

**การออกแบบและพัฒนาแอนดรอยด์แอปพลิเคชันการแจ้งเตือนรับประทานยาเพื่อเพิ่มคุณภาพ
การรักษาผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง**

**Designing and Developing Android Application for Medication Reminder to Improve
Treatment Efficiency of Stroke Patient**

จักรพงษ์ รัตนโยธิน* และ วชิรศักดิ์ วานิชชา

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140 Email: rattanayotin@gmail.com

Jakrapong Rattanayotin* and Vajirasak Vanijja

School of Information Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi

126 Pracha-utid Road, Toongkru, Bangkok, 10140, Thailand. Email: rattanayotin@gmail.com

บทคัดย่อ

ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองมักจะพบปัญหาในเรื่องของการรับประทานยา ซึ่งเกิดจาก การหลงลืม จำนวนยาที่ทำให้อาการดีขึ้นในการรับประทาน หรือแม้แต่อาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นทำให้ผู้ป่วยไม่ยอมที่จะรับประทานยาเอง จึงทำให้การรักษาไม่มีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาและพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในรูปแบบแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน เพื่อให้ความรู้และแจ้งเตือนการรับประทานยาสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยพัฒนาระบบต้นแบบที่เรียกว่า ดิจิเม็ด และผลการวิจัยพบว่า ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองซึ่งอยู่ในกลุ่มทดลองที่มีการใช้ระบบ ดิจิเม็ด มีความสนใจและให้ความร่วมมือในการรับประทานยามากขึ้นร้อยละ 42.86 และสามารถรับประทานยาได้ตรงตามเวลามากกว่าผู้ป่วยที่อยู่ในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้ระบบ อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

คำสำคัญ: ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง, การรับประทานยาไม่ต่อเนื่อง, ระบบแจ้งเตือนรับประทานยา, แอนดรอยด์แอปพลิเคชัน, ความร่วมมือในการรับประทานยา

Abstract

Stroke patients often experience problems of taking medications due to forgetfulness, a number of medications causing confusion to take, or even the side effects making the patients refuse to take medications resulting in ineffective treatment. In this study, the researchers study and develop information technology in the form of Android application in order to educate and remind the stroke patients to take medications by

developing a prototype system called DCMed. The research finds that the stroke patients in the experimental group using DCMed system are more interested and complied with taking medications accounting for 42.86%. Moreover, the patients can take medications more timely than those in the control group at the significant level of 0.05.

Keywords: stroke patient, medication discontinuation, medication reminder system, Android application, medication compliance

1. บทนำ

ปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของโลกหรือแม้แต่ประเทศไทย คือ โรคหลอดเลือดสมอง (Cerebrovascular disease, stroke) [1] หรือที่คนไทยส่วนใหญ่จะคุ้นเคยในชื่อ “โรคอัมพฤกษ์อัมพาต” ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นโรคระบบประสาทที่พบบ่อย และยังเป็นสาเหตุการเสียชีวิตอันดับที่ 3 ของโลกมานานกว่า 50 ปี [1] โดยที่ทั่วโลกมีผู้ป่วยเป็นโรคหลอดเลือดสมองกว่า 15 ล้านคน [2] และในแต่ละปีจะมีผู้เสียชีวิตด้วยโรคหลอดเลือดสมองกว่า 5 ล้านคน และอีก 5 ล้านคนที่รอดชีวิตแต่ก็ต้องเป็นผู้พิการอย่างถาวร [3]

ปัจจุบันพบว่าสาเหตุการตายอันดับที่ 4 ในประเทศไทยคือโรคหลอดเลือดสมอง ซึ่งมีผู้ป่วยเกิดโรคหลอดเลือดสมองในทุก 2 นาที และอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องใน 5 ปี (2008-2012) จาก 20.8 เป็น 30.7 ต่อแสนประชากร [1] ดังนั้นจึงบ่งชี้ได้ว่าสถานการณ์โรคหลอดเลือดสมองทั้งในประเทศไทยและทั่วโลกน่าเป็นห่วงอย่างยิ่ง จำนวนผู้ป่วยและเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดสมองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากประชากรทั้งโลกเข้าสู่สภาวะผู้สูงอายุมากขึ้น และส่วนใหญ่อยู่ในประเทศกำลังพัฒนา โดยได้มีการประมาณการว่า ผู้ป่วยที่เสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดสมองจะเพิ่มขึ้น 2 เท่า เปรียบเทียบระหว่างปี พ.ศ. 2535 และ 2563 [1]

นอกจากประเด็นด้านสุขภาพแล้ว ค่าใช้จ่ายโรคหลอดเลือดสมอง (Direct cost) พบต้นทุนทางตรงสำหรับการรับบริการในกรณีเป็นผู้ป่วยใน 1,489.78 บาทต่อวัน และสำหรับการรับบริการผู้ป่วยนอกเท่ากับ 1,010.22 บาทต่อครั้ง และค่าเสียโอกาส เนื่องจากการขาดงานและความพิการ 101,681.20 บาท และสูญเสียเนื่องจากการเสียชีวิต 15,766.66 บาท รวมต้นทุนเฉลี่ยจากการเจ็บป่วยจากโรคหลอดเลือดสมอง 162,664.97 บาท ต่อปี [4]

ปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้ลดอัตราการเสียชีวิตและเป็นซ้ำของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองได้ คือการรับประทานยาตามที่แพทย์สั่งอย่างต่อเนื่องและตรงเวลา [4] แต่ส่วนใหญ่ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจะมีความบกพร่องระยะยาวทั้งทางร่างกาย ความคิด และจิตใจ ผู้ป่วยส่วนใหญ่จึงต้องได้รับการช่วยเหลือในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันจากผู้ดูแล จึงอาจจะเป็นไปได้ยากที่จะรับประทานยาให้ถูกต้องและต่อเนื่อง [5] หรือแม้แต่สาเหตุอื่นๆ เช่น ผู้ป่วยลืมรับประทาน จำนวนยาที่มากทำให้สับสนในการรับประทาน อาการข้างเคียงที่เกิดขึ้นจนเป็นเหตุทำให้ผู้ป่วยไม่ยอมที่จะรับประทานยาเอง [6] ปัจจัยเหล่านี้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การรักษาไม่มีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านโทรศัพท์มือถือเข้ามามีบทบาทต่อการดำเนินชีวิตมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบัน โทรศัพท์มือถือได้พัฒนาขีดความสามารถให้สามารถทำงานได้หลากหลายรูปแบบมากกว่าแค่การโทรเข้า-โทรออกเพียงอย่างเดียว จนกลายเป็นโทรศัพท์ที่เรียกกันว่า สมาร์ทโฟน ซึ่งสามารถทำงานได้ดีและมีประสิทธิภาพมากกว่าโทรศัพท์มือถือทั่ว ๆ ไป ซึ่งบริษัทวิจัยข้อมูลด้านการตลาดชื่อดังอย่าง Kantar World panel ได้เปิดเผยรายงานล่าสุดเกี่ยวกับส่วนแบ่งทางการตลาดของสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการต่าง ๆ จากผู้ใช้ทั่วโลกในเดือน เมษายน 2559 พบว่า Android เป็นระบบปฏิบัติการที่มีผู้ใช้งานมากที่สุดและประชาชนส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟน [7] อีกทั้งในการวิจัยที่ผ่านมาได้มีการพัฒนา mobile Health (mHealth) ในการให้บริการทางสุขภาพอย่างกว้างขวาง และ mHealth ยังเป็นส่วนหนึ่งของ eHealth กล่าวคือ การใช้คอมพิวเตอร์เคลื่อนที่และการสื่อสารด้วยเทคโนโลยีการดูแลด้านสุขภาพและสาธารณสุข ผลการศึกษาพบว่า สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการจัดการกับโรคเรื้อรังของผู้ป่วยได้ [8] โดยเฉพาะการพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชัน ระบบเตือนรับประทานยา [9] ที่มีอยู่มากมาย แต่ก็ยังเป็นระบบที่ไม่ได้พัฒนามาเพื่อให้ตอบสนองความต้องการที่เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองโดยตรง อย่างเช่นงานวิจัยเรื่อง “Don’t Forget Your Pill! Designing Effective Medication Reminder Apps That Support User’s Daily Routines” ก็เน้นการนำเสนอคุณสมบัติของระบบแจ้งเตือนรับประทานยาที่ควรจะมีโดยรวบรวมคุณสมบัติต่างๆ จาก 229 แอปพลิเคชันในปัจจุบันและสำรวจความคิดเห็นจากผู้ใช้งาน 1,012 คน และนำเสนอคุณสมบัติระบบผู้ช่วยในการแจ้งเตือนโดยใช้กิจวัตรประจำวันของผู้ใช้งานอ้างอิงในการแจ้งเตือน [10] หรืองานวิจัยเรื่อง “Safer Virtual Pillbox: Assuring Medication Adherence to Elderly Patients” เน้นศึกษาและนำเสนอการออกแบบระบบช่วยเหลือการรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอในผู้สูงอายุ และใช้หลักการออกแบบด้วยแนวคิด User Center Design โดยคำนึงถึงหลัก Usability มากที่สุดเพื่อจะได้เหมาะสมกับผู้ที่ใช้ที่สูงอายุ [11] หรือแม้แต่งานวิจัยเรื่อง “UbiMeds: A Mobile Application to Improve Accessibility and Support Medication Adherence” ที่คำนึงถึงปัญหาการเข้าถึงข้อมูลของยารักษา ทำให้เกิดแนวคิดที่จะมีคุณสมบัติของความง่ายต่อการเข้าถึงข้อมูลของยาที่ผู้ป่วยรับประทาน โดยมุ่งเน้นกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ป่วยที่พิการบางส่วน [12] จากงานวิจัยที่ผู้วิจัยได้พบทวนมา ยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับระบบเตือนรับประทานยาสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองโดยตรง

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นทางผู้วิจัยจึงเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่ง จึงได้ทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาระบบต้นแบบที่เรียกว่า ดิซีเม็ด (Do Continue Taking Medications : DCMed) โดยมุ่งเน้นในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสมัยใหม่ เพื่อตอบสนองความต้องการของระบบเตือนรับประทานยาสำหรับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยใช้แนวคิดการให้ข้อมูล เสริมแรงจูงใจและพัฒนาทักษะ (Information Motivation and Behavioral skills : IMB Model) เพื่อนำไปสู่การปรับพฤติกรรม และส่งเสริมความร่วมมือในการรับประทานยาให้ดีขึ้น [13,14] โดยแนวคิดนี้มีรากฐานมาจากทฤษฎีจิตวิทยาทางสังคมและสุขภาพ (Social and Health psychology) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการแพร่เชื้อ เอชไอวี ในกลุ่มผู้ป่วยโรคเอดส์ การส่งเสริมการรับประทานยาด้านไวรัสในผู้ป่วยเอดส์อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ ซึ่งประกอบไปด้วย

องค์ประกอบ 3 องค์ประกอบหลักสำคัญ [15] ได้แก่ ส่วนแรก การให้ข้อมูล (Information) โดยผู้ป่วยจำเป็นต้องได้รับข้อมูลความรู้ที่ถูกต้อง ข้อมูลจะมีผลโดยตรงต่อการปฏิบัติพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้ป่วย ส่วนที่สอง การเสริมแรงใจ (Motivation) กล่าวคือ แรงจูงใจเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถผลักดันให้ผู้ป่วยกระทำพฤติกรรมต่าง ๆ ได้ และส่วนสำคัญสุดท้าย คือ การพัฒนาทักษะ (Behavioral Skills) กล่าวคือ การที่ผู้ป่วยจะสามารถปฏิบัติพฤติกรรมใดได้นั้น จำเป็นต้องมีทักษะเกี่ยวกับพฤติกรรมนั้น ๆ ก่อน [16] รวมด้วยคุณสมบัติที่ควรมาจากงานวิจัยที่ได้ทำการทบทวนมาแล้ว เป้าหมายคือการนำเสนอความต้องการและโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบเตือนรับประทานยา และได้มีการนำระบบ ดิจิเม็ด ไปทดลองใช้จริงกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองจากศูนย์หลอดเลือดสมองโรงพยาบาลศิริราช และได้สรุปผลเพื่อการพัฒนาต่อไป

2. วิธีการวิจัยและดำเนินการ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบแจ้งเตือนรับประทานยาที่ใกล้เคียงกัน พร้อมทั้งศึกษาการวัดประสิทธิภาพการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นทั้งด้าน ความถูกต้องของระบบ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานจริงด้วยแนวทางการออกแบบคุณสมบัติตามกรอบแนวคิดการให้ข้อมูล เสริมแรงใจและพัฒนาทักษะเพื่อนำไปสู่การปรับพฤติกรรม (IMB Model) พัฒนาโดย Fisher & Fisher [15] และจากการศึกษาข้างต้น ทำให้ได้ข้อคิดและข้อมูลที่เป็นประโยชน์อย่างมาก ในการเลือกคุณสมบัติที่เหมาะสมกับให้กับระบบต้นแบบ โดยข้อมูลคุณสมบัติต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมจากงานวิจัยข้างต้น เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลดังตารางที่ 1 โดยแสดงข้อมูลเปรียบเทียบของงานวิจัยที่ผ่านมาและระบบใหม่ที่กำลังพัฒนา ซึ่งได้แสดงการจำแนกคุณสมบัติต่าง ๆ จากงานวิจัยที่ผ่านมาทั้ง 5 ฉบับ ดังจะปรากฏในหัวข้อ (A-E) และ (F) ได้แก่

A : Don't Forget Your Pill! [10]

B : A Pilot Study [17]

C : Safer Virtual Pillbox [11]

D : UbiMeds [12]

E : Using Mobile Phones to improve Medication Compliance and Awareness for Cardiac Patients [18]

F : ระบบ ดิจิเม็ด

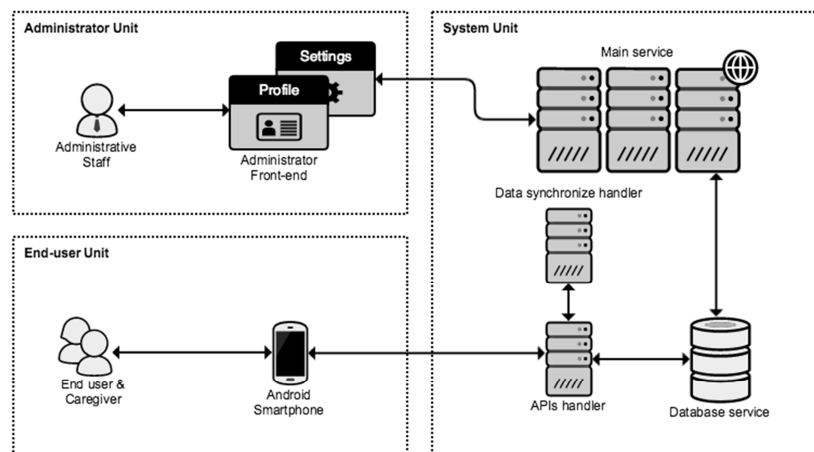
จากการเปรียบเทียบคุณสมบัติข้างต้นจะเห็นได้ว่า คุณสมบัติที่นำเสนอในงานวิจัยนี้มีการนำ เอากรอบแนวคิด IMB Model [15] มาใช้ในการกำหนดคุณสมบัติของระบบอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่น ๆ ซึ่งหากสังเกต จากงานวิจัยอื่นจะเห็นได้ชัดว่า หลายงานยังขาดคุณสมบัติที่จำเป็น อย่างเช่น งานวิจัย Don't Forget Your Pill! [10] ไม่มีคุณสมบัติส่วนของ การให้ข้อมูล และ การเสริมแรงใจเลย หรือแม้แต่งานวิจัยที่ชื่อ A Pilot Study [17] ก็ไม่มีคุณสมบัติ การให้ข้อมูล เช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของผู้วิจัยจะเห็นได้ว่ามีคุณสมบัติครบถ้วนตามกรอบแนวคิด IMB Model [15]

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบคุณสมบัติในระบบเตือนรับประทานยาจากงานวิจัยอื่นและระบบที่นำเสนอตามกรอบแนวคิดการให้ข้อมูล เสริมแรงจูงใจและพัฒนาทักษะเพื่อนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (IMB Model) [15]

คุณสมบัติที่มีในระบบ	A	B	C	D	E	F
การให้ข้อมูล (Information)						
ข้อมูลรายการยา			✓	✓	✓	✓
ข้อมูลรูปภาพบรรจุภัณฑ์ ภาพเม็ดยา			✓	✓	✓	✓
ปุ่มฟังคำอธิบายข้อมูลด้วยเสียง				✓		
ข้อมูลรายการใบสั่งยา						✓
แจ้งผลข้างเคียงจากการรับประทานยา			✓		✓	✓
การเสริมแรงจูงใจ (Motivation)						
รายงานเพื่อจูงใจให้เกิดความร่วมมือในการรับประทานยาทุกสัปดาห์						✓
การใช้เสียงของแพทย์ที่รักษาแจ้งเตือน		✓				
รายงานสถิติการรับประทานยา			✓	✓	✓	✓
การพัฒนาทักษะ (Behavioral skills)						
แจ้งเตือนการรับประทานยา	✓	✓	✓	✓	✓	✓
แจ้งเตือนด้วยกิจวัตรประจำวัน	✓					✓
เลื่อนเวลารับประทานยาและการเตือนซ้ำ	✓		✓	✓	✓	✓
กำหนดเวลาการเตือนด้วยตัวเอง	✓		✓	✓	✓	✓
อื่น ๆ						
ข้อมูลประวัติของผู้ป่วย		✓	✓	✓	✓	✓
แจ้งเตือนไปยังบุคคลอื่น			✓		✓	
แจ้งเตือนการนัดหมายพบแพทย์						✓
แจ้งเตือนเมื่อยาใกล้หมด	✓					
ใช้ระบบเสียงผ่านโทรศัพท์พื้นฐานในการแจ้งเตือน		✓				

2.1 นำเสนอการออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบแบบระบบ ดิจิทัล และทำการแบ่งการพัฒนาออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ End-user Unit, Administrator Unit และ System Unit โดยสามารถอธิบายได้ด้วย สถาปัตยกรรมโครงสร้างพื้นฐาน ดังรูปที่



รูปที่ 1 สถาปัตยกรรมโครงสร้างพื้นฐานของต้นแบบระบบ คีชีเม็ด

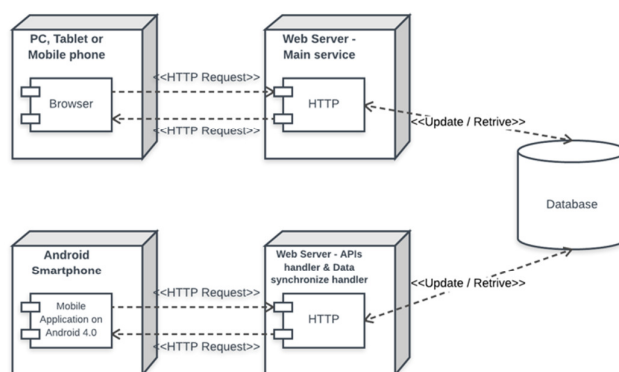
End-user Unit : เป็นส่วนของผู้ป่วยที่ใช้งานระบบ คีชีเม็ด ในรับข้อมูลการแจ้งเตือนการรับประทานยา ข้อมูลยาโรคที่รับประทานในรายละเอียด ข้อมูลการนัดหมายเข้าพบแพทย์ ข้อมูลการรับประทานยาประจำวัน สัปดาห์ เดือน รวมถึงการรับและส่งข้อมูลการรับประทานยาไปยังส่วน System Unit เพื่อทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลต่อไป

Administrator Unit : เป็นส่วนของเจ้าหน้าที่และพยาบาลใช้งานระบบคีชีเม็ด ในการบันทึกข้อมูลที่จำเป็นของผู้ป่วยที่ต้องการใช้ระบบคีชีเม็ด เช่น ข้อมูลพื้นฐานอาการ ข้อมูลยาโรค ข้อมูลตารางเวลาในการรับประทานยาแต่ละชนิด ข้อมูลการรับประทานยารายวัน ข้อมูลการนัดหมายเพื่อเข้าพบแพทย์ รวมถึงข้อมูลจำเป็นเกี่ยวกับการตั้งค่าต่าง ๆ ของระบบคีชีเม็ด เพื่อทำการเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลและเป็นแหล่งข้อมูลที่ End-user Unit ต้องนำไปใช้ต่อไป

System Unit : เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการข้อมูลต่าง ๆ และในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ เว็บเซิร์ฟเวอร์ และฐานข้อมูล โดยที่ส่วน Main service ให้บริการด้านข้อมูลเว็บแอปพลิเคชันให้กับ Administrator Unit และส่งผ่านข้อมูลไปยังฐานข้อมูล ส่วนของ APIs handler จะให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลโมไบล์แอปพลิเคชันกับ End-user Unit และส่งผ่านข้อมูลไปยังฐานข้อมูล และส่วนสำคัญอีกส่วนคือ Data synchronize handler มีหน้าที่เปรียบเทียบและจัดการข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลฝั่ง End-user Unit และ System Unit ให้มีข้อมูลอัปเดตเท่ากัน เช่นในกรณีที่ฝั่ง End-user Unit ทำงานแบบออฟไลน์ และกลับมาทำงานแบบออนไลน์อีกครั้ง ส่วนนี้จะทำหน้าที่จัดการข้อมูลให้เป็นข้อมูลล่าสุดและเท่ากันทั้งสองฝั่ง

ผู้วิจัยได้ออกแบบส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ ระบบคีชีเม็ด โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน โดยที่ส่วนแรกเป็นเว็บแอปพลิเคชัน (Web Application) ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับทางฝั่งผู้ดูแลระบบและเจ้าหน้าที่พยาบาลเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์ในการแสดงผลข้อมูลจากเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยจะเรียกใช้งานผ่านเครือข่ายแบบ HTTP

(Hyper-text Transfer Protocol) ส่วนที่สองเป็น APIs ทำหน้าที่เป็นผู้ให้บริการหลัก หรือ Service กลางในการทำงานของ APIs ทั้งในรูปแบบของ Web Service ซึ่งจะเรียกใช้งานผ่าน HTTP ในลักษณะของ REST Web Service และดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยตรงได้อีกด้วย ทำให้ง่ายต่อการทำงานร่วมกันระหว่างโมไบล์แอปพลิเคชันและฐานข้อมูล และส่วนที่สำคัญสุดท้ายคือ โมไบล์แอปพลิเคชัน จะทำหน้าที่เกี่ยวกับการให้บริการข้อมูล และการแจ้งเตือนต่าง ๆ ผ่านแอนดรอยด์สมาร์ตโฟนของผู้ใช้งาน ส่วนนี้จะถูกนำไปติดตั้ง (Deploy) ไว้ที่แอนดรอยด์สมาร์ตโฟนของผู้ใช้งาน และต้องเป็นระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชัน 4.0 ขึ้นไปเท่านั้น โดยสามารถอธิบายได้ด้วย สถาปัตยกรรมส่วนประกอบซอฟต์แวร์ ดังรูปที่ 2

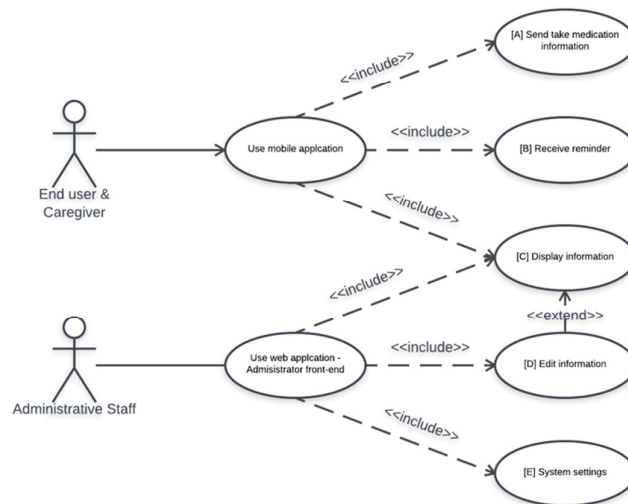


รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมส่วนประกอบซอฟต์แวร์ของต้นแบบระบบดิจิทัล

2.2 นำเสนอการออกแบบยูสเคสไคอะแกรมของระบบ

รูปที่ 3 แสดงปฏิสัมพันธ์ต่อกันระหว่างยูสเคสและแอกเตอร์ เพื่อจะเข้าใจถึงกระบวนการทำงานภายในระบบ โดยจะแสดงภาพรวมของการใช้งานระบบอย่างคร่าว ๆ

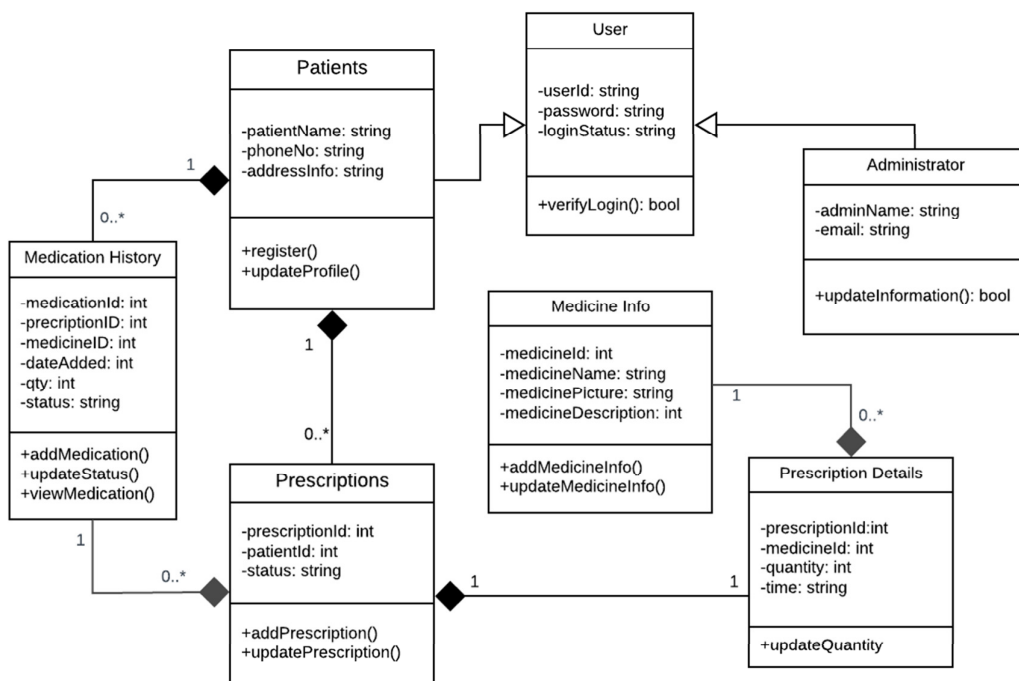
- A. ผู้ป่วยที่ใช้งานระบบ (End user/Caregiver) รับประทานยาและทำการบันทึกข้อมูลการรับประทานยาผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน และส่งข้อมูลเข้าส่วนกลางระบบ
- B. ผู้ป่วยที่ใช้งานระบบ (End user/Caregiver) ได้รับการแจ้งเตือนการรับประทานยาผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน โดยข้อมูลยาและตารางรับประทานยา ได้รับข้อมูลมาจากส่วนกลางของระบบ
- C. สามารถดูข้อมูลต่าง ๆ เช่น กล้องยา ข้อมูลยา รายงาน นัดหมาย และข้อมูลระบบ โดยที่ผู้ป่วยที่ใช้งานระบบ (End user/Caregiver) ดูข้อมูลผ่านโมไบล์แอปพลิเคชัน และเจ้าหน้าที่ใช้งานระบบ (Administrative Staff) ดูข้อมูลผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน
- D. เจ้าหน้าที่ใช้งานระบบ (Administrative Staff) สามารถจัดการข้อมูลทั้งหมดเช่น ข้อมูลผู้ป่วย ยารักษา ใบสั่งยา นัดหมายแพทย์ และผู้ใช้งานระบบ ผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน
- E. เจ้าหน้าที่ใช้งานระบบ (Administrative Staff) สามารถจัดการข้อมูลระบบ เช่น การกำหนดสิทธิ์ ปรับแต่งค่าต่าง ๆ ที่จำเป็น ผ่านทางเว็บแอปพลิเคชัน



รูปที่ 3 ยูสเคสไดอะแกรมแสดงปฏิสัมพันธ์ต่อกันระหว่าง End user และ Administrative staff

2.3 นำเสนอการออกแบบแบบคลาสไดอะแกรมของระบบ

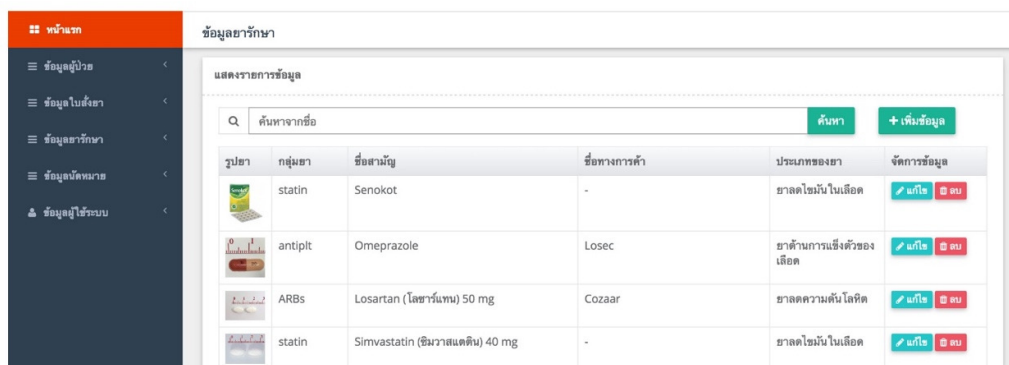
รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของระบบในรูปแบบคลาสที่เชื่อมต่อ รวมถึงกระบวนการทำงานทั้งหมดของแต่ละคลาส เพื่อจะเข้าใจถึงการออกแบบโครงสร้างข้อมูล และความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลทั้งหมดในระบบ โดยจะแสดงภาพรวมของการข้อมูลระบบอย่างครบถ้วน



รูปที่ 4 คลาสไดอะแกรมของระบบ ดิจีเม็ค

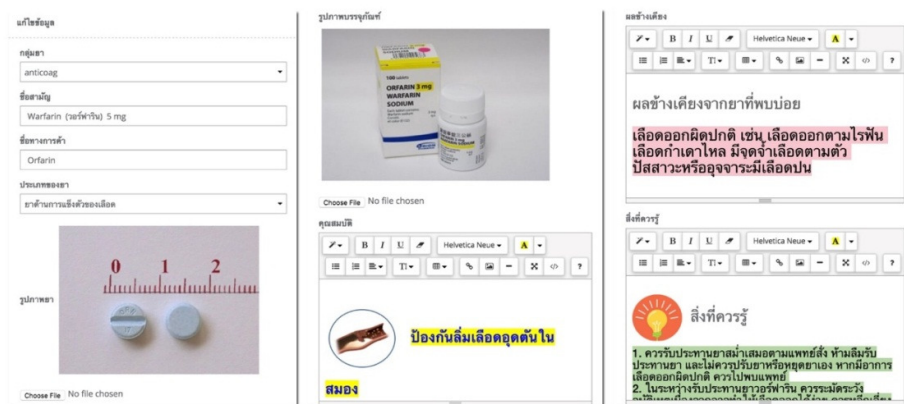
2.4 นำเสนอการออกแบบ User Interface ของระบบในส่วนเว็บแอปพลิเคชัน

การใช้งานส่วนนี้ต้องเปิดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยต้องพิสูจน์ตัวตน (Login) สำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานระบบ หลังจากผ่านขั้นตอนดังกล่าวจะพบหน้าหลักที่ประกอบไปด้วย ส่วนของเมนูหลักด้านซ้ายมือที่จะสามารถนำไปสู่ทุกหน้า ซึ่งส่วนนี้จะมีเมนูหลักที่เหมือนกันทุกหน้า โดยผู้วิจัยได้นำเสนอบางส่วนของระบบดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ระบบแสดงหน้ารายการข้อมูลการรักษาโรคที่มีในฐานข้อมูลระบบดิจิทัล

เมื่อผู้ใช้งานระบบทำการคลิกที่ “ข้อมูลการรักษา” แล้วนั้น ระบบจะทำการแสดงผลข้อมูลหน้ารายการการรักษา ในส่วนนี้ผู้ใช้ระบบสามารถทำการเพิ่มข้อมูลการรักษาใหม่ได้ และจัดการข้อมูลยาทั้งหมดที่อยู่ในระบบได้ตามรูปที่ 5 และ 6 ตามลำดับ

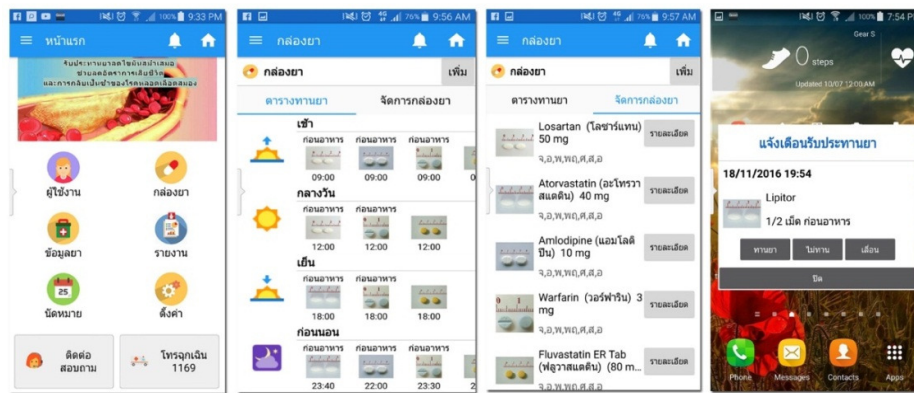


รูปที่ 6 ระบบแสดงรายละเอียดการจัดการและแก้ไขข้อมูลการรักษาในระบบดิจิทัล

2.5 นำเสนอการออกแบบ User Interface ของระบบในส่วนโมบายล์แอปพลิเคชัน

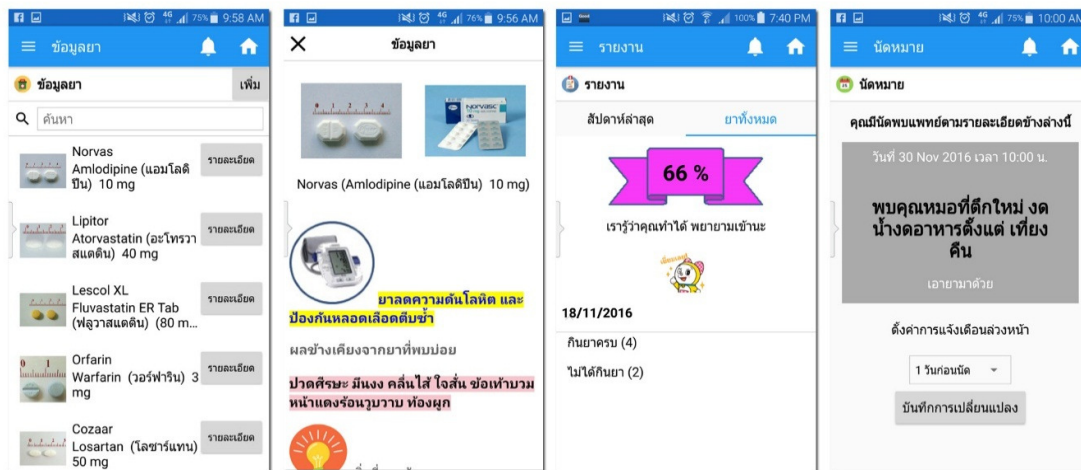
การใช้งานในส่วนนี้ต้องใช้งานบนแอนดรอยด์ สมาร์ทโฟนของผู้ใช้งาน ผ่านโมบายล์แอปพลิเคชันของระบบดิจิทัล ที่ติดตั้งไว้แล้ว โดยหลังจากติดตั้งและผูกรหัสผู้ใช้งานกับโมบายล์แอปพลิเคชันแล้ว จะจะสามารถเข้าสู่หน้าหลักที่มีเมนูไปยังส่วนต่างของแอปพลิเคชันได้ ประกอบด้วย หน้า กล้องยา ข้อมูลยา รายงาน นัดหมาย

และตั้งค่า ส่วนแสดงรายละเอียดคล่องยา ตารางทานยา รวมไปถึงหน้าต่างการแจ้งเตือนเมื่อถึงเวลาที่ผู้ใช้งานจะต้องรับประทานยา โดยผู้วิจัยได้นำเสนอบางส่วนของระบบดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ระบบแสดงหน้าแรก, ตารางทานยา, จัดการคล่องยา และ แจ้งเตือนรับประทานยา

สำหรับการแสดงข้อมูลยาที่ผู้ใช้งานต้องรับประทาน รวมถึงรายละเอียดต่างๆ ของยา เช่น ชื่อยา ขนาด รูปเม็ดยา รูปกล่องยา คุณสมบัติ ผลข้างเคียง แสดงข้อมูลรายงานที่สามารถดูข้อมูลของการรับประทานยาในแต่ละวัน แต่ละสัปดาห์ แสดงข้อมูลการนัดหมายกับแพทย์ประจำตัวที่โรงพยาบาล ดังรูปที่ 8



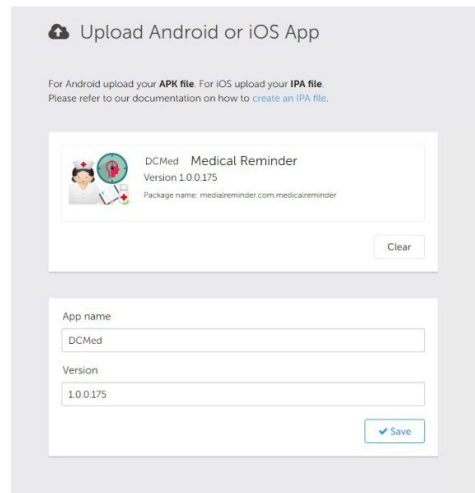
รูปที่ 8 ระบบแสดงรายการยา, ข้อมูลรายละเอียดยา, รายงานการรับประทานยา และแจ้งเตือนการนัดหมาย

3. ผลการศึกษา

งานวิจัยชิ้นนี้แบ่งการวัดผลออกเป็นสามส่วนคือ ส่วนแรกด้านประสิทธิภาพ ความเสถียรของการทำงานบนแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน ส่วนที่สองระดับความพึงพอใจเฉลี่ยด้านการให้ข้อมูล การเสริมแรงจิตใจ และการพัฒนาทักษะ และส่วนสุดท้าย วัดผลของการประเมินความร่วมมือในการรับประทานยา ซึ่งจะได้กล่าวถึงในตอนสรุปผล

3.1 ประสิทธิภาพและความเสถียรของแอนดรอยด์แอปพลิเคชันในระบบดีซีเม็ด

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและศึกษาแอนดรอยด์แอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรมประยุกต์สำหรับนักพัฒนาระบบ “Android Studio” ผู้วิจัยยังได้มีการทดสอบความเสถียรของการทำงานและประสิทธิภาพของระบบผ่านเครื่องมือ Test Object ดังรูปที่ 9 ซึ่งสามารถทดสอบได้ตามผลการทดสอบในตารางที่ 2

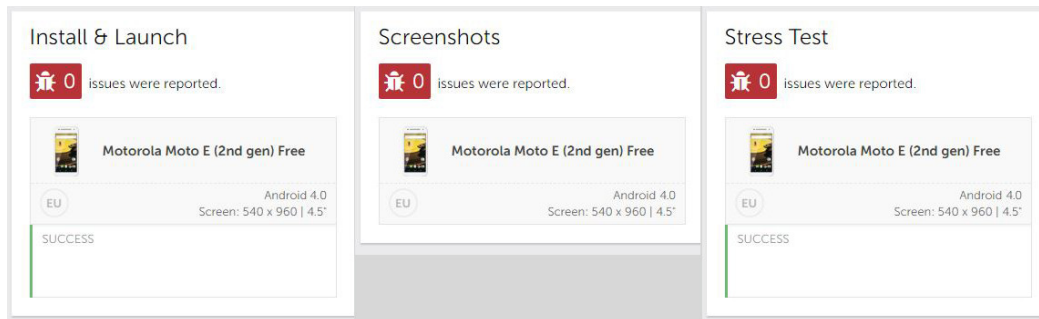


รูปที่ 9 หน้าจอแสดงแอปพลิเคชันระบบดีซีเม็ด บนเครื่องมือ Test Object

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบความเสถียรและประสิทธิภาพของระบบผ่านเครื่องมือ Test Object

รายการทดสอบ	Passed	errors
Install & Lunch	56	0
Screenshots	22	0
Stress Test	30	0

จากผลการทดสอบเบื้องต้นนั้นจะเห็นได้ว่า แอนดรอยด์แอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาและศึกษา มีความเสถียรและประสิทธิภาพของระดับอยู่ในระดับที่ดีมาก ผลการทดสอบพบว่า การทดสอบในรูปแบบ Install & Lunch, Screenshots, Stress Test ไม่พบค่า Errors ของระบบ หรือมีค่า Errors ของระบบเท่ากับ 0 ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 หน้าจอแสดงรายการยา, ข้อมูลรายละเอียดยา, รายงานการรับประทานยา และแจ้งเตือนการนัดหมาย

3.2 ระดับความพึงพอใจเฉลี่ยด้านการให้ข้อมูล การเสริมแรงจิตใจ และการพัฒนาทักษะ ในการใช้แอนดรอยด์แอปพลิเคชันในระบบดิจิทัล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูล ที่หน่วยตรวจอายุรศาสตร์ แผนกผู้ป่วยนอก ชั้น 2 และหน่วยตรวจ Percutaneous Coronary Intervention clinic ที่ตึกศูนย์โรคหัวใจสมเด็จพระบรมราชินีนาถ โรงพยาบาลศิริราช โดยได้ให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 56 คน จากผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองและหลอดเลือดหัวใจ ได้ทดลองใช้แอปพลิเคชัน และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจกับแอนดรอยด์แอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยแบบสอบถามพัฒนาขึ้นจาก กรอบแนวคิด IMB Model [15] จำนวนทั้งสิ้น 18 ข้อ แบ่งออกเป็น การให้ข้อมูล 7 ข้อ เสริมแรงจิตใจ 8 ข้อ การพัฒนาทักษะ 5 ข้อ และใช้คำถามแบบ Rating Scale คือ เริ่มจาก น้อยที่สุด จนถึง มากที่สุด (1 ถึง 5) จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลการศึกษาพบว่า ระดับความพึงพอใจในการใช้แอนดรอยด์แอปพลิเคชันในระบบดิจิทัล มีระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ± 0.31 คะแนน เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ด้านการให้ข้อมูลมีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมมากที่สุดเท่ากับ 4.46 ± 0.38 คะแนน ด้านการเสริมแรงจิตใจมีคะแนนเฉลี่ยโดยรวมน้อยที่สุดเท่ากับ 4.30 ± 0.35 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สถิติเชิงพรรณนาของระดับความพึงพอใจในการใช้แอนดรอยด์แอปพลิเคชันในระบบดิจิทัล จำแนกตามประเด็น

ประเด็นการทดสอบ	mean $\pm$ SD
การให้ข้อมูล	4.46 $\pm$ 0.38
การเสริมแรงจิตใจ	4.30 $\pm$ 0.35
การพัฒนาทักษะ	4.59 $\pm$ 0.33
รวม	4.47 $\pm$ 0.31

จากผลการทดลองจะสรุปได้ว่า แอนดรอยด์แอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและพัฒนาตรงตามกรอบแนวคิดการให้ข้อมูล เสริมแรงใจและพัฒนาทักษะเพื่อนำไปสู่การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (IMB Model) [15] ในระดับที่ดี เมื่อพิจารณาจากผลของคะแนนเฉลี่ยในแต่ละส่วนที่มีค่ามากกว่า 4 ดังแสดงในตารางที่ 3 จึงถือว่าตอบสนองต่อความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานที่เป็นกลุ่มทดลองได้เป็นอย่างดี และน่าจะช่วยให้กลุ่มผู้ใช้งานดังกล่าวหันมาใส่ใจการรับประทานยา และได้รับความรู้ในการรับประทานยามากยิ่งขึ้น

4. สรุป

ผู้วิจัยสามารถสรุปจากผลการวิเคราะห์สมมติฐานทั้งทางด้านประสิทธิภาพ ความเสถียรของแอนดรอยด์แอปพลิเคชันในระบบดีซีเม็ด และระดับความพึงพอใจเฉลี่ยด้านการให้ข้อมูล การเสริมแรงใจ และการพัฒนาทักษะ ในการใช้แอนดรอยด์แอปพลิเคชันในระบบดีซีเม็ด ของผู้ใช้งาน ร่วมกับผลของการประเมินความร่วมมือในการรับประทานยา จาก 2 งานวิจัยที่นำระบบต้นแบบ (ดีซีเม็ด) ของผู้วิจัยไปใช้ในงานวิจัย โดยงานแรก ซึ่งผลของการทดลองระบุว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนความร่วมมือในการรับประทานยาก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน ($p > .05$) และภายหลังการทดลองคะแนนความร่วมมือในการรับประทานยาของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่ได้รับโมไบล์แอปพลิเคชันมากกว่ากลุ่มที่ควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .05$) และพบว่าผู้ป่วยในกลุ่มทดลองมีความร่วมมือในการรับประทานยาเพิ่มขึ้นร้อยละ 42.86 [19] ในขณะเดียวกันงานวิจัยที่สอง ได้ผลจากการทดลองระบุว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยความร่วมมือในการรับประทานยาก่อนการทดลองเท่ากับ 22.50 (S.D. = 1.77) ภายหลังการทดลองค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 24.89 (S.D. = 0.42) โดยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) และแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) [20] ทั้งนี้อาจเป็นเพราะโมไบล์แอปพลิเคชันช่วยส่งเสริมความร่วมมือในการรับประทานยาให้กับผู้ป่วยจากทั้งสองงานวิจัยที่กล่าวมา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Safer Virtual Pillbox [11] ที่ได้ทำการศึกษาและนำเสนอการออกแบบระบบช่วยเหลือการรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอในผู้ป่วยสูงอายุ” ผลการศึกษาพบว่า การออกแบบระบบช่วยเหลือการรับประทานยาอย่างสม่ำเสมอในผู้ป่วยสูงอายุที่เป็นกลุ่มทดลอง ทำให้ผู้ป่วยสูงอายุมิวนัยในการรับประทานยาได้ดีมากขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ A Pilot Study [17] ที่ได้ทำการศึกษาและออกแบบระบบแจ้งเตือนรับประทานธาตุเหล็กในสตรีตั้งครรภ์ของประเทศอินเดีย โดยสุ่มเลือกกลุ่มทดลองจำนวน 130 คน ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวทำให้เกิดแนวคิดในการใช้เสียงของแพทย์ที่รักษายันตึกเสียงเพื่อใช้ในการแจ้งเตือนในการรับประทานยาเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือและทำให้กลุ่มทดลองมีความอยากให้ความร่วมมือในการรับประทานธาตุเหล็กมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 [17]

จากการศึกษาและพัฒนาระบบดีซีเม็ด ยังพบอีกว่า แอนดรอยด์แอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยได้พัฒนานั้นสามารถนำไปใช้ร่วมกับผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจได้อีกด้วย ซึ่งสามารถทำให้ผู้ป่วยในกลุ่มโรคดังกล่าวรับประทานได้อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอมากขึ้น และถ้ามาพิจารณาเรื่องของคุณสมบัติของแอปพลิเคชันจากกรอบแนวคิดที่นำมาใช้ (IMB Model) [15] ยังคงมีคุณสมบัติเรื่อง การเสริมแรงใจ มีความพึงพอใจน้อยที่สุด เมื่อลอง

เปรียบเทียบกันจากทั้ง 3 ข้อ (การให้ข้อมูล เสริมแรงใจ และพัฒนาทักษะ) ในการพัฒนาต่อไปอาจจะต้องให้ความสำคัญกับการออกแบบคุณสมบัติในส่วน การเสริมแรงใจ ให้มากยิ่งขึ้น อย่างเช่น การใช้เสียงของแพทย์ที่ดูแลผู้ป่วย ในการแจ้งเตือนการรับประทานยา หรือเตือนการนัดหมายก็ตาม ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัยของ A Pilot Study [17] ที่ได้ทำการศึกษาและออกแบบระบบแจ้งเตือนรับประทานยาหลักในสตรีตั้งครรภ์ของประเทศอินเดีย ก็ใช้เสียงของแพทย์ที่ดูแลผู้ป่วยเช่นกัน หรือแม้แต่คุณสมบัติที่ควรจะมีเพิ่มเติมอย่างเช่น การแจ้งเตือนจำนวนยาหมด ก็เป็นอีกคุณสมบัติที่น่าจะเพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งจะสอดคล้องกับงานวิจัย Don't Forget Your Pill! [10] แต่เนื่องด้วยระยะเวลาในการทำงานวิจัยนี้มีเวลาจำกัด และทดลองกับผู้ป่วยในระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น ผู้วิจัยจึงไม่ได้เพิ่มคุณสมบัตินี้เข้ามาในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] สุภวรรณ มโนสุนทร, รายงานพยากรณ์โรคหลอดเลือดสมอง, สำนักงานโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2559.
- [2] A.G. Thrift, D.A. Cadilhac, T. Thayabaranathan, G. Howard, V.J. Howard, P.M. Rothwell, et al., "Global stroke statistics," Int J Stroke, Vol. 9, No. 1, pp. 6-18.
- [3] นิพนธ์ พงวารินทร์ (บรรณาธิการ), โรคหลอดเลือดสมอง, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์, 2544.
- [4] สถาบันประสาทวิทยา กระทรวงสาธารณสุข, รายงานการศึกษาเพื่อพัฒนาระบบทางการแพทย์ระดับตติยภูมิ และสูงกว่าด้านโรคหลอดเลือดสมอง: สำนักงานกิจการ โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2552 (in Thai).
- [5] C.D. Bushnell, D.M. Olson, X. Zhao, W. Pan, L.O. Zimmer, L.B. Goldstein, "Secondary preventive medication persistence and adherence 1 year after stroke," Neurology, Vol. 77, No. 12, 2011, pp. 1182-90.
- [6] S. Sadoyoo, N. Jirapreeya, C. Treesak, P. Sangjam, "Leftover medications in patients with chronic diseases from home health care visits: a community study in Bangkok," Dialogue on Pharmacy and Health Care Practice, Vol. 1, No. 1, 2014, pp. 1-7.
- [7] Kantar Worldpanel ComTech, Smartphone OS sales market share, Available: <https://www.kantarworldpanel.com/global/smartphone-os-market-share/>.
- [8] K.R. Jones, N. Lekhak, N. Kaewluang, "Using Mobile Phones and Short Message Service to Deliver Self-Management Interventions for Chronic Conditions: A Meta-Review," Worldviews on Evidence-Based Nursing, Vol.11, No. 2, 2014, pp. 81-88.
- [9] S. Patel, L. Jacobus-Kantor, L. Marshall, C. Ritchie, M. Kaplinski, P.S. Khurana, et al., "Mobilizing Your Medications: An Automated Medication Reminder Application for Mobile Phones and Hypertension

- Medication Adherence in a High-Risk Urban Population,” *The Journal of Diabetes Science and Technology (JDST)*, Vol. 7, No. 3, 2013, pp. 630-639.
- [10] K. Stawarz, L.C. Anna, A. Blandford, “Don’t Forget Your Pill! Designing Effective Medication Reminder Apps That Support User’s Daily Routines,” *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI)*, April 26 - May 01, Toronto, Ontario, Canada, 2014, pp. 2269-2278.
- [11] F. Botella, F. Borrás, J.J. Mira, “Safer Virtual Pillbox: Assuring Medication Adherence to Elderly Patients,” *ACM MobiHoc workshop on Pervasive wireless healthcare (MobileHealth) 3rd*, July 29 – 29, Bangalore, India, 2013, pp. 37-42.
- [12] J.M. Silva, A. Mouttham, E.A. Saddik, “UbiMeds: A Mobile Application to Improve Accessibility and Support Medication Adherence,” *ACM SIGMM international workshop on Media studies and implementations that help improving access to disabled users (MSIADU) 1st*, October 23 – 23, Beijing, China, 2009, pp. 71-78.
- [13] F. Zarani, M.A. Besharat, G. Sarami, S. Sadeghian, “An Information-Motivation-Behavioral Skills (IMB) Model-Based Intervention for CABG Patients,” *International Journal of Behavioral Medicine*, Vol.19, No. 4, 2012, pp. 543–549.
- [14] J. Gao, J. Wang, Y. Zhu, J. Yu, “Validation of an information-motivation-behavioral skills model of self-care among Chinese adults with type 2 diabetes,” *BMC Public Health*, Vol.13, 2013, pp. 100.
- [15] J.D. Fischer, A.W. Fisher, “Changing AIDS risk behavior,” *Psychological Bulletin*, Vol.111, No. 3, 1992, pp. 455-474.
- [16] J.D. Fisher, W.A. Fisher, K.R. Amico, J.J. Harman, “An information-motivation-behavioral skills model of adherence to antiretroviral therapy,” *Health Psychology*, Vol.25, No. 4, 2006, pp. 462-473.
- [17] N. Pai, P. Supe, S. Kore, Y.S. Nandanwar, A. Hegde, E. Cutrell, W. Thies, “Using Automated Voice Calls to Improve Adherence to Iron Supplements during Pregnancy: A Pilot Study,” *International Conference on Information and Communication Technologies and Development (ICTD) 6th*, December 07 – 10, Cape Town, South Africa, Vol.1, 2013, pp. 153-163.
- [18] I. Qudah, P. Leijdekkers, V. Gay, “Using mobile phones to improve medication compliance and awareness for cardiac patients,” *3rd International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, June 23 – 25, Samos, Greece, 2010, pp. 36.
- [19] S. Nakhornriab, “The Effectiveness of Mobile Phone Application on Medication Adherence in Patients with Stroke,” *Master’s thesis (Nursing Science – Adult Nursing)*, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, 2017.

- [20] S. Seesanea, "The Effectiveness of Mobile Application on Medication Adherence in Patients with Acute Coronary Syndrome after Hospitalization," Master's thesis (Nursing Science – Adult Nursing), Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, 2017.