการรายรับรายจ่ายในหน้าหลักของแอปพลิเคชันหรือหน้าแสดงลิสต์รายการหลังจากส่งรูปภาพไปทำกระบวนการรู้จำอักขระด้วยแสงบนเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 4.22 หน้าเพิ่มหมวดหมู่

การเปลี่ยนพาสเวิร์ด โดยแอปพลิเคชันจะแสดงดังรูปที่ 4.23 คือมีการถามพาสเวิร์ดเก่า ให้กรอกพาสเวิร์ดใหม่สองครั้งและเมื่อกดปุ่ม “DONE” จะมีระบบตรวจสอบว่าข้อมูลพาสเวิร์ดใหม่ทั้งสองช่องมีความสอดคล้องกันหรือไม่ ถ้าไม่จะมีการแจ้งเตือนผู้ใช้งานให้ทราบเพื่อทำการแก้ไข



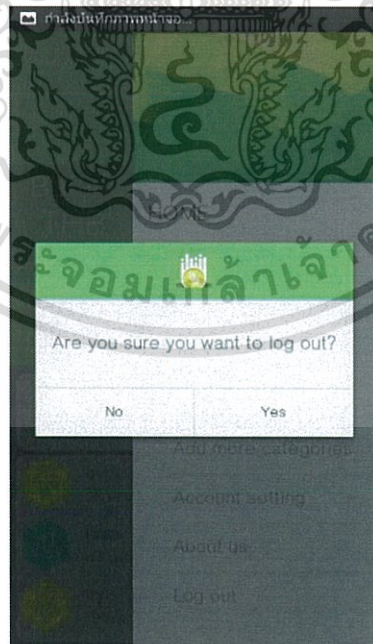
รูปที่ 4.23 หน้าตั้งค่าผู้ใช้

เมื่อเลือก About us จากลิสต์รายการในเมนูจะแสดงข้อมูลเวอร์ชันของแอปพลิเคชัน โดยแสดงเป็นกล่องข้อความดังรูปที่ 4.24



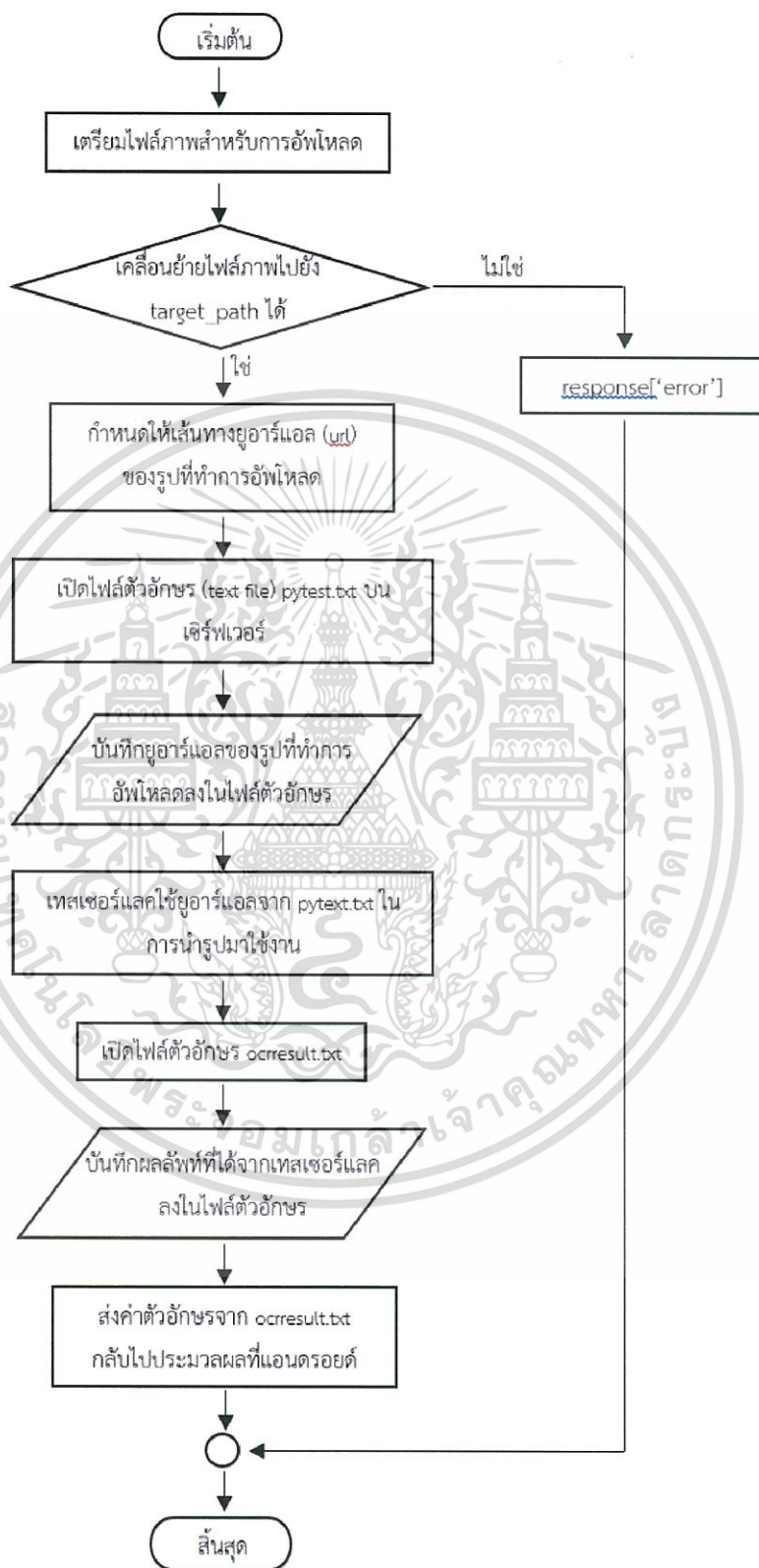
รูปที่ 4.24 หน้าเกี่ยวกับเรา

โดยปกติเมื่อผู้ใช้เข้าสู่ระบบชื่อของผู้ใช้งานจะยังคงอยู่ไม่ว่าจะเข้าใช้งานแอปพลิเคชันกี่ครั้งก็ตาม ดังนั้นผู้ใช้ต้องทำการออกจากระบบด้วยตนเองโดยระบบจะมีการถามซ้ำดังรูปที่ 4.25 และเมื่อออกจากระบบเรียบร้อยแล้วผู้ใช้งานจะถูกส่งไปยังหน้าสมัครสมาชิก



รูปที่ 4.25 หน้าออกจากระบบ

4.2 การประยุกต์ใช้เข้ากับคลาวด์เซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 4.26 ขั้นตอนต่าง ๆ ในกระบวนการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์

รูปที่ 4.26 เป็นขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ในกระบวนการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ โดยเริ่มจากแอปพลิเคชันเตรียมไฟล์ภาพสำหรับอัปโหลด จากนั้นจึงเคลื่อนย้ายไฟล์ภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์ถ้าไม่สำเร็จจะขึ้นว่า “error” แต่ถ้าสำเร็จจะมีการบอกยูอาร์แอลของรูปภาพเพื่อใช้สำหรับการรู้จำอักขระด้วยแสงต่อไป เซิร์ฟเวอร์จะทำการส่งผลลัพธ์กลับมายังแอปพลิเคชัน

ในการเริ่มต้นการทำงานกับคลาวด์เซิร์ฟเวอร์ที่มีชื่อว่าดิจิทัลโอเชียน-ดรอปเลต (Digital Ocean – Droplet) ซึ่งมีคุณสมบัติในการทำงานร่วมกับพีเอชพีมายแอดมิน (phpMyAdmin) ได้ จะใช้ภาษาพีเอชพีเป็นตัวกลางในการสื่อสาร โดยมีตัวอย่างโค้ดดังรูปที่ 4.27 และทำให้สามารถเชื่อมต่อระหว่างแอปพลิเคชันและเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการอัปโหลดรูปภาพไปเสร็จ

```

16 if (isset($_FILES['image']['name'])) {
17     $target_path = $target_path . basename($_FILES['image']['name']);
18
19     // reading other post parameters
20
21     //
22
23     $response['file_name'] = basename($_FILES['image']['name']);
24
25
26
27 try {
28     // Throws exception incase file is not being moved
29     if (!move_uploaded_file($_FILES['image']['tmp_name'], $target_path)) {
30         // make error flag true
31         $response['error'] = true;
32         $response['message'] = 'Could not move the file!';
33     }
34
35     // File successfully uploaded
36     $response['message'] = 'File uploaded successfully!';
37     $response['error'] = false;
38     $response['file_path'] = $file_upload_url . basename($_FILES['image']['name']);
39 } catch (Exception $e) {
40     // Exception occurred. Make error flag true
41     $response['error'] = true;
42     $response['message'] = $e->getMessage();
43 }
44 } else {
45     // File parameter is missing
46     $response['error'] = true;
47     $response['message'] = 'Not received any file!';
48 }

```

รูปที่ 4.27 ตัวอย่างโค้ดพีเอชพีสำหรับการอัปโหลดรูปไปยังไฟล์ในเซิร์ฟเวอร์

จากรูปที่ 4.27 เป็นการส่งรูปภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้ที่อยู่ของเซิร์ฟเวอร์ที่เก็บไว้ในตัวแปร \$target_path พร้อมทั้งกำหนดชื่อรูปภาพไว้ที่ตัวแปร \$response['file_name'] และเก็บยูอาร์แอลของรูปภาพไว้ในตัวแปร \$response['file_path'] จากนั้นบรรทัดที่ 27 เป็นต้นไปจะเป็นการเก็บผลการอัปโหลดรูปภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์ไว้ที่ตัวแปร \$response['message'] ถ้าอัปโหลดสำเร็จจะเก็บข้อความ “File uploaded successfully” พร้อมทั้งมีที่อยู่ของรูปภาพเก็บไว้ที่ตัวแปร \$response['file_path'] แต่ถ้าอัปโหลดไม่สำเร็จจะมีข้อความบอกว่ามีข้อผิดพลาดตรงขั้นตอนไหน

```

52 // Echo final json response to client
53 echo json_encode($response);
54 $myfile = fopen("/var/www/html/pic/pytest.txt", "w");
55 $txt = "http://188.166.216.107/AndroidFileUpload/uploads";
56 fwrite($myfile, $txt.basename($_FILES['image']['name']));
57
58 //var/www/html/pic/_ocr.sh
59
60 $contents = file_get_contents('/var/www/html/pic/_ocr.sh');
61 echo shell_exec($contents);
62 echo "run shell passed";
63 $myfile2 = fopen("/var/www/html/pic/ocrresult.txt", "r") or die("Unable to open file!");
64 echo fread($myfile2, filesize("ocrresult.txt"));
65 fclose($myfile2)

```

รูปที่ 4.28 ตัวอย่างโค้ดพีเอชพีสำหรับการสั่งการเซิร์ฟเวอร์ให้เปิดไฟล์และดำเนินการรู้จำอักขระ

จากนั้นจึงนำมาประมวลผลดังรูปที่ 4.28 ในบรรทัดที่ 60 และ 61 จะเป็นคำสั่งในการควบคุมเซิร์ฟเวอร์ผ่านการจัดการไฟล์เชลล์ (shell) ที่มีชื่อว่า _ocr.sh ไฟล์นี้จะไปสั่งให้ไฟล์ไพธอนดังรูปที่ 4.29 ที่อยู่ในเซิร์ฟเวอร์ทำงานอีกทีหนึ่ง ด้วยสาเหตุที่ว่าการสั่งการการกระทำต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์นั้นไม่สามารถกระทำได้โดยตรงผ่านไฟล์พีเอชพีได้ ซึ่งไฟล์ไพธอนนั้นจะเป็นการสั่งการทดสอบและให้ทำงานและมีการบันทึกผลลงในแฟ้มข้อความชื่อ ocrresult.txt จากนั้นบรรทัดที่ 63 และ 64 จะเป็นการสั่งให้พีเอชพีเปิดไฟล์ผลลัพธ์เพื่อนำข้อความมาแสดงที่แอปพลิเคชันเพื่อนำไปจัดการข้อมูลต่อไป

```

1 import sys
2 import requests
3 import pytesseract
4 from PIL import Image
5 from StringIO import StringIO
6
7
8 def get_image(url):
9     return Image.open(StringIO(requests.get(url).content))
10
11
12 if __name__ == '__main__':
13
14
15     f = open('/var/www/html/pic/pytest.txt', 'r')
16     string = f.read()
17     image = get_image(string)
18
19
20     a = open('/var/www/html/pic/ocrresult.txt', 'w')
21     a.write(pytesseract.image_to_string(image))
22     sys.stdout.write(pytesseract.image_to_string(image))
23

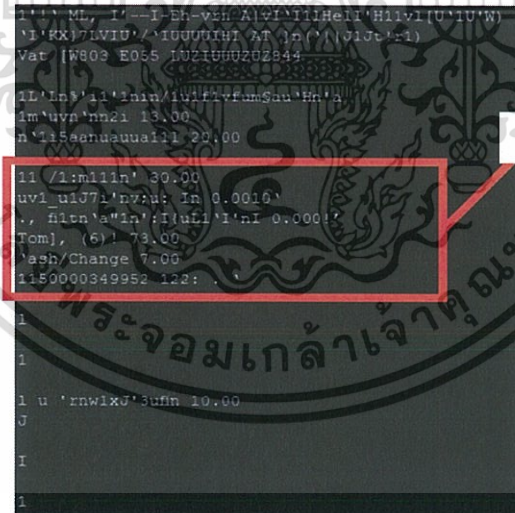
```

รูปที่ 4.29 ไฟล์ไพธอนที่ใช้สั่งการทดสอบและบันทึกผลลงในแฟ้มข้อความ

เมื่อทำการทดลองกับใบเสร็จภาษาไทยโดยใช้รูปภาพดังรูปที่ 4.30 เป็นตัวอย่างการทดลอง โดยทดลองส่งรูปภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการประมวลผลพบว่าผลการทดลองมีความผิดพลาดสูงมากดังรูปที่ 4.31 ที่ชื่อรายการสินค้าภาษาไทยนั้นไม่สามารถแสดงผลออกมาเป็นภาษาไทยได้เลย



รูปที่ 4.30 ต้นฉบับใบเสร็จภาษาไทย

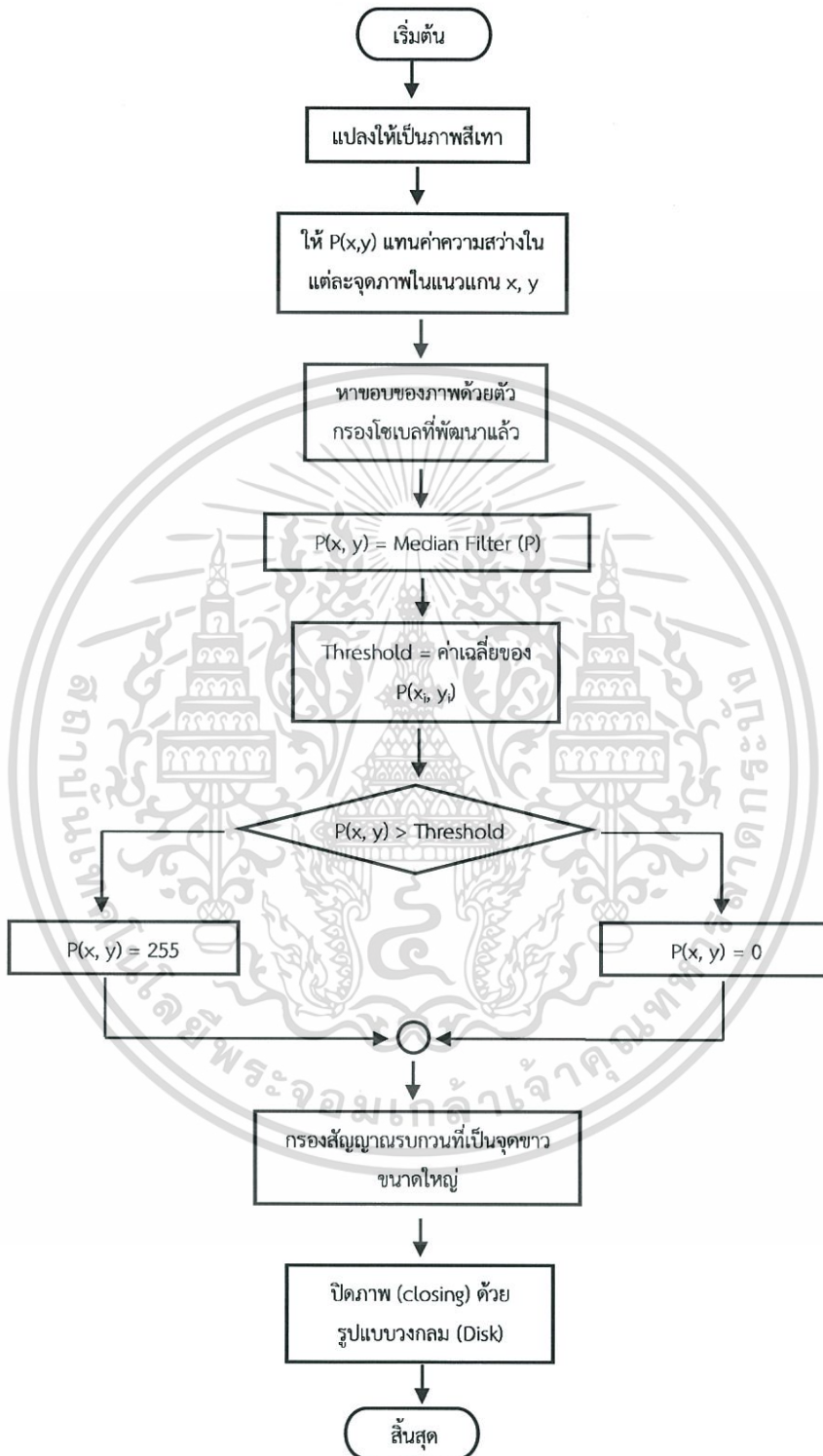


ส่วนที่ควรจะเป็นชื่อสินค้า

รูปที่ 4.31 ผลการทดลองเมื่อแปลงจากรูปภาษาไทยเป็นข้อความ

และจากการทดลอง เป็นไปได้ว่าต้นแบบของภาพนั้นมีคุณภาพไม่พอ ยกตัวอย่างเช่น มีแสงเงาบนพื้นหลัง จึงได้มีการทดลองเอาเอพีไอ (API) ที่ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพของภาพเข้าไปประยุกต์ใช้กับเซิร์ฟเวอร์อย่างโอเพนซีวี (OpenCV) ดังที่เคยได้ทดลองในโปรแกรมแมทแลบ

4.3 การปรับปรุงคุณภาพภาพที่ใช้ในแอปพลิเคชัน



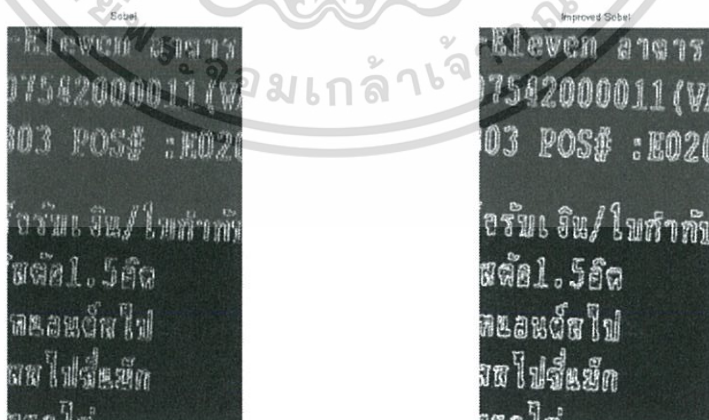
รูปที่ 4.32 ขั้นตอนการปรับปรุงคุณภาพภาพ

จากรูปที่ 4.32 แสดงให้เห็นว่ามีการใช้ขั้นตอนและวิธีการต่าง ๆ ในการปรับปรุงคุณภาพของภาพไปจนถึงขั้นตอนการหาเส้นขอบโดยการประยุกต์ใช้หลักการของโซเบล ซึ่งการกระทำต่าง ๆ จะต้องทำบนภาพสีขาวดำเท่านั้นตัวอย่างเช่นรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 ภาพต้นแบบสำหรับการทดลองหลังจากเปลี่ยนเป็นภาพขาว-ดำ

ในขั้นตอนแรกได้มีการทำการประยุกต์การหาขอบ (Edge detection) โดยวิธีการของโซเบล (Sobel) ที่จะใช้การแสดกนจากทั้งแนวแกน x และแกน y โดยแสดกนจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง แต่ผลลัพธ์จากการแสดกนนั้นยังไม่น่าพึงพอใจนัก เนื่องจากต้องการให้ขอบของตัวอักษรนั้นติดกันให้มากที่สุดเพื่อที่การแปลงเป็นโครงสร้างตัวอักษร (skeleton) นั้นมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้นดังผลลัพธ์รูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 ผลลัพธ์จากการหาขอบแบบโซเบลและการหาขอบแบบโซเบลที่พัฒนาแล้ว

```

filx1 = [-1 0 1;-2 0 2;-1 0 1];
filx2 = [1 0 -1;2 0 -2;1 0 -1];
fily1 = [-1 -2 -1;0 0 0;1 2 1];
fily2 = [1 2 1;0 0 0;-1 -2 -1];

imx1 = imfilter(pic,filx1);
imx2 = imfilter(pic,fily1);
imy1 = imfilter(pic,filx2);
imy2 = imfilter(pic,fily2);

imsob = imx1+imy1;

improved=imx1+imy1+imx2+imy2;

```

รูปที่ 4.35 คำสั่งการหาขอบแบบโซเบล

หากดูจากคำสั่งในเมทแล็บ (MATlab) ในรูปที่ 4.35 แล้ว การหาขอบแบบโซเบล คือ การทำคอนโวลูชันโดยที่มีหน้าตาต่างการกรองทั้งหมด 2 ตัวกรองด้วยกัน

เมทริกซ์ [-1 0 1;-2 0 2;-1 0 1] จะทำการตรวจความเบี่ยงต่าง (contrast) จากซ้ายไปขวา

เมทริกซ์ [-1 -2 -1;0 0 0;1 2 1] จะทำการตรวจความเบี่ยงต่างจากบนลงล่าง

จะสังเกตเห็นได้ว่าขอบของตัวอักษรนั้นมีบางส่วนขาดออกจากกัน ซึ่งนั่นอาจส่งผลถึงการหาโครงสร้างตัวอักษรของแต่ละตัวอักษรได้ จึงได้ทำการเพิ่มหน้าตาต่างตัวกรองจากขวากลับมาซ้าย และล่างขึ้นบนเพิ่มเติม แต่การเพิ่มการแสดกนขึ้นนั้นทำให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และวิธีการที่จะใช้ในการแก้ปัญหาสัญญาณรบกวนเหล่านี้คือการใช้ตัวกรองด้วยค่าเฉลี่ย (mean filter) ที่จะทำการเลือกค่าเทรชโฮลด์ (threshold) แล้วจุดภาพที่มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ โดยทำการกำหนดค่าเทรชโฮลด์ของแต่ละภาพเท่ากับค่าเฉลี่ยจากค่าจุดภาพทั้งภาพรวมกันด้วยคำสั่งของเมทแล็บที่ว่า `imj=improve>mean(double(pic:))`

นอกจากนี้รูปที่ได้จากการผ่านตัวกรองด้วยค่าเฉลี่ย นำมาเข้าตัวกรองด้วยค่ามัธยฐานอีก 2 รอบเพื่อกำจัด สัญญาณรบกวนที่เป็นจุดขาวหรือดำที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติ (salt & pepper noise) ที่อยู่ในรูปโดยใช้คำสั่งดังรูปที่ 4.36 และได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.37

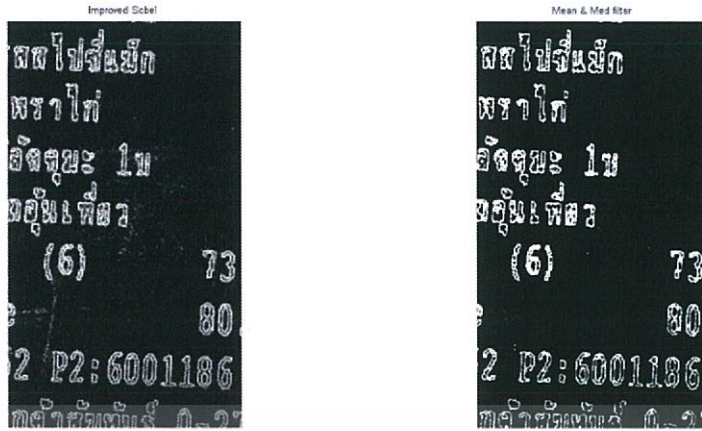
```

imj = medfilt2(improve);
imj = medfilt2(imj>mean(double(pic(:))));
%ใช้ค่าเฉลี่ยของภาพตั้งต้น(ก่อน Sobel) เป็น threshold
imj = medfilt2(imj);

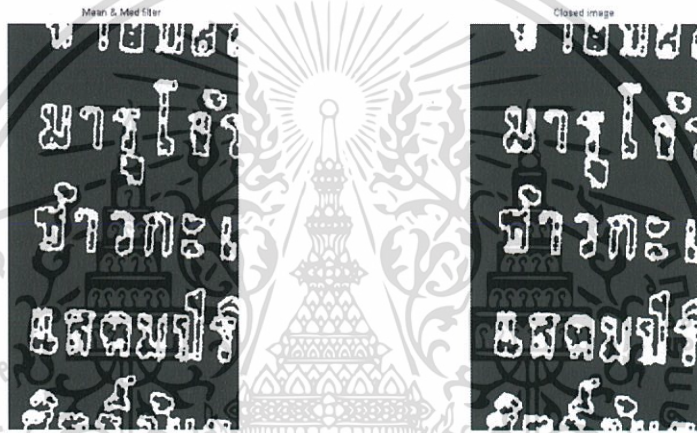
```

รูปที่ 4.36 คำสั่งการกรองด้วยค่ามัธยฐาน

ในรูปที่ 4.38 เป็นภาพที่ได้หลังจากการปิดภาพซึ่งพบว่ามีการเชื่อมต่อที่ขอบในของตัวอักษรเพิ่มมากขึ้น โดยใช้คำสั่งในรูปที่ 4.39 ทำการสร้างเมทริกซ์โครงสร้างเป็นรูปวงกลมเพื่อใช้ในการปิดภาพ



รูปที่ 4.37 ความแตกต่างหลังจากผ่านตัวกรองค่าเฉลี่ยและตัวกรองค่ามัธยฐาน



รูปที่ 4.38 ภาพที่ได้ก่อนการปิดภาพและหลังจากการปิดภาพ

```
se = strel('disk',2);
imjclose = imjclose(imj,se);
```

รูปที่ 4.39 คำสั่งการปิดภาพ

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน

5.1 บทสรุปปริญญานิพนธ์

ระบบสามารถบันทึกรายรับรายจ่ายส่วนบุคคลผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ที่รองรับทั้งการบันทึกด้วยการกรอกข้อมูลและการถ่ายรูปด้วยใบเสร็จ โดยใช้หลักการการรู้จำอักขระด้วยแสงมาเป็นตัวช่วยในการแปลงข้อมูลจากรูปภาพให้กลายเป็นข้อมูลตัวอักษร และผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลด้วยตัวเองอีกครั้งก่อนการบันทึกลงฐานข้อมูล ระบบแสดงรายการรายรับรายจ่ายทุกรายการที่เคยบันทึกไว้แม้ว่าผู้ใช้งานจะทำการเปลี่ยนโทรศัพท์มือถือ ระบบสามารถแสดงได้โดยการเข้าใช้งานที่อีเมลเดิมของผู้ใช้งาน นอกจากนี้ระบบยังแสดงยอดรวมเงินของผู้ใช้งาน แสดงค่าเงินที่เลือกไว้รวมถึงแสดงข้อมูลรายรับรายจ่ายในรูปแบบของกราฟเส้นและกราฟวงกลมและสามารถแบ่งเป็น 4 ช่วงเวลาของการแสดงข้อมูลคือภาพรวม รายสัปดาห์ รายเดือนและรายปี ระบบมีตัวช่วยในการกรอกข้อมูลโดยถ้าเป็นรายละเอียดของสินค้าที่มีตัวอักษรตรงกับข้อมูลที่มีในฐานข้อมูล ระบบจะทำการแนะนำตัวเลือกและเมื่อเลือกตัวเลือกแอปพลิเคชันจะทำการเลือกหมวดหมู่ให้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มหมวดหมู่ได้โดยเลือกจากรูปภาพที่แอปพลิเคชันเตรียมไว้ให้และสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของผู้ใช้งานได้

5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการทำงาน

- ขาดประสบการณ์ในการใช้งานโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ (Android Studio) ซึ่งทำให้การทำงานในช่วงแรกเป็นไปได้ด้วยความล่าช้า
- ขาดความรู้ทางด้านโลจิสติกส์ที่ใช้พัฒนาแอปพลิเคชันโดยตรง ทำให้ต้องเสียเวลาศึกษา รวมถึงการทำงานในส่วนติดต่อกับฐานข้อมูลและส่วนที่ใช้ในการแปลงรูปภาพให้กลายเป็นข้อความอีกด้วย
- ระบบมีความล่าช้าระหว่างการตอบกลับและรับส่งข้อมูลของฐานข้อมูลออนไลน์กับแอปพลิเคชัน และระหว่างการถ่ายภาพแล้วส่งข้อมูลไปที่เซิร์ฟเวอร์เพื่อที่จะแปลงเป็นข้อความ

5.3 แนวทางการแก้ไข

- พยายามศึกษา ทดลอง และทำความเข้าใจตัวอย่างที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้สามารถนำไปปรับและประยุกต์ใช้กับงาน ให้ตรงความต้องการของตนได้รวดเร็วและง่ายขึ้น
- ศึกษาหาความรู้จากอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม เมื่อเกิดความไม่เข้าใจในโค้ดหรือทำการทดลองไม่ตรงไปตามความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปรับปรุงระบบโดยการนำวิธีใหม่ ๆ มาทดลองใช้ เพื่อลดระยะเวลาการรอข้อมูลของแอปพลิเคชัน

5.4 แนวทางการพัฒนาต่อและนำไปใช้

- นำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้งานเป็นแอปพลิเคชันต่าง ๆ ได้ เช่น แอปพลิเคชันช่วยในการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม แอปพลิเคชันช่วยในการอ่านข้อมูลจากฉลากยา เป็นต้น
- พัฒนาคความถูกต้องของระบบการรู้จำอักขระด้วยแสงในภาษาไทย เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานต่อไป
- พัฒนาแอปพลิเคชันให้มีอินเตอร์เฟซที่ใช้งานง่ายขึ้นสำหรับผู้ใช้งาน และอาจเสริมฟังก์ชันการทำงานอื่น ๆ เข้าไปอีก เช่น ระบบแจ้งเตือนเมื่อไม่ได้บันทึกรายรับรายจ่ายติดต่อกัน ระบบแจ้งเตือนเมื่อถึงเวลาจ่ายบัตรเครดิต เป็นต้น



บรรณานุกรม

- [1] การเข้าถึงคลาวด์เซิร์ฟเวอร์. (12 มีนาคม 2559). เข้าถึงได้จาก:
<https://cloud.digitalocean.com/support>
- [2] การได้มาของรูปภาพ. (25 พฤศจิกายน 2558). เข้าถึงได้จาก:
<http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/image/chap2.htm>
- [3] การประมวลผลภาพดิจิทัลเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน).
- [4] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. ทฤษฎีการประมวลผลภาพและกล้อง.
(27 พฤศจิกายน 2558). เข้าถึงได้จาก:
<https://imageprocessingr3.wordpress.com/all-posts/>
- [5] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาษาไพธอน. (10 มีนาคม 2559). เข้าถึงได้จาก:
http://python.cmsthailand.com/basic_python.html
- [6] ทฤษฎีพื้นฐานของการประมวลผลภาพ. (25 พฤศจิกายน 2558). เข้าถึงได้จาก:
<http://www.scribd.com/doc/44698472/เอกสารภาษาไทย-Image-Processing-2#scribd>
- [7] เทสเซอร์แลค. (24 กุมภาพันธ์ 2559). เข้าถึงได้จาก:
<https://github.com/tesseract-ocr/tesseract/wiki>
- [8] เทสเซอร์แลคและการติดตั้ง. (วันที่ค้นข้อมูล: 24 กุมภาพันธ์ 2559). เข้าถึงได้จาก:
<https://realpython.com/blog/python/setting-up-a-simple-ocr-server>
- [9] นายศุภกิจ ทองดี. รู้จักกับแอนดรอยด์. (28 ตุลาคม 2558). เข้าถึงได้จาก:
<http://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=71>
- [10] บุญธรรม ภัทราจารุกุล. 2556. Introduction to Fourier transform. (27 พฤศจิกายน 2558). เข้าถึงได้จาก: <https://www.cs.unm.edu/~brayer/vision/fourier.html>
- [11] ผังงาน (Flowchart Diagram). (30 ตุลาคม 2558). เข้าถึงได้จาก:
<http://www.thaiall.com/flowchart/indexo.html>
- [12] ระบบปฏิบัติการ android. (28 ตุลาคม 2558). เข้าถึงได้จาก:
<https://panomkorn.wordpress.com/2013/07/26/ระบบปฏิบัติการ-android/>
- [13] หัวข้อในเรื่องของการประมวลผลภาพดิจิทัล. (25 พฤศจิกายน 2558). เข้าถึงได้จาก:
<https://sites.google.com/site/medicaldigitalimage/home/digital-image-processing>
- [14] Java. (30 ตุลาคม 2558). เข้าถึงได้จาก:
<https://nongtha57.wordpress.com/ความเป็นมา-java>

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [15] Linux. (10 มีนาคม 2559) เข้าถึงได้จาก:
<http://linuxunix54321.tripod.com/Linux01.htm>
- [16] Parse. (3 ตุลาคม 2558). เข้าถึงได้จาก:
<http://devahoy.com/posts/getting-started-with-parse/>
- [17] SQLite. (28 ตุลาคม 2558). เข้าถึงได้จาก:
<https://chavp.wordpress.com/2011/06/25/เริ่มต้น-เอสคิวไลต์-กับ-hibernate-actions/>
- [18] Terry Halpin. ORM. (6 ตุลาคม 2558) เข้าถึงได้จาก:
<http://www.orm.net/pdf/ORM2.pdf>
- [19] Unified Modeling Language. (1 ตุลาคม 2558). เข้าถึงได้จาก:
<https://sites.google.com/site/statenow/mainpage>





ภาคผนวก



WorthAI : PERSONAL BALANCE APPLICATION VIA OCR

Pawitra Imcharoenkul and Ampol Jongtaweasuk
 Asst.Prof.Dr. Sutheera Puntheeranurak and Assoc.Prof.Dr. Attasit Lasakul

Department of Computer Engineering

E-mail: pawitra.im@hotmail.com, ampol.jlux@gmail.com

Abstract

In recently, there are a lot of money applications that can help people to manage their cash flow, can be found in Google Play or App Store. This paper presents an android application, "WorthAI". This application is a money record application that uses OCR as a part of money recording. There are many features that we have in WorthAI such as adding category, checking balance, OCR, reporting as pie chart or line graph, etc. User can use new feature as OCR in our application to take a picture of receipt and our application will transform the picture to information of goods. It can suggest description that match to data in database. Furthermore, the correctness of OCR in application is acceptable for English receipt.

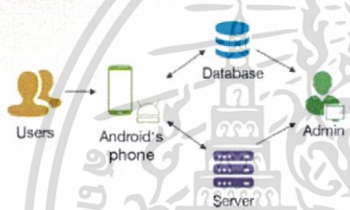
Technology used



Results

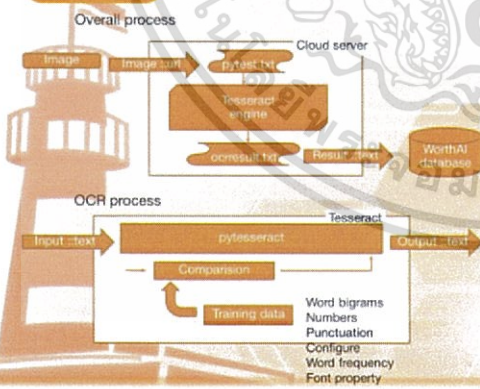


Introduction



In the past, the way of saving transaction is only note in book and when smart phone become famous. There are many applications via smart phone have helped us for saving. However, it is hard to input each transaction into applications. We see the convenient and accuracy by using image. We can extract image into text by using Optical Character Recognition (OCR).

Methodology



Conclusion

According to the goals set, the system can work as well. WorthAI can add transactions by taking picture. It can help the user to save many transactions in short time. However, there is a problem about accuracy while transform Thai language picture into text. So, it can be useful for users who want to add many transactions in one time.

References

[1] (2015, September 20). Retrieved from Devahoy: <http://devahoy.com/android/>
 [2] Library tesseract. (2016, January 10). Retrives from <https://github.com/tesseract-ocr>

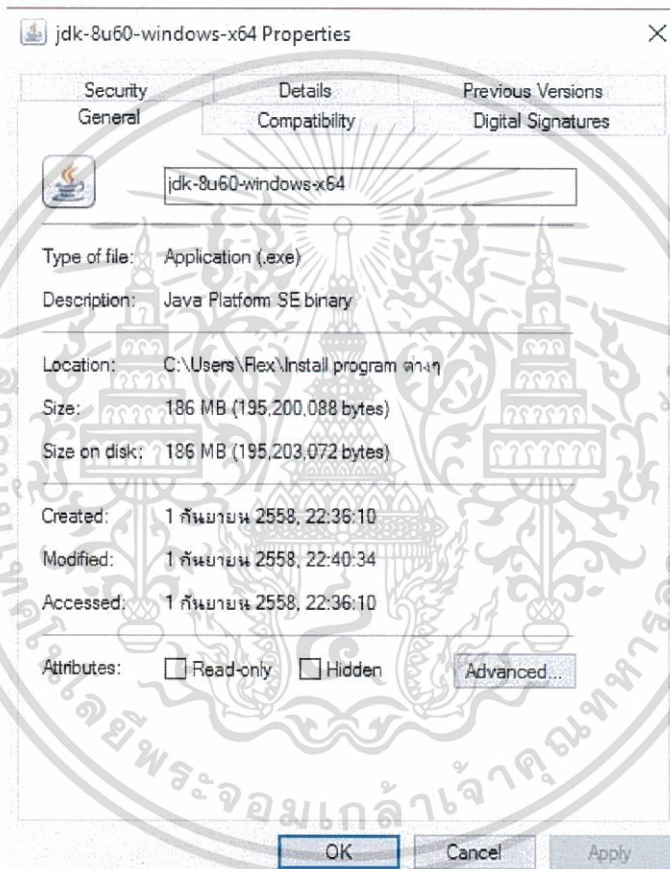


ภาคผนวก ข

การติดตั้งโปรแกรมจาวาเจดีเคและแอนดรอยด์สตูดิโอ

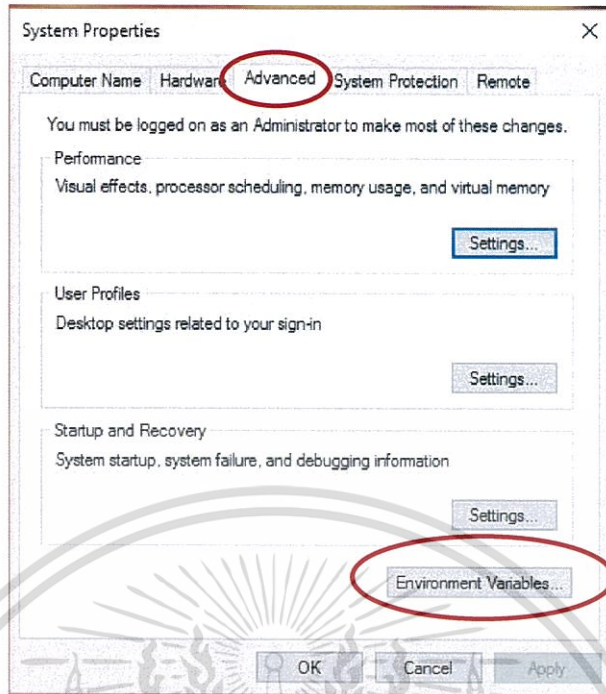
การติดตั้งโปรแกรมจาวาเจดีเค

1. เมื่อทำการดาวน์โหลด jdk-8u60-windows-x64.exe เรียบร้อย ไฟล์จะมีขนาดและรูปแบบไฟล์ดังรูปที่ ข.1

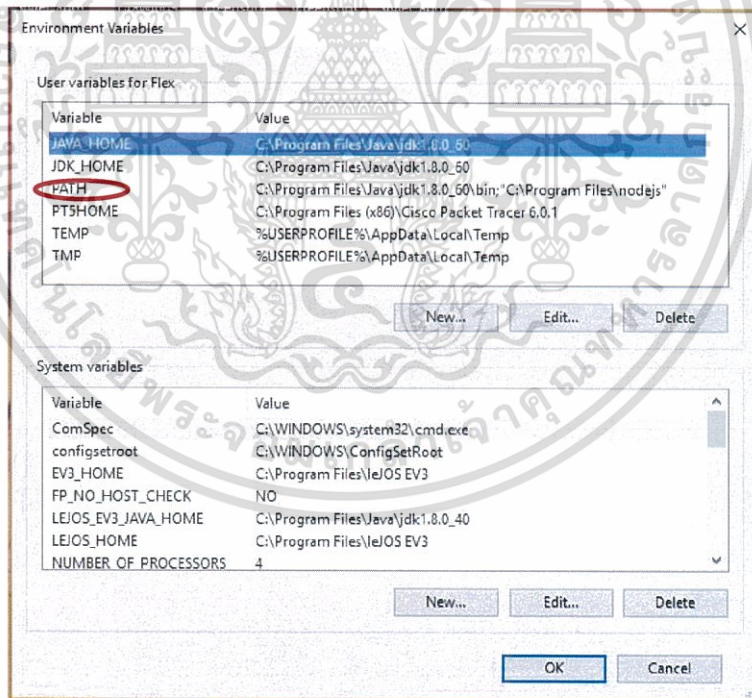


รูปที่ ข.1 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรมจาวาเจดีเค

2. ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ jdk-8u60-windows-x64.exe เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม
3. เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยให้ทำการตั้งค่าเอนไวรอนเมนต์พาท (Environment Path) เพื่อให้เครื่องสามารถเห็นเจดีเคได้ถูกต้อง โดยทำการคลิกขวาที่ My Computer → เลือก Properties → เลือก Advanced system settings จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ข.2 จากนั้นไปที่แท็บ Advanced เลือก Environment Variables... จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ ข.3

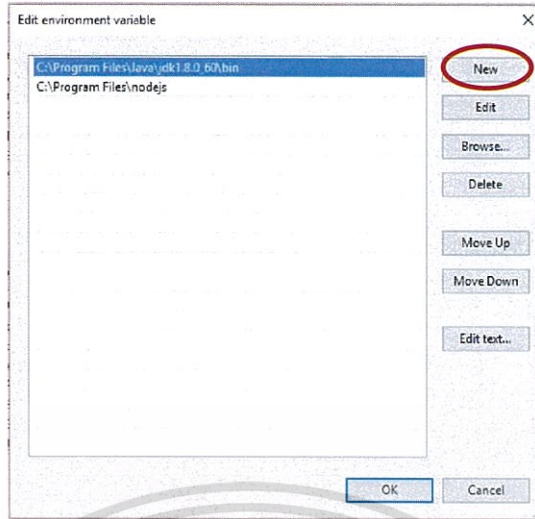


รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงการตั้งค่าของระบบ



รูปที่ข.3 หน้าต่างการตั้งค่าตัวแปรเอนไวรอนเมนต์

4. ดับเบิลคลิกที่ PATH ในหน้าต่าง User variable ในรูปที่ ข.3 เพื่อทำการเพิ่มพาส จะปรากฏหน้าจอตั้งรูปที่ ข.4 คลิก “New” เพื่อใส่พาสที่เก็บจาวาเจดีเคไว้ ในกรณีนี้เป็น C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_60\bin

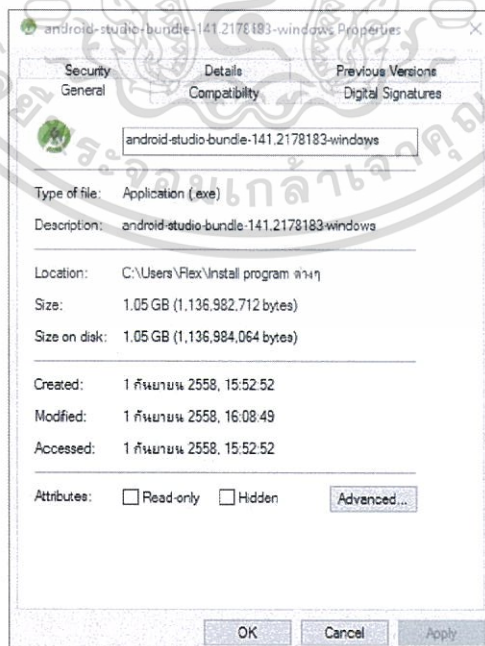


รูปที่ ข.4 การตั้งค่าพาธ

5. ทำการตรวจสอบเวอร์ชันของจาวาโดยการเปิดโปรแกรมคอมมานด์พรอมพ์ (Command Prompt) แล้วพิมพ์ `java -version` ถ้าแสดงรุ่นตามที่ได้ติดตั้งไปได้อย่างถูกต้อง แสดงว่าการติดตั้งสมบูรณ์

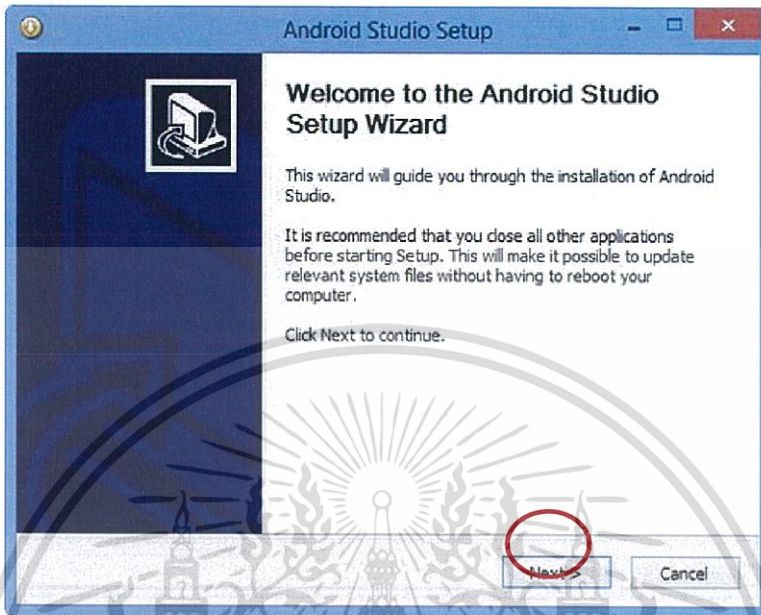
การติดตั้งโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ

1. เมื่อทำการดาวน์โหลด `jdk-8u60-windows-x64.exe` เรียบร้อย ไฟล์จะมีขนาดและรูปแบบไฟล์ดังรูปที่ ข.5



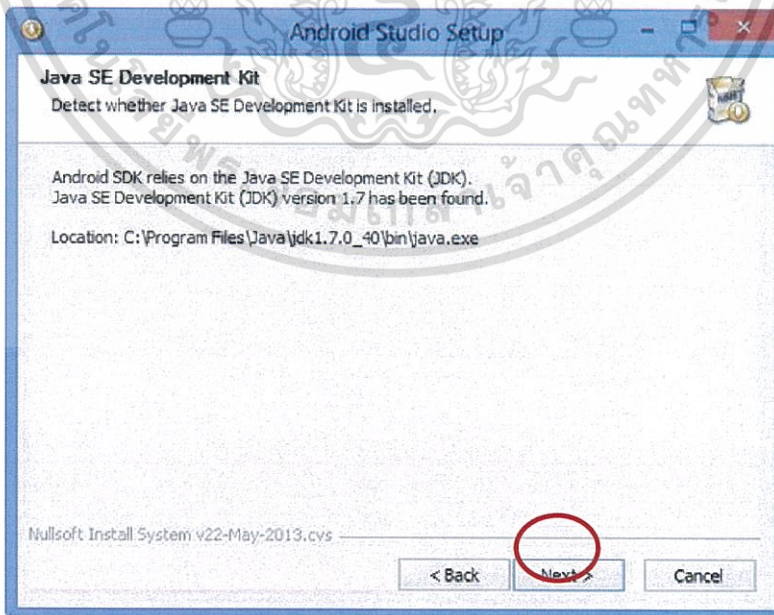
รูปที่ ข.5 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ

2. ดับเบิลคลิกไฟล์ android-studio-bundle-141.2178183-windows.exe เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม โดยจะมีหน้าต่างขึ้นมาดังรูปที่ ข.6 ให้คลิก “Next >”



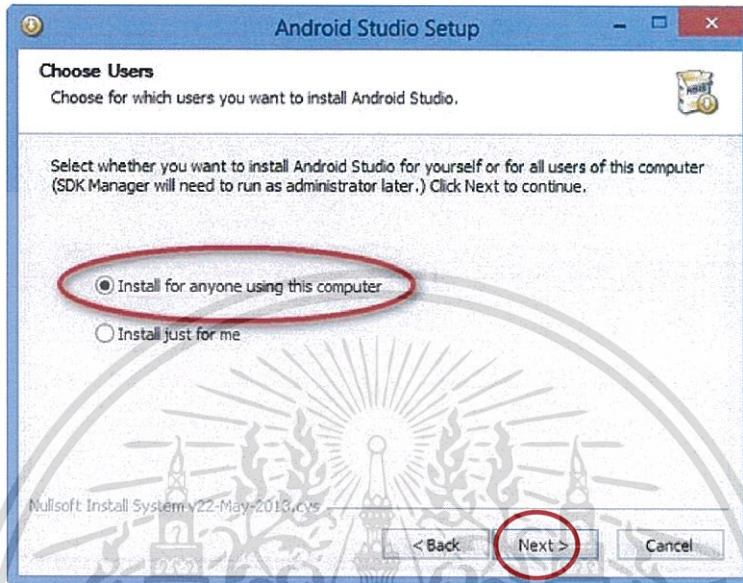
รูปที่ ข.6 หน้าต่างเริ่มต้นเมื่อต้องการติดตั้งแอนดรอยด์สตูดิโอ

3. ระหว่างการติดตั้งจะมีการถามว่าจาวาเอสดีเคถูกติดตั้งไว้ที่ตั่งนี้ใช่หรือไม่ ในกรณีนี้เป็น C:\Program Files\Java\jdk1.7.0_40\bin\ java.exe ดังรูป ข.7 ให้คลิก “Next >”



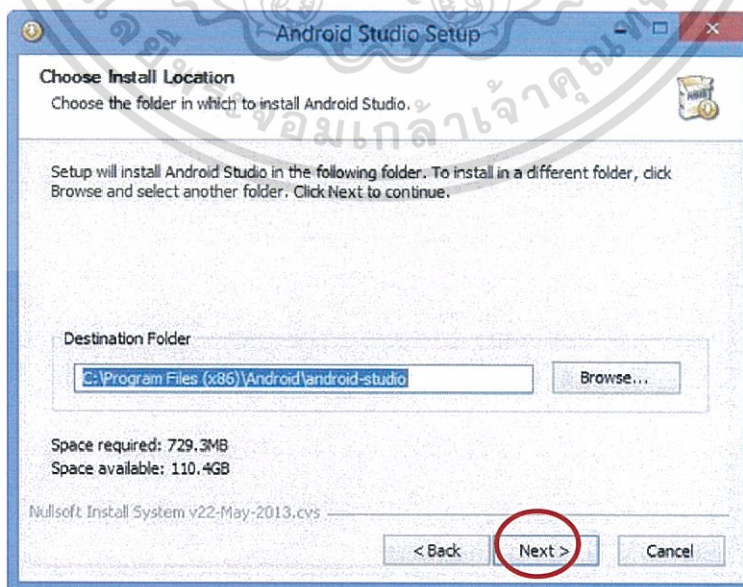
รูปที่ข.7 หน้าต่างสอบถามการติดตั้งจาวาเจดีเค

4. หน้าต่างต่อไปเป็นการเลือกว่าผู้ใช้งานผู้ใดบ้างที่สามารถเรียกใช้งานโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอได้ ให้เลือก “Install for anyone using this computer” ดังรูปที่ ข.8 จากนั้นกด “Next >” เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



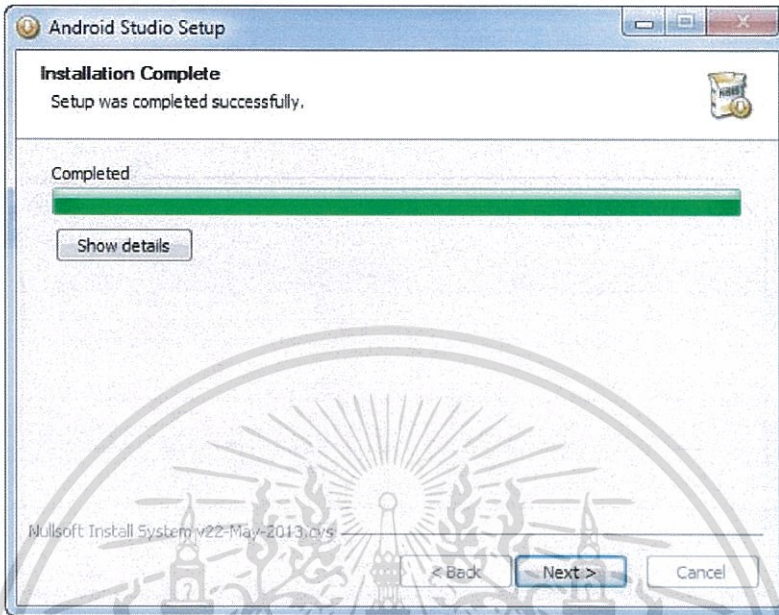
รูปที่ ข.8 การเลือกผู้ใช้งานที่สามารถเข้าถึงได้

5. ต่อมาหน้าจอถามว่าต้องการติดตั้งโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอไว้ที่ไหน ให้กรอกข้อมูลลงไป ในกรณีนี้เป็น C:\Program Files (x86)\Android\android-studio ดังรูปที่ ข.9 จากนั้นให้กด “Next >”



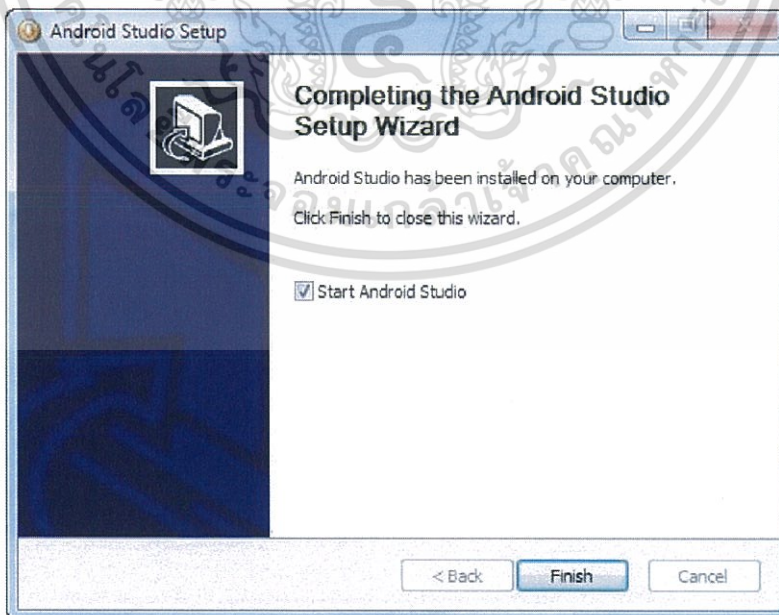
รูปที่ ข.9 หน้าต่างกรอกข้อมูลที่ตั้งโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ

6. เมื่อทำการติดตั้งเสร็จหรือเมื่อแถบแสดงเปอร์เซ็นต์แสดงว่า 100% ดังรูปที่ ข.10 ให้กด “Next >” เพื่อไปยังขั้นตอนต่อไป



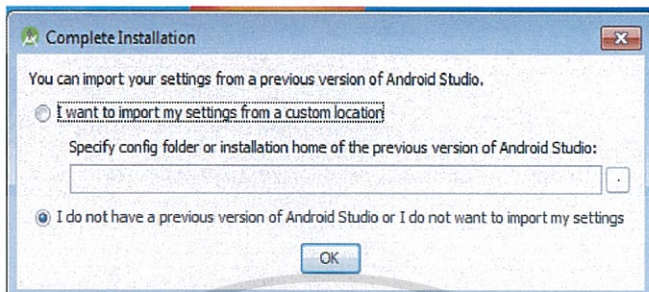
รูปที่ ข.10 หน้าต่างการติดตั้งเมื่อติดตั้งเสร็จแล้ว

7. เมื่อติดตั้งเสร็จจะมีหน้าต่างถามว่าต้องการเริ่มต้นโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอหรือไม่ดังรูปที่ ข.11 ให้คลิกเครื่องหมายถูกแล้วกด “Finish” เป็นการสิ้นสุดการติดตั้ง



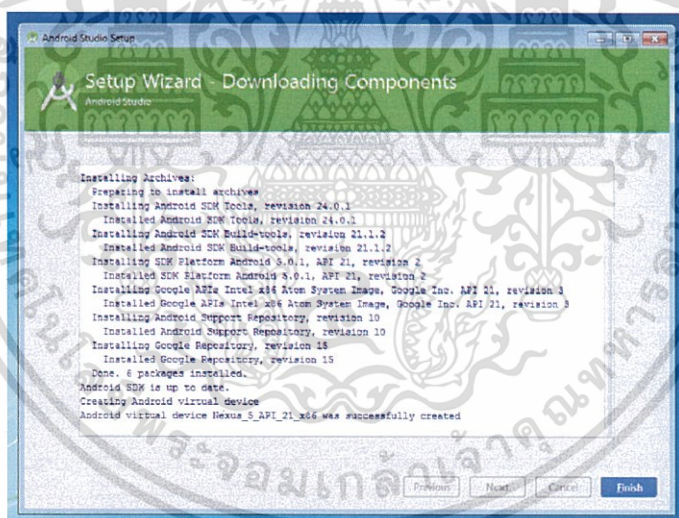
รูปที่ ข.11 หน้าต่างเมื่อสิ้นสุดการติดตั้ง

8. เปิดโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ โปรแกรมจะถามว่าให้นำเข้าไฟล์การตั้งค่าต่าง ๆ ของเวอร์ชันเก่าไว้หรือไม่ ดังรูปที่ ข.12 ถ้าเพิ่งติดตั้งเป็นครั้งแรกก็ไม่ต้องเลือก แต่ถ้ามีเวอร์ชันเก่าอยู่แล้วก็ใส่พาทของไฟล์ที่เก็บข้อมูลเก่าในการติดตั้ง



รูปที่ ข.12 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอ

9. เมื่อเข้าใช้งานโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอเป็นครั้งแรก โปรแกรมจะทำการดาวน์โหลดเครื่องมือต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับเขียนแอปพลิเคชันให้เองอัตโนมัติ ดังรูปที่ ข.13



รูปที่ ข.13 หน้าต่างเมื่อเปิดโปรแกรมแอนดรอยด์สตูดิโอครั้งแรก



ภาคผนวก ค

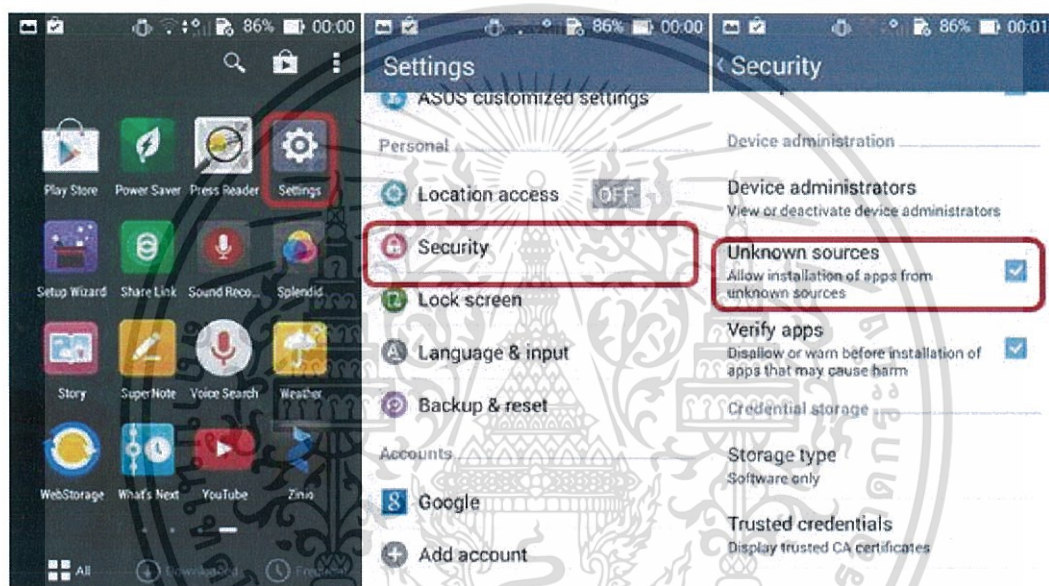
การติดตั้งแอปพลิเคชันลงบนสมาร์ทโฟน

ภาคผนวก ค

การติดตั้งแอปพลิเคชันลงบนสมาร์ทโฟน

การติดตั้งแอปพลิเคชัน

1. ทำการเชื่อมต่อโทรศัพท์มือถือกับเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วทำการลากไฟล์แอนดรอยด์เอพีเคของแอปพลิเคชันเวิร์ธเอไอไปใส่ที่โทรศัพท์มือถือ โดยเลือกโฟลเดอร์ปลายทางเป็นที่ใดก็ได้ อาจเป็นได้ทั้งหน่วยความจำภายในเครื่องหรือหน่วยความจำเชื่อมต่อภายนอก

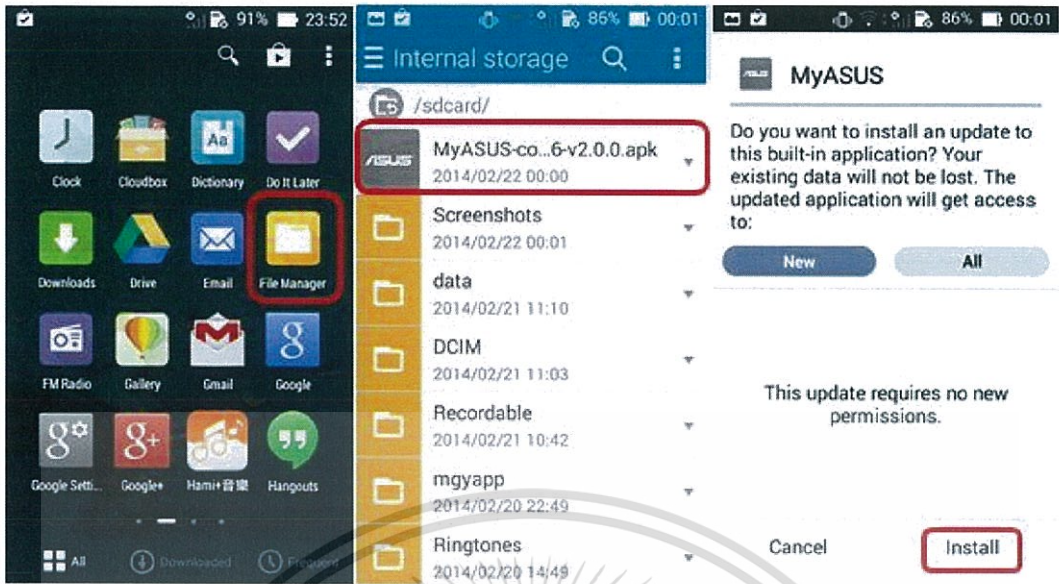


รูปที่ ค.1 ขั้นตอนการตั้งค่าโทรศัพท์จากแหล่งที่มาไม่ทราบชื่อ

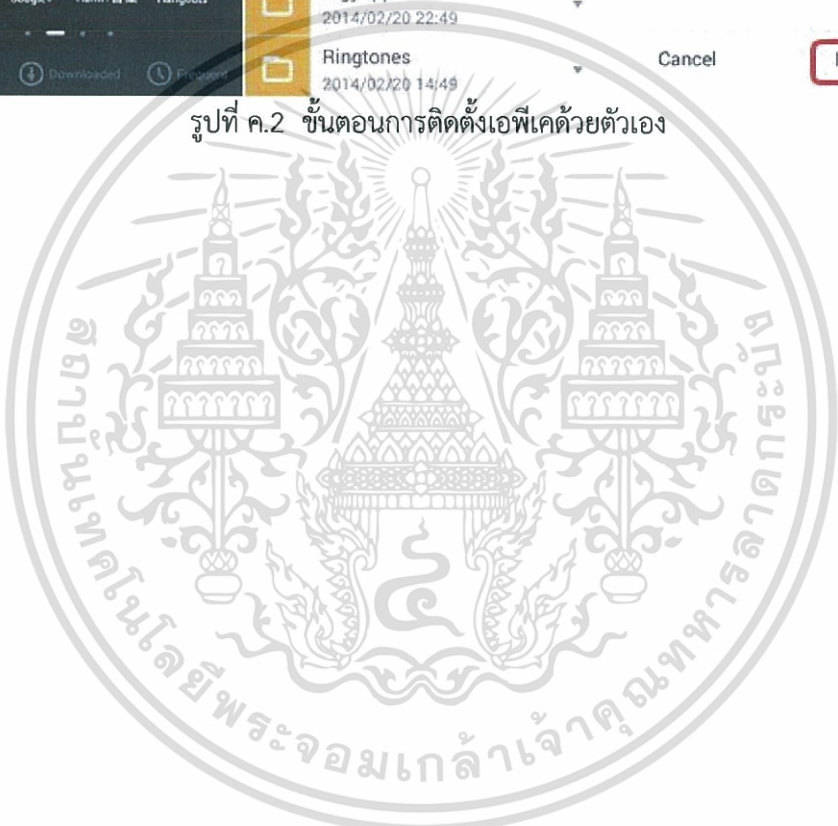
2. เนื่องด้วยการติดตั้งแอปพลิเคชันที่ไม่ได้มาจากร้านค้ามาตรฐานอย่างกูเกิลเพลย์สโตร์ (google play store) อาจทำให้โทรศัพท์มือถือบางรุ่นไม่อนุญาตสิทธิ์ในการติดตั้ง จึงต้องทำการเปิดใช้งานให้สามารถติดตั้งจากแหล่งที่มาไม่ทราบชื่อได้ โดยการเลือก Setting → Security → Unknown sources ดังรูปที่ ค.1 แสดงหน้าจอแสดงผลของสมาร์ทโฟนเมื่อเลือกการทำงานตามขั้นตอนเปิดการอนุญาตการติดตั้งไฟล์จากแหล่งที่มาไม่ทราบชื่อ

3. จากนั้นทำการติดตั้งไฟล์เอพีเคด้วยตัวเอง โดยการเลือก File Manager → ไฟล์ที่มี APK ติดตั้งอยู่ → ไฟล์ APK → Install ดังรูปที่ ค.2 แสดงหน้าจอแสดงผลของสมาร์ทโฟนเมื่อเลือกการทำงานตามขั้นตอนติดตั้งไฟล์เอพีเคด้วยตนเอง

4. เริ่มต้นใช้งานแอปพลิเคชันซึ่งทางลัดเข้าใช้งานแอปพลิเคชันจะอยู่ในหน้าจอหลักของโทรศัพท์



รูปที่ ค.2 ขั้นตอนการติดตั้งเอพีเคด้วยตัวเอง





ภาคผนวก ง
การติดตั้งเทอร์โมสแตทลงบนคลาวด์เซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การติดตั้งเทสเซอร์แลคลงบนคลาวด์เซิร์ฟเวอร์

การติดตั้งเซิร์ฟเวอร์

1. ทำการตั้งค่าเอนไวรอนเมนต์ (environment) ให้กับเซิร์ฟเวอร์ โดยการดาวน์โหลดเทสเซอร์แลคและแพ็คเกจอื่น ๆ ลงบนเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งหนึ่งในแพ็คเกจที่สำคัญคือเลฟโตนิกา (Leptonica) โดยใช้คำสั่งดังรูปที่ ง.1

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install autoconf automake libtool
sudo apt-get install libpng12-dev
sudo apt-get install libjpeg62-dev
sudo apt-get install g++
sudo apt-get install libtiff4-dev
sudo apt-get install libopencv-dev lib tesseract-dev
sudo apt-get install git
sudo apt-get install cmake
sudo apt-get install build-essential
sudo apt-get install libleptonica-dev
sudo apt-get install liblog4cplus-dev
sudo apt-get install libcurl3-dev
sudo apt-get install python2.7-dev
sudo apt-get install tk8.5 tcl8.5 tk8.5-dev tcl8.5-dev
sudo apt-get build-dep python-imaging --fix-missing
```

รูปที่ ง.1 คำสั่งตั้งค่าเอนไวรอนเมนต์

2. จากนั้นติดตั้งอิมเมจเมจิกบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพภาพขั้นต้นโดยการป้อนคำสั่งดังรูปที่ ง.2

```
sudo apt-get install imagemagick
```

รูปที่ ง.2 คำสั่งติดตั้งอิมเมจเมจิก

3. ติดตั้งเลฟโตนิกาลงในเซิร์ฟเวอร์ผ่านการติดตั้งจากเว็บไซต์โดยใช้คำสั่งดังรูปที่ ง.3

```
wget http://www.leptonica.org/source/leptonica-1.70.tar.gz
tar -zxvf leptonica-1.70.tar.gz
cd leptonica-1.70/
./autobuild
./configure
make
sudo make install
sudo ldconfig
```

รูปที่ ง.3 คำสั่งติดตั้งเลพโตนิกา

4. ต่อมาให้ติดตั้งเทสเซอร์แลคลงบนเซิร์ฟเวอร์ด้วยคำสั่งดังรูปที่ ง.4

```
wget https://tesseract-ocr.googlecode.com/files/tesseract-ocr-3.02.02.tar.gz
tar -zxvf tesseract-ocr-3.02.02.tar.gz
cd tesseract-ocr/
./autobuild
./configure
make
sudo make install
sudo ldconfig
```

รูปที่ ง.4 คำสั่งติดตั้งเทสเซอร์แลค

5. หลังจากขั้นตอนนี้ ภายในเซิร์ฟเวอร์ก็จะได้เทสเซอร์แลคมาอยู่ภายในเรียบร้อยแล้ว ต่อไปคือการตั้งค่าให้เซิร์ฟเวอร์ได้รู้ถึงตำแหน่งของชุดข้อมูลฝึกฝนให้สามารถเรียกใช้ได้จากทุก ๆ โพลเดอร์โดยใช้คำสั่งดังรูปที่ ง.5 และบรรทัดถัดมาคือการดาวน์โหลดไฟล์ชุดข้อมูลฝึกฝนภาษาอังกฤษมาใช้งาน

```
export TESSDATA_PREFIX=/usr/local/share/
cd ..
wget https://tesseract-ocr.googlecode.com/files/tesseract-ocr-3.02.eng.tar.gz
tar -xf tesseract-ocr-3.02.eng.tar.gz
sudo cp -r tesseract-ocr/tessdata $TESSDATA_PREFIX
```

รูปที่ ง.5 คำสั่งตั้งค่าเซิร์ฟเวอร์

ซึ่งในส่วนนี้คือส่วนที่จะใช้กำหนดว่าจะมีชุดข้อมูลฝึกฝนภาษาอะไรได้บ้าง ซึ่งสามารถส่งไฟล์ได้โดยตรงผ่านโปรแกรมเชิงการโอนถ่ายไฟล์ (FTP) แล้วจึงกำหนด \$TESSDATA_PREFIX เพิ่มเติมในภายหลังได้