

การพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้

The development of virtual reality applications. the Solar System

With Augmented Reality technology

วรรณศิลป์ ภู่อ้นไส^{1*} สุนันทา ศรีม่วง²

¹นักศึกษาศาสาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ²ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

cannoncn@gmail.com^{*}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริง สำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้ 2) เพื่อประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้และ เป็นการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนมัลติมีเดียเรื่อง ระบบสุริยะ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้งาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) แอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ พบว่า เทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้ที่พัฒนาขึ้นนั้น จะประกอบไปด้วย แอปพลิเคชัน และหนังสือประกอบ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้ เนื่องจากสามารถเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติ หรือวีดีโอลงในภาพที่ถ่ายมาจากกล้อง เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก 2) การศึกษาผลการทดลองใช้พบว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ระบบสุริยะ, เทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้, แอปพลิเคชัน, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์,

ABSTRACT

This research aims to 1) develop apps virtualized applications. For the mobile operating system Android. With Isaac Hempstead Apartments Realty Charity 2) to assess the quality of applications and virtual applications. the Solar System With Isaac Hempstead reality and augmented. The development of multimedia teaching materials about the solar system, 3) study satisfaction of the users to application.

The results showed that: 1) applications virtualized applications. The solar technology that Isaac Hempstead Apartments Realty Charity developed, it consists of an application and accompanying book. This can be applied to teaching. You can add a virtual model of a three-Summit. Or to the video image taken from a camera or camera phone smart phone. With computer graphics techniques 2) Study results showed that. The quality of applications and application development, quality is at the highest level, and 3) the satisfaction of the users. Satisfaction is at the highest level.

Keyword: Solar system, Augmented Reality technology, Application, The operating system Android.

บทนำ

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็น แขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปบนภาพที่ ถ่ายมาจากกล้อง เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันเทคโนโลยี เสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้าน อุตสาหกรรม การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่าน ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาททางด้านการจัดการศึกษามากขึ้นโดยครูผู้สอนได้นำข้อดีของวิวัฒนาการความจริงก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ร่วมกับความทันสมัยของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มาใช้ในการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีความรู้ความเข้าใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ (มนต์ชัย, 2545) โดยเฉพาะสื่อการเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกกลายมาเป็นแอปที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานได้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน หรือเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ได้

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริง สำหรับโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยเทคโนโลยีออคเมนต์เตดเรียลลิตี
2. เพื่อประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันเสมือนจริง
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้ออปพลิเคชัน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง Augmented Reality

2.1.1 แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

- การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล(Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของMarker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker
- การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง
- กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3DRendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

2.1.2 ระบบเสมือนเสริมบนโทรศัพท์มือถือ โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน (Smart Phone) ถือเป็นจุดเปลี่ยนแนวคิดทางการตลาดของการโฆษณา เพราะด้วยระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือ(MobileAR) ทำให้ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลหรือข่าวสารได้ทันทีตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมต่างๆ ที่อยู่ในโทรศัพท์มือถือ แบบที่ผู้ใช้สามารถพกพาได้อย่างสะดวก (พนิดา ต้นศิริ, 2010)

ระบบเสมือนจริงบนโทรศัพท์มือถือจัดเป็นเทคโนโลยีเสมือนจริงที่ใช้งานบนโทรศัพท์มือถือ ทำให้หน้าจอของโทรศัพท์มือถือแสดงข้อมูลต่างๆ ที่ได้รับจากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทั้งนี้โทรศัพท์มือถือที่สามารถใช้ระบบเสมือนจริงได้ต้องมีคุณสมบัติของเครื่อง ดังนี้

- กล้องถ่ายรูป
- GPS ที่สามารถระบุพิกัดตำแหน่งและเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้
- เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

สำหรับโทรศัพท์มือถือที่รองรับเทคโนโลยีนี้ได้มีหลายยี่ห้อ อาทิ iPhone 3GS และมือถือที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เช่น HTC G1, HTC HERO, HTC DROID เป็นต้น

พลยุทธ พุดตาล และ จักริช พฤษการ(2558) กล่าวว่า ในเรื่องของ Image Manager นั้น จะแสดงถึงขั้นตอนการออกแบบตัวสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสแกน เพื่อแสดงโมเดลของวัตถุแต่ละชนิดออกมา การสร้าง Image Target จะต้องมีความแตกต่างกัน ของเครื่องหมายและสัญลักษณ์ ซึ่งตัว Image Target ที่จะใช้ในการตรวจจับนั้นไม่จำเป็นต้องมีบริเวณพื้นที่สีขาวหรือสีดำ หรือโค้ด ที่ใช้ในการจดจำข้อมูลแต่อย่างใด เพียงแค่เราใช้ภาพที่ได้สร้างไว้เป็นชื่อสัญลักษณ์ธาตุนำไป Upload ใน Target Manager ของ Vuforia ก็จะได้ฐานข้อมูลของภาพ Image Target ที่ทำการกำหนดจุดสแกนหลายๆจุดไว้เพื่อสแกนของวัตถุแต่ละชนิดที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

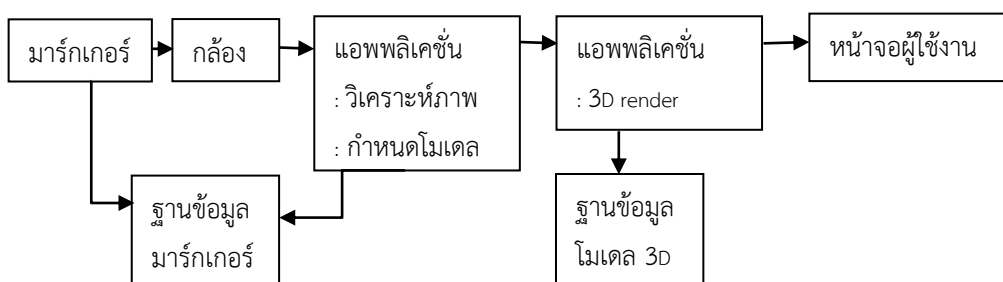
1.1 ศึกษาความเป็นไปได้ โดยได้ศึกษาเกี่ยวกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ถึงข้อมูล และวิธีการพัฒนาระบบ

1.2 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 1 โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำรา ที่เกี่ยวข้องกับระบบสุริยะ การออกแบบแอปพลิเคชัน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ คือ

1.2.1 กำหนดเนื้อหาของหนังสือที่ใช้ประกอบกับแอปพลิเคชัน และตรวจสอบความถูกต้องกับแหล่งข้อมูล

1.2.2 การวิเคราะห์ความต้องการเป็นการวิเคราะห์ความต้องการผู้ใช้ในแอปพลิเคชัน ได้แก่ ข้อความกราฟิก ภาพนิ่ง และวิดีโอ โดยการสัมภาษณ์และสอบถามความคิดเห็น

1.3 ออกแบบระบบโดยทำการออกแบบ ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นที่ 1 มาออกแบบส่วนประกอบต่างๆ ของแอปพลิเคชัน โดยออกแบบในส่วนเนื้อหาของเนื้อหา ส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน



1.4 พัฒนาระบบโดยเริ่มจาก - ออกแบบหนังสือเพื่อใช้ประกอบแอปพลิเคชัน

- จัดทำโมเดลสามมิติ

- พัฒนาแอปพลิเคชัน ด้วย Unity และ Vuforia และแพ็คเกจออกเป็น APK

1.5 ทดสอบระบบ และจัดทำคู่มือการใช้งานระบบ

2. เครื่องมือการวิจัย

- 2.1 แอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้
- 2.2 การวิเคราะห์หาคุณภาพของแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- 2.3 แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศพนินิจพิทยาคม โดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

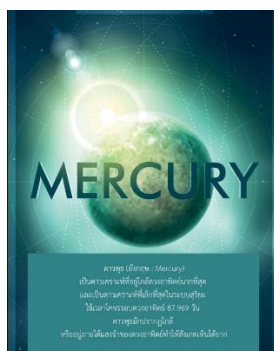
3. กลุ่มเป้าหมาย

- 3.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเลิศพนินิจพิทยาคม
- 3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเลิศพนินิจพิทยาคม จำนวน 20 คน

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนา แอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลลิตี้แสดงดังภาพที่ 1 ดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงภาพที่ใช้เป็นมาร์กเกอร์

จากภาพที่ 1 ได้จัดทำรูปเล่มเพื่อประกอบการใช้งานแอปพลิเคชัน รวบรวมระบบสุริยะ ไว้จำนวน 11(หน้าไม่รวมหน้าปก) ประกอบด้วย รูปที่ใช้เป็นมาร์กเกอร์ และข้อความอธิบายความหมาย ของดาวต่าง ๆ รวมไปถึงระบบสุริยะ



ภาพที่ 2 แสดงการทำงานของแอปพลิเคชัน

จากภาพที่ 2 จากรูปที่ 2 แสดงหน้าแอปพลิเคชันโดยใช้กล้องส่องกับหนังสือ สามารถแสดงวิดีโอในรูปแบบAR ทำให้การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ

2. ผลการทดลองใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลริตี้

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองใช้แอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลริตี้ ที่พัฒนาขึ้นกับผู้ทดสอบจำนวน 5 คน จากนั้นนำผลการเรียนรู้มาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแอปพลิเคชัน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ความสามารถในการทำงานของแอปพลิเคชัน	4.20	0.45	มาก
2. ความง่ายและความสะดวกในการใช้งานของแอปพลิเคชัน	4.40	0.55	มาก
3. การแสดงผลการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ความรวดเร็วในการประมวลผลของแอปพลิเคชัน	4.60	0.55	มากที่สุด
5. คู่มือการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
โดยรวม	4.52	0.06	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก - มากที่สุด

3. ผลการศึกษาแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลริตี้

ผู้วิจัยดำเนินการสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ แอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอค์เมนต์เตดเรียลริตี้ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสร็จสิ้น จากนั้นนำผลการสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. การจัดวางองค์ประกอบ	4.50	0.51	มากที่สุด
2. ขนาดและรูปแบบอักษรที่ใช้	4.70	0.47	มากที่สุด
3. สีของตัวอักษรและพื้นหลัง	4.73	0.45	มากที่สุด
4. ภาพถ่าย วิดีทัศน์ มีความเหมาะสม	4.60	0.50	มากที่สุด
5. ความเร็วในการดาวน์โหลด	4.57	0.50	มากที่สุด
6. เนื้อหามีความสอดคล้องกับรูปภาพ	4.50	0.51	มากที่สุด
7. รูปภาพมีขนาดเหมาะสมกับหน้าแอปพลิเคชัน	4.43	0.50	มาก
8. ความทันสมัยของรูปแบบแอปพลิเคชัน	4.47	0.51	มาก
9. แอปพลิเคชัน มีประโยชน์มากน้อยเพียงใด	4.47	0.51	มาก
10. แอปพลิเคชันสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนได้หรือไม่	4.43	0.50	มาก
โดยรวม	4.54	0.02	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบผลการศึกษาคำพึงพอใจโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก - มากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

1. แอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องระบบสุริยะ ด้วยเทคโนโลยีอวกาศเทคโนโลยีเรียลลิตี้ ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วน คือ 1) แอปพลิเคชัน และ 2) หนังสือประกอบ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. คุณภาพของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.06) ผลพบว่า คุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด คือ การแสดงผลการใช้งานแอปพลิเคชัน (ค่าเฉลี่ย = 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.45) ทั้งนี้เนื่องจาก แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น มีการแสดงผลที่ชัดเจน ตรงตามเนื้อหา และมีความถูกต้องในรายละเอียดที่แสดงผล สอดคล้องกับผลการวิจัยของ อภิชาติ เหล็กดี (2557) ได้ศึกษาคุณภาพแอปพลิเคชันเพื่อเผยแพร่ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น ในจังหวัดมหาสารคาม โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.25) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.33 - 4.67 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.58 - 1.15)

3. ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.02) ผลพบว่า ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด คือ สีของตัวอักษรและพื้นหลัง (ค่าเฉลี่ย = 4.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.45) ทั้งนี้เนื่องจาก แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีความน่าสนใจ ใช้งานง่าย มีสีสันและความถูกต้องในรายละเอียดของการนำเสนอสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อภิชาติ เหล็กดี (2557) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษา โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.51 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.06) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย = 4.43 - 4.60 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.50 - 0.68)

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้วิจัยแนะนำให้ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เวอร์ชัน 5 ขึ้นไป
2. ควรที่จะสามารถใช้ได้กับทุกระบบปฏิบัติการ
3. นอกจากเนื้อหา โมเดล และวิดีโอแล้วควรเพิ่มเกมเสริมสร้างทักษะเพื่อเพิ่มความสุขแก่ผู้ใช้งาน

เอกสารอ้างอิง

- 1) กฤษมนันต์ วัฒนารงค์. ปัญหาเทคโนโลยีของการสอน. 9 กุมภาพันธ์ 58. <http://www.thairath.co.th/content/336124>.
- 2) กิจติพงษ์ ประชาจิต. (2549). Maya 8 Workshop. กรุงเทพฯ : ชัคเซล มีเดีย.
- 3) กิตติภัทร เจตสิกทัต, ณัฐสิริ ตันติขจร และอภิญญา ฤทธอมทรัพย์. (2553). สารานุกรมสามมิติด้วยเทคโนโลยีการสร้างภาพวัตถุเสมือนจริง 3D Encyclopedia by Augmented Reality Technology. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- 4) ณัฐ อุดกฤษฎ์, นวพล วงศ์วิวัฒน์ไชย. (2554). การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z. การค้นคว้าแบบอิสระ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- 5) ชนม์ชนก วงศ์พัฒนกุล และนางสาวปาลิดา แซ่ลิ้ม. (2554). หลักการ AUGMENTED REALITY. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2557. สืบค้นจาก: <http://msmisthammasat.blogspot.com/2011/01/augmented-reality.html>.
- 6) นัตพล บุระคา. (2557). การพัฒนากำหนดแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่อง องค์คุณมาล. การค้นคว้าแบบอิสระ เทคโนโลยีมัลติมีเดีย

และแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

7)บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2542).เทคนิคการสร้างเครื่องมือรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ: B&B Publishing.

8)บุญยวีร์ รุจิบุรตานันท์. (2555). CARTOON CHARACTER DESIGN. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ดี.

9)พลากร ตนพยอม. (2548). Maya Basic เรียนรู้โปรแกรมสร้างงาน 3 มิติ ระดับ Hollywood. กรุงเทพฯ : ชัคเชส.

10)พูนศักดิ์ อนุพันธ์พานิช. (2549). Maya Ready&Work.กรุงเทพฯ : เอส.พี.ซี.บุ๊คส์.

11)อภิชาติ เหล็กดี. (2557).การพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อส่งเสริมและเผยแพร่ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น ในจังหวัดมหาสารคาม. มหาสารคาม. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

12)อานนท์ แทนไชยสง และ อภิชาติ เหล็กดี (2559).การพัฒนาแอปพลิเคชันเสมือนจริง เรื่องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เตดเรียลริตี้ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

13)อนันท์ ภิรมย์ ภาคย์ สอนเสาวภาคย์ และ ภัทธวัลย์ คำปลิว(2559). การพัฒนาเกมสามมิติ เรื่อง เกมทางออกอยู่ไหน 3D Game Development: Where are exit? มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม