Journal of Information and Learning, (2022), 33(3), 46-59
Journal homepage: https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil

Research Article

The Development of a Mobile Application on Functions via Android Operating System for Grade 11 Students
การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Kasithorn Kwanlamul*, Yanin Kongthip, and Sukanya Hajisalah
กษิตธร ขวัญละมูล*, ญานิน กองทิพย์, และ สุกัญญา หะยีสาและ
Department of Mathematics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
*Corresponding author: kasithorn.kwanlamul@g.swu.ac.th

Received April 18, 2022 ■ Revised June 24, 2022 ■ Accepted July 26, 2022 ■ Published December 20, 2022

Abstract
The purposes of this research were 1) to develop a mobile application via Android operating system that enhances the mathematical problem-solving ability on Functions for grade 11 students in accordance with the criteria 70/70, and 2) to examine students' satisfaction towards using the developed mobile application. The sample group was grade 11 students who had learned about Functions at Roong Aroon School and had a score less than 60%. The research instruments consisted of tools for enhancing the mathematical problem-solving ability, tools for measuring and evaluating the mathematical problem-solving ability, and tools for measuring students' satisfaction towards using the mobile application via Android operating system. The results of this research showed that 1) the efficiency of the mobile application was 78.04/73.98, which was higher than the criteria, and that 2) the average satisfaction towards the mobile application was at very satisfied level ($\overline{X}$=3.96, S.D.=0.68). The proposed application that a researcher developed would be an alternative way that can be used to develop students' mathematical problem-solving skills in conjunction with the teaching of the mathematics subject on Functions.

Keywords: Mobile application, Android operating system, Mathematical problem solving, Functions

บทคัดย่อ
การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 และ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมีกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับโรงเรียนรุ่งอรุณ และมีผลคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) เครื่องมือสำหรับเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) เครื่องมือสำหรับวัดผลและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 3) เครื่องมือสำหรับวัดความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผลการวิจัย พบว่า 1) แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.04/73.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ 2) ความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.68 อยู่ในเกณฑ์พึงพอใจมาก ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าว พบว่า แอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นจะเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยสามารถนำไปใช้ร่วมกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันได้

คำสำคัญ: แอปพลิเคชันบนมือถือ, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, ฟังก์ชัน

บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันคนส่วนใหญ่ “ตระหนก” เมื่อเผชิญกับปัญหาและพยายามคิดจนเกิดความเครียด ท้ายที่สุดเป้าหมายที่ตั้งไว้กลับพังทลายลง แต่ถ้าลองพิจารณาว่า “ปัญหาเป็นเพียงแค่แบบทดสอบที่ยังไม่สามารถค้นหาคำตอบได้” และพยายาม “ตระหนัก” พร้อมใช้สติปัญญามาช่วยก็อาจพบคำตอบของปัญหา บางปัญหาอาจมีความยุ่งยากซับซ้อนจึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ทักษะและกระบวนการเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2012, p. 6) เช่นเดียวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยสภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Council of Teachers of Mathematics หรือ NTCM) ได้กล่าวไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 เกี่ยวกับ “การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน (Problem solving in school mathematics)” ซึ่ง Krulik and Reys (1980) ได้กล่าวว่า “การแก้ปัญหาต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” นอกจากนี้ Samnakngān khana kammakān kānsưksā hæ̨ng chāt (2019) ได้ออกพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553 และฉบับที่ 4 พ.ศ. 2562 ซึ่งให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกทักษะ กระบวนการคิด และการประยุกต์ความรู้เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาโดยกำหนดไว้ในมาตรา 24 หมวดที่ 4 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ รวมถึง Samnakngān khana kammakān kānsưksā naphư̄n thān (2017, pp. 8-11) ได้ทำการออกแบบมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เพื่อให้สอดคล้องและบรรลุตามเป้าหมายของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยกำหนดให้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มีอยู่ในทุกสาระการเรียนรู้ที่นักเรียนทุกคนควรเรียนรู้

การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical problem solving) เป็นหนึ่งในทักษะทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนควรเรียนรู้ ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน สำหรับกระบวนการแก้ปัญหาที่ได้รับการยอมรับ และนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the problem) ขั้นวางแผนแก้ปัญหา (Devising a plan) ขั้นดำเนินการตามแผน (Carrying out the plan) และขั้นตรวจสอบผล (Looking back) (Polya, 1957, pp. 16-17) ซึ่งกระบวนการนี้ได้ถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ผลที่ได้รับคือ นักเรียนมีผลการเรียนดีขึ้น (Chaiyaprom et al., 2019, pp. 69-78) รู้จักคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และพิจารณาเหตุผลประกอบ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหา (Pejchang & Suksern, 2015, pp. 531-540) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานของ Hensberry and Jacobbe (2012, pp. 71-80) ที่นักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดได้อย่างเป็นขั้นตอนและอธิบายถึงการได้มาซึ่งคำตอบของปัญหาชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตามยังคงมีนักเรียนอีกหลายคนที่ไม่สามารถประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่าสาเหตุที่ทำให้นักเรียนไม่ประสบผลสำเร็จดังกล่าว ไม่ได้อยู่ที่กระบวนการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน แต่อยู่ที่ความรู้พื้นฐานของนักเรียนที่ขาดความแม่นยำและไม่เพียงพอที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Sukoriyanto et al., 2016, pp. 11-16) ซึ่งสอดคล้องกับ Yayuk and Hussamah (2020, pp. 361-378) ที่กล่าวว่า ความรู้พื้นฐานที่คล่องแคล่วและแม่นยำเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างมากในการนำมาใช้ต่อยอดในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพการเรียนการสอนในชั้นเรียนและสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนสำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาได้อย่างแตกฉาน ไม่รู้ว่าอะไรคือสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการถามหรืออะไรคือประเด็นหลักของสถานการณ์ปัญหาในข้อนั้น จึงส่งผลต่อการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งนักเรียนบางคนยึดติดกับวิธีการใดวิธีการหนึ่งจนไม่สามารถประยุกต์หรือเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาหรือความเข้าใจคณิตศาสตร์ได้ โดยเฉพาะหากเรียนรู้การแก้สถานการณ์ปัญหาด้วยวิธีการท่องจำหรือต้องใช้ความรู้และความเข้าใจในเนื้อหามากกว่า 1 เรื่อง อีกทั้งผลของการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นอุปสรรคในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนหลายคนไม่ทราบว่าจะเริ่มต้นแก้ปัญหาที่กำหนดได้อย่างไรเพราะคุ้นเคยกับการแก้โจทย์ที่เป็นการคำนวณมากกว่าแก้โจทย์ที่เป็นสถานการณ์ปัญหา ไม่สามารถวิเคราะห์โจทย์จากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างแตกฉานทำให้ไม่สามารถเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน ไม่มั่นใจที่จะเปลี่ยนสถานการณ์ปัญหามาอยู่ในรูปข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และไม่ทราบว่าตัวแปรที่เกิดขึ้นนั้นจะแทนอะไรในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดทำให้ไม่สามารถแก้ปัญหาจนได้คำตอบที่ต้องการ ยิ่งถ้าเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย มีความซับซ้อน นักเรียนจะไม่สามารถหาคำตอบได้หรือต้องใช้เวลาในการหาคำตอบที่มากขึ้น ดังนั้นถ้าครูมีตัวช่วยเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และฝึกฝนด้วยตนเองได้ย่อมจะช่วยให้นักเรียนสนใจและมีความสุขกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น

ในยุคของศตวรรษที่ 21 เทคโนโลยีมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทำให้การศึกษารุดหน้าและไร้ขีดพรมแดน ส่งผลให้การ

จัดการเรียนการสอนก้าวเข้าสู่ยุคการใช้เทคโนโลยีมากขึ้น ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 ฉบับที่ 3 พ.ศ. 2553 และฉบับที่ 4 พ.ศ. 2562 หมวดที่ 9 มาตรา 63-69 ที่กำหนดให้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาเป็นยุทธศาสตร์ของการใช้เทคโนโลยีเพื่อปฏิรูปการศึกษาในรูปแบบใหม่ที่มีความครอบคลุม กว้างขวาง และมีความเป็นเอกภาพ (Samnakngān khana kammakān kānsưksā hǣng chāt, 2019) อย่างผลการสำรวจของอินเตอร์เนชันจาก World Economic Forum: WEF จาก BBC NEWS THAILAND (2017) ที่จัดลำดับประเทศที่มีระบบการศึกษาดีที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ อันดับที่ 1 ฟินด์แลนด์ อันดับที่ 2 สิงคโปร์ และอันดับที่ 3 สวิตเซอร์แลนด์ ซึ่งประเทศเหล่านี้ได้นำเอาเทคโนโลยีมาใช้ในระบบการศึกษาจนสามารถพัฒนาศักยภาพของการศึกษาในประเทศของตนเองให้ก้าวขึ้นมาเป็นประเทศที่มีนวัตกรรมอันดับต้นของโลก โดย "โทรศัพท์มือถือ (Mobile phone)" เป็นเทคโนโลยีตัวหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตประจำวันของแต่ละคนมากขึ้นอย่างขาดไม่ได้ กลายเป็นปัจจัยสำคัญที่ตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ในโลกยุคดิจิทัลที่มีความสะดวกและรวดเร็วผ่านแอปพลิเคชันต่างๆ บนโทรศัพท์มือถือ ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนจึงมีการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนรู้แบบออนไลน์ผ่านโทรศัพท์มือถือเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ตามความสามารถของตนเองโดยไม่มีเงื่อนไขในเรื่องของเวลาและสถานที่

แอปพลิเคชันถือว่าเป็นโปรแกรมประยุกต์ (Application program) ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้งานบนมือถือประเภทสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต (Sungcharoen, 2013) มีความสะดวกสบายในการใช้งานและตอบสนองความต้องการพื้นฐานของผู้ใช้งาน (Users) ซึ่งทำงานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และ ไอโอเอส (iOS) โดยมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางในการใช้งานต่างๆ (Sukbanjong, 2016) และในการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยรูปแบบของแอปพลิเคชันที่เป็น Native Application จะสามารถทำการดึงทรัพยากรของระบบมาใช้งานได้อย่างเต็มที่และมีประสิทธิภาพสูงสุด (Suwannaparsop, 2018, pp. 9-10) นอกจากนี้ยังได้มีการคำนึงถึงแนวทางในการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford d.school) ประกอบด้วยการทำงาน 5 ขั้นตอน ได้แก่ การทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Empathize) การตั้งกรอบโจทย์ (Define) การสร้างความคิด (Ideate) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) (Thailand Creative & Design Center [TCDC], 2017, pp. 17-21) และ กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่เป็น Double Diamond Design Process ของ UK Design Council ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ Discover, Define, Develop และ Deliver (TCDC, 2017, p. 22) โดยกระบวนการดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ในการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันต่างๆ บนมือถือ ผลที่ได้รับคือการนำเสนอรายละเอียดต่างๆ ของเนื้อหามีความสอดคล้องและตรงประเด็นกับวัตถุประสงค์ รวมถึงการวางลำดับกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้เครื่องมือมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และช่วยแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนได้ (Maneenin et al., 2016) และจากวิดีทัศน์สื่อการเรียนการสอนออนไลน์ของ KMITL Online Learning & Teaching Services โดย ดร.สุทัศน์ รงรอง ได้กล่าวถึงความสำคัญของกระบวนการคิดเชิงออกแบบว่า กระบวนการนี้จะเข้าไปรับฟังเสียงสะท้อนของปัญหาที่เกิดขึ้น ประสบการณ์ตรง ความพึงพอใจ และความต้องการจริงๆ มิใช่การกำหนดปัญหาหรือพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาแต่ไม่สามารถตอบโจทย์หรือแก้ปัญหากลุ่มเป้าหมายได้ ดังนั้นการผลิตสื่อการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือจะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ได้มากน้อยเพียงใดนั้น "การออกแบบการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันบนมือถือ" ให้ตอบโจทย์และเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการรับรู้ที่นักเรียนควรจะได้รับก็เป็นสิ่งสำคัญไม่น้อยในการที่จะช่วยพัฒนาการเรียนการสอนของนักเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยี และช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนแบบไร้ข้อจำกัดของพื้นที่การศึกษา (Semertzidis, 2013, p. 90) อีกทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาระบบการศึกษาของไทยในการส่งเสริมการเรียนการสอนของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

จากผลที่ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความคิดเห็นของครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา จำนวน 9 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติม จำนวน 50 คน และ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติม จำนวน 55 คน ต่อการนำแอปพลิเคชันบนมือถือเข้ามาใช้ในการเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ครูผู้สอนทุกท่านเห็นด้วยเนื่องจากสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ของเด็กยุคใหม่ได้ง่ายขึ้นเพราะนักเรียนคุ้นเคยกับการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือเป็นอย่างดี ทำให้เข้าใจและเห็นภาพได้เร็วและชัดเจนมากยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถเรียนรู้และฝึกฝนได้ตามความสามารถของตนเอง ถ้าการออกแบบแอปพลิเคชันบนมือถือที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นเหมือนเกมที่ให้นักเรียนได้เล่น แต่ได้ความรู้ไปในตัวก็จะสามารถเข้าถึงนักเรียนได้มากยิ่งขึ้น และนักเรียน จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 98.10 เห็นด้วยกับการนำแอปพลิเคชันมาใช้กับนักเรียนเนื่องจากมีแนวทางในการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนนำไปสู่คำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้ รวมถึงทำให้เกิดความเข้าใจในการแก้ปัญหามากขึ้น สามารถเป็นตัวช่วยในการฝึกฝน เรียนรู้วิธีคิดและตรวจสอบคำตอบได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังสามารถ

พกพาได้ง่ายและช่วยเหลือหรือตอบข้อสงสัยได้ทันท่วงที ยิ่งไปกว่านั้นถ้าได้เห็นเป็นกราฟจะสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจที่มาของคำตอบหรือสมบัติบางอย่างทางคณิตศาสตร์ได้ นอกจากนี้ได้มีการสำรวจความคิดเห็นเพิ่มเติมของครูและนักเรียนดังกล่าวเกี่ยวกับอุปกรณ์เคลื่อนที่ว่าใช้ระบบปฏิบัติการอะไรระหว่างระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) หรือ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) พบว่า ใช้ระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 และใช้ทั้งระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) จำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 17.14

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ถือว่าเป็นแพลตฟอร์มสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมบนมือถือที่ได้รับความนิยมอย่างมาก (JobsDB by SEEK, 2014) และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ด้วยแรงสนับสนุนจาก Google และผู้ผลิตมือถือสมาร์ตโฟนหลายๆ ยี่ห้อ เช่น SAMSUNG, GOOGLE, XIAOMI, ONEPLUS, OPPO, REDMI, HUAWEI, REALME เป็นต้น นอกจากนี้ บริษัท IBM (International Business Machines Corporation) ได้มีการทำการวิจัยกับกลุ่มนักพัฒนา (Developer) มืออาชีพจำนวน 4,000 คน เกี่ยวกับการพัฒนาแพลตฟอร์ม โดยให้เหตุผลที่เลือกแอนดรอยด์เพราะว่า เครื่องมือ แพลตฟอร์มเฟรมเวิร์กต่าง ๆ เป็นทรัพยากรที่สามารถหาใช้ได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย รวมถึงจำนวนที่เพิ่มขึ้นของอุปกรณ์ที่สามารถรองรับกับแพลตฟอร์มแอนดรอยด์ ส่งผลให้ตลาดของแอนดรอยด์เติบโตขึ้นอย่างต่อเนื่อง และหาจุดอิ่มตัวได้ยาก อีกทั้งการลงแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ยังมีความยืดหยุ่นให้สามารถลงนอกสโตร์ (Store) อื่นๆ ได้ ที่ไม่ใช่ Google Play-Store หรือจะติดตั้งแอปพลิเคชันที่เป็นไฟล์ APK ซึ่งก็สามารถทำได้ไม่ยาก ช่วยให้มีอิสระในการติดตั้งและใช้งานแอปพลิเคชันที่ต้องการโดยไม่มีเงื่อนไขและข้อจำกัดใดๆ

ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวจึงทำให้การจัดการเรียนการสอนต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบให้ตอบรับกับโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนทางไกลในสถานการณ์ปัจจุบันที่มีการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ทำให้ครูทุกคนปฏิเสธไม่ได้ที่ต้องพึ่งเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็น ON-AIR, ONLINE, ON-DEMAND หรือ ON-HAND ดังนั้น ถ้าสามารถนำเทคโนโลยีมาประยุกต์และปรับใช้ร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนจะส่งผลดีต่อตัวนักเรียนอีกทั้งช่วยเหลือนักเรียนได้ทันท่วงทีและทำให้นักเรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนมากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชัน ถือว่าเป็นเรื่องสำคัญเรื่องหนึ่งในวิชาคณิตศาสตร์ เพราะนอกจากจะเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาคณิตศาสตร์ระดับสูง เช่น แคลคูลัส หรือ พีชคณิตนามธรรม เป็นต้น แล้วฟังก์ชันยังเข้าไปมีบทบาทและเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันอีกด้วย ไม่ว่าจะเป็นสถานการณ์เกี่ยวกับแอปพลิเคชันการคำนวณแคลอรี่บนโทรศัพท์มือถือหรือสถานการณ์เกี่ยวกับการทำงานของตัวจ่ายเชื้อเพลิงในรถยนต์หรือสถานการณ์เกี่ยวกับการพยากรณ์สภาพลมฟ้าอากาศที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวล้วนแล้วแต่ใช้ความรู้เรื่องฟังก์ชันทั้งสิ้น ถ้าสามารถเข้าใจเรื่องฟังก์ชันได้เป็นอย่างดีจนสามารถรู้จักการจัดเก็บและจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบจะสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการแก้ปัญหาหรืออธิบายปรากฏการณ์หรือทำนายแนวโน้มภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่มีความซับซ้อนได้ และในงานวิจัยนี้ใช้แนวทางการศึกษาตามกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหาของโพลยาที่มีจุดเน้นที่สำคัญอยู่ที่การทำโจทย์ของสถานการณ์ปัญหาในแต่ละรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วย SMATH Application บนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives)

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis)

แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual framework)

การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดัง Figure 1

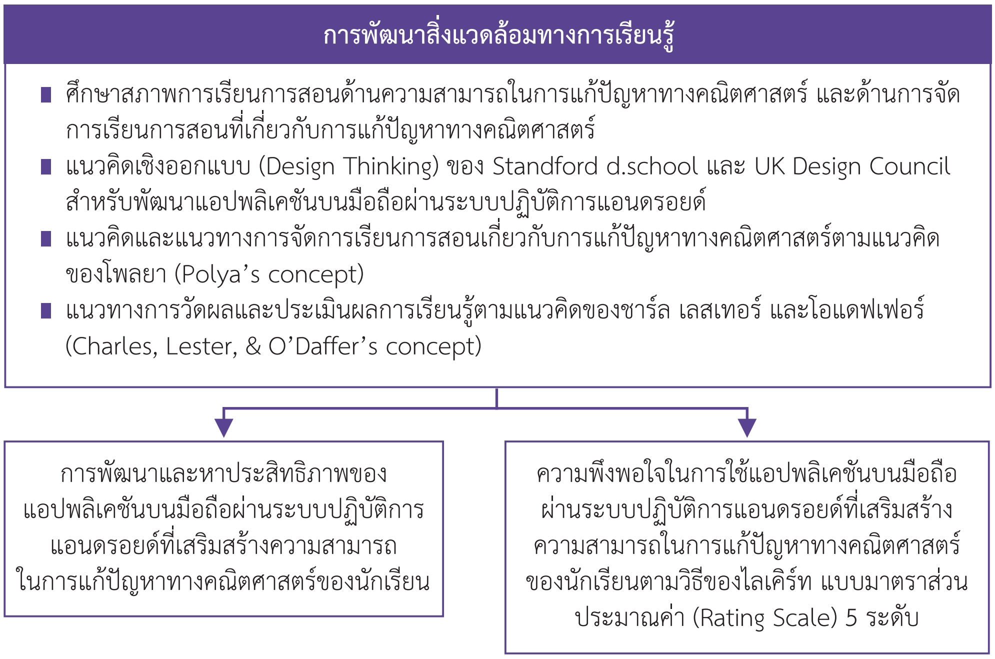


Figure 1 Conceptual framework
กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดัง Figure 2

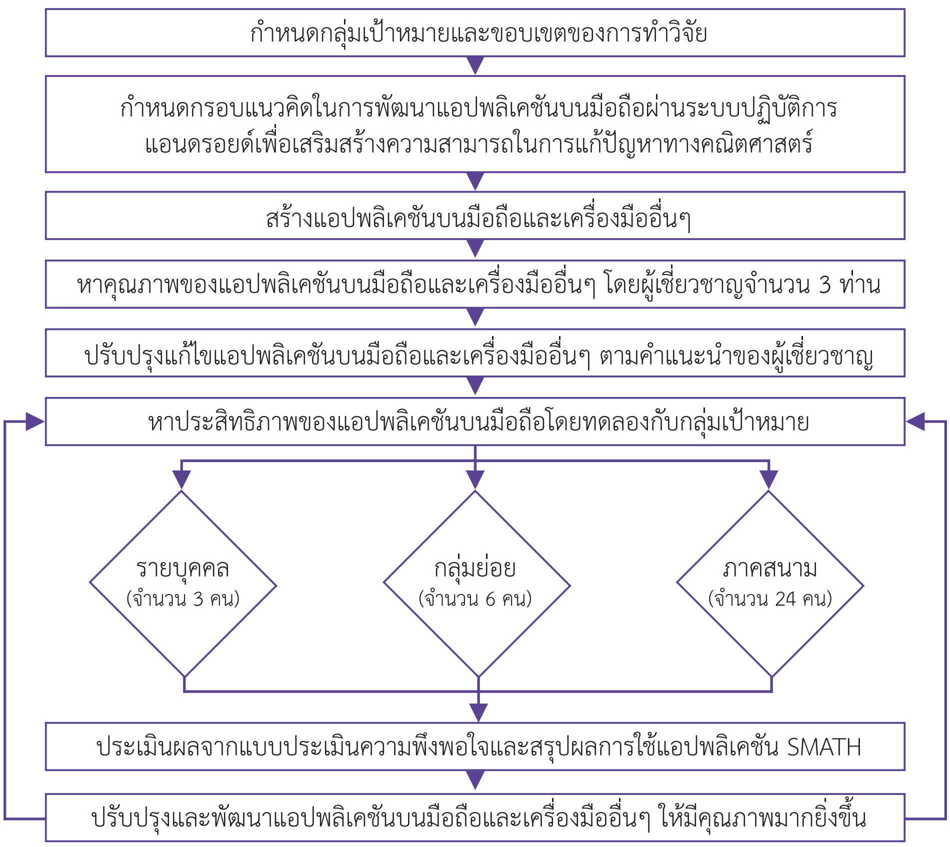


Figure 2 Process of Methodology
ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

โดยขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังกล่าวมีรายละเอียด ดังนี้

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2564 ที่ผ่านการเรียนเนื้อหา เรื่อง ฟังก์ชัน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของโรงเรียนรุ่งอรุณ และมีผลคะแนนน้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ซึ่งทำการพิจารณาจากคะแนนในการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน จากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน (กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน) เพื่อใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน และหาประสิทธิภาพของเครื่องมือทั้งหมด 3 ครั้ง ดังนี้

1) การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เพื่อตรวจสอบชุดภาษาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ รวมถึงหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ใช้นักเรียนจำนวน 3 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 1 คน

2) การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เพื่อตรวจสอบชุดภาษาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ รวมถึงหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ใช้นักเรียนจำนวน 6 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่ายจากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 2 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มหาประสิทธิภาพรายบุคคล

3) การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เพื่อตรวจสอบชุดภาษาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ รวมถึงหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ใช้นักเรียนจำนวน 24 คน ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย จากนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มหาประสิทธิภาพรายบุคคลและกลุ่มย่อย

สำหรับวิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม สามารถคำนวณโดยใช้สูตร ดังนี้ (Brahmawong, 2013, p. 10)

สูตรที่ 1 $$E_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{nA} \times 100$$

สูตรที่ 2 $$E_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} Y_i}{nB} \times 100$$

โดย

E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
X_i	แทน	คะแนนการทำแบบทดสอบย่อยของนักเรียนคนที่ i
Y_i	แทน	คะแนนการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนคนที่ i
n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
A	แทน	คะแนนเต็มการทำแบบทดสอบย่อย
B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

แบบแผนการวิจัย

แบบวิจัยเชิงทดลองกลุ่มเดียวแบบทดลองซ้ำและวัดซ้ำ (One-group repeated measures experimental design) เป็นแบบแผนการวิจัยที่ทำการทดลองซ้ำกับกลุ่มทดลองกลุ่มเดิมภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมือนเดิม โดยทำการวัดผลในแต่ละช่วงของลำดับเวลา ซึ่งแต่ละครั้งจะใช้วิธีการทดลองที่ไม่เหมือนกันแต่มีการวัดผลที่เหมือนกันและมีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อศึกษาพัฒนาการของกลุ่มทดลอง ดัง Table 1 จากนั้นพิจารณาผลการทดลองโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

Table1 Research design
แบบแผนการวิจัย

กลุ่มทดลอง	สอบก่อนเรียน	ทรีตเมนต์	สอบย่อย	ทรีตเมนต์	สอบย่อย	ทรีตเมนต์	สอบย่อย	ทรีตเมนต์	สอบย่อย	ทรีตเมนต์	สอบย่อย	สอบหลังเรียน
E	O_{Pre}	X_1	O_1	X_2	O_2	X_3	O_3	X_4	O_4	X_5	O_5	O_{Post}

โดย

E	แทน	กลุ่มทดลอง
O	แทน	การวัดผลตัวแปรที่ศึกษา
X	แทน	สิ่งทดลองหรือทรีตเมนต์

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

เวลาที่ใช้ศึกษาในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 3 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 25 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยเป็นเวลาในช่วงนอกเวลาเรียนปกติ

ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานและเพิ่มเติม เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 1) เครื่องมือสำหรับเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 2) เครื่องมือสำหรับวัดผลและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ 3) เครื่องมือสำหรับวัดความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือดังนี้

1) เครื่องมือสำหรับเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดของโพลยา 4 ขั้นตอน และ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาแผนละ 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

2) เครื่องมือสำหรับวัดผลและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งการทดสอบย่อยออกเป็น 5 ครั้ง ตามแผนการจัดการเรียนรู้ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยในแต่ละข้อของแบบทดสอบมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Scoring)

3) เครื่องมือสำหรับวัดความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อสำรวจความคิดเห็นของนักเรียนแต่ละคนเกี่ยวกับความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้ในคาบเรียนสุดท้ายของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งวัดความพึงพอใจทั้งหมด 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านความสามารถของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ด้านที่ 2 ด้านการทำงานตามฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ด้านที่ 3 ด้านการออกแบบและความสะดวกในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ขั้นตอนดำเนินการสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือ

การสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพการเรียนการสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและครู จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ (Analysis) และสร้างความต้องการ (Requirement) เพื่อช่วยแก้ปัญหาให้กับนักเรียนก่อนจะไปทำการออกแบบ (Design) ในขั้นตอนถัดไปผ่านเว็บไซต์ www.figma.com ต่อมาทำการเขียนแอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) โดยใช้ภาษา JavaScript และทำการทดสอบแอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Test) ในส่วนต่างๆ เพื่อค้นหาข้อผิดพลาดพร้อมปรับปรุงแก้ไขแอปพลิเคชันให้ทำงานได้ถูกต้องและสอดคล้องกับความต้องการที่กำหนด หลังจากนั้นทำการรวบรวมสถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและข้อคำถามทั้งหมดใส่ลงไปในฐานข้อมูลของ Firebase ผ่าน www.firebase.google.com พร้อมทั้งทำการเชื่อมโยงแอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) กับฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถใช้งานได้ สุดท้ายนำแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ไปติดตั้ง (Installation) ให้กับนักเรียนเพื่อนำไปหาประสิทธิภาพของเครื่องมือและทำการประเมินผล (Evaluation) ของเครื่องมือจากความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งกระบวนการดังกล่าวข้างต้นเป็นกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ที่ผู้วิจัยได้ดัดแปลงมาจากของ Stanford d.school กับ Double Diamond Diagram ของ UK Design Council (TCDC, 2017) โดยมี 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การสร้างความต้องการ (Requirement) 3) การออกแบบ (Design) 4) การทดสอบ (Test) 5) การติดตั้ง (Installation) และ 6) การประเมินผล (Evaluation) แสดงดัง Figure 3 และตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชัน SMATH ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แสดงดัง Figure 4 หรือ (a)-(p) โดยที่ (a) หน้าหลักและเลือก Level (b) หน้าเลือกสถานการณ์ปัญหา (c) หน้าขั้นตอนการแก้ปัญหา (d) หน้ารูปแบบของขั้นทำความเข้าใจปัญหา (e) หน้ารูปแบบของขั้นวางแผนแก้ปัญหา (f) หน้ารูปแบบของขั้นดำเนินการตามแผน (g) หน้ารูปแบบของขั้นตรวจสอบผล

(h) หน้าแสดงสถานการณ์ปัญหา (i) หน้าคำถามของรูปแบบ Multiple Choice (j) หน้าคำถามของรูปแบบ Drag & Drop (k) หน้าคำถามของรูปแบบ Highlight (l) หน้าคำถามของรูปแบบ Short Answer (m) หน้าคำถามของรูปแบบ Create Pattern (n) หน้าคำถามของรูปแบบ Drag & Drop ที่เป็น Flow Chart (o) หน้าแสดงกราฟ (p) หน้าแสดงผลคะแนน

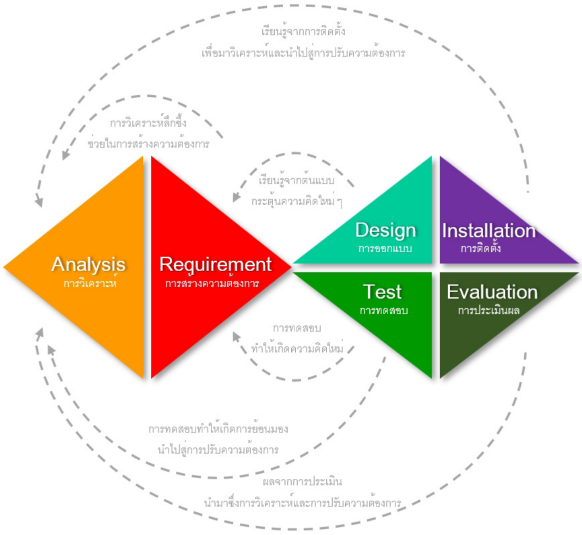
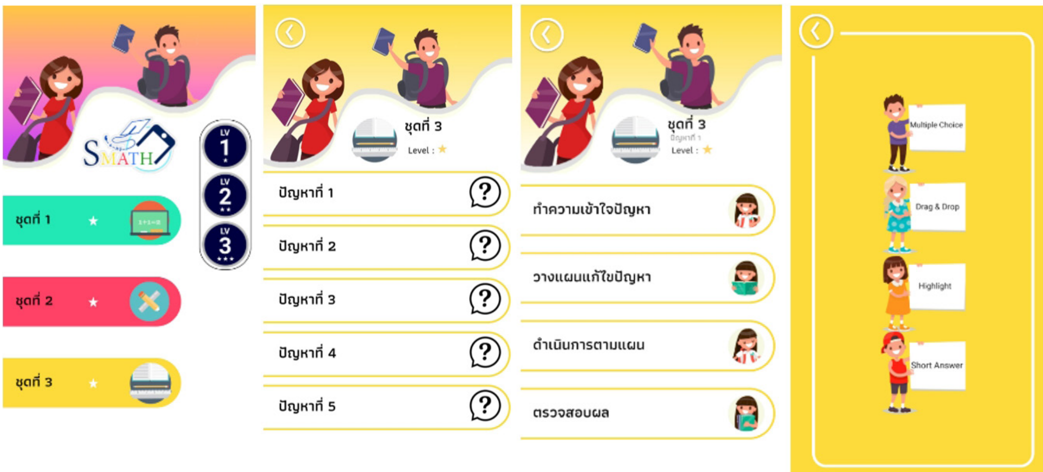
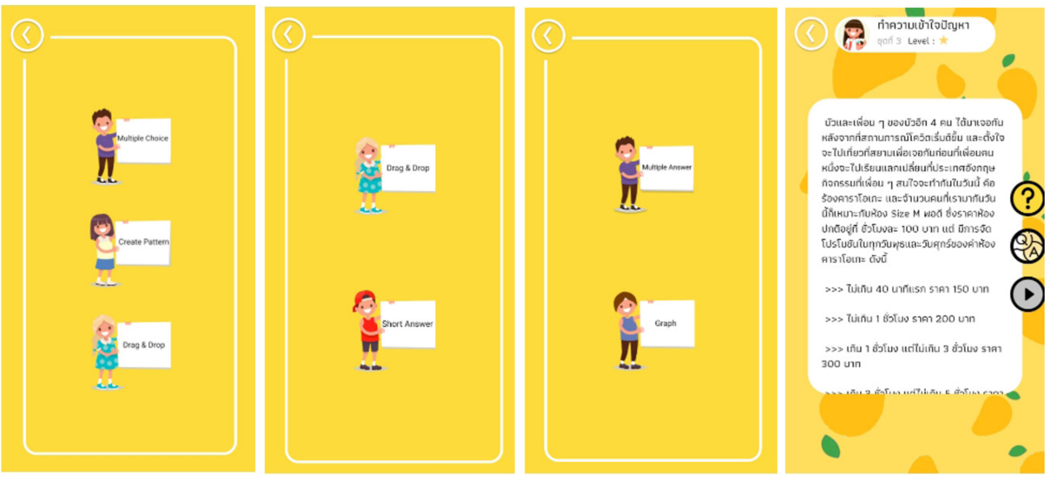


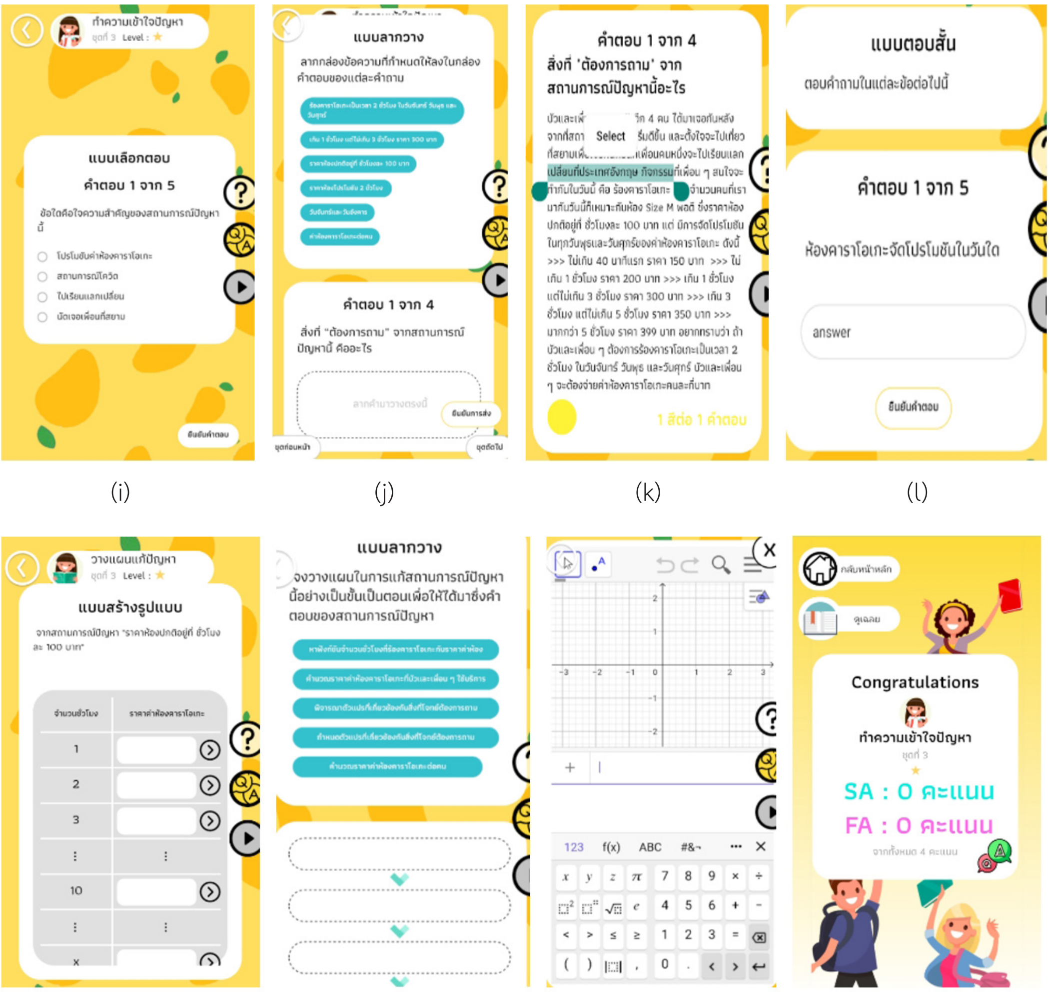
Figure 3 Create and Develop Mobile Application
การสร้างและพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือ



(a) (b) (c) (d)



(e) (f) (g) (h)



(i) (j) (k) (l)

(m) (n) (o) (p)

Figure 4 Example of page SMATH Application
ตัวอย่างหน้าแอปพลิเคชัน SMATH

ผลการวิจัย (Results)

ผลการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม

ผู้วิจัยได้นำ SMATH Application ไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 3 ครั้ง เพื่อทำการหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม ตามลำดับ โดยในแต่ละครั้งที่ทำการทดลองได้ทำการตรวจสอบความเป็นปรนัย ข้อคำถาม ความคลาดเคลื่อนในแต่ละสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ใน SMATH Application และหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) โดยผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในแต่ละชุด แต่ละระดับใน SMATH Application และทำการทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน หลังจากลงมือปฏิบัติในแต่ละชุด แต่ละระดับ มีจำนวนทั้งหมด 5 ชุด หลังจากนั้นทำการทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน แล้วนำคะแนนจากแบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน มาหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 แล้วเทียบกับเกณฑ์ 70/70 โดย E_1 แทนค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบย่อยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และ E_2 แทนค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดัง Table 2

Table 2 Results of finding the efficiency of SMATH application
ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน SMATH

การหาประสิทธิภาพ	จำนวนนักเรียน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ			ประสิทธิภาพของผลลัพธ์		
		คะแนนเต็ม	คะแนนรวมทั้งหมด	Efficiency (E_1)	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมทั้งหมด	Efficiency (E_2)
รายบุคคล	3	126	238.5	63.10	45	90.0	66.67
กลุ่มย่อย	6	126	534.0	70.63	45	192.5	71.30
ภาคสนาม	12	126	1180.0	78.04	45	399.5	73.98

จาก Table 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพรายบุคคลของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 63.10 และค่าประสิทธิภาพรายบุคคลของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 66.67 ค่าประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 70.63 และค่าประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 71.30 ค่าประสิทธิภาพภาคสนามของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 78.04 และค่าประสิทธิภาพภาคสนามของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 73.98 พบว่า ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (SMATH Application) ในกลุ่มย่อยและภาคสนามมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 70/70 โดยมีค่าเท่ากับ 70.63/71.30 และ 78.04/73.98 ตามลำดับ

1.2 ภาพรวมของปัญหาที่ค้นพบและการปรับปรุงแอปพลิเคชันบนมือถือ

ผลจากการหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม ผู้วิจัยได้ค้นพบปัญหาและข้อที่ควรปรับปรุงของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดัง Table 3

Table 3 Overall problems and improvement of SMATH application in each lesson plan
ภาพรวมของปัญหาและการปรับปรุงของแอปพลิเคชัน SMATH ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่ค้นพบ	สิ่งที่ปรับปรุง
	การหาประสิทธิภาพรายบุคคล	
1	- กรอกชื่อยืนยันคำตอบไม่เห็นตัวอักษรระหว่างที่พิมพ์ (Galaxytabs7)	- แก้ไขโค้ดตอนยืนยันคำตอบให้ตัวอักษรเป็นสีดำ
2	- การพิมพ์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ เช่น 7x+15000 กับ 7x + 15000 ถูกต้องทั้ง 2 แบบ แต่แบบที่เว้นวรรคไม่คำนวณคะแนนในหน้าแสดงผลคะแนน	- แก้ไขโค้ดในส่วนของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้มีการรองรับคำตอบที่มีการเว้นวรรคและให้ระบบคำนวณคะแนนว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง
3	-	-
4	- ใช้ค่า π ไม่เท่ากัน จึงทำให้การคำนวณเกิดความคลาดเคลื่อนในส่วนของทศนิยม - พิมพ์ข้อความทางคณิตศาสตร์ไม่ตรงตามรูปแบบที่เฉลยไว้	- เพิ่ม Hint โดยกำหนดค่า π ไว้ให้ดังนี้ “เมื่อ $\pi \approx 3.14$” - เพิ่ม “Hint: จัดรูปให้อยู่ในรูป $a\pi r^2$” และ “Hint: จัดรูปให้อยู่ในรูป $a\pi h$”
5	- เข้าใจคลาดเคลื่อนในการตอบว่าต้องใส่เป็นหน่วยของบาทหรือหน่วยของสตางค์	- เพิ่มหน่วยในการตอบ จาก “อัตราค่าโทรออก” เป็น “อัตราค่าโทรออก (บาท)”

Table 3 Overall problems and improvement of SMATH application in each lesson plan (cont.)
ภาพรวมของปัญหาและการปรับปรุงของแอปพลิเคชัน SMATH ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	ปัญหาที่ค้นพบ	สิ่งที่ปรับปรุง
การหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย		
1	-	-
2	- ตัวเลือกของรูปแบบ Drag & Drop ไม่สามารถลากมาใส่ในช่องคำตอบได้ เนื่องจากตัวเลือกเกินกรอบที่ตั้งไว้ - ไม่สามารถแยกสีของตัวเลือกที่ตอบกับเฉลยได้ เนื่องจากสีมีความใกล้เคียงกัน	- แก้ไข UI ที่เป็นตัวเลือกในรูปแบบ Drag & Drop ที่เกินออกมาจากกรอบเพื่อรองรับขนาดของหน้าจอมือถือที่แตกต่างกัน - ปรับสีของการเฉลยให้มีสีที่แตกต่างกับคำตอบ
3	- ไม่สามารถพิมพ์คำตอบจากสิ่งที่ถามของสถานการณ์ปัญหาได้	- แก้ไขโค้ดในฐานข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา จาก type: "yesNo" เป็น type: "shortAnswer"
4	- ตอบในรูปของทศนิยมไม่ตรงตามรูปแบบที่เฉลยไว้ จึงไม่ได้คะแนนในข้อนี้	- เพิ่ม Hint ในการตอบ ดังนี้ "Hint: ตอบเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง"
การหาประสิทธิภาพภาคสนาม		
1	-	-
2	- ตอบคำถามในรูปแบบ Highlight ได้ถูกต้องแต่ไม่คำนวณคะแนนให้ในข้อนี้	- แก้ไขโค้ดในฐานข้อมูลของสถานการณ์ปัญหา จาก Answer: [] (array) 0 " " (string) เป็น Answer: [] (array)
3	- ตอบคำถามในรูปแบบ Multiple Answer เสร็จแล้วกดปุ่ม "ยืนยันการส่ง" SMATH Application เด้งหรือปิดออกมา	- แก้ไขโค้ดในรูปแบบ Multiple Answer เพื่อแก้ปัญหาการเด้งหรือปิดออกมาให้มีความเสถียรมากขึ้น
4	- ปุ่ม "ยืนยันคำตอบ" เกินขอบจอในรุ่น Galaxy Note 5	- แก้ไข UI ที่เกินขอบจอออกมาใน รุ่น Galaxy Note เพื่อรองรับขนาดของหน้าจอมือถือที่แตกต่างกัน
5	- ตอบคำถามในรูปแบบ Highlight ได้ถูกต้องแต่ระบบขึ้นว่า "ยังไม่ถูกนะครับ"	- แก้ไขโค้ดในฐานข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาโดยลบเคาะวรรคของต้นประโยคออก จาก " มะม่วงแต่ละชนิดที่ซื้อมาอย่างละกี่บาท" เป็น "มะม่วงแต่ละชนิดที่ซื้อมาอย่างละกี่บาท"

2. ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้นำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้นักเรียนกลุ่มเป้าหมายประเมินหลังจากที่ดำเนินการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน เสร็จสิ้นแล้ว จากนั้นนำแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนและแปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่มตามวิธีของไลเคิร์ท (Likert) แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยเกณฑ์ความหมายของค่าเฉลี่ยได้จากการหาค่าพิสัยและอันตรภาคชั้น แล้วนำผลต่างที่ได้มากำหนดเกณฑ์การวัดระดับค่าเฉลี่ย (Best, 1977, p. 174) ดังนี้

4.21–5.00 หมายความว่า พึงพอใจมากที่สุด
3.41–4.20 หมายความว่า พึงพอใจมาก
2.61–3.40 หมายความว่า พึงพอใจปานกลาง
1.81–2.60 หมายความว่า พึงพอใจน้อย
1.00–1.80 หมายความว่า พึงพอใจน้อยที่สุด

ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้ SMATH application แสดงดัง Table 4

Table 4 Results of satisfaction level in using SMATH application
ผลของระดับความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชัน SMATH

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านที่ 1 ด้านความสามารถของแอปพลิเคชันบนมือถือ			
1.1 เสริมสร้างความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.71	0.69	พึงพอใจมาก
1.2 เสริมสร้างความสามารถในการวางแผนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.67	0.64	พึงพอใจมาก
1.3 เสริมสร้างความสามารถในการดำเนินการตามแผน	3.54	0.78	พึงพอใจมาก
1.4 เสริมสร้างความสามารถในการตรวจสอบผล	3.54	0.93	พึงพอใจมาก
1.5 เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	3.58	0.72	พึงพอใจมาก
ผลเฉลี่ยด้านที่ 1	3.61	0.75	พึงพอใจมาก
ด้านที่ 2 ด้านการทำงานตามฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันบนมือถือ			
2.1 ระบบการตอบคำถามด้วย Multiple Choice	4.33	0.48	พึงพอใจมากที่สุด
2.2 ระบบการตอบคำถามด้วย Drag & Drop	4.25	0.90	พึงพอใจมากที่สุด
2.3 ระบบการตอบคำถามด้วย Short Answer	3.83	0.87	พึงพอใจมาก
2.4 ระบบการตอบคำถามด้วย Highlight	3.25	0.44	พึงพอใจมาก
2.5 ระบบการตรวจสอบคำตอบด้วย Graph	3.38	0.49	พึงพอใจมาก
2.6 ระบบ Navigation Bar (ปุ่มแถบด้านล่าง)	3.63	0.49	พึงพอใจมาก
2.7 ระบบการระบุคะแนนภายหลังการตอบคำถามแต่ละรูปแบบ	3.67	0.92	พึงพอใจมาก
2.8 การปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้งาน	3.33	0.70	พึงพอใจมาก
2.9 มีความครอบคลุมกับการใช้งานจริงในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.58	0.78	พึงพอใจมากที่สุด
ผลเฉลี่ยด้านที่ 2	3.81	0.67	พึงพอใจมาก
ด้านที่ 3 ด้านการออกแบบและความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือ			
3.1 การใช้ชนิด ขนาด สีของตัวอักษรในแอปพลิเคชันบนมือถือ	4.54	0.59	พึงพอใจมากที่สุด
3.2 การใช้ภาษาที่สามารถสื่อสารให้เข้าใจได้ง่าย	4.25	0.61	พึงพอใจมากที่สุด
3.3 การใช้สัญลักษณ์ รูปภาพในการสื่อความหมายได้ชัดเจน	4.33	0.87	พึงพอใจมากที่สุด
3.4 การจัดวางตำแหน่งของส่วนประกอบของเมนูต่างๆ ในแอปพลิเคชันบนมือถือมีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.63	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
3.5 การจัดหมวดหมู่ให้ง่ายต่อการใช้งาน	4.58	0.50	พึงพอใจมากที่สุด
ผลเฉลี่ยด้านที่ 3	4.47	0.61	พึงพอใจมากที่สุด
ผลเฉลี่ยรวมทุกด้าน	3.96	0.68	พึงพอใจมาก

จาก Table 4 พบว่า กลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (SMATH Application) อยู่ในระดับ พึงพอใจมาก ผลเฉลี่ยรวมทุกด้าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.68 สำหรับด้านความสามารถของแอปพลิเคชันบนมือถืออยู่ในระดับพึงพอใจมาก ผลเฉลี่ยด้านที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ด้านการทำงานตามฟังก์ชันการทำงานของแอปพลิเคชันบนมือถืออยู่ในระดับพึงพอใจมาก ผลเฉลี่ยด้านที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 และด้านการออกแบบและความสะดวกในการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถืออยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ผลเฉลี่ยด้านที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61

อภิปรายผล (Discussions)

จากผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 70.63 และ ผลการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อยของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 71.30 ผลการหาประสิทธิภาพภาคสนามของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 78.04 และผลการหาประสิทธิภาพภาคสนามของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 73.98 พบว่าประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในกลุ่มย่อย คือ 70.63/71.30 และ ภาคสนาม คือ 78.04/73.98 ซึ่งค่าประสิทธิภาพของทั้ง 2 กลุ่ม สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพภาคสนามของผลลัพธ์ (73.98) จะน้อยกว่าประสิทธิภาพภาคสนามของกระบวนการ (78.04) อยู่ร้อยละ 4.06 เนื่องจากนักเรียนในกลุ่มอ่อน 2 คน และกลุ่มปานกลาง 1 คน มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนในการทำความเข้าใจปัญหาบางเงื่อนไขของสถานการณ์ปัญหาที่ 3 ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง ฟังก์ชัน ส่งผลให้แสดงวิธีคิดและหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาคลาดเคลื่อนไปจากที่ผู้วิจัยได้เฉลยไว้ แต่จะเห็นว่าค่า E_1 และ E_2 ที่คำนวณได้จากการทดสอบประสิทธิภาพมีความใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับ Brahmawong (2013, p. 11) ที่กล่าวถึงความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์หรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ต้องห่างกันไม่เกิน .05 หรือ ร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) ได้รับการออกแบบและพัฒนาอย่างดีมีคุณภาพ อีกทั้งยังเป็นตัวบ่งชี้ที่สามารถยืนยันได้ว่าแอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) มีประสิทธิภาพในการช่วยเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ระดับความพึงพอใจในการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (SMATH Application) ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Witchavut (2011, pp. 50-53) ที่กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยมด้วยหลัก 3 ประการ คือ การดัดพฤติกรรม การเชื่อมร้อยพฤติกรรม และการให้รู้จักแยกแยะและเปลี่ยนถ่ายสิ่งเร้า สามารถช่วยสร้างพฤติกรรมใหม่ๆ ได้ นั่นคือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งตรงตามทฤษฎีของมาสโลว์ (Maslow, 1970, p. 170) ที่กล่าวว่า “ความต้องการทางพฤติกรรมเมื่อได้รับการตอบสนองจะนำไปสู่ความพึงพอใจ” และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewsomtong & Udomvech (2017, p. 234) ที่พัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบแอนดรอยด์เพื่อการเรียนรู้ เรื่อง โมเมนต์ของแรง เห็นได้ว่านักเรียนมีส่วนร่วม สนุกสนานและมีความกระตือรือร้นอย่างมากในการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่า แอปพลิเคชันบนมือถือ (SMATH Application) ถูกออกแบบได้ตรงตามกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนโดยนักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติในการแก้ปัญหาด้วยตนเองและเกิดการทำซ้ำได้โดยไม่มีเงื่อนไขของเวลาและสถานที่ จนสามารถพัฒนาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปตามก้าวจังหวะของตนเองได้ ดังนั้น แอปพลิเคชันบนมือถือจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถนำไปใช้ร่วมกับการเรียนการสอนในชั้นเรียน (Boonrod, 2020, pp. 204-219) เพื่อเสริมสร้างศักยภาพในด้านต่างๆ ของนักเรียนให้เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งเครื่องมือดังกล่าวมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. แอปพลิเคชัน SMATH รองรับการใช้งานในระบบปฏิบัติการ Android เท่านั้น ผู้วิจัยควรพัฒนาให้สามารถรองรับการใช้งานในระบบปฏิบัติการ iOS และอื่นๆ เพื่อรองรับอุปกรณ์ของผู้ใช้งานได้ทุกรูปแบบ

2. ผู้วิจัยควรมีวีดิทัศน์ในแต่ละเรื่องย่อยๆ ของฟังก์ชัน เพื่อให้นักเรียนสามารถทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนทำการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และวีดิทัศน์สำหรับการสอนในแต่ละสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้แนวคิดของสถานการณ์ปัญหาในข้อนั้นได้

3. ผู้วิจัยควรทำแป้นพิมพ์สำหรับพิมพ์การดำเนินการทางคณิตศาสตร์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน

4. ผู้วิจัยควรเฉลยคำตอบในแต่ละรูปแบบของสถานการณ์ปัญหา ให้มีความหลากหลายและครอบคลุมมากขึ้น

5. ผู้วิจัยควรทำระบบ Login เพื่อที่จะได้ไม่ต้องกรอกชื่อทุกครั้งที่เข้าไปแก้สถานการณ์ปัญหาในแต่ละรูปแบบก่อนทำการยืนยันการส่ง

6. ผู้วิจัยควรทำระบบยืนยันก่อนออกจากการทำในแต่ละสถานการณ์ปัญหาของแต่ละรูปแบบเพื่อป้องกันการกดไปโดนปุ่มอื่นๆ โดยที่ไม่ได้ตั้งใจหรือข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

7. ผู้วิจัยควรมีระบบประเมินผลเพื่อนักเรียนสามารถเห็นภาพรวมของคะแนนในแต่ละสถานการณ์ปัญหาและตรวจสอบผลคะแนนของตนเองได้

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านในการเสียสละเวลาตรวจเครื่องมือในการวิจัย และขอกราบขอบพระคุณโรงเรียนรุ่งอรุณและนักเรียนกลุ่มเป้าหมายที่ให้ความช่วยเหลือและร่วมมือในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง (References)

BBC NEWS THAILAND. (2017, April 14). *Prathēt thī kānsưksā dī thīsut nai lōk sip ʻandap* [The ten best educated countries in the world]. BBC. https://www.bbc.com/thai/international-39599359

Best, J. W. (1977). *Research in education.* Prentice Hall.

Boonrod, V. (2020). The development of the application for basic chord aural skill practice for undergraduate students. *Journal of Education Naresuan University, 22*(1), 204-219. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/edujournal_nu/article/view/194681/160628

Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Journal of Silpakorn Educational Research, 5*(1), 1-20. http://www4.educ.su.ac.th/2013/images/stories/081957-02.pdf

Chaiyaprom, P., Nantasri, W., & Phengsawat, W. (2019). Development of training curriculum to enchance problem-solving skills of Bannontae school students under Sakon Nakhon primary educational service area office 3. *Journal of Roi Et Rajabhat University, 13*(1), 69-78. https://so03.tci-thaijo.org/index.php/reru/article/view/185965/130885

Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in problem solving.* The National Council of Teachers of Mathematics.

Hensberry, K. R., & Jacobbe, T. (2012). The effects of Polya's heuristic and diary writing on children's problem solving. *Mathematics Education Research Journal, 24*(1), 59-85. https://doi.org/10.1007/s13394-012-0034-7

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST]. (2012). *Thaksa læ krabūankān thāng khanittasāt* [Mathematical skills and processes]. 3Q Media.

JobsDB by SEEK. (2014). *Hā hētphon thammai nakphatthana lư̄ak Android* [5 reasons why develipers choose Android]. JobsDB. https://th.jobsdb.com/th-th/articles/nakphatthana lư̄ak-android

Kaewsomtong, A., & Udomvech, A. (2017). The development of Android application for learning of the moment of force for secondary students. *Journal of Thaksin, 20*(3), 228-235. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/tsujournal/article/view/102163/79068

Krulik, S. (1980). *Problem solving in school Mathematics: Yearbook of the national council of teacher of Mathematics.* NCTM.

Maneenin, A., Niramol, K., & Topithak, K. (2016). The development of mobile application in mathematics for computer subject about base number system for second year students of vocational certificate majoring in business computer. *Journal of Faculty of Education Pibulsongkram Rajabhat University, 3*(1), 22-33. https://doi.org/10.14456/edupsru.2016.3

Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality* (2nd edition). Harper & Row.

Pejchang, T., & Suksern, S. (2015, July 23). *The development of mathematics achievement on probability for Mattayom 5 students by the Polya process* [Paper presentation]. National and International Conference on Interdisciplinary Research for Sustainable Community 15th, Nakhon Sawan, Thailand.

Polya, G. (1957). *How to solve it. Princeton.* Princeton University Press.

Samnakngān khana kammakān kānsưksā hǣng chāt. (2017). Māttrathān kānrīanrū læ tūa chī wat (chabap prapprung Phọ̄.Sọ̄. 2560) tām laksūt kǣn klāng kānsưksā naphư̄n thān Phutthasakkarāt 2551 [Learning standards and indicators (revised edition 2017) according to the core curriculum of basic education 2008]. Prime Minister's Office.

Samnakngān khana kammakān kānsưksā naphư̄n thān. (2019). *Phrarātchabanyat kānsưksā hǣng chāt Phọ̄.Sọ̄. 2542 kækhai phœ̄mtœ̄m chabap thī 2 Phọ̄.Sọ̄. 2545 chabap thī 3 Phọ̄.Sọ̄. 2553 læ chabap thī 4 Phọ̄.Sọ̄. 2562* [National education act, 1999, edition 2, 2002, edition 3, 2010, and edition 4, 2019]. Prime Minister's Office.

Semertzidis, K. (2013). *Mobile application development to enhance higher education lectures* [Unpublished master's thesis, The University of York]. https://www.cs.uoi.gr/~ksemer/docs/theses/msc-ksemer.pdf

Sukbanjong, J. (2016). *Khwāmrū thūapai kīeokap ʻǣp phlikhēchan* [General Knowledge about Application]. Jiranun Sukbunjong. https://sites.google.com/site/jiranunsuk571031217/khwam-ru-thawpi-keiyw-kab-exeph-phli-khechan

Sukoriyanto, S., Nusantara, T., Subanji, S., & Chandra, T. D. (2016). Students's errors in solving the permutation and combination problems based on problem solving steps of Polya. *International Education Studies, 9*(2), 11-16. http://doi.org/10.5539/ies.v9n2p11

Sungcharaen, K. (2013). *Khūmư̄ khīan iPhone Apps samrap phū rœ̄mton* [Guidebook to write iPhone Apps for Beginner]. Pro-Vision.

Suwannaparsop, C. (2018). The development of VDO interaction web applications for learning for undergraduate students, Srinakharinwirot University [Master's thesis]. DSpace at Srinakharinwirot University. http://ir-ithesis.swu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/350/1/gs571130115.pdf

Thailand Creative & Design Center [TCDC]. (2017). *Kān khit chœ̄ng ʻọ̄k bǣp: Rīanrū dūai kān longmư̄ tham* [Design thinking: Learning by doing]. TCDC resource center. http://resource.tcdc.or.th/ebook/Design.Thingking.Learning.by.Doing.pdf

Witchavut, S. (2011). *Čhittawitthayā kānrīanrū* [Psychology of learning]. Thammasat University.

Yayuk, E., & Hussamah, H. (2020). The difficulties of prospective elementary school teachers in item problem solving for Mathematics: Polya's steps. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 8*(1), 361-378. https://doi.org/10.17478/jegys.665833