

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนระบบสุริยะจักรวาลด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง

สุนันท์ เทพรักษ¹ และ สุริยะ พินิจการ²

^{1,2}สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม

Emails: ¹i.baiimhon@gmail.com, ²faassypi@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้กับสื่อการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นเทคนิคที่น่าสนใจ ซึ่งใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นโมเดล 3 มิติที่จำลองลักษณะของดาวในระบบสุริยะจักรวาล เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น สร้างประสบการณ์แปลกใหม่ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ได้เพิ่มมากขึ้น

ปัญหาพิเศษนี้ได้ออกแบบดวงดาวเสมือนจริงขึ้นมาเป็นรูปแบบหนังสือออกเมนเต็ดเรียลลิตี โดยเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย โปรแกรม Autodesk Maya โปรแกรม Unity และโปรแกรม Photoshop ใช้หลักการในการวิเคราะห์ภาพจากแผ่นสัญลักษณ์ เพื่อระบุตำแหน่งที่จะแสดงผลบนแผ่นสัญลักษณ์ และทำการแสดงผลวัตถุที่กำหนดไว้

ผลการทำปัญหาพิเศษจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้พบว่าระบบการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในสื่อการเรียนการสอน เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล ผู้ใช้มีความพึงพอใจด้านเอกสารการเรียนรู้ได้ค่าเฉลี่ย 78.2% ความพึงพอใจด้านแอปพลิเคชันได้ค่าเฉลี่ย 84.47% และความพึงพอใจด้านกิจกรรมได้ค่าเฉลี่ย 74.5%

ABSTRACT

The special problem was bringing Augmented Reality applied to Instruction Media because it was an interesting technique. The media was designed for running on an android device. Users could to view 3D Models that simulate the appearance of star in the solar system, for student were an interesting in leaning. Student were curious, create new experience and engaging in learning more.

The special problem was design stars of a virtual in augmented reality book. The tools used to develop programs include Autodesk Maya, Unity and Photoshop. This technique will use the picture analysis

principle on a marker to show the result of the objects provided on the screen.

The results of a survey done on the satisfaction level of users found that Applies Augmented Reality Techniques in Teaching Students about the Solar System. Users were satisfied with the documentation to learn the average 78.2%, satisfaction with the applications averaged 84.47% and satisfaction with the activities on average 74.5%.

คำสำคัญ— ความจริงเสมือน; แผ่นสัญลักษณ์; ระบบสุริยะจักรวาล

1. บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีด้านการติดต่อสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทต่อการศึกษาเป็นอย่างมาก การนำเอาเทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วยในการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและมีช่องทางในการเรียนในรูปแบบอื่นเพิ่มมากขึ้น มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการใช้ E-Learning ในการการสอน การทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดต่างๆ บนเว็บไซต์ เป็นต้น แต่การใช้งานรูปแบบการเรียนการสอนที่กล่าวมานั้น เริ่มมีการใช้งานมากขึ้นทำให้รูปแบบการนำเสนอเริ่มไม่แปลกใหม่และดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้มากพอ และสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นั้นบางครั้งก็ไม่สามารถใช้งานระบบที่ซับซ้อนได้ เนื่องจากอายุน้อยและยังขาดความรู้และประสบการณ์ จากการศึกษาพบว่าปัจจุบันมีเทคนิคชนิดหนึ่งที่เรียกว่า ความจริงเสมือน (Augmented Reality: AR) ที่น่าจะนำเทคนิคชนิดนี้มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ และใช้กับการเรียนการสอน

ความจริงเสริม (AR) เป็นเทคนิครูปแบบหนึ่งที่นำสนใจที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนได้โดยหลักการของเทคนิคความจริงเสริมนั้นคือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง และความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และ

อุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น กล้องวิดีโอ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับผู้ชมได้ทันทีอาจมีลักษณะทั้งที่เป็นภาพนิ่งสามมิติหรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด

จากที่กล่าวมาผู้จัดทำปัญหาพิเศษมีความสนใจที่จะนำเอาเทคนิคความจริงเสมือนนั้นเพราะรูปแบบในการแสดงผลเป็นวิธีที่น่าสนใจในการนำมาใช้ในการเรียนการสอนทำให้การเรียนรู้มีความสมจริงมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการเรียนและช่วยให้เด็กเกิดความรู้สึกสนใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น โดยการทำงานนั้นจะใช้เทคนิคความจริงเสริมในการนำเสนอภาพและสื่อในลักษณะ Real time เพียงผู้เรียนวางแผนสัญลักษณ์ให้ตรงกับกล้อง กล้องจะทำการประมวลผลและแสดงภาพระบบสุริยะจักรวาลที่เป็นภาพนั้นๆ ขึ้นมาตรงพิภพที่ผู้ใช้งานวางแผนสัญลักษณ์ไว้ ทำให้เนื้อหาของบทเรียนมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น จากเทคนิคดังกล่าวจะทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและช่วยให้เด็กเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและเพิ่มความสนใจสำหรับผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน

2. การศึกษาเอกสารและงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality : AR)

เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปีค.ศ. 2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอเว็บแคมหรือกล้องในโทรศัพท์มือถือแบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านการคอมพิวเตอร์กราฟิกปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม การแพทย์การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบเสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติที่มีมุมมองถึง 360 องศา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง

2.2 Image Target Manager

ขั้นตอนการออกแบบตัวสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสแกน เพื่อแสดงโมเดลของดวงดาวในระบบสุริยะ การสร้าง Image Target จะต้องมีความแตกต่างกันของเครื่องหมายและสัญลักษณ์ ซึ่งตัว Image Target ที่จะใช้ในการตรวจจับนั้นไม่จำเป็นต้องมีบริเวณพื้นที่สีขาวหรือสีดำ หรือโค้ดที่ใช้ในการจดจำข้อมูลแต่อย่างใดเพียงแค่เราใช้ภาพที่ได้สร้างไว้เป็นชื่อสัญลักษณ์ของดวงดาวในระบบสุริยะไป Upload ใน Target Manager ของ Vuforia ก็จะได้ฐานข้อมูลของภาพ Image Target ที่ทำการกำหนดจุดสแกนหลายๆ จุดไว้เพื่อสแกนดวงดาวที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป

2.3 Vuforia™ SDK

เทคโนโลยีการแสดงผลภาพจำลองเสมือนจริงของบริษัท Qualcomm ผู้ผลิตชิปเซตบนมือถือชื่อดังซึ่งในก่อนหน้านี้เคยเปิดตัวและแสดงความสามารถในการสแกนวัตถุและสร้างการโต้ตอบผ่านสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตของผู้ใช้ แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีซึ่งเมื่อก่อนทำได้เพียงสแกนภาพถ่ายเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลในดาต้าเบสพื้นฐานเพียง 80 รูป ล่าสุดทาง Qualcomm ออกมาประกาศว่าทางบริษัทได้เพิ่มระบบเก็บข้อมูลบน Cloud storage เพื่อให้ตัว Vuforia สามารถรับรู้ภาพได้มากขึ้นกว่าหนึ่งล้านภาพ

2.4 ระบบสุริยะจักรวาล

ระบบสุริยะ คือ กลุ่มดาวกลุ่มหนึ่งในกาแล็กซีทางช้างเผือก โดยมีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง และมีดาวเคราะห์ 8 ดวงเป็นบริวาร โคจรรอบดวงอาทิตย์

2.4.1 ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ศูนย์กลางของระบบสุริยะ เนื้อหาส่วนใหญ่ของระบบสุริยะอยู่ที่ดวงอาทิตย์

2.4.2 ดาวพุธเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด ไม่มีดาวบริวาร และเป็นดาวเคราะห์ที่เล็กที่สุดในระบบสุริยะ

2.4.3 ดาวศุกร์มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12,104 กิโลเมตร มีทิศทางการหมุนที่ไม่เหมือนดาวเคราะห์ดวงอื่นในระบบ

2.4.4 โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงเดียวที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ เนื่องจากมีชั้นบรรยากาศและมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการดำรงชีวิตของโลกมีดวงจันทร์เป็นบริวาร

2.4.5 ดาวอังคารมีขนาดเล็กกว่าโลก เส้นผ่านศูนย์กลาง 6,794 กิโลเมตร พื้นผิวดาวอังคารมีปรากฏการณ์เมฆและพายุฝุ่นเสมอ

2.4.6 ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะจักรวาล มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่าโลก 11 เท่า

2.4.7 ดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์ประกอบไปด้วยก๊าซและของเหลวสีค่อนข้างเหลือง ลักษณะเด่นของดาวเสาร์ คือ มีวงแหวนล้อมรอบ

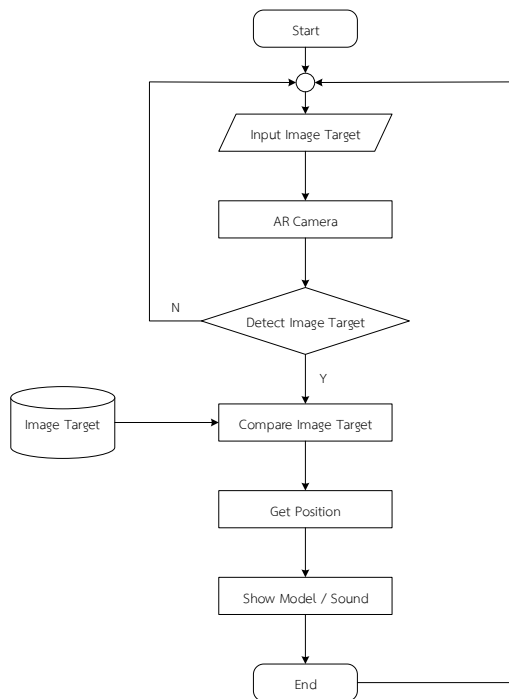
2.4.8 ดาวยูเรนัสหรือดาวมฤตยูเป็นดาวเคราะห์แก๊สขนาดใหญ่ ประกอบด้วยก๊าซและของเหลว

2.4.9 ดาวเนปจูนหรือดาวเกตุเป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 50,000 กิโลเมตร

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากการศึกษาปัญหาและการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้ทราบถึงขั้นตอนในการนำปัญหาที่ได้มาวิเคราะห์และออกแบบระบบการทำงานให้สอดคล้องกับกระบวนการทำงานของผู้ใช้ ซึ่งประกอบไปด้วย แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ โดยจะบอกถึงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบที่เกิดขึ้น

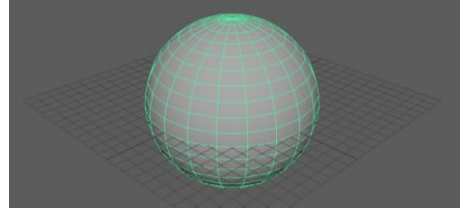


รูปที่ 1. แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ

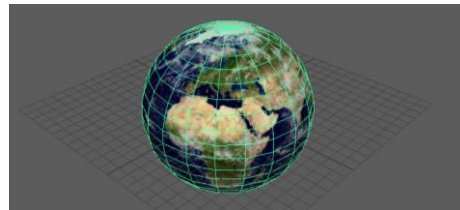
3.2 การสร้าง Model

การสร้างโมเดลสามมิติของระบบสุริยะจักรวาลและดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาลนั้น ผู้วิจัยใช้การขึ้นรูป Object Sphere การขึ้นรูปจะใช้แค่ทรงกลมอย่างเดียว ดังรูปที่ 2. โดยสามารถเพิ่มพื้นผิวเข้าไปในวัตถุที่เราสร้างเพื่อเพิ่มความสมจริงให้กับผลงาน ดังรูปที่ 3. จากนั้นจะทำให้โมเดลที่สามารถหมุนได้ 360

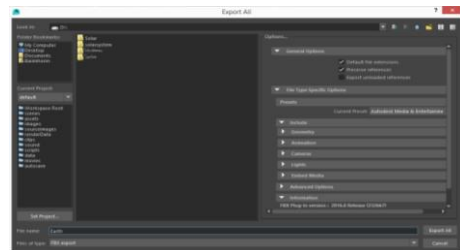
องศา เพื่อการมองเห็นที่รอบด้าน แล้วจึงทำการ Export ไฟล์ออกจากโปรแกรมโดยให้ไฟล์เป็นไฟล์ที่มีนามสกุล .fbx เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป ดังรูปที่ 4.



รูปที่ 2. แสดงขั้นตอนการสร้างโมเดล โดยใช้ Object Sphere



รูปที่ 3. แสดงการใส่พื้นผิวให้กับวัตถุ



รูปที่ 4. แสดงการ Export ไฟล์ออกจากโปรแกรมโดยใช้นามสกุล .fbx

3.3 การสร้าง Marker

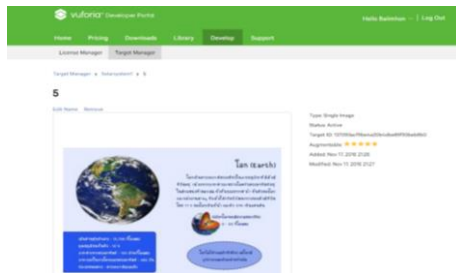
ในขั้นตอนการสร้าง Marker ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop CS6 ในการออกแบบ Marker โดยการออกแบบให้มีความสัมพันธ์กับรูปแบบของ Model ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยเราจะใช้ไฟล์รูปภาพเป็น .jpg เพื่อนำไปใช้เป็น Marker



รูปที่ 5. แสดงการออกแบบ Marker

3.4 การสร้าง Image Target

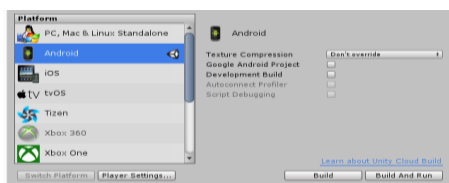
ผู้วิจัยเลือกใช้ Vuforia เพื่อทำให้อุปกรณ์สื่อสารสามารถอ่านค่า Marker ผ่านกล้องแล้วแสดงผลเป็น Model สามมิติที่ตรงกับ Marker ได้ ซึ่งแต่ละภาพจะต้องมีจุดแตกต่างกันออกไป เพื่อง่ายต่อการตรวจจับ Marker โดยนำ Marker ที่ออกแบบไว้ในข้างต้น ไปอัปโหลดไว้ใน Vuforia จากนั้นทำการดาวน์โหลด Image Target ที่เป็น Unity Editor เป็น Package เพื่อนำมาใช้งานกับโปรแกรม Unity 3D



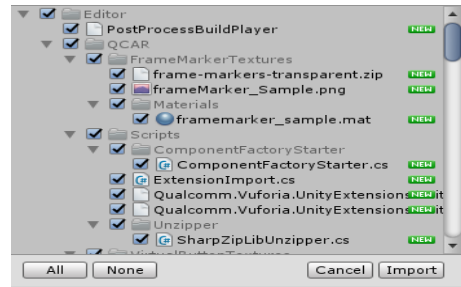
รูปที่ 6. แสดงการอัปโหลด Marker ไว้ใน Vuforia

3.5 การพัฒนาระบบ

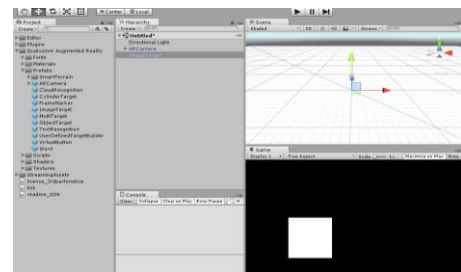
ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Unity 3D โดยทำการสร้างโปรเจกขึ้นมา 1 โปรเจกแล้วทำการตั้งชื่อโปรเจก ในที่นี้ตั้งชื่อโปรเจกว่า testproject จากนั้นทำการ Switch Platform จาก PC, Mac & Linux Standalone เป็น Android ดังรูปที่ 7. ทำการ Import Package ชื่อ vuforia-unity-mobile-android-ios-4-2-3 ดังรูปที่ 8. ทำการ Import Package ของไฟล์ภาพที่ได้ทำการทำเป็น Image Target ลาก AR Camera จาก Project ไปที่ Hierarchy และทำการลบ Main Camera ใน Hierarchy ออก ลาก ImageTarget จาก Project ไปที่ Hierarchy (จะเห็นว่าไม่มีวัตถุปรากฏอยู่ใน Scene) ดังรูปที่ 9. ตั้งค่า Data Set และ Image Target ตามที่ต้องการ ในที่นี้ Data Set คือ Solasystem1 และ Image Target คือ 1-1 ดังรูปที่ 10. ลากพื้นผิวใสในโมเดลสามมิติ แล้วทำการลากโมเดลสามมิติไปใส่ใน Image Target และทำการปรับขนาด และตำแหน่งตามความเหมาะสม ดังรูปที่ 11. ทำการปรับตั้งค่าให้โมเดลสามารถแสดงอนิเมชั่น Build โปรเจกให้สามารถรันได้บนระบบปฏิบัติการ Android โดยนามสกุลไฟล์จะเป็น .apk ดังรูปที่ 12.



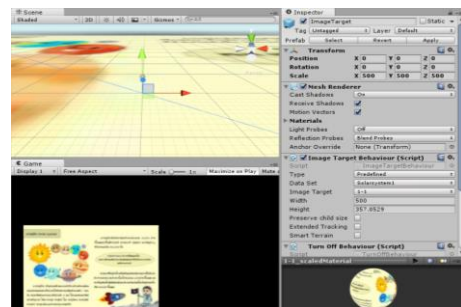
รูปที่ 7. แสดงการเปลี่ยน Platform จาก PC, Mac & Linux Standalone เป็น Android



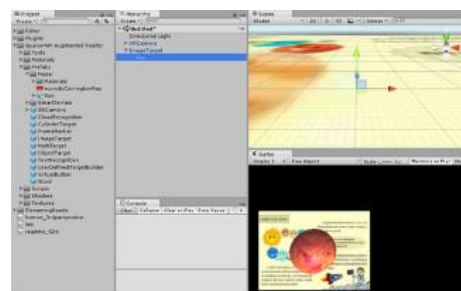
รูปที่ 8. แสดงการ Import Package



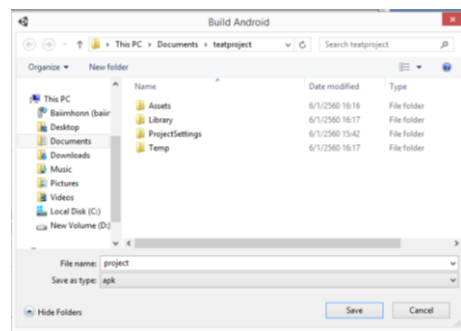
รูปที่ 9. แสดงการเพิ่ม ImageTarget ในโปรเจก



รูปที่ 10. แสดงการตั้งค่า Data Set และ Image Target



รูปที่ 11. แสดงการเพิ่มโมเดลสามมิติลงใน Scene



รูปที่ 12. แสดงการสร้างไฟล์ .apk

3.6 เกณฑ์การประเมินผล

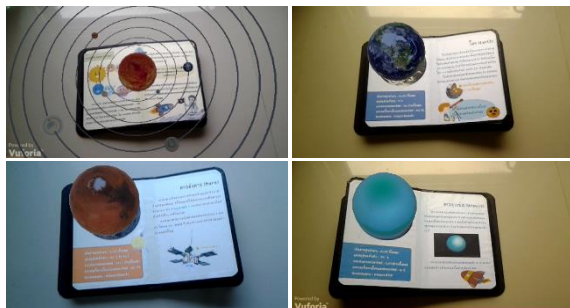
ตาราง 1. เกณฑ์การประเมินผล

เกณฑ์ค่าเฉลี่ย	เกณฑ์ค่าเฉลี่ย
ค่าเฉลี่ย 81 - 100%	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย 61 - 80%	ดี
ค่าเฉลี่ย 41 - 60%	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 21 - 40%	พอใช้
ค่าเฉลี่ย 1 - 20%	น้อยมาก

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาเพื่อจัดทำปัญหาพิเศษการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในสื่อการเรียนการสอน เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล ทำให้ได้แอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งบรรลุจุดประสงค์ของการจัดทำดังนี้ทดลองสแกนสัญลักษณ์ระบบสุริยะจักรวาล



รูปที่ 11. แสดงผลลัพธ์การสแกนสัญลักษณ์ระบบสุริยะจักรวาล

4.2 การประเมินผล

จากการประเมินความพึงพอใจการใช้แอปพลิเคชันสื่อการเรียนการสอน เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ทำการสำรวจ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 10 คนและคุณครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 คน รวมทั้งสิ้น 11 คน สามารถสรุปผลการประเมินความพึงพอใจการใช้งานแอปพลิเคชันสื่อการเรียนการสอน เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาลทั้ง 3 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ความพึงพอใจด้านเอกสารการเรียนรู้ จำนวน 2 ข้อ อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 7.82 คะแนน คิดเป็น 78.2% ของ 10 คะแนน, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.94)

ด้านที่ 2 ความพึงพอใจด้านแอปพลิเคชัน จำนวน 3 ข้อ อยู่ในระดับดีมาก (ค่าเฉลี่ย = 12.37 คะแนน คิดเป็น 84.47% ของ 15 คะแนน, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 1.23)

ด้านที่ 3 ความพึงพอใจด้านกิจกรรม จำนวน 2 ข้อ อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ย = 7.45 คะแนน คิดเป็น 74.5% ของ 10 คะแนน, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน = 0.99)

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการทำงานของ Augmented Reality ที่ได้รับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนระบบสุริยะจักรวาลด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง หลังจากได้ทำการทดสอบแล้ว แอปพลิเคชันสามารถแสดงโมเดลและเสียงประกอบคำบรรยายได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ในส่วนของหนังสือได้มีการใส่ข้อมูลพื้นฐานและ Image Target ของดวงดาวแต่ละชนิดไว้ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถศึกษาข้อมูลพื้นฐาน และสแกนดูโมเดล 3 มิติของดวงดาวแต่ละดวงได้อย่างถูกต้อง

5.1 การอภิปรายผล

จากการศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนการสอนเรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล สามารถอภิปรายผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากผู้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ ได้ดังนี้

5.1.1 ความพึงพอใจด้านเอกสารการเรียนรู้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างนั้นความพึงพอใจด้านเอกสารการเรียนรู้อยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 78.2% ซึ่งแอปพลิเคชันสื่อการเรียนการสอน ได้มีการจัดทำหนังสือที่ใส่ข้อมูลพื้นฐาน และมีการออกแบบให้หนังสือมีความน่าสนใจและอ่านง่าย

5.1.2 ความพึงพอใจด้านแอปพลิเคชัน พบว่ากลุ่มตัวอย่างนั้นมีความพึงพอใจด้านความพึงพอใจด้านแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 84.47% ซึ่งแอปพลิเคชันสื่อการเรียนการสอนนั้นได้มีการจัดทำโมเดลสามมิติ และใส่เสียงประกอบคำบรรยายเพื่อง่ายต่อการเรียนรู้

5.2.3 ความพึงพอใจด้านกิจกรรม พบว่ากลุ่มตัวอย่างนั้นมีความพอใจในด้านความพึงพอใจด้านกิจกรรมอยู่ในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ย 74.5%

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาปัญหาพิเศษ

จากการดำเนินงานปัญหาพิเศษแอปพลิเคชันสื่อการเรียนการสอนเรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล มีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อยอดในส่วนต่างๆ ดังนี้

5.2.1 ควรทำให้สามารถสัมผัสที่โมเดลได้

5.2.2 ควรให้โมเดลมีความละเอียดมากขึ้นจากเดิม

เอกสารอ้างอิง

- [1] จงจิต สุธารรรถ. **จักรวาลและดวงดาว**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ ฯ : อักษรวัฒนา, 2542.
- [2] พลยุทธ พุดตาล และ จักกริช พฤษการ. 2554. **ตารางธาตุเสมือนจริง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [3] วิวัฒน์ มีสุวรรณ. 2554. การเรียนรู้ด้วยการสร้างโลกเสมือนผลงานโลกจริง. การเรียนรู้ด้วยการสร้าง โลกเสมือนผลงานโลกจริง 13(2) : 1-9.
- [4] สยามโฟน ดอท คอม. 2555. **Qualcomm เพิ่มดาต้าเบส Vuforia เทคโนโลยีภาพจำลองเสมือนจริงบนคลาวด์สตอเรจ**. กล้องถ่ายภาพ. แหล่งที่มา : <http://news.siamphone.com/news-07652.html>. 25 พฤศจิกายน 2559
- [5] สุพรรณพงศ์ วงษศรีเพ็ง และ ณัฐวี อดิทยุ. 2555. **การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [6] สุพจน์ สุทธธรรม และ ณัฐพงศ์ พลสยาม. 2559. **การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง ฮาร์ดแวร์ ด้วย เทคโนโลยี Augmented Reality**. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยราชภัฏ มหาสารคาม
- [7] Kapook. 2556. **ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะจักรวาลมีกี่ดวง** Hilight News. แหล่งที่มา : <https://hilight.kapook.com>. 25 พฤศจิกายน 2559.
- [8] Maxoja. 2557. **เตรียมเครื่องมือสำหรับการ Build เกมลง Android**. UNITY STARTER THAILAND. แหล่งที่มา : <http://unitystarterthailand.blogspot.com/2014/04/build-android-unity.html>. 25 พฤศจิกายน 2559.