

แอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

Mobile Application with Augmented Reality Technology for Digestive System Learning of Upper-Primary School Students

นิภาพร ชนะมาร*, สุรสิทธิ์ อัยปัดฉาวงศ์, คมชาญ สุวรรณพันธ์

Nipaporn Chanamarn*, Surasit Uypatchawong, Komcharn Suwannapan

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร สกลนคร 47000 ประเทศไทย

Department of Computer, Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000, Thailand

* Corresponding Author: Nipaporn Chanamarn, nipaporn@snru.ac.th

Received:

22 November 2023

Revised:

8 January 2024

Accepted:

27 January 2024

คำสำคัญ:

แอปพลิเคชันบนมือถือ, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, แอนดรอยด์, ระบบย่อยอาหาร

Keywords:

Mobile Application, Augmented Reality Technology, Android, Digestive System

บทคัดย่อ: การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 2) ประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร 3) ประเมินประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E_1/E_2 ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย และ 4) ประเมินความพึงพอใจต่อการใช้ออปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร พัฒนาตามกระบวนการวงจรการพัฒนา โดยใช้ภาษา C# สร้างโมเดลด้วยโปรแกรม Unity และ Blender เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน แบบทดสอบก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน จากนักเรียน จำนวน 18 คน และแบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 58 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบกลุ่ม สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีทั้งหมด 8 โมเดล สามารถทำงานได้ 2 ลักษณะ คือ 1) เรียนรู้โดยการสแกนผ่าน Marker และ 2) เรียนรู้โดยการเลือกเมนูในเนื้อหา จากผลการประเมินประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.90$, $S.D.=0.17$) ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ $80.56/83.89$ สูงกว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า คะแนนทดสอบหลังการใช้งานสูงกว่าคะแนนก่อนการใช้งานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้งานพบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.75$, $S.D.=0.45$) จึงสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันนี้สามารถใช้งานได้จริง เป็นสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับนักเรียน

และผู้สนใจทั่วไปที่สามารถเรียนได้ตลอดเวลา และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้ดีขึ้นสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในกลุ่มสาระเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และมีประโยชน์ต่อโรงเรียนสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อสื่อการเรียนสำหรับนักเรียนได้

Abstract: The objectives of this research were fourfold: 1) to develop a mobile application using augmented reality technology for teaching the digestive system to upper-primary school students, 2) to assess the effectiveness of the mobile application in facilitating digestive system learning, 3) to evaluate performance using the E_1/E_2 formula during the use of the mobile application, and 4) to assess satisfaction with the mobile application for digestive system learning. The development process followed the Software Development Life Cycle (SDLC), utilizing the C# language in the Visual Studio Code Program and creating models with the Unity and Blender Programs. The research employed various assessment tools, including performance evaluations by five experts, pre-test and post-test assessments from 18 students, and satisfaction assessments from a sample of 58 individuals using cluster sampling selection methods. Statistical measures used included mean, standard deviation, and the efficiency criteria of 80/80 using the E_1/E_2 formula. The findings revealed that the mobile application for digestive system learning for upper-primary school students, incorporating augmented reality technology, featured a total of eight models. The application operated in two ways: 1) users could learn by scanning through Marker sheets, and 2) learning by selecting content from the menu could serve

as a learning medium for students, enabling individuals interested in the topic to learn at any time. Considering the results of the evaluation, the overall efficiency was at the highest level ($\bar{X}=4.90$, $S.D.=0.17$), with E_1/E_2 efficiency at 80.56/83.89, surpassing the required performance. Academic achievement demonstrated a statistically significant increase in post-test scores compared to pre-test scores at a p-value of .05. User satisfaction among the sample was reported at the highest level ($\bar{X}=4.75$, $S.D.=0.45$). In conclusion, this application is a practical and suitable study material for students and individuals interested in the topic, allowing flexible learning opportunities at any time. It can be used as teaching material in science learning groups and proves useful for schools, helping to reduce the cost of purchasing study materials for students.

1. บทนำ

ในยุคเศรษฐกิจและสังคมที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล ทำให้เทคโนโลยีปัจจุบันเข้ามามีบทบาทและเป็นส่วนสำคัญในสังคมและการดำเนินชีวิตประจำวันด้านต่างๆ มากขึ้น ซึ่งแผนพัฒนารัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ. 2566-2570 โดยรัฐบาลตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหน่วยงานภาครัฐสู่การเป็นรัฐบาลดิจิทัล โดยเฉพาะยุทธศาสตร์ที่ 2 การพัฒนาบริการที่สะดวกและเข้าถึงง่าย (Digital Government Development Agency, 2023) เทคโนโลยีดิจิทัลถูกนำมาบูรณาการหลากหลายด้าน เช่น ด้านธุรกิจ ด้านการสื่อสาร ด้านการท่องเที่ยว ด้านการเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านอาหาร ด้านสุขภาพ และด้านการศึกษา เป็นต้น (Xie *et al.*, 2022; Yadav & Sinha, 2022) เทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบันที่กำลัง

ได้รับความนิยมนคือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) คือการนำเทคโนโลยีมาผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน โดยการใช้ระบบซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ซึ่งวัตถุเสมือนนั้นจะเป็นภาพ เสียง วิดีโอ และข้อมูลต่างๆ (Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong, 2020; Tan *et al.*, 2022) เป็นเทคโนโลยีที่มีความต้องการอย่างกว้างขวางในฝั่งของอุปกรณ์มือถือด้วยเครือข่ายมือถือในปัจจุบันเทคโนโลยีนี้จะสามารถเข้าถึงได้มากขึ้นในหลายพื้นที่ (Azrina, Jhi-Zhi, & Muhammed-Dzulkhiflee, 2021) ดังนั้นคำว่าสื่อดิจิทัลสมัยใหม่ (New Digital Media) จึงเกิดขึ้นในยุคปัจจุบัน มีทั้งสื่อใหม่ที่เป็นอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต โทรศัพท์มือถือ และสื่อใหม่ที่เป็นซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชัน เช่น อินเทอร์เน็ต โซเชียลมีเดีย คอมพิวเตอร์เกม แอปพลิเคชันเสมือนจริง เป็นต้น (Zheng *et al.*, 2024)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสนับสนุนการเรียนรู้ การทำงาน หรือการบริการต่างๆ ได้มีนักวิจัยนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในงานหลากหลายด้าน เช่น งานวิจัยของ Yong & Sung (2019) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมเป็นสื่อให้ความรู้การบำรุงรักษาเครื่องบินในการเปิดประตูรอบพัดลม ซึ่งนำเสนอในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวของขั้นตอนการบำรุงรักษาแต่ละขั้นตอนที่สามารถซ้อนทับบนประตูรอบพัดลมของเครื่องบินได้ การตรวจจับเครื่องหมายของแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมได้ เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยให้ช่างซ่อมบำรุงเครื่องบินตีความข้อมูลของขั้นตอนการเปิดประตูรอบพัดลมในรูปแบบของข้อความ แบบจำลองสามมิติ และภาพเคลื่อนไหวได้ Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong (2020) พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมีที่สามารถนำมาสนับสนุนการเรียนการสอนเคมีที่นำรูปแบบของอะตอมของธาตุเคมี 24 ตัว และการรวม

อะตอมของธาตุเป็นสารประกอบ 5 โมเลกุล ซึ่งสร้างเป็นแอนิเมชันโมเดล 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Blender จากนั้นนำมาเข้าในโปรแกรม Unity 3D เพื่อสร้างแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นักเรียนมีความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนงานวิจัย Yothapakdee & Sributtha (2021) ได้พัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ความจริงเสมือนของแหล่งท่องเที่ยวอันซีนในจังหวัดเลยด้วยมุมมอง 360 องศา ผ่านเทคโนโลยีอากาศยานไร้คนขับ โดยพัฒนาด้วยโปรแกรม Unity 3D และ Vuforia สามารถเป็นสื่อในการประชาสัมพันธ์ที่เหมาะสมที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด และนักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด งานวิจัย Juan *et al.* (2019) พัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมเพื่อตีความข้อมูลโภชนาการบนฉลากบรรจุภัณฑ์อาหาร พัฒนาด้วยภาษา C# ซึ่งแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมนี้สามารถตีความและแนะนำผู้ใช้จากบรรจุภัณฑ์ที่มีข้อมูลเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรต สามารถให้ผู้บริโภคตีความข้อมูลอาหารที่ใช้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในบรรจุภัณฑ์นั้นๆ ผู้ใช้งานจำนวน 40 คน มีความพึงพอใจในระดับมาก ผู้ใช้รู้ข้อมูลโภชนาการอาหารและช่วยให้ผู้ใช้มีวินัยการใช้ชีวิตที่ดีต่อสุขภาพ ในงานวิจัยของ Renaldy & Zakiah (2020) พัฒนาแอปพลิเคชันความเป็นจริงเสริมบนมือถือแนะนำเมืองบันดุงในอินโดนีเซียโดยใช้วิธีการติดตามด้วย GPS พัฒนาด้วยโปรแกรม Unity 3D และใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ แอปพลิเคชันนี้สามารถให้ข้อมูลประวัติศาสตร์ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเกี่ยวกับอาคารประวัติศาสตร์ในเมืองบันดุง และสามารถแสดงสถานที่ทางประวัติศาสตร์ใดๆ ในเมืองบันดุงได้ทำให้ง่ายขึ้นสำหรับผู้ที่ต้องการทราบสถานที่ทางประวัติศาสตร์และอธิบายประวัติศาสตร์ที่น่าสนใจยิ่งขึ้นของเมืองบันดุง Phiwma & Mutchima (2018) พัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร พัฒนาตามหลักการของวงจร SDLC และเครื่องมือในการพัฒนา

ด้วย โปรแกรม Blender โปรแกรม Unity โปรแกรม Android Studio และ เว็บไซต์ Vuforia สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างมีคุณภาพและส่งเสริมการเรียนรู้ ผลการประเมินในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก มีการนำเสนอที่น่าสนใจโดยนำเสนอในรูปแบบมัลติมีเดียที่รวมเอาทั้งภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหวมาใช้ในการนำเสนอ จึงช่วยทำให้ผู้ใช้เข้าใจเนื้อหาหรือข้อมูลในหนังสือเล่มนั้นมากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้ผู้ใช้สนใจภูมิปัญญาทางศิลปวัฒนธรรมที่มีคุณค่าของไทย และงานวิจัยของ Sampaothong & Sanchana (2023) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงเกษตรของภักดีฟาร์มด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พัฒนาด้วยโปรแกรม Unity 3D เขียนชุดคำสั่งด้วยภาษา C# และใช้โปรแกรม Blender ในการออกแบบโมเดล และพัฒนาตามกระบวนการของ SDLC ซึ่งหลักการทำงานของแอปพลิเคชันผู้ใช้งานจะต้องใช้กล้องบนมือถือสแกนพื้นที่ว่างจากนั้นโปรแกรมจะทำการหาพื้นที่เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติ ซึ่งนักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจต่อการใช้งานอยู่ในระดับมาก

จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกำลังเป็นเทคโนโลยีดิจิทัลหรือสื่อใหม่ที่ได้รับคามนิยม สามารถประยุกต์ใช้กับงานได้หลายศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการศึกษาซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันการเรียนของนักเรียนอาจจะเริ่มมีความน่าเบื่อและไม่น่าดึงดูดใจสนใจในการเรียนด้วยยุคสมัยของเทคโนโลยีที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตมากขึ้น (Azrina, Jhi-Zhi, & Muhammed-Dzulkhiflee, 2021) หากมีสื่อใหม่ๆ ที่ทันกับยุคสมัยเข้ามาใช้ เป็นสื่อการเรียนให้กับนักเรียนเพื่อให้เกิดความสนใจในการเรียนมีการโต้ตอบและมีส่วนร่วมมากขึ้น ซึ่งโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี ตำบลคำชะอี อำเภอดงเจริญ จังหวัดมุกดาหาร มีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนเพิ่มขึ้นให้กับนักเรียน และสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อหรือจัดหาสื่อการเรียนได้ อีกทั้งสื่อเหล่านั้นจะต้องให้ความบันเทิงและดึงดูดความสนใจให้นักเรียนมีความสนใจหรือมี

ความสุขในการเรียนเพิ่มขึ้น (Wungkahad, 2023) ดังนั้นจึงต้องการที่จะพัฒนาสื่อใหม่ๆ ที่นักเรียนสามารถเข้าถึงได้รวดเร็วสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายในการเรียน ที่จะทำให้นักเรียนได้ศึกษาหรือทบทวนได้ตลอดเวลาและให้ดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งระบบย่อยอาหารเป็นหน่วยการเรียนรู้หนึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นสื่อการเรียนที่ใช้ได้สะดวกโดยที่ไม่ต้องศึกษาจากโครงสร้างจริง สามารถใช้สมาร์ตโฟนก็เรียนได้ตลอดเวลา อีกทั้งยังเป็นการเรียนในรูปแบบใหม่ให้กับผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารได้เรียนและยังสามารถช่วยลดต้นทุนในการจัดซื้อสื่อการเรียนและใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2.2 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2.3 เพื่อหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E_1/E_2 ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้อแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ดำเนินการตามระเบียบวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือครูและนักเรียนในโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 184 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 14 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 23 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน และคุณครูประจำชั้นของทั้งสามชั้นปี จำนวน 3 คน รวมทั้งสิ้น 58 คน คัดเลือกโดยวิธีแบบกลุ่ม (Cluster Sampling)

ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินประสิทธิภาพ ประกอบด้วย ครูผู้สอนสอนกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 5 คน และหาประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน โดยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน โดยใช้สูตร E_1/E_2 กำหนดเกณฑ์ที่ 80/80 (Brahmawong, 2013)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร 2) แบบประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชัน 3) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานแอปพลิเคชัน 4) รูปเล่มแผ่น Marker ระบบย่อยอาหารที่ใช้งานร่วมกับแอปพลิเคชัน และ 5) แบบทดสอบก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันนี้ ตามวงจรการพัฒนา ระบบ (SDLC) (Sampaothong & Sanchana, 2023) ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาความเป็นไปได้ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลักสูตรแกนกลางของนักเรียนชั้นประถมศึกษา และทำการสอบถามครูผู้สอนในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Wungkahad, 2023) ซึ่งได้ข้อสรุปให้นำเสนอความรู้เกี่ยวกับหน่วยการเรียนรู้เรื่องอวัยวะระบบย่อยอาหาร ทั้งหมด 8 อวัยวะ คือ ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ตับ ตับอ่อน และทวารหนัก

ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ เป็นการนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้งานและเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบ เป็นการวิเคราะห์ออกแบบก่อนทำการพัฒนาแอปพลิเคชัน ดังนี้ 1) แผนผังการพัฒนาแอปพลิเคชัน (ภาพประกอบ 1) เป็นการวิเคราะห์ออกแบบขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยการใช้เครื่องมือในการพัฒนาแต่ละขั้นตอน คือ การสร้างและออกแบบมาร์คเกอร์ด้วยโปรแกรม Canva ซึ่งทำงานควบคู่กับการสร้างโมเดลอวัยวะย่อยทั้ง 8 อวัยวะ ด้วยโปรแกรม Blender เมื่อได้โมเดล 3 มิติ และมาร์คเกอร์แล้วจะทำการนำเข้าเพื่อประกอบข้อมูลเนื้อหา ด้วยโปรแกรม Unity 3D และพัฒนาด้วยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานด้วยการใช้ภาษา C# เมื่อได้แอปพลิเคชันที่สมบูรณ์แล้วสามารถติดตั้งที่สมาร์ทโฟนของผู้ใช้งานได้ 2) แผนผังการทำงานของแอปพลิเคชัน (ภาพประกอบ 2) เป็นการออกแบบการทำงานของแอปพลิเคชันเมื่อมีการพัฒนาเรียบร้อยแล้ว 2) การออกแบบหน้าจอแอปพลิเคชัน (ภาพประกอบ 3) เป็นการออกแบบหน้าจอของแอปพลิเคชันที่สามารถทำงานตามผังการทำงานของแอปพลิเคชัน และ 4) ออกแบบมาร์คเกอร์ (Marker) (ภาพประกอบ 4) เป็นการออกแบบแผ่นมาร์คเกอร์สำหรับใช้เป็นเอกสารหรือภาพสำหรับใช้แอปพลิเคชันส่องเรียนโมเดลอวัยวะระบบย่อยอาหาร

เคลื่อนไหวของเมาส์ หรือสัมผัส ให้ผู้ใช้งานสามารถ
หมุนวัตถุได้ในแนวตั้งและแนวนอนหมุนได้ 360 องศา
(ภาพประกอบ 6) ขั้นตอนสุดท้ายในการพัฒนาคือการ
สร้างให้มีนามสกุล .apk เพื่อสามารถนำไปติดตั้งบน
อุปกรณ์สมาร์ตโฟนที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

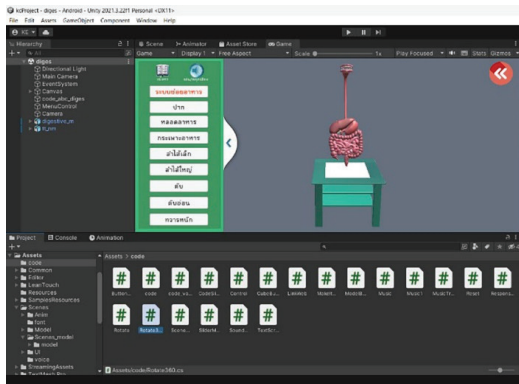




ภาพประกอบ 3 การออกแบบหน้าจอหลักแอปพลิเคชัน



ภาพประกอบ 4 แสดงตัวอย่างภาพ Marker ระบบย่อยอาหาร



ภาพประกอบ 5 การพัฒนาแอปพลิเคชัน

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;

public class Rotate360 : MonoBehaviour
{
    float rotSpeed = 10;
    private void OnMouseDown()
    {
        float rotX = Input.GetAxis("Mouse X") * rotSpeed * Mathf.Deg2Rad;
        float rotY = Input.GetAxis("Mouse Y") * rotSpeed * Mathf.Deg2Rad;

        transform.RotateAround(Vector3.up, -rotX);
        transform.RotateAround(Vector3.left, -rotY);
    }
}
```

ภาพประกอบ 6 ตัวอย่างโค้ดการควบคุมการหมุนโมเดล 360องศา

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ เป็นการนำแอปพลิเคชันที่พัฒนาเรียบร้อยแล้วมาทำการประเมินประสิทธิภาพแบบ Black Box Testing (Weerapan, 2018) มีการประเมิน 4 ด้าน คือ ความถูกต้องของเนื้อหา ความถูกต้องในการทำงานของระบบ ความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ และความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งทำการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อจะได้ปรับปรุงแอปพลิเคชันก่อนนำไปใช้งานจริง

ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้ง เป็นขั้นตอนดาวน์โหลดแอปพลิเคชันเพื่อทำการติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จากนั้นนำแอปพลิเคชันไปหาประสิทธิภาพโดยใช้สูตร E_1/E_2 จากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน และประเมินประเมินความพึงพอใจต่อการใช้แอปพลิเคชันจากกลุ่มตัวอย่าง 58 คน ซึ่งขั้นตอนนี้

ผู้วิจัยได้ทำการประสานและนัดหมายกับโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี เพื่อเข้าทำการประเมิน พร้อมทั้งอธิบายการใช้งานและวิธีการประเมินให้กับนักเรียนและครูประจำชั้นเข้าใจในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 7 การบำรุงรักษา เป็นการตรวจสอบข้อมูลความถูกต้องของแอปพลิเคชันก่อนทำการเผยแพร่

การวิเคราะห์ข้อมูล การหาคุณภาพของแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพ E_1/E_2 ดังสมการ 1-4 (Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong, 2020; Brahmawong, 2013)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (1)$$

เมื่อ

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \quad (2)$$

เมื่อ

$S.D.$ คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ คือ ผลรวมกำลังสองของค่าคะแนนทั้งหมด

$(\sum x)^2$ คือ กำลังสองของคะแนนผลรวม

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

โดยทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์การประเมินดังนี้

4.51 – 5.00 หมายความว่า ระดับมากที่สุด

3.51 – 4.50 หมายความว่า ระดับมาก

2.51 – 3.50 หมายความว่า ระดับปานกลาง

1.51 – 2.50 หมายความว่า ระดับน้อย

1.00 – 1.50 หมายความว่า ระดับน้อยที่สุด

$$E_i = \frac{\sum x}{N} \times 100 \quad (3)$$

เมื่อ

E_i คือ ค่าประสิทธิภาพการทดสอบก่อนใช้งานแอปพลิเคชัน

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบก่อนใช้งานแอปพลิเคชัน

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบก่อนใช้งานแอปพลิเคชัน

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ

E_2 คือ ค่าประสิทธิภาพการทดสอบหลังใช้งานแอปพลิเคชัน

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังใช้งานแอปพลิเคชัน

N คือ จำนวนผู้ประเมินทั้งหมด

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังใช้งานแอปพลิเคชัน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาจากการวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้เครื่องมือทางด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และได้เลือกใช้โปรแกรม Unity ในการพัฒนาเพราะสามารถใช้งานได้ฟรี จัดการซอร์สโค้ดได้ง่ายด้วยภาษา C# สำหรับเทคนิคการสร้างโมเดล 3 มิติ ได้เลือกใช้โปรแกรม Blender ในการสร้างโมเดลระบบย่อยอาหาร การบรรยายเนื้อหาในแอปพลิเคชันใช้ Botnoi Voice Ai ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชันสำหรับสร้างเสียงจากข้อความด้วย AI (Text to Speech) สำหรับการสร้าง Marker ผู้วิจัยได้ใช้ Canva ช่วยเรื่องของการดีไซน์งานต่างๆ รวมถึงออกแบบมาร์คเกอร์ รวมทั้งออกแบบหน้าจอ

ต่าง ๆ แอปพลิเคชันนี้ได้มีการแนะนำวิธีการใช้งาน แนะนำผู้พัฒนา สามารถกดปุ่มตามไอคอนต่างๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 7 และแอปพลิเคชันนี้สามารถทำงานได้ 2 รูปแบบ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้รู้วิยาระบบย่อยอาหาร โดยการสแกนหรือส่องผ่าน Marker

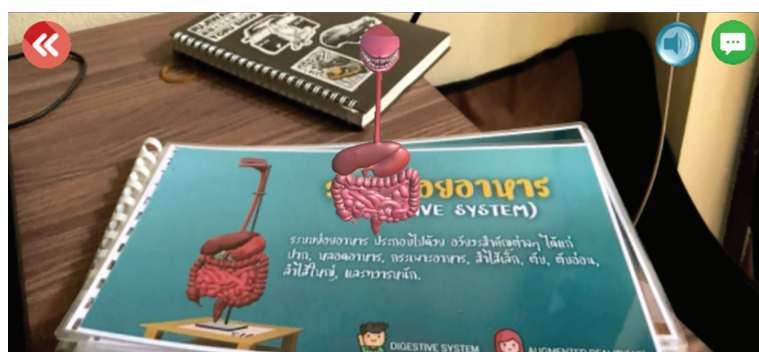
โดยใช้ปุ่มส่อง AR จากภาพประกอบ 7 แล้วทำการสแกนที่มาร์คเกอร์จากภาพประกอบ 8 จะทำให้ปรากฏโมเดล 3 มิติ ดังภาพประกอบ 9 และสามารถสแกนได้ที่ละโมเดลตามมาร์คเกอร์ได้



ภาพประกอบ 7 หน้าหลักของแอปพลิเคชัน



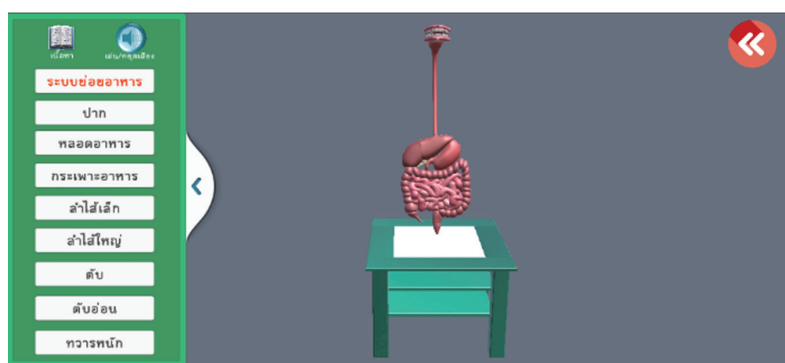
ภาพประกอบ 8 หน้าปกของเล่มมาร์คเกอร์ระบบย่อยอาหาร



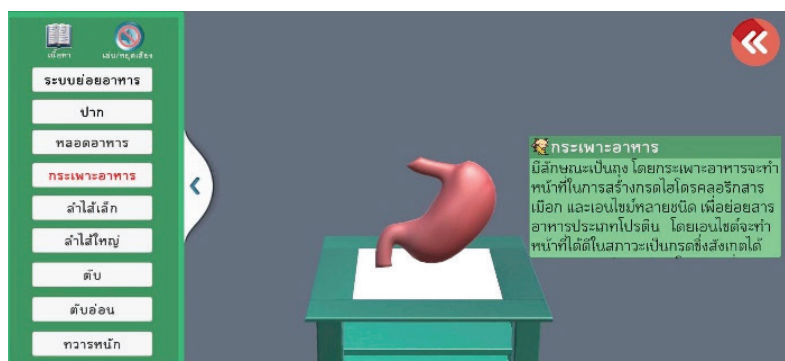
ภาพประกอบ 9 หน้าส่อง AR ที่รูปเล่ม Marker ระบบย่อยอาหาร

รูปแบบที่ 2 ผู้ใช้งานสามารถเรียนอวัยวะระบบย่อยอาหาร โดยการเลือกเมนูในเนื้อหาโดยการกดปุ่มเนื้อหา จากภาพประกอบ 7 จะปรากฏรายการเมนูของอวัยวะระบบย่อยอาหารทั้ง 8 อวัยวะ ซึ่งสามารถกดปุ่มเมนูแต่ละรายการได้ จะปรากฏโมเดลดังภาพประกอบ 10 โมเดล 3 มิติ ของแต่ละอวัยวะของระบบย่อยอาหารได้

จากทั้ง 2 รูปแบบ โมเดลแต่ละโมเดลที่ปรากฏขึ้น สามารถหมุนได้ 360 องศา ซুমลดขยายโมเดลได้มีปุ่มที่สามารถเปิด-ปิด เสียงบรรยายข้อมูลอวัยวะนั้นๆ ได้ สามารถแสดงหรือปิดรายละเอียดการอธิบายลักษณะและการทำงานของอวัยวะได้ดังภาพประกอบ 11 เมื่อผู้ใช้งานต้องการออกจากแอปพลิเคชัน สามารถใช้ปุ่มออก แสดงดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 10 ข้อมูลหน้าเนื้อหา



ภาพประกอบ 11 ตัวอย่างแสดงรายละเอียดเนื้อหาของกระเพาะอาหาร



ภาพประกอบ 12 หน้าต่างแจ้งเตือนออกจากแอปพลิเคชัน

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยประเมิน 4 ด้าน ตามแบบ Black Box Testing ด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน จากตาราง 1 พบว่าประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันทั้ง 4 ด้าน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.90 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.17 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านความถูกต้องของเนื้อหา มีประสิทธิภาพดีกว่าทุกด้าน รองลงมาคือ ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ ด้านความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ และด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ตามลำดับ ทั้งนี้ทุกด้านมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันนี้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ได้จริง

4.3 ผลการประสิทธิภาพแอปพลิเคชันโดยใช้สูตร E_1/E_2 ต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบ

ย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นการประเมินด้วยนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 18 คน โดยการทำแบบทดสอบเกี่ยวกับระบบย่อยอาหาร ทั้ง 8 ระบบ ก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน จากตาราง 2 พบว่าประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ $E_1 = 80.56$ และ $E_2 = 83.89$ ซึ่งประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ไม่ต่ำกว่า 80/80

เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันก่อนและหลัง และวิเคราะห์ข้อมูลทดสอบค่า (t-test) จากตาราง 3 พบว่า นักเรียนจำนวน 18 คน ทำการทดสอบก่อนการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.06 คะแนน และการทดสอบหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.36 คะแนน มีค่า df ที่ 16 และค่า sig. เท่ากับ .009 ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารผ่านแอปพลิเคชันนี้ทำให้มีความรู้เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร (ผู้เชี่ยวชาญ)

รายการการประเมินประสิทธิภาพ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
1. ด้านความถูกต้องของเนื้อหา	4.96	0.09	มากที่สุด
2. ด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ	4.95	0.11	มากที่สุด
3. ด้านความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ	4.87	0.17	มากที่สุด
4. ด้านความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.88	0.24	มากที่สุด
ผลการประเมินโดยภาพรวม	4.90	0.17	มากที่สุด

ตาราง 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร (นักเรียน)

คะแนน	นักเรียน (N=18)			เกณฑ์ที่กำหนด
	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ค่าร้อยละ	
การทดสอบก่อนใช้แอปพลิเคชัน	10	8.06	80.56	80 (E_1)
การทดสอบหลังใช้แอปพลิเคชัน	10	8.36	83.89	80 (E_2)

ตาราง 3 ผลการวิเคราะห์การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	N	$\bar{x}$	S.D.	t	df	Sig.
ก่อนใช้แอปพลิเคชัน	10	18	8.06	0.24	-2.954	16	.009*
หลังใช้แอปพลิเคชัน	10	18	8.36	0.50			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหาร

รายการการประเมินความพึงพอใจ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. มาร์กเกอร์มีขนาดพอเหมาะกับการใช้งาน	4.42	0.60	มาก
2. มาร์กเกอร์มีความสวยงามเหมาะสม	4.60	0.65	มากที่สุด
3. มาร์กเกอร์ มีความถูกต้องตรงตามเนื้อหา	4.44	0.68	มาก
4. โมเดล 3 มิติ มีความสวยงามสมจริง	4.46	0.68	มาก
5. โมเดล 3 มิติ สื่อความหมายตามมาร์กเกอร์	4.44	0.63	มาก
6. โมเดล 3 มิติ สามารถหมุน 360 องศา และซูมได้	4.56	0.54	มากที่สุด
7. แอปพลิเคชัน ทำงานได้อย่างรวดเร็ว	4.40	0.56	มาก
8. แอปพลิเคชัน มีเสียงเนื้อหาประกอบถูกต้อง	4.60	0.68	มากที่สุด
9. ความเหมาะสมของพื้นหลังแอปพลิเคชัน	4.39	0.77	มาก
10. ความเหมาะสมของการใช้โทนสีแอปพลิเคชัน	4.47	0.63	มาก
11. ความเหมาะสมการจัดวางองค์ประกอบบนแอปพลิเคชัน	4.46	0.66	มาก
12. ความเหมาะสมการเลือกใช้ชนิด ขนาด สีตัวอักษรบนจอภาพ	4.56	0.73	มากที่สุด
13. เนื้อหามีความครบถ้วน	4.60	0.68	มากที่สุด
14. การนำเสนอเนื้อหาที่น่าสนใจ	4.58	0.60	มากที่สุด
15. การนำเสนอเนื้อหาความเข้าใจง่าย	4.60	0.68	มากที่สุด
16. สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง	4.54	0.63	มากที่สุด
17. ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	4.39	0.67	มาก
18. คุณภาพของสื่อมีระเบียบและเข้าใจง่าย	4.47	0.71	มาก
19. ข้อมูลที่นำเสนอแต่ละหน้าจามีความเหมาะสม	4.46	0.71	มาก
20. แอปพลิเคชันสามารถนำไปใช้งานได้จริง	4.58	0.71	มากที่สุด
21. แอปพลิเคชันสามารถเป็นสื่อในการเรียนการสอนได้	4.63	0.64	มากที่สุด
ผลการประเมินในภาพรวม	4.51	0.66	มากที่สุด

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โดยกลุ่มตัวอย่าง 58 คน จากตาราง 4 พบว่ามีความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน ทั้ง 21 รายการ โดยภาพรวมผู้ใช้งานมีความพึงพอใจแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.51 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 เมื่อพิจารณาจากรายข้อพบว่าแอปพลิเคชันนี้สามารถเป็นสื่อในการเรียนการสอนได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.63 รองลงมาคือ มาร์กเกอร์มีความสวยงามเหมาะสม แอปพลิเคชันมีเสียงเนื้อหาประกอบถูกต้อง เนื้อหามีความครบถ้วน และการนำเสนอเนื้อหามีความเข้าใจง่าย อยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.60 ทั้งนี้การนำเสนอเนื้อหาที่มีความน่าสนใจ และแอปพลิเคชันสามารถนำไปใช้งานได้จริง อยู่ในระดับมากที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 4.58 ดังนั้นจึงแสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันนี้มีประโยชน์สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาให้เรียนอวัยวะระบบย่อยอาหารผ่านแอปพลิเคชันได้

5. สรุปและอภิปรายผล

แอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายมีความต้องการให้ได้สื่อการเรียนที่สามารถกระตุ้นหรือดึงดูดความสนใจการเรียนรู้ของนักเรียนมากขึ้นสื่อการเรียนนี้ทำงานได้ 2 รูปแบบ คือเรียนรู้โดยการสแกนผ่านแผ่น Marker และเรียนรู้โดยการเลือกเมนูในเนื้อหา มีโมเดล 3 มิติ 8 โมเดล คือ ปาก หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ตับ ตับอ่อน และทวารหนัก โมเดลสามารถหมุนได้ 360 องศา พร้อมทั้งมีเสียงและข้อมูลประกอบการบรรยาย เป็นการให้ความรู้ที่เข้าใจง่าย มีขั้นตอนการทำงานที่ไม่ซับซ้อน ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ด้วยตนเองผ่านสมาร์ตโฟนที่ทำงานบนระบบ

ปฏิบัติการแอนดรอยด์ การพัฒนาดำเนินการตามขั้นตอนวงจรการพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Unity ร่วมกับภาษา C# และโปรแกรม Blender เป็นเครื่องมือหลักสอดคล้องกับงานวิจัยการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาเรื่องการทำบาตรของชุมชนบ้านบาตร (Phiwma & Mutchima, 2018) และงานวิจัยที่ได้นำกระบวนการ SDLC และเครื่องมือในการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ และแอปพลิเคชันทำงานได้ตามเป้าหมายเช่นกัน

แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเรียนรู้ระบบย่อยอาหาร สามารถใช้เพื่อประกอบการเรียนสำหรับผู้สอน นักเรียน และผู้สนใจทั่วไปได้จริง พิจารณาจากผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินภาพรวมของแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.90$, S.D.=0.17) ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาด้านความถูกต้องในการทำงานของระบบ ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน และความเหมาะสมของการทำงานและการออกแบบ เมื่อทำการประเมินประสิทธิภาพแอปพลิเคชันด้วยสูตร E_1/E_2 จากการให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน พบว่าแอปพลิเคชันนี้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.56/83.89 ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 จึงแสดงถึงความเปลี่ยนแปลงของนักเรียนจากการเรียนผ่านแอปพลิเคชันทำให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunpalwong (2021) ได้พัฒนาระบบสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านอักษร A-Z ผลการวิจัยพบว่า สื่อเสมือนจริง A-Z ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 80.10/87.34 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Montreesree

& Sovajassatakul (2019) ได้พัฒนาสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่องสร้างวานแอนิเมชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าสื่อสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพที่ 90.67/89.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเช่นกัน และเมื่อทำการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการทดสอบก่อนการใช้งานแอปพลิเคชันและหลังการใช้งานแอปพลิเคชัน พบว่าผู้เรียนได้รับคะแนนทดสอบหลังการใช้งานมากกว่าคะแนนก่อนเรียนก่อนการใช้งานที่ค่าเฉลี่ยผลต่างคะแนนเท่ากับ +0.30 ($\bar{x}$ เท่ากับ 8.06 และ 8.36 ตามลำดับ) จึงสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น มีผลต่อการพัฒนาการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong (2020) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบเคมีที่กล่าวไว้ว่า สื่อเสริมการเรียนรู้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจ และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bunpalwong (2021) ได้พัฒนาระบบสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงเพื่อส่งเสริมทักษะการอ่านอักษร A-Z พบว่าการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พร้อมทั้งกล่าวไว้ว่า สื่อเสมือนจริงเหมาะสมกับผู้เรียนสามารถสร้างความตื่นตัว ความสนใจในการเรียนรู้ เกิดความสนุกสนาน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแอปพลิเคชันบนมือถือด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการเรียนระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายนี้มีประสิทธิภาพที่เหมาะสมที่จะใช้เป็นสื่อการเรียนได้จริง จากนั้นเมื่อนำไปประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่าความพึงพอใจของครูผู้สอนและนักเรียนที่ได้ใช้งานแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ =4.51, S.D.=0.66) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ruangkulsap, Butkote, & Inlupet (2022) ได้พัฒนาสื่อแอปพลิเคชัน

บนอุปกรณ์เคลื่อนที่สำหรับการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นระดับพื้นฐานด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ซึ่งเห็นได้ว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้มีความสอดคล้องกับความต้องการและความสนใจของนักเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนมีความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้ความเข้าใจที่ดีได้ และนำไปสู่การเรียนอย่างมีความสุข อีกทั้งยังเป็นการเรียนรู้รูปแบบใหม่พัฒนาทักษะได้ตลอดเวลา และสามารถสอดคล้องกับนโยบายการลดต้นทุนการจัดซื้อสื่อการเรียนได้ แอปพลิเคชันนี้จึงเป็นสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยควรมีการนำไปประเมินกับกลุ่มนักเรียนในโรงเรียนอื่นๆ ด้วยเพื่อเป็นการขยายผลการวิจัยและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น ส่วนข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไปควรพัฒนาแอปพลิเคชันให้รองรับระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) พัฒนาสื่อการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ และให้มีเสียงบรรยายเป็นภาษาอังกฤษเพิ่มเติมได้

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหาร ครู และนักเรียนโรงเรียนชุมชนบ้านคำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ในการทดลองใช้งานแอปพลิเคชันทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี และขอบคุณหน่วยทรัพยากรสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ได้ให้คำปรึกษาการขึ้นทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญาจนได้รับการจดทะเบียนลิขสิทธิ์ ประเภทวรรณกรรม ลักษณะงานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทะเบียนเลขที่ ว1.010811 และขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในปงบประมาณ พ.ศ. 2567

7. เอกสารอ้างอิง

- Azrina, K., Jhi-Zhi, L., & Muhammed-Dzulkhiflee, H. (2021). The development of mobile augmented reality application to facilitate high school students with various learning strategies in learning history. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(3), 2199–2204. <https://www.proquest.com/openview/2842178e219665f6e115a3d32278bec6/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2045096>
- Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakorn Educational Research Journal*, 5(1), 7-20. <https://old.educ.su.ac.th/2013/images/stories/081957-02.pdf> [In Thai]
- Bunpalwong, M. (2021). Development of Virtual Alphabet Learning Media System to Improve Early Childhood Reading Skill. *Interdisciplinary Sripatum Chonburi Journal*, 7(3), 108-120. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/ISCJ/article/view/253153/173414> [In Thai]
- Digital Government Development Agency. (2023). *Thailand digital government development plan 2023-2027*. Retrieved 5 November 2024, from <https://www.dga.or.th/policy-standard/policy-regulation/dga-019/dga-027/dg-plan-2566-2570/>. [In Thai]
- Juan, M.C. et al. (2019). An augmented reality app to learn to interpret the nutritional information on labels of real packaged foods. *Frontiers in Computer Science*, 1, <https://doi.org/10.3389/fcomp.2019.00001>
- Khathong N., Tiamkaew, E., & Khruahong, S. (2020). The development of augmented reality technology applications for learning about element and chemical compounds. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 2(2), 77-87. <https://doi.org/10.14456/jait.2020.6> [In Thai]
- Montreesree, S. & Sovajassatakul, T. (2019). A development of augmented reality media on animation creation for grade 11 students. *Journal of Industrial Education*, 18(2), 40-47. [In Thai]
- Phiwma, N. & Mutchima, P. (2018). The development of the augmented reality application for arts, culture and local wisdom learning support on Alms Bowl Making at Ban Batra community. *Parichart Journal*, 31(1), 241–262. [In Thai]
- Renaldy, R. & Zakiah, A. (2020). Development mobile application of Bandung Tempo Doeloe based on augmented reality using GPS tracking method. *International Journal of Information Engineering and Electronic Business (IJIEEB)*, 12(2), 9-14. <https://doi.org/10.5815/ijieeb.2020.02.02>

- Ruangkulsap, P., Butkote, S., & Inlupet, I. (2022). Mobile application development for learning basic Japanese vocabulary with augmented reality. *NEU Academic and Research Journal*, 12(2), 298-312. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/neuarj/article/view/258580/175896> [In Thai]
- Sampaonthong, T. & Sanchana, W. (2023). The development application promote agritourism of Pakdee Farm with augmented reality technology. *Journal of Applied Informatics and Technology*, 5(1), 71-85. <https://doi.org/10.14456/jait.2023.6> [In Thai]
- Tan, Y. *et al.* (2022). Augmented and virtual reality (AR/VR) for education and training in the AEC industry: A systematic review of research and applications. *Buildings*, 12(10), 1529. <https://doi.org/10.3390/buildings12101529>.
- Weerapan, D. (2018). Management information system for instructional via web applications. *Journal of Information Technology Management and Innovation*, 5(1), 145-154. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/itm-journal/article/view/140243/104026> [In Thai]
- Wungkahad, P. (2023). *Learning unit information on the digestive system for science subjects*. [Interview], Chumchonbankhamcha-i School, Khamcha-i, Mukdahan Province, Thailand. [In Thai]
- Xie, J. *et al.* (2022). Trends of augmented reality for Agri-Food applications. *Sensors*, 22(21), 8333. <https://doi.org/10.3390/s22218333>.
- Yadav, N. & Sinha, A. (2022). Augmented reality and its science. *International Journal of Education and Management Engineering (IJEME)*, 12(6). <https://doi.org/10.5815/ijeme.2022.06.04>
- Yong, S. W. & Sung, A.N. (2019). A mobile application of augmented reality for aircraft maintenance of fan cowl door opening. *International Journal of Computer Network and Information Security (IJCNIS)*, 11(6), 38-44. <https://doi.org/10.5815/ijcnis.2019.06.05>
- Yothapakdee, K. & Sributtha, K. (2021). Public relation media in augmented reality of unseen Muang-Loei attractions with bird eye view via drone technology. *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)*, 13(26), 1-13. <https://ejournals.swu.ac.th/index.php/SWUJournal/article/view/14107> [In Thai]
- Zheng, J. *et al.* (2024). Research and application of augmented reality technology and digital media Technology in mobile visual media. *Applied Mathematics and Nonlinear Sciences*, 9(1), <https://doi.org/10.2478/amns.2023.1.00154>.