

การสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่
ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Test Case Generation Using Page Flow Graph For Android Mobile Application



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2017

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับ
โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการ
แอนดรอยด์

โดย

นางสาววิไลพร ภูเมธากุล

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ ทองทักษ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์)

วิไลพร ภูเมธากุล : การสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Test Case Generation Using Page Flow Graph For Android Mobile Application) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
 หลัก: รศ. ดร. ชาราทิพย์ สุวรรณศาสตร์, 79 หน้า.

โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันมีการพัฒนาและปรับปรุงโปรแกรมอยู่เสมอ เมื่อโปรแกรมประยุกต์มีขนาดใหญ่ขึ้น มีหน้าจอกการทำงานเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้กรณีทดสอบมีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยที่ผ่านมามุ่งเน้นการสร้างกรณีทดสอบโดยไม่ได้สนใจลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ ก่อให้เกิดปัญหาคือโปรแกรมประยุกต์ที่นำมาทดสอบถูกทดสอบได้ไม่ครอบคลุมหรือครบถ้วนทุกหน้าจอ ดังนั้นลำดับของหน้าจอจึงเป็นสิ่งที่ควรนำมาทดสอบด้วย งานวิจัยนี้จึงนำเสนอเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยเริ่มต้นเครื่องมือจะสร้างกราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ และเส้นทางการทดสอบ หลังจากนั้นจะให้ผู้ทดสอบกำหนดค่าขอบเขตเพื่อนำไปสร้างกรณีทดสอบ โดยจะสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์โดยใช้ค่าขอบเขต เมื่อนำเครื่องมือมาทดลองกับโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่ใช้งานจริงจำนวน 3 โปรแกรม เครื่องมือสามารถสร้างกรณีทดสอบที่มีเส้นทางการทดสอบครอบคลุมแบบกึ่งตามกราฟการไหลของหน้าจอได้ และยังสามารถสร้างข้อมูลทดสอบได้ครบถ้วนถูกต้องตามค่าขอบเขตที่กำหนด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2560

5870961721 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORDS: PAGE SEQUENCE / ANDROID / TEST CASE / MOBILE APPLICATION

WILAIORN PUMETHAKUL: Test Case Generation Using Page Flow Graph For Android Mobile Application. ADVISOR: ASSOC. PROF. DR. TARATIP SUWANNASART, 79 pp.

Mobile applications are constantly developed and improved. When the applications are larger and have more pages, they have an effect on test cases. Previous researches about test case generation presented test case creation regardless to the page sequence of the application. The problem is that test cases are not covered all pages. Consequently, the page sequence of the application should have included in the testing. This research presents a tool to generate test cases based on page sequences for Android mobile applications by creating a Page Flow Graph and test paths. Testers set boundary values to generate test cases. In our research, we use boundary value analysis which is a black-box testing technique to assign input values for each test case. We test this tool with three android applications, the tool can generate test cases that cover paths on the page flow graph based on branch coverage criteria and the tool can generate correctly test data from specified boundary values.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Department: Computer Engineering Student's Signature

Field of Study: Computer Science Advisor's Signature

Academic Year: 2017

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จและลุล่วงไปด้วยดีด้วยความเอาใจใส่และความช่วยเหลืออย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ ดร.ธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่สละเวลาให้คำแนะนำและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ทองทักษ์ ประธานกรรมการสอบ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรชัย ลลิตโรจน์วงศ์ กรรมการสอบที่สละเวลาและให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา สำหรับกำลังใจ และแรงผลักดันที่ทำให้การทำวิจัยสามารถดำเนินและลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และบุคลากรทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความรอบรู้ทางด้านวิชาการ ความรู้ในการทำวิจัย ให้ข้อมูลคำแนะนำ และความช่วยเหลือในระหว่างที่ผู้วิจัยกำลังศึกษาอยู่

สุดท้ายขอขอบคุณ เพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้แลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด มุมมอง และความช่วยเหลือที่มีให้ระหว่างที่ผู้ทำวิจัยกำลังศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1.1 การทดสอบซอฟต์แวร์ [6].....	4
2.1.2 การทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value Testing).....	4
2.1.3 กรณีทดสอบ [6].....	5
2.1.4 การสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์ [7, 8].....	5
2.1.5 เหตุการณ์การรับเข้า (Input Events) [9].....	7
2.1.6 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ [10].....	8
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10

2.2.1	วิทยานิพนธ์ “การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์” [5].....	10
2.2.2	งานวิจัย “Mobile Application Testing Matrix and Challenges” [2].....	11
2.2.3	งานวิจัย “A Practical Web Testing Model for Web Application Testing”[11].....	11
2.2.4	งานวิจัย “A Comparative Study of Web Application Testing and Mobile Application Testing” [12].....	12
บทที่ 3	แนวคิดและวิธีการดำเนินงาน.....	14
3.1	ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ.....	14
3.1.1	วิเคราะห์หาโครงสร้างการทำงานของหน้าจอ.....	16
3.1.1.1	ค้นหาไฟล์จาวาหลักจากไฟล์เมนิเฟส.....	16
3.1.1.2	ค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าแรกจากไฟล์จาวา.....	17
3.1.1.3	ค้นหาปุ่มที่ใช้เปิดหน้าต่างถัดไป.....	17
3.1.1.4	ค้นหาไฟล์จาวาจากแอคชันของปุ่ม.....	18
3.1.1.5	ค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าต่างถัดไปจากไฟล์จาวา.....	19
3.1.2	สร้างเส้นทางการทดสอบ.....	20
3.1.3	สกัดข้อมูลวิดิโอจากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	21
3.1.4	สกัดค่าขอบเขตจากไฟล์ทรัพยากร.....	23
3.1.5	สร้างกรณีทดสอบ.....	25
3.2	การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ.....	27
3.2.1	แผนภาพยูสเคส.....	27
3.2.2	แผนภาพคลาส.....	32
3.2.3	แผนภาพกิจกรรม.....	38
3.2.4	โครงสร้างไฟล์.....	40

บทที่ 4 การพัฒนาเครื่องมือ	43
4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ	43
4.1.1 ฮาร์ดแวร์.....	43
4.1.2 ซอฟต์แวร์	43
4.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และเครื่องมือ	43
บทที่ 5 การทดสอบเครื่องมือ	48
5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ	48
5.1.1 ฮาร์ดแวร์.....	48
5.1.2 ซอฟต์แวร์	48
5.2 การทดสอบเครื่องมือ	48
5.2.1 กรณีตัวอย่างที่ 1 โปรแกรมประยุกต์ BMI.....	49
5.2.2 กรณีตัวอย่างที่ 2 โปรแกรมประยุกต์ Cash Book	51
5.2.3 กรณีตัวอย่างที่ 3 โปรแกรมประยุกต์ Secret Memo	53
5.3 ผลการทดสอบเครื่องมือ.....	55
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	57
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	57
6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย.....	57
6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ	57
รายการอ้างอิง	59
ภาคผนวก ก กราฟการไหลของหน้าจอ ต้นไม้เส้นทางทดสอบและข้อมูลวิดิเจ็ทของส่วนต่อ ประสานกับผู้ใช้สำหรับกรณีตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทั้ง 3 กรณีตัวอย่าง	60
ภาคผนวก ข ตัวอย่างของกรณีทดสอบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับกรณีตัวอย่างโปรแกรม ประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทั้ง 3 กรณีตัวอย่าง.....	66

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 79



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างวิดเจ็ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า.....	6
ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างวิดเจ็ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า (ต่อ).....	7
ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติของการทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและโปรแกรมประยุกต์บน โทรศัพท์เคลื่อนที่.....	13
ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงข้อมูลของวิดเจ็ตที่สกัดได้จากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	23
ตารางที่ 3-2 ตารางแสดงข้อมูลค่าขอบเขตที่สกัดได้จากไฟล์ทรัพยากร.....	24
ตารางที่ 3-3 ตารางแสดงข้อมูลค่ารายการที่สกัดได้จากไฟล์ทรัพยากร.....	24
ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างข้อมูลของวิดเจ็ต EditText ที่เติมค่าขอบเขตสูงสุด และค่าขอบเขต ต่ำสุด.....	25
ตารางที่ 3-5 การสร้างข้อมูลทดสอบ.....	25
ตารางที่ 3-6 ตัวอย่างการสร้างข้อมูลทดสอบ.....	26
ตารางที่ 3-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”.....	27
ตารางที่ 3-8 รายละเอียดยูสเคสการสร้างโปรเจค.....	29
ตารางที่ 3-9 รายละเอียดยูสเคสการลบโปรเจค.....	29
ตารางที่ 3-10 รายละเอียดยูสเคสการเพิ่มแอนดรอย์โปรเจค.....	29
ตารางที่ 3-11 รายละเอียดยูสเคสการเพิ่มแอนดรอย์โปรเจค (ต่อ).....	30
ตารางที่ 3-12 รายละเอียดยูสเคสการลบแอนดรอย์โปรเจค.....	30
ตารางที่ 3-13 รายละเอียดยูสเคสการสกัดวิดเจ็ต.....	30
ตารางที่ 3-14 รายละเอียดยูสเคสการกำหนดค่าขอบเขต.....	31
ตารางที่ 3-15 รายละเอียดยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบ.....	31
ตารางที่ 3-16 รายละเอียดยูสเคสการลบกรณีทดสอบ.....	31

ตารางที่ 3-17 รายละเอียดยุทธศาสตร์การสร้างเส้นทางการทดสอบ	32
ตารางที่ 5-1 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุด	50
ตารางที่ 5-2 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุด	52
ตารางที่ 5-3 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุด และสูงสุดแบบสุ่มสำหรับวิดเจ็ตที่ไม่ได้กำหนดค่าขอบเขต มา	52
ตารางที่ 5-4 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุด	54
ตารางที่ 5-5 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดแบบสุ่มสำหรับวิดเจ็ตที่ไม่ได้กำหนดค่าขอบเขต มา	54
ตารางที่ 5-6 ตารางสรุปผลการทดสอบ	55
ตารางที่ ก-1 ข้อมูลวิดเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ BMI	61
ตารางที่ ก-2 ข้อมูลวิดเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ Cash Book	63
ตารางที่ ก-3 ข้อมูลวิดเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ Secret Memo	65
ตารางที่ ข-1 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ของเส้นทางการ ทดสอบ activity_bmi → standard → chart	66
ตารางที่ ข-2 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ของเส้นทางการทดสอบ activity_bmi → standard → childpercent	67
ตารางที่ ข-3 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ของเส้นทางการทดสอบ activity_bmi → standard → metric	68
ตารางที่ ข-4 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ของเส้นทางการทดสอบ activity_bmi → metric → chart	69
ตารางที่ ข-5 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ของเส้นทางการ ทดสอบ activity_bmi → metric → childpercent	70
ตารางที่ ข-6 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการ ทดสอบ activity_login → activity_dashboard → activity_set_balance → activity_dashboard	71

ตารางที่ ข-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
activity_login → activity_dashboard → activity_make_payment →
activity_dashboard 72

ตารางที่ ข-8 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ของเส้นทางการทดสอบ activity_login →
activity_dashboard → activity_show_cashbook 73

ตารางที่ ข-9 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
activity_login → activity_dashboard → activity_show_cashbook..... 74

ตารางที่ ข-10 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการ
ทดสอบ activity_login → activity_create_account → activity_login..... 75

ตารางที่ ข-11 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการ
ทดสอบ main_new → infoadd → main_new..... 76

ตารางที่ ข-12 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
main_new → infopw → infoh → Infoadd..... 76

ตารางที่ ข-13 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ของเส้นทางการทดสอบ activity_login →
main_new → infopw → recovery_email → main_new..... 77

ตารางที่ ข-14 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
main_new → password → recovery_email..... 78

ตารางที่ ข-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการ
ทดสอบ main_new → password → main_new 78

สารบัญรูป

รูปที่ 2-1 โครงสร้างภายในของโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์	8
รูปที่ 2-2 ตัวอย่างไฟล์เมนิเฟส	9
รูปที่ 2-3 ตัวอย่างไฟล์จาวา.....	9
รูปที่ 2-4 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้.....	10
รูปที่ 2-5 ตัวอย่าง gradle scripts ของโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์.....	10
รูปที่ 2-6 ตัวอย่างการใช้อัลกอริทึม PFG2PTT แปลงกราฟการไหลของหน้าจอเป็นต้นไม้ เส้นทางทดสอบ	12
รูปที่ 3-1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ.....	14
รูปที่ 3-2 โครงสร้างการทำงานของหน้าจอทั้งหมดของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”	15
รูปที่ 3-3 ตัวอย่างไฟล์เมนิเฟส	16
รูปที่ 3-4 ตัวอย่างไฟล์จาวา MainScreenActivity.java.....	16
รูปที่ 3-5 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ main_screen.....	17
รูปที่ 3-6 ตัวอย่างหน้าจอ main_screen.....	17
รูปที่ 3-7 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ main_screen.....	18
รูปที่ 3-8 ตัวอย่างแอคชัน goToRadiusScreen ในไฟล์ MainScreenActivity.java	18
รูปที่ 3-9 ตัวอย่างไฟล์จาวา RadiusScreenActivity.java	18
รูปที่ 3-10 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ radius_screen.....	19
รูปที่ 3-11 หน้าจอ radius_screen.....	19
รูปที่ 3-12 โครงสร้างการทำงานจากหน้าจอ main_screen ไปหาหน้าจอ radius_screen.....	20
รูปที่ 3-13 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”	20

รูปที่ 3-14 ต้นไม้เส้นทางทดสอบ	21
รูปที่ 3-15 ตัวอย่างหน้าจอ radius_screen ของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”	22
รูปที่ 3-16 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ radius_screen.....	22
รูปที่ 3-17 ตัวอย่าง tag EditText ในไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ radius_screen.....	22
รูปที่ 3-18 ตัวอย่างไฟล์ทรัพยากรของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”	23
รูปที่ 3-19 ตัวอย่างค่าขอบเขตที่มากที่สุด และค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดในไฟล์ทรัพยากร.....	24
รูปที่ 3-20 ตัวอย่างค่ารายการของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”	24
รูปที่ 3-21 แผนภาพยูสเคส	28
รูปที่ 3-22 แผนภาพคลาส.....	32
รูปที่ 3-23 คลาส MyWindowForm	33
รูปที่ 3-24 คลาส MyDialogNewAndroid	33
รูปที่ 3-25 คลาส AndroidManifestPraser	33
รูปที่ 3-26 คลาส AndroidJavaPraser.....	34
รูปที่ 3-27 คลาส AndroidUiPraser.....	34
รูปที่ 3-28 คลาส AndroidResource.....	34
รูปที่ 3-29 คลาส AndroidWidget	35
รูปที่ 3-30 คลาส AppCheckResValue.....	35
รูปที่ 3-31 คลาส AppPathName.....	35
รูปที่ 3-32 คลาส AndroidWidgetListProcess	36
รูปที่ 3-33 คลาส CreatePTT	36
รูปที่ 3-34 คลาส CreatePFG.....	36
รูปที่ 3-35 คลาส AppGenTestCase	37

รูปที่ 3-36 คลาส ApplicationScreen.....	37
รูปที่ 3-37 คลาส AppTCData	38
รูปที่ 3-38 คลาส ExportExcel	38
รูปที่ 3-39 แผนภาพการวิเคราะห์หาโครงสร้างการทำงานของหน้าจอ	39
รูปที่ 3-40 แผนภาพการสร้างกรณีทดสอบ.....	39
รูปที่ 3-41 ตัวอย่างโครงสร้างไคเรคทอรีสำหรับการบันทึกข้อมูล.....	40
รูปที่ 3-42 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกกราฟการไหลของหน้าจอ	41
รูปที่ 3-43 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกต้นไม้เส้นทางการทดสอบ	41
รูปที่ 3-44 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกข้อมูลวิดิเจ็ต	42
รูปที่ 3-45 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกค่าขอบเขตและค่ารายการ	42
รูปที่ 3-46 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกกรณีทดสอบ	42
รูปที่ 4-1 แผนภาพวินโดวส์เนวิเกชันของเครื่องมือ	44
รูปที่ 4-2 หน้าจอหลัก	45
รูปที่ 4-3 หน้าจอสร้างโปรเจคใหม่	45
รูปที่ 4-4 หน้าจอเลือกแอนดรอย์โปรเจคที่ต้องการนำมาทดสอบ	45
รูปที่ 4-5 หน้าจอแสดงข้อมูลโปรเจคและข้อมูลแอนดรอย์โปรเจค.....	46
รูปที่ 4-6 หน้าจอกำหนดค่าขอบเขต	46
รูปที่ 4-7 หน้าจอสุ่มค่าขอบเขต	47
รูปที่ 4-8 หน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลกรณีทดสอบ	47
รูปที่ 5-1 โปรแกรมประยุกต์ BMI	49
รูปที่ 5-2 ผลลัพธ์การสร้างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ BMI	50
รูปที่ 5-3 โปรแกรมประยุกต์ Cash Book.....	51
รูปที่ 5-4 ผลลัพธ์การสร้างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Cash Book.....	53

รูปที่ 5-5 หน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo	53
รูปที่ 5-6 ผลลัพธ์การสร้างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo	55
รูปที่ ก-1 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ BMI.....	60
รูปที่ ก-2 ต้นไม้เส้นทางทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ BMI.....	60
รูปที่ ก-3 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ Cash Book	62
รูปที่ ก-4 ต้นไม้เส้นทางทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Cash Book.....	62
รูปที่ ก-5 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo.....	64
รูปที่ ก-6 ต้นไม้เส้นทางทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo.....	64



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประชากรในประเทศไทยมีการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่กันอย่างมากมายและแพร่หลาย โดยจากสถิติการใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ [1] ที่แสดงให้เห็นว่าจำนวนผู้ใช้งานมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี ซึ่งข้อมูลนี้เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มจำนวนมากขึ้น จึงส่งผลกระทบต่อกระบวนการทดสอบโปรแกรมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่จึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสนใจและให้ความสำคัญ

การมีหน้าจอกการทำงานหลายหน้าจอ ส่งผลให้การทดสอบบนโปรแกรมประยุกต์มีความซับซ้อนเพิ่มมากขึ้น แต่จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกรณีทดสอบสำหรับโปรแกรมประยุกต์ [2-5] พบว่างานวิจัยเหล่านั้นมุ่งเน้นการสร้างกรณีทดสอบจากส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โดยไม่ได้สนใจลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งหากโปรแกรมประยุกต์ที่นำมาทดสอบทำงานต่อเนื่องกันหลาย ๆ หน้าจอ อาจส่งผลให้ผู้ทดสอบไม่สามารถทดสอบโปรแกรมประยุกต์ได้อย่างครอบคลุมและครบถ้วนทุกหน้าจอได้ ดังนั้นเพื่อให้การทดสอบมีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ลำดับของหน้าจอจึงเป็นสิ่งที่ควรนำมาทดสอบด้วย

ชัชวาล โปรงแสง [5] สร้างเครื่องมือวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ภายในเครื่องมือมีการสร้างกรณีทดสอบจากหน้าจอ โดยสามารถสร้างกรณีทดสอบได้เพียงแค่นั้นหน้าจอเท่านั้นไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบจากหลาย ๆ หน้าจอและตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ได้ หากมีการนำโปรแกรมประยุกต์ที่มีการทำงานต่อเนื่องกันหลายหน้าจอมาทดสอบ เครื่องมือนี้จะไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบให้ครอบคลุมและครบถ้วนทุกหน้าจอได้

ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยเริ่มต้นเครื่องมือจะสร้างกราฟการไหลของหน้าจอ (Page Flow Graph) ของโปรแกรมประยุกต์ แล้วสร้างเส้นทางการทดสอบ หลังจากนั้นนำไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้มาสกัดข้อมูลเพื่อนำไปสร้างกรณีทดสอบที่ใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์ (Black-box Testing Technique) ที่ใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value) ผลลัพธ์ที่ได้คือกรณีทดสอบตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อนำเสนอการสร้างกรณีทดสอบตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ข้อมูลนำเข้าของเครื่องมือ ได้แก่ ไฟล์แมนิเฟส (Manifest file) ไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface File) ไฟล์ทรัพยากร (Resource File) ซึ่งอยู่ในรูปแบบภาษาเอกซ์เอ็มแอล (XML) และไฟล์จาวา (Java File)
2. เครื่องมือรองรับการวิเคราะห์ไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีขีดจำกัดไม่เกิน 8 ประเภท ได้แก่ ปุ่ม (Button), ปุ่มทอกเกอร์ (Toggle Button), อีดิทเท็กซ์ (EditText), เช็คบ็อก (Checkbox), ปุ่มเรดิโอ (RadioButton), สปินเนอร์ (Spinner), เดทพิกเกอร์ (DatePicker) และไทม์พิกเกอร์ (TimePicker)
3. เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบชนิด valid และ invalid
4. เครื่องมือสร้างลำดับการทดสอบครบทุกเส้นทางเดินในต้นไม้เส้นทางทดสอบ
5. เครื่องมือรองรับการเปลี่ยนหน้าจอด้วยเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบนหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์เท่านั้น เช่น การกดปุ่ม เป็นต้น
6. เครื่องมือสนใจเฉพาะการทำงานภายในของโปรแกรมประยุกต์
7. เครื่องมือรองรับการเปลี่ยนหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ด้วยคำสั่ง Intent
8. เครื่องมือที่พัฒนาเสร็จจะถูกนำไปทดสอบกับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์อย่างน้อย 3 โปรแกรมประยุกต์

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
2. ศึกษาวิธีการสกัดข้อมูลจากเอกสารภาษาเอกซ์เอ็มแอล
3. กำหนดขอบเขตและความสามารถของเครื่องมือที่ต้องการพัฒนา
4. ออกแบบโครงสร้างการทำงานและส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือที่พัฒนา
5. พัฒนาเครื่องมือ
6. ทดสอบเครื่องมือ
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
8. จัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ช่วยลดแรงงาน เวลาและทรัพยากรในการสร้างกรณีทดสอบ
2. ช่วยสร้างกรณีทดสอบตามลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ

1.6 บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์

งานวิจัยนี้ได้รับการตีพิมพ์ในการประชุมวิชาการ “21st International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC 2017)” เป็นบทความวิชาการเรื่อง “การสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์” โดย วิไลพร ภูเมธากุล และธราทิพย์ สุวรรณศาสตร์ โดยการประชุมวิชาการนี้จัดขึ้นระหว่างวันที่ 15-18 พฤศจิกายน 2560 ณ โรงแรมสวิสโฮเทล เลอคองคอร์ด กรุงเทพฯ ประเทศไทย



บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 การทดสอบซอฟต์แวร์ [6]

การทดสอบซอฟต์แวร์ เป็นกระบวนการหาข้อผิดพลาด ช่วยทำให้ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง สมบูรณ์ ปลอดภัย มีคุณภาพ ทำงานตรงตามวัตถุประสงค์ และตามความต้องการของผู้ใช้

การทดสอบซอฟต์แวร์ แบ่งได้เป็น 4 ระดับดังนี้

- การทดสอบระดับหน่วย - เป็นการทดสอบส่วนย่อยของโปรแกรม ทดสอบโดยนักพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้แน่ใจว่าแต่ละส่วนย่อยของโปรแกรมทำงานได้อย่างถูกต้อง
- การทดสอบแบบบูรณาการ - เป็นการนำแต่ละส่วนย่อยของโปรแกรมมาประกอบกัน และทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างส่วนย่อยว่าทำงานถูกต้องหรือไม่
- การทดสอบระบบ - เป็นการทดสอบการทำงานระหว่างโปรแกรม หรือระบบอื่น ๆ ว่าทำงานได้อย่างถูกต้อง
- การทดสอบการยอมรับ - เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทำงานได้ถูกต้องตรงตามความต้องการของผู้ใช้หรือไม่

2.1.2 การทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต (Boundary Value Testing)

การทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต จะทดสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากค่าที่ใกล้กับค่าขอบเขตของตัวแปรนำเข้า ซึ่งวิธีการทดสอบนี้ทำงานได้ดีกับตัวแปรที่มีความเป็นอิสระต่อกันและมีค่าเป็นช่วงที่ชัดเจน โดยการวิเคราะห์ค่าขอบเขตของตัวแปรนำเข้าแบ่งออกเป็นวิธีย่อยอีก 4 วิธีดังต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์ค่าขอบเขต (Boundary Value Analysis)

วิธีการทดสอบนี้มีสมมติฐานว่าความล้มเหลวของโปรแกรมจะเกิดจากข้อผิดพลาดเดียวเท่านั้น โดยมีวิธีการทดสอบคือ ทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้า จำนวน 5 ค่า ได้แก่ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min) ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min+1) ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (nom) ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่มากที่สุด (max-1) และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max)

2) การทดสอบแบบเวสต์เคส (Worst-Case Testing)

วิธีการทดสอบนี้พัฒนามาจากวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต มีสมมติฐานว่าความล้มเหลวของโปรแกรมมักจะเป็นผลที่เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปพร้อม ๆ กัน

โดยมีวิธีการทดสอบคือ ทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้าจำนวน 5 ค่า ได้แก่ ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min) ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min+) ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (nom) ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max-) และค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max)

3) การทดสอบแบบโรบัสเนส (Robustness Testing)

วิธีการทดสอบนี้เป็นรูปแบบเพิ่มเติมของวิธีการวิเคราะห์ค่าขอบเขต มีสมมติฐานว่า ความล้มเหลวของโปรแกรมจะเกิดจากข้อผิดพลาดเดียวกันเท่านั้น โดยมีวิธีการทดสอบคือ ทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้าจำนวน 7 ค่า ได้แก่ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min-) ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min) ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min+) ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (nom) ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max-) ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max) และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max+)

4) การทดสอบแบบโรบัสต์เวสต์เคส (Robust Worst-Case Testing)

วิธีการทดสอบนี้เป็นรูปแบบเพิ่มเติมของการทดสอบแบบเวสต์เคส มีสมมติฐานว่า ความล้มเหลวของโปรแกรมนักจะเป็นผลที่เกิดจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปพร้อม ๆ กัน โดยมีวิธีการทดสอบคือ ทดสอบค่าของตัวแปรนำเข้าจำนวน 7 ค่า ได้แก่ ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min-) ค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min) ค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด (min+) ค่าปกติที่อยู่ในขอบเขต (nom) ค่าที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max-) ค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max) และค่าที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุด (max+)

2.1.3 กรณีทดสอบ [6]


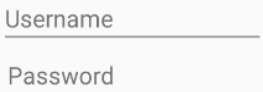
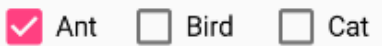


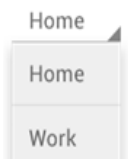
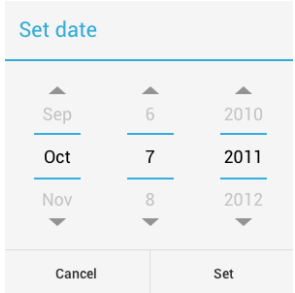
กรณีทดสอบ เป็นชุดข้อมูลทดสอบที่ใช้สำหรับทดสอบโปรแกรมหรือการทำงานของโปรแกรม ซึ่งกรณีทดสอบที่ถูกสร้างจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของระบบ โดยส่วนประกอบหลักของกรณีทดสอบมีดังนี้

- หมายเลขกรณีทดสอบ (Test case ID)
- ลำดับการทดสอบ (Test Sequence) คือ ขั้นตอนในการทดสอบที่บอกว่าแต่ละขั้นตอนต้องใส่ข้อมูลทดสอบอะไรบ้างลงในระบบ เช่น ผู้ใช้ต้องกรอกชื่อลงในช่องกรอกข้อมูลก่อนแล้วกดปุ่ม เป็นต้น
- ข้อมูลนำเข้า (Input) คือ ข้อมูลที่ใส่เข้าไปในระบบเพื่อทดสอบ
- ผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Expected output) คือ ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับจากระบบที่ทดสอบ ซึ่งกรณีทดสอบอาจมีรูปแบบหรือรายละเอียดที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ และการออกแบบกรณีทดสอบของผู้ทดสอบ

2.1.4 การสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์ [7, 8]

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์เอกสารเอกซ์เอ็มแอลที่สามารถแสดงผลในรูปแบบกราฟิกและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ ภายในไฟล์จะประกอบไปด้วยแท็ก (Tag) ของวัตถุที่ทำหน้าที่เป็นผัง (Layout) ได้แก่ LinearLayout, RelativeLayout, ScrollView ซึ่งใช้สำหรับเก็บรวบรวม และจัดกลุ่มวิดเจ็ต (Widget) ซึ่งแบ่งออกเป็นวิดเจ็ตชนิดต่าง ๆ ได้แก่ Button, EditText เป็นต้น โดยงานวิจัยนี้สนใจแท็กของวิดเจ็ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า (Input Control) ประกอบด้วย 8 วิดเจ็ต ดังสรุปไว้ในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างวิดเจ็ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า

ลำดับ	วิดเจ็ต	รูปแบบการควบคุม	ตัวอย่างวิดเจ็ตในรูปแบบกราฟิก
1	Button	Button	
2	EditText	Text Field	
3	Checkbox	Check Box	
4	RadioButton	Radio Button	
5	ToggleButton	Toggle Button	
6	Spinner	Spinner	
7	DatePicker	Picker	

ตารางที่ 2-2 ตัวอย่างวิดเจ็ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า (ต่อ)

ลำดับ	วิดเจ็ต	รูปแบบการควบคุม	ตัวอย่างวิดเจ็ตในรูปแบบกราฟิก
8	TimePicker	Picker	

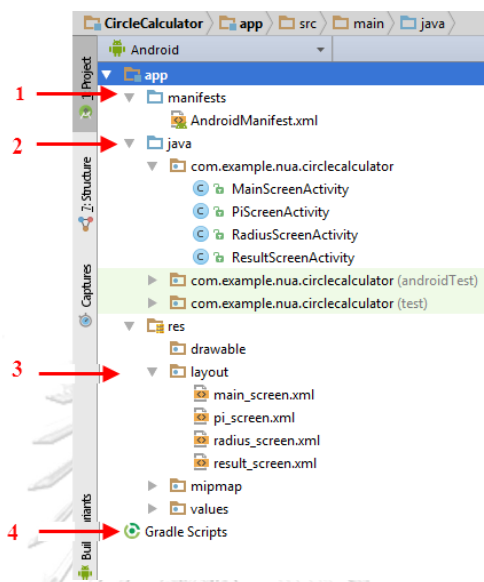
2.1.5 เหตุการณ์การรับเข้า (Input Events) [9]

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีวิธีการจัดการเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการใช้งานผ่านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์ เช่น การกดปุ่ม การสัมผัสหน้าจอ เป็นต้น วิธีการจัดการนี้เรียกว่าการดักจับเหตุการณ์ (Event Listeners) ซึ่งสามารถสรุปเป็นเหตุการณ์ ได้ดังนี้

- `onClick ()` จาก `View.OnClickListener` จะถูกใช้ในการดักจับเมื่อผู้ใช้งานมีการสัมผัสหรือการกดที่ปุ่มใด ๆ บนหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์
- `onLongClick ()` จาก `View.OnLongClickListener` จะถูกใช้ในการดักจับเมื่อผู้ใช้งานมีการสัมผัสหรือการกดที่ปุ่มใด ๆ บนหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์เป็นเวลานาน ๆ ด้วยเวลาที่ถูกกำหนดไว้
- `onFocusChange ()` จาก `View.OnFocusChangeListener` จะถูกใช้ในการดักจับเมื่อผู้ใช้งานมีเลื่อนหรือเปลี่ยนการสัมผัสหรือการกดที่ปุ่มใด ๆ บนหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์
- `onKey ()` จาก `View.OnKeyListener` จะถูกใช้ในการดักจับเมื่อผู้ใช้งานมีการกดหรือปล่อยที่ปุ่มใด ๆ ผ่านทางอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับคีย์ข้อมูลเข้า
- `onTouch ()` จาก `View.OnTouchListener` จะถูกใช้ในการดักจับเมื่อผู้ใช้งานมีการสัมผัสหรือกดปล่อยหรือมีท่าทางเคลื่อนไหวดังใด ๆ ที่เกิดขึ้นบนหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์
- `onCreateContextMenu ()` จาก `View.OnCreateContextMenuListener` จะถูกใช้ในการดักจับเมื่อผู้ใช้งานมีการคลิกที่เมนูการทำงานที่ถูกสร้างขึ้นบนหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์

2.1.6 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ [10]

โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา โดยโปรแกรมประยุกต์ที่ถูกพัฒนาจะมีโครงสร้างภายในแสดงได้ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 โครงสร้างภายในของโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์

จากรูปที่ 2-1 สามารถแบ่งส่วนการพัฒนาของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ออกได้เป็น 4 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนที่ 1 app > manifests

เป็นส่วนที่เก็บไฟล์เมนิเฟสที่เขียนด้วยภาษาเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเป็นไฟล์ที่บอกข้อมูลรายละเอียดพื้นฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับโปรแกรมประยุกต์ เช่น ชื่อโปรแกรมประยุกต์ เวอร์ชันของโปรแกรมประยุกต์ และโปรแกรมประยุกต์ประกอบด้วยไฟล์จาวาอะไรบ้าง รวมถึงบอกว่าไฟล์จาวาไหนเป็นไฟล์จาวาหลัก (Main Java File) ที่โปรแกรมประยุกต์เรียกใช้งานเป็นไฟล์จาวาแรกเมื่อโปรแกรมประยุกต์เริ่มทำงาน เป็นต้น สามารถแสดงตัวอย่างไฟล์เมนิเฟสของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้ดังรูปที่ 2-2

```

1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3       package="com.example.nua.circlecalculator">
4
5     <application
6         android:allowBackup="true"
7         android:icon="@mipmap/ic_launcher"
8         android:label="Circle Calculator" ← ชื่อโปรแกรมประยุกต์
9         android:supportRtl="true"
10        android:theme="@style/AppTheme">
11     <activity android:name=".MainScreenActivity"> ← ไฟล์จาวาหลัก
12         <intent-filter>
13             <action android:name="android.intent.action.MAIN"/>
14             <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER"/>
15         </intent-filter>
16     </activity>
17
18     <activity android:name=".RadiusScreenActivity"
19         android:screenOrientation="portrait"
20         android:theme="@style/AppTheme" >
21     </activity>
22
23     <activity android:name=".PiScreenActivity"
24         android:screenOrientation="portrait"
25         android:theme="@style/AppTheme">
26     </activity>
27

```

รูปที่ 2-2 ตัวอย่างไฟล์เมนิเฟส

ส่วนที่ 2 app > java

เป็นส่วนที่เก็บไฟล์จาวาต่าง ๆ ซึ่งเป็นไฟล์ที่เก็บรายละเอียดการทำงานต่าง ๆ ของโปรแกรมประยุกต์ เช่น คำสั่งการแสดงผลหน้าจอ คำสั่งการเปลี่ยนหน้าจอ เป็นต้น ตัวอย่างไฟล์จาวาและคำสั่งต่าง ๆ ในไฟล์จาวาของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แสดงได้ดังรูปที่ 2-3

```

1 package com.example.nua.circlecalculator;
2
3 import ...
4
5 public class MainScreenActivity extends AppCompatActivity {
6
7     @Override
8     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
9         super.onCreate(savedInstanceState);
10        setContentView(R.layout.main_screen);
11    }
12
13    public void goToRadiusScreen(View view) {
14        Intent intent = new Intent(MainScreenActivity.this, RadiusScreenActivity.class);
15        startActivity(intent);
16    }
17 }

```

รูปที่ 2-3 ตัวอย่างไฟล์จาวา

ส่วนที่ 3 app > res > layout

เป็นส่วนที่เก็บไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่เขียนด้วยภาษาเอกซ์เอ็มแอล ซึ่งเป็นไฟล์ที่กำหนดส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ต่าง ๆ บนหน้าจอ เช่น ปุ่มวางตรงส่วนไหนของหน้าจอ เป็นต้น ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แสดงดังรูปที่ 2-4

```

1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3   xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
4   android:layout_width="match_parent"
5   android:layout_height="match_parent"
6   android:orientation="vertical"
7   android:weightSum="1"
8   tools:context="com.example.nua.circlecalculator.MainScreenActivity">
9
10  <TextView
11     android:id="@+id/main_screen_textView"
12     android:layout_width="fill_parent"
13     android:layout_height="wrap_content"
14     android:layout_margin="0dp"
15     android:layout_weight="0.46"
16     android:gravity="bottom|center_vertical|center_horizontal"
17     android:text="Circle Area"
18     android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
19     android:textSize="25sp"

```

รูปที่ 2-4 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

ส่วนที่ 4 Gradle Scripts

คือเครื่องมือที่ทำหน้าที่เปลี่ยนคำสั่งและไฟล์ต่าง ๆ เช่น ไฟล์รูปภาพ ไฟล์เสียงต่าง ๆ ที่อยู่ในโปรแกรมประยุกต์ให้เป็นไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น .apk เพื่อให้สามารถนำไปติดตั้งบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ แสดงตัวอย่างไฟล์ได้ดังรูปที่ 2-5

```

1  apply plugin: 'com.android.application'
2
3  android {
4      compileSdkVersion 24
5      buildToolsVersion "24.0.2"
6      defaultConfig {
7          applicationId "com.example.nua.circlecalculator"
8          minSdkVersion 15
9          targetSdkVersion 24
10         versionCode 1
11         versionName "1.0"
12         testInstrumentationRunner "android.support.test.runner.AndroidJUnitRunner"
13     }
14     buildTypes {
15         release {
16             minifyEnabled false
17             proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android.txt'), 'proguard-rules.pro'
18         }
19     }
20 }
21
22 dependencies {
23     compile fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
24     androidTestCompile('com.android.support.test.espresso:espresso-core:2.2.2', {
25         exclude group: 'com.android.support', module: 'support-annotations'
26     })
27     compile 'com.android.support:appcompat-v7:24.2.1'
28     testCompile 'junit:junit:4.12'
29 }

```

รูปที่ 2-5 ตัวอย่าง gradle scripts ของโปรแกรมประยุกต์แอนดรอยด์

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 วิทยานิพนธ์ “การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์” [5]

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอแนวความคิดและเครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ โดยเปรียบเทียบหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ระหว่างสองเวอร์ชัน วิเคราะห์หาผลกระทบและปรับปรุงกรณีทดสอบ รวมถึงการสร้างกรณีทดสอบทดแทนกรณีทดสอบเดิม ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวมีลักษณะการทำงาน คือ อ่านชื่อแท็กจากวิดเจ็ตจากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แล้วสร้างกรณีทดสอบโดยใช้ค่าขอบเขต ผลลัพธ์ที่ได้ทำให้ทราบว่าโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ส่วนใดบ้างที่เปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลงและมีผลกระทบต่อกรณีทดสอบอย่างไร ซึ่งการทดสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์ดังกล่าวทดสอบกับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ที่ใช้งานจริงที่มีการเปลี่ยนแปลง ได้แก่ ลำดับของวิดเจ็ตมีการเปลี่ยนแปลง ชื่อวิดเจ็ตมีการเปลี่ยนแปลง ค่าเท็กซ์ของวิดเจ็ตมีการเปลี่ยนแปลง ชนิดข้อมูลนำเข้าของวิดเจ็ตมีการเปลี่ยนแปลง การกระทำของวิดเจ็ตมีการเปลี่ยนแปลงและค่าขอบเขตของวิดเจ็ตมีการเปลี่ยนแปลง

จากวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์ ซึ่งภายในเครื่องมือมีขั้นตอนการสร้างกรณีทดสอบจากหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ โดยสามารถสร้างสร้างกรณีทดสอบได้เพียงหนึ่งหน้าจอเท่านั้น ไม่สามารถสร้างกรณีทดสอบจากหลาย ๆ หน้าจอและตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ได้

2.2.2 งานวิจัย “Mobile Application Testing Matrix and Challenges” [2]

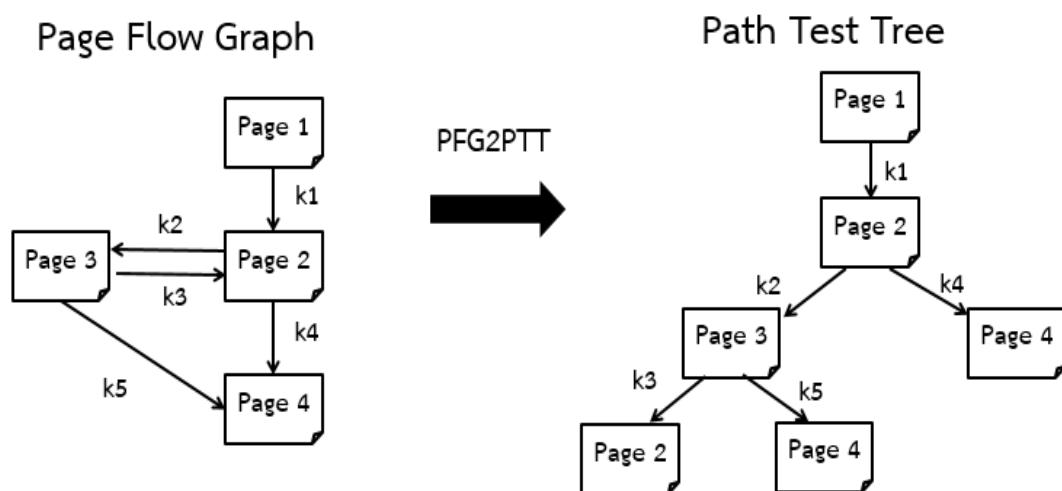
งานวิจัยนี้แนะนำว่าสังคมในปัจจุบันมีการใช้งานโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญ ซึ่งโดยปกติการทดสอบสามารถทำได้ 2 วิธี คือการทดสอบด้วยมือ (Manual Testing) และการทดสอบแบบอัตโนมัติ (Automate Testing)

งานวิจัยนี้ได้แนะนำและเปรียบเทียบวิธีการทดสอบทั้ง 2 วิธีว่า หากต้องการทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ควรจะใช้วิธีการทดสอบแบบใด และทดสอบอย่างไร เพื่อให้การทดสอบมีประสิทธิภาพ เช่น หากต้องการทดสอบความถูกต้องของการทำงาน ควรใช้วิธีการทดสอบแบบอัตโนมัติเพื่อความรวดเร็วในการทดสอบ และลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบ เป็นต้น

2.2.3 งานวิจัย “A Practical Web Testing Model for Web Application Testing”[11]

งานวิจัยนี้แนะนำว่าโปรแกรมประยุกต์บนเว็บในปัจจุบันมีเนื้อหาและการทำงานที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้การทดสอบโปรแกรมประยุกต์มีความซับซ้อนตามไปด้วย หนึ่งในปัญหาในการทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่งานวิจัยนี้แนะนำเสนอคือ หากต้องการทดสอบลำดับของหน้าเว็บเพจทั้งหมดของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บควรมีวิธีการทดสอบอย่างไร

งานวิจัยนี้จึงนำเสนออัลกอริทึม PFG2PTT (Page Flow Graph to Path Test Tree) เพื่อให้ได้เส้นทางการทดสอบไปทดสอบลำดับหน้าเว็บเพจของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ การทำงานของอัลกอริทึมนี้เริ่มต้นจากการสร้างกราฟการไหลของหน้าจอซึ่งภายในกราฟประกอบไปด้วยโหนดที่แทนชื่อของหน้าจอ และเส้นเชื่อมระหว่างโหนดที่แทนการกระทำต่าง ๆ เพื่อเปลี่ยนหน้าจอ เช่น การกดปุ่ม เป็นต้น หลังจากที่ได้กราฟการไหลของหน้าจอแล้วให้แปลงกราฟการไหลของหน้าจอเป็นต้นไม้เส้นทางทดสอบ (Path Test Tree) แล้วสร้างเส้นทางการทดสอบเพื่อนำไปทดสอบลำดับของหน้าเว็บเพจ โดยตัวอย่างการทำงานของอัลกอริทึมแสดงได้ดังรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 ตัวอย่างการใช้อัลกอริทึม PFG2PTT แปลงกราฟการไหลของหน้าจอเป็นต้นไม้เส้นทางทดสอบ

จากต้นไม้เส้นทางทดสอบของรูปที่ 2-6 (รูปด้านซ้าย) สามารถสร้างเส้นทางการทดสอบได้ทั้งหมด 3 เส้นทาง คือ

1. Page 1 → Page 2 → Page 3 → Page 2
2. Page 1 → Page 2 → Page 3 → Page 4
3. Page 1 → Page 2 → Page 4

2.2.4 งานวิจัย “A Comparative Study of Web Application Testing and Mobile Application Testing” [12]

งานวิจัยนี้เปรียบเทียบการทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและการทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ว่ามีส่วนที่เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร โดยสามารถเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 คุณสมบัติของการทดสอบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่

คุณสมบัติ	โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ	โปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่
ส่วนต่อประสานกราฟิก (GUI)	หน้าจอขนาดใหญ่	หน้าจอขนาดเล็ก
วงจรชีวิต (Life cycle)	ระบบปฏิบัติการ	ขึ้นอยู่กับระบบเนื่องจากทรัพยากรมีจำนวนจำกัด
การดำเนินการ , การเชื่อมต่อ, หน่วยความจำ (Performance, Network, Memory)	การเชื่อมต่อไม่เสถียร	การเปลี่ยนหน่วยความจำ การเชื่อมต่อทำได้ง่าย
การจัดการพลังงาน (Power Management)	ใช้พลังงานเยอะ	มีการควบคุมการใช้พลังงาน
ภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรม	ภาษาเอชทีเอ็มแอล	ภาษาจาวา, ภาษาเอกซ์เอ็มแอล, ภาษา Swift

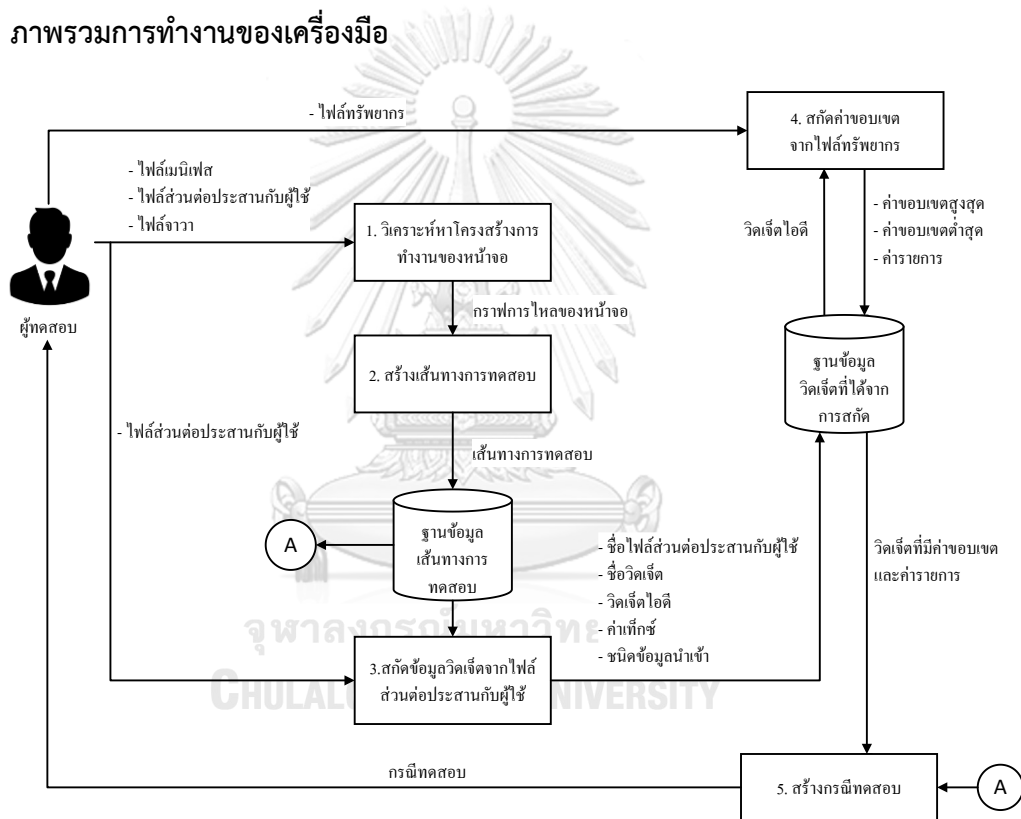
จากตารางที่ 2-3 สรุปได้ว่าคุณสมบัติของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บและคุณสมบัติของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีส่วนที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงไม่สามารถนำวิธีที่ใช้ทดสอบบนโปรแกรมประยุกต์บนเว็บมาทดสอบกับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ทั้งหมด

บทที่ 3

แนวคิดและวิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะอธิบายการวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยจะกล่าวถึงภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ และอธิบายการวิเคราะห์และการออกแบบเครื่องมือด้วยแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพคลาส (Class Diagram) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ



รูปที่ 3-1 ภาพรวมการทำงานของเครื่องมือ

แนวคิดวิธีการทำงานของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แสดงได้ดังรูปที่ 3-1 โดยเริ่มต้นผู้ใช้นําเข้าไฟล์เมนิเฟส ไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ และไฟล์จาวา เครื่องมือจะวิเคราะห์หาโครงสร้างการทำงานของหน้าจอได้เป็นกราฟการไหลของหน้าจอไปสร้างเส้นทางการทดสอบต่อมาเครื่องมือสกัดจะข้อมูลวิดเจ็ตจากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ตามเส้นทางการทดสอบ ซึ่งข้อมูลวิดเจ็ตที่สกัดมาได้ในช่วงตอนนี้ยังไม่มีข้อมูลค่าขอบเขตและค่ารายการ ผู้ใช้จึงต้องนําเข้าไฟล์ทรัพยากรเพื่อสกัดข้อมูลค่าขอบเขตและค่ารายการให้กับวิดเจ็ตนั้น เมื่อวิดเจ็ตมีค่าขอบเขตและค่า

รายการแล้ว เครื่องมือจะสร้างกรณีทดสอบตามเส้นทางการทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์ที่ใช้ค่าขอบเขต

การอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ของแนวคิดจะใช้ตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์คำนวณพื้นที่วงกลม โดยประกอบด้วยหน้าจอการทำงานทั้งหมด 4 หน้าจอ คือ

1. หน้าจอ main_screen : เป็นหน้าจอแรกและหน้าจอหลักของโปรแกรมประยุกต์
2. หน้าจอ radius_screen : เป็นหน้าจอสำหรับระบุค่ารัศมีวงกลม เพื่อใช้คำนวณพื้นที่วงกลม
3. หน้าจอ pi_screen : เป็นหน้าจอสำหรับระบุค่า π เพื่อใช้คำนวณพื้นที่วงกลม
4. หน้าจอ result_screen : เป็นหน้าจอแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณพื้นที่วงกลม

โดยแสดงโครงสร้างการทำงานของหน้าจอทั้งหมดได้ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 โครงสร้างการทำงานของหน้าจอทั้งหมดของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”

จากรูปที่ 3-2 อธิบายโครงสร้างการทำงานของหน้าจอ ได้ดังนี้

- เมื่อกดปุ่ม START ของหน้าจอ main_screen หน้าจอจะเปลี่ยนเป็นหน้าจอ radius_screen
- เมื่อกดปุ่ม NEXT ของหน้าจอ radius_screen หน้าจอจะเปลี่ยนเป็นหน้าจอ pi_screen
- เมื่อกดปุ่ม NEXT ของหน้าจอ pi_screen หน้าจอจะเปลี่ยนเป็นหน้าจอ result_screen
- เมื่อกดปุ่ม BACK ของหน้าจอ pi_screen หน้าจอจะเปลี่ยนเป็นหน้าจอ radius_screen
- เมื่อกดปุ่ม CALCULATE ของหน้าจอ result_screen หน้าจอจะแสดงผลการคำนวณพื้นที่วงกลมตรงข้อความ “xxxx”

- เมื่อกดปุ่ม HOME ของหน้าจอ result_screen หน้าจอจะเปลี่ยนเป็นหน้าจอ main_screen

3.1.1 วิเคราะห์หาโครงสร้างการทำงานของหน้าจอ

การวิเคราะห์หาโครงสร้างการทำงานของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีขั้นตอนดังนี้

3.1.1.1 ค้นหาไฟล์จาวาหลักจากไฟล์เมนิเฟส

ขั้นตอนนี้จะนำไฟล์เมนิเฟสมาค้นหาไฟล์จาวาหลัก ซึ่งไฟล์จาวาหลักคือไฟล์จาวาที่โปรแกรมประยุกต์เรียกใช้งานเป็นไฟล์แรกเมื่อโปรแกรมประยุกต์เริ่มทำงาน โดยดูจากค่าของชื่อแอตทริบิวต์ (Attribute Name) android:name ของ tag <activity> โดยภายใต้ tag <activity> นั้นจะต้องมี tag <action android:name =”android.intent.action.Main”/> อยู่ด้วย

ตัวอย่างไฟล์เมนิเฟสของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” แสดงดังรูปที่ 3-3 พบไฟล์จาวา mainScreenActivity.java เป็นไฟล์จาวาหลัก แสดงตัวอย่างไฟล์ดังรูปที่ 3-4

```

1  <?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
2  <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3      package="com.example.nua.circlecalculator">
4
5
6      <application
7          android:allowBackup="true"
8          android:icon="@mipmap/ic_launcher"
9          android:label="Circle Calculator"
10         android:supportsRtl="true"
11         android:theme="@style/AppTheme">
12         <activity android:name=".MainScreenActivity">
13             <intent-filter>
14                 <action android:name="android.intent.action.MAIN"/>
15                 <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER"/>
16             </intent-filter>
17         </activity>
18
19         <activity android:name=".RadiusScreenActivity"
20             android:screenOrientation="portrait"
21             android:theme="@style/AppTheme" >
22         </activity>
23     </application>
24 </manifest>

```

รูปที่ 3-3 ตัวอย่างไฟล์เมนิเฟส

```

8  public class MainScreenActivity extends AppCompatActivity {
9
10     @Override
11     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
12         super.onCreate(savedInstanceState);
13         setContentView(R.layout.main_screen);
14     }

```

รูปที่ 3-4 ตัวอย่างไฟล์จาวา mainScreenActivity.java

3.1.1.2 ค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าแรกจากไฟล์จาวา

ขั้นตอนนี้จะนำไฟล์จาวาที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วมาค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยดูจากค่าพารามิเตอร์ของคำสั่ง setContentView ในเมทอด onCreate ()

จากไฟล์ MainActivity.java ของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculate” ที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วซึ่งแสดงตัวอย่างไฟล์ดังรูปที่ 3-4 นำมาค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ พบไฟล์ main_screen ซึ่งแสดงตัวอย่างไฟล์ดังรูปที่ 3-5 และตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 3-6

```

1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3   xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
4   android:layout_width="match_parent"
5   android:layout_height="match_parent"
6   android:orientation="vertical"
7   android:weightSum="1"
8   tools:context="com.example.nua.circlecalculator.MainActivity">
9
10  <TextView
11     android:id="@+id/main_screen_textView"
12     android:layout_width="fill_parent"
13     android:layout_height="wrap_content"
14     android:layout_margin="0dp"
15     android:layout_weight="0.46"
16     android:gravity="bottom|center_vertical|center_horizontal"
17     android:text="Circle Area"
18     android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
19     android:textSize="25sp"
20  >

```

รูปที่ 3-5 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ main_screen



รูปที่ 3-6 ตัวอย่างหน้าจอ main_screen

3.1.1.3 ค้นหาปุ่มที่ใช้เปิดหน้าต่างถัดไป

ขั้นตอนนี้จะนำไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ได้จากขั้นตอนที่แล้วมาค้นหาปุ่มที่ใช้เปิดหน้าต่างถัดไป โดยค้นหาปุ่มจากการค้นหา tag <Button> และค้นหาแอคชัน (Action) ของปุ่มจากค่าของชื่อแอตทริบิวต์ android:onClick หลังจากนั้นไปที่แอคชันของปุ่มที่อยู่ในไฟล์จาวาเพื่อตรวจสอบรายละเอียดของแอคชันโดยดูที่คำสั่ง Intent ว่ามีการเรียกใช้คลาสจาวาคลาสอื่นหรือไม่ ถ้ามีแสดงว่าปุ่มนั้นเปิดหน้าต่างถัดไปได้

จากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ main_screen ที่ได้จากขั้นตอนที่แล้ว แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 3-7 พบปุ่ม START ที่มีแอคชันชื่อ goToRadiusScreen

```

33 <Button
34     android:id="@+id/main_screen_button"
35     android:layout_width="match_parent"
36     android:layout_height="wrap_content"
37     android:layout_gravity="center_horizontal"
38     android:layout_margin="30dp"
39     android:layout_weight="0.03"
40     android:onClick="goToRadiusScreen"
41     android:text="Start"
42     android:textSize="30sp"
43 />
44 </LinearLayout>

```

รูปที่ 3-7 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ main_screen

ไปที่แอคชัน goToRadiusScreen ที่อยู่ในไฟล์ MainActivity.java ซึ่งแสดงตัวอย่างไฟล์ดังรูปที่ 3-8 ดูที่คำสั่ง Intent พบว่ามีการเรียกใช้คลาสจาวาชื่อ RadiusScreenActivity แสดงว่าปุ่ม START สามารถเปิดหน้าต่างไปได้

```

8 public class MainActivity extends AppCompatActivity {
9
10     @Override
11     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
12         super.onCreate(savedInstanceState);
13         setContentView(R.layout.main_screen);
14     }
15
16     public void goToRadiusScreen(View view) {
17         Intent intent = new Intent(MainActivity.this, RadiusScreenActivity.class);
18         startActivity(intent);
19     }
20 }

```

รูปที่ 3-8 ตัวอย่างแอคชัน goToRadiusScreen ในไฟล์ MainActivity.java

3.1.1.4 ค้นหาไฟล์จาวาจากแอคชันของปุ่ม

ขั้นตอนนี้จะเปิดไฟล์จาวาที่มีชื่อไฟล์ตรงกับชื่อคลาสจาวาคลาสอื่นที่อยู่ในคำสั่ง Intent ที่อยู่ในแอคชันของปุ่ม

จากตัวอย่างแอคชัน goToRadiusScreen ของปุ่ม START ที่อยู่ในไฟล์ MainActivity.java ที่แสดงดังรูปที่ 3-8 เปิดไฟล์จาวาชื่อ RadiusScreenActivity.java แสดงตัวอย่างไฟล์ดังรูปที่ 3-9

```

12 public class RadiusScreenActivity extends AppCompatActivity {
13     @Override
14     protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
15         super.onCreate(savedInstanceState);
16         setContentView(R.layout.radius_screen);
17     }

```

รูปที่ 3-9 ตัวอย่างไฟล์จาวา RadiusScreenActivity.java

3.1.1.5 ค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หน้าถัดไปจากไฟล์จาวา

ขั้นตอนนี้จะนำไฟล์จาวาที่เปิดได้จากขั้นตอนที่แล้วมาค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ โดยดูจากค่าพารามิเตอร์ของคำสั่ง `setContentView` ในเมทอด `oncreate ()`

จากตัวอย่างไฟล์จาวา `RadiusScreenActivity.java` ที่แสดงดังรูปที่ 3-9 นำมาค้นหาไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ พบไฟล์ `radius_screen` ซึ่งแสดงตัวอย่างไฟล์ดังรูปที่ 3-10 และตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 3-11

```

2  <LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3      xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
4      android:layout_width="match_parent"
5      android:layout_height="match_parent"
6      android:orientation="vertical"
7      android:weightSum="1">
8
9      <LinearLayout
10         android:layout_width="match_parent"
11         android:layout_height="wrap_content"
12         android:layout_margin="10dp"
13         android:layout_weight="0.37"
14         android:orientation="horizontal">
15
16         <TextView
17             android:id="@+id/radius_screen_textView"
18             android:layout_width="fill_parent"
19             android:layout_height="match_parent"
20             android:layout_margin="0dp"
21             android:gravity="bottom"

```

รูปที่ 3-10 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ `radius_screen`



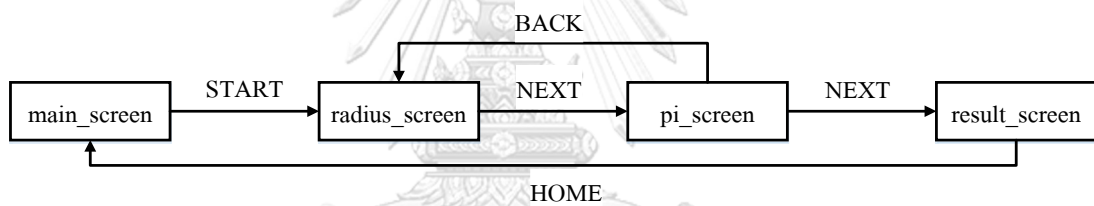
รูปที่ 3-11 หน้าจอ `radius_screen`

จากตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” สามารถแสดงโครงสร้างการทำงานจากหน้าจอ `main_screen` ไปหาหน้าจอ `radius_screen` ได้ดังรูปที่ 3-12



รูปที่ 3-12 โครงสร้างการทำงานจากหน้าจอ main_screen ไปหาหน้าจอ radius_screen

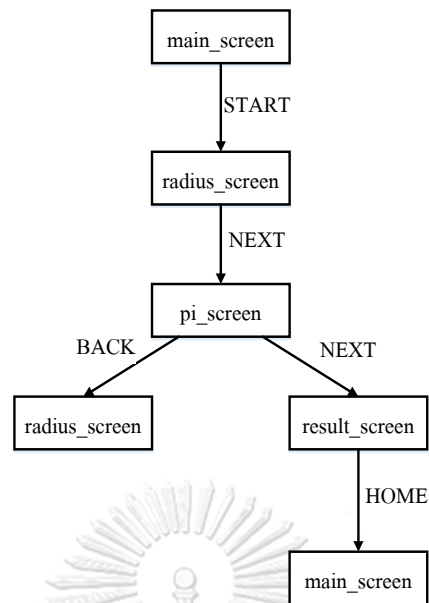
ทำซ้ำขั้นตอน 3.1.1.2 ถึง 3.1.1.5 จนกระทั่งไม่มีปุ่มที่ใช้เปิดหน้าต่างต่อไปแล้ว จะได้กราฟการไหลของหน้าจอเป็นผลลัพธ์ ซึ่งจากตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” กราฟการไหลของหน้าจอทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 3-13



รูปที่ 3-13 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”

3.1.2 สร้างเส้นทางการทดสอบ

ขั้นตอนนี้จะนำกราฟการไหลของหน้าจอมาสร้างเป็นต้นไม้เส้นทางทดสอบ จากรูปที่ 3-13 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” สามารถสร้างต้นไม้เส้นทางทดสอบ ได้ดังรูปที่ 3-14



รูปที่ 3-14 ต้นไม้เส้นทางทดสอบ

สามารถสร้างเส้นทางการทดสอบจากรูปที่ 3-14 ได้ทั้งหมด 2 เส้นทาง คือ

1. main_screen → radius_screen → pi_screen → radius_screen
2. main_screen → radius_screen → pi_screen → result_screen → main_screen

3.1.3 สกัดข้อมูลวิดเจ็ตจากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

ในขั้นตอนนี้จะนำไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ มาสกัดข้อมูลวิดเจ็ตโดยใช้เอกซ์เอ็มแอลพาร์ซเซอร์ (XML Parser) โดยข้อมูลวิดเจ็ตที่จะสกัดมีดังนี้

- 1) ชื่อไฟล์ (User Interface File Name) คือ ชื่อไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 2) ชื่อวิดเจ็ต (Widget Name) คือ ชื่อ tag ที่อยู่ในไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 3) วิดเจ็ตไอดี (Widget ID) คือ ค่าประจำตัวของ tag
- 4) ค่าเท็กซ์ (Text Value) คือ ข้อความที่แสดงของ tag
- 5) ชนิดข้อมูลนำเข้า (Input Type) คือ ชนิดข้อมูลนำเข้าของ tag

ตัวอย่างหน้าจอ radius_screen ของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” แสดงดังรูปที่ 3-15 และตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แสดงดังรูปที่ 3-16



รูปที่ 3-15 ตัวอย่างหน้าจอ radius_screen ของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”

```

28 <LinearLayout
29     android:layout_width="match_parent"
30     android:layout_height="wrap_content"
31     android:layout_gravity="center_horizontal"
32     android:layout_margin="10dp"
33     android:orientation="horizontal">
34
35     <TextView
36         android:id="@+id/radius_screen_textView2"
37         android:layout_width="wrap_content"
38         android:layout_height="wrap_content"
39         android:layout_margin="10dp"
40         android:text="Radius : "
41         android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
42         android:textSize="30sp"
43         android:textStyle="normal|bold"/>
44
45     <EditText
46         android:id="@+id/radius_screen_editText"
47         style="@android:style/Widget.DeviceDefault.Light.AutoCompleteTextView"
48         android:layout_width="fill_parent"
49         android:layout_height="wrap_content"
50         android:layout_margin="10dp"
51         android:inputType="number"
52         android:selectAllOnFocus="false"/>
53
54 </LinearLayout>

```

รูปที่ 3-16 ตัวอย่างไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ radius_screen

```

35 <TextView
36     android:id="@+id/radius_screen_textView2"
37     android:layout_width="wrap_content"
38     android:layout_height="wrap_content"
39     android:layout_margin="10dp"
40     android:text="Radius : "
41     android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
42     android:textSize="30sp"
43     android:textStyle="normal|bold"/>
44
45 <EditText
46     android:id="@+id/radius_screen_editText"
47     style="@android:style/Widget.DeviceDefault.Light.AutoCompleteTextView"
48     android:layout_width="fill_parent"
49     android:layout_height="wrap_content"
50     android:layout_margin="10dp"
51     android:inputType="number"
52     android:selectAllOnFocus="false"/>

```

รูปที่ 3-17 ตัวอย่าง tag EditText ในไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ radius_screen

จากรูปที่ 3-17 แสดงตัวอย่าง tag EditText ในไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของหน้าจอ radius_screen เมื่อนำมาสกัดข้อมูลวิดิเจ็ตจะได้ข้อมูลของวิดิเจ็ตดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ตารางแสดงข้อมูลของวิดเจ็ตที่สกัดได้จากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

สิ่งที่ต้องสกัดจากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้	ค่าที่สกัดได้จากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
ชื่อไฟล์	radius_screen
ชื่อวิดเจ็ต	EditText
วิดเจ็ตไอดี	radius_screen_editText
ค่าเท็กซ์	Radius
ชนิดข้อมูลเข้า	number

3.1.4 สกัดค่าขอบเขตจากไฟล์ทรัพยากร

ในขั้นตอนนี้จะสกัดข้อมูลของวิดเจ็ตเพิ่มเติมจากไฟล์ทรัพยากรเพื่อกำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดให้กับวิดเจ็ต สำหรับวิดเจ็ตที่ไม่มีการกำหนดค่าขอบเขตในไฟล์ทรัพยากร เครื่องมือจะให้ผู้ใช้กำหนดค่าขอบเขตด้วยตนเอง โดยข้อมูลที่สกัดจากไฟล์ทรัพยากร มีดังนี้

- 1) ชื่อ (Name) คือ ชื่อของค่าขอบเขตหรือคำรายการ ซึ่งตรงกับ วิดเจ็ตไอดี
- 2) ชนิดข้อมูล (Format) คือ ชนิดของค่าขอบเขต
- 3) ค่าขอบเขตต่ำสุด (Min)
- 4) ค่าขอบเขตสูงสุด (Max)
- 5) คำรายการ (List) คือ ค่าต่าง ๆ ที่อยู่ในวิดเจ็ต Spinner

ตัวอย่างไฟล์ทรัพยากรของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” แสดงได้ดังรูปที่

3-18

```

1 <resources>
2
3     <item name="radius_screen_editText_minlenght" type="integer" format="string">1</item>
4     <item name="radius_screen_editText_maxlenght" type="integer" format="string">5</item>
5
6     <string-array name="radius_screen_spinner_array">
7         <item>Monday</item>
8         <item>Tuesday</item>
9         <item>Wednesday</item>
10        <item>Thursday</item>
11        <item>Friday</item>
12    </string-array>
13
14 </resources>

```

รูปที่ 3-18 ตัวอย่างไฟล์ทรัพยากรของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”

วิธีการสกัดค่าจะใช้เอกซ์เอ็มแอล พาร์ซเซอร์ โดยค่าขอบเขตดูจาก tag <item> และค่ารายการดูจาก tag <spinner-array>

```
3 <item name="radius_screen_editText_minLength" type="integer" format="string">1</item>
4 <item name="radius_screen_editText_maxLength" type="integer" format="string">5</item>
```

รูปที่ 3-19 ตัวอย่างค่าขอบเขตที่มากที่สุด และค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดในไฟล์ทรัพยากร

จากรูปที่ 3-19 เมื่อสกัดค่าขอบเขตจากไฟล์ทรัพยากรแล้ว จะได้ข้อมูลที่สกัดแล้วเป็นดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ตารางแสดงข้อมูลค่าขอบเขตที่สกัดได้จากไฟล์ทรัพยากร

สิ่งที่ต้องสกัดจากไฟล์ทรัพยากร	ค่าที่สกัดได้จากไฟล์ทรัพยากร
ชื่อ	radius_screen_editText
ชนิดข้อมูล	String
ค่าขอบเขตต่ำสุด	1
ค่าขอบเขตสูงสุด	5

```
6 <string-array name="radius_screen_spinner_array">
7 <item>Monday</item>
8 <item>Tuesday</item>
9 <item>Wednesday</item>
10 <item>Thursday</item>
11 <item>Friday</item>
12 </string-array>
```

รูปที่ 3-20 ตัวอย่างค่ารายการของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”

จากรูปที่ 3-20 เมื่อสกัดค่ารายการจากไฟล์ทรัพยากรแล้ว จะได้ข้อมูลเป็นดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ตารางแสดงข้อมูลค่ารายการที่สกัดได้จากไฟล์ทรัพยากร

สิ่งที่ต้องสกัดจากไฟล์ทรัพยากร	ค่าที่สกัดได้จากไฟล์ทรัพยากร
ชื่อ	radius_screen_spinner_array
ค่ารายการ	Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday

ตารางที่ 3-4 ตัวอย่างข้อมูลของวิดเจ็ต EditText ที่เติมค่าขอบเขตสูงสุด และค่าขอบเขตต่ำสุด

คุณสมบัติ	ค่าที่คุณสมบัติ
ชื่อไฟล์	radius_screen
ชื่อวิดเจ็ต	EditText
วิดเจ็ตไอดี	radius_screen_editText
ค่าเท็กซ์	Radius
ชนิดข้อมูลเข้า	number
ค่าขอบเขตต่ำสุด	1
ค่าขอบเขตสูงสุด	5

จากตารางที่ 3-4 แสดงข้อมูลวิดเจ็ต EditText ที่เติมค่าขอบเขตสูงสุด และค่าขอบเขตต่ำสุดแล้ว ซึ่งสามารถนำวิดเจ็ตนี้ไปสร้างกรณีสอบได้

3.1.5 สร้างกรณีสอบ

เครื่องมือจะนำข้อมูลของวิดเจ็ตมาพิจารณาว่าเป็นวิดเจ็ตชนิดใด รวมถึงค่าขอบเขตต่ำสุด และค่าขอบเขตสูงสุดเพื่อนำมาสร้างข้อมูลทดสอบ ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การสร้างข้อมูลทดสอบ

ชนิดวิดเจ็ต	เหตุการณ์ (Event)	ช่วงค่าขอบเขตของข้อมูลนำเข้า (Input Data)	
		ค่าต่ำสุด (Min)	ค่าสูงสุด (Max)
Button	Click, -	-	-
EditText	Enter	ความยาวของตัวอักษรที่น้อยที่สุด	ความยาวของตัวอักษรที่มากที่สุด
Checkbox	Check, -	-	-
RadioButton	Check, -	-	-
ToggleButton	Click, -	-	-
Spinner	Enter	-	-
DatePicker	Enter	ค่าวันที่ที่ต่ำสุด	ค่าวันที่ที่มากที่สุด
TimePicker	Enter	ค่าเวลาที่ต่ำสุด	ค่าเวลาที่มากที่สุด

แสดงตัวอย่างการสร้างข้อมูลทดสอบตามชนิดของวิดเจ็ตได้ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ตัวอย่างการสร้างข้อมูลทดสอบ

ชนิดวิดเจ็ต	ช่วงค่าขอบเขตของข้อมูลนำเข้า		ค่ารายการ	ค่าขอบเขต	ข้อมูลนำเข้า	เหตุการณ์
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด				
Button	-	-	-	-	-	Click
EditText	5	10	-	min-	a	Enter
				min	abcde	
				nom	abcdefgh	
				max	abcdefghij	
				max+	abcdefghijkl	
Checkbox	-	-	-	-	-	Check
RadioButton	-	-	-	-	-	Check
ToggleButton	-	-	-	-	-	Click
Spinner	-	-	Male, Female	-	Male	Enter
DatePicker	01/10/2017	30/10/2017	-	min-	31/09/2017	Enter
				min	01/10/2017	
				nom	15/10/2017	
				max	30/10/2017	
				max+	31/10/2017	
TimePicker	10:00	11:00	-	min-	09:59	Enter
				min	10:00	
				nom	10:30	
				max	11:00	
				max+	11:01	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลังจากที่เครื่องมือทำขั้นตอนที่ 3.1.1.1 ถึง 3.1.1.5 เสร็จแล้ว เครื่องมือจะนำเส้นทางการทดสอบและข้อมูลทดสอบของวิดเจ็ตมาสร้างกรณีทดสอบ โดยกรณีทดสอบประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ชื่อโปรแกรมประยุกต์ (Application Name)
2. หมายเลขกรณีทดสอบ (Test Case ID)
3. เส้นทางการทดสอบ (Test Path)
4. ขั้นตอนการทดสอบ (Test Step)
5. หน้าจอปัจจุบัน (Current Screen) และ หน้าจอถัดไป (Next Screen)
6. ชนิดของวิดเจ็ต (Type Widget)
7. ค่าเท็กซ์ (Text Value)
8. เหตุการณ์สำหรับวิดเจ็ต (Event)
9. ข้อมูลนำเข้า (Input Data)
10. ผลควาหวัง (Expected Output)

ตัวอย่างกรณีทดสอบตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator” ตามเส้นทางการทดสอบ main_screen → radius_screen → pi_screen → result_screen → main_screen แสดงได้ดังตารางที่ 3-7

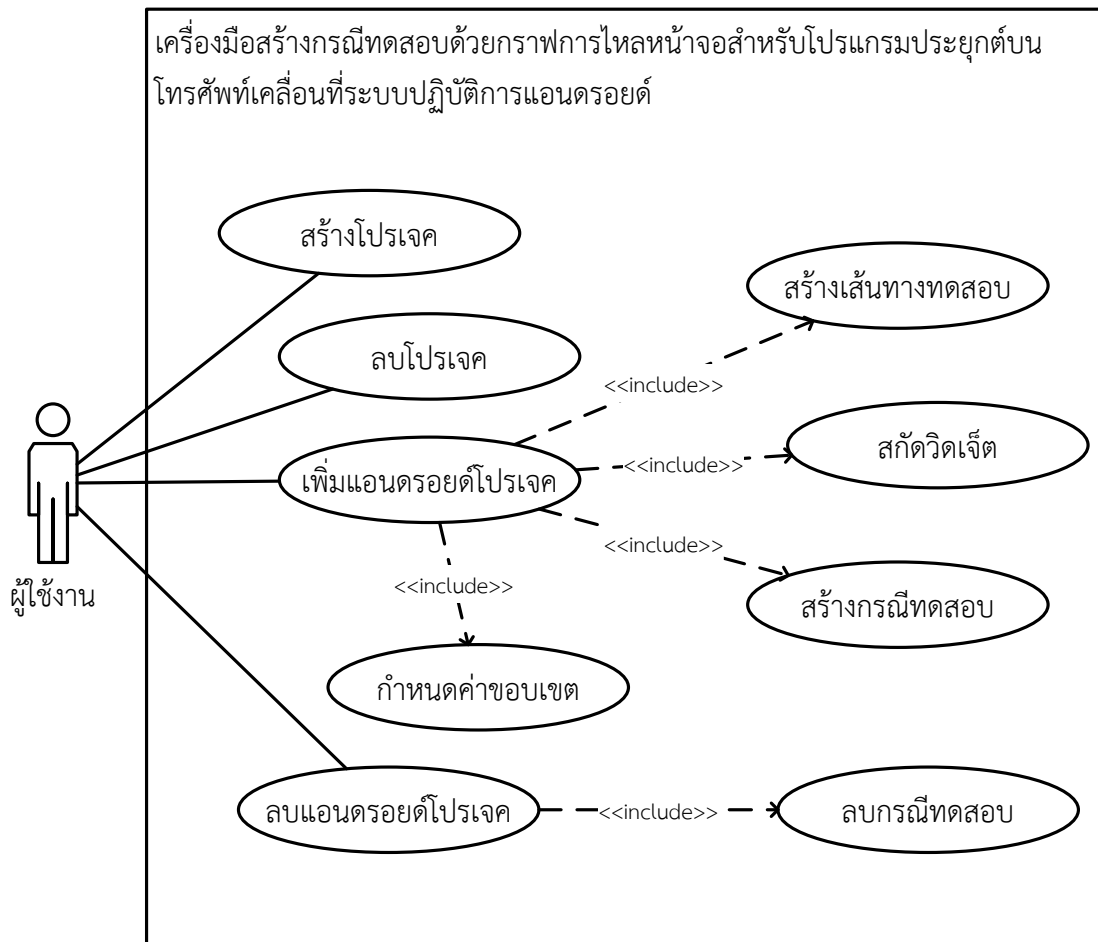
ตารางที่ 3-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ “Circle Calculator”

Application Name		CirCle Calculator		Test Case ID	TC-1	
Test Path		main_screen > radius_screen > pi_screen > result_screen > main_screen				
Data / Event						
Test Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	main_screen	radius_screen	Button	Start	Click	-
2	radius_screen	pi_screen	EditText	Radius	Enter	10
			Button	Next	Click	-
3	pi_screen	result_screen	RadioButton	22/7	-	
			RadioButton	3.14	Click	-
			Button	Next	Click	-
4	result_screen	main_screen	Button	Calculate	Click	-
			Button	Home	Click	-
Expected Output		VALID				

ตารางที่ 3-7 เป็นเพียงหนึ่งในตัวอย่างผลลัพธ์จากการสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จากขั้นตอนก่อนหน้า

3.2 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ

3.2.1 แผนภาพยูสเคส



รูปที่ 3-21 แผนภาพยูสเคส
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนภาพยูสเคสเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงการทำงานของเครื่องมือที่ผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องมีปฏิสัมพันธ์กับตัวเครื่องมือ โดยแผนภาพยูสเคสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แสดงดังรูปที่ 3-21 ซึ่งประกอบไปด้วย 9 ยูสเคส คือ ยูสเคสสำหรับการสร้างโปรเจกต์ แสดงได้ดังตารางที่ 3-8 ยูสเคสสำหรับลบโปรเจกต์แสดงได้ดังตารางที่ 3-9 ยูสเคสสำหรับการเพิ่มแอนดรอยด์โปรเจกต์แสดงได้ดังตารางที่ 3-10 ยูสเคสการลบแอนดรอยด์โปรเจกต์แสดงได้ดังตารางที่ 3-12 ยูสเคสการสกัดวีดิเจ็ตแสดงได้ดังตารางที่ 3-13 ยูสเคสการกำหนดค่าขอบเขตแสดงได้ดังตารางที่ 3-14 ยูสเคสการสร้างกรณีทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 3-15 ยูสเคสการลบกรณีทดสอบแสดงได้ดัง ตารางที่ 3-16 ยูสเคสการสร้างเส้นทางทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 3-17

ตารางที่ 3-8 รายละเอียดคุณสมบัติการสร้างโปรเจก

ชื่อคุณสมบัติ	การสร้างโปรเจก
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดคุณสมบัติ	สร้างโปรเจกใหม่
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้คลิก Menu File 2. เลือก New Project 3. ใส่ชื่อโปรเจก กดปุ่ม OK 4. เครื่องมือสร้างไฟล์เตอร์โปรเจก
เงื่อนไขภายหลัง	ชื่อโปรเจกที่สร้างใหม่จะต้องไม่ซ้ำกับชื่อโปรเจกที่มีอยู่เดิม

ตารางที่ 3-9 รายละเอียดคุณสมบัติการลบโปรเจก

ชื่อคุณสมบัติ	การลบโปรเจก
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดคุณสมบัติ	ลบโปรเจก
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. คลิกขวาที่โปรเจกที่ต้องการลบ 2. เลือก Delete 3. กดปุ่ม OK 4. เครื่องมือลบไฟล์เตอร์โปรเจก
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-10 รายละเอียดคุณสมบัติการเพิ่มแอนดรอย์โปรเจก

ชื่อคุณสมบัติ	การเพิ่มแอนดรอย์โปรเจก
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดคุณสมบัติ	เลือกแอนดรอย์โปรเจกที่ต้องการทดสอบ
ความสัมพันธ์	<p>Include : สกัดวีดิเจ็ต</p> <p>กำหนดค่าขอบเขต</p> <p>สร้างกรณีทดสอบ</p> <p>สร้างเส้นทางการทดสอบ</p>
เงื่อนไขก่อนหน้า	เลือกโปรเจกจากรายการโปรเจก

ตารางที่ 3-11 รายละเอียดขั้นตอนการเพิ่มแอนดรอย์โปรเจก (ต่อ)

ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้กดปุ่ม Browse 2. เลือกแอนดรอย์โปรเจกที่ต้องการทดสอบ 3. กดปุ่ม OK 4. เครื่องมือสร้างกราฟการไหลของหน้าจอ เส้นทางทดสอบ และค่าขอบเขต
เงื่อนไขภายหลัง	ถ้าไม่พบแอนดรอย์โปรเจก แจ้งเตือนผู้ใช้งานว่านำเข้าแอนดรอย์โปรเจกไม่ถูกต้อง

ตารางที่ 3-12 รายละเอียดขั้นตอนการลบแอนดรอย์โปรเจก

ชื่อยูสเคส	การลบแอนดรอย์โปรเจก
แอกเตอร์	ผู้ใช้งาน
รายละเอียดยูสเคส	ลบแอนดรอย์โปรเจก
ความสัมพันธ์	Include : ลบกรณีทดสอบ
เงื่อนไขก่อนหน้า	-
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. คลิกขวาที่แอนดรอย์โปรเจกที่ต้องการลบ 2. เลือก Delete 3. กดปุ่ม OK
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-13 รายละเอียดขั้นตอนการสกัดวีดิทัศน์มหาวิทยาลัย

ชื่อยูสเคส	การสกัดวีดิทัศน์
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดยูสเคส	สกัดข้อมูลวีดิทัศน์จากส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ผู้ใช้นำเข้าแอนดรอย์โปรเจก
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> 1. อ่านแท็กวีดิทัศน์จากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ 2. สกัดข้อมูลวีดิทัศน์และบันทึกข้อมูลวีดิทัศน์ 3. สร้างรายการวีดิทัศน์ตามวีดิทัศน์ที่ปรากฏอยู่บนส่วนต่อประสานผู้ใช้
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-14 รายละเอียดคุณลักษณะการกำหนดค่าขอบเขต

ชื่อคุณลักษณะ	การกำหนดค่าขอบเขต
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดคุณลักษณะ	กำหนดค่าขอบเขตสำหรับสร้างกรณีทดสอบ
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	มีวิดิเจ็ตบนส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่อยู่บนเส้นทางการทดสอบ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> อ่านค่าขอบเขตจากไฟล์ทรัพยากร สกัดค่าขอบเขตของวิดิเจ็ตและบันทึกข้อมูลวิดิเจ็ต แสดงค่าขอบเขตของวิดิเจ็ต <ol style="list-style-type: none"> วิดิเจ็ตที่มีค่าขอบเขต ผู้ใช้สามารถแก้ไขค่าขอบเขตได้ วิดิเจ็ตที่ไม่มีขอบเขต ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าขอบเขตใหม่ด้วยตนเองหรือกำหนดค่าแบบสุ่ม
เงื่อนไขภายหลัง	ถ้ากำหนดค่าขอบเขตไม่ครบทุกวิดิเจ็ต แจ้งเตือนผู้ใช้งานให้กำหนดค่าขอบเขต

ตารางที่ 3-15 รายละเอียดคุณลักษณะการสร้างกรณีทดสอบ

ชื่อคุณลักษณะ	การสร้างกรณีทดสอบ
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดคุณลักษณะ	สร้างกรณีทดสอบจากส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ตามเส้นทางการทดสอบ
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	มีวิดิเจ็ตบนส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และมีเส้นทางการทดสอบ
ขั้นตอน	<ol style="list-style-type: none"> ค้นหาชนิดวิดิเจ็ต สร้างข้อมูลทดสอบตามชนิดของวิดิเจ็ตและตามค่าขอบเขตที่กำหนด
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-16 รายละเอียดคุณลักษณะการลบกรณีทดสอบ

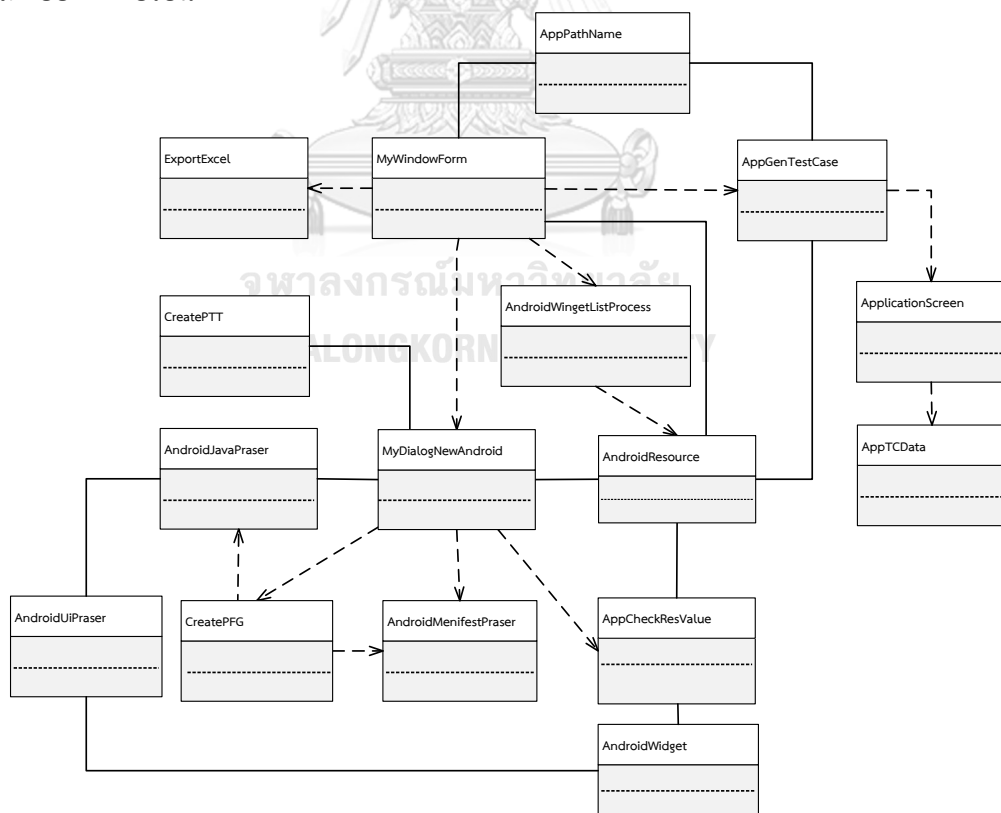
ชื่อคุณลักษณะ	การลบกรณีทดสอบ
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดคุณลักษณะ	ลบกรณีทดสอบ
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	ลบแอนดรอย์โปรเจค
ขั้นตอน	ลบกรณีทดสอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดของแอนดรอย์โปรเจค
เงื่อนไขภายหลัง	-

ตารางที่ 3-17 รายละเอียดคุณลักษณะการสร้างเส้นทางการทดสอบ

ชื่อคุณลักษณะ	การสร้างเส้นทางการทดสอบ
แอกเตอร์	เครื่องมือ
รายละเอียดคุณลักษณะ	สร้างเส้นทางการทดสอบของแอนดรอยด์โปรเจกต์
ความสัมพันธ์	-
เงื่อนไขก่อนหน้า	เพิ่มแอนดรอยด์โปรเจกต์
ขั้นตอน	สร้างเส้นทางการทดสอบตามลำดับหน้าจอของแอนดรอยด์โปรเจกต์ที่ต้องการทดสอบ
เงื่อนไขภายหลัง	-

3.2.2 แผนภาพคลาส

แผนภาพคลาสเป็นแผนภาพที่แสดงโครงสร้างการทำงานและความสัมพันธ์ระหว่างคลาสสำหรับแผนภาพคลาสของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3-22 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 3-22 แผนภาพคลาส

- 1) คลาส MyWindowForm คือคลาสแสดงข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องมือ เช่น ชื่อโปรเจค ชื่อโปรแกรมประยุกต์ เส้นทางการทดสอบ และชื่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แสดงดังรูปที่ 3-23

MyWindowForm
projectName : String appName : String pathName_List : List<AppPathName> page : List<String>

รูปที่ 3-23 คลาส MyWindowForm

- 2) คลาส MyDialogNewAndroid คือคลาสที่เก็บข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3-24

MyDialogNewAndroid
androidJavaPraserList : List<AndroidJavaPraser> xmlList : List<String> widgetList : ArrayList<AndroidWidget> resourceList : ArrayList<AndroidResource>

รูปที่ 3-24 คลาส MyDialogNewAndroid

- 3) คลาส AndroidMenifestPraser คือคลาสที่เก็บข้อมูลที่สกัดจากไฟล์เมนิเฟส เช่น ชื่อโปรแกรมประยุกต์ ชื่อไฟล์จาวาหลัก เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 3-25

AndroidMenifestPraser
packKage : String javaMain : String newProjectName : String javaList : List<String>
+ findApplicationName(File androidMenifestFie)

รูปที่ 3-25 คลาส AndroidMenifestPraser

- 4) คลาส `AndroidJavaPraser` คือคลาสที่เก็บข้อมูลที่สกัดจากไฟล์จาวา เช่น คำสั่ง `Intent` แสดงดังรูปที่ 3-26

AndroidJavaPraser
nameFile : String xmlNameFile : String intentList : List<IntentProperty> androidUiPraser : AndroidUiPraser

รูปที่ 3-26 คลาส `AndroidJavaPraser`

- 5) คลาส `AndroidUiPraser` คือคลาสที่เก็บข้อมูลที่สกัดจากไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ เช่น ชื่อส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ ข้อมูลวิดเจ็ต เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 3-27

AndroidUiPraser
name : String widgetList : List<AndroidWidget>
+normalizeWidgetList()

รูปที่ 3-27 คลาส `AndroidUiPraser`

- 6) คลาส `AndroidResource` คือคลาสที่เก็บข้อมูลค่าขอบเขตและค่ารายการที่สกัดจากไฟล์ทรัพยากร แสดงดังรูปที่ 3-28

AndroidResource
type : String name : String value : String screen : String textValue : String typeWidget : String

รูปที่ 3-28 คลาส `AndroidResource`

7) คลาส AndroidWidget คือคลาสที่เก็บข้อมูลของวิดเจ็ต แสดงดังรูปที่ 3-29

AndroidWidget
xmlName : String widgetName : String widgetID : String textValue : String hint : String inputType : String onclick : String listData : String minBoundary : String maxBoundary : String changePage : boolean

รูปที่ 3-29 คลาส AndroidWidget

8) คลาส AppCheckResValue คือคลาสตรวจสอบว่าแต่ละวิดเจ็ตมีค่าขอบเขตหรือไม่ และสุ่มค่าขอบเขต แสดงดังรูปที่ 3-30

AppCheckResValue
resourceList : ArrayList<AndroidResource> widgetList : ArrayList<AndroidWidget>
+ checkResValue(ArrayList<AndroidWidget> widgetList, ArrayList<AndroidWidget> widgetList_resource, String path, String fileName)

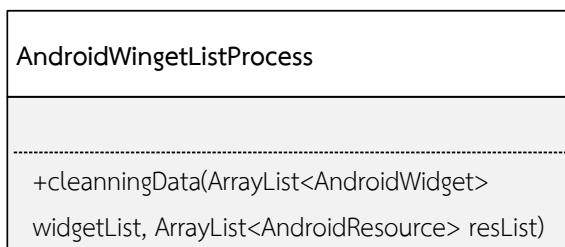
รูปที่ 3-30 คลาส AppCheckResValue

9) คลาส AppPathName คือคลาสที่เก็บข้อมูลของเส้นทางการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3-31

AppPathName
pathName : String

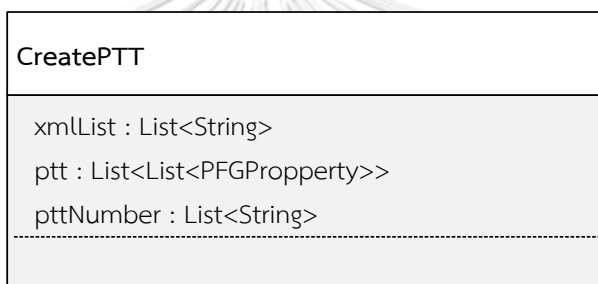
รูปที่ 3-31 คลาส AppPathName

- 10) คลาส `AndroidWingetListProcess` คือคลาสจับคู่วิดเจ็ตกับค่าขอบเขต และค่ารายการที่สามารถจับคู่กันได้ แสดงดังรูปที่ 3-32



รูปที่ 3-32 คลาส `AndroidWingetListProcess`

- 11) คลาส `CreatePTT` คือคลาสสร้างต้นไม้เส้นทางการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3-33



รูปที่ 3-33 คลาส `CreatePTT`

- 12) คลาส `CreatePFG` คือคลาสสร้างกราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ แสดงดังรูปที่ 3-34



รูปที่ 3-34 คลาส `CreatePFG`

13) คลาส AppGenTestCase คือคลาสสร้างกรณีทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3-35

AppGenTestCase
printTestCase_all : List<AppPrintTestCase> pathName_List : List<AppPathName> resourceList : List<AndroidResource> newProjectName : String ptt : List<List<PFGProperty>> widgetList : ArrayList<AndroidWidget>
+ generateViewTC()

รูปที่ 3-35 คลาส AppGenTestCase

14) คลาส ApplicationScreen คือคลาสที่เก็บข้อมูลวิดเจ็ตและกรณีทดสอบของไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แสดงดังรูปที่ 3-36

ApplicationScreen
screenFile : File resourceFile : File screenName : String min_invalidTestCase : ArrayList<AppScreenTestCase> validTestCase : ArrayList<AppScreenTestCase> max_invalidTestCase : ArrayList<AppScreenTestCase> widgetList : ArrayList<AndroidWidget>
+getExtraction(String showpath ,String nameButtonClick, String nextScreen,ArrayList<AndroidWidget> widgetList)

รูปที่ 3-36 คลาส ApplicationScreen

15) คลาส AppTCData คือคลาสที่เก็บข้อมูล Input Data ของแต่ละวิดเจ็ตในกรณีทดสอบ แสดงดังรูปที่ 3-37

AppTCDATA
limit_Min_Minus : String limit_Min : String limit_Min_Plus : String limit_Norm : String limit_Max : String limit_Max_Minus : String limit_Max_Plus : String
+getButton(AndroidWidget wid,String nameButtonClick) +getEditText(AndroidWidget wid, String limit) +getCheckBox() +getRadioButton(AndroidWidget wid) +getToggle() +getSpinner(AndroidWidget wid) +getDatePicker(AndroidWidget wid) +getTimePicker(AndroidWidget wid) +getNumberPicker(AndroidWidget wid)

รูปที่ 3-37 คลาส AppTCDATA

- 16) คลาส ExportExcel คือคลาสบันทึกและจัดเก็บกรณีทดสอบในรูปแบบไฟล์เอ็กเซล แสดงดังรูปที่ 3-38

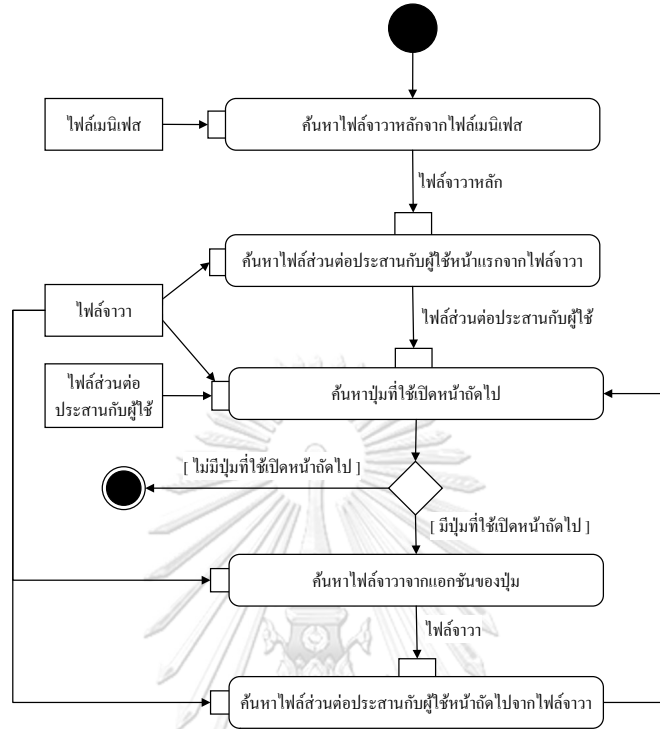
ExportExcel
+ generateExcel(List<String> ptt_show, String newProjectName,List<AppPrintTestCase> printTestCase_all,HashMap<String, Integer> pathName)

รูปที่ 3-38 คลาส ExportExcel

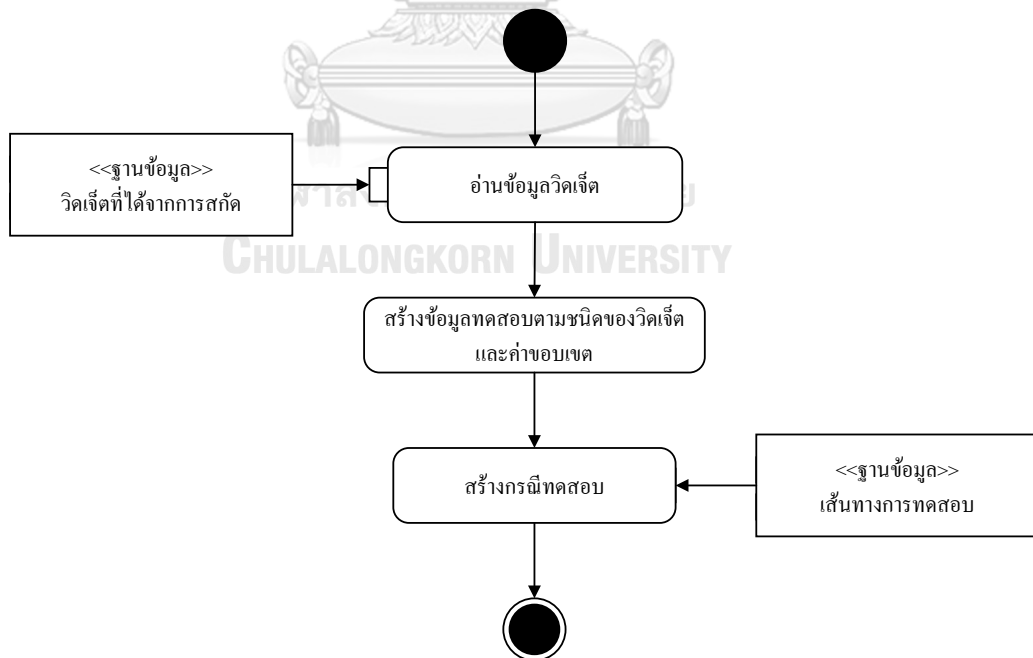
3.2.3 แผนภาพกิจกรรม

แผนภาพกิจกรรมเป็นแผนภาพที่ใช้แสดงขั้นตอนการทำกิจกรรมของกระบวนการทำงานของเครื่องมือ โดยเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ประกอบด้วยแผนภาพกิจกรรม 2 แผนภาพ คือ

แผนภาพการวิเคราะห์หาโครงสร้างการทำงานของหน้าจอดังรูปที่ 3-39 และแผนภาพการสร้างกรณีทดสอบทดสอบดังรูปที่ 3-40



รูปที่ 3-39 แผนภาพการวิเคราะห์หาโครงสร้างการทำงานของหน้าจอ

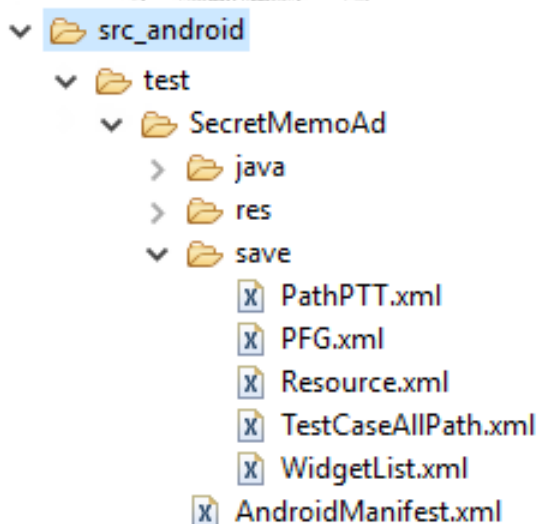


รูปที่ 3-40 แผนภาพการสร้างกรณีทดสอบ

3.2.4 โครงสร้างไฟล์

โครงสร้างข้อมูลที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลในระหว่างการทำงานของเครื่องมืออยู่ในรูปแบบโครงสร้างของไฟล์ (File Structure) โดยข้อมูลโปรเจกต์จะถูกบันทึกโดยการสร้างโฟลเดอร์ (Folder) ตามชื่อของโปรเจกต์ที่ผู้ใช้ตั้งขึ้นและภายในโฟลเดอร์จะประกอบไปด้วยโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการทดสอบ

หลังจากที่ทดสอบโปรแกรมประยุกต์แล้ว กราฟการไหลของหน้าจอ เส้นทางการทดสอบ วิดเจ็ตทั้งหมด ค่าขอบเขต และกรณีทดสอบทั้งหมดของโปรแกรมประยุกต์ จะถูกจัดเก็บไว้ในรูปแบบของไฟล์เอกซ์เอ็มแอลที่บันทึกลงในโฟลเดอร์ save ดังรูปที่ 3-41 โดยกราฟการไหลของหน้าจอจะบันทึกไว้ในไฟล์ PFG.xml แสดงตัวอย่างไฟล์ได้ดังรูปที่ 3-42 เส้นทางการทดสอบจะบันทึกไว้ในไฟล์ PathPTT.xml แสดงตัวอย่างไฟล์ได้ดังรูปที่ 3-43 วิดเจ็ตจะบันทึกไว้ในไฟล์ WidgetList.xml แสดงตัวอย่างไฟล์ได้ดังรูปที่ 3-44 ค่าขอบเขตจะบันทึกไว้ในไฟล์ Resource.xml แสดงตัวอย่างไฟล์ได้ดังรูปที่ 3-45 และกรณีทดสอบจะบันทึกไว้ในไฟล์ TesCaseAllPath.xml แสดงตัวอย่างไฟล์ดังรูปที่ 3-46



รูปที่ 3-41 ตัวอย่างโครงสร้างไดเรกทอรีสำหรับการบันทึกข้อมูล

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <pfgAll>
  <ApplicationName>SecretMemo</ApplicationName>
  <xmlList>main_new</xmlList>
  <xmlList>infoh</xmlList>
  <xmlList>infoadd</xmlList>
  <xmlList>infopw</xmlList>
  <xmlList>recovery_email</xmlList>
  <xmlList>password</xmlList>
- <pfgName>
  <currentScreen>main_new</currentScreen>
  <nextScreen>infoadd</nextScreen>
  - <androidWidget>
    <xmlName>main_new.xml</xmlName>
    <widgetName>Button</widgetName>
    <widgetID>NewmemoBT</widgetID>
    <textValue>New Memo</textValue>
    <hint>-</hint>
    <inputType>-</inputType>
    <onclick>-</onclick>
    <listData>-</listData>
    <minBoundary>-</minBoundary>
    <maxBoundary>-</maxBoundary>
  </androidWidget>
  </pfgName>
- <pfgName>
  <currentScreen>main_new</currentScreen>
  <nextScreen>infopw</nextScreen>
  - <androidWidget>
    <xmlName>main_new.xml</xmlName>
    <widgetName>Button</widgetName>
    <widgetID>memoBT</widgetID>
    <textValue>Memo List</textValue>
    <hint>-</hint>
    <inputType>-</inputType>
    <onclick>-</onclick>
    <listData>-</listData>
    <minBoundary>-</minBoundary>

```

รูปที่ 3-42 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกกราฟการไหลของหน้าจอ



```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
<pathAll>
- <pathName>
  <pathName>main_new > infoadd > main_new</pathName>
</pathName>
- <pathName>
  <pathName>main_new > infopw > infoh > infoadd</pathName>
</pathName>
- <pathName>
  <pathName>main_new > infopw > recovery_email > main_new</pathName>
</pathName>
- <pathName>
  <pathName>main_new > password > recovery_email</pathName>
</pathName>
- <pathName>
  <pathName>main_new > password > main_new</pathName>
</pathName>
</pathAll>

```

รูปที่ 3-43 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกต้นไม้เส้นทางการทดสอบ

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <widgetAll>
  - <widget>
    <xmlName>main_new.xml</xmlName>
    <widgetName>Button</widgetName>
    <widgetID>NewmemoBT</widgetID>
    <textValue>New Memo</textValue>
    <hint>-</hint>
    <inputType>-</inputType>
    <onclick>-</onclick>
    <listData>-</listData>
    <minBoundary>-</minBoundary>
    <maxBoundary>-</maxBoundary>
  </widget>

```

รูปที่ 3-44 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกข้อมูลวิดเจ็ต

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <resourceList>
  - <resource>
    <type>item</type>
    <name>infopw_inputpwET_min</name>
    <value>1</value>
    <screen>infopw.xml</screen>
    <textValue>Enter your password</textValue>
    <typeWidget>EditText</typeWidget>
  </resource>
  - <resource>
    <type>item</type>
    <name>infopw_inputpwET_max</name>
    <value>8</value>
    <screen>infopw.xml</screen>
    <textValue>Enter your password</textValue>
    <typeWidget>EditText</typeWidget>
  </resource>

```

รูปที่ 3-45 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกค่าขอบเขตและค่ารายการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <TestCaseAll>
  - <TestCase>
    - <testDataPrint>
      <step>1</step>
      <currentScreen>main_new</currentScreen>
      <nextScreen>infoadd</nextScreen>
      <widget_ID>NewmemoBT</widget_ID>
      <widgetName>Button</widgetName>
      <event>Click</event>
      <textValue>New Memo</textValue>
      <inputData>-</inputData>
    </testDataPrint>
    - <testDataPrint>
      <step>1</step>
      <currentScreen>main_new</currentScreen>
      <nextScreen>infoadd</nextScreen>
      <widget_ID>memoBT</widget_ID>
      <widgetName>Button</widgetName>
      <event>-</event>
      <textValue>Memo List</textValue>
      <inputData>-</inputData>
    </testDataPrint>
    - <testDataPrint>
      <step>1</step>
      <currentScreen>main_new</currentScreen>
      <nextScreen>infoadd</nextScreen>
      <widget_ID>setBT</widget_ID>
      <widgetName>Button</widgetName>

```

รูปที่ 3-46 ตัวอย่างรูปแบบการบันทึกกรณีทดสอบ

บทที่ 4

การพัฒนาเครื่องมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และโครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ต่าง ๆ ของเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นตามการออกแบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 ฮาร์ดแวร์

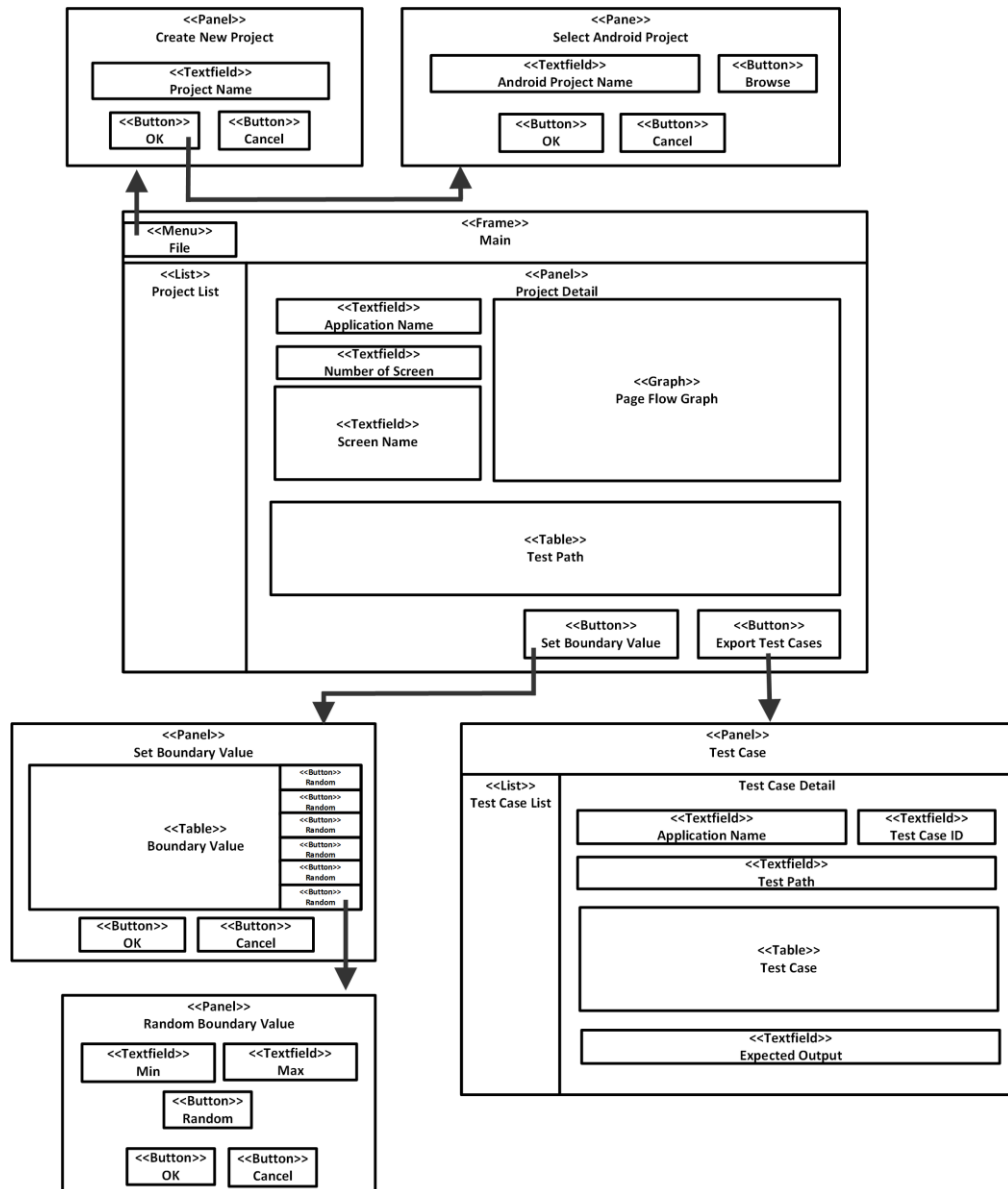
- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) หน่วยประมวลผล (CPU) เอเอ็มดี (AMD FX-9800P R7 2.70GHz)
- 2) หน่วยความจำหลัก (RAM) 8 กิกะไบต์ (8 GB)
- 3) ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 1000 กิกะไบต์ (1000 GB)

4.1.2 ซอฟต์แวร์

- 1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ เทน (Microsoft Windows 10)
- 2) ซอฟต์แวร์เขียนโปรแกรม Eclipse Neon.3 Release (4.6.3)

4.2 โครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และเครื่องมือ

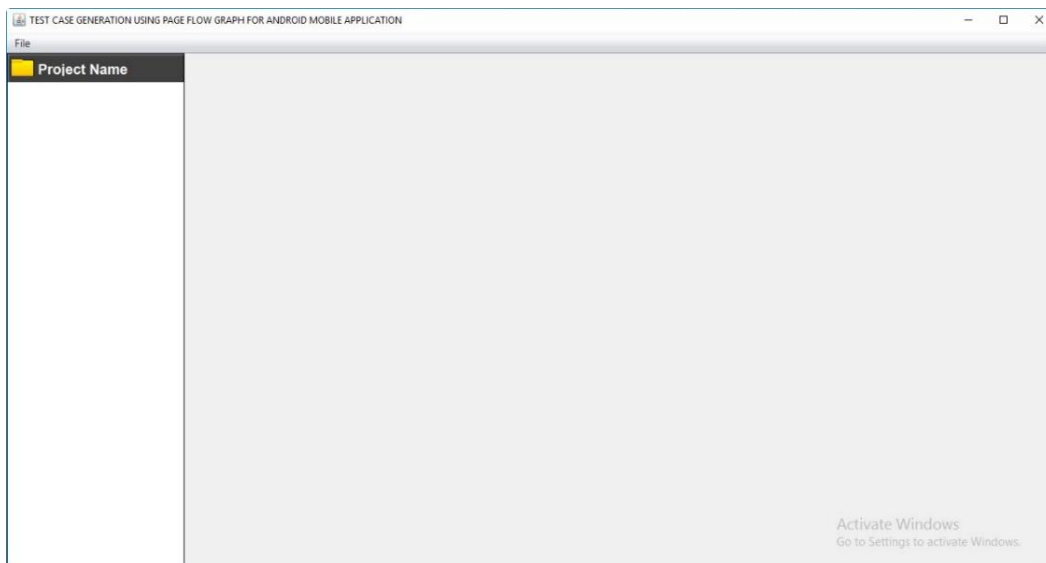
โครงสร้างของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถอธิบายด้วยแผนภาพวินโดวส์เนวิเกชัน (Windows Navigation Diagram) ที่อธิบายถึงความสัมพันธ์ของส่วนต่อประสานผู้ใช้งานทั้งหมดของเครื่องมือดังรูปที่ 4-1



รูปที่ 4-1 แผนภาพวินโดวส์เนวิกชันของเครื่องมือ

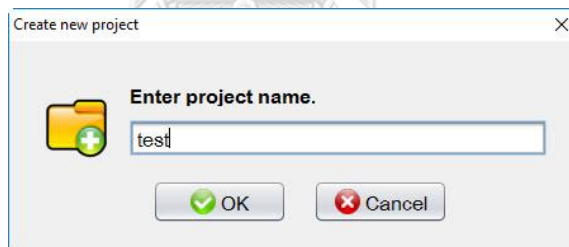
จากรูปที่ 4-1 เป็นแผนภาพที่แสดงส่วนประกอบของส่วนต่อประสานผู้ใช้งานกับเครื่องมือ เช่น เมนู หน้าต่าง ปุ่มกด เป็นต้น ซึ่งแต่ละส่วนประกอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) หน้าจอหลัก เป็นหน้าจอแรกที่แสดงหลังจากที่ผู้ใช้เปิดใช้งานเครื่องมือ โดยรูปที่ 4-2 แสดงหน้าจอหลักของเครื่องมือที่ยังไม่มีการสร้างโปรเจกต์อยู่ในรายการโปรเจกต์ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถสร้างโปรเจกต์ใหม่ได้โดยการคลิกที่ File เลือก New Project



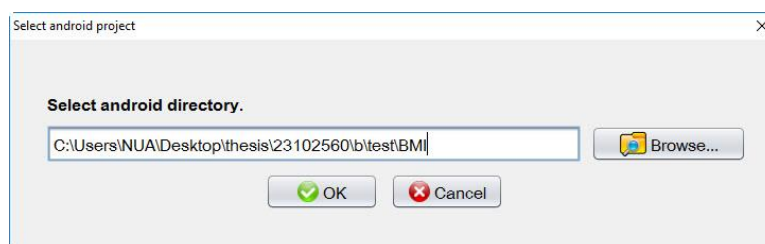
รูปที่ 4-2 หน้าจอหลัก

2) หน้าจอสร้างโปรเจคใหม่แสดงดังรูปที่ 4-3 โดยให้ผู้ใช้ระบุชื่อของโปรเจคที่ต้องการสร้าง จากนั้นคลิกปุ่ม OK โดยปุ่ม OK จะทำงานก็ต่อเมื่อผู้ใช้ระบุชื่อของโปรเจคแล้ว และชื่อโปรเจคที่ระบุมาต้องไม่ซ้ำกับชื่อโปรเจคที่มีอยู่ในรายการโปรเจคของเครื่องมือ



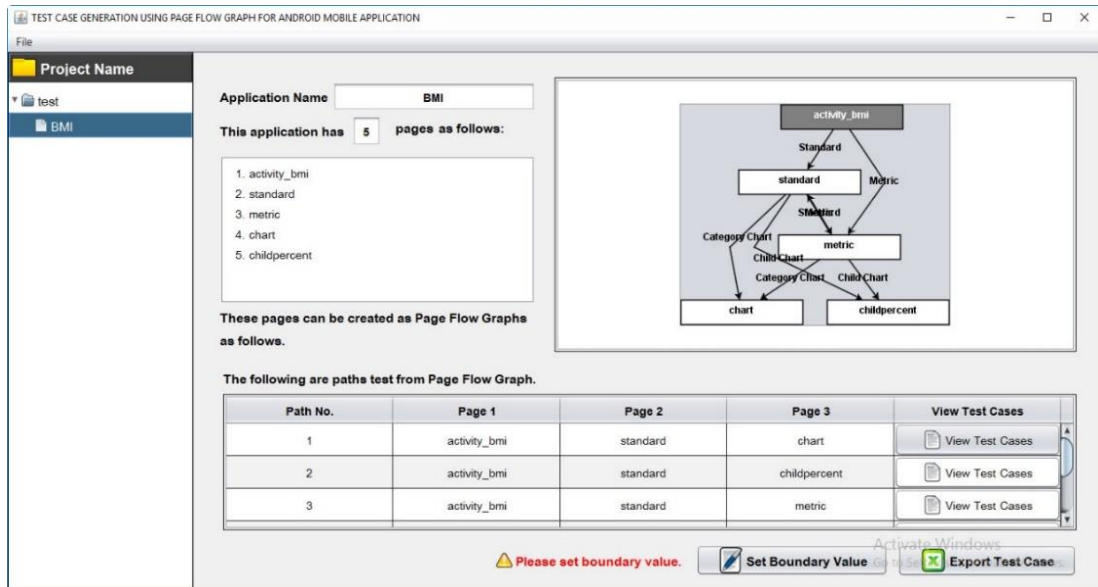
รูปที่ 4-3 หน้าจอสร้างโปรเจคใหม่

3) หน้าจอเลือกแอนดรอย์โปรเจคที่ต้องการทดสอบแสดงดังรูปที่ 4-4 โดยให้ผู้ใช้กดปุ่ม Browse เพื่อเลือกแอนดรอย์โปรเจค หลังจากนั้นคลิกปุ่ม OK โดยปุ่ม OK จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการเลือกแอนดรอย์โปรเจคแล้ว



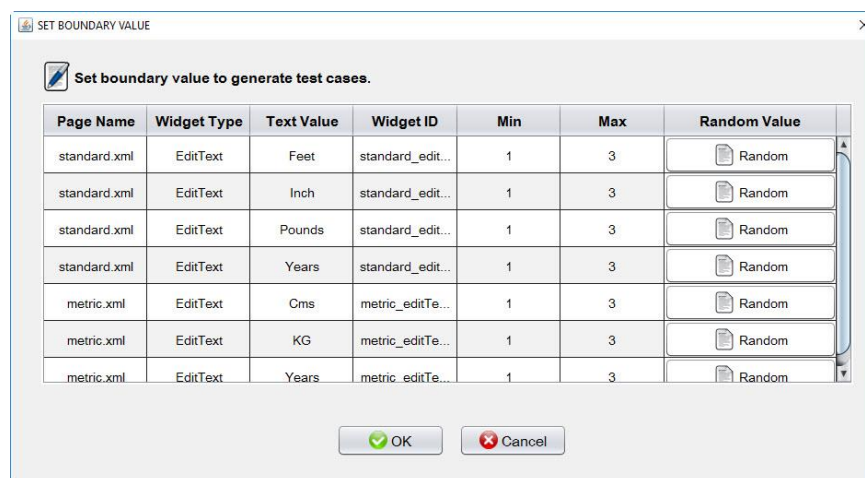
รูปที่ 4-4 หน้าจอเลือกแอนดรอย์โปรเจคที่ต้องการนำมาทดสอบ

4) หน้าจอแสดงข้อมูลโปรเจกต์และแอนดรอย์โปรเจกต์ที่นำมาทดสอบแสดงดังรูปที่ 4-5 โดยผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลของโปรแกรมประยุกต์ที่นำมาทดสอบว่าประกอบด้วยหน้าจออะไรบ้าง เส้นทางการทดสอบมีทั้งหมดกี่เส้นทาง และกรณีทดสอบของแต่ละส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่สัมพันธ์กับเส้นทางการทดสอบ โดยสามารถดูกรณีทดสอบด้วยการคลิกปุ่ม View Test Cases หรือจะนำออกกรณีทดสอบทั้งหมดในรูปแบบของไฟล์เอ็กเซลด้วยการคลิกปุ่ม Export Test Cases



รูปที่ 4-5 หน้าจอแสดงข้อมูลโปรเจกต์และข้อมูลแอนดรอย์โปรเจกต์

5) หน้าจอกำหนดค่าขอบเขตแสดงดังรูปที่ 4-5 ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าขอบเขตได้ 2 วิธี คือ กำหนดค่าเอง หรือ กำหนดค่าแบบสุ่มด้วยการปุ่ม Random



รูปที่ 4-6 หน้าจอกำหนดค่าขอบเขต

6) หน้าจอสุ่มค่าขอบเขตแสดงดังรูปที่ 4-7 ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าขอบเขตแบบสุ่มได้ โดยระบุช่วงค่าน้อยสุดและค่ามากที่สุด แล้วคลิกที่ปุ่ม Random

รูปที่ 4-7 หน้าจอสุ่มค่าขอบเขต

7) หน้าจอแสดงข้อมูลกรณีทดสอบแสดงดังรูปที่ 4-8 ผู้ใช้งานสามารถเลือกดูข้อมูลของแต่ละกรณีทดสอบได้จากรายการกรณีทดสอบบนหน้าจอของเครื่องมือ

Test Step	Current Screen	Next Screen	Type Wid...	Text Value	Event	Input Data
1	activity_bmi	standard	Button	Standard	Click	-
			Button	Metric	-	-
2	standard	chart	EditText	Feet	Enter	-1
			EditText	Inch	Enter	-7
			EditText	Pounds	Enter	-8
			Spinner	Gender	-	FeMale
			EditText	Years	Enter	-6
			Button	Calculate	Click	-

รูปที่ 4-8 หน้าจอสำหรับแสดงข้อมูลกรณีทดสอบ

บทที่ 5

การทดสอบเครื่องมือ

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการทดสอบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยจะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของเครื่องมือและผลการทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) และส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1.1 ฮาร์ดแวร์

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Notebook) หน่วยประมวลผล (CPU) เอเอ็มดี (AMD FX-9800P R7 2.70GHz)
- 2) หน่วยความจำหลัก (RAM) 8 กิกะไบต์ (8 GB)
- 3) ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 1000 กิกะไบต์ (1000 GB)

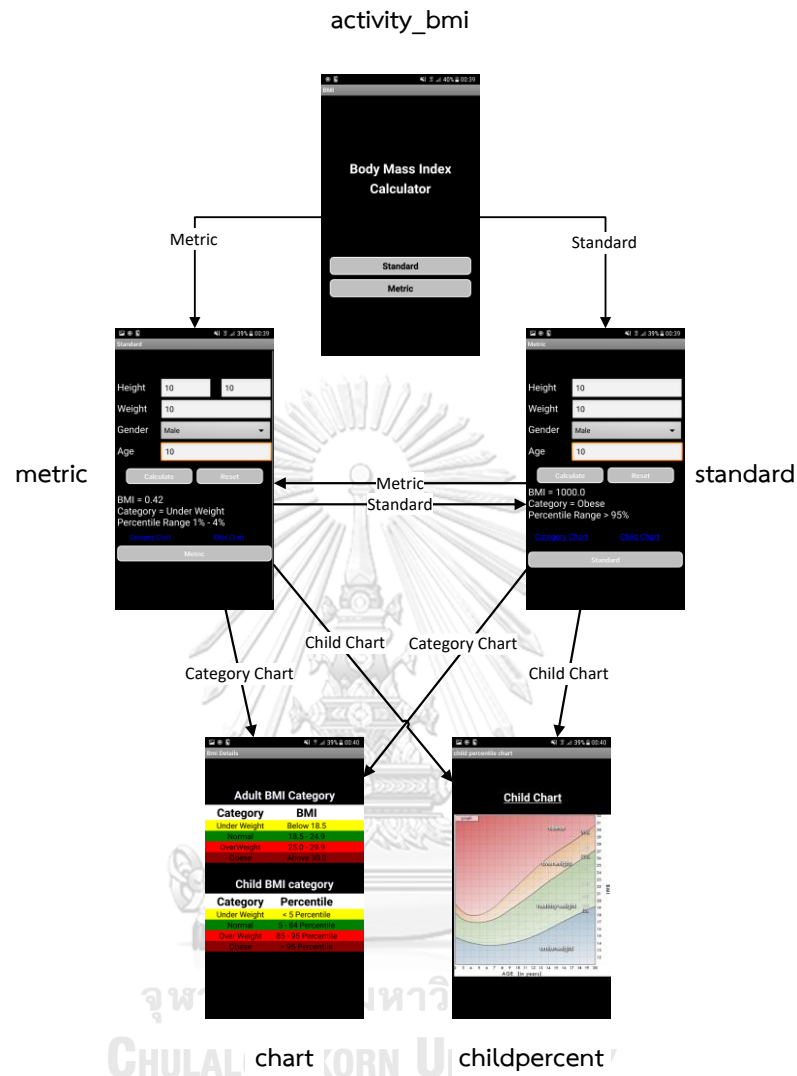
5.1.2 ซอฟต์แวร์

- 1) ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ เทน (Microsoft Windows 10)
- 2) ซอฟต์แวร์เขียนโปรแกรม Eclipse Neon.3 Release (4.6.3)

5.2 การทดสอบเครื่องมือ

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานของเครื่องมือว่ามีความสามารถในการสร้างกรณีทดสอบตามลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วนหรือไม่ จะนำกรณีตัวอย่าง 3 กรณีตัวอย่างมาทดสอบบนเครื่องมือ

5.2.1 กรณีตัวอย่างที่ 1 โปรแกรมประยุกต์ BMI



รูปที่ 5-1 โปรแกรมประยุกต์ BMI

กรณีศึกษาโปรแกรมประยุกต์ BMI แสดงดังรูปที่ 5-1 เป็นโปรแกรมประยุกต์คำนวณดัชนีมวลกาย โดยมีวิดิเจ็ทของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แสดงดังตารางที่ ก-1 กราฟการไหลของหน้าจอแสดงดังรูปที่ ก-1 ต้นไม้เส้นทางการทดสอบแสดงดังรูปที่ ก-2 ในภาคผนวก ก ซึ่งกรณีศึกษานี้สามารถสร้างเส้นทางการทดสอบได้ทั้งหมด 6 เส้นทางคือ

1. activity_bmi → standard → chart
2. activity_bmi → standard → childpercent
3. activity_bmi → standard → metric
4. activity_bmi → metric → chart

5. activity_bmi → metric → childpercent
6. activity_bmi → metric → standard

ตารางที่ 5-1 แสดงค่าขอบเขตต่ำสุด และสูงสุดสำหรับแต่ละวิดเจ็ตของแต่ละหน้าจอที่ถูกกำหนดมาจากแอนดรอย์โปรเจค BMI

ตารางที่ 5-1 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุด

ชื่อหน้าจอ	ชนิดวิดเจ็ต	ค่าเท็กซ์	วิดเจ็ตไอดี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
standard.xml	EditText	Feet	standard_editText1	1	3
standard.xml	EditText	Inch	standard_editText2	1	3
standard.xml	EditText	Pounds	standard_editText3	1	3
standard.xml	EditText	Years	standard_editText4	1	2
metric.xml	EditText	Cms	metric_editText1	1	3
metric.xml	EditText	KG	metric_editText2	1	3
metric.xml	EditText	Years	metric_editText3	1	2

จากเส้นทางการทดสอบที่ได้และค่าขอบเขตที่กำหนด ได้ผลลัพธ์จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่

5-2

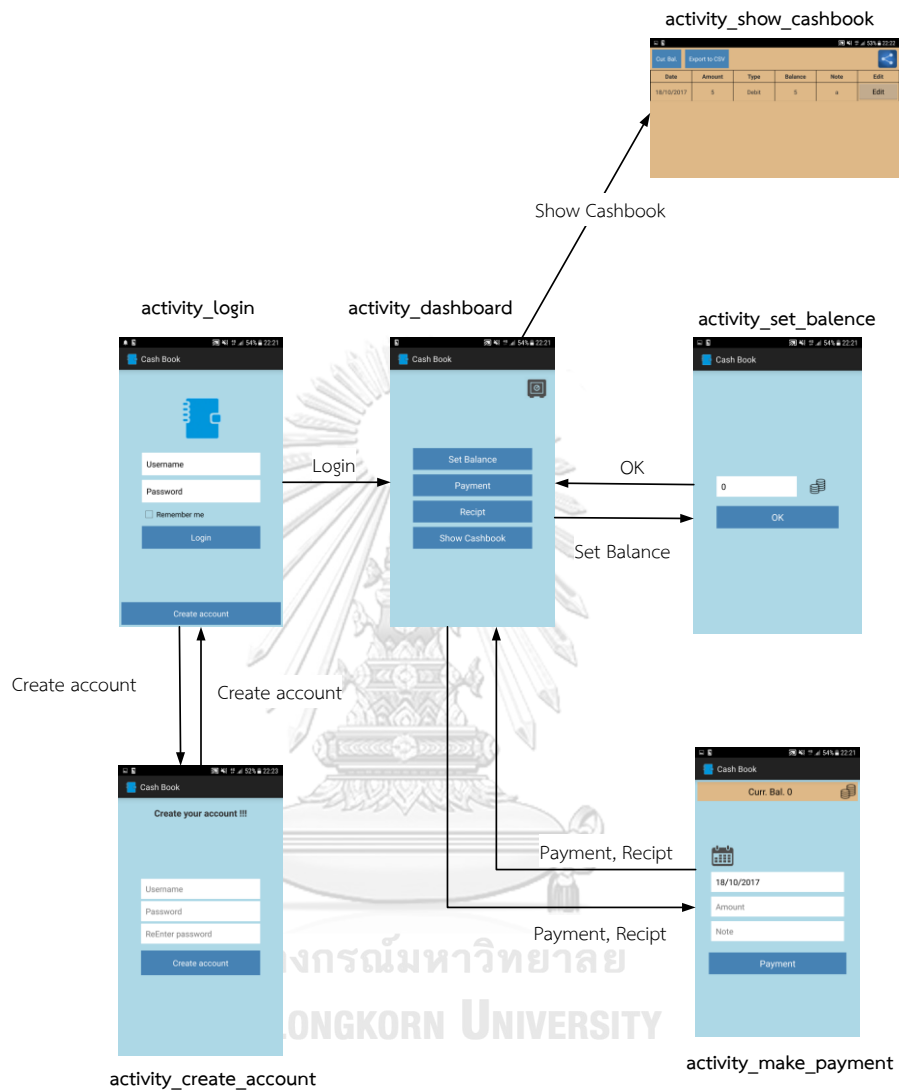
The screenshot shows a 'Test Case' window with the following details:

- Test Case ID:** TC-1
- Application Name:** BMI
- Test Case ID:** TC-1
- Test Path:** activity_bmi > standard > chart
- Data/Event Table:**

Test Step	Current Screen	Next Screen	Type Wid...	Text Value	Event	Input Data
1	activity_bmi	standard	Button	Standard	Click	-
			Button	Metric	-	-
			EditText	Feet	Enter	-1
			EditText	Inch	Enter	-7
			EditText	Pounds	Enter	-8
2	standard	chart	Spinner	Gender	-	FeMale
			EditText	Years	Enter	-6
			Button	Calculate	Click	-
- Expected Output:** INVALID

รูปที่ 5-2 ผลลัพธ์การสร้างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ BMI

5.2.2 กรณีตัวอย่างที่ 2 โปรแกรมประยุกต์ Cash Book



รูปที่ 5-3 โปรแกรมประยุกต์ Cash Book

กรณีศึกษาโปรแกรมประยุกต์ Cash Book แสดงดังรูปที่ 5-3 เป็นโปรแกรมประยุกต์บัญชีค่าใช้จ่าย โดยมีวิดิเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แสดงดังตารางที่ ก-2 กราฟการไหลของหน้าจอแสดงดังรูปที่ ก-3 ต้นไม้เส้นทางการทดสอบแสดงดังรูปที่ ก-4 ในภาคผนวก ก ซึ่งกรณีศึกษานี้สามารถสร้างเส้นทางการทดสอบได้ทั้งหมด 4 เส้นทางคือ

1. activity_login → activity_dashboard → activity_set_balance → activity_dashboard

2. activity_login → activity_dashboard → activity_make_payment → activity_dashboard
3. activity_login → activity_dashboard → activity_show_cashbook
4. activity_login → activity_create_account → activity_login

จากตารางที่ 5-2 แสดงค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดสำหรับแต่ละวิดเจ็ตของแต่ละหน้าจอที่ถูกกำหนดมาจากแอนดรอย์โปรเจกต์ Cash Book และตารางที่ 5-3 แสดงการกำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดแบบสุ่มสำหรับวิดเจ็ตที่ไม่ได้ถูกกำหนดค่าขอบเขตมา

ตารางที่ 5-2 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุด

ชื่อหน้าจอ	ชนิดวิดเจ็ต	ค่าเท็กซ์	วิดเจ็ตไอดี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
activity_create_account.xml	EditText	Username	activity_create_account_et_username	1	20
activity_create_account.xml	EditText	Password	activity_create_account_et_password	1	8
activity_create_account.xml	EditText	ReEnter password	activity_create_account_et_repassword	1	8
activity_login.xml	EditText	Username	activity_login_et_username	1	20
activity_login.xml	EditText	Password	activity_login_et_password	1	8
activity_make_payment.xml	EditText	DD/MM/YY	activity_make_payment_et_textdate	9	10
activity_set_balance.xml	EditText	Enter amount	activity_set_balance_et_balance	-	-
activity_make_payment.xml	EditText	Amount	activity_make_payment_et_amount	-	-
activity_make_payment.xml	EditText	Note	activity_make_payment_et_for	-	-

ตารางที่ 5-3 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุด และสูงสุดแบบสุ่มสำหรับวิดเจ็ตที่ไม่ได้กำหนดค่าขอบเขตมา

ชื่อหน้าจอ	ชนิดวิดเจ็ต	ค่าเท็กซ์	วิดเจ็ตไอดี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
activity_create_account.xml	EditText	Username	activity_create_account_et_username	1	20
activity_create_account.xml	EditText	Password	activity_create_account_et_password	1	8
activity_create_account.xml	EditText	ReEnter password	activity_create_account_et_repassword	1	8
activity_login.xml	EditText	Username	activity_login_et_username	1	20
activity_login.xml	EditText	Password	activity_login_et_password	1	8
activity_make_payment.xml	EditText	DD/MM/YY	activity_make_payment_et_textdate	9	10
activity_set_balance.xml	EditText	Enter amount	activity_set_balance_et_balance	52	71
activity_make_payment.xml	EditText	Amount	activity_make_payment_et_amount	38	94
activity_make_payment.xml	EditText	Note	activity_make_payment_et_for	57	82

จากเส้นทางการทดสอบที่ได้และค่าขอบเขตที่กำหนด จะได้ผลลัพธ์จากเครื่องมือแสดงดังรูป

ที่ 5-4

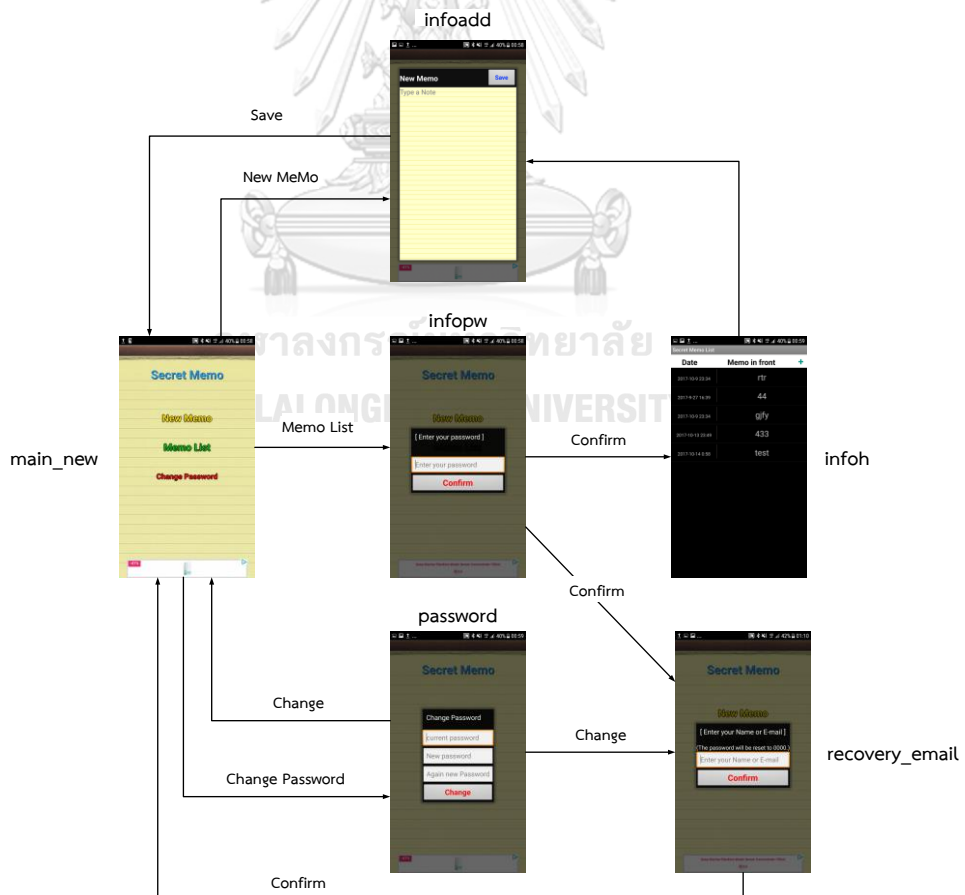
Test Case ID	Application Name	Test Case ID
TC-1	Cashbook	TC-1
TC-2		
TC-3		
TC-4		
TC-5		
TC-6		
TC-7		
TC-8		
TC-9		
TC-10		
TC-11		
TC-12		
TC-13		
TC-14		
TC-15		
TC-16		
TC-17		

Test Step	Current Screen	Next Screen	Type	Wid...	Text Value	Event	Input Data
1	activity_login	activity_dashboard	EditText	Username	Enter	-	-
			EditText	Password	Enter	-	-
			CheckBox	Remembe...	-	-	-
			Button	Login	Click	-	-
2	activity_dashboard	activity_set_balance	ImageButt...	@drawabl...	Click	-	-
			Button	Set Balance	Click	-	-
			Button	Payment	-	-	-

Expected Output: INVALID

รูปที่ 5-4 ผลลัพธ์การสร้างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Cash Book

5.2.3 กรณีตัวอย่างที่ 3 โปรแกรมประยุกต์ Secret Memo



รูปที่ 5-5 หน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo

กรณีศึกษาโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo แสดงดังรูปที่ 5-5 เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่จัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ โดยมีวิดเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แสดงดังตารางที่ ก-3 กราฟการไหลของหน้าจอแสดงดังรูปที่ ก-5 ต้นไม้เส้นทางการทดสอบแสดงดังรูปที่ ก-6 ในภาคผนวก ก ซึ่งกรณีศึกษานี้สามารถสร้างเส้นทางการทดสอบได้ทั้งหมด 5 เส้นทางคือ

1. main_new → infoadd → main_new
2. main_new → infopw → infoh → infoadd
3. main_new → infopw → recovery_email → main_new
4. main_new → password → recovery_email
5. main_new → password → main_new

จากตารางที่ 5-4 แสดงค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดสำหรับแต่ละวิดเจ็ตของแต่ละหน้าจอที่ถูกกำหนดมาจากแอนดรอยด์โปรเจค SecretMemo และตารางที่ 5-5 แสดงการกำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดแบบสุ่มสำหรับวิดเจ็ตที่ไม่ได้ถูกกำหนดค่าขอบเขตมา

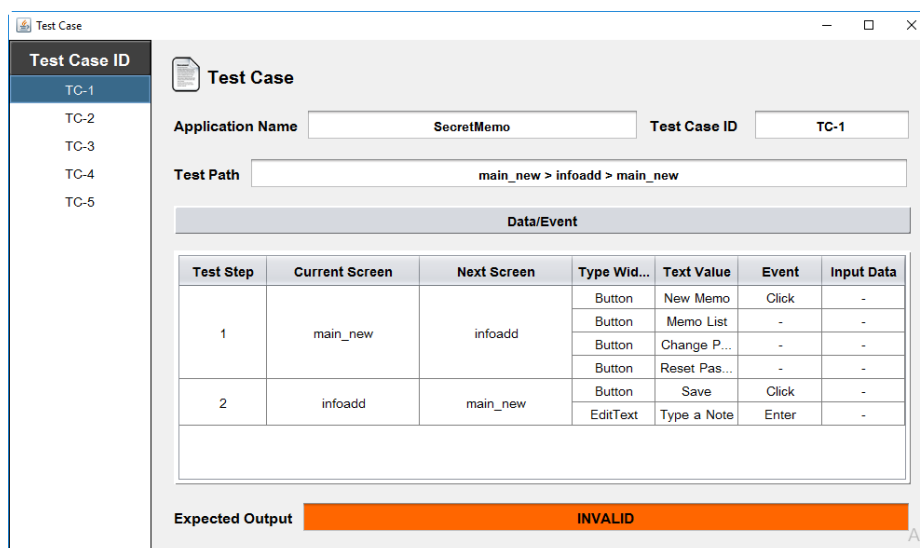
ตารางที่ 5-4 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุด

ชื่อหน้าจอ	ชนิดวิดเจ็ต	ค่าเท็กซ์	วิดเจ็ตไอดี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
infopw.xml	EditText	Enter your password	infopw_inputpwET	1	8
recovery_email.xml	EditText	your Name	recovery_email_inputEmailET	1	50
password.xml	EditText	current password	password_oldpwET	1	8
password.xml	EditText	New password	password_newpwET	1	8
password.xml	EditText	Again new Password	password_aginpwET	1	8
infoadd.xml	EditText	Type a Note	infoadd_MemoET	-	-

ตารางที่ 5-5 กำหนดค่าขอบเขตต่ำสุดและสูงสุดแบบสุ่มสำหรับวิดเจ็ตที่ไม่ได้กำหนดค่าขอบเขตมา

ชื่อหน้าจอ	ชนิดวิดเจ็ต	ค่าเท็กซ์	วิดเจ็ตไอดี	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
infopw.xml	EditText	Enter your password	infopw_inputpwET	1	8
recovery_email.xml	EditText	your Name	recovery_email_inputEmailET	1	50
password.xml	EditText	current password	password_oldpwET	1	8
password.xml	EditText	New password	password_newpwET	1	8
password.xml	EditText	Again new Password	password_aginpwET	1	8
infoadd.xml	EditText	Type a Note	infoadd_MemoET	1	100

จากเส้นทางการทดสอบที่ได้และค่าขอบเขตที่กำหนดขึ้น จะได้ผลลัพธ์จากเครื่องมือแสดงดังรูปที่ 5-6



รูปที่ 5-6 ผลลัพธ์การสร้างกรณีทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo

5.3 ผลการทดสอบเครื่องมือ

จากการทดสอบเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ตามที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อที่ 5.2 ได้ผลลัพธ์ของการสร้างกรณีทดสอบสำหรับกรณีตัวอย่างทั้ง 3 กรณีตัวอย่างแสดงผลในภาคผนวก ข และสามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 5-6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือมีความสามารถในการสร้างกรณีทดสอบตามลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยเริ่มต้นเครื่องมือจะสร้างกราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์และสร้างเส้นทางการทดสอบ หลังจากนั้นให้ผู้ใช้กำหนดค่าขอบเขตเพื่อนำไปสร้างกรณีทดสอบที่ใช้วิธีการทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์

ตารางที่ 5-6 ตารางสรุปผลการทดสอบ

กรณีศึกษา	จำนวนเส้นทางการทดสอบ	จำนวนกรณีทดสอบ		จำนวนกรณีทดสอบทั้งหมด
		Valid	Invalid	
กรณีศึกษาที่ 1 โปรแกรมประยุกต์ BMI	6	63	42	105

ตารางที่ 5-6 ตารางสรุปผลการทดสอบ (ต่อ)

กรณีศึกษา	จำนวน เส้นทางการ ทดสอบ	จำนวนกรณีทดสอบ		จำนวนกรณีทดสอบ ทั้งหมด
		Valid	Invalid	
กรณีศึกษาที่ 2 โปรแกรมประยุกต์ Cash Book	4	132	228	360
กรณีศึกษาที่ 3 โปรแกรมประยุกต์ Secret Memo	5	33	32	65

จึงสามารถสรุปผลการทดสอบได้ว่าเครื่องมือมีความสามารถในการสร้างกรณีทดสอบตามเส้นทางการทดสอบที่ได้จากลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ และสามารถสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์ที่ใช้ค่าขอบเขตได้อย่างถูกต้องตามความคาดหวัง ซึ่งเครื่องมือดังกล่าวรองรับการวิเคราะห์ไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีวิดเจ็ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า (Input Control) ครบคลุม 8 ประเภท คือ ปุ่ม (Button), อีดิทเท็กซ์ (EditText), เช็คบ็อก (Checkbox), ปุ่มเรดิโอ (RadioButton), ปุ่มทอกเคอร์ (ToggleButton), สปินเนอร์ (Spinner), นัมเบอร์พิกเกอร์ (NumberPicker), เดทพิกเกอร์ (DatePicker) และไทม์พิกเกอร์ (TimePicker) ผลลัพธ์ที่ได้คือกรณีทดสอบตามลำดับของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ศึกษา วิจัยและพัฒนาเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ สามารถสรุปผลการวิจัยข้อจำกัดและแนวทางการพัฒนาต่อ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอเครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นเครื่องมือที่สร้างกรณีทดสอบตามลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยเริ่มต้นเครื่องมือจะสร้างกราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ และสร้างเส้นทางการทดสอบ หลังจากนั้นจะให้ผู้ทดสอบกำหนดค่าขอบเขตเพื่อนำไปสร้างกรณีทดสอบด้วยวิธีการทดสอบแบบแบล็กบ็อกซ์ ผลลัพธ์ที่ได้คือกรณีทดสอบตามลำดับหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์

6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีข้อจำกัดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือรองรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของวิดเจ็ตที่ทำหน้าที่ควบคุมการรับเข้า ซึ่งประกอบด้วยปุ่ม (Button), อีดิทเท็กซ์ (EditText), เช็คบ็อก (Checkbox), ปุ่มเรดิโอ (RadioButton), ปุ่มทอกเคอร์ (ToggleButton), สปินเนอร์ (Spinner), นัมเบอร์พิกเกอร์ (NumberPicker), เดทพิกเกอร์ (DatePicker) และไทม์พิกเกอร์ (TimePicker) เท่านั้น
2. เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบตามวิดเจ็ตที่มีอยู่ในไฟล์ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

6.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนาต่อ

เครื่องมือสร้างกรณีทดสอบด้วยกราฟการไหลหน้าจอสําหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สามารถพัฒนาต่อในประเด็นดังต่อไปนี้

1. ใช้แผนภาพยูเอ็มแอล (UML Diagram) ร่วมกับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เพื่อสร้างกรณีทดสอบที่มีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น
2. พัฒนาเครื่องมือให้สามารถนำกรณีทดสอบไปทดสอบบนโปรแกรมประยุกต์ได้อย่างอัตโนมัติ

- พัฒนาเครื่องมือให้สามารถสร้างกรณีทดสอบตามข้อมูลที่มีการรับส่งกันระหว่างหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์



รายการอ้างอิง

1. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. จำนวนผู้ใช้โทรศัพท์มือถือ จำแนกตามกลุ่มอายุ และเพศ พ.ศ. 2549 - 2558. Available: <http://service.nso.go.th/nso/web/statseries/statseries22.html>. 2016.
2. Amen, B., S. Mahmood, and J. Lu, Mobile application testing matrix and challenges. *Computer Science & Information Technology*, 2015: p. 27-40.
3. Pocatilu, P. and F. Alecu, An UI Layout Files Analyzer for Test Data Generation. *Informatica Economica*, 2014. 18(2): p. 53.
4. Selvam, R. and V. Karthikeyani, Mobile Software Testing- Automated Test Case Design Strategies. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 2011. 3(4): p. 1450-1461.
5. ชัชวาล โปรงแสง, การวิเคราะห์ผลกระทบต่อกรณีทดสอบจากการเปลี่ยนแปลงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับโปรแกรมประยุกต์บนโทรศัพท์เคลื่อนที่แอนดรอยด์, in *ภาคทวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์*. 2016, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
6. Jorgensen, P.C., *Software testing: a craftsman's approach*. 2016: CRC press.
7. A. O. S. Project. UI Overview | Android Developers. Available: <http://developer.android.com/guide/topics/ui/overview.html>.
8. A. O. S. Project. Input Controls | Android Developers. Available: <http://developer.android.com/guide/topics/ui/controls.html>.
9. A. O. S. Project. Input Events | Android Developers. Available: <http://developer.android.com/guide/topics/ui/ui-events.html#EventListeners>.
10. A. O. S. Project. Create an Android Project | Android Developers. Available: <https://developer.android.com/training/basics/firstapp/creating-project.html>.
11. Qian, Z., H. Miao, and H. Zeng. A practical web testing model for web application testing. in *Signal-Image Technologies and Internet-Based System*, 2007. SITIS'07. Third International IEEE Conference on. 2007. IEEE.
12. Maryam, A. and I. Rosziati, *A Comparative Study of Web Application Testing and Mobile Application Testing*. 2015, Springer, Cham. p. 491-500.



ภาคผนวก

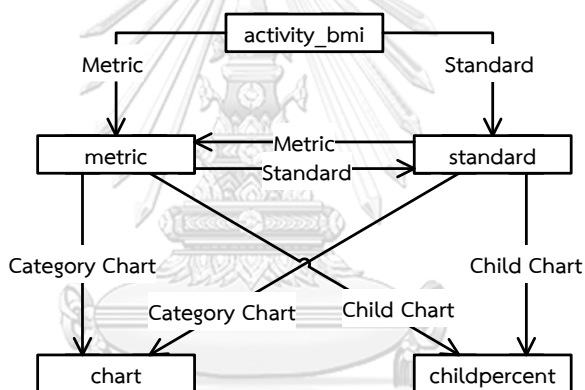
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

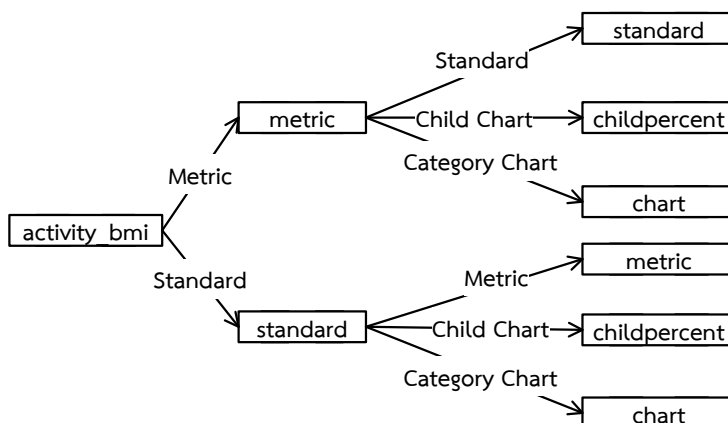
กราฟการไหลของหน้าจอ ต้นไม้เส้นทางทดสอบและข้อมูลวิดิเจ็ตของส่วนต่อประสาน
กับผู้ใช้สำหรับกรณีตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทั้ง 3
กรณีตัวอย่าง

1) กรณีตัวอย่างที่ 1 โปรแกรมประยุกต์ BMI

แสดงกราฟการไหลของหน้าจอดังรูปที่ ก-1 ต้นไม้เส้นทางทดสอบดังรูปที่ ก-2 และข้อมูล
วิดิเจ็ตแสดงดังตารางที่ ก-1



รูปที่ ก-1 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ BMI



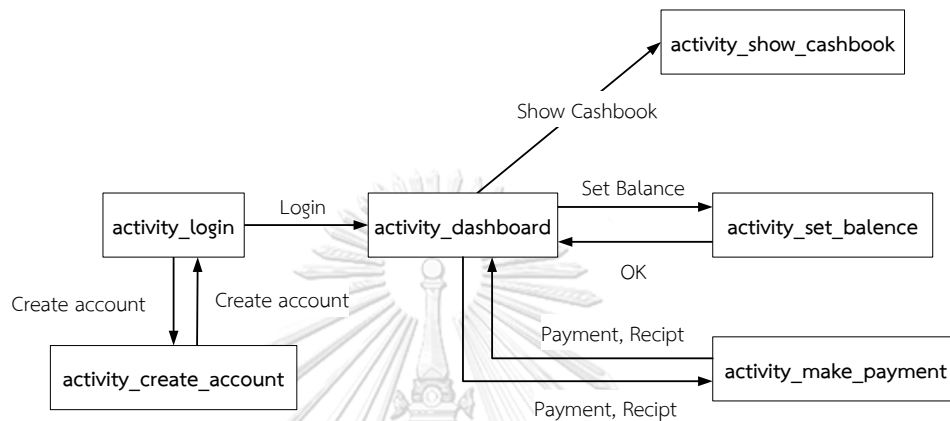
รูปที่ ก-2 ต้นไม้เส้นทางทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ BMI

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลวิดเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ BMI

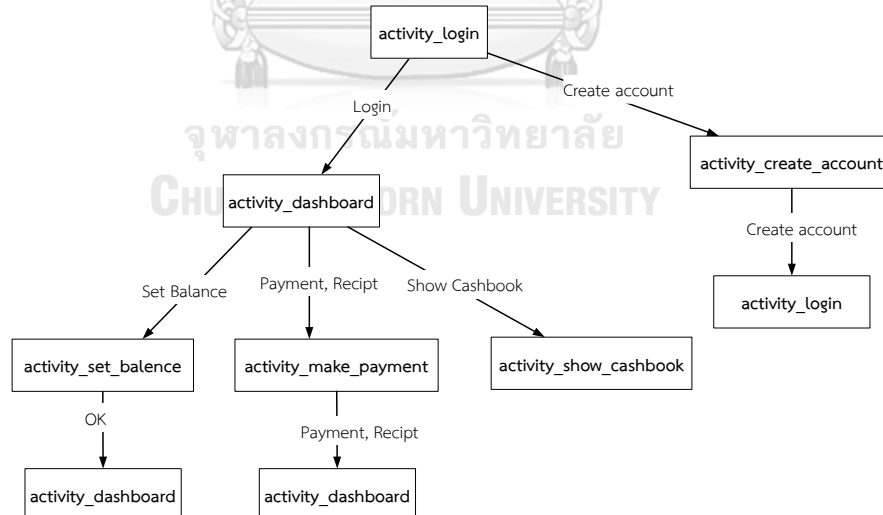
ชื่อหน้าจอ	ชื่อวิดเจ็ต	วิดเจ็ตไอดี	ค่าเท็กซ์	ค่าขอบเขต	ค่ารายการ	ชนิดข้อมูล เข้า	ค่าแอ็คชั่น
activity_bmi.xml	Button	button1	Standard	- , -	-	-	standard
activity_bmi.xml	Button	button2	Metric	- , -	-	-	metric
standard.xml	EditText	editText1	Feet	1 , 3	-	number	-
standard.xml	EditText	editText2	Inch	1 , 3	-	number	-
standard.xml	EditText	editText3	Pounds	1 , 3	-	number	-
standard.xml	Spinner	spinner1	Gender	- , -	Male,FeMale	-	-
standard.xml	EditText	editText4	Years	1 , 2	-	number	-
standard.xml	Button	button1	Calculate	- , -	-	-	calc
standard.xml	Button	button2	Reset	- , -	-	-	clr
standard.xml	Button	button3	Category Chart	- , -	-	-	chart
standard.xml	Button	button4	Child Chart	- , -	-	-	childchar t
standard.xml	Button	button5	Metric	- , -	-	-	metric
metric.xml	EditText	editText1	Cms	1 , 3	-	number	-
metric.xml	EditText	editText2	KG	1 , 3	-	number	-
metric.xml	Spinner	spinner1	Gender	- , -	Male,FeMale	-	-
metric.xml	EditText	editText3	Years	1 , 2	-	number	-
metric.xml	Button	button1	Calculate	- , -	-	-	cal
metric.xml	Button	button2	Reset	- , -	-	-	clr
metric.xml	Button	button3	Category Chart	- , -	-	-	chart
metric.xml	Button	button4	Child Chart	- , -	-	-	childchar t
metric.xml	Button	button5	Standard	- , -	-	-	standard
childpercent.xml	TextView	textView1	Child Chart	- , -	-	-	-

2) กรณีตัวอย่างที่ 2 โปรแกรมประยุกต์ Cash Book

กรณีศึกษาโปรแกรมประยุกต์บันทึกการขาย แสดงกราฟการไหลของหน้าจอจดังรูปที่ ก-3 ต้นไม้เส้นทางทดสอบแสดงดังรูปที่ ก-4 และข้อมูลวิดิเจ็ตแสดงดังตารางที่ ก-2



รูปที่ ก-3 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ Cash Book



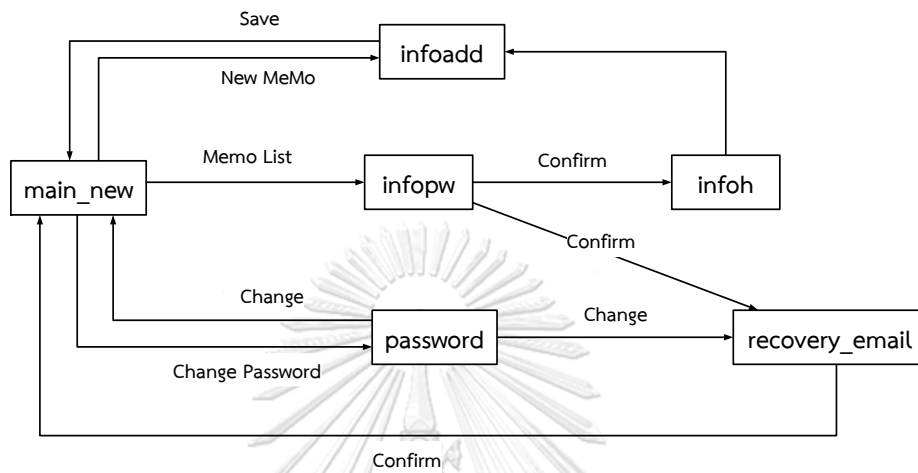
รูปที่ ก-4 ต้นไม้เส้นทางทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Cash Book

ตารางที่ ก-2 ข้อมูลวิดเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ Cash Book

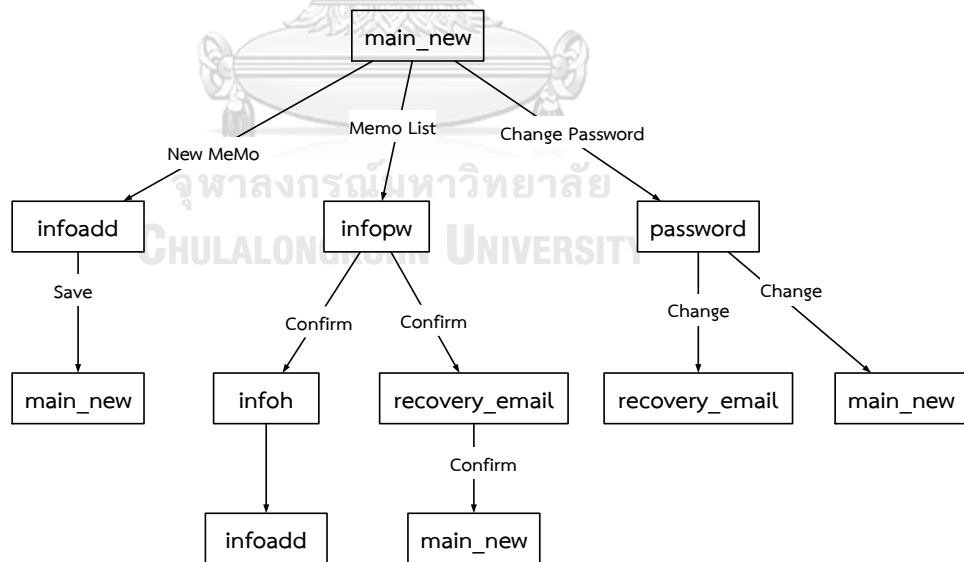
ชื่อหน้าจอ	ชื่อวิดเจ็ต	วิดเจ็ตไอดี	ค่าเท็กซ์	ค่า ขอบเขต	ค่ารายการ	ชนิด ข้อมูล เข้า	ค่าแอ็ค ชั่น
activity_login.xml	EditText	et_username	Username	1 , 20	-	-	-
activity_login.xml	EditText	et_password	Password	1 , 8	-	text	-
activity_login.xml	CheckBox	ck_rememberme	Remember me	- , -	-	-	-
activity_login.xml	Button	bt_login	Login	- , -	-	-	-
activity_login.xml	Button	bt_createaccount	Create account	- , -	-	-	-
activity_create_account.xml	EditText	et_username	Username	1 , 20	-	-	-
activity_create_account.xml	EditText	et_password	Password	1 , 8	-	text	-
activity_create_account.xml	EditText	et_repassword	ReEnter password	1 , 8	-	text	-
activity_create_account.xml	Button	bt_createaccount	Create account	- , -	-	-	-
activity_dashboard.xml	ImageButton	bt_balance_left	@drawable/icon_ balance_left	- , -	-	-	-
activity_dashboard.xml	Button	bt_addbal	Set Balance	- , -	-	-	-
activity_dashboard.xml	Button	bt_makepayment	Payment	- , -	-	-	-
activity_dashboard.xml	Button	bt_addpayment	Receipt	- , -	-	-	-
activity_dashboard.xml	Button	bt_showcashbook	Show Cashbook	- , -	-	-	-
activity_set_balance.xml	EditText	et_balance	Enter amount	52 , 71	-	number	-
activity_set_balance.xml	Button	bt_ok	OK	- , -	-	-	-
activity_make_payment.xml	ImageButton	bt_calculator	@drawable/icon_ calculator	- , -	-	-	-
activity_make_payment.xml	ImageButton	bt_calender	@drawable/icon_ calender	- , -	-	-	-
activity_make_payment.xml	EditText	et_textdate	DD/MM/YY	9 , 10	-	text	-
activity_make_payment.xml	EditText	et_amount	Amount	38 , 94	-	number	-
activity_make_payment.xml	EditText	et_for	Note	57 , 82	-	text	-
activity_make_payment.xml	Button	bt_makepayment	Payment	- , -	-	-	-
activity_show_cashbook.xml	Button	bt_show_bal	Cur. Bal.	- , -	-	-	-
activity_show_cashbook.xml	Button	bt_generatexl	Export to CSV	- , -	-	-	-
activity_show_cashbook.xml	ImageButton	bt_sharexl	@drawable/share_ icon	- , -	-	-	-
activity_show_cashbook.xml	ListView	lst_cashbook	-	- , -	-	-	-

3) กรณีตัวอย่างที่ 3 โปรแกรมประยุกต์ Secret Memo

กรณีศึกษาโปรแกรมประยุกต์การบันทึกข้อมูลต่าง ๆ แสดงกราฟการไหลของหน้าจอจดังรูปที่ ก-5 ต้นไม้เส้นทางทดสอบแสดงดังรูปที่ ก-6 และข้อมูลวิดิเจ็ตแสดงดังตารางที่ ก-3



รูปที่ ก-5 กราฟการไหลของหน้าจอของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo



รูปที่ ก-6 ต้นไม้เส้นทางทดสอบของโปรแกรมประยุกต์ Secret Memo

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลวิดเจ็ตของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โปรแกรมประยุกต์ Secret Memo

ชื่อหน้าจอ	ชื่อวิดเจ็ต	วิดเจ็ตไอดี	ค่าเท็กซ์	ค่าขอบเขต	ค่ารายการ	ชนิดข้อมูลเข้า	ค่าแอ็คชั่น
main_new.xml	Button	NewmemoBT	New Memo	- , -	-	-	-
main_new.xml	Button	memoBT	Memo List	- , -	-	-	-
main_new.xml	Button	setBT	Change Password	- , -	-	-	-
main_new.xml	Button	reSetBT	Reset Password	- , -	-	-	-
infoh.xml	ListView	listview01	-	- , -	-	-	-
infoadd.xml	Button	addcomBT	Save	- , -	-	-	-
infoadd.xml	EditText	MemoET	Type a Note	1 , 100	-	text	-
infopw.xml	EditText	inputpwET	Enter your password	1 , 8	-	text	-
infopw.xml	Button	pwcorBT	Confirm	- , -	-	-	-
recovery_email.xml	EditText	inputEmailET	your Name	1 , 50	-	text	-
recovery_email.xml	Button	btn_emailSet	Save	- , -	-	-	-
password.xml	EditText	oldpwET	current password	1 , 8	-	text	-
password.xml	EditText	newpwET	New password	1 , 8	-	text	-
password.xml	EditText	aginpwET	Again new Password	1 , 8	-	text	-
password.xml	Button	pwcomBT	Change	- , -	-	-	-

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างของกรณีทดสอบของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับกรณีตัวอย่างโปรแกรม
ประยุกต์บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทั้ง 3 กรณีตัวอย่าง

1) กรณีตัวอย่างที่ 1 โปรแกรมประยุกต์ BMI

ตารางที่ ข-1 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ของเส้นทางการทดสอบ
activity_bmi → standard → chart

Application Name	BMI			Test Case ID	TC-1	
Test Path	activity_bmi > standard > chart					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	activity_bmi	standard	Button	Standard	Click	-
			Button	Metric	-	-
2	standard	chart	EditText	Feet	Enter	-
			EditText	Inch	Enter	-
			EditText	Pounds	Enter	-
			Spinner	Gender	-	FeMale
			EditText	Years	Enter	-
			Button	Calculate	Click	-
			Button	Reset	Click	-
			Button	Category Chart	Click	-
			Button	Child Chart	-	-
Button	Metric	-	-			
Expected Output	INVALID					

ตารางที่ ข-2 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุด ของเส้นทางการทดสอบ
activity_bmi → standard → childpercent

Application Name	BMI		Test Case ID	TC-5		
Test Path	activity_bmi > standard > childpercent					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	activity_bmi	standard	Button	Standard	Click	-
			Button	Metric	-	-
2	standard	childpercent	EditText	Feet	Enter	4
			EditText	Inch	Enter	5
			EditText	Pounds	Enter	0
			Spinner	Gender	-	FeMale
			EditText	Years	Enter	7
			Button	Calculate	Click	-
			Button	Reset	Click	-
			Button	Category Chart	-	-
			Button	Child Chart	Click	-
Button	Metric	-	-			
Expected Output	VALID					

ตารางที่ ข-3 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ของเส้นทางการทดสอบ activity_bmi → standard → metric

Application Name	BMI			Test Case ID	TC-10	
Test Path	activity_bmi > standard > metric					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	activity_bmi	standard	Button	Standard	Click	-
			Button	Metric	-	-
2	standard	metric	EditText	Feet	Enter	28
			EditText	Inch	Enter	20
			EditText	Pounds	Enter	78
			Spinner	Gender	-	FeMale
			EditText	Years	Enter	7
			Button	Calculate	Click	-
			Button	Reset	Click	-
			Button	Category Chart	-	-
			Button	Child Chart	-	-
Button	Metric	Click	-			
Expected Output	VALID					

ตารางที่ ข-4 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ของเส้นทางการทดสอบ
activity_bmi → metric → chart

Application Name	BMI		Test Case ID	TC-12		
Test Path	activity_bmi > metric > chart					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	activity_bmi	metric	Button	Standard	-	-
			Button	Metric	Click	-
2	metric	chart	EditText	Cms	Enter	115
			EditText	KG	Enter	402
			Spinner	Gender	-	Male
			EditText	Years	Enter	74
			Button	Calculate	Click	-
			Button	Reset	Click	-
			Button	Category Chart	Click	-
			Button	Child Chart	-	-
			Button	Standard	-	-
Button	Standard	-	-			
Expected Output	VALID					

ตารางที่ ข-5 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุด ของเส้นทางการทดสอบ
 activity_bmi → metric → childpercent

Application Name	BMI		Test Case ID	TC-13		
Test Path	activity_bmi > metric > childpercent					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	activity_bmi	metric	Button	Standard	-	-
			Button	Metric	Click	-
2	metric	childpercent	EditText	Cms	Enter	8111784
			EditText	KG	Enter	5183735 08
			Spinner	Gender	-	FeMale
			EditText	Years	Enter	1399229 93
			Button	Calculate	Click	-
			Button	Reset	Click	-
			Button	Category Chart	-	-
			Button	Child Chart	Click	-
			Button	Standard	-	-
Expected Output	INVALID					

2) กรณีตัวอย่างที่ 2 โปรแกรมประยุกต์ Cash Book

ตารางที่ ข-6 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
 activity_login → activity_dashboard → activity_set_balance → activity_dashboard

Application Name	Cashbook		Test Case ID	TC-1		
Test Path	activity_login > activity_dashboard > activity_set_balance > activity_dashboard					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	activity_login	activity_dashboard	EditText	Username	Enter	-
			EditText	Password	Enter	-
			CheckBox	Remember me	Check	-
			Button	Login	Click	-
			Button	Create account	-	-
2	activity_dashboard	activity_set_balance	ImageButton	@drawable/icon_balance_left	Click	-
			Button	Set Balance	Click	-
			Button	Payment	-	-
			Button	Receipt	-	-
			Button	Show Cashbook	-	-
3	activity_set_balance	activity_dashboard	EditText	Enter amount	Enter	275647610178 488283880777 871573326545 522635674
			Button	OK	Click	-
Expected Output		INVALID				

ตารางที่ ข-7 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
 activity_login → activity_dashboard → activity_make_payment → activity_dashboard

Application Name		Cashbook		Test Case ID		TC-34	
Test Path		activity_login > activity_dashboard > activity_make_payment > activity_dashboard					
Data/Event							
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data	
1	activity_login	activity_dashboard	EditText	Username	Enter	M	
			EditText	Password	Enter	S	
			CheckBox	Remember me	-	-	
			Button	Login	Click	-	
			Button	Create account	-	-	
2	activity_dashboard	activity_make_payment	ImageButton	@drawable/icon_balance_left	Click	-	
			Button	Set Balance	-	-	
			Button	Payment	Click	-	
			Button	Receipt	-	-	
			Button	Show Cashbook	-	-	
3	activity_make_payment	activity_dashboard	ImageButton	@drawable/icon_calculator	-	-	
			ImageButton	@drawable/icon_calender	-	-	
			EditText	DD/MM/YY	Enter	Sgcqtpsvk	
			EditText	Amount	Enter	31266414336211336975244 423282774838358	
			EditText	Note	Enter	Rkildplskeelcbvsmfbbthq ddfwohmdbfomfnipnjrjrvx sbdlsmjnw	
			Button	Payment	Click	-	
Expected Output		VALID					

ตารางที่ ข-8 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ของเส้นทางการทดสอบ activity_login → activity_dashboard → activity_show_cashbook

Application Name		Cashbook		Test Case ID		TC-6	
Test Path		activity_login > activity_dashboard > activity_show_cashbook					
Data/Event							
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data	
1	activity_login	activity_dashboard	EditText	Username	Enter	Cpnd	
			EditText	Password	Enter	Ujck	
			CheckBox	Remember me	Check	-	
			Button	Login	Click	-	
			Button	Create account	-	-	
2	activity_dashboard	activity_show_cashbook	ImageButton	@drawable/icon_balance_left	Click	-	
			Button	Set Balance	-	-	
			Button	Payment	-	-	
			Button	Receipt	-	-	
			Button	Show Cashbook	Click	-	
Expected Output		VALID					

ตารางที่ ข-9 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
 activity_login → activity_dashboard → activity_show_cashbook

Application Name		Cashbook		Test Case ID		TC-8	
Test Path		activity_login > activity_create_account > activity_login					
Data/Event							
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data	
1	activity_login	activity_dashboard	EditText	Username	Enter	Tjxerckrqkmdcxwlvtrs	
			EditText	Password	Enter	Qcjtfhiv	
			CheckBox	Remember me	-	-	
			Button	Login	-	-	
			Button	Create account	Click	-	
2	activity_dashboard	activity_show_cashbook	ImageButton	@drawable/icon_balance_left	Enter	-	
			Button	Set Balance	Enter	-	
			Button	Payment	Enter	-	
			Button	Receipt	Click	-	
Expected Output		VALID					

ตารางที่ ข-10 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
 activity_login → activity_create_account → activity_login

Application Name	Cashbook		Test Case ID	TC-150		
Test Path	activity_login > activity_create_account > activity_login					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	activity_login	activity_create_account	EditText	Username	Enter	Jsmloumngvoursshwsrxrbx
			EditText	Password	Enter	Nbttlhpjxfatfcx
			CheckBox	Remember me	Check	-
			Button	Login	-	-
			Button	Create account	Click	-
2	activity_create_account	activity_login	EditText	Username	Enter	Vkjmhmwwmsjemmivnxmbxj
			EditText	Password	Enter	Frjmgtpqofxku
			EditText	ReEnter password	Enter	Bpifirfdvpcwr
			Button	Create account	Click	-
Expected Output	INVALID					

3) กรณีตัวอย่างที่ 3 โปรแกรมประยุกต์ Secret Memo

ตารางที่ ข-11 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่น้อยกว่าค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
main_new → infoadd → main_new

Application Name		SecretMemo		Test Case ID		TC-1	
Test Path		main_new > infoadd > main_new					
Data/Event							
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data	
1	main_new	infoadd	Button	New Memo	Click	-	
			Button	Memo List	-	-	
			Button	Change Password	-	-	
			Button	Reset Password	-	-	
2	infoadd	main_new	Button	Save	Click	-	
			EditText	Type a Note	Enter	-	
Expected Output		INVALID					

ตารางที่ ข-12 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่ต่ำที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
main_new → infopw → infoh → Infoadd

Application Name		SecretMemo		Test Case ID		TC-2	
Test Path		main_new > infopw > infoh > Infoadd					
Data/Event							
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data	
1	main_new	infopw	Button	New Memo	-	-	
			Button	Memo List	Click	-	
			Button	Change Password	-	-	
			Button	Reset Password	-	-	
2	infopw	infoh	EditText	Enter your password	Enter	M	
			Button	Confirm	Click	-	
3	infoh	Infoadd	ListView	-	-	-	
Expected Output		VALID					

ตารางที่ ข-13 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ของเส้นทางการทดสอบ activity_login → main_new
→ infopw → recovery_email → main_new

Application Name		SecretMemo		Test Case ID		TC-8	
Test Path		main_new > infopw > recovery_email > main_new					
Data/Event							
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data	
1	main_new	infopw	Button	New Memo	-	-	
			Button	Memo List	Click	-	
			Button	Change Password	-	-	
			Button	Reset Password	-	-	
2	infopw	recovery_email	EditText	Enter your password	Enter	L	
			Button	Confirm	Click	-	
3	recovery_email	main_new	EditText	your Name	Enter	Jclewveknbxkp mcsvhgmlcvggg vjrdohlnr	
			Button	Save	Click	-	
Expected Output		VALID					

ตารางที่ ข-14 ตัวอย่างกรณีทดสอบ valid ที่เท่ากับค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
main_new → password → recovery_email

Application Name	SecretMemo			Test Case ID	TC-12	
Test Path	main_new > password > recovery_email					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	main_new	password	Button	New Memo	-	-
			Button	Memo List	-	-
			Button	Change Password	Click	-
			Button	Reset Password	-	-
2	password	recovery_email	EditText	current password	Enter	Qarmggsi
			EditText	New password	Enter	Mtpveqps
			EditText	Again new Password	Enter	Fuwqgikm
			Button	Change	Click	-
Expected Output	VALID					

ตารางที่ ข-15 ตัวอย่างกรณีทดสอบ invalid ที่มากกว่าค่าขอบเขตที่สูงที่สุดของเส้นทางการทดสอบ
main_new → password → main_new

Application Name	SecretMemo			Test Case ID	TC-15	
Test Path	main_new > password > main_new					
Data/Event						
Step	Current Screen	Next Screen	Widget Type	Text Value	Event	Input Data
1	main_new	password	Button	New Memo	-	-
			Button	Memo List	-	-
			Button	Change Password	Click	-
			Button	Reset Password	-	-
2	password	main_new	EditText	current password	Enter	Oimqjdnccbbxsm kd
			EditText	New password	Enter	Exikntrigmvs
			EditText	Again new Password	Enter	Lfqvostelgw
			Button	Change	Click	-
Expected Output	INVALID					

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววิไลพร ภูเมธากุล เกิดวันพุธที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2535 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2557 หลังจากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2558

