



การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาล
โดยใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้

เพชรพรพรรณ เพชรราเวช

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DEVELOPMENT OF LEARNING MEDIA IN TOPIC OF SOLAR SYSTEM
USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

PHETCHARAPUN PHETCHARAWET

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN INFORMATION TECHNOLOGY FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIN YEAR 2014

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาล โดยใช้เทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี้

ผู้วิจัย นางสาวเพชรพรพรรณ เพชรเวช

คณะกรรมการสอบ

ดร.ณัฐ ดิษเจริญ

ประธานกรรมการ

ดร.ชัชวิน นามมัน

กรรมการ

ดร.สมปอง เวฬุวนาธร

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ชัชวิน นามมัน)

(รองศาสตราจารย์ ดร.อุทิศ อินทร์ประสิทธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

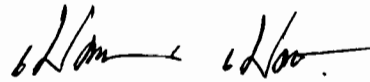
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระในครั้งนี้ จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้ หากขาดการสนับสนุนจากหลายๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ขอขอบพระคุณ ดร.ชัชวิน นามมัน อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระนี้ที่ให้ความรู้ ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางที่ตีมาตลอดในการดำเนินการค้นคว้าอิสระนี้ให้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณ คณะครูอาจารย์ ในภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติและคอมพิวเตอร์ ทุกท่าน ที่ช่วยแนะนำและถ่ายทอดความรู้ ทำให้การพัฒนาสื่อการเรียนรู้นี้ สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจในการฝ่าฟันอุปสรรคต่างๆ และ ขอขอบคุณเพื่อนๆ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ทุกคน ที่ช่วยแสดงความคิดเห็นและ ให้คำปรึกษา เกี่ยวกับความรู้ที่จะต้องนำไปใช้ในระหว่างการทำงาน

ขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้ข้อมูล และคำแนะนำจนทำให้งานค้นคว้าอิสระฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอบคุณผู้ประเมินทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบ และตอบแบบประเมิน รวมถึงแสดงความคิดเห็นในงานค้นคว้าอิสระนี้



เพชรพรธณ เพชราเวช

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาลโดยใช้เทคโนโลยี
ออกเมนเต็ดเรียลลิตี
- ผู้วิจัย : เพชราพรรณ เพชราเวช
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศ
- อาจารย์ที่ปรึกษา : ดร.ชัชวิน นามมัน
- คำสำคัญ : ระบบเสมือนจริง ระบบสุริยะ สื่อการเรียนรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์

การค้นคว้าอิสระนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตีจัดทำหนังสือ
สื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาล และศึกษาถึงความแตกต่างของตัว Marker ในรูปแบบลักษณะ
ตัวอักษรและรูปภาพ บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ซึ่งพัฒนาด้วยโปรแกรม Unity ร่วมกับ
โปรแกรม Vuforia หนังสือสื่อการเรียนรู้ถูกประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการใช้งาน โดยการ
ประเมินจากครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านหนองนาจาน และโรงเรียนบ้านสัมป่อย ผลการประเมินจาก
ครูจำนวน 5 คน ในด้านเนื้อหาหามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.35 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ในด้านการใช้งานมี
ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.53 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากที่สุด และผลการประเมินจากนักเรียนจำนวน 30 คน ใน
ด้านเนื้อหาหามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.24 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ในด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.08 อยู่ใน
เกณฑ์ระดับดีมาก นอกจากนี้จากการทดสอบตัว Marker พบว่า Marker ที่เป็นตัวอักษรแสดงผลได้
เร็วกว่า Marker ที่เป็นรูปภาพ เนื่องจากลักษณะที่อยู่ในตัวอักษรมีความหลากหลาย และความโค้งที่
ชัดเจนทำให้สามารถวิเคราะห์ภาพได้ดี และทำให้แอปพลิเคชันแอนดรอยด์สามารถประมวลผลได้เร็ว
ขึ้น

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF LEARNING MEDIA IN TOPIC OF SOLAR SYSTEM
USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

BY : PHETCHARAPUN PHETCHARAWET

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : INFORMATION TECHNOLOGY

CHAIR : CHATCHAWIN NAMMAN, Ph.D.

KEYWORDS : AUGMENTED REALITY, SOLAR SYSTEM, E-LEARNING

The purposes of this independent study were to apply Augmented Reality and make E-Learning Book on topic "Solar System". And study the different of marker about type of letter and picture to used on android operating system. It was developed by Program Unity and it worked together with Program Vuforia. E-Learning Book wase valuationed used to Content Evaluation and Working Evolution by teachers and students from Ban Na Jan School and Ban Som Poi School. So the result of teachers amount 5 person in contents evaluation is mean 4.35 at very good solution and working evaluation is mean 4.53 at the best solution. The result of students amount 30 person in content evaluation is mean 4.24 at very good solution and working evaluation is mean 4.08 at very good solution. Besides the experiment the marker found that the marker in letter was show faster than picture because nature of letter has various and the curve is clear so that it can analysis is the picture at good and application android can evaluate fast go up.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 วิธีการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ออกเมนเต็ดเรียลลิตี	5
2.2 หลักการออกแบบหนังสือ	8
2.3 เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	9
2.4 มาตรวัดทัศนคติของลิเคอร์ท (Likert Scale)	16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการงาน	
3.1 ภาพรวมของระบบ	20
3.2 การวิเคราะห์และการออกแบบโครงสร้างเนื้อหา	22
3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board)	23
3.4 การออกแบบวิธีทดสอบระบบ	43
3.5 การออกแบบวิธีการทดสอบ Marker	44

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การพัฒนาและทดสอบระบบ	
4.1 การพัฒนา	46
4.2 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม	64
4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของหนังสือการ์ตูน 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล	65
4.4 ผลการทดสอบ Marker	71
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลดำเนินงานวิจัย	75
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	76
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนาต่อ	76
เอกสารอ้างอิง	77
ภาคผนวก	
ก แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นต่อการพัฒนาหนังสือระบบสุริยะ จักรวาลผ่านเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	81
ข คู่มือติดตั้งแอปพลิเคชันและการทำงาน	84
ค ตารางผลการทดสอบ Marker	88
ประวัติผู้วิจัย	97

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การให้คะแนนหรือกำหนดน้ำหนักความเห็น	17
3.3	การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board)	25
4.1	ตัวอย่างผลการทดสอบหนังสือการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ	65
4.2	ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านเนื้อหาจากครูผู้เชี่ยวชาญ	67
4.3	ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านการใช้งาน จากครูผู้เชี่ยวชาญ	68
4.4	ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านเนื้อหาจากนักเรียน	69
4.5	ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านการใช้งานจากนักเรียน	70
ค.1	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 90 องศา	89
ค.2	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 90 องศา	91
ค.3	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 45 องศา	93
ค.4	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 45 องศา	95

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ตัวอย่าง Marker	7
3.1	องค์ประกอบการทำงานของระบบ	21
3.2	ขั้นตอนการทำงานของระบบ	21
3.3	โครงสร้างเนื้อหาหนังสืออ่านเพิ่มเติมรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ	22
3.4	ตัวอย่างปกหนังสือ	23
3.5	ตัวอย่างการวางเนื้อหาภายในหนังสือ	24
3.6	ตัวอย่างการแสดงผลภาพ 3 มิติ	24
3.7	ตัวอย่างวิธีการทดสอบ Marker	45
4.1	การทำหนังสือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ	46
4.2	การบันทึกไฟล์ในการทำหนังสือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ	47
4.3	การสั่งปริ้นเพื่อทำหนังสือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ	47
4.4	โปรแกรม Autodesk MAYA ที่ใช้สร้างโมเดล	48
4.5	ในขั้นตอนของการวาดโมเดลให้คลิกไปที่ polygons เพื่อทำการวาด ตัวโมเดลขึ้นมา	48
4.6	เลือกรูปแบบ polygons ที่ต้องการเพื่อทำการวาดตัวโมเดลขึ้นมา	49
4.7	ทำการปั้นรูปโมเดลตามที่ต้องการ	49
4.8	โมเดลที่สร้างโดยใช้โปรแกรม Autodesk MAYA	49
4.9	วิธีการตั้งค่าให้สามารถ Export ไฟล์เป็นนามสกุล .OBJ ใน Autodesk MAYA	50
4.10	ไฟล์ที่ได้เมื่อทำการ Export ภาพ 3 มิติออกมาเป็นไฟล์นามสกุล .OBJ	50
4.11	การสร้าง Marker โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop	51
4.12	การบันทึก Marker ให้เป็นนามสกุล .JPG	51
4.13	การเลือกนามสกุลเพื่อบันทึก Marker ให้เป็นนามสกุล .JPG	52
4.14	ขั้นตอนการสร้าง Marker ผ่าน developer.vuforia.com	52
4.15	ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูล Marker	52
4.16	ขั้นตอนการเพิ่ม Marker เข้าสู่ฐานข้อมูล	53
4.17	ขั้นตอนการกรอกข้อมูลเพื่อนำ Marker เข้าสู่ฐานข้อมูล	53
4.18	Marker ที่ได้เพิ่มเข้าสู่ฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.19	ขั้นตอนการเลือก Marker เพื่อทำการดาวนโหลด	54
4.20	การดาวนโหลด Marker	54
4.21	ไฟล์ที่ได้จากการดาวนโหลด Marker	55
4.22	การนำ Marker เข้าโปรแกรม Unity	55
4.23	โปรแกรม Unity	56
4.24	ตัวติดตั้ง Vuforia	56
4.25	เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	56
4.26	ขั้นตอนการลบ Main Camera	57
4.27	ขั้นตอนการนำกล้องและตัวแบบ Marker เข้าไป	57
4.28	ขั้นตอนการสร้าง Folder เพื่อทำการเก็บแบบ Model	58
4.29	ขั้นตอนการนำโมเดลเข้า Folder ของโมเดล	58
4.30	ขั้นตอนการเพิ่มแสดงให้ตัวโมเดล	59
4.31	ขั้นตอนการเลือกรูปพื้นผิวของโมเดลและเพิ่มแสงของโมเดล	59
4.32	ขั้นตอนการเลือกรูปพื้นผิวของโมเดล	60
4.33	ขั้นตอนการเพิ่มแสงให้กับโมเดล	60
4.34	แสดงโมเดลเมื่อทำการเพิ่มแสง	61
4.35	ขั้นตอนการนำโมเดลไปใช้	61
4.36	ขั้นตอนการตั้งค่าใช้ Marker	62
4.37	ขั้นตอนการตั้งค่าใช้ฐานข้อมูล Marker	62
4.38	ทำการทดสอบเพื่อดูว่า สร้างสำเร็จหรือไม่	62
4.39	ขั้นตอนการนำโมเดลเพิ่มเข้าไป Folder ของโมเดล	63
4.40	ขั้นตอนการเพิ่ม Marker	63
4.41	ขั้นตอนการเลือก Marker ที่อยู่ในฐานข้อมูล	64
4.42	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 90 องศา	71
4.43	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 90 องศา	72
4.44	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 45 องศา	72
4.45	ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 45 องศา	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.46	Marker Scene 37	73
ก.1	แอปพลิเคชันก่อนการติดตั้งบนโทรศัพท์ระบบ android	85
ก.2	กดติดตั้งแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ระบบ android	85
ก.3	การติดตั้งตัวแอปพลิเคชัน	86
ก.4	การติดตั้งแอปพลิเคชันเสร็จสิ้น	86
ก.5	หน้าต่างแอปพลิเคชัน	87
ก.6	การเปิดแอปพลิเคชัน	87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันสังคมโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทั้งทางด้านการเมือง เศรษฐกิจ และสังคม ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ก็เข้ามามีส่วนร่วมในชีวิตประจำวันมากยิ่งขึ้นไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อมก็ตาม ตลอดจนได้นำเอาเทคโนโลยีเข้ามารวมกับสื่อการเรียนการสอนเป็นจำนวนมาก การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ทางด้านการศึกษาถือได้ว่าเป็นเรื่องสำคัญในระดับประเทศ เราจะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนในปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากการนำสื่อการสอนมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเป็นวิธีการสอนที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ การที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพนั้นจะต้องใช้สื่อการสอนอย่างเป็นระบบ และนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนก็เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสุขไปกับการเรียนรู้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม

สื่อการเรียนรู้ถูกพัฒนาขึ้นหลากหลายรูปแบบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะเข้าใจในเนื้อหา ไม่ใช่เพียงแค่อ่านในหนังสือเพียงเท่านั้น ไม่ว่าจะเป็นสื่อ E-Learning ภาพนิ่ง หรือ สื่อ Animation ซึ่งในวิจาาระบบสุริยะจักรวาลถูกกำหนดให้มีในหลักสูตรการเรียนการสอนของชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ยังได้กำหนดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ในสาระที่ 7 เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศโดยกำหนดตัวชี้วัดของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 คือ สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายลักษณะของระบบสุริยะ ซึ่งในรายวิชานี้โดยทั่วไปแล้วจะเป็นการสอนตามตำราและเน้นเนื้อหา บางสถานศึกษาไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นภาพของระบบสุริยะได้เพียงแค่อ่านหรือภาพเท่านั้น เพราะในระบบสุริยะจะมีตำแหน่งของดวงดาว ดังนั้นภาพนิ่งที่เป็น 2 มิติจะไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน

ปัจจุบันสื่อการเรียนรู้มีการสร้างสรรค์ขึ้นหลากหลายรูปแบบ เพื่อดึงดูดความสนใจแก่ผู้เรียน ถ้าหากมีการนำเทคโนโลยีมาผสมผสานกับเนื้อหาที่ยังสร้างความน่าสนใจให้แก่รายวิชาได้ ทั้งยังส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับเด็ก ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี หรือเรียกอีกอย่างว่า AR ถูกพัฒนาขึ้นในปี 2010 ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยผ่านทางอุปกรณ์กล้องมือถือ และคอมพิวเตอร์ รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ภาพที่เห็นในจอภาพเป็นวัตถุ เช่น คน สัตว์ และสิ่งของ ในลักษณะ

3 มิติ ซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้นี้จะช่วยทำให้ผู้ใช้เห็นภาพเสมือนจริงได้รอบด้าน 360 องศา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องเดินทางไปสถานที่จริงเลยแม้แต่หน่วย

ดังนั้นถ้ามีการนำเอาเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี มาใช้กับการสร้างกับรายวิชาระบบสุริยะก็จะช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับเนื้อหาวิชา ทั้งยังทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพที่ชัดเจนเกี่ยวกับดวงดาวต่างๆในระบบสุริยะ ทั้งยังเป็นทางเลือกใหม่ให้กับสื่อการเรียนการสอนในรายวิชา ระบบสุริยะจักรวาลอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างหนังสือสื่อการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะจักรวาลในรูปแบบออกเมนเตดเรียลลิตี ลักษณะ 3 มิติ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.2.2 เพื่อศึกษาความแตกต่างของการประมวลผล Marker ในรูปแบบภาพ และรูปแบบตัวอักษร

1.3 วิธีการวิจัย

1.3.1 ศึกษาทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้ ความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบ

1.3.2 เก็บรวบรวมข้อมูล

1.3.2.1 รวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและทำการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการสร้าง ออกเมนเตดเรียลลิตี

1.3.2.2 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบสุริยะจักรวาลสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1.3.3 วิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้รวบรวมมา

1.3.4 ออกแบบการดำเนินงาน

1.3.5 ลำดับขั้นตอนการสร้างงาน

1.3.5.1 Image Analysis (การวิเคราะห์ภาพ)

1.3.5.2 3D Graphic Rendering (กระบวนการที่ทำการสร้างภาพ 3 มิติ)

1.3.6 ออกแบบสตอรี่บอร์ด

1.3.7 ปั้นโมเดล (การดำเนินการพัฒนาโปรแกรมสื่อการเรียน)

1.3.8 ดำเนินงานตามที่ได้ออกแบบไว้

1.3.9 นำเสนอผลงานต่อคณะกรรมการ

1.3.10 จัดทำเอกสาร (จัดทำรูปเล่มการค้นคว้าอิสระ)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

สร้างหนังสือสื่อการเรียนรู้รายวิชาระบบสุริยะจักรวาลในรูปแบบ ออกเมนเตดเรียลลิตี้ ลักษณะ 3 มิติ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งเนื้อหา ดังนี้

1.4.1 ความหมายของระบบสุริยะ

1.4.2 ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ

1.4.2.1 ดวงอาทิตย์

1.4.2.2 ดาวพุธ

1.4.2.3 ดาวศุกร์

1.4.2.4 โลก

1.4.2.5 ดาวอังคาร

1.4.2.6 ดาวพฤหัสบดี

1.4.2.7 ดาวเสาร์

1.4.2.8 ดาวยูเรนัส

1.4.2.9 ดาวเนปจูน

1.4.2.10 ดาวพลูโต

1.4.2.11 ดาวหาง

1.4.2.12 ดาวตก

1.4.2.13 อุกาบาตร

1.4.2.14 ดาวเคราะห์น้อย

1.4.3 เกร็ดน่ารู้

1.5 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1.5.1 ด้านซอฟต์แวร์

1.5.1.1 โปรแกรม Autodesk Maya

1.5.1.2 โปรแกรม Unity 3D

1.5.1.3 โปรแกรม Vuforia

1.5.1.4 โปรแกรม Adobe Photoshop

1.5.2 ด้านฮาร์ดแวร์

1.5.2.1 มือถือ ระบบปฏิบัติการ Android 4.4 หน่วยประมวลผล 1.2 GHz RAM 2 GB กล้อง 8 ล้านพิกเซล

1.5.2.2 เครื่องปริ้น Printer

1.5.2.3 เครื่องคอมพิวเตอร์ CPU Intel Pentium Memory 2 GB

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี้

1.6.2 ได้สร้างหนังสือเรื่องระบบสุริยะจักรวาล ที่สามารถทำให้ผู้อ่านได้เห็นภาพจริงของระบบสุริยะ และยังสร้างความเพลิดเพลินแก่ผู้อ่าน

1.6.3 เป็นการสร้างประสบการณ์ที่แปลกใหม่ให้แก่ผู้เรียน ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเข้าถึงกลุ่มผู้เรียนที่เป็นคนรุ่นใหม่ที่ชอบและสนใจเทคโนโลยี

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การค้นคว้างานวิจัยอิสระ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนางาน พร้อมทั้งได้ศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นคว้างานวิจัยอิสระในครั้งนี้อีกด้วย เพื่อหาแนวทางในการพัฒนา ซึ่งได้ แบ่งเนื้อหาได้ดังต่อไปนี้

- 2.1 ออกเมนเตดเรียลลิตี้
- 2.2 หลักการออกแบบหนังสือ
- 2.3 เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- 2.4 มาตรวัดทัศนคติของลิเคอร์ท (Likert Scale)
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ออกเมนเตดเรียลลิตี้ [1]

เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) เป็นวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่เริ่มจากการ วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการทหารและจำลองการบินของประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่าง ปี ค.ศ. 1960-1969 ปัจจุบันเทคโนโลยีความจริงเสมือนได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และได้นำมา ประยุกต์ใช้กับงานด้านต่างๆ อาทิ ด้านวิศวกรรม ด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ ด้านบันเทิง เป็นต้น และมีการแบ่งประเภทของระบบความจริงเสมือนตามพื้นฐานวิธีที่ติดต่อกับผู้ใช้ ดังนี้

(1) Desktop VR หรือ Window on World Systems เป็นระบบความจริงเสมือนที่ใช้จอภาพ ของคอมพิวเตอร์ในการแสดงผล

(2) Video Mapping เป็นการนำวิดีโอมาเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือนำเข้าข้อมูลของผู้ใช้ และใช้ กราฟิกคอมพิวเตอร์นำเสนอการ แสดงผลในโมเดลแบบสองมิติหรือสามมิติ โดยผู้ใช้จะเห็นตัวเองและ เปลี่ยนแปลงตัวเองจากจอภาพ

(3) Immersive Systems เป็นระบบความจริงเสมือนสำหรับผู้ใช้ส่วนบุคคล โดยผู้ใช้นำอุปกรณ์ ประเภทจอภาพสวมศีรษะ (HMD) ได้แก่ หมวกเหล็กหรือหน้ากากมาใช้จำลองภาพและการได้ยิน

(4) Telepresence เป็นระบบเสมือนจริงที่มีการนำอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณระยะไกลที่อาจ ติดตั้งกับหุ่นยนต์เชื่อมต่อการใช้งาน กับผู้ใช้

(5) Augmented / Mixed Reality Systems เป็นการผสมผสานระหว่างระบบความจริง เสมือนและเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้

เทคโนโลยีเสมือนจริงเรียกอีกอย่างว่าออกเมนเตดเรียลลิตีหรือAR เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพเพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ และเป็นนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีที่มีมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2004 จัดเป็น แขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปบนภาพที่ ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรม ด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก ปัจจุบันเทคโนโลยี เสมือนจริงถูกนำมาประยุกต์ใช้กับธุรกิจต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้าน อุตสาหกรรม การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือนมาผนวกเข้ากับเทคโนโลยีภาพผ่าน ซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ และแสดงผลผ่านหน้าจอ คอมพิวเตอร์หรือบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ ทำให้ผู้ใช้สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการทำงานแบบออนไลน์ที่สามารถโต้ตอบได้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับสินค้าหรืออุปกรณ์ต่อเชื่อมแบบ เสมือนจริงของโมเดลแบบสามมิติ ที่มีมุมมองถึง 360 องศา โดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปสถานที่จริง

2.1.1 แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง ออกเมนเตดเรียลลิตี [2]

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีเสมือนจริง คือการพัฒนา เทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริง เข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะ แสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่อง ฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพ นิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว หรือ อาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นกับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

2.1.1.1 การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการ ค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

2.1.1.2 การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

2.1.1.3 กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่ง เชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

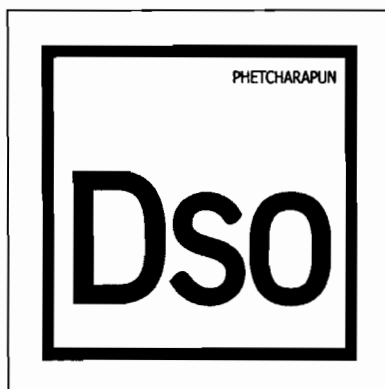
2.1.2 การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) [3]

เทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแบ่งประเภทตามส่วน วิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่

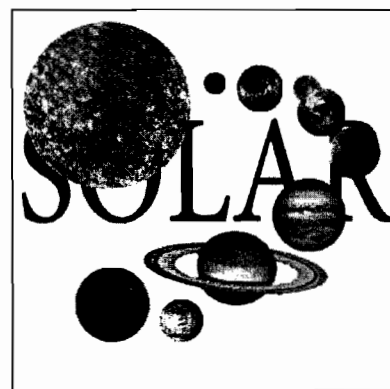
2.1.2.1 Marker based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (วัตถุสัญญาณลักษณะ)

2.1.2.2 Marker-less based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้คุณลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพ มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ

โดยทั้ง 2 ประเภทมีหลักการการทำงานคล้ายคลึงกันคือ เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker



Marker based AR



Marker-less based AR

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่าง Marker

2.1.3 หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย

2.1.3.1 ตัว Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)

2.1.3.2 กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือหรือตัวจับ Sensor

2.1.3.3 ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือ

2.1.3.4 ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักของ AR จำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อ นั้น ต้องมีการตรวจจับ เสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อ ให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่ง ให้ตัว Interactive Media ทำงาน ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่า เป็น AR และใน ส่วนของการประมวลผลภาพนั้น เป็นส่วนเสริมจากงานวิจัยซึ่งเป็นส่วนย่อยของ AR เพราะเน้นไปที่

การทำงานของ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI) ในการสื่ออารมณ์กับผู้ ใช้บริการผ่านสี และรูปภาพ

2.2 หลักการออกแบบหนังสือ [4]

หนังสือเป็นสิ่งพิมพ์ที่มีเนื้อหาเป็นเรื่องเดียวกันตลอดเล่มเย็บรวมเป็นรูปเล่มถาวร มีส่วนประกอบรูปเล่มที่สมบูรณ์ และการออกแบบเป็นการวางแผน หรือความตั้งใจว่าจะดำเนินการอย่างไรอย่างหนึ่งที่เป็นระบบและมีแบบแผนตามที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า

ดังนั้นการออกแบบหนังสือ หมายถึงการกำหนดคิรวบยอดการวางแผน และกำหนดโครงสร้างทางกายภาพของหนังสือ โดยคำนึงถึงการจัดวางองค์ประกอบต่างๆของหนังสือให้เป็นรูปร่าง และได้สัดส่วนของหนังสือที่ออกมาเป็นระเบียบ สวยงาม อ่านง่าย และมีความน่าสนใจ ตลอดจนมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการจัดพิมพ์หนังสือนั้นๆ ด้วย

2.2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบหนังสือ

2.2.1.1 เนื้อหาของหนังสือ ผู้ออกแบบต้องรู้ว่าหนังสือที่จะออกแบบนั้นมีเนื้อหาเป็นลักษณะใด

2.2.1.2 ผู้อ่าน จุดมุ่งหมายสำคัญของการออกแบบหนังสือ คือดึงดูดความสนใจของผู้อ่านและช่วยให้ผู้อ่านอ่านเรื่องราวที่ปรากฏในหนังสือตลอดทั้งเล่ม ผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงผู้ออกซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายว่ามีลักษณะอย่างไร เช่น เพศ วัย การศึกษา อาชีพ ลักษณะสังคม เป็นต้น

2.2.2 กระบวนการออกแบบและจัดทำหนังสือ

2.2.2.1 ศึกษาและทำความเข้าใจหนังสือ ก่อนที่จะทำการออกแบบ ผู้ออกแบบจะต้องพยายามหาข้อมูลจากผู้เขียนหรือสำนักพิมพ์ถึงวัตถุประสงค์ในการเขียนหรือจัดทำหนังสือ และต้องทราบถึงลักษณะของผู้อ่านที่เป็นกลุ่มเป้าหมายว่าเป็นใคร บุคคลกลุ่มนี้มีพฤติกรรมและความชอบอย่างไร

2.2.2.2 กำหนดขนาดและรูปแบบของหนังสือ ซึ่งการเลือกขนาดและรูปแบบที่เหมาะสมนี้จะต้องดูจากวัตถุประสงค์และประเภทของหนังสือเป็นหลัก

2.2.2.3 การเตรียมการและจัดทำเลย์เอาต์ ผู้ออกแบบจะต้องทำเลย์เอาต์ของหนังสือเล่มนั้นให้สมบูรณ์ โดยทำแบบร่างของหนังสือ ซึ่งแสดงรายละเอียดต่างๆไว้ออกมาเพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการพิมพ์ต่อไป และป้องกันความผิดพลาดและความสูญเปล่าที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการผลิตพิมพ์

2.2.3 การออกแบบหนังสือสำหรับเด็ก [5]

หนังสือสำหรับเด็กคือ หนังสือที่เขียนหรือสร้างสรรค์ขึ้นเพื่อให้เด็กอ่านหรือผู้ใหญ่อ่านให้ฟัง มุ่งให้เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินจากการอ่าน ถ้าเป็นเด็กเล็กๆ อาจจะเป็นหนังสือภาพทั้งเล่มก็ได้

2.2.3.1 ลักษณะเด่นของหนังสือสำหรับเด็ก

- 1) มุ่งให้ความบันเทิงเป็นสำคัญและให้ความรู้เป็นส่วนประกอบ
- 2) วิธีเขียนหรือสร้างสรรค์ต้องสอดคล้องกับจิตวิทยาเด็กแต่ละวัย
- 3) กระตุ้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์
- 4) มีรูปภาพประกอบ ให้สีสันสวยงาม

2.2.3.2 วัตถุประสงค์ของการสร้างสรรค์หนังสือสำหรับเด็ก

- 1) เพื่อเพิ่มหรือส่งเสริมการรับรู้ของเด็ก
- 2) เพื่อให้ความบันเทิง
- 3) เพื่อส่งเสริมการอ่านและความเข้าใจภาษา
- 4) เพื่อปลูกฝังนิสัยรักการอ่านและการค้นคว้า
- 5) เพื่อส่งเสริมพัฒนาการด้านสติปัญญา อารมณ์ และจิตใจ

2.3 เนื้อหารายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 [6 - 7]

ระบบสุริยะ คือ ระบบดวงดาวที่อยู่ในดาราจักรทางช้างเผือก ซึ่งเป็นดาราจักรหนึ่งในเอกภพ ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวารโคจรรอบโดยรอบ คือ ดาวเคราะห์ 8 ดวง รวมทั้งดาวบริวารของดาวเคราะห์ต่างๆ ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย และดาวเคราะห์แคระ ซึ่งดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวงนี้ มีตำแหน่งเรียงตามลำดับจากดวงอาทิตย์ ดังนี้ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน ดาวเคราะห์แคระพลูโต

ดวงอาทิตย์ เป็นดาวฤกษ์ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ขนาดเล็กเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์อื่นๆ บนท้องฟ้า แต่เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกที่สุด จึงปรากฏให้เห็นเป็นวงกลมโตบนท้องฟ้าของโลกเพียงดวงเดียว ขณะที่ดาวฤกษ์อื่นปรากฏเป็นจุดสว่างเพราะอยู่ไกลจากโลกมาก

บริวารของดวงอาทิตย์ จะโคจรรอบดวงอาทิตย์ได้แก่ ดาวเคราะห์มีอยู่ 8 ดวงดาวบริวารของดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ ส่วนดาวตกหรือผีพุ่งไต้ และอุกกาบาตอาจเกิดจากดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย หรือวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ

ดาวพุธ เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็ก และอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด ทำให้มีอุณหภูมิสูงมากประมาณ 400 องศาเซลเซียส แต่อีกด้านหนึ่งมีอุณหภูมิต่ำมาก ดาวพุธโคจรรอบดวงอาทิตย์ใช้เวลา 88 วัน แล้วหมุนรอบตัวเองใช้เวลา 59 วัน ซึ่งใช้เวลาเกือบเท่ากัน จึงทำให้ด้านหน้าที่หันเข้าหา

ดวงอาทิตย์ร้อนมาก ทำให้เราเรียกดาวพุธว่า “เตาไฟแช่แข็ง” เราสามารถมองเห็นดาวพุธได้ด้วยตาเปล่าในตอนเช้า ก่อนที่ดวงอาทิตย์ขึ้นครึ่งชั่วโมงและหลังจากดวงอาทิตย์ตกครึ่งชั่วโมง

ดาวศุกร์ มีขนาดใกล้เคียงกับโลก และเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 2 จากการสำรวจโดยยานอวกาศพบว่า มีพื้นผิวแห้งแล้ง มีสภาพบรรยากาศหนาแน่นเป็น 100 เท่าของโลก แก๊สส่วนใหญ่เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอของกรดกำมะถัน ไม่มีออกซิเจนและไอน้ำ มีอุณหภูมิตั้งแต่ 500 องศาเซลเซียส

โลก เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 3 โลกมีดวงจันทร์เป็นบริวาร 1 ดวง โลกเป็นดาวเคราะห์ที่มีลักษณะพิเศษต่างจากดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ เพราะเป็นดาวเคราะห์เพียงดวงเดียวที่มีพื้นผิวส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยน้ำ กล่าวคือ 3 ใน 4 ส่วนของโลก ซึ่งไม่ปรากฏมีอยู่บนดาวเคราะห์ดวงอื่นในระบบสุริยะ โลกจึงได้ชื่อว่าเป็น “ดาวเคราะห์แห่งพื้นน้ำ” มีสภาวะเหมาะสมกับการก่อกำเนิดและดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ

ดาวอังคาร เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 4 จากการสำรวจโดยยานวีกิง 1 และ 2 ของสหรัฐอเมริกาพบว่าดาวอังคารมีลักษณะพื้นผิวสีแดงเต็มไปทั่วด้วยก้อนหิน มีหุบเหวลึกกว้างใหญ่ ไม่พบร่องรอยของสิ่งมีชีวิต และมีดาวบริวาร 2 ดวง ได้แก่ โฟบอส และดีมอส ซึ่งได้ถูกค้นพบครั้งแรกโดย เอแซฟ ฮอล ในปี พ.ศ. 2420

ดาวพฤหัสบดี เป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ที่สุด อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับ 5 เป็นดาวที่มีความหนาแน่นน้อย เพราะเป็นดาวเคราะห์แก๊ส จึงไม่เป็นหินแข็งเหมือนกับโลกเรา จากการสำรวจของยานวอยเอเจอร์ 1 และ 2 ของสหรัฐอเมริกา พบว่ามีจุดแดงใหญ่เป็นวง เป็นกลุ่มแก๊สร้อนหมุนวนด้วยความเร็วสูง มีดาวบริวารที่มีขนาดใหญ่ 4 ดวง คือ ไอโอ ยูโรปา แกนีมีด และ คัลลิสโต รวมเรียกว่า ดาวบริวารกาลิเลียม ซึ่งได้ถูกค้นพบโดยกาลิเลโอ เมื่อปี พ.ศ. 2153

ดาวเสาร์ เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 รองจากดาวพฤหัสบดี อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 6 จากการผ่านไปสำรวจของยานวอยเอเจอร์ 1 และ 2 พบว่าดาวเสาร์มีวงแหวน 7 ชั้นใหญ่ๆ และมีวงแหวนเล็กซ้อนกันอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดาวเสาร์ วงแหวนนั้นคืออนุภาคน้ำแข็ง และก้อนหินที่ปกคลุมด้วยน้ำแข็ง ไททัน เป็นดาวบริวารที่ใหญ่ที่สุดของดาวเสาร์ ซึ่งถูกค้นพบในปี พ.ศ. 2198

ดาวยูเรนัสหรือดาวยูเรนัส เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 3 รองจากดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์ อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 7 ถูกค้นพบโดยวิลเลียม เฮอร์เชล เมื่อ พ.ศ. 2324 และจากการผ่านไปสำรวจของยานวอยเอเจอร์พบว่า มีวงแหวนบางๆ 10 ชั้น อุณหภูมิพื้นผิว -210 องศาเซลเซียส บรรยากาศประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจน ฮีเลียม มีเทน และอะเซทิลีน และเนื่องจากแก๊สมีเทนในบรรยากาศชั้นบนดูดซับแสงสีแดงเอาไว้ จึงทำให้เรามองเห็นดาวยูเรนัสเป็นสีเขียว

ดาวสมุทร หรือ ดาวลูกเกตุ หรือดาวเนปจูน เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 8 โจฮันน์ จี.กาลे นักดาราศาสตร์ชาวเยอรมันได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ตรวจพบเมื่อ พ.ศ. 2389 หลังจากนั้นไม่นานได้มีการค้นพบดาวบริวารของเนปจูนชื่อ ไทรทัน กับนีริด จากการสำรวจของยานจอยเอเจอร์ 2 พบว่าดาวเนปจูนมีวงแหวน 4 ชั้นแต่เป็นวงแหวนที่มีมืดมากไม่อาจสังเกตได้จากโลก มีอุณหภูมิพื้นผิว -220 องศาเซลเซียส ดาวเนปจูนเป็นดาวเคราะห์แก๊สประเภทเดียวกับดาวพฤหัสบดี

ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนดาวเคราะห์แคระ แต่แตกต่างกันตรงที่ดาวเคราะห์จะต้องไม่มีวงโคจรซ้อนทับหรือใกล้เคียงวัตถุอื่น และจากสมบัติในข้อนี้ จึงทำให้ดาวพลูโตถูกลดสถานะจากดาวเคราะห์และกลายมาเป็นดาวแคระ เหตุผลหนึ่งเนื่องจากมีวงโคจรซ้อนทับกับดาวเนปจูน

ดาวเคราะห์น้อย เป็นวัตถุขนาดเล็กๆ จำนวนมากที่อยู่ในระบบสุริยะ มีขนาดเท่าเม็ดฝุ่นจนถึงขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเกือบพันกิโลเมตร ประกอบด้วยหินและโลหะ ดาวเคราะห์น้อยจัดเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ และโคจรรอบดวงอาทิตย์เช่นเดียวกับดาวดวงอื่นๆโดยเกาะกันเป็นวงแหวนอยู่ระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี อยู่ห่างจากโลกประมาณ 150 – 354 ล้านกิโลเมตร

ดาวหาง เป็นวัตถุท้องฟ้าที่ไม่มีแสงในตัวเอง และโคจรเข้าหาดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี ดาวหางประกอบด้วยน้ำและแก๊สที่เย็นจัดรวมตัวเป็นก้อนแข็ง และของแข็งนักดาราศาสตร์จัดรวมเอาดาวหางไว้เป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ เพราะดาวหางโคจรรอบดวงอาทิตย์ จึงจัดเป็นบริวารของดวงอาทิตย์

เมื่อดาวหางอยู่ไกลจากดวงอาทิตย์ จะดูคล้ายกับก้อนน้ำแข็งสกปรก มีหินและฝุ่นเกาะกันเป็นส่วนประกอบ เมื่อเริ่มเคลื่อนเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ น้ำแข็งรอบนอกจะระเหิดกลายเป็นแก๊สและฝุ่น ทำให้เห็นเป็นหางของดาวหางชี้ไปในแนวทิศตรงกันข้ามกับดวงอาทิตย์

เกร็ด – นำรู้ ดาวศุกร์จะปรากฏสว่างที่สุดในดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวง เราเห็นดาวศุกร์ขึ้นทางทิศตะวันออกในเวลาใกล้รุ่ง เรียกว่า ดาวประกายพรึกหรือดาวรุ่ง และจะมองเห็นอยู่ทางด้านขอบฟ้าด้านตะวันตกขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังลับขอบฟ้าไปเรียกว่า ดาวประจำเมือง

เกร็ด – นำรู้ ในระบบสุริยะของเรามีดาวเคราะห์ที่มีวงแหวนอยู่ 4 ดวง ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน แต่ถ้ามองจากโลกโดยใช้กล้องโทรทรรศน์จะเห็นวงแหวนของดาวเสาร์เพียงดวงเดียว

เกร็ด – นำรู้ ปัจจุบันสหพันธ์ดาราศาสตร์สากลประกาศให้มีดาวเคราะห์แคระ 4 ดวง ได้แก่ ซีเรส พลูโต อีริส และดวงล่าสุดที่ค้นพบเมื่อปี พ.ศ.2548 ได้ชื่อว่า มาเกมาเกมา ตามชื่อของเทพแห่งความอุดมสมบูรณ์ตามความเชื่อของชาวโพลินีเซีย ที่อาศัยอยู่ในเกาะอีสเตอร์

เกร็ด – นำรู้ อุกกาบาตเป็นก้อนวัตถุแข็งที่ลอยอยู่ในอวกาศเมื่อโคจรเข้าใกล้โลกจะถูกดึงดูดร่วงหล่นลงมาเสียดสีกับบรรยากาศของโลกเกิดการเผาไหม้และตกลงมาสู่พื้นโลกและมองเห็นเป็นแสงวาบ เราเรียกว่า ดาวตกหรือผีพุ่งไต้

ความร้อนของดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์นั้นร้อนมาก ซึ่งจะส่งความร้อนและแสงสว่างออกมาพร้อมๆกัน การใช้แว่นขยายให้ดวงอาทิตย์ส่องจะรวมเอาความร้อนและแสงไว้ตรงจุดเดียวซึ่งทำให้แสงเข้มข้นและร้อนพอที่จะจุดไฟติดได้

การเกิดกลางวันกลางคืน โลกนั้นเปรียบเสมือนลูกบอลขนาดใหญ่ที่หมุนรอบตัวเอง โดยหมุนไปแต่ทิศทางเดียว เรามีกกลางวันในทีๆ เราอยู่ในตอนที่โลกของเราหันสู่ดวงอาทิตย์ และมีตอนกลางคืนตอนที่หันไปอีกทาง

ท้องฟ้าเป็นสีแดงตอนอาทิตย์ตกได้อย่างไร ดวงอาทิตย์ตกดูเป็นสีแดงเพราะว่าสีแดงเป็นสีเดียวในแสงของดวงอาทิตย์ที่มาถึงตาของเราได้ ส่วนสีอื่น ๆ นั้นกระจายไปหมดก่อนมาถึงเรา

เงาบนดวงจันทร์คืออะไร เงามีตราบดวงจันทร์คือ ที่ซึ่งหินละลายพุ่งขึ้นมาบนผิวพื้นของดวงจันทร์เป็นเวลานาน บริเวณนี้ดูมืดกว่าที่อื่นเพราะไม่ได้สะท้อนแสงแดดได้ดีเท่าบริเวณอื่น

คนสมัยก่อนมีความเชื่อเกี่ยวกับผิวของดวงจันทร์ดังนี้ คนญี่ปุ่นเชื่อว่ามันเป็นคือกระต่ายที่กำลังทำขนม ชาวยุโรปบางพวกก็คิดว่าเหมือนใบหน้าผู้หญิง ชาวยุโรปพวกอื่นๆคิดว่ามีรูปร่างเหมือนปู

ขนาดของจักรวาล จักรวาลนั้นใหญ่มหึมายิ่งนักเพราะมันโตขึ้นอย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา จนเราไม่อาจไปให้ถึงขอบได้ หรือเพียงแต่จะเห็นได้ไกล ถึงแม้ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ของเราก็อยู่ไกลลิบลับ

ดวงจันทร์ส่องแสงอย่างไร พระจันทร์ส่องแสงก็เพราะว่ามันรับแสงอาทิตย์แล้วสะท้อนกลับลงมายังโลก ดวงจันทร์ไม่มีแสงในตัวเองที่ส่องแสงได้เพราะอาศัยแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์เท่านั้น แม้ว่าเพียงเจ็ดเปอร์เซ็นต์ของแสงนี้จะมาถึงโลก ก็ยังทำให้ยามราตรีของเราดูสว่างไสวขึ้นอีกนิด นอกเสียจากดวงดาวที่มีแสงในตัวเอง หรือจากแสงสะท้อนแล้วก็มีเพียงความมืดสนิทเท่านั้นในอวกาศชั้นนอกพ้นบรรยากาศสีน้ำเงินของโลกออกไป

ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่เพราะโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งความจริงแล้วโลกนั่นเองที่เคลื่อนที่ขณะที่หมุนจากตะวันตกไปทางทิศตะวันออกบนแกนของมัน แต่สำหรับคนที่อยู่บนโลก มันก็เหมือนกับดวงอาทิตย์หมุนรอบโลก

ดวงจันทร์เปลี่ยนรูปร่างได้อย่างไร ดวงจันทร์หมุนตัวอยู่รอบโลกเพราะเหตุนี้บางที่เราจึงเห็นได้ทั้งดวงหรือเพียงบางส่วนที่จับแสงอาทิตย์ไว้แต่บางทีก็เห็นได้น้อยหรือไม่เห็นเลย

ข้างแรม จันทร์ข้างแรม 8 ค่ำ เห็นได้ตอนที่ซีกซ้ายโผล่ให้เห็น 7 วันหลังจากจันทร์เพ็ญ

จันทร์เพ็ญ จันทร์เพ็ญแลดูกลมดิกเพราะเราสามารถเห็นได้ทั้งดวงเพราะแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่อง

ข้างขึ้น ระยะเวลาของข้างขึ้นก็ตอนที่เห็นขอบของดวงจันทร์ได้ราง ๆ เพราะมันเคลื่อนตัวไปกับดวงอาทิตย์ และเกือบจะไม่เห็นหรือไม่เห็นเลย

จันทร์เสี้ยว จันทร์ข้างขึ้นคือขอบด้านขวาของดวงจันทร์ซึ่งปรากฏประมาณ 3 วันหลังจากวันข้างขึ้น

ดาวกระพริบได้อย่างไร อากาศเคลื่อนที่ไปมาอยู่เสมอแสงดาวจึงเบี่ยงเบนไปทุกทิศขณะที่แสงนั้นผ่านบรรยากาศของโลกลงมาสู่เรา นี่คือเหตุผลที่ดูคล้ายกับดาวกระพริบเวลาเรามองดูมัน

บนฟ้ามีดาวก็ดวง บนฟ้ามีดวงดาวอยู่มากมายทั่วทั้งจักรวาลจนนับไม่ถ้วน เท่าที่เห็นได้จากโลกมีอยู่ประมาณ 7,000 ดวง แต่ก็เห็นได้เพียง 2,000 ดวงเท่านั้น จากจุดใดจุดหนึ่งในคราวเดียว

ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์ที่อาศัยความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมีมากมายหลายชิ้น โดยเฉพาะการสร้างดาวเทียมประเภทต่าง ๆ ขึ้นมาช่วยอำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน ที่สำคัญ ได้แก่

(1) การสื่อสาร ดาวเทียมสื่อสาร เป็นดาวเทียมที่ทำหน้าที่เป็นสถานีรับส่งคลื่นวิทยุเพื่อการสื่อสารและโทรคมนาคม ทั้งที่เป็นการสื่อสารภายในประเทศและระหว่างประเทศ ส่วนใหญ่ใช้สำหรับกิจการโทรศัพท์ โทรเลข โทรสาร รวมทั้งการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์และสัญญาณวิทยุ

(2) การพยากรณ์อากาศ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพถ่ายทางอากาศที่ประกอบด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น จำนวนและชนิดของเมฆ ความแปรปรวนของอากาศ ความเร็วลม ความชื้น อุณหภูมิ ทำให้สามารถเตือนภัยที่เกิดจากธรรมชาติต่าง ๆ ได้โดยเฉพาะการเกิดลาพายุ

(3) การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เป็นดาวเทียมที่ถูกใช้เป็นสถานีเคลื่อนที่สำรวจพื้นที่ผิวโลกและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้ทราบข้อมูลทั้งทางด้านธรณีวิทยา นิเวศวิทยา เป็นประโยชน์ด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

ดาวเทียม สิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์คิดค้นขึ้น ที่สามารถโคจรรอบโลก โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก ส่งผลให้สามารถโคจรรอบโลกได้ในลักษณะเดียวกันกับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ วัตถุประสงค์ของสิ่งประดิษฐ์นี้เพื่อใช้ ทางทหาร การสื่อสาร การรายงานสภาพอากาศ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสำรวจทางธรณีวิทยาสังเกตการณ์สภาพของอวกาศ โลก ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวอื่นๆ รวมถึงการสังเกตวัตถุ และดวงดาว ดาราจักร ต่างๆ

ดาวเทียมของประเทศไทย ดาวเทียมสื่อสารดวงแรกของประเทศไทยมีชื่อว่า "ดาวเทียมไทยคม 1" และดาวเทียม "ไทยคม 2" ดาวเทียมไทยคม 1 เป็นโครงการดาวเทียมสื่อสารเพื่อให้บริการสื่อสารผ่านช่องสัญญาณดาวเทียม ซึ่งกระทรวงคมนาคม (ในขณะนั้น) ต้องการจัดหาดาวเทียมเพื่อรองรับการขยายตัวด้านการสื่อสารของประเทศอย่างรวดเร็ว ไทยคม 2 ดาวเทียมดวงที่สองของประเทศไทย เป็นดาวเทียมรุ่น HS-376 เช่นเดียวกับ ไทยคม 1A โคจรบริเวณพิกัดที่ 78.5 องศาตะวันออก ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2537 มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี

ดาวเทียมไทยคม 3 เป็นดาวเทียมรุ่น 3 แแกน ผลิตโดย บริษัท อัลคาเทล สเปน ซิสเต็ม ครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีปคือ เอเชีย ยุโรป ออสเตรเลีย และแอฟริกา ส่วนพื้นที่การให้บริการของ Spot Beam ในย่านความถี่เคยู-แบนด์นั้นครอบคลุมประเทศไทย และประเทศในภูมิภาคอินโดจีน ส่วน Steerable Beam ในย่านความถี่ Ku-Band ของดาวเทียมไทยคม 3 สามารถให้บริการในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในสี่ทวีปได้อีกด้วย

ดาวเทียมไทยคม 4 เป็นดาวเทียมสื่อสารดวงที่ 4 ในชุดดาวเทียมไทยคม ซึ่งเป็นดาวเทียมของประเทศไทย โดยมีกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเป็นเจ้าของมีบริษัทชินแซทเทลไลท์ จำกัด (มหาชน) ซึ่งปัจจุบันได้เปลี่ยนชื่อเป็น บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) เป็นผู้รับสัมปทานในการให้บริการ ดาวเทียมไทยคม 4 เคยเป็นดาวเทียมสื่อสารเชิงพาณิชย์ที่ใหญ่และมีน้ำหนักมากที่สุดในโลก

ดาวเทียมไทยคม 5 เป็นดาวเทียมรุ่น Aerospatiale SpaceBus 3000A (รุ่นเดียวกับไทยคม 3) สร้างโดย Alcatel Alenia Space ประเทศฝรั่งเศส มีน้ำหนัก 2800 กิโลกรัม มีพื้นที่การให้บริการครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีป ใช้เป็นดาวเทียมสำหรับการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมตรงถึงที่พักอาศัยหรือ Direct-to-Home (DTH) และการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ดิจิตอลความละเอียดสูง (High Definition TV) ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 เพื่อทดแทนไทยคม 3

ดาวเทียมธีออส (Theos) ธีออส มาจากคำว่า Thailand Earth Observation System ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือ ระหว่างรัฐบาลไทย และรัฐบาลฝรั่งเศส ในการพัฒนาสร้างดาวเทียม สำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ของประเทศไทย

สถานีอวกาศ หมายถึงสถานีหรือสิ่งก่อสร้างซึ่งเคลื่อนรอบโลก เช่น สถานีอวกาศเมียร์ของรัสเซีย สถานีอวกาศฟริตอมของสหรัฐอเมริกา โดยความร่วมมือขององค์การอวกาศยุโรป ญี่ปุ่น แคนาดา และรัสเซียการออกไปนอกโลก

การขึ้นสู่อวกาศ ถ้าต้องการส่งยานอวกาศจากพื้นโลกไปสู่อวกาศซึ่งพ้นจากสนามโน้มถ่วงของโลก จะต้องทำให้อวกาศเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วมาก มากกว่าความเร็วหลุดพ้น ซึ่งเป็นความเร็วที่จะพาวัดไปได้ไกลมากจนพ้นจากอิทธิพล ของแรงโน้มถ่วงของโลกได้พอดี ซึ่งความเร็วนี้จะมีค่าแตกต่างกันไปแล้วแต่ระยะห่างจากพื้น การส่งยานอวกาศหรือดาวเทียมให้พ้นจากพื้นโลกต้องอาศัยแรงขับเคลื่อนจรวดเป็นหลัก

หลักการส่งยานอวกาศ อวกาศอยู่สูงเหนือศีรษะขึ้นไปเพียงหนึ่งร้อยกิโลเมตร แต่การที่จะขึ้นไปถึงมีค่าใช้จ่าย เซอร์ไอแซค นิวตัน นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ผู้คิดค้นทฤษฎีเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลกและการเดินทางสู่อวกาศเมื่อสามร้อยปีมาแล้ว ได้อธิบายไว้ว่า หากเราขึ้นไปอยู่บนที่สูง และปล่อยก้อนหินให้หล่นจากมือ ก้อนหินก็จะตกลงสู่พื้นในแนวตั้ง เมื่อออกแรงขว้างก้อนหินออกไปให้ขนานกับพื้น



กระสวยอวกาศ

ยานสำรวจอวกาศวอยเอเจอร์ (หรือไวยาจเจอร์) Voyager สร้างขึ้นในช่วงทศวรรษ 70 และ 80 เพื่อไปสำรวจดาวที่อยู่ห่างไกลจากโลก 4 ดวง ได้แก่ พฤหัสฯ เสาร์ ยูเรนัสและเนปจูนการสำรวจของยานวอยเอเจอร์ คือให้โคจรไปเรื่อยๆจากดาวหนึ่งไปยังอีกดาวหนึ่งโดยไม่ต้องลงจอด

ยานสำรวจอวกาศกาลิเลโอ มีเป้าหมายไปดาวพฤหัสบดี ยานบังคับซึ่งไม่มีสิ่งมีชีวิตเดินทางไปด้วยลำนี้ สร้างขึ้นที่ห้องทดลองจีพีแอล (Jet Propulsion Lab) ในแคลิฟอร์เนีย

ยานอวกาศแคสสินี (Cassini space craft) ทะยานออกจากฐานยิงบนโลกวันที่ 15 ต.ค. 2540 โดยยานควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ไม่มีสิ่งมีชีวิตรวมขบวนไปด้วยจุดหมายของยานแคสสินีคือเดินทางไปเยือนดาวเสาร์ หรือ แซตเทิร์น (Saturn) เพื่อเก็บข้อมูลส่งมาให้ให้นักวิทยาศาสตร์ศึกษาดาวเสาร์ให้ถ่องแท้

ประเภทของจรวดตามชนิดของเชื้อเพลิงออกเป็น 2 ประเภท คือ จรวดเชื้อเพลิงแข็ง มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน แต่เมื่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงเกิดขึ้นแล้ว ไม่สามารถหยุดได้จรวดเชื้อเพลิงเหลว มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เพราะต้องมีถังเก็บเชื้อเพลิงเหลว และออกซิเจนเหลว (เพื่อช่วยให้เกิดการสันดาป) ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และยังมีท่อและปั๊มเพื่อลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเครื่องยนต์เพื่อทำการเผาไหม้ จรวดเชื้อเพลิงเหลวมีข้อดีคือ สามารถควบคุมปริมาณการเผาไหม้ และปรับทิศทางของกระแสน้ำได้

การเกิดสุริยุปราคา เป็นปรากฏการณ์ ตามธรรมชาติ ที่ดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์ โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรง ทำให้ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ และเงาของดวงจันทร์จึงตกมาบน บริเวณ ต่างๆ บนโลก

การเกิดจันทรุปราคา เป็นปรากฏการณ์ ที่โลกบังแสงดวงอาทิตย์ไม่ให้ไปกระทบที่ดวงจันทร์ ในบริเวณดวงอาทิตย์ในวันเพ็ญ (ขึ้น 15 ค่ำ) โดยโลกอยู่ระหว่างดวงอาทิตย์กับดวงจันทร์ ทำให้เงาของโลกไปบังดวงจันทร์

ยู.เอฟ.โอ. นั้นเป็นยานอวกาศที่มาจากที่ใดที่หนึ่งในอวกาศชั้นนอก ไม่มีใครรู้ว่าจริงหรือไม่ หรือมีจริงแค่ไหนก็ไม่รู้

กล้องดูดาวหรือกล้องโทรทรรศน์เมื่อแบ่งตามลักษณะของกล้องสามารถจำแนกได้ 3 แบบ คือ

(1) กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์เป็นตัวรับแสงจากวัตถุ กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้เป็นที่รู้จักมาตั้งแต่ยุคแรก ๆ ซึ่งนักดาราศาสตร์คนแรกที่ใช้งานคือ กาลิเลโอ

(2) กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงหรือที่เราคุ้นเคยกันและเรียกว่า กล้องโทรทรรศน์แบบนิวโทเนียน

(3) กล้องโทรทรรศน์ชนิดผสม กล้องโทรทรรศน์ชนิดผสมนี้โดยระบบการทำงานแล้วมีรูปแบบมาจากกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงหรือนิวโทเนียน ตำแหน่งที่มองภาพของกล้องชนิดผสมจะมองที่ส่วนท้ายของลำกล้อง

2.4 มาตรวัดทัศนคติของลิเคอร์ท (Likert Scale) [8]

มาตรวัดทัศนคติของลิเคอร์ท มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “วิธีการประเมินแบบรวมค่า (Method of Summated Rating)” เป็นมาตรวัดทัศนคติอีกชนิดหนึ่งที่มีผู้นิยมใช้มาก เพราะมีวิธีการสร้างง่ายกว่าของเธอร์สตัน เนื่องจาก

- (1) ไม่ต้องหาผู้เชี่ยวชาญมาตัดสินเพื่อหาค่าประจำข้อ
- (2) ไม่ต้องคำนวณหาค่าประจำข้อ
- (3) มีความเชื่อถือได้สูงมาก ใช้เพียงไม่กี่ข้อก็จะหาค่าความเชื่อถือได้สูงพอ ๆ กับเทคนิคอื่น ๆ ที่ใช้จำนวนข้อมาก

(4) ผลที่ได้จากการใช้วิธีนี้ตัดเทียบกับผลที่ได้จากวิธีของเธอร์สตัน กล่าวได้ว่าวิธีการของลิเคอร์ทเป็นวิธีการรวดเร็วกว่า เชื่อถือได้มากกว่า (หรือเท่ากัน) และมีความเที่ยงตรงกว่า (หรือเท่ากัน) สามารถใช้เป็นแบบทดสอบมาตรฐานได้กับคนหลายกลุ่มในเรื่องประสิทธิภาพของมาตรการวัดแบบลิเคอร์ทนี้ โรเบิร์ต [9] ได้แสดงความเห็นไว้ว่า ในการแยกแยะความแตกต่างระหว่างวิธีของลิเคอร์ทและวิธีของเธอร์สตันโดยส่วนใหญ่ นักวิจัยมักจะใช้มาตรฐานหรือเกณฑ์เกี่ยวกับการวัดเป็นเครื่องตัดสิน เช่น ความเที่ยง (Reliability) และประสิทธิภาพของการสร้างมาตรวัด (Efficiency of Scale Construction) จากการศึกษาพบว่า คะแนนที่ได้จากมาตรวัด ทัศนคติแบบลิเคอร์ทจะมีความเที่ยงสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการของเธอร์สตัน นอกจากนี้ วิธีวัดของลิเคอร์ทยังง่ายต่อการสร้างมากกว่าวิธีของเธอร์สตันอีกด้วย เพราะวิธีของลิเคอร์ทไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการให้ค่าคะแนนประจำข้อ (Scale Values)

2.4.1 วิธีสร้าง

นิยามตัวแปรให้ชัดเจนว่าจะวัดทัศนคติเกี่ยวกับอะไร รวบรวมข้อความหลักในการพิจารณาข้อความต่าง ๆ เหมือนของเธอร์สตันลำดับข้อความที่รวบรวมมาไปให้คนกลุ่มหนึ่งประเมินค่าว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย มากน้อยแค่ไหน และมีการให้คะแนนหรือกำหนดน้ำหนักความเห็น ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การให้คะแนนหรือกำหนดน้ำหนักความเห็น

ระดับความเห็น	คำถามที่แสดงทัศนคติทางบวกคะแนน
เห็นด้วยอย่างยิ่ง	5
เห็นด้วย	4
เฉย ๆ หรือไม่แน่ใจ	3
ไม่เห็นด้วย	2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	1

สำหรับคำถามที่แสดงทัศนคติทางบวก ถ้ารวมคะแนนทั้งหมดของผู้ตอบ ถ้าได้คะแนนมากแสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้นมาก ในทางตรงข้าม ถ้าได้คะแนนน้อยแสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นมาก

ส่วนคำถามที่แสดงทัศนคติทางลบ ถ้ารวมคะแนนทั้งหมดของผู้ตอบได้คะแนนมาก แสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อสิ่งนั้นมาก ในทางตรงข้าม ถ้าได้คะแนนน้อยแสดงว่าผู้ตอบมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้นมาก

การเลือกข้อความ เนื่องจากมาตราของลิเคอร์ทมีข้อตกลงเบื้องต้นที่สำคัญ คือ ข้อความต่าง ๆ ต่างก็ใช้วัดทัศนคติที่มีต่อเป้าหมายของทัศนคติ (attitude object) อย่างเดียวกัน ดังนั้น การเลือกข้อความหรือข้อความที่ใช้วัดทัศนคติในสิ่งเดียวกัน จึงเป็นสิ่งสำคัญมาก

วิธีเลือกข้อความ: นำข้อความที่ได้ทดลองใช้กับผู้ตอบ มาวิเคราะห์รายชื่อเพื่อประเมินคุณภาพของแต่ละข้อซึ่งอาจทำได้ 2 วิธี คือ

หาค่า t-test ระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มได้คะแนนรวมสูงกับกลุ่มได้คะแนนรวมต่ำ โดยทดสอบทีละข้อไปจนหมด ข้อใดที่ให้ค่า t เท่ากับหรือมากกว่า 1.75 ถือว่าข้อนั้นอยู่ในเกณฑ์ใช้ได้ คือ ลักษณะที่สามารถจำแนกกลุ่มความเห็นได้พอสมควร

หาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนแต่ละข้อกับคะแนนเฉลี่ยรวมทุกข้อ เป็นการวิเคราะห์โดยถือเกณฑ์คงที่ภายในแบบสอบถาม (Criterion of Internal Consistency) ถ้าได้ค่าสหสัมพันธ์สูง แสดงว่าใช้ได้การวิเคราะห์หาค่า t และสหสัมพันธ์นี้ ได้มีการตรวจสอบดูแล้วพบว่า มีความสอดคล้องกันสูงมาก ในทางปฏิบัติจึงอาจเลือกวิธีใดวิธีหนึ่งก็ได้

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พนิดา ต้นศิริ [1] ได้ศึกษาเทคโนโลยีเสมือนจริง ออกแบบเต็ตเรียลลิตีที่มีการนำไปประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ ทั้ง ด้านศิลปะ การแพทย์ การศึกษา และการพาณิชย์ และแสดงถึงประโยชน์จากการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้กับธุรกิจในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการแพทย์ ด้าน

อุตสาหกรรม ด้านธุรกิจ และด้านการท่องเที่ยว ทั้งยังมีแนวโน้มของ การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในอนาคต ได้อ้างอิงจากงานวิจัยเรื่อง “The Future of Internet III” ของ Pew Internet ที่ทำการสำรวจเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบจากอินเทอร์เน็ตในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสังคม การเมือง และเศรษฐกิจของชีวิตมนุษย์ในอนาคต สรุปได้ว่ามีผู้เห็นด้วยว่า ในปี ค.ศ 2020 โลกเสมือนจริงจะเป็นรูปแบบเครือข่ายสังคมที่ได้รับความนิยม ร้อยละ 56 แสดงให้เห็นถึงการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้ในอนาคตผ่านอินเทอร์เน็ตหรือโทรศัพท์มือถือ จะเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้นักธุรกิจหรือผู้ประกอบการสามารถใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงสร้างระบบประยุกต์ในการให้บริการลูกค้า

อภิรักษ์ ดาบเพชร (2554) [10] ได้สร้างสื่อการเรียนการสอนสามมิติ เป็นผลงานที่พัฒนาขึ้นเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนวิชาที่ซับซ้อน โดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ เคมีวิทยาและชีววิทยา เป็นผลงานที่ประยุกต์ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี “โอเวอร์เลดเอนไวรอนเมนต์” (Overlaid Environment: OE) หรือระบบสร้างโลกเสมือนจริง เป็นมิติใหม่ของการนำเสนอสื่อการเรียน ผลงานนี้ได้คว้าแชมป์ งานประกวด (Thailand ICT Award 2006: TICTA 2006) มาแล้ว

วสันต์ เกียรติแสงทอง และคณะ (2554) [11] ได้ศึกษาเทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้และพัฒนากลุ่ม “เมมการ์ด” เป็นกรณีศึกษา เป็นการพัฒนาโปรแกรมเกมส์ที่ส่งเสริมทักษะการจดจำ โปรแกรมเกมส์นี้จะเป็นการเปิดไฟจุดหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็น Marker หลังจากนั้นโมเดล 3 มิติ ซึ่งถูกกำหนดแบบสุ่มให้กับแต่ละคู่ของไฟ จะถูกแสดงบนไฟเหล่านั้น ผู้เล่นเกมจะต้องทำการค้นหาคู่ของไฟที่มีโมเดล 3 มิติ ที่เหมือนกันมาเรียงต่อกัน ซึ่งผลจากงานวิจัยทำให้ทราบถึงเทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ทางออกเมนเตดเรียลลิตี้ทำให้เรียนรู้ถึงข้อดีข้อเสียของเครื่องมือต่างๆ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้จากศาสตร์หลายแขนง เช่น Computer vision, 3D Rendering, Human-computer interaction และความรู้ด้านการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ และไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะพัฒนา AR-Application โดยอาศัยเพียงแค่คู่มือที่มีมาให้กับพร้อมกับเครื่องมือเท่านั้น ควรที่จะศึกษาจากเครื่องมือแขนงอื่นด้วย ซึ่งก่อนที่จะมีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ควรที่จะมีการวางแผนการพัฒนาที่ดีและการคัดเลือกเครื่องมือที่จะนำมาทำการพัฒนา

Min-Chai Hsieh and Hao-Chiang Koong Lin (2013) [12] ได้ทำการศึกษาแนวความคิดของการใช้เทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้กับนักเรียนระดับประถมศึกษาที่เมือง Tainan และ Taiwan จากกลุ่มตัวอย่างจำนวนหกห้อง จากนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แบ่งออกเป็นกลุ่มเรียนแบบทั่วไป และกลุ่มทดลอง โดยได้นำหัวข้อวิทยาศาสตร์กายภาพเรื่องดวงอาทิตย์และฤดูมาทดลอง และสภาพแวดล้อมที่ใช้ในห้องคอมพิวเตอร์ ในกลุ่มทดลองสามารถมองเห็นภาพ 3 มิติ ได้ตอบกับการเรียน โดยให้นักเรียนเรียนรู้เองผ่านสัญญาณ และเวลาให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนกลุ่มทดลองสามารถเรียนรู้เข้าใจเรื่องดวงอาทิตย์ในการเปลี่ยนของฤดูในประเทศไต้หวัน และอีกกลุ่มโดยให้นักเรียนเรียนตามปกติทั่วไป จากการศึกษาพบว่านักเรียนสามารถเรียนรู้ทั้งภายในห้องและนอก

ห้องได้และยังเป็นการเพิ่มการเรียนรู้และเสริมสร้างกระบวนการเรียนรู้ของพวกเขาผ่านเทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้หรือ Ubiquitous ออกเมนเตดเรียลลิตี้Digital Learning System (UARDLS)

Lucinda Kerawalla and et al. (2013) [13] ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างการสื่อสารกับ เด็กนักเรียนแบบใช้เทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้และแบบดั้งเดิมคือแบบการเรียนการสอนตามปกติ กับเด็กอายุ 10 ปี กับวิธีการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องการเกิดกลางวันกลางคืนได้อย่างไร งานวิจัยพบว่าการใช้การเรียนการสอนแบบ ออกเมนเตดเรียลลิตี้มีการใช้หรือการมีส่วนร่วมน้อยกว่าการสอนแบบเดิมหรือแบบทั่วไป ครูต้องโน้มน้าวเด็กให้ใช้สื่อการสอน ออกเมนเตดเรียลลิตี้และอธิบายเพิ่มเติม ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะมีการออกแบบเทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้กับการเรียนการสอนในห้องเรียนที่จะมีการออกแบบที่ยืดหยุ่นครูสามารถปรับให้เข้ากับความต้องการของเด็กได้ และสามารถควบคุมได้ โดยสมรรถนะที่จะเพิ่มหรือลบองค์ประกอบที่แยกต่างหากหรือสมรรถนะที่จะทำให้ช้าลงหรือหยุดการ เคลื่อนไหวของภาพได้ ข้อเสนอแนะจากครูซึ่งเป็นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับเด็ก เพื่อให้ขยายโอกาสในการ เรียนรู้ของเด็กในเวลาจำกัด พร้อมทั้งใส่ใจกับความต้องการของสถานศึกษาและหลักสูตรด้วย

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งมีการศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้ซึ่งมีการนำไป ประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของเทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้ ที่จะนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้กับงานด้านต่างๆ ทั้งยังมีการพัฒนาเทคโนโลยี ออกเมนเตดเรียลลิตี้ เข้ามาสร้างสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบของสามมิติ ดังนั้นถ้ามีการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้กับ หนังสือเรียนก็จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสุขสนุกสนานทั้งยังเสริมสร้างจินตนาการให้แก่ผู้เรียน ที่สามารถ มองเห็นบทเรียนได้ออกมาเป็นภาพเสมือนจริง

บทที่ 3

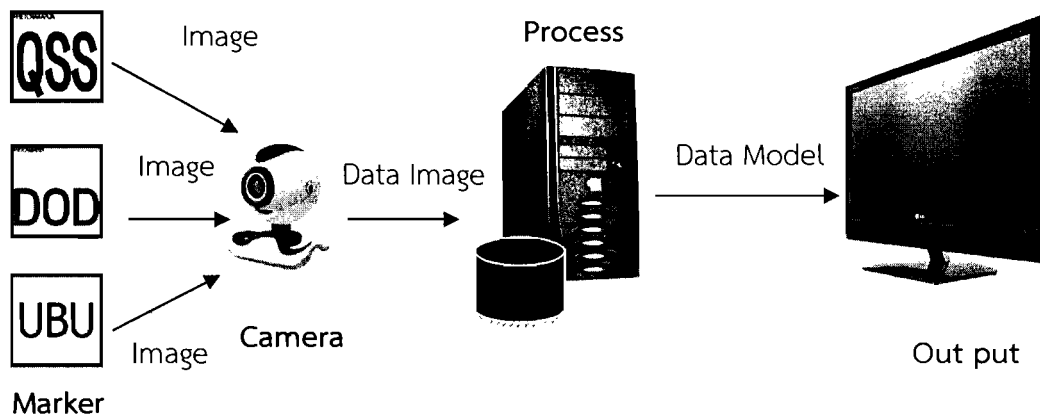
การวิเคราะห์และการออกแบบ

ในการจัดทำหนังสือสื่อการเรียนรู้ ขั้นตอนของการวิเคราะห์และการออกแบบในการจัดทำหนังสือสื่อการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของการวิเคราะห์และการออกแบบ ดังนี้

- 3.1 ภาพรวมของระบบ
- 3.2 การวิเคราะห์และการออกแบบโครงสร้างเนื้อหา
- 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board)
- 3.4 การออกแบบวิธีทดสอบระบบ
- 3.5 การออกแบบวิธีการทดสอบ Marker

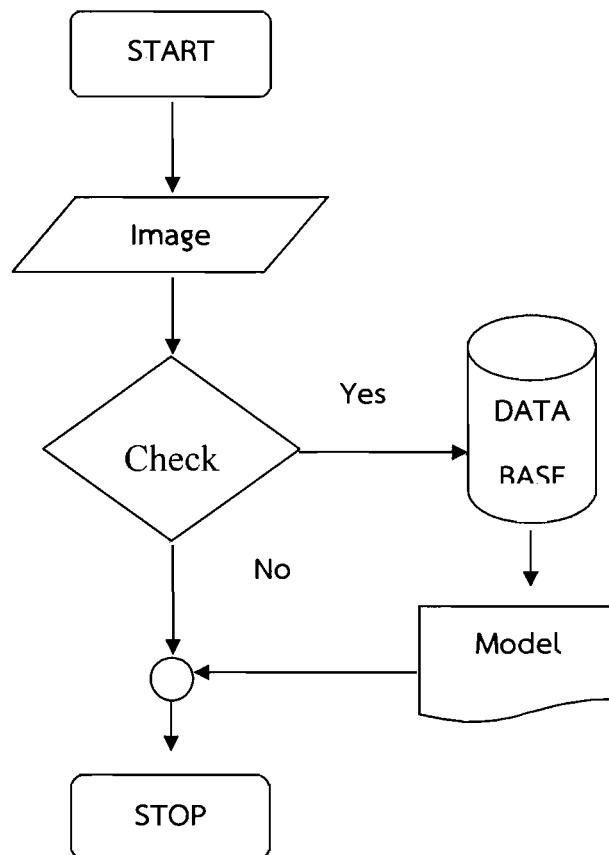
3.1 ภาพรวมของระบบ

ในกระบวนการทำงานของ ออกเมนเตดเรียลลิตีจะประกอบไปด้วยกระบวนการย่อยๆ อยู่ 3 กระบวนการ กระบวนการแรกคือ การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) ซึ่งขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาตัว Marker หรือภาพสัญลักษณ์ ที่กล้องจับภาพได้แล้วทำการสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บขนาด และตัวรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของตัว Marker ขั้นตอนที่สอง เป็นการคำนวณหาค่าเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของตัว Marker เทียบกับกล้อง ขั้นตอนที่สุดท้ายเป็นกระบวนการแสดงภาพ 3 มิติ เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้มาเป็นภาพ



ภาพที่ 3.1 องค์ประกอบการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.1 เป็นภาพรวมของการทำงานของระบบโดยการให้กล้องจับภาพที่ตัว Marker จากนั้นระบบจะทำการประมวลผลแล้วฉายออกมาบนหน้าจอ

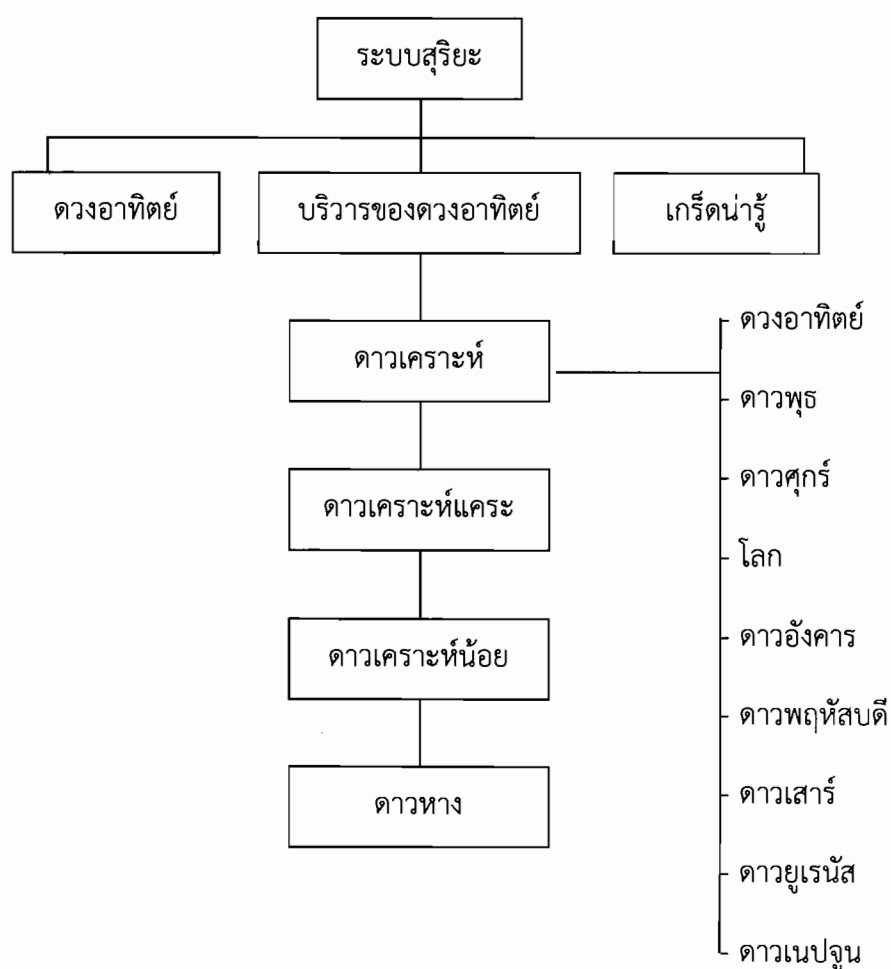


ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ

จากภาพที่ 3.2 เป็นผังงาน Flow Chart แสดงถึงการทำงานของระบบ โดยในขั้นตอนของการทำงานจะเริ่มโดยการรับข้อมูลเข้าคือ ภาพของตัว Marker จากนั้นจึงทำการตรวจสอบ ถ้า Marker ตรงระบบจะทำการแสดงผลออกมาทางหน้าจอ

3.2 การวิเคราะห์และการออกแบบโครงสร้างเนื้อหา

การออกแบบเนื้อหาของหนังสือสื่อการเรียนรู้ เรื่องระบบสุริยะจักรวาลเพื่อให้สามารถอธิบายลักษณะของระบบสุริยะได้ ตามที่มาตรฐานตัวชี้วัด ว.7.1 ป. 4/1 การออกแบบเนื้อหาของบทเรียนในหนังสืออ่านเพิ่มเติม รายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่อง ระบบสุริยะ ได้ทำการนำเสนอเนื้อหาบางส่วนที่สอดคล้องกับบทเรียนที่ผู้เรียนได้เรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเนื้อหาของหนังสือได้แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่ ดังรายละเอียดจากภาพที่ 3.3 แสดงโครงสร้างเนื้อหาหนังสืออ่านเพิ่มเติมรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบสุริยะ

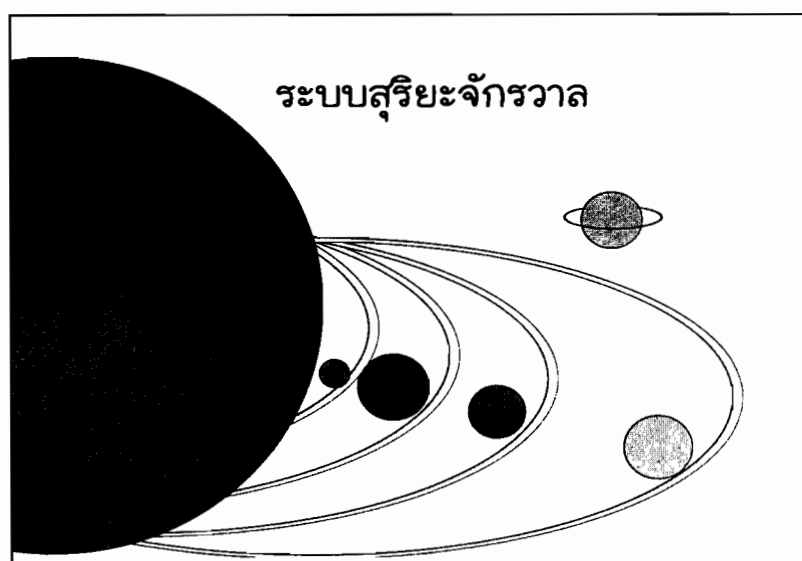


ภาพที่ 3.3 โครงสร้างเนื้อหาหนังสืออ่านเพิ่มเติมรายวิชาวิทยาศาสตร์เรื่องระบบสุริยะ

3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board)

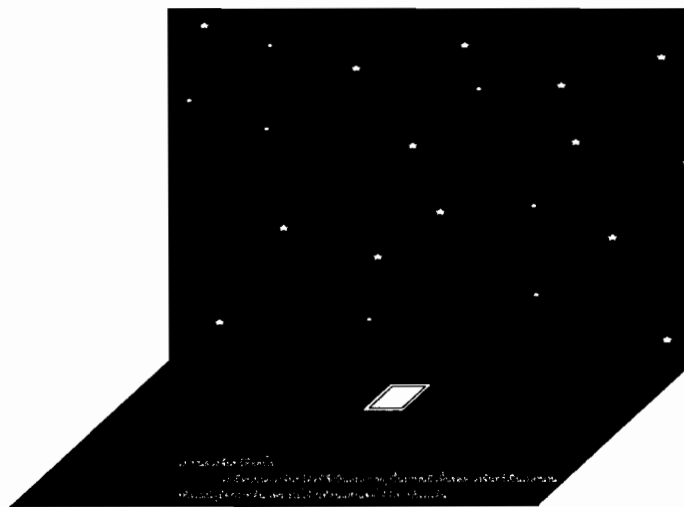
ในขั้นตอนการออกแบบการดำเนินเรื่อง หรือ การเขียนสตอรี่บอร์ด (Story board) เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้ง สื่อในรูปแบบของมัลติมีเดียต่างๆ ลงในกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอข้อความ และสื่อในรูปแบบต่างๆ เหล่านี้เป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป

3.3.1 หน้าปก เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดโดยที่ปกหน้าต้องทำหน้าที่ดึงดูดความสนใจแก่ผู้คนที่อยากหยิบขึ้นมาอ่าน ปกหน้ายังทำหน้าที่สื่อสารให้เห็นถึงความคิดลักษณะของเนื้อเรื่องภายในอีกด้วย



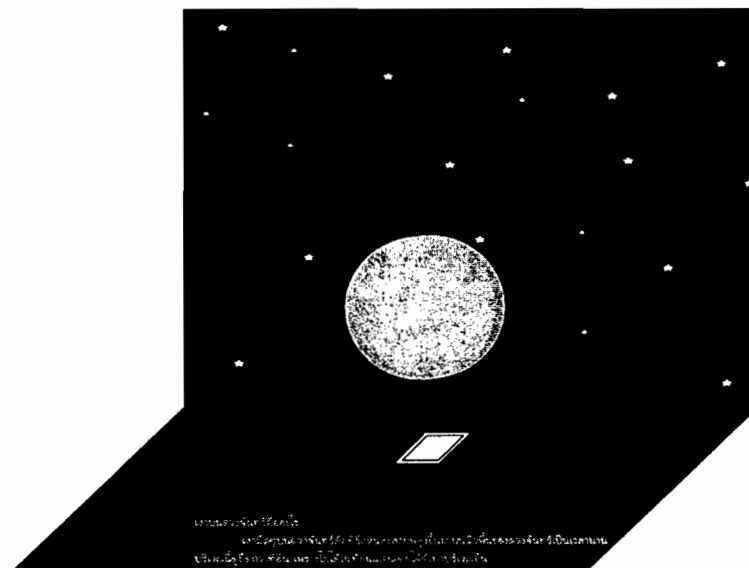
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างปกหนังสือ

3.3.2 การวางเนื้อหาภายในหนังสือ เป็นการแสดงตัวอย่างการออกแบบการวางส่วนต่างๆ ในหนังสือ



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างการวางเนื้อหาภายในหนังสือ


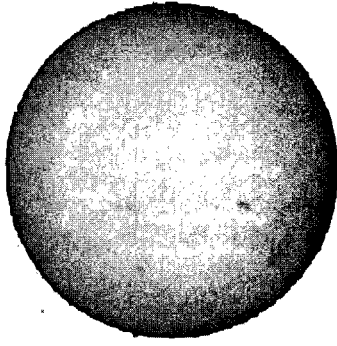
3.3.3 ผลของภาพโมเดล 3 มิติ เป็นการแสดงตัวอย่างของหน้าที่จะแสดงภาพ 3 มิติในหนังสือ



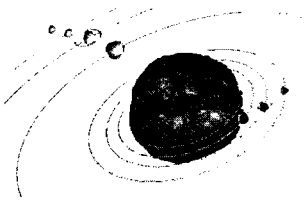
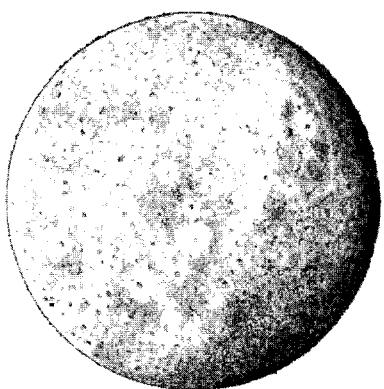
ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างการแสดงภาพ 3 มิติ

3.3.4 หน้าเนื้อเรื่อง เป็นส่วนที่มีเนื้อเรื่องมากที่สุด มีการแบ่งตามผู้เขียนต้องการจะเสนอหนังสือที่มีภาพประกอบเนื้อเรื่อง ตำแหน่งของภาพควรที่จะได้รับการวางให้อยู่ใกล้เคียงกับเนื้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกับภาพ

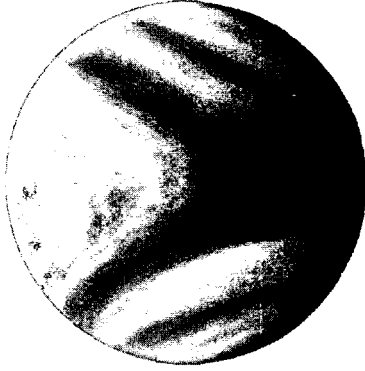

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
1		<p>ระบบสุริยะคือ ระบบดวงดาวที่อยู่ในดาราจักรทางช้างเผือก ซึ่งเป็นดาราจักรหนึ่งในเอกภพ ระบบสุริยะประกอบด้วยดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางและมีบริวารโคจรรอบอยู่โดยรอบ คือ ดาวเคราะห์ 8 ดวง รวมทั้งดาวบริวารของดาวเคราะห์ต่างๆ ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย และดาวเคราะห์แคระ ซึ่งดาวเคราะห์ ทั้ง 8 ดวงนี้ มีตำแหน่งเรียงตามลำดับจากดวงอาทิตย์ ดังนี้ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน ดาวเคราะห์แคระพลูโต</p>
2		<p>ดวงอาทิตย์ เป็นดาวฤกษ์ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ขนาดเล็กเมื่อเทียบกับดาวฤกษ์อื่นๆ บนท้องฟ้า แต่เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกที่สุด จึงปรากฏให้เห็นเป็นวงกลมโตบนท้องฟ้าของโลกเพียงดวงเดียว ขณะที่ดาวฤกษ์อื่นปรากฏเป็นจุดสว่างเพราะอยู่ไกลจากโลกมาก ดวงอาทิตย์มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,392,000 กิโลเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าโลกเกือบ 109 เท่า หมุนรอบตัวเอง 1 รอบ ใช้เวลา 25-35 วัน ที่ผิวของดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิประมาณ 5,700 องศาเซลเซียส ดวงอาทิตย์ถูกจัดเป็นดาวฤกษ์สีเหลืองมีอายุประมาณ 5,000 ล้านปี</p>



ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
3		<p>บริวารของดวงอาทิตย์ จะโคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ ได้แก่ ดาวเคราะห์มีอยู่ 8 ดวง ดาวบริวารของดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ ส่วนดาวตกหรือผีพุ่งไต้ และอุกกาบาต อาจเกิดจากดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย หรือวัตถุขนาดเล็กอื่นๆ ดาวเคราะห์ บริวารของดวงอาทิตย์ ปัจจุบันมีทั้งหมด 8 ดวง นักดาราศาสตร์ได้แบ่งดาวเคราะห์ตามวงโคจร และแบ่งตามลักษณะพื้นผิว ดังนี้</p>
4		<p>ดาวพุธ เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็ก และอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด ทำให้มีอุณหภูมิสูงมากประมาณ 400 องศาเซลเซียส แต่อีกด้านหนึ่งมีอุณหภูมิต่ำมาก ดาวพุธโคจรรอบดวงอาทิตย์ใช้เวลา 88 วัน แล้วหมุนรอบตัวเองใช้เวลา 59 วัน ซึ่งใช้เวลาเกือบเท่ากัน จึงทำให้อันที่หันเข้าหาดวงอาทิตย์ร้อนมาก ทำให้เราเรียกดาวพุธว่า “เตาไฟแช่แข็ง” เราสามารถมองเห็นดาวพุธได้ด้วยตาเปล่าในตอนเช้า ก่อนที่ดวงอาทิตย์ขึ้นครึ่งชั่วโมงและหลังจากดวงอาทิตย์ตกครึ่งชั่วโมง</p>

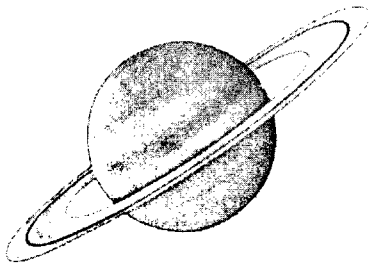
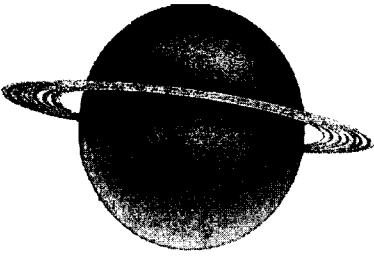
ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
5		<p>ดาวศุกร์ มีขนาดใกล้เคียงกับโลก และเป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 2 จากการสำรวจโดยยานอวกาศพบว่า มีพื้นผิวแห้งแล้ง มีสภาพบรรยากาศหนาแน่นเป็น 100 เท่าของโลก แก๊สส่วนใหญ่เป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และไอของกรดกำมะถัน ไม่มีออกซิเจนและไอน้ำ มีอุณหภูมิสูงเกือบ 500 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพราะสภาพบรรยากาศที่หนาที่บจะดูดกลืนความร้อนจากดวงอาทิตย์เอาไว้ และทำหน้าที่เหมือนเรือนกระจกจึงทำให้อุณหภูมิพื้นผิวของดาวศุกร์สูงมากกว่าดาวพุธ</p>
6		<p>โลก เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 3 โลกมีดวงจันทร์เป็นบริวาร 1 ดวง โลกเป็นดาวเคราะห์ที่มีลักษณะพิเศษต่างจากดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ เพราะเป็นดาวเคราะห์เพียงดวงเดียวที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยน้ำ กล่าวคือ 3 ใน 4 ส่วนของโลก ซึ่งไม่ปรากฏมีอยู่บนดาวเคราะห์ดวงอื่นในระบบสุริยะ โลกจึงได้ชื่อว่าเป็น “ดาวเคราะห์แห่งพื้นน้ำ” มีสภาวะเหมาะสมกับการก่อกำเนิดและดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ</p>

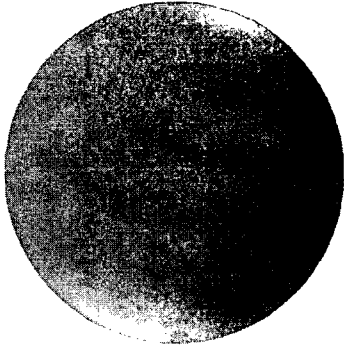
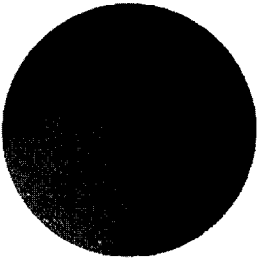
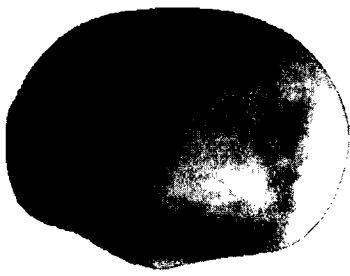
ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
7		<p>ดาวอังคาร เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 4 จากการสำรวจโดยยานไวคิง 1 และ 2 ของสหรัฐอเมริกาพบว่าดาวอังคารมีลักษณะพื้นผิวสีแดงเต็มไปทั่ว ก้อนหิน มีหุบเหวลึกกว้างใหญ่ ไม่พบร่องรอยของสิ่งมีชีวิต และมีดาวบริวาร 2 ดวง ได้แก่ โปบอสและดีมอส ซึ่งได้ถูกค้นพบครั้งแรกโดยเอแซฟ ฮอล ในปี พ.ศ. 2420</p>
8		<p>ดาวพฤหัสบดี เป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับ 5 เป็นดาวที่มีความหนาแน่นน้อย เพราะเป็นดาวเคราะห์แก๊ส จึงไม่เป็นหินแข็งเหมือนกับโลกเรา จากการสำรวจของยานวอยเอเจอร์ 1 และ 2 ของสหรัฐอเมริกา พบว่ามีจุดแดงใหญ่เป็นวง เป็นกลุ่มแก๊สร้อนหมุนวนด้วยความเร็วสูง มีดาวบริวารที่มีขนาดใหญ่ 4 ดวง คือ ไอโอ ยูโรปา แกนีมีด และ คัลลิสโต รวมเรียกว่า ดาวบริวารกาลิเลียน ซึ่งได้ถูกค้นพบโดยกาลิเลโอ เมื่อปี พ.ศ. 2153</p>


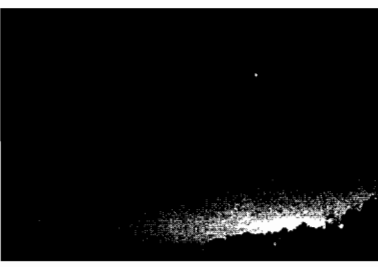

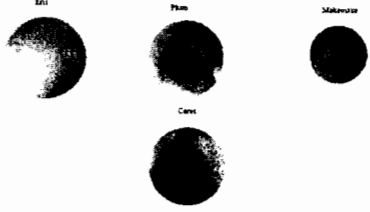
ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
9		<p>ดาวเสาร์ เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 2 รองจากดาวพฤหัสบดี อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 6 จากการผ่านไปสำรวจของยานวอยเอเจอร์ 1 และ 2 พบว่าดาวเสาร์มีวงแหวน 7 ชั้นใหญ่ๆ และมีวงแหวนเล็กซ้อนกันอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของดาวเสาร์ วงแหวนนั้นคืออนุภาคน้ำแข็ง และก้อนหินที่ปกคลุมด้วยน้ำแข็ง ไททัน เป็นดาวบริวารที่ใหญ่ที่สุดของดาวเสาร์ ซึ่งถูกค้นพบในปี พ.ศ. 2198</p>
10		<p>ดาวมฤตยูหรือดาวยูเรนัส เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 3 รองจากดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 7 ถูกค้นพบโดยวิลเลียม เฮอร์เชล และจากการผ่านไปสำรวจของยานวอยเอเจอร์พบว่า มีวงแหวนบางๆ 10 ชั้น อุณหภูมิพื้นผิว -210 องศาเซลเซียส บรรยากาศประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจน ฮีเลียม มีเทน และอะเซทิลีน</p>

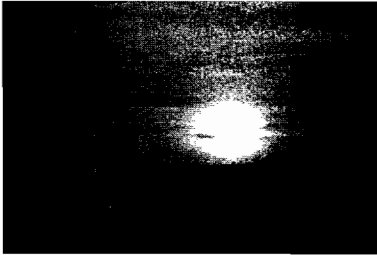
ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
11		<p>ดาวสมุทร หรือ ดาวลูกเกตุ หรือดาวเนปจูน เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 8 โจฮันน์ จี.กาล นักดาราศาสตร์ชาวเยอรมันได้ใช้กล้องโทรทรรศน์ตรวจพบเมื่อ พ.ศ. 2389 หลังจากนั้นไม่นานได้มีการค้นพบดาวบริวารของเนปจูนชื่อ ไทรทัน กับ นีรีดจากการสำรวจของยานจอยเอเจอร์ 2 พบว่าดาวเนปจูนมีวงแหวน 4 ชั้นแต่เป็นวงแหวนที่มีดมมากไม่อาจสังเกตได้จากโลก มีอุณหภูมิพื้นผิว -220 องศาเซลเซียส ดาวเนปจูนเป็นดาวเคราะห์แก๊สประเภทเดียวกับดาวพฤหัสบดี</p>
12		<p>ดาวเคราะห์แคระ เป็นดาวเคราะห์ที่มีสมบัติเหมือนดาวเคราะห์แคระ แต่แตกต่างกันตรงที่ดาวเคราะห์จะต้องไม่มีวงโคจรซ้อนทับหรือใกล้เคียงวัตถุอื่น และจากสมบัติในข้อนี้ จึงทำให้ดาวพลูโตถูกลดสถานะจากดาวเคราะห์และกลายมาเป็นดาวแคระ เหตุผลหนึ่งเนื่องจากมีวงโคจรซ้อนทับกับดาวเนปจูน</p>
13		<p>ดาวเคราะห์น้อย เป็นวัตถุขนาดเล็กๆ จำนวนมากที่อยู่ในระบบสุริยะ มีขนาดเท่าเม็ดฝุ่นจนถึงขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเกือบพันกิโลเมตร ประกอบด้วยหินและโลหะ ดาวเคราะห์น้อยจัดเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ และโคจรรอบดวงอาทิตย์เช่นเดียวกับดาวดวงอื่นๆ โดยเกาะกันเป็นวงแหวนอยู่ระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี อยู่ห่างจากโลกประมาณ 150 - 354 ล้านกิโลเมตร</p>

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
14		<p>ดาวหาง เป็นวัตถุท้องฟ้าที่ไม่มีแสงในตัวเอง และโคจรเข้าหาดวงอาทิตย์เป็นรูปวงรี ดาวหางประกอบด้วยน้ำและแก๊สที่เย็นจัดรวมตัวเป็นก้อนแข็ง และของแข็งนักดาราศาสตร์จัดรวมเอาดาวหางไว้เป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ เพราะดาวหางโคจรรอบดวงอาทิตย์ จึงจัดเป็นบริวารของดวงอาทิตย์</p>
15		<p>เกร็ด - นารู้ ดาวศุกร์จะปรากฏสว่างที่สุดในดาวเคราะห์ทั้ง 8 ดวง เราเห็นดาวศุกร์ขึ้นทางทิศตะวันออกในเวลาใกล้รุ่ง เรียกว่า ดาวประกายพรึก หรือ ดาวรุ่ง และจะมองเห็นอยู่ทางด้านขอบฟ้าด้านตะวันตกขณะที่ดวงอาทิตย์กำลังลับขอบฟ้าไปเรียกว่า ดาวประจำเมือง</p>
16		<p>เกร็ด - นารู้ ในระบบสุริยะของเรามีดาวเคราะห์ที่มีวงแหวนอยู่ 4 ดวง ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน แต่ถ้ามองจากโลกโดยใช้กล้องโทรทรรศน์จะเห็นวงแหวนของดาวเสาร์เพียงดวงเดียว</p>
17		<p>เกร็ด - นารู้ ปัจจุบันสหพันธ์ดาราศาสตร์สากลประกาศให้มีดาวเคราะห์แคระ 4 ดวง ได้แก่ ซีเรส พลูโต อีริส และดวงล่าสุดที่ค้นพบเมื่อปี พ.ศ.2548 ได้ชื่อว่า มาเกมาเกะ ตามชื่อของเทพแห่งความอุดมสมบูรณ์ตามความเชื่อของชาวโพลินีเซีย ที่อาศัยอยู่ในเกาะอีสเตอร์</p>

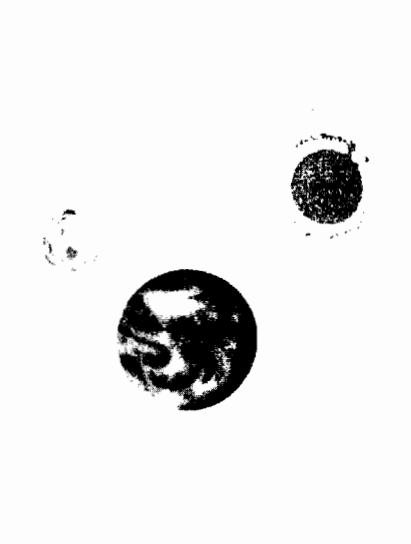
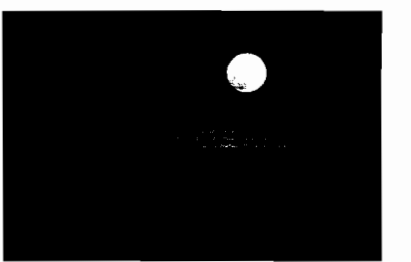

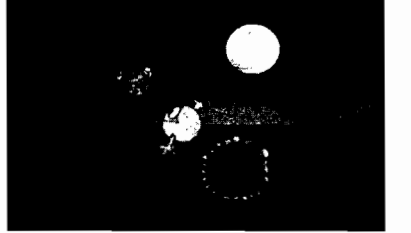
ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
18		<p>เกร็ด - นักรู้ อุกกาบาตเป็นก้อนวัตถุแข็งที่ลอยอยู่ในอวกาศเมื่อโคจรเข้าใกล้โลกจะถูกดึงดูดร่วงหล่นลงมาเสียดสีกับบรรยากาศของโลกเกิดการเผาไหม้และตกลงมาสู่พื้นโลกและมองเห็นเป็นแสงวาบ เราเรียกว่า ดาวตกหรือผีพุ่งไต้</p>
19		<p>ความร้อนของดวงอาทิตย์ นั้นร้อนมากซึ่งจะส่งความร้อนและแสงสว่างออกมาพร้อมๆ กัน การใช้แว่นขยายให้ดวงอาทิตย์ส่องจะรวมเอาความร้อนและแสงไว้ตรงจุดเดียวซึ่งทำให้แสงเข้มข้นมากและร้อนพอที่จะจุดไฟติดได้</p>
20		<p>การเกิดกลางวันกลางคืน โลกนั้นเปรียบเสมือนลูกบอลขนาดใหญ่ที่หมุนรอบตัวเอง โดยหมุนไปแต่ทิศทางเดียว เรามีกลางวันในทีไรๆ เราอยู่ตอนที่โลกในตอนที่เราหันสู่ดวงอาทิตย์และมีตอนกลางคืนตอนที่หันไปอีกทาง</p>
21		<p>ท้องฟ้าเป็นสีแดงตอนอาทิตย์ตกได้อย่างไร ดวงอาทิตย์ตกดูเป็นสีแดงเพราะว่าสีแดงเป็นสีเดียวในแสงของดวงอาทิตย์ที่มาถึงตาของเราได้ ส่วนสีอื่นๆ นั้นกระจายไปหมดก่อนมาถึงเรา</p>

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
22		เงาบนดวงจันทร์คืออะไร เงามีตๆ บนดวงจันทร์คือที่ซึ่งหินละลายพุ่งขึ้นมาบนผิวพื้นของดวงจันทร์เป็นเวลานาน บริเวณนี้ดูมืดกว่าที่อื่น เพราะไม่ได้สะท้อนแสงแดดได้ดีเท่าบริเวณอื่น
23		คนสมัยก่อนมีความเชื่อเกี่ยวกับผิวของดวงจันทร์ ดังนั้น คนญี่ปุ่นเชื่อว่ามันเป็นคือกระต่ายที่กำลังทำขนม
24		ชาวยุโรปบางพวกก็คิดว่าเหมือนใบหน้าผู้หญิง
25		ชาวยุโรปพวกอื่นๆ คิดว่ามีรูปร่างเหมือนปู
26		ขนาดของจักรวาล จักรวาลนั้นใหญ่มหึมายิ่งนัก เพราะมันโตขึ้นอย่างรวดเร็วอยู่ตลอดเวลา จนเราไม่อาจไปให้ถึงขอบได้ หรือเพียงแค่จะเห็นได้ไกล ถึงแม้ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ของเราก็อยู่ไกลลิบ

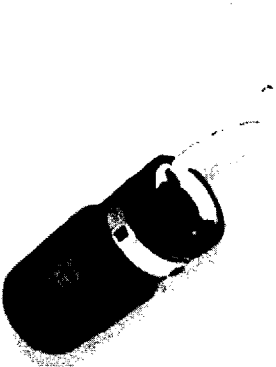
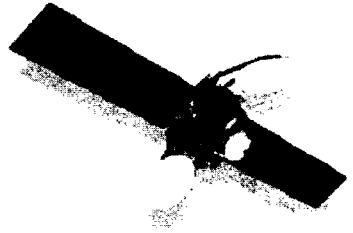
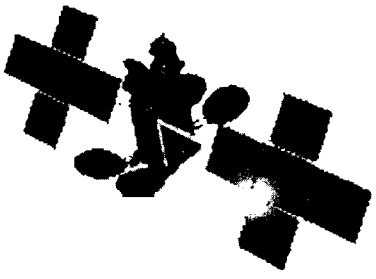
ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
27		ดวงจันทร์ส่องแสงอย่างไร พระจันทร์ส่องแสงก็เพราะว่ามันรับแสงอาทิตย์แล้วสะท้อนกลับลงมายังโลก ดวงจันทร์ไม่มีแสงในตัวเอง ที่ส่องแสงได้เพราะอาศัยแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์เท่านั้น แม้ว่าเพียงเจ็ดเปอร์เซ็นต์ของแสงนี้จะมาถึงโลก ก็ยังทำให้ยามราตรีของเราดูสว่างไสวขึ้นอีกนิด นอกเสียจากดวงดาวที่มีแสงในตัวเอง หรือจากแสงสะท้อนแล้วก็มีเพียงความมืดสนิทเท่านั้นในอวกาศชั้นนอกพ้นบรรยากาศสีน้ำเงินของโลกออกไป
29		ดวงจันทร์เปลี่ยนรูปได้อย่างไร ดวงจันทร์หมุนตัวอยู่รอบโลก เพราะเหตุนี้บางที่เราจึงเห็นได้ทั้งดวงหรือเพียงบางส่วนที่จับแสงอาทิตย์ไว้ แต่บางที่ก็เห็นได้น้อย หรือไม่เห็นเลย
30		ข้างแรม จันทรข้างแรม 8 ค่ำ เห็นได้ตอนที่ซีกซ้ายโผล่ให้เห็น 7 วันหลังจากจันทร์เพ็ญ
31		จันทร์เพ็ญแลดูกลมดิกเพราะเราสามารถเห็นได้ทั้งดวงเพราะแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ส่อง

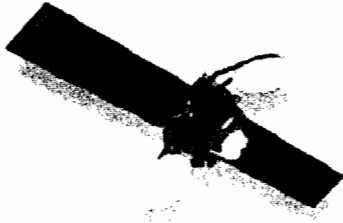
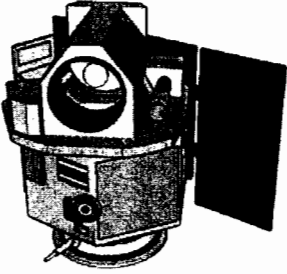
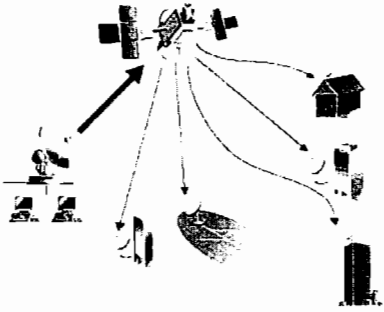
ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
32		ข้างขึ้น ระยะของข้างขึ้นก็ตอนที่เห็นขอบของดวงจันทร์ได้รางๆ เพราะมันเคลื่อนตัวไปกับดวงอาทิตย์ และเกือบจะไม่เห็นหรือไม่เห็นเลย
34		ดาวกระทบได้อย่างไร อากาศเคลื่อนที่ไปมา อยู่เสมอแสงดาวจึงเบี่ยงเบนไปทุกทิศขณะที่แสงนั้นผ่านบรรยากาศของโลกลงมาสู่เรา นี้คือเหตุผลที่ดูคล้ายกับดาวกระทบเวลาเรามองดูมัน
35		บนฟ้ามีดาวก็ดวง บนฟ้ามีดวงดาวอยู่มากมายทั่วทั้งจักรวาลจนนับไม่ถ้วน เท่าที่เห็นได้จากโลกมีอยู่ประมาณ 7,000ดวง แต่ก็เห็นได้เพียง 2,000ดวงเท่านั้นจากจุดใดจุดหนึ่งในคราวเดียว
36		ดาวเทียม สิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์คิดค้นขึ้น ที่สามารถโคจรรอบโลก โดยอาศัยแรงดึงดูดของโลก ส่งผลให้สามารถโคจรรอบโลกได้ในลักษณะเดียวกันกับที่ดวงจันทร์โคจรรอบโลก และโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ วัตถุประสงค์ของสิ่งประดิษฐ์นี้เพื่อใช้ ทางทหาร การสื่อสาร การรายงานสภาพอากาศ การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เช่นการสำรวจทางธรณีวิทยาสังเกตการณ์สภาพของอวกาศ โลก ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวอื่นๆ รวมถึงการสังเกตวัตถุ และดวงดาว ดาราจักร ต่างๆ

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
37		<p>ดาวเทียมไทยคม 1 เป็นโครงการ ดาวเทียมสื่อสาร เพื่อให้บริการสื่อสารผ่านช่องสัญญาณดาวเทียม การขยายตัวด้านการสื่อสารของประเทศ แต่ในเวลานั้นไทยไม่มีดาวเทียมเป็นของตนเอง และต้องทำการเช่าวงจรสื่อสารจากดาวเทียมของประเทศต่างๆ เป็นดาวเทียมรุ่น HS-376 เช่นเดียวกับ ไทยคม 1A โคจรบริเวณ พิกัดที่ 78.5 องศาตะวันออก ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ 7 ตุลาคม พ.ศ. 2537 มีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี (ถึง พ.ศ. 2552)</p>
38		<p>ดาวเทียมไทยคม 3 เป็นดาวเทียมรุ่น 3 แกนผลิตโดย บริษัท อัลคาเทล สเปน ซิสเต็มครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีป คือเอเชีย ยุโรป ออสเตรเลีย และแอฟริกา ส่วนพื้นที่การให้บริการของ Spot Beam ในย่านความถี่เคยู-แบนด์ นั้นครอบคลุมประเทศไทย และประเทศในภูมิภาคอินโดจีน ส่วน Steerable Beam ในย่านความถี่ Ku-Band ของดาวเทียมไทยคม 3 สามารถให้บริการในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในสี่ทวีปได้อีกด้วย</p>
39		<p>ดาวเทียมไทยคม 4 เป็นดาวเทียมสื่อสารดวงที่ 4 ในชุดดาวเทียมไทยคม ซึ่งเป็นดาวเทียมของประเทศไทย โดยมีกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเป็นเจ้าของ และมีบริษัทชินแซทเทลไลท์จำกัด (มหาชน) ซึ่งปัจจุบันได้เปลี่ยนชื่อเป็น บริษัท ไทยคม จำกัด (มหาชน) เป็นผู้รับสัมปทานในการ</p>

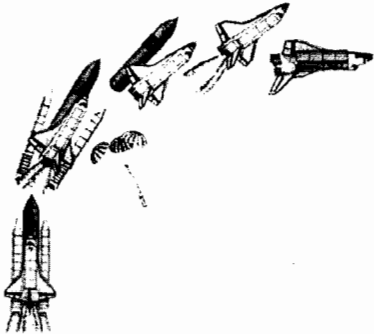

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
		ให้บริการ ดาวเทียมไทยคม 4 เคยเป็นดาวเทียมสื่อสารเชิงพาณิชย์ที่ใหญ่และมีน้ำหนักมากที่สุดในโลก
40		ดาวเทียมไทยคม 5 เป็นดาวเทียมรุ่น Aerospatiale SpaceBus 3000A สร้างโดย Alcatel Alenia Space ประเทศฝรั่งเศส มีน้ำหนัก 2800 กิโลกรัม มีพื้นที่การให้บริการครอบคลุมพื้นที่ 4 ทวีป ใช้เป็นดาวเทียมสำหรับการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมตรงถึงที่พักอาศัย และการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ดิจิทัลความละเอียดสูง (High Definition TV) ส่งขึ้นสู่วงโคจรเมื่อ 27 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 เพื่อทดแทนไทยคม 3
41		ดาวเทียมธีออส (Theos) มาจากคำว่า Thailand Earth Observation System ซึ่งเป็นโครงการความร่วมมือ ระหว่างรัฐบาลไทยและรัฐบาลฝรั่งเศส ในการพัฒนาสร้างดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ของประเทศไทย
42		ประโยชน์ของเทคโนโลยีอวกาศ ปัจจุบันสิ่งประดิษฐ์ที่อาศัยความรู้ทางด้านเทคโนโลยีอวกาศมีมากมายหลายชิ้น โดยเฉพาะการสร้างดาวเทียมประเภทต่าง ๆ ขึ้นมาช่วยอำนวยความสะดวกต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในหลาย ๆ ด้าน


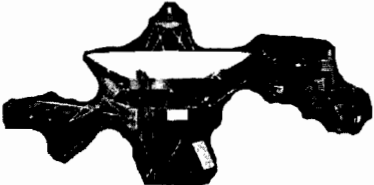

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
43		<p>การสื่อสาร ดาวเทียมสื่อสารเป็นดาวเทียมที่ทำหน้าที่เป็นสถานีรับส่งคลื่นวิทยุเพื่อการสื่อสารและโทรคมนาคม ทั้งที่เป็นการสื่อสารภายในประเทศและระหว่างประเทศ ส่วนใหญ่ใช้สำหรับกิจการโทรศัพท์ โทรเลข โทรสาร รวมทั้งการถ่ายทอดสัญญาณโทรทัศน์ และสัญญาณวิทยุ</p>
44		<p>การพยากรณ์อากาศ ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยาทำหน้าที่ส่งสัญญาณภาพถ่ายทางอากาศที่ประกอบด้วยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา เช่น จำนวนและชนิดของเมฆ ความแปรปรวนของอากาศ ความเร็วลม ความชื้น อุณหภูมิ ทำให้สามารถเตือนภัยที่เกิดจากธรรมชาติ ต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะการเกิดลาพายุ</p>
45		<p>การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เป็นดาวเทียมที่ถูกใช้เป็นสถานีเคลื่อนที่สำรวจดูพื้นที่ผิวโลกและการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ทำให้ทราบข้อมูลทั้งทางด้านธรณีวิทยา นิเวศวิทยา เป็นประโยชน์ด้านการเกษตรและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ</p>
46		<p>สถานีอวกาศ หมายถึงสถานีหรือสิ่งก่อสร้างซึ่งเคลื่อนรอบโลก เช่น สถานีอวกาศเมียร์ของรัสเซีย สถานีอวกาศฟรีดอมของสหรัฐอเมริกา โดยความร่วมมือขององค์การอวกาศยุโรป ญี่ปุ่น แคนาดาและรัสเซีย การออกไปนอกโลก ความเร็วต่ำสุดที่จะพาดาวเทียมหรือยานอวกาศออกไปนอกโลกได้ต้องไม่ต่ำกว่า 7.91</p>

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
		กิโลเมตรต่อวินาที ถ้าออกไปเร็วมากกว่านี้ ยานจะออกไปไกลจากผิวโลก
47		การขึ้นสู่อวกาศ การส่งยานอวกาศหรือ ดาวเทียมให้พ้นจากพื้นโลกต้องอาศัยแรงขับเคลื่อนจรวดเป็นหลัก และการที่จรวดสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้นั้น ก็โดยอาศัยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันว่า "แรงกิริยาทุกแรงจะมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากัน กระทำในทิศตรงกันข้ามเสมอ" จากกฎดังกล่าว สามารถนำมาสร้างเครื่องยนต์เพื่อขับเคลื่อนจรวดจากพื้นโลก ซึ่งจรวดจะเคลื่อนที่ไปด้วยแรงขับเคลื่อนของเชื้อเพลิงในทิศทางตรงกันข้าม
48		หลักการส่งยานอวกาศ อวกาศอยู่สูงเหนือ ศิระะขึ้นไปเพียงหนึ่งร้อยกิโลเมตร แต่การที่จะขึ้นไปถึงมีค่าใช้จ่ายง่าย เซอร์ไอแซค นิวตัน นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ผู้คิดค้นทฤษฎีเรื่องแรงโน้มถ่วงของโลกและการเดินทางสู่อวกาศเมื่อสามร้อยปีมาแล้ว ได้อธิบายไว้ว่า หากเราขึ้นไปอยู่บนที่สูง และปล่อยก้อนหินให้หล่นจากมือ ก้อนหินก็จะตกลงสู่พื้นในแนวตั้ง เมื่อออกแรงขว้างก้อนหินออกไปให้ขนานกับพื้น

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
49		<p>กระสวยอวกาศ เป็นยานอวกาศที่สามารถออกบินนอกบรรยากาศของโลกสู่อวกาศได้ แล้วกลับมายังโลกอีกครั้ง</p>
50		<p>ยานสำรวจอวกาศวอยเอเจอร์ (หรือวอยาเจอร์) Voyager สร้างขึ้นในช่วงทศวรรษ 70 และ 80 เพื่อไปสำรวจดาวที่อยู่ห่างไกลจากโลก 4 ดวง ได้แก่ พฤหัสฯ เสาร์ ยูเรนัสและเนปจูนการสำรวจของยานวอยเอเจอร์ คือให้โคจรไปเรื่อยๆ จากดาวหนึ่งไปยังอีกดาวหนึ่ง โดยไม่ต้องลงจอด</p>
51		<p>ยานสำรวจอวกาศกาลิเลโอ มีเป้าหมายไปดาวพฤหัสบดี ยานบังคับซึ่งไม่มีสิ่งมีชีวิตเดินทางไปด้วย ยานลำนี้สร้างขึ้นที่ห้องทดลองจีพีแอล (Jet Propulsion Lab) ในแคลิฟอร์เนีย</p>



ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
53		<p>ประเภทของจรวดตามชนิดของเชื้อเพลิงออกเป็น 2 ประเภท คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จรวดเชื้อเพลิงแข็ง มีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน แต่เมื่อการเผาไหม้เชื้อเพลิงเกิดขึ้นแล้ว ไม่สามารถหยุดได้
54		<ol style="list-style-type: none"> 2. จรวดเชื้อเพลิงเหลว มีโครงสร้างสลับซับซ้อน เพราะต้องมีถังเก็บเชื้อเพลิงเหลว และออกซิเจนเหลว (เพื่อช่วยให้เกิดการสันดาป) ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง และยังมีท่อและปั๊มเพื่อลำเลียงเชื้อเพลิงเข้าสู่ห้องเครื่องยนต์เพื่อทำการเผาไหม้ จรวดเชื้อเพลิงเหลวมีข้อดีคือ สามารถควบคุมปริมาณการเผาไหม้ และปรับทิศทางของกระแสก๊าซได้
55		<p>ยู.เอฟ.โอ. นั้นเป็นยานอวกาศที่มาจากที่ใดที่หนึ่งในอวกาศชั้นนอก ไม่มีใครรู้ว่าจริงหรือไม่ หรือมีจริงแค่ไหนก็ไม่รู้</p>

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
56		<p>การเกิดสุริยุปราคา เป็นปรากฏการณ์ ตามธรรมชาติ ที่ดวงจันทร์ โลก และดวงอาทิตย์ โคจรมาอยู่ในแนวเส้นตรง ทำให้ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ และเงาของดวงจันทร์จึงตกมาบนบริเวณ ต่างๆ บนโลก</p>
57		<p>การเกิดจันทรุปราคา เป็นปรากฏการณ์ ที่โลก บังแสงดวงอาทิตย์ไม่ให้ไปกระทบที่ดวงจันทร์ ในบริเวณดวงอาทิตย์ในวันเพ็ญ (ขึ้น 15 ค่ำ) โดยโลกอยู่ระหว่างดวงอาทิตย์กับดวงจันทร์ ทำให้เงาของโลกไปบังดวงจันทร์</p>
58		<p>กล้องดูดาว กล้องโทรทรรศน์เมื่อแบ่งตามลักษณะของกล้องสามารถจำแนกได้ 3 แบบ คือ</p>
59		<p>1. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์เป็นตัวรับแสงจากวัตถุ กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้เป็นที่รู้จักมาตั้งแต่ยุคแรก ๆ ซึ่งนักดาราศาสตร์คนแรกที่ใช้งานคือ กาลิเลโอ</p>

ตารางที่ 3.3 การออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) (ต่อ)

ฉาก ที่	รูปภาพ	คำบรรยาย
60		2. กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงหรือที่เราคุ้นเคยกันและเรียกว่า กล้องโทรทรรศน์แบบนิวโท
61		3. กล้องโทรทรรศน์ชนิดผสมกล้องโทรทรรศน์ชนิดผสมนี้โดยระบบการทำงานแล้วมีรูปแบบมาจากกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงหรือนิวโทเนียน ตำแหน่งที่มองภาพของกล้องชนิดผสมจะมองที่ส่วนท้ายของลำกล้อง

3.4 การออกแบบวิธีทดสอบระบบ

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้สื่อการเรียนการสอนโปรแกรมหนังสือการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านส้มป่อยและโรงเรียนหนองนาจาน จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 35 คน โดยมีการแบ่งเกณฑ์การประเมินออกเป็นด้านๆ เพื่อสอบถามถึงความพึงพอใจของผู้ทดลองใช้ ซึ่งมีดังต่อไปนี้

ด้านเนื้อหา ได้ประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือการเรียนรู้ 3 มิติมีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย มีความเหมาะสมของการใช้ภาษาในหนังสือ เนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน และสามารถเป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน

ด้านการใช้งาน ได้ประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือมีความน่าสนใจ ตัวโมเดลมีความสวยงามและสมบูรณ์ มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอสวยงาม อ่านง่าย มีการออกแบบหนังสือโดยภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ การใช้งานเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ ในการประเมินผลได้ใช้มาตราส่วนการประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert Scale (1967) [14] โดยมีความหมายดังนี้

- (1) 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก
- (2) 4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับดี
- (3) 3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
- (4) 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับพอใช้
- (5) 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับควรปรับปรุง

และสุดท้ายได้มีคำถามปลายเปิดโดยเปิดโอกาสให้ผู้ประเมินเสนอแนะความคิดเห็นที่มีต่อสื่อการเรียนการสอนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี สำหรับสื่อการสอน: กรณีศึกษาวิชา ระบบสุริยะจักรวาล ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

และใช้เกณฑ์ในการแปลค่าของคะแนนดังนี้

- (1) 4.50 - 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับดีมากที่สุด
- (2) 3.50 - 4.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับดีมาก
- (3) 2.50 - 3.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
- (4) 1.50 - 2.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย
- (5) 1.00 - 1.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.5 การออกแบบวิธีการทดสอบ Marker

ในการทดสอบได้ใช้มือถือที่มีระบบปฏิบัติการ Android 4.4 หน่วยประมวลผล 1.2 GHz RAM 2 GB กล้อง 8 ล้านพิกเซล และวิธีการขั้นตอนของการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษรและรูปแบบของภาพ ได้นำ Marker ที่มีในสื่อการเรียนรู้ระบบสุริยะจักรวาล จำนวน 49 Marker มาทดสอบโดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเวลา องศา และระยะห่าง ดังภาพที่ 3.7 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.5.1 การทดสอบด้านเวลา

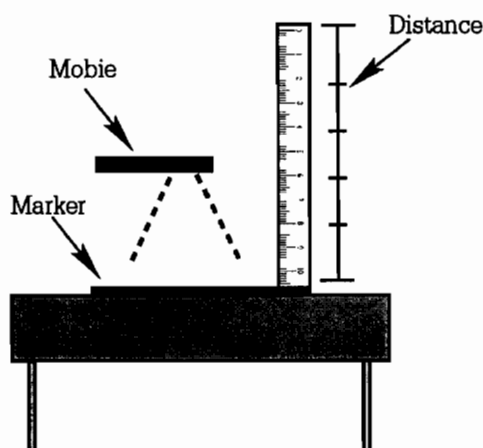
ในขั้นตอนการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร และรูปแบบของภาพ ในด้านเวลานั้น จะทำการจับเวลาในการประมวลผลจนกว่าจะเกิดภาพ 3 มิติขึ้นทางหน้าจอแสดงผล โดยจับเวลาเป็นวินาที จากสื่อการเรียนรู้ระบบสุริยะจักรวาล

3.5.2 การทดสอบด้านองศา

ในขั้นตอนการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร และรูปแบบของภาพ ในด้านองศานั้น จะมีการกำหนดองศาเพื่อทำการเปรียบเทียบ ซึ่งได้กำหนดองศาออกเป็น 2 แบบด้วยกันคือ 45 องศา และ 90 องศา เพื่อทำการเปรียบเทียบ

3.5.3 การทดสอบด้านระยะทาง

ในขั้นตอนการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร และรูปแบบของภาพ ในด้านระยะห่างนั้น จะทำการกำหนดระยะออกเป็น 5 ระยะ คือ 10 เซนติเมตร 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 25 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร แล้วทำการจับเวลาในการแสดงผลโมเดลทางหน้าจอ



ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างวิธีการทดสอบ Marker

วิธีการทดสอบ Marker มีการกำหนดระยะห่างออกเป็น 5 ระยะ คือ 10 เซนติเมตร 15 เซนติเมตร 20 เซนติเมตร 25 เซนติเมตร และ 30 เซนติเมตร และได้กำหนดองศา คือ 90 องศา และ 45 องศา โดยในการทดสอบจะวางหนังสือที่มี Marker ไว้จากนั้นนำมือถือที่มีแอปพลิเคชันมาส่องแล้วทำการวางไว้ในระยะที่กำหนดไว้ แล้วทำการจับเวลาในการแสดงผล

บทที่ 4

การพัฒนาและทดสอบระบบ

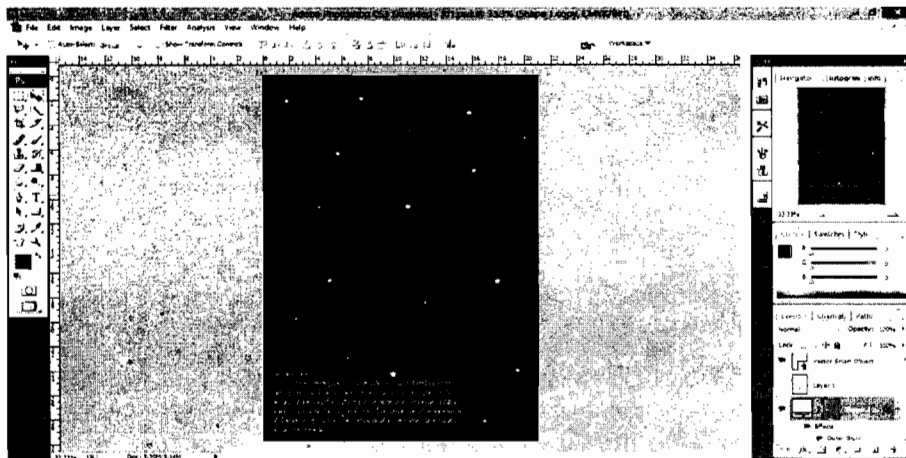
เมื่อได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนการพัฒนาหนังสือสื่อการเรียนรู้เสร็จสิ้น ขั้นตอนต่อไปจะเป็นในส่วนของการพัฒนาและทดสอบระบบ ขั้นตอนของการพัฒนาและทดสอบระบบมีดังนี้

- 4.1 การพัฒนา
- 4.2 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
- 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล
- 4.4 ผลการทดสอบ Marker

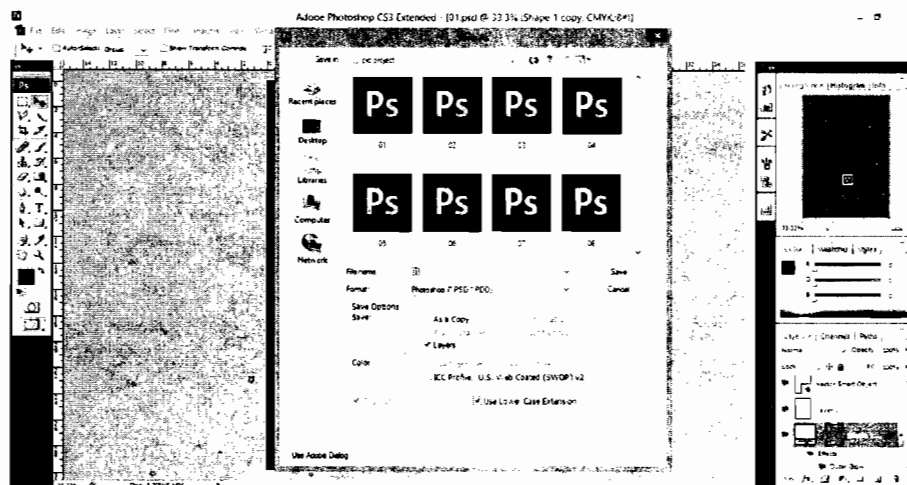
4.1 การพัฒนา

4.1.1 การดำเนินการส่วนของการออกแบบหนังสือสื่อการเรียนรู้

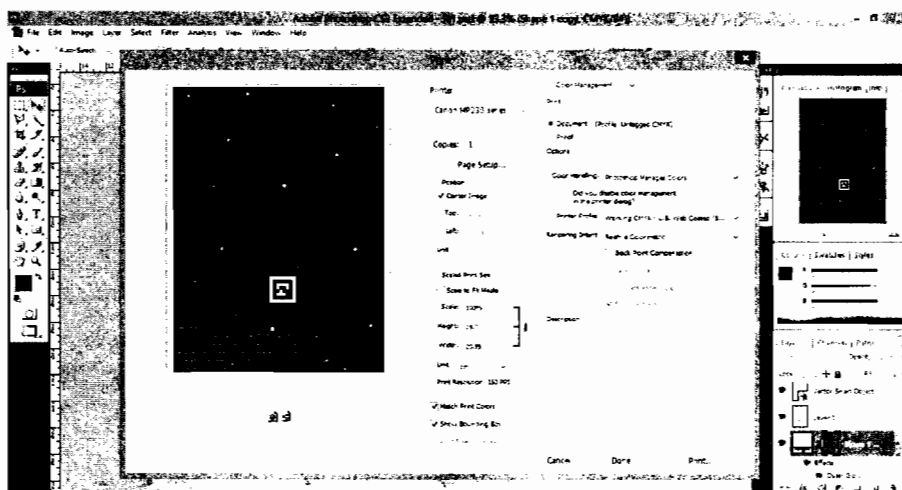
วิธีการออกแบบและจัดทำหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ในขั้นตอนของการออกแบบได้นำโปรแกรม Adobe Photoshop มาใช้ในการออกแบบภาพพื้นหลังของหนังสือ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ซึ่งจะมีการบันทึกไฟล์ในรูปแบบของนามสกุล .PSD และการสั่งปริ้นไฟล์งานเพื่อให้ได้ภาพพื้นหลังของหนังสือออกมา ดังภาพที่ 4.1, 4.2 และ 4.3



ภาพที่ 4.1 การทำหนังสือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ



ภาพที่ 4.2 การบันทึกไฟล์ในการทำหนังสือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

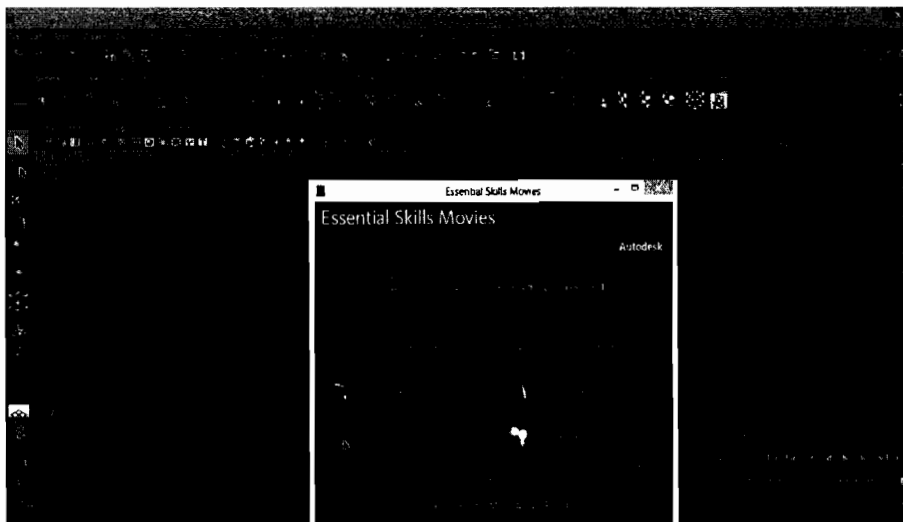


ภาพที่ 4.3 การสั่งปริ้นเพื่อทำหนังสือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ

4.1.2 การสร้างโมเดล

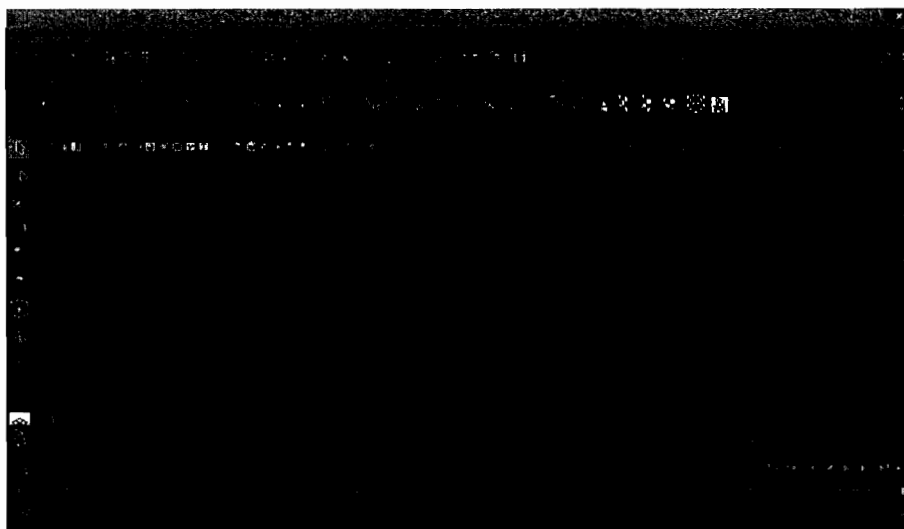
วิธีการสร้างโมเดลที่จะใช้พัฒนาหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะ ในขั้นตอนของการออกแบบสร้างโมเดลที่จะนำมาใช้งาน ได้สร้างมาจากโปรแกรม Autodesk MAYA มีการ Export ไฟล์ในรูปแบบของนามสกุล .obj เพื่อที่จะนำไปเปิดในโปรแกรม Autodesk 3ds Max ต่อไป

ภาพหน้าต่างโปรแกรม Autodesk MAYA ที่ใช้ในการปั้นโมเดลเพื่อใช้ในงาน

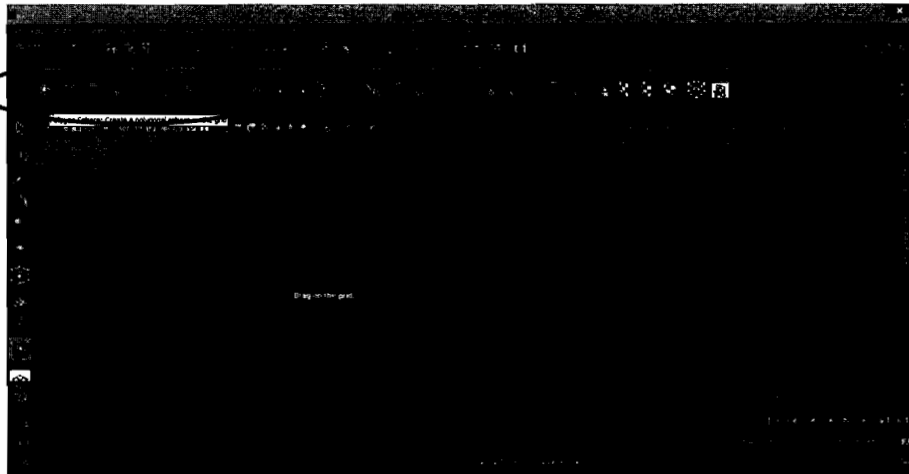


ภาพที่ 4.4 โปรแกรม Autodesk MAYA ที่ใช้สร้างโมเดล

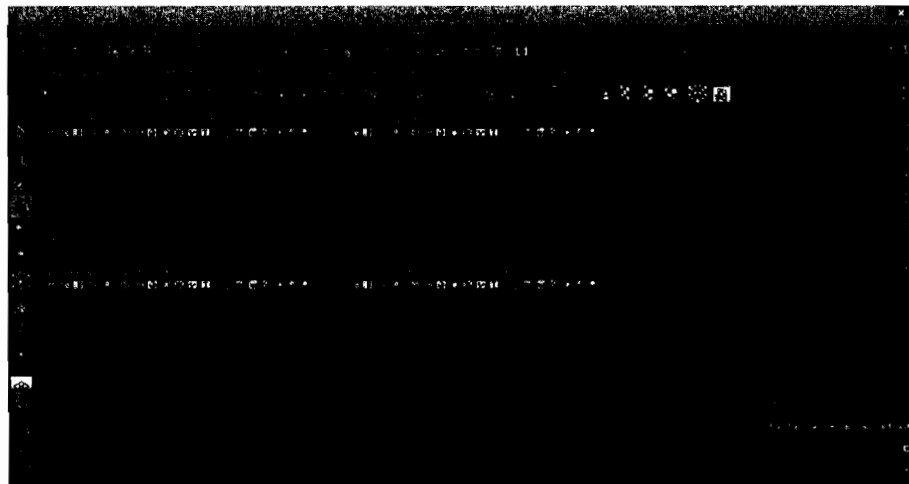
ในขั้นตอนก่อนการปั้นโมเดลจะต้องทำการเลือกวัตถุที่ต้องการวาดขึ้นมาก่อน โดยสามารถเลือกตามลักษณะของงานหรือโมเดลที่จะทำการปั้น



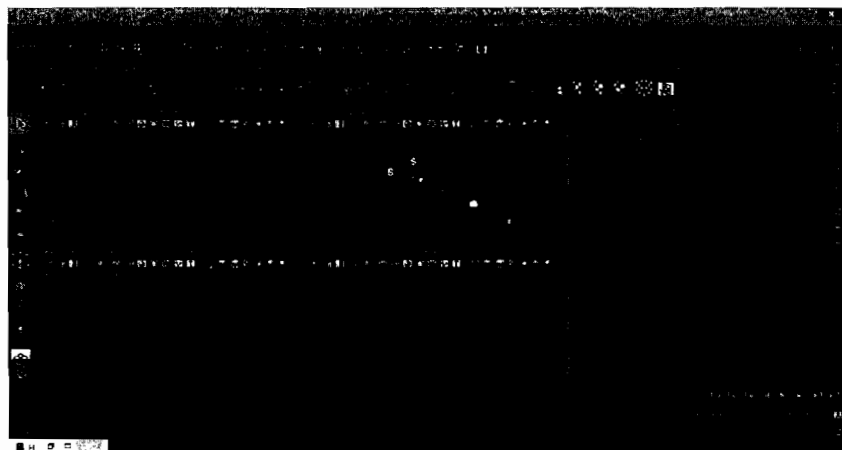
ภาพที่ 4.5 ในขั้นตอนของการวาดโมเดลให้คลิกไปที่ polygons เพื่อทำการวาดตัวโมเดลขึ้นมา



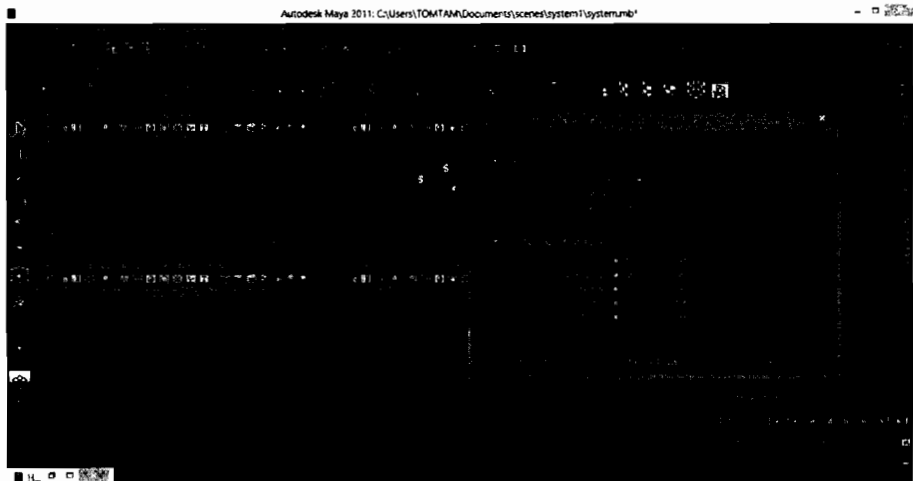
ภาพที่ 4.6 เลือกรูปแบบ polygons ที่ต้องการเพื่อทำการวาดตัวโมเดลขึ้นมา



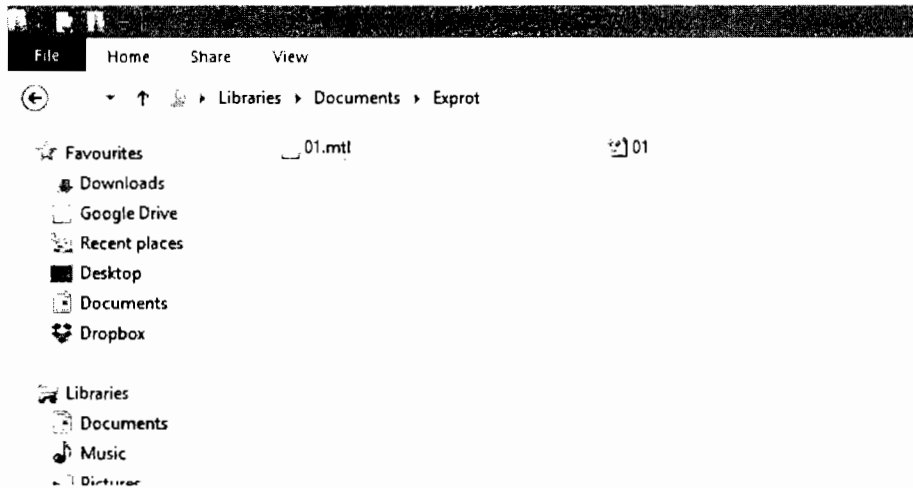
ภาพที่ 4.7 ทำการปรับรูปโมเดลตามที่ต้องการ



ภาพที่ 4.8 โมเดลที่สร้างโดยใช้โปรแกรม Autodesk MAYA



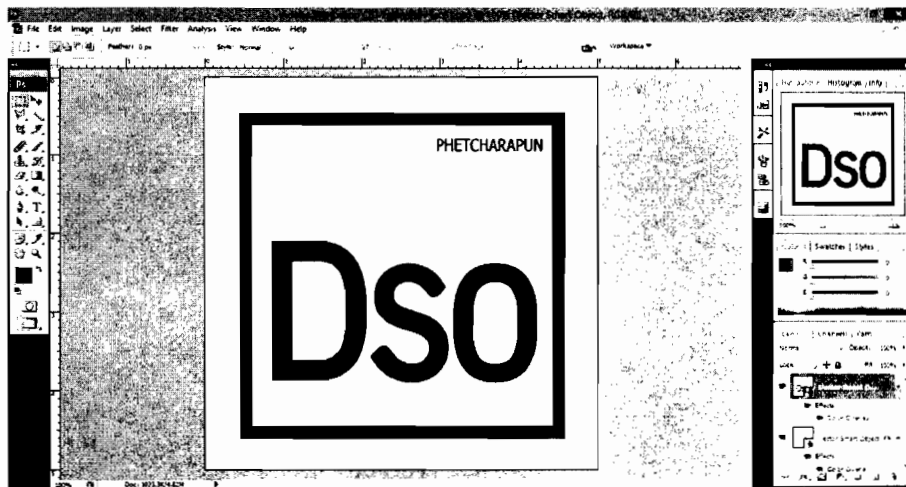
ภาพที่ 4.9 วิธีการตั้งค่าให้สามารถ Export ไฟล์เป็นนามสกุล .OBJ ใน Autodesk MAYA



ภาพที่ 4.10 ไฟล์ที่ได้เมื่อทำการ Export ภาพ 3 มิติออกมาเป็นไฟล์นามสกุล .OBJ

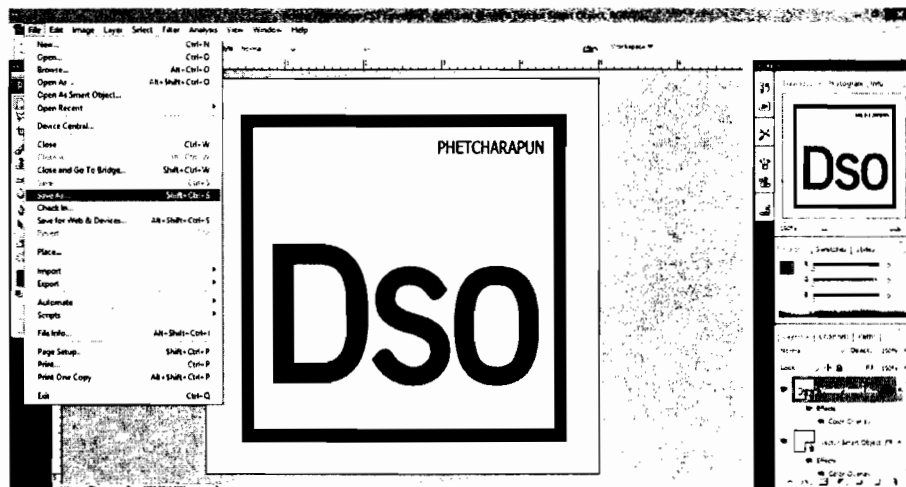
4.1.3 ขั้นตอนการทำ Marker

ในการสร้าง Marker จะใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ในการสร้างโดยทางผู้จัดทำได้สร้างให้มีขนาด 5X5 เซนติเมตร



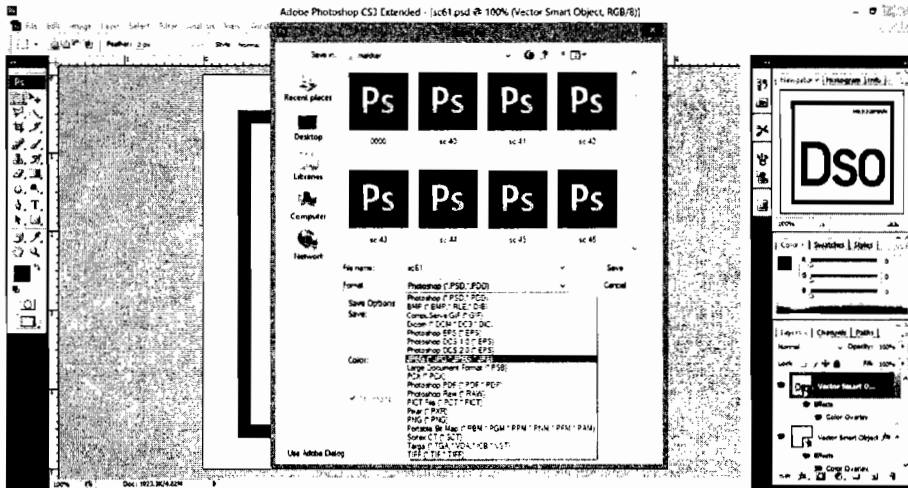
ภาพที่ 4.11 การสร้าง Marker โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop

จากนั้นทำการ Save as โดยบันทึกเป็นไฟล์ .JPG แล้วทำการปริ้นออกมาใช้งาน



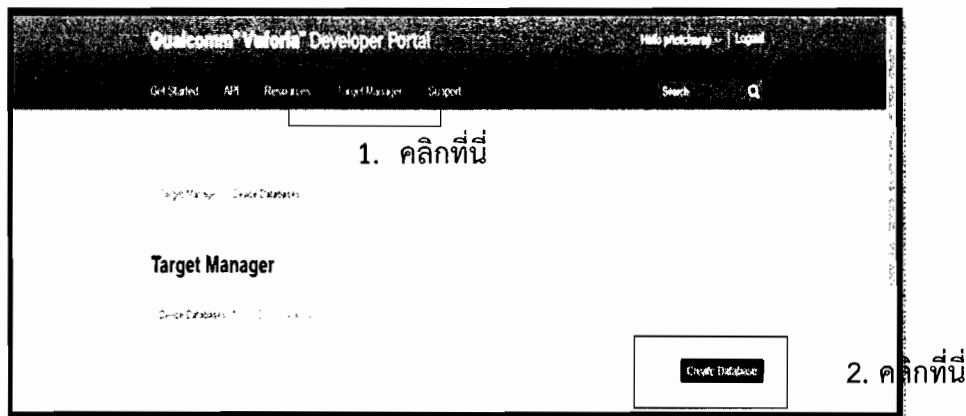
ภาพที่ 4.12 การบันทึก Marker ให้เป็นนามสกุล .JPG

เมื่อกดเข้าไปที่ Save as จากนั้นให้ทำการตั้งชื่อที่ File name แล้วทำการเลือกนามสกุลที่ Format โดยให้เลือก JPEG ทำการกด Save เป็นการเสร็จสิ้น

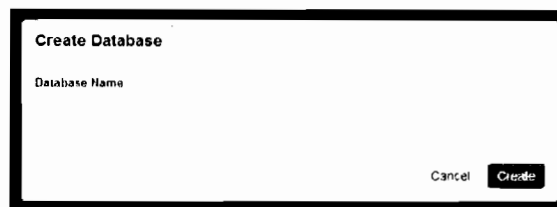


ภาพที่ 4.13 การเลือกนามสกุลเพื่อบันทึก Marker ให้เป็นนามสกุล .JPG

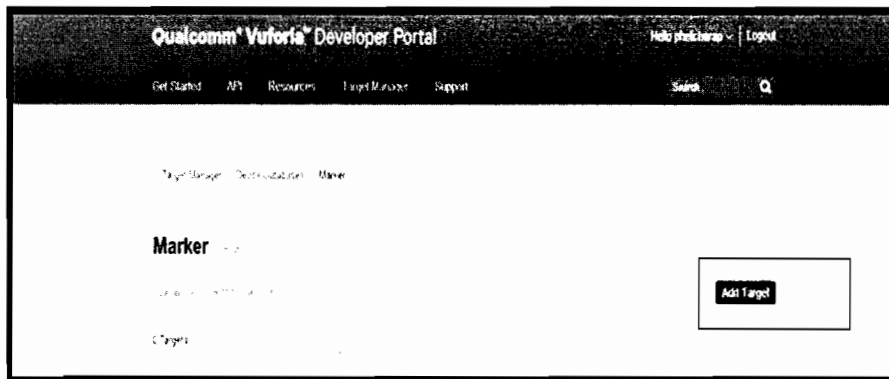
จากนั้นทำการเข้าเว็บไซต์ <https://developer.vuforia.com/> เพื่อทำการสร้าง Marker โดยทำการคลิกที่ Target Manager โดยจะต้องทำการสมัครสมาชิกของเว็บไซต์ก่อน จากนั้นทำการคลิกที่ Target Manager -> Create Database



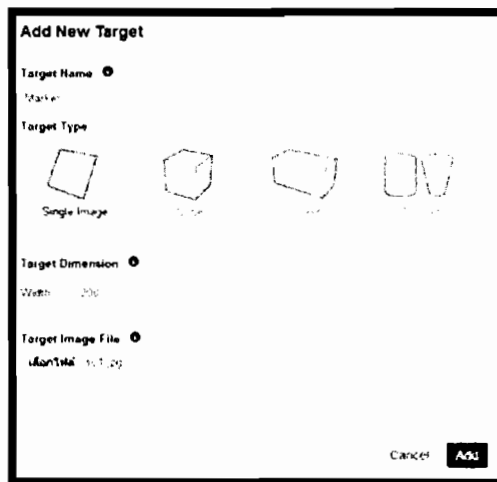
ภาพที่ 4.14 ขั้นตอนการสร้าง Marker ผ่าน developer.vuforia.com



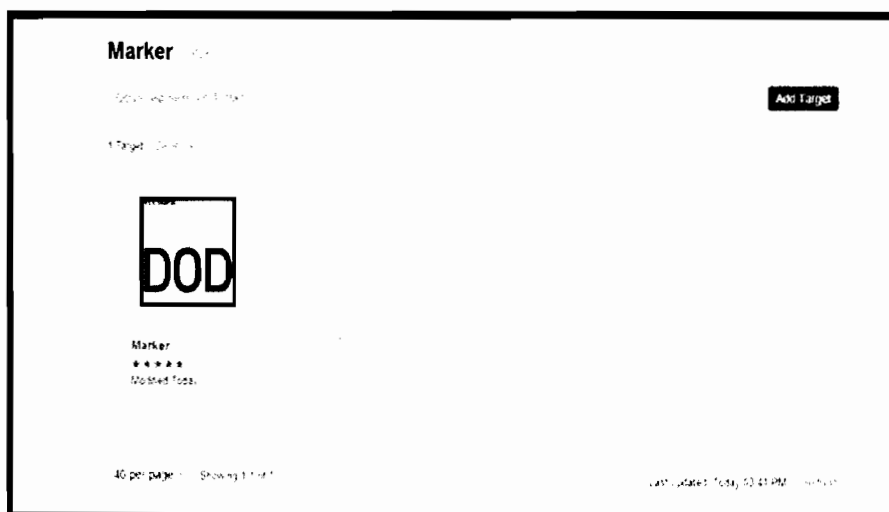
ภาพที่ 4.15 ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูล Marker



ภาพที่ 4.16 ขั้นตอนการเพิ่ม Marker เข้าสู่ฐานข้อมูล

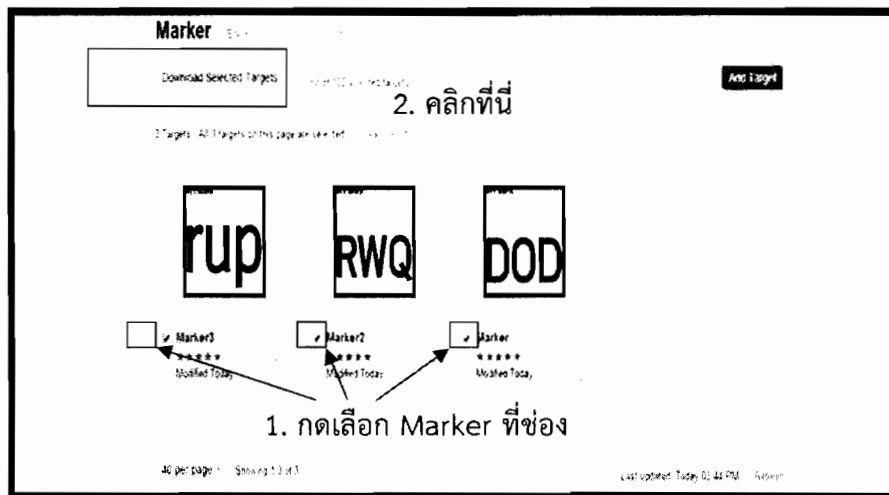


ภาพที่ 4.17 ขั้นตอนการกรอกข้อมูลเพื่อนำ Marker เข้าสู่ฐานข้อมูล



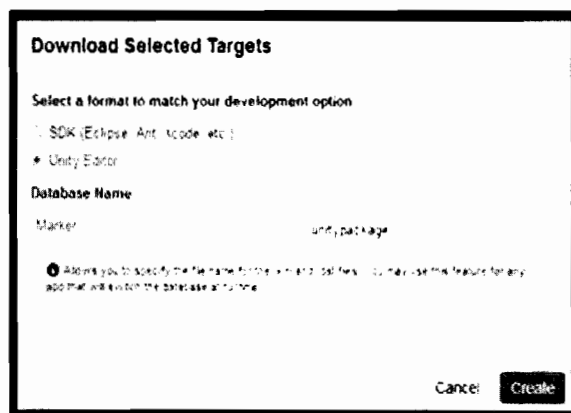
ภาพที่ 4.18 Marker ที่ได้เพิ่มเข้าสู่ฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เมื่อทำการเพิ่ม Marker เข้าสู่ฐานข้อมูลแล้ว สามารถที่จะเพิ่มจำนวน Marker ได้เรื่อยๆ โดยการเพิ่มสามารถคลิกที่ Add Target จากนั้นเมื่อทำการเพิ่มเสร็จสิ้น จะต้องทำการดาวน์โหลดไฟล์ออกมา โดยการกดเลือก Marker ที่ต้องการที่จะดาวน์โหลดออกมา โดยจากรูปภาพที่ 4.16 ผู้จัดทำต้องการดาวน์โหลดไฟล์ออกมาทั้ง 3 Marker จึงทำการคลิกเลือกไฟล์ที่ต้องการดาวน์โหลด จากนั้นให้คลิกที่ Download Selected Targets



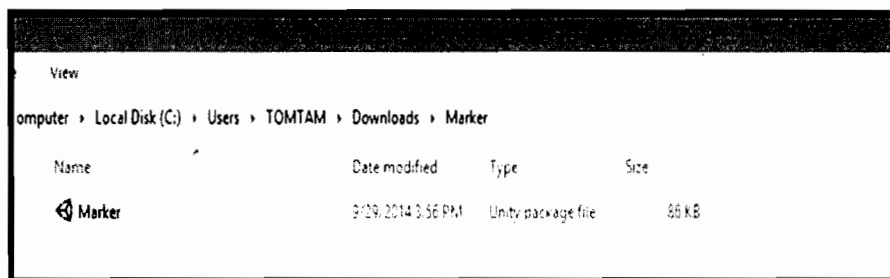
ภาพที่ 4.19 ขั้นตอนการเลือก Marker เพื่อทำการดาวน์โหลด

กดเลือกที่ Unity Editor -> Create

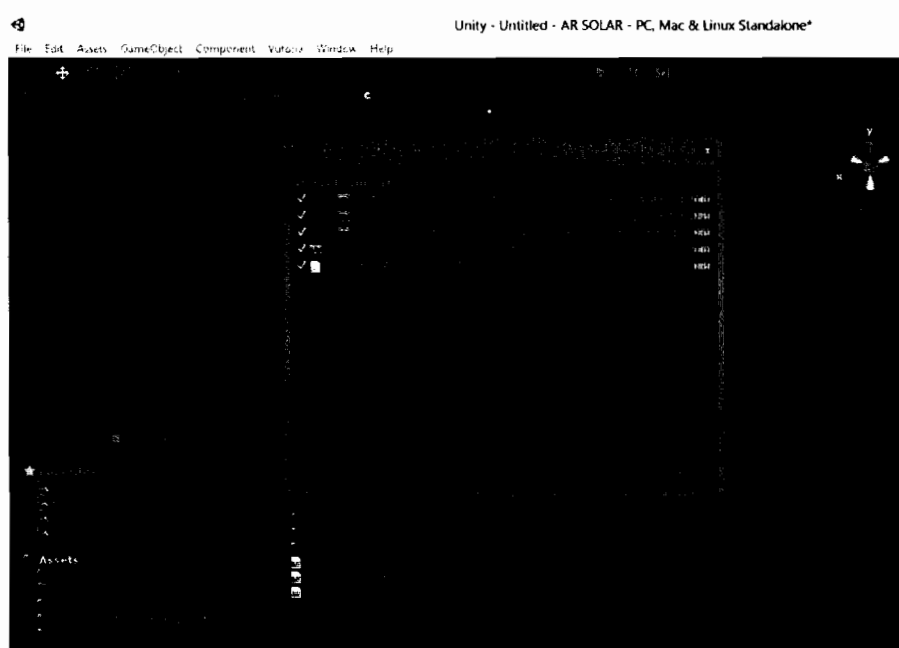


ภาพที่ 4.20 การดาวน์โหลด Marker

ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ที่ดาวน์โหลดมาได้ เพื่อนำเข้าโปรแกรม Unity



ภาพที่ 4.21 ไฟล์ที่ได้จากการดาวน์โหลด Marker



ภาพที่ 4.22 การนำ Marker เข้าโปรแกรม Unity


4.1.4 การดำเนินการพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรม ได้มีการใช้โปรแกรม Unity ในการพัฒนา ร่วมกับ vuforia เป็นเทคโนโลยีการแสดงผลภาพจำลองเสมือนจริง ซึ่งขั้นตอนแรกจะต้องทำการติดตั้ง โปรแกรม Unity จากนั้นจึงทำการติดตั้ง vuforia



ภาพที่ 4.23 โปรแกรม Unity

จากนั้นจึงทำการติดตั้ง vuforia โดยทำการดับเบิลคลิกที่ไอคอน เพื่อทำการ Import เข้าไปในโปรแกรม Unity

 vuforia-unity-android-ios-2-6-7

ภาพที่ 4.24 ตัวติดตั้ง vuforia



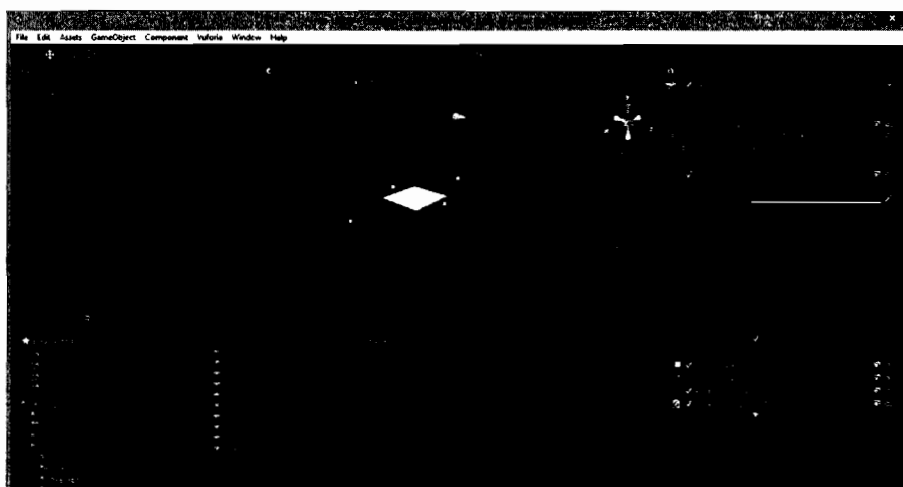
ภาพที่ 4.25 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

จากนั้นทำการลบ Main Camera



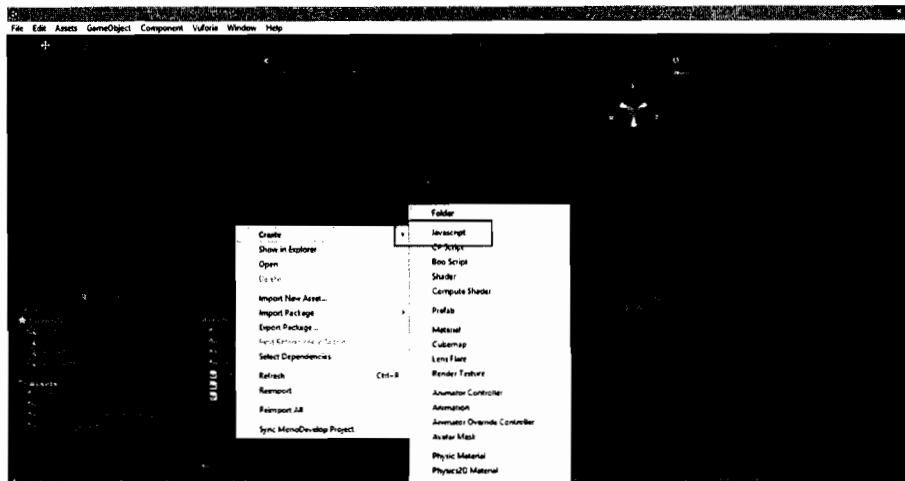
ภาพที่ 4.26 ขั้นตอนการลบ Main Camera

ทำการนำ AR Camera และ Image Target โดยทำการลากวาง



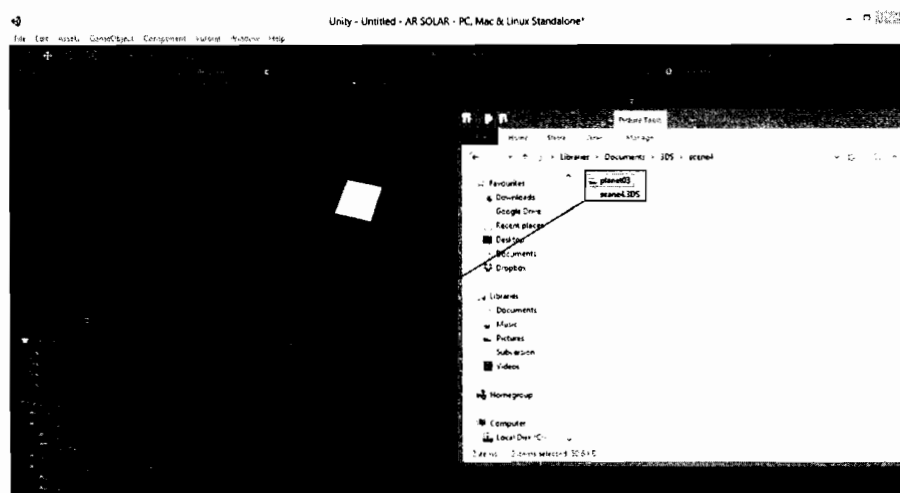
ภาพที่ 4.27 ขั้นตอนการนำกล้องและตัวแบบ Marker เข้าไป

ทำการสร้าง Folder เพื่อทำการสร้างไฟล์ในการนำโมเดลเข้าสู่โปรแกรม โดยการคลิก
ขวาพื้นที่ว่างที่ Assets->Create->Folder ทำการเปลี่ยนชื่อเป็น Model และทำการการสร้าง
Folder อีกครั้งเพื่อเก็บโมเดลแต่ละ Scene



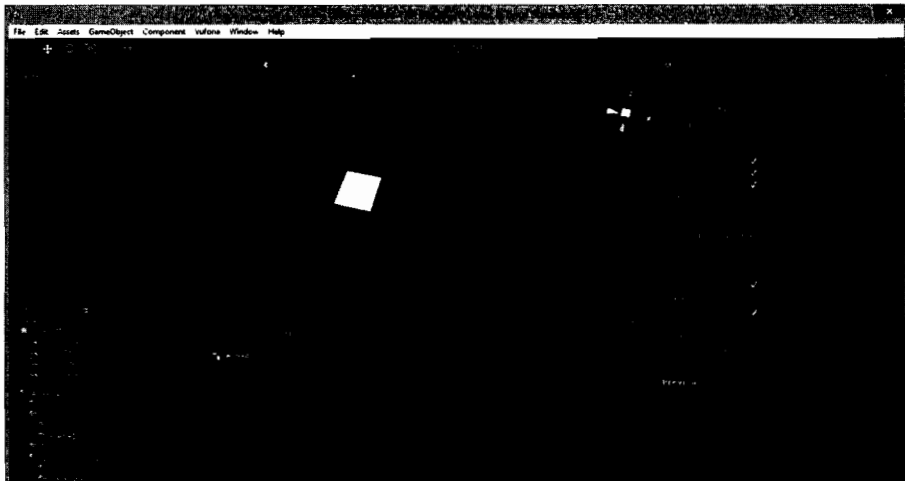
ภาพที่ 4.28 ขั้นตอนการสร้าง Folder เพื่อทำการเก็บแบบ Model

จากนั้นทำการนำโมเดลเข้าสู่โปรแกรม โดยสามารถทำได้โดยการลากวางใส่ใน Folder ได้เลย ซึ่งต้องนำไฟล์ที่เป็นโมเดลและไฟล์ที่เป็นรูปพื้นผิวที่เราต้องการใส่ไปด้วยกัน



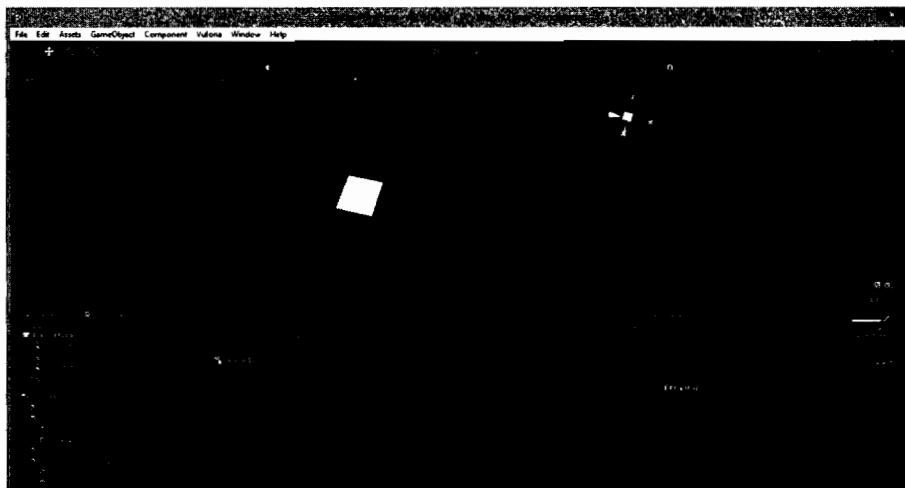
ภาพที่ 4.29 ขั้นตอนการนำโมเดลเข้า Folder ของโมเดล

จากนั้นจะเห็นได้ว่าตัวโมเดลมีสีในลักษณะสีดำ ซึ่งจะต้องทำการเพิ่มแสงให้กับตัวโมเดล



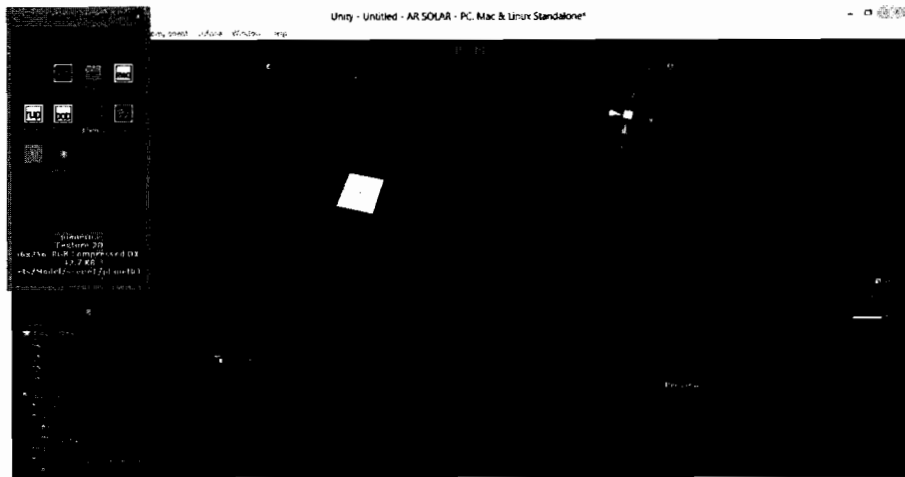
ภาพที่ 4.30 ขั้นตอนการเพิ่มแสดงให้ตัวโมเดล

เลื่อนเมาส์ในแถบด้านข้างลงมาจะเห็นตามกรอบสี่เหลี่ยมสีแดงทำการเลือกรูปและปรับระดับแสงให้เป็นแสงสีขาว



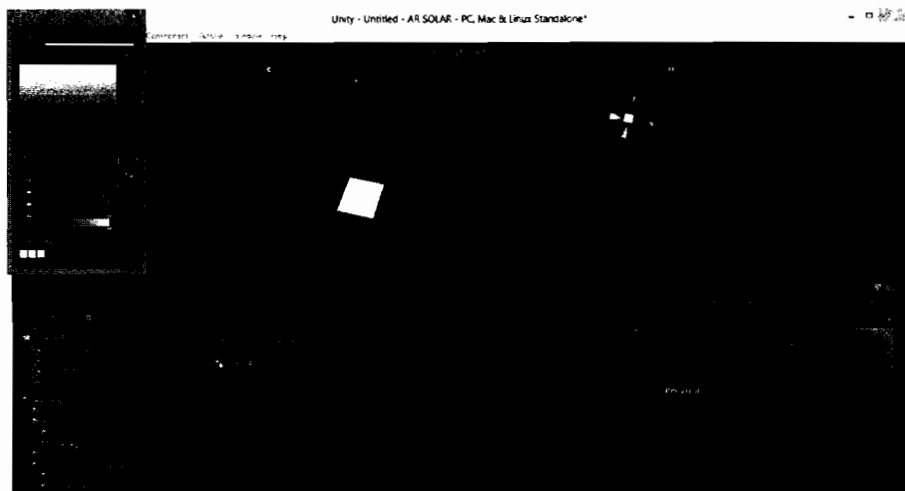
ภาพที่ 4.31 ขั้นตอนการเลือกรูปพื้นผิวของโมเดลและเพิ่มแสงของโมเดล

ทำการกดที่ Select จะเจอหน้าต่างแสดงรูปทั้งหมด ให้ทำการเลือกรูปพื้นผิวที่เราต้องการ

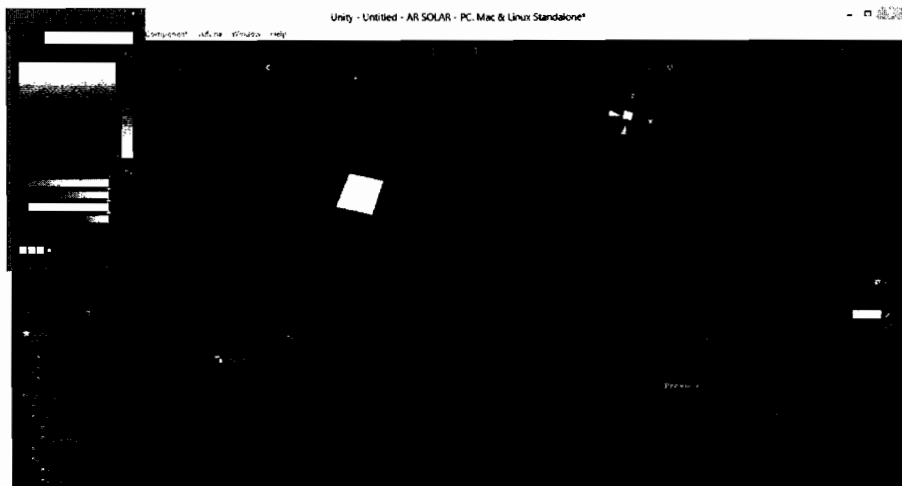


ภาพที่ 4.32 ขั้นตอนการเลือกรูปพื้นผิวของโมเดล

จากนั้นกดที่แท็บสีดำ จากนั้นทำการเลื่อนระดับแสงให้อยู่ในแสงขาวสุด ก็จะทำให้โมเดล มีสีตามที่เราได้ระบุได้

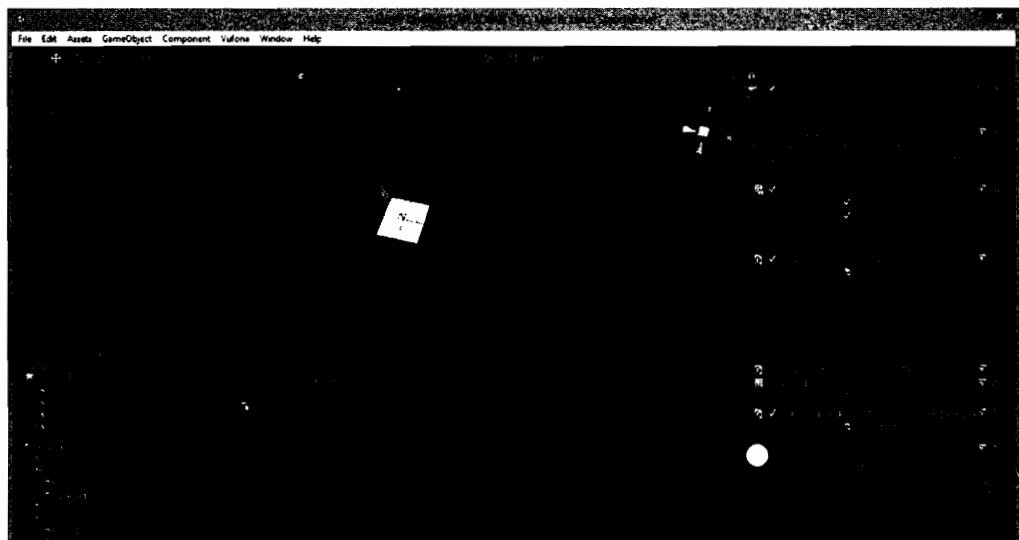


ภาพที่ 4.33 ขั้นตอนการเพิ่มแสงให้กับโมเดล



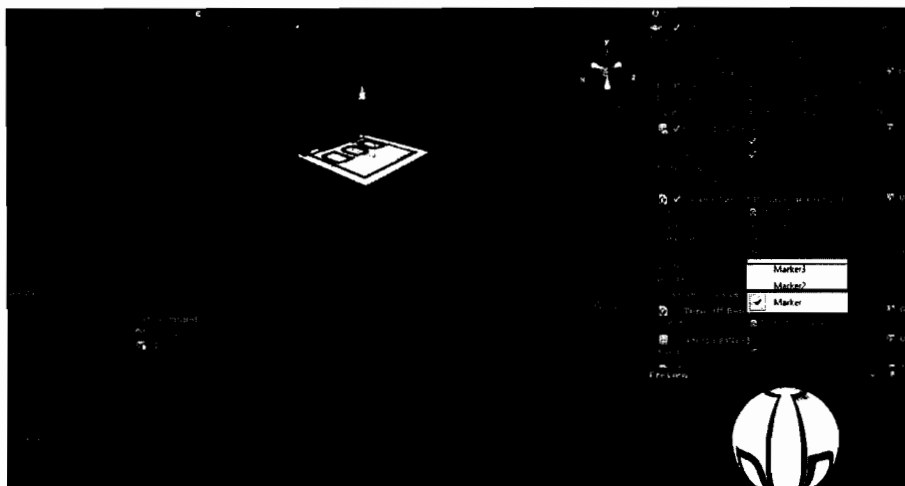
ภาพที่ 4.34 โมเดลเมื่อทำการเพิ่มแสง

ทำการเปลี่ยนชื่อจาก Image Target โดยการคลิกขวาที่ชื่อ Image Target->Rename จากนั้นทำการลากโมเดลไปยัง Target ที่เราต้องการและเลื่อนโมเดลให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสม

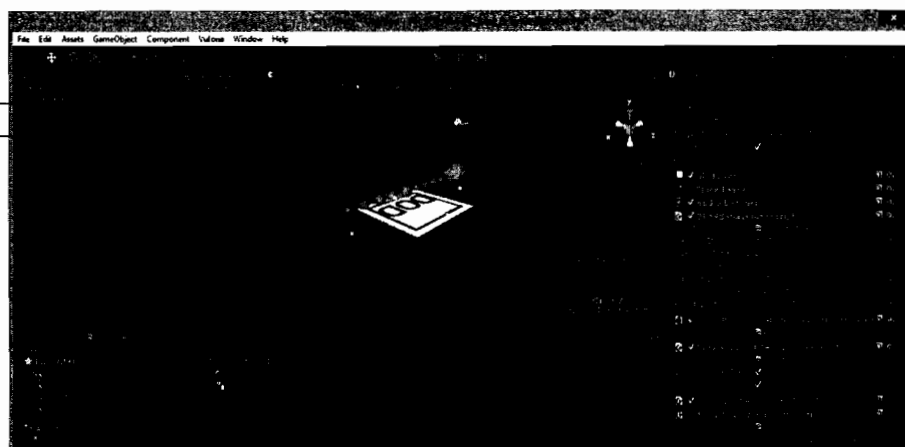


ภาพที่ 4.35 ขั้นตอนการนำโมเดลไปใช้

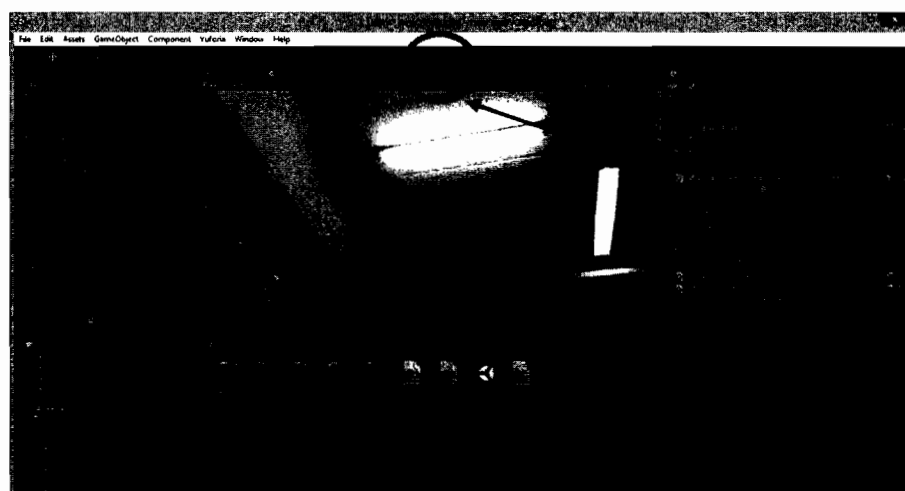
ทำการตั้งค่า Data Set ให้เป็นฐานข้อมูลของ Marker ที่ได้นำเข้า และ ตั้งค่า Image Target ให้เป็น Marker ที่ต้องการ



ภาพที่ 4.36 ขั้นตอนการตั้งค่าใช้ Marker



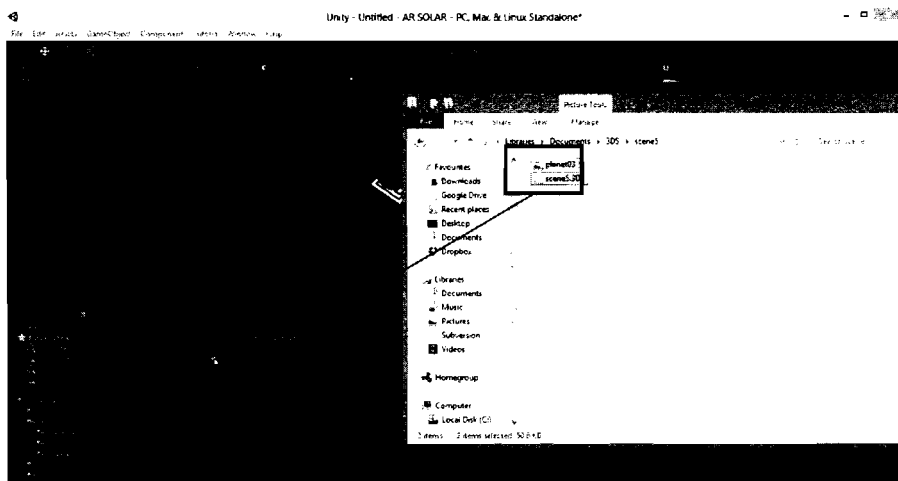
ภาพที่ 4.37 ขั้นตอนการตั้งค่าใช้ฐานข้อมูล Marker ที่นำเข้า



ภาพที่ 4.38 ทำการทดสอบเพื่อดูว่า สร้างสำเร็จหรือไม่

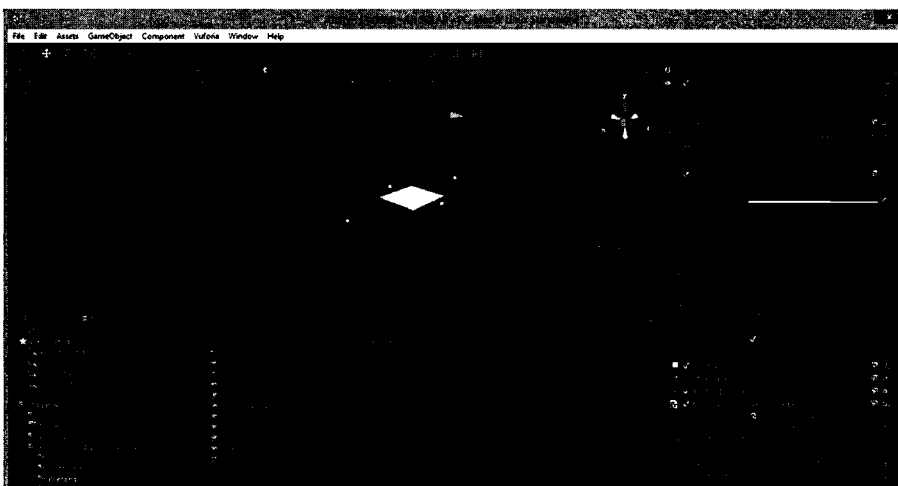
จากนั้นให้นำ Marker ที่ป้อนมาทำการส่องกล้องดู ทดสอบว่าโปรแกรมสามารถแสดงโมเดลขึ้นมาหรือไม่

ถ้าต้องการเพิ่มโมเดลเข้าไปยังโปรแกรมอีกครั้ง ให้ทำการเลือกโมเดลที่ต้องการมาใส่ยังตัวโปรแกรมใน Folder Model ที่ได้ทำการสร้างไว้โดยการลากโมเดลที่ต้องการ



ภาพที่ 4.39 ขั้นตอนการนำโมเดลเพิ่มเข้าไป Folder ของโมเดล

ทำการเลือก Image Target เข้าไปเพื่อเพิ่มการสร้าง Marker สำหรับตัวโมเดล



ภาพที่ 4.40 ขั้นตอนการเพิ่ม Marker

เมื่อทำการตั้ง Image Target แล้ว ให้ทำการเปลี่ยนชื่อตามที่ต้องการ จากนั้นตั้งโมเดลที่นำเข้ามาใหม่ใส่ไปยัง Image Target ที่ทำได้ ทำการเลือก Data Set ที่ต้องการ และ Image Target โดยระบุ Marker ที่ต้องการ



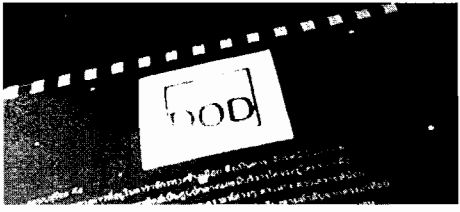
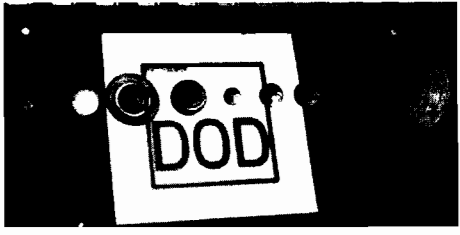


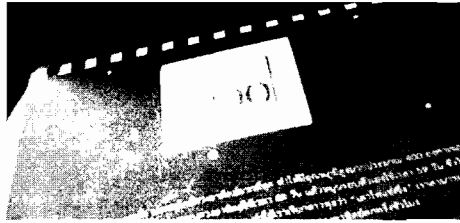
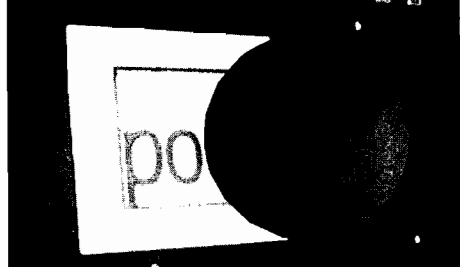
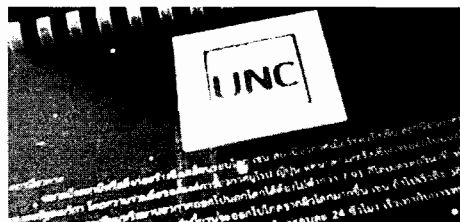
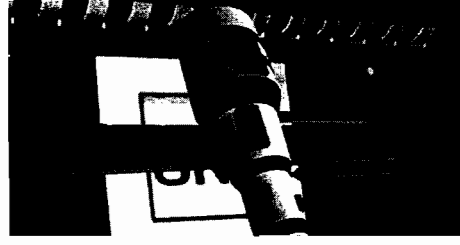
ภาพที่ 4.41 ขั้นตอนการเลือก Marker ที่อยู่ในฐานข้อมูล

จากนั้นสามารถทดสอบตัวโปรแกรมโดยการกด Play ได้เลย

4.2 ทดสอบการทำงานของโปรแกรม

ผลการทดสอบการใช้โปรแกรมหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ การทดสอบการทำงานของโปรแกรมหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ โดยจะใช้การทดสอบแต่ละหน้าของหนังสือที่มี Marker ว่าสามารถแสดงโมเดล 3 มิติได้

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างผลการทดสอบหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ

ก่อนทดสอบ	ผลการทดสอบ
	
	
	
	

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล

จากการทดสอบการเปิดสื่อการเรียนการสอนโปรแกรมหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะให้นักเรียนและครูได้รับชมแล้ว จากนั้นได้ทำการแจกแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจรวมถึง

แสดงความคิดเห็น เพื่อการนำไปปรับปรุงต่อไป ผลประเมินความพึงใจ ที่ได้จากกลุ่มกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้ประเมินมีจำนวนทั้งหมด 35 คน แบ่งได้ดังนี้

(1) นักเรียน จำนวน 30 คน

(2) ครู จำนวน 5 คน

แบบการประเมินความพึงพอใจของหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ จากนักเรียน และครูผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการแบ่งออกเป็นด้านแต่ละด้านเพื่อประเมินถึงความเหมาะสมในการออกแบบหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ ซึ่งมีการแบ่งออกเป็น 2 ด้านดังนี้

4.3.1 ด้านเนื้อหา จากการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งาน ผ่านสื่อการเรียนการสอน โปรแกรมหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะด้านเนื้อหา ว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย มีความเหมาะสมของการใช้ภาษาในหนังสือ เนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน และสามารถเป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ซึ่งมีทั้งครูผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนเป็นผู้ประเมิน โดยได้แบ่งการประเมินออก ดังตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.4

4.3.2 ด้านการใช้งาน จากการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้งานผ่านสื่อการเรียนการสอน โปรแกรมหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะด้านการใช้งาน ว่าหนังสือมีความน่าสนใจ ตัวโมเดลมีความสวยงามและสมบูรณ์ มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอสวยงามอ่านง่าย มีการออกแบบหนังสือโดยภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ การใช้งานเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ ซึ่งมีทั้งครูผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนประเมิน โดยผลจากการประเมิน ดังตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านเนื้อหาจากครูผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ ที่	เนื้อหาการประเมิน	ระดับคะแนนของการให้ข้อมูล					ค่า SD	รวม
		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด		
1	มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	4	1	0	0	0	0.45	5
2	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ใน หนังสือ	1	3	1	0	0	0.71	5
3	มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน	4	0	1	0	0	0.89	5
4	เป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจใน เนื้อหาบทเรียน	2	1	2	0	0	1	5
ค่าคะแนน		5	4	3	2	1		
จำนวนข้อมูล		11	5	4	0	0	20	
รวม		55	20	12	0	0	87	
ระดับเฉลี่ย							4.35	
เฉลี่ยร้อยละ							87.00	

ตารางที่ 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านการใช้งาน จากครูผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ ที่	เนื้อหาการประเมิน	ระดับคะแนนของการให้ข้อมูล					ค่า SD	รวม
		มากที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด		
1	มีความน่าสนใจ	4	1	0	0	0	0.45	5
2	ภาพรวมของตัวโมเดลมีความ สวยงามและสมบูรณ์	3	2	0	0	0	0.55	5
3	มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ	1	3	1	0	0	0.71	5
4	รูปแบบและขนาดตัวอักษรใน การนำเสนอสวยงามอ่านง่าย	3	2	0	0	0	0.55	5
5	การออกแบบหนังสือโดย ภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ	2	3	0	0	0	0.55	5
6	มีการใช้งานที่เข้าใจได้ง่ายและ น่าสนใจ	4	1	0	0	0	0.45	5
ค่าคะแนน		5	4	3	2	1		
จำนวนข้อมูล		17	12	1	0	0	30	
รวม		85	48	3	0	0	136	
ระดับเฉลี่ย							4.53	
เฉลี่ยร้อยละ							90.67	

จากตารางที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.3 เป็นผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อการสอนหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ ด้านเนื้อหาและด้านการใช้งานของครูผู้เชี่ยวชาญ พบว่าค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากครูผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.35 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากครูผู้เชี่ยวชาญด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.53 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมากที่สุด โดยภาพรวมจากผลการประเมินความพึงพอใจจากครูผู้เชี่ยวชาญในส่วนของด้านเนื้อหาและการใช้งานนั้นอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

ตารางที่ 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านเนื้อหาจากนักเรียน

ลำดับ ที่	เนื้อหาการประเมิน	ระดับคะแนนของการให้ข้อมูล					ค่า SD	รวม
		มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด		
1	มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย	17	5	5	2	1	1.15	30
2	ความเหมาะสมของภาษา ที่ใช้ในหนังสือ	17	6	6	0	1	1.01	30
3	มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่ เรียน	18	8	3	0	1	0.93	30
4	เป็นหนังสือที่เพิ่มความ เข้าใจในเนื้อหาบทเรียน	18	4	5	0	3	1.31	30
ค่าคะแนน		5	4	3	2	1		
จำนวนข้อมูล		70	23	19	2	6	120	
รวม		350	92	57	4	6	509	
ระดับเฉลี่ย							4.24	
เฉลี่ยร้อยละ							84.8	

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจ ด้านการใช้งานจากนักเรียน

ลำดับที่	เนื้อหาการประเมิน	ระดับคะแนนของการให้ข้อมูล					ค่า SD	รวม
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด		
1	มีความน่าสนใจ	15	2	7	3	3	1.43	30
2	ภาพรวมของตัวโมเดลมีความสวยงามและสมบูรณ์	8	10	5	5	2	1.25	30
3	มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ	15	10	1	2	2	1.20	30
4	รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอสวยงามอ่านง่าย	15	8	6	1	0	0.90	30
5	การออกแบบหนังสือโดยภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ	19	5	2	3	1	1.17	30
6	มีการใช้งานที่เข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ	22	4	2	2	0	0.90	30
ค่าคะแนน		5	4	3	2	1		
จำนวนข้อมูล		94	39	23	16	8		180
รวม		470	156	69	32	8		735
ระดับเฉลี่ย								4.08
เฉลี่ยร้อยละ								81.67

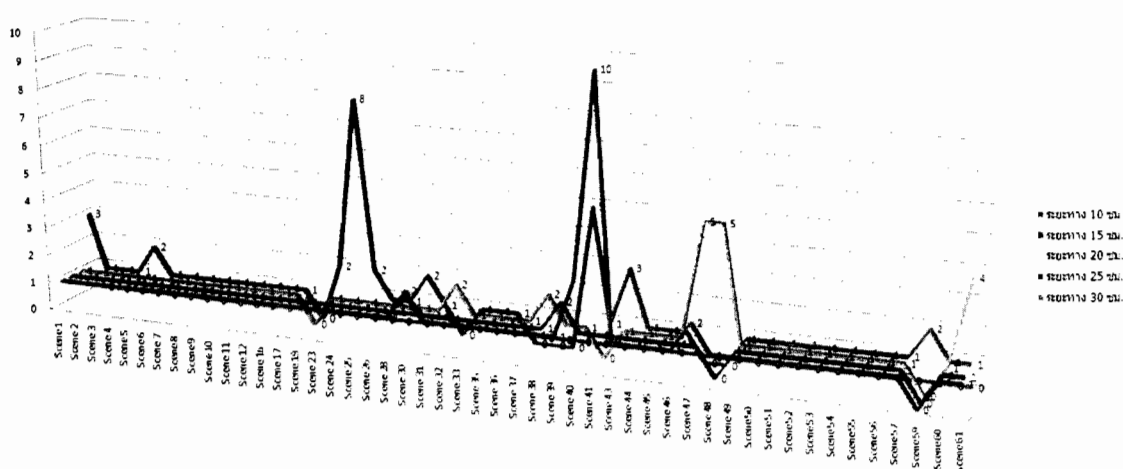
จากตารางที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.5 เป็นผลการประเมินความพึงพอใจของสื่อการสอนหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ ด้านเนื้อหาและด้านการใช้งานของนักเรียน พบว่าค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.24 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และค่าเฉลี่ยของการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนด้านการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.08 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก โดยภาพรวมจากผลการประเมินความพึงพอใจจากนักเรียนในส่วนของด้านเนื้อหาและการใช้งานนั้นอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

ผลที่ได้จากการจัดทำสื่อการเรียนการสอน ด้วยเทคโนโลยีออกแบบตัดเรียลลิตี้ กับหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เรื่องระบบสุริยะ ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหาและการใช้งาน จากครูผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนสามารถสรุปผลได้ดังนี้ หนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติมีความ

น่าสนใจ 3.91 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก หนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติมีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย 4.26 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ภาพรวมของตัวโมเดล 3.71 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก รูปแบบการนำเสนอ 4.11 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในหนังสือ 4.23 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน 4.43 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก เป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน 4.11 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอ 4.29 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก การออกแบบหนังสือโดยภาพรวม 4.29 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก การใช้งานเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ 4.57 อยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

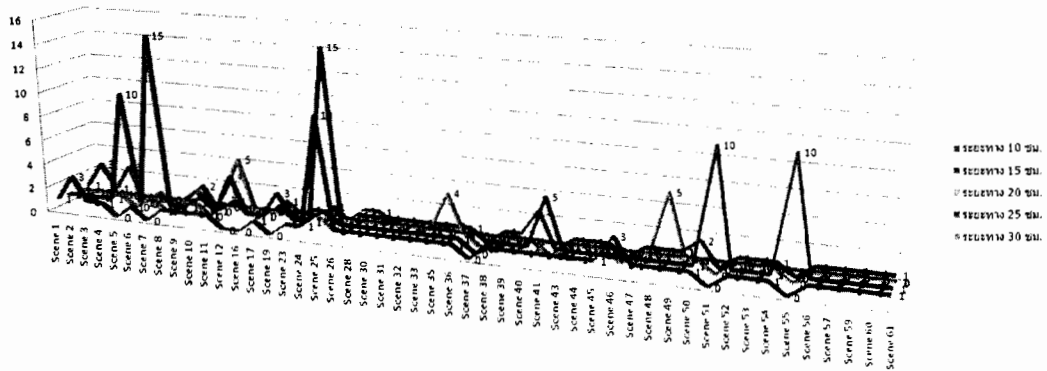
4.4 ผลการทดสอบ Marker

ในการทดสอบจะทำการแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเวลา องศา และด้านระยะห่างจาก Marker ที่เป็นลักษณะของตัวอักษร และ Marker ที่เป็นลักษณะภาพ มีผลการทดสอบดังนี้



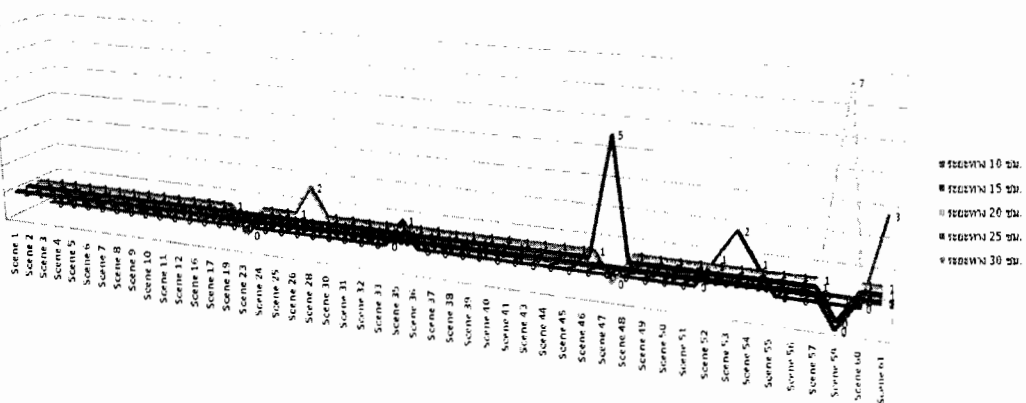
ภาพที่ 4.42 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 90 องศา

จากผลการทดสอบ ภาพที่ 4.42 ในการทดสอบ Marker ที่เป็นตัวอักษรมุม 90 องศา จะเห็นได้ว่า Marker ที่เป็นตัวอักษรจะสามารถใช้ระยะเวลาได้เร็วในการประมวลผลเพื่อแสดงผล แต่ในระยะห่างระยะห่าง 30 เซนติเมตรแทบจะไม่มี Marker ใดเลยที่สามารถทำการประมวลผลได้



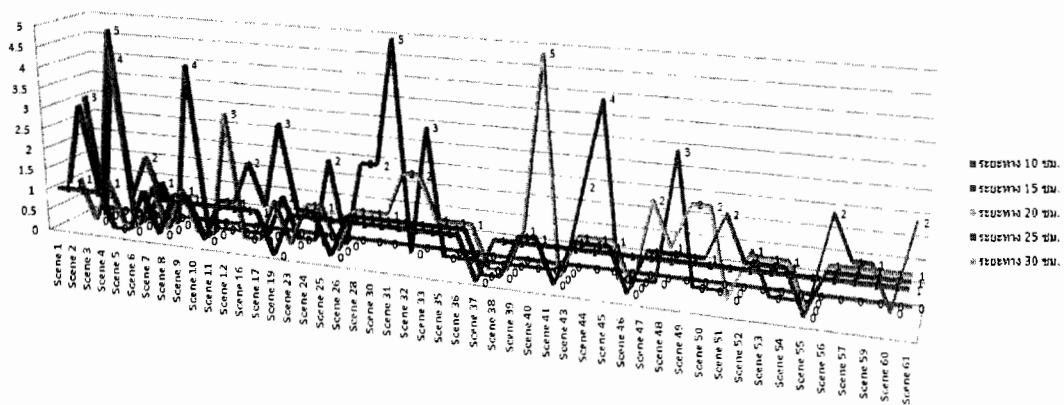
ภาพที่ 4.43 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 90 องศา

จากผลการทดสอบ ภาพที่ 4.43 ในการทดสอบ Marker ที่เป็นรูปภาพมุม 90 องศา จะเห็นได้ว่า Marker ที่เป็นรูปภาพจะใช้ระยะเวลาการประมวลผลเพื่อแสดงผลนานกว่าที่เป็นตัวอักษรในบาง Marker และบางระยะ แต่ในระยะห่างระยะห่าง 30 เซนติเมตรจะมี Marker บางตัวที่สามารถแสดงได้ในระยะ 30 เซนติเมตร



ภาพที่ 4.44 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 45 องศา

จากผลการทดสอบ ภาพที่ 4.44 ในการทดสอบ Marker ที่เป็นตัวอักษรมุม 45 องศา จะเห็นได้ว่า Marker ที่เป็นตัวอักษรจะสามารถใช้ระยะเวลาได้เร็วในการประมวลผลเพื่อแสดงผล แต่จะมี Marker บางตัวที่ใช้ระยะเวลานานขึ้น แต่ในระยะห่างระยะห่าง 30 เซนติเมตรไม่มี Marker ใดเลยที่สามารถทำการประมวลผลได้ดังเช่น Marker ที่ถูกทดสอบในมุม 90 องศา



ภาพที่ 4.45 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 45 องศา

จากผลการทดสอบ ภาพที่ 4.45 ในการทดสอบ Marker ที่เป็นรูปภาพมุม 45 องศา จะเห็นว่า Marker ที่เป็นรูปภาพจะใช้ระยะเวลาได้นานขึ้นในการประมวลผลเพื่อแสดงผล แต่จะมี Marker บางตัวที่ใช้ระยะเวลาคงเดิมคือ 1 วินาที และในระยะห่างระยะห่าง 30 เซนติเมตรไม่มี Marker ไตเลยที่สามารถทำการประมวลผลได้ดังเช่น Marker ที่ถูกทดสอบในมุม 90 องศา

เมื่อทดสอบ Marker ตามที่ได้ออกแบบไว้พบว่า Marker ที่มีรูปแบบเป็นตัวอักษร สามารถประมวลผลเพื่อแสดงผลได้เร็วกว่า Marker ที่เป็นรูปภาพ ทั้งแบบ 90 องศาและ 45 องศา แต่ในระยะห่าง 30 เซนติเมตร Marker ในแบบตัวอักษรจะไม่สามารถแสดงผลโมเดลได้ในแบบ 90 องศาและ 45 องศา แต่ Marker ที่เป็นแบบรูปภาพ ในการทดสอบแบบ 90 องศา ระยะห่างอยู่ที่ 30 เซนติเมตร Marker บางตัวสามารถแสดงผลได้ แต่ 45 องศาไม่สามารถแสดงผลได้ จากผลการทดสอบ ทำให้เห็นว่า ในการประมวลผลเพื่อแสดงผลโมเดล Marker ที่ทำให้สามารถแสดงผลได้ดีและเร็วคือ Marker ที่เป็นแบบตัวอักษร แต่ Marker ที่เป็นรูปภาพมีบาง Marker ที่สามารถแสดงผลได้ดีเช่นกัน ซึ่งทั้งสองแบบจะมีลักษณะเป็น ภาพที่มีความโค้งหรือมุมที่แสดงลายละเอียดเยอะจะสามารถทำให้ภาพแสดงผลออกมาได้ดี ตัวอย่างของ Marker ที่เป็นรูปภาพที่ไม่สามารถประมวลผลภาพได้เลย ดังภาพที่ 4.42 เนื่องจากภาพมีแต่ความโค้งมนไม่มีจุดแตกต่างที่ทำให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจน



ภาพที่ 4.46 Marker Scene 37

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาล ผ่านเทคโนโลยี ออกแบบโต้ตอบเรียลลิตี สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปผลการดำเนินงานและปัญหาที่พบ ได้ ดังนี้

- 5.1 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย
- 5.2 ปัญหาและอุปสรรค
- 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนาต่อ

5.1 สรุปผลดำเนินงานวิจัย

การออกแบบและพัฒนาหนังสือสื่อการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาลในรูปแบบออกแบบโต้ตอบเรียลลิตีลักษณะ 3 มิติ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ เพื่อสร้างแรงจูงใจ พร้อมทั้งช่วยสร้างความน่าสนใจให้กับบทเรียนที่ผู้เรียนจะได้รับ ผลจากการพัฒนาหนังสือเสริมรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาลรูปแบบออกแบบโต้ตอบเรียลลิตีลักษณะ 3 มิติ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 หนังสือเสริมรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาลในรูปแบบออกแบบโต้ตอบเรียลลิตีลักษณะ 3 มิติ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สร้างความน่าสนใจตื่นตาตื่นใจให้กับผู้เรียนที่ได้พบเห็น และช่วยทำให้ผู้เรียนมีความรู้เรื่องระบบสุริยะและเรื่องที่เกี่ยวข้องได้หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นเรื่องดวงดาว ระบบของดวงดาวในการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน

5.1.2 จากการประเมินจากผู้ที่ใช้สื่อการเรียนการสอน รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาลในรูปแบบออกแบบโต้ตอบเรียลลิตี ลักษณะ 3 มิติ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถที่จะสรุปผลออกเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

5.1.2.1 ด้านเนื้อหา

ผลที่ได้จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจด้านเนื้อหานั้น ได้ผลว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติมีเนื้อหาที่เข้าใจได้ง่าย อยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 3.91 ซึ่งจะอยู่ในช่วงปานกลาง และได้ค่า SD อยู่ที่ 1.38 ผลการประเมินว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในหนังสือ อยู่ในค่าเฉลี่ยที่ 4.23 และได้ค่า SD อยู่ที่ 0.97 ผลการประเมินว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.43 และได้ค่า SD อยู่ที่ 0.92 ผลการประเมินว่า

หนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ ว่าเป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.11 และได้ค่า SD อยู่ที่ 1.25 ผลการประเมินความพึงพอใจในเรื่อง

5.1.2.2 ด้านการใช้งาน

ผลที่ได้จากการทำแบบประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งาน ได้ผลว่า หนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีความน่าสนใจ อยู่ในค่าเฉลี่ย 3.91 และได้ค่า SD อยู่ที่ 1.38 ผลการประเมินความพึงพอใจในเรื่อง หนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีภาพรวมของตัวโมเดลมีความสวยงามและสมบูรณ์ ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71 และค่า SD อยู่ที่ 1.23 ผลการประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.11 และค่า SD อยู่ที่ 1.13 ผลการประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีรูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอสวยงามอ่านง่าย ได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 และค่า SD อยู่ที่ 0.86 ผลการประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีการออกแบบหนังสือโดยภาพรวมสวยงามและน่าสนใจ ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 และได้ค่า SD อยู่ที่ 1.10 ผลการประเมินความพึงพอใจว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีการใช้งานที่เข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ ได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 4.57 และค่า SD อยู่ที่ 0.85

ผลสรุปจากการประเมินความพึงพอใจในการใช้หนังสือเสริมรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบสุริยะจักรวาลในรูปแบบออกเมนเตดเรียลลิตี ลักษณะ 3 มิติ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของผู้เรียนและครู จากการสุ่มมา 35 คน ในโรงเรียนบ้านสัมปอญและโรงเรียนบ้านหนองนาจาน ผลจากการประเมินพบว่าหนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติมีความน่าสนใจอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก หนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติมีเนื้อหาที่เข้าใจง่ายอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ภาพรวมของตัวของตัวโมเดลอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก รูปแบบการนำเสนออยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในหนังสืออยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียนอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก เป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนออยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก การออกแบบหนังสือโดยภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก การใช้งานเข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจอยู่ในเกณฑ์ความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ผลสรุปจากการทำแบบทดสอบ Marker แสดงให้เห็นว่าการประมวลผล Marker ที่ดีและเร็วคือ Marker ที่มีจุดแตกต่างกันจนเห็นได้ชัด จะทำให้แอปพลิเคชันสามารถประมวลผลได้ดีในระยะเวลาเฉลี่ย 1 วินาที แต่ถ้า Marker ใดที่ไม่มีจุดที่แตกต่างกันมากจะทำให้การประมวลผลนั้นช้าลง และอาจจะไม่สามารถประมวลผลภาพได้เลย และในการใช้แอปพลิเคชันที่มีองศาแตกต่างกัน ในการทดสอบจะมีการวัดระหว่าง 90 องศา และ 45 องศาของ Marker แต่ละแบบทำให้เห็นว่าในมุม 90 องศา สามารถประมวลผลภาพได้ดี และเร็วกว่า 45 องศา

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนาคือการใช้โปรแกรมที่ใช้พัฒนาระหว่างเวอร์ชัน บางเวอร์ชันไม่สามารถทำงานร่วมกันได้ ทำให้เสียเวลาในการหาเวอร์ชันของโปรแกรมที่จะสามารถทำงานหรือพัฒนาร่วมกันได้ ในการสร้างโมเดลในโปรแกรมสร้างโมเดล การทำให้โมเดลโปร่งแสงแต่เมื่อนำเข้าสู่โปรแกรมที่ใช้พัฒนาสื่อ ออกเมนเตดเรียลลิตี ก็เกิดไม่เป็นไปตามที่ได้ออกแบบหรือสร้างไว้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนาต่อ

ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนจากเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สร้างความแปลกใหม่ให้กับผู้เรียน ในการนำเอาสื่อการสอนนี้ไปทดสอบกับเด็กนักเรียนจะเห็นปัญหาอุปสรรคคือ มีหน้าจอเพียงจอเดียวที่นักเรียนจะสามารถมาทดสอบใช้สื่อได้ ดังนั้นถ้ามีการเอาสื่อการสอนนี้ไปยังแท็บเล็ตก็จะทำให้นักเรียนสามารถใช้งานได้อย่างทั่วถึง เนื่องจากในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จะมีแท็บเล็ตใช้ทุกคน ดังนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมืออย่างทั่วถึง และในการพัฒนาโมเดลถ้าทำให้โมเดลสามารถเคลื่อนไหวจะยิ่งสร้างความเข้าใจในเนื้อหา และความน่าสนใจให้กับบทเรียนมากยิ่งขึ้น สำหรับเทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี สามารถพัฒนาเป็นสื่อการเรียนการสอนได้หลายวิชา ซึ่งจะช่วยให้เกิดความน่าสนใจให้กับผู้เรียนได้อีกทางหนึ่ง

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- [1] พนิดา ตันศิริ. “โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง Augmented Reality”, **Knowledgecenter**.
http://www.bu.ac.th/knowledgecenter/executive_journal/30_2/pdf/aw28.pdf.
 3 กรกฎาคม, 2554.
- [2] นิพนธ์ บริเวรณันท์. “เมื่อโลกความจริงผนวกเข้ากับโลกเสมือน”, **Banbanbook**.
http://banbanbook.com/banbanbook/assets/pdfjs/web/viewer.php?myParam=56FMT5A2TU5Q4962_0SOHW50. 3 กรกฎาคม 2554.
- [3] เรวัตร์ ดิกานต์. “การแต่งเติมฉากจากตัวรับรู้ภาพ”, **จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.
http://www.eic.eng.chula.ac.th/sites/default/files/Senior%20Project%20Proposal_0.docx. 26 เมษายน, 2558.
- [4] มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี. “การออกแบบจัดทำหนังสือ”, **Library.tru**.
<http://library.tru.ac.th/images/academic/book/b48424/14chap09.pdf>.
 25 มิถุนายน, 2554.
- [5] ปิยพร เศรษฐศิริไพบูลย์. “หนังสือสำหรับเด็ก”, **taiwisdom**. <http://www.taiwisdom.org/bkvschdrnt/artcl17>. 27 มิถุนายน, 2554.
- [6] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียนรายวิชา
 พื้นฐานวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: องค์การค้ำของ สกสศ, 2554.
- [7] Wikipedia. “ระบบสุริยะ”, **Wikipedia**. <http://th.wikipedia.org/wiki>. 15 พฤษภาคม, 2014.
- [8] สุบิน ยุระรัช. “ทฤษฎีการวัดทัศนคติ”, **Theory of Attitude Measurement**.
<http://www.bloggang.com/mainblog.php?id=inthedark&month=27-06-2007&group=2&gblog=27>. 1 มีนาคม, 2558.
- [9] James S. “Roberts. Validity Issues in the Likert and Thurstone Approaches to Attitude Measurement”, **Educational and Psychological Measurement**.
 5(9): 211-233; April, 1999.
- [10] อภินันท์ ดาบเพชร. “ซอฟต์แวร์สามมิติ”, **จินตนาการและการเรียนรู้**. <http://my1.dekd.com/jajalove/diary/?id=373819>. 9 สิงหาคม, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- [11] วสันต์ เกียรติแสงทอง, พรรัชพล พรหมมาศ และอนุวัตร เฉลิมสกุลกิจ. “การศึกษาเทคโนโลยี ออกเมนต์เตด เรียลลิตี้: กรณีศึกษาพัฒนาเกมส์ “แมมการ์ด””, โครงการงาน สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. http://facstaff.swu.ac.th/praditm/CP499_2552_AR.pdf. 9 สิงหาคม, 2554.
- [12] Min-Chai Hsieh and Hao-Chiang Koong Lin. “A Conceptual Study for Augmented Reality E-learning System Based on Usability Evaluation”, **PaperInfo**. <http://www.jcisme.org/paperInfo.aspx?ID=298>. 20 August, 2103.
- [13] Lucinda Kerawalla and et al. “Making it real: Exploring the potential of Augmented Reality for teaching primary school science”, **Article**. <http://link.springer.com/article/10.1007/s10055-006-0036-4#page-1>. 25 August, 2013.
- [14] Likert, Scale. “The Method of Constructing and Attitude Scale”, **Reading in Attitude Theory and Measurement**. P.90-95. Fishbein, Martin, Ed. New York: Wiley & Son, 1967.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นต่อการพัฒนาหนังสือระบบสุริยะจักรวาลผ่าน
เทคโนโลยีออกเมนเตดเรียลลิตี สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

แบบสอบถาม

เรื่องการวัดความพึงพอใจสื่อการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้
สำหรับสื่อการสอนเรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

ตอนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน () ที่เป็นสถานภาพของท่าน

เพศ () ชาย () หญิง

อายุ () 5-10 () 11-15

() มากกว่า 16ปีขึ้นไป

ตอนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจหลังจากที่ได้ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้หนังสือการ์ตูน 3 มิติ

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับที่ท่านพึงพอใจ

ข้อที่	เกณฑ์การประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
1	หนังสือสื่อการเรียนรู้ 3 มิติ มีความน่าสนใจ					
2	มีเนื้อหาที่เข้าใจง่าย					
3	ภาพรวมของตัวของตัวโมเดล					
4	รูปแบบการนำเสนอ					
5	ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในหนังสือ					
6	มีเนื้อหาตรงกับเนื้อหาที่เรียน					
7	เป็นหนังสือที่เพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียน					
8	รูปแบบและขนาดตัวอักษรในการนำเสนอ					
9	การออกแบบหนังสือโดยภาพรวม					
10	การใช้งาน เข้าใจได้ง่ายและน่าสนใจ					

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

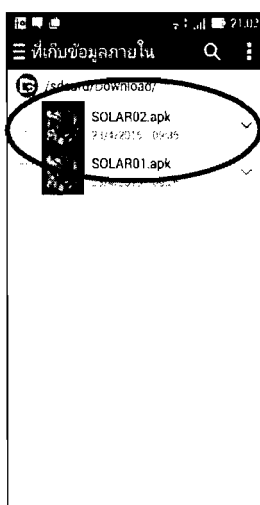
ภาคผนวก ข
คู่มือติดตั้งแอปพลิเคชันและการใช้งาน

การติดตั้งแอปพลิเคชัน

1. การติดตั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

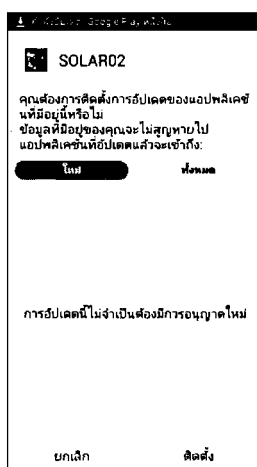
ทำการดาวน์โหลดแอปพลิเคชันหรือคัดลอกไฟล์ลงแท็บเล็ตหรือบนมือถือที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ทำการติดตั้งตัวแอปพลิเคชัน ลงบนแท็บเล็ตหรือโทรศัพท์มือถือ ระบบ android



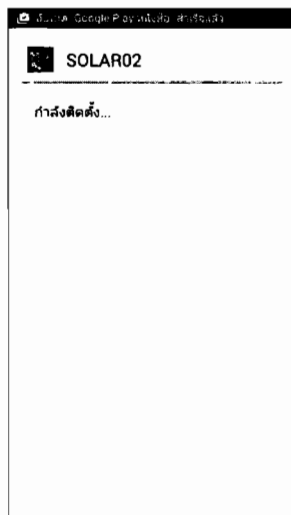
ภาพที่ ก.1 แอปพลิเคชันก่อนการติดตั้งบนโทรศัพท์ระบบ android

กดติดตั้งแอปพลิเคชันแสดงได้ดังภาพที่ ก.2



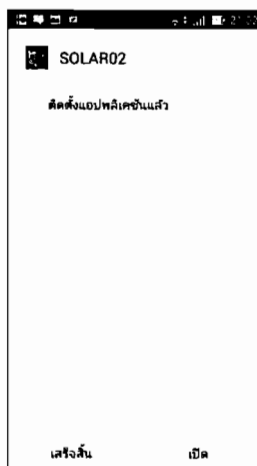
ภาพที่ ก.2 กดติดตั้งแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์ระบบ android

ภาพการติดตั้งตัวแอปพลิเคชันแสดงดังภาพที่ ก.3



ภาพที่ ก.3 การติดตั้งตัวแอปพลิเคชัน

การติดตั้งเสร็จสิ้นแสดงดังภาพที่ ก.4



ภาพที่ ก.4 การติดตั้งแอปพลิเคชันเสร็จสิ้น

2. คู่มือการใช้งาน

การเข้าใช้งานบนโทรศัพท์ระบบ android เปิดแอปพลิเคชันขึ้นมา แสดงดังภาพที่ ก.5



ภาพที่ ก.5 หน้าต่างแอปพลิเคชัน

ทำการเปิดตัวแอปพลิเคชัน แล้วนำกล้องส่องผ่านตัวมาร์คเกอร์



ภาพที่ ก.6 การเปิดแอปพลิเคชัน

ภาคผนวก ค
ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษรและรูปภาพ

ตารางที่ ค.1 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 90 องศา

ลำดับ ที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
1	Scene 1	1	1	1	3	-
2	Scene 2	1	1	1	1	-
3	Scene 3	1	1	1	1	-
4	Scene 4	1	1	1	1	-
5	Scene 5	1	1	1	2	-
6	Scene 6	1	1	1	1	-
7	Scene 7	1	1	1	1	-
8	Scene 8	1	1	1	1	-
9	Scene 9	1	1	1	1	-
10	Scene 10	1	1	1	1	-
11	Scene 11	1	1	1	1	-
12	Scene 12	1	1	1	1	-
13	Scene 16	1	1	1	1	-
14	Scene 17	1	1	1	1	-
15	Scene 19	1	1	-	-	-
16	Scene 23	1	1	1	2	-
17	Scene 24	1	1	1	8	-
18	Scene 25	1	1	1	2	-
19	Scene 26	1	1	1	1	-
20	Scene 28	1	1	1	1	-
21	Scene 30	2	1	1	2	-
22	Scene 31	1	1	1	1	-
23	Scene 32	1	1	2	-	-
24	Scene 33	1	1	1	1	-
25	Scene 35	1	1	1	1	-

ตารางที่ ค.1 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 90 องศา (ต่อ)

ลำดับ ที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
26	Scene 36	1	1	1	1	-
27	Scene 37	1	1	1	-	-
28	Scene 38	1	1	2	-	-
29	Scene 39	1	2	1	-	-
30	Scene 40	3	1	1	5	-
31	Scene 41	10	1	-	1	-
32	Scene 43	1	1	1	3	-
33	Scene 44	1	1	1	1	-
34	Scene 45	1	1	1	1	-
35	Scene 46	1	1	1	1	-
36	Scene 47	2	1	5	-	-
37	Scene 48	1	-	5	-	-
38	Scene 49	1	1	1	1	-
39	Scene 50	1	1	1	1	-
40	Scene 51	1	1	1	1	-
41	Scene 52	1	1	1	1	-
42	Scene 53	1	1	1	1	-
43	Scene 54	1	1	1	1	-
44	Scene 55	1	1	1	1	-
45	Scene 56	1	1	1	1	-
46	Scene 57	1	1	1	1	-
47	Scene 59	-	-	-	2	-
48	Scene 60	1	1	1	1	-
49	Scene 61	1	1	4	1	-

ตารางที่ ค.2 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 90 องศา

ลำดับที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
1	Scene 1	1	1	1	1	-
2	Scene 2	3	1	1	3	-
3	Scene 3	1	1	1	1	-
4	Scene 4	1	1	1	3	-
5	Scene 5	-	10	-	-	-
6	Scene 6	1	1	1	1	-
7	Scene 7	-	15	-	-	-
8	Scene 8	1	1	1	1	1
9	Scene 9	1	1	1	2	-
10	Scene 10	1	2	-	-	-
11	Scene 11	1	1	2	1	-
12	Scene 12	-	4	5	-	-
13	Scene 16	-	1	1	-	-
14	Scene 17	1	1	1	1	1
15	Scene 19	-	3	1	-	-
16	Scene 23	1	1	1	1	-
17	Scene 24	1	1	1	1	1
18	Scene 25	10	15	-	-	-
19	Scene 26	1	1	1	1	1
20	Scene 28	1	1	1	1	1
21	Scene 30	1	1	1	1	-
22	Scene 31	1	1	1	1	-
23	Scene 32	1	1	1	1	-
24	Scene 33	1	1	1	1	-
25	Scene 35	1	1	4	1	-

ตารางที่ ค.2 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 90 องศา (ต่อ)

ลำดับที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
26	Scene 36	1	1	1	1	-
27	Scene 37	-	-	-	-	-
28	Scene 38	1	1	1	1	-
29	Scene 39	1	1	1	1	-
30	Scene 40	1	1	1	3	-
31	Scene 41	1	5	-	-	-
32	Scene 43	1	1	1	1	-
33	Scene 44	1	1	1	1	-
34	Scene 45	1	1	1	1	-
35	Scene 46	3	1	-	-	-
36	Scene 47	1	1	1	1	-
37	Scene 48	1	1	1	1	5
38	Scene 49	1	1	1	1	-
39	Scene 50	1	1	1	2	-
40	Scene 51	-	10	-	-	-
41	Scene 52	1	1	1	1	-
42	Scene 53	1	1	1	1	-
43	Scene 54	1	1	1	1	-
44	Scene 55	-	10	-	-	-
45	Scene 56	1	1	1	1	-
46	Scene 57	1	1	1	1	-
47	Scene 59	1	1	1	1	-
48	Scene 60	1	1	1	1	-
49	Scene 61	1	1	1	1	-

ตารางที่ ค.3 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 45 องศา

ลำดับที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
1	Scene 1	1	1	1	-	-
2	Scene 2	1	1	1	-	-
3	Scene 3	1	1	1	-	-
4	Scene 4	1	1	1	-	-
5	Scene 5	1	1	1	-	-
6	Scene 6	1	1	1	-	-
7	Scene 7	1	1	1	-	-
8	Scene 8	1	1	1	-	-
9	Scene 9	1	1	1	-	-
10	Scene 10	1	1	1	-	-
11	Scene 11	1	1	1	-	-
12	Scene 12	1	1	1	-	-
13	Scene 16	1	1	1	-	-
14	Scene 17	1	1	1	-	-
15	Scene 19	1	1	-	-	-
16	Scene 23	1	1	1	-	-
17	Scene 24	1	1	1	-	-
18	Scene 25	1	1	1	-	-
19	Scene 26	1	1	2	-	-
20	Scene 28	1	1	1	-	-
21	Scene 30	1	1	1	-	-
22	Scene 31	1	1	1	-	-
23	Scene 32	1	1	1	-	-
24	Scene 33	1	1	1	1	-
25	Scene 35	1	1	1	-	-

ตารางที่ ค.3 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของตัวอักษร 45 องศา (ต่อ)

ลำดับที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
26	Scene 36	1	1	1	-	-
27	Scene 37	1	1	1	-	-
28	Scene 38	1	1	1	-	-
29	Scene 39	1	1	1	-	-
30	Scene 40	1	1	1	-	-
31	Scene 41	1	1	1	-	-
32	Scene 43	1	1	1	-	-
33	Scene 44	1	1	1	-	-
34	Scene 45	1	1	1	-	-
35	Scene 46	1	1	1	-	-
36	Scene 47	1	5	-	-	-
37	Scene 48	1	1	1	-	-
38	Scene 49	1	1	1	-	-
39	Scene 50	1	1	1	-	-
40	Scene 51	1	1	1	-	-
41	Scene 52	1	1	1	1	-
42	Scene 53	1	1	1	2	-
43	Scene 54	1	1	1	1	-
44	Scene 55	1	1	1	-	-
45	Scene 56	1	1	1	-	-
46	Scene 57	1	1	1	-	-
47	Scene 59	-	-	7	-	-
48	Scene 60	1	1	1	-	-
49	Scene 61	1	1	1	3	-

ตารางที่ ค.4 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 45 องศา

ลำดับที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
1	Scene 1	1	1	1	3	-
2	Scene 2	1	3	-	-	-
3	Scene 3	1	1	1	4	-
4	Scene 4	1	-	-	-	-
5	Scene 5	5	-	-	-	-
6	Scene 6	1	1	1	1	-
7	Scene 7	2	-	-	-	-
8	Scene 8	1	1	1	4	-
9	Scene 9	1	1	-	-	-
10	Scene 10	1	-	-	-	-
11	Scene 11	1	1	3	-	-
12	Scene 12	1	1	-	-	-
13	Scene 16	1	2	-	-	-
14	Scene 17	1	1	1	1	-
15	Scene 19	-	3	-	-	-
16	Scene 23	1	1	1	-	-
17	Scene 24	1	1	1	2	-
18	Scene 25	1	-	-	-	-
19	Scene 26	1	1	1	2	-
20	Scene 28	1	1	1	2	-
21	Scene 30	1	1	1	5	-
22	Scene 31	1	1	2	-	-
23	Scene 32	1	1	2	3	-
24	Scene 33	1	1	1	-	-
25	Scene 35	1	1	1	-	-

ตารางที่ ค.4 ผลการทดสอบ Marker ในรูปแบบของรูปภาพ 45 องค์ (ต่อ)

ลำดับที่	Marker	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง	ระยะทาง
		10 ซม.	15 ซม.	20 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
เวลาที่แสดง (วินาที)						
26	Scene 36	1	1	1	-	-
27	Scene 37	-	-	-	-	-
28	Scene 38	1	-	-	-	-
29	Scene 39	1	1	1	-	-
30	Scene 40	1	1	5	-	-
31	Scene 41	1	-	-	-	-
32	Scene 43	1	1	1	2	-
33	Scene 44	1	1	1	4	-
34	Scene 45	1	1	1	-	-
35	Scene 46	1	-	-	-	-
36	Scene 47	1	1	2	-	-
37	Scene 48	1	1	1	3	-
38	Scene 49	1	1	2	-	-
39	Scene 50	1	1	2	-	-
40	Scene 51	1	2	-	-	-
41	Scene 52	1	1	1	1	-
42	Scene 53	1	1	1	-	-
43	Scene 54	1	1	1	-	-
44	Scene 55	1	-	-	-	-
45	Scene 56	1	1	1	2	-
46	Scene 57	1	1	1	1	-
47	Scene 59	1	1	1	1	-
48	Scene 60	1	1	1	-	-
49	Scene 61	1	1	1	2	-

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวเพชรพรรณ เพชรเวช

ประวัติการศึกษา ประถมศึกษา โรงเรียนมุกดาลัย ตำบลในเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร
มัธยมศึกษา โรงเรียนมุกดาหาร ตำบลในเมือง
อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร
วิทยาศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี,
พ.ศ. 2549 - 2552

ประวัติการวิจัย พัฒนาสื่อการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

ตำแหน่ง อาจารย์

สถานที่ทำงานปัจจุบัน คณะบริหารธุรกิจ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ
วิทยาลัยเทคโนโลยีอาชีวศึกษาอุบลราชธานี
ตำบลขามใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี
E-Mail: Phetcharapun@hotmail.com

