

เครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ

6 – 12 ปี



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Applications for Kids Ages 6 – 12



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science
Department of Computer Engineering
FACULTY OF ENGINEERING
Chulalongkorn University
Academic Year 2019
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติกสำหรับ
	แอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6 – 12 ปี
โดย	น.ส.ณัฐธิกา ศรีเกียรติวงศ์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีติย์ เสนีวงศ์ ณ อยุธยา)	
.....	กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมมากรณ์)	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ณัฐกานา ศรีเกียรติวงศ์ : เครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6 – 12 ปี. (Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Applications for Kids Ages 6 – 12) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ทวีติย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา

การออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็กนั้นมีความแตกต่างจากการออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับผู้ใช้งานที่เป็นผู้ใหญ่เนื่องจากเด็กมีพฤติกรรมและพัฒนาการที่ต่างกับผู้ใหญ่ และยังคงคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้ใช้และความสามารถในการใช้งานอีกด้วย การประเมินเชิงฮิวริสติกเป็นวิธีการประเมินความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ได้รับความนิยม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถในการทำงานทำการเปรียบเทียบการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้กับแนวทางการออกแบบหรือฮิวริสติกว่ามีความขัดแย้งกับแนวทางการออกแบบแต่ละข้อหรือไม่ แต่เนื่องจากแนวทางการออกแบบมีเป็นจำนวนมากจึงทำให้เป็นภาระในการประเมิน ทำให้บ่อยครั้งเกิดการตรวจพบข้อผิดพลาดได้ไม่ครบถ้วน จึงทำให้การประเมินเชิงฮิวริสติกมีประสิทธิภาพไม่เต็มที่

งานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมและปรับปรุงแนวทางการออกแบบความสามารถในการทำงานเชิงฮิวริสติกสำหรับโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี มาจากหลายแหล่ง แล้วนำไปประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับโมบายล์แอปพลิเคชัน แนวทางการออกแบบที่ได้จะแบ่งออกเป็น 12 หมวด รวมทั้งหมด 94 รายการ จากนั้นได้ทำการพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงาน ซึ่งสามารถประเมินจากรหัสต้นฉบับของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ตามแนวทางการออกแบบเฉพาะในส่วนที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติจำนวน 25 รายการ เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระของผู้ประเมินในการประเมินความสามารถในการทำงานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้

จากการทดสอบการประเมินความสามารถในการทำงานของ 5 แอปพลิเคชันสำหรับเด็กบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตามรายการประเมิน 25 รายการที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติพบว่า เครื่องมือสามารถตรวจหาข้อผิดพลาดในการออกแบบที่ผู้ประเมินทั้งที่เป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และเป็นนักพัฒนาแอปพลิเคชันไม่สามารถตรวจพบได้ ในขณะที่เครื่องมือเองยังมีข้อจำกัดที่ทำให้ตรวจไม่พบข้อผิดพลาดที่ผู้ประเมินตรวจพบได้เช่นกัน ถึงอย่างนั้นก็ตามค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดในการออกแบบเมื่อประเมินด้วยเครื่องมือมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของผู้ประเมินทั้งสองกลุ่มที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และจากการทดสอบประสิทธิภาพด้านเวลายังพบว่า เครื่องมือสามารถช่วยลดเวลาในการประเมินได้อีกด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6071008421 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORD: Design for kids, Usability, Heuristic Evaluation

Natthika Srikiattiwong : Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Applications for Kids

Ages 6 – 12. Advisor: Assoc. Prof. TWITTIE SENIVONGSE, Ph.D.

Mobile application design for kids is different from that for adults because kids have different behavior and development requirements. The design needs to consider user experience and usability, and heuristic evaluation is a popular method for evaluating usability of user interface. Heuristic evaluation is performed by usability experts by inspecting the user interface on each screen and comparing it with usability design guidelines or heuristics whether there are any design violations. Since there are a large number of design guidelines, it is often that some design violations are missed, making the heuristic evaluation inefficient.

This research collected and modified heuristic-based usability design guidelines for mobile applications for kids ages 6-12 from various sources and had them evaluated by experienced mobile UI designers. The resulting guidelines were divided into 12 categories, with a total of 94 guidelines. Also, a usability evaluation tool was developed for inspection of Android Applications source code based on 25 guidelines that can be automatically evaluated. The purpose of the tool is to relieve the burden of evaluators in the UI usability evaluation task.

In an experiment to evaluate usability of five Android Applications for kids against the 25 guidelines that can be automatically evaluated, it was found that the usability evaluation tool could identify design violations that were missed by the evaluators who are experienced mobile UI designers and mobile developers. The tool, meanwhile, had some limitations and could not identify some violations that were reported by the evaluators. Nevertheless, the average number of violations detected by the tool was greater than that detected by the evaluators at a statistical significance level of 0.05. Furthermore, the tool could help reduce time needed for evaluation.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Computer Science

Student's Signature

Academic Year: 2019

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรศ. ดร. ทวีतीय เสนีวงศ์ ณ อยุธยา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าของท่านให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนความช่วยเหลือและเป็นแรงผลักดันอย่างดีที่สุดที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบไปด้วย รศ. ดร. วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ และ รศ. ดร. เบญจพร ลิ้มธรรมาพร ที่ได้ให้เกียรติเป็นกรรมการตลอดจนให้คำแนะนำและความรู้ต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณครอบครัวอันเป็นที่รัก ทั้ง คุณแม่ คุณพ่อ คุณยาย น้ำอืด น้ำอืด น้ำไก่ น้ำ Pascal ที่ได้สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาโท อีกทั้งยังเป็นกำลังใจอย่างดีที่สุดที่ทำให้ผู้วิจัยสามารถก้าวผ่านอุปสรรคต่างๆไปได้

ขอขอบคุณเพื่อนๆพี่น้องทุกคน ทั้งเพื่อนพี่น้องในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนพี่น้องระดับปริญญาตรี เพื่อนพี่น้องระดับมัธยม และ เพื่อนพี่น้องที่บริษัทบางกอก สมาร์ทการ์ด ซิสเต็ม จำกัด ที่คอยให้กำลังใจ รวมถึงช่วยเหลือกันมาตั้งแต่วันแรกที่เข้าศึกษาจนถึงวันที่สำเร็จการศึกษา ขอขอบคุณที่สร้างรอยยิ้มและเสียงหัวเราะในเวลาที่ยากลำบากเสมอ

ขอขอบคุณทีม FE และ ทีม Project ที่บริษัทบางกอก สมาร์ทการ์ด ซิสเต็ม จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณทุกความร่วมมือและการสนับสนุนอย่างเต็มกำลัง ทุกคนเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ณัฐธิกา ศรีเกียรติวงศ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูปภาพ.....	ณ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	4
1.6 บทงานวิจัยที่ตีพิมพ์.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience) ความสามารถในการใช้งาน (Usability) และการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้สำหรับเด็ก (UX Design for kids).....	5
2.2 การประเมินเชิงฮิวริสติก (Heuristic Evaluation).....	7
2.3 Jakob Nielsen's Heuristics.....	9
2.4 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์.....	10
บทที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	15
3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก.....	15

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันทั่วไปและแอปพลิเคชันแอนดรอยด์	21
บทที่ 4 ขั้นตอนวิธีการประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติก สำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี	26
4.1 ศึกษาและปรับปรุงแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก	28
4.2 ทำการประเมินความเหมาะสมของรายการประเมินที่ทำการปรับปรุงแล้ว	34
4.3 ออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับตรวจสอบรายการประเมิน	35
บทที่ 5 การพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติก สำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี	108
5.1 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ	108
5.2 การพัฒนาเครื่องมือ	119
5.3 การทดสอบการทำงานของเครื่องมือ	127
บทที่ 6 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ	128
6.1 การทดสอบประสิทธิภาพ	128
6.2 ผลการทดสอบ	133
6.3 อภิปรายผลการทดลอง	139
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	155
7.1 สรุปผลการวิจัย	155
7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย	155
7.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางดำเนินงานต่อ	156
บรรณานุกรม	157
ภาคผนวก ก รายการข้อกำหนดแนวทางการออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็ก อายุ 6-12 ปี (Proposed Guideline) เปรียบเทียบกับรายการข้อกำหนดในแนวทางการออกแบบ	161
โมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็กทั่วไป (Baseline) โดยจัดกลุ่มตามฮิวริสติก (Heuristic).....	161
ภาคผนวก ข ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ทำให้เกิดการปรับแก้หรือนำรายการประเมินออกไป	192

ประวัติผู้เขียน.....196



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ความเหมือนและแตกต่างกันของพฤติกรรมในเด็กและผู้ใหญ่ต่อการใช้เว็บไซต์ [7].....	5
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์.....	25
ตารางที่ 3 ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมจากรายการประเมินที่มีอยู่แล้ว	29
ตารางที่ 4 แบบฟอร์มพิจารณารายการประเมิน.....	35
ตารางที่ 5 ตัวอย่างรายการประเมินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ.....	35
ตารางที่ 6 รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ	37
ตารางที่ 7 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#1.....	41
ตารางที่ 8 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#1.....	42
ตารางที่ 9 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#2.....	43
ตารางที่ 10 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#2.....	45
ตารางที่ 11 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#3.....	48
ตารางที่ 12 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#3.....	49
ตารางที่ 13 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#4.....	51
ตารางที่ 14 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#4.....	52

ตารางที่ 54 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#22	97
ตารางที่ 55 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#22	98
ตารางที่ 56 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#23	99
ตารางที่ 57 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#23	100
ตารางที่ 58 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#24	102
ตารางที่ 59 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#24	103
ตารางที่ 60 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#25 วิธีที่ 1	104
ตารางที่ 61 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#25 วิธีที่ 1	105
ตารางที่ 62 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#25 วิธีที่ 2	106
ตารางที่ 63 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#25 วิธีที่ 2	107
ตารางที่ 64 คำอธิบายยูสเคส “กำหนดค่าการ Config สำหรับการประเมิน”	110
ตารางที่ 65 คำอธิบายยูสเคส “นำเข้าไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน”	110
ตารางที่ 66 คำอธิบายยูสเคส “ลบไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน”	110
ตารางที่ 67 คำอธิบายยูสเคส “ประเมินความสามารถในการใช้งาน”	110
ตารางที่ 68 คำอธิบายยูสเคส “ส่งออกผลการประเมิน”	111
ตารางที่ 69 ข้อมูลของผู้ประเมิน	131

ตารางที่ 70 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Bit Forest.....	133
ตารางที่ 71 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Bit Forest.....	134
ตารางที่ 72 เหตุผลที่เครื่องมือไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Bit Forest.....	134
ตารางที่ 73 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Kid's Play.....	135
ตารางที่ 74 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Kid's Play.....	135
ตารางที่ 75 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Magazine.....	136
ตารางที่ 76 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Magazine.....	136
ตารางที่ 77 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Moono.....	137
ตารางที่ 78 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Moono.....	137
ตารางที่ 79 เหตุผลที่เครื่องมือไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Moono.....	138
ตารางที่ 80 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables.....	138
ตารางที่ 81 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables.....	139
ตารางที่ 82 เหตุผลที่เครื่องมือไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables.....	139
ตารางที่ 83 จุดที่พบและไม่พบข้อผิดพลาดแบ่งตามกลุ่มผู้ประเมินและแอปพลิเคชันที่ทำการประเมิน.....	140
ตารางที่ 84 การแจกแจงค่าการคำนวณสถิติทดสอบระหว่างกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนา.....	143
ตารางที่ 85 การแจกแจงค่า Zij , Zi และ Z ระหว่างกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนา.....	143

ตารางที่ 86 การแจกแจงค่าการคำนวณสถิติทดสอบระหว่างเครื่องมือกลุ่มผู้มีประสบการณ์	144
ตารางที่ 87 การแจกแจงค่า Zij , Zi และ Z ระหว่างเครื่องมือและกลุ่มผู้มีประสบการณ์	144
ตารางที่ 88 การแจกแจงค่าการคำนวณสถิติทดสอบระหว่างเครื่องมือและกลุ่มนักพัฒนา	145
ตารางที่ 89 การแจกแจงค่า Zij , Zi และ Z ระหว่างระหว่างเครื่องมือและกลุ่มนักพัฒนา	145
ตารางที่ 90 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Bit Forest.....	149
ตารางที่ 91 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ สำหรับแอปพลิเคชัน Bit Forest.....	150
ตารางที่ 92 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Kid’s Play.....	150
ตารางที่ 93 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ สำหรับแอปพลิเคชัน Kid’s Play.....	150
ตารางที่ 94 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Magazine.....	151
ตารางที่ 95 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ สำหรับแอปพลิเคชัน Magazine.....	151
ตารางที่ 96 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Moono.....	152
ตารางที่ 97 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ สำหรับแอปพลิเคชัน Moono.....	152
ตารางที่ 98 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables.....	153
ตารางที่ 99 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ สำหรับแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables	153

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 ภาพรวมของการประเมินเชิงฮิวริสติก	8
รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [12]	11
รูปที่ 3 โครงสร้างของ AndroidManifest.xml.....	13
รูปที่ 4 โครงสร้างของ Layout file.....	14
รูปที่ 5 โครงสร้างของ Activity Class.....	14
รูปที่ 6 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบไม่ขึ้นกับความรู้สึกของผู้ใช้งาน [13]	17
รูปที่ 7 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบขึ้นกับความรู้สึกของผู้ใช้งาน [13].....	17
รูปที่ 8 แบบจำลองของความสามารถในการเรียนรู้ได้ [14].....	18
รูปที่ 9 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบไม่ขึ้นตรงกับความคิดเห็นของผู้วัด (เปรียบเทียบระหว่างผู้ใหญ่และเด็ก) [14].....	19
รูปที่ 10 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบขึ้นตรงกับความคิดเห็นของผู้วัด [14].....	19
รูปที่ 11 ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้ในแนวทางการออกแบบแต่ละข้อ [6].....	22
รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้สำหรับการจับคู่แนวทางการออกแบบกับ คุณลักษณะของความสามารถในการใช้งาน [6].....	22
รูปที่ 13 ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้สำหรับการนำแนวทางการออกแบบไปพัฒนา [6]	22
รูปที่ 14 ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินงาน	26
รูปที่ 15 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ.....	109
รูปที่ 16 แผนภาพกิจกรรมกำหนดค่าการ Config สำหรับการประเมิน.....	111
รูปที่ 17 แผนภาพกิจกรรมนำเข้าไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน	112
รูปที่ 18 แผนภาพกิจกรรมลบไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน.....	113
รูปที่ 19 แผนภาพกิจกรรมประเมินความสามารถในการใช้งาน.....	114

รูปที่ 20 แผนภาพกิจกรรมส่งออกผลการประเมิน	115
รูปที่ 21 ภาพรวมการทำงานของระบบ (System Overview).....	116
รูปที่ 22 แผนภาพคอมโพเนนต์	117
รูปที่ 23 หน้าจอเมนูหลัก.....	120
รูปที่ 24 คู่มือการใช้งานที่ดาวน์โหลด	120
รูปที่ 25 หน้าจอเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงาน	121
รูปที่ 26 หน้าจอแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี.....	121
รูปที่ 27 หน้าจอแสดงข้อมูลเพิ่มเติมของการพัฒนา	122
รูปที่ 28 หน้าจอส่วนการกำหนดค่าการ Config.....	122
รูปที่ 29 หน้าจอส่วนการนำเข้าไฟล์ที่ต้องการตรวจสอบ.....	123
รูปที่ 30 หน้าจอส่วนการแสดงผลของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ.....	123
รูปที่ 31 ตัวอย่างการเน้นสีรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ (1).....	124
รูปที่ 32 ตัวอย่างการเน้นสีรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ (2).....	125
รูปที่ 33 หน้าจอส่วนการสรุปผลการประเมิน	125
รูปที่ 34 ผลการประเมินนามสกุลเอ็กเซลที่ส่งออกได้.....	126
รูปที่ 35 ผลการประเมินนามสกุลพีดีเอฟที่ส่งออกได้.....	126
รูปที่ 36 ตัวอย่างการตรวจสอบรายการประเมินหมายเลข G#2.....	127
รูปที่ 37 ตัวอย่างการตรวจสอบรายการประเมินหมายเลข G#9.....	127
รูปที่ 38 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Bit Forest.....	128
รูปที่ 39 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Kid's Play.....	129
รูปที่ 40 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Magazines.....	129
รูปที่ 41 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Moono.....	130
รูปที่ 42 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables.....	130

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ก้าวสู่ยุคดิจิทัลอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ดังนั้นเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทต่อประชาชนในการใช้เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของดิจิทัล เพื่อการติดต่อสื่อสารได้อย่างทั่วถึง สะดวก รวดเร็ว [1] หนึ่งในเครื่องมือสื่อสารที่มีความสำคัญและจำเป็นมากในยุคปัจจุบัน ได้แก่ โทรศัพท์เคลื่อนที่หรือสมาร์ทโฟน (Smart phone) (ต่อจากนี้ไปจะใช้คำว่า “สมาร์ทโฟน”) ซึ่งมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประชากรทุกช่วงวัย ตั้งแต่วัยเด็กไปจนถึงวัยผู้สูงอายุและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มจำนวนการใช้งานมากขึ้นในอนาคต อ้างจากผลการสำรวจ “การมีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน ปี 2561” จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม [2] พบว่าร้อยละของประชากรอายุ 6 ปี ขึ้นไปในช่วงระยะเวลา 5 ปี ระหว่างปี 2557-2561 มีผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 77.2 (จำนวน 48.1 ล้านคน) เป็นร้อยละ 89.6 (จำนวน 56.7 ล้านคน) และหากจำแนกตามกลุ่มอายุประชากรที่มีอายุ 6-14 ปี มีการใช้โทรศัพท์มือถืออยู่ที่ร้อยละ 64.0 ในปี 2560 [1] และเพิ่มเป็นร้อยละ 67.2 ในปี 2561 [2] โดยระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android Operating System หรือ Android OS) คือระบบปฏิบัติการบนสมาร์ทโฟนที่มีผู้ใช้สูงสุด มีผู้ใช้งานทั่วโลกอยู่ที่ร้อยละ 76.08 ส่วนในประเทศไทยมีผู้ใช้งานอยู่ที่ร้อยละ 84.67 [3] นอกจากนี้ยังมีผลสำรวจพฤติกรรมการใช้สมาร์ทโฟนจากกรุงเทพโพลล์ โดยศูนย์วิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ [4] ได้ทำการสำรวจกลุ่มเด็กอายุ 6-14 ปี ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล จำนวน 1,052 คน พบว่า ร้อยละ 84.7 ใช้สมาร์ทโฟนเพื่อชมภาพยนตร์หรือฟังเพลง ร้อยละ 78.5 ใช้เพื่อเล่นเกม และร้อยละ 45.2 ใช้เพื่อหาข้อมูลและความรู้ประกอบการเรียน

จะเห็นได้ว่าสมาร์ทโฟนรวมถึงโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ (ต่อจากนี้ไปจะใช้คำว่า “แอปพลิเคชัน”) มีแนวโน้มในการเข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้ใช้งานในวัยเด็กมากขึ้นทั้งในด้านของการให้ความบันเทิงและการหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง แต่การออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็กนั้นเป็นเรื่องที่ท้าทายเนื่องจากพัฒนาการทางกายภาพของทักษะการพัฒนากล้ามเนื้อ (Physical development of motor skills) และการประสานสั่งการ (Motor coordination) ของเด็ก มีอิทธิพลต่อความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ต่ออุปกรณ์ต่างๆ (อาทิ คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น) ดังนั้นการออกแบบแอปพลิเคชันให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพต่อเด็กจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญและจำเป็นมากเพื่อให้เด็กสามารถใช้งานแอปพลิเคชันเหล่านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด

การพัฒนาแอปพลิเคชันนอกเหนือจากการคำนึงถึงความต้องการและจุดมุ่งหมายหลักแล้ว ยังต้องคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้ใช้งาน (User Experience) และความสามารถในการใช้งาน (Usability) อีกด้วย โดยแอปพลิเคชันที่มีการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งานที่ดีจะช่วยให้ผู้ใช้งานทำงานที่ต้องการได้ง่าย รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และมีโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดได้น้อย แต่การออกแบบส่วนต่อประสานเพื่อประสบการณ์ที่ดีของผู้ใช้งานที่เป็นเด็กนั้นมีความแตกต่างจากการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใหญ่ในบางกรณี เนื่องจากเด็กมีพฤติกรรมและพัฒนาการแตกต่างกับผู้ใหญ่จึงส่งผลต่อความสามารถในการใช้งาน ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์ต่อระบบ และความเป็นส่วนตัวของเด็กอีกด้วย การประเมินความสามารถในการใช้งานแอปพลิเคชันโดยวิธีการประเมินเชิง

ฮิวริสติก (Heuristic Evaluation) [5] (ต่อจากนี้ไปจะใช้คำว่า “การประเมินเชิงฮิวริสติก”) เป็นวิธีการประเมินความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้งานที่ได้รับความนิยมเนื่องจากสามารถดำเนินการประเมินได้ง่ายและค่าใช้จ่ายไม่สูงเมื่อเทียบกับวิธีประเมินแบบอื่น โดยการประเมินจะเป็นการเปรียบเทียบการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ของแอปพลิเคชันกับหลักการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้หรือฮิวริสติก (UI Design Principles or Heuristics) ซึ่งเป็นหลักการออกแบบที่ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวแต่เป็นข้อแนะนำจากประสบการณ์ในการออกแบบที่ผ่านมาของผู้เชี่ยวชาญ มีทั้งหมด 10 ข้อได้แก่ [5] (1) Visibility of system status, (2) Match between system and the real world, (3) User control and freedom, (4) Consistency and standards, (5) Error prevention, (6) Recognition rather than recall, (7) Flexibility and efficiency of use, (8) Aesthetic and minimalist design, (9) Help users recognize, diagnose, and recover from errors และ (10) Help and documentation โดยการประเมินเชิงฮิวริสติกนั้น จะให้ผู้ประเมินที่มีประสบการณ์และความรู้ในด้านความสามารถในการใช้งานแอปพลิเคชันและการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ที่ดีทำการใช้งานแอปพลิเคชัน หากมีข้อสงสัยก็สามารถสอบถามกับผู้พัฒนาแอปพลิเคชันได้ จากนั้นจึงทำการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ตามรายการประเมินความสามารถในการใช้งานซึ่งอ้างอิงฮิวริสติกของการออกแบบ แล้วรายงานการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ไม่เป็นไปตามฮิวริสติกไปยังทีมพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อให้ทำการแก้ไข

หากพิจารณาการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้สำหรับเด็กพบว่า มีแนวทางการออกแบบที่กำหนดไว้หลายแหล่ง เช่น งานวิจัย “New Usability Guidelines with Implementation Ways of Mobile Learning Application based on Mobile Learning Usability Attributes” [6] ได้เสนอแนวทางการออกแบบทั้งหมด 9 ข้อ งานวิจัย “UX Design for children (Ages 3-12)” [7] ได้เสนอแนวทางการออกแบบทั้งหมด 156 ข้อ ซึ่งแนวทางแต่ละแหล่งมีความเหมือนและแตกต่างกัน ในการประเมินเชิงฮิวริสติก ผู้ประเมินจะต้องพิจารณาการออกแบบว่าส่วนต่อประสานของผู้ใช้ในแต่ละหน้าจะมีความขัดแย้งกับแนวทางการออกแบบแต่ละข้อหรือไม่ แต่เนื่องจากแนวทางการออกแบบมีเป็นจำนวนมากจึงทำให้เป็นภาระในการประเมินเป็นอย่างมาก อีกประการหนึ่งคือการประเมินเชิงฮิวริสติกเป็นการประเมินตามประสบการณ์และความรู้สึกของผู้ประเมิน จึงทำให้บ่อยครั้งเกิดการตรวจพบข้อผิดพลาดได้ไม่ครบถ้วน และไม่สามารถหาผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้โดยตรงมาทำการประเมินได้ ทำให้การประเมินต้องกระทำโดยนักพัฒนาในทีมและบ่อยครั้งที่นักพัฒนาไม่ทราบว่าควรออกแบบในลักษณะใด จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการประเมินได้

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดในการแบ่งเบาภาระของผู้ประเมินโดยการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยผู้ประเมินในการประเมินความสามารถในการใช้งานของแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ตโฟนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี โดยผู้วิจัยจะรวบรวมและปรับปรุงแนวทางการออกแบบสำหรับเด็กเพื่อให้ได้เป็นแนวทางการออกแบบที่เฉพาะเจาะจงสำหรับประสบการณ์ของผู้ใช้งานของแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนสำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี จากนั้นจึงเลือกแนวทางการออกแบบบางส่วนที่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติและไม่ต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้สึกของผู้ประเมิน เพื่อนำมาพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบโค้ดของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ว่าเป็นไปตามแนวทางนั้นหรือไม่ โดยเครื่องมือที่ได้จะช่วยแบ่งเบาภาระของผู้ประเมินในการตรวจสอบความสามารถในการใช้งานของแอปพลิเคชันสำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี โดยสามารถตรวจความผิดพลาดในการออกแบบตามแนวทางการออกแบบ

บางส่วนได้อย่างอัตโนมัติ ก่อนที่ผู้ประเมินจะใช้วิธีการประเมินเชิงฮิวริสติกในการประเมินตามแนวทางการออกแบบ ส่วนที่เหลือต่อไปตามปกติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อรวบรวมแนวทางการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับเด็กมาปรับปรุงให้เป็นแนวทางการออกแบบความสามารถด้านการใช้งานสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี
2. เพื่อพัฒนาเครื่องมือสนับสนุนการประเมินเชิงฮิวริสติกตามแนวทางการออกแบบที่รวบรวมได้ในข้อ 1 เฉพาะส่วนที่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. แนวทางการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับเด็กจะรวบรวมมาจากงานวิจัยทั้งสิ้น 4 งานวิจัย โดยจะทำการปรับปรุง แก้ไข เพิ่มเติม แนวทางการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับเด็กที่ได้รวบรวมมา
2. เครื่องมือที่พัฒนาขึ้นจะเป็นเว็บแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้บนทุกเกิลโครม
3. ข้อมูลนำเข้าของเครื่องมือจะเป็นโค้ดของแอปพลิเคชันที่ต้องการตรวจสอบ
4. เครื่องมือที่พัฒนาจะแสดงตำแหน่งของโค้ดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบพร้อมทั้งแสดงคำอธิบาย และสามารถส่งข้อมูลออกในรูปแบบของไฟล์เอกซ์เซลและพีดีเอฟได้
5. การประเมินประสิทธิภาพของแนวทางการออกแบบที่รวบรวมและได้รับการปรับปรุงแล้วจะให้ผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้อย่างน้อย 3 คน มาทำการประเมิน โดยจัดเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับเด็ก 1 คน และ ผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั่วไป 2 คน
6. การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือจะเป็นการทดสอบด้านความสามารถในการตรวจหาโค้ดที่ไม่ปฏิบัติตามแนวทางการออกแบบและด้านเวลาในการตรวจหาโค้ดที่ไม่ปฏิบัติตามแนวทางการออกแบบโดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับเด็ก 5 ระบบ และใช้ผู้ประเมินที่เป็นนักพัฒนาอย่างน้อย 3 คน และผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 3 คน โดยผู้เชี่ยวชาญจัดเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้สำหรับเด็ก 1 คน และ ผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ทั่วไป 2 คน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แนวทางการออกแบบส่วนต่อประสานของผู้ใช้ที่ใช้ในการประเมินความสามารถในการใช้งานที่ดีเพื่อนำไปสู่ประสบการณ์ของผู้ใช้ที่ดี
2. ได้เครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กอายุ 6 - 12 ปี

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาวิธีการประเมินความสามารถในการใช้งาน
2. ศึกษาแนวทางการออกแบบสำหรับเด็ก
3. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. กำหนดรายการประเมิน
5. ศึกษาข้อมูลเชิงเทคนิคถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบโค้ดที่ไม่ปฏิบัติตามแนวทางการออกแบบ
6. จัดทำข้อเสนอวิทยานิพนธ์
7. ประเมินความสมเหตุสมผลของแนวทางการออกแบบที่ปรับปรุงแล้ว
8. พัฒนาเครื่องมือ
9. ทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ
10. สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ
11. จัดทำบทความสำหรับตีพิมพ์
12. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.6 บทความวิจัยที่ตีพิมพ์

“ Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Application for kids ages 6-12”
 โดย ญัฐิกา ศรีเกียรติวงศ์ และ ทวีติย์ เสนินวงศ์ ณ อยุธยา ในงานประชุมวิชาการ The 16th National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT 2020), วันที่ 14-15 พฤษภาคม 2563
 จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย หน้า 104 – 112

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประสบการณ์ของผู้ใช้ (User Experience) ความสามารถในการใช้งาน (Usability)

และการออกแบบประสบการณ์ของผู้ใช้สำหรับเด็ก (UX Design for kids)

ประสบการณ์ของผู้ใช้ หรือ User Experience (เรียกโดยย่อว่า UX) หมายถึงผลที่เกิดขึ้นจากการใช้ผลิตภัณฑ์ทางเทคโนโลยี โดยประกอบด้วย 3 ปัจจัย ได้แก่ (1) สภาวะภายในของผู้ใช้ที่มีอยู่ก่อนแล้วต่อผลิตภัณฑ์ เช่น ความคาดหวัง อคติส่วนบุคคล ความต้องการ เป็นต้น (2) คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ เช่น ความซับซ้อน วัตถุประสงค์ ความสามารถในการใช้งาน ความสามารถในการแจ้งการทำงาน เป็นต้น และ (3) สภาพแวดล้อมที่มีการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น เช่น ข้อกำหนดทางสังคมหรือองค์กร ความสนใจในการใช้งาน เป็นต้น [8]

ความหมายของความสามารถในการใช้งาน (Usability) ตามที่ระบุไว้ใน The International Organization of Standardization (ISO) 9241 หมายถึงความสามารถในการตอบสนองต่อเป้าหมายเฉพาะของผู้ใช้จากการใช้งานสินค้าหรือบริการใด ๆ ภายใต้อุปสรรคของการใช้งานหนึ่ง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ และทำให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจ [9] จากความหมายข้างต้น ความสามารถในการใช้งานจึงถือเป็นลักษณะประจำด้านการปฏิบัติ ที่เน้นตอบสนองเป้าหมายเชิงพฤติกรรมของผู้ใช้ ทำให้ผู้ใช้เกิดความพึงพอใจ ดังนั้นแอปพลิเคชันที่มีความสามารถในการใช้งานดีจะสนับสนุนให้ประสบการณ์ของผู้ใช้ดียิ่งขึ้นด้วย โดยเฉพาะการใช้งานภายใต้ภาวะเน้นเป้าหมาย F. Liu และคณะ ได้กล่าวโดยสรุปไว้ในหนังสือ UX Design for Children (Ages 3-12) [7] ว่าเด็กและผู้ใหญ่ต้องการการออกแบบที่อ้างอิงถึงข้อกำหนดความสามารถในการใช้งานที่แตกต่างกัน ตารางที่ 1 แสดงถึงพฤติกรรมการแสดงออกของเด็กและผู้ใหญ่ต่อการใช้เว็บไซต์ที่สามารถบันทึกไว้ได้ระหว่างการวิจัย

ตารางที่ 1 ความเหมือนและแตกต่างของพฤติกรรมในเด็กและผู้ใหญ่ต่อการใช้เว็บไซต์ [7]

	เด็ก	ผู้ใหญ่
วัตถุประสงค์หลักในการเข้าชมเว็บไซต์ (Goal in visiting websites)	- เพื่อความบันเทิง	- เพื่อทำกิจกรรมให้สำเร็จ - ติดต่อสื่อสาร/เข้าร่วมกับชุมชนต่าง ๆ
ปฏิกิริยาครั้งแรก (First reactions)	- ตัดสินใจอย่างรวดเร็ว และหยุดการใช้งานถ้าเห็นไม่ดี	- ตัดสินใจอย่างรวดเร็ว และหยุดการใช้งานถ้าเห็นไม่ดี
ความเต็มใจในการรอ (Willingness to wait)	- ต้องการการแสดงผลแบบเร่งด่วน	- มีความอดทนที่จำกัด

ตารางที่ 1 ความเหมือนและแตกต่างกันของพฤติกรรมในเด็กและผู้ใหญ่ต่อการใช้เว็บไซต์ [7] (ต่อ)

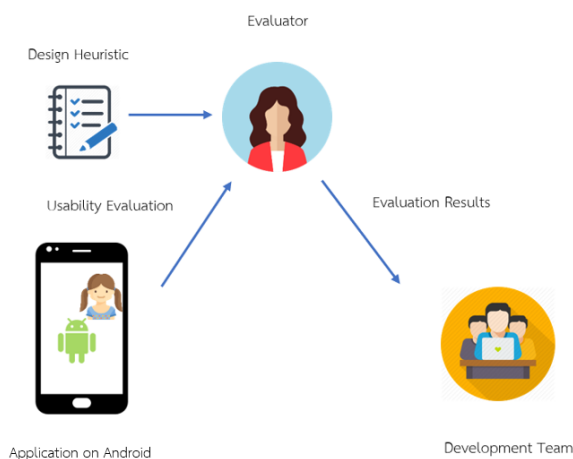
	เด็ก	ผู้ใหญ่
การปฏิบัติตามระเบียบการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ (Following UI conventions)	- แนะนำ	- แนะนำ
การควบคุมการใช้งาน (User control)	- แนะนำ	- แนะนำ
พฤติกรรมการสำรวจ (Exploratory behavior)	- ชอบที่จะทดลองในหลายๆ ตัวเลือกและกวาดมือไปทั่วหน้าจอสัมผัส	- ตรงไปยังสิ่งที่ต้องการ
การนำทางที่มากกว่าหนึ่งแห่งหรือซ้ำซ้อน (Multiple/redundant navigation)	- มีความสับสนเป็นอย่างมาก	- มีความสับสนเล็กน้อย
การใช้ปุ่มย้อนกลับ (Back button)	- ไม่มีการใช้ (ในเด็กที่อายุยังน้อย) - มีการใช้ (ในเด็กที่อายุมากขึ้น)	- มีการใช้
ระดับความสามารถในการอ่าน (Readability level)	- ขึ้นอยู่กับระดับการศึกษา	- สามารถอ่านข้อความระดับเกรด 8 ถึง เกรด 10 ขึ้นไป และอ่านข้อความที่คนทั่วไปเข้าใจอย่างกว้างขวางได้
การอุปมาอุปไมยกับชีวิตจริง (Real-life metaphors)	- มีประโยชน์อย่างมากสำหรับเด็กที่กำลังหัดอ่าน	- มักจะรบกวนและทำให้การแสดงผลออนไลน์ช้าลง
ขนาดของแบบอักษร (Font size)	- ขนาด 14 (สำหรับเด็กเล็ก) - ขนาด 12 (สำหรับเด็กโต)	- ขนาด 12 - ขนาด 14 ในผู้สูงอายุ
ข้อจำกัดของลักษณะทางกายภาพ (Physical limitation)	- มีทักษะในการพิมพ์ที่ช้าและไม่สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของเมาส์ได้ดี	- ไม่มีปัญหา (ยกเว้นผู้พิการ)
การเลื่อนขึ้นลง (Scrolling)	- ควรหลีกเลี่ยง (สำหรับเด็กที่อายุยังน้อย) - สามารถใช้ได้บางส่วน (สำหรับเด็กโต)	- สามารถใช้ได้บางส่วน

ตารางที่ 1 ความเหมือนและแตกต่างกันของพฤติกรรมในเด็กและผู้ใหญ่ต่อการใช้เว็บไซต์ [7] (ต่อ)

	เด็ก	ผู้ใหญ่
ท่าทางบนหน้าจอสัมผัส (Gesture on touchscreens)	<ul style="list-style-type: none"> - มีท่าทางกวาดมือที่กว้าง และแสดงออกทางการกระทำอย่างพื้นฐาน (สำหรับเด็กเล็ก) - มีการแสดงออกทางท่าทางที่ง่ายและชอบที่จะใช้งานบนหน้าจอสัมผัส (สำหรับเด็กโต) 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการแสดงออกทางท่าทางที่ง่ายและชอบที่จะใช้งานบนหน้าจอสัมผัส
ภาพเคลื่อนไหว และ เสียง (Animation and sound)	<ul style="list-style-type: none"> - ชอบ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ชอบ
โฆษณาและการส่งเสริมขาย (Advertising and promotion)	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่สามารถเห็นความแตกต่างระหว่างโฆษณาและการส่งเสริมการขายกับเนื้อหาได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - สามารถหลีกเลี่ยงโฆษณาได้และไม่เชื่อข้อความส่งเสริมการขาย
การเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล (Disclosing private info)	<ul style="list-style-type: none"> - มีความระมัดระวังและความลังเลที่จะเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ลังเลที่จะเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคล
การออกแบบตามกลุ่มอายุ (Age-targeted design)	<ul style="list-style-type: none"> - มีความสำคัญมากเนื่องจากมีรายละเอียดอ่อนของเด็กในแต่ละช่วงอายุค่อนข้างมาก 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ค่อยคำนึงถึงความสำคัญ (ยกเว้นการออกแบบเพื่อผู้สูงอายุ)
การค้นหา (Search)	<ul style="list-style-type: none"> - ชอบที่จะใช้บุ๊กมาร์ก (Bookmarks) มากกว่าการค้นหาในเด็กเล็ก สำหรับเด็กโตจะใช้การค้นหา 	<ul style="list-style-type: none"> - ค้นหาเนื้อหาหลักโดยตรง

2.2 การประเมินเชิงฮิวริสติก (Heuristic Evaluation)

การประเมินเชิงฮิวริสติก [5] เป็นวิธีการตรวจสอบความสามารถในการใช้งานของการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ สำหรับระบุปัญหาที่เกิดจากการใช้งาน โดยมีขั้นตอนคือ การให้ผู้ประเมินจำนวนหนึ่งทำการตรวจสอบส่วนต่อประสานผู้ใช้จากประสบการณ์ของผู้ประเมินว่าได้ปฏิบัติตามหลักการออกแบบด้านการใช้งานที่ได้รับการยอมรับหรือไม่ โดยผู้ประเมินสามารถถามคำถามกับทีมผู้พัฒนาหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องได้หากมีข้อสงสัย เช่น ถามขั้นตอนการใช้งานเพื่อทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง เป็นต้น วิธีการประเมินนี้สามารถทำซ้ำได้ในช่วงของการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ตั้งแต่เริ่มทำต้นแบบ (Prototype) จนถึงผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์ วิธีนี้จัดเป็นวิธีที่ค่าใช้จ่ายไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น เนื่องจากใช้เวลาในการประเมินน้อยและไม่ต้องจัดเตรียมอุปกรณ์มาก โดยภาพรวมของการประเมินเป็นดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมของการประเมินเชิงฮิวริสติก

ในการประเมินนั้นจำเป็นต้องใช้ผู้ประเมินจำนวนหลายคน เนื่องจากผู้ประเมินเพียงคนเดียวนั้นไม่สามารถระบุปัญหาด้านการใช้งานของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ได้ทั้งหมด และผู้ประเมินหลายคนสามารถระบุปัญหาด้านการใช้งานได้แตกต่างกัน จากการทดลอง [5] เพื่อหาจำนวนผู้ประเมินที่เหมาะสมต่อการระบุปัญหาด้านการใช้งาน ได้ผลว่าจำนวนของผู้ประเมินควรอยู่ระหว่าง 3 ถึง 5 คน เนื่องจากในจำนวนนี้สามารถที่จะระบุปัญหาด้านการใช้งานได้ประมาณร้อยละ 75 ของปัญหาการใช้งานทั้งหมดและมีอัตราส่วนผลตอบแทนที่จะได้รับต่อค่าใช้จ่ายคุ่มค่าที่สุด

ในแต่ละเซสชันของการประเมินจะให้ผู้ประเมินทำการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เซสชันละ 1 คน และใช้เวลาโดยเฉลี่ย 1 ถึง 2 ชั่วโมง ยกเว้นแต่จะมีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในระบบเป็นจำนวนมาก หรือมีความซับซ้อนสูง โดยปกติแล้วผู้ประเมินจะสามารถตัดสินใจได้เองว่าจะทำการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้อย่างไร แต่ Jakob Nielsen [5] ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถในการใช้งานได้แนะนำว่าควรจะทำการลองใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่จะประเมินอย่างน้อยสองครั้ง ในครั้งแรกเพื่อที่จะรู้ภาพรวมของการทำงานของระบบและความรู้สึกของการมีปฏิสัมพันธ์ ครั้งที่สองเพื่อเน้นไปที่ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบ ผู้ประเมินจะบันทึกผลการประเมินไว้ในรายงานการประเมิน จากนั้นจะทำการระบุระดับความรุนแรง (Defect Severity) ของปัญหาที่พบในแต่ละรายการ ระดับความรุนแรงของปัญหาด้านการใช้งานถูกแบ่งออกเป็นระดับต่างๆตามตัวเลข 0 - 4 ดังนี้ [5]

- 0: ไม่ถือว่าเป็นปัญหาด้านการใช้งาน
- 1: เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับความสวยงามของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
- 2: เป็นปัญหาที่ทำให้การทำงานของผู้ใช้ช้าลงเล็กน้อย
- 3: เป็นปัญหาที่ทำให้การทำให้ของผู้ใช้ช้าลงอย่างมาก หรือทำงานที่ต้องการไม่สำเร็จในบางครั้ง
- 4: เป็นปัญหาที่ทำให้ผู้ใช้งานไม่สามารถทำงานจนสำเร็จตามที่ต้องการได้

อย่างไรก็ตามระดับความรุนแรงที่ประเมินจากผู้ประเมินเพียงคนเดียว อาจยังไม่มีน้ำหนักเชื่อถือเพียงพอ จึงจำเป็นต้องนำค่าระดับความรุนแรงจากผู้ประเมินหลายคนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยจึงจะมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

2.3 Jakob Nielsen's Heuristics

หลักการประเมินส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของ Jakob Nielsen เป็นหลักการที่นิยมนำมาใช้อย่างกว้างขวางในการพิจารณาการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ แนวคิดนี้ได้ถูกตีพิมพ์ลงหนังสือชื่อ Usability Engineering [5] ซึ่งประกอบด้วยรายการดังต่อไปนี้

1. **Visibility of system status** : ระบบควรแสดงให้ผู้ใช้ทราบอยู่ตลอดเวลาขณะนั้นกำลังดำเนินการอะไรอยู่หรือว่ากำลังทำงานส่วนใดของระบบอยู่ ผ่านการแสดงผลและเวลาที่เหมาะสม การแสดงข้อมูลตอบโต้กับผู้ใช้ไม่จำเป็นจะต้องรอจนกว่าจะเกิดข้อผิดพลาดถึงจะแสดงให้ผู้ใช้เห็น ระบบควรแสดงข้อมูลโต้ตอบที่เป็นแง่บวกกับผู้ใช้และเวลาที่ใช้ในการตอบสนองกับผู้ใช้ก็ควรที่จะแสดงต่างออกไปตามลักษณะของการโต้ตอบกับผู้ใช้ ในบางกรณีการตอบสนองต่อผู้ใช้ที่เร็วเกินไปอาจทำให้ผู้ใช้งานไม่ทันรับรู้
2. **Match between system and real world** : ระบบควรจะเป็นภาษาเดียวกับผู้ใช้ หมายถึงข้อความ วลี ประโยคและแนวคิดที่สื่อสารกับผู้ใช้ งาน ควรที่จะมีรูปแบบหรือลักษณะที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่าย ปฏิบัติให้เหมือนเป็นการสนทนาระหว่างคนสองคนเพราะจะทำให้ผู้ใช้งานรับรู้ และเข้าใจสิ่งที่ระบบสื่อสารออกมาได้ดียิ่งขึ้น
3. **User control and freedom** : ระบบควรให้อิสระแก่ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้ส่วนต่อประสาน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามควรมีทางออกให้กับผู้ใช้งานหรือสามารถที่จะย้อนกลับไปสภาวะก่อนหน้า ในกรณีที่ผู้ใช้งานทำงานผิดพลาดและต้องการจะย้อนเพื่อกลับไปแก้ไขหรือยกเลิกการทำงานนั้นแล้วเริ่มใหม่ รวมถึงกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการที่จะออกจากการทำงานในปัจจุบันเพื่อที่จะย้อนกลับไปจุดเริ่มต้น
4. **Consistency and standards** : ระบบควรมีการออกแบบส่วนต่อประสานที่คงเส้นคงวาตลอดทั้งระบบ เช่น คำสั่งที่เป็นข้อความหรือรูปภาพ หากมีลักษณะเหมือนกันก็ควรที่จะทำงานในทิศทางเดียวกัน หรือข้อมูลที่มีประเภทเดียวกันก็ควรที่จะอยู่ในที่เดียวกัน รวมถึงการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ตามหลักการที่ระบบปฏิบัติการณ์เสนอด้วย เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความมั่นใจที่จะใช้งานส่วนต่อประสานมากขึ้น
5. **Error prevention** : ระบบควรมีความสามารถในการป้องกันการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดที่มาจากผู้ใช้ และมีการออกแบบส่วนต่อประสานที่ลดโอกาสที่จะทำให้ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลผิดพลาด หรือทำงานผิดไปจากความต้องการของผู้ใช้ เช่น การตรวจสอบประเภทของข้อมูลที่จะนำไปในระบบหรือการแสดงกล่องข้อความเพื่อให้ผู้ใช้งานยืนยันการลบข้อมูล เป็นต้น
6. **Recognition rather than recall** : ลดความจำเป็นในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถกลับมาใช้งานส่วนต่อประสานได้ใหม่ แม้ว่าจะไม่ได้ใช้งานมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน เช่น พยายามแสดงข้อมูลหรือส่วนประกอบให้อยู่ในหน้าเดียวไม่ต้องเปลี่ยนสลับไปมา ยกเว้นแต่จะมีส่วนประกอบต่าง ๆ จำนวนมาก ก็อาจจะต้องแยกส่วนออกจากกัน แต่พยายามลดจำนวนขึ้นตอนเพื่อเข้าถึงข้อมูลหรือส่วนประกอบที่ต้องการ
7. **Flexibility and efficiency of use** : เนื่องจากผู้ใช้งานระบบมีความหลากหลายและประสบการณ์ของผู้ใช้แต่ละคนมีความแตกต่างกัน ระบบควรมีส่วนต่อประสานที่ง่ายสำหรับผู้ใช้งานในทุกระดับ แต่สำหรับผู้ใช้งานที่มีความชำนาญในการใช้งานแล้ว การสร้างทางลัดให้กับผู้ใช้งานก็เป็นวิธีที่ควรปฏิบัติ

เพื่อให้การทำงานเสร็จได้เร็วยิ่งขึ้น เช่น การกดปุ่มบางปุ่มบนแป้นพิมพ์แทนการเลือกจากรายการเมนู เป็นต้น

8. **Aesthetic and minimalist design** : ระบบควรมีส่วนต่อประสานที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน และไม่ควรมีแสดงส่วนประกอบที่มากจนเกินไป หรือไม่มีความจำเป็นต่อการทำงาน หรือไม่ได้ใช้งานเป็นประจำ เพราะจะทำให้พื้นที่การแสดงผลของส่วนที่มีความจำเป็นน้อยลงซึ่งจะทำให้การทำงานใช้เวลามากขึ้น เช่น การใช้สีเส้นที่มากเกินไปจะทำให้ความสามารถในการมองรายละเอียดต่าง ๆ นั้นลดลง
9. **Help users recognize, diagnose, and recover from error** : เมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากการใช้งานของผู้ใช้ ระบบควรแสดงข้อความที่มีประโยชน์ที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองแทนการใช้ข้อความหรือรหัสที่ไม่มีประโยชน์ต่อผู้ใช้ เช่น การระบุสาเหตุของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ระบุถึงวิธีแก้ไขปัญหา หรือวิธีการกู้คืนเพื่อให้สามารถกลับมาเริ่มทำงานได้ใหม่ เป็นต้น
10. **Help and documentation** : ในบางครั้ง การจัดทำคู่มือสำหรับการใช้งานระบบจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเพราะบางระบบอาจมีความซับซ้อน

2.4 การพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

แอนดรอยด์ (Android) [10] คือ ระบบปฏิบัติการที่มีพื้นฐานอยู่บนลินุกซ์ (Linux) ซึ่งในอดีตได้ถูกออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้จอสัมผัส เช่น สมาร์ทโฟน และ แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันได้แพร่ไปยังอุปกรณ์หลายชนิดเพราะเป็นมาตรฐานเปิด แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการโอเพนซอร์ซ และถูกเปิดเผยแพร่ภายใต้ลิขสิทธิ์โออาปาเซ แอปพลิเคชันแอนดรอยด์ใช้ภาษาจาวาในการพัฒนาและใช้แอนดรอยด์ดีเวลลอปเม้นท์คิท (Android Software Development Kit) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนา เพราะโปรแกรมที่พัฒนาจะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine ซึ่งเปรียบได้กับสภาพแวดล้อมที่โปรแกรมทำงานอยู่

โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีการแบ่งออกมาเป็นชั้น (Layer) ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน ชั้นบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของ Applications จากนั้นจะเป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์สามารถอธิบายเป็นส่วนๆ ได้ดังรูปที่ 2 [11]



รูปที่ 2 โครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ [12]

- Application คือ ส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโปรแกรมเอาไว้
- Application Framework คือ ส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมาก ๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน ตัวอย่างเช่น Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม (Activity)
- Libraries คือ ส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manager จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media Framework จัดการเกี่ยวกับการแสดงภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3 มิติ และ 2 มิติ, SQLite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น
- Android Runtime คือ การจำลองสภาพแวดล้อมที่โปรแกรมสามารถทำงานได้ ซึ่งจะมี Dalvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มีหน่วยความจำ (Memory), หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และพลังงาน (Battery) ที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Dalvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงานไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับหน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา (Java Language)
- Linux Kernel คือ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นหัวใจสำคัญในการจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ความมั่นคงของเครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 2.6. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

แอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ (Application Component) คือ ส่วนประกอบหลักที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชัน โดยแอปพลิเคชันคอมโพเนนต์แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ Activity, Service, Content Provider และ Broadcast Receiver ซึ่งแต่ละประเภทแอปพลิเคชันคอมโพเนนต์นี้มีเป้าหมายในการใช้งานที่แตกต่างกัน มีรูปแบบการกระตุ้นให้เกิดการทำงานที่แตกต่างกัน (กล่าวคือบางแอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ถูกกระตุ้นให้เกิดการทำงานโดยระบบปฏิบัติการและบางแอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ถูกกระตุ้นให้เกิดการทำงานโดยแอปพลิเคชันคอมโพเนนต์อื่น ๆ รวมถึงมีวงจรชีวิตที่แตกต่างกันด้วย กล่าวคือแต่ละแอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันในเรื่องของ การที่แอปพลิเคชันคอมโพเนนต์นั้น ๆ จะถูกสร้าง (Create) เมื่อใด หรือถูกทำลาย (Destroy) เมื่อใด โดยส่วนประกอบหลักที่แอปพลิเคชันแอนดรอยด์สามารถเรียกใช้ได้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- Activity คือ แอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ที่ใช้ในการแสดงผลออกมาเพื่อให้ผู้ใช้งานได้เห็นและได้ใช้งาน โดยแต่ละแอปพลิเคชันอาจมี Activity เดียว หรือมากกว่าก็ได้ โดยสิ่งที่อยู่ใน Activity นั้นจะเรียกว่า View ซึ่งมีหลายรูปแบบเช่น ปุ่ม, เมนู เป็นต้น
- Service คือ แอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ที่ไม่มีส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และจะทำการประมวลผลส่วนหลัง (Background Processing) ที่ดำเนินไปพร้อมกับที่ผู้ใช้สามารถไปใช้งานแอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ โดยเป็นการทำงานขนานกันกับการทำงานอื่น ๆ ของผู้ใช้ ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดการทำงานใด ๆ โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องอยู่ในหน้าจอ นั้น ๆ ได้ โดยอาจเป็นเพราะการทำงานนั้นต้องใช้ระยะเวลานาน เช่น การใช้ Service เปิดเพลง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถไปใช้แอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ แต่เพลงยังคงเล่นอยู่ หรือ การใช้ Service ดาวน์โหลดข้อมูลใด ๆ ที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถไปใช้แอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ แต่การดาวน์โหลดยังคงดำเนินอยู่ เป็นต้น การสร้าง Service นั้นทำได้โดยการสร้างคลาสและให้สืบทอดจากคลาส Service หรือสืบทอดจากคลาสใด ๆ ก็ตามที่ได้รับสืบทอดมาจากคลาส Service
- Content Provider คือ แอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมข้อมูลใด ๆ ของ แอปพลิเคชันที่ต้องการแบ่งปันให้แอปพลิเคชันอื่น ๆ สามารถนำข้อมูลนั้น ๆ ไปใช้งานได้ หรือกล่าวในทางกลับกันก็คือ แอปพลิเคชันใด ๆ สามารถนำข้อมูลของแอปพลิเคชันอื่น ๆ มาใช้งานได้ (รวมถึงแก้ไขข้อมูลได้ ถ้า Content Provider อนุญาต) โดยกระทำการผ่าน Content Provider เช่น ระบบปฏิบัติการได้จัดเตรียม Content Provider ที่เป็นข้อมูลรายชื่อผู้ติดต่อ (Contact) ไว้เพื่อให้แอปพลิเคชันที่ต้องการใช้ข้อมูลรายชื่อผู้ติดต่อนี้สามารถนำข้อมูลไปใช้หรือแก้ไขข้อมูลได้ เป็นต้น สำหรับการสร้าง Content Provider นั้น ทำได้โดยการสร้างคลาสและให้สืบทอดจากคลาส Content Provider หรือสืบทอดจากคลาสใด ๆ ก็ตามที่ได้รับสืบทอดมาจากคลาส Content Provider
- Broadcast Receiver คือ แอปพลิเคชันคอมโพเนนต์ที่ใช้สำหรับรับและตอบสนองต่อเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้น เช่น เมื่อแบตเตอรี่ต่ำ, การเปลี่ยนภาษา, การโทรเข้า-ออก เป็นต้น ทั้งนี้แอปพลิเคชันใด ๆ สามารถนำ Broadcast Receiver มาใช้ประโยชน์ได้ เช่น เมื่อแอปพลิเคชันได้ดาวน์โหลดข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้ว เป็นต้น ซึ่งโดยส่วนมากแล้วการตอบสนองของ Broadcast Receiver จะกระทำการผ่านการแจ้งเตือนเพื่อแจ้งสิ่งที่เกิดขึ้นให้ผู้ใช้ได้รับรู้ สำหรับการสร้าง Broadcast Receiver นั้น ทำได้โดยการสร้างคลาสและให้สืบทอดจากคลาส Broadcast Receiver หรือสืบทอดจากคลาสใด ๆ ก็ตามที่ได้รับสืบทอดมาจากคลาส Broadcast Receiver

โครงสร้างพื้นฐานของการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีส่วนประกอบดังนี้

- AndroidManifest.xml คือ ไฟล์สำหรับการจัดการการทำงานโดยรวมของแอปพลิเคชัน ซึ่งจะเป็นไฟล์ที่กำหนดคุณสมบัติต่างๆของแอปพลิเคชันไว้ในไฟล์นี้เป็นหลัก เช่น ชื่อของแอปพลิเคชัน เวอร์ชันของแอปพลิเคชัน หรือ การขออนุญาตใช้งาน (Permission) เป็นต้น AndroidManifest จัดเป็นรูทเอลิเมนต์แท็ก (Root element tag) ที่จะต้องทำการประกาศทุกครั้งโดยจะประกอบด้วย
 - xmlns:android เป็นการกำหนดเนมสเปซ (Namespace) ของแอนดรอยด์ โดยจะต้องกำหนดค่าเป็น “http://schemas.android.com/apk/res/android” เสมอ
 - package เป็นการกำหนดชื่อแพ็คเกจ (package) ของแอปพลิเคชัน
 - android:versionCode เป็นการกำหนดเวอร์ชันของแอปพลิเคชันที่ต้องทำการกำหนดสำหรับระบบแอนดรอยด์
 - android:versionName เป็นการกำหนดเวอร์ชันของแอปพลิเคชันที่จะแสดงให้ผู้ใช้งานเห็น โดยไม่เกี่ยวข้องกับระบบแอนดรอยด์

ตัวอย่างโครงสร้างของ AndroidManifest.xml แสดงดังรูปที่ 3

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="com.firstproject"
    android:versionCode="1"
    android:versionName="1.0" >

    <uses-sdk android:minSdkVersion="7" />

    <application
        android:icon="@drawable/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name" >
        <activity
            android:name=".MynewprojectActivity"
            android:label="@string/app_name" >
            <intent-filter>
                <action android:name="android.intent.action.MAIN" />
                <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
            </intent-filter>
        </activity>
    </application>
</manifest>
```

รูปที่ 3 โครงสร้างของ AndroidManifest.xml

- Layout file คือ การออกแบบโครงสร้างของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User Interface) เช่น การจัดวางภาพ หรือ ตัวอักษร ตลอดจนนำวัตถุอื่นมาประกอบกัน โดยคำสั่งเบื้องต้นในการสร้างโครงสร้างของส่วนต่อประสาน (ต่อจากนี้ไปจะใช้คำว่า “เลย์เอาต์”) กับผู้ใช้โดยเอ็กซ์เอ็มแอล มีคำสั่งเบื้องต้นดังนี้
 - android:id : สำหรับกำหนดรหัสเฉพาะของวัตถุแต่ละอัน
 - android:layout_width : สำหรับกำหนดความกว้างของเลย์เอาต์ สามารถกำหนดได้ดังนี้
 - android:layout_width=“wrap_content” สำหรับเปลี่ยนความกว้างตามความยาวของเนื้อหา
 - android:layout_width=“match_parent” สำหรับเปลี่ยนความกว้างตามพารามิเตอร์ (parent view)

- android:layout_height : สำหรับกำหนดความสูงของเลย์เอาต์
- android:layout_weight : สำหรับกำหนดค่าอัตราส่วน (Ratio) เทียบกับเลย์เอาต์ของพาเรนธ์
- android:layout_marginTop : สำหรับกำหนดช่องว่างด้านบนของเลย์เอาต์
- android:layout_marginBottom : สำหรับกำหนดช่องว่างด้านล่างของเลย์เอาต์
- android:layout_marginLeft : สำหรับกำหนดช่องว่างด้านซ้ายของเลย์เอาต์
- android:layout_marginRight : สำหรับกำหนดช่องว่างด้านขวาของเลย์เอาต์
- android:layout_x : สำหรับกำหนดค่าตำแหน่งแกน x ของเลย์เอาต์
- android:layout_y : สำหรับกำหนดค่าตำแหน่งแกน y ของเลย์เอาต์
- android:padding : สำหรับเว้นระยะห่างระหว่างเนื้อหากับขอบ โดยจะเป็นการกำหนดด้านซ้าย ขวา บน ล่าง แยกแต่ละด้าน
- layout_gravity : สำหรับการปรับตำแหน่งของเลย์เอาต์

ตัวอย่างโครงสร้างของ Layout file แสดงดังรูปที่ 4

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="fill_parent"
    android:layout_height="fill_parent"
    android:orientation="vertical" >

    <TextView
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="@string/hello" />

</LinearLayout>
```

รูปที่ 4 โครงสร้างของ Layout file

- Activity Class คือ การแสดงผลแต่ละหน้าของแอปพลิเคชัน โดยสามารถจัดองค์ประกอบได้ตามต้องการ เพื่อทำการสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้นการจัดองค์ประกอบแต่ละหน้าให้กับแอปพลิเคชันต้องทำผ่านคลาสนี้เป็นหลัก ตัวอย่างโครงสร้างของ Activity Class แสดงดังรูปที่ 5

```
TextView mTextView; // Member variable for text view in the layout

@Override
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);

    // Set the user interface layout for this Activity
    // The layout file is defined in the project res/layout/main_activity.xml file
    setContentView(R.layout.main_activity);

    // Initialize member TextView so we can manipulate it later
    mTextView = (TextView) findViewById(R.id.text_message);

    // Make sure we're running on Honeycomb or higher to use ActionBar APIs
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= Build.VERSION_CODES.HONEYCOMB) {
        // For the main activity, make sure the app icon in the action bar
        // does not behave as a button
        ActionBar actionBar = getActionBar();
        actionBar.setHomeButtonEnabled(false);
    }
}
```

รูปที่ 5 โครงสร้างของ Activity Class

บทที่ 3

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาใน 2 หัวข้อ คือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันทั่วไปและแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก

3.1.1 UX Design for Children (Ages 3-12) [7]

งานวิจัยนี้ทำการรวบรวมข้อแนะนำสำหรับการออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก อายุตั้งแต่ 3-12 ปี โดยผู้เชี่ยวชาญในเรื่องของความสามารถในการใช้งาน (Usability Expert) ได้ทำการทดลองโดยมีการทดสอบกับเด็กในช่วงอายุต่างๆ โดยใช้เว็บไซต์ทั้งหมด 39 เว็บไซต์ และ แอปพลิเคชัน 36 แอปพลิเคชัน ประกอบด้วยเว็บไซต์และแอปพลิเคชันต่างๆ ได้แก่ (1) เกม (2) การนำเสนอสื่อ (3) การศึกษา (4) การขายของเล่น และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ สำหรับเด็ก และ (5) เกี่ยวกับองค์กรของภาครัฐ โดยผลที่ได้จะเป็นข้อแนะนำสำหรับการออกแบบเว็บไซต์และแอปพลิเคชัน ทั้งหมด 156 ข้อ ซึ่งเป็นข้อแนะนำสำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับเด็ก โดยแบ่งเป็น 18 หมวดหมู่ ได้แก่ (1) การมีปฏิสัมพันธ์ทั่วไป (General Interaction), (2) การมีปฏิสัมพันธ์กับ : หน้าจอสัมผัส แอปที่ถือ อุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง และคีย์บอร์ด (Interaction : Touchscreens, Laptops, Pointing Devices and Keyboard), (3) แบบฟอร์ม, รหัสผ่าน, และการสมัครสมาชิก (Forms, Passwords, and Memberships), (4) การนำทาง (Navigation), (5) การค้นหา (Search), (6) หน้าหลัก (Homepages), (7) ข้อความ (Text), (8) ความสามารถในการอ่านและความเข้าใจ (Readability and Comprehension), (9) คำสั่ง (Instructions), (10) รูปภาพ (Images), (11) เนื้อหา (Content), (12) เนื้อหาเป้าหมาย (Targeted Content), (13) ตัวละคร (Characters), (14) ระยะเวลาในการรอ (Waiting Time), (15) ภาพเคลื่อนไหวและวิดีโอ (Animation and Video), (16) เสียง (Audio), (17) โฆษณา (Advertisements) และ (18) ข้อผิดพลาดของระบบและการเสนอความช่วยเหลือ (System Errors and Help) จากการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะนำข้อแนะนำทั้งหมด 156 ข้อของ [7] เป็นแนวทางการออกแบบตั้งต้น (Baseline Guideline) จากนั้นจึงทำการปรับปรุงเพิ่มเติม แก้ไข โดยผู้วิจัยจะตัดข้อแนะนำที่ไม่เกี่ยวข้องกับการออกแบบแอปพลิเคชันและข้อแนะนำที่ไม่สามารถควบคุมได้ (เช่น ข้อแนะนำเกี่ยวกับโฆษณา) ออกไปและกำหนดช่วงอายุของเด็กจาก 3-12 ปี เป็น 6-12 ปี ดังนั้นข้อแนะนำสำหรับเด็กอายุต่ำกว่า 6 ปีก็จะถูกตัดออกทั้งหมด 42 ข้อ และเหลือข้อแนะนำที่สามารถนำมาปรับปรุงเพิ่มเติม แก้ไขได้ทั้งหมด 114 ข้อ จากนั้นจะพิจารณาข้อแนะนำที่เหลือว่าข้อใดสามารถปรับปรุงให้มีความละเอียดหรือรวมเข้าด้วยกันเพื่อความกระชับได้หรือไม่ แล้วจึงนำข้อแนะนำที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปใช้สำหรับการพัฒนาเครื่องมือต่อไป

3.1.2 Framework for Evaluating the Usability of Mobile Educational Applications for Children [13]

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอกรอบงานในการประเมินความสามารถในการใช้งานของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก โดยได้รวบรวมหลักการออกแบบที่มีอยู่จากงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 27 งานวิจัย โดยมีคำหลักในการค้นหาได้แก่ “interface design”, “mobile interface”, “usability”, “interface design for children” และ “educational apps” จากนั้นจึงคัดเลือกเฉพาะหลักการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้มาทำการปรับปรุงและได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น หลักเกณฑ์การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ทั้งหมด 17 หลักเกณฑ์ โดยแบ่งเป็น (1) Input/output, (2) Cognitive Load, (3) Multimedia usage, (4) Customization/ Personalization, (5) Screen design, (6) Layout, (7) Learning Potential, (8) Feedback, (9) User Control, (10) Navigation/Orientation, (11) Help/support, (12) Error, (13) Interactivity, (14) Effort, (15) Time required, (16) Engagement และ (17) Readability โดยมีหลักเกณฑ์ย่อยทั้งหมด 27 หลัก และ แนวทางการออกแบบทั้งหมด 50 ข้อ จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้มาสร้างหน่วยการวัดเพื่อกำหนดมาตรฐานในการวัดผลของหลักการออกแบบแต่ละข้อ ตัวอย่างเช่น ข้อแนะนำ “Does interface provide short error message” มีหน่วยการวัดคือ “Rating scale for error message” โดยการวัดผลจะเป็นทั้งแง่ของการขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้วัด (Subjective metrics) และไม่ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้วัด (Objective metrics) จากนั้นจึงจัดทำอุปกรณ์สำหรับการประเมินความสามารถในการใช้งาน 2 อย่าง ได้แก่ (1) แบบสอบถามวัดระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อแอปพลิเคชันทั้งหมด 35 ข้อ เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้ใช้งาน โดยมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-5 คะแนน โดย 1 คือ ไม่เป็นความจริงเลย 2 คือ ไม่จริงมาก 3 จริงบางส่วน 4 จริง 5 จริงมากที่สุด ตัวอย่างคำถามของข้อมูลที่ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้ใช้งาน เช่น “I found it easy to understand this application.” โดยมีหน่วยการวัดผลคือ “Rating scale for ease of learning” และ (2) รายการการทำงานเพื่อรวบรวมข้อมูลที่ไม่ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้ใช้งาน โดยตัวอย่างคือ “Check for interactivity : a. Check of user interaction with application b. Check of availability of communication tools c. Check of usage of gestures” จากนั้นจึงทำการทดลองกับเด็กอายุ 6-10 ปี จำนวน 10 คน และมีผู้ประเมินทั้งหมด 2 คน และนำผลลัพธ์ที่ได้จากอุปกรณ์การวัดผลทั้ง 2 มาทำการหาค่าเฉลี่ย (mean) โดยผลลัพธ์ที่ได้ แสดงดังรูปที่ 6 และ 7 ตามลำดับ

Objective Metrics	Barnyard Math Mean	Math Open Mean
O1-Number of mistakes during interaction	2.2	3.6
O2-Number of collaboration/sharing option	0	0
O3-Number of mistakes in using gestures	0.6	0.1
O4-Number of mistakes during navigation	1.2	0.8
O5- Failure rate to use main menu	0	0.2
O6-Number of pedagogic feedback	2	4
O7- Failure rate for understanding pedagogic feedback	0.4	0.2
O8-Number of times voice instructions provided in a task	0	0
O9-Number of mistakes to enter /give input	0.1	1.7
O10-Time taken to load application	0.13	0.26
O11-Time taken to complete task	0.830	1.18
O12- Failure rate for finding help	0	0
O13-Number of task related clues/hints	0	0
O14-Number of icons/buttons not recognized in first attempt	0.1	0.8
O15-Number of mistakes in learning to use	0.3	1.2
O16-Time to learn a given task	0.38	0.4
O17-Number of difficulty levels for practice	5	14
O18- Failure rate for performance assessment/result	0.4	0.2
O19-Number of options for personalization/ customization	1	3
O20-Failure for using personalization/ customization options	0.1	0.3
O21- Failure rate for using controls	0.4	0.4

รูปที่ 6 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบไม่ขึ้นกับความรู้สึของผู้ใช้งาน [13]

Subjective Metrics	Question No	Barnyard math Mean	Math open Mean
S1-Rating scale for multimedia usage	27,28	4.5	4
S2-Rating scale for appropriate feedback	8,5	2.3	4.2
S3-Rating scale for screen orientation	9	4.9	3.8
S4-Rating scale for navigation	11	1.1	1.7
S5-Rating scale for main menu	10	4.8	3.5
S6-Rating scale for pedagogic feedback	6	2.9	4.3
S7-Rating scale for voice instructions	7	1.4	1.1
S8-Ease to use virtual keyboard	2	4.5	3.1
S9-Rating scale for ease to understand output	1	4.3	2.9
S10-Rating scale for loading application	4	4.9	4
S11-Rating scale for time to respond	3	4.7	4.5
S12-Rating scale for task effort	17,18	4.35	4.2
S13-Rating scale for finding help	13	1.5	1
S14-Rating scale for usefulness of help	12	1.1	1
S15-Rating scale for tutorials	14	1.1	1.1
S16-Rating scale for appropriate language	15	4.2	4.1
S17-Rating scale for appropriate content	16	3.9	4
S18-Rating scale for ease of learning	19	4.5	3.3
S19-Rating scale for educational value	20	3.9	4.8
S20-Rating scale for suitability for all users	21	4.8	4.3
S21-Rating scale for learning activities	22	3.9	3.5
S22-Rating scale for performance assessment	23	3.1	4.1
S23-Rating scale for error messages	24	1	1.6
S24-Ease of readability	25	4.9	1.6
S25-Satisfaction with text	26	5	2
S26-Rating scale for engagement	34,35	3.25	3.05
S27-Rating scale for screen layout	29,30	3.95	3.65
S28-Rating scale for attractive screen design	31	4.1	2.7
S29-Rating scale for interface color	32	4.9	2.6
S30-Rating scale for icons and buttons	33	4.2	3.3

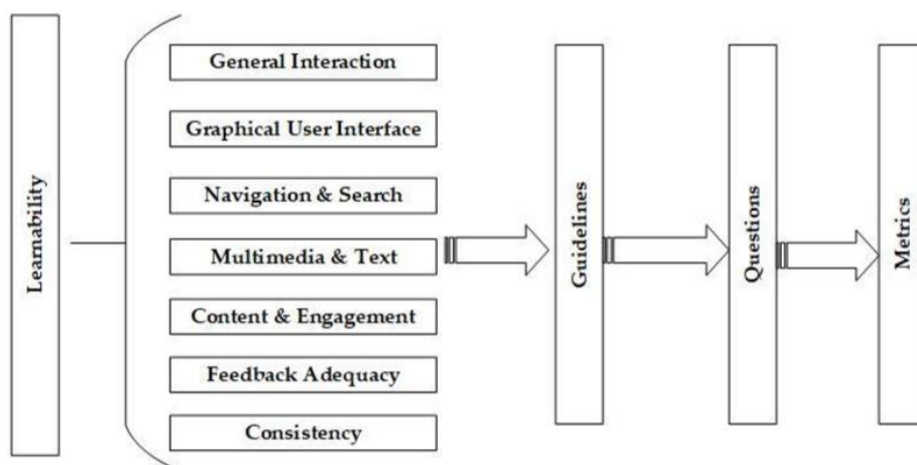
รูปที่ 7 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบขึ้นกับความรู้สึของผู้ใช้งาน [13]

ผลลัพธ์ค่าเฉลี่ยที่ได้แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันใดที่มีค่าเฉลี่ยมากกว่า หมายความว่าแอปพลิเคชันนั้นมีความสามารถในการใช้งานที่ดีกว่า และจะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเฉลี่ยที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน จึงสรุปได้ว่ากรอบงานนี้เป็นกรอบงานที่เหมาะสมในการใช้ประเมินความสามารถในการใช้งานของแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก จากการศึกษางานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาถึงแนวทางการออกแบบที่ [13] ได้เสนอไว้ จึงนำแนวทางการออกแบบบางส่วนมาเพิ่มเติมหรือปรับปรุงร่วมกับ [7] เพื่อให้มีความละเอียดขึ้น โดยนำแนวทางการออกแบบจากงานวิจัยนี้มาใช้ทั้งหมด 6 ข้อ ได้แก่

1. Provide short error messages.
2. Provide easy main menu for navigation.
3. Ease to input.
4. Ease to understand output.
5. Provide brief and useful tutorial to understand task/activity.
6. Simple, attractive and organized design.

3.1.3 A Learnability Model for Children Mobile Applications [14]


งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองของความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability Model) สำหรับช่วยให้นักพัฒนาและผู้ประเมินสามารถออกแบบและประเมินแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนสำหรับเด็กอายุ 5–10 ปี โดยความสามารถในการเรียนรู้ หรือ Learnability เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดทั้งห้า ของความสามารถในการใช้งาน ได้แก่ ความสามารถในการเรียนรู้ได้ (Learnability) ประสิทธิภาพ (Efficiency) ความสามารถในการจดจำได้ (Memorability) ข้อผิดพลาด (Errors) และความพึงพอใจของผู้ใช้ (Satisfaction) โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมแนวทางการออกแบบความสามารถในการใช้งาน จากนั้นจึงนำมาสร้างแบบจำลองของความสามารถในการเรียนรู้ดังแสดงตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 แบบจำลองของความสามารถในการเรียนรู้ได้ [14]

แบบจำลองสามารถแบ่งหมวดหมู่ออกเป็น 7 หมวดหมู่ ได้แก่ (1) General Interaction ประกอบด้วยหลักการออกแบบทั้งหมด 12 ข้อ, (2) Graphical User Interface (GUI) ประกอบด้วยหลักการออกแบบทั้งหมด 10 ข้อ, (3) Navigation and Search ประกอบด้วยหลักการออกแบบทั้งหมด 8 ข้อ, (4) Multimedia and Text Usage ประกอบด้วยหลักการออกแบบทั้งหมด 10 ข้อ, (5) Content Engagement ประกอบด้วยหลักการออกแบบทั้งหมด 8 ข้อ, (6) Feedback Appropriateness ประกอบด้วยหลักการออกแบบทั้งหมด 9 ข้อ และ (7) Consistency ประกอบด้วยหลักการออกแบบทั้งหมด 7 ข้อ จากนั้นจึงนำหลักการออกแบบที่ได้มาออกแบบคำถามสำหรับวัดผลว่าแอปพลิเคชันนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ในแต่ละหมวดหมู่หรือไม่ เช่น ตัวอย่างคำถามของหมวด

“General Interaction” คือ “Is the application UI easy and intuitive to use ?” และมีวิธีการวัดผลคือ “Time taken on the first attempt”, “Number of tasks successful in the first attempt”, และ “Number of mistakes while learning to use the application” การวัดผลจะแบ่งเป็นการวัดผลที่ขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของผู้วัด (Subjective metrics) ซึ่งจะเป็นการบันทึกตามหน่วยการวัดระหว่างการทดลองเช่น “Number of metaphors that children cannot identify with” และการวัดผลที่ไม่ขึ้นกับความคิดเห็นของผู้วัด (Objective metrics) จะมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-5 โดย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 2 หมายถึง ไม่เห็นด้วย, 3 หมายถึง ปานกลาง, 4 หมายถึง เห็นด้วย และ 5 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง โดยการทดสอบแบ่งออกเป็นสามขั้นตอน ได้แก่ (1) ผู้เข้าร่วมการทดสอบทำการกรอกข้อมูลส่วนบุคคล, (2) ผู้เข้าร่วมการทดสอบทำการใช้งานแอปพลิเคชันบนแท็บเล็ต (Tablet) ตามรายการการใช้งานเพื่อบันทึกข้อมูลที่ไม่ขึ้นตรงกับความรู้สึกของผู้ประเมิน และ (3) สัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมการทดสอบเพื่อบันทึกข้อมูลที่ขึ้นตรงกับความรู้สึกของผู้ประเมิน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 9 และ 10 ตามลำดับ



Objective Metric	Adult	Children		
		Minimum	Maximum	Mean
Task completion time(sec)	120	283	345	310.75
Data entry time(sec)	55	111	127	121.10
Task response time(sec)	5	7	10	8.10
Number of errors	0	0	3	1.45
Task completion rate (%)	100	100	100	100
Number of voice support	0	0	0	0.00

รูปที่ 9 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบไม่ขึ้นตรงกับความคิดเห็นของผู้วัด (เปรียบเทียบระหว่างผู้ใหญ่และเด็ก) [14]

Satisfaction Measure	Mean	Std. Deviation
General Interaction	2.66	0.90
GUI	3.50	0.46
Navigation & Search	3.04	0.51
Multimedia & Text	3.28	0.60
Content & Engagement	2.83	0.56
Feedback Appropriateness	2.55	0.40
Consistency	2.41	0.28

รูปที่ 10 ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบขึ้นตรงกับความคิดเห็นของผู้วัด [14]

ผลลัพธ์ของการวัดผลแบบไม่ขึ้นตรงกับความคิดเห็นของผู้วัดเป็นการแสดงให้เห็นในเชิงตัวเลขโดยวัดจาก การทำกิจกรรมต่างๆในแอปพลิเคชันของผู้เข้าร่วมการทดสอบ และผลลัพธ์ของการวัดผลแบบขึ้นตรงกับความ คิดเห็นของผู้ประเมินแสดงให้เห็นถึงระดับความพึงพอใจต่อหมวดต่างๆของการใช้งานแอปพลิเคชัน ซึ่งค่าเฉลี่ยที่สูง แสดงถึงความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันที่สูง จากการศึกษางานวิจัยนี้ผู้วิจัยพบว่ามีแนวทางการออกแบบจำนวน หลายข้อที่สามารถนำไปปรับใช้กับ [7] ได้ โดยผู้วิจัยได้เลือกแนวทางการออกแบบทั้งหมด 17 ข้อ สำหรับนำไป เพิ่มเติมหรือปรับปรุงร่วมกับ [7] เพื่อให้มีความละเอียดขึ้น ได้แก่

1. Use feedback to validate and explain why an action was invalid.
2. Show current interaction state (User next action should be visible right on the screen).
3. Use language, gestures, and concepts that are appropriate and familiar to children. The icons and symbols used should be familiar and matching to their meaning in the physical world.
4. When interacting with a multimedia clip, show the users the status of multimedia playtimes. Present progress to completion and how long it takes to play the entire multimedia clip.
5. Let the children be in control of the application by allowing them to use it at their own convenient pace.
6. Make the application interactive; Children love an application that they can interact with by talking to it and it talking back to them.
7. Strive to ensure that the need to type in the mobile app is as minimum as possible to avoid error prone.
8. Make it possible to use the application in either portrait or landscape orientation.
9. Create excitement about searching and make the search results easy to comprehend.
10. Reduce cognitive load by making use of more graphics and less text.
11. Provide a clear and consistent main menu. Don't hide menus on individual pages because it might confuse or disorient young users.
12. Make input-output behavior easy and understandable. It should be consistent within the application and across other similar applications.
13. Children learn from examples. Show them a demo: What they learn, they retain.
14. Ensure that the interaction tools such as images/icons and buttons reflect if they have been used; using for example different color, size shape or even pop up messages.

15. Provide aesthetic, intuitive, attractive and organized design.
16. Use colorful graphics and intuitive UI to make the app engaging and easy-to-understand.
17. Avoid making registration a must for these applications to be used; but if it cannot be avoided completely, allow the user to skip sign up and let them be able to sign up later.

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันทั่วไปและแอปพลิเคชันแอนดรอยด์

3.2.1 New Usability Guidelines with Implementation Ways of Mobile

Learning Application based on Mobile Learning Usability Attributes [6]

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษา โดยการศึกษาแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อการศึกษาที่มีอยู่เพื่อหาปัญหาและนำมาสร้างเป็นแนวทางการออกแบบใหม่เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของแนวทางการออกแบบเดิมที่มีอยู่แล้ว โดยผลลัพธ์ของแนวทางการออกแบบที่เสนอขึ้นมาใหม่มีทั้งหมด 9 รายการ ได้แก่ (1) Understanding level of learner, (2) Avoiding much content in one page, (3) Design convenient navigation system, (4) Utilize the advantage of the feature that are provided by mobile devices, (5) Consistency, (6) Providing freedom to the learner for controlling the application, (7) Preventing and handling error, (8) Design application to be suitable with variety type of mobile screen และ (9) Reduce the short-term memory load การทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพของแนวทางการออกแบบได้จัดให้มีการทดสอบกับผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการออกแบบแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ทั้งหมด 15 คน โดยให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบทำการให้คะแนนแนวทางการออกแบบแต่ละข้อ การให้คะแนนการจับคู่แนวทางการออกแบบกับคุณลักษณะของความสามารถในการใช้งานระบบ และการนำแนวทางการออกแบบไปประยุกต์ใช้ โดยมีระดับคะแนนตั้งแต่ 1-5 โดย 1 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 2 ไม่เห็นด้วย, 3 ไม่แน่ใจ, 4 เห็นด้วย และ 5 เห็นด้วยอย่างยิ่ง แล้วจึงนำระดับคะแนนทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย โดยผลลัพธ์แสดงตามรูปที่ 11, 12 และ 13 ตามลำดับ

Proposed Guidelines	Mean over 5
Guideline 1	4.8
Guideline 2	4.5
Guideline 3	4.3
Guideline 4	4.2
Guideline 5	4.2
Guideline 6	4.0
Guideline 7	4.3
Guideline 8	4.4
Guideline 9	4.1

รูปที่ 11 ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้ในแนวทางการออกแบบแต่ละข้อ [6]

Proposed mapping the guidelines with MLUA	Mean over 5
Mapping guideline 1 with adjustability MLUA	4.1
Mapping guideline 2 with adjustability MLUA	3.9
Mapping guideline 3 with funability MLUA	4.3
Mapping guideline 4 with satisfaction and adjustability MLUA	4.0
Mapping guideline 5 with satisfaction and funability MLUA	4.3
Mapping guideline 6 with satisfaction MLUA	4.1
Mapping guideline 7 with reliability MLUA	4.0
Mapping guideline 8 with adjustability MLUA	4.4
Mapping guideline 9 with funability MLUA	4.1

รูปที่ 12 ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้สำหรับการจับคู่แนวทางการออกแบบกับคุณลักษณะของ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ความสามารถในการใช้งาน [6]
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Proposed implementation ways of each proposed guideline	Mean over 5
Implementation way of guideline 1	4.3
Implementation way of guideline 2	4.2
Implementation way of guideline 3	4.1
Implementation way of guideline 4	4.2
Implementation way of guideline 5	4.0
Implementation way of guideline 6	4.1
Implementation way of guideline 7	3.9
Implementation way of guideline 8	4.0
Implementation way of guideline 9	3.8

รูปที่ 13 ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญให้สำหรับการนำแนวทางการออกแบบไปพัฒนา [6]

ผลการคำนวณที่มีค่าเฉลี่ยที่สูงแสดงถึงประสิทธิภาพที่สูงของแนวทางการออกแบบ การจับคู่กับคุณลักษณะของความสามารถในการใช้งาน และการนำแนวทางการออกแบบไปพัฒนา จากการศึกษางานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกการนำแนวทางการออกแบบไปพัฒนามาปรับใช้กับ [7] ทั้งหมด 3 ข้อ ได้แก่การนำแนวทางการออกแบบไปพัฒนาของแนวทางการออกแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.2 การนำแนวทางการออกแบบไปพัฒนาของแนวทางการออกแบบที่ 9 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.8 และ การนำแนวทางการออกแบบไปพัฒนาของแนวทางการออกแบบที่ 7 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.9 ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ระบุว่าหากมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียง 4 และ 5 ถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยที่ยอมรับได้และสามารถนำไปปรับใช้ต่อไป อีกประการหนึ่งคือแอปพลิเคชันสำหรับเด็กส่วนมากจะเป็นแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้เป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยจึงนำแนวทางการออกแบบจากงานวิจัยนี้ไปปรับใช้กับ [7] ซึ่งเป็นงานวิจัยสำหรับเด็กเพื่อให้ความละเอียดมากขึ้น โดยแนวทางการออกแบบที่คัดเลือกมาได้แก่

1. Avoiding much content in one page.
2. Response times must be fast enough between 0.1 seconds to 10 seconds that users don't forget what they're in the middle of doing while waiting for the next page to load.
3. Prevent invalid actions by not offering functionality that is not needed (reduces complexity).

3.2.2 Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Applications

[15]

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยผู้ประเมินความสามารถในการใช้งานของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์พกพาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการตรวจสอบรายการประเมินการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้จากโค้ดของแอปพลิเคชันและรายงานข้อผิดพลาดในการออกแบบที่พบ อย่างไรก็ตามเนื่องจากการประเมินเชิงฮิวริสติกเป็นการประเมินที่ต้องทำโดยอาศัยผู้ประเมิน ผู้วิจัยจึงได้เลือกรายการประเมินจำนวน 19 รายการ ที่ไม่ต้องอาศัยประสบการณ์และความรู้สึกของผู้ประเมิน และสามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติมาพัฒนาเครื่องมือ เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระของผู้ประเมินในการตรวจสอบความสามารถในการใช้งานส่วนต่อประสานกับผู้ใช้เทียบกับรายการประเมินบางส่วนได้ จากการทดสอบการประเมินส่วนต่อประสานผู้ใช้ของ 3 แอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตามรายการประเมิน 19 รายการดังกล่าว พบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดในการออกแบบเมื่อประเมินโดยใช้เครื่องมือ มีค่ามากกว่าเมื่อประเมินโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้และกลุ่มนักพัฒนาแอปพลิเคชันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 นอกจากนี้ เครื่องมือยังช่วยลดเวลาในการประเมินและสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดในการออกแบบที่ผู้ประเมินทั้งสองกลุ่มตรวจไม่พบได้ งานวิจัยนี้จะนำแนวคิดของ [15] มาพัฒนาเครื่องมือแต่จะมุ่งเน้นไปที่การประเมินความสามารถในการใช้งานสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับเด็กอายุ 6 – 12 ปี

3.2.3 Enhancing Usability Heuristics for Android Applications on Mobile

Devices [16]

งานวิจัยนี้ได้เสนอรายการประเมินที่ใช้ประเมินความสามารถด้านการใช้งานของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยรายการประเมินจะประกอบไปด้วยคำถามส่วนใหญ่ที่ปรับมาจากงานวิจัยต่างๆ และเพิ่มคำถามอื่น ๆ เข้ามาจากการศึกษาหลักการออกแบบแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ และจากประสบการณ์ด้านการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์ของผู้วิจัยเอง ผลที่ได้คือรายการประเมินจำนวนทั้งหมด 146 คำถาม ซึ่งเป็นคำถามที่ปรับมาจากงานวิจัยอื่นๆ 94 คำถาม และผู้วิจัยเสนอเพิ่ม 52 คำถาม โดยมีการจัดกลุ่มคำถามตามกลุ่มฮิวริสติก 12 กลุ่ม ได้แก่

1. Visibility of system status: ระบบควรแสดงให้ผู้ใช้งานทราบอยู่ตลอดเวลาว่าขณะนั้นกำลังเกิดอะไรขึ้น
2. Match between system and the real world: ระบบควรจะเป็นภาษาเดียวกับผู้ใช้
3. User control and freedom: ระบบควรให้อิสระแก่ผู้ใช้งานได้ทดลองใช้ส่วนต่อประสาน เพื่อให้เกิดประสบการณ์ในการใช้งาน
4. Consistency and standards: ระบบควรมีการออกแบบส่วนต่อประสานที่คงเส้นคงวาตลอดทั้งระบบ
5. Error prevention: ระบบควรมีความสามารถในการป้องกันการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดที่มาจากผู้ใช้
6. Recognition rather than recall: ลดความจำเป็นในการจดจำการใช้งานของผู้ใช้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถกลับมาใช้งานส่วนต่อประสานได้ใหม่
7. Flexibility and efficiency of use: เนื่องจากผู้ใช้งานระบบมีความหลากหลายและประสบการณ์ในการใช้งานของผู้ใช้แต่ละคนมีความแตกต่างกัน ระบบควรมีส่วนต่อประสานที่ง่ายสำหรับผู้ใช้งานในระดับ
8. Aesthetic and minimalist design: ระบบควรมีส่วนต่อประสานที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน
9. Help users recognize, diagnose, and recover from error: เมื่อเกิดข้อผิดพลาดจากการใช้งานของผู้ใช้ ระบบควรแสดงข้อความที่มีประโยชน์ที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง
10. Help and documentation: ในบางครั้ง การจัดทำคู่มือสำหรับการใช้งาน ระบบจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเพราะบางระบบอาจมีความซับซ้อน
11. Pleasurable and Respectful Interaction: เมื่อผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับระบบแล้วเกิดความพึงพอใจในการใช้งาน ระบบควรมีการออกแบบส่วนต่อประสานที่สวยงาม และช่วยให้ผู้ใช้สะดวกสบายในการใช้งานระบบ
12. Privacy: ระบบควรมีการป้องกันการเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลรายการประเมินที่เสนอเมื่อเทียบกับการประเมินโดยใช้ฮิวริสติกการออกแบบดั้งเดิมของ Jakob Nielsen และพบว่ารายการประเมินที่เสนอมีประสิทธิภาพดีกว่า เนื่องจากรายการประเมินเป็นข้อคำถามที่ละเอียดและเจาะจงกับการออกแบบในแต่ละสถานการณ์ จึงช่วยให้ผู้ประเมินซึ่งอาจไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถในการใช้งานสามารถตรวจพบข้อผิดพลาดได้ครบถ้วนมากขึ้นและรวดเร็วขึ้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ไม่ได้เสนอเครื่องมือเพื่อช่วยผู้ประเมินทำการประเมิน วิทยานิพนธ์นี้จะใช้กลุ่มฮิวริสติกของงานวิจัย [16] ทั้งหมด 12 กลุ่มในการจัดกลุ่มแนวทางการออกแบบต่างๆ โดยการเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์นี้แสดงดังตารางที่ 2

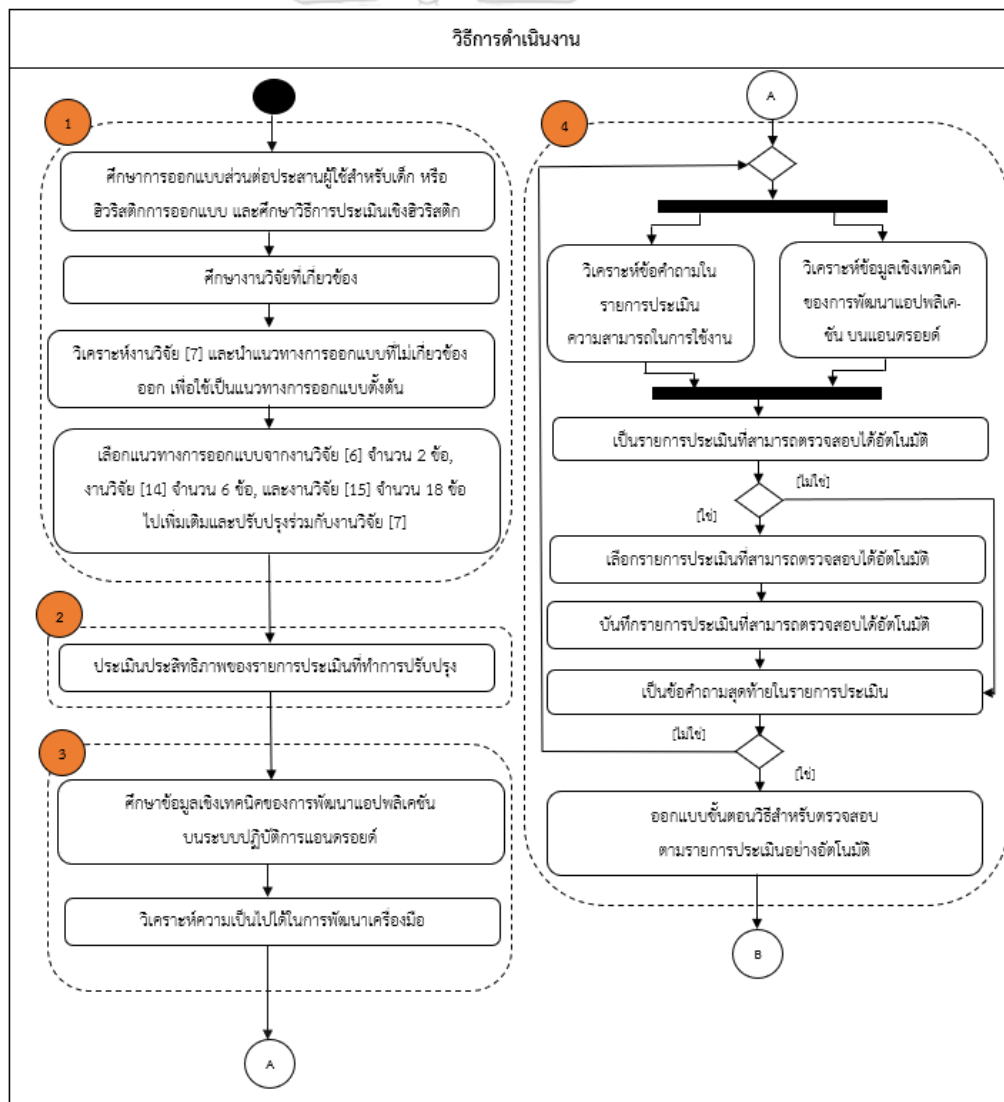
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

Research	Platform	Target Group	Design Quality	App Domain	Result	
					Guidelines	Tool
UX Design for Children (Ages 3-12) [7]	Mobile, Website	Children Ages 3-12	Usability	All Domain	156	No
Framework for Evaluating the Usability of Mobile Educational Application for Children [13]	Mobile	Not specific	Usability	Educational	50	No
A Learnability Model for Children Mobile Applications [14]	Mobile	Children Ages 5-10	Learnability	All Domain	64	No
New Usability Guidelines with Implementation Ways of Mobile Learning Applications based on Mobile Learning Usability Attributes [6]	Mobile	Not Specific	Usability	Educational	9	No
Heuristic – Based Usability Evaluation Tool for Android Applications [15]	Mobile	Not Specific	Usability	All Domain	No	Yes
Enhancing Usability Heuristics for Android Applications on Mobile Device [16]	Mobile	Not Specific	Usability	All Domain	146	No
Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android Applications for kids ages 6-12	Mobile	Ages 6-12	Usability	All Domain	105	Yes

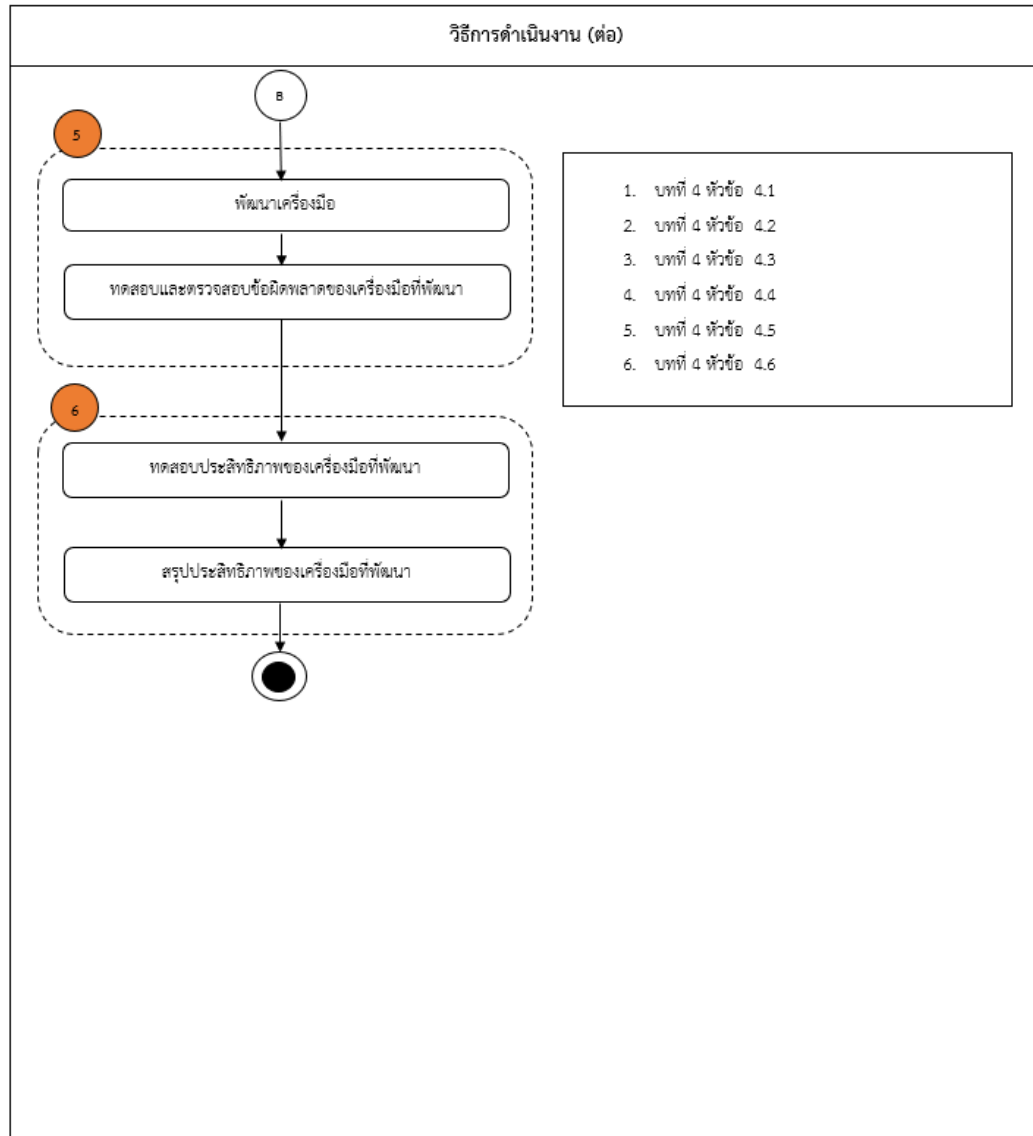
บทที่ 4

ขั้นตอนวิธีการประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติก สำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี

จากงานวิจัย [15] ที่ได้เสนอเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการใช้งานของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์พกพาบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาเครื่องมือในการประเมินความสามารถในการใช้งานของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี ซึ่งเครื่องมือจะช่วยผู้ประเมินในการตรวจหาโค้ดที่ไม่ปฏิบัติตามแนวทางการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ตามรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติโดยไม่ขึ้นกับประสบการณ์และความรู้สึกของผู้ประเมิน โดยมีภาพรวมตามรูปที่ 14 และมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้



รูปที่ 14 ภาพรวมขั้นตอนการดำเนินงาน



4.1 ศึกษาและปรับปรุงแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก

ผู้วิจัยจะปรับปรุงรายการประเมินจากงานวิจัย [6], [7], [13] และ [14] ซึ่งเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก ผู้วิจัยจะใช้งานวิจัย [7] ที่ผ่านการนำแนวทางการออกแบบที่ไม่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันออกไปเพื่อเป็นแนวทางการออกแบบตั้งต้น จำนวน 114 ข้อ จากนั้นเลือกแนวทางการออกแบบจากงานวิจัย [6] จำนวน 3 ข้อ, งานวิจัย [13] จำนวน 6 ข้อ และงานวิจัย [14] จำนวน 17 ข้อมาปรับปรุงเพิ่มเติม แก้ไข ร่วมกับงานวิจัย [7] เพื่อสร้างรายการประเมินความสามารถในการทำงานบนแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์สำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุงรายการประเมินจากทั้งหมด 105 รายการเป็นดังตารางที่ 3 และรายการทั้งหมดเป็นดังภาคผนวก ก โดยสามารถแบ่งตามฮิวริสติกได้ 12 หมวด [16] ดังนี้

1. Visibility of system status
2. Match between system and real world
3. User control and freedom
4. Consistency and standards
5. Error prevention
6. Recognition rather than recall
7. Flexibility and efficiency and use
8. Aesthetic and minimalist design
9. Help users recognize, diagnose, and recover from error
10. Help and documentation
11. Pleasurable and Respectful Interaction
12. Privacy

ตารางที่ 3 ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมจากรายการประเมินที่มีอยู่แล้ว

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	เหตุผล		
Heuristic : Visibility of system status									
2	When the wrong answer is chosen, explain why an action was invalid by providing short error message and using terms that non-technical users understand.	Enhance	2	Give specific feedback when users choose the wrong answer. [7]	-	-	B#2 แนะนำว่าควรจะมีผลย้อนกลับที่เฉพาะเจาะจงเมื่อผู้ใช้งานเลือกคำตอบที่ผิด		
			3	In error messages, use terms that non-technical users understand. [7]	-	-	B#3 แนะนำว่าใน ข้อความระบุความผิดพลาด (error message) ควรใช้ข้อความที่ไม่เป็นศัพท์เชิงเทคนิคมากเกินไป เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย A#1 แนะนำว่าควรมีผล		
			-	-	1	Use feedback to validate and explain why an action was invalid. [14]	-	-	ย้อนกลับบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นการกระทำที่ผิด A#2 แนะนำว่าข้อความระบุความผิดพลาด
			-	-	2	Provide short error messages. [13]	-	-	ควรเป็นข้อความสั้นๆ ทั้งสี่ข้อ เป็นการแนะนำเกี่ยวกับผลย้อนกลับที่เกิดจากการกระทำที่ผิดพลาดต่อระบบหรือการเลือกคำตอบที่ผิดเหมือนกัน

หมายเหตุ :

P# หมายถึง หมายเลขของ Proposed Guidelines

Proposed Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

Action หมายถึง การกระทำต่อแนวทางการออกแบบดั้งเดิม ประกอบด้วย

Merge หมายถึง การรวม B# ที่เป็นไปในลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน

Enhance หมายถึง การนำ A# มาเสริมกับ B#

Split หมายถึง การแยก B# ออกเป็นหลายข้อ

Add การเพิ่มแนวทางการออกแบบจาก A# เข้ามา

B# หมายถึง หมายเลขของ Baseline's Guidelines

Baseline's Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบดั้งเดิม

A# หมายถึง หมายเลขของ Additional Guidelines

Additional Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบที่เพิ่มเข้ามาจากงานวิจัยอื่น

เหตุผล หมายถึง เหตุผลของการกระทำต่อแนวทางการออกแบบดั้งเดิม

ตารางที่ 3 ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมจากรายการประเมินที่มีอยู่แล้ว (ต่อ)

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	เหตุผล
Heuristic : Match between system and real world							
9	Use pictures, language, gesture, icon, and concept in familiar ways. Match them to their meaning in the physical world.	Enhance	11	Use pictures in familiar ways. Match them to their meaning in the physical world. [7]	-	-	B#11 แนะนำว่าควรใช้รูปภาพให้ใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ (Physical world) A#3 แนะนำว่าควรใช้ภาษา, ท่าทาง, สัญลักษณ์, แนวคิดใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ ซึ่งทั้งสองข้อเป็นคำแนะนำเกี่ยวกับใช้วัตถุให้ใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ
			-	-	3	Use language, gestures, and concepts that are appropriate and familiar to children. [14]	ใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ ซึ่งทั้งสองข้อเป็นคำแนะนำเกี่ยวกับใช้วัตถุให้ใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ
Heuristic : User control and freedom							
10	Make sure actions are reversible : support back and undo.	-	12	Make sure actions are reversible : support back and undo. [7]	-	-	-
Heuristic : Consistency and standards							
27	Do not write text in upper-case only.	-	31	Do not write text in upper-case only. [7]	-	-	ข้อแนะนำจาก [16] ที่เกี่ยวข้อง "Has a heavy use of all uppercase letters on a screen been avoided?"
Heuristic : Error prevention							
32	Avoid misleading language.	-	36	Avoid misleading language. [7]	-	-	-

ตารางที่ 3 ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมจากรายการประเมินที่มีอยู่แล้ว (ต่อ)

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	เหตุผล
Heuristic : Recognition rather than recall							
35	Design for scrolling, use strong visual cues to encourage scrolling.	Merge	38	Use strong visual cues to encourage scrolling, even on touchscreens. [7]	-	-	B#38 แนะนำว่าควรจะมีการขึ้นนำที่ชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่า ควรจะเลื่อนขึ้นลง (scrolling) เพื่อดูเนื้อหาเพิ่มเติม
			39	For kids older than 9, do not split articles in many small pages. Design for scrolling. [7]	-	-	B#39 แนะนำว่าไม่ควรแบ่งเนื้อหาออกเป็นหลายๆหน้า สำหรับเด็กที่อายุมากกว่า 9 ปีขึ้นไป แต่ควรออกแบบให้มีการเลื่อนขึ้นลงแทน ทั้งสองข้อถือเป็นการแนะนำสำหรับการเลื่อนขึ้นลงเหมือนกัน
Heuristic : Flexibility and efficiency of use							
36	Make it possible to use the application in either portrait or landscape orientation.	Add	-	-	8	Make it possible to use the application in either portrait or landscape orientation. [14]	-
43	For kids older than 6, provide persistent access to the search feature and make it salient in application.	Merge	48	For kids older than 6, provide persistent access to the search feature. [7]	-	-	B#48 แนะนำว่าควรมีระบบการค้นหา B#49 แนะนำว่าระบบการค้นหา ควรสังเกตได้ง่าย ซึ่งทั้งสองข้อเป็นการแนะนำเรื่องระบบการค้นหาเหมือนกัน
			49	Make sure that site search is salient. [7]	-	-	

ตารางที่ 3 ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมจากรายการประเมินที่มีอยู่แล้ว (ต่อ)

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	เหตุผล
Heuristic : Aesthetic and minimalist design							
75	Do not include multiple search boxes on a page.	-	86	Do not include multiple search boxes on a page. [7]	-	-	-
Heuristic : Pleasurable and Respectful Interaction							
84	Make clickable items look clickable and pushable e.g. Button.	Merge	94	Make clickable items look clickable. [7]	-	-	B#94 แนะนำว่าควรจะทำให้วัตถุที่สามารถคลิกได้ดูโดดเด่นขึ้นมา
			95	Design text button to look pushable. [7]	-	-	B#95 แนะนำว่าควรจะทำให้ข้อความ หรือ ปุ่ม ดูโดดเด่นและสื่อว่าสามารถกดหรือคลิกได้ ซึ่งทั้งสองเป็นการแนะนำในการทำให้วัตถุที่คลิกได้ดูโดดเด่นขึ้นมาเหมือนกัน
Heuristic : Help users recognize, diagnose, and recover from error							
89	Do not clear field values if they are wrong. Allow kids to modify the text they entered if they made a mistake.	-	99	Do not clear field values if they are wrong. Allow kids to modify the text they entered if they made a mistake. [7]	-	-	-

ตารางที่ 3 ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมจากรายการประเมินที่มีอยู่แล้ว (ต่อ)

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	เหตุผล
----	---------------------	---------	----	-----------------------	----	-----------------------	--------

Heuristic : Help and documentation							
93	Provide a brief, demo and useful tutorial to let children understand task/activity before starting application.	Enhance	102	Consider using tips and audio narrations to help young users navigate the site or figure out how to play a game. [7]	-	-	B#102 แนะนำว่าควรมีการบรรยายด้วยเสียงเพื่อการแนะนำข้อมูล
			-	-	20	Children learn from examples. Show them a demo: What they learn, they retain. [14]	(Tutorial) ที่มีประโยชน์และกระชับเพื่อให้เด็กสามารถเข้าใจกิจกรรมและภาระหน้าที่ต่าง ๆ ทั้งสามข้อเป็น
					21	Provide brief and useful tutorial to understand task/activity. [13]	ข้อแนะนำเกี่ยวกับการสาธิตหรือการสอนก่อนเริ่มกิจกรรมใด ๆ บนแอปพลิเคชันเหมือนกัน



ตารางที่ 3 ตัวอย่างบางส่วนของ การปรับปรุง แก้ไข หรือเพิ่มเติมจากรายการประเมินที่มีอยู่แล้ว (ต่อ)

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	เหตุผล
----	---------------------	---------	----	-----------------------	----	-----------------------	--------

Heuristic : Privacy							
105	Don't ask kids to read or accept user agreements and avoid making registration or allow to skip sign up and be able to sign up later.	Enhance	114	Don't ask kids to read or accept user agreements and avoid making registration or allow to skip sign up and be able to sign up later. [7]	-	-	B#114 แนะนำว่าไม่ควรให้เด็กอ่านหรือกดยอมรับข้อตกลงการใช้งาน A#26 แนะนำว่าควรหลีกเลี่ยงการสมัครสมาชิก หรือหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรอนุญาตให้ข้ามไปและสามารถสมัครสมาชิกในภายหลังได้ โดยการสมัครสมาชิกและการยอมรับข้อตกลงการใช้งานมักจะปรากฏอยู่ในบริเวณเดียวหรือใกล้เคียงกัน จึงจัดให้ข้อแนะนำทั้งสองข้อนี้เป็นข้อเดียวกัน
					26	Avoid making registration a must for these applications to be used; but if it cannot be avoided completely, allow the user to skip sign up and let them be able to sign up later. [14]	

4.2 ทำการประเมินความเหมาะสมของรายการประเมินที่ทำการปรับปรุงแล้ว

หลังจากทำการปรับปรุงรายการประเมินจาก [6], [7], [13], และ [14] แล้ว ผู้วิจัยได้นำรายการประเมินที่ผ่านการรวบรวมและปรับปรุงแล้วจำนวน 105 รายการมาประเมินว่ารายการประเมินใหม่นั้นมีความเหมาะสมหรือไม่สำหรับโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี โดยทำการเชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของโมบายล์แอปพลิเคชันจำนวน 3 คนโดย 1 คนเป็นผู้มีประสบการณ์ 5 ปีกับแอปพลิเคชันสำหรับเด็กโดยตรง อีก 2 คนมีประสบการณ์กับแอปพลิเคชันทั่วไป 2 ปี และ 7 ปี ผู้ประเมินได้ทำการพิจารณารายการประเมินแต่ละข้อโดยบันทึกผลลงในแบบฟอร์มพิจารณารายการประเมินแสดงตามตารางที่ 4 หลังจากได้รับผลการตรวจสอบแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบ โดยการกำหนดคะแนนให้กับผลการประเมินแต่ละข้อ โดยมีลำดับคะแนนตั้งแต่ 1-5 จากนั้นจึงคิดคะแนนรวมของรายการประเมินแต่ละข้อและนำมาหาค่าเฉลี่ย หากรายการประเมินข้อใดมีค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 3 ผู้วิจัยจะคงรายการประเมินข้อนั้นไว้ หากมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 3 จะทำการพิจารณารายการประเมินข้อนั้นร่วมกับความคิดเห็นเพิ่มเติมร่วมกับผู้ประเมินว่าสามารถปรับปรุงให้สามารถคงรายการประเมินนั้นไว้ได้หรือไม่ หากไม่ก็จะนำรายการประเมินนั้นออกไป ผลลัพธ์จากการประเมินทำให้จำนวนรายการลดลงเหลือ 94 รายการ ทั้งนี้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ทำให้เกิดการปรับแก้หรือนำรายการประเมินออกไป แสดงไว้ในภาคผนวก ข

ตารางที่ 4 แบบฟอร์มพิจารณารายการประเมิน

ลำดับที่ :
รายการประเมิน :
ผลการประเมิน : <input type="checkbox"/> ไม่เห็นด้วย (1) <input type="checkbox"/> ค่อนข้างไม่เห็นด้วย (2) <input type="checkbox"/> ปานกลาง (3) <input type="checkbox"/> เห็นด้วย (4) <input type="checkbox"/> เห็นด้วยเป็นอย่างมาก (5)
ความคิดเห็นเพิ่มเติม

4.3 ออกแบบขั้นตอนวิธีสำหรับตรวจสอบรายการประเมิน

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อความในรายการประเมินความสามารถในการทำงานที่ผ่านการประเมินในข้อที่ 4.2 แล้วควบคู่ไปกับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเทคนิคของการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เพื่อคัดเลือกรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติโดยไม่อาศัยความรู้สึกและวิจารณ์ญาณของผู้ประเมินมาเกี่ยวข้อง จากนั้นจึงทำการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) สำหรับตรวจสอบตามรายการประเมินที่ผ่านการปรับปรุงมาแล้ว และสามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ จากการศึกษารายการประเมินที่รวบรวมมาทั้งหมด 94 รายการ มีรายการประเมินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 69 รายการ และรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 25 รายการ ตัวอย่างรายการประเมินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติเป็นดังตารางที่ 5 ตัวอย่างรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติเป็นดังตารางที่ 6 และ ขั้นตอนวิธีตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติเป็นดังตารางที่ 7- ตารางที่ 63

ตารางที่ 5 ตัวอย่างรายการประเมินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ

ตัวอย่างรายการประเมินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้อัตโนมัติ

ลำดับ	รายการประเมิน	เหตุผล
-------	---------------	--------

1	Use standard interaction schemes and follow existent app conventions.	การประเมินในส่วนของ Interaction scheme ต้องอาศัยวิจารณ์จากผู้ประเมินเป็นหลัก จึงไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ
2	Avoid similar-looking widgets that do things. Text cannot disambiguate between similar widgets.	ในข้อแนะนำข้อนี้ จำเป็นต้องอาศัยการพิจารณาถึงความเหมือนหรือแตกต่างของวิดเจ็ต (Widget) ซึ่งแต่ละวิดเจ็ตก็มีความแตกต่างกันและไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวในการนำมาใช้ และการใช้วิดเจ็ตแต่ละแห่งเหมือนหรือต่างกันั้นขึ้นอยู่กับพิจารณาถึงความเหมาะสมของผู้พัฒนาเป็นหลัก จึงไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ
3	Avoid misleading language.	การตรวจสอบภาษาที่อาจทำให้เข้าใจผิด (Misleading Language) ต้องพิจารณาจากบริบทของข้อความและเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอเป็นหลัก จึงไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ
4	Use simple icons. Avoid using old-styled or elaborate, custom icons for young kids.	ในการพิจารณาไอคอน (Icon) ต่างๆ ต้องอาศัยการพิจารณาด้วยวิจารณ์จากผู้ประเมินเป็นหลัก จึงไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ
5	Use passive, simple, fun animation or videos related to the game to hold users' attention while downloading large files.	การพิจารณาภาพวิดีโอหรือภาพเคลื่อนไหวต่างๆว่ามีความสนุกสนานหรือเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ต้องอาศัยการพิจารณาด้วยวิจารณ์จากผู้ประเมินเป็นหลัก จึงไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ
6	With carousel or filmstrip navigation, use strong cues to signal more content.	ผู้วิจัยแนะนำว่า หากมีการใช้ภาพเลื่อนหรือแถบนำทาง ควรมีการสื่อที่ชัดเจนว่าภาพเลื่อนหรือแถบนำทางนั้นมีเนื้อหาเพิ่มเติม ผ่านรูปที่แสดงการนำทาง แต่การตรวจสอบต้องอาศัยวิจารณ์จากผู้ประเมินเป็นหลัก ว่าสัญลักษณ์ที่นำเสนอนั้นมีความชัดเจนมากน้อยเพียงใด จึงไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 5 ตัวอย่างรายการประเมินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ (ต่อ)

ตัวอย่างรายการประเมินที่ไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ

ลำดับ	รายการประเมิน	เหตุผล
-------	---------------	--------

7	Use consistent cues for gesture, button or actions.	การตรวจสอบในข้อแนะนำข้อนี้ต้องพิจารณาถึงรูปแบบการใช้งานเป็นหลัก จึงไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ
8	Use buttons, links, and icons with good information scent.	การตรวจสอบว่าปุ่มหรือไอคอนสามารถสื่อถึงข้อมูลที่ต้องการนำเสนอได้ หรือต้องอาศัยวิจารณ์ญาณของผู้ประเมินเป็นหลัก จึงไม่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 6 รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ

รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ		
G#	รายการประเมิน	เหตุผล
Heuristic : Visibility of system status		
1	Show users the status of multimedia downloads and playtimes. Use progress bars or percentages to indicate how much time or file size remains for downloads, and how long it takes to play the actual multimedia clip.	การใช้แถบแสดงความคืบหน้า (Progress Bar) อาจปรากฏได้หลายแห่งในแอปพลิเคชัน หากต้องให้ผู้ประเมินทำการตรวจสอบทุกหน้าจะต้องใช้เวลามาก ถ้าใช้เครื่องมือตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนจะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
2	Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity as follows: Good, Good job, Great, Proud, Thumbs Up, Very well, Well done, You have done a marvelous job, Excited, You could do it, Impressed, Hero, Thank you so much, Brilliant, Creative, Success, Fantastic, Amazing, Brave, Capable, Worthy, Powerful, Valuable, Grateful, Helpful	ในการตรวจสอบการใช้คำที่เหมาะสมสำหรับเด็ก ผู้ประเมินต้องทำการตรวจสอบโดยเทียบกับรายการคำเชิงลบทุกหน้าและทำการจดบันทึกไว้ ซึ่งอาจสร้างความยุ่งยากและใช้เวลามาก ถ้าใช้เครื่องมือตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
Heuristic : User control and freedom		
3	Include navigation buttons on a page. Include button such as "Quit" or "Done" to ensure that users can find their way out of the screen.	ในแอปพลิเคชันหนึ่งอาจประกอบด้วยปุ่มหลายปุ่มซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกัน ผู้ประเมินต้องทำการตรวจสอบทุกปุ่มในทุกหน้าของแอปพลิเคชันซึ่งใช้เวลามาก ถ้าใช้เครื่องมือตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้

หมายเหตุ : G# คือรหัสของรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ

ตารางที่ 6 รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ (ต่อ)

รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ		
G#	รายการประเมิน	เหตุผล

Heuristic : User control and freedom		
5	The interface should allow users to control audio and make it visible.	ในแอปพลิเคชันหนึ่งอาจประกอบด้วยเสียงหลายแห่ง ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
6	Do not offer to change the user's settings permanently with dialog boxes, pop-ups, or alerts.	การขอสัญญาการใช้งานจากผู้ใช้งาน (user permission) นั้นอาจปรากฏเพียงครั้งเดียวหลังจากการมีการให้สิทธิ์ ทำให้ในบางครั้งผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบได้ หากใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยให้สามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
Heuristic : Consistency and standards		
7	Make sure all pages on an application have a consistent look and feel with adherence to the basic principles of good design.	การตรวจสอบการออกแบบที่คงเส้นคงวาของแอปพลิเคชันโดยทั่วไปต้องอาศัยความรู้สึกและวิจารณญาณของผู้ประเมินเป็นหลัก แต่มีการตรวจสอบความคงเส้นคงวาบางส่วนที่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ เช่น การตรวจสอบการใช้แบบอักษรเป็นต้น ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
8	Create big target at least 2x2 CM, to tap.	ในแอปพลิเคชันหนึ่งอาจมีวัตถุบนหน้าจอ (เช่น ปุ่ม) จำนวนมาก การตรวจดูขนาดของวัตถุบนหน้าจอว่าต้องมีขนาดประมาณ 2x2 ซม. นั้น ผู้ประเมินจะต้องทำการประมาณขนาดของวัตถุที่ต้องการตรวจสอบ ทำให้ผู้ประเมินต้องใช้เวลามาก ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
9	Avoid writing text in upper-case only.	ในแอปพลิเคชันมีการแสดงผลข้อความหลายฟิลด์ข้อมูล ในการตรวจสอบตัวอักษรที่เป็นตัวใหญ่ทุกฟิลด์จะต้องใช้เวลามาก ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
10	Text should be left-aligned for English. Use right-alignment for languages in which text is read from right to left.	การตรวจสอบการจัดวางแนวของข้อความ สามารถตรวจสอบได้จากรหัสต้นฉบับด้วยเครื่องมือ ซึ่งจะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้

ตารางที่ 6 รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ (ต่อ)

รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ		
G#	รายการประเมิน	เหตุผล

Heuristic : Recognition rather than recall		
11	Design for scrolling, use strong visual cues to encourage scrolling.	ในแอปพลิเคชันอาจมีการเลื่อนขึ้นลงมากกว่าหนึ่งแห่ง และทำให้ผู้ประเมินต้องใช้เวลามากในการตรวจสอบการเลื่อนขึ้นลงทั้งหมด ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
Heuristic : Flexibility and efficiency of use		
12	Use orientation that is appropriate for applications. For those that require space or interaction, use landscape orientation.	การตรวจสอบการจัดวางของแอปพลิเคชันนั้นสามารถตรวจสอบได้จากการเขียนรหัสต้นฉบับของแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ และช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
13	If your users are familiar with other ways of logging in, make those options available.	การตรวจสอบการเข้าใช้งานระบบสามารถตรวจสอบได้จากรหัสต้นฉบับด้วยเครื่องมือ ซึ่งจะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
14	For kids older than 6, provide persistent access to the search feature, make it salient in application and do not include multiple search boxes on a page.	การตรวจสอบกล่องข้อความสำหรับค้นหาสามารถตรวจสอบได้จากรหัสต้นฉบับ และสามารถช่วยตรวจสอบกล่องข้อความสำหรับค้นหาที่อาจไม่ปรากฏเด่นชัดในหน้าจอ ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
15	Make sure your search box is big enough, both in terms of (1) number of characters displayed, and (2) number of characters allowed for the search query.	การตรวจสอบว่ากล่องข้อความสำหรับค้นหาที่มีขนาดใหญ่พอหรือไม่สามารถตรวจสอบได้จากรหัสต้นฉบับ และสามารถช่วยตรวจสอบกล่องข้อความสำหรับค้นหาที่อาจไม่ปรากฏเด่นชัดในหน้าจอ ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
16	Implement a good partial-matching search mechanism to make the search result easy to comprehend. Use typo-correction and auto-suggest to reduce the chance of zero search results and to make it easier for kids to type.	การตรวจสอบการใช้ typo-correction และ auto-suggest นั้นสามารถตรวจสอบได้จากรหัสต้นฉบับ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
17	For young kids (under 7) use short words; include words such as "Play", "Go", "Help", "Games", "Stop". These are likely to be easily recognized even by young children.	การตรวจสอบความยากง่ายในการใช้คำโดยทั่วไปมักอาศัยประสบการณ์และวิจารณญาณของผู้ประเมินเป็นหลัก ซึ่งผู้ประเมินต้องใช้เวลาในการอ่านและพิจารณาค่อนข้างมาก ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับโดยอ้างอิงจากคำศัพท์ง่ายของ Dale-Chall ก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้

ตารางที่ 6 รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ (ต่อ)

รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ

G#	รายการประเมิน	เหตุผล
Heuristic : Aesthetic and minimalist design		
18	Provide clear and consistent main menu for navigation. For kids over 7, use simple dropdowns when appropriate.	การตรวจสอบการจัดวางของเมนูนั้นสามารถตรวจสอบได้จากรหัสต้นฉบับ ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
19	Use simple, relatively large fonts, comparable in size to at least 12-point print type.	การตรวจขนาดของแบบอักษรบนหน้าจอต้งมีขนาดมากกว่า 12 หรือไม ผู้ประเมินจะต้องทำการประมาณขนาดของแบบอักษรที่ต้องการตรวจสอบ ทำให้ผู้ประเมินต้องใช้เวลามาก ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
20	Do not use animated text.	ในแอปพลิเคชันอาจมีตัวอักษรที่สามารถเคลื่อนไหวได้มากกว่าหนึ่งแห่ง และทำให้ผู้ประเมินต้องใช้เวลามากในการตรวจสอบแถบทั้งหมด ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
21	Chunk text into 3-8 sentences in paragraph for easier reading and scanning.	ในแอปพลิเคชันอาจประกอบด้วยข้อความจำนวนมาก และทำให้ผู้ประเมินต้องใช้เวลามากในการตรวจสอบ ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
22	Avoid crowding text into a small textbox with a scrollbar.	การตรวจสอบว่ามีการเลื่อนขึ้นลงในกล่องข้อความหรือไม่ ผู้ประเมินจะต้องทำการตรวจสอบกล่องข้อความที่อาจปรากฏมากกว่าหนึ่งแห่งในแอปพลิเคชัน ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้
Heuristic : Aesthetic and minimalist design		
23	Make introductory animation short (10-20 seconds) and interesting and allow to skip the introductory part.	การตรวจสอบว่าสามารถกดข้ามในวิดีโอสื่อการสอนได้หรือไม่สามารถตรวจสอบได้จากรหัสต้นฉบับด้วยเครื่องมือ ซึ่งจะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้

ตารางที่ 6 รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ (ต่อ)

รายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ

G#	รายการประเมิน	เหตุผล
----	---------------	--------

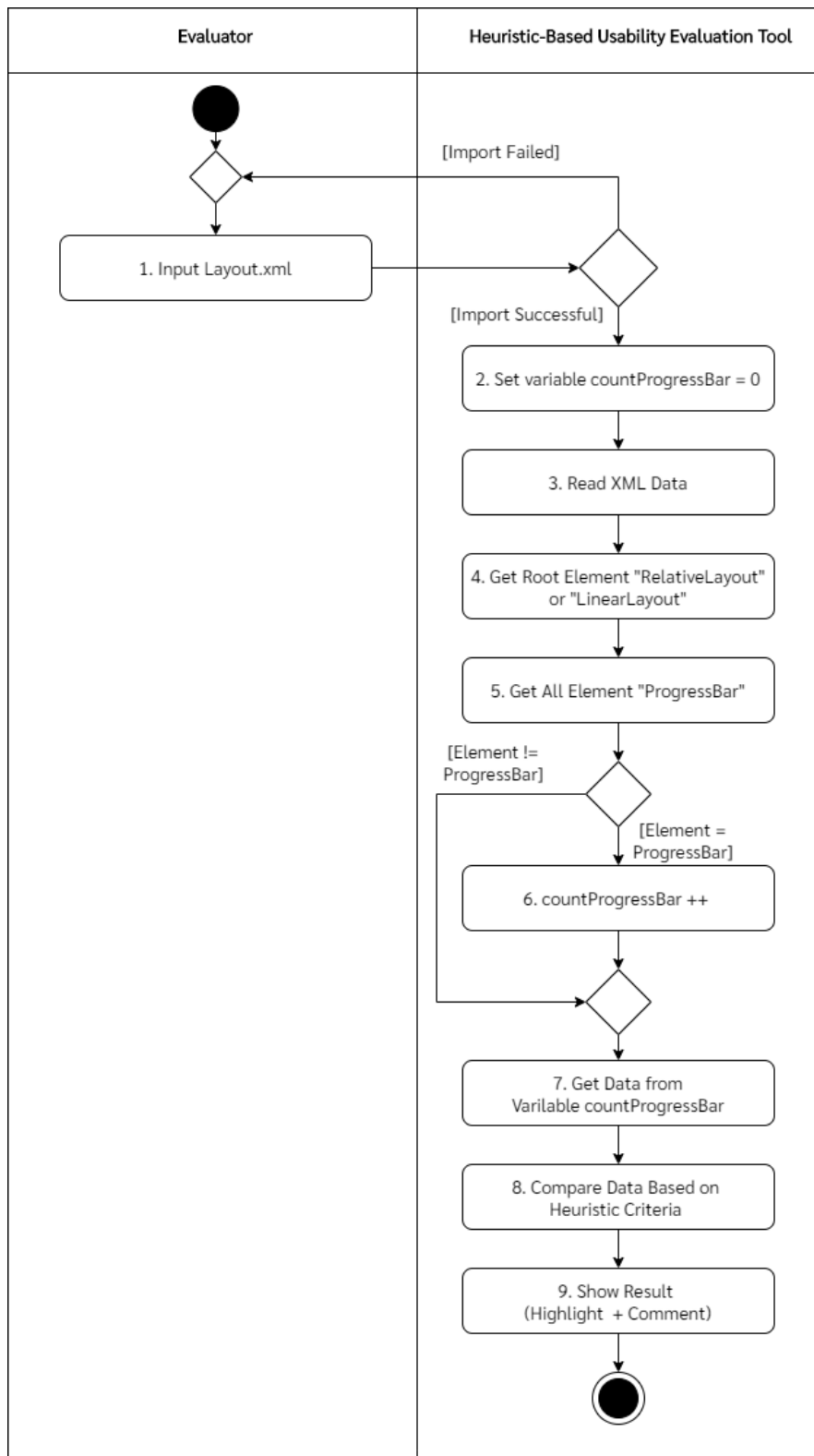
Heuristic : Privacy		
24	Design standardized form and don't ask kids for personal information as follows: <ul style="list-style-type: none"> - Full name - Home or other physical address - Online contact information like an email address, VOIP identifier. - Screen name or username where it functions as online contact information. - Telephone number - Social Security number - A persistent identifier that can be used to recognize a user over time - A photo, video, or audio file containing a child's image or voice - Geolocation information - Other information about child or parent [Federal Trade Commission Children's Online Privacy Protection Rule]	ในแอปพลิเคชันมีการแสดงผลข้อความหลายฟอร์ม ทำให้ผู้ประเมินต้องทำการตรวจสอบทุกฟอร์มและใช้เวลามาก ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้ นอกจากนี้ยังมีการรวบรวมรายการข้อมูลที่ไม่ควรเปิดเผยบนโลกออนไลน์จาก Federal Trade Commission Protecting America's Consumers. Children's Online Privacy Protection Rule [19] เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ประเมินอีกด้วย
25	Don't ask kids to read or accept user agreements and avoid making registration or allow to skip sign up and be able to sign up later.	ในแอปพลิเคชันอาจมีการแสดงข้อความการยอมรับข้อตกลงการใช้งานหลายแห่ง ถ้าใช้เครื่องมือในการตรวจสอบจากรหัสต้นฉบับแทนก็จะช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินและช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบในเบื้องต้นได้

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#1

รายการประเมิน	G#1 : Show users the status of multimedia downloads and playtimes. Use progress bars or percentages to indicate how much time or file
---------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	size remains for downloads, and how long it takes to play the actual multimedia clip.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Visibility of system status
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนของ ProgressBar 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "ProgressBar" ทั้งหมด 6. เก็บค่าลงในตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของ ProgressBar 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาวนลูปในการตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ ProgressBar 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "ProgressBar" จะต้องมีการปรากฏมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre> <ProgressBar android:id="@+id/pBar3" style="?android:attr/progressBarStyleHorizontal" android:layout_width="wrap_content" android:layout_height="wrap_content" android:minHeight="50dp" android:minWidth="250dp" android:max="100" android:indeterminate="true" android:progress="1" /> </pre>

ตารางที่ 8 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#1



ตารางที่ 9 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#2

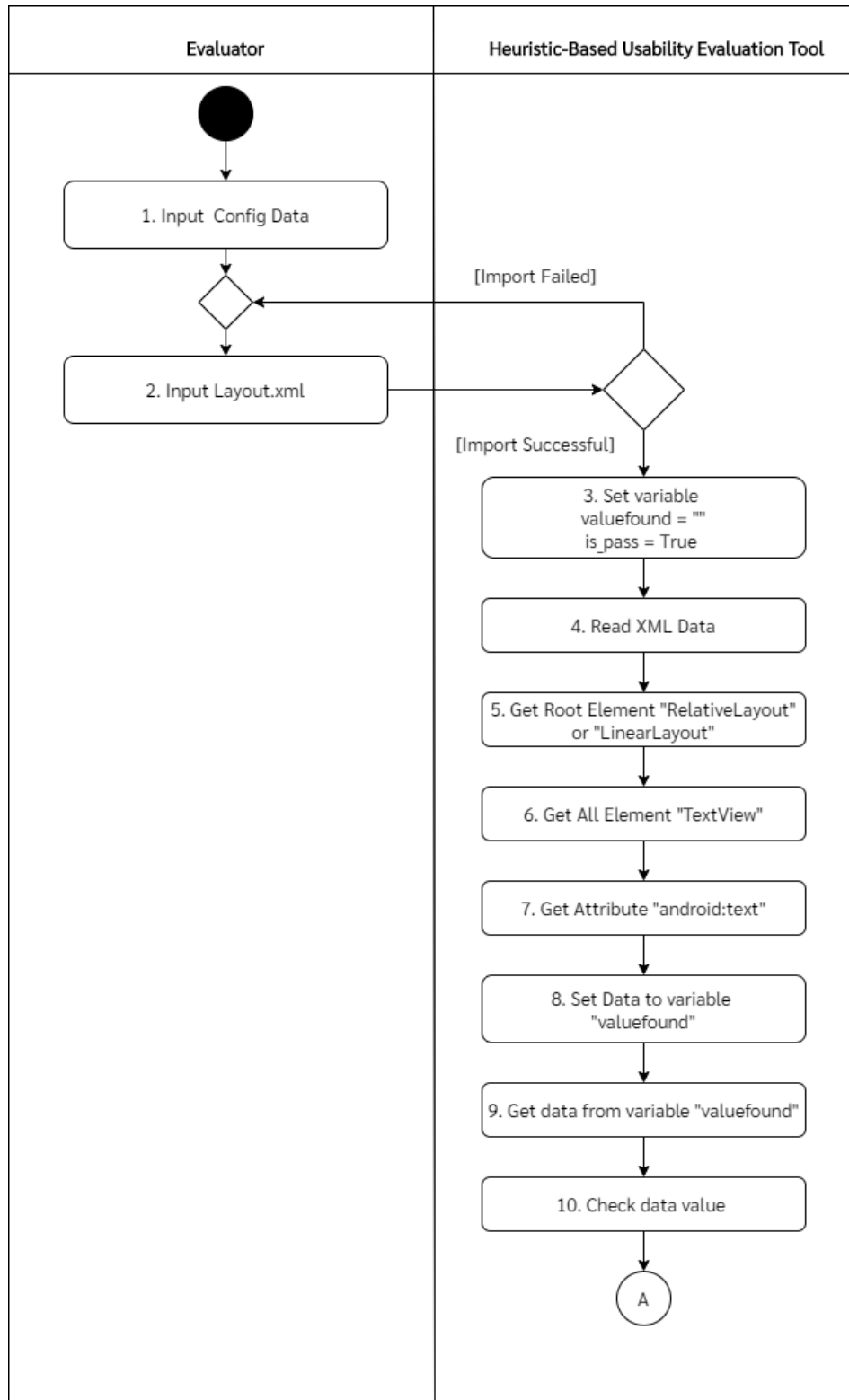
รายการประเมิน	G#2 : Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity as follows: Good, Good job, Great, Proud, Thumbs Up, Very well, Well done, You have done a marvelous job, Excited, You could do it, Impressed, Hero, Thank you so much, Brilliant, Creative, Success, Fantastic, Amazing, Brave, Capable, Worthy, Powerful, Valuable, Grateful, Helpful
กลุ่มฮิวริสติก	Heuristic : Visibility of system status
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานระบุค่าที่ไม่ควรใช้กับเด็กสำหรับการค้นหาข้อมูลไว้เพื่อให้ทำการตรวจสอบ โดยจะบันทึกไว้ใน negativeword.txt เช่น idiot หรือ stupid เป็นต้น 2. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 3. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบค่าที่ไม่ควรใช้กับเด็ก 4. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 5. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 6. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “TextView” 7. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:text” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “TextView” 8. เก็บค่าข้อมูลที่อ่านได้ลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 9. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อนำมาวนลูบในการตรวจสอบหาค่าที่ไม่เหมาะสมกับเด็กเปรียบเทียบกับค่าที่ผู้ใช้กำหนดในไฟล์ negativeword.txt 10. นำตัวแปรมาตรวจสอบ 11. ตัวแปรมีค่าเท่ากับค่าที่ถูกกำหนดในไฟล์ negativeword.txt หรือไม่ ถ้ามีจะทำการกำหนดค่า “false” ให้กับตัวแปร “is_pass” 12. ทำการตรวจสอบค่าจากตัวแปร “is_pass” โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา 13. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 14. แสดงผลบนหน้าจอ

ตารางที่ 9 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#2 (ต่อ)

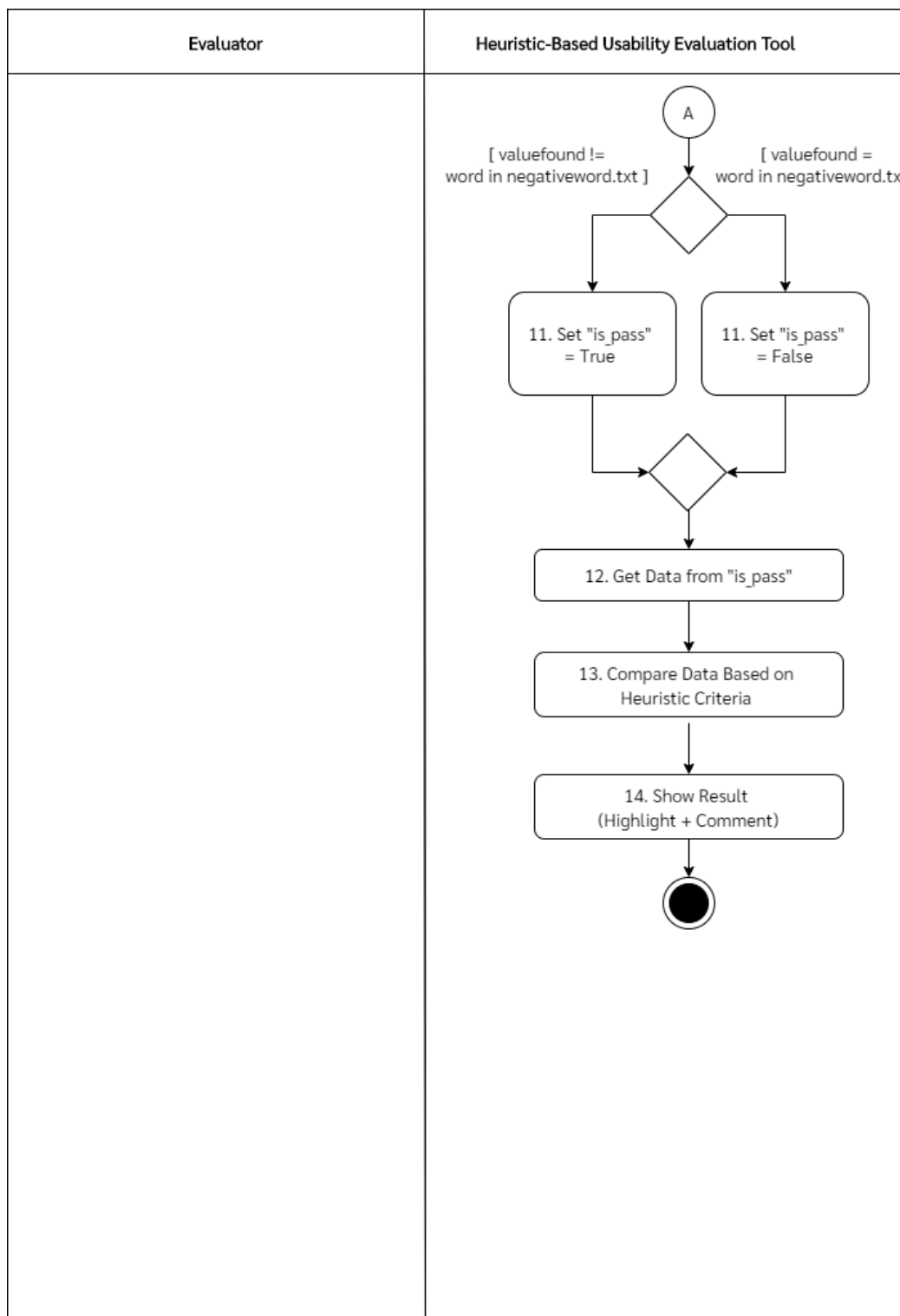
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา	จะต้องไม่มีการปรากฏค่าในแอตทริบิวต์ “Attribute” “android:text” ตรงกับค่า
-------------------------	--------------------------------------------------------------------------

(Heuristic Criteria)	<p>ในไฟล์ negativeword.txt เช่น คำว่า “Stupid” จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><TextView android:id="@+id/text_view_id" android:layout_height="wrap_content" android:layout_width="wrap_content" android:text="Stupid" /></pre>
ข้อจำกัด	<p>การตรวจสอบรายการประเมินข้อนี้สามารถตรวจสอบได้ว่ามีคำที่ไม่ควรใช้กับเด็กหรือไม่แต่ไม่สามารถระบุได้ว่าคำดังกล่าวเป็นคำในรูปแบบของผลย้อนกลับ (Feedback) และปรากฏตอนจบเกมหรือกิจกรรมหรือไม่</p>





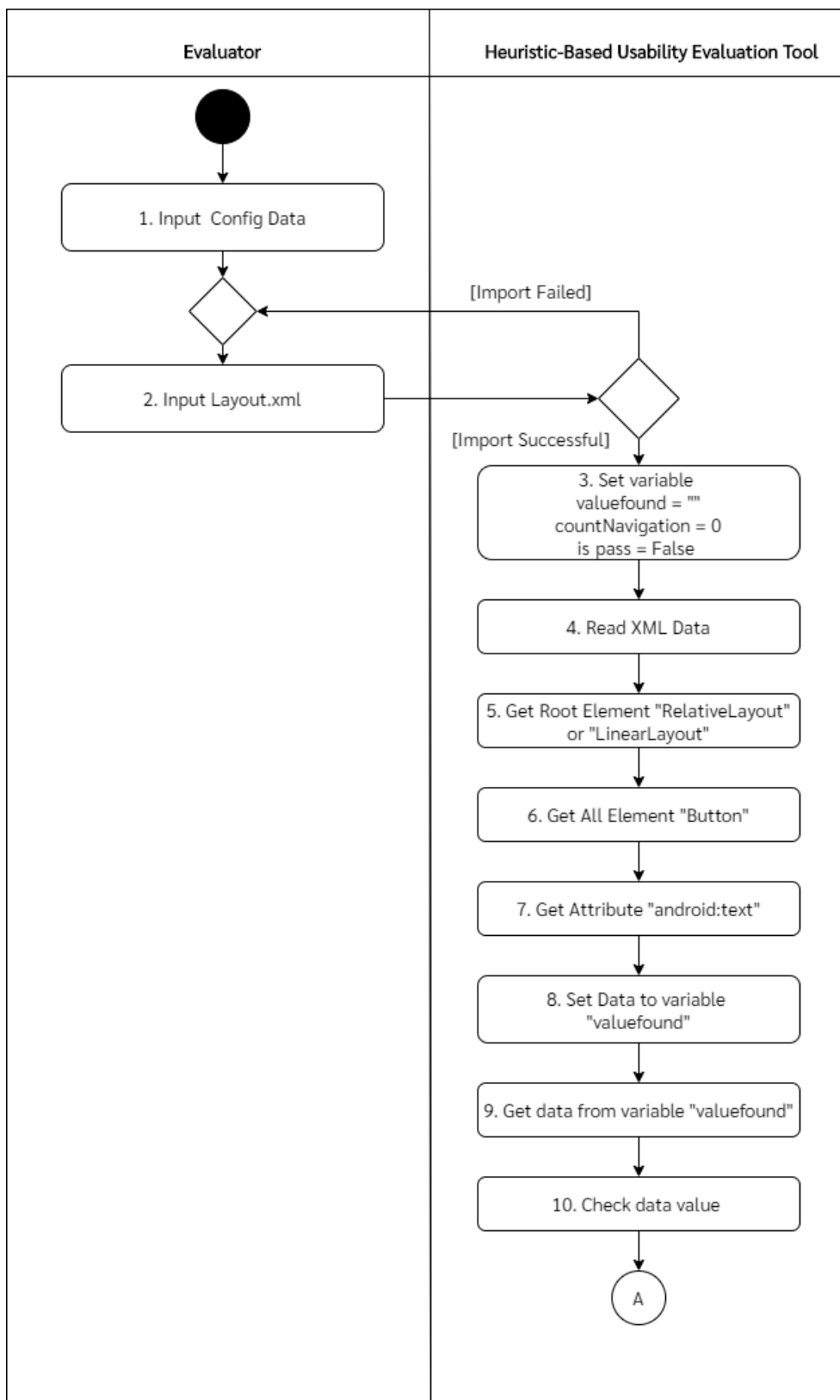
ตารางที่ 10 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#2 (ต่อ)



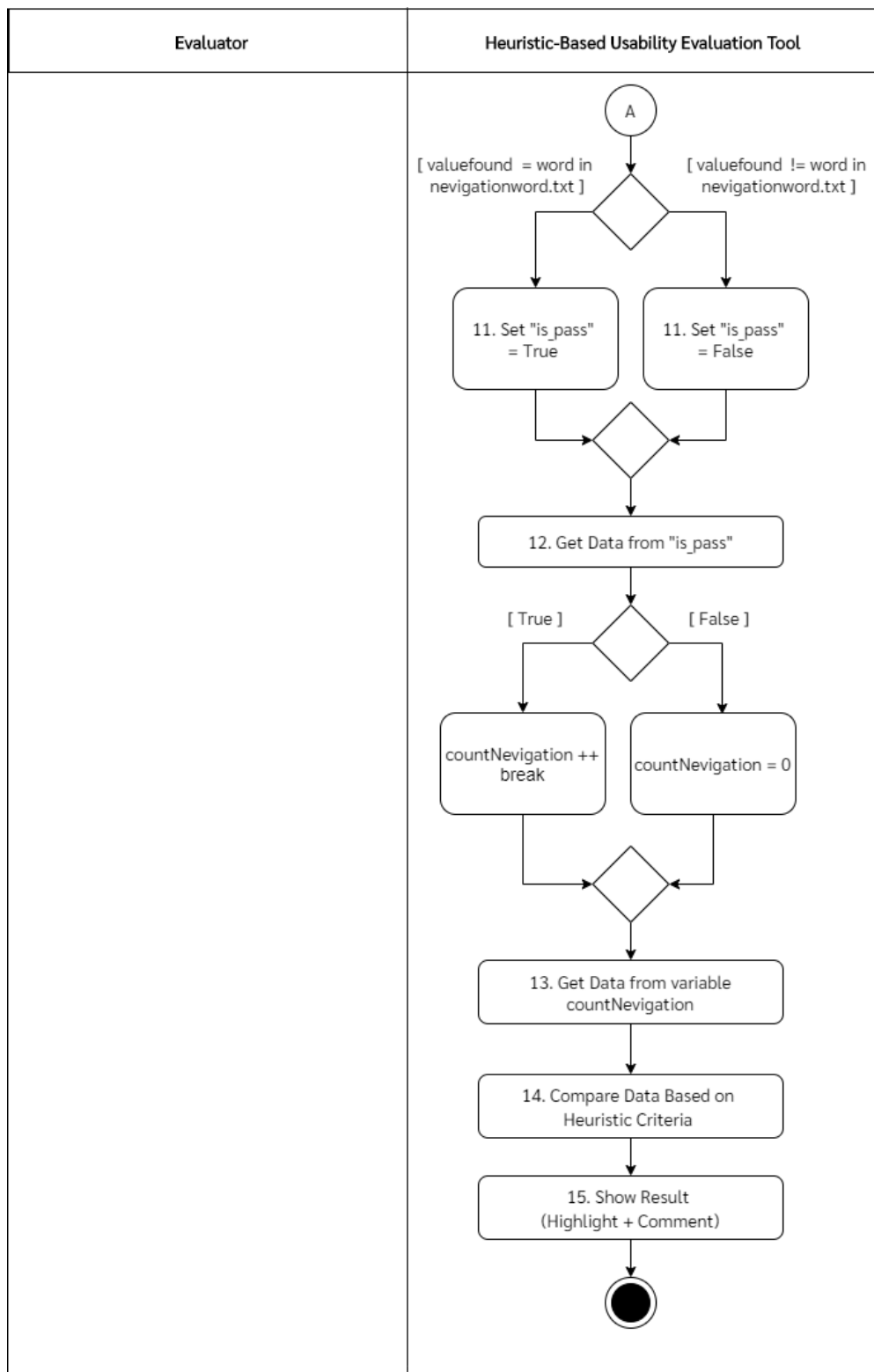
ตารางที่ 11 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#3

รายการประเมิน	G#3 : Include navigation buttons on a page. Include button such as "Quit" or "Done" to ensure that users can find their way out of the screen.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : User control and freedom
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานระบุชื่อปุ่มสำหรับออกจากหน้าจอสำหรับการค้นหาข้อมูลไว้ เพื่อให้ทำการตรวจสอบ โดยจะบันทึกไว้ใน navigationword.txt เช่น exit, continue, next เป็นต้น 2. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 3. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบจำนวนปุ่มสำหรับนำทาง 4. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 5. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 6. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “Button” 7. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:text” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “Button” 8. เก็บค่าข้อมูลที่อ่านได้ลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 9. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อตรวจสอบหาชื่อปุ่มสำหรับนำทางเปรียบเทียบกับค่าที่ผู้ใช้กำหนดในไฟล์ navigationword.txt 10. นำตัวแปรมาตรวจสอบ 11. ตัวแปรมีความเท่ากับค่าที่ถูกกำหนดในไฟล์ navigationword.txt หรือไม่ ถ้ามีจะทำการกำหนดค่า “true” ให้กับตัวแปร “is_pass” 12. ทำการตรวจสอบค่าจากตัวแปร “is_pass” หากมีค่าเป็น true จะทำการเพิ่มค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบจำนวนปุ่มสำหรับออกจากหน้าจอ 13. อ่านค่าจากตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบจำนวนปุ่มสำหรับออกจากหน้าจอ 14. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 15. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>จะต้องมีการปรากฏค่าในแอตทริบิวต์ “Attribute” “android:text” ตรงกับค่าในไฟล์ navigationword.txt เช่น คำว่า “Exit” อย่างน้อยหนึ่งแห่งในแต่ละหน้า</p> <p>จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><Button android:layout_width="fill_parent " android:layout_height="wrap_content" android:text="Exit" /></pre>

ตารางที่ 12 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#3



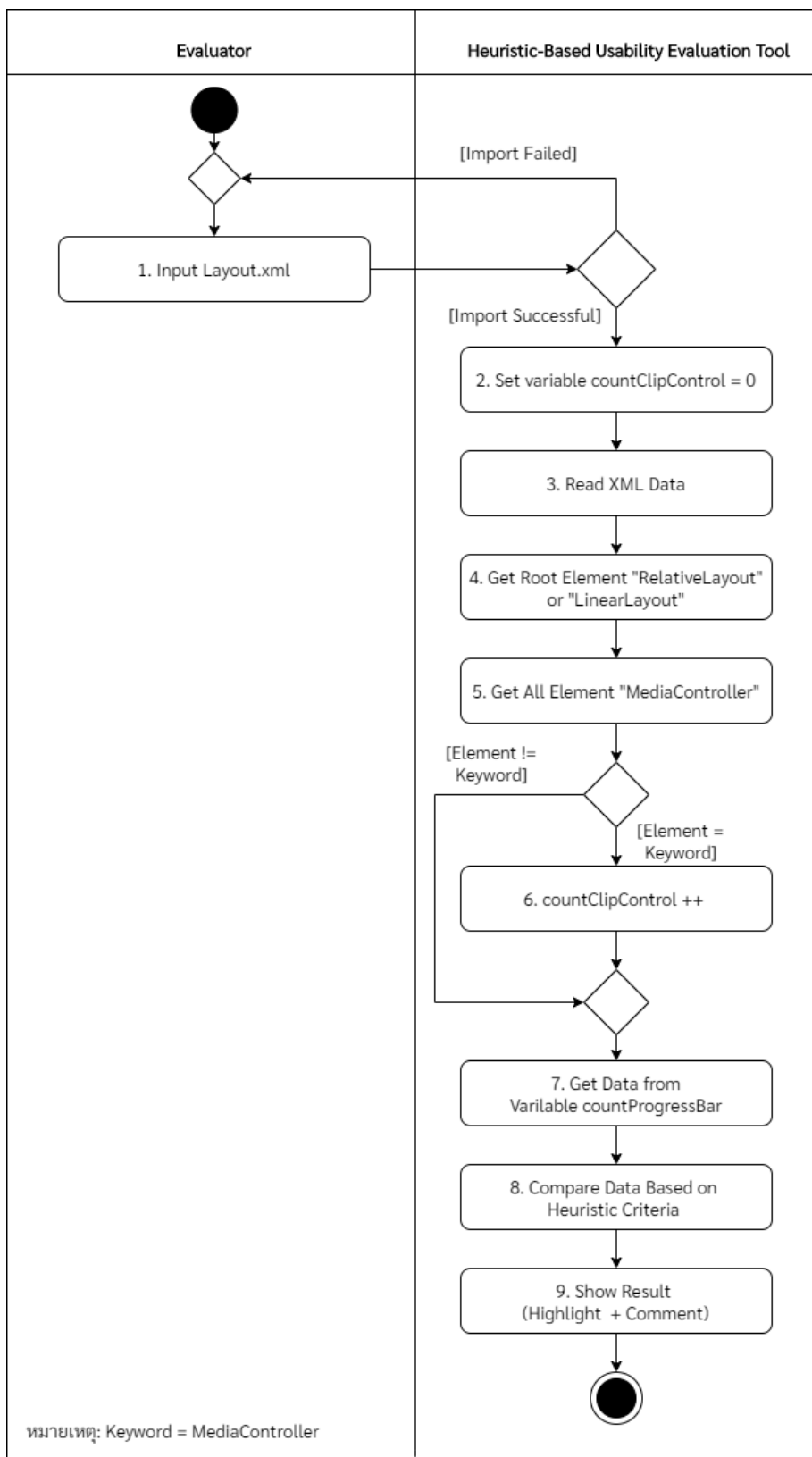
ตารางที่ 12 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#3 (ต่อ)



ตารางที่ 13 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#4

รายการประเมิน	G#4 : Allow the user to control multimedia clips, (such as a skip button and icon) for all videos and show the user the status of multimedia playtimes.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : User control and freedom
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนของ MediaController 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "MediaController" และทั้งหมด 6. เก็บค่าลงในตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของ MediaController 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ "MediaController" 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>จะต้องมีการปรากฏของเอลิเมนต์ (Element) MediaController อย่างน้อยหนึ่งแห่งจึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><MediaController android:id="@+id/mediaController1" android:layout_width="match_parent" android:layout_height="wrap_content" android:layout_alignParentBottom="true" android:focusable="false" android:focusableInTouchMode="false"/></pre>

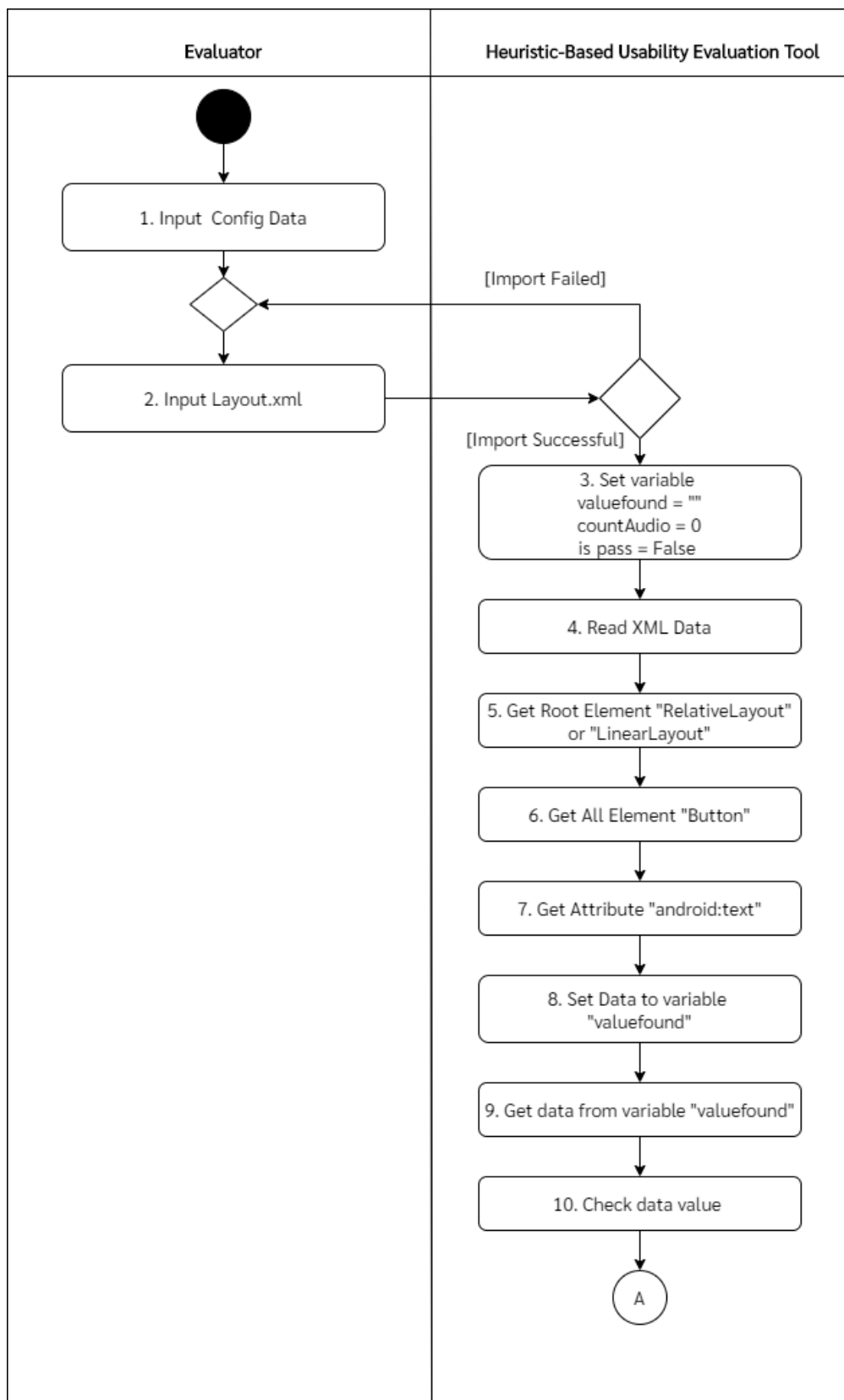
ตารางที่ 14 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#4



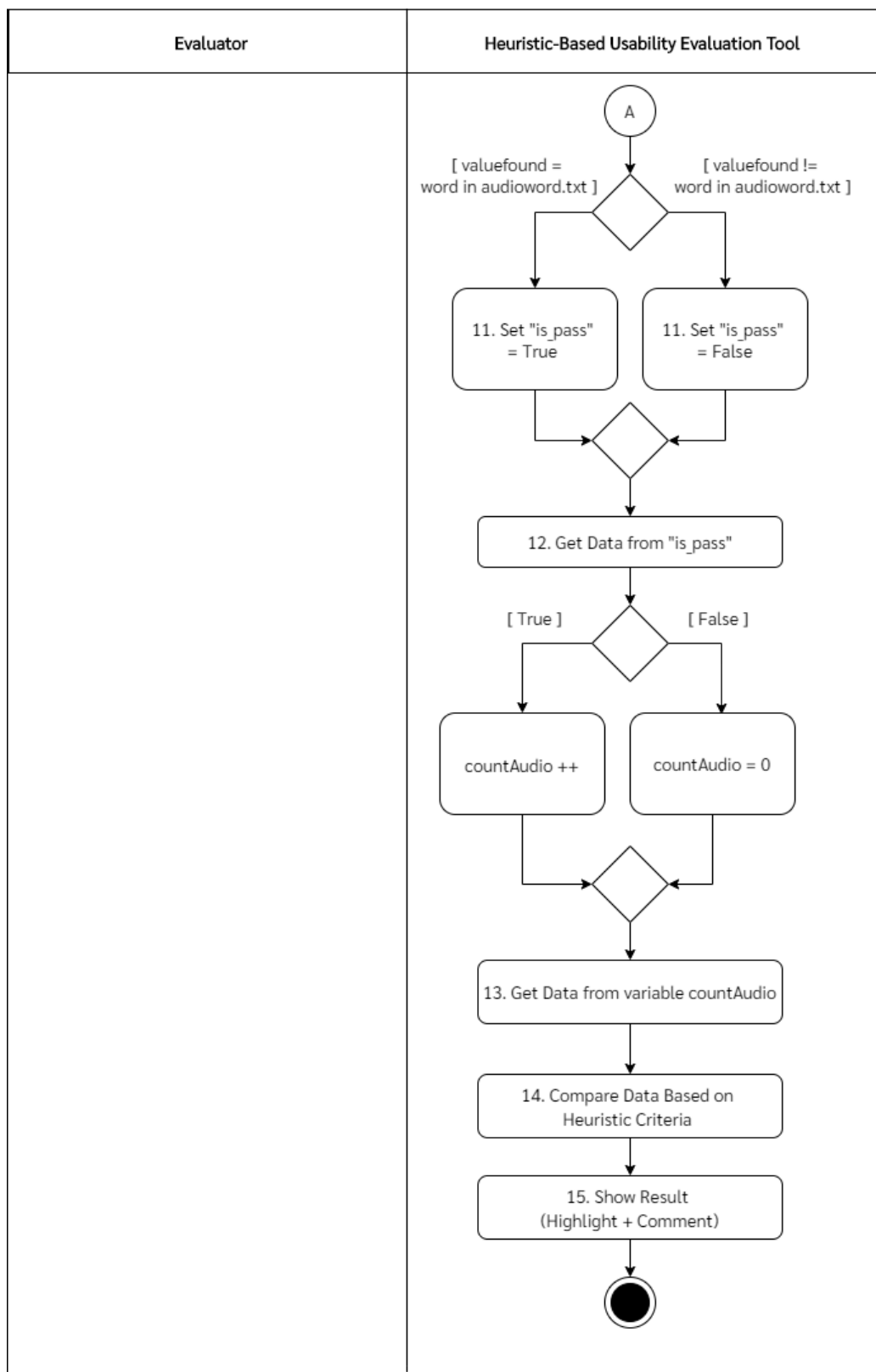
ตารางที่ 15 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#5

รายการประเมิน	G#5 : The interface should allow users to control audio and make it visible.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : User control and freedom
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานทำการระบุชื่อปุ่มสำหรับควบคุมเสียง โดยจะบันทึกไว้ในไฟล์ audioword.txt เช่น Play, Pause, Stop เป็นต้น 2. ผู้ใช้งานทำการนำเข้าไฟล์ Layout.xml 3. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบจำนวนปุ่มสำหรับควบคุมเสียง 4. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 5. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 6. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "Button" 7. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:text" ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ "Button" 8. เก็บค่าที่อ่านได้ลงตัวแปรที่สร้างขึ้น 9. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อนำมาวนลูบในการตรวจสอบหาชื่อของปุ่มสำหรับควบคุมเสียงเปรียบเทียบกับค่าที่ผู้ใช้กำหนดในไฟล์ audioword.txt 10. นำตัวแปรมาตรวจสอบ 11. ถ้าตัวแปร มีค่าเท่ากับค่าที่ถูกกำหนดในไฟล์ audioword.txt จะทำการกำหนดค่า "true" ให้กับตัวแปร "is_pass" 12. ทำการตรวจสอบค่าจากตัวแปร "is_pass" มีค่าเป็น true จะทำการเพิ่มค่าให้กับตัวแปรที่ใช้นับจำนวนปุ่มสำหรับควบคุมเสียง 13. ตรวจสอบตัวแปรที่ใช้นับจำนวนปุ่มสำหรับควบคุมเสียง 14. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่พิจารณา 15. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>จะต้องมีการปรากฏค่าในแอตทริบิวต์ "Attribute" "android:text" ตรงกับค่าในไฟล์ audioword.txt เช่น คำว่า "Pause" อย่างน้อยหนึ่งแห่ง</p> <p>จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><Button android:layout_width="fill_parent " android:layout_height="wrap_content" android:id="@+id/btn1" android:text="Pause" /></pre>

ตารางที่ 16 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#5



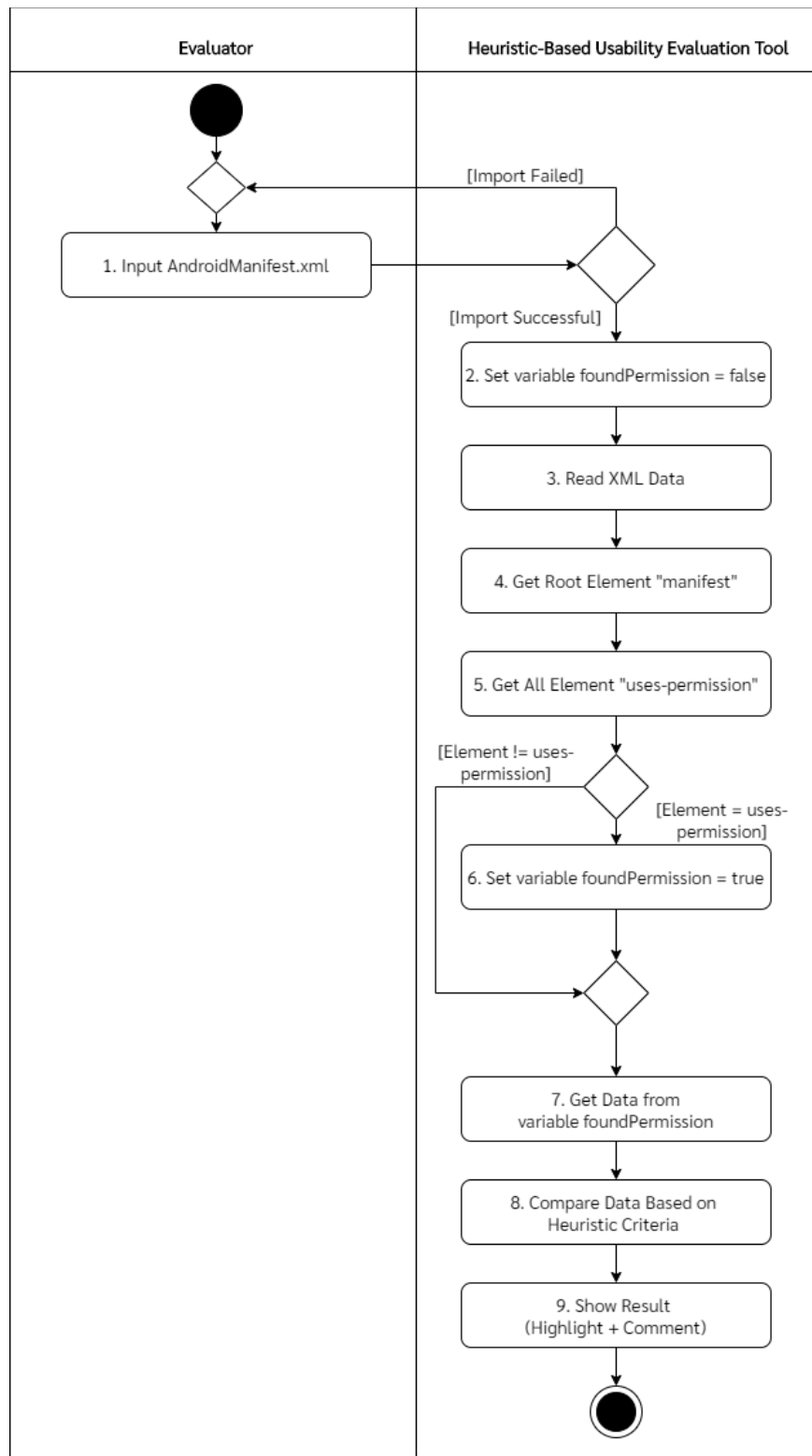
ตารางที่ 16 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#5
(ต่อ)



ตารางที่ 17 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#6

รายการประเมิน	G#6 : Do not offer to change the user's settings permanently with dialog boxes, pop-ups, or alerts.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : User control and freedom
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานนำเข้าไปไฟล์ AndroidManifest.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบการปรากฏของ <uses-permission> 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “manifest” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “uses-permission” ทั้งหมด 6. หากมีการการปรากฏของ uses-permission จะกำหนดค่าตัวแปรเป็น true 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาวนลูบในการตรวจสอบการปรากฏของ uses-permission 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	จะต้องไม่มีการปรากฏของเอลิเมนต์ <uses-permission> ในไฟล์ AndroidManifest.xml จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ <uses-permission android:name="android.permission.SEND_SMS"/>

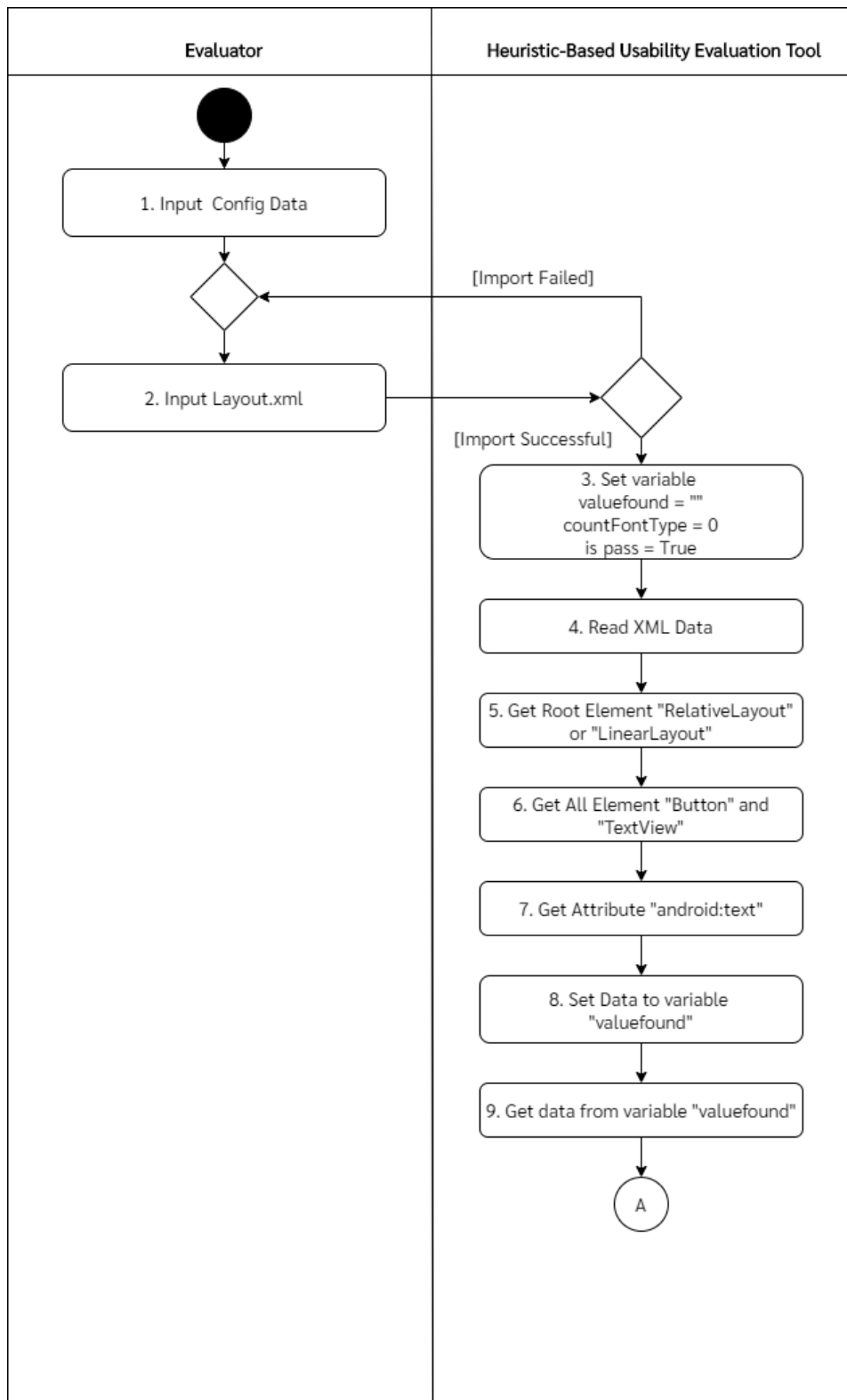
ตารางที่ 18 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#6



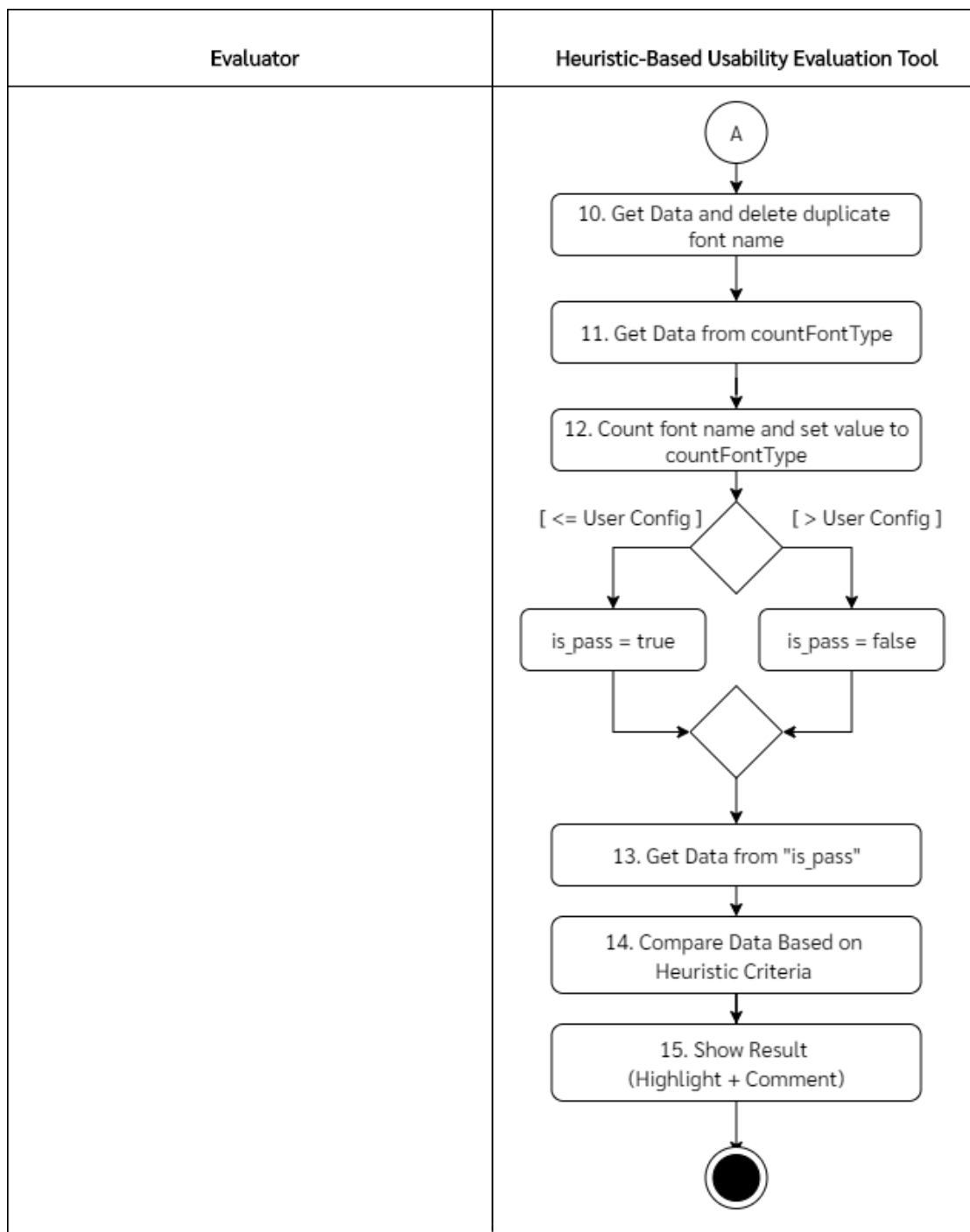
ตารางที่ 19 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#7

รายการประเมิน	G#7 : Make sure all pages on an application have a consistent look and feel with adherence to the basic principles of good design.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Consistency and standards
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานทำการกำหนดค่าจำนวนสูงสุดของชุดแบบอักษรที่ยอมรับได้ โดยจะบันทึกไว้ในไฟล์ fonttype.txt 2. ผู้ใช้งานนำเข้าไฟล์ Layout.xml 3. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบการกำหนดชุดแบบอักษร (Font) 4. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 5. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 6. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “Button” หรือ “TextView” 7. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:fontFamily” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “Button” หรือ “TextView” 8. เก็บค่าชื่อชุดแบบอักษรลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 9. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรที่สร้างขึ้นและทำการลบชื่อชุดแบบอักษรที่ซ้ำกันออก 10. นับจำนวนชื่อชุดแบบอักษรว่ามีจำนวนเท่าใด แล้วเก็บค่าลงตัวแปรที่สร้างขึ้น 11. อ่านค่าจากตัวแปรสำหรับนับจำนวนแบบอักษร 12. เปรียบเทียบว่าจำนวนที่อ่านได้มีค่ามากกว่าจำนวนที่ผู้ใช้งานกำหนดหรือไม่ หากใช่จะกำหนดค่า false ให้กับตัวแปร “is_pass” 13. อ่านค่าจากตัวแปร “is_pass” 14. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 15. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	จำนวนชุดแบบอักษรที่กำหนดจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าที่ผู้ใช้ใส่เข้ามาจึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ
ข้อจำกัด	การตรวจสอบความคงเส้นคงวาในแอปพลิเคชันนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึง การใช้สี การจัดวางตำแหน่งของปุ่มและวัตถุต่างๆ การใช้สัญลักษณ์เครื่องหมายการค้า (Logo) และการใช้แบบอักษร โดยการตรวจสอบรายการประเมินข้อนี้จะตรวจสอบว่ามีการใช้แบบอักษรมากกว่าจำนวนที่ผู้ใช้งานกำหนดหรือไม่เท่านั้น โดยไม่รวมการตรวจสอบด้านอื่น

ตารางที่ 20 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#7



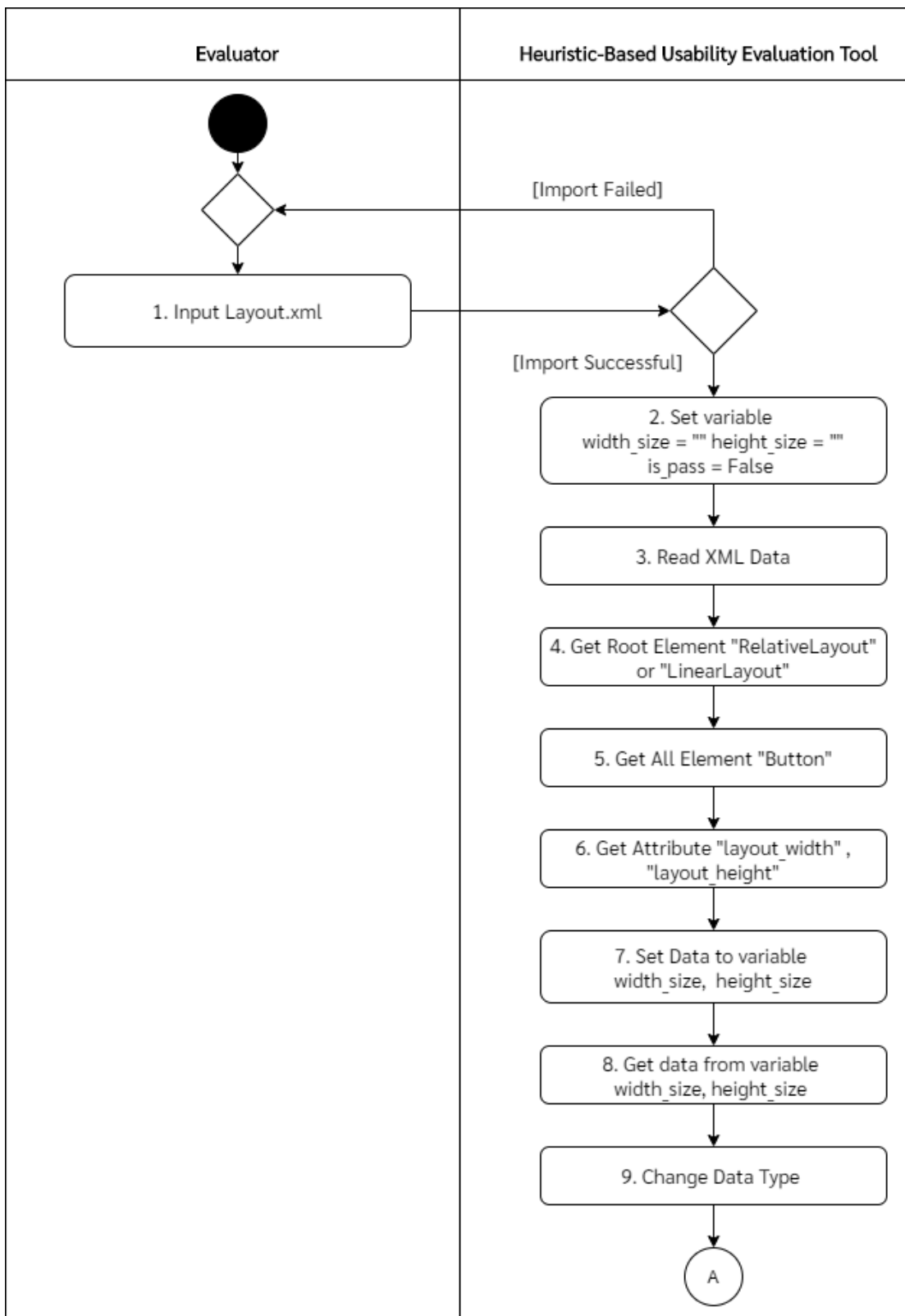
ตารางที่ 20 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#7 (ต่อ)



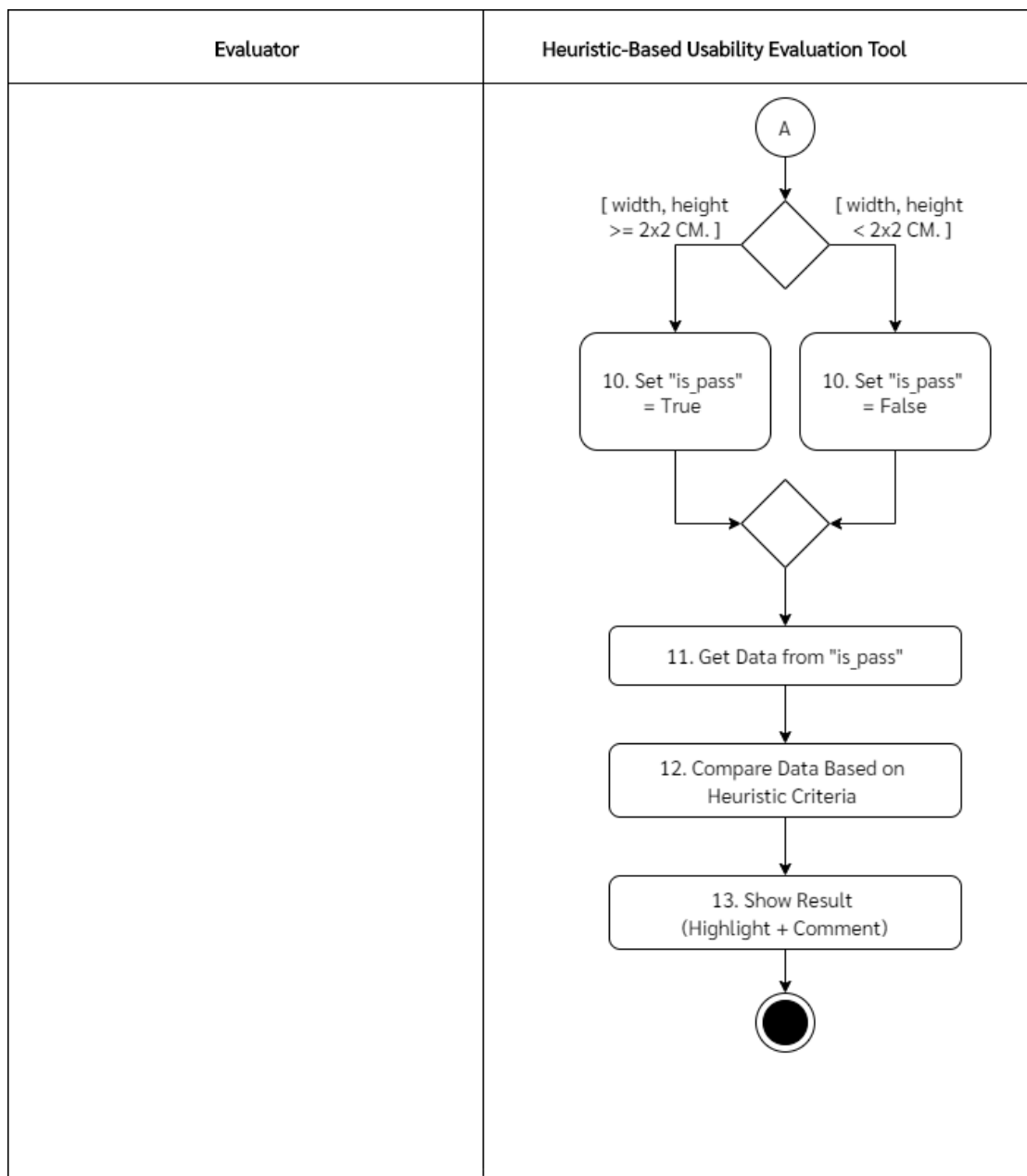
ตารางที่ 21 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#8

รายการประเมิน	G#8 : Create big target at least 2x2 CM, to tap.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Consistency and standards
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบขนาดปุ่ม 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “Button” 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “layout_width” และ “layout_height” ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า “Button” 7. เก็บค่าลงตัวแปรสำหรับตรวจสอบขนาดของปุ่ม 8. อ่านค่าจากตัวแปรที่เก็บขนาดของปุ่ม 9. เปลี่ยนประเภทของข้อมูลจากข้อความเป็นตัวเลข 10. ทำการตรวจสอบขนาดของปุ่มว่ามีขนาดมากกว่า 2x2 เซนติเมตรหรือไม่ หากมีค่ามากกว่าจะกำหนดค่าตัวแปร “is_pass” เป็น true 11. อ่านค่าจากตัวแปร “is_pass” 12. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 13. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	ค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “layout_width” และ “layout_height” ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า “Button” ต้องมีค่าน้อยกว่า “2x2 cm.” จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ

ตารางที่ 22 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#8



ตารางที่ 22 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#8 (ต่อ)



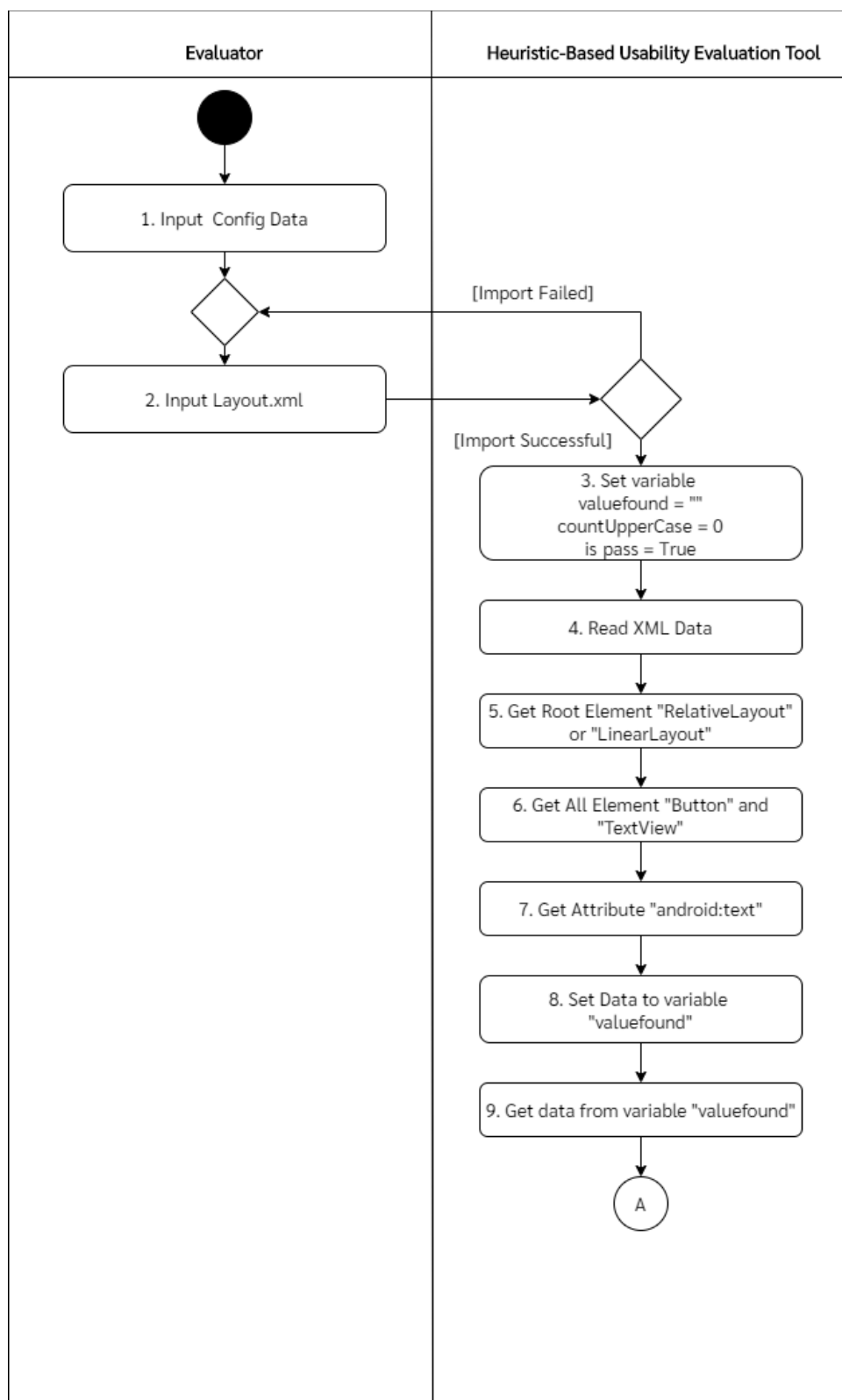
ตารางที่ 23 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#9

วิธีที่ 1

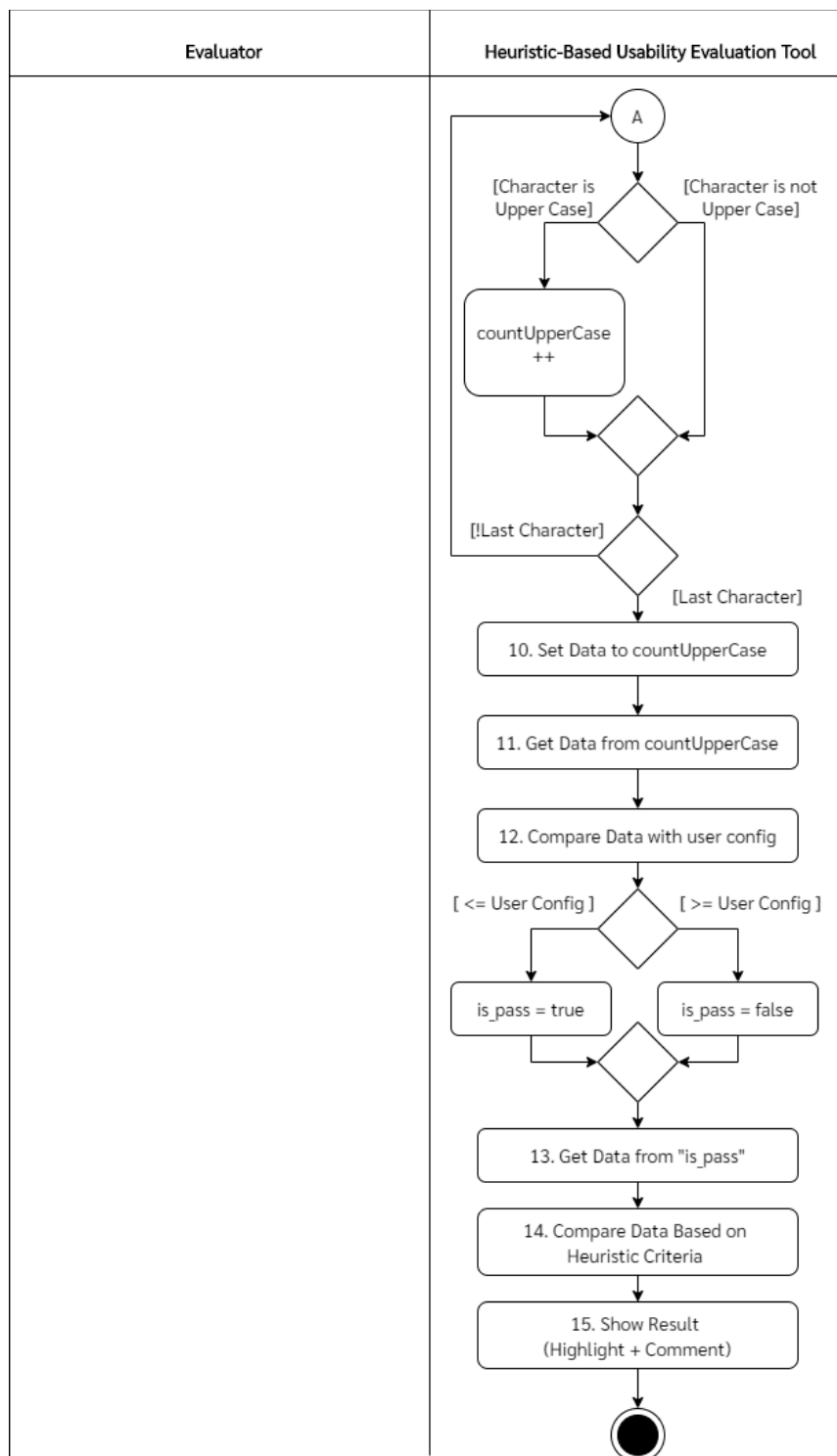
รายการประเมิน	G#9 : Avoid writing text in upper-case only.
กลุ่มฮิวริสติก	Heuristic : Consistency and standards
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานทำการกำหนดค่าตัวพิมพ์ใหญ่สูงสุดที่สามารถพิมพ์ติดกันได้โดยจะบันทึกไว้ในไฟล์ uppercase.txt 2. ผู้ใช้งานนำเข้าไฟล์ layout.xml 3. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ 4. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 5. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 6. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “Button” และ “TextView” ทั้งหมด 7. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:text” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “Button” หรือ “TextView” 8. เก็บค่าลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 9. กำหนดค่าตัวแปรสำหรับนับจำนวนตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ 10. นำตัวแปรมาตรวจสอบโดยใช้วิธีการอ่านค่าตัวอักษรทีละตัวว่าเป็นตัวอักษรพิมพ์ใหญ่หรือไม่ ถ้าเป็นจะกำหนดค่าบวกหนึ่งให้กับตัวแปร 11. เก็บค่าลงตัวแปรสำหรับนับจำนวนตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ 12. อ่านค่าจากตัวแปรสำหรับนับจำนวนตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ 13. เปรียบเทียบว่าจำนวนที่อ่านได้มีค่ามากกว่าจำนวนที่ผู้ใช้งานกำหนดหรือไม่ หากใช่จะกำหนดค่า false ให้กับตัวแปร “is_pass” 14. อ่านค่าจากตัวแปร “is_pass” 15. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 16. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	จำนวนตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ตรวจสอบพบจะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่ผู้ใช้งานทำการกำหนดจึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ

ตารางที่ 24 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#9

วิธีที่ 1



ตารางที่ 24 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#9
วิธีที่ 1 (ต่อ)

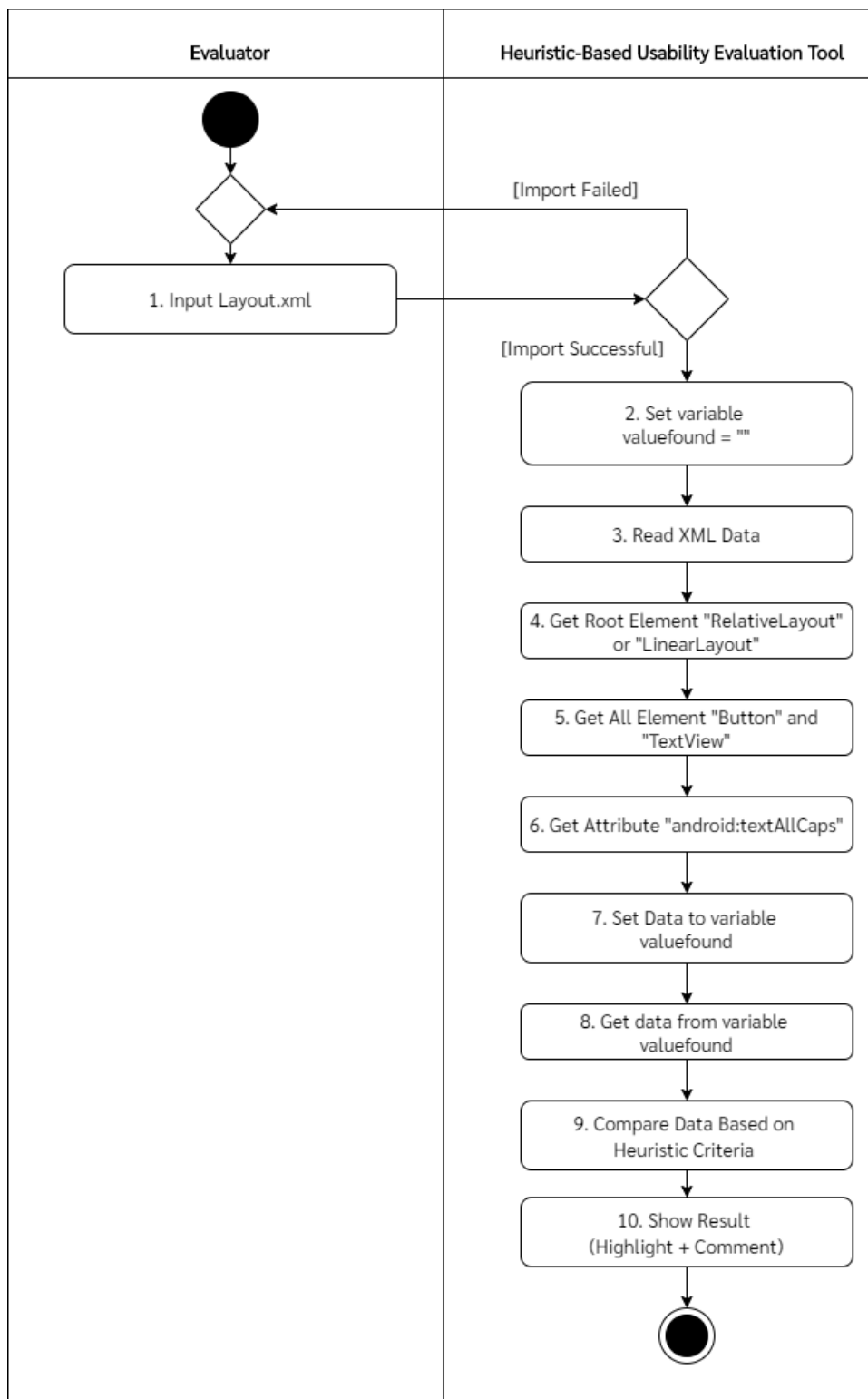


ตารางที่ 25 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#9

วิธีที่ 2

รายการประเมิน	G#9 : Avoid writing text in upper-case only.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Consistency and standards
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานนำเข้าไฟล์ layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบจำนวนตัวพิมพ์ใหญ่ 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "Button" หรือ "TextView" ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:textAllCaps" ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ "Button" หรือ "TextView" 7. เก็บค่าข้อมูลที่อ่านได้ลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 8. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อตรวจสอบว่ามีกรกำหนดค่าเป็น true หรือไม่ 9. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>แอตทริบิวต์ "android:textAllCaps" จะต้องไม่มีการกำหนดค่าเป็น true จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><Button android:layout_width="fill_parent " android:layout_height="wrap_content" android:id="@+id/btn1" android:text="Pause" android:textAllCaps: "false"/></pre>

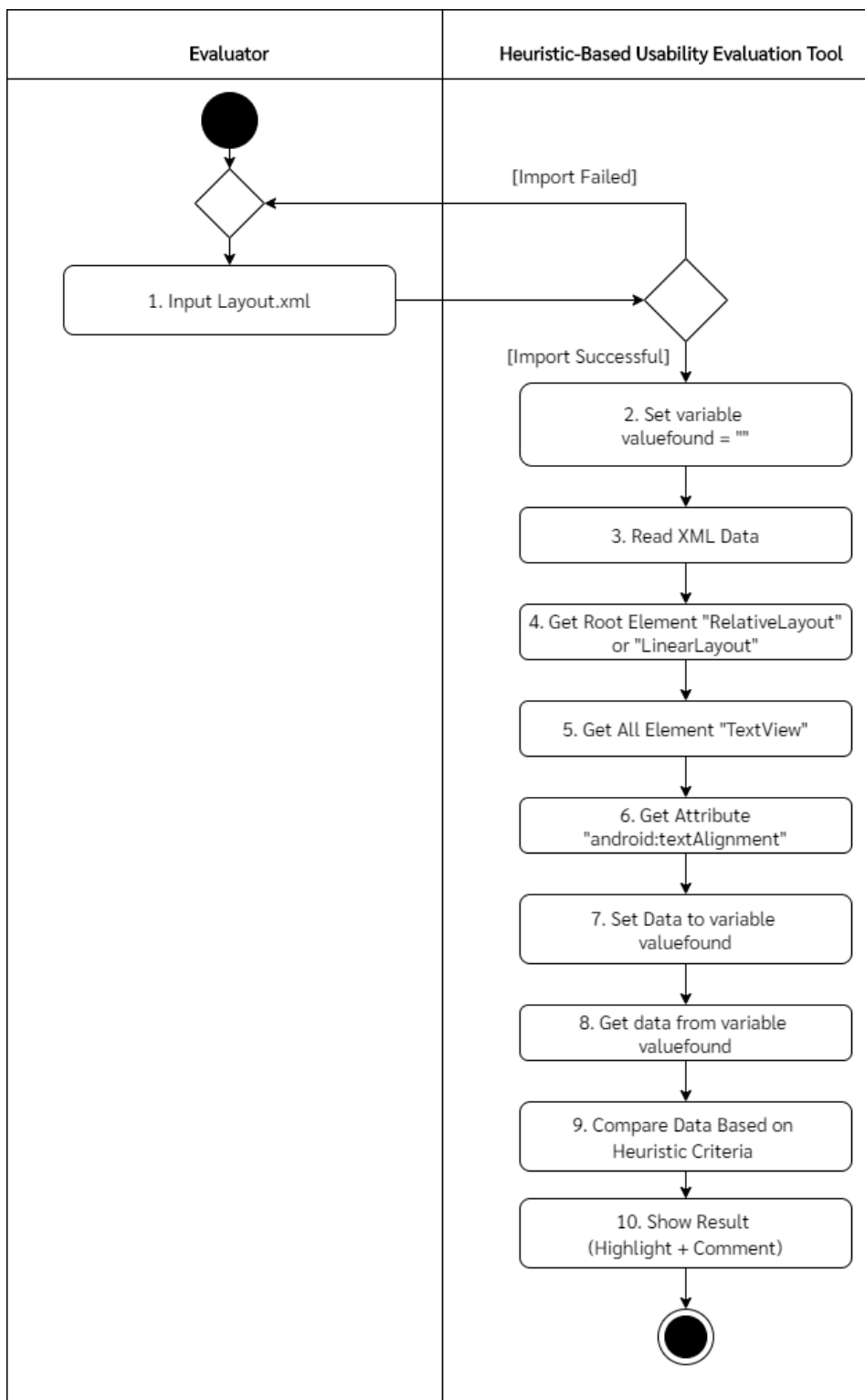
ตารางที่ 26 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#9
วิธีที่ 2



ตารางที่ 27 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#10

รายการประเมิน	G#10 : Text should be left-aligned for English. Use right-alignment for languages in which text is read from right to left.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Consistency and standards
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานนำเข้าไฟล์ layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบการแนวการจัดวางข้อความ 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “TextView” ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:textAlignment” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “TextView” 7. เก็บค่าข้อมูลที่อ่านได้ลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 8. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อตรวจสอบว่ามีกำหนดค่าเป็น left หรือไม่ 9. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>แอตทริบิวต์ “android:textAlignment” ที่อยู่ในเอลิเมนต์ “TextView” จะต้องมีการกำหนดค่าเป็น left จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบสำหรับภาษาอังกฤษ</p> <pre>< TextView android:layout_width="fill_parent " android:layout_height="wrap_content" android:id="@+id/btn1" android:text="Pause" android:textAlignment: "left"/></pre>

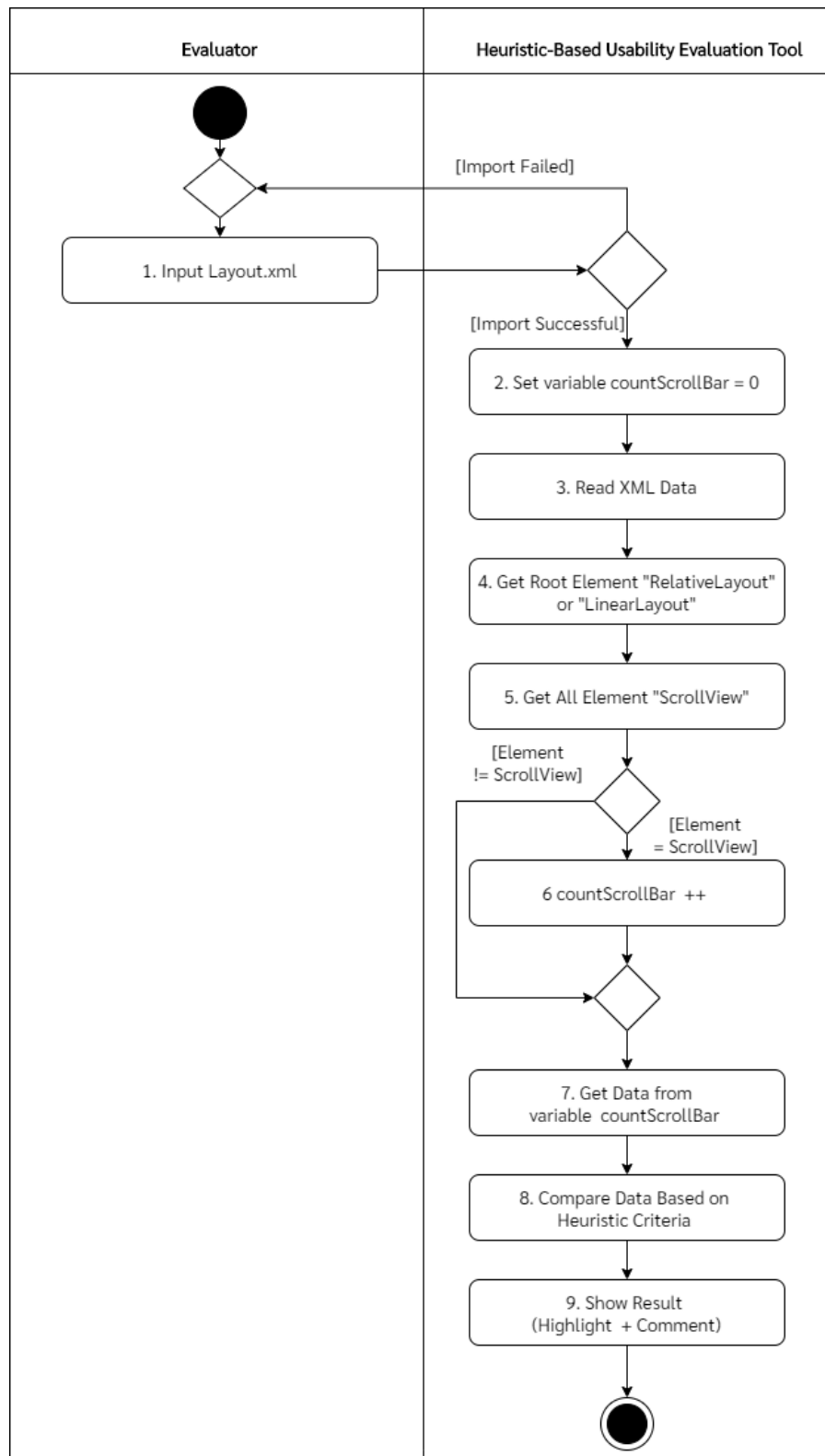
ตารางที่ 28 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#10



ตารางที่ 29 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#11

รายการประเมิน	G#11 : Design for scrolling, use strong visual cues to encourage scrolling.
กลุ่มฮิวริสติก	Heuristic : Recognition rather than recall
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนของ Scrollbar 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “ScrollView” ทั้งหมด 6. เก็บค่าลงในตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของ Scrollbar 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาวนลูบในการตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ Scrollbar 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “ScrolView” จะต้องมีการปรากฏมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><ScrollView android:layout_marginTop="30dp" android:layout_width="fill_parent" android:layout_height="wrap_content" android:id="@+id/scrollView"></pre>

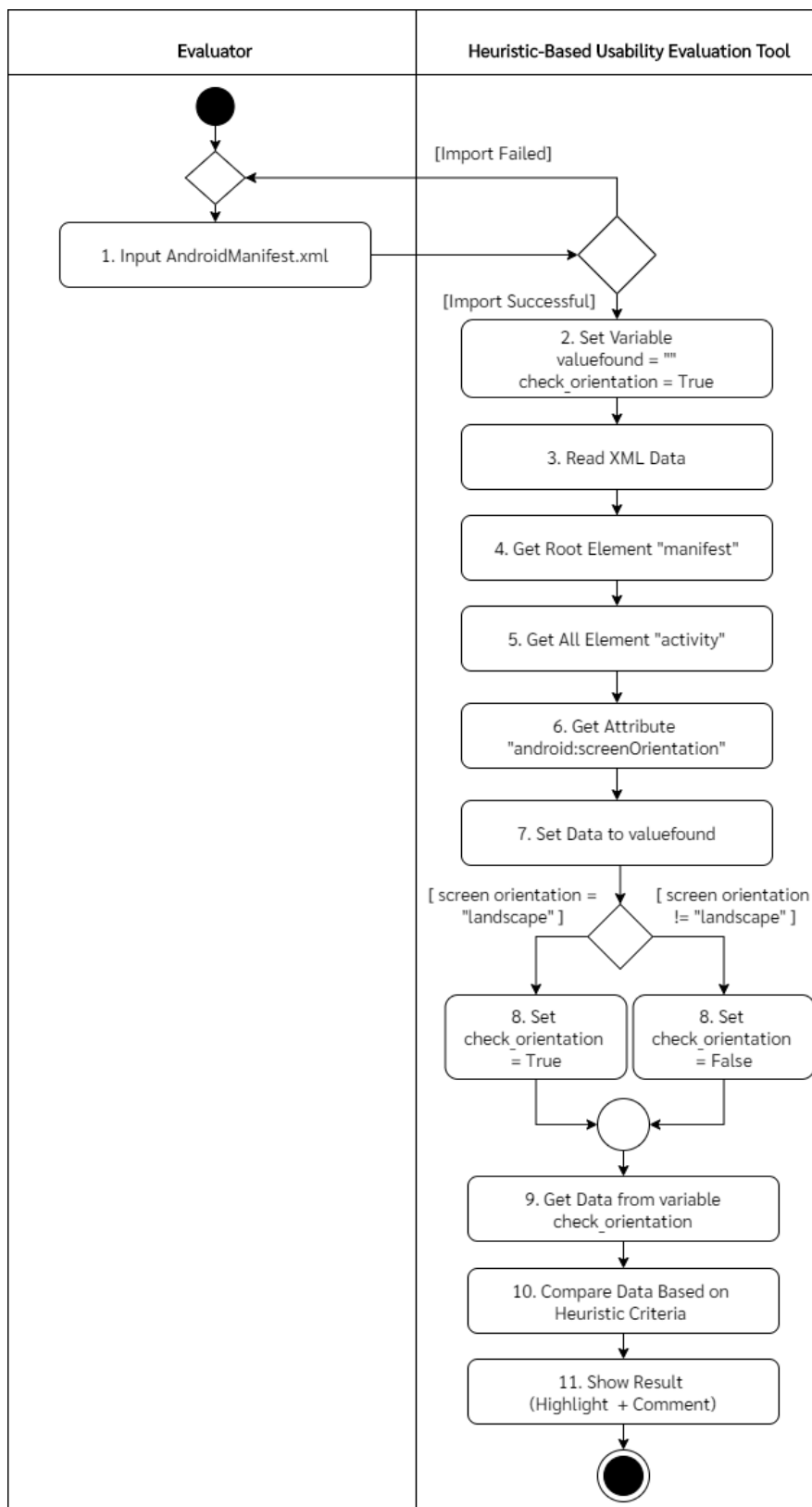
ตารางที่ 30 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#11



ตารางที่ 31 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#12

รายการประเมิน	G#12 : Use orientation that is appropriate for applications. For those that require space or interaction, use landscape orientation.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Flexibility and efficiency of use
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานนำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Manifest.xml 2. สร้างและกำหนดตัวแปรสำหรับตรวจสอบการรองรับการหมุนของหน้าจออ่านไฟล์ข้อมูล XML 3. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “manifest” 4. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “activity” 5. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:screenOrientation” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า “activity” 6. เก็บข้อมูลลงตัวแปรที่สร้างขึ้นสำหรับตรวจสอบการรองรับการหมุนของหน้าจอ 7. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อตรวจสอบว่ามีกำหนดค่าเป็น “landscape” หรือไม่ ถ้ามีจะกำหนดค่า “True” กับตัวแปร “check_Orientation” 8. อ่านค่าจากตัวแปร “check_Orientation” 9. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:screenOrientation” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า “activity” จะต้องเป็นค่า “landscape” จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><activity android:name=".SecondActivity" android:screenOrientation="landscape"> </activity></pre>

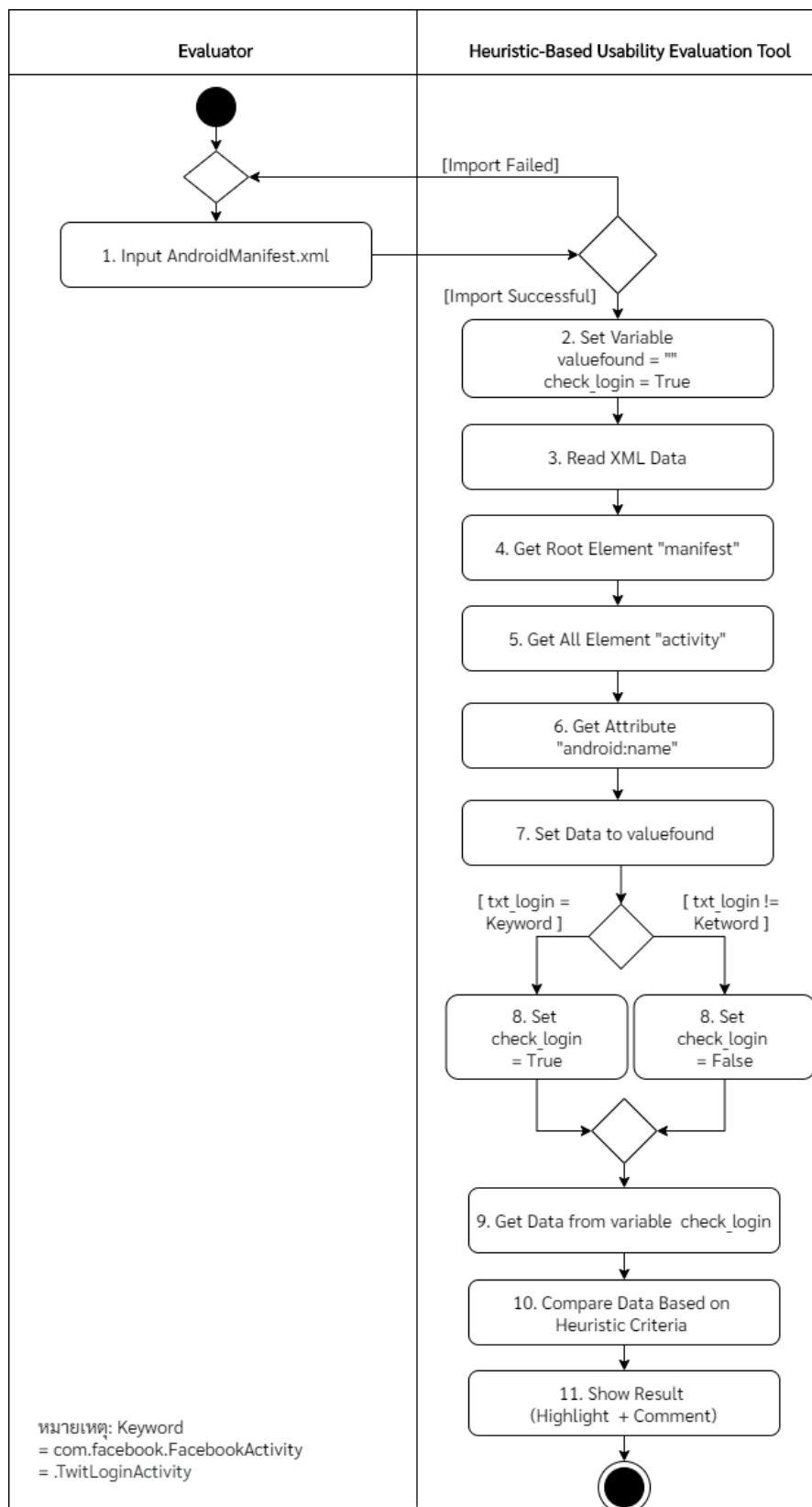
ตารางที่ 32 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#12



ตารางที่ 33 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#13

รายการประเมิน	G#13 : If your users are familiar with other ways of logging in, make those options available.
กลุ่มฮิวริสติก	Heuristic : Flexibility and efficiency of use
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานนำเข้าสู่ข้อมูลจากไฟล์ Manifest.xml 2. สร้างและกำหนดตัวแปรสำหรับตรวจสอบการเข้าสู่ระบบด้วยวิธีต่างๆ เช่น การเข้าสู่ระบบด้วยเฟซบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “manifest” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “activity” 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:name” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า “activity” 7. เก็บข้อมูลลงตัวแปรที่สร้างขึ้นสำหรับตรวจสอบการเข้าสู่ระบบด้วยวิธีต่างๆ 8. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อตรวจสอบว่ามีการกำหนดค่าเป็นการเข้าสู่ระบบด้วยวิธีต่างๆหรือไม่เช่น “com.facebook.FacebookActivity” หรือไม่ ถ้ามีจะกำหนดค่า “True” กับตัวแปร “check_Login” 9. อ่านค่าจากตัวแปร “check_Login” 10. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 11. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>จะต้องปรากฏการเข้าสู่ระบบด้วยวิธีต่างๆอย่างน้อยหนึ่งวิธีเช่น การเข้าสู่ระบบด้วยเฟซบุ๊ก (Facebook) เป็นต้น</p> <pre><activity android:name="com.facebook.FacebookActivity" android:configChanges= "keyboard keyboardHidden screenLayout screenSize orientation" android:theme="@android:style/Theme.Translucent.NoTitleBar" android:label="@string/app_name" /></pre>
ข้อจำกัด	<p>การตรวจสอบการเข้าสู่ระบบนั้นสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การเข้าสู่ระบบด้วยเฟซบุ๊ก (Facebook) การเข้าสู่ระบบด้วยทวิตเตอร์ (Twitter) หรือการเข้าสู่ระบบด้วยอีเมล (E-mail) การตรวจสอบแนวทางการออกแบบข้อนี้จะทำให้การตรวจสอบการเข้าสู่ระบบด้วยเฟซบุ๊กและการเข้าสู่ระบบด้วยทวิตเตอร์เท่านั้น</p>

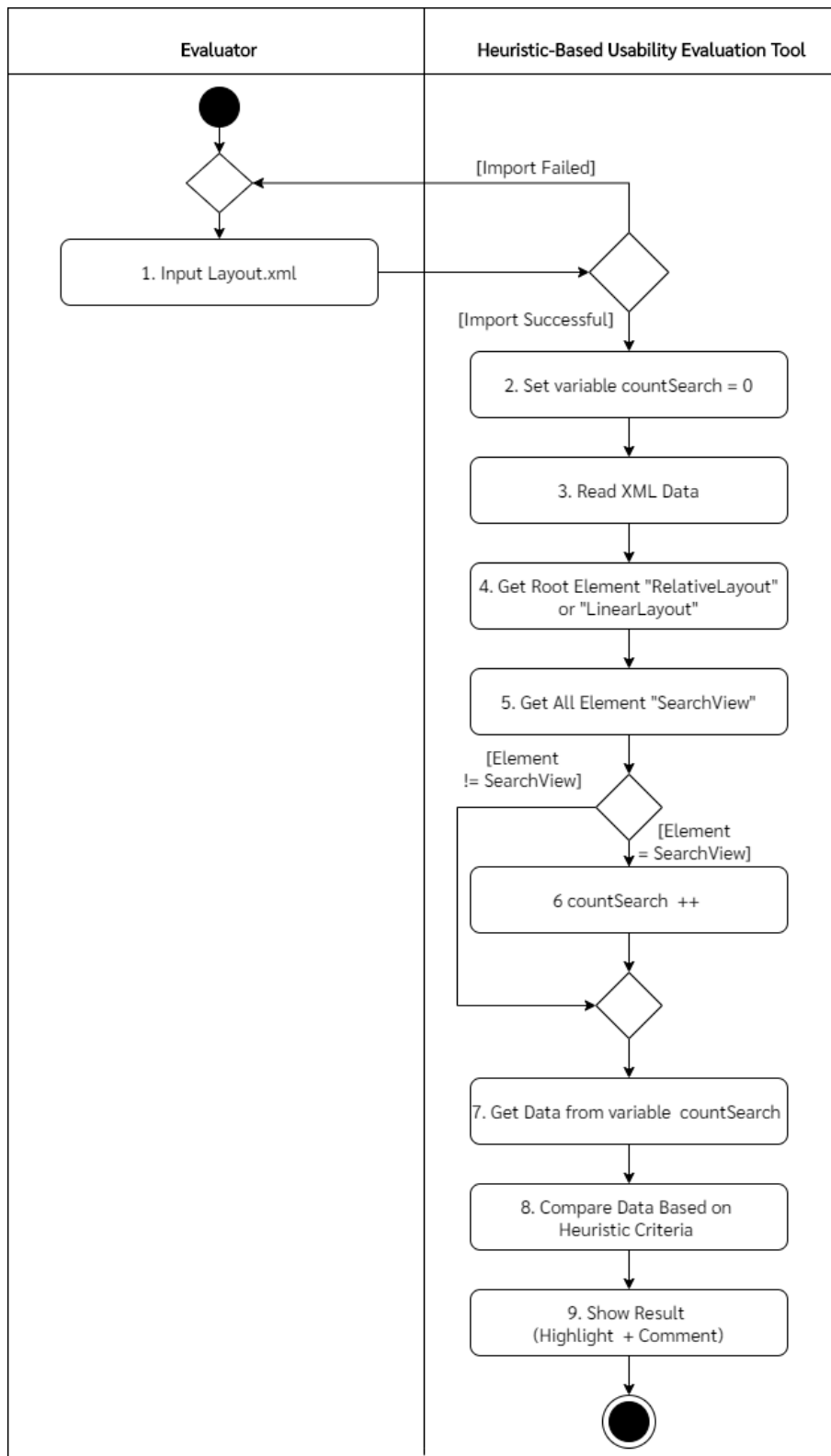
ตารางที่ 34 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#13



ตารางที่ 35 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#14

รายการประเมิน	G#14 : For kids older than 6, provide persistent access to the search feature, make it salient in application and do not include multiple search boxes on a page.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Flexibility and efficiency of use
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนของ SearchView 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "SearchView" ทั้งหมด 6. เก็บค่าลงในตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของ SearchView 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ SearchView 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "SearchView" จะต้องมีการปรากฏน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre> <SearchView android:id="@+id/searchView" android:layout_width="wrap_content" android:layout_height="wrap_content" android:queryHint="Search Here" android:iconifiedByDefault="false" android:layout_alignParentTop="true" /> </pre>

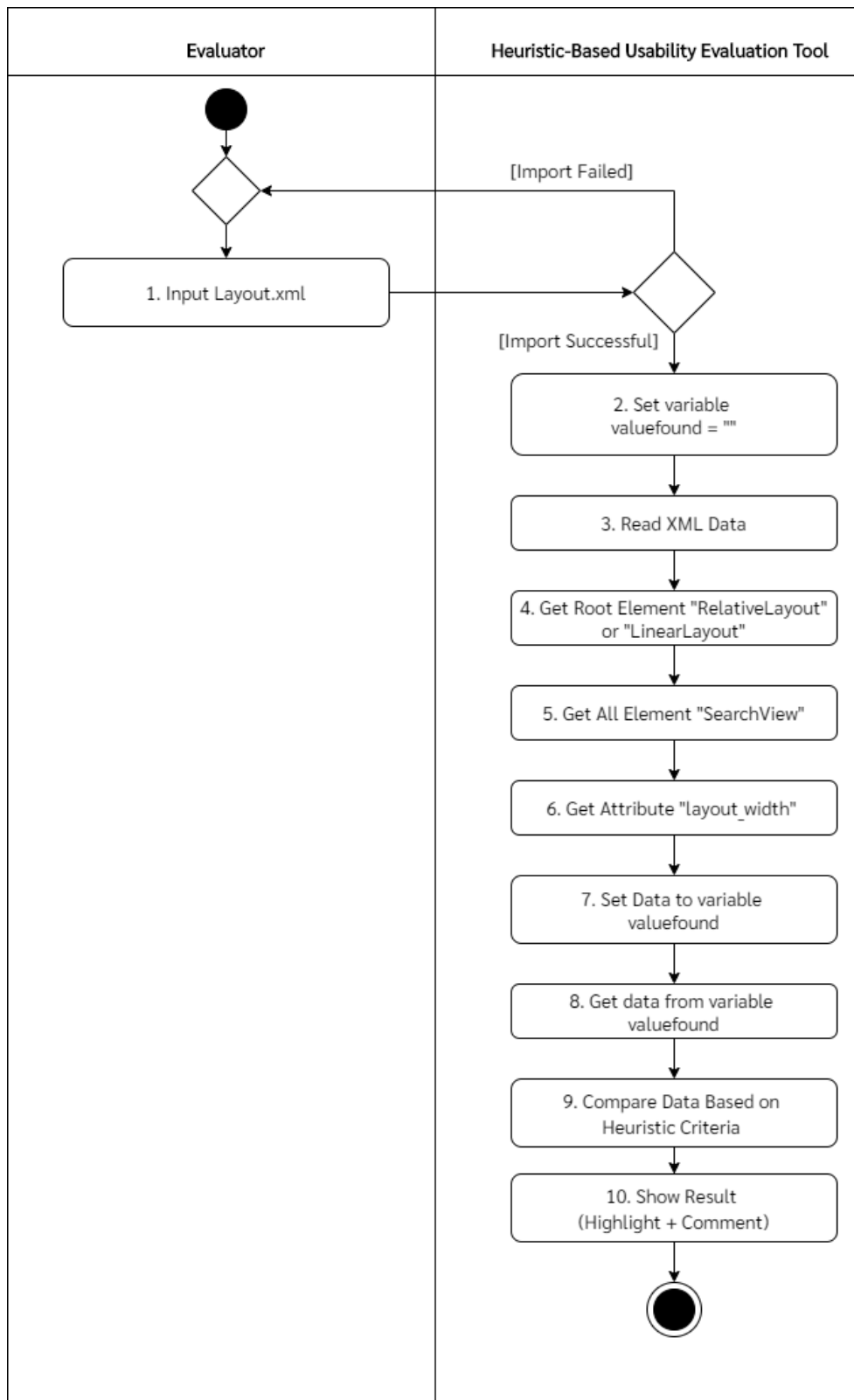
ตารางที่ 36 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#14



ตารางที่ 37 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#15

รายการประเมิน	G#15 : Make sure your search box is big enough, both in terms of (1) number of characters displayed, and (2) number of characters allowed for the search query.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Flexibility and efficiency of use
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบขนาดของ SearchView 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "SearchView" ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "layout_width" และที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "SearchView" 7. เก็บค่าของตัวแปรสำหรับตรวจสอบขนาดของ SearchView 8. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ SearchView 9. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์แอตทริบิวต์ "layout_width" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ "SearchView" จะต้องมีการกำหนดค่าเป็น "match_parent" จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre> <SearchView android:id="@+id/searchView" android:layout_width="match_parent " android:layout_height=" match_parent " android:queryHint="Search Here" android:iconifiedByDefault="false" android:layout_alignParentTop="true" /> </pre>

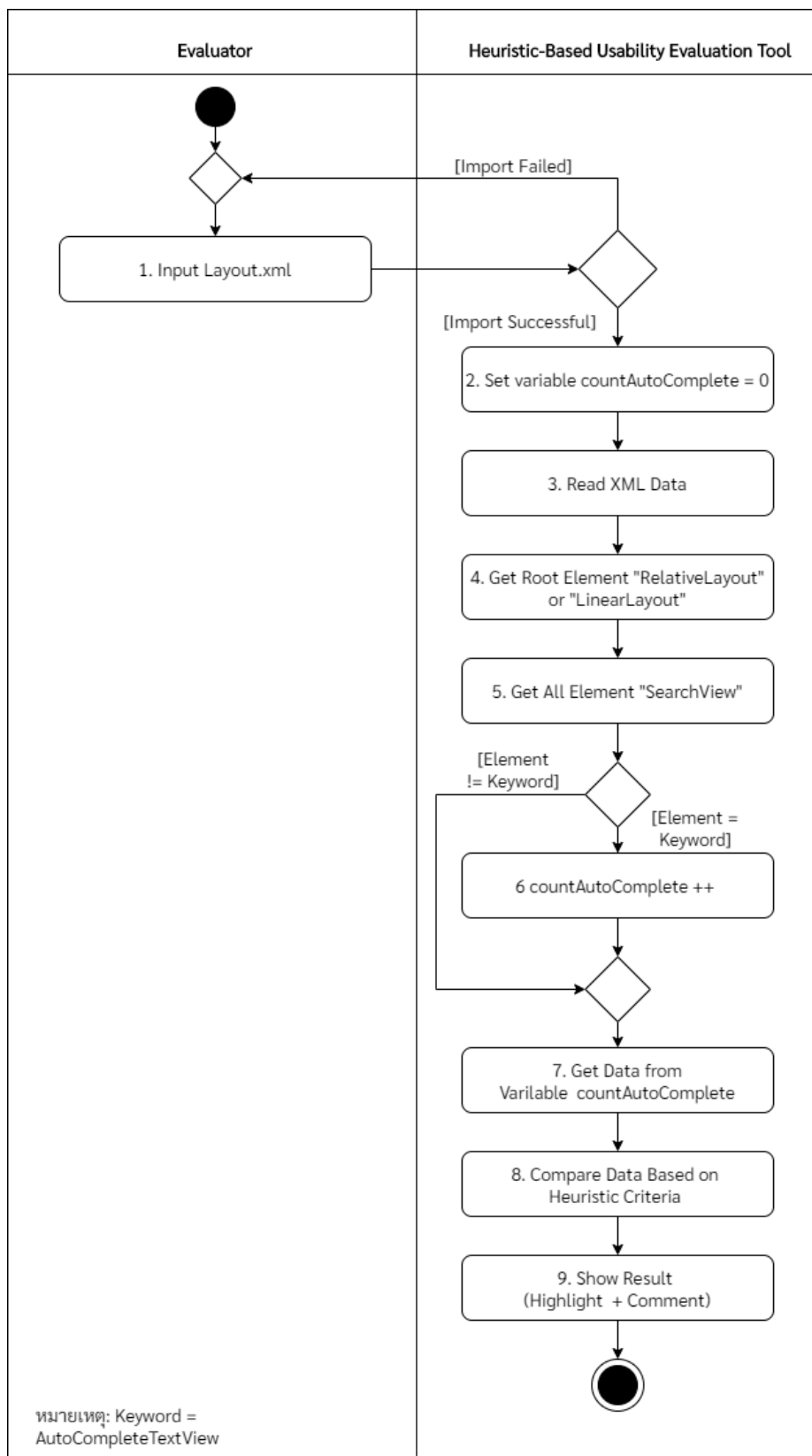
ตารางที่ 38 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#15



ตารางที่ 39 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#16

รายการประเมิน	G#16 : Implement a good partial-matching search mechanism to make the search result easy to comprehend. Use typo-correction and auto-suggest to reduce the chance of zero search results and to make it easier for kids to type.
กลุ่มฮิวริสติก	Heuristic : Flexibility and efficiency of use
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนของ autoCompleteTextView 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "AutoCompleteTextView" ทั้งหมด 6. เก็บค่าลงในตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของ autoCompleteTextView 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาวนลูบในการตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ autoCompleteTextView 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "AutoCompleteTextView" จะต้องมีการปรากฏมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><AutoCompleteTextView android:id="@+id/autoCompleteTextView" android:layout_width="wrap_content" android:layout_height="wrap_content" android:layout_alignParentLeft="true" android:layout_below="@+id/textView" android:layout_marginLeft="36dp" android:layout_marginTop="17dp" android:ems="10" /></pre>
ข้อจำกัด	<p>การตรวจสอบแนวทางการออกแบบข้อนี้สามารถตรวจสอบได้เฉพาะการปรากฏของ Auto-suggest ไม่รวมถึงการตรวจสอบการมี typo-correction ที่จะมีการเขียนรหัสต้นฉบับไว้ในไฟล์นามสกุลจาวาเป็นหลัก</p>

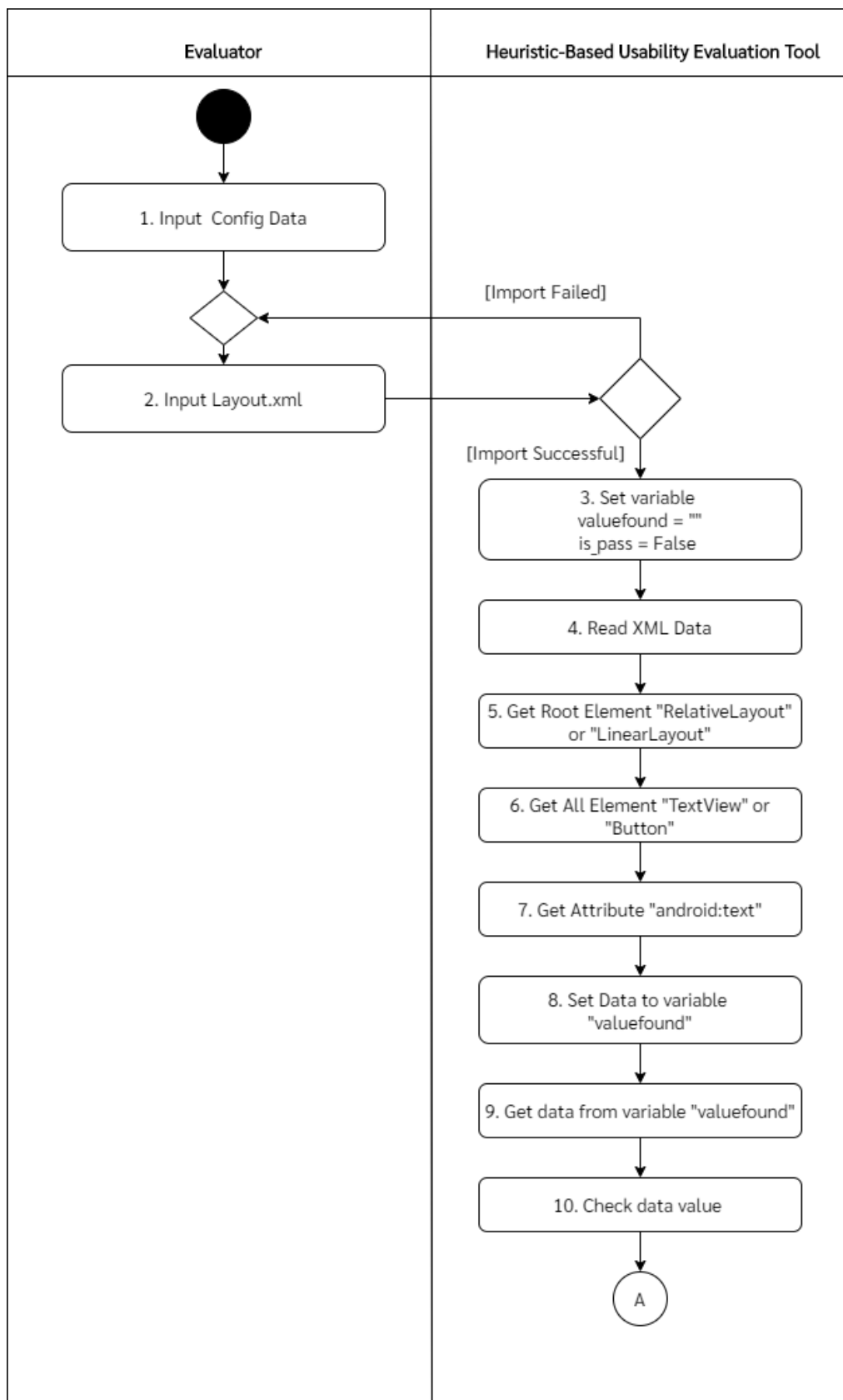
ตารางที่ 40 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#16



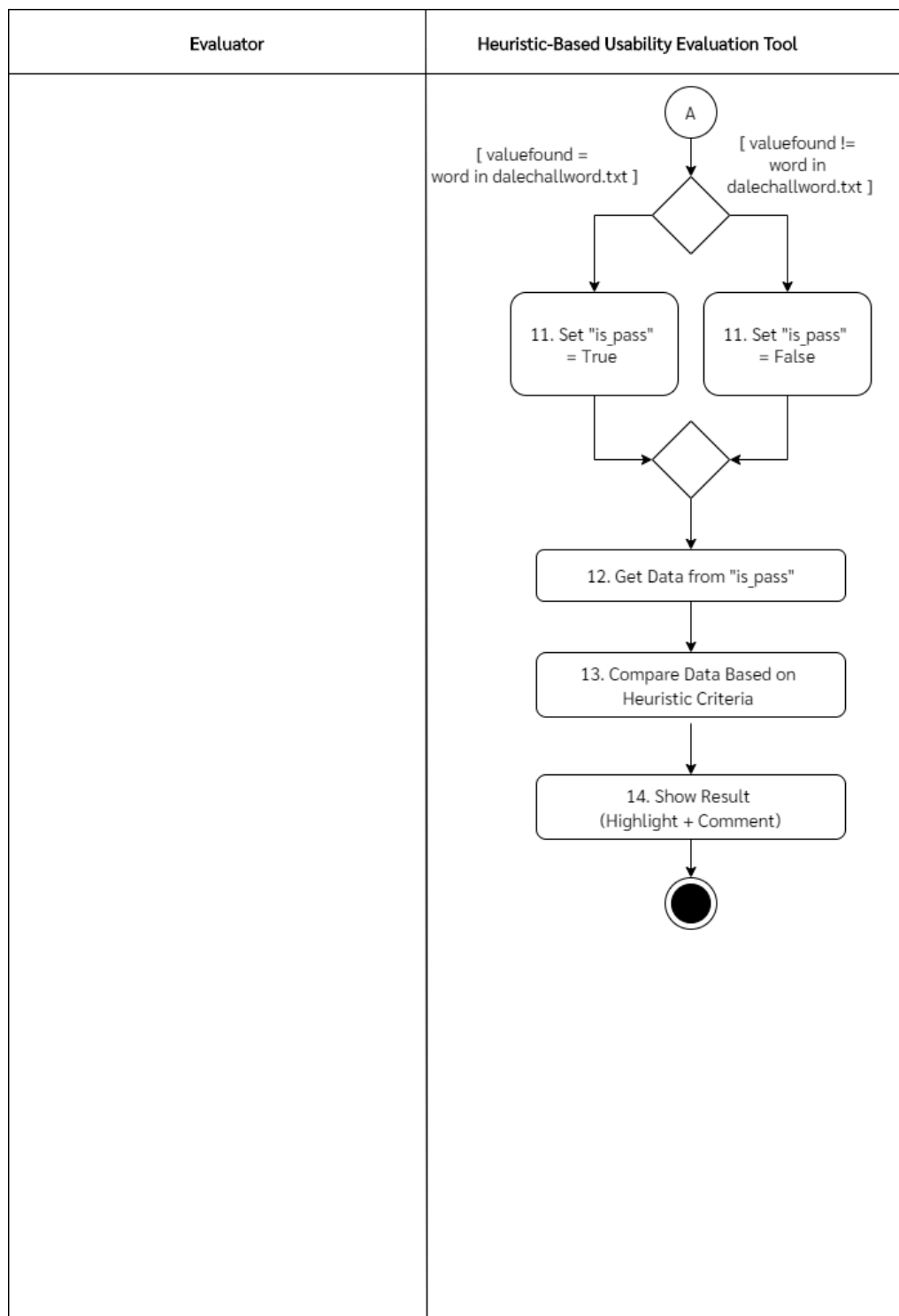
ตารางที่ 41 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#17

รายการประเมิน	G#17 : For young kids (under 7) use short words; include words such as "Play", "Go", "Help", "Games", "Stop". These are likely to be easily recognized even by young children.
กลุ่มฮิวริสติก	Heuristic : Flexibility and efficiency of use
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบคำที่ยากสำหรับเด็ก 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “TextView” หรือ “Button” ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:text” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “TextView” หรือ “Button” 7. เก็บค่าข้อมูลที่อ่านได้ลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 8. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบว่าคำดังกล่าวมีอยู่ในรายการคำง่ายสำหรับเด็กหรือไม่ โดยอ้างอิงจากคำศัพท์ง่ายของ Dale-Chall 9. นำตัวแปรมาตรวจสอบ 10. ถ้าตัวแปร มีค่าเท่ากับค่าที่ที่กำหนดในไฟล์ dalechallword.txt หรือไม่ ถ้ามีจะทำการกำหนดค่า “true” ให้กับตัวแปร “is_pass” 11. ทำการตรวจสอบค่าจากตัวแปร “is_pass” โดยอ้างอิงจากเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา 12. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 13. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	คำที่ปรากฏจะต้องอยู่ในรายการคำศัพท์ง่ายของ Dale-Chall จึงจะเป็นไปตามแนวทางการออกแบบ เช่น “Apple”, “Able” เป็นต้น

ตารางที่ 42 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#17



ตารางที่ 43 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติหมายเลข G#17 (ต่อ)

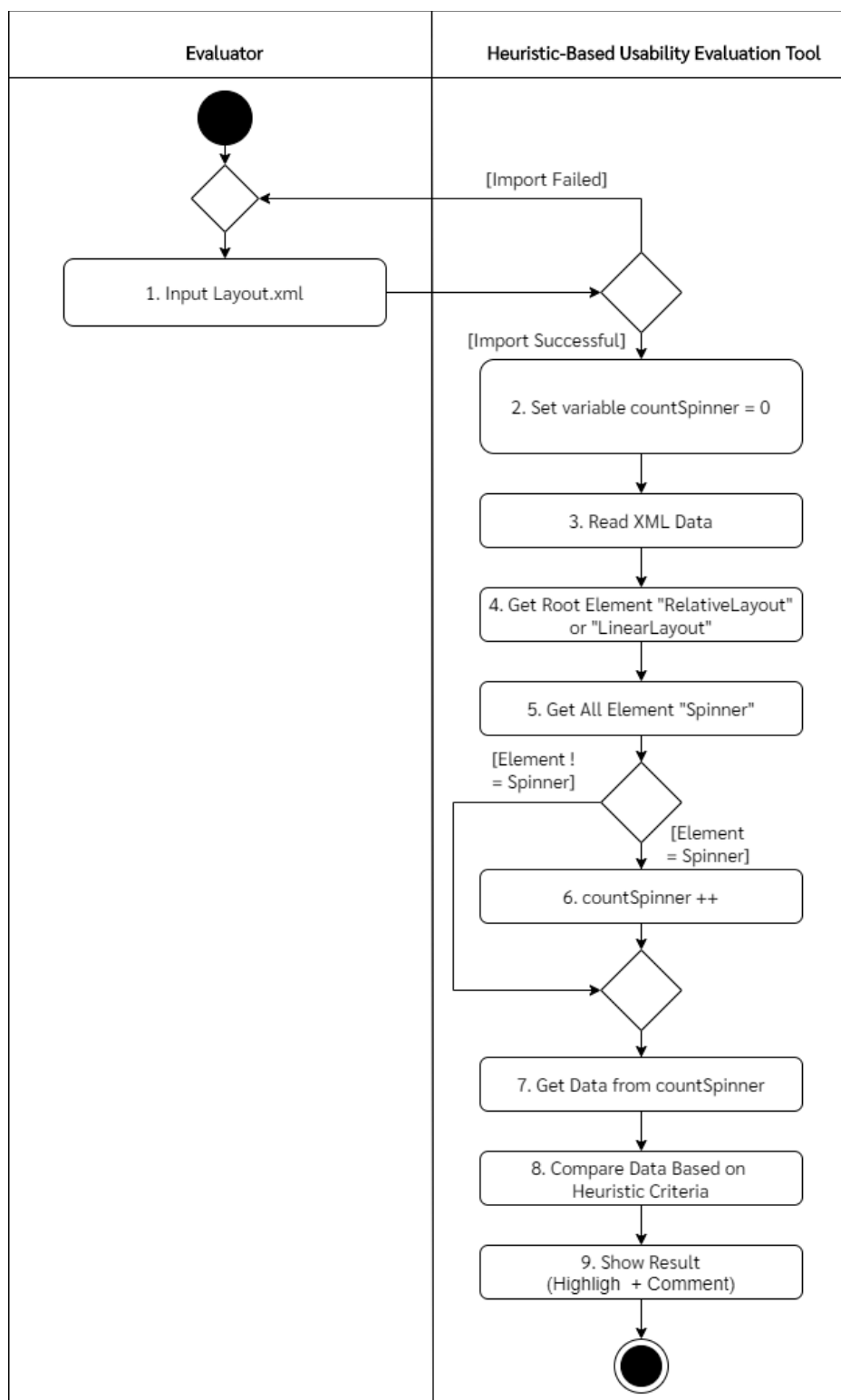


ตารางที่ 44 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#18 วิธีที่ 1

รายการประเมิน	G#18 : Provide clear and consistent main menu for navigation. For kids over 7, use simple dropdowns when appropriate.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Aesthetic and minimalist design
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนของ Spinner 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “Spinner” ทั้งหมด 6. เก็บค่าลงในตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของ Spinner 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาวนลูปในการตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ Spinner 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “Spinner” จะต้องมีการปรากฏมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><Spinner android:id="@+id/static_spinner" android:layout_width="fill_parent" android:layout_height="wrap_content" android:layout_marginBottom="20dp" android:layout_marginTop="20dp" /></pre>

ตารางที่ 45 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#18

วิธีที่ 1

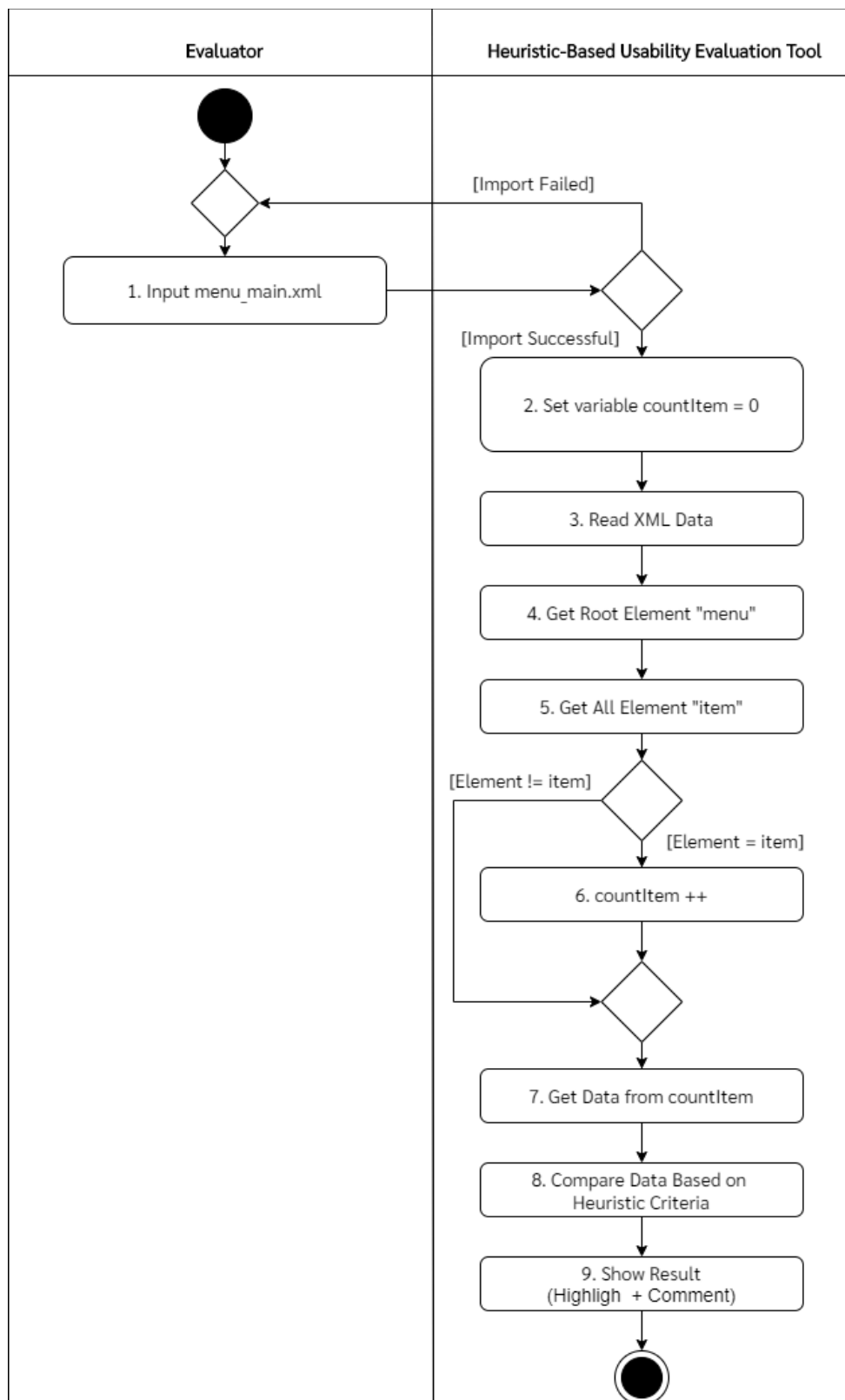


ตารางที่ 46 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#18
วิธีที่ 2

รายการประเมิน	G#18 : Provide clear and consistent main menu for navigation. For kids over 7, use simple dropdowns when appropriate.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Aesthetic and minimalist design
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ menu.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบจำนวนของ item 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “item” ทั้งหมด 6. เก็บค่าลงในตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของ item 7. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาวนลูบในการตรวจสอบจำนวนการปรากฏของ Spinner 8. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 9. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “item” จะต้องมีการปรากฏมากกว่าหรือเท่ากับ 1 ครั้ง จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre> <menu xmlns:androclass="http://schemas.android.com/apk/res/android" > <item android:id="@+id/one" android:title="One"/> <item android:id="@+id/two" android:title="Two"/> <item android:id="@+id/three" android:title="Three"/> </menu> </pre>

ตารางที่ 47 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#18

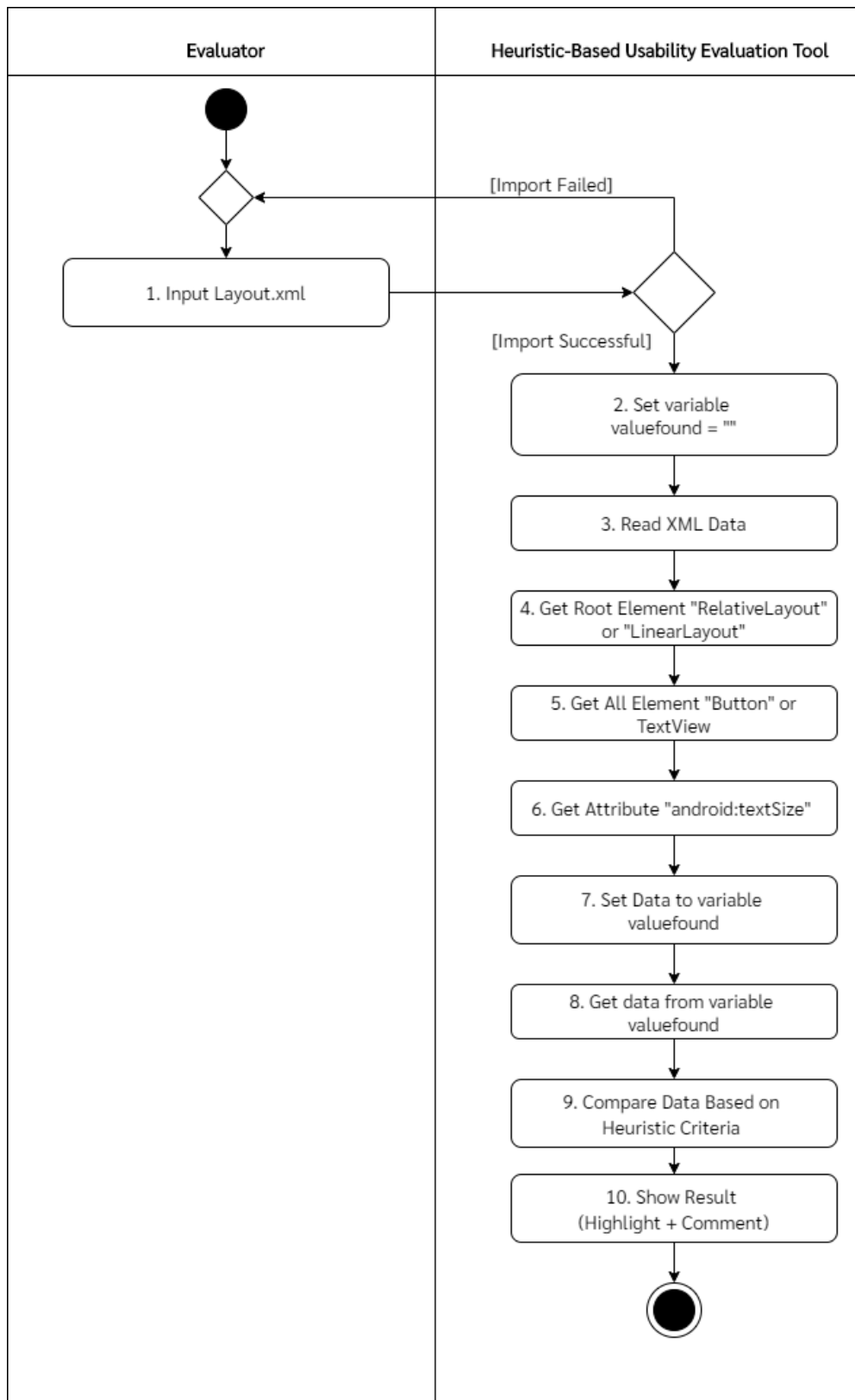
วิธีที่ 2



ตารางที่ 48 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#19

รายการประเมิน	G#19 : Use simple, relatively large fonts, comparable in size to at least 12-point print type.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Aesthetic and minimalist design
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบขนาดตัวอักษร 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “Button” หรือ “TextView” ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “textSize” 7. เก็บค่าลงตัวแปรสำหรับตรวจสอบขนาดตัวอักษร 8. อ่านค่าจากตัวแปรที่เก็บขนาดตัวอักษร 9. ทำการตรวจสอบตัวแปรที่เก็บขนาดตัวอักษรว่ามีค่าน้อยกว่า 12sp หรือไม่ 10. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:textSize” ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า “Button” ต้องมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 12sp ขึ้นไปจึงจะเป็นไปตามแนวทางการออกแบบ</p> <pre><TextView android:id="@+id/text_view_id" android:layout_height="wrap_content" android:layout_width="wrap_content" android:text="Hello" android:textSize="12sp" /></pre>

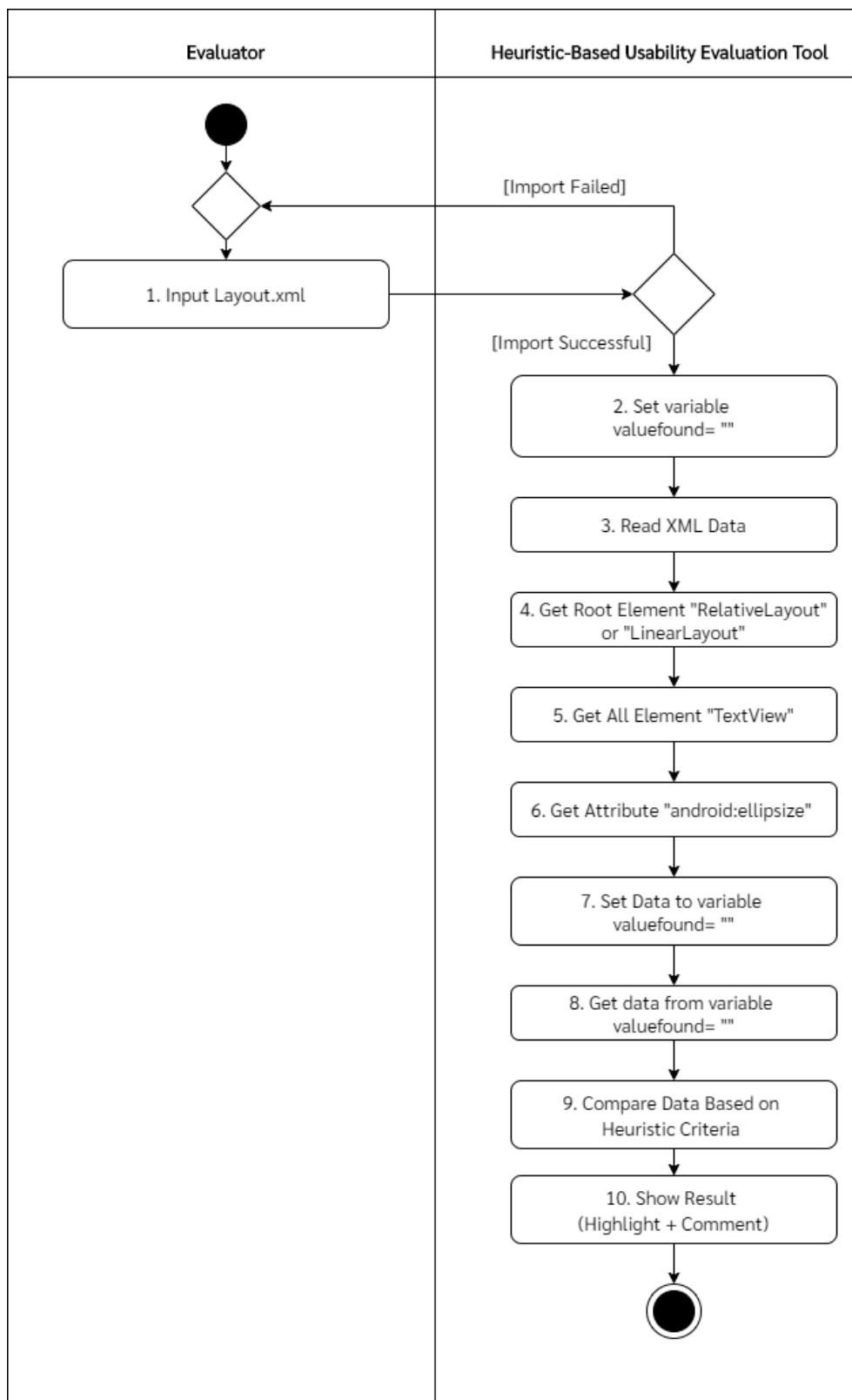
ตารางที่ 49 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#19



ตารางที่ 50 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#20

รายการประเมิน	G#20 : Do not use animated text.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Aesthetic and minimalist design
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของตัวอักษรที่เคลื่อนไหวได้ 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "TextView" ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:ellipsize" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "TextView" 7. เก็บค่าลางตัวแปรสำหรับตรวจสอบการปรากฏของตัวอักษรที่เคลื่อนไหวได้ 8. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบการปรากฏของตัวอักษรที่เคลื่อนไหวได้ 9. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์แอตทริบิวต์ "android:ellipsize" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ "TextView" จะต้องไม่มีการกำหนดค่าเป็น "marquee" จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><TextView android:id = "@+id/text" android:textSize = "20dp" android:textAlignment = "center" android:layout_width = "match_parent" android:ellipsize = "marquee" android:fadingEdge = "horizontal" android:marqueeRepeatLimit = "marquee_forever" android:scrollHorizontally = "true" android:textColor = "#ff4500" android:text = "Hello World" android:layout_height = "wrap_content" android:singleLine = "true" /></pre>

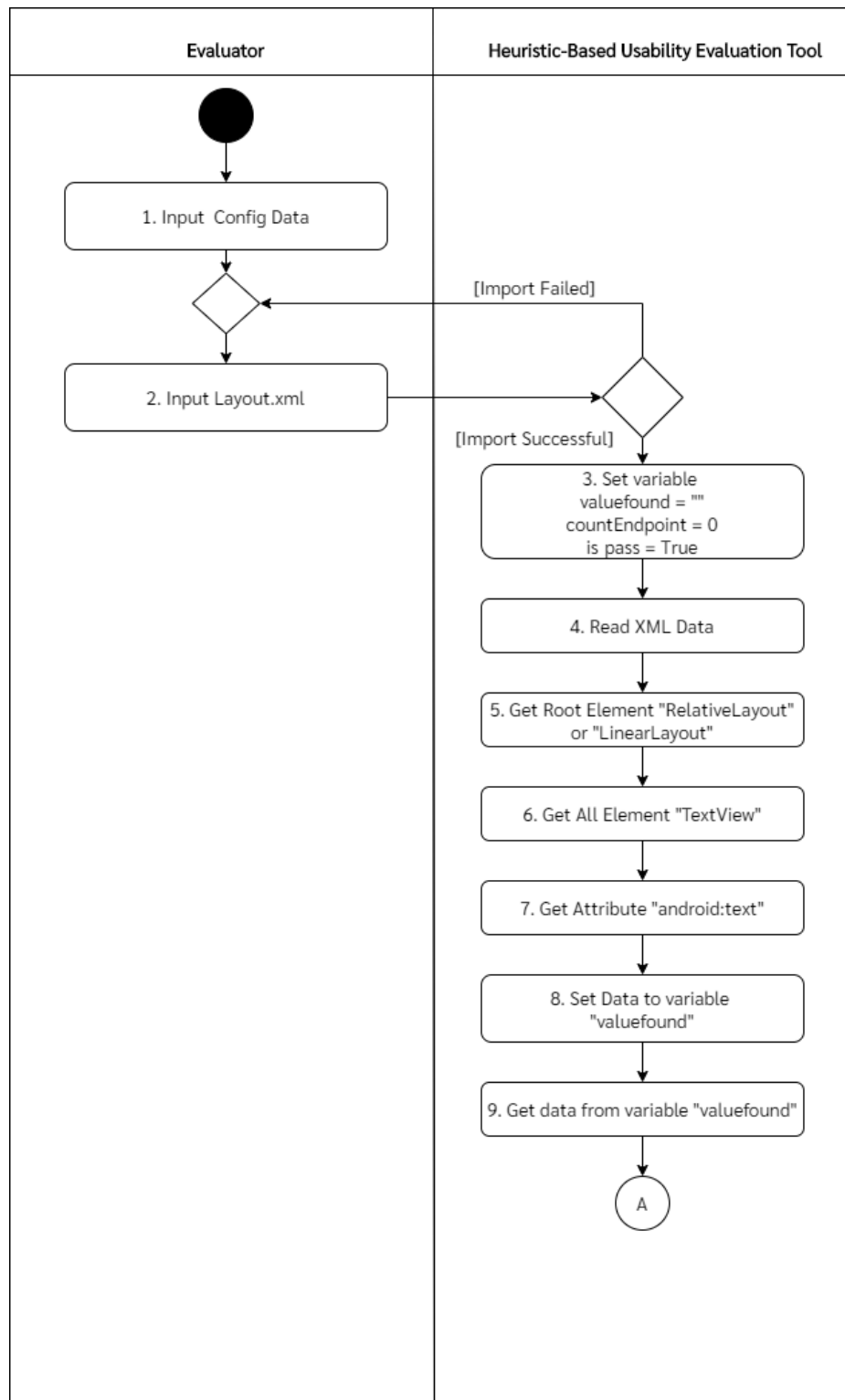
ตารางที่ 51 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#20



ตารางที่ 52 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#21

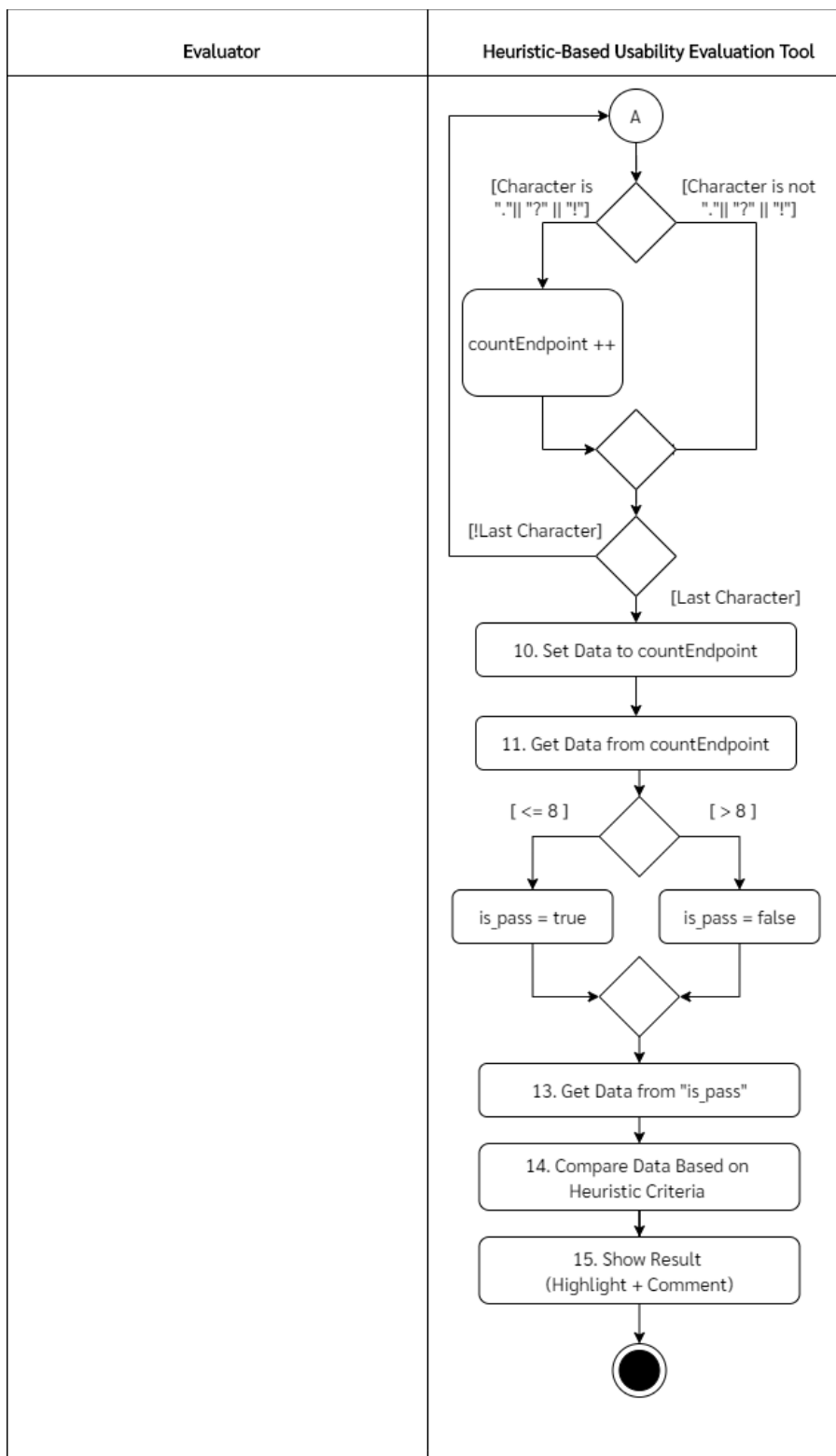
รายการประเมิน	G#21 : Chunk text into 3-8 sentences in paragraph for easier reading and scanning.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Aesthetic and minimalist design
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานนำเข้าไฟล์ layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบการปรากฏของสัญลักษณ์ของการจบประโยคได้แก่ “.” “?” “!” 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ “Linear Layout” หรือ “Relative Layout” 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า “TextView” ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:text” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “TextView” 7. เก็บค่าลงในตัวแปรที่สร้างขึ้น 8. กำหนดค่าตัวแปรสำหรับนับจำนวนสัญลักษณ์ของการจบประโยค 9. นำตัวแปรมาตรวจสอบโดยใช้วิธีการอ่านค่าตัวอักษรทีละตัวว่าเป็นสัญลักษณ์ของการจบประโยค ถ้าเป็นจะกำหนดค่าบวกหนึ่งให้กับตัวแปร 10. เก็บค่าในตัวแปรสำหรับนับจำนวนสัญลักษณ์ของการจบประโยค 11. อ่านค่าจากตัวแปรสำหรับนับจำนวนสัญลักษณ์ของการจบประโยค 12. เปรียบเทียบว่าจำนวนที่อ่านได้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 8 หากใช่จะกำหนดค่า false ให้กับตัวแปร “is_pass” 13. อ่านค่าจากตัวแปร “is_pass” 14. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 15. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	ข้อความในแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า “android:text” ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ “TextView” จะต้องมียุทธศาสตร์ของการจบประโยคน้อยกว่าหรือเท่ากับ 8 แห่งจึงจะเป็นไปตามแนวทางการออกแบบ

ตารางที่ 53 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#21



ตารางที่ 53 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#21

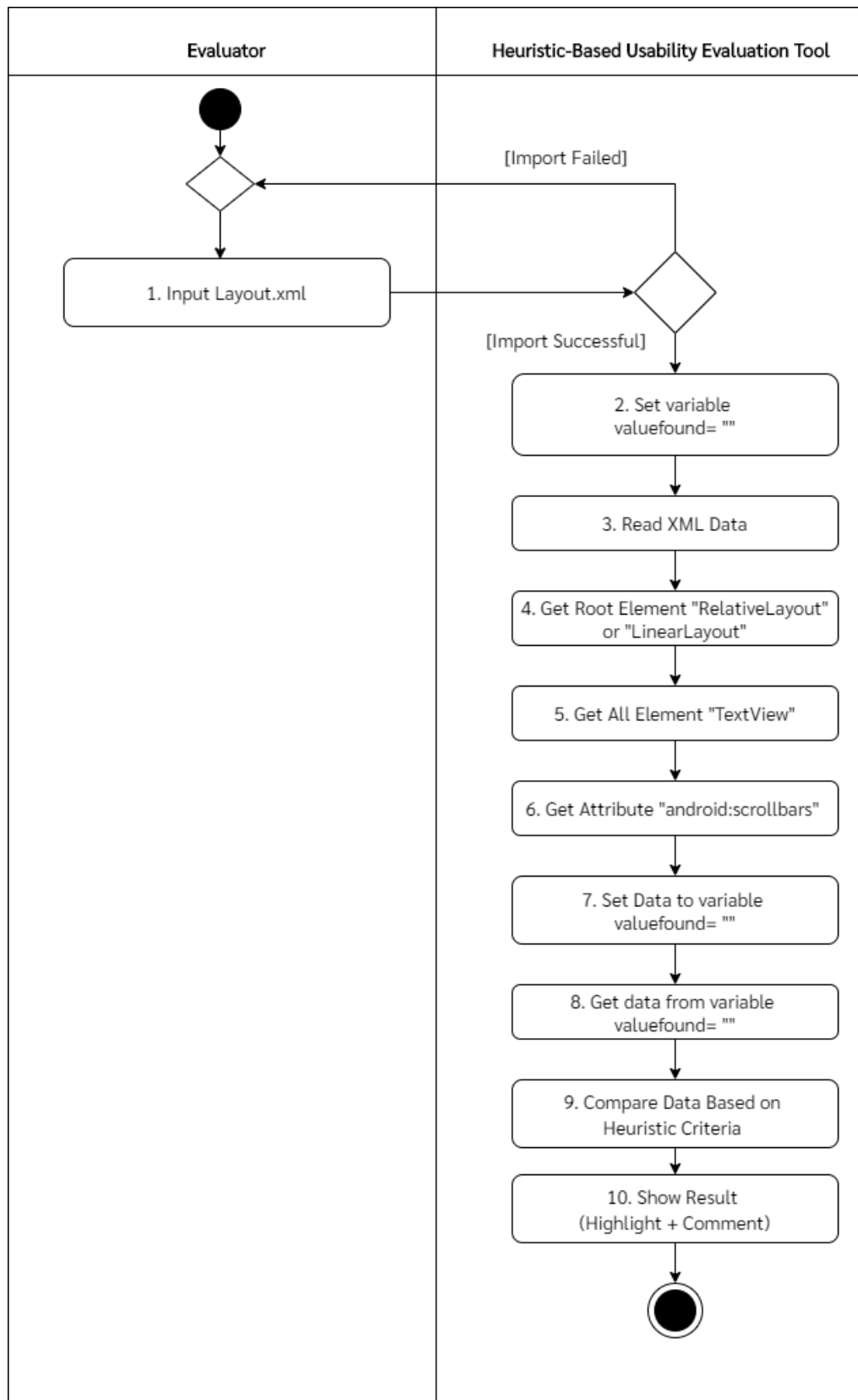
(ต่อ)



ตารางที่ 54 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#22

รายการประเมิน	G#22 : Avoid crowding text into a small textbox with a scrollbar.
กลุ่มฮิวริสติก	Heuristic : Aesthetic and minimalist design
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของกล่องข้อความที่เลื่อนได้ 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "TextView" ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:scrollbars" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "TextView" 7. เก็บค่าลางตัวแปรสำหรับตรวจสอบกล่องข้อความที่เลื่อนได้ 8. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบกล่องข้อความที่เลื่อนได้ 9. เก็บค่าของตัวแปรเพื่อเปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลเอลิเมนต์แอตทริบิวต์ "android:scrollbars" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ "TextView" จะต้องไม่มีการกำหนดค่าเป็น "vertical" จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><TextView android:id="@+id/tv_log" android:layout_width="match_parent" android:layout_height="wrap_content" android:scrollbars="vertical" android:text="Log:" /></pre>

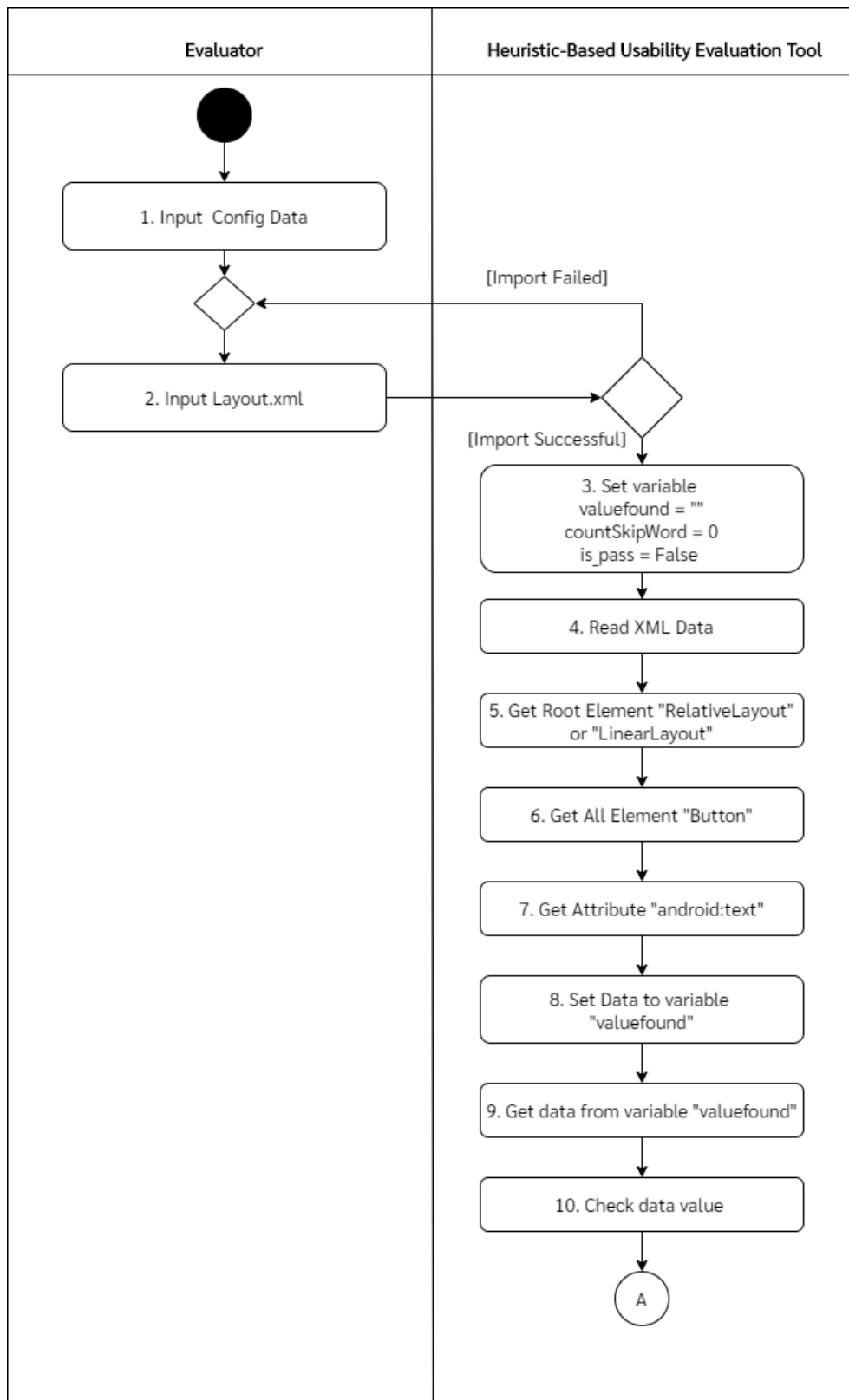
ตารางที่ 55 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#22



ตารางที่ 56 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#23

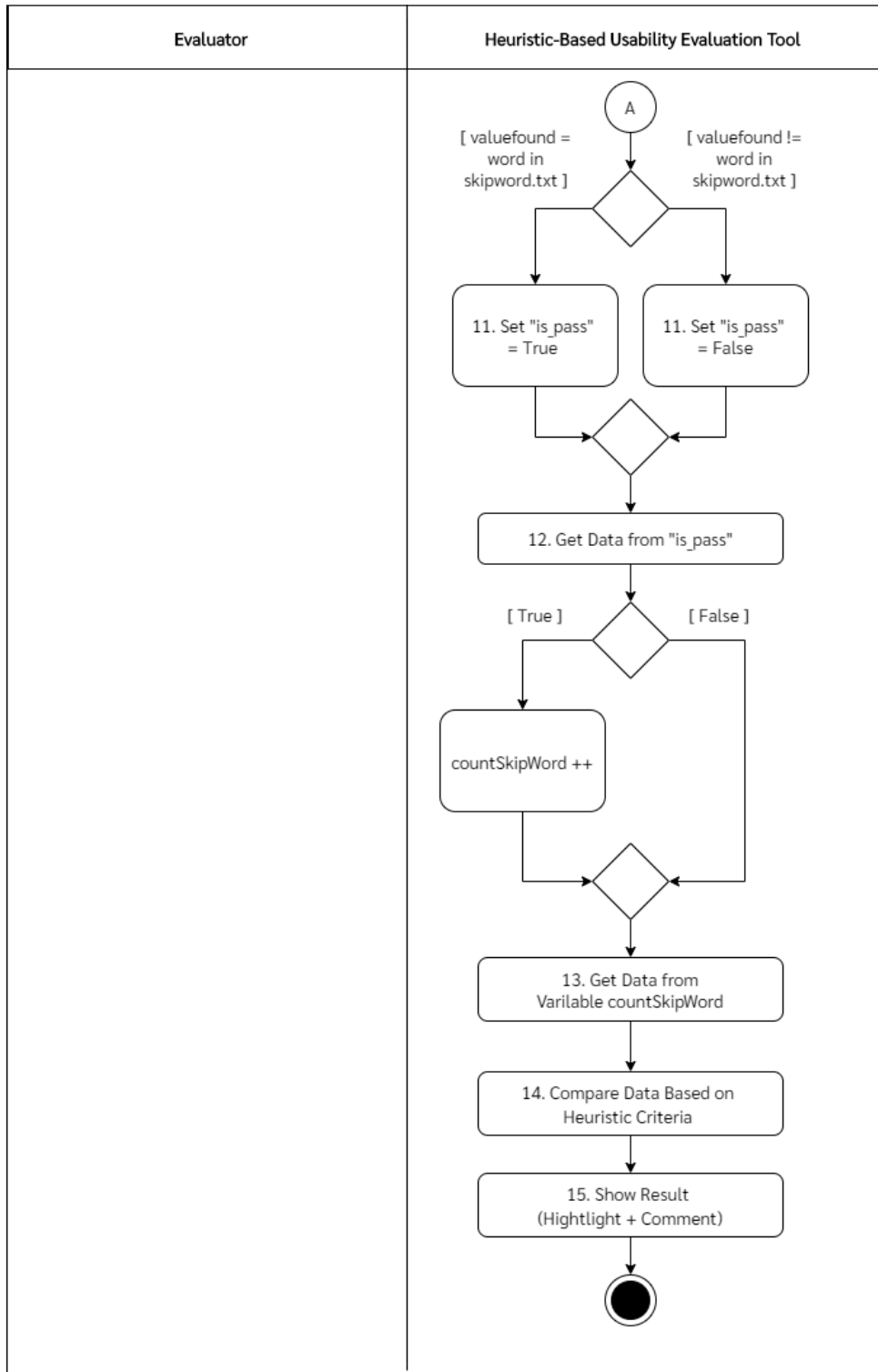
รายการประเมิน	G#23 : Make introductory animation short (10-20 seconds) and interesting and allow to skip the introductory part.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Aesthetic and minimalist design
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้งานระบุค่าที่สื่อถึงการกดข้ามวิดีโอเริ่มต้นสำหรับการค้นหาข้อมูลไว้ เพื่อให้ทำการตรวจสอบ โดยจะบันทึกไว้ใน skipword.txt เช่น skip หรือ skip intro เป็นต้น 2. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 3. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบค่าที่สื่อถึงการกดข้ามวิดีโอ 4. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 5. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 6. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "Button" 7. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:text" ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ "Button" 8. เก็บค่าข้อมูลที่อ่านได้ในตัวแปรที่สร้างขึ้น 9. อ่านค่าข้อมูลจากตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบหาค่าที่สื่อถึงการกดข้ามวิดีโอเปรียบเทียบกับค่าที่ผู้กำหนดในไฟล์ skipword.txt 10. นำตัวแปรมาตรวจสอบ 11. ตัวแปรมีค่าเท่ากับค่าที่ถูกกำหนดในไฟล์ skipword.txt หรือไม่ ถ้ามีจะทำการกำหนดค่า "true" ให้กับตัวแปร "is_pass" 12. ทำการตรวจสอบค่าจากตัวแปร "is_pass" ถ้ามีค่าเป็น "true" จะกำหนดค่าบวกหนึ่งให้กับตัวแปรใช้นับค่าที่สื่อถึงการกดข้ามวิดีโอ 13. ตรวจสอบค่าจากตัวแปรที่ใช้นับค่าที่สื่อถึงการกดข้ามวิดีโอ 14. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 15. แสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>จะต้องมีการปรากฏค่าในแอตทริบิวต์ "Attribute" "android:text" ตรงกับค่าในไฟล์ skipword.txt เช่น คำว่า "Skip Intro" อย่างน้อยหนึ่งแห่ง</p> <p>จึงจะเป็นไปตามหลักการออกแบบ</p> <pre><Button android:layout_width="fill_parent " android:layout_height="wrap_content" android:text="Skip Intro" /></pre>

ตารางที่ 57 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#23



ตารางที่ 57 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติหมายเลข G#23

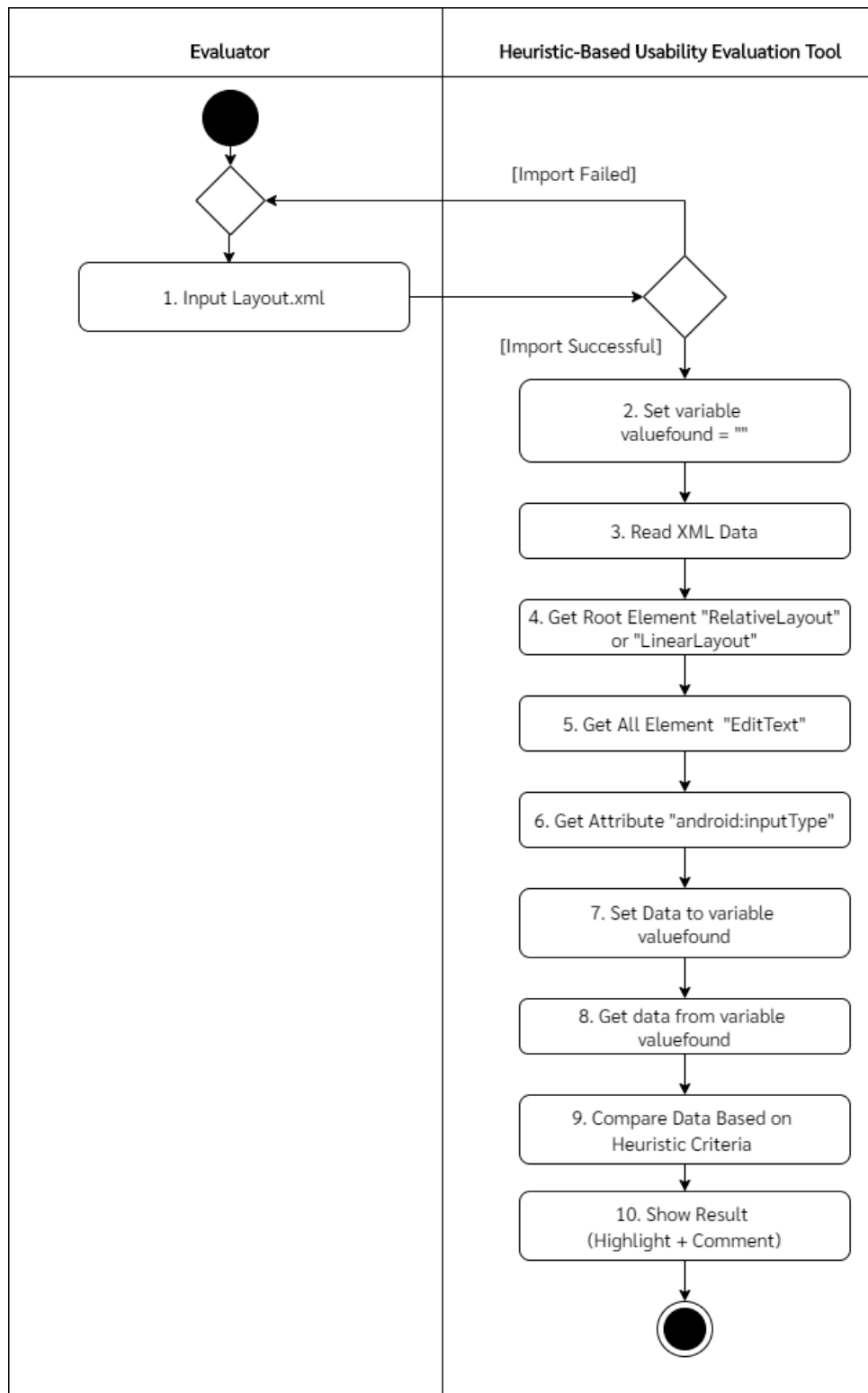
(ต่อ)



ตารางที่ 58 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#24

<p>รายการประเมิน</p>	<p>G#24 : Design standardized form and don't ask kids for personal information as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Full name - Home or other physical address - Online contact information like an email address, VOIP identifier. - Screen name or username where it functions as online contact information. - Telephone number - Social Security number - A persistent identifier that can be used to recognize a user over time - A photo, video, or audio file containing a child's image or voice - Geolocation information - Other information about child or parent [Federal Trade Commission Children's Online Privacy Protection Rule]
<p>กลุ่มฮีริสติก</p>	<p>Heuristic : Privacy</p>
<p>แนวคิดในการตรวจสอบ</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของการขอข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "EditText" ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:inputType" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "TextView" 7. เก็บค่าของตัวแปรสำหรับตรวจสอบที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของการขอข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก 8. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของการขอข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก 9. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
<p>เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)</p>	<p>ค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:inputType" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "TextView" จะต้องไม่มีการกำหนดค่าเป็นการขอข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กตามที่กำหนดเช่น "textEmailAddress" สำหรับการกรอกอีเมล</p>

ตารางที่ 59 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#24

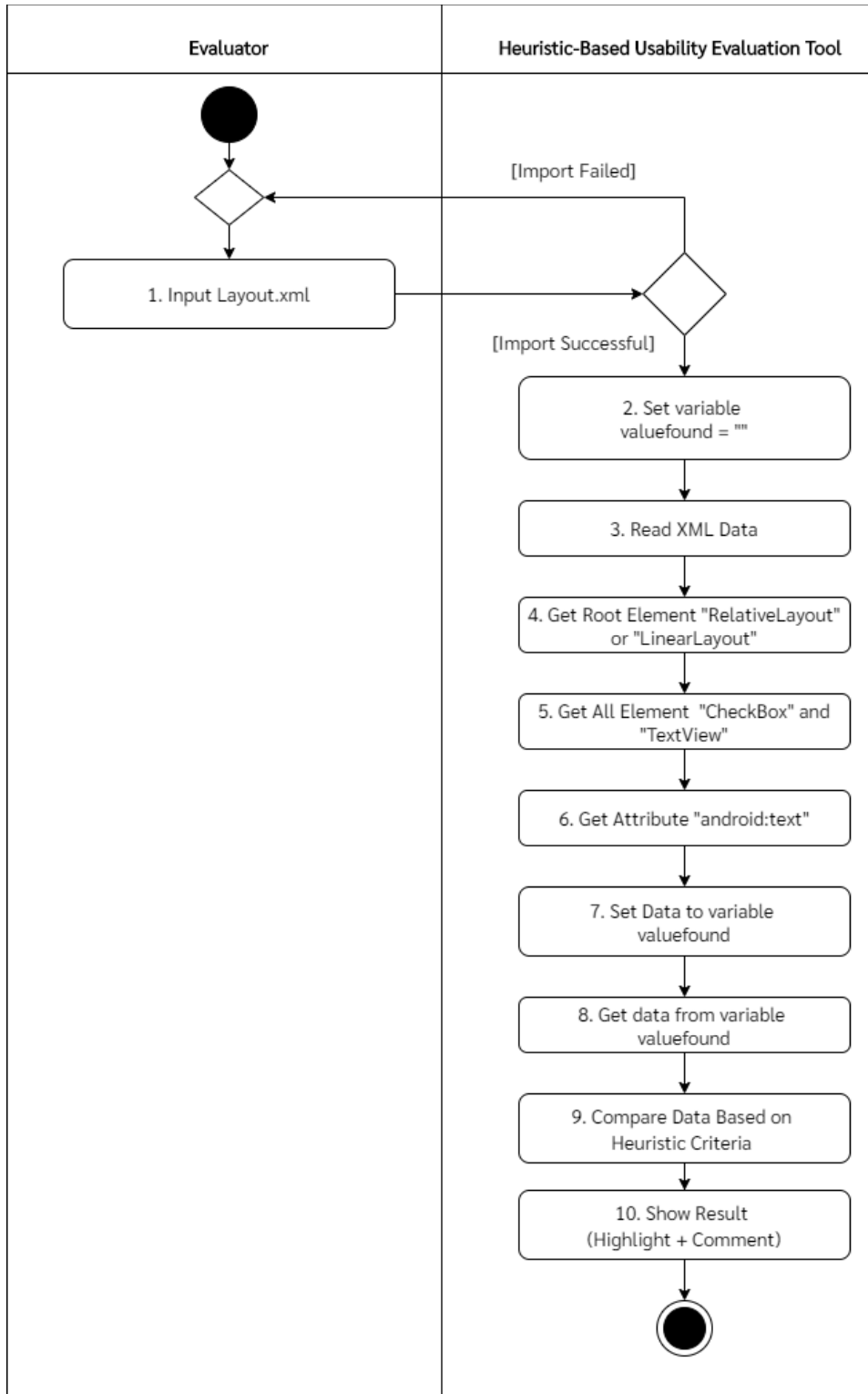


ตารางที่ 60 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติหมายเลข G#25 วิธีที่ 1

รายการประเมิน	G#25 Don't ask kids to read or accept user agreements and avoid making registration or allow to skip sign up and be able to sign up later.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Privacy
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบการยอมรับข้อตกลงการใช้งาน 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "CheckBox" ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:text" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "CheckBox" 7. เก็บค่าของตัวแปรสำหรับตรวจสอบที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของการยอมรับข้อตกลงการใช้งาน 8. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบที่ใช้ในการตรวจสอบการปรากฏของการยอมรับข้อตกลงการใช้งาน 9. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	ค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:text" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "CheckBox" จะต้องไม่มีการกำหนดค่าเป็นการยอมรับข้อตกลงการใช้งาน เช่น "Accept User Agreement"

ตารางที่ 61 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติหมายเลข G#25

วิธีที่ 1

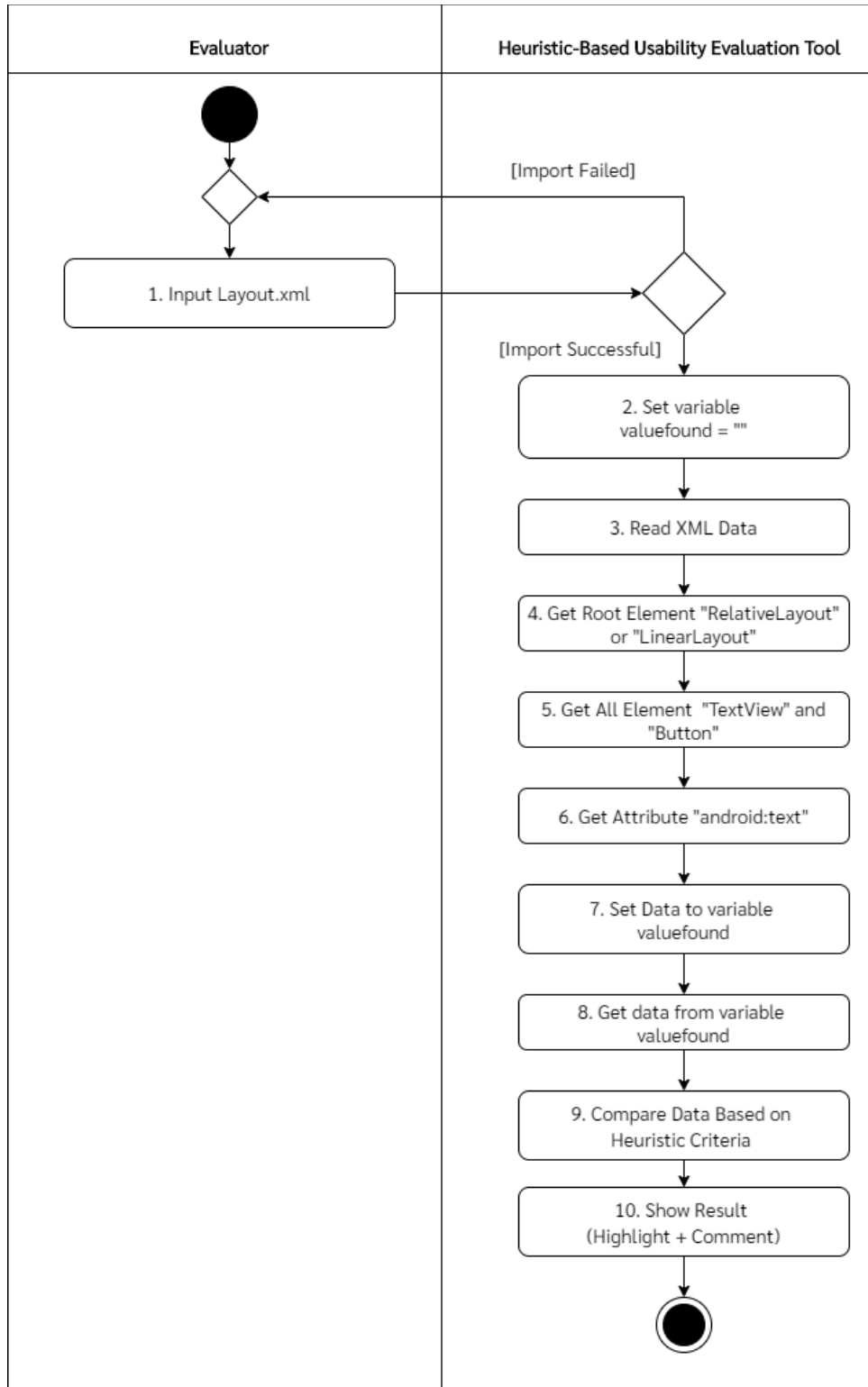


ตารางที่ 62 ขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ หมายเลข G#25 วิธีที่ 2

รายการประเมิน	G#25 Don't ask kids to read or accept user agreements and avoid making registration or allow to skip sign up and able to sign up later.
กลุ่มฮีริสติก	Heuristic : Privacy
แนวคิดในการตรวจสอบ	<ol style="list-style-type: none"> 1. นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ Layout.xml 2. สร้างและกำหนดค่าให้กับตัวแปรที่ใช้ตรวจสอบค่าที่สื่อถึงการสมัครสมาชิกและการสมัครสมาชิกในภายหลัง 3. อ่านไฟล์ข้อมูล XML 4. อ่านค่าข้อมูลรูทเอลิเมนต์ (Root Element) ชื่อ "Linear Layout" หรือ "Relative Layout" 5. อ่านค่าข้อมูลเอลิเมนต์ (Element) ที่ชื่อว่า "Button" และ TextView ทั้งหมด 6. อ่านค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:text" ซึ่งอยู่ในเอลิเมนต์ "Button" และ TextView 7. เก็บค่าของตัวแปรสำหรับตรวจสอบค่าที่สื่อถึงการสมัครสมาชิกและการสมัครสมาชิกในภายหลัง 8. อ่านค่าของตัวแปรเพื่อนำมาตรวจสอบการสมัครสมาชิกและการสมัครสมาชิกในภายหลัง 9. เปรียบเทียบกับหลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณา 10. อ่านค่าของตัวแปรและแสดงผลบนหน้าจอ กรณีที่มีค่าที่สื่อถึงการสมัครสมาชิกแต่ไม่มีค่าที่สื่อถึงการสมัครสมาชิกในภายหลัง จะแสดงผลเป็นข้อความ "Avoid making registration and not allowing to sign up later."
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา (Heuristic Criteria)	<p>ค่าข้อมูลแอตทริบิวต์ (Attribute) ที่ชื่อว่า "android:text" ที่อยู่ในเอลิเมนต์ที่ชื่อว่า "Button" และ TextView จะต้องไม่มีการกำหนดค่าเป็นการสมัครสมาชิก กรณีที่มีการสมัครสมาชิกจะต้องมีการกำหนดค่าที่สื่อถึงการสมัครสมาชิกในภายหลัง</p> <pre><Button android:layout_width="fill_parent " android:layout_height="wrap_content" android:text=" Sign Up" /></pre>

ตารางที่ 63 ลำดับขั้นตอนการตรวจสอบรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติหมายเลข G#25

วิธีที่ 2



บทที่ 5

การพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานเชิงฮิวริสติก สำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี

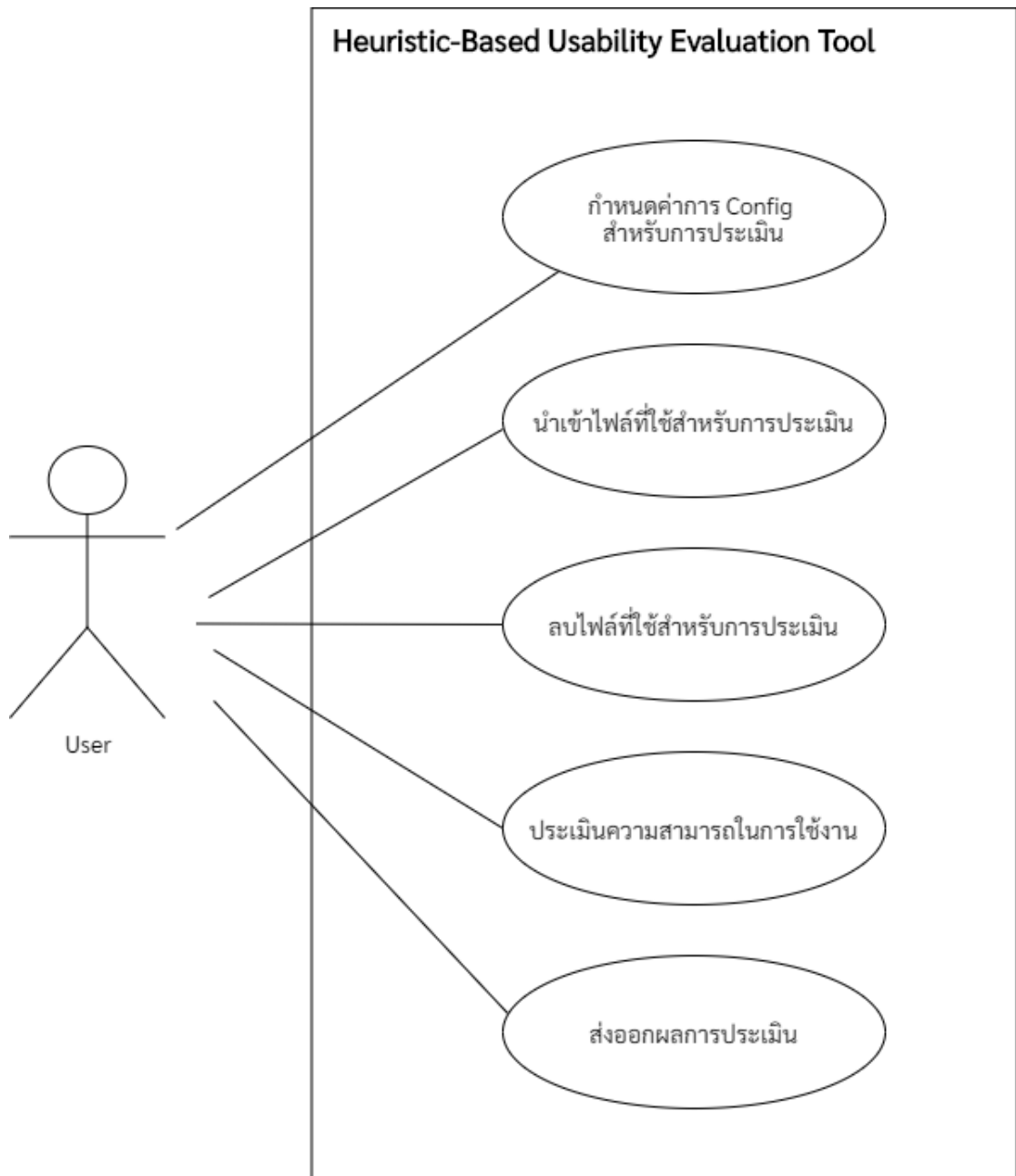
สำหรับบทนี้จะนำเสนอขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ ซึ่งจะประกอบด้วย แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) และสภาพแวดล้อมในการพัฒนาเครื่องมือ สามารถอธิบายได้ ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือ

การวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือจะเริ่มอธิบายจากแผนภาพยูสเคสซึ่งจะใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับฟังก์ชันการทำงานเครื่องมือ จากนั้นจะเป็นการอธิบายขั้นตอนการทำงานของกิจกรรมต่างๆในแต่ละยูสเคสด้วยแผนภาพกิจกรรม ตามลำดับ

5.1.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือที่พัฒนาเป็นดังรูปที่ 15 โดยรายละเอียดของแต่ละยูสเคสเป็นดังตารางที่ 64 - ตารางที่ 68



รูปที่ 15 แผนภาพยูสเคสของเครื่องมือ

ตารางที่ 64 คำอธิบายยูสเคส “กำหนดค่าการ Config สำหรับการประเมิน”

Use Case Name:	กำหนดค่าการ Config สำหรับการประเมิน
Input:	ข้อมูลที่ผู้ใช้งานใส่เข้ามา เช่น จำนวนตัวพิมพ์ใหญ่สูงสุดที่สามารถพิมพ์ติดกันได้ (เพื่อใช้ในการตรวจสอบตามฮิวริสติกที่เกี่ยวกับตัวพิมพ์ใหญ่) เป็นต้น
Output:	ค่าการ Config สำหรับการประเมินบันทึกลงในไฟล์ Config
Brief Description:	สามารถกำหนดค่าการ Config สำหรับประเมินฮิวริสติกที่ต้องการกำหนดข้อมูลจากผู้ใช้งาน สำหรับใช้ประเมินโดยเครื่องมือ โดยทำการใส่ค่าการ Config ที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม “Save Rule” ระบบจะแสดงข้อความบันทึกข้อมูล หากต้องการแก้ไข ให้ใส่ค่าการ Config ใหม่และกด “Save Rule” อีกครั้ง

ตารางที่ 65 คำอธิบายยูสเคส “นำเข้าไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน”

Use Case Name:	นำเข้าไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน
Input:	AndroidManifest.xml, menumain.xml, Layout.xml
Output:	แสดงชื่อไฟล์ที่นำเข้าสำเร็จบนหน้าจอ
Brief Description:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Choose File” จากนั้นทำการเลือกไฟล์ที่ต้องการนำเข้าให้เรียบร้อย จึงกดปุ่ม “Upload File” ระบบจะแสดงชื่อไฟล์ที่นำเข้าสำเร็จบนหน้าจอ

ตารางที่ 66 คำอธิบายยูสเคส “ลบไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน”

Use Case Name:	ลบไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน
Input:	ไฟล์ที่ต้องการลบ
Output:	ไฟล์ที่ต้องการลบหายไปจากหน้าจอ
Brief Description:	ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Delete” หลังชื่อไฟล์ที่ต้องการลบ จากนั้นชื่อไฟล์ที่ต้องการลบจะหายไปจากหน้าจอ

ตารางที่ 67 คำอธิบายยูสเคส “ประเมินความสามารถในการใช้งาน”

Use Case Name:	ประเมินความสามารถในการใช้งาน
Input:	ไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมินทั้งหมด
Output:	ผลการประเมิน
Brief Description:	หลังจากทำการนำเข้าไฟล์ที่ต้องการทั้งหมดแล้ว กดปุ่ม “Evaluation” จากนั้นผลการประเมินจะแสดงบนหน้าจอ

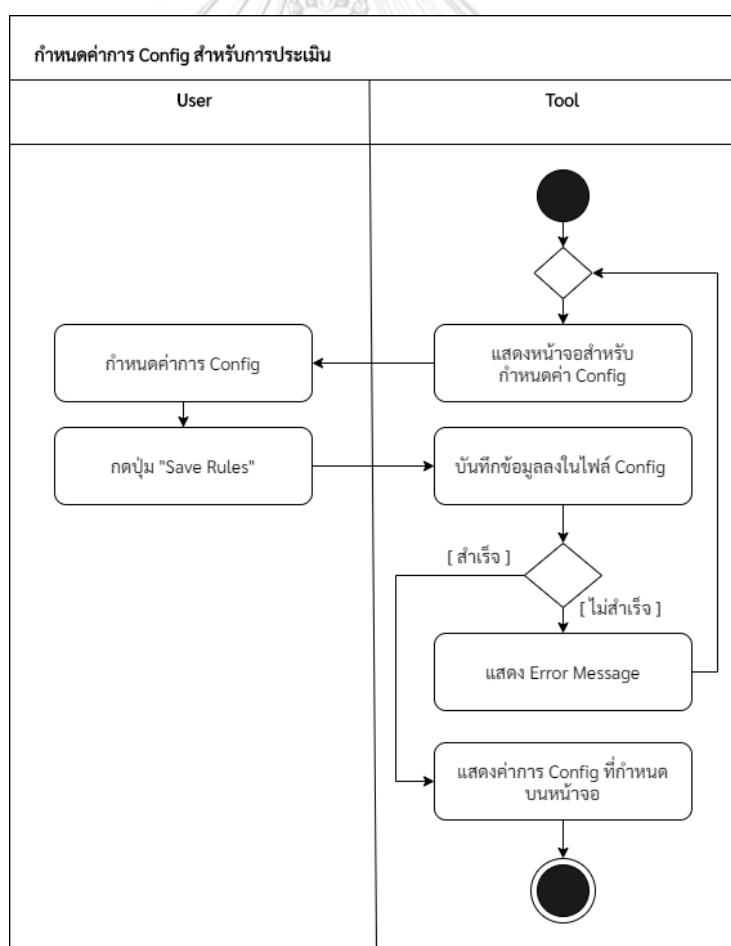
ตารางที่ 68 คำอธิบายยูสเคส “ส่งออกผลการประเมิน”

Use Case Name:	ส่งออกผลการประเมิน
Input:	ผลการประเมิน
Output:	ผลการประเมินเป็นไฟล์ Excel และ PDF
Brief Description:	หลังจากเครื่องมือแสดงผลการประเมินบนหน้าจอให้ผู้ใช้กดปุ่ม “Export to Excel” หรือ “Export to PDF” ระบบจะทำการส่งออกผลการประเมินเป็นไฟล์ Excel และ PDF ให้ผู้ใช้

5.1.2 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

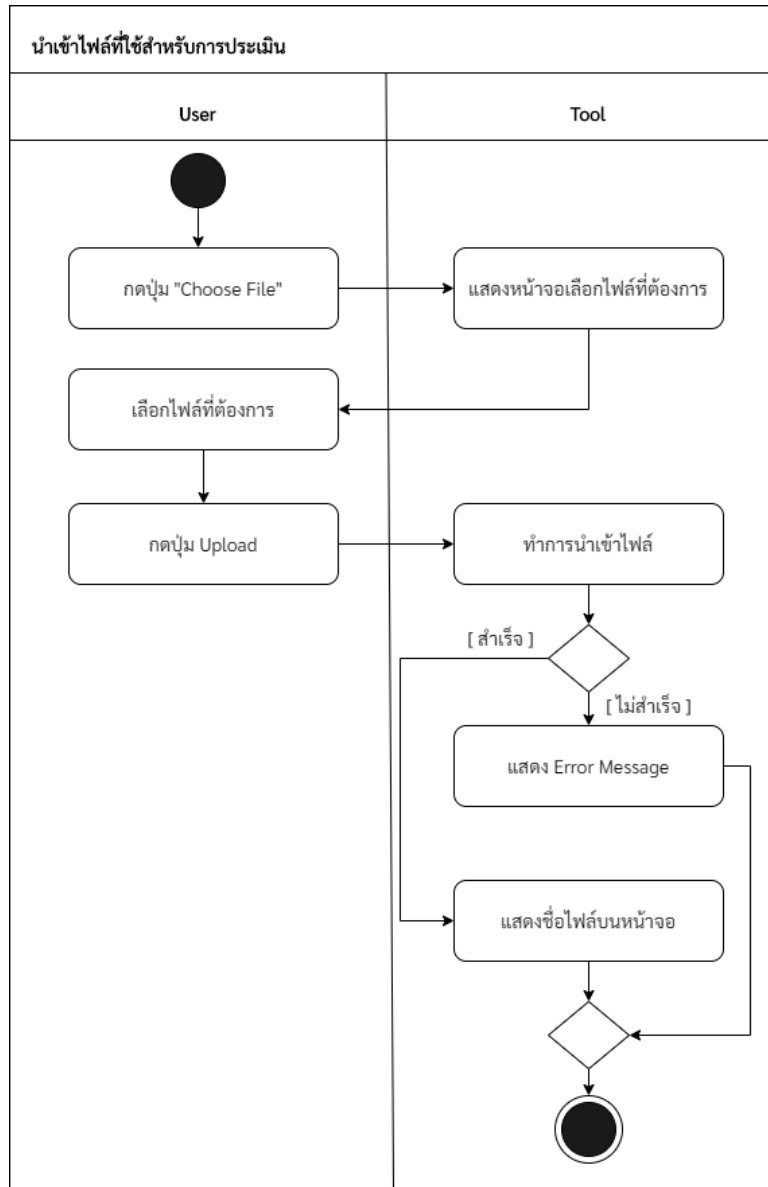
แผนภาพกิจกรรมใช้สำหรับอธิบายกิจกรรมที่เกิดขึ้นเป็นขั้นตอนของกระบวนการทำงานของเครื่องมือ โดยแผนภาพกิจกรรมจะอธิบายขั้นตอนของแต่ละยูสเคสว่ามีกิจกรรมอะไรเกิดขึ้นบ้าง โดยแสดงรายละเอียดตามรูปที่ 16-20 ดังต่อไปนี้

1) แผนภาพกิจกรรมกำหนดค่าการ Config สำหรับการประเมิน



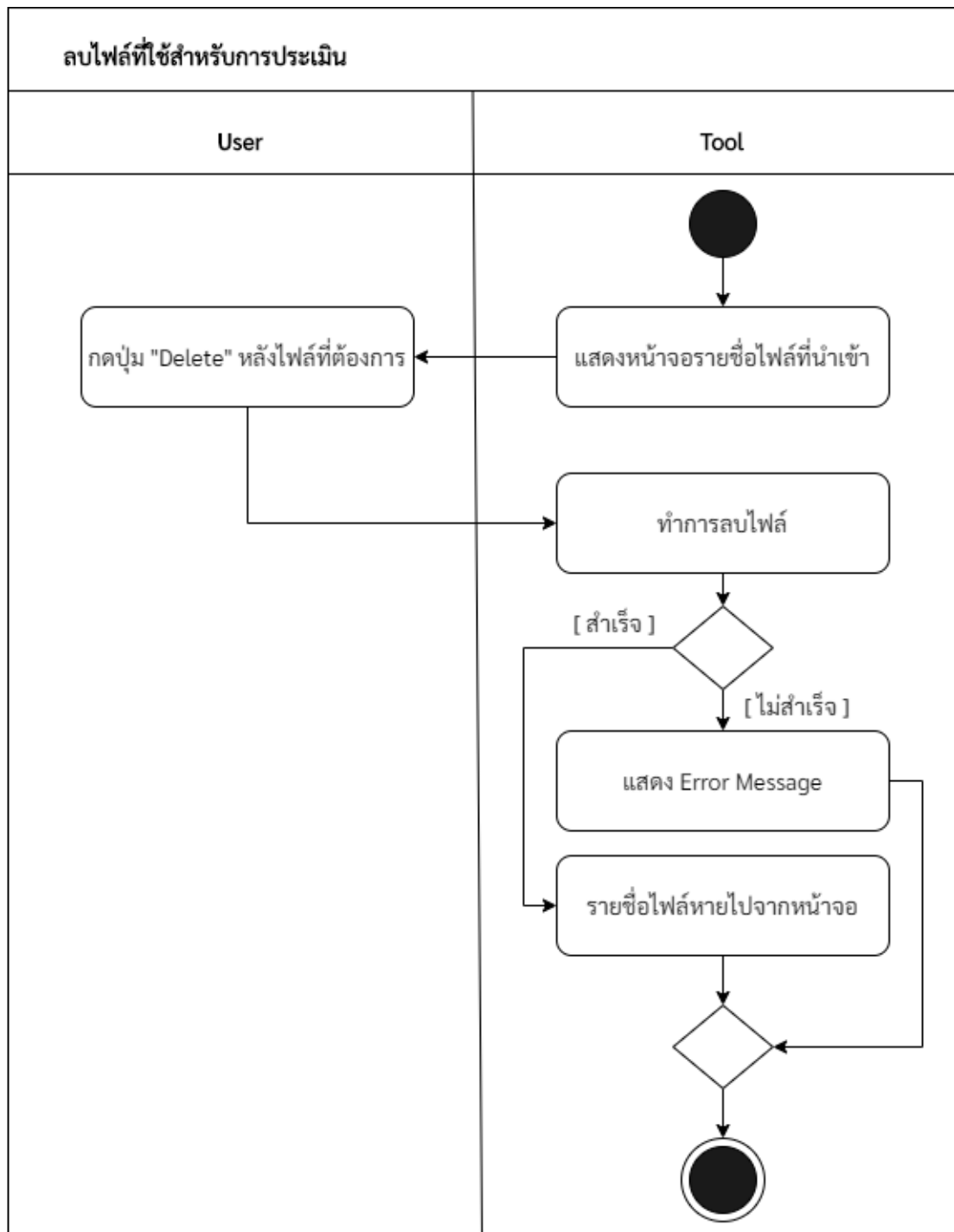
รูปที่ 16 แผนภาพกิจกรรมกำหนดค่าการ Config สำหรับการประเมิน

2) นำเข้าไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน



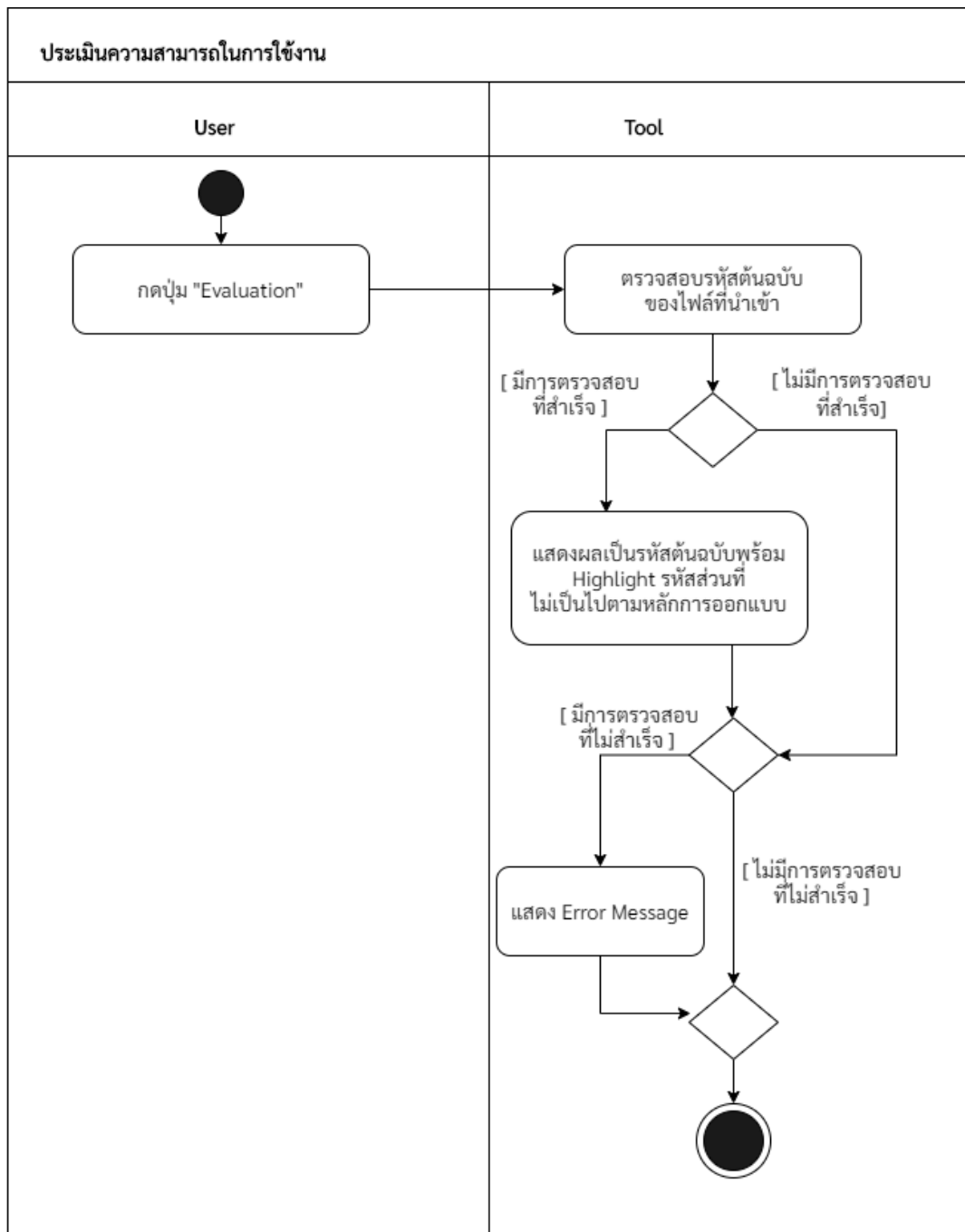
รูปที่ 17 แผนภาพกิจกรรมนำเข้าไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน

3) ลบไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน



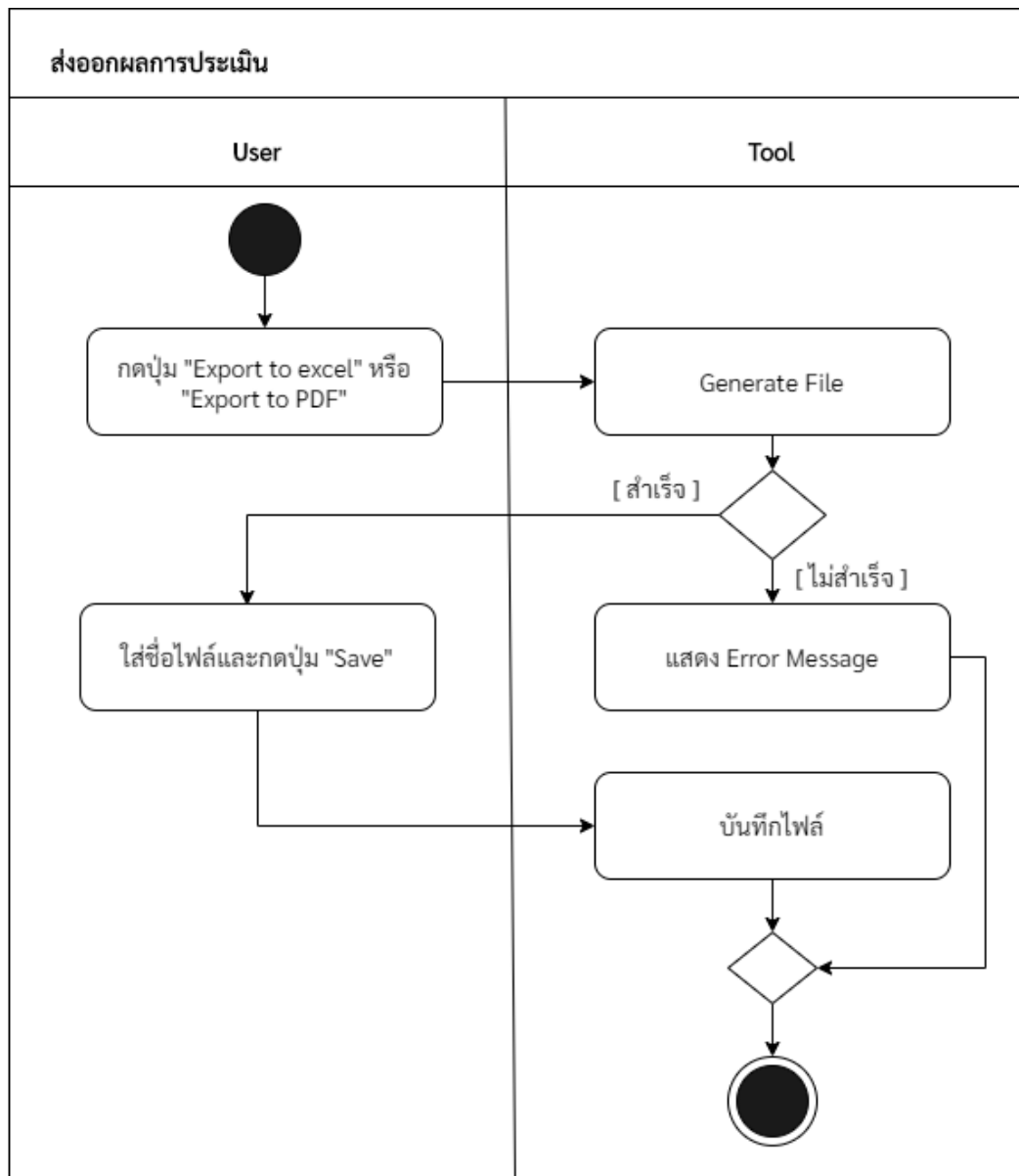
รูปที่ 18 แผนภาพกิจกรรมลบไฟล์ที่ใช้สำหรับการประเมิน

4) ประเมินความสามารถในการใช้งาน



รูปที่ 19 แผนภาพกิจกรรมประเมินความสามารถในการใช้งาน

5) ส่งออกผลการประเมิน

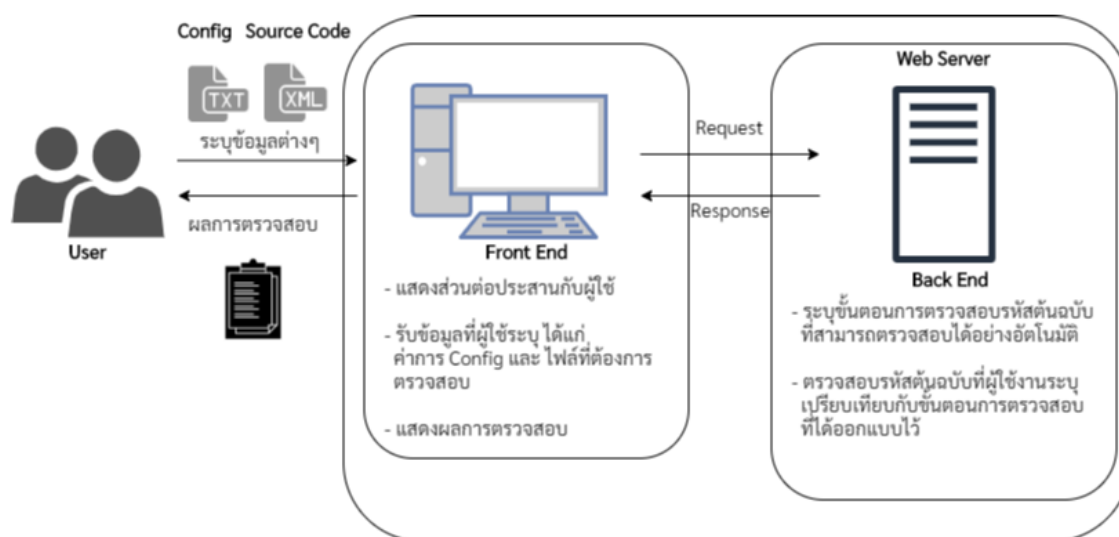


รูปที่ 20 แผนภาพกิจกรรมส่งออกผลการประเมิน

5.1.3 ภาพรวมการทำงานของระบบ (System Overview)

ภาพรวมการทำงานของระบบแสดงดังรูปที่ 21 โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็นสามส่วนได้แก่

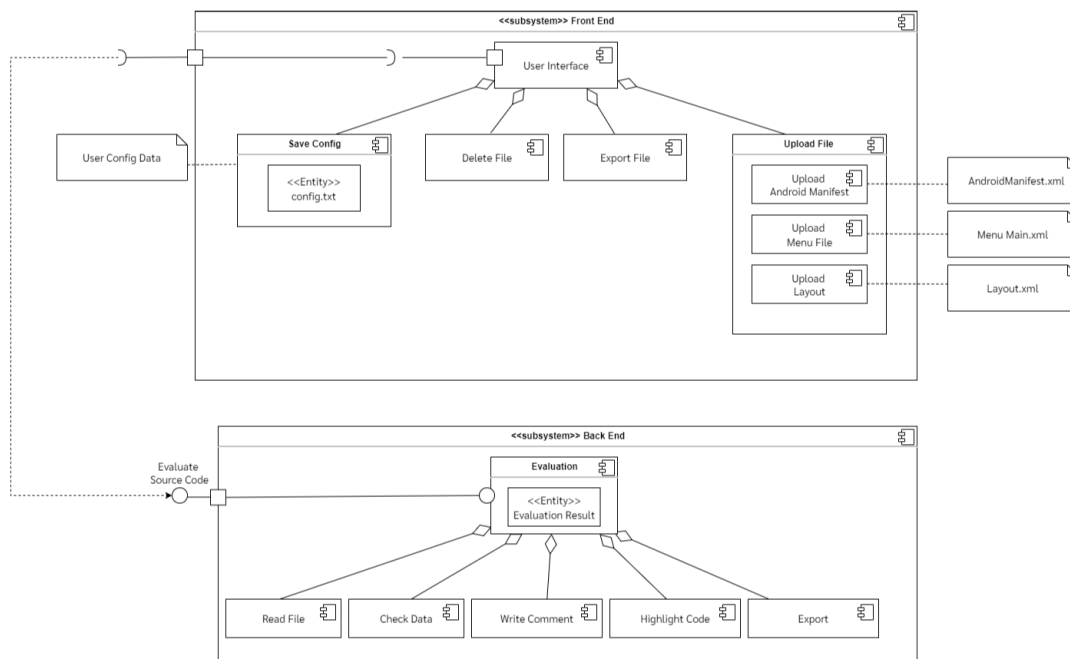
1. ผู้ใช้ (User): ทำหน้าที่ระบุข้อมูลต่างๆ ได้แก่ ค่าการ Config สำหรับฮิวริสติกบางรายการที่ต้องตรวจสอบจากค่าที่ผู้ใช้ระบุเข้ามา และ ไฟล์รหัสต้นฉบับนามสกุลเอกซ์เอ็มแอลที่ต้องการตรวจสอบ
2. ส่วนหน้า (Front end): ทำหน้าที่แสดงส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ และรับข้อมูลต่างๆที่ผู้ใช้ระบุจากนั้นจะส่งข้อมูลเหล่านั้นไปยังระบบหลังบ้าน (Back End) และแสดงผลการตรวจสอบให้ผู้ใช้
3. ระบบหลังบ้าน (Back End): เป็นส่วนที่ระบุรหัสต้นฉบับขั้นตอนการตรวจสอบแนวทางการออกแบบที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติที่ได้ออกแบบไว้ตามขั้นตอนการออกแบบในข้อที่ 4.3 เมื่อได้รับข้อมูลจากส่วนหน้าแล้วจะทำการตรวจสอบรหัสต้นฉบับของผู้ใช้ที่ได้รับ จากนั้นจะส่งผลการตรวจสอบกลับไปแสดงยังส่วนต่อประสานกับผู้ใช้



รูปที่ 21 ภาพรวมการทำงานของระบบ (System Overview)

5.1.3 แผนภาพคอมโพเนนต์ (Component Diagram)

แผนภาพคอมโพเนนต์แสดงการอธิบายถึงส่วนประกอบที่ใช้ในการทำงานของเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งาน แสดงดังรูปที่ 22



รูปที่ 22 แผนภาพคอมโพเนนต์

โดยแผนภาพคอมโพเนนต์สามารถอธิบายได้ถึงส่วนต่างๆดังนี้

1. User Interface ทำหน้าที่เป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการกำหนดค่าการ Config นำเข้าไฟล์สำหรับประเมินและแสดงผลการประเมิน โดยจะประกอบด้วย ส่วนการกำหนดค่า Config ส่วนนำเข้าไฟล์ ส่วนลบไฟล์ และส่วนส่งออกผลการประเมิน
2. User Config Data หมายถึง ค่าการ Config ที่ผู้ใช้งานระบุสำหรับการประเมิน
3. Save Config ทำหน้าที่รับค่าการ Config ที่ผู้ใช้ได้ทำการระบุเข้ามาสำหรับใช้ตรวจสอบแนวทางการออกแบบ โดยจะประกอบด้วยฟังก์ชัน Save config ซึ่งทำหน้าที่บันทึกค่าการ Config ที่ได้รับจากผู้ใช้ลงในไฟล์ Config.txt เพื่อนำไปทำการประเมินในลำดับถัดไป โดยจะรับคำสั่งมาจาก User Interface
4. AndroidManifest.xml, Menu Main.xml, Layout.xml หมายถึง ไฟล์รหัสฉบับนามสกุลเอกซ์เอ็มแอลที่ผู้ใช้ทำการนำเข้าเพื่อตรวจสอบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ
5. Upload File ทำหน้าที่นำเข้าไฟล์รหัสต้นฉบับที่ใช้ในการประเมินซึ่งจะถูกนำเข้าผ่านฟังก์ชันการนำเข้าซึ่งประกอบด้วย
 - Upload AndroidManifest ทำหน้าที่นำเข้าไฟล์ AndroidManifest.xml
 - Upload Menu File ทำหน้าที่นำเข้าไฟล์ Menu Main.xml
 - Upload Layout ทำหน้าที่นำเข้าไฟล์ Layout.xml

6. Delete File ทำหน้าที่ลบไฟล์รหัสต้นฉบับที่ไม่ต้องการ โดยจะรับคำสั่งมาจาก User Interface
7. Export File ทำหน้าที่ส่งออกผลการประเมิน โดยจะรับคำสั่งมาจาก User Interface
8. Evaluation ทำหน้าที่ตรวจสอบรหัสต้นฉบับที่นำเข้ามาประเมิน โดยอ้างอิงจากแนวทางการออกแบบที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 25 รายการ และไฟล์ Config ที่ผู้ใช้งานได้กำหนดค่า โดยประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้
 - Read File ทำหน้าที่อ่านไฟล์รหัสต้นฉบับที่ใช้สำหรับการประเมิน โดยไฟล์ที่อ่านจะมาจากส่วน Upload File และจะรับคำสั่งมาจาก User Interface
 - Check Data ทำหน้าที่ตรวจสอบรหัสต้นฉบับที่นำเข้ามาประเมิน โดยจะทำงานต่อจาก Read File
 - Write Comment ทำหน้าที่ระบุแนวทางการออกแบบข้อที่ตรวจพบที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ ณ จุดของรหัสต้นฉบับที่ตรวจสอบพบ โดยจะทำงานต่อจาก Check Data
 - Highlight Code ทำหน้าที่เน้นสีให้กับรหัสต้นฉบับ ณ จุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ โดยจะทำงานต่อจาก Write Comment
 - Export ทำหน้าที่สร้างไฟล์แสดงผลการประเมิน โดยรับคำสั่งมาจาก Export File
 - Evaluation Result เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน โดยจะนำไปแสดงที่ User Interface

5.2 การพัฒนาเครื่องมือ

เนื้อหาส่วนนี้จะกล่าวถึงการพัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถใช้งานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ ซึ่งสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาและการพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในแต่ละหน้าจอกการใช้งานสามารถอธิบายได้ดังนี้

5.3.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา หน่วยประมวลผลอินเทลคอร์ i5-8250U 1.60 กิกะเฮิร์ตซ์ (Intel(R) Core(TM) i5-8250U 1.60 GHz)
- หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์หรือแรม (Ram) 8.0 กิกะไบต์ (8 GB)
- ฮาร์ดดิสก์ (Hard disk) 476 กิกะไบต์ (476 GB)

2) ซอฟต์แวร์ (Software)

- ระบบปฏิบัติการ (Operating System) ไมโครซอฟท์วินโดวส์ 10 (64 บิต)
- ซับไลม์ เทกซ์ (Sublime Text) โปรแกรมสำหรับเขียนรหัสต้นฉบับในการพัฒนาเครื่องมือด้วยภาษาเอชทีเอ็มแอล (html) จาวาสคริปต์ (JavaScript) และ พีเอชพี (php)
- แคมป์ (Xampp) โปรแกรมอาปาเช่ เว็บ เซิร์ฟเวอร์ (Apache Web Server)

5.3.2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือ (User Interface)

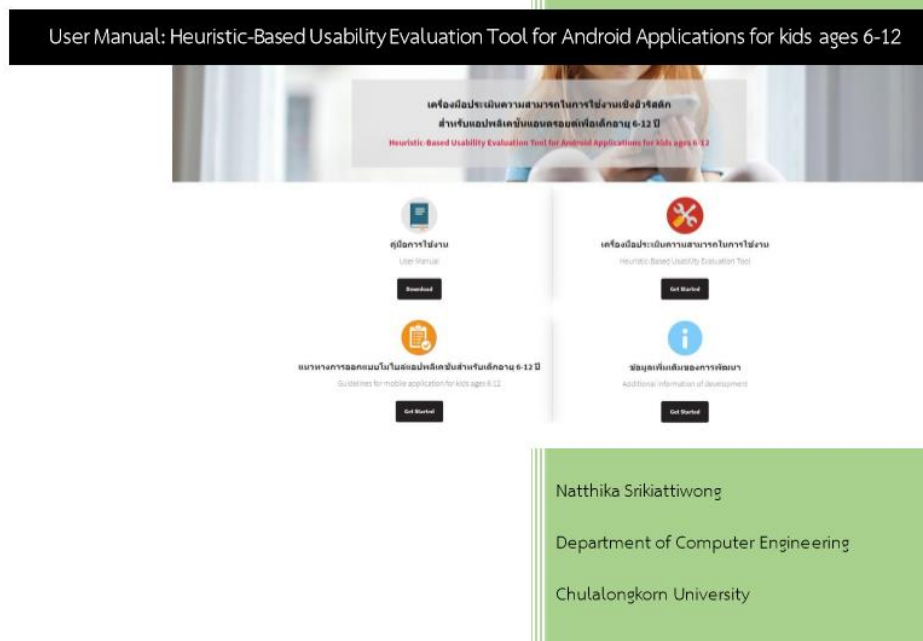
ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ ประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

1) หน้าจอเมนูหลัก แสดงตามรูปที่ 23 แบ่งเมนูการทำงานออกเป็น 4 เมนูได้แก่

- เมนูคู่มือการใช้งาน (User Manual) แสดงตามรูปที่ 24 สำหรับดาวน์โหลด (Download) คู่มือการใช้งานเป็นเอกสารนามสกุล .pdf
- เมนูเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งาน (Heuristic-Based Usability Evaluation Tool) แสดงตามรูปที่ 25 สำหรับใช้ตรวจสอบรหัสต้นฉบับของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- แนวทางการออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี (Guidelines for mobile application for kids ages 6-12) แสดงตามรูปที่ 26 แสดงรายละเอียดแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี แยกตามฮิวริสติก 12 หมวด
- ข้อมูลเพิ่มเติมของการพัฒนา (Additional information of development) แสดงตามรูปที่ 27 แสดงข้อมูลของผู้พัฒนาและแหล่งอ้างอิงที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือ



รูปที่ 23 หน้าจอเมนูหลัก



รูปที่ 24 คู่มือการใช้งานที่ดาวน์โหลด

Natthika Srikiattiwong
 Department of Computer Engineering
 Chulalongkorn University

กำหนดค่าการ Config สำหรับแนวทางการออกแบบโดยระบุไว้ใน Column "Config" ทางด้านขวามือ

Guideline No.	Description	Config
2	Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity. คำอธิบายเพิ่มเติม : กำหนด Negative words และคำขวัญเครื่องหมาย ,	Hate, Retard, Idiot, Loser, Dumb, Shut up, Bad, Stupid, Bossy, Spoiled, Asshole
3	Include navigation buttons on a page. Include button such as "Quit" or "Done" to ensure that users can find their way out of the screen. คำอธิบายเพิ่มเติม : กำหนดชื่อปุ่มที่ใช้สำหรับออกจากหน้าจอการทำงานและคำขวัญเครื่องหมาย ,	Exit, Done, Quit
5	The interface should allow users to control audio and make it visible. คำอธิบายเพิ่มเติม : กำหนดชื่อปุ่มที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเสียงและคำขวัญเครื่องหมาย ,	Pause, Stop, Sound on, Play
7	Make sure all pages on an application have a consistent look and feel with adherence to the basic principles of good design. คำอธิบายเพิ่มเติม : กำหนดจำนวนสูงสุดของแบบอักษรที่สามารถใช้ได้ เช่น 4 เป็นต้น	4
9	Avoid writing text in upper-case only. คำอธิบายเพิ่มเติม : กำหนดจำนวนตัวพิมพ์ใหญ่ที่อนุญาตให้พิมพ์ติดกัน เช่น 2 กรณีที่ไม่ต้องการให้มีตัวพิมพ์ใหญ่ติดกันเกิน 2 ตัว	4
23	Make introductory animation short (10-20 seconds) and interesting and allow to skip the introductory part. คำอธิบายเพิ่มเติม : สามารถเพิ่มข้อความที่แสดงถึงการกดข้ามวิดีโอโดยใส่ไว้ใน Column Config ทางขวามือ และคำขวัญ ,	Skip, Skip Intro

Save Rules

Upload File

AndroidManifest.xml

File Uploaded

AndroidManifest.xml

menu_main.xml

File Uploaded

menu_main.xml

Layout File

File Uploaded

activity_reg.xml
activity_splash.xml
font.xml
layout1.xml
layout2.xml
layout3.xml

Evaluate

รูปที่ 25 หน้าจอเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งาน

แนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี

Search

ลำดับ	แนวทางการออกแบบ
Heuristic : Visibility of system status	
1	Give quick, salient feedback (text, icon, or sounds) when the user changes the state of the system.
2	When the wrong answer is chosen, explain why an action was invalid by providing short error message and using terms that non-technical users understand.
3	Provide explicit and concise instruction that are always accessible.
4	State the goal and how to achieve it.
5	Show users the status of multimedia downloads and playtimes. Use progress bars or percentages to indicate how much time or file size remains for downloads, and how long it takes to play the actual multimedia clip.
6	Make it clear to the users that they are watching a non-interactive demo.
7	Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity as follows: Good, Good job, Great, Proud, Thumbs Up, Very well, Well done, You have done a marvelous job, Excited, You could do it, Impressed, Hero, Thank you so much, Brilliant, Creative, Success, Fantastic, Amazing, Brave, Capable, Worthy, Powerful, Valuable, Grateful, Helpful
8	Avoid members-only features. Make it clear if a feature is only available to members.
9	Set expectations if an interaction requires a lot of reading.
10	Provide contextual instructions to help kids when they get stuck.
11	User next action should be visible right on the screen.

— prev **1** 2 3 4 5 6 7 8 9 10 next → 1 - 10 Go

รูปที่ 26 หน้าจอแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันสำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี

ข้อมูลเพิ่มเติม (Information)	
ผู้พัฒนา	ณัฐกานา ศรีเกียรติวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. ตรีศย์ เสนิงวงศ์ ณ อยุธยา
หลักสูตร	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตรคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
แหล่งอ้างอิง	<ol style="list-style-type: none"> 1. J. Nielsen, Usability Engineering, Academic Press: San Diego, 1994. 2. M. Hassenzahl and N. Tractinsky, "User experience – a research agenda," Behavior & Information Technology, Vol 25, No. 2, pp. 91-97, 2006. 3. International Organization for Standardization, Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts. Available: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en 4. F. Liu, K. Sherwin, and R. Budiu, UX Design for Children (Ages 3-12), Nielsen Norman Group: California, 2012. 5. Thantong.ac.th. รมบปฏิบัตการ Android. Available: https://sites.google.com/a/thantong.ac.th/rabb-plibati-kar-android/ 6. F. Anf and R. Tahir, "Framework for Evaluating the Usability of Mobile Educational Applications for Children" The Third International Conference on Informatics Engineering and Information Science (ICIEIS2014), Lodz, Poland, Aug 22-24, 2014. 7. S. Kioko, M. Kimwele, and L. Nderu, "A Learnability Model for Children Mobile Applications," International Journal of Computer Applications Technology and Research, 2019, Vol. 8, pp. 182-195, 2019. 8. F. Hujainah, H. Dahlan, B. Al-Haimi, A. Hujainah, H. Al-Bashiri, and M. Abdulgaber, "New Usability Guidelines with Implementation Ways of Mobile Learning Application based on Mobile Learning Usability Attributes," Indian Journal of Science and Technology, Vol 9, 2016. 9. K. Thitichaimongkol and T. Senivongse, "Enhancing Usability Heuristics for Android Applications on Mobile Devices," Lecture Notes in Engineering and Computer Science: Proceedings of The World Congress on Engineering and Computer Science 2016 (WCECS 2016), San Francisco, USA, Oct 19-21, 2016, pp. 224-229. 10. K. Phetcharakarn and T. Senivongse, "Heuristic-Based Usability Evaluation Tool for Android," 5th International Conference on Applied Computing & Information Technology (ACIT2017), Hamamatsu, Japan, Jul 9-13, 2017. Studies in Computational Intelligence, vol 727, Springer, Cham, pp. 161-175. 11. The New Dale-Chall Readability Formula. Available: https://readabilityformulas.com/new-dale-chall-readability-formula.php

รูปที่ 27 หน้าจอแสดงข้อมูลเพิ่มเติมของการพัฒนา

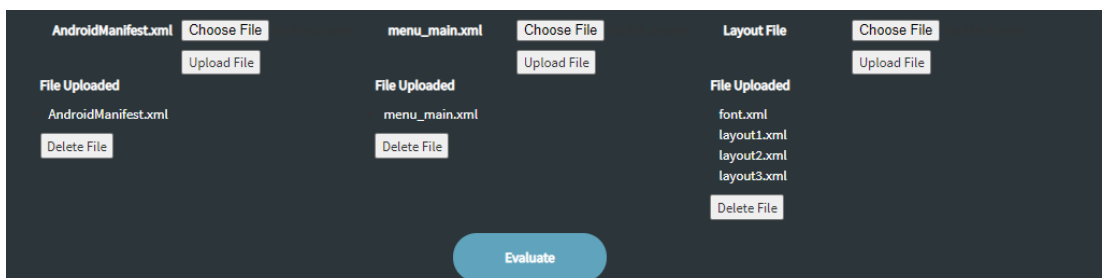
- 2) หน้าจอเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งาน แบ่งฟังก์ชันการทำงานออกเป็นสองส่วนดังนี้
- 2.1) ส่วนการกำหนดค่าการ Config แสดงตามรูปที่ 28 แสดงรายการของอีวิริสติกที่ต้องการการกำหนดค่าเพิ่มเติมจากผู้ใช้งาน ผู้ใช้ทำการระบุค่าการ Config ลงในคอลัมน์ (Column) Config ด้านขวามือจากนั้นกดปุ่ม "Save Rules"

กำหนดค่าการ Config สำหรับแนวทางการออกแบบโดยระบุไว้ใน Column "Config" ทางด้านขวามือ		
Guideline No.	Description	Config
2	Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity. คำอธิบายเพิ่มเติม: กำหนด Negative words และคำด้วยเครื่องหมาย ,	Hate, Retard, Idiot, Loser, Dumb, Shut up, Bad, Stupid, Bossy, Spoiled, Asshole
3	Include navigation buttons on a page. Include button such as "Quit" or "Done" to ensure that users can find their way out of the screen. คำอธิบายเพิ่มเติม: กำหนดปุ่มที่ใช้สำหรับออกจากหน้าจอการทำงานและคำด้วยเครื่องหมาย ,	Exit, Done, Quit
5	The interface should allow users to control audio and make it visible. คำอธิบายเพิ่มเติม: กำหนดปุ่มที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเสียงและคำด้วยเครื่องหมาย ,	Pause, Stop, Sound on, Play
7	Make sure all pages on an application have a consistent look and feel with adherence to the basic principles of good design. คำอธิบายเพิ่มเติม: กำหนดจำนวนสูงสุดของแบบอักษรที่สามารถมีได้ เช่น 4 เป็นต้น	4
9	Avoid writing text in upper-case only. คำอธิบายเพิ่มเติม: กำหนดจำนวนตัวพิมพ์ใหญ่ที่อนุญาตให้พิมพ์ได้ทั้งหมด เช่น 2 กรณีที่ไม่ต้องการให้มีตัวพิมพ์ใหญ่ติดกันเกิน 2 ตัว	4
23	Make introductory animation short (10-20 seconds) and interesting and allow to skip the introductory part. คำอธิบายเพิ่มเติม: สามารถเพิ่มข้อความที่แสดงถึงการกดข้ามวิดีโอโดยใส่ไว้ใน Column Config ทางขวามือและคำด้วย ,	Skip, Skip Intro

[Save Rules](#)

รูปที่ 28 หน้าจอส่วนการกำหนดค่าการ Config

2.2) ส่วนการนำเข้าไฟล์ที่ต้องการตรวจสอบ แสดงตามรูปที่ 29 ผู้ใช้งานกดปุ่ม “Choose File” จากนั้นทำการเลือกไฟล์ที่ต้องการตรวจสอบและกดปุ่ม “Upload” รายชื่อของไฟล์ที่นำเข้าสำเร็จจะปรากฏบนหน้าจอ จากนั้นกดปุ่ม “Evaluate” เพื่อทำการประเมิน



รูปที่ 29 หน้าจอส่วนการนำเข้าไฟล์ที่ต้องการตรวจสอบ

- 3) หน้าจอแสดงผลการตรวจสอบ: แบ่งฟังก์ชันการทำงานออกเป็น 3 ส่วนดังนี้
- 3.1) ส่วนการแสดงผลของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ โดยจะแสดงตำแหน่งของรหัสต้นฉบับด้วยการเน้นสีและแสดงอิวิริสติกข้อนั้นๆ
 - 3.2) ส่วนการสรุปผลการประเมิน : แสดงรายการอิวิริสติกที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ
 - 3.3) ส่วนการส่งออกข้อมูล: ประกอบด้วยการส่งออกเป็นไฟล์นามสกุลเอ็กเซล (Excel) และ พีดีเอฟ (PDF)

รูปที่ 30 ระบุถึงตัวอย่างหน้าจอส่วนการแสดงผลของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบได้แก่ G#6: Do not offer to change the user's settings permanently with dialog boxes, pop-ups, or alerts. จากรูปจะเห็นได้ว่าการเขียนรหัสต้นฉบับเพื่อขอสิทธิ์การใช้งานทั้งหมดสองจุด เครื่องมือจึงระบุตำแหน่งของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบดังรูป

```

1      <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2  <manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
3      package="myapplication.sairamkrishna.example.com.moono"
4      android:hardwareAccelerated="true"
5      android:installLocation="auto"
6      android:largeHeap="true"
7      android:supportsRtl="true">
8
9      G#6: Do not offer to change the user's settings permanently.
10     <uses-permission android:name="android.permission.INTERNET" />
11     G#6: Do not offer to change the user's settings permanently.<
12     uses-permission android:name="android.permission.READ_EXTERNAL_STORAGE"/>

```

รูปที่ 30 หน้าจอส่วนการแสดงผลของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ

รูปที่ 31 ระบุถึงตัวอย่างหน้าจอส่วนการแสดงผลของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบได้แก่ G#9: Avoid writing text in upper case only. จากรูปจะเห็นได้ว่าการเขียนรหัสต้นฉบับที่เป็นตัวพิมพ์ใหญ่ติดกันเกินกว่าที่ผู้ใช้งานระบุ (ห้ามมีตัวพิมพ์ใหญ่ติดกันเกิน 4 ตัว) เครื่องมือจึงระบุตำแหน่งของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบดังรูป

```

31  G#9: Avoid writing text in upper-case only.
   <TextView
32      android:id="@+id/textView2"
33      android:layout_width="wrap_content"
34      android:layout_height="wrap_content"
35      android:layout_marginStart="55dp"
36      android:layout_marginLeft="55dp"
37      android:layout_marginEnd="45dp"
38      android:layout_marginRight="45dp"
39      android:text="HELPING HANDS" ← G#9
40      android:textColor="#ffffff"
41      android:textSize="40dp"
42      android:textStyle="bold"
43      app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"
44      app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
45      app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
46      app:layout_constraintTop_toTopOf="parent"
47      app:layout_constraintVertical_bias="0.515" />
48
49  G#9: Avoid writing text in upper-case only.
   <TextView
50      android:layout_width="wrap_content"
51      android:layout_height="wrap_content"
52      android:layout_marginStart="100dp"
53      android:layout_marginLeft="100dp"
54      android:layout_marginTop="10dp"
55      android:layout_marginEnd="83dp"
56      android:layout_marginRight="83dp"
57      android:layout_marginBottom="163dp"
58      android:text="CAUSE WE CARE" ← G#9
59      android:textColor="#ffffff"
60      android:textSize="30dp"
61      android:textStyle="bold"
62      app:layout_constraintBottom_toTopOf="@+id/button"
63      app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
64      app:layout_constraintHorizontal_bias="0.0"
65      app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
66      app:layout_constraintTop_toBottomOf="@+id/textView2"
67      app:layout_constraintVertical_bias="0.0" />
68

```

รูปที่ 31 ตัวอย่างการเน้นสีรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ (1)

รูปที่ 32 ระบุถึงตัวอย่างหน้าจอส่วนการแสดงผลของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ G#24 Don't ask kids personal information. จากรูปจะเห็นได้ว่าการเขียนรหัสต้นฉบับที่เป็นการขอข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กได้แก่ อีเมล เครื่องมือจึงระบุตำแหน่งของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบดังรูป

```
G#24: Don't ask kids for personal information.
<EditText
    android:id="@+id/emailField"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginBottom="32dp"
    android:layout_marginEnd="8dp"
    android:layout_marginStart="8dp"
    android:layout_marginTop="32dp"
    android:ems="10"
    android:fontFamily="casual"
    android:hint="E-mail"
    android:inputType="textEmailAddress"
    android:background="@drawable/edittextstyle"
    app:layout_constraintBottom_toTopOf="@+id/passwordField"
    app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
    app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
    app:layout_constraintTop_toBottomOf="@+id/nameField" />
```

รูปที่ 32 ตัวอย่างการเน้นสีรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ (2)

รูปที่ 33 ระบุถึงหน้าจอส่วนการสรุปผลการประเมิน ซึ่งจะระบุแนวทางการออกแบบที่มีจุดผิดพลาดและแสดงคำยากสำหรับเด็กที่ไม่อยู่ในรายการคำง่ายของ Dale Chall รวมถึงแสดงร้อยละของคำยากที่ปรากฏในแอปพลิเคชันเทียบกับคำทั้งหมด

Evaluation Summary

G#6: Do not offer to change the user's setting permanently.
 G#12: Use landscape orientation.
 G#13: If your user are familiar with other ways of logging in, make those options available.
 G#1: Use progress bars or percentages.
 G#3: Include button such as Quit or Done.
 G#4: Allow the user to control multimedia clips.
 G#5: Allow users to audio and make it visible.
 G#8: Create big target to at least 2x2 CM, to tap.
 G#9: Avoid writing text in upper-case only.
 G#10: Text should be left-aligned for English.
 G#11: Design for scrolling.
 G#16: Use typo-correction and auto-suggest.
 G#17: Maintain readability.
 G#19: Use at least 12-point print type.
 G#23: Allow to skip the introductory part.
 G#24: Don't ask kids for personal information.

Hard words

Novels
 Science Fiction
 submit
 register
 login
 sign up

Percentages of hard words: 33.33

Close

รูปที่ 33 หน้าจอส่วนการสรุปผลการประเมิน

รูปที่ 34 ระบุถึงผลการประเมินนามสกุลอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งออก ซึ่งจะระบุแนวทางการออกแบบที่มีจุดผิดพลาด และแสดงคำยากสำหรับเด็กที่ไม่อยู่ในรายการคำง่ายของ Dale Chall รวมถึงแสดงร้อยละของคำยากที่ปรากฏใน แอปพลิเคชันเทียบกับคำทั้งหมดในรูปแบบของไฟล์นามสกุลอิเล็กทรอนิกส์

2	G#6: Do not offer to change ther user's setting permanently.				
3	G#12: Use landscape orientation.				
4	G#13: If your user are familiar with other ways of logging in, make those options available.				
5	G#1: Use progress bars or percentages.				
6	G#3: Include button such as Quit or Done.				
7	G#4: Allow the user to control multimedia clips.				
8	G#5: Allow users to audio and make it visible.				
9	G#8: Create big target to at least 2x2 CM, to tap.				
10	G#9: Avoid writing text in upper-case only.				
11	G#10: Text should be left-aligned for English.				
12	G#11: Design for scrolling.				
13	G#16: Use typo-correction and auto-suggest.				
14	G#17: Maintain readability.				
15	G#19: Use at least 12-point print type.				
16	G#23: Allow to skip the introductory part.				
17	G#24: Don't ask kids for personal information.				
18					
19	Hard words				
20	Novels				
21	Science Fiction				
22	submit				
23	register				
24	login				
25	sign up				
26					
27	Percentages of hard words: 33.33				
28					

รูปที่ 34 ผลการประเมินนามสกุลอิเล็กทรอนิกส์ที่ส่งออกได้

รูปที่ 35 ระบุถึงผลการประเมินนามสกุลพีดีเอฟที่ส่งออก ซึ่งจะระบุแนวทางการออกแบบที่มีจุดผิดพลาด และแสดงคำยากสำหรับเด็กที่ไม่อยู่ในรายการคำง่ายของ Dale Chall รวมถึงแสดงร้อยละของคำยากที่ปรากฏใน แอปพลิเคชันเทียบกับคำทั้งหมดในรูปแบบของไฟล์นามสกุลพีดีเอฟ

7/7/2020

Evaluation Result

G#6: Do not offer to change ther user's setting permanently.
 G#12: Use landscape orientation.
 G#13: If your user are familiar with other ways of logging in, make those options available.
 G#1: Use progress bars or percentages.
 G#3: Include button such as Quit or Done.
 G#4: Allow the user to control multimedia clips.
 G#5: Allow users to audio and make it visible.
 G#8: Create big target to at least 2x2 CM, to tap.
 G#9: Avoid writing text in upper-case only.
 G#10: Text should be left-aligned for English.
 G#11: Design for scrolling.
 G#16: Use typo-correction and auto-suggest.
 G#17: Maintain readability.
 G#19: Use at least 12-point print type.
 G#23: Allow to skip the introductory part.
 G#24: Don't ask kids for personal information.

Hard words

Novels
 Science Fiction
 submit
 register
 login
 sign up

Percentages of hard words: 33.33

รูปที่ 35 ผลการประเมินนามสกุลพีดีเอฟที่ส่งออกได้

5.3 การทดสอบการทำงานของเครื่องมือ

หลังจากที่ได้พัฒนาเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องมือในการตรวจหาข้อผิดพลาดด้านการออกแบบของแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยใช้แอปพลิเคชันสำหรับเด็กทั้งหมด 5 ระบบ ได้แก่ แอปพลิเคชัน Bit Forest, Kid's Play, Magazines, Moono, และ Fun with Fruits and Vegetables ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 6 อย่างไรก็ตามจากการทดสอบพบว่าข้อผิดพลาดในการออกแบบตามแนวทางการออกแบบบางข้อก็ไม่ได้ปรากฏในแอปพลิเคชันทั้ง 5 ระบบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการทดสอบการตรวจหาข้อผิดพลาดในการออกแบบตามแนวทางการออกแบบเหล่านั้นด้วยการแก้ไขรหัสต้นฉบับให้ไม่ปฏิบัติตามแนวทางการออกแบบเพื่อทดสอบว่าเครื่องมือสามารถระบุจุดที่เป็นข้อผิดพลาดทางการออกแบบได้ครบทั้ง 25 รายการหรือไม่ จากการทดสอบพบว่าเครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานที่พัฒนาขึ้นสามารถระบุจุดที่เป็นข้อผิดพลาดทางการออกแบบได้ครบทั้ง 25 รายการ โดยมีตัวอย่างการทดสอบดังรูปที่ 36 และ รูปที่ 37

```
G#2: Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity.
<TextView
    android:id="@+id/text_view_id"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:text="Loser" />
```

รูปที่ 36 ตัวอย่างการตรวจสอบรายการประเมินหมายเลข G#2

รูปที่ 36 ระบุถึงผลการทดสอบของรายการประเมินหมายเลข G#2 โดยเครื่องมือสามารถตรวจพบว่ามีการระบุค่าที่ไม่ควรใช้สำหรับเด็กซึ่งได้รับคำมาจากกรกำหนดโดยผู้ใช้งานได้แก่คำว่า Loser ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยการแก้ไขรหัสต้นฉบับให้มีการใช้คำดังกล่าว เนื่องจากไม่พบข้อผิดพลาดในการออกแบบตามรายการประเมินข้อ G#2 ในแอปพลิเคชันที่ใช้ทดสอบทั้ง 5 ระบบ

```
G#9: Avoid writing text in upper-case only.
<TextView
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="NAME | TIME | CLICKS | SCORE"
    android:gravity="center"
    android:textSize="20dp"
    android:textStyle="bold"
    android:textColor="@color/black"
    android:background="@color/white"
    android:layout_weight=".3"
/>
```

รูปที่ 37 ตัวอย่างการตรวจสอบรายการประเมินหมายเลข G#9

รูปที่ 37 ระบุถึงผลการทดสอบของรายการประเมินหมายเลข G#9 โดยเครื่องมือสามารถตรวจพบว่ามีการใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ติดกันเกินกว่าค่าที่ผู้ใช้งานระบุ (ไม่เกิน 4 ตัว) ซึ่งเป็นผลการทดสอบที่พบได้โดยตรงจากแอปพลิเคชันที่นำมาทดสอบ

บทที่ 6

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือ

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือการประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี จะกล่าวถึงรูปแบบการทดสอบ, วิธีการทดสอบ, แอปพลิเคชันที่ใช้ในการทดสอบ และผลที่ได้จากการทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

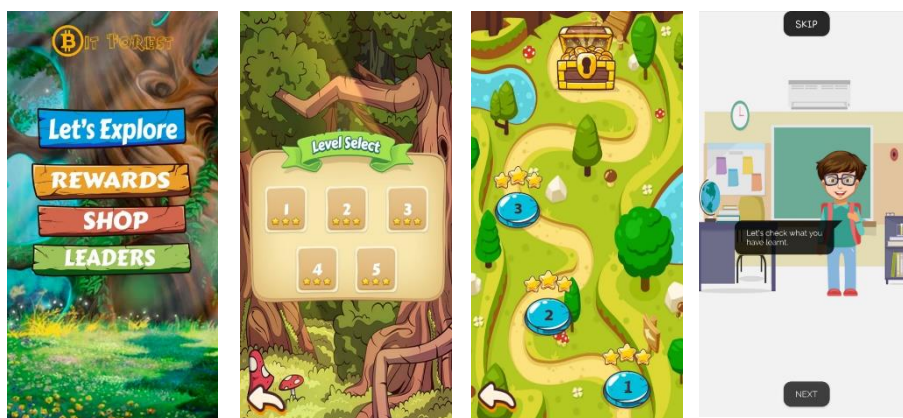
6.1 การทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพนั้นเป็นขั้นตอนที่สามารถทำให้ทราบได้ว่าเครื่องมือที่พัฒนานั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและช่วยแบ่งเบาภาระของผู้ใช้งานในการประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติกได้ โดยจะคัดเลือกแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการทดสอบตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- 1) เป็นแอปพลิเคชันที่มีจุดประสงค์ในการออกแบบเพื่อใช้งานกับผู้ใช้งานที่เป็นเด็ก และอยู่ในโดเมนการใช้งานที่แตกต่างกัน
- 2) เป็นแอปพลิเคชันที่มีการเปิดเผยรหัสต้นฉบับและสามารถดาวน์โหลดลงบนโทรศัพท์มือถือเพื่อทำการประเมินได้ โดยไม่จำเป็นต้องเป็นแอปพลิเคชันที่ให้บริการบนกูเกิลเพลย์ (Google Play) เนื่องจากแอปพลิเคชันบนกูเกิลเพลย์ส่วนมากจะไม่มีเปิดเผยรหัสต้นฉบับด้วยเหตุผลทางค้าและเหตุผลอื่นๆ ดังนั้นรหัสต้นฉบับของแอปพลิเคชันที่ใช้ในการทดสอบจะมาจากเว็บไซต์ Github ที่ผู้พัฒนายินยอมเปิดเผยรหัสต้นฉบับ

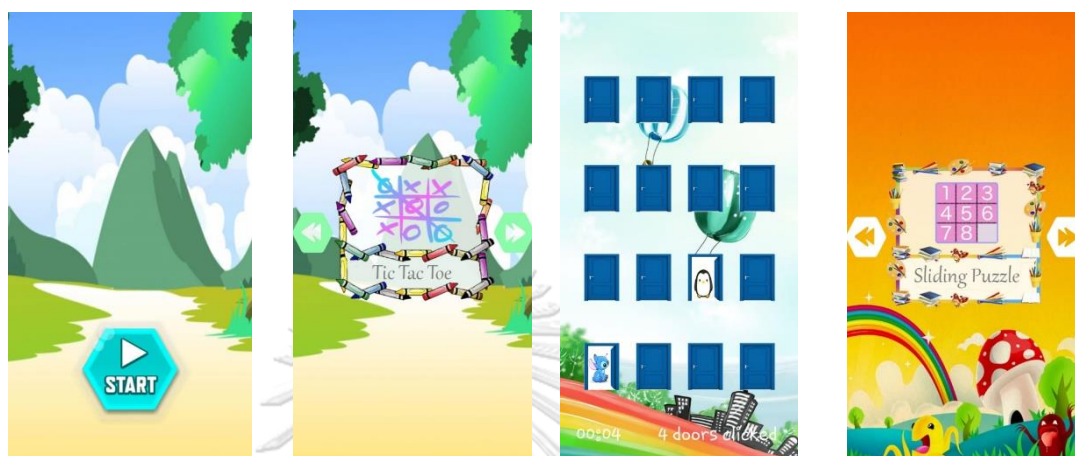
จากเกณฑ์ที่ได้ระบุมาข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกแอปพลิเคชันสำหรับเด็กเพื่อนำมาทดสอบได้ 5 แอปพลิเคชันดังนี้

- 1) แอปพลิเคชัน Bit Forest เป็นแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ในรูปแบบของเกมนานาชาติ โดยมีส่วนตัวอย่างหน้าจอตั้งรูปที่ 38



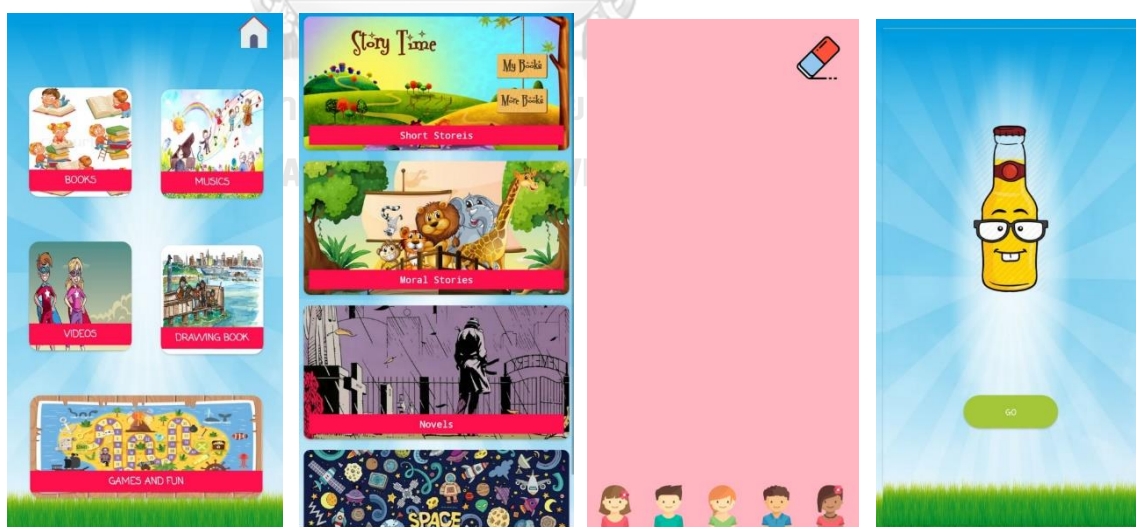
รูปที่ 38 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Bit Forest

- 2) แอปพลิเคชัน Kid's Play เป็นแอปพลิเคชันเกมเพื่อความบันเทิง โดยประกอบด้วยเกม "Tic Tac Toe", เกมจับคู่ (Matching Game) และเกมเรียงตัวเลข (Sliding Puzzle) โดยมีตัวอย่างหน้าจอ ดังรูปที่ 39



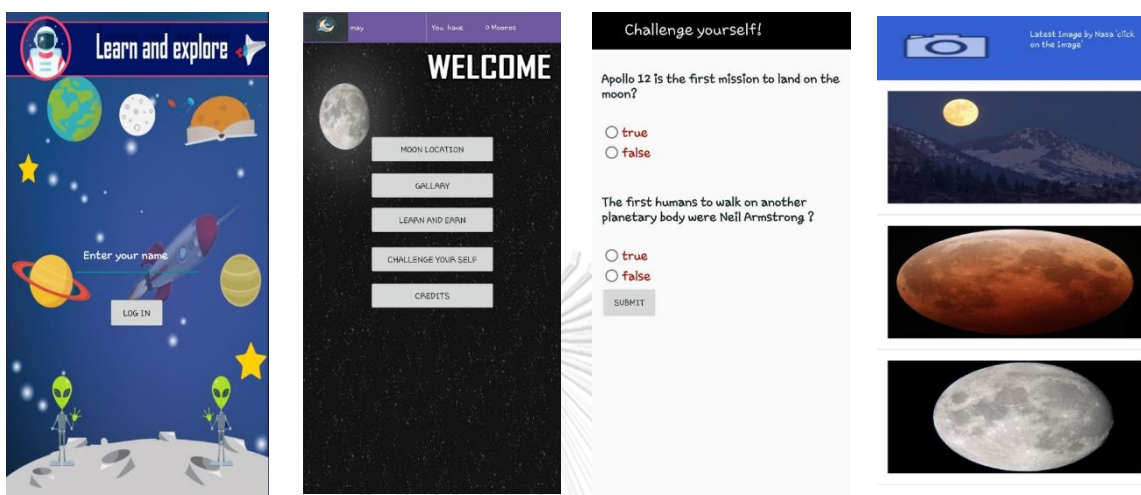
รูปที่ 39 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Kid's Play

- 3) แอปพลิเคชัน Magazines เป็นแอปพลิเคชันให้ความบันเทิงสำหรับเด็กโดยประกอบด้วยหมวดหมู่ต่างๆ เช่น นิทาน เรื่องเล่า นวนิยาย, เพลงเพื่อความบันเทิง, วิดีโอ, สมุดวาดภาพ และ เกม โดยมีตัวอย่างหน้าจอ ดังรูปที่ 40



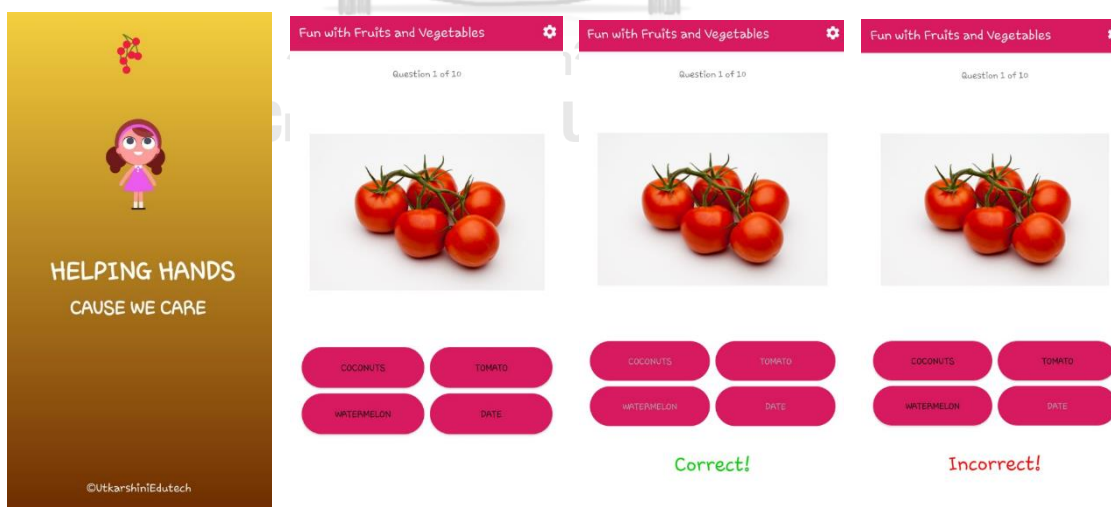
รูปที่ 40 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Magazines

- 4) แอปพลิเคชัน Moono เป็นแอปพลิเคชันสำหรับให้ความรู้ด้านจักรวาลและดาวเคราะห์ต่างๆ โดยมีตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 41



รูปที่ 41 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Moono

- 5) แอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables เป็นแอปพลิเคชันสำหรับให้ความรู้ด้านคำศัพท์ของผักผลไม้ต่างๆ โดยมีตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 42



รูปที่ 42 ตัวอย่างหน้าจอแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือจะใช้ผู้ประเมินทั้งหมด 6 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ผู้ประเมินคือกลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้และกลุ่มนักพัฒนา ซึ่งแต่ละกลุ่มมีสมาชิกจำนวน 3 คน รายละเอียดข้อมูลของผู้ประเมินแต่ละคนแสดงดังตารางที่ 69

ตารางที่ 69 ข้อมูลของผู้ประเมิน

ข้อมูลของผู้ประเมิน	
รหัสผู้ประเมิน	Evaluator 1 (E1)
กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
ประสบการณ์ทำงาน	3 ปี
รหัสผู้ประเมิน	Evaluator 2 (E2)
กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
ประสบการณ์ทำงาน	5 ปี
รหัสผู้ประเมิน	Evaluator 3 (E3)
กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้
ประสบการณ์ทำงาน	5 ปี
รหัสผู้ประเมิน	Evaluator 4 (E4)
กลุ่มผู้ประเมิน	นักพัฒนา
ประสบการณ์ทำงาน	5 ปี
รหัสผู้ประเมิน	Evaluator 5 (E5)
กลุ่มผู้ประเมิน	นักพัฒนา
ประสบการณ์ทำงาน	3 ปี
รหัสผู้ประเมิน	Evaluator 6 (E6)
กลุ่มผู้ประเมิน	นักพัฒนา
ประสบการณ์ทำงาน	1 ปี

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและการทดสอบประสิทธิภาพด้านเวลาของการตรวจหาต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ โดยมีขอบเขตการทดสอบดังนี้

- 1) การทดสอบรหัสต้นฉบับจะทำการทดสอบเฉพาะไฟล์รหัสต้นฉบับนามสกุลเอกซ์เอ็มแอลเท่านั้น โดยไม่รวมไฟล์นามสกุลอื่น เช่น ไฟล์นามสกุลจาวา เป็นต้น
- 2) การทดสอบรหัสต้นฉบับในส่วนของการตรวจสอบข้อความ จะทำการตรวจสอบเฉพาะข้อความที่ถูกกำหนดในรหัสต้นฉบับเท่านั้น ไม่รวมข้อความในรูปแบบของรูปภาพ เป็นต้น

โดยการทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและการตรวจสอบด้านเวลาในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แสดงตามรายละเอียดดังนี้

6.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ

- 1) ผู้วิจัยทำการใช้งานแอปพลิเคชันและใช้เครื่องมือตรวจจากรหัสต้นฉบับร่วมกับการทำการประเมินตามวิธีการประเมินเชิงฮิวริสติกตามรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 25 ข้อ จากนั้นรวบรวมจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบของแต่ละแอปพลิเคชันสำหรับเปรียบเทียบกับผลจากผู้ประเมินและเครื่องมือ โดยแสดงข้อมูลเป็นจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ
- 2) กลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ทำการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันที่ใช้ทดสอบ โดยทำการประเมินตามวิธีการประเมินเชิงฮิวริสติกตามรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 25 ข้อ และรวบรวมผลการประเมิน
- 3) กลุ่มนักพัฒนาทำการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันที่ใช้ทดสอบ โดยทำการประเมินตามวิธีการประเมินเชิงฮิวริสติกตามรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 25 ข้อ และรวบรวมผลการประเมิน
- 4) ผู้วิจัยใช้เครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานของแอปพลิเคชันและบันทึกผล
- 5) รวบรวมผลการประเมินจากผู้ประเมินทั้งสองกลุ่มและเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากข้อ 3)
- 6) สรุปผลการทดลอง

6.1.2 การทดสอบด้านเวลาในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ

- 1) กลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ทำการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันที่ใช้ทดสอบ โดยทำการประเมินตามวิธีการประเมินเชิงฮิวริสติกตามรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 25 ข้อ และบันทึกเวลาดังแต่ผู้ประเมินเริ่มทำการใช้งานแอปพลิเคชันและหยุดจับเวลาเมื่อผู้ประเมินทำการประเมินตามข้อคำถามทั้ง 25 ข้อ
- 2) กลุ่มนักพัฒนาทำการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันที่ใช้ทดสอบ โดยทำการประเมินตามวิธีการประเมินเชิงฮิวริสติกตามรายการประเมินที่สามารถตรวจสอบได้อย่างอัตโนมัติ 25 ข้อ และบันทึกเวลาดังแต่ผู้ประเมินเริ่มทำการใช้งานแอปพลิเคชันและหยุดจับเวลาเมื่อผู้ประเมินทำการประเมินตามข้อคำถามทั้ง 25 ข้อ
- 3) ผู้วิจัยใช้เครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานของแอปพลิเคชันและบันทึกเวลาดังแต่เข้าสู่หน้าจอการทำงานและหยุดการจับเวลาเมื่อเครื่องมือแสดงผลการประเมินที่หน้าจอ

- 4) รวบรวมผลการบันทึกเวลาจากผู้ประเมินทั้งสองกลุ่มและเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากข้อ 3)
- 5) สรุปผลการทดลอง

6.2 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งาน สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

- 1) แอปพลิเคชัน Bit Forest ผลการทดสอบทั้งการทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แสดงดังตารางที่ 70 ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่ามียจุดที่ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบแต่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ดังนี้

G#8 Application should create big target to at least 2x2 CM, to tap.

G#9 Avoid writing text in upper case only.

G#19 Use simple, relatively large fonts, comparable in size to at least 12-point print type.

และยังพบจุดที่เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบได้ ดังนี้

G#12 Make sure all pages on an application have a consistent look and feel with adherence to the basic principles of good design.

โดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 71 และ 72 ตามลำดับ

ตารางที่ 70 ผลการทดลองแอปพลิเคชัน Bit Forest

ผู้ประเมิน	จำนวนที่ตรวจสอบพบ	จำนวนที่ตรวจสอบไม่พบ	จุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ	เวลา (นาที)
E1	13	5	18	6.45
E2	12	6		6.33
E3	14	4		7.22
E4	12	6		9.29
E5	11	7		8.33
E6	11	7		8.22
เครื่องมือ	17	1		6.24

ตารางที่ 71 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Bit Forest

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#8	ผู้ประเมินต้องทำการประมาณขนาดของปุ่มในการประเมินและแอปพลิเคชันที่ใช้ทดสอบ มีปุ่มเป็นจำนวนมาก นอกจากจะไม่สามารถประมาณขนาดที่แน่นอนได้แล้วยังใช้เวลาในการประเมินมากอีกด้วย
G#9	แอปพลิเคชันที่ทำการทดสอบมีจำนวนหลายหน้าทำให้ไม่สามารถตรวจสอบตัวพิมพ์ใหญ่ที่พิมพ์ติดกันได้ครบทุกหน้า ซึ่งอาจมีบางแห่งที่มีการใช้ข้อความที่มีตัวพิมพ์ใหญ่ติดกันในจุดที่ไม่สามารถเห็นได้เด่นชัด
G#19	ผู้ประเมินไม่สามารถวัดขนาดตัวอักษรที่แน่นอนได้ จึงต้องทำการประมาณขนาดของตัวอักษรในการประเมิน

ตารางที่ 72 เหตุผลที่เครื่องมือไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Bit Forest

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#12	เครื่องมือจะทำการตรวจสอบรหัสต้นฉบับเฉพาะไฟล์นามสกุลเอกซ์เอ็มแอลเท่านั้น (xml) แต่ในแอปพลิเคชัน Bit Forest มีการกำหนดค่าแบบอักษรไว้ในไฟล์นามสกุลจาวา (Java) ทำให้เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบแนวทางการออกแบบในข้อนี้ได้

- 2) แอปพลิเคชัน Kid's Play ผลการทดสอบทั้งการทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและการทดสอบด้านเวลาในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แสดงดังตารางที่ 73 ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่าจุดที่ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบแต่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ดังนี้
- G#9 Avoid writing text in upper case only.
 - G#24 Don't ask kids personal information.
- โดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 74

ตารางที่ 73 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Kid's Play

ผู้ประเมิน	จำนวนที่ตรวจสอบพบ	จำนวนที่ตรวจสอบไม่พบ	จุดที่ไม่เป็นไปตาม แนวทางการออกแบบ	เวลา (นาที)
E1	13	2	15	2.17
E2	13	2		3.15
E3	12	3		3.27
E4	11	4		4.17
E5	12	3		4.15
E6	12	3		3.27
เครื่องมือ	15	-		3.12

ตารางที่ 74 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Kid's Play

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#9	จุดที่ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบตัวพิมพ์ใหญ่ที่พิมพ์ติดกันได้เป็นจุดที่ไม่ปรากฏเด่นชัด เพราะต้องทำการเล่นเกมจนครบด่านก่อนจึงจะปรากฏขึ้นทำให้ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบได้
G#24	การร้องขอการเปิดเผยข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กนั้นอยู่ในจุดเดียวกับการพบตัวพิมพ์ใหญ่ที่พิมพ์ติดกันเกินค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งไม่ใช่จุดที่สามารถเห็นได้โดยเด่นชัดทำให้ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบได้

3.) แอปพลิเคชัน Magazine ผลการทดสอบทั้งการทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและการทดสอบด้านเวลาในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แสดงดังตารางที่ 75 ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่าจุดที่ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบแต่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ดังนี้

G#6 Do not offer to change the user's settings permanently with dialog boxes, pop-ups, or alerts.

G#8 Application should create big target to at least 2x2 CM, to tap.

G#9 Avoid writing text in upper case only.

G#24 Don't ask kids personal information.

โดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 76

ตารางที่ 75 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Magazine

ผู้ประเมิน	จำนวนที่ตรวจสอบพบ	จำนวนที่ตรวจสอบไม่พบ	จุดที่ไม่เป็นไปตาม แนวทางการออกแบบ	เวลา (นาที)
E1	11	5	16	4.39
E2	10	6		5.24
E3	11	5		4.47
E4	11	5		7.25
E5	10	6		5.23
E6	10	6		9.10
เครื่องมือ	16	-		4.18

ตารางที่ 76 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Magazine

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#6	ในแอปพลิเคชันมีการขอสิทธิ์การเข้าถึงรูปภาพในโทรศัพท์ของผู้ใช้งาน แต่หลังจากที่ผู้ประเมินคนแรกทำการกดยอมรับ ข้อความการขอสิทธิ์นี้ก็ไม่ปรากฏขึ้นมาอีกเลยทำให้ผู้ประเมินคนอื่นที่ทำการทดสอบภายหลังโดยใช้โทรศัพท์เครื่องเดียวกันไม่สามารถตรวจพบได้
G#8	ผู้ประเมินต้องทำการประมาณขนาดของปุ่มในการประเมินและปุ่มที่ไม่สามารถระบุขนาดได้ว่ามีขนาดมากกว่า 2x2 เซนติเมตรหรือไม่ ไม่ได้ปรากฏในจุดที่เด่นชัดทำให้ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบได้
G#9	ในแอปพลิเคชันมีตัวพิมพ์ใหญ่ที่พิมพ์ติดกันเกินจำนวนที่ผู้ใช้งานกำหนด แต่ปรากฏในจุดที่ไม่ปรากฏเด่นชัดทำให้ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบได้
G#24	ในแอปพลิเคชันปรากฏการขอข้อมูลส่วนบุคคลของเด็กได้แก่ อีเมล และ ชื่อจริง ซึ่งการเข้าถึงนั้นจะต้องกดปุ่มไอคอนบนหน้าจอซึ่งผู้ประเมินไม่ทราบว่าสามารถกดได้ ทำให้มองข้ามและตรวจสอบไม่พบ
G#25	ในแอปพลิเคชันปรากฏการสมัครสมาชิกและไม่พบการให้สมัครสมาชิกในภายหลัง ซึ่งการเข้าถึงนั้นจะต้องกดปุ่มไอคอนบนหน้าจอซึ่งผู้ประเมินไม่ทราบว่าสามารถกดได้ ทำให้มองข้ามและตรวจสอบไม่พบ

4) แอปพลิเคชัน Moono ผลการทดสอบทั้งการทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและการทดสอบด้านเวลาในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แสดงดังตารางที่ 77 ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่า มีจุดที่ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบแต่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ดังนี้

G#19 Use simple, relatively large fonts, comparable in size to at least 12-point print type

และยังพบจุดที่เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบได้ ดังนี้

G#9 Avoid writing text in upper-case only.

G#21 Chunk text into 3-8 sentences in paragraph for easier reading and scanning.

โดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 78 และ 79 ตามลำดับ

ตารางที่ 77 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Moono

ผู้ประเมิน	จำนวนที่ตรวจสอบพบ	จำนวนที่ตรวจสอบไม่พบ	จุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ	เวลา (นาที)
E1	12	3	15	4.14
E2	11	4		5.24
E3	12	3		3.50
E4	11	4		4.59
E5	11	4		4.57
E6	12	3		6.31
เครื่องมือ	13	2		4.08

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 78 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Moono

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#17	ในแอปพลิเคชันประกอบด้วยคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ผู้ประเมินต้องใช้วิจารณญาณในการพิจารณาคำศัพท์เหล่านั้นว่าเป็นคำยากหรือไม่ทำให้ไม่ทราบว่างคำคือคำยากสำหรับเด็กและไม่ปรากฏในคำศัพท์ของ Dale Chall เช่น Science Fiction เป็นต้น
G#19	ผู้ประเมินไม่สามารถวัดขนาดตัวอักษรที่แน่นอนได้ จึงต้องทำการประมาณขนาดของตัวอักษรในการประเมิน

ตารางที่ 79 เหตุผลที่เครื่องมือไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน Moono

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#9	ข้อความที่มีตัวอักษรตัวใหญ่พิมพ์ติดกันนั้นถูกกำหนดไว้ในไฟล์นามสกุลจาวา ทำให้เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบได้
G#21	ข้อความที่พิมพ์ติดกันเกิน 8 ประโยคถูกกำหนดไว้ในไฟล์นามสกุลจาวาทำให้เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบได้

5) แอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables ผลการทดสอบทั้งการทดสอบประสิทธิภาพด้านความสามารถในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและการทดสอบด้านเวลาในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แสดงดังตารางที่ 80 ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่า มีจุดที่ผู้ประเมินไม่สามารถตรวจพบแต่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ดังนี้

G#9 Avoid writing text in upper-case only.

และยังพบจุดที่เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบได้ ดังนี้

G#9 Avoid writing text in upper-case only.

G#17 For young kids (under 7) use short words; include words such as "Play", "Go", "Help", "Games", "Stop". These are likely to be easily recognized even by young children.

โดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 81 และ 82 ตามลำดับ

ตารางที่ 80 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables

ผู้ประเมิน	จำนวนที่ตรวจสอบพบ	จำนวนที่ตรวจสอบไม่พบ	จุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ	เวลา (นาที)
E1	13	3	16	3.22
E2	12	4		4.12
E3	13	3		3.58
E4	14	2		4.19
E5	14	2		4.30
E6	13	3		4.25
เครื่องมือ	14	2		3.37

ตารางที่ 81 เหตุผลที่ผู้ประเมินตรวจไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน

Fun with Fruits and Vegetables

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#9	หน้าจอที่แสดงตัวอักษรที่มีตัวพิมพ์ใหญ่พิมพ์ติดกันเกินค่าที่กำหนดนั้นปรากฏในระยะเวลาที่ไม่นานทำให้ผู้ประเมินมองข้ามส่วนนี้ไป

ตารางที่ 82 เหตุผลที่เครื่องมือไม่พบจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน

Fun with Fruits and Vegetables

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
G#9	ข้อความที่มีตัวอักษรที่มีตัวพิมพ์ใหญ่พิมพ์ติดกันนั้นเป็นตัวเลือกของเกม แต่ถูกกำหนดค่าของข้อความไว้ในไฟล์นามสกุลจาวาทำให้เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบได้
G#17	คำศัพท์ที่ไม่ได้อยู่ในรายการของ Dale Chall ซึ่งเป็นคำที่ไม่ใช่คำง่ายสำหรับเด็ก เป็นตัวเลือกของเกมซึ่งเป็นชื่อผักผลไม้ ถูกกำหนดค่าของข้อความไว้ในไฟล์นามสกุลจาวาทำให้เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบได้

6.3 อภิปรายผลการทดลอง

ในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายผลการทดสอบข้างต้นโดยแบ่งเป็นผลการทดสอบค่าความเที่ยง (Precision) และ ค่าเรียกคืน (Recall) ผลการทดสอบสมมติฐานด้านความสามารถในการตรวจหาข้อผิดพลาดด้านการออกแบบ และ ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านเวลาในการออกแบบแสดงตามหัวข้อที่ 6.3.1, 6.3.2 และ 6.3.3 ดังนี้

6.3.1 ผลการทดสอบค่าความเที่ยงและค่าเรียกคืน

จากการทดสอบข้างต้น ผู้วิจัยได้สรุปผลการประเมินออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) กลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (2) กลุ่มนักพัฒนา และ (3) เครื่องมือ แล้วสรุปจุดที่ผิดพลาดที่พบโดยสมาชิกใดๆในกลุ่ม และจุดที่ผิดพลาดที่ไม่พบโดยสมาชิกใดเลยในกลุ่มและเปรียบเทียบกับจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบซึ่งรวบรวมโดยผู้วิจัย แสดงได้ดังตารางที่ 83

ตารางที่ 83 จุดที่พบและไม่พบข้อผิดพลาดแบ่งตามกลุ่มผู้ประเมินและแอปพลิเคชันที่ทำการประเมิน

กลุ่มผู้ประเมิน	กลุ่มผู้มีประสบการณ์	กลุ่มนักพัฒนา	เครื่องมือ	จุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ
แอปพลิเคชัน				
Bit Forest	จุดที่พบ: 15 จุดที่ไม่พบ: 3	จุดที่พบ: 13 จุดที่ไม่พบ: 5	จุดที่พบ: 17 จุดที่ไม่พบ: 1	18
Kids' Play	จุดที่พบ: 13 จุดที่ไม่พบ: 2	จุดที่พบ: 12 จุดที่ไม่พบ: 3	จุดที่พบ: 15 จุดที่ไม่พบ: 0	15
Magazine	จุดที่พบ: 11 จุดที่ไม่พบ: 5	จุดที่พบ: 11 จุดที่ไม่พบ: 5	จุดที่พบ: 16 จุดที่ไม่พบ: 0	16
Moono	จุดที่พบ: 12 จุดที่ไม่พบ: 3	จุดที่พบ: 12 จุดที่ไม่พบ: 3	จุดที่พบ: 13 จุดที่ไม่พบ: 2	15
Fun with Fruits and Vegetables	จุดที่พบ: 13 จุดที่ไม่พบ: 3	จุดที่พบ: 14 จุดที่ไม่พบ: 2	จุดที่พบ: 14 จุดที่ไม่พบ: 2	16

ผู้วิจัยจะทำการประเมินผลลัพธ์การตรวจสอบโดยการหา ค่าความเที่ยง (Precision) และ ค่าเรียกคืน (Recall) เพื่อเป็นการหาความแม่นยำของการตรวจสอบโดยใช้สูตรคำนวณดังนี้

ค่าความเที่ยง

$$\frac{TP}{TP + FP}$$

- TP (True Positive) หมายถึง จำนวนจุดที่การประเมินระบุว่าไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ และเป็นจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบจริงๆ โดยจะใช้ค่าการคำนวณจากตารางที่ 83 แบ่งตามแอปพลิเคชันและกลุ่มผู้ประเมิน

- FP (False Positive) หมายถึง จำนวนจุดที่การประเมินระบุว่าไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แต่จริงๆแล้วเป็นจุดที่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ โดยจะใช้ค่าการคำนวณเป็น 0 เนื่องจากผลการทดสอบไม่มีจุดใดที่มีการระบุว่าไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แต่จริงๆแล้วเป็นจุดที่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ

ค่าเรียกคืน

$$\frac{TP}{TP + FN}$$

- TP (True Positive) หมายถึง จำนวนจุดที่การประเมินระบุว่าไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ และเป็นจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบจริงๆ โดยจะใช้ค่าการคำนวณจากตารางที่ 83 แบ่งตามแอปพลิเคชันและกลุ่มผู้ประเมิน

- FN (False Negative) หมายถึง จำนวนจุดที่การประเมินระบุว่าไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ แต่จริงๆแล้วเป็นจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ โดยจะใช้ค่าการคำนวณจากจุดที่ไม่พบข้อผิดพลาดในการออกแบบจากตารางที่ 83 แบ่งตามแอปพลิเคชันและกลุ่มผู้ประเมิน

โดยสามารถคำนวณค่าความเที่ยง และ ค่าเรียกคืน ได้ดังนี้

1.) แอปพลิเคชัน Bit Forest

- กลุ่มผู้มีประสบการณ์ Precision = $\frac{15}{15+0} = 1$ Recall = $\frac{15}{15+3} = 0.83$
- กลุ่มนักพัฒนา Precision = $\frac{13}{13+0} = 1$ Recall = $\frac{13}{13+5} = 0.72$
- เครื่องมือ Precision = $\frac{17}{17+0} = 1$ Recall = $\frac{17}{17+1} = 0.94$

2.) แอปพลิเคชัน Kid's Play

- กลุ่มผู้มีประสบการณ์ Precision = $\frac{13}{13+0} = 1$ Recall = $\frac{13}{13+2} = 0.87$
- กลุ่มนักพัฒนา Precision = $\frac{12}{12+0} = 1$ Recall = $\frac{12}{12+3} = 0.8$
- เครื่องมือ Precision = $\frac{15}{15+0} = 1$ Recall = $\frac{15}{15+0} = 1$

3.) แอปพลิเคชัน Magazine

- กลุ่มผู้มีประสบการณ์ Precision = $\frac{11}{11+0} = 1$ Recall = $\frac{11}{11+5} = 0.69$
- กลุ่มนักพัฒนา Precision = $\frac{11}{11+0} = 1$ Recall = $\frac{11}{11+5} = 0.69$
- เครื่องมือ Precision = $\frac{16}{16+0} = 1$ Recall = $\frac{16}{16+0} = 1$

4.) แอปพลิเคชัน Moono

- กลุ่มผู้มีประสบการณ์ Precision = $\frac{12}{12+0} = 1$ Recall = $\frac{12}{12+3} = 0.8$
- กลุ่มนักพัฒนา Precision = $\frac{12}{12+0} = 1$ Recall = $\frac{12}{12+3} = 0.8$
- เครื่องมือ Precision = $\frac{13}{13+0} = 1$ Recall = $\frac{13}{13+2} = 0.87$

5.) แอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables

- กลุ่มผู้มีประสบการณ์ Precision = $\frac{13}{13+0} = 1$ Recall = $\frac{13}{13+3} = 0.81$
- กลุ่มนักพัฒนา Precision = $\frac{14}{14+0} = 1$ Recall = $\frac{14}{14+2} = 0.88$
- เครื่องมือ Precision = $\frac{14}{14+0} = 1$ Recall = $\frac{14}{14+2} = 0.88$

จากการคำนวณหาค่าความเที่ยงซึ่งระบุถึงความแม่นยำในการระบุรายการประเมินที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบจริงๆ จะเห็นได้ว่าค่าที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 1 ในทุกกลุ่มผู้ประเมิน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าทุกกลุ่มผู้ประเมินมีความแม่นยำในการระบุรายการประเมินที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบจริงๆ และจากการคำนวณค่าเรียกคืนซึ่งระบุถึงความแม่นยำในการตรวจหารายการประเมินที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ จากการคำนวณจะเห็นได้ว่าค่าเรียกคืนของเครื่องมือมีค่าไม่น้อยกว่าทั้งสองกลุ่มผู้ประเมินและส่วนใหญ่มีค่ามากกว่า จึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานมีความแม่นยำในการตรวจหารายการประเมินที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบ

6.3.2 ผลการทดสอบสมมติฐานด้านความสามารถในการตรวจหาข้อผิดพลาดด้านการออกแบบ

ผู้วิจัยจะทำการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดระหว่างสองกลุ่มประชากรใดๆ ได้แก่ กลุ่มผู้มีประสบการณ์กับกลุ่มนักพัฒนา, เครื่องมือกับกลุ่มผู้มีประสบการณ์ และเครื่องมือกับกลุ่มนักพัฒนา ผู้วิจัยจะทำการทดสอบที่มีชื่อว่า “Levene’s Test” ซึ่งเป็นการทดสอบความเท่ากันของความแปรปรวนของสองกลุ่มประชากรก่อน เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบไปใช้ในการตัดสินใจเลือกรูปแบบสถิติทดสอบที่เหมาะสม

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \sigma_i^2 = \sigma_j^2$$

$$H_1 : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$$

กำหนดสถิติทดสอบ

$$W = \frac{(N-K) \sum_{i=1}^K N_i (\bar{Z}_i - \bar{Z})^2}{(K-1) \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2} \quad \text{โดยที่ } Z_{ij} = |Y_{ij} - \bar{Y}_i|$$

กำหนดให้

N = ขนาดของตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้

K = จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

N_i = ขนาดของตัวอย่างในกลุ่มที่ i ; $i = 1, 2, \dots, k$

Y_{ij} = ค่าข้อมูลของตัวอย่างที่ j ในกลุ่มที่ i

\bar{Y}_i = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ i

\bar{Z}_i = ค่าเฉลี่ยของ Z_{ij} ในกลุ่มที่ i

\bar{Z} = ค่าเฉลี่ยของ Z_{ij} ในทุกกลุ่ม

กำหนดเขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 เมื่อ $W > F_{\alpha, k-1, N-k}$

- การคำนวณด้วยสถิติทดสอบค่า W ระหว่างกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนาโดยอ้างอิงจากผลการประเมินในตารางที่ 83 สามารถแจกแจงค่าได้ดังตารางที่ 84

ตารางที่ 84 การแจกแจงค่าการคำนวณสถิติทดสอบระหว่างกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนา

	N	K	N_i	\bar{Y}_i
กลุ่มผู้มีประสบการณ์	10	2	5	12.8
กลุ่มนักพัฒนา			5	12.4

และแจกแจงค่า Z_{ij} ของแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 85

ตารางที่ 85 การแจกแจงค่า Z_{ij} , \bar{Z}_i และ \bar{Z} ระหว่างกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนา

กลุ่มผู้ประเมิน	
กลุ่มผู้มีประสบการณ์	กลุ่มนักพัฒนา
$ 15-12.8 = 2.2$	$ 13-12.4 = 0.6$
$ 13-12.8 = 0.2$	$ 12-12.4 = 0.4$
$ 11-12.8 = 1.8$	$ 11-12.4 = 1.4$
$ 12-12.8 = 0.8$	$ 12-12.4 = 0.4$
$ 13-12.8 = 0.2$	$ 14-12.4 = 1.6$
$\bar{Z}_i = 1.04$	$\bar{Z}_i = 0.88$
$\bar{Z} = 0.96$	

จากการคำนวณจะได้ค่า W ระหว่างกลุ่มผู้มีประสบการณ์ และ กลุ่มนักพัฒนาเป็น $W = 0.108$

เมื่อ $\alpha = 0.05$, $F_{0.05,2-1,10-2} = F_{0.05,1,8} = 5.318$

ดังนั้นจึงยอมรับค่า H_0 ซึ่งมีความหมายว่าค่าความแปรปรวนของจำนวนข้อผิดพลาดที่ตรวจพบโดยกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนามีค่าเท่ากัน

- การคำนวณด้วยสถิติทดสอบค่า W ระหว่างเครื่องมือและกลุ่มผู้มีประสบการณ์โดยอ้างอิงจากผลการประเมินในตารางที่ 83 สามารถแจกแจงค่าได้ดังตารางที่ 86

ตารางที่ 86 การแจกแจงค่าการคำนวณสถิติทดสอบระหว่างเครื่องมือกลุ่มผู้มีประสบการณ์

	N	K	N_i	\bar{Y}_i
เครื่องมือ	10	2	5	15
กลุ่มผู้มีประสบการณ์			5	12.8

และแจกแจงค่า Z_{ij} ของแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 87

ตารางที่ 87 การแจกแจงค่า Z_{ij} , \bar{Z}_i และ \bar{Z} ระหว่างเครื่องมือและกลุ่มผู้มีประสบการณ์

กลุ่มผู้ประเมิน	
เครื่องมือ	กลุ่มผู้มีประสบการณ์
$ 17-15 =2$	$ 15-12.8 =2.2$
$ 15-15 =0$	$ 13-12.8 =0.2$
$ 16-15 =1$	$ 11-12.8 =1.8$
$ 13-15 =2$	$ 12-12.8 =0.8$
$ 14-15 =1$	$ 13-12.8 =0.2$
$\bar{Z}_i = 1.2$	$\bar{Z}_i = 1.04$
$\bar{Z} = 1.12$	

จากการคำนวณ จะได้ค่า W ระหว่างเครื่องมือ และ กลุ่มผู้มีประสบการณ์ เป็น $W = 0.083$

เมื่อ $\alpha = 0.05$, $F_{0.05,2-1,10-2} = F_{0.05,1,8} = 5.318$

ดังนั้นจึงยอมรับค่า H_0 ซึ่งมีความหมายว่าค่าความแปรปรวนของจำนวนข้อผิดพลาดที่ตรวจพบโดยเครื่องมือและกลุ่มผู้มีประสบการณ์มีค่าเท่ากัน

- การคำนวณด้วยสถิติทดสอบค่า W ระหว่างเครื่องมือและกลุ่มผู้พัฒนาโดยอ้างอิงจากผลการประเมินในตารางที่ 83 สามารถแจกแจงค่าได้ดังตารางที่ 88

ตารางที่ 88 การแจกแจงค่าการคำนวณสถิติทดสอบระหว่างเครื่องมือและกลุ่มนักพัฒนา

	N	K	N_i	\bar{Y}_i
เครื่องมือ	10	2	5	15
กลุ่มนักพัฒนา			5	12.4

และแจกแจงค่า Z_{ij} ของแต่ละกลุ่มได้ดังตารางที่ 89

ตารางที่ 89 การแจกแจงค่า Z_{ij} , Z_i และ \bar{Z} ระหว่างระหว่างเครื่องมือและกลุ่มนักพัฒนา

กลุ่มผู้ประเมิน	
เครื่องมือ	กลุ่มนักพัฒนา
$ 17-15 =2$	$ 13-12.4 =0.6$
$ 15-15 =0$	$ 12-12.4 =0.4$
$ 16-15 =1$	$ 11-12.4 =1.4$
$ 13-15 =2$	$ 12-12.4 =0.4$
$ 14-15 =1$	$ 14-12.4 =1.6$
$Z_i = 1.2$	$\bar{Z}_i = 0.88$
$\bar{Z} = 1.04$	

จากการคำนวณด้วยสถิติทดสอบ จะได้ค่า W ระหว่างเครื่องมือ และ กลุ่มนักพัฒนาเป็น $W = 0.496$

เมื่อ $\alpha = 0.05$, $F_{0.05,2-1,10-2} = F_{0.05,1,8} = 5.318$

ดังนั้นจึงยอมรับค่า H_0 ซึ่งมีความหมายว่าค่าความแปรปรวนของจำนวนข้อผิดพลาดที่ตรวจพบโดยเครื่องมือและกลุ่มนักพัฒนามีค่าเท่ากัน

จากการทดสอบด้วย “Levene’s Test” ทำให้ทราบว่าค่าความแปรปรวนเท่ากันในระหว่างแต่ละคู่ของกลุ่มประชากร ทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกใช้สถิติสำหรับทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับผลต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสองกลุ่มประชากร ได้แก่ การทดสอบที (T-Test) โดยใช้ค่าแบบกรณี $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

- 1) การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อผิดพลาดที่พบโดยกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนา

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดที่ตรวจสอบโดยกลุ่มผู้มีประสบการณ์กับค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดซึ่งตรวจสอบโดยนักพัฒนามีค่าเท่ากัน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 > 0$$

หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดที่ตรวจสอบโดยกลุ่มผู้มีประสบการณ์มีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดซึ่งตรวจสอบโดยนักพัฒนา

กำหนดสถิติทดสอบ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p^2 \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

คำนวณค่าสถิติทดสอบ โดยอ้างอิงจากผลการประเมินในตารางที่ 83

กลุ่มผู้มีประสบการณ์

กลุ่มนักพัฒนา

$$n_1 = 5$$

$$n_2 = 5$$

$$\bar{X}_1 = 12.8$$

$$\bar{X}_2 = 12.4$$

$$S_1 = 1.48$$

$$S_2 = 1.14$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{(4)(1.48)^2 + (4)(1.14)^2}{(5+5)-2} = 1.75$$

$$t = \frac{(12.8 - 12.4) - 0}{(1.75) \sqrt{1/5 + 1/5}} = \frac{0.4}{\sqrt{0.7}} = \frac{0.4}{0.84} = 0.476$$

จากการคำนวณจะได้ค่า $t = 0.476$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ และ $n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$

กำหนดเขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $t > t_{0.95,8}$ ดังนั้นจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 1.86$

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 0.476 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1.86 จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ ดังนั้นค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบที่ตรวจสอบโดยกลุ่มผู้มีประสบการณ์และกลุ่มนักพัฒนามีค่าเท่ากันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

- 2) การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อผิดพลาดที่พบโดยเครื่องมือและกลุ่มผู้มีประสบการณ์
ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดที่ตรวจสอบโดยเครื่องมือกับค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดซึ่งตรวจสอบโดยกลุ่มผู้มีประสบการณ์มีค่าเท่ากัน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 > 0$$

หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดที่ตรวจสอบโดยเครื่องมือมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดซึ่งตรวจสอบโดยกลุ่มผู้มีประสบการณ์

กำหนดสถิติทดสอบ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p^2 \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

คำนวณค่าสถิติทดสอบ โดยอ้างอิงจากผลการประเมินในตารางที่ 83

เครื่องมือ

กลุ่มผู้มีประสบการณ์

$$n_1 = 5$$

$$n_2 = 5$$

$$\bar{X}_1 = 15$$

$$\bar{X}_2 = 12.8$$

$$S_1 = 1.58$$

$$S_2 = 1.48$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{(4)(1.58)^2 + (4)(1.48)^2}{(5 + 5) - 2} = 2.35$$

$$t = \frac{(15 - 12.8) - 0}{(2.35) \sqrt{1/5 + 1/5}} = \frac{2.2}{\sqrt{0.94}} = \frac{2.2}{0.97} = 2.268$$

จากการคำนวณจะได้ค่า $t = 2.268$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ และ $n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$

กำหนดเขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $t > t_{0.95, 8}$ ดังนั้นจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 1.86$

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 2.268 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.86 จึง

สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ ดังนั้นค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบที่ตรวจสอบโดยเครื่องมือมีค่ามากกว่ากลุ่มผู้มีประสบการณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

- 3) การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของจำนวนข้อผิดพลาดที่พบโดยเครื่องมือและกลุ่มนักพัฒนา

ตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$$

หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดที่ตรวจสอบโดยเครื่องมือกับค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดซึ่งตรวจสอบโดยกลุ่มนักพัฒนามีค่าเท่ากัน

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 > 0$$

หมายถึง ค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดที่ตรวจสอบโดยเครื่องมือมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่พบข้อผิดพลาดซึ่งตรวจสอบโดยกลุ่มนักพัฒนา

กำหนดสถิติทดสอบ

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - d_0}{S_p^2 \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

คำนวณค่าสถิติทดสอบ โดยอ้างอิงจากผลการประเมินในตารางที่ 83

เครื่องมือ

กลุ่มนักพัฒนา

$$n_1 = 5$$

$$n_2 = 5$$

$$\bar{X}_1 = 15$$

$$\bar{X}_2 = 12.4$$

$$S_1 = 1.58$$

$$S_2 = 1.14$$

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} = \frac{(4)(1.58)^2 + (4)(1.14)^2}{(5 + 5) - 2} = 1.9$$

$$t = \frac{(15 - 12.4) - 0}{(1.9) \sqrt{1/5 + 1/5}} = \frac{2.6}{\sqrt{0.76}} = \frac{2.6}{0.87} = 2.988$$

จากการคำนวณจะได้ค่า $t = 2.988$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ และ $n_1 + n_2 - 2 = 5 + 5 - 2 = 8$

กำหนดเขตปฏิเสธ จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ถ้า $t > t_{0.95,8}$ ดังนั้นจะปฏิเสธ H_0 ถ้า $t > 1.86$

สรุปผลการทดสอบสมมติฐาน ค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 2.988 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.86 จึง

สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ ดังนั้นค่าเฉลี่ยจำนวนจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบที่ตรวจสอบโดยเครื่องมือมีค่ามากกว่ากลุ่มนักพัฒนาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการทดสอบข้างต้นสามารถกล่าวได้โดยสรุปว่า เครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี สามารถช่วยกลุ่มผู้มีส่วนเกี่ยวข้องด้านการออกแบบและกลุ่มนักพัฒนาในการตรวจหาจุดที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบได้ โดยจำนวนของการตรวจพบมีค่าเฉลี่ยมากกว่าผู้ประเมินทั้งสองกลุ่ม

6.3.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านเวลาในการตรวจหาข้อผิดพลาดในการออกแบบ

มีหลักเกณฑ์ในการจับเวลาดังนี้

1) กลุ่มผู้มีประสบการณ์ด้านการออกแบบและกลุ่มนักพัฒนา

ผู้วิจัยจะเริ่มจับเวลาที่ผู้ประเมินทั้งสองกลุ่มใช้ในการประเมินเมื่อผู้ประเมินเริ่มทำการใช้งานแอปพลิเคชันและหยุดจับเวลาเมื่อผู้ประเมินทำการประเมินตามรายการประเมินทั้ง 25 ข้อ

2) เครื่องมือ

จะแบ่งการทดสอบด้านเวลาออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประเมิน: เป็นค่าเฉลี่ยของเวลาโดยรวมของการใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยจะเริ่มจับเวลาตั้งแต่เข้าสู่หน้าจอการทำงานเพื่อระบุค่า Config และนำเข้าไฟล์ที่ใช้ทดสอบทั้งหมด และหยุดการจับเวลาเมื่อเครื่องมือแสดงผลการประเมินที่หน้าจอโดยค่าเฉลี่ยคำนวณจากการใช้เครื่องมือ 3 ครั้ง

ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการประมวลผล : ผู้วิจัยจะเริ่มจับเวลาหลังจากที่กดปุ่ม “Evaluate” เพื่อเริ่มทำการประเมินและหยุดจับเวลาเมื่อเครื่องมือแสดงผลการประเมินที่หน้าจอ โดยค่าเฉลี่ยคำนวณจากการกดประเมิน 3 ครั้ง

ผลการทดสอบแสดงผลตามการประเมินของแต่ละแอปพลิเคชัน ดังนี้

1) แอปพลิเคชัน Bit Forest

ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้โดยผู้ประเมินและเครื่องมือแสดงดังตารางที่ 90 และ 91

ตารางที่ 90 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Bit Forest

กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน	เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประเมิน (นาที)
กลุ่มผู้มีประสบการณ์	E1	6.45	6.6
	E2	6.33	
	E3	7.22	
กลุ่มนักพัฒนา	E4	9.29	8.6
	E5	8.33	
	E6	8.22	

ตารางที่ 91 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ
สำหรับแอปพลิเคชัน Bit Forest

	ค่าเฉลี่ยของเวลา ที่ใช้ในการประเมิน (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (นาที)
กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	6.6	-
กลุ่มนักพัฒนา	8.6	-
เครื่องมือ	6.24	0.4

2) แอปพลิเคชัน Kid's Play

ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้โดยผู้ประเมินและเครื่องมือแสดงดังตารางที่ 92
และ 93

ตารางที่ 92 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Kid's Play

กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน	เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประเมิน (นาที)
กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	E1	2.17	2.9
	E2	3.15	
	E3	3.27	
กลุ่มนักพัฒนา	E4	4.17	3.9
	E5	4.15	
	E6	3.27	

ตารางที่ 93 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ
สำหรับแอปพลิเคชัน Kid's Play

	ค่าเฉลี่ยของเวลา ที่ใช้ในการประเมิน (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (นาที)
กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	2.9	-
กลุ่มนักพัฒนา	3.9	-
เครื่องมือ	3.12	0.1

3) แอปพลิเคชัน Magazine

ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้โดยผู้ประเมินและเครื่องมือแสดงดังตารางที่ 94 และ 95

ตารางที่ 94 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Magazine

กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน	เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประเมิน (นาที)
กลุ่มผู้มี ประสบการณ์	E1	4.39	3.2
	E2	5.24	
	E3	4.47	
กลุ่มนักพัฒนา	E4	7.25	7.1
	E5	5.23	
	E6	9.10	

ตารางที่ 95 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ
สำหรับแอปพลิเคชัน Magazine

	ค่าเฉลี่ยของเวลา ที่ใช้ในการประเมิน (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (นาที)
กลุ่มผู้มีประสบการณ์	3.2	-
กลุ่มนักพัฒนา	7.1	-
เครื่องมือ	4.18	0.2

4.) แอปพลิเคชัน Moono

ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้โดยผู้ประเมินและเครื่องมือแสดงดังตารางที่ 96 และ 97

ตารางที่ 96 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Moono

กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน	เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประเมิน (นาที)
กลุ่มผู้มี ประสบการณ์	E1	4.14	4.2
	E2	5.24	
	E3	3.50	
กลุ่มนักพัฒนา	E4	4.59	5.1
	E5	4.57	
	E6	6.31	

ตารางที่ 97 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ
สำหรับแอปพลิเคชัน Moono

	ค่าเฉลี่ยของเวลา ที่ใช้ในการประเมิน (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (นาที)
กลุ่มผู้มีประสบการณ์	4.2	-
กลุ่มนักพัฒนา	5.1	-
เครื่องมือ	4.08	0.2

5.) แอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables

ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้โดยผู้ประเมินและเครื่องมือแสดงดังตารางที่ 98 และ 99

ตารางที่ 98 ผลการทดสอบด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables

กลุ่มผู้ประเมิน	ผู้ประเมิน	เวลา (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประเมิน (นาที)
กลุ่มผู้มีประสบการณ์	E1	3.22	3.6
	E2	4.12	
	E3	3.58	
กลุ่มนักพัฒนา	E4	4.19	4.2
	E5	4.30	
	E6	4.25	

ตารางที่ 99 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการประเมินของกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือสำหรับแอปพลิเคชัน Fun with Fruits and Vegetables

	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประเมิน (นาที)	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล (นาที)
กลุ่มผู้มีประสบการณ์	3.6	-
กลุ่มนักพัฒนา	4.2	-
เครื่องมือ	3.37	0.1

อภิปรายผลการทดลอง

ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงเวลาที่ใช้ในการประเมินแต่ละแอปพลิเคชันที่นำมาทดสอบโดยกลุ่มผู้ประเมินและเครื่องมือ ผลการทดสอบจะเห็นได้ว่าแอปพลิเคชันที่ใช้ทดสอบนั้นมีการใช้เวลาที่แตกต่างกันออกไป เช่น แอปพลิเคชัน Bit Forest และ แอปพลิเคชัน Moono จะมีค่าเฉลี่ยเวลามากกว่าอีกสามแอปพลิเคชันเนื่องจากมีจำนวนหน้าที่ค่อนข้างมาก

นอกจากนี้จากผลการทดลองยังพบว่ากลุ่มนักพัฒนานั้นใช้เวลาในการประเมินมากกว่ากลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ เนื่องจากต้องอาศัยเวลาในการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันมากกว่าผู้ที่มีประสบการณ์ที่จะมีความคล่องแคล่วในการประเมินมากกว่า แต่จะมีแอปพลิเคชันจำนวนสองแอปพลิเคชันที่ผู้ที่มีประสบการณ์ใช้เวลาน้อยกว่าเวลาที่ใช้ในการประเมินโดยเครื่องมือได้แก่ แอปพลิเคชัน Kid's Play และแอปพลิเคชัน Magazine เนื่องจากจำนวนไฟล์ที่ต้องทำการนำเข้าในการประเมินมีค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยในด้านเวลาที่ใช้ในการประเมินโดยเครื่องมือที่น้อยกว่าการประเมินด้วยกลุ่มผู้ที่มีประสบการณ์ในสามแอปพลิเคชันและมากกว่าการประเมินด้วยกลุ่มนักพัฒนาในทุกแอปพลิเคชัน นอกจากนี้ในส่วนของผลการทดลองด้านค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการประมวลผลพบว่าเครื่องมือที่มีระยะเวลาในการประมวลผลที่น้อยกว่ากลุ่มผู้ประเมินในทุกแอปพลิเคชันจึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่องมือที่พัฒนานั้นสามารถช่วยลดเวลาการทำงานของผู้ประเมินได้เป็นส่วนใหญ่

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้รวบรวมและปรับปรุงแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันแอนดรอยด์สำหรับเด็กอายุ 6-12 ปี เพื่อให้มีความสามารถในการใช้งานจำนวนทั้งสิ้น 94 รายการ และนำเสนอเครื่องมือประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อเด็กอายุ 6-12 ปี โดยจะทำการตรวจสอบรหัสต้นฉบับนามสกุลเอกซ์เอ็มแอล เครื่องมือจะทำการประเมินรายการตามแนวทางการออกแบบที่สามารถตรวจสอบได้โดยอัตโนมัติ 25 รายการ และจะแสดงตำแหน่งของรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบพร้อมทั้งคำอธิบาย และสามารถส่งออกผลการประเมินเป็นรูปแบบไฟล์เอกซ์เซลและพีดีเอฟได้

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือทั้งในด้านของความสามารถในการตรวจหารหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบและด้านเวลากับแอปพลิเคชันจำนวน 5 แอปพลิเคชัน ผลการทดลองพบว่าเครื่องมือสามารถช่วยผู้ประเมินในการประเมินความสามารถในการใช้งานเชิงฮิวริสติกและช่วยลดเวลาในการประเมินได้โดยเป็นไปตามความคาดหวังของผู้วิจัย

7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

- 1) เครื่องมือที่พัฒนาจะรองรับการตรวจสอบรหัสต้นฉบับจากไฟล์นามสกุลเอกซ์เอ็มแอลเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบแนวทางการออกแบบบางข้อที่แอปพลิเคชันกำหนดรูปแบบไว้ในไฟล์รหัสต้นฉบับนามสกุลจาวาได้
- 2) เครื่องมือที่พัฒนาจะรองรับการตรวจสอบรหัสต้นฉบับในส่วนที่เป็นตัวอักษรเท่านั้น โดยไม่สามารถตรวจสอบรูปภาพหรือเสียงได้ ทำให้ในบางครั้งมีการใช้รูปที่เป็นข้อความก็จะไม่สามารถทำการประเมินได้
- 3) ในบางครั้งผู้พัฒนาแต่ละคนอาจมีรูปแบบการเขียนรหัสต้นฉบับที่ไม่เหมือนกันทำให้เป็น ปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เครื่องมือไม่สามารถตรวจพบรหัสต้นฉบับที่ไม่เป็นไปตามแนวทางการออกแบบได้
- 4) การประเมินแนวทางการออกแบบบางข้อนั้นสามารถประเมินได้เพียงบางส่วน เช่น การตรวจสอบว่าแอปพลิเคชันมีความคงเส้นคงวาหรือไม่นั้น สามารถตรวจสอบได้เพียงจำนวนแบบอักษรที่ใช้งานในแอปพลิเคชันแต่ไม่สามารถตรวจสอบความคงเส้นคงวาในด้านอื่นได้
- 5) ในการทดสอบประสิทธิภาพของการตรวจหาข้อผิดพลาดด้านการออกแบบนั้น การทดสอบเพื่อตรวจหาข้อผิดพลาดทางด้านการออกแบบโดยเปรียบเทียบผลกันที่ละหน้าจะมีความแม่นยำมากกว่าการตรวจสอบโดยเปรียบเทียบผลรวมการใช้งานทั้งแอปพลิเคชันซึ่งเป็นวิธีที่ผู้วิจัยใช้ เนื่องจากในการทดลองพบว่าผู้ประเมินบางคนไม่ได้มีการใช้งานแอปพลิเคชันในทุกหน้าจึงทำให้เกิดการตรวจพบจุดผิดพลาดที่ไม่ครบ อย่างไรก็ตามการที่ผู้ประเมินตรวจสอบไม่ครบทุกหน้าอาจสามารถถือเป็นความคลาดเคลื่อนจากการประเมินโดยมนุษย์ ซึ่งการใช้เครื่องมือจะมาช่วยเสริมให้การประเมินได้ผลครบถ้วนมากขึ้น

7.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางดำเนินงานต่อ

- 1) สามารถนำเครื่องมือไปพัฒนาต่อยอดให้สามารถตรวจสอบแนวทางการออกแบบรหัสต้นฉบับที่อาจมีการเขียนในหลากหลายรูปแบบได้มากขึ้น
- 2) สามารถนำเครื่องมือไปพัฒนาต่อยอดในการตรวจสอบรหัสต้นฉบับได้จากไฟล์นามสกุลอื่น เช่น นามสกุลจาวา เป็นต้น
- 3) สามารถนำเครื่องมือและแนวคิดไปพัฒนาต่อยอดให้เครื่องมือมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น เช่น รองรับการอัปโหลดไฟล์ที่หลากหลายไฟล์
- 4) สามารถนำแนวคิดของงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อในด้านของการรวบรวมแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการไอโอเอส (IOS) สำหรับเด็กและพัฒนาเครื่องมือที่สามารถตรวจสอบรหัสต้นฉบับของแอปพลิเคชันระบบปฏิบัติการไอโอเอสได้



บรรณานุกรม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

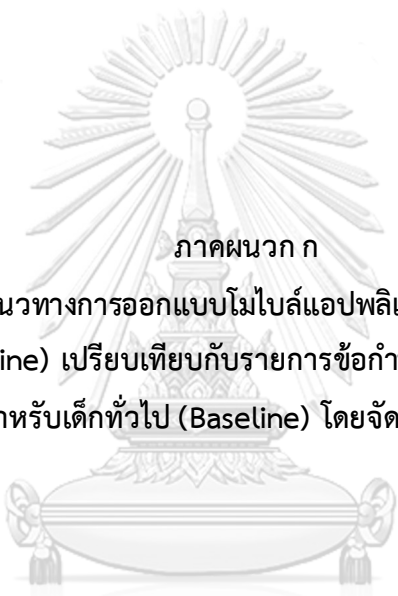
- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. สำรวจการมี การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2560. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- [2] สำนักงานสถิติแห่งชาติ. สำรวจการมี การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในครัวเรือน พ.ศ. 2561. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- [3] StatCounter. Mobile operating system market share worldwide [Online]. 2019. Available from: <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/2019> [2019, August 26]
- [4] BANGKOK POLL. เด็กไทยรุ่นใหม่ หัวใจสมาร์ทโฟนอน. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์วิจัยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2562. เอกสารไม่ตีพิมพ์
- [5] Jakob Nielsen, "Usability Engineering". San Diego: Academic Press. pp.115–148. ISBN 0-12-518406-9, 1994.
- [6] Hujainah, F., Dahlan, H., Ai-Haimi B., Hujainah, A., Al-Bashiri, H. and Abdulgaber, M. New Usability Guidelines with Implementation Ways of Mobile Learning Application base on Mobile Learning Usability Attributes. Indian Journal of Science and Technology 2016; 9:1-10.
- [7] Liu, F., Sherwin K., and Budiu R. UX Design for Children (Ages 3-12). 4 th ed. California: Nielsen Norman Group, 2012.
- [8] Hassenzahl, M., and Tractinsky, N. User experience - a research agenda. Behavior & Information Technology 25 2 (March-April 2006): 91-97.
- [9] International Organization for Standardization. Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts [Online]. 2018. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en> [2018, October 20]
- [10] วิกีพีเดีย. แอนดรอยด์ (ระบบปฏิบัติการ) [Online]. 2019. Available from: [https://th.wikipedia.org/wiki/แอนดรอยด์_\(ระบบปฏิบัติการ\)](https://th.wikipedia.org/wiki/แอนดรอยด์_(ระบบปฏิบัติการ)) [2019, October 9]
- [11] Great Dreams For A Life Time. Android Architecture [Online]. 2019. Available from: <http://greatdreams4alifetime.blogspot.com/2013/08/3android-architecture.html> [2019, November 9]

- [12] Thantong.ac.th. ระบบปฏิบัติการ Android [Online]. 2019. Available from: <https://sites.google.com/a/thantong.ac.th/rabb-ptibati-kar-android/> [2019, November 9]
- [13] Arif, F., and Tahir. R. “Framework for Evaluating the Usability of Mobile Educational Applications for Children” presented in The Third International Conference on Informatics Engineering and Information Science (ICIEIS2014). Lodz, Poland, 2014.
- [14] Kioko, S., Kimwele, M., and Nderu. L. “A Learnability Model for Children Mobile Applications” presented in International Journal of Computer Applications Technology and Research. 2019
- [15] ขวัญดี เพชรากานต์. เครื่องมือประเมินความสามารถในการทำงานเชิงฮิวริสติกสำหรับแอปพลิเคชันแอนดรอยด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2560.
- [16] กฤษภภณ ฐิติชัยมงคล. กรอบงานการประเมินความสามารถในการทำงานสำหรับโปรแกรมประยุกต์ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์บนอุปกรณ์พกพา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2557.
- [17] Positive Words Research. Positive Words to Boost Your Child’s Self Esteem [Online]. 2017. Available from : <https://positivewordsresearch.com/positive-words-to-boost-your-childs-self-esteem/> [2019, July 20]
- [18] Federal Trade Commission Protecting America’s Consumers. Children’s Online Privacy Protection Rule: A Six-Step Compliance Plan for Your Business [Online]. 2013. Available from : <https://www.ftc.gov/tips-advice/business-center/guidance/childrens-online-privacy-protection-rule-six-step-compliance> [2019, July 20]
- [19] Word Counter.net. How Many Sentences in a paragraph ? [Online]. 2015. Available from : https://wordcounter.net/blog/2015/11/30/10988_how-many-sentences-in-a-paragraph.html [2019, July 25]



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก
รายการข้อกำหนดแนวทางการออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็ก อายุ 6-12 ปี
(Proposed Guideline) เปรียบเทียบกับรายการข้อกำหนดในแนวทางการออกแบบ
โมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็กทั่วไป (Baseline) โดยจัดกลุ่มตามฮิวริสติก (Heuristic)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ ก.1 ตารางแสดงรายการข้อกำหนดแนวทางการออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็ก อายุ 6-12 ปี (Proposed Guideline) เปรียบเทียบกับรายการข้อกำหนดในแนวทางการออกแบบโมบายล์แอปพลิเคชันสำหรับเด็กทั่วไป (Baseline) โดยจัดกลุ่มตามฮิวริสติก (Heuristic)

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
Heuristic : Visibility of system status							
1	Give quick, salient feedback (text, icon, or sounds) when the user changes the state of the system.	Enhance	1	Give quick, salient feedback whenever the user changes the state of system. [7]	-	-	B#1 แนะนำว่า ควรจะมีผลย้อนกลับ (Feedback) ทุกครั้งหลังจากเปลี่ยนสถานะการกระทำใดๆ ในระบบ ผู้วิจัยได้เพิ่มข้อเสนอแนะจากผู้ประเมินไปด้วยว่าผลย้อนกลับอาจอยู่ในรูปของข้อความ, ไอคอน, หรือเสียงก็ได้

หมายเหตุ :

P# หมายถึง หมายเลขของ Proposed Guidelines

Proposed Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบที่ผ่านการปรับปรุงแล้ว

Action หมายถึง การกระทำต่อแนวทางการออกแบบตั้งต้น ประกอบด้วย

Merge หมายถึง การรวม B# ที่เป็นไปในลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน

Enhance หมายถึง การนำ A# มาเสริมกับ B#

Split หมายถึง การแยก B# ออกเป็นหลายข้อ

Add การเพิ่มแนวทางการออกแบบจาก A#เข้ามา

B# หมายถึง หมายเลขของ Baseline's Guidelines

Baseline's Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบตั้งต้น

A# หมายถึง หมายเลขของ Additional Guidelines

Additional Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบที่เพิ่มเข้ามาจากงานวิจัยอื่น

เหตุผล หมายถึง เหตุผลของการกระทำต่อแนวทางการออกแบบตั้งต้น

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
2	When the wrong answer is chosen, explain why an action was invalid by providing short error message and using terms that non-technical users understand.	Enhance	2	Give specific feedback when users choose the wrong answer. [7]	-	-	B#2 แนะนำว่าควรจะมีผลย้อนกลับที่เฉพาะเจาะจงเมื่อผู้ใช้งานเลือกคำตอบที่ผิด
			3	In error messages, use terms that non-technical users understand. [7]	-	-	B#3 แนะนำว่าในข้อความระบุความผิดพลาด (error message) ควรใช้
			-	-	1	Use feedback to validate and explain why an action was invalid. [14]	ข้อความที่ไม่เป็นศัพท์เชิงเทคนิคมากเกินไป เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่าย A#1 แนะนำว่าควรมีผล
			-	-	2	Provide short error messages. [13]	ย้อนกลับบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าเพราะเหตุใดจึงเป็นการกระทำที่ผิด A#2 แนะนำว่าข้อความระบุความผิดพลาดควรเป็นข้อความสั้นๆ โดยห้ข้อชี้เป็นการแนะนำเกี่ยวกับผลย้อนกลับที่เกิดจากการกระทำที่ผิดพลาดต่อระบบหรือการเลือกคำตอบที่ผิดเหมือนกัน

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
3	Provide explicit and concise instructions that are always accessible.	Merge	4	Provide explicit instructions. Tell the user exactly what to do. [7]	-	-	B#4 แนะนำว่าควรจะมีคำสั่งที่ชัดเจนและบอกผู้ใช้งานว่าควรจะทำอะไร
			5	Build instructions into the game. [7]	-	-	B#5 แนะนำว่าควรจะมี การสร้างคำสั่งในเกม ผู้วิจัยได้นำมาปรับใช้กับ
			6	Keep the instructions concise. [7]	-	-	คำสั่งแอปพลิเคชัน สำหรับเด็กทั่วไปโดยไม่
			7	Provide instructions that are always accessible. Place easy-to-find links to brief text explanations wherever the user might need or want instructions. [7]	-	-	เฉพาะเจาะจงว่าต้องเป็น เกมอย่างเดียว B#6 แนะนำว่าคำสั่งควรจะ กระชับ B#7 แนะนำว่า คำสั่งควรจะเข้าถึงได้ง่าย ซึ่งทั้งสามข้อเป็นการ แนะนำเกี่ยวกับคำสั่ง เหมือนกัน
4	State the goal and how to achieve it.	-	8	State the goal and how to achieve it. [7]	-	-	-
5	Show users the status of multimedia downloads and playtimes. Use progress bars or percentages to indicate how much time or file size remains for downloads, and how long it takes to play the actual multimedia clip.	-	9	Show users the status of multimedia downloads and playtimes. Use progress bars or percentages to indicate how much time or file size remains for downloads, and how long it takes to play the actual multimedia clip. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
6	Make it clear to the users that they are watching a non-interactive demo.	-	10	Make it clear to the users that they are watching a non-interactive demo. [7]	-	-	-
7	Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity as follows: Good, Good job, Great, Proud, Thumbs Up, Very well, Well done, You have done a marvelous job, Excited, You could do it, Impressed, Hero, Thank you so much, Brilliant, Creative, Success, Fantastic , Amazing, Brave, Capable, Worthy, Powerful, Valuable, Grateful, Helpful	Enhance	11	Give a positive feedback whenever children have completed a game or an activity. For young children (3-5) the feedback can be given during the activity as well. [7]	-	Positive Words Research. [17]	B#11 มีการตัดข้อความที่ไม่เกี่ยวข้องกับเด็กอายุ 6-12 ปีออกไป ได้แก่ ข้อความ "For young children (3-5) the feedback can be given during the activity as well." และเพิ่มรายการของผลย้อนกลับที่เป็นไปในเชิงบวกสำหรับเด็ก โดยอ้างอิงจาก [17]
8	Avoid members-only features. Make it clear if a feature is only available to members.	-	12	Avoid members-only features. Make it clear if a feature is only available to members. [7]	-	-	-
9	Set expectations if an interaction requires a lot of reading.		13	Set expectations if an interaction requires a lot of reading. [7]	-	-	-
10	Provide contextual instructions to help kids when they get stuck.		14	Provide contextual instructions to help kids when they get stuck. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
11	User next action should be visible right on the screen.	Add	-	-	3	User next action should be visible right on the screen. [14]	-
Heuristic : Match between the system and the real world							
12	Use pictures, language, gesture, icon, and concept in familiar ways. Match them to their meaning in the physical world.	Enhance	15	Use pictures in familiar ways. Match them to their meaning in the physical world. [7]	-	-	B#15 แนะนำว่าควรใช้รูปภาพให้ใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ (Physical world) A#4 แนะนำว่าควรใช้ภาษา ทำทางสัญลักษณ์ และ แนวคิดใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ ซึ่งทั้งสองข้อเป็นคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้วัตถุต่างๆในแอปพลิเคชันให้ใกล้เคียงกับวัตถุจริงในโลกกายภาพ
			-	-	4	Use language, gestures, and concepts that are appropriate and familiar to children. [14]	
Heuristic : Heuristic : User control and freedom							
13	Make sure actions are reversible : support back and undo.	-	16	Make sure actions are reversible : support back and undo.	-	-	-
14	Include navigation buttons on a page. Include button such as "Quit" or "Done" to ensure that users can find their way out of the screen.	-	17	Include navigation buttons on game pages. Include button such as "Quit" or "Done" to ensure that users can find their way out of the game. [7]	-	-	B#17 แนะนำว่าในเกมควรมีปุ่มที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถหาทางออกจากเกมได้ ซึ่งเป็นคำแนะนำที่สามารถปรับใช้ได้กับแอปพลิเคชันสำหรับเด็กทั่วไป จึงเปลี่ยนคำว่า "game" เป็น "screen" แทน

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
15	Use progress indicators for reading-intense interfaces.	-	18	Use progress indicators for reading-intense interfaces. [7]	-	-	-
16	Allow the user to control multimedia clips, (such as a skip button and icon) for all videos and show the user the status of multimedia playtimes.	Enhance	19	Allow the user to control multimedia clips, Provide an explicit skip feature (such as a skip button and icon) for all videos. [7]	-	-	B#19 แนะนำว่าควรเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการใช้งานสื่อประสม (Multimedia) ต่างๆ เช่น การกดข้าม เป็นต้น A#5 แนะนำว่า
			-	-	5	When interacting with a multimedia clip, show the users the status of multimedia playtimes. Present progress to completion and how long it takes to play the entire multimedia clip. [14]	ควรให้ผู้ใช้งานได้ทราบถึงระยะเวลาในการมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อประสมต่างๆ ทั้งสองข้อเป็นคำแนะนำเกี่ยวกับสื่อประสมเหมือนกัน
17	The interface should allow users to control audio and make it visible.	Merge	20	The interface should allow users to turn on/off volume [7]	-	-	B#20 แนะนำว่าระบบควรอนุญาตให้ผู้ใช้งานเปิดและปิดเสียงได้
			21	Make the audio visible. [7]	-	-	B#21 แนะนำว่าควรทำให้ระบบเสียงปรากฏในจุดที่เด่นชัดซึ่งทั้งสองข้อเป็นการแนะนำเกี่ยวกับระบบเสียงเหมือนกัน

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
18	When an error occurs, tell users clearly what they have to do. Link to the previous page or allow them to retry.	-	22	When an error occurs, tell users clearly what they have to do. Link to the previous page or allow them to retry. [7]	-	-	-
19	Do not offer to change the user's settings permanently with dialog boxes, pop-ups, or alerts.	-	23	Do not offer to change the user's settings permanently with dialog boxes, pop-ups, or alerts. [7]	-	-	-
20	Let the children be in control of the application by allowing them to use it at their own convenient pace.	Add	-	-	6	Let the children be in control of the application by allowing them to use it at their own convenient pace. [14]	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
21	Make the application interactive. Allow user to control characters to speak to users and create an opportunity for conversation.	Enhance	24	Have characters address the user directly. Allow characters to speak to users and create an opportunity for conversation. [7]	-	-	B#24 แนะนำว่าควรให้ตัวละครต่างๆ (Characters) สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้
			25	Allow users to control or interact with characters. [7]	-	-	B#25 แนะนำว่าควรให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมหรือมีปฏิสัมพันธ์กับตัวละคร A#7 แนะนำว่าควรทำให้แอปพลิเคชันมีการมีปฏิสัมพันธ์กับเด็ก
			-	-	7	Make the application interactive; Children love an application that they can interact with by talking to it and it talking back to them. [14]	โดยทำให้มีการสื่อสารและพูดคุยกับตัวละคร ซึ่งทั้งสามข้อเป็นการแนะนำถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับตัวละครเหมือนกัน
Heuristic : Consistency and standards							
22	Use standard interaction schemes and follow existent app conventions.	Modify	26	Use standard interaction schemes and follow existent Web or app conventions. [7]	-	-	นำคำว่า "Web" ออกจาก B#26 เพื่อให้เป็นข้อแนะนำสำหรับแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก
23	Make sure all pages on an application have a consistent look and feel with adherence to the basic principles of good design.	Merge	27	Make sure all pages on a site have a consistent look and feel. [7]	-	-	B#27 แนะนำว่าควรออกแบบให้ทุกหน้ามีความคงเส้นคงวา B#28 แนะนำว่าควรยึดมั่นในหลักการออกแบบที่ดี ซึ่งเป็นข้อแนะนำเรื่องการออกแบบเหมือนกัน
			28	Adhere to the basic principles of good design. [7]	-	-	

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
24	Avoid similar-looking widgets that do things. Text cannot disambiguate between similar widgets.	-	29	Avoid similar-looking widgets that do things. Text cannot disambiguate between similar widgets. [7]	-	-	-
25	Create big target at least 2x2 CM, to tap.	Enhance	30	Create big target to tap or click. [7]	-		B#30 ไม่ได้ระบุชัดเจนว่าต้องสร้างวัตถุให้สามารถแตะหรือคลิกได้มีขนาดเท่าไร ผู้วิจัยจึงนำขนาดที่แนะนำ [7] มาใส่ในข้อแนะนำเพื่อให้มีความละเอียดขึ้น และนำคำว่า "click" ออกเพื่อให้เป็นข้อแนะนำสำหรับแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก
26	Use consistent cues for gesture, button or actions.	-	31	Use consistent cues for gesture, button or actions. [7]	-	-	-
27	Clearly organize and label homepage content.	-	32	Clearly organize and label homepage content [7].	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
28	Avoid writing text in upper-case only.	Modify	33	Do not write text in upper-case only. [7]	-	-	B#33 แก้ไขคำว่า "Do not write text in upper-case only." เป็น "Avoid writing text in upper-case only." เนื่องจากผู้ประเมินแนะนำว่าการเขียนตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมดไม่ได้เป็นข้อห้ามแต่ควรหลีกเลี่ยงการใช้ในปริมาณมาก
29	Text should be left-aligned for English. Use right-alignment for languages in which text is read from right to left.	-	34	Text should be left-aligned for English. Use right-alignment for languages in which text is read from right to left. [7]	-	-	-
30	Maintain a consistent readability level.	-	35	Maintain a consistent readability level.	-	-	-
Heuristic : Error prevention							
31	Avoid misleading language.	-	36	Avoid misleading language. [7]	-	-	-
32	For international audiences, ensure translations are accurate and complete.	-	37	For international audiences, ensure translations are accurate and complete. [7]	-	-	-
33	Minimize the potential for technical errors. Decrease the number of errors and errors messages.	-	38	Minimize the potential for technical errors. Decrease the number of errors and errors messages. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
34	Strive to ensure that the need to type in the mobile app is as minimum as possible to avoid being error prone.	Add	-	-	8	Strive to ensure that the need to type in the mobile app is as minimum as possible to avoid error prone. [14]	-
Heuristic : Recognition rather than recall							
35	Design for scrolling, use strong visual cues to encourage scrolling.	Merge	39	Use strong visual cues to encourage scrolling, even on touchscreens. [7]	-	-	B#39 แนะนำว่าควรจะมี การชี้แนะที่ชัดเจนเพื่อให้ ผู้ใช้งานทราบว่า ควรจะ เลื่อนขึ้นลง (scrolling) เพื่อค้นหาเพิ่มเติม
			40	For kids older than 9, do not split articles in many small pages. Design for scrolling. [7]	-	-	B#40 แนะนำว่าไม่ควร แบ่งเนื้อหาหลายหน้า สำหรับเด็กที่อายุมากกว่า 9 ปีขึ้นไป แต่ควร ออกแบบให้มีการเลื่อน ขึ้นลงแทน ทั้งสองข้อถือ เป็นการแนะนำสำหรับการ เลื่อนขึ้นลงเหมือนกัน
36	Use progressive disclosure in the game to tell users what they are supposed to do.	-	41	Use progressive disclosure in the game to tell users what they are supposed to do. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
Heuristic : Flexibility and efficiency of use							
37	Use orientation that is appropriate for applications. For those that require space or interaction, use landscape orientation.	Add, Rewrite	-	-	9	Make it possible to use the application in either portrait or landscape orientation. [14]	ผู้ประเมินแนะนำว่าไม่จำเป็นต้องทำให้แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน โดยแอปพลิเคชันสำหรับเด็กส่วนมากต้องการพื้นที่สำหรับการมีปฏิสัมพันธ์จึงควรสามารถใช้งานได้ในแนวนอนเป็นหลัก ผู้วิจัยจึงปรับปรุง A#9 ตามคำแนะนำของผู้ประเมิน
38	Design interactions to match children's motor skill precision and development level, also be flexible to support motor skills.	Merge	42	Ensure that interactions match children's motor skill precision and development level. [7]	-	-	B#42 แนะนำว่า ควรจะออกแบบการมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างๆ ให้สอดคล้องกับทักษะการพัฒนากล้ามเนื้อ (Motor skills) ของเด็ก
			43	Make designs more flexible to support young users' motor skills. [7]	-	-	B#43 แนะนำว่าควรออกแบบการมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างๆ ให้เสริมทักษะการพัฒนากล้ามเนื้อ (Motor skills) ของเด็ก เช่น ควรออกแบบให้มีการลากวัตถุไปยังจุดหมาย หรือแตะที่จุดหมายเพื่อให้วัตถุปรากฏที่จุดนั้น ซึ่งทั้งสองข้อเป็นการแนะนำเรื่องการออกแบบให้สอดคล้องกับทักษะการพัฒนากล้ามเนื้อของเด็ก

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
39	If your users are familiar with other ways of logging in, make those options available.	-	44	If your users are familiar with other ways of logging in, make those options available. [7]	-	-	-
40	With carousel or filmstrip navigation, use strong cues to signal more content.	-	45	With carousel or filmstrip navigation, use strong cues to signal more content. [7]	-	-	-
41	Offer grade-based navigation for educational apps that appeal to a range of age groups.	Modify	46	Offer grade-based navigation for educational sites and apps that appeal to a range of age groups. [7]	-	-	แก้ไข "educational sites and apps" เป็น "educational apps"

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
42	For kids older than 6, provide persistent access to the search feature, make it salient in application and do not include multiple search boxes on a page.	Merge	47	For kids older than 6, provide persistent access to the search feature. [7]	-	-	B#47 แนะนำว่าควรมีระบบการค้นหา B#48 แนะนำว่าระบบการค้นหาควรสังเกตได้ง่าย (แก้ไขคำว่า site เป็น application) B#49 แนะนำว่าไม่ควรมีช่องสำหรับค้นหาสองแห่งในหน้าเดียวกัน ซึ่งทั้งสามข้อเป็นการแนะนำเรื่องระบบการค้นหาเหมือนกัน
			48	Make sure that site search is salient. [7]	-	-	
			49	Do not include multiple search boxes on a page. [7]	-	-	
43	Make sure your search box is big enough, both in terms of (1) number of characters displayed, and (2) number of characters allowed for the search query.	-	50	Make sure your search box is big enough, both in terms of (1) number of characters displayed, and (2) number of characters allowed for the search query. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
44	Implement a good partial-matching search mechanism to make the search result easy to comprehend. Use typo-correction and auto-suggest to reduce the chance of zero search results and to make it easier for kids to type.	Enhance	51	Avoid delivering zero results. [7]	-	-	B#51 แนะนำว่าไม่ควรให้ผลลัพธ์ของการค้นหาเท่ากับศูนย์ B#52
			52	Implement a good partial-matching search mechanism. [7]	-	-	แนะนำว่าควรให้ผลลัพธ์ของการค้นหาตรงตามที่ผู้ใช้งานค้นหามากที่สุด
			53	Use typo-correction and auto-suggest to reduce the chance of zero search results and to make it easier for kids to type. [7]	-	-	B#53 ระบบการค้นหาควรมี typo-correction และ auto-suggest เพื่อป้องกันผลลัพธ์ของการค้นหาที่เป็นศูนย์ A#10
			-	-	10	Create excitement about searching and make the search results easy to comprehend. [14]	แนะนำว่าควรทำให้ผลลัพธ์ของการค้นหาเข้าใจง่าย ซึ่งทั้งสี่ข้อเป็นเรื่องผลลัพธ์ของการค้นหาเหมือนกัน

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
45	If your audience includes various age groups and genders, the homepage should signal the type of content available for difference groups and keep it updated.	Merge	54	If your audience includes various age groups and genders, the homepage should signal the type of content available for difference groups. [7]	-	-	B#54 แนะนำว่าหากกลุ่มเป้าหมายของการเข้าชมมีหลากหลายช่วงอายุ และเพศ ในหน้าจอหลักควรมีการแสดงให้เห็นถึงเนื้อหาที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงอายุ
			55	Keep the content current. Users expect websites and apps to be updated frequently in terms of both content and design. [7]	-	-	B#55 แนะนำว่าควรปรับปรุงเนื้อหาและการออกแบบของเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันให้เป็นปัจจุบันเสมอ ซึ่งทั้งสองข้อเป็นข้อแนะนำในเรื่องของเนื้อหาเหมือนกัน
46	For reading apps, use interactive elements to encourage kids to play and read at the same time.	-	56	For reading apps, use interactive elements to encourage kids to play and read at the same time. [7]	-	-	-
47	Write text appropriate for your audience's reading levels.	-	57	Write text appropriate for your audience's reading levels. [7]	-	-	-
48	For young kids (under 7) use short words; include words such as "Play", "Go", "Help", "Games", "Stop". These are likely to be easily recognized even by young children.	-	58	For young kids (under 7) use short words; include words such as "Play", "Go", "Help", "Games", "Stop". These are likely to be easily recognized even by young children. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
49	Avoid technical terms such as Flash or Java.	-	59	Avoid technical terms such as Flash or Java. [7]	-	-	-
50	Use audio, pictures, and animations to supplement instructional text, especially for young kids. Make sure that visual instruction audio work if the audio is blocked.	Merge	60	Use audio, pictures, and animations to supplement instructional text, especially for young kids. [7]	-	-	B#60 แนะนำว่าควรจะมี คำสั่งในรูปแบบของ เสียง , ภาพ และ ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อช่วยให้ คำสั่งในรูปแบบของ
			61	Don't only rely on audio instructions. Make sure that visual instruction works if the audio is blocked. [7]	-	-	ข้อความชัดเจนยิ่งขึ้น B#61 แนะนำว่าไม่ควรใช้ คำสั่งในรูปแบบของเสียง อย่างเดียวควรจะมีการใช้ คำสั่งในรูปแบบของ รูปภาพแทนในกรณีที เสียงไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งทั้งสองข้อเป็นการ แนะนำเกี่ยวกับคำสั่งใน รูปแบบต่างๆเหมือนกัน
51	Write instructions to accommodate a variety of devices.	-	62	Write instructions to accommodate a variety of devices. [7]	-	-	-
52	Make sure that the content wall looks like it's for adults.	-	63	Make sure that the content wall looks like it's for adults	-	-	หากมีเนื้อหาสำหรับ ผู้ใหญ่ให้แสดงให้ชัดเจน เพื่อป้องกันความสับสน ของเด็ก
53	Address users' intellectual curiosity with stimulating content.	-	64	Address users' intellectual curiosity with stimulating content. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
54	Design multimedia for your audience's computing power. Don't make kids wait.	-	65	Design multimedia for your audience's computing power. Don't make kids wait. [7]	-	-	-
55	Do not use interim interactive content while downloading large game files.	-	66	Do not use interim interactive content while downloading large game files. [7]	-	-	-
56	Once the game is loaded, do not reload the entire screen : just add the new content.	-	67	Once the game is loaded, do not reload the entire page : just add the new content. [7]	-	-	เปลี่ยนคำว่า "page" เป็น "screen" เพื่อให้เป็นคำแนะนำสำหรับแอปพลิเคชันสำหรับเด็ก
57	Use music that is popular and familiar to your target audience.	-	68	Use music that is popular and familiar to your target audience. [7]	-	-	-
58	Consider the experience for users who cannot access audio content.	-	69	Consider the experience for users who cannot access audio content. [7]	-	-	-
59	Design interactive dialog boxes so they will not be dismissed automatically.	-	70	Design interactive dialog boxes so they will not be dismissed automatically. [7]	-	-	-
60	Reduce cognitive load by making use of more graphics and less text.	-	-	-	11	Reduce cognitive load by making use of more graphics and less text. [14]	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
61	Make input-output behavior easy and understandable.	Add	-	-	12	Make input-output behavior easy and understandable. It should be consistent within the application and across other similar applications. [14]	A#12 แนะนำว่าควรทำให้การรับเข้าและส่งออกข้อมูลนั้นทำได้โดยง่าย และสามารถเข้าใจได้
			-	-	13	Ease to input. [13]	A#13 แนะนำว่า ควรทำให้การรับเข้าข้อมูลทำได้โดยง่าย A#14 แนะนำว่า ควรทำให้การส่งออกข้อมูลสามารถเข้าใจได้ง่าย ทั้งสามข้อเป็น
			-	-	14	Ease to understand output. [13]	คำแนะนำสำหรับการรับเข้าและส่งออกข้อมูลเหมือนกัน
Heuristic : Aesthetic and minimalist design							
62	Avoid repeated clicking or tapping on an object to loop though different states.	-	71	Avoid repeated clicking or tapping on an object to loop though different states. [7]	-	-	-
63	Use buttons, links, and icons with good information scent.	-	72	Use buttons, links, and icons with good information scent. [7]	-	-	-
64	Design tab-navigation to look like tabs: underlining is not enough.	-	73	Design tab-navigation to look like tabs: underlining is not enough. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
65	Design to distinguish navigation from content , avoid clicking for more after showing a few navigation options at once.	Merge	74	Avoid showing just a few navigation options at once and asking users to click for more. If you must split a long list across multiple pages, make it clear to the user that there are more options available. [7]	-	-	B#74 แนะนำว่าไม่ควร มีข้อความ "click for more" เพื่อดูเนื้อหาเพิ่มเติมในแถบการนำทาง B#75 แนะนำว่าควรแยกการนำทางออกจากเนื้อหา ซึ่งทั้งสองข้อเป็นการแนะนำเกี่ยวกับแถบการนำทางทั้งหมด
			75	Distinguish navigation from content. [7]	-	-	
66	Don't depend on audio to explain navigation; use visual cues as well.	-	76	Don't depend on audio to explain navigation; use visual cues as well. [7]	-	-	-
67	Use precise, unambiguous category name and list it alphabetically.	Merge	77	Use precise, unambiguous category names. [7]	-	-	B#78 แนะนำว่าควรตั้งชื่อหมวดหมู่ให้ถูกต้องและไม่กำกวม B#79 แนะนำว่าควรจัดระเบียบหมวดหมู่เรียงตามลำดับตัวอักษร ซึ่งเป็นการแนะนำเกี่ยวกับการตั้งชื่อหมวดหมู่ทั้งสองข้อ
			78	Items within a category should be listed alphabetically or according to an order that makes sense to kids. [7]	-	-	

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
68	Provide clear and consistent main menu for navigation. For kids over 7, use simple dropdowns when appropriate.	Enhance	79	For kids over 7, use simple dropdowns or mega menus when appropriate. [7]	-	-	B#79 แนะนำว่าควรใช้เมนูแบบดิ่งลง (dropdowns menu) หรือเมนูแบบเมกา (mega menu) สำหรับ
			-	-	15	Provide a clear and consistent main menu. Don't hide menus on individual pages because it might confuse or disorient young users. [14]	เด็กอายุ 7 ปีขึ้นไป แต่เมนูแบบเมกาเป็นเมนูที่มีการใช้ในเว็บไซต์เป็นหลักจึงไม่นำมารวมกับข้อเสนอแนะ A#15 แนะนำว่าควรจัดวางเมนูหลัก (main menu) ให้มีความชัดเจนและมีความคงเส้นคงวา A#16
			-	-	16	Provide easy main menu for navigation. [13]	แนะนำว่าควรออกแบบเมนูหลักให้ง่ายต่อการนำทาง ทั้งสามข้อเป็นคำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบเมนูเหมือนกัน
69	Use simple, relatively large fonts, comparable in size to at least 12-point print type.	Split	80	Use simple, relatively large fonts, comparable in size to at least 12-point print type. Provide good contrast between the text and the background. [7]	-	-	หมายเหตุ : ย้ายข้อความ "Provide good contrast between the text and the background" ไปรวมกับข้อเสนอแนะ P#86 เนื่องจาก P#86 เป็นการแนะนำเกี่ยวกับการใช้พื้นหลังของข้อความ
70	Do not use animated text.	-	81	Do not use animated text. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
71	Use easily understandable and succinct text only. Minimize the amount of text on screens.	-	82	Use easily understandable and succinct text only. Minimize the amount of text on screens. [7]	-	-	-
72	Chunk text into 3-8 sentences in paragraph for easier reading and scanning.	-	83	Chunk text into short paragraphs for easier reading and scanning. [7]	-	Word Counter.net. How Many Sentences in a paragraph ? [19]	B#84 แนะนำว่าควร จะแบ่งข้อความ เป็นย่อหน้าสั้นๆ เพื่อให้ง่ายต่อการอ่าน งานวิจัยจาก [19] ได้ระบุว่าในหนึ่งย่อหน้าควรมีประโยค 3-8 ประโยคเพื่อให้ง่ายต่อการอ่านของเด็ก จึงนำมารวมกับ B#84 เพื่อความละเอียดมากขึ้น
73	Combine text with images to encourage reading.	-	84	Combine text with images to encourage reading. [7]	-	-	-
74	Avoid crowding text into a small textbox with a scroll bar.	-	85	Avoid crowding text into a small textbox with a scroll bar. [7]	-	-	-
75	Use simple icons. Avoid using old-styled or elaborate, custom icons for young kids.	-	86	Use simple icons. Avoid using old-styled or elaborate, custom icons for young kids. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
76	Distinguish items kids can interact with from those they can't. Avoid intricate non-interactive graphics.	-	87	Distinguish items kids can interact with from those they can't. Avoid intricate non-interactive graphics. [7]	-	-	-
77	Do not abuse animation. Too much animation can overwhelm and distract children, for example automatic replays of video and animation, and background animation.	Merge	88	Do not abuse animation. Too much animation can overwhelm and distract children. [7]	-	-	B#88 แนะนำว่าไม่ควรใช้ภาพเคลื่อนไหวที่มากเกินไปจนความจำเป็น B#89 แนะนำว่าควรหลีกเลี่ยงภาพเคลื่อนไหวหรือวิดีโอที่เล่นวนซ้ำ B#90 แนะนำว่าไม่ควรใช้ภาพพื้นหลังที่เป็น
			89	Avoid automatic replays of video and animation. [7]	-	-	ภาพเคลื่อนไหว ซึ่งทั้งสองข้อเป็นข้อแนะนำเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงภาพเคลื่อนไหวที่เกินความจำเป็นเหมือนกัน
			90	Do not use background animation. [7]	-	-	
78	Avoid much content in one page by displaying the relevant and important information.	Add	-	-	17	Avoiding much content in one page. [6]	A#17 แนะนำว่าไม่ควรมีเนื้อหาที่มากเกินไปในหนึ่งหน้าการแสดงผล ซึ่งผู้วิจัยได้นำข้อความอธิบายของ A#17 มาเพิ่มเติมในข้อแนะนำเพื่อความชัดเจน

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
79	Response times must be fast enough between 0.1 seconds to 10 seconds that users don't forget what they're in the middle of doing while waiting for the next screen to load.	Add	-	-	18	Response times must be fast enough between 0.1 seconds to 10 seconds that users don't forget what they're in the middle of doing while waiting for the next page to load. [6]	-
80	Prevent invalid actions by not offering functionality that is not needed (reduces complexity).	Add	-	-	19	Prevent invalid actions by not offering functionality that is not needed (reduces complexity). [6]	-
Heuristic : Help users recognize, diagnose, and recover from error							
81	Do not clear field values if they are wrong. Allow kids to modify the text they entered if they made a mistake.	-	91	Do not clear field values if they are wrong. Allow kids to modify the text they entered if they made a mistake. [7]	-	-	-
82	Explain navigation schemes in the help section.	-	92	Explain navigation schemes in the help section. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
Heuristic : Help and documentation							
83	Provide a brief, demo and useful tutorial to let children understand task/activity before starting application.	Add	-	-	20	Children learn from examples. Show them a demo: What they learn, they retain. [14]	A#20 แนะนำว่าควรจะมี การสาธิต (Demo) เพื่อให้เด็กสามารถเรียนรู้ว่า ควรจะทำกิจกรรมอย่างไร A#21 แนะนำว่า ควรจะมีการสอน
			-	-	21	Provide brief and useful tutorial to understand task/activity. [13]	(Tutorial) ที่มีประโยชน์ และกระชับเพื่อให้เด็กสามารถเข้าใจกิจกรรม และภาระหน้าที่ต่าง ๆ ทั้งสามข้อเป็นข้อแนะนำ เกี่ยวกับการสาธิตหรือ การสอนก่อนเริ่มกิจกรรมใด ๆ บนแอปพลิเคชัน เหมือนกัน
Heuristic : Pleasurable and Respectful Interaction							
84	Make clickable items look clickable and pushable e.g. Button.	Merge	93	Make clickable items look clickable. [7]	-	-	B#93 แนะนำว่าควรจะทำให้วัตถุที่สามารถคลิกได้ดูโดดเด่นขึ้นมา
			94	Design text button to look pushable. [7]	-	-	B#94 แนะนำว่าควรจะทำให้ ข้อความ หรือ ปุ่มดูโดดเด่นและสื่อว่า สามารถกดหรือคลิกได้ ซึ่งทั้งสองเป็นการแนะนำ ในการทำให้วัตถุที่คลิกได้ดูโดดเด่นขึ้นมา เหมือนกัน

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
85	Place text on solid backgrounds and provide good contrast between the text and the background.	Enhance	95	Place text on solid backgrounds. [7]	-	-	ข้อความ "Provide good contrast between the text and the background" ถูกย้ายลงมาจาก B#80 และรวมกับ P#85 เนื่องจากเป็นการแนะนำเกี่ยวกับการวางข้อความลงบนพื้นหลังเหมือนกัน
86	Design characters that kids can identify without copyright infringement.	Enhance	96	Design characters that kids can identify with. [7]	-	-	ผู้ประเมินแนะนำว่าตัวละครที่นำมาใช้ควรจะไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ ผู้วิจัยจึงนำคำแนะนำจากผู้ประเมินมาปรับปรุงเพิ่มเติมใน P#86
87	Use passive, simple, fun animation or videos related to the game to hold users' attention while downloading large files.	-	97	Use passive, simple, fun animation or videos related to the game to hold users' attention while downloading large files. [7]	-	-	-
88	Use motion and sound to attract kids' attention and engage them.	-	98	Use motion and sound to attract kids' attention and engage them. [7]	-	-	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
89	Make introductory animation short (10-20 seconds) and interesting and allow to skip the introductory part.	Merge	99	Make introductory animation short and interesting. [7]	-	-	B#99 มีคำอธิบายเพิ่มเติมว่า "Animations that are short (10-20 seconds) and meaningful (funny, surprising, intriguing) work best. ผู้วิจัยได้นำคำอธิบายส่วนหนึ่งไปใส่ไว้ในข้อเสนอแนะ เพื่อให้ข้อเสนอนั้นมีความละเอียดและชัดเจนมากยิ่งขึ้น จากนั้นจึงนำไปรวมกับ B#100 เนื่องจากเป็นข้อแนะนำเกี่ยวกับภาพเคลื่อนไหวในช่วงเริ่มเหมือนกัน
			100	Allow users to skip the introductory part. [7]	-	-	
90	Do not disrupt users with (sudden) loud sounds or music.	-	101	Do not disrupt users with (sudden) loud sounds or music. [7]	-	-	-
91	Ensure that the interaction tools such as images/icons and buttons reflect if they have been used; using for example different color, size shape or even pop up messages.	Add	-	-	22	Ensure that the interaction tools such as images/icons and buttons reflect if they have been used; using for example different color, size shape or even pop up messages. [14]	-

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
92	Use bright and colorful color.	Add	-	-	23	Provide aesthetic, intuitive, attractive and organized design. [14]	A#24 มีคำอธิบายเพิ่มเติมว่า "This can be achieved by ensuring that; the font style and size are appropriate; use of bright colors for children" โดยข้อความ "use of bright colors for children" เป็น
			-	-	24	Simple, attractive and organized design. [13]	ข้อเสนอแนะในลักษณะเดียวกันกับ A#25 มีคำแนะนำเพิ่มเติมว่า
			-	-	25	Use colorful graphics and intuitive UI to make the app engaging and easy-to-understand. [14]	"Use bright colors for children" ซึ่งแนะนำให้ใช้โทนสีสว่างสำหรับเด็ก และ A#26 แนะนำว่าควรใช้สีสดใสทั้งสามข้อเป็นคำแนะนำเกี่ยวกับการเลือกใช้สีเหมือนกัน

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
Heuristic : Privacy							
93	Design standardized form and don't ask kids for personal information as follows: <ul style="list-style-type: none"> - Full name - Home or other physical address - Online contact information like an email address, VOIP identifier. - Screen name or user name where it functions as online contact information. - Telephone number - Social Security number - A persistent identifier that can be used to recognize a user over time - A photo, video, or audio file containing a child's image or voice - Geolocation information - Other information about child or parent [Federal Trade Commission Children's Online Privacy Protection Rule] 	Merge	102	Use standardized forms. Design form structure and widgets in the most simple and standard way. [7]	26	Federal Trade Commission Children's Online Privacy Protection Rule [18]	B#102 แนะนำว่าควรจะใช้ฟอร์ม (Form) ที่เป็นมาตรฐานและไม่ซับซ้อนจนเกินไป B#103 แนะนำว่าไม่ควรให้เด็กเปิดเผยข้อมูลส่วนตัวบนสื่อออนไลน์ ซึ่งทั้งสองข้อสามารถนำมารวมกันเพื่อสร้างฟอร์มขึ้นมาได้ หมายเหตุ : ข้อมูลที่ไม่ควรเปิดเผยอ้างอิงจาก Federal Trade Commission Children's Online Privacy Protection Rule [18]
			103	Don't ask kids for personal information that can endanger their privacy on the Web. [7]			

P#	Proposed Guidelines	Actions	B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Remark
94	Don't ask kids to read or accept user agreements and avoid making registration or allow to skip sign up and be able to sign up later.	Enhance	104	Don't ask kids to read or accept user agreements [7]	-	-	B#104 แนะนำว่าไม่ควรให้เด็กอ่านหรือกดยอมรับข้อตกลงการใช้
			-	-	27	Avoid making registration a must for these applications to be used; but if it cannot be avoided completely, allow the user to skip sign up and let them be able to sign up later. [14]	A#27 แนะนำว่าควรหลีกเลี่ยงการสมัครสมาชิก หรือหากหลีกเลี่ยงไม่ได้ควรอนุญาตให้ข้ามไปและสามารถสมัครสมาชิกในภายหลังได้ โดยการสมัครสมาชิกและการยอมรับข้อตกลงการใช้งานมักจะปรากฏอยู่ในบริเวณเดียวหรือใกล้เคียงกัน จึงจัดให้ข้อเสนอแนะทั้งสองข้อนี้เป็นข้อเดียวกัน





B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Evaluator Comment	Action
Heuristic : Visibility of status					
1	Change the hover state of images that can be clicked.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่ารายการประเมินข้อนี้ น่าจะเป็นรายการประเมินของเว็บไซต์มากกว่า แอปพลิเคชัน เนื่องจากระบุถึงวัตถุที่สามารถคลิกได้	Remove
2	Do not rely on logo links to get users back to the homepage.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่ารายการประเมินข้อนี้ น่าจะเป็นรายการประเมินของเว็บไซต์มากกว่า แอปพลิเคชัน เนื่องจากการนำทางจากตราสัญลักษณ์เพื่อกลับไปยังหน้าหลักนั้นส่วนมากจะอยู่ในเว็บไซต์มากกว่าแอปพลิเคชันที่พบเห็นได้น้อยกว่า	Remove
3	Provide instructions that are always accessible. Place easy-to-find links to brief text explanations wherever the user might need or want instructions.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่าควรนำแนวทางการออกแบบข้อนี้รวมกับ P#2 เนื่องจากเป็นแนวทางการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับคำสั่งเหมือนกัน	Merge with P#2

หมายเหตุ : B# หมายถึง หมายเลขของ Baseline's Guidelines

Baseline's Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบดั้งเดิม

A# หมายถึง หมายเลขของ Additional Guidelines

Additional Guidelines หมายถึง แนวทางการออกแบบที่เพิ่มเข้ามาจากงานวิจัยอื่น

Evaluator Comment หมายถึง ความคิดเห็นของผู้ประเมินที่ทำให้เกิดการปรับปรุง หรือนำ B# ออกจากรายการประเมิน

Action หมายถึง การกระทำต่อแนวทางการออกแบบดั้งเดิม ประกอบด้วย

Merge หมายถึง การรวม B# ที่เป็นไปในลักษณะเดียวกันไว้ด้วยกัน

Remove หมายถึง การนำ B# ออกจากรายการประเมิน

B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Evaluator Comment	Action
4	Provide short error message.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่าควรนำแนวทางการออกแบบข้อนี้รวมกับ P#2 เนื่องจากเป็นแนวทางการออกแบบที่เกี่ยวกับคำสั่งเหมือนกัน	Merge with P#2
Heuristic : User control and freedom					
5	Background music is acceptable for ambience, but give control to the users.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่ารายการประเมินข้อนี้เป็นข้อเสนอแนะที่อาจมีหรือไม่มีก็ได้มากกว่าข้อบังคับ	Remove
6	Include links to related content on activity and video pages.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่าการจัดวางเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลักในหน้าเดียวกันอาจจะรบกวนสมาธิของเด็กในการใช้งานแอปพลิเคชันนั้นๆ	Remove
7	Match advertisers closely with your app.	-	-	การแสดงโฆษณาหรือข้อความส่งเสริมการขายนั้น ขึ้นอยู่กับ การพิจารณาของผู้ให้บริการเป็นหลักและไม่สามารถควบคุมหรือเลือกได้ด้วยตัวผู้พัฒนาจึงไม่นำมารวมอยู่ในข้อเสนอแนะที่ใช้ตรวจสอบด้วย	Remove
Heuristic : Recognition rather than recall					
8	Use inline scrolling only when necessary.	-	-	Inline scrolling สามารถพบได้ที่เว็บไซต์มากกว่าแอปพลิเคชันจึงไม่นำมารวมอยู่ในข้อเสนอแนะที่ใช้ตรวจสอบด้วย	Remove from baseline
Heuristic : Aesthetic and minimalist design					
9	Do not include multiple search boxes on a page.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่าควรนำแนวทางการออกแบบข้อนี้รวมกับ P#42 เนื่องจากเป็นแนวทางการออกแบบที่ระบุถึงช่องสำหรับค้นหาเหมือนกัน	Merge

B#	Baseline's Guidelines	A#	Additional Guidelines	Evaluator Comment	Action
Heuristic : Aesthetic and minimalist design					
10	Do not move clickable targets when the cursor is on top of them.	-	-	ผู้ประเมินมีความเห็นว่ารายการประเมินข้อนี้ น่าจะเป็นรายการประเมินของเว็บไซต์มากกว่า แอปพลิเคชัน เพราะระบุถึงการวางเคอร์เซอร์ (cursor) บนวัตถุ	Remove
11	For children younger than 9, consider using short hover -activated sound effects for narration.	-	-	ประเมินมีความเห็นว่ารายการประเมินข้อนี้ น่าจะเป็นรายการประเมินของเว็บไซต์มากกว่า แอปพลิเคชัน เนื่องจากระบุถึงการเมาส์บนวัตถุต่างๆ (hover) ซึ่งเป็นลักษณะของการทำงานบนเว็บไซต์	Remove



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวณัฐริกา ศรีเกียรติวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด 28 เมษายน 2538
สถานที่เกิด เขตราชเทวี, กรุงเทพมหานคร
ที่อยู่ปัจจุบัน 431/157 หมู่บ้านลิลล กรีนวิลล์ ถ.เฉลิมพระเกียรติร. 9 แขวงประเวศ เขตประเวศ
กรุงเทพมหานคร 10250



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY