การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

วิทยานิพนธ์

ของ

วจิราภรณ์ สารบรรณ

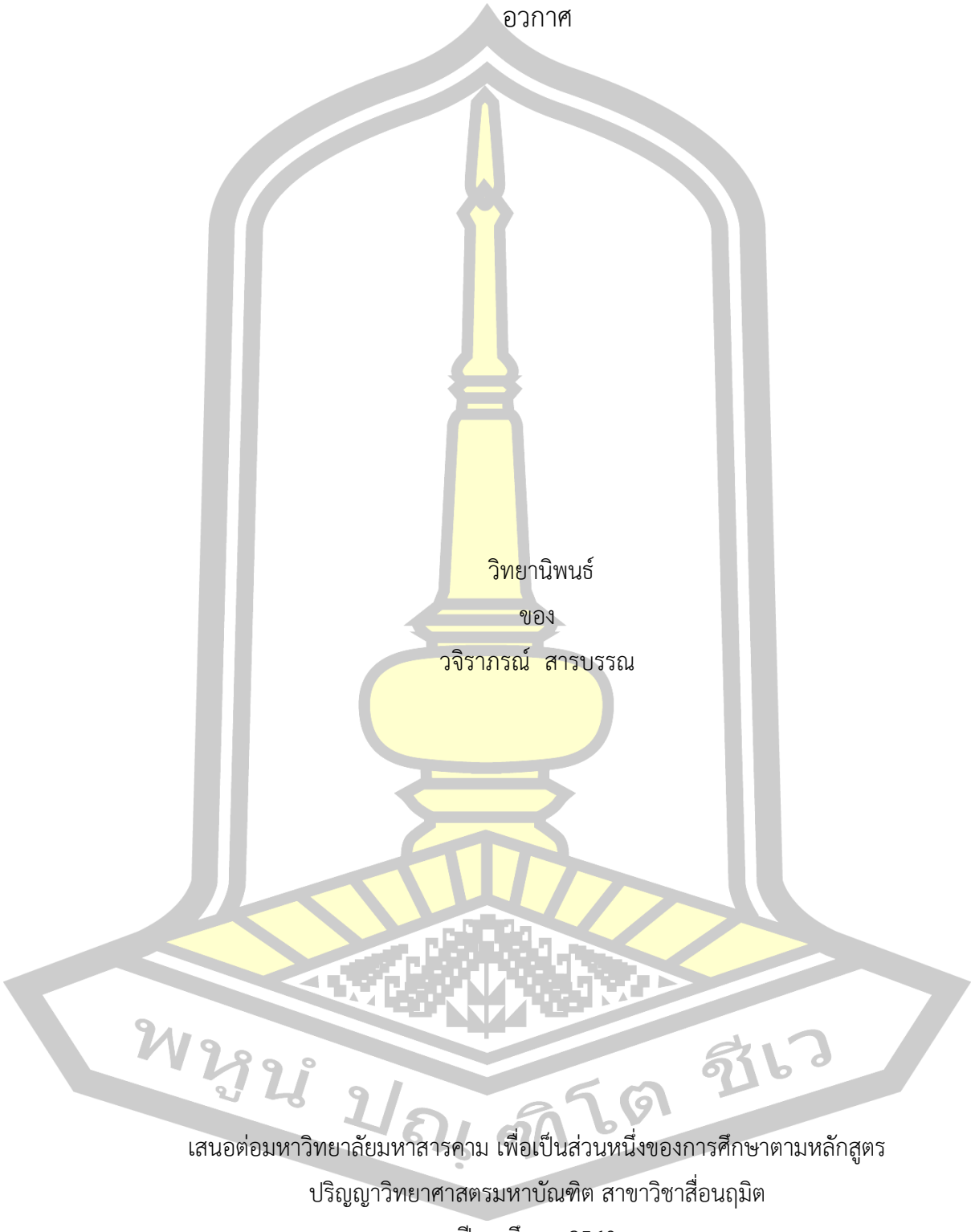
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสื่อนฤมิต

ปีการศึกษา 2560

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ



วิทยานิพนธ์

ของ

วจิราภรณ์ สารบรรณ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสื่อนฤมิต

ปีการศึกษา 2560

สงวนลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of 3D on Astronomy and Space Based on Interactive Augmented Reality Technique.

Wajirapron Saraban

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Creative Media)

Academic Year 2017

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางวจิราภรณ์ สารบรรณ แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสื่อนฤมิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. อิทธิพล สิงห์คำ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. สืบศิริ แซ่ลี้)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. พงษ์พิพัฒน์ สายทอง)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. เนติรัฐ วีระนาคินทร์)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสื่อนฤมิต ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....

(ผศ. ดร. สุจิน บุตรดีสุวรรณ)
คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ

(ผศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วัน.....เดือน.....ปี.....

ชื่อเรื่อง การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

ผู้วิจัย วจิราภรณ์ สารบรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สืบศิริ แซ่ลี้

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** สื่อนฤมิต

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีการศึกษา** 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อศึกษารูปแบบแอนิเมชัน 3 มิติปฏิสัมพันธ์และระบบความจริงเสริม สำหรับนำไปออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศ 2) เพื่อพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้ระบบความจริงเสริม 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ได้รับชมสื่อแอนิเมชัน 3 มิติปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศ

กลุ่มตัวอย่างคือกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และ ผู้ที่เข้ามาใช้บริการศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ดจำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่าง 2) แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ 3) แบบประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ 4) แบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 5) สื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลการจากผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความต้องสื่อประชาสัมพันธ์ประเภทแผ่นพับและเทคนิคความจริงเสริมด้านแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องดาราศาสตร์ระบบสุริยะจักรวาล ในขณะที่ผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าเฉลี่ย =4.80 หรืออยู่ในเกณฑ์คุณภาพมากที่สุด ส่วนผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีค่าเฉลี่ย = 4.74 หรืออยู่ในเกณฑ์ระดับมีความพึงพอใจมากที่สุด

คำสำคัญ : แอนิเมชัน 3 มิติ, ปฏิสัมพันธ์, เทคโนโลยีความจริงเสริม

TITLE Development of 3D on Astronomy and Space Based on Interactive Augmented Reality Technique.

AUTHOR Wajirapron Saraban

ADVISORS Assistant Professor Suebsiri Saelee , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Creative Media

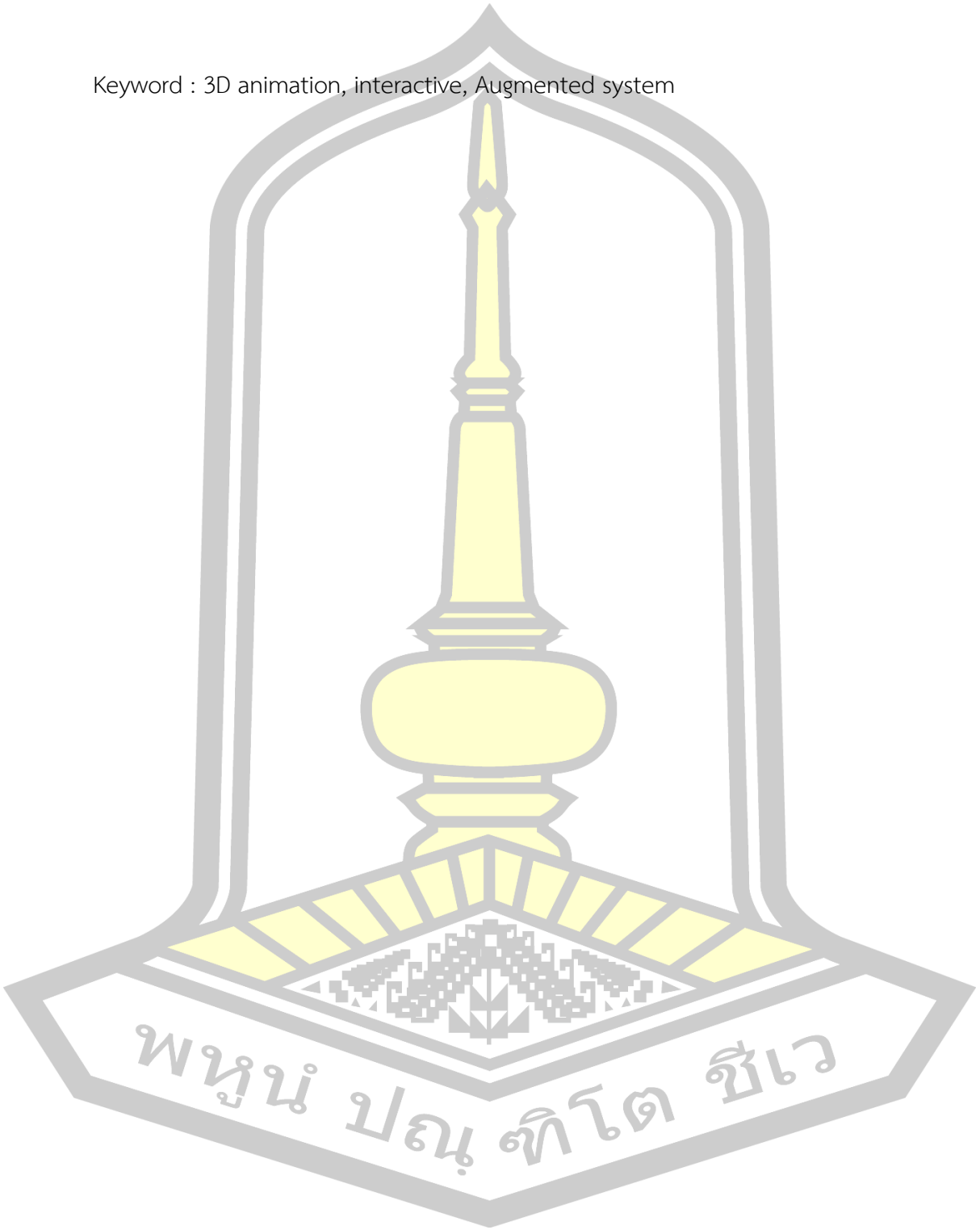
UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2017

ABSTRACT

This research is aimed at: 1) studying forms of 3D animations based on interactive and augmented reality technology to design public relations media regarding astronomy and space; 2) developing interactive 3D animated media regarding astronomy and space; and 3) evaluating the satisfaction of viewers of interactive 3D animated media regarding astronomy and space.

The sample group, which was selected by purposive sampling method, consisted of three experts and 30 users of Roi Et Science and Cultural Center for Education. The research tools included: 1) a questionnaire on the sample group's needs; 2) interview for in-depth data from experts; 3) evaluation form on media quality by experts; 4) evaluation form of the sample group's satisfaction; and 5) 3D animated media based on interactive and augmented reality technology. The statistical tools included percentage, mean and standard deviation. The results of the data analysis regarding the experts and 30 samples found that the sample group preferred public relations media in the form of leaflet and 3D animation based on augmented reality technology regarding astronomy and the solar system. The analytical results of the media quality evaluation by the experts found that the mean was x=4.80 or referring to the highest quality. The analytical results of the satisfaction evaluation found that the mean was x=4.74 or referring to the highest satisfaction level.

Keyword : 3D animation, interactive, Augmented system



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.สืบศิริ แซ่ลี้ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตร์จารย์ดร. รัตนโชติ เทียนมงคล ประธานหลักสูตรสาขาสื่อนฤมิต ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีมาตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.สัญญา เคณาภูมิ ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช อาจารย์ฐิติรัตน์ นิมิตบรรณสาร ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และให้คำแนะนำกับผู้วิจัยเป็นอย่างดีขอขอบพระคุณ คุณวรวุฒิ โคตรพันธ์ วรรณิตา ทศไชย คุณศุภกฤต ฉัตรจารุกุล ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการตอบแบบสอบถามข้อมูลในด้านเนื้อหา และด้านการออกแบบ และให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อนิเทศก์ สารบรรณ คุณแม่นิสารัตน์ ครองบุญ และครอบครัว ที่เป็นแรงผลักดันและเป็นแรงบันดาลใจ ช่วยเหลือผู้วิจัยในทุกๆด้าน จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

วจิราภรณ์ สารบรรณ

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ภูมิหลัง 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย 3

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 4

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาร้อยเอ็ด 5

2.2 แอนิเมชัน 3 มิติ 6

2.3 ดาราศาสตร์และอวกาศ 14

2.4 การปฏิสัมพันธ์ 27

2.5 ระบบความจริงเสริม (Augmented Reality) 32

2.6 ทฤษฎีที่นำมาใช้ 39

2.7 การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ 46

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 58
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 61
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 61
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 62
3.3 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 64
3.4 การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม 66
บทที่ 4 ผลการวิจัย 78
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 78
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2 86
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 91
5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย 91
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 91
5.3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 92
5.4 สรุปผลสำคัญทางการวิจัย 92
5.5 อภิปรายผลการวิจัยที่สำคัญ 93
5.6 ข้อเสนอแนะ 94
บรรณานุกรม 96
ภาคผนวก 98
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 99
ภาคผนวก ข คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 112
ภาคผนวก ค หนังสือขอความอนุเคราะห์ 116
ภาคผนวก ง ภาพประกอบการลงพื้นที่ 123
ประวัติผู้เขียน 125

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเนื้อหาของดาราศาสตร์และอวกาศ..... 67

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์สื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบเดิม..... 74

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย 78

ตารางที่ 4 แสดงผลความต้องการด้านเทคนิคความจริงเสริมและประเภทสื่อที่ต้องการของกลุ่มตัวอย่าง 79

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ..... 86

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง..... 88

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง..... 89

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่ 1 แผ่นพับรูปแบบเดิม 6
ภาพประกอบที่ 2 การกำเนิดระบบสุริยะ 15
ภาพประกอบที่ 3 ระบบสุริยะ 16
ภาพประกอบที่ 4 ดาวพุธ 17
ภาพประกอบที่ 5 ดาวศุกร์ 18
ภาพประกอบที่ 6 โลก 19
ภาพประกอบที่ 7 ดาวอังคาร 21
ภาพประกอบที่ 8 ดาวพฤหัสบดี 22
ภาพประกอบที่ 9 ดาวเสาร์ 24
ภาพประกอบที่ 10 ดาวยูเรนัส 25
ภาพประกอบที่ 11 ดาวเนปจูน 26
ภาพประกอบที่ 12 แผนผังแสดงระบบความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยการมองผ่านกล้องวีดีโอ 33
ภาพประกอบที่ 13 แผนผังแสดงระบบความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยจอภาพ 34
ภาพประกอบที่ 14 แผนผังแสดงระบบความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยการมองผ่านเลนส์ 35
ภาพประกอบที่ 15 ลักษณะของแผ่นสัญลักษณ์ 36
ภาพประกอบที่ 16 สมการที่ 2-1 37
ภาพประกอบที่ 17 ความสัมพันธ์ของ Camera Coordinated Frame 37
ภาพประกอบที่ 18 สมการที่ 2-2 38
ภาพประกอบที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates 38
ภาพประกอบที่ 20 ตัวอย่างเส้นแบบต่างๆที่ให้ความรู้สึกต่างกันไป 49
ภาพประกอบที่ 21 ตัวอย่างการใช้เส้นร่วมกับองค์ประกอบอื่น 50
ภาพประกอบที่ 22รูปร่าง (Shape), รูปทรง (Form), น้ำหนัก (Value) 51

ภาพประกอบที่ 23 ที่ว่าง 52
ภาพประกอบที่ 24 สีขั้นที่ 1 53
ภาพประกอบที่ 25 สีขั้นที่ 2 53
ภาพประกอบที่ 26สีขั้นที่ 3 53
ภาพประกอบที่ 27 Mono หรือเอกรงค์ 54
ภาพประกอบที่ 28 Complement หรือสีตัดกัน 54
ภาพประกอบที่ 29 Triad คือการเลือกสีสามสีที่มีระยะห่าง 55
ภาพประกอบที่ 30 Analogic หรือสีข้างเคียง 55
ภาพประกอบที่ 31 วิธีการดำเนินการวิจัย 62
ภาพประกอบที่ 32 ดวงดาวในระบบสุริยะที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya 71
ภาพประกอบที่ 33 ยานอวกาศและนักบินอวกาศที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya 72
ภาพประกอบที่ 34 ยานอวกาศและนักบินอวกาศที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya 73
ภาพประกอบที่ 35 ยานอวกาศและนักบินอวกาศที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya 73
ภาพประกอบที่ 36 การสร้างแผ่นพับประชาสัมพันธ์ด้วย Adobe InDesign 75
ภาพประกอบที่ 37 การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ด้วย Adobe Photoshop 75
ภาพประกอบที่ 38 แผนผัง ของรูปแบบสื่อที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ 81
ภาพประกอบที่ 39 ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) 82
ภาพประกอบที่ 40 ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ที่ไม่ชัดเจน 83
ภาพประกอบที่ 41 ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ที่ชัดเจน 83
ภาพประกอบที่ 42 การออกแบบแผ่นพับหน้าที่ 1 ส่วนหน้าปกและเนื้อหา 84
ภาพประกอบที่ 43 การออกแบบแผ่นพับหน้าที่ 2 84
ภาพประกอบที่ 44 ดวงดาวในระบบสุริยะ 85
ภาพประกอบที่ 45 การสร้างสื่อปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Unity 85

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ภูมิหลัง

ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ดเป็นแหล่งการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์วัฒนธรรมสมัยใหม่และวัฒนธรรมภาคอีสานเปิดให้เข้าชม ตั้งแต่วันที่ 13 สิงหาคม 2550 ภายในจัดกิจกรรมบูรณาการด้านวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมสนับสนุนการเรียนรู้ด้านทักษะและกระบวนการทางการศึกษาสำหรับ เด็ก เยาวชน นิสิต นักศึกษา และประชาชนทั่วไป เป็นแหล่งการค้นคว้าวิจัย ส่งเสริมด้านการเผยแพร่ทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งให้รู้จักกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมร้อยเอ็ด (2558,25กุมภาพันธ์ 2558) ในปัจจุบันมีการเปิดให้บริการในส่วนของท้องฟ้าจำลอง การประชาสัมพันธ์ในรูปแบบเดิมของศูนย์วิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งพิมพ์ประเภทแผ่นพับสำหรับแจกให้ผู้ที่มาเข้าชมภายในนิทรรศการ ส่วนสื่อประชาสัมพันธ์ด้านนอกนั้นมีเพียงป้ายบิลบอร์ด ที่อยู่บริเวณรอบนอกศูนย์วิทยาศาสตร์ ยังไม่มีการประชาสัมพันธ์ที่แพร่หลายและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย งานวิจัยนี้ต้องการพัฒนาเปลี่ยนแปลงลักษณะของการถ่ายทอดที่เป็นสิ่งพิมพ์ในลักษณะของภาพนิ่ง ให้เกิดการเคลื่อนไหวในรูปแบบของเทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อให้ผู้ที่สนใจเข้าชมได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อประชาสัมพันธ์และนิทรรศการ เพียงแค่ผู้ที่ต้องการได้ข้อมูลหรือต้องการจะศึกษา ใช้สมาร์ทโฟน ส่องไปยังสื่อประชาสัมพันธ์ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความหน้าสนใจและความแปลกใหม่ให้ผู้พบเห็น

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่มีชื่อว่า ความจริงเสริม (Augmented Reality) ที่จะช่วยให้ผู้ที่สนใจเข้าชมนิทรรศการสามารถรับชมสื่อได้อย่างสมจริง ผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน สร้างความแปลกใหม่เพิ่มความรู้ทางวิทยาศาสตร์แก่ผู้รับชมสื่อและเกิดการเรียนรู้ โดยหลักการของเทคโนโลยีความจริงเสริมนั้นคือการผสานเอาเทคโนโลยีโลกแห่งความจริง และความจริงเสมือนเข้าด้วยกัน ผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ บนหน้าจอ หรืออุปกรณ์แสดงผลอื่นๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นนั้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมได้ทันที อาจจะมีลักษณะที่เป็นภาพนิ่ง สามมิติหรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ จากเทคนิคดังกล่าวนี้ทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำมาพัฒนาเพื่อใช้กับสื่อประชาสัมพันธ์เพื่อให้สื่อประชาสัมพันธ์นั้นเกิดความแปลกใหม่ ดึงดูดความสนใจ แก่กลุ่มเป้าหมายที่เข้าไปศึกษา ซึ่งในอนาคตอันใกล้เทคโนโลยีความจริงเสริม กำลังจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของสังคมที่จะเต็มไปด้วย สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศ

จากที่มาและความสำคัญของปัญหาที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประโยชน์และความสำคัญของเทคโนโลยีความจริงเสริม ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้กับศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้นักเรียน นักศึกษา บุคคลทั่วไปที่เข้ามาศึกษานั้นได้ใช้สื่ออย่างสร้างสรรค์และเกิดประสิทธิภาพ สื่อที่ใช้ในการประชาสัมพันธ์นั้นเป็นเครื่องมือหรือตัวกลางที่ใช้ในการนำข่าวสารเรื่องราวจากองค์กรหรือหน่วยงานไปสู่ประชาชน สื่อในการประชาสัมพันธ์นั้นจึงต้องคำนึงถึงลักษณะที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้ได้ประโยชน์ในปัจจุบันและศักยภาพเพื่ออนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบการปฏิสัมพันธ์และระบบความจริงเสริม สำหรับนำไปออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศ

1.2.2 เพื่อพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

1.2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ได้รับชมสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ กลุ่ม นักเรียน นักศึกษา และผู้ที่สนใจเข้าชมศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 30 คน จากสถิติผู้ที่เข้าชมในช่วงวันที่ 1 มกราคม – 5 มกราคม 2561

1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มที่ 1 ผู้ให้ข้อมูลเฉพาะด้านจำนวน 3 คน ประกอบด้วย

(1) ผู้บริหารพิพิธภัณฑ์ 1 คน

(2) ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และอวกาศ 1 คน

(3) ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อปฏิสัมพันธ์ระบบความจริงเสริม 1 คน

1.3.1.3 กลุ่มที่ 2 บุคคลทั่วไปที่เข้าชมนิทรรศการโดยใช้วิธีการเลือกแบบบังเอิญ (Haphazard or Accidental Sampling) จากผู้ที่เข้าชมในช่วงเดือน เมษายน 2561 จำนวน 30 คน

1.3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศแบ่งเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1.3.2.1 อาร์ตเวิร์ค (Art work) การประชาสัมพันธ์เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ

1) โปสเตอร์ประชาสัมพันธ์ (Poster)

2) บัตรเข้าชมนิทรรศการดาราศาสตร์และอวกาศ

3) แผ่นพับ โดยมีเนื้อหาดังนี้

(1) เรื่อง ดาราศาสตร์

(2) เรื่อง ระบบสุริยะจักรวาล

(3) เรื่อง อวกาศ

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนั้น ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็นขั้นตอนตามลำดับ ดังนี้

1.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.2 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.3 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1) อาร์ตเวิร์คการประชาสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้เทคนิคความจริงเสริม เพื่อให้ผู้ที่รับชมเกิดปฏิสัมพันธ์กับนิทรรศการ

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

(1) แบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่าง

(2) แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ

(3) แบบประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ

(4) แบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง

1.4.4 การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

1.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.5.1 ทราบถึงรูปแบบการผลิตสื่อ 3 มิติปฏิสัมพันธ์ และเทคโนโลยีความจริงเสริม

1.5.2 ได้สื่อ 3 มิติปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

1.5.3 ทราบผลความพึงพอใจของผู้ที่ได้รับชมสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศ

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 แอนิเมชัน 3 มิติ หมายถึง การสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยการฉายภาพนิ่งหลายๆภาพด้วยความเร็วสูง เป็นการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์โดยอาศัยเครื่องมือที่สร้างจากซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์กราฟิกช่วยสร้าง ดัดแปลง ให้แสงเงา ตลอดจนการบันทึกประมวลผลการเคลื่อนไหว

1.6.2 ปฏิสัมพันธ์ หมายถึง ชนิดของการกระทำ ที่เกิดขึ้นในสิ่ง 2 สิ่งหรือมากกว่านั้น นำมาซึ่งผลกระทบต่อสิ่งอื่นๆ โดยมีความคิดเกี่ยวกับผลกระทบสองทางเป็นองค์ประกอบสำคัญ การมีการโต้ตอบและให้แรงเสริม กับการกระทำของผู้เรียนรู้

1.6.3 เทคโนโลยีความจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่ทำให้ผู้ใช้จะสามารถมองเห็นภาพจริงพร้อมกับภาพเสมือนจากคอมพิวเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามมุมมองของภาพจริงที่เปลี่ยนไปด้วย เป็นการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้เกิดความสนใจ

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาค้นคว้าเรื่อง การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ผู้ศึกษาวิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องตามกรอบแนวคิดดังนี้

2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาร้อยเอ็ด
2.2 แอนิเมชัน 3 มิติ
2.3 ดาราศาสตร์และอวกาศ
2.4 การปฏิสัมพันธ์
2.5 ระบบความจริงเสริม (Augmented Reality)
2.6 ทฤษฎีที่นำมาใช้
2.7 การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาร้อยเอ็ด

คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติโครงการศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาแห่งชาติ และเครือข่าย เมื่อวันที่ 16 สิงหาคม 2537 ให้จัดตั้งศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาจังหวัด กระจายในเขตพื้นที่การศึกษาเขตการศึกษาละ 1 แห่ง รวม 12 แห่งทั่วประเทศในขั้นต้น และเพิ่มจำนวนศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาจังหวัดในระยะต่อไป ปี 2545 กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ ได้เสนอโครงการจัดตั้งศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาประจำภาคตะวันออกเฉียงเหนือขึ้น ที่อำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด โดยแต่งตั้งให้ นายวรวุฒิ โคตรพันธ์ ดำรงตำแหน่งผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาร้อยเอ็ด ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมร้อยเอ็ด (2558,25กุมภาพันธ์2558)

สถิติผู้เข้าชมท้องฟ้าจำลองร้อยเอ็ดในช่วงการปิดภาคเรียนนั้นมีประมาณ 20-30 คน ด้านการประชาสัมพันธ์ของศูนย์วิทยาศาสตร์นั้นเป็นสิ่งพิมพ์ประเภทแผ่นพับสำหรับแจกให้ผู้ที่มาเข้าชมภายในนิทรรศการ และเว็บไซต์ ส่วนสื่อประชาสัมพันธ์ด้านนอกนั้นมีเพียงป้ายบิลบอร์ด ที่อยู่บริเวณรอบนอกศูนย์วิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีงบประมาณที่จำกัดในการผลิต จึงส่งผลให้ยังไม่มีการประชาสัมพันธ์ที่แพร่หลายและเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย สถิติผู้เข้าชมท้องฟ้าจำลอง 2561)

ภาพประกอบที่ 1 แผ่นพับรูปแบบเดิม

2.2 แอนิเมชัน 3 มิติ

แอนิเมชัน (Animation) อาศัยปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่า “ความต่อเนื่องของการมองเห็น” ร่วมกับการทำให้วัตถุมีการเคลื่อนที่ ที่ความเร็วระดับหนึ่ง จนตาเราเริ่มมองเห็นว่าวัตถุนั้นมีการเคลื่อนไหว แสดงให้เห็นว่าเมื่อภาพเปลี่ยนไปเรื่อยๆตามลำดับความเร็วที่เหมาะสม อดิศร เจี่ยมจิตร (2551) กราฟิก 3 มิติเป็นกราฟิกที่ใช้โปรแกรมสร้างภาพ 3 มิติ เช่น 3D MAX, Maya ทำให้ได้ภาพที่มีสีและแสงเงาเหมือนจริง เหมาะสำหรับการออกแบบและสถาปัตยกรรม เช่น การผลิตรถยนต์ และภาพยนตร์ 3 มิติ

2.2.1. ความหมายของแอนิเมชัน 3 มิติ

Animation 3 มิติ คือ ภาพเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ เห็นทั้งความสูง ความกว้างและความลึก ขั้นตอนการทำซับซอนมากกว่าแบบ 2 มิติ สร้างจากคอมพิวเตอร์และต้นแบบอาจมาจากรูปวาดหรือไม่ก็สร้างเอง หรือเป็นภาพถ่าย เช่น ภาพยนตร์ การ์ตูนแอนิเมชันอย่างก้านกล้วย นีโม่ เป็นต้น ภาพที่ออกมาจะมีความจริงมากที่สุด จาตุรงค์ วิลาศรี (2555)

ธรรมศักดิ์ เอื้อรักสกุล (2557) กล่าวว่า คำว่าแอนิเมชันเป็นคำทับศัพท์ภาษาอังกฤษ Animation สามารถอ่านได้หลายแบบ เช่น แอนิเมชัน แอนิเมชัน ซึ่งหมายถึงการทำภาพเคลื่อนไหว

ศรีพาวรรณ อินทวงศ์ (2551) กล่าวว่าแอนิเมชันเป็นภาพกราฟิกสองมิติและสามมิติเป็นกระบวนการที่ภาพแต่ละภาพของภาพยนตร์ ถูกผลิตขึ้นต่างหากจากกันทีละภาพแล้วนำมาเรียงร้อยเข้าด้วยกัน โดยการฉายต่อเนื่อง มีการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนหรือปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยใช้ภาพนิ่งหลายๆภาพ ไม่ว่าจากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิก ถ่ายภาพรูปวาด หรือรูปถ่ายหุ่นจำลองที่ค่อยๆขยับเมื่อนำภาพมาฉายที่ความเร็วตั้งแต่ 16 ภาพต่อวินาทีขึ้นไป เราจะเห็นเหมือนกับว่าภาพดังกล่าวเคลื่อนไหว ด้วยความเร็วสูง ทั้งนี้เนื่องจากภาพติดตาในทางคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างจินตนาการและแรงจูงใจต่อผู้ชม

กัญญาณัฐ เปลวเฟื่อง (2550) กล่าวว่า แอนิเมชันหรือภาพเคลื่อนไหวคือลำดับของภาพนิ่งหลายๆภาพที่มาลำดับกันอย่างต่อเนื่องเป็นภาพเคลื่อนไหวบนแผ่นระนาบ เช่น จอภาพ แผ่นกระดาษ เป็นต้น

แอนิเมชัน 3 มิติเป็นแอนิเมชันที่สร้างด้วยโปรแกรมจำเพาะเพื่อให้เกิดการสร้างโลก 3 มิติขึ้นมาจริงนคอมพิวเตอร์ มีการสร้างตัวละครที่มีอยู่จริงในฉากจริง ภายในคอมพิวเตอร์ ดังนั้นหากการสร้างตัวละครหนึ่งขึ้นมาครั้งหนึ่ง เราก็สามารถเคลื่อนไหวมันได้ สั่งให้มันทำอะไรก็ได้ในโลก 3 มิติในคอมพิวเตอร์นั้น ซึ่งบ่อบครั้งในอุตสาหกรรมด้านการโฆษณา และภาพยนตร์ ก็มักใช้ตัวละครหรือฉากแอนิเมชันผสมผสานอย่างกลมกลืนกับดาราจริงในโลกของเรา อดิศร เจี่ยมจิตร (2551)

3D มาจากคำว่า 3 Dimension แปลว่า 3 มิติ สามมิติเป็นการมองเห็นรอบด้านซึ่งประกอบไปด้วยแกน 3 แกน คือแกน X แกน Y และแกน Z คือ กว้าง X ยาว Y ลึก Z ลักษณะของภาพก็จะมีแสงเงาเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้เกิดมิติขึ้นมา กระบวนการการสร้างงานทางด้าน 3 มิติส่วนใหญ่มาจากคอมพิวเตอร์ นอกจากเรื่องของมิติที่แตกต่างกันแล้วกระบวนการการผลิตก็แตกต่างกันออกไปด้วย ซึ่งความยากง่าย ขึ้นอยู่กับว่าผู้ผลิตถนัดด้านไหนมากกว่ากัน หากถนัดทำการ์ตูน 2 มิติก็อาจมองว่าการ์ตูน 3 มิติไม่ต้องวาดหลายภาพแค่ปั้นหุ่นแล้วนำมาขยับจนจบเรื่อง สิ่งเหล่านี้เป็นเทคนิคเรื่องกระบวนการการทำ แต่สิ่งที่อยากให้มองเห็นไปในแนวเดียวกัน คือการถ่ายทอดจินตนาการ และอารมณ์ ขางงานการ์ตูนทั้ง 2 มิติ หรือ 3 มิติ เป็นตัวแสดงเพื่อถ่ายทอดเรื่องราวเหล่านั้นออกมาอย่างไร้ขอบเขต

2.2.2 ขั้นตอนการออกแบบแอนิเมชัน 3 มิติ

การเริ่มต้น การสร้างสรรค์งานแอนิเมชัน โดยที่หลักเบื้องต้นเหล่านี้จะเป็นส่วนสำคัญและจำเป็นในการสร้างงานแอนิเมชันคือภาพที่ต่อเนื่องจากภาพนิ่ง เพราะเรื่องเวลา ระยะทางและการเคลื่อนไหว ที่เกิดขึ้นต้องมีความหมายและต้องเกิดความสวยงามขึ้นด้วยพร้อมกัน การสร้าง

ผลงานแอนิเมชันคือการนำภาพมาเรียงต่อกันด้วยเครื่องมือหรือเครื่องจักรกล เพื่อให้เกิดภาพติดตาเป็นภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ผลงานแอนิเมชันนั่นสมจริง นุ่มนวลและเป็นธรรมชาติ ตรงตามจังหวะการเคลื่อนไหว อดิศร เจี่ยมจิตร (2551)

ขั้นตอนในการทำแอนิเมชันการสร้างแอนิเมชันไม่ว่าจะเป็นประเภทใดสามารถแบ่งขั้นตอนการทำได้ 3 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ 1. ขั้นตอนเตรียมการก่อนการทำ 2. ขั้นตอนการทำ 3. ขั้นตอนหลังการทำ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 ขั้นตอนเตรียมการก่อนการทำ (Preproduction)

เป็นหัวใจสำคัญสำหรับการสร้างเนื้อหาของภาพยนตร์แอนิเมชันเรื่องนั้นๆ ความสนุก ตื่นเต้น และอารมณ์ของตัวละครทั้งหลาย จะถูกกำหนดในขั้นตอนนี้ทั้งหมด ดังนั้นในส่วนนี้จึงมีหลายขั้นตอนและค่อนข้างซับซ้อน หลายคนจึงมักกล่าวว่า หากเสร็จงานในขั้นตอนเตรียมการนี้แล้ว ก็เสมือนทำงานเสร็จไปครึ่งหนึ่งแล้ว ในขั้นตอนนี้จะแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนย่อยด้วยกัน โดยเรียงตามลำดับดังนี้ คือ

1) เขียนเรื่องหรือบท (story) เป็นสิ่งแรกเริ่มที่สำคัญที่สุดในการผลิตชิ้นงานแอนิเมชันและภาพยนตร์ทุกเรื่อง แอนิเมชันจะสนุกหรือไม่ ล้วนขึ้นอยู่กับเรื่องหรือบท

2) ออกแบบภาพ (visual design) หลังจากได้เรื่องหรือบทมาแล้ว ก็จะคิดเกี่ยวกับตัวละครว่า ควรมีลักษณะหน้าตาอย่างไร สูงเท่าใด ฉากควรจะมีลักษณะอย่างไร สีอะไร ในขั้นตอนนี้ อาจทำก่อน หรือทำควบคู่ไปกับบทภาพ (storyboard) ก็ได้

3) ทำบทภาพ (storyboard) คือ การนำบทที่เขียนขึ้นนั้นมาทำการจำแนกมุมภาพต่างๆ โดยการร่างภาพลายเส้น ซึ่งแสดงถึงการดำเนินเรื่องพร้อมคำบรรยายอย่างคร่าวๆ ซึ่งผู้บุกเบิกอย่างจริงจังในการใช้บทภาพ คือ บริษัทเดอะวอลต์ ดิสนีย์ ได้ริเริ่มขึ้นราว พ.ศ. 2543 และได้นำมาใช้กันอย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน ซึ่งแม้แต่ภาพยนตร์ก็ต้องใช้วิธีการวาดบทภาพก่อนถ่ายทำด้วยเช่นกัน

4) ร่างช่วงภาพ (animatic) คือ การนำบทภาพทั้งหมดมาตัดต่อร้อยเรียงพร้อมใส่เสียงพากย์ของตัวละครทั้งหมด (นี่คือ ข้อแตกต่างระหว่างภาพยนตร์แอนิเมชันและภาพยนตร์ทั่วไป เพราะภาพยนตร์แอนิเมชันจำเป็นต้องตัดต่อก่อนที่จะผลิต เพื่อจะได้รู้เวลาและการเคลื่อนไหวในแต่ละช็อตภาพ (shot) อย่างแม่นยำ ส่วนภาพยนตร์ที่ใช้คนแสดงนั้น จะตัดต่อภายหลังการถ่ายทำ)

2.2.2.2 ขั้นตอนการทำ (Production)

เป็นขั้นตอนที่ทำให้ภาพตัวละครต่างๆ มีความสมบูรณ์แบบมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะกำหนดว่า ภาพยนตร์แอนิเมชันเรื่องนั้น จะสวยงามมากหรือน้อยเพียงใด ประกอบด้วย

1) วางผัง (layout) คือ การกำหนดมุมภาพ และตำแหน่งของตัวละครอย่างละเอียด รวมทั้งวางแผนว่า ในแต่ละช็อตภาพนั้น ตัวละครจะต้องเคลื่อนไหว หรือแสดงสีหน้าอารมณ์อย่างไร ซึ่งหากทำภาพยนตร์แอนิเมชันกันเป็นทีม ก็จะต้องประชุมร่วมกันว่า แต่ละฉากจะมีอะไรบ้าง เพื่อให้แบ่งงานกันได้อย่างถูกต้อง ซึ่งหลังจากเสร็จขั้นตอนนี้แล้ว จึงสามารถแบ่งงานให้แก่ทีมผู้ทำแอนิเมชัน และทีมฉาก แยกงานไปทำได้

2) ทำให้เคลื่อนไหว (animate) คือ การทำให้ตัวละครเคลื่อนไหวตามบทในแต่ละฉากนั้นๆ ในขั้นตอนนี้สำคัญอย่างยิ่ง เปรียบเสมือนการกำกับนักแสดงว่า จะเล่นได้ดีหรือไม่ ซึ่งหากทำขั้นตอนนี้ได้ไม่ดีพอ ก็อาจทำให้ผู้ชมไม่รู้สึกมีอารมณ์ร่วมไปกับตัวละครด้วย ส่วนแอนิเมชันแบบภาพแสดงมิติมีวิธีการทำ โดยวาดภาพลงบนแผ่นพลาสติกโปร่งใสในแต่ละฉากของเรื่อง และเมื่อแบ่งย่อยลงไปอาจประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ เช่น ตัวละคร ต้นไม้ แม่น้ำ ภูเขา ดวงอาทิตย์ ตัวละครแต่ละตัวหรือสิ่งของแต่ละชิ้นจะถูกนำไปวาดลงบนแผ่นใสแต่ละแผ่น เมื่อนำแผ่นใสแต่ละแผ่นมาวางซ้อนกัน แล้วถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายภาพที่ได้รับการออกแบบมาเป็นพิเศษ ก็จะได้ภาพการ์ตูน 1 ภาพที่ประกอบไปด้วยตัวละครและฉาก ในการสร้างภาพการ์ตูนให้เคลื่อนไหว ผู้ทำแอนิเมชัน (animator) จะต้องกำหนดลงไปว่า ในแต่ละวินาที ตัวละครหรือสิ่งของในฉากหนึ่งๆ จะเปลี่ยนตำแหน่งหรืออิริยาบถไปอย่างไร ทั้งนี้ ผู้ทำแอนิเมชันจะต้องวาด หรือกำหนดอิริยาบถหลัก หรือคีย์ภาพ (key) ของแต่ละวินาที หลังจากนั้นผู้ทำแอนิเมชันคนอื่นๆ ก็จะวาดลำดับการเปลี่ยนแปลงอีกจำนวนหนึ่ง (ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ 24 ภาพ) เพื่อแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนไหวจากคีย์ภาพหนึ่ง ไปสู่อีกคีย์ภาพหนึ่ง ภาพวาดจำนวนมหาศาลระหว่างแต่ละคีย์ภาพเรียกว่า ภาพช่วงกลาง (in-betweens) ในการวาดภาพการ์ตูน ผู้วาดภาพที่วาดคีย์ภาพต่างๆ เรียกว่า ผู้วาดภาพหลัก (key animator) ซึ่งต้องเป็นนักวาดภาพที่มีฝีมือ ส่วนผู้วาดภาพอีกจำนวนหนึ่งที่ทำหน้าที่วาดภาพระหว่างภาพหลักเรียกว่า ผู้วาดภาพช่วงกลาง (in-betweener) นอกจากผู้วาดภาพแล้ว ก็มีผู้ลงสี (painter) ซึ่งมีหน้าที่ลงสี หรือระบายสีภาพให้สวยงามการสร้างภาพยนตร์แอนิเมชันมีการใช้สีและแสงที่ให้อารมณ์ต่างกัน และมีฉากที่ช่วยเสริมอารมณ์ความรู้สึกของผู้ชมมากยิ่งขึ้น

3) ฉากหลัง (background) ฝ่ายฉากเป็นฝ่ายที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าฝ่ายอื่นๆ เพราะฉากช่วยสื่ออารมณ์ได้เช่นเดียวกับตัวละคร เนื่องจากสีและแสงที่ต่างกันย่อมให้อารมณ์ที่ไม่เหมือนกัน และฉากยังช่วยเสริมอารมณ์ของผู้ชมได้มากขึ้น

2.2.2.3 ขั้นตอนหลังการทำ (Postproduction)

เป็นขั้นตอนปิดท้าย ได้แก่

1) การประกอบภาพรวม (compositing) คือ ขั้นตอนในการนำตัวละครและฉากหลังมารวมเป็นภาพเดียวกัน ซึ่งทั้งแอนิเมชันแบบภาพสองมิติและภาพสามมิติ ต่างต้องใช้กระบวนการนี้ทั้งสิ้น ในกระบวนการนี้ มีการปรับแสงและสีของภาพ ให้มีความกลมกลืนกัน ไม่ให้สี

แตกต่างกัน การนำตัวละครและฉากหลังมารวมเป็นภาพเดียวกัน เป็นกระบวนการที่จำเป็น สำหรับการทำแอนิเมชันแบบสองมิติ และแบบสามมิติ

2) ดนตรีและเสียงประกอบ (music and sound effects) หมายถึง การเลือกเสียงดนตรีประกอบ ให้เข้ากับการดำเนินเรื่อง และฉากต่างๆ ของการ์ตูน รวมทั้งเสียงประกอบสังเคราะห์ด้วย ซึ่งวิศวกรเสียงสามารถสร้างเสียงประกอบ ให้สอดคล้องกับการดำเนินเรื่องได้ โดยดูจากเค้าโครงเรื่อง ดังนั้นเค้าโครงเรื่องถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง ในอดีต การสร้างเสียงประกอบสามารถทำได้ โดยการบันทึกเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงจริงที่ให้เสียงได้ใกล้เคียง เช่น เสียงเคาะกะลาอาจใช้แทนเสียงม้าวิ่ง เสียงเคาะช้อนและส้อมอาจใช้แทนเสียงการฟันดาบ ในปัจจุบัน ได้นำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการสังเคราะห์เสียงให้ได้เหมือนจริง หรือเกินกว่าความเป็นจริง เช่น เสียงคลื่น เสียงพายุ เสียงระเบิด ซึ่งวิศวกรเสียงได้เข้ามามีบทบาทอย่างมาก ทั้งนี้ การ์ตูนภาพเดียวกันแต่เสียงประกอบต่างกัน เสียงประกอบที่ดีกว่า และเหมาะสมกว่า จะช่วยเพิ่มอารมณ์ความรู้สึก ในการชมภาพยนตร์การ์ตูนแอนิเมชันมากขึ้น

2.2.3 แบบจำลองสามมิติ (Three-dimensional model) เป็นการสร้างรูปทรงหรือรูปร่างแบบสามมิติ โดยการกำหนดจุดต่างๆ และเชื่อมโยงจุดด้วยเส้นตรง เพื่อให้ได้รูปทรงตามต้องการ การใช้คอมพิวเตอร์สร้างรูปทรงสามมิติอาจทำได้โดยอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ในกรณีที่รูปทรงเป็นแบบสมมาตร หรือรูปทรงเรขาคณิต หรือรูปทรงที่ประกอบขึ้นจากรูปทรงเรขาคณิตมาประกอบกัน หากเป็นรูปทรงที่ไม่สมมาตร หรือมีรายละเอียดมาก ก็จำเป็นต้องกำหนดจุดต่างๆ และลากเส้นต่อจุดเองด้วยผู้วาดภาพที่เชี่ยวชาญ เช่น การสร้างแบบจำลองสามมิติสำหรับใบหน้าและศีรษะมนุษย์ จำเป็นต้องกำหนดจุดเป็นจำนวนมากในหลักหมื่น เมื่อลากเส้นตรงต่อจุดเชื่อมโยงเป็นรูปใบหน้าและศีรษะในสามมิติ รูปทรงที่ได้เสมือนเกิดจากรูปสามเหลี่ยม หรือรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปหลายเหลี่ยม (polygon) มาเรียงต่อๆ กันเป็นแบบเส้นโครง (wire-frame) สำหรับรูปใบหน้า และศีรษะมนุษย์ อาจมีจำนวนรูปหลายเหลี่ยมในหลักพัน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับความละเอียดของการสร้างแบบจำลอง ในปัจจุบันการสร้างแบบจำลองสามมิติอาจทำได้จากการใช้เครื่องกราดสามมิติ เพื่อกราดรูปทรงจริงสามมิติ เช่น ใบหน้ามนุษย์ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลรูปหลายเหลี่ยมที่ได้ยังคงไม่สมบูรณ์ จึงต้องใช้ผู้วาดภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาปรับแต่งข้อมูลที่อาจไม่ถูกต้อง ซึ่งคงต้องใช้เวลามาก

2.2.4 การให้แสง-เงา (Shading) เป็นการนำแบบจำลองสามมิติ ซึ่งประกอบด้วยรูปหลายเหลี่ยมจำนวนมากมาระบายสี และให้แสง-เงาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ภาพสมจริง ในขั้นตอนนี้ผู้วาดภาพจะกำหนดลักษณะของวัสดุและสีของรูปหลายเหลี่ยมต่างๆ ตลอดจนประเภทของการให้แสง-เงา (shading type) หลังจากนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะจัดการสร้างแสง-เงาโดยอัตโนมัติ แต่ภาพที่ได้จากการให้แสง-เงายังคงไม่สมจริงมากนักการให้แสง-เงา ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ภาพสมจริง การให้แสง-เงา ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ภาพสมจริง

2.2.5 การลงลายผิวภาพ (Texture mapping) เป็นการนำลวดลายและสีสันที่สมจริง ซึ่งอาจได้มาจากภาพถ่ายจริงหรือภาพวาดไปส่งจุดภาพ (map) หรือผสมลงบนรูปหลายเหลี่ยมต่างๆ ของแบบจำลองในขั้นตอนการให้แสง-เงาดังได้กล่าวมาแล้ว ซึ่งขั้นตอนนี้เรียกว่า การลงลายผิวภาพสามมิติ (3D texture mapping) ทั้งนี้ สีสันและลวดลายจากของจริงจะถูกผสมลงในแบบจำลองสามมิติ วิธีนี้มีขั้นตอนที่ยุ่งยาก และต้องใช้เวลาในการทำงานของคอมพิวเตอร์มาก เพราะเป็นการนำข้อมูลสีสันลวดลายจากภาพสองมิติ ไปส่งจุดภาพ (map) ลงบนรูปหลายเหลี่ยมต่างๆ จำนวนมากบนแบบจำลองสามมิติ การลงลายผิวภาพนี้สามารถทำในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการสร้างภาพกราฟิก (rendering) ได้เช่นกัน ซึ่งในขั้นตอนนี้ แบบจำลองสามมิติจะถูกแปลงมาเป็นภาพสองมิติแล้ว การลงลายผิวภาพจะเกิดขึ้นในแบบสองมิติ ซึ่งจำนวนรูปหลายเหลี่ยมที่เกี่ยวข้องกับการแสดงภาพ จะมีจำนวนน้อยกว่าอย่างมาก ทำให้การลงลายผิวภาพทำได้ง่ายและเร็วกว่า การลงลายผิวภาพสามมิติมาก วิธีนี้เรียกว่า การลงลายผิวภาพสองมิติ (2D texture mapping) การลงลายผิวภาพมีขั้นตอนที่ยุ่งยากและใช้เวลามาก

2.2.6 การควบคุมการเคลื่อนที่ (Motion control) มีความสำคัญ และต้องใช้เทคนิคขั้นสูงเพื่อทำให้การเคลื่อนไหวของแอนิเมชันดูสมจริง การควบคุมการเคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) การเคลื่อนที่แบบกำหนดตำแหน่งและท่าทางหลัก(key position/orientation)

2) การเคลื่อนที่เป็นไปโดยอัตโนมัติ

การเคลื่อนที่แบบกำหนดตำแหน่งและท่าทางหลักนั้น ผู้วาดการ์ตูนคอมพิวเตอร์จะกำหนดตำแหน่ง ท่าทาง และแนวการเคลื่อนที่อย่างคร่าวๆ ตามต้องการ โดยเป็นไปในลักษณะเดียวกับคีย์ภาพในการสร้างแอนิเมชันแบบภาพสองมิติ โปรแกรมจะทำการประมาณ (interpolate) หาตำแหน่งและท่าทางเพิ่มเติมสำหรับภาพช่วงกลาง เพื่อให้เส้นทางการเคลื่อนที่ดูราบรื่นและสมจริง หลักการนี้เรียกว่า ไคเนเมติกส์ (kinematics) ทั้งนี้ การเคลื่อนที่จะสมจริงหรือไม่ ขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของผู้วาดการ์ตูนคอมพิวเตอร์ เทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการหาแนวการเคลื่อนที่ได้สมจริงคือ โรโทสโกป (rotoscoping) หรือการลอกภาพเพื่อซ้อน ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลการเคลื่อนไหวจากตัวละครจริงมาเป็นคีย์ภาพ เช่น ถ้าเราต้องการสร้างแอนิเมชันหญิงสาวกำลังเต้นรำ เราสามารถบันทึกวีดิทัศน์ของนักเต้นรำมืออาชีพในหลายๆ มุมมอง เพื่อหาจังหวะและท่าทางการเคลื่อนไหวของมือ เท้า ไหล่ เอว ลำตัว คอ แขน และส่วนอื่นๆ ที่ประกอบกันเป็นท่ารำที่อ่อนช้อย สวยงาม นักโรโทสโกปจะต้องใช้เวลาอย่างมากในการจดจำจังหวะและท่าทางต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างสอดคล้องผสมกลมกลืนกัน จนเป็นท่ารำที่สวยงาม และแปลงให้เป็นข้อมูลจำนวนมหาศาล เพื่อใช้กำหนดคีย์ภาพให้แก่แอนิเมชัน แต่ในบางกรณี โรโทสโกปอาจไม่สามารถทำได้กับตัวละครจริงๆ เช่น ถ้าต้องการทำแอนิเมชันของท่าวิ่งหรือท่ากระโดดของเสือ เราคงไม่สามารถนำเสือจริงๆ มาทดลองวิ่งหรือกระโดด แต่อาจหาสัตว์อื่นใน

ตระกูลเดียวกัน เช่น แมว มาทำโรโทสโกปแทน ในลักษณะเช่นนี้ แอนิเมชันของเสือที่ได้อาจมีท่าวิ่งหรือท่ากระโดดคล้ายกับแมว

บางกรณีที่ไม่สามารถใช้โรโทสโกปได้ เช่น ถ้าต้องการสร้างแอนิเมชันของฝูงวัว ที่มีจำนวนนับร้อยตัว ซึ่งกำลังวิ่งไปในทิศทางเดียวกัน หรือแอนิเมชันของฝูงปลาหลากหลายชนิด นับพันตัวแหวกว่ายไปในทิศทางเดียวกัน การควบคุมการเคลื่อนที่และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของวัวหรือปลาแต่ละตัว คงเป็นไปไม่ได้ นักคอมพิวเตอร์จำเป็นต้องหาตัวแบบที่สามารถกำหนดลักษณะหรือคุณสมบัติบางอย่างให้แก่ตัวละคร (วัวหรือปลา) แล้วให้การเคลื่อนที่ของตัวละคร เป็นไปโดยอัตโนมัติ แบบจำลองที่นิยมใช้ เช่น แบบจำลองทางฟิสิกส์ (physical model) แบบจำลองผิดรูป (deformable model) แบบจำลองพฤติกรรม (behavioral model) แอนิเมชันภาพละออง (particle system) หรือใช้แบบจำลองหลายๆ อย่างรวมกัน เช่น หากต้องการสร้างแอนิเมชันฝูงปลาที่แหวกว่ายอยู่ในน้ำ อาจใช้แบบจำลองทางฟิสิกส์ กำหนดลักษณะและสรีระของปลาแต่ละชนิด เช่น น้ำหนักและลักษณะของกล้ามเนื้อ ครีบ หาง ใช้แบบจำลองผิดรูปเพื่อกำหนดรูปร่าง โครงสร้าง ขนาด การยุบหรือพองของลำตัวปลา และกล้ามเนื้อขณะว่ายน้ำหรือบิดตัว และใช้แบบจำลองพฤติกรรม เช่น การจับกลุ่ม การแตกกลุ่ม ระยะห่างของปลาแต่ละชนิดในขณะที่ว่ายน้ำ

จะเห็นได้ว่า การควบคุมการเคลื่อนที่ของแอนิเมชันมีความสำคัญ แต่การทำให้ดูสมจริง ทำได้ยาก ดังนั้น คุณค่าของแอนิเมชันจึงขึ้นอยู่กับความสามารถของนักคอมพิวเตอร์ ในการทำให้ภาพใกล้เคียงกับความเป็นจริงตามธรรมชาติ ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ชัดว่า ในปัจจุบันแอนิเมชันที่มีอยู่ยังคงมีการเคลื่อนที่ที่ดูไม่สมจริง ทั้งนี้ เพราะการเคลื่อนที่ที่สมจริงต้องเป็นไปอย่างเป็นธรรมชาติตามหลักฟิสิกส์ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง และในหลายกรณีแบบจำลองที่ใช้มักนิยมใช้แบบจำลองโดยประมาณ ซึ่งไม่ถูกต้องแม่นยำตามหลักฟิสิกส์ทั้งหมด เช่น การสร้างแอนิเมชันการกระดอนของลูกบอลที่ตกกระทบพื้นดิน ซึ่งดูเป็นเรื่องที่ง่ายมาก นักคอมพิวเตอร์อาจใช้สมการการเคลื่อนที่ และแรงแบบง่ายตามหลักฟิสิกส์ แต่ในความเป็นจริงแล้ว ยังมีเรื่องของแรงต้านอากาศ แรงดันของอากาศในลูกบอล ซึ่งมีผลต่อความยืดหยุ่นของลูกบอลและแรงที่กระทำ การยุบตัวของพื้นดินเมื่อถูกลูกบอลตกกระทบ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของดิน ความแข็ง ความยืดหยุ่น และปัจจัยอื่นๆ อีกมากมาย

2.2.7 ความพร่าเหตุเคลื่อนที่ (Motion blur) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ เพื่อหลอกให้ผู้ชมรับรู้ว่า มีการเคลื่อนที่ ความพร่าของภาพอันเนื่องจากการเคลื่อนที่ เกิดจากความไวต่อแสงของฟิล์มที่ใช้ในการบันทึกภาพการเคลื่อนที่ การมองเห็นภาพติดตา (persistence of vision) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นกับการมองเห็น เมื่อวัตถุมีการเคลื่อนที่ โดยการเคลื่อนที่ของแอนิเมชันที่บันทึกลงบนแผ่นฟิล์ม หรือวีดิทัศน์นั้น เป็นการสร้างภาพขึ้นแบบกรอบภาพต่อกรอบภาพ โดยแต่ละกรอบภาพมีความคมชัด และเมื่อนำกรอบภาพต่างๆ มาฉายหรือสร้างเป็นภาพเคลื่อนที่ จึงไม่มีความพร่า

แอนิเมชันที่ได้ ก็จะดูไม่สมจริง การเพิ่มความพร่า เมื่อต้องการสื่อถึงการเคลื่อนไหวของแอนิเมชันจึงเป็นสิ่งจำเป็น ปัจจุบัน โปรแกรมสำเร็จรูปด้านแอนิเมชันมีเทคนิคนี้ ให้เลือกใช้ได้โดยง่าย ทำให้นักคอมพิวเตอร์สามารถสร้างแอนิเมชันให้ดูสมจริงยิ่งขึ้น เทคนิคในการใช้ความพร่าของภาพ เพื่อหลอกให้ผู้ชมรับรู้ว่ามีการเคลื่อนที่

2.2.8 การเปลี่ยนรูปและการแปลงร่าง (Warping and Morphing) หรือเรียกทับศัพท์ว่า วอร์ปปิง และมอร์ฟฟิง เป็นเทคนิคที่ใช้สร้างสีสันให้แก่แอนิเมชัน

วอร์ปปิง หมายถึง การเปลี่ยนรูปของภาพแต่ยังคงมีสภาพเดิมอยู่ เช่น การทำแอนิเมชันเงาของภาพใบหน้าคนในน้ำที่กระเพื่อม ซึ่งยังคงมองเห็นเป็นใบหน้า แต่อาจยากต่อการแยกว่าเป็นใบหน้าของใคร หรือการทำวอร์ปปิงของวัตถุที่มองผ่านกระจก หรือการทำวอร์ปปิงของดอกไม้ที่กำลังหุบ

ส่วน มอร์ฟฟิง หมายถึง การแปลงร่างจากสิ่งหนึ่งไปเป็นอีกสิ่งหนึ่ง เช่น แปลงจากใบหน้าคนเป็นใบหน้าเสือ มอร์ฟฟิงแบบสองมิติสามารถทำได้ง่าย โดยเริ่มจากการกำหนดจุดหรือบริเวณ (feature) ของภาพทั้งสองที่ต้องการจะแปลง ในขั้นตอนนี้เรียกว่า การทำภาพแปลง (mapping) โปรแกรมจะทำหน้าที่แสดงลำดับการผสมข้อมูลสี จากภาพหนึ่งไปเป็นอีกภาพหนึ่ง ด้วยการค่อยๆ ลดสัดส่วนของสีในภาพแรกลง ในขณะเดียวกันค่อยๆ เพิ่มสัดส่วนของสี จากภาพหลังมาแทนที่ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะเป็นการค่อยๆ เปลี่ยนจากภาพแรกไปเป็นภาพหลัง

ส่วนการแปลงร่างแบบสามมิติมีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้ วัตถุทั้งสองที่จะนำมาแปลงจะต้องมีโครงสร้างที่คล้ายคลึง หรือเทียบเคียงกันได้ เช่น การแปลงจากแมวไปเป็นเสือ แต่ในทางกลับกัน ถ้าต้องการแปลงจากนกไปเป็นเสือย่อมทำได้ยาก หรือไม่สามารถทำได้ โดยความซับซ้อนจะอยู่ที่ว่า ปีกและขาทั้ง 2 ข้างของนกจะเทียบเคียงได้กับส่วนใดของเสือ ผลลัพธ์ที่ได้อาจดูแปลกไป ขั้นตอนการแปลงร่างจะคล้ายกับแบบสองมิติ แต่จุดหรือบริเวณที่จะแปลงต้องใช้แบบสามมิติ ซึ่งขั้นตอนจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้น เพราะการแปลงร่างจะต้องเกิดขึ้นในระดับโครงสร้างของวัตถุทั้งสอง

2.2.9 การประยุกต์ใช้แอนิเมชันใช้คอมพิวเตอร์

การประยุกต์ใช้แอนิเมชันใช้คอมพิวเตอร์ซึ่งเห็นกันได้ทั่วไปมักเป็นทางด้านบันเทิง เช่น ภาพยนตร์การ์ตูนทั้งประเภทแอนิเมชันแบบภาพแวบและแบบสามมิติ เกมคอมพิวเตอร์ทั้งสองมิติและสามมิติ ตลอดจนผลพิเศษ (special effects) ในภาพยนตร์ต่างๆ นอกเหนือจากนี้แล้ว แอนิเมชันใช้คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ในการจำลองแบบ (simulation) ทางด้านวิทยาศาสตร์หลายด้านด้วยกัน คือ

1) การจำลองสิ่งที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าให้สามารถมองเห็นได้ เช่น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในแบบจำลองโมเลกุล การเจริญเติบโตของเซลล์สิ่งมีชีวิตและการแบ่งตัว

2) การจำลองสิ่งที่ยิ่งใหญ่เกินกว่าที่จะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าให้สามารถมองเห็นได้ เช่น แบบจำลองของเอกภพ และกลุ่มดาวต่างๆ

3) การจำลองสิ่งที่ไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นจริงได้ให้ดูเหมือนจริงได้ เช่น การจำลองภาพอุกกาบาตชนโลก

4) การจำลองปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น การเกิดคลื่น การเกิดพายุหมุน การไหลของน้ำ การสร้างกลุ่มเมฆหมอกหรือควัน การจำลองการเกิดแรงต้านของอากาศที่มีต่อรถไฟใต้ดินที่กำลังแล่นในอุโมงค์

5) การจำลองเพื่อการศึกษาและประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เช่น การจำลองการชนกันของยานยนต์ เพื่อวิเคราะห์ความเสียหาย (crash analysis)

ส่วนการแปลงร่างแบบสามมิติมีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากขึ้น ทั้งนี้ วัตถุทั้งสองที่จะนำมาแปลงจะต้องมีโครงสร้างที่คล้ายคลึง หรือเทียบเคียงกันได้ เช่น การแปลงจากแมวไปเป็นเสือ แต่ในทางกลับกัน ถ้าต้องการแปลงจากนกไปเป็นเสือย่อมทำได้ยาก หรือไม่สามารถทำได้ โดยความซับซ้อนจะอยู่ที่ว่า ปีกและขาทั้ง 2 ข้างของนกจะเทียบเคียงได้กับส่วนใดของเสือ ผลลัพธ์ที่ได้อาจดูแปลกไป ขั้นตอนการแปลงร่างจะคล้ายกับแบบสองมิติ แต่จุดหรือบริเวณที่จะแปลงต้องใช้แบบสามมิติ ซึ่งขั้นตอนจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนมากขึ้น เพราะการแปลงร่างจะต้องเกิดขึ้นในระดับโครงสร้างของวัตถุทั้งสอง สารานุกรมไทย สำหรับเยาวชน แอนิเมชัน (2558,22กุมภาพันธ์2558)

2.3 ดาราศาสตร์และอวกาศ

2.3.1 ดาราศาสตร์

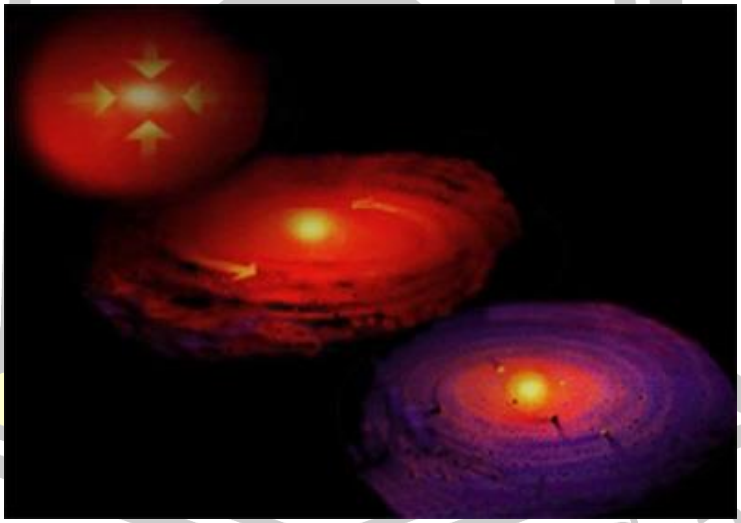
ระบบวงโคจรของดวงอาทิตย์ โลก และดวงจันทร์ (Sun-Earth-Moon connection) ทำให้เกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ ในรอบวัน รอบเดือน หรือรอบปี ส่วนใหญ่จะเป็นปรากฏการณ์ทางแสง ได้แก่ กลางวันกลางคืน, ฤดูกาล, ข้างขึ้นข้างแรม, สุริยุปราคา, จันทรุปราคา ส่วนปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากแรงโน้มถ่วง ได้แก่ น้ำขึ้นน้ำลง "ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศระบบสุริยจักรวาล" 2558,20 กุมภาพันธ์2558)

2.3.2 ระบบสุริยะ

ระบบสุริยะประกอบด้วย ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์อยู่ตรงศูนย์กลางของระบบ มีดาวเคราะห์และวัตถุขนาดเล็กเช่นดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง เป็นบริวารโคจรล้อมรอบ ดาวเคราะห์บางดวงมีดวงจันทร์บริวารโคจรล้อมรอบ

กำเนิดระบบสุริยะ ระบบสุริยะเกิดจากกลุ่มฝุ่นและแก๊สในอวกาศซึ่งเรียกว่า “โซลาร์เนบิวลา” (Solar Nebula) รวมตัวกันเมื่อประมาณ 4,600 ล้านปีมาแล้ว (นักวิทยาศาสตร์คำนวณ

จากอัตราการหลอมรวมไฮโดรเจนเป็นฮีเลียมภายในดวงอาทิตย์) เมื่อสสารมากขึ้นแรงโน้มถ่วงระหว่างมวลสารมากขึ้นตามไปด้วย กลุ่มฝุ่นและแก๊สยุบตัวหมุนเป็นรูปจานตามหลักอนุรักษ์โมเมนตัมเชิงมุม ดังภาพที่ 1 แรงโน้มถ่วงที่เพิ่มขึ้นสร้างแรงกดดันที่ใจกลางจนอุณหภูมิสูงถึง 15 ล้านเคลวิน จุดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน หลอมรวมอะตอมของไฮโดรเจนให้เป็นฮีเลียม ดวงอาทิตย์กำเนิดเป็นดาวฤกษ์ วัสดุรอบๆ ดวงอาทิตย์ (Planetisimal) ยังคงหมุนวนและโคจรรอบดวงอาทิตย์ด้วยโมเมนตัมที่มีอยู่เดิม มวลสารในวงโคจรแต่ละชั้นรวมตัวกันเป็นดาวเคราะห์ อิทธิพลจากแรงโน้มถ่วงทำให้วัสดุที่อยู่รอบๆ พุ่งเข้าหาดาวเคราะห์จากทุกทิศทาง ถ้าทิศทางของการเคลื่อนที่มีมุมลึกก็จะพุ่งชนดาวเคราะห์ทำให้ดาวเคราะห์นั้นมีขนาดใหญ่และมีมวลเพิ่มขึ้น แต่ถ้ามุมของการพุ่งชนตื้นเกินไปก็อาจจะทำให้แฉลบเข้าสู่วงโคจร และเกิดการรวมตัวกลายเป็นดวงจันทร์บริวาร ดังจะเห็นว่า ดาวเคราะห์ขนาดใหญ่ เช่น ดาวพฤหัสบดีและดาวเสาร์มีดวงจันทร์บริวารหลายดวง เนื่องจากเป็นดาวเคราะห์ขนาดใหญ่มีมวลมากจึงมีแรงโน้มถ่วงมาก ต่างกับดาวพุธซึ่งเป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็กมีมวลน้อยจึงมีแรงโน้มถ่วงน้อยจึงไม่มีดวงจันทร์บริวารเลย ส่วนดาวเคราะห์น้อยและดาวหางนั้นมีรูปทรงเหมือนอุกกาบาตเพราะเป็นดาวขนาดเล็กมีมวลน้อย แรงโน้มถ่วงจึงไม่สามารถเอาชนะแรงยึดเหนี่ยวระหว่างสสารให้ยุบรวมเป็นทรงกลมได้

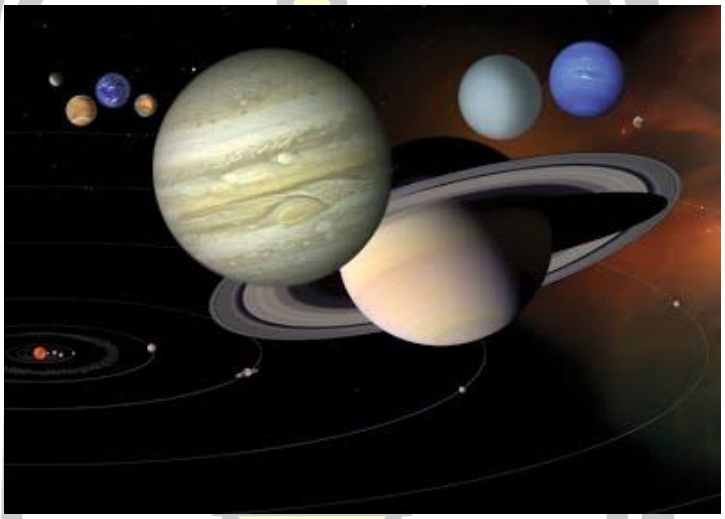


ภาพประกอบที่ 2 การกำเนิดระบบสุริยะ

(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

2.3.2.1 องค์ประกอบของระบบสุริยะ

1) ดวงอาทิตย์ (The Sun) เป็นดาวฤกษ์ซึ่งมีมวลร้อยละ 99 ของระบบสุริยะ จึงทำให้อวกาศโค้งเกิดเป็นศูนย์กลางของแรงโน้มถ่วง โดยมีดาวเคราะห์และบริวารทั้งหลายโคจรล้อมรอบ ดวงอาทิตย์มีองค์ประกอบหลักเป็นไฮโดรเจนซึ่งเป็นอยู่ในสถานะพลาสมา (แก๊สที่มีอุณหภูมิสูงมากจนประจุหลุดออกมา)



ภาพประกอบที่ 3 ระบบสุริยะ

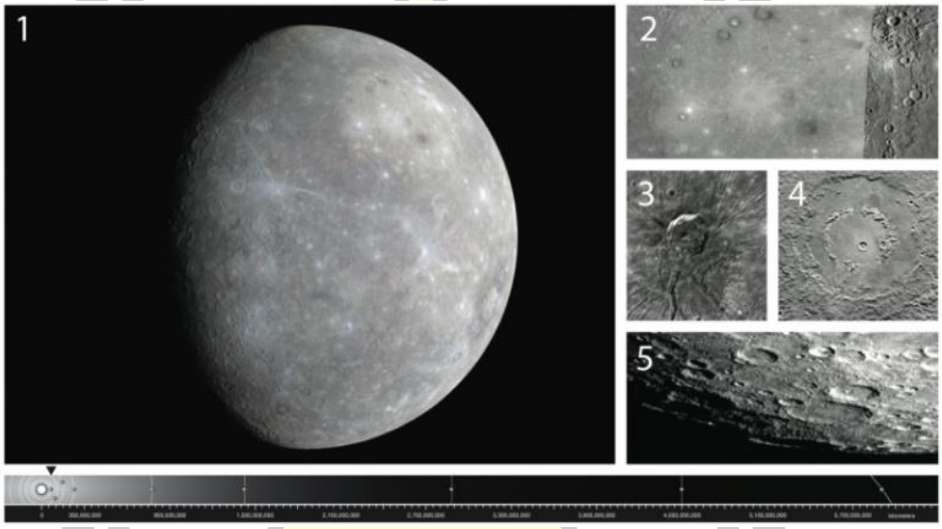
(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

2) ดาวเคราะห์ ระบบสุริยะมีดาวเคราะห์เป็นบริวารโคจรรอบดวงอาทิตย์ 8 ดวง ดาวเคราะห์ชั้นใน 4 ดวงแรก มีขนาดเล็กและมีพื้นผิวเป็นของแข็ง เนื่องจากอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มาก บรรยากาศจึงถูกทำลาย ดาวเคราะห์ชั้นนอก 4 ดวงถัดไป เป็นดาวแก๊สขนาดใหญ่ เนื่องจากอยู่ห่างไกลจากดวงอาทิตย์ บรรยากาศจึงไม่ถูกทำลาย ดาวมีมวลมากทำให้แรงโน้มถ่วงมากตามไปด้วย จึงมีวงแหวนและดวงจันทร์บริวารหลายดวง

3) ดาวพุธ (Mercury) เป็นดาวเคราะห์ซึ่งอยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์มากที่สุด เป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็ก และไม่มีดวงจันทร์เป็นบริวาร โครงสร้างภายในของดาวพุธประกอบไปด้วยแกนเหล็กขนาดใหญ่มีรัศมีประมาณ 1,800 ถึง 1,900 กิโลเมตร ล้อมรอบด้วยชั้นที่เป็นซิลิเกต (ในทำนองเดียวกับที่แกนของโลกถูกห่อหุ้มด้วยแมนเทิลและเปลือก) ซึ่งหนาเพียง 500 ถึง 600 กิโลเมตร บางส่วนของแกนอาจจะยังหลอมละลายอยู่

ในปี พ.ศ.2517 สหรัฐอเมริกาได้ส่งยานมารีเนอร์ 10 ไปสำรวจและทำแผนที่พื้นผิวดาวพุธเป็นครั้งแรก แต่เนื่องจากดาวพุธอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มาก จึงสามารถทำแผนที่ได้เพียง

ร้อยละ 45 ของพื้นที่ทั้งหมด พื้นผิวดาวพุธเต็มไปด้วยหลุมบ่อมากมายคล้ายกับพื้นผิวดวงจันทร์ มีเทือกเขาสูงใหญ่และแอ่งที่ราบขนาดใหญ่อยู่ทั่วไป แอ่งที่ราบแคลอริสมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1,300 กิโลเมตร นักดาราศาสตร์สันนิษฐานว่า แอ่งที่ราบขนาดใหญ่เช่นนี้เกิดจากการพุ่งชนของอุกกาบาตในยุคเริ่มแรกของระบบสุริยะ ดาวพุธไม่มีชั้นบรรยากาศห่อหุ้ม ดาวพุธอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มาก กลางวันจึงมีอุณหภูมิสูงถึง 430C แต่กลางคืนอุณหภูมิลดเหลือเพียง -180°C อุณหภูมิกลางวันกลางคืนแตกต่างกันถึง 610°C



ภาพประกอบที่ 4 ดาวพุธ

4.1 ภาพถ่ายดาวพุธจากยานเมสเซนเจอร์ 4.2 แอ่งที่ราบแคลอริส

4.3 การแผ่กระจายของรอยแยกที่ใจกลางแอ่งแคลอริส 4.4 เครเตอร์สองชั้นที่แอ่งเรดิทแลดิ

4.5 บริเวณขั้วใต้

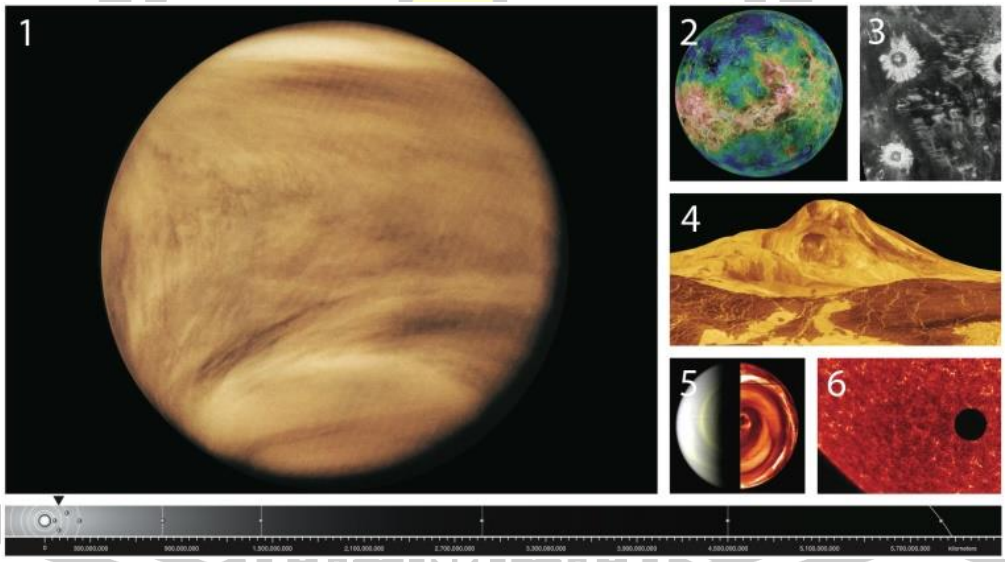
(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

4) ดาวศุกร์ (Venus) อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 2 เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 6 ไม่มีดวงจันทร์บริวาร ดาวศุกร์มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโลก จนได้ชื่อว่าเป็นดาวเคราะห์ฝาแฝดกับโลกของเรา โครงสร้างภายในของดาวศุกร์ ประกอบด้วย แกนกลางที่เป็นเหล็กมีรัศมีประมาณ 3,000 กิโลเมตร ห่อหุ้มด้วยชั้นแมนเทิลที่มีความหนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร และเปลือกแข็งที่ประกอบด้วยหินซิลิเกต

ยานอวกาศลำแรกที่เดินทางไปดาวศุกร์คือ มาริเนอร์ 2 ในปี พ.ศ.2505 หลังจากนั้นก็มีอีกหลายลำ จนกระทั่งในปี พ.ศ. 2532 ยานอวกาศแมกเจลแลนได้ใช้เรดาร์ในการสำรวจผ่าน

ชั้นบรรยากาศที่หนาแน่นของดาวศุกร์เพื่อทำแผนที่พื้นผิวของดาว การสำรวจโดยใช้สัญญาณเรดาร์ทำให้ทราบระดับสูงของพื้นผิวดาวศุกร์ และพบว่าพื้นผิวดาวศุกร์ปกคลุมไปด้วยภูเขาไฟใหญ่และที่ราบที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟหลายแห่ง นอกจากนี้ยังพบว่า พื้นผิวดาวศุกร์ไม่มีหลุมอุกกาบาตขนาดเล็ก เนื่องจากว่า อุกกาบาตจะถูกเผาไหม้ไปจนหมดในระหว่างที่ตกเข้าสู่ชั้นบรรยากาศที่หนาแน่นของดาวศุกร์

ชั้นบรรยากาศของดาวศุกร์นั้นมีความหนาแน่นมาก ความกดอากาศบนพื้นผิวดาวศุกร์สูงกว่าความกดอากาศบนพื้นผิวโลก 90 เท่า หรือมีค่าเท่ากับความดันที่ใต้ทะเลลึก 1 กิโลเมตร บรรยากาศของดาวศุกร์ประกอบไปด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ และมีชั้นเมฆอยู่หลายชั้นที่ประกอบไปด้วยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (กรดกำมะถัน) ซึ่งมีความหนาหลายกิโลเมตร ทำให้เราไม่สามารถมองเห็นพื้นผิวดาวศุกร์ ชั้นบรรยากาศที่หนาทึบทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกกักเก็บความร้อนไว้ ทำให้อุณหภูมิพื้นผิวสูงถึง 470℃ จะเห็นได้ว่าพื้นผิวดาวศุกร์ร้อนกว่าพื้นผิวดาวพุธมาก ทั้งๆ ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์กว่าดาวพุธถึงสองเท่าก็ตาม



ภาพประกอบที่ 5 ดาวศุกร์

5.1 ภาพถ่ายอินฟราเรดของดาวศุกร์ โดยยานไอโอ

5.2 ภาพจากเรดาร์ทำให้เห็นระดับสูงของพื้นผิวที่แตกต่างกัน

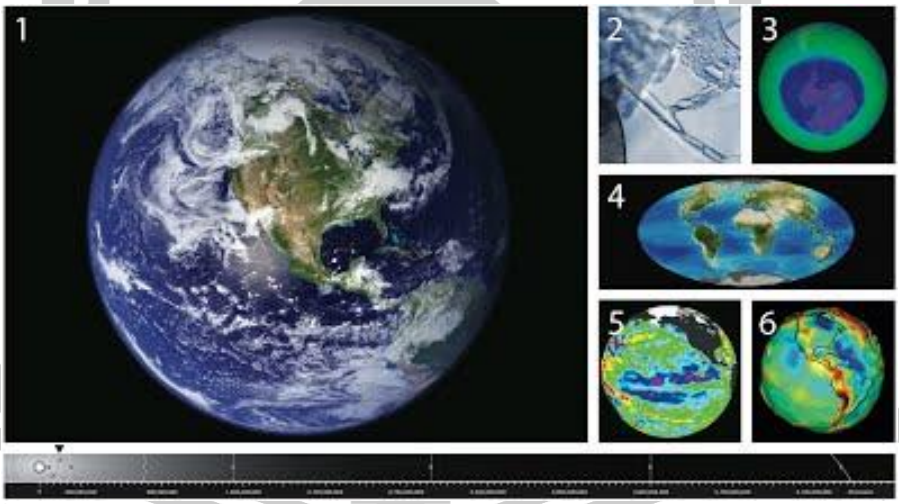
5.3 หลุมที่เกิดจากอุกกาบาตพุ่งชน 5.4 ภูเขาไฟ Maat Mons

5.5 ภาพเมฆชั้นบนในช่วงรังสี UV 5.6 ดาวศุกร์เคลื่อนที่ผ่านหน้าดวงอาทิตย์

(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

5) โลก (The Earth) เป็นดาวเคราะห์ดวงเดียวในระบบสุริยะที่มีสภาวะแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 3 และมีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 5 โลกมีสัณฐานเป็นทรงกลมแป้นมีรัศมีเฉลี่ย 6,371 กิโลเมตร โครงสร้างภายในของโลกประกอบไปด้วยแก่นชั้นในที่เป็นเหล็ก มีรัศมีประมาณ 1,200 กิโลเมตร ห่อหุ้มด้วยแก่นชั้นนอกที่เป็นของเหลว (Liquid) ประกอบด้วยเหล็กและนิเกิล มีความหนาประมาณ 2,200 กิโลเมตร ถัดขึ้นมาเป็นชั้นแมนเทิลซึ่งเป็นของแข็งเนื้ออ่อนที่ยืดหยุ่นได้ (Plastic) ประกอบไปด้วย เหล็ก แมกนีเซียม ซิลิกอน และธาตุอื่นๆ มีความหนาประมาณ 3,000 กิโลเมตร เปลือกโลกเป็นของแข็ง (Solid) มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นเฟลด์สปาร์ และควอตซ์

นอกจากนี้โลกยังมีสนามแม่เหล็กซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของแก่นชั้นนอกซึ่งเป็นเหล็กเหลว ถึงแม้ว่าสนามแม่เหล็กโลกจะมีความเข้มไม่มาก แต่ก็ช่วยปกป้องไม่ให้อนุภาคที่มีพลังงานสูงจากดวงอาทิตย์ (Solar wind) เดินทางผ่านมาที่ผิวโลกได้ โดยสนามแม่เหล็กจะกักให้อนุภาคเดินทางไปตามเส้นแรงแม่เหล็ก และเข้าสู่ชั้นบรรยากาศได้เพียงที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้เท่านั้น เมื่ออนุภาคพลังงานสูงปะทะกับโมเลกุลของแก๊สในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดแสงสีสวยงามสังเกตเห็นบนท้องฟ้ายามค่ำคืน เรียกว่า "แสงเหนือแสงใต้" (Aurora)



ภาพประกอบที่ 6 โลก

6.1 ภาพถ่ายโลกจากดาวเทียมหลายดวงมาต่อกัน 6.2 ธารน้ำแข็งในทวีปแอนตาร์กติก

6.3 รูโอโซนที่ขั้วโลกใต้ (สีน้ำเงิน) 6.4 ชีวมณฑลซึ่งประกอบด้วยพืชพรรณ และแพลงตอนพืช

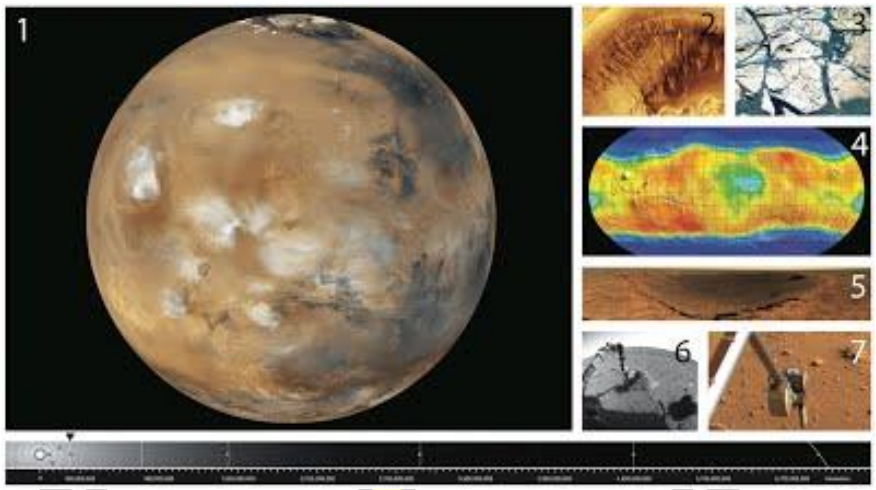
6.5 ระดับน้ำทะเลเมื่อเกิดสภาวะลานีญา

6.6 ความแตกต่างของสนามแรงโน้มถ่วงโลก (สีแดง มีความแรงมาก)

(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

6) ดาวอังคาร (Mars) เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 4 ในบรรดาดาวเคราะห์ทั้งหมด ดาวอังคารมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เท่าของโลก ดาวอังคารมีโครงสร้างภายในประกอบด้วยแก่นของแข็งมีรัศมีประมาณ 1,700 กิโลเมตร ห่อหุ้มด้วยชั้นแมนเทิลที่เป็นหินหนืดหนาประมาณ 1,600 กิโลเมตร และมีเปลือกแข็งเช่นเดียวกับโลก ดาวอังคารมีสีแดงเนื่องจากพื้นผิวประกอบด้วยออกไซด์ของเหล็ก (สนิมเหล็ก) พื้นผิวของดาวอังคารเต็มไปด้วยหุบเหวต่างๆ มากมาย หุบเหวขนาดใหญ่ชื่อ หุบเหวมาริเนอริส (Vales' Marineris) มีความยาว 4,000 กิโลเมตร กว้าง 600 กิโลเมตร ลึก 8 กิโลเมตร นอกจากนี้ดาวอังคารยังมีภูเขาไฟที่สูงที่สุดในระบบสุริยะชื่อ ภูเขาไฟโอลิมปัส (Mount Olympus) สูง 25 กิโลเมตร ฐานที่แผ่ออกไปมีรัศมี 300 กิโลเมตร ดาวอังคารมีบรรยากาศเบาบางมาก ประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งเกิดจากการระเหิดของน้ำแข็งแห้ง (คาร์บอนไดออกไซด์แข็ง) ปกคลุมอยู่ทั่วไปบนพื้นผิวดาวอังคาร ที่บริเวณขั้วเหนือและขั้วใต้ของดาวมีน้ำแข็ง (Ice water) ปกคลุมอยู่ตลอดเวลา ดาวอังคารเป็นดาวเคราะห์ที่เป็นที่ชื่นชอบของผู้แต่งนิยายวิทยาศาสตร์ในหลายสิบปีที่ผ่านมา ตั้งแต่มีการสังเกตดาวอังคารผ่านกล้องโทรทรรศน์ และพบรูปร่างพื้นผิวที่คล้ายกับคลองส่งน้ำของมนุษย์ดาวอังคาร (ถ้ามีสิ่งมีชีวิตอยู่จริงบนดาวอังคาร) แต่หลังจากที่องค์การนาซาได้ส่งยานไปสำรวจดาวอังคารอย่างต่อเนื่อง ทำให้เราทราบว่า ลักษณะดังกล่าวเป็นเพียงร่องรอยที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ อย่างไรก็ตามจากการสำรวจพื้นผิวดาวอังคารโดยยานไวกิงออร์บิเตอร์ 1 และยานมาร์สโกลบอลเซอร์เวเยอร์พบร่องรอยท้องแม่น้ำที่เหือดแห้ง นักวิทยาศาสตร์ตั้งสมมติฐานว่า ถ้าเคยมีสิ่งมีชีวิตอยู่บนดาวอังคารมาก่อน ก็น่าจะมีซากหรือฟอสซิลของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นใต้ท้องน้ำหรือใต้น้ำแข็งที่ขั้วทั้งสองของดาวอังคาร ดาวอังคารมีดวงจันทร์บริวารขนาดเล็ก 2 ดวง คือ โฟบัสและดีมอส ดวงจันทร์ทั้งสองดวงมีรูปร่างไม่สมมาตร และมีขนาดเล็กกว่า 25 กิโลเมตร สันนิษฐานว่าเป็นดาวเคราะห์น้อยที่ถูกแรงโน้มถ่วงของดาวอังคารดูดจับมาเป็นบริวาร ภายหลังการก่อตัวของระบบสุริยะ

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 7 ดาวอังคาร

7.1 ขั้วน้ำแข็งและบางพื้นที่ของดาวอังคารถูกปกคลุมด้วยเมฆน้ำแข็งสีขาว 7.2 ร่องรอยน้ำไหล

7.3 เม็ดกรวดสีน้ำเงิน สันนิษฐานว่าอาจเกิดขึ้นในสภาพใต้น้ำ

7.4 บริเวณสีน้ำเงินของแผนที่ มีน้ำแข็งฝังตัวอยู่ใต้พื้นผิว

7.5 หลุมอุกกาบาตแอนดูแรนซ์ 7.6 แขนกลตรวจสอบหินบนดาวอังคาร

7.7 แขนกลตรวจสอบดินเยือกแข็งบนดาวอังคาร

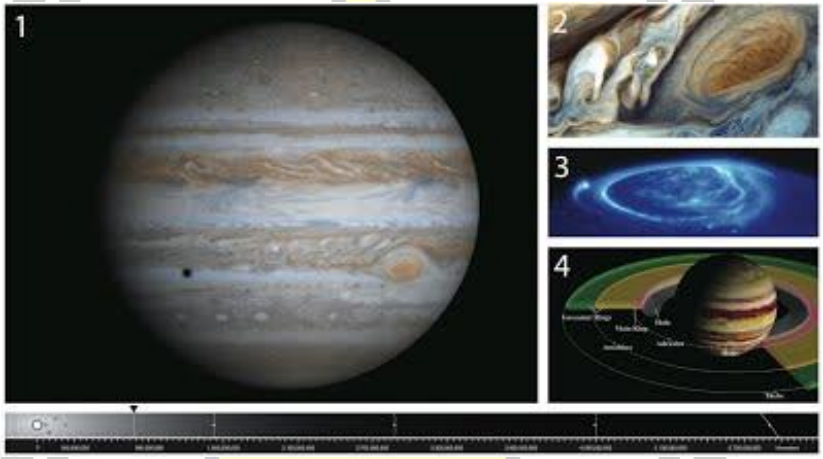
(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

7) ดาวพฤหัสบดี (Jupiter) เป็นวัตถุท้องฟ้าที่มีความสว่างมากเป็นอันดับที่ 4 รองจากดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดาวศุกร์ และเป็นที่รู้จักกันมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ดาวพฤหัสบดีถูกสำรวจเป็นครั้งแรกโดยยานไพโอเนียร์ 10 ในปี พ.ศ.2516 ติดตามด้วย ไพโอเนียร์ 11, วอยเอเจอร์ 1, วอยเอเจอร์ 2, ยูลิซิส และกาลิเลโอ ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวเคราะห์แก๊สซึ่งบรรยากาศหนาแน่น มีองค์ประกอบหลักเป็นไฮโดรเจน 90% และฮีเลียม 10% ปะปนด้วยมีเทน น้ำ และแอมโมเนียจำนวนเล็กน้อย ลึกลงไปด้านล่างเป็นแมนเทิลชั้นนอกซึ่งประกอบไปด้วยไฮโดรเจนและฮีเลียมเหลว และแมนเทิลชั้นในที่ประกอบไปด้วยไฮโดรเจนซึ่งมีสมบัติเป็นโลหะ และแก่นกลางที่เป็นหินแข็งมีขนาดเป็น 2 เท่าของโลก

ดาวพฤหัสบดีมีขนาดใหญ่กว่าโลกมาก แต่หมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบใช้เวลาไม่ถึง 10 ชั่วโมง แรงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงให้ดาวมีสัณฐานเป็นทรงแป้น และทำให้การหมุนเวียนของชั้นบรรยากาศแบ่งเป็นแถบสีสลับกัน แถบเหล่านี้เป็นเซลล์การพาความร้อน (Convection cell) แถบสีอ่อนคืออากาศร้อนยกตัว แถบสีเข้มคืออากาศเย็นจมตัวลง นอกจากนั้นยังมีจุดแดงใหญ่ (Great Red

Spot) เป็นรูปวงรีขนาดใหญ่ซึ่งมีอาณาบริเวณกว้าง 25,000 กิโลเมตร สามารถบรรจุโลกได้สองดวง จุดแดงใหญ่เป็นพายุหมุนซึ่งมีอายุมากกว่า 300 ปี

ปี พ.ศ.2552 ยานวอยเอเจอร์พบว่า ดาวพฤหัสบดีมีวงแหวนเช่นเดียวกับดาวเสาร์ แต่มีขนาดเล็กและบางกว่ามาก วงแหวนเหล่านี้ประกอบไปด้วยเศษหินและฝุ่นที่มีขนาดเล็ก แต่ไม่มีน้ำแข็งเป็นองค์ประกอบ จึงทำให้วงแหวนไม่สว่างมาก (หินและฝุ่นสะท้อนแสงอาทิตย์ได้ไม่ดีเท่ากับน้ำแข็ง) ปัจจุบันพบว่า ดาวพฤหัสมีดวงจันทร์อย่างน้อย62 ดวง แต่มีเพียง 4 ดวงที่เป็นดวงจันทร์ขนาดใหญ่และมีรูปร่างเป็นทรงกลม ได้แก่ ไอโอ ยุโรปา แกนีมีด และคัลลิสโต เรียกโดยรวมว่า ดวงจันทร์กาลิเลียน (Galilean moons) เนื่องจากเป็นดวงจันทร์ที่ค้นพบโดยกาลิเลโอ



ภาพประกอบที่ 8 ดาวพฤหัสบดี

8.1 ภาพถ่ายดาวพฤหัสบดีจากยานแคสสินี จุดสีดำซ้ายมือคือ เงาของดวงจันทร์ยูโรปา 8.2 จุดแดงใหญ่ 8.3 ภาพถ่ายในช่วงคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ต แสดงให้เห็นแสงเหนือ (Aurora) และกระแสไฟฟ้าซึ่งเกิดขึ้นในวงโคจรของดวงจันทร์ไอโอและยูโรปา

8.4 ระบบวงแหวนของดาวพฤหัสบดี

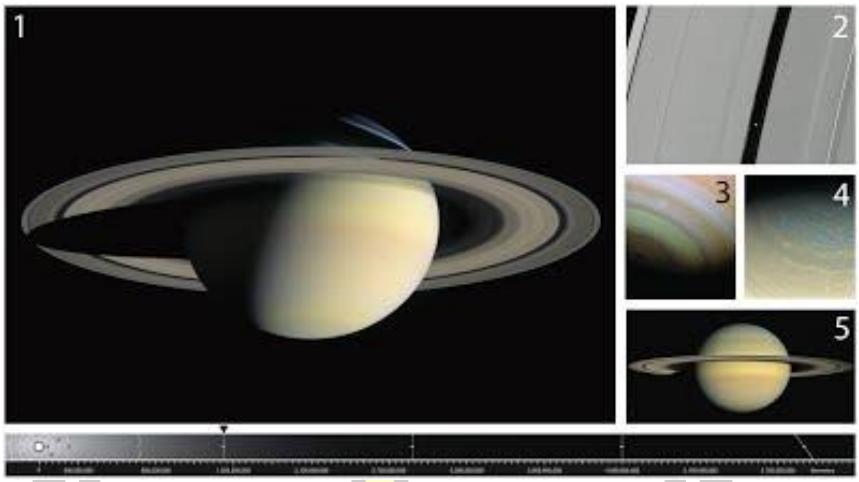
(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

8) ดาวเสาร์ (Saturn) เป็นดาวเคราะห์ที่รู้จักกันมาตั้งแต่ก่อนยุคประวัติศาสตร์ กาลิเลโอสังเกตดาวเสาร์ด้วยกล้องโทรทรรศน์เป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2153 เขามองเห็นดาวเสาร์มีลักษณะเป็นวงรี จนกระทั่งปี พ.ศ.2202 คริสเตียน ฮอยเกนส์ พบว่าวงรีที่กาลิเลโอเห็นนั้นคือวงแหวนของดาวเสาร์ เป็นที่เชื่อกันว่าดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์เพียงดวงเดียวของระบบสุริยะที่มีวงแหวน จนกระทั่งต่อมาได้มีการส่งยานอวกาศไปค้นพบวงแหวนบางๆ รอบดาวพฤหัสบดี ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน ดาวเสาร์ถูกสำรวจโดยยานไพโอเนียร์ 11 ในปี พ.ศ.2522 ตามด้วยยานวอยเอเจอร์ 1

ยานวอยเอเจอร์ 2 และยานแคสสินีในปี พ.ศ.2547 บรรยากาศของดาวเสาร์เป็น ไฮโดรเจน 75% ฮีเลียม 25% ปะปนไปด้วยน้ำ มีเทน แอมโมเนีย จำนวนเล็กน้อย แถบสีบนดาวเสาร์เกิดขึ้นจากการหมุนรอบตัวเองเร็วมาก จนทำให้เกิดการหมุนวนของชั้นบรรยากาศที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน จึงปรากฏเป็นแถบเข้มและจางสลับกันไป โครงสร้างภายในของดาวเสาร์มีลักษณะคล้ายคลึงกับของดาวพฤหัสบดี มีแกนกลางที่เป็นหินแข็ง ห่อหุ้มด้วยแมนเทิลชั้นในที่เป็นโลหะไฮโดรเจน และแมนเทิลชั้นนอกที่เป็นไฮโดรเจนและฮีเลียมเหลว

ดาวเสาร์มีมวลมากจึงมีแรงโน้มถ่วงมาก สามารถดูดจับดาวเคราะห์น้อยและดาวหางมาเป็นบริวาร ได้เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันมีดวงจันทร์ที่ถูกค้นพบแล้ว 62 ดวง ดวงจันทร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดคือ ไททัน (Titan) มีขนาดใหญ่หว่าดาวพุธ ไททันมีชั้นบรรยากาศหนาแน่นกว่าโลก มีองค์ประกอบเป็นมีเทนทั้งสามสถานะ บนไททันมีฝนมีเทน เมฆมีเทน และมีเทนแข็ง แก๊สไนโตรเจนเป็นส่วนใหญ่ คล้ายคลึงกับชั้นบรรยากาศของโลก วงแหวนดาวเสาร์อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ 10 AU จึงไม่ถูกรบกวนจากลมสุริยะจากดวงอาทิตย์ จึงไม่สูญเสียบรรยากาศชั้นนอกและมีมวลมาก มวลมากย่อมมีแรงโน้มถ่วงมาก สามารถดูดจับดาวหางที่โคจรผ่านเข้ามา ดาวหางมีองค์ประกอบเป็นน้ำแข็งจึงเปราะมาก เมื่อดาวหางเข้าใกล้ดาวเสาร์ แรงโน้มถ่วงมหาศาลจะทำให้เกิดแรงไทดัลภายในดาวหาง ด้านที่หันเข้าหาดาวเสาร์จะถูกแรงกระทำมากกว่าด้านอยู่ตรงข้าม ในที่สุดดาวหางไม่สามารถทนทานต่อแรงเครียดภายใน จึงแตกเป็นเศษเล็กเศษน้อยสะสมอยู่ในวงโคจรรอบดาวเสาร์และกลายเป็นวงแหวนในที่สุด ด้วยเหตุนี้วงแหวนของดาวเสาร์จึงประกอบด้วยอนุภาคจำนวนมหาศาลซึ่งมีวงโคจรอิสระ มีขนาดตั้งแต่เซนติเมตรไปจนหลายร้อยเมตร ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำแข็ง ปะปนอยู่กับเศษหินเคลือบน้ำแข็ง วงแหวนของดาวเสาร์บางมาก แม้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาวถึง 250,000 กิโลเมตร แต่มีความหนาไม่ถึง 1.5 กิโลเมตร วงแหวนแต่ละชั้นมีชื่อเรียกตามอักษรภาษาอังกฤษ เช่น วงแหวนสว่าง (A และ B) และวงสลัว (C) ช่องระหว่างวงแหวน A และ B เรียกว่าช่องแคสสินี (Cassini division)

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 9 ดาวเสาร์

9.1 ภาพถ่ายดาวเสาร์จากยานแคสสินี

9.2 แถบเงาของดวงจันทร์ขนาดเล็กชื่อ แพน ทางไปบนวงแหวนของดาวเสาร์

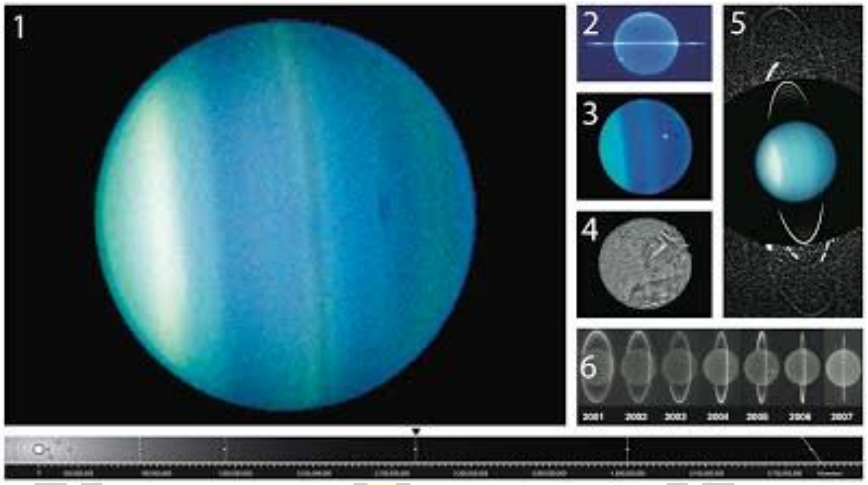
9.3 ภาพถ่าย False color ทำให้เห็นรายละเอียดของแถบเมฆบนดาวเสาร์

9.4 จุดพายุบนขั้วเหนือของดาวเสาร์

9.5 สีของดาวเสาร์เปลี่ยนไปขณะที่โคจรเข้าใกล้อีควินอกซ์ (จุดที่กลางวันและกลางคืนยาวนานเท่ากัน)

(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

9) ดาวยูเรนัส (Uranus) ถูกค้นพบครั้งแรกโดย วิลเลี่ยม เฮอส์เชล ในปี พ.ศ.2534 สองร้อยปีต่อมา ยานวอยเอเจอร์ 2 ทำการสำรวจดาวยูเรนัสในปี พ.ศ. 2529 พบว่าบรรยากาศของดาวยูเรนัสประกอบด้วยไฮโดรเจน 83%, ฮีเลียม 15% และมีเทน 2% ดาวยูเรนัสมีสีฟ้าเนื่องจากแก๊สมีเทนดูดกลืนสีแดงและสะท้อนสีน้ำเงิน บรรยากาศมีลมพัดแรงมาก ลึกลงไปที่แก่นของดาวห่อหุ้มด้วยโลหะไฮโดรเจนเหลว ขณะที่ดาวเคราะห์ส่วนใหญ่มีแกนหมุนรอบตัวเองเกือบตั้งฉากกับระนาบสุริยวิถี แต่แกนของดาวยูเรนัสวางตัวเกือบขนานกับสุริยวิถี ดังนั้นอุณหภูมิบริเวณขั้วดาวจึงสูงกว่าบริเวณเส้นศูนย์สูตร ดาวยูเรนัสมีวงแหวนเช่นเดียวกับดาวเคราะห์ชั้นนอกดวงอื่นๆ วงแหวนของดาวยูเรนัสมีความสว่างไม่มาก เนื่องจากประกอบด้วยอนุภาคขนาดเล็ก มีขนาดตั้งแต่ฝุ่นผงจนถึง 10 เมตร ดาวยูเรนัสมีดวงจันทร์บริวารอย่างน้อย 27 ดวง ดวงจันทร์ขนาดใหญ่ที่มีรูปร่างเป็นทรงกลมได้แก่ มิรันดา แอเรียล อัมเบรียล ไททาเนีย และ โอเบรอน



ภาพประกอบที่ 10 ดาวยูเรนัส

10.1 ภาพถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล แสดงให้เห็นจุดมืดซึ่งเกิดขึ้นใหม่

10.2 แสงอาทิตย์สะท้อนจากตัวดาวกลับมายังวงแหวน ทำให้สามารถมองเห็นวงแหวนได้จากโลก

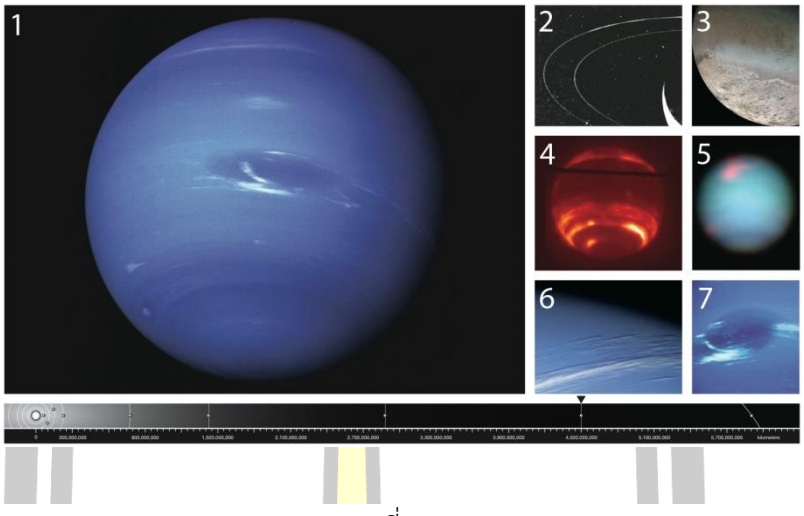
10.3 ดวงจันทร์เอเรียล (จุดสีขาว) และเงา (จุดสีดำ) เบื้องหน้าของดาวยูเรนัส

10.4 ดวงจันทร์มิรันดา 10.5 วงแหวนบาง 2 วงอยู่รอบนอก โดยมีดวงจันทร์ปรากฏเป็นเส้นอาร์คสว่างอยู่ด้านใน เนื่องจากเปิดหน้ากล้องนาน

10.6 มุมมองจากโลกเปลี่ยนแปลง เนื่องจากวงโคจรของยูเรนัสและโลกอยู่ต่างระนาบกัน

(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

10) ดาวเนปจูน (Neptune) ถูกค้นพบเนื่องจากนักดาราศาสตร์พบว่า ตำแหน่งของดาวยูเรนัสในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ไม่ได้เป็นไปตามกฎของนิวตันจึงตั้งสมมติฐานว่า จะต้องมีดาวเคราะห์อีกดวงหนึ่งที่อยู่ไกลถัดออกไปมารบกวนวงโคจรของดาวยูเรนัส ในที่สุดดาวเนปจูนก็ถูกค้นพบโดย โจฮานน์ กัลเล ในปี พ.ศ.2389 ต่อมาในปี พ.ศ.2532 ยานวอยเอเจอร์ 2 พบว่า ดาวเนปจูนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับดาวยูเรนัส คือ มีบรรยากาศเป็นไฮโดรเจนและฮีเลียม และมีมีเทนเจือปนอยู่จึงมีสีน้ำเงิน ดาวเนปจูนมีขนาดเล็กกว่าดาวยูเรนัสเล็กน้อย แต่มีความหนาแน่นมากกว่า โดยที่แก่นของดาวเนปจูนเป็นของแข็งมีขนาดใกล้เคียงกับโลกของเรา ในช่วงเวลาที่ยานวอยเอเจอร์ 2 เข้าใกล้ดาวเนปจูนได้ถ่ายภาพ จุดมืดใหญ่ (Great dark spot) ทางซีกใต้ของดาวมีขนาดใหญ่เกือบครึ่งหนึ่งของจุดแดงใหญ่บนดาวพฤหัสบดี (ประมาณเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก) จุดมืดใหญ่นี้เป็นพายุหมุนเช่นเดียวกับจุดแดงใหญ่บนดาวพฤหัสบดี มีกระแสลมพัดแรงที่สุดในระบบสุริยะ ความเร็วลม 300 เมตร/วินาที หรือ 1,080 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ดาวเนปจูนมีวงแหวน 4 วง แต่ละวงมีความสว่างไม่มากนัก เพราะประกอบด้วยอนุภาคที่เป็นผงฝุ่นขนาดเล็ก



ภาพประกอบที่ 11 ดาวเนปจูน

11.1 ภาพถ่ายดาวเนปจูนจากยานวอยเอเจอร์ 2

11.2 อาร์ควงแหวนของดาวเนปจูน

11.3. ดวงจันทร์ทายตัน

11.4 ภาพถ่ายอินฟราเรดแสดงให้เห็นองค์ประกอบของชั้นบรรยากาศที่แตกต่างกัน

11.5 ผลึกเมฆน้ำแข็งมีเทนบนบรรยากาศชั้นบน (สีชมพู)

11.6 จุดมืดใหญ่ (Great dark spot)

(ที่มา : NASA's Solar System Lithograph Set, 2013)

2.3.3 อวกาศ

ยานอวกาศ (Spacecraft) หมายถึง ยานพาหนะที่นำมนุษย์หรืออุปกรณ์อัตโนมัติขึ้นไปสู่อวกาศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจโลกหรือเดินทางไปยังดาวดวงอื่น ยานอวกาศมี 2 ประเภท คือ ยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม และยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุม

ยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม (Manned Spacecraft) มีขนาดใหญ่ เพราะต้องมีปริมาตรพอที่มนุษย์อยู่อาศัยได้ และยังต้องบรรทุกปัจจัยต่างๆ ที่มนุษย์ต้องการ เช่น อากาศ อาหาร และเครื่องอำนวยความสะดวกในการยังชีพ เช่น เตียงนอน ห้องน้ำ ดังนั้นยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุมจึงมีมวลมาก การขับดันยานอวกาศที่มีมวลมากให้มีอัตราเร่งสูงจำเป็นต้องใช้จรวดที่บรรทุกเชื้อเพลิงจำนวนมาก ซึ่งทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงมาก ยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุมได้แก่ ยานอะพอลโล (Apollo) ซึ่งนำมนุษย์ไปยังดวงจันทร์

ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุม (Unmanned Spacecraft) มีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับยานอวกาศที่มีมนุษย์ควบคุม ยานอวกาศชนิดนี้มีมวลน้อยไม่จำเป็นต้องใช้จรวดนำส่งขนาดใหญ่ จึงมีความประหยัดเชื้อเพลิงมาก อย่างไรก็ตามในการควบคุมยานในระยะไกลไม่สามารถ

ใช้วิทยุควบคุมได้ เนื่องจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต้องใช้เวลาในการเดินทาง ยกตัวอย่างเช่น ดาวเสาร์อยู่ไกลจากโลกประมาณ 1 พันล้านกิโลเมตร หรือ 1 ชั่วโมงแสง หากส่งคลื่นวิทยุไปยังดาวเสาร์ คลื่นวิทยุต้องใช้เวลานานถึง 1 ชั่วโมง ดังนั้นการควบคุมให้ยานเลี้ยวหลบหลีกก้อนน้ำแข็งบริเวณวงแหวนจะไม่ทัน ยานอวกาศประเภทนี้จึงต้องมีสมองกลคอมพิวเตอร์และระบบซอฟต์แวร์ซึ่งฉลาดมาก เพื่อให้ยานอวกาศสามารถต้องปฏิบัติภารกิจได้เองทุกประการและแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ทันท่วงที เหตุผลอีกส่วนหนึ่งที่นักวิทยาศาสตร์นิยมใช้ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคุมในงานสำรวจระยะบุกเบิกและการเดินทางระยะไกล เนื่องจากการออกแบบยานไม่ต้องคำนึงถึงปัจจัยในการดำรงชีวิต ทำให้ยานสามารถเดินทางระยะไกลได้เป็นระยะเวลานานนอกเหนือขีดจำกัดของมนุษย์ ยานอวกาศที่ไม่มีมนุษย์ควบคู่ได้แก่ (Cassini spacecraft) ซึ่งใช้สำรวจดาวเสาร์ เป็นต้น "ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศระบบสุริยจักรวาล" 2558,20 กุมภาพันธ์2558)

2.4 การปฏิสัมพันธ์

2.4.1 ความหมายการปฏิสัมพันธ์

หมายถึง การกระทำทางสังคมซึ่งกันและกัน ผู้ที่ปฏิสัมพันธ์กันต่างมีแต่ละฝ่ายเป็นเป้าหมายในใจ คือ เรากระทำการทางสังคมต่อผู้อื่น และผู้อื่นกระทำการทางสังคมต่อเรา

2.4.1.1 การปฏิสัมพันธ์ เป็นการกระทำทางสังคมสองด้าน การปฏิสัมพันธ์ เป็นการกระทำที่มีผู้อื่นเป็นเป้าหมายของการกระทำ เป็นการกระทำที่มีเจตนาจะกระทำ ผู้อื่นที่เป็นเป้าหมายของเราเมื่อได้รับการกระทำทางสังคมจากเรา จะมีการกระทำโต้ตอบกลับมาและมีเราเป็นเป้าหมายในใจของเขา

2.4.1.2 การปฏิสัมพันธ์ เป็นส่วนหนึ่งของการขัดเกลาทางสังคม การปฏิสัมพันธ์เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล ตอบสนองความต้องการ แลกเปลี่ยนความเข้าใจความคาดหวังของกันและกัน ข้อมูลที่เราได้รับมาจะช่วยให้มีการปรับตัวเข้าหากัน จะช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ความเชื่อ ความคิด ของเราอยู่ตลอดเวลาทั้งนี้เพื่อให้ตัวเราสามารถเข้ากันได้กับผู้อื่น

ความหมายโดยทั่วไปของคำว่า Interactive หมายถึง ปฏิสัมพันธ์ แต่ในบริบทของ อีเลิร์นนิ่ง หมายถึง การมีการโต้ตอบและให้แรงเสริม (Feedback และ Reinforcement) กับการกระทำของผู้เรียน เช่น เว็บเพจที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่เอกสารที่ถูกอัพโหลดเอาไว้เพื่อให้ผู้เรียนอ่านอย่างเดียว เช่นนี้ไม่ถือว่าเป็นเว็บเพจที่มีปฏิสัมพันธ์กันได้ แต่ถ้าหากคำศัพท์หรือภาพบนเว็บสามารถที่จะอ่านคำอธิบายเพิ่มเติมได้ โดยผู้ดูเว็บคลิกลิงค์เพื่อไปหน้าจอถัดไป ซึ่งเป็นหน้าจอที่แสดงคำอธิบายนั้น เว็บเพจนั้นอาจจะเรียกได้ว่า เป็นเว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับการกระทำของผู้เรียน (แต่การที่มีลิงค์บนเว็บเพจเป็นเพียงแค่วิธีการเบื้องต้นที่ทำให้เว็บมีการโต้ตอบกับการกระทำของผู้เรียน

เท่านั้น) การที่จะทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนได้มากน้อยแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับว่า จะสร้างโปรแกรมการโต้ตอบและให้แรงเสริมกับการกระทำของผู้เรียนเอาไว้แบบไหนและอย่างไร กล่าวคือ การโต้ตอบและให้แรงเสริมกับการกระทำของผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดในการกระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ในการสร้างระบบการเรียนแบบ WBT มีความจำเป็นที่จะต้องคิดด้วยว่าจะสร้างโปรแกรมการโต้ตอบและให้แรงเสริมกับการกระทำของผู้เรียนเอาไว้อย่างไร จึงจะทำให้ระบบการเรียนนั้นมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นความสำคัญของการออกแบบสื่อการสอนในบริบทของห้องเรียน ปฏิสัมพันธ์คือ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในกลุ่ม ในกรจัดการเรียนการสอนนิยมสร้างความสัมพันธ์ในห้องเรียนด้วยการให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน กิจกรรมประเภทต่างๆ ที่จะให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมีดังตัวอย่างเช่น

1) ให้ผู้เรียนอธิบาย หรือออกมาแก้ปัญหาโจทย์บนกระดานดำ การแก้ปัญหานั้นอาจจะเป็นงานเดี่ยว หรืองานกลุ่มก็ได้

2) ให้โอกาสถามตอบข้อสงสัย หรือแสดงความคิดเห็นขณะเรียน

3) ถามปัญหาให้ผู้เรียนตอบ

4) ให้ผู้เรียนจับกลุ่มทำงานที่ผู้เรียนมองหมายในขณะสอน เช่น ทำแบบฝึกหัด, อภิปรายเพื่อหาคำตอบเป็นต้น โดยผู้สอนดูแลอธิบายขณะผู้เรียนทำงาน

5) ให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้มารายงานต่อเพื่อน

6) ให้ผู้เรียนจัดบอร์ดสาธิตอุปกรณ์, เครื่องมือต่างๆ ร่วมกับผู้สอน

7) ให้สอนแทนผู้สอนในบางหัวข้อ

กิจกรรมข้างต้นนี้ ลักษณะของปฏิสัมพันธ์ที่ใช้มี 2 แบบคือ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียน สิ่งสำคัญที่จะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในกลุ่มผู้เรียนคือ จำนวนผู้เรียนในกลุ่ม ความสามารถของผู้เรียน ลักษณะของผู้นำกลุ่ม และความสามัคคี สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนนั้น ปฏิสัมพันธ์ในทางตรงที่ผู้สอนใช้ ได้แก่การพูดติดต่อกับผู้เรียน หรือใช้ตำราหรืออุปกรณ์การสอน หรือเครื่องมือ หรือวิธีการให้ทำงานหรือการทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นสื่อในทางอ้อม ผู้สอนอาจใช้ท่าทางการแสดงออก เช่น สั่นศีรษะ ยิ้ม พยักหน้า ซึ่งผู้เรียนก็อาจใช้ปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ เหล่านี้กับผู้สอนได้เช่นกัน

2.4.2 ความหมายของการเรียนรู้

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวร โดยเป็นผลจากการฝึกฝนเมื่อได้รับการเสริมแรง มิใช่เป็นผลจากการตอบสนองตามธรรมชาติที่เรียกว่า ปฏิกิริยาสะท้อน (Kimble and Garmezy) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ทำให้พฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันเป็นผลจากการฝึกฝนและประสบการณ์ แต่มิใช่ผลจากการตอบสนองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Hilgard and Bower) การเรียนรู้เป็นการแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลง อันเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ที่แต่ละคน

ได้ประสบมา (Cronbach) การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่บุคคลได้พยายามปรับพฤติกรรมของตน เพื่อเข้ากับสภาพแวดล้อมตามสถานการณ์ต่าง ๆ จนสามารถบรรลุถึงเป้าหมายตามที่แต่ละบุคคลได้ตั้งไว้ (Pressey, Robinson and Horrock, 1959)

ลักษณะของการเรียนรู้มี 3 ประการ (Garry and Kingsley, 1959) คือ

1) การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ เพราะมีวัตถุประสงค์หรือแรงจูงใจ

2) การเรียนรู้เกิดจาก การพยายามตอบสนองหลายรูปแบบ เพื่อบรรลุถึงเป้าหมาย คือการแก้ปัญหา

3) การตอบสนองจะต้องกระทำจนเป็นนิสัย

ความหมายของการเรียนรู้ (Mednick, 1959)

1) การเรียนรู้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

2) การเรียนรู้เป็นผลจากการฝึกฝน

3) การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ค่อนข้างถาวรจนเป็นนิสัย มิใช่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมชื่อตรง

4) การเรียนรู้ไม่อาจสังเกตได้โดยตรง แต่ทราบจากการกระทำที่เป็นผลจากการเรียนรู้

เพราะฉะนั้นเราสามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมจากเดิมไปสู่พฤติกรรมใหม่ที่ค่อนข้างถาวร และพฤติกรรมใหม่นี้เป็นผลมาจากประสบการณ์หรือการฝึกฝน มิใช่เป็นผลจากการตอบสนองตามธรรมชาติหรือสัญชาตญาณ หรือวุฒิภาวะ หรือพิษยาต่าง ๆ หรืออุบัติเหตุ หรือความบังเอิญ พฤติกรรมที่เปลี่ยนไปจะต้องเปลี่ยนไปอย่างค่อนข้างถาวร จึงจะถือว่าเกิดการเรียนรู้ขึ้น หากเป็นการ เปลี่ยนแปลงชั่วคราวก็ยังไม่ถือว่าเป็นการเรียนรู้เมื่อบุคคลเกิดการเรียนรู้ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงดังนี้ (Bloom,1959)

1) การเปลี่ยนแปลงทางด้านความรู้ ความเข้าใจ และความคิด (Cognitive Domain) หมายถึง การเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาสาระใหม่ ก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้มากขึ้น เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสมอง

2) การเปลี่ยนแปลงทางด้านอารมณ์ ความรู้สึก ทัศนคติ ค่านิยม (Affective Domain) หมายถึง เมื่อบุคคลได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกทางด้านจิตใจ ความเชื่อความสนใจ

3) ความเปลี่ยนแปลงทางด้านความชำนาญ (Psychomotor Domain) หมายถึง การที่บุคคลได้เกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านความคิด ความเข้าใจ และเกิดความรู้สึกนึกคิด ค่านิยม ความสมใจด้วยแล้ว ได้นำเอาสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปปฏิบัติ จึงทำให้เกิดความชำนาญมากขึ้น เช่น การใช้มือ เป็นต้นธรรมชาติของการเรียนรู้เป็นกระบวนการชนิดหนึ่ง ประกอบด้วย Cronbach (1959)

(3.1) จุดมุ่งหมายของผู้เรียน (Goal) หมายถึงสิ่งที่ผู้เรียนต้องการหรือสิ่งที่ผู้เรียนมุ่งหวัง การเรียนอย่างไม่มีจุดมุ่งหมาย คือไม่ทราบว่าจะเรียนไปทำไม ย่อมจะไม่บังเกิดผลดีขึ้นได้ ครูควรชี้ให้ผู้เรียนเข้าใจถึงจุดมุ่งหมายในการเรียนวิชาต่าง ๆ ว่าคืออะไร เพื่ออะไร

(3.2) ความพร้อม (Readiness) เป็นลักษณะเฉพาะตัวของนักเรียนหรือผู้เรียนแต่ละคนหมายรวมถึงวุฒิภาวะของผู้เรียนด้วย คนที่มีความพร้อมจะเรียนได้ดีกว่าทั้ง ๆ ที่อยู่ในสถานการณ์เดียวกัน จึงควรสร้างแรงจูงใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเพื่อให้เขาพร้อมที่จะเรียนได้

(3.3) สถานการณ์ (Situation) หมายถึง สิ่งแวดล้อมหรือสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่มากระทำต่อผู้เรียน เช่น การเรียนการสอน สถานการณ์ต่าง ๆ ฯลฯ คนหรือสัตว์จะเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้เข้าไปมีประสบการณ์ในสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างแท้จริง

(3.4) การแปลความหมาย (Interpretation) เป็นการศึกษาหาลู่ทางในสถานการณ์ที่กำลังเผชิญอยู่เพื่อเข้าไปสู่จุดมุ่งหมาย หรือการวางแผนการกระทำเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย โดยพิจารณานำสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์มาใช้ให้เป็นประโยชน์ การจะบรรลุจุดมุ่งหมายนั้นอาจมีหลายวิธี และอาจจะมีวิธีหนึ่งที่ดีที่สุด การที่คนจะเลือกวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการแปลความหมายเป็นสำคัญ

(3.5) ลงมือกระทำ (Action) เมื่อแปลสถานการณ์แล้ว ผู้เรียนจะลงมือตอบสนองสถานการณ์หรือสิ่งเร้าในทันที การกระทำนั้นผู้เรียนย่อมจะคาดหวังว่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้เขาบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้

(3.6) ผลที่ตามมา (Consequence) หลังจากตอบสนองสิ่งเร้าหรือสถานการณ์แล้ว ผลที่ตามมาคือ อาจจะประสบผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย จะเกิดความพอใจ (Confirm) ถ้าไม่ประสบผลสำเร็จย่อมไม่พอใจ ผิดหวัง (Contradict) ถ้าประสบผลสำเร็จก็จะเป็นแรงจูงใจให้ทำกิจกรรมอย่างเดิมอีก ถ้าไม่บรรลุจุดมุ่งหมายอาจหมดกำลังใจ ท้อแท้ที่จะตอบสนองหรือทำพฤติกรรมต่อไป

(3.7) ปฏิกิริยาต่อความผิดหวัง (Contradict) ซึ่งจะกระทำใน 2 ลักษณะคือ ปรับปรุงการกระทำของตนใหม่เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมาย โดยย้อนไปพิจารณาหรือแปลสถานการณ์หรือสิ่งเร้าใหม่ แล้วหาวิธีกระทำพฤติกรรมที่เหมาะสมเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายปลายทางให้ได้อีกประการหนึ่ง อาจเลิกไม่ทำกิจกรรมนั้นอีก หรืออาจจะกระทำซ้ำๆ อย่างเดิมโดยไม่เกิดผลอะไรเลยก็ได้

2.4.3 ปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้ในสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การที่จะศึกษาเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้ในสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะต้องทราบเกี่ยวกับคุณลักษณะของสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยคุณลักษณะ 4 ประการ คือ

1. Information (สารสนเทศ)
2. Individualization (ความแตกต่างระหว่างบุคคล)

3. Interaction (การโต้ตอบ)

4. Immediate Feedback (ผลป้อนกลับโดยทันที)

รายละเอียดดังนี้ กรมวิชาการ (2544)

1. Information (สารสนเทศ) หมายถึง เนื้อหาสาระ (content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยอาจจะนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้

2. Individualization (ความแตกต่างระหว่างบุคคล) คือการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลทั้งจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ คือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตนเอง รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ เช่น สามารถควบคุมเนื้อหา ควบคุมลำดับของการเรียน ควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ เป็นต้น

3. Interaction (การโต้ตอบ) เนื่องจากผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น หากได้มีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องและตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้ผู้เรียนเพียงแต่คลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อย ๆ ทีละหน้าไม่ถือว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้ แต่ต้องมีการให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาในส่วนของการสร้างความคิด วิเคราะห์และสร้างสรรค์เพื่อให้ได้มาซึ่งกิจกรรมการเรียนนั้น ๆ

4. Immediate Feedback (ผลป้อนกลับโดยทันที) การให้ผลป้อนกลับนี้เป็นสิ่งที่ทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างไปจากมัลติมีเดีย ซีดีรอม ซึ่งได้มีการนำเสนอเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องราวของสิ่งต่าง ๆ แต่ไม่ได้มีการประเมินความเข้าใจของผู้เรียนไม่ว่าจะอยู่ในรูปแบบของการทดสอบ แบบฝึกหัด หรือการตรวจสอบความเข้าใจในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง จึงทำให้มัลติมีเดีย ซีดีรอม เหล่านั้นถูกจัดว่าเป็นมัลติมีเดียเพื่อการนำเสนอข้อมูล (Presentation Media) ไม่ใช่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทเรียนที่ดีควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุด เพราะการเรียน จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีประสิทธิภาพมากกว่าเรียนจากหนังสือ เพราะสามารถ สื่อสารกับผู้เรียนได้ 2 ทาง (Two Way Communication) Hannafin and Peck (1988)

การเรียนรู้ของมนุษย์นั้นใช่เพียงแต่การสังเกตแต่รวมไปถึงการปฏิบัติด้วย การมีปฏิสัมพันธ์ไม่เพียงแต่คงความสนใจได้เท่านั้น แต่ยังช่วยให้เกิดความรู้ทักษะใหม่ๆ ในผู้เรียน หนึ่งในข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเหนือสื่อการสอนอื่น ๆ ก็คือความสามารถในเชิงโต้ตอบกับผู้เรียน อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการเน้นความสำคัญในส่วนของปฏิสัมพันธ์มาก พบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากมายที่ผลิตออกมานั้นจะมีปฏิสัมพันธ์ภายในบทเรียนน้อยทำให้เกิดบทเรียนที่น่าเบื่อหน่าย

การที่จะออกแบบบทเรียนอย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นั้น ๆ จะต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

การสร้างแรงจูงใจของมาโลน (Malone) ปัจจัย 4 ประการที่ทำให้เกิดแรงจูงใจตามทฤษฎีนี้ได้แก่ ความท้าทาย จินตนาการ ความอยากรู้อยากเห็นและความรู้สึกที่ได้ควบคุมบทเรียน และทฤษฎีแบบจำลองอาร์ค (ARCS Model) ได้แก่ การเร้าความสนใจ ความรู้สึกเกี่ยวพันกับเนื้อหา ความมั่นใจและความพึงพอใจของผู้เรียน ดังนั้นการใช้ปฏิสัมพันธ์มาใช้ประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรให้ความสำคัญกับการสร้างแรงจูงใจและ การเร้าความสนใจดังกล่าวเพราะฉะนั้นการมีปฏิสัมพันธ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีความสำคัญมาก เพราะนอกจากปฏิสัมพันธ์จะมีส่วนช่วยเร้าความสนใจตามทฤษฎีของมาโลน และ ARCS Model แล้ว ปฏิสัมพันธ์ ยังเป็นการเสริมแรงอย่างดีในการให้ผลย้อนกลับในบทเรียน เพราะการเรียนรู้ของมนุษย์ เกิดจากการที่มนุษย์ให้ความสนใจกับสิ่งเร้า (Stimuli) และรับรู้ (Perception) สิ่งเร้าต่าง ๆ นั้นอย่างถูกต้อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีควรจะออกแบบให้เกิดการรับรู้ที่ง่ายดายและเที่ยงตรง การนำลักษณะปฏิสัมพันธ์ที่ดี มาใช้ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงนับเป็นความสำคัญและช่วยส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ ตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้น

2.5 ระบบความจริงเสริม (Augmented Reality)

ความจริงเสริมเป็นเทคนิคที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง และความเสมือนจริงเข้าด้วยกันเทคนิคความจริงเสริม (Augmented Reality) นั้นความหมายจะแตกต่างกับสภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Environments) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่าความจริงเสมือน (Virtual Reality) ความจริงเสมือนนั้นจะเป็นสภาพแวดล้อมเสมือนที่สมบูรณ์ เน้นให้ผู้ใช้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้มองไม่เห็นถึงโลกแห่งความเป็นจริงรอบๆตัวของผู้ใช้ แตกต่างจากความจริงเสริมที่เห็นผู้ใช้ได้มองเห็นโลกแห่งความเป็นจริงด้วยวัตถุเสมือนที่ถูกวางซ้อนพับเข้าไปหรือเข้าไปผสมกับโลกแห่งความเป็นจริง จากการดังกล่าว ความจริงเสมือนจึงเข้าไปเสริมกับความจริงมากกกว่าที่จะเข้าไปแทนทีอย่างสมบูรณ์ วิลาลัณย์ พรพัชรพงศ์ (2547)

คำว่า Augmented แปลว่าเพิ่มหรือเติม ส่วน Reality แปลว่าความจริง เทคโนโลยีการผสมผสานโลกเสมือน (Virtual AR World) เพิ่มเข้าไปในโลกจริง (Physical World) เพื่อทำให้เกิดการกลมกลืนกันมากที่สุดจนแยกไม่ออก AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์รวมกับ การใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็นวัตถุ (Object) แสดงผลในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ

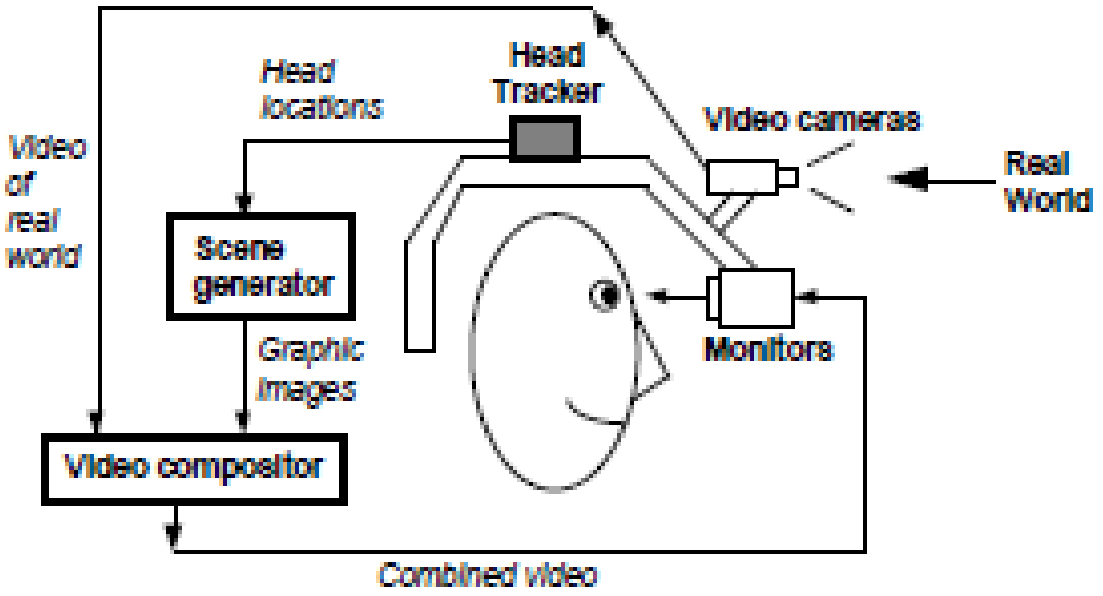
ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง มีการแสดงผลที่แสดงวัตถุมีการเคลื่อนไหว ดูมีมิติมีความตื่นเต้นเร้าใจ "Augmented Reality" 2561)

2.5.1 ชนิดของความจริงเสริม

ความจริงเสริมถูกนำไปใช้ในงานที่หลากหลาย ซึ่งหากแบ่งระบบความจริงเสริมออกเป็นรูปแบบการแสดงผลภาพให้กับผู้ใช้งานสามารถแบ่งเป็น 3 ชนิดดังนี้

2.5.2 ความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยมองผ่านกล้องวีดีโอ

ความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยการมองผ่านกล้องวีดีโอ (Video See-Through Augmented Reality) มีลักษณะการทำงานคือ ภาพของสภาพแวดล้อมจริงในมุมมองของผู้ใช้อุปกรณ์ Head-Mounted Display (HMD) เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้มองเห็น ในปัญหาพิเศษเรื่องนี้ได้นำวิธีการแบบแรกมาใช้

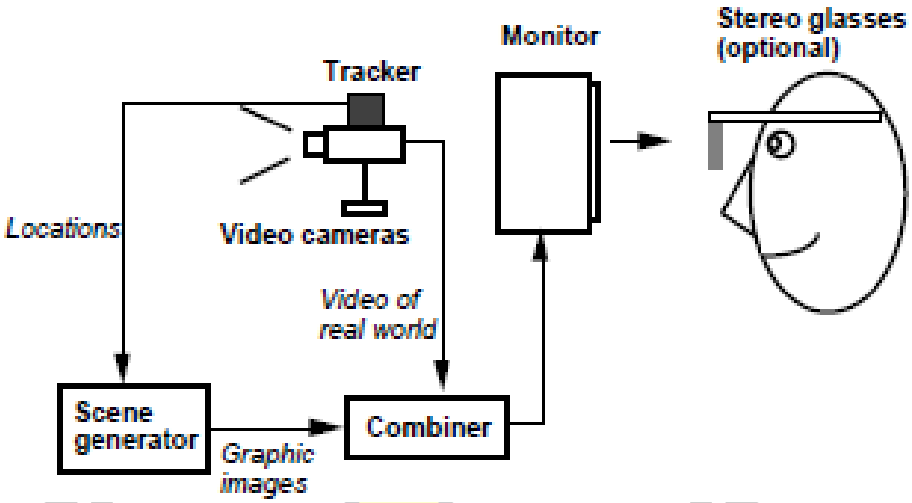


ภาพประกอบที่ 12 แผนผังแสดงระบบความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยการมองผ่านกล้องวีดีโอ (ที่มา : กมลชัย โชคชัยชุติกุล, 2553)

2.5.3 ระบบความจริงเสริมบนจอภาพ (Monitor Based Augmented Reality)

มีลักษณะการทำงานโดยใช้กล้องวิดีโอทำหน้าที่รับภาพจริงเข้ามา โดยตำแหน่งของกล้องจะถูกส่งไปยังคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างภาพกราฟิก ภาพกราฟิกที่ได้จุถูกนำไปรวมกับภาพจริงที่ได้จากวีดีโอ แล้วผลที่ได้จะถูกนำไปแสดงผลยังหน้าจอ ซึ่งในกรณีที่ต้องการสร้าง

ภาพในลักษณะสองตาโดยใช้กล้องสองตัว จะใช้การแสดงผลที่หน้าจอด้วยการสลับการแสดงผลของกล้องไปมา โดยผู้ใช้งานจะสวมแว่นสเตอริโอเพื่อใช้ในการบังตาทีละข้างให้สอดคล้องกับจังหวะการแสดงผลของภาพบนหน้าจอ

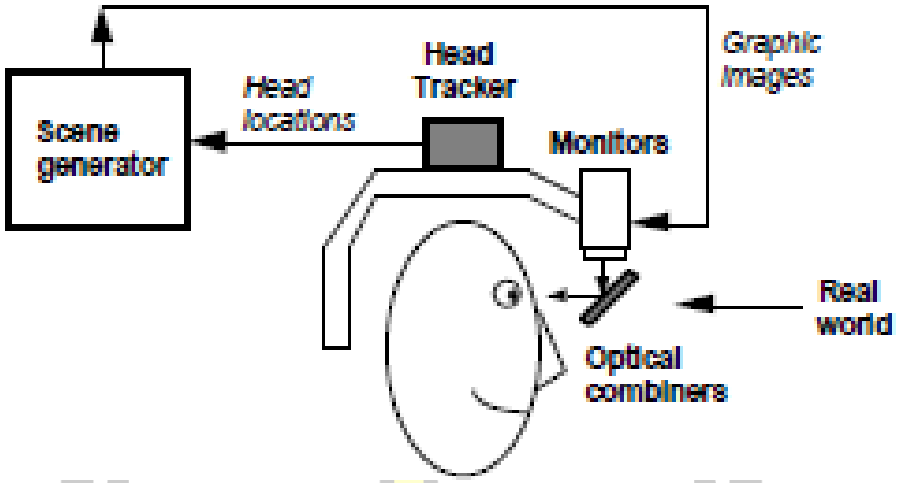


ภาพประกอบที่ 13 แผนผังแสดงระบบความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยจอภาพ
(ที่มา : กมลชัย โชคชัยชุติกุล, 2553)

2.5.4 ระบบความจริงเสริมแบบมองผ่านเลนส์ (Optical See-Through Augmented Reality)

มีลักษณะการทำงานคือ นี้จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รวมแสงอยู่ด้านหน้าของตาผู้ใช้ โดยทำหน้าที่ลดแสงที่ผู้ใช้มองเห็นจากสภาพแวดล้อมจริงและสะท้อนแสงที่ได้มาจากจอภาพจริง ภาพเสมือนส่วนมากอุปกรณ์นี้ทำการลดแสงจากสิ่งแวดล้อมจริง ดังนั้นในขณะที่ยังไม่ทำงานจะมีลักษณะคล้ายแว่นกันแดด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 14 แผนผังแสดงระบบความจริงเสริมแบบแสดงผลโดยการมองผ่านเลนส์

(ที่มา : กมลชัย โชคชัยชุติกุล, 2553)

ส่วนของวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) โดยทั่วไปแล้วเทคโนโลยี Augmented Reality สามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ (Image Analysis) ได้ออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ Marker based AR และ Marker-less based AR โดยที่ Marker based AR นั้นเป็นการวิเคราะห์โดยอาศัย Marker (วัตถุสัญลักษณ์) เป็นหลักในการทำงาน ส่วน Marker-less based AR เป็นการวิเคราะห์ภาพที่ใช้คุณลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพ (Natural Features) มาทำการวิเคราะห์เพื่อคำนวณหาค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (3D Pose) เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

2.5.5 หลักการทำงานของความจริงเสริม

ส่วนที่สำคัญของโครงสร้างการทำงานของความจริงเสริม คือระบบจดจำนำร่องที่ส่งค่าตัวแปรให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อคำนวณสภาพแวดล้อมให้ตรงกับมุมมองในสภาพแวดล้อมจริงโดยมีเทคนิควิธีการอยู่ 2 รูปแบบ คือ

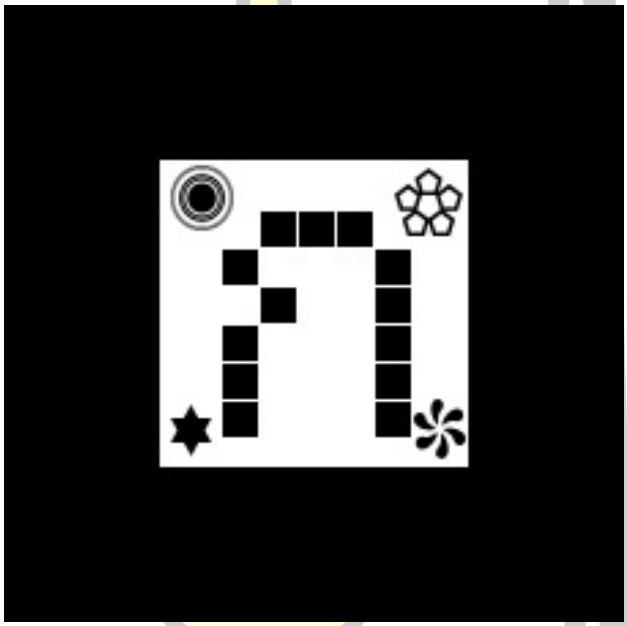
2.5.5.1 Tracking Devices & Sensor Fusion เป็นการใช้อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์เพื่อระบุตำแหน่งและทิศทางที่ถูกต้องของมุมมองภาพจากตัวผู้ใช้งาน แล้วส่งค่าตัวแปรให้คอมพิวเตอร์คำนวณการประสานภาพ

2.5.5.2 Image Processing & Marking เป็นวิธีการที่ใช้ความสามารถทางด้านซอฟต์แวร์ภาพจริงที่ได้รับจากกล้องโดยอาศัยสื่อกลางที่เป็นเครื่องหมายในการกำหนดตำแหน่งให้กับสภาพแวดล้อมเสมือน

2.5.6 กระบวนการในเทคนิคความจริงเสริม

กระบวนการในเทคนิคความจริงเสริม จะใช้วิธีการ Image Processing และ Pose Estimation

2.5.6.1 Image Processing เป็นขั้นตอนการตรวจจับแผ่นสัญลักษณ์จากภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคม โดยการทำงานนั้นจะดึงข้อมูลของรูปแบบที่อยู่ในรูปแบบของ Binary Image ซึ่งจะเก็บรายละเอียดของแผ่นสัญลักษณ์คือ ขนาด และรูปแบบของแผ่นสัญลักษณ์ ลักษณะของแผ่นสัญลักษณ์ ลักษณะ



ภาพประกอบที่ 15 ลักษณะของแผ่นสัญลักษณ์

(ที่มา : artymix, 2557)

ขั้นตอนภายในของกระบวนการ Image Processing จะมีการทำงานเมื่อระบบตรวจพบแผ่นสัญลักษณ์จากกล้องเว็บแคม จะทำการแปลภาพที่ได้ให้เห็นเป็น Binary Image แล้วจะมาทำการหาเส้นรอบรูปของแผ่นสัญลักษณ์ จากนั้นระบบจะทำการคำนวณ หาพารามิเตอร์ของสมการเส้นรอบรูปซึ่งสี่เหลี่ยมทั้ง 4 เส้น หลังจากนั้นระบบจะหาจุดมุมทั้งสี่จุดของแผ่นสัญลักษณ์ จากจุดเส้นตรงทั้งสี่ที่หาได้ ผลลัพธ์ที่ได้จะใช้ในการคำนวณต่อไปใน ขั้นตอน Pose Estimation

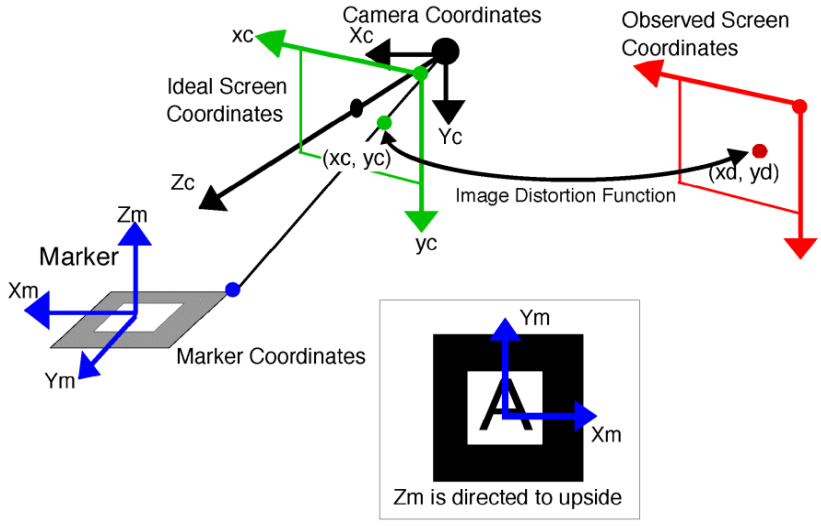
2.5.6.2 Pose Estimation เป็นขั้นตอนของการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติของแผ่นสัญลักษณ์ ค่านี้จะอยู่ในรูปเมตริกซ์ขนาด 4x4 ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame ดังสมการที่ 2-1

$$\begin{bmatrix} X_c \\ Y_c \\ Z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix}$$

ภาพประกอบที่ 16 สมการที่ 2-1

(ที่มา : artymix, 2557)

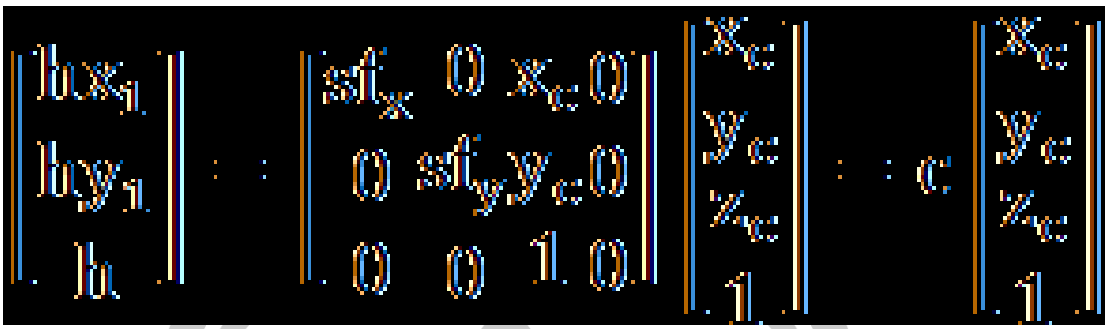
Camera Coordinated Frame คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งของกล้องเว็บแคม และ Marker Coordinated Frame ก็คือ Coordinated Frame ที่ใช้อ้างอิงตำแหน่งของแผ่นสัญลักษณ์ ซึ่งสามารถแสดงดังภาพที่ 2-5



ภาพประกอบที่ 17 ความสัมพันธ์ของ Camera Coordinated Frame และ Marker Coordinated Frame

(ที่มา : artymix, 2557)

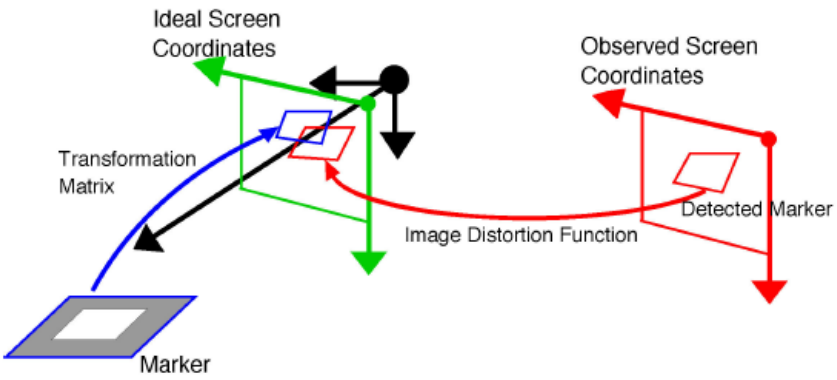
จากภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างจุด (Xc Yc Zc) บน Camera Coordinated Frame กับจุดที่ ตรงกัน (XI YI) ใน Ideal Screen Coordinated Frame เป็นไปตาม Perspective Projection ดังสมการที่ 2-2



ภาพประกอบที่ 18 สมการที่ 2-2

(ที่มา : artymix, 2557)

โดย c ซึ่งเป็นเมตริกซ์ขนาด 3X4 ซึ่งประกอบด้วยค่า *s, fx, fy, xc, yc* ค่าเหล่านี้รวมกันเรียกว่า Camera Parameters ซึ่งจะคำนวณได้มาจากขั้นตอน Camera Calibration ส่วนค่าความสัมพันธ์ระหว่างจุด บน Ideal Screen Coordinated Frame (XI YI) กับ Observe Screen Coordinated Frame (X0 Y0) ซึ่งเป็นจุดที่เราเห็นจริงในภาพสามารถแสดงดังภาพ



ภาพประกอบที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่าง Ideal Screen Coordinates และ Observe Screen Coordinates

(ที่มา : artymix, 2557)

3D rendering เป็นขั้นตอนส่วนสุดท้ายที่จะทำให้กระบวนการ Augmented Reality ครบถ้วนเสร็จสมบูรณ์ นั้นก็คือ การใส่ (Augment) ข้อมูลที่เราต้องการซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นภาพ เสียง หรือ โมเดล 3 มิติ (Augment) ลงไปในภาพที่ได้จากกล้อง ณ ตำแหน่งของแผ่นสัญลักษณ์ ที่ได้ตรวจพบจากขั้นตอน Image Analysis โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จากขั้นตอน Pose Estimation

2.6 ทฤษฎีที่นำมาใช้

2.6.1 ADDIE MODEL

เป็นแบบจำลองหนึ่งที่พัฒนาโดย Dr. Seels and Dr. Glasgow

ADDIE MODEL คือการออกแบบระบบการเรียนการสอน กล่าวคือกระบวนการพัฒนาโปรแกรมการสอน จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุด มีแบบจำลองจำนวนมากมายที่นักออกแบบการสอนใช้ และสำหรับตามความประสงค์ทางการสอนต่างๆ กระบวนการออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE สามารถสรุปเป็นขั้นตอนทั่วไปได้เป็น 5 ขั้น ประกอบไปด้วย 1) Analysis (การวิเคราะห์) 2) Design (การออกแบบ) 3) Development (การพัฒนา) 4) Implementation (การนำไปใช้) 5) Evaluation (การประเมินผล) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.6.1.1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นตอนการวิเคราะห์เป็นรากฐานสำหรับขั้นตอนการออกแบบการสอนขั้นตอนอื่นๆ ในระหว่างขั้นตอนนี้ คุณจะต้องระบุปัญหา, ระบุแหล่งของปัญหา และวินิจฉัยคำตอบที่ทำได้ ขั้นตอนนี้อาจประกอบด้วยเทคนิคการวินิจฉัยเฉพาะ เช่น การวิเคราะห์ความต้องการ(ความจำเป็น) , การวิเคราะห์งาน, การวิเคราะห์ภารกิจ ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้มักประกอบด้วย เป้าหมาย และ รายการภารกิจที่จะสอน ผลลัพธ์เหล่านี้จะถูกนำเข้าไปยังขั้นตอนการออกแบบต่อไป

2.6.1.2 ขั้นตอนการออกแบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบเกี่ยวข้องกับการใช้ผลลัพธ์จากขั้นตอนการวิเคราะห์ เพื่อวางแผนกลยุทธ์สำหรับพัฒนาการสอน ในระหว่างขั้นตอนนี้คุณจะต้องกำหนดโครงร่างวิธีการให้บรรลุถึงเป้าหมายการสอน ซึ่งได้รับการวินิจฉัยในระหว่างขั้นตอนการวิเคราะห์ และขยายผลสารัตถะการสอน ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

1) การออกแบบ Courseware (การออกแบบบทเรียน) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) สื่อกิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังบทเรียน (Post-test)

2) การออกแบบผังงาน (Flowchart) และการออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) (ขั้นตอนการเขียนผังงานและสตอรี่บอร์ดของ อลาสซี่)

3) การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen Design)การออกแบบหน้าจอภาพหมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพ และส่วนประกอบอื่นๆ สิ่งที่ต้องพิจารณา มีดังนี้

(1) การกำหนดความละเอียดภาพ (Resolution)

(2) การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ

(3) การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

(4) การกำหนดสี ได้แก่ สีของตัวอักษร (Font Color) ,สีของฉากหลัง (Background), สีของส่วนอื่นๆ

(5) การกำหนดส่วนอื่นๆ ที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

2.6.1.3 ขั้นตอนการพัฒนา Development

ขั้นตอนการพัฒนาสร้างขึ้นบนบนขั้นตอนการวิเคราะห์และการออกแบบ จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือ สร้างแผนการสอนและสื่อของบทเรียน ในระหว่างขั้นตอนนี้คุณจะต้องพัฒนาการสอน และสื่อทั้งหมดที่ใช้ในการสอน และเอกสารสนับสนุนต่างๆ สิ่งเหล่านี้อาจจะประกอบด้วย ฮาร์ดแวร์ (เช่น เครื่องมือสถานการณ์จำลอง) และซอฟต์แวร์ (เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

1) การเตรียมการ เกี่ยวกับองค์ประกอบดังนี้

(1) การเตรียมข้อความ

(2) การเตรียมภาพ

(3) การเตรียมเสียง

(4) การเตรียมโปรแกรมจัดการบทเรียน

2) การสร้างบทเรียน หลังจากได้เตรียมข้อความ ภาพ เสียง และส่วนอื่นเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างบทเรียน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จัดการ เพื่อเปลี่ยน story board ให้กลายเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3) การสร้างเอกสารประกอบการเรียน หลังจากสร้างบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นต่อไปจะเป็นการตรวจสอบและทดสอบความสมบูรณ์ขั้นต้นของบทเรียน

2.6.1.4 ขั้นตอนการนำไปใช้ (Implementation)

เป็นขั้นตอนการดำเนินการให้เป็นผล หมายถึงการนำส่งที่แท้จริงของการสอน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานก็ตาม จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการนำส่งการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ขั้นตอนนี้จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนในสารปัจจัยต่างๆ, สนับสนุนการเรียนรอบรู้ของผู้เรียนในวัตถุประสงค์ต่างๆ และ เป็นหลักประกันในการถ่ายโอนความรู้ของผู้เรียนจากสภาพแวดล้อมการเรียนไปยังการงานได้เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างมาย เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในขั้นต้น หลังจากนั้น จึงทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพ

2.6.1.5 ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นตอนการดำเนินการให้เป็นผล หมายถึงการนำส่งที่แท้จริงของการสอน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบชั้นเรียน หรือห้องทดลอง หรือรูปแบบใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานก็ตาม จุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้คือการนำส่งการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ขั้นตอนนี้จะต้องให้การส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนในสารปัจจัยต่างๆ, สนับสนุนการเรียนรอบรู้ของผู้เรียนในวัตถุประสงค์ต่างๆ และ เป็นหลักประกันในการถ่ายโอนความรู้ของผู้เรียนจากสภาพแวดล้อมการเรียนไปยังการงานได้เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ โดยใช้กับกลุ่มตัวอย่างมาย เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนในขั้นต้น หลังจากนั้น จึงทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายจริง เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมและประสิทธิภาพ (MSU Knowledge, 2555:ออนไลน์)

2.6.2 แนวคิดและกระบวนการออกแบบ

ธนาคาร ฉายชูผล (2553) การออกแบบคือ การสร้างความคิดและการแสดงออกของมนุษย์เกี่ยวกับการออกแบบ มีความแตกต่างกันไปตามศักยภาพในกระบวนการคิด และสติปัญญาของแต่ละบุคคล ทั้งนี้จะต้องสร้างสรรค์งานรูปแบบใหม่ๆ ขึ้นมา ภายใต้แรงบันดาลใจของผู้ออกแบบ โดยจะต้องคำนึงถึงวามต้องการ ความสวยงาม ความกลมกลืนของรูปทรง สี รวมทั้งสะท้อนให้เห็นถึงรสนิยมที่มีจินตนาการ มีสีสัน สามารถเปลี่ยนแปลง และนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งมีความแตกต่างกันออกไปในแต่ละด้าน เช่น สถาปัตยกรรม การตกแต่ง วิจิตรศิลป์ เป็นต้น แต่โดยพื้นฐานสำคัญแล้วจะต้องทำให้การออกแบบมีสุนทรียภาพและมีความสอดคล้องลงตัว ซึ่งผู้สร้างสรรค์ผลงานจะต้องเข้าใจถึงหลักการและเกิดความซาบซึ้งต่อผลงาน เมื่อวิเคราะห์ถึงความหมายและความสำคัญของการออกแบบแล้วอาจจะสรุปสาระสำคัญของการออกแบบว่าจะมีลักษณะดังนี้

1) ความสามารถในการปรับปรุงผลผลิตหรืองานเดิมที่มีอยู่ให้แปลกใหม่ขึ้น

2) โครงสร้างของการออกแบบต้องคำนึงถึง

(1) ต้องสอดคล้องกับประโยชน์และหน้าที่ของการใช้สอย

(2) มีความกลมกลืน วัสดุส่วนที่เหมาะสม สัญลักษณ์เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน

(3) มีความงดงามของโครงสร้างกับวัสดุ

(4) มีความเรียบง่าย แข็งแรง เด่นชัด ทั้งนี้ต้องมีจินตนาการในการจัดองค์ประกอบคุณค่าและความมุ่งหมายของการออกแบบ

3) ความสามารถในการวางแผนดำเนินการให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดขึ้นตั้งแต่การเลือกวัสดุตามคุณสมบัติให้สอดคล้องกับรูปแบบตามที่คิดสร้างสรรค์ไว้

4) การใช้ประสบการณ์ ความชำนาญ และความรู้ การตอบสนองให้แก่ผู้บริโภคในด้านการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์และรูปแบบมีความงดงามตามประโยชน์ใช้สอย

5) เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของผลงานแต่ละยุคสมัยของศิลปะการออกแบบและแสดงศักยภาพความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละคนในการออกแบบ

สืบสิริ แซ่ลี้ (2558) การเลือกวิธีการแบ่งขั้นตอนลักษณะการออกแบบได้ขึ้นกับวิธีการทำงานตามความถนัดและความเคยชินของนักออกแบบ

การแบ่งขั้นตอนการออกแบบ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก

1) การวิเคราะห์ (Analysis) การนำข้อมูลที่มีผลต่อการออกแบบมาจัดการแยกแยะหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างกันเพื่อสรุปให้ออกมาเป็นกลุ่มลักษณะที่งานออกแบบนั้นๆ ควรจะเป็นหรือควรทำหน้าที่ตามการใช้งาน (Performance Specification = P-Spec)

2) การสังเคราะห์ (Synthesis)การนำผลการวิเคราะห์มาสร้างสรรค์ด้วยเทคนิควิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้วิธีแกปัญหาที่มีความหลากหลาย มีปริมารมากและมีคุณภาพสอดคล้องกับลักษณะที่ควรเป็นตามความต้องการใช้งาน (P-Spec)

3) การประเมินผล การนำวิธีการแก้ปัญหาที่สังเคราะห์ได้มาเปรียบเทียบตามหลักเกณฑ์ และเลือกวิธีการที่มีคามเป็นไปได้และเหมาะสมสูงสุดสำหรับนำไปพัฒนาเพื่อการผลิตและการจำหน่ายต่อไปทั้ง 3 ขั้นตอนหลักนี้แต่ขั้นตอนยังประกอบด้วยขั้นตอนย่อยๆ ซึ่งกำหนดให้ปฏิบัติไปตามลำดับเพื่อให้บังเกิดผลสำเร็จในแต่ละขั้นตอนหลัก เมื่อปฏิบัติตามโดยเรียงจากการวิเคราะห์การสังเคราะห์และการประเมินแล้ว ถ้าผลงานออกแบบที่ประเมินได้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมเป็นที่พอใจของทุกฝ่าย ก็นับว่าเสร็จสิ้นกระบวนการออกแบบ แต่ถ้าประเมินแล้วผลงานยังไม่ถูกต้องตามความต้องการของผู้เกี่ยวข้องก็จำเป็นต้องย้อนกลับไปตรวจสอบในขั้นตอนการวิเคราะห์และการสังเคราะห์เพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการแก้ไขใหม่เรียงไปตามลำดับขั้นตอนอีกครั้งหนึ่ง

(1) เตรียมรับสภาพ (Accept Situation) เมื่อได้รับปัญหาในการออกแบบนักออกแบบต้องทำความเข้าใจเนื้อหาและธรรมชาติเฉพาะของงานออกแบบนั้นๆ อย่างถ่องแท้ พร้อมกับทำการสำรวจความพร้อมของตนเองที่จะทานในด้านต่างๆ เช่น เวลาทำงาน ความรู้ความชำนาญเฉพาะ ข้อมูลที่มี ความถนัดและความสนในงานลักษณะนั้นเพื่อประกอบการตัดสินใจที่จะเริ่มรับงาน

(2) วิเคราะห์ (Analyse) การค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อค้นหาความจริงตลอดจนข้อคิดเห็นจากผู้รู้ต่างๆ เกี่ยวกับปัญหาโดยการนำปัญหามาแยกส่วนและหาความสัมพันธ์ระหว่างกันช่วยให้มองเห็นข้อเท็จจริงใหม่ๆในปัญหานั้น

(3) กำหนดขอบเขต (Define) เมื่อได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาอย่างละเอียดแล้ว จะพบว่ามีเรื่องราวที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่องและกว้างขวางกับปัญหานั้นอีกมากมายซึ่งไม่สามารถจัดการได้ทั้งหมด นักออกแบบจึงจำเป็นต้องกำหนดเป้าหมายหลักของการทำงานวางขอบเขตและจุดมุ่งหมายที่ต้องการให้บรรลุอย่างเหมาะสมตามความจำกัดต่างๆ ที่มีอยู่

(4) คิดค้นออกแบบ (Ideate) การใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างทางเลือกหรือวิธีการแก้ปัญหาจำนวนมากซึ่งสามารถบรรลุเป้าหมายหลัก

(5) คัดเลือก (Select) การพิจารณาวิธีแก้ปัญหาต่างๆ นำมาเปรียบเทียบเพื่อคัดเลือกวิธีการที่ดีที่สุดคือ วิธีที่ง่ายและได้ผลในการใช้งานสูงสุด

(6) พัฒนาแบบ (Implement) การนำเอาแบบที่เลือกแล้วว่ามีความเหมาะสมมากที่สุดมาปรับปรุงแก้ไขต่อไปจนถึงรายละเอียดเพื่อพัฒนาให้แนวทาที่เลือกนั้นมีความสมบูรณ์เกิดผลลัพธ์สูงสุด

(7) ประเมินผล (Evaluate) การนำผลงานการออกแบบที่ผ่านการพัฒนาแล้วมาทบทวนผลที่เกิดขึ้น วิจารณ์อย่างตรงไปตรงมาและอย่างมีหลักเกณฑ์ เพื่อให้รู้ว่าผลงานนั้นมีข้อดีและข้อบกพร่องทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณ

การออกแบบกราฟิกและสื่อเป็นขั้นตอนหนึ่งของการสร้างสรรค์งานที่เกี่ยวข้อง กับกระบวนการงานกราฟิก งานทางด้านสิ่งพิมพ์ โดยมีหลักการคิดและวิธีการดำเนินการที่ต้องอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการ สื่อความหมาย หลักการทางศิลปะประยุกต์และทฤษฎีการรับรู้ทางจิตวิทยา การออกแบบงานกราฟิกจึงต้องกระทำอยู่บนพื้นฐานขององค์ประกอบต่าง ๆ การออกแบบงานกราฟิกและสื่อ ควรจะต้องคำนึงถึงหลักการ ดังนี้

1) ความมีเอกภาพ (unity)

2) ความกลมกลืน (harmony)

3) ความมีสัดส่วนที่สวยงาม (proportion)

4) ความมีสมดุล (balance)

5) ความมีจุดเด่น (emphasis)

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการออกแบบ ในโลกที่เราอาศัยอยู่นั้น สิ่งต่างๆ รอบตัวจะมีลักษณะเฉพาะ บ้างก็สวยงาม เช่น งานจิตกรรมฝาผนังตามวัด บ้างก็อาจดูไม่สวยงามในทรรศนะของบางคนแต่น่าสนใจ เช่น งานประติมากรรมรูปทรงแปลกๆ เป็นต้น สิ่งรอบตัวเหล่านี้เกิดจากการออกแบบเพื่อสนองความต้องการทางความงาม ทางประโยชน์ใช้สอย หรือทั้งความงามที่มีประโยชน์ใช้สอยควบคู่กัน อย่างไรก็ตาม แรกเริ่มที่มนุษย์รู้จักคิดค้นและประดิษฐ์สิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ซึ่งถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบนั้น มีที่มาจากรูปลักษณ์ของสิ่งต่างๆ ในธรรมชาติแล้วนำมาประยุกต์ให้เป็นไปตามความจำเป็นหรือความต้องการของตน

ความหมายของการออกแบบ (Meaning of Design) คำว่า การออกแบบ (Design) ตรงกับภาษาอิตาเลียนว่า “ดิเสกโน” (Desegno) โดยความหมายเน้นที่ความสำคัญของศิลปะที่กำลังจะหมดความนิยม และ “การออกแบบ” เป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญสำหรับศิลปะโดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานจิตรกรรม ทั้งนี้ในช่วงก่อนปี ค.ศ. 1357 เซนินีเซนนิโน (Cenninicennino) ศิลปินและกวีชาวอิตาเลียน

ได้กล่าวว่า รากฐานของงานจิตรกรรม ประกอบด้วยงานออกแบบ (Design) และการระบายสี (Ilcolorire) นอกจากนี้ วาซาริ จิออร์จีโอ (Vasari Giorgio) ผู้เป็นทั้งสถาปนิกจิตรกรและนักเขียนชีวประวัติบุคคล ได้ให้ความสำคัญต่อการออกแบบโดยเน้นว่า การออกแบบเป็นวิธีการที่มีความสำคัญซึ่งใช้ความพยายามและความสามารถกว่าการประดิษฐ์ และการออกแบบถือว่า เป็นต้นกำเนิดของศิลปะสาขาต่างๆ

ต่อมาในช่วง ค.ศ. 1357 นักทฤษฎีทางศิลปะชาวอิตาเลียน ชื่อฟรานเซสโก ลานซิลอตติ (FrancesscoLanciotti) ได้วิเคราะห์กระบวนการทางการอกกแบบที่ปรากฏในผลงานภาพเขียน ชื่อแทรตแตตโต้ ดิ พิททูรา (Trattato di Pittural) ที่สร้างขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1509 โดยระบุว่าผลงานภาพเขียนที่ว่านี้ เกิดจากปัจจัย 4 การ คือ การออกแบบ (Design) สี (colurito) องค์ประกอบ (Compositione) และ การประดิษฐ์ (invention)

ความสำคัญและประโยชน์ของการออกแบบยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่องจนเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปมากขึ้นและมีการให้คำจำกัดความ “การออกแบบ” โดยเน้นว่า การออกแบบ คือ ความคิดสร้างสรรค์ (Cretive Idea) ที่มีอยู่ภายในความรู้สึกนึกคิดของศิลปิน ทั้งนี้ ในยุคศิลปะสมัยใหม่ งานออกแบบเป็นส่วนหนึ่งของการกำหนดและวางแผนสำหรับการทำงานศิลปะที่สามารถสนองความต้องการในแง่ประโยชน์ใช้สอยควบคู่ไปกับคุณค่าทางความงามตามหลักสุนทรียศาสตร์ ซึ่งในปี ค.ศ. 1874 ได้มีการกล่าวถึง ขอบข่ายของการออกแบบไว้ในหนังสือชื่อ ลักษณะพื้นฐานของการออกแบบ (The Nature of Design) ไว้ว่า การออกแบบที่สมบูรณ์ต้องเกิดจากการผสม ผสานปัจจัย 6 ประการ คือ ข้อมูลเพื่อการออกแบบ ทฤษฎีด้านความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรง รากฐานของการออกแบบที่มีศักยภาเพื่อการสื่อความหมายที่ดี การทำงานบนพื้นฐานของเหตุผล การคำนึงถึงความประหยัด และความง่ายในการทำงานและสัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นไม่ว่าจะเป็น เครื่องหมาย (Mark หรือ Symbol) ตราสัญลักษณ์ (Logo) ต้องเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

ในปัจจุบันความหมายของ การออกแบบ มีความหลากหลายมากขึ้นสาเหตุประการหนึ่งคือ ในหลายสาขาอาชีพได้นำการออกแบบไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของงาน ดังนั้น ความหมายของการออกแบบจึงเปลี่ยนไปตามลักษณะเฉพาะของสาขาอาชีพนั้นๆ ด้วย ตัวอย่างความหมายของคำว่าการออกแบบ เช่น

ตามพจนานุกรม The Grolier International Dictionary ได้ระบุว่า การออกแบบ (Design) หมายถึง การตกแต่งโครงสร้างก่อนเพิ่มรายละเอียดหรือหมายถึง การร่างโครงสร้างโดยทั่วไปของผลงานศิลปะที่มีการวางแผนการใช้องค์ประกอบพื้นฐานของศิลปะซึ่งได้แก่ การใช้ จุด (Point) เส้น (Line) น้ำหนักอ่อน-แก่ (Shade) สี (Colour) รูปร่าง (Shape) รูปทรง (Form) และพื้นผิว (Texture) มาประกอบกันเป็นงานศิลปะตามต้องการของศิลปิน รวมทั้งหมายถึงการตกแต่ง

ลวดลายและการสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดเพื่อใช้เป็นต้นแบบก่อนการสร้างเป็นผลงานจริงต่อไป The Grolier International Dictionary (1992)

ในพจนานุกรม The American Heritage Dictionary ได้กล่าวถึงความหมายของการออกแบบไว้หลากหลาย เช่น

การออกแบบ หมายถึง ความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นในใจก่อนการลงมือปฏิบัติ

การออกแบบ หมายถึง วิธีการหนึ่งที่ทำให้เกิดการทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง จนถึงขั้นแห่งความสำเร็จ หรือบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งๆ ไว้

การออกแบบ หมายถึง การวาดหรือร่างภาพเพื่อนำเสนอรายละเอียดของสิ่งใดสิ่งหนึ่งในเบื้องต้น แล้วนำไปสร้างสรรค์งานจริงต่อไป

การออกแบบ หมายถึง การร่างภาพตัวอย่างคร่าวๆ ด้วยวิธีการวาด (Drawing) หรือการสเก็ตช์ (Sketch)

การออกแบบ หมายถึง การประดิษฐ์หรือตกแต่งลวดลาย

การออกแบบ หมายถึง แบบแผนหรือโครงการ หรือ เหตุผลที่ใช้ในการกำหนดความตั้งใจหรือ วัตถุประสงค์

ในทรรศนะของนักออกแบบชาวฮ่องกงชื่อ หวูเซียะ หว่อง (Wucius Wong) ได้กล่าวถึงความหมายของการออกแบบสรุปได้ว่า การออกแบบไม่ใช่แค่เพียงการสร้างารรค์ความงามภายนอกด้านความพยายามเพื่อทำให้ผู้ชมผลงานเกิดความรู้สึกชอบเท่านั้น แต่การออกแบบต้องสร้างสรรค์คุณสมบัติภายในของผลงานให้มีทั้งความงามของรูปลักษณ์ภายนอกและการใช้งานที่มีประสิทธิภาพอันเป็นคุณสมบัติภายใน เช่น การออกแบบเก้าอี้สำนักงานที่ต้องมีรูปลักษณ์สวยสง่าดูภูมิฐานและสามารถใช้งานได้ดี เช่น รับน้ำหนักของสรีระและเคลื่อนไหวได้ดี เป็นต้น Wucius Wong (1972)

ในทรรศนะของผู้เขียน คำว่า การออกแบบ หมายถึง การแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์โดยผ่านกระบวนการพูดให้ทราบถึงความคิดของตนแล้วแสดงออกโดยการร่างภาพอย่างหยาบๆจากนั้นแสดงออกโดยการเขียนรายละเอียด พร้อมคำบรรยายเพื่อให้ผู้อื่นรับทราบความคิดนั้น

โดยสรุปแล้ว ความหมายของการออกแบบนับตั้งแต่ยุคแรกๆ จนกระทั่งปัจจุบัน จะพบว่าการออกแบบประกอบด้วยปัจจัย 2 ประการ คือ

ประการที่ 1 : ความคิดที่มีความเป็นนามประธรรม หมายถึง การใช้ความคิด และความสามารถ ในการสร้างสรรค์สิ่งใดสิ่งหนึ่งตามที่กำหนดเป้าหมายไว้

ประการที่ 2 : การลงมือปฏิบัติเพื่อความเป็นรูปธรรม หมายถึง กระบวนการทำงานตามความคิดที่สามารถมองเห็นลำดับของงานและนำไปสู่ผลงานที่เสร็จสมบูรณ์ ซึ่งสามารถมองเห็นผลสำเร็จนั้นได้ด้วยตาและถือว่าเป็นปัจจัยทางรูปธรรม

อย่างไรก็ตาม การออกแบบไม่เพียงแต่จะสำคัญต่อการสร้างผลงานทางศิลปะเท่านั้น การออกแบบยังสำคัญต่อสาขาอาชีพอื่นๆ และสำคัญมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง เช่น กระบวนการการบริหารจัดการในองค์กรที่ต้องการ การบรรลุเป้าหมายทางธุรกิจ ซึ่งในกรณีการออกแบบจะหมายถึงการแสดงเจตนา การกำหนดความมุ่งหมายหรือข้อกำหนดที่จะนำไปสู่ความสำเร็จขององค์กร

2.7 การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์

คำว่า การประชาสัมพันธ์ (Public Relations) เป็นคำที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากในปัจจุบัน ทั้งตามหน่วยงาน องค์การ สถาบันต่างๆ และในหมู่สาธารณชนทั่วไป ที่เป็นเช่นนี้ น่าจะเป็นเพราะงานประชาสัมพันธ์ที่กำลังได้รับความสนใจและยอมรับจากประชาชนทั่งไปในฐานะที่งานประชาสัมพันธ์เป็นงานเสริมสร้างความเข้าใจอันดีต่อกันระหว่างหน่วยงานสถาบันกับกลุ่มประชาชนที่เกี่ยวข้อง

Sam Black (1976) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการประชาสัมพันธ์มีอยู่ 3 ประการพอสรุปได้ดังนี้

1) เพื่อสร้างความนิยม ประกอบด้วยการเร่งเร้าเพื่อสร้างและธำรงไว้ซึ่งความนิยมเลื่อมในและศรัทธาจากกลุ่มประชาชนต่อนโยบาย ท่าที วิธีการดำเนินงานและผลงานทั้งหลายของสถาบัน เพื่อให้การดำเนินงานของสถาบันเป็นไปด้วยความราบรื่น สร้างความก้าวหน้าแก่สังคม

2) เพื่อรักษาชื่อเสียงมิให้เสื่อมเสียหรือเป็นการสร้างภาพพจน์หรือความเข้าใจที่ถูกต้องให้แก่ประชาชนที่มีต่อสถาบันนั่นเอง

3) เพื่อสร้างความสัมพันธ์ภายใน อันเป็นปัจจัยหรืออุปสรรคสำคัญอันดับแรกของสถาบัน หากความสัมพันธ์ภายในสถาบันดี การดำเนินงานของสถาบันก็จะเป็นไปด้วยความราบรื่น แต่ถ้าไม่ดี นอกจากจะเป็นอุปสรรคในการดำเนินงานแล้วยังมีต่อความสัมพันธ์กับกลุ่มประชาชนภายนอกสถาบันด้วยเป้าหมายประชาสัมพันธ์ไว้ 3 ประการ คือ

1. กัน (Prevention) ให้ข้อมูลเก็บไว้เป็นการป้องกัน
2. แก้ (Correction) แก้ไขความเข้าใจผิด
3. ก่อ (Image Building-up) การเสริมสร้างภาพพจน์เป็นการป้องกันไปในตัว

2.7.1 ความหมายของการประชาสัมพันธ์

ความหมายของการประชาสัมพันธ์ คำว่าประชาสัมพันธ์ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Public Relations Public หมายถึง ประชา กลุ่มบุคคล หรือ ประชาชน ซึ่งมีลักษณะ 3 ประการ คือ

2.7.1.1 พบกับปัญหาอันหนึ่ง

2.7.1.2 มีความเห็นเกี่ยวกับการจัดการกับปัญหานั้นแตกต่างกัน

2.7.1.3 ได้มีการอภิปรายปัญหานั้น มติกลุ่ม เรียกว่า ประชามติ

Relations หมายถึง สัมพันธ์ หรือ ความเกี่ยวข้องผูกพันแบบสองฝ่ายถ้ารวมความแปรตามตัวอักษรแล้ว การประชาสัมพันธ์ ก็คือ การเกี่ยวข้องผูกพันกับกลุ่มคน นั่นเอง

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2522) การประชาสัมพันธ์ เป็นแผนการที่ได้เตรียมการไว้อย่างรัดกุมและมีความพยายามอย่างแน่วแน่ต่อการที่จะสรรค์สร้างและธำรงไว้ซึ่งความเข้าใจอันดีต่อกันระหว่างสถาบันกับประชาชน

ชม ภูมิภาค (2516) กล่าวว่า “การประชาสัมพันธ์ คือ ความพยายามของหน่วยงานหนึ่งที่สร้างหรือปรับความสัมพันธ์กับกลุ่มชนหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ที่เรียกว่า ความสัมพันธ์อันดีอันจะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายที่หน่วยงานนี้ได้วางไว้โดยราบรื่น”

อรุณ งามดี ได้ให้คำจำกัดความของการประชาสัมพันธ์ไว้ดังนี้

1) การประชาสัมพันธ์ เป็นการสำรวจดูว่า ประชาชนชอบอะไรเกี่ยวกับตัวเราแล้วทำสิ่งนั้นให้มากขึ้นและสำรวจดูว่า ประชาชนไม่ชอบอะไรเกี่ยวกับตัวเราแล้วทำสิ่งนั้นให้น้อยลง

2) การประชาสัมพันธ์ ได้แก่ การกระทำ คำพูดหรือสถานการณ์ใด ๆ ที่มีอิทธิพลในการจักจูงใจให้ประชาชนเห็นด้วยช่วยเหลือสนับสนุน

3) การประชาสัมพันธ์ เป็นการดำเนินงานอย่างมีแผนและกระทำต่อเนื่องกันไปเพื่อสร้างความเข้าใจอันดีระหว่างประชาชนกับหน่วยงานด้วยวิธีการที่ประชาชนยอมรับและมีการติดต่อไปทั้งสองฝ่าย

การประชาสัมพันธ์มิใช่สิ่งต่อไปนี้

1) อุปสรรคขวางกันระหว่างข้อเท็จจริงกับกลุ่มประชาชน

2) การโฆษณาชวนเชื่อ ที่เผยแพร่ออกไปโดยปราศจากความจริงหรือบิดเบือนข้อเท็จจริง

3) การโฆษณาเผยแพร่ที่มุ่งขายสินค้าหรือบริการโดยตรงถึงแม้การประชาสัมพันธ์จะสามารถเอื้อประโยชน์ ต่อการขายและธุรกิจการค้าก็ตาม

4) การโฆษณาสินค้า

5) การโฆษณาสินค้าที่ไม่ต้องซื้อเวลาเพื่อโฆษณา

6) ไม่เป็นการเมือง แต่เป็นเครื่องมือในการสร้างความพร้อมเพรียงระหว่างรัฐบาลกับประชาชนหรือเป็นเครื่องมือของฝ่ายบริหารในการสร้างเสริมประชาธิปไตย อันจะก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจและการร่วมมือระหว่างกันและกัน

องค์กระกอบพื้นฐานของการประชาสัมพันธ์

การประชาสัมพันธ์เป็นพื้นฐานของปรัชญาสังคมของการจัดการ คือ ไม่มุ่งแต่เพียงผลประโยชน์ของสถาบันแต่เพียงอย่างเดียว แต่จะคำนึงผลประโยชน์ของผู้บริโภคเป็นอันดับแรก ความแตกต่างระหว่าง การประชาสัมพันธ์ กับ การโฆษณาชวนเชื่อ และ การโฆษณารวมทั้งคำอื่น ๆ ที่อาจทำให้เกิดความเข้าใจสับสน

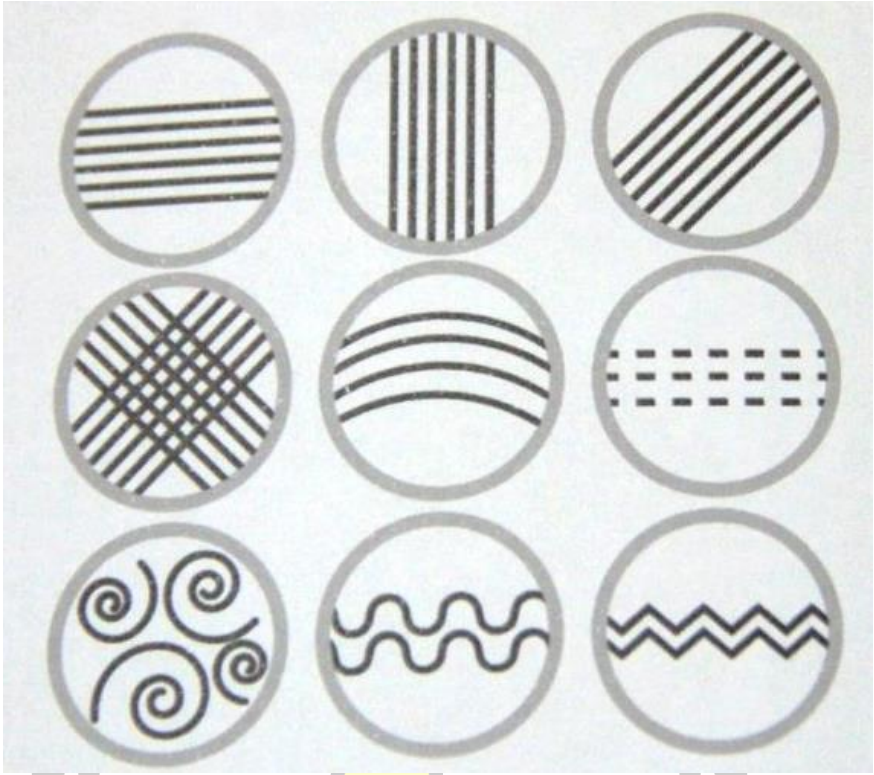
การประชาสัมพันธ์ยังเป็นงานในระดับนโยบายหรือใกล้ชิดกับระดับนโยบายที่องค์การสถาบันทุกแห่ง ทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นองค์กรของรัฐบาล หรือองค์การภาคธุรกิจเอกชน รวมทั้งองค์การที่ไม่มุ่งแสวงหากำไร (nonprofit organization) หรือองค์กรสาธารณกุศลทั้งหลาย (Charitable organization) ต่างก็นำเอาการประชาสัมพันธ์ไปใช้กับองค์กรการสถาบันของตนอย่างกว้างขว้างแผ่นหลาย โดยวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสรรค์จรรโลงความเข้าใจผิด ตลอดจนขจัดและลดสาตูแห่งความขดแย่งต่างๆรวมทั้งการใช้การประชาสัมพันธ์เพื่อสนับสนุนนโยบายและการดำเนินงานขององค์การสถาบัน เสริมสร้างและรักษา ชื่อเสียง เกียรติคุณ ความนิยม เชื่อถือ ศรัทธา และความร่วมมือสนับสนุนจากประชาชนที่พึงจะมีต่อหน่วยงานสถาบันของตน บุญเกื้อ ควรหาเวช (2539)

2.7.2 องค์ประกอบในการออกแบบกราฟิก

องค์ประกอบงานกราฟิก (Element of Design)คือสิ่งต่างๆที่ถูกนำมาวางเรียงร้อยกันจนเกิดเป็นภาพที่แสดงอารมณ์ใด อารมณ์หนึ่งออกมา องค์ประกอบหลักๆของงานกราฟิกแบ่งออกเป็น 8 ชนิด คือ เส้น รูปร่าง รูปทรง น้ำหนัก พื้นผิว ที่ว่าง สี และตัวอักษร ปิยะบุตร สุทธิดารา (2553)

2.7.2.1 เส้น (Line) คือการที่จุดหลายๆจุดถูกนำมาวางต่อเรียงกันจนเกิดเป็นรูปร่างรูปทรงต่างๆ ขึ้นมา รูปทรงของเส้นก็จะสื่อออกมาถึงความรู้สึกที่แตกต่างกันออกไป

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 20 ตัวอย่างเส้นแบบต่างๆที่ให้ความรู้สึกต่างกันไป

(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555:3)

เส้นแนวนอน ให้ความรู้สึกสงบ ราบเรียบ

เส้นตรงแนวตั้ง ให้ความรู้สึกมั่นคงแข็งแรง

เส้นทแยง ให้ความรู้สึกมั่นคง รวดเร็ว แสดงถึงการเคลื่อนไหว

เส้นตัดกัน ให้ความรู้สึกประสาน แข็งแกร่ง หนาแน่น

เส้นโค้ง ให้ความรู้สึกอ่อนช้อย อ่อนน้อม

เส้นประ ให้ความรู้สึกโปร่ง ไม่สมบูรณ์ หรือในบางกรณีอาจใช้เป็นสัญลักษณ์ในการแสดงถึงส่วนที่ซ่อนเอาไว้

เส้นโค้งก้นหอย ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหวไม่มีที่สิ้นสุด

เส้นโค้งแบบคลื่น ให้ความรู้สึกถึงการเคลื่อนๆไหวแบบนิ่มนวล

เส้นซิกแซ็ก ให้ความรู้สึก น่ากลัว อันตราย

ส่วนใหญ่แล้วเส้นจะมีอยู่ในทุกๆส่วนของงานออกแบบ โดยจะถูกนำไปใช้ร่วมกับองค์ประกอบต่างๆ จนสื่อถึงอารมณ์ของผลงานออกมาได้ในแบบที่ต้องการ ดังนั้น การเลือกใช้เส้นก็เป็นส่วนหนึ่งของงานออกแบบ

ภาพประกอบที่ 21 ตัวอย่างการใช้เส้นร่วมกับองค์ประกอบอื่น
(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555:3)

2.7.2.2 รูปร่าง (Shape), รูปทรง (Form), น้ำหนัก (Value)

1) รูปร่าง (Shape)

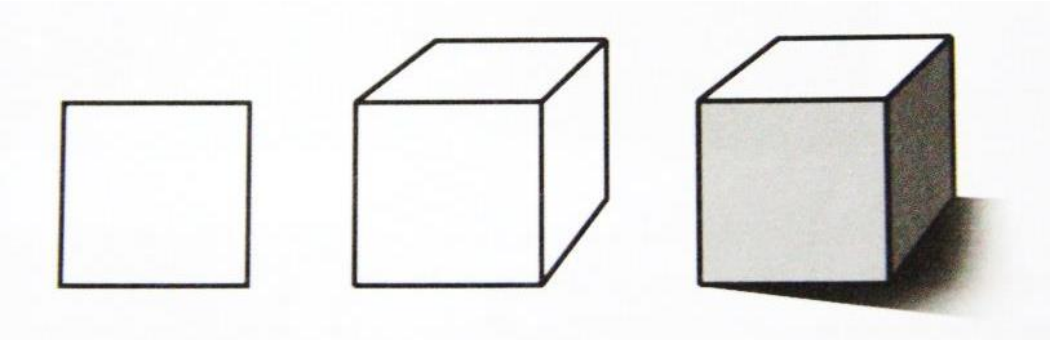
เป็นองค์ประกอบที่ต่อเนื่องมาจากเส้น เกิดจากการนำเส้นแบบต่างๆมาต่อกับจนเกิดเป็นรูปร่างที่มีความกว้างและความยาว หรือความสูง ในทางศิลปะจะแบ่งรูปร่างออกเป็น 2 แบบคือรูปร่างที่คุ้นตา เช่น ดอกไม้หรือคน และอีกแบบหนึ่งจะเป็นรูปร่างฟรีฟอร์ม เป็นแนวที่ใช้รูปร่างสื่อความหมายเป็นจินตนาการออกมา ไม่มีรูปร่างที่แน่นอน แต่ดูแล้วเกิดจินตนาการถึงอารมณ์ที่ต้องการสื่อได้

2) รูปทรง (Form)

รูปร่างที่มีมิติเพิ่มขึ้นมากลายเป็นงาน 3 มิติคือมีความลึกเพิ่มเข้ามาด้วย

3) น้ำหนัก (Value)

เป็นส่วนที่เสริมให้ดูออกว่ามีน้ำหนักขนาดไหน เบา หรือหนัก ทึบ หรือโปร่งแสง น้ำหนักเกิดจากการเติมสีและเงาลงไปในรูปทรงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ



ภาพประกอบที่ 22รูปร่าง (Shape), รูปทรง (Form), น้ำหนัก (Value)

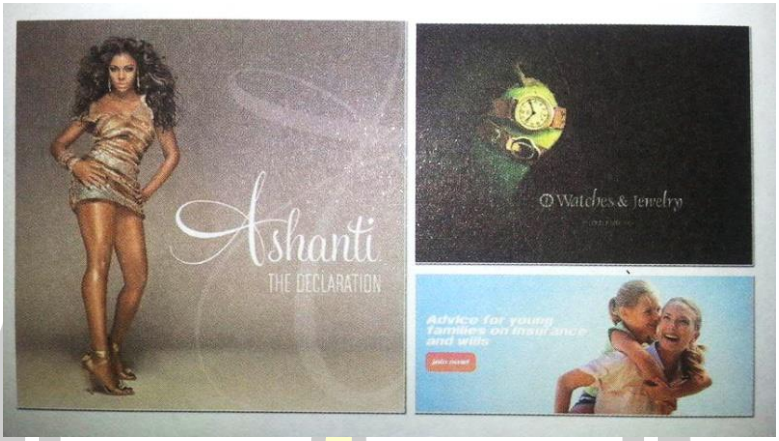
(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555:4)

2.7.2.3 พื้นผิว (Texture) คือสิ่งที่แสดงให้รู้ว่ารูปร่างหรือรูปทรงที่นำมาใช้งานมีผิวสัมผัสอย่างไร โดยแบ่งเป็น 2 สัมผัสคือ สัมผัสด้วยมือ เช่น พื้นผิวขรุขระของรูปปั้นที่แสดงออกถึงความแข็งแกร่ง หยาบกระด้าง กับอีกแบบหนึ่งคือพื้นผิวที่สัมผัสด้วยสายตา เช่น พื้นผิวของส่วนต่างๆ ในภาพ ที่เพียงมองเห็นก็รู้ว่าลายแบบนี้มีพื้นผิวสัมผัสแบบใด

ในงานออกแบบพื้นผิวจะเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่ช่วยสื่อถึงอารมณ์ของงานได้ออกมาชัดเจน เช่น ถ้าเราเลือกพิมพ์งานลงบนกระดาษ Glossy ที่เงาหรือแวววาว งานนั้นก็จะสื่อออกไปได้ทันทีว่า หรูมีระดับ หรือถ้าเราใส่ลวดลายที่คล้ายสนิม หรือรอยเปื้อนลงไปเราก็จะรู้สึกถึงความเก่า ดังนั้นในการทำงาน นักออกแบบจึงควรเลือกสร้างพื้นผิวทั้งในองค์ประกอบต่างๆ ที่ใส่ลงไปในภาพ รวมทั้งวัสดุที่จะพิมพ์งานดังกล่าวลงไป ก็จะสามารถช่วยสื่อความหมายที่ต้องการได้อย่างเหมาะสม

2.7.2.4 ที่ว่าง (Space) อาจจะเกิดความตั้งใจหรือไม่ตั้งใจของนักออกแบบก็ได้ ที่ว่างไม่ได้มีความหมายถึงพื้นที่ว่างเปล่าอย่างเดียว แต่หมายความรวมไปถึงพื้นที่ที่ไม่สำคัญ หรือ Background ด้วยในการออกแบบกราฟิกที่ว่างจึงเป็นตัวช่วยให้งานดูไม่หนักจนเกินไป และถ้าควบคุมที่ว่างได้ดี ที่ว่างเหล่านี้จะเป็นตัวที่ช่วยเสริมให้งานมีจุดเด่นที่ชัดเจนขึ้น

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 23 ที่ว่าง

(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555:5)

2.7.2.5 สี (Color) เรื่องสีกับงานกราฟิก ถือเป็นหัวใจหลักสำคัญ เพราะการเลือกสีจะแสดงถึงอารมณ์ที่ต้องการสื่อได้ชัดเจนมากกว่าส่วนประกอบอื่นๆทั้งหมด เช่น โทนสีร้อน ใช้สำหรับงานที่ต้องการความตื่นเต้น ท้าทาย หรือสีโทนเย็น สำหรับงานที่ต้องการความสุภาพสบายๆ

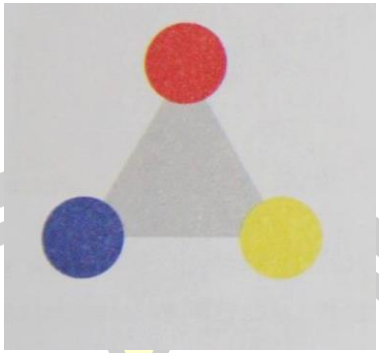
1) สีและการสื่อความหมายในอารมณ์ต่างๆ ในปัจจุบันแหล่งกำเนิดสีจะมีอยู่ 3 ชนิดคือ

(1) สีที่เกิดจากแสง เกิดจากการหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วปริซึมมี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน เรียกรวมกันว่า RGB นำมาผสมผสานจนเกิดเป็นสีสันต่างๆมากมาย ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบนี้เช่น โทรทัศน์หรือ จอคอมของเรานั่นเอง

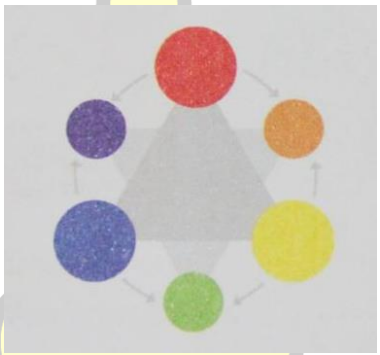
(2) สีที่เกิดจากหมึกสีในการพิมพ์ เกิดจากการผสมหมึกพิมพ์ทั้ง 4 สีในเครื่องพิมพ์คือ สีฟ้า สีม่วงแดง สีเหลือง สีดำ เรียกว่า CMYK จนแสดงออกมาเป็นสีสันต่างๆตามต้องการ ในงานกราฟิกนั้นหากต้อทำงานที่ต้องพิมพ์บนแท่นพิมพ์แล้ว นักออกแบบควรเลือกโหมดสีเป็น CMYK ทุกครั้ง เพื่อผลลัพธ์ที่ออกมาตรงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ทำงานอยู่

2.7.3 สีที่เกิดจากธรรมชาติ

เป็นสีที่ได้จากธรรมชาติ จากกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมีมี 3 สีคือ แดง เหลือง น้ำเงิน หลังจากนั้นจึงนำมาผสมกันจนเกิดเป็นสีอื่นๆ หรือที่เรียกกันว่าแม่สีนั่นเอง



ภาพประกอบที่ 24 สีขั้นที่ 1
(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555)



ภาพประกอบที่ 25 สีขั้นที่ 2
(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555)

ภาพประกอบที่ 26สีขั้นที่ 3

(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555)

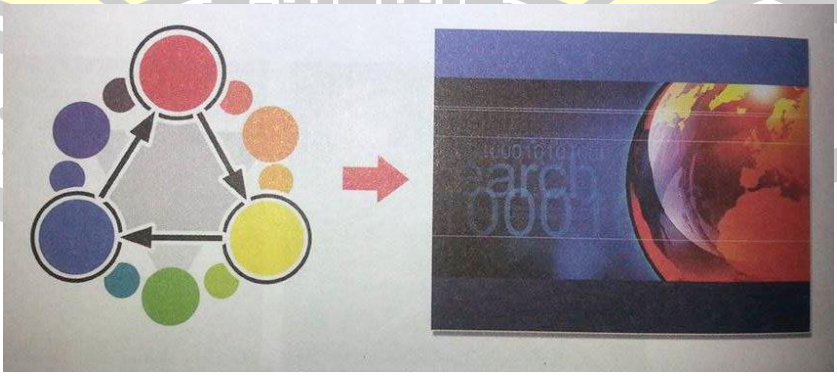
2.7.4 เทคนิคการนำสีไปใช้งาน

เทคนิคการนำสีไปใช้งานมีมากมายอยู่หลายวิธี แต่ทุกวิธีจะชี้ประเด็นหลักๆ คือ ใช้สีเพิ่มความโดดเด่นให้กับจุดเด่นในภาพ และใช้สีตกแต่งส่วนอื่นๆของภาพเพื่อให้ได้อารมณ์ที่ต้องการ เทคนิคการเลือกสีที่นิยมใช้งานจะมีอยู่ 4 รูปแบบคือ

2.7.4.1 Mono หรือเอกรงค์ จะเป็นสีที่ใช้ในโทนเดียวกันทั้งหมด เช่น จุดเด่นเป็นสีแดง สีส่วนที่เหลือก็จะเป็นส่วนที่ใกล้เคียงกันกับสีแดง โดยใช้วิธีลดน้ำหนักความเข้มของสีแดงไป

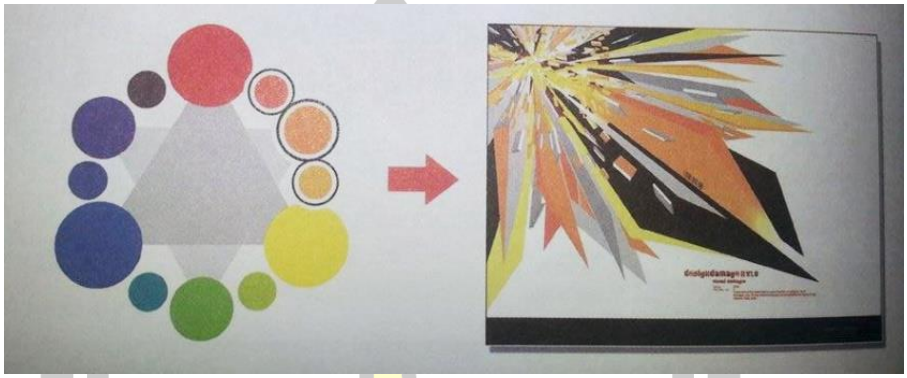
ภาพประกอบที่ 27 Mono หรือเอกรงค์
(ทีมา : Graphic Design Art Work, 2555)

2.7.4.2 Complement หรือสีตัดกัน สีตรงกันข้ามเป็นสีที่อยู่ในวงจรสี เช่นสีฟ้าจะตรงข้ามกับสีส้ม หรือสีแดงจะตรงข้ามกับสีเขียว สามารถนำไปใช้งานได้หลายอย่าง และก็สามารถส่งผลได้ทั้งดีและไม่ดีหากไม่รู้หลักการใช้งาน การใช้สีตรงกันข้ามหรือสีตัดกัน ไม่ควรใช้ในปริมาณพื้นที่เท่ากันในงาน ควรใช้สีใดสีหนึ่ง 80% อีกฝ่ายหนึ่งต้องเป็น 20% จำทำให้ความตรงกันข้ามของพื้นที่ที่น้อยกลายเป็นจุดเด่น



ภาพประกอบที่ 28 Complement หรือสีตัดกัน
(ทีมา : Graphic Design Art Work, 2555)

2.7.4.3 Triad คือการเลือกสีสามสีที่มีระยะห่างเท่ากันเป็นสามเหลี่ยมด้านเท่ามาใช้งาน



ภาพประกอบที่ 29 Triad คือการเลือกสีสามสีที่มีระยะห่าง

(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555)

2.7.4.4 หรือสีข้างเคียงคือ การเลือกสีใดสีหนึ่งขึ้นมาใช้งานพร้อมกับสีที่อยู่ติดกันอีกข้างละสี หรือก็คือ สามสีที่ติดกันในวงจรสีนั่นเอง

ภาพประกอบที่ 30 Analogic หรือสีข้างเคียง

(ที่มา : Graphic Design Art Work, 2555)

2.7.5 การออกแบบสิ่งพิมพ์เฉพาะกิจ

ศิริลักษณ์ อริยบัญโญทัย (2540) สิ่งพิมพ์เฉพาะกิจ ได้แก่ โปสเตอร์ สติ๊กเกอร์ ป้ายโฆษณา แผ่นพับ จุลสาร สิ่งพิมพ์เฉพาะกิจเป็นสิ่งที่ต้องพบในชีวิตประจำวัน เช่น โปสเตอร์ แผ่นพับ การออกแบบสิ่งพิมพ์เหล่านี้จะต้องมีความรู้เบื้องต้นที่ต้องทำความเข้าใจดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.7.5.1 การออกแบบโปสเตอร์

จุดประสงค์ของการออกแบบโปสเตอร์คือ ใช้ปิดประกาศไว้เพื่อแจ้งข่าวประกาศข่าวประชาสัมพันธ์ข้อมูลออกสู่สาธารณะ เพราะฉะนั้นโปสเตอร์จึงเป็นงานพิมพ์ด้านเดียวขนาดของโปสเตอร์ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า โดยขนาดที่เป็นที่นิยมคือ A1 A2 A3 A4 หรือขนาด 31 x 21 นิ้ว, 15 x 21 นิ้ว ที่เป็นไซด์ในลักษณะดังกล่าวเนื่องจากไม่เสียเศษกระดาษ จึงเป็นไซด์ที่คุ้มราคา อย่างไรก็ตามขนาดนั้นสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของลูกค้าเป็นสำคัญ เนื่องจากโปสเตอร์ใช้แปะประชาสัมพันธ์ข่าวสารเพื่อให้คนเห็นในระยะไกล ข้อมูลในโปสเตอร์จึงไม่ควรมีขนาดเล็กเกินไป และควรมีเนื้อหาที่กระชับ ชัดเจน รัดกุม

1) ส่วนประกอบของโปสเตอร์
   (1) พาดหัว
   (2) ภาพ
   (3) เนื้อหา
   (4) ภาพสินค้า
2) การวางแผนออกแบบโปสเตอร์
   (1) กำหนดขนาดและรูปแบบ
   (2) รูปแบบของภาพ
   (3) รูปแบบของตัวอักษร
3) ระบบกริดสำหรับออกแบบโปสเตอร์
   (1) โมดูลาร์กริด
   (2) ไฮราซิเคิลกริด
4) กระดาษที่ใช้ในการพิมพ์โปสเตอร์
   (1) อาร์ตมัน 130 – 160 แกรม
   (2) อาร์ตมัน 190 - 310 แกรม
   (3) กระดาษปอนด์ 80 - 120 แกรม
5) ขนาดมาตรฐานของโปสเตอร์
   (1) ขนาด 29.7 x 42 cm (A3)
   (2) ขนาด 42 x 59.4 cm (A2)
   (3) ขนาด 59.4 x 84 cm (A1)
   (4) ขนาด 31.0 x 21.0 นิ้ว
   (5) ขนาด 15.5 x 21.0 นิ้ว

2.7.5.2 การออกแบบแผ่นพับ

การออกแบบแผ่นพับหมายถึงกระดาษที่พิมพ์ข้อมูลลงไป อาจจะพิมพ์ 1 หรือ 2 ด้าน พิมพ์ 4 สี หรือ 2 สี หรือพิมพ์สีเดียว และมีการพับเป็นแผ่นพับ ที่นิยมกันจะนำกระดาษ A4 มาพับครึ่ง การผลิตแผ่นพับยิ่งสั่งจำนวนเยอะราคาต่อหน่วยก็จะถูกลงเรื่อยๆ

แผ่นพับเป็นเอกสารที่มักใช้ในงานโฆษณา ประชาสัมพันธ์ ส่งข้อมูลข่าวสารที่เป็นสาธารณะ ไม่ว่าจะเป็นการให้ข้อมูลในเชิงความรู้ หรือการขายสินค้า หรือเพื่อประโยชน์อื่น

การทำแผ่นพับนั้นอาจจะใช้วิธีถ่ายเอกสาร พิมพ์อิงค์เจ็ต พิมพ์เลเซอร์ หรือพิมพ์ออฟเซต 4 สีให้คุณภาพสวยและมีต้นทุนถูกรวมไปถึงยังสามารถพิมพ์ลงบนกระดาษอาร์ตมันได้

1) ประโยชน์ของแผ่นพับ

(1) เพิ่มโอกาสให้กับการขาย

(2) สร้างความมั่นใจ ความเชื่อถือให้องค์กร

(3) ลดต้นทุน ลดเวลาในการตอบคำถาม

2) ส่วนประกอบของแผ่นพับ

(1) ปกหน้า

(2) เนื้อใน

3) การวางแผนการออกแบบแผ่นพับ

(1) การกำหนดขนาดและรูปแบบของแผ่นพับ

(2) การกำหนดลักษณะของการเผยแพร่

(3) การกำหนดลำดับการอ่าน

4) ระบบกริดสำหรับการออกแบบแผ่นพับ

(1) คอลัมน์กริด

(2) โมดูลาร์กริด

5) ขนาดของแผ่นพับ

ขนาดของแผ่นพับที่นิยมกันนอกเหนือจากขนาด A4 พับเป็น 2 ตอน หรือ 3 ตอน หรือ A4 พับครึ่งนั้นก็จะมี

ขนาดกางออกเป็น A3 (29.7x42.0 cm) พับครึ่งเสร็จเป็น A4 (21.0x29.7 cm)

ขนาดกางออก 21.0 x 20 cm (ประมาณ 2 ใน 3 ของ A4 แล้วพับครึ่งเป็น 21x10 cm

ขนาด A4 3 ตอนยาว (29.7x63.0 cm) พับแล้วเหลือขนาด A4 (21.0x29.7 cm)

2.7.5.2 ชนิดกระดาษที่ใช้ออกแบบแผ่นพับ

กระดาษปอนด์ 60-100 แกรม ในกรณีที่เน้นประหยัด กระดาษปอนด์ที่บางสุดสามารถพิมพ์ 4 สีได้ 2 ด้าน โดยไม่ทะลุโดยจะเป็นกระดาษ 70 แกรม

กระดาษอาร์ตมัน 85-160 แกรม เพื่อความดูดี ดูมีราคาของแผ่นพับขึ้นมาอีก โดยกระดาษอาร์ตมัน 85 แกรมยังสามารถพิมพ์ 4 สีได้ 2 ด้านได้ดี

กระดาษอาร์ตการ์ด 190 แกรมขึ้นไป กระดาษการ์ดจะมีความหนาทำให้ไปสามารถพับได้เลย จะต้องปั๊มรอบพับก่อนจึงสามารถพับตามรอบพับได้

กระดาษการ์ดขาว กระดาษปก กระดาษนอก กระดาษแฟนซี กระดาษชนิดอื่นๆ พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์ (2549)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 งานวิจัยในประเทศ

ทรงพล ขันชัย (2554) ระบบการพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีโลกความจริงเสริม กรณีศึกษาแบบหลายมาร์คเกอร์เป็นรูปแบบของสื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ ที่ติดตั้งลงบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบบปฏิบัติการวินโดวส์โดยไม่ต้องเชื่อมต่อเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถทำงานเชื่อมโยงกับบัตรมาร์คเกอร์ที่ควบคุมโดยแบ่งระบบการทำงานเป็น 4 ส่วนคือ 1)ระบบเรียนรู้จากบทเรียน เป็นระบบย่อยที่อธิบายและให้ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนที่กำลังศึกษาโดยมีรูปแบบการแสดงเป็น ข้อความ รูปภาพ เสียงบรรยาย แบบจำลองกราฟิก 3 มิติ และคำถามทบทวนการเรียนรู้ 2) ระบบจัดการข้อมูลผู้ใช้มีหน้าที่จัดการรายชื่อผู้ใช้งาน 3)ระบบสถิติ ประกอบด้วยส่วนของข้อมูลสถิติทั่วไปซึ่งจะบอกถึงบทเรียนที่มีผู้ใช้งานบ่อย จากการศึกษาพบว่าระบบสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจจะเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้นและมีความสนุกสนานในความรู้ ความรู้ความต้องการของระบบอยู่ในระดับที่คอมพิวเตอร์แต่ละโรงเรียนระดับประถมศึกษาทั่วไปสามารถใช้งานได้

โกวิทย์ ทะลิ (2555) งานวิจัยออกแบบสามมิติเสมือนจริง ชุด มุมมองที่แตกต่าง เป็นการพัฒนาปฏิบัติการในเชิงสร้างสรรค์ (Action Research) ซึ่งทดลองความสามารถของเทคโนโลยีมาใช้สร้างสรรค์ผลงานศิลปะและผสมผสานดิจิตอลอาร์ต คอมพิวเตอร์อาร์ตและวีดีโออาร์ตเพื่อสร้างประสบการณ์ใหม่ทางสุนทรียะโดยมีเนื้อหาแนวความคิด รูปแบบ วิธีการ เกี่ยวกับความเลื่อมใสศรัทธาในการดำรงค์ชีวิต ผลการวิจัยพบว่าการเปลี่ยนแปลงมุมมองขณะนั้นแบบฉับพลันการจัดวางผลงานในลักษณะต่างๆ กา รนำเสียงเข้ามาประกอบจะทำให้เกิดการเร้าใจและกระตุ้นให้ผู้ชมมีปฏิกิริยาเปิดรับประสบการณ์ใหม่และพบองค์ความรู้ใหม่เช่นจำกัดเรื่องของแสง ข้อจำกัดเรื่องปริมาณผู้เข้าชมผลงานการเลือกวัสดุที่มีผลต่อการจับภาพจากกล้อง

นพรัตน์ ฉัตรวัฒนกำจร (2540) การออกแบบนิทรรศการปฏิสัมพันธ์ ดาราศาสตร์และอวกาศ ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพมหานคร เพื่อส่งเสริมการออกแบบนิทรรศการให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวิธีปฏิสัมพันธ์ของผู้เข้าชม ได้แก้ การมองตาม (Eyes-on) การกระทำตาม (Hands-on) การติดตาม (Minds-on) และการรู้สึกตาม (Feedls-on) เป็นปัจจัยสำคัญที่เป็นต้นกำเนิดของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เข้าชมกับการแสดง

วิลาลัณย์ พรพัชรพงศ์ (2547) เทคโนโลยีความจริงเสริมเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นภาพจริงและภาพเสมือนจากคอมพิวเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามมุมมองของภาพจริงที่เปลี่ยนไปด้วย ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีความจริงเสริมยังมีข้อจำกัดในด้านการใช้งบประมาณที่สู.ในการศึกษาการวิจัยเนื่องจากต้องใช้ฮาร์ตแวร์ในการทดลองเป็นหลัก ตลอดรูปแบบการทำงานจะจำกัดด้านระบบที่ใช้งานได้ทีละคน แต่เทคโนโลยีความจริงเสริมก็ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาเพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ในรูปแบบเดิม ที่จะนำมาสู่การเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและทำให้ก้าวไปสู้การคิดค้นแบบใหม่ตลอดจนการใช้ประโยชน์ในการรักษาผู้ป่วยในวงการแพทย์เพื่อการรักษา การแสดงภาพการซ่อมบำรุง รวมถึงการสร้างฉากและตัวละครประกอบการแสดงในวงการบันเทิง

เบญจรัตน์ มงคลสาร (2555) ได้ศึกษาเรื่องการพัฒนาสื่อการสอนแบบการ์ตูนมัลติมีเดีย 2 มิติโดยการใช้เทคนิค STAD เรื่องโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการพัฒนาสื่อการเรียนแบบศึกษาเนื้อหาใหม่ เนื่องจากสื่อการสอนการ์ตูนมัลติเมียเดียประเภทนี้จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ใกล้เคียงกับสื่อการสอนในชั้นเรียนปกติ โดยพัฒนาเนื้อหาแบบลำดับเชิงเสนอ ใช้โปรแกรม Adobe Photo Shop ในการตกแต่งภาพกราฟิก จากผลการทดลองปรากฏว่ากลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คนพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมาก

ณัฐพล ปฐมอารีย์ (2547) ได้ศึกษาเรื่องระบบความจริงเสริมสำหรับการถ่ายทอดชิ้นงาน โดยผู้ที่เข้ารับการถ่ายทอดทักษะสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ด้วยการฝึกฝนผ่านระบบความจริงเสริมในเวลาอันสั้น สามารถช่วยลดเวลาและเพิ่มความสามารถให้กับผู้ใช้งาน

ยุพา แสงทอง (2550) ได้ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคสื่อสิ่งพิมพ์ พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ใช้สิ่งพิมพ์โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษา ความสนุกเพลิดเพลิน และติดตามข่าวสารเหตุการณ์

ศิริเดช ศิริสมบูรณ์ (2555) แอนิเมชันสามารถนำไปประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ในการโฆษณาประชาสัมพันธ์ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภคได้

2.8.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Pandya (2002) ได้ศึกษาเทคนิคระบบความจริงเสริมเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ 3 มิติสำหรับใช้ในการแพทย์ โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้มีการทดลองกับกลุ่มอาสาสมัครเพื่อดูถึงความแตกต่างในแง่ของเวลา และข้อผิดพลาดของเวลา เพื่อการรักษาที่ถูกต้องแม่นยำ

Hagen (1999) ได้ศึกษาลักษณะความรู้ความเข้าใจของเด็กที่ใช้การ์ตูนเคลื่อนไหวเป็นสื่อที่อาศัยวิดีโอเป็นฐานในการศึกษานอกระบบ โดยมีความมุ่งหมายเพื่อประเมินความสามารถของเด็กที่จะเรียนรู้สารสนเทศด้านความรู้และด้านอารมณ์ที่ได้รับจากการ์ตูนที่เลือกมาศึกษา ผู้ร่วมวิจัยได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มโรงเรียนในเขตเมืองขนาดใหญ่2 กลุ่ม จำนวน 104 คน ตัวแปรที่ศึกษา 4 ตัวแปร ซึ่งได้แก่ เพศ เชื้อชาติ สถานภาพทางสังคมเศรษฐกิจและผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการเหล่านี้ได้ระบุและนำมาใช้จับคู่นักเรียนจาก 2 กลุ่ม การเก็บข้อมูลใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ ผลการศึกษาพบว่า 1) เป็นไปได้ที่จะระบุสารสนเทศด้านความรู้และอารมณ์จากการ์ตูนตามระดับการจำแนกทางการศึกษา 2) นักเรียนสามารถเรียนรู้สารสนเทศทางความรู้จากการ์ตูนได้ 3) นักเรียนสามารถใช้ทักษะการคิดในระดับสูงขึ้นเพื่อประยุกต์สารสนเทศด้านความรู้ที่ได้รับจากการ์ตูนได้และ 4) เพศ เชื้อชาติ สถานภาพทางสังคม เศรษฐกิจและผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการไม่มีผลในการกำหนด ว่าเด็กจะเรียนรู้อะไรจากการ์ตูน

วอลช์ Walsh (1999) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การ์ตูนในกลุ่มนักศึกษาชาวญี่ปุ่นที่เรียนอยู่ชั้นปีที่1 โดยจัดแบ่งกลุ่มตัวอย่างการวิจัยที่เป็นนักศึกษาจำนวน 40 คน ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยมีการบรรยายและอีกกลุ่มหนึ่งใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การ์ตูน ผู้วิจัยใช้แบบทดสอบ Safe Practiceson American College Campuses Inventory เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มทั้งก่อนเรียนและหลังการทดลองทันที และกลับมาทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มอีกครั้งในช่วงระยะเวลา 3 เดือนต่อมา ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนกลุ่มที่ใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การ์ตูนมีค่าคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนการสอนโดยการบรรยายอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่า การใช้วิธีการเรียนการสอนโดยใช้การ์ตูนจะมีประสิทธิภาพอยู่ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เท่านั้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีความจริงเสริม(Augmented Reality) นั้นเริ่มเข้ามามีบทบาทต่อวงการงานออกแบบ ประชาสัมพันธ์ การศึกษา เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่สร้างความแปลกใหม่สามารถช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนรู้กับสื่อ ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ และการนำแอนิเมชันมาผสมผสานนั้นก็ช่วยให้สิ่งพิมพ์ที่เป็นงานกระดาษนั้นมีชีวิตขึ้นมาด้วยเทคโนโลยี พฤติกรรมของผู้บริโภคในยุคดิจิทัลนั้นมีสมาร์ทโฟนเป็นส่วนประกอบของการใช้ชีวิต ทำให้สื่อออนไลน์นั้นมีผลต่อการใช้ชีวิตในยุคออนไลน์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัย การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

3.3 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ กลุ่ม นักเรียน นักศึกษา และผู้ที่สนใจเข้าชมศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด จำนวน 30 คน จากผู้ที่เข้าชมในช่วงวันที่ 1 มกราคม – 5 มกราคม 2561

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

3.1.2.1 ผู้ให้ข้อมูลเฉพาะด้านจำนวน 3 คน

1) นายวรวุฒิ โคตรพันธ์ ผู้อำนวยการ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อให้ได้ข้อมูลเฉพาะด้านข้อมูลทั่วไปของศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด

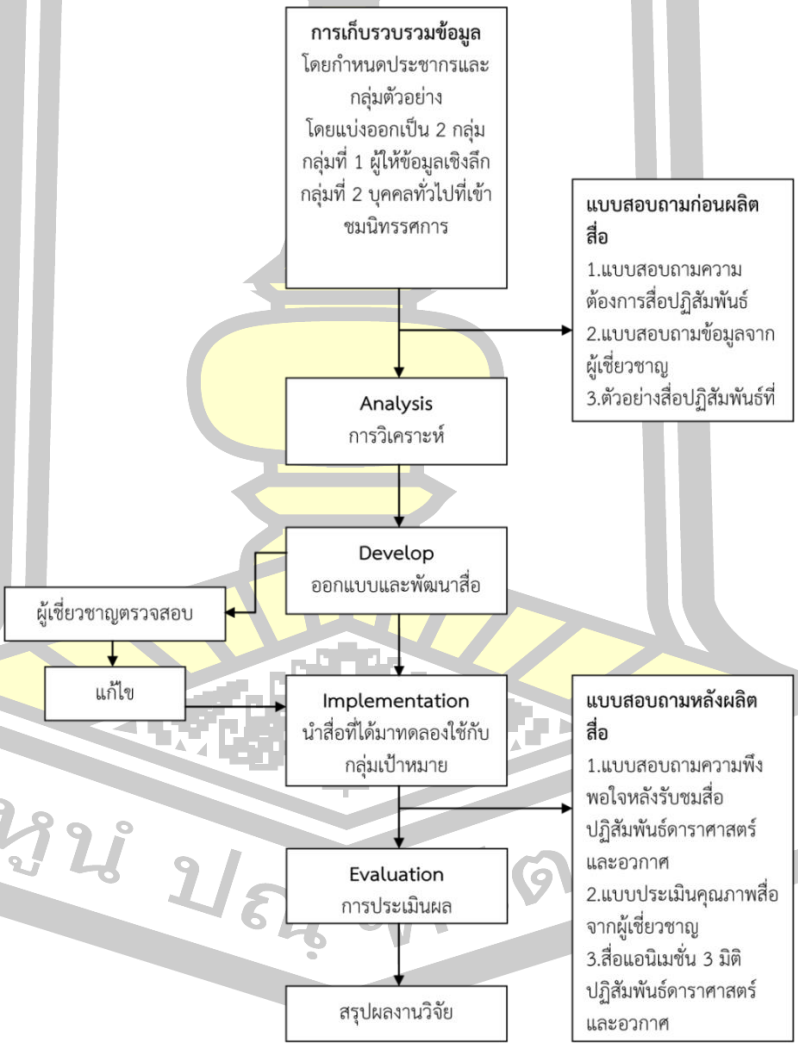
2) นางสาวณัฐญาณ์ กะตะโท นักวิชาการ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมในการนำข้อมูลด้านดาราศาสตร์มาใช้ในการออกแบบ

3) นายศุภกฤต ฉัตรจารุกูล ผู้จัดการร้านเพาเวอร์กราฟิก ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อปฏิสัมพันธ์ระบบความจริงเสริม และสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านการออกแบบและระบบความจริงเสริม

3.1.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสื่อ บุคคลทั่วไปที่เข้าชมนิทรรศการโดยใช้วิธีการเลือกแบบบังเอิญ (Haphazard or Accidental Sampling) จากผู้ที่เข้าชมในช่วงเดือนเมษายน 2561 จำนวน 30 คน

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ได้มีการนำกระบวนการออกแบบจากทฤษฎี ADDIE MODEL มาประยุกต์ใช้มีขั้นตอนและรายละเอียดในการทำงานวิจัยดังต่อไปนี้



ภาพประกอบที่ 31 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.2.1 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลนั้น ผู้วิจัยเริ่มจากการสร้างเครื่องมือวิจัย โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลนั้นประกอบ ด้วย

3.2.1.1 แบบสอบถามความต้องการเพื่องานวิจัย

3.2.1.2 แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก

3.2.1.3 แบบประเมินคุณภาพสื่อ

3.2.1.4 แบบประเมินความพึงพอใจ

วิจัยได้นำเครื่องมือนี้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและครบถ้วน

3.2.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนแรกผู้วิจัยทำการระบุปัญหา ระบุแหล่งของปัญหา วิเคราะห์ความต้องการของผู้ที่ต้องการจะใช้สื่อ ซึ่งผลลัพธ์นี้จะนำไปใช้ในขั้นตอนของการออกแบบ เนื้อหาที่ใช้ในการนำเสนอคือ สื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติเกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศ ทั้งนี้ ผู้วิจัยจะวิเคราะห์คุณภาพสื่อเป็นรายข้อโดยหาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนและแปลความหมายตามค่าเฉลี่ย ของการประเมิน

3.2.3 การออกแบบและพัฒนาสื่อ

ในการออกแบบและพัฒนาสื่อนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามความต้องการของกลุ่มประชากร และข้อมูลจากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลเฉพาะด้าน มาออกแบบสื่อให้สวยงามและมีเนื้อหาครบถ้วน ถูกต้อง ตามความต้องการ นำสื่อที่ออกแบบนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินคุณภาพสื่อ

3.2.4 การประเมินสื่อ

การประเมินคุณภาพสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม จะถูกนำเสนอและผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านได้แก่

3.2.4.1 นายวรวุฒิ โคตรพันธ์ ผู้อำนวยการ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อให้ได้ข้อมูลเฉพาะด้านข้อมูลทั่วไปของศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด

3.2.4.2 นางสาวณัฐญาณ์ กะตะโท นักวิชาการ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมในการนำข้อมูลด้านดาราศาสตร์มาใช้ในการออกแบบ

3.2.4.3 นายศุภกฤต ฉัตรจารุกูล ผู้จัดการร้านเพาเวอร์กราฟิก ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อปฏิสัมพันธ์ระบบความจริงเสริม และสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านการออกแบบและระบบความจริงเสริม

ผลการประเมินจะถูกวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลในการออกแบบ และผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญนำไปแก้ไขสื่อเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์

3.3 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

3.3.1 แบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย

แบบสอบถามความต้องการของกลุ่มประชากรที่มีต่อสื่อ 3 มิติปฏิสัมพันธ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศโดย โครงสร้างของแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนคำชี้แจงเพื่อสอบถามรายละเอียดที่เกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้คือข้อมูลของประชากร ซึ่งมีความจำเป็นต่อการวิจัย และข้อคำถาม ส่วนนี้จะเป็นส่วนคำถามที่ผู้วิจัยจะนำใช้ในการตอบคำถามการวิจัย ซึ่งจะมีทั้งคำถามที่เป็นปลายเปิด (Open-ended Form) และคำถามปลายปิด (Closed From) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการและเปิดโอกาสให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้แสดงความคิดเห็น จากผลการพิจารณา ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะดังนี้ ผู้วิจัยควรเพิ่มคำอธิบายในข้อคำถามเพื่อให้กลุ่มประชากรเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านเกี่ยวกับข้อคำถาม ความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาทั้ง 6 ข้อ พบว่าข้อคำถามทั้งหมดมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67-1 เหมาะสมที่จะนำไปสร้างแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย

3.3.2 แบบสอบถามข้อมูลเชิงลึก

แบบสอบถามข้อมูลเชิงลึกเป็นแบบสอบถามที่จะนำไปถามผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน 3 ท่านเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก ผู้ให้ข้อมูลได้แก่ ผู้บริหารพิพิธภัณฑ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบความจริงเสริม (Augmented Reality) โดยผู้วิจัยเลือกแบบสอบถามแบบสัมภาษณ์ (Interview) เพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ ได้ข้อมูลที่มีการค้นหาความจริงด้วยการสอบถามจากผู้ให้สัมภาษณ์ โดยแบบสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยเลือกใช้คือการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เป็นแบบสัมภาษณ์ที่จัดเตรียมข้อลำดับไว้แล้ว ผู้วิจัยและผู้ให้สัมภาษณ์จะถามและตอบคำถามในชุดเดียวกัน และบันทึกคำตอบลงใบแบบฟอร์มที่จัดเตรียมไว้ จากผลการพิจารณา ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าคำถามมีความสอดคล้อง ถูกต้องและเที่ยงตรงมีค่า IOC อยู่ที่ 0.67-1 สามารถนำไปสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกได้ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรแนบสื่อตัวอย่างเพื่อช่วยให้ผู้สัมภาษณ์พิจารณาได้ง่ายขึ้น

3.3.3 แบบประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินคุณภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ เครื่องมือแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็น 5 ระดับ โดยแบ่งหัวข้อการประเมินออกเป็น 3 หัวข้อดังนี้

หัวข้อที่ 1 ด้านเนื้อหา แบ่งออกเป็น 5 ข้อย่อย ซึ่งถามถึงความเหมาะสมเกี่ยวกับเนื้อหา ความน่าสนใจและความน่าติดตาม

หัวข้อที่ 2 ด้านการออกแบบ แบ่งออกเป็น 10 ข้อย่อย ซึ่งถามถึงความเหมาะสมในการออกแบบสื่อ

หัวข้อที่ 3 ด้านเทคโนโลยีความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ แบ่งออกเป็น 5 ข้อย่อย ซึ่งถามถึงประสิทธิภาพของการทำงานของสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เกี่ยวกับข้อคำถามเนื้อหา วัตถุประสงค์และความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาทั้ง 20 ข้อ พบว่าข้อคำถามทั้งหมดมีค่า IOC อยู่ที่ 1 เหมาะสมนำไปสร้างเป็นแบบประเมินคุณภาพสื่อ

3.3.4 แบบประเมินความพึงพอใจ

การประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย เพศ อายุ และระดับการศึกษา

ตอนที่ 2 แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อสื่อ แบบสอบถามนี้เป็นการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการพัฒนาสื่อ โดยการประเมินจะเทียบเกณฑ์มาตราส่วนแบบประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ

หัวข้อที่ 1 ด้านเนื้อหา ถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในความเหมาะสมของเนื้อหา ความถูกต้องน่าสนใจ และความต่อเนื่องของเนื้อหา

หัวข้อที่ 2 ด้านการออกแบบสื่อ ถามเกี่ยวกับความพึงพอใจในการออกแบบสื่อ ความสวยงามของแผ่นพับ แอนิเมชัน 3 มิติ และความสมบูรณ์ของสื่อ

หัวข้อที่ 3 ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ ถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของความสะดวกในการใช้แอปพลิเคชัน ประสิทธิภาพของเทคนิคและความสมบูรณ์ของงาน

จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านพบว่าข้อคำถามทั้ง 21 ข้อ มีค่า IOC อยู่ที่ 0.67-1 ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เนื้อหาครอบคลุมทุกด้านสามารถนำมาสร้างเป็นแบบสอบถามได้

อย่างไรก็ตามเครื่องมือประเภทแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย แบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก แบบประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างนี้ได้รับการพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหาวัตถุประสงค์ พร้อมกับประเมินเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของเนื้อหา ในข้อคำถามว่ามีความเหมาะสมในการนำไปใช้หรือไม่ โดยทั้งหมดนี้ จะได้รับการประเมินความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีความจริงเสริม ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ซึ่งได้แก่

1. นายสัญญา เคณาภูมิ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและประเมินผลมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการประเมินผล

2. นายอภิชาติ อนุกูลเวช ครูชำนาญการแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกซ์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี (ผู้เชี่ยวชาญและวิทยากรด้าน AR) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีความจริงเสริม

3. นางสาวฐิติรัตน์ นิมิตบรรณสาร อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ผังเมืองและนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะพิจารณาประเมินความเที่ยงตรงของเนื้อหาลงในช่อง

+1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามสามารถวัดได้

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าคำถามสามารถวัดได้

-1 เมื่อแน่ใจว่าคำถามไม่สามารถวัดได้

จากนั้นผู้วิจัยพิจารณาข้อคำถามที่มีค่าความเที่ยงตรงเนื้อหาน้อยกว่า 0.67 มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

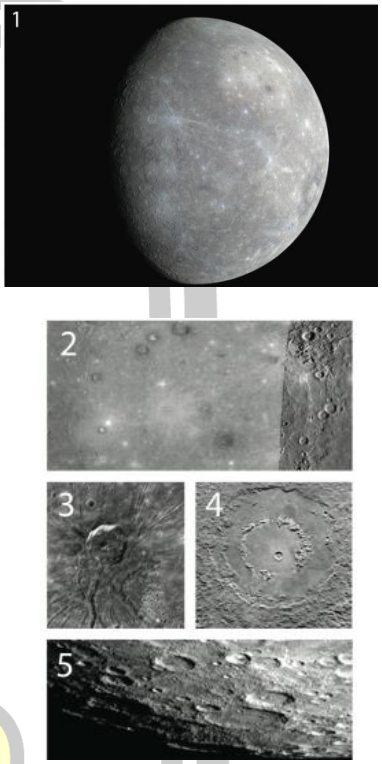
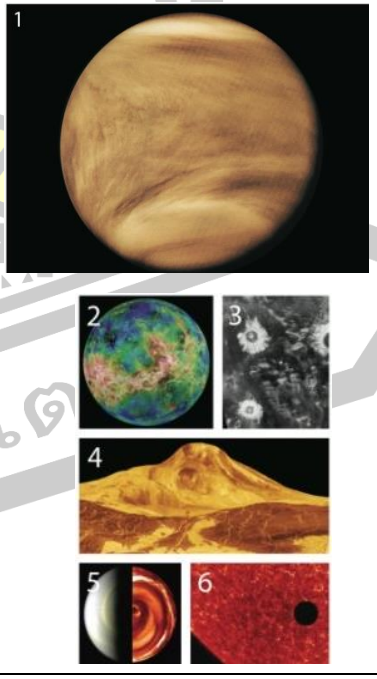
3.4 การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

ผู้วิจัยได้พัฒนาสื่อตามขั้นตอนดังนี้

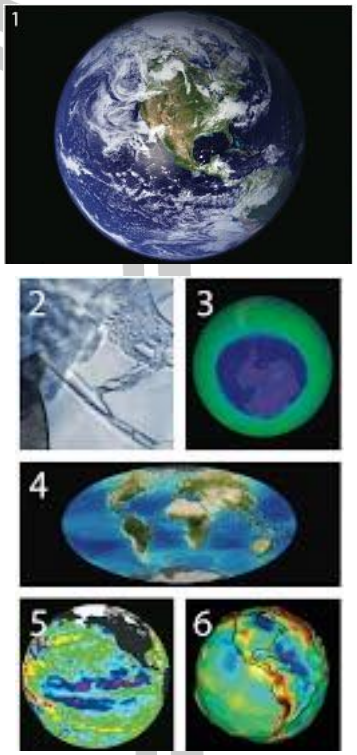
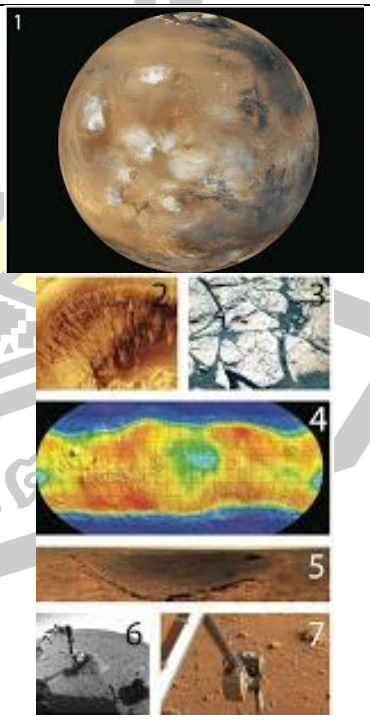
3.4.1 การวิเคราะห์เนื้อหา

ในส่วนนี้เพื่อที่จะได้ข้อมูลซึ่งนำมาใช้ในการจัดทำสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ ดังตารางที่ 1

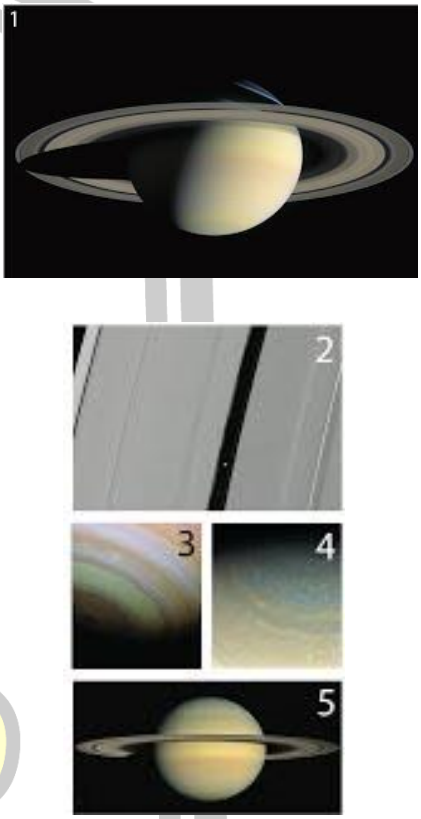
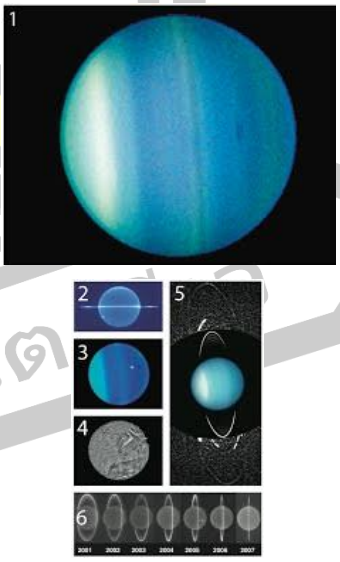
ตารางที่ 1 ตัวอย่างเนื้อหาของดาราศาสตร์และอวกาศ

เนื้อหา	ลักษณะ	ตัวอย่าง
เนื้อหาด้านดาราศาสตร์		
ดาวพุธ	ดาวพุธ (Mercury) เป็นดาวเคราะห์ซึ่งอยู่ใกล้กับดวงอาทิตย์มากที่สุด เป็นดาวเคราะห์ขนาดเล็ก และไม่มีดวงจันทร์เป็นบริวาร โครงสร้างภายในของดาวพุธประกอบไปด้วยแกนเหล็กขนาดใหญ่มีรัศมีประมาณ 1,800 ถึง 1,900 กิโลเมตร ล้อมรอบด้วยชั้นที่เป็นซิลิเกต (ในทำนองเดียวกับที่แกนของโลกถูกห่อหุ้มด้วยแมนเทิลและเปลือก) ซึ่งหนาเพียง 500 ถึง 600 กิโลเมตร บางส่วนของแกนอาจจะยังหลอมละลายอยู่	
ดาวศุกร์	ดาวศุกร์ (Venus) อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 2 เป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 6 ไม่มีดวงจันทร์บริวาร ดาวศุกร์มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับโลก จนได้ชื่อว่าเป็นดาวเคราะห์ฝาแฝดกับโลกของเรา	

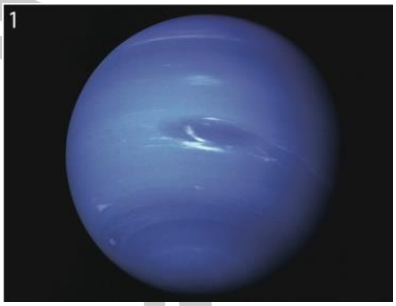
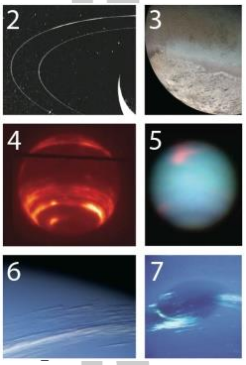
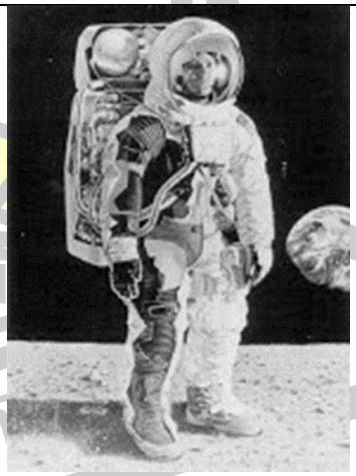
ตารางที่ 1 ตัวอย่างเนื้อหาของดาราศาสตร์และอวกาศ (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะ	ตัวอย่าง
เนื้อหาด้านดาราศาสตร์		
ดาวโลก	โลก (The Earth) เป็นดาวเคราะห์ดวงเดียวในระบบสุริยะที่มีสภาวะแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โลกอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 3 และมีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 5 โลก	
ดาวอังคาร	ดาวอังคาร (Mars) เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์เป็นอันดับที่ 4 ในบรรดาดาวเคราะห์ทั้งหมด ดาวอังคารมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.5 เท่าของโลก ดาวอังคารมีโครงสร้างภายในประกอบด้วยแก่นของแข็งมีรัศมีประมาณ 1,700 กิโลเมตร ห่อหุ้มด้วยชั้นแมนเทิลที่เป็นหินหนืดหนาประมาณ 1,600 กิโลเมตร และมีเปลือกแข็งเช่นเดียวกับโลก	

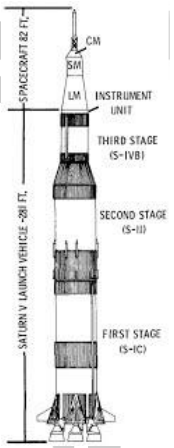
ตารางที่ 1 ตัวอย่างเนื้อหาของดาราศาสตร์และอวกาศ (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะ	ตัวอย่าง
เนื้อหาด้านดาราศาสตร์		
ดาวเสาร์	ดาวเสาร์ (Saturn) เป็นดาวเคราะห์ที่รู้จักกันมาตั้งแต่ก่อนยุคประวัติศาสตร์ กาลิเลโอสังเกตดาวเสาร์ด้วยกล้องโทรทรรศน์เป็นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2153 เขามองเห็นดาวเสาร์มีลักษณะเป็นวงรี จนกระทั่งปี พ.ศ.2202 คริสเตียน ฮอยเกนส์ พบว่าวงรีที่กาลิเลโอเห็นนั้นคือวงแหวนของดาวเสาร์ เป็นที่เชื่อกันว่าดาวเสาร์เป็นดาวเคราะห์เพียงดวงเดียวของระบบสุริยะที่มีวงแหวน จนกระทั่งต่อมาได้มีการส่งยานอวกาศไปค้นพบวงแหวนบางๆ รอบดาวพฤหัสบดี ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน	
ดาวยูเรนัส	ยูเรนัส (Uranus) ถูกค้นพบครั้งแรกโดยวิลเลี่ยม เฮอส์เชล ในปี พ.ศ.2534 สองร้อยปีต่อมา ยานวอยเอเจอร์ 2 ทำการสำรวจดาวยูเรนัสในปี พ.ศ. 2529 พบว่า บรรยากาศของดาวยูเรนัสประกอบด้วยไฮโดรเจน 83%, ฮีเลียม 15% และมีเทน 2% ดาวยูเรนัสมีสีฟ้าเนื่องจากแก๊สมีเทนดูดกลืนสีแดงและสะท้อนสีน้ำเงิน บรรยากาศมีลมพัดแรงมาก ลึกลงไปที่แก่นของดาวห่อหุ้มด้วยโลหะไฮโดรเจนเหลว	

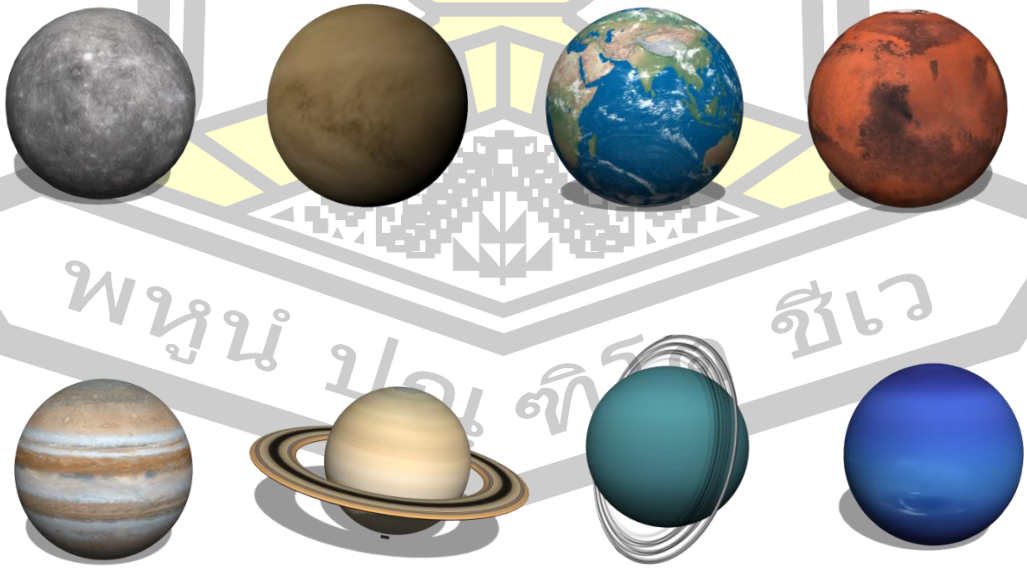
ตารางที่ 1 ตัวอย่างเนื้อหาของดาราศาสตร์และอวกาศ (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะ	ตัวอย่าง
เนื้อหาด้านดาราศาสตร์		
ดาวเนปจูน	ดาวเนปจูน (Neptune) ถูกค้นพบเนื่องจากนักดาราศาสตร์พบว่า ตำแหน่งของดาวยูเรนัสในวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ไม่ได้เป็นไปตามกฎของนิวตันจึงตั้งสมมติฐานว่า จะต้องมีดาวเคราะห์อีกดวงหนึ่งที่อยู่ไกลถัดออกไปมารบกวนวงโคจรของดาวยูเรนัส ในที่สุดดาวเนปจูนก็ถูกค้นพบโดย โจฮานน์ กัลเล ในปี พ.ศ.2389 ต่อมาในปี พ.ศ.2532 ยานวอยเอเจอร์ 2 พบว่า ดาวเนปจูนมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับดาวยูเรนัส คือ มีบรรยากาศเป็นไฮโดรเจนและฮีเลียม และมีมีเทนเจือปนอยู่จึงมีสีน้ำเงิน	 
เนื้อหาด้านอวกาศ		
นักบินอวกาศ	มนุษย์อวกาศสามารถแต่งตัวตามสบายเหมือนที่อยู่บนพื้นโลก เนื่องจากยานอวกาศได้ปรับสภาพแวดล้อมให้เหมือนบนพื้นโลก แต่จะต้องสวมใส่ชุดอวกาศในขณะที่ยานขึ้นสู่อวกาศหรือกลับสู่โลก เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมต่อภาวะฉุกเฉิน หรือออกไปปฏิบัติภารกิจนอกยาน ชุดอวกาศทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันรังสี เป็นฉนวนควบคุมอุณหภูมิ และบรรจุแก๊สออกซิเจนสำหรับหายใจและสร้างความกดอากาศ ชุดอวกาศจึงมีขนาดใหญ่และพองลม	

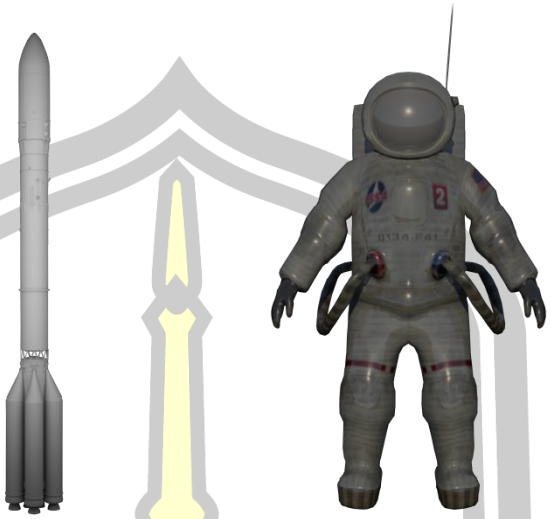
ตารางที่ 1 ตัวอย่างเนื้อหาของดาราศาสตร์และอวกาศ (ต่อ)

เนื้อหา	ลักษณะ	ตัวอย่าง
เนื้อหาด้านดาราศาสตร์		
ยานอวกาศ	อะพอลโล (Apollo) เป็นโครงการอวกาศของสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการส่งมนุษย์ไปสำรวจดวงจันทร์ ระหว่างปี พ.ศ.2504 - 2518 โดยมียานอวกาศทั้งหมด 12 ลำ ได้แก่ ยานอะพอลโล 1, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 โดยยานอวกาศลำแรกที่ลงจอดบนพื้นผิวของดวงจันทร์คือ อะพอลโล 11 เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2512 นักบินอวกาศคนแรกที่เหยียบดวงจันทร์ชื่อ นีล อาร์มสตรอง (Neil Armstrong)	

นำเนื้อหาที่ได้มาออกแบบแอนิเมชัน 3 มิติ ด้วยโปรแกรม Autodesk Maya



ภาพประกอบที่ 32 ดวงดาวในระบบสุริยะที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya



ภาพประกอบที่ 33 ยานอวกาศและนักบินอวกาศที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya

3.4.2 การวิเคราะห์เรื่องการปฏิสัมพันธ์โดยใช้ระบบความจริงเสริม (Augmented Reality) เพื่อหาเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับนำมาประกอบกับการทำสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ

หลักการของระบบความจริง (กมลชัย โชคชัยชุติกุล, 2553) มี 2 รูปแบบคือ

1. Tracking Devices & Sensor Fusion เป็นการใช้อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์เพื่อระบุตำแหน่งและทิศทางที่ถูกต้องของมุมมองภาพจากตัวผู้ใช้งาน แล้วส่งค่าตัวแปรให้คอมพิวเตอร์คำนวณการประสานภาพ

2. Image Processing & Marking เป็นวิธีการที่ใช้ความสามารถทางด้านซอฟต์แวร์ภาพจริงที่ได้รับจากกล้องโดยอาศัยสื่อกลางที่เป็นเครื่องหมายในการกำหนดตำแหน่งให้กับสภาพแวดล้อมเสมือน

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธี Image Processing & Marking โดยใช้กล้องจากโทรศัพท์สมาร์ทโฟนในการทดลอง จากนั้นได้ทำการออกแบบภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop และ Adobe Illustrator

ภาพประกอบที่ 34 ยานอวกาศและนักบินอวกาศที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya

ภาพประกอบที่ 35 ยานอวกาศและนักบินอวกาศที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya

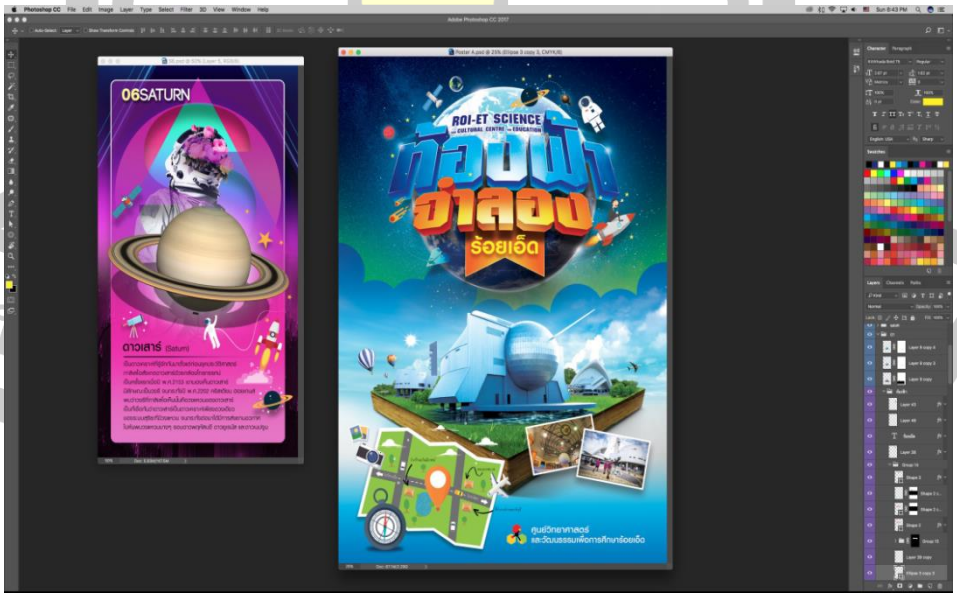
3.4.3 วิเคราะห์รูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์ที่จะนำมาใช้ประกอบกับการปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคนิคความจริงเสริม (Augmented Reality)

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์สื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบเดิม

รูปแบบ	สี	ชนิดของกระดาษและขนาด	ตัวอย่าง
บัตรเข้าชม	ใช้สีโทนตรงกันข้าม Complement โดยเน้นสีโทนเย็น น้ำเงิน ม่วง และใช้สี แดง เหลือง เขียว	กระดาษปอนด์ ความหนา 80 แกรม พิมพ์ 1หน้า ขนาด 6x12.5 cm	
แผ่นพับความเป็นมา	ใช้สีข้างเคียง Analogic เขียว แดง ส้ม	กระดาษอาร์ตมัน ความหนา 80 แกรม พิมพ์ 2 ด้าน ขนาด 29.7x21.0 cm	
ใบปลิวข้อมูลท้องฟ้าจำลอง	ใช้สีโทนตรงกันข้าม Complement โดยเน้นสีโทนเย็น น้ำเงิน ม่วง และใช้สี ชมพู เหลือง	กระดาษอาร์ตมัน ความหนา 80 แกรม พิมพ์ 2 ด้าน ขนาด 9 x 21.0 cm	

สื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบเดิมเป็นแผ่นพับ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 บรรยายถึงความเป็นมาของศูนย์วิทยาศาสตร์ ชุดที่ 2 บรรยายเกี่ยวกับท้องฟ้าจำลอง ในการออกแบบสิ่งพิมพ์ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบด้านองค์ประกอบศิลป์และการออกแบบสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อให้ได้สื่อที่ทันสมัยเหมาะสมกับความต้องการของกลุ่มประชากรและกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop และ Adobe InDesign

ภาพประกอบที่ 36 การสร้างแผ่นพับประชาสัมพันธ์ด้วย Adobe InDesign



ภาพประกอบที่ 37 การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ด้วย Adobe Photoshop

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากการลงพื้นที่ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 แบบ คือ การวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณนั้น ผู้วิจัยใช้สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่างซึ่งใช้เทคนิคการหาค่าร้อยละ เพื่อหาความต้องการด้านเทคนิคความจริงเสริมและประเภทสื่อที่กลุ่มตัวอย่างต้องการ

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพนั้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์แบบสอบถามจากการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างด้านเนื้อหาและรูปแบบสื่อที่เหมาะสมในการนำมาออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยการจำแนกข้อมูลจากการวิเคราะห์คำหลัก (Domain Analysis) เพื่อนำมาใช้ในการสรุปรูปแบบของสื่อที่เหมาะสมสำหรับนำไปผลิต

ระยะที่ 2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติที่ผู้วิจัยเก็บจากกลุ่มตัวอย่างและผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ และแบบสอบถามความพึงพอใจความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ซึ่งแบบประเมินมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็น 5 ระดับ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน		ระดับความพึงพอใจ/คุณภาพ
5	หมายถึง	พอใจมากที่สุด/คุณภาพมากที่สุด
4	หมายถึง	พอใจมาก/คุณภาพมาก
3	หมายถึง	พอใจปานกลาง/คุณภาพปานกลาง
2	หมายถึง	พอใจน้อย/คุณภาพน้อย
1	หมายถึง	พอใจน้อยที่สุด/คุณภาพน้อยที่สุด

ผู้วิจัยจะวิเคราะห์คุณภาพสื่อเป็นรายข้อโดยหาค่าเฉลี่ยอัตราส่วน ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแล้วนำมาเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนและแปลความหมายตามค่าเฉลี่ยของการประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	ระดับความพึงพอใจ/คุณภาพ
4.51 – 5.00	พอใจมากที่สุด/คุณภาพมากที่สุด
3.51 – 4.50	พอใจมาก/คุณภาพมาก
2.51 – 3.50	พอใจปานกลาง/คุณภาพปานกลาง
1.51 – 2.50	พอใจน้อย/คุณภาพน้อย
1.00 – 1.50	พอใจน้อยที่สุด/คุณภาพน้อยที่สุด

สรุป

จากที่ได้กล่าวมาในบทนี้จะเห็นได้ว่ากระบวนการในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลของผู้วิจัยนั้น มีทั้งการเก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ เพื่อให้ได้ข้อมูลในการนำไปพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม ที่จะนำไปสู่การประเมินผลเชิงตัวเลข ที่จะกล่าวในบทของผลการวิจัย

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 4

ผลการวิจัย

บทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงผลของการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนามที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ โดยรายละเอียดของผลการวิเคราะห์นั้นจะนำไปสู่องค์ความรู้ที่เป็นแนวทางการออกแบบสื่อต้นแบบไปจนถึงการประเมินความพึงพอใจกับการประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผู้วิจัยได้จำแนกการรายงานผลการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1

4.1.1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย

4.1.2 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1 เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อหาความต้องการเพื่อการวิจัยด้านความต้องการการใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม และการออกแบบกราฟิกสำหรับจัดทำฐานข้อมูล โดยใช้เทคนิคการหาค่าร้อยละในการวิเคราะห์ข้อมูล และแบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก จากการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	17	56.6
หญิง	13	43.3
รวม	**30**	100

ตารางที่ 3แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย (ต่อ)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	19	63.3
21 – 25 ปี	7	23.3
26 - 30 ปี	2	6.6
31 - 35 ปี	1	3.3
36 - 40 ปี	0	0
41 ปีขึ้นไป	1	3.3
รวม	30	100
3. การศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมปลาย	3	10.0
มัธยมปลายหรือเทียบเท่า	15	50.0
ปริญญาตรี	10	33.3
สูงกว่าปริญญาตรี	1	3.3
อื่นๆ	1	3.3
รวม	30	100

จากตารางที่ 3 มีกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 30 คน แบ่งเป็นชาย 17 คน และหญิง 13 คน ส่วนมากอายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 63.3 มีระดับการศึกษามัธยมปลายหรือเทียบเท่า 15 คน คิดเป็นร้อยละ 50.0 ระดับปริญญาตรี 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.3

ตารางที่ 4 แสดงผลความต้องการด้านเทคนิคความจริงเสริมและประเภทสื่อที่ต้องการของกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ความต้องการด้านการใช้เทคนิคความจริงเสริม		
1. ภาพนิ่ง 2 มิติ	1	3.3
2. ภาพนิ่ง 3 มิติ	3	10.0
3. แอนิเมชัน 2 มิติ	0	0
4. แอนิเมชัน 3 มิติ	26	86.7
รวม	30	100

ตารางที่ 4 แสดงผลความต้องการด้านเทคนิคความจริงเสริมและประเภทสื่อที่ต้องการของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประเภทของสื่อที่ต้องการ		
1. โบรชัวร์ (Brochure)	4	13.3
2. ใบปลิว (leaflet, Handbill)	0	0
3. แผ่นพับ (Folder)	26	86.7
4. ใบปิด (Poster)	0	0
รวม	30	100

จากตารางที่ 4 กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการเทคนิคความจริงเสริมด้านแอนิเมชัน 3 มิติ มากที่สุด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.7 รองลงมาด้านภาพนิ่ง 3 มิติ จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 10.0 ด้านภาพนิ่ง 2 มิติ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 3.3 ส่วนของแอนิเมชัน 2 มิติ ไม่มีผู้ต้องการให้นำเสนอ

4.1.1.1 ส่วนเนื้อหาในหัวข้อย่อยกลุ่มตัวอย่างได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1) ต้องการเนื้อหาเรื่อง ระบบสุริยะ

2) ต้องการเนื้อหาเรื่อง ดวงดาวและดาราศาสตร์

3) ให้มีการนำเสนอดวงดาวแบบสามมิติ

ประเภทของสื่อที่ต้องการนั้น กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการสื่อประเภทแผ่นพับมากที่สุด จำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.7 โบรชัวร์จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.3 ส่วนสื่อประเภทใบปลิวและใบปิดไม่มีผู้ต้องการสื่อประเภทนี้

4.1.2 ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ

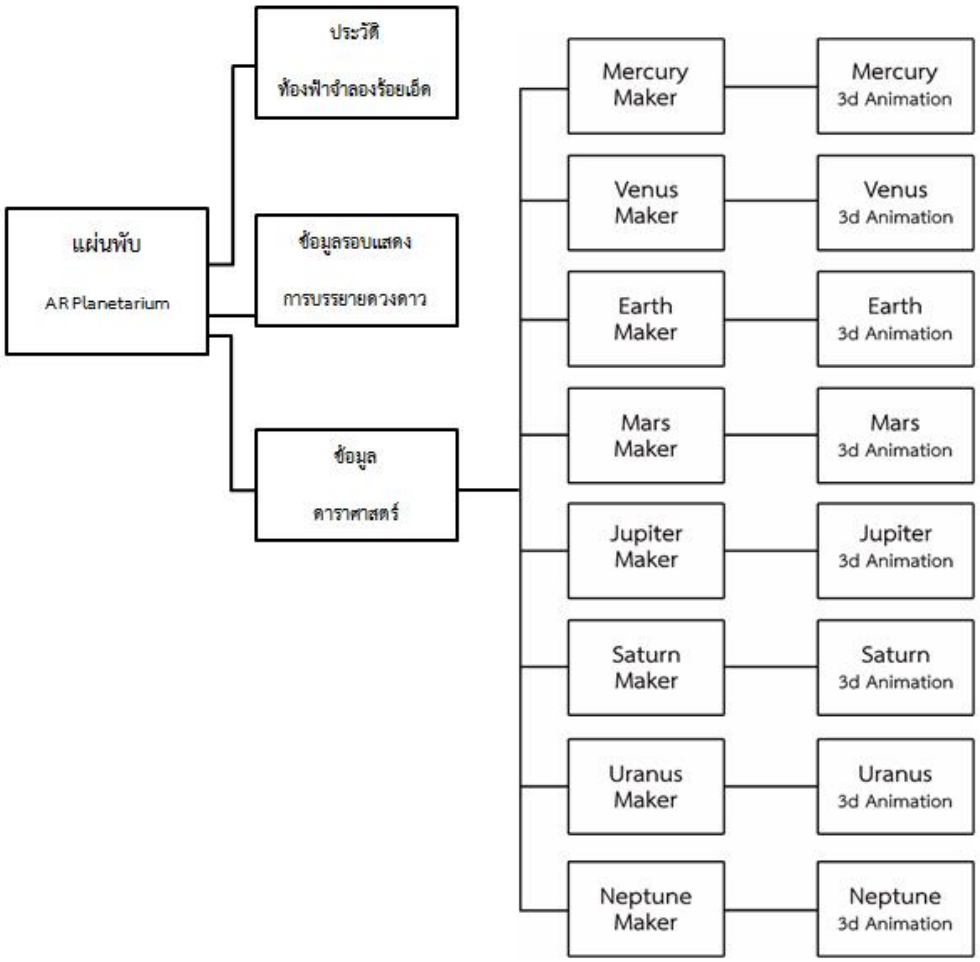
ผลจากการวิเคราะห์แบบสอบถามจากการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างด้านเนื้อหาและรูปแบบสื่อที่เหมาะสมในการนำมาออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน โดยมีการสรุปผลตามแนวประเด็นคำถามดังนี้

4.1.2.1 รูปแบบสื่อประชาสัมพันธ์ที่เหมาะสมของศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาจังหวัดร้อยเอ็ด ควรอยู่ในรูปแบบของสื่อสิ่งพิมพ์เนื่องจากสามารถผลิตได้ง่าย

และต้นทุนในการผลิตนั้นไม่สูงเกินไป เนื่องจากต้องผลิตเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการให้ข้อมูล และสิ่งพิมพ์นั้นเป็นสื่อที่ง่ายต่อการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมาย

4.1.2.2 การนำสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม มาใช้นั้นมีความจำเป็นเพราะ ศูนย์วิทยาศาสตร์นั้นเป็นแหล่งเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี การนำเสนอสื่อใหม่ เป็นการแสดงให้เห็นถึงการพัฒนาที่เป็นไปตามยุคสมัย และยังสามารถเพิ่มความหน้าสนใจ รูปแบบของสื่อที่สวยงามนั้นสามารถต่อยอดนำไปเป็นใบความรู้สำหรับผู้ที่สนใจนำไปใช้ในการศึกษา

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้ลงมือสร้างสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม ตามข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างและจากการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ ในด้านเนื้อหาและรูปแบบสื่อที่เหมาะสม ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ข้อมูลเป็นแผนผัง ดังนี้



ภาพประกอบที่ 38 แผนผัง ของรูปแบบสื่อที่ผู้วิจัยสังเคราะห์

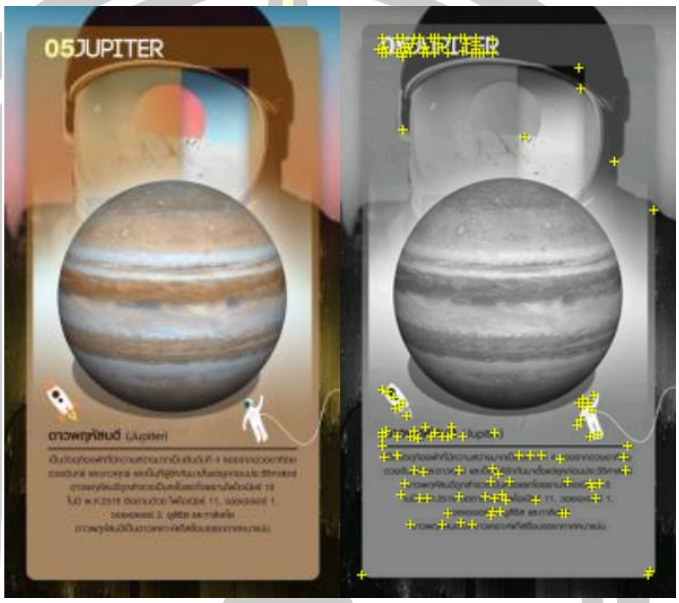
4.1.3 ผลการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นำไปออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการออกแบบสื่อมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การออกแบบภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) เพื่อใช้ในการสร้างฐานข้อมูล (Database) โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop และ Adobe Illustrator ในการออกแบบ

ภาพประกอบที่ 39 ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker)

การออกแบบภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ผู้วิจัยได้เลือกสีสันของดวงดาวแต่ละดวง เพื่อความแตกต่างของแผ่นภาพสัญลักษณ์ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพของภาพสัญลักษณ์ตอบสนองได้ดีเมื่อใช้กล้องจากโทรศัพท์มือถือแสกนเพื่อชมภาพสามมิติ



ภาพประกอบที่ 40 ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ที่ไม่ชัดเจน

ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ที่ไม่ชัดเจนทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดน้อยลง

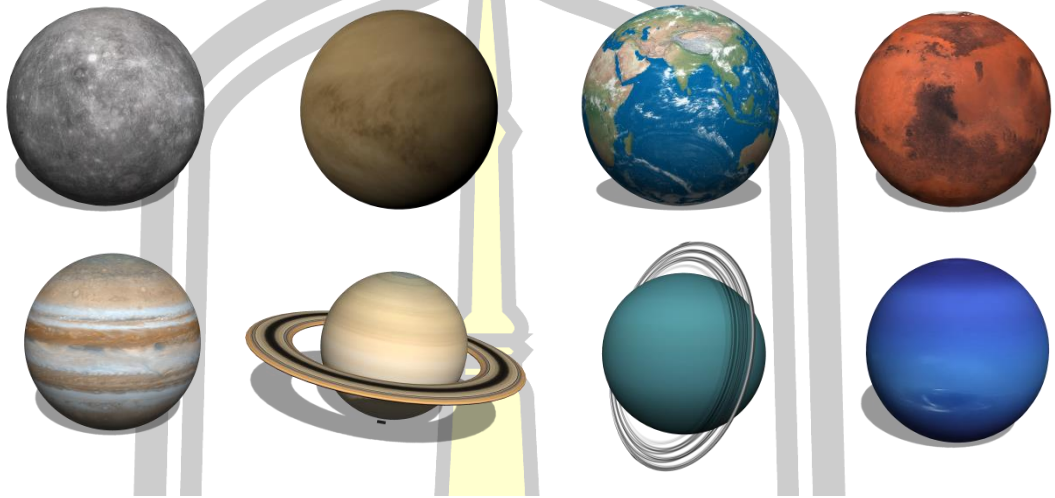
ภาพประกอบที่ 41 ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ที่ชัดเจน

ภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ที่ชัดเจนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน เมื่อใช้โทรศัพท์มือถือแสกนเพื่อชมภาพสามมิติ

ภาพประกอบที่ 42 การออกแบบแผ่นพับหน้าที่ 1 ส่วนหน้าปกและเนื้อหา

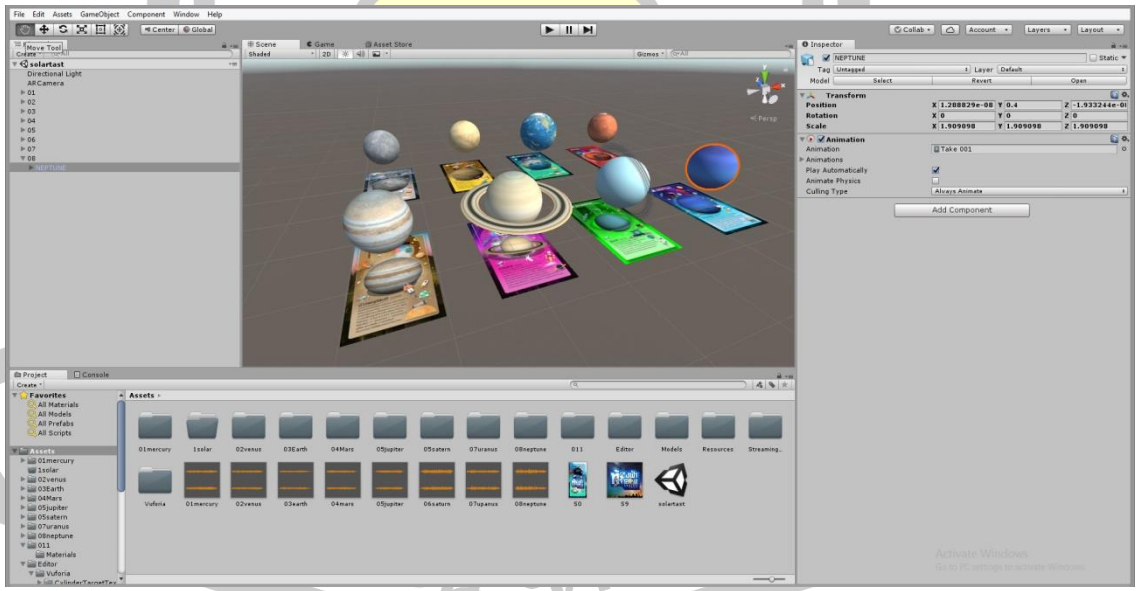
ภาพประกอบที่ 43 การออกแบบแผ่นพับหน้าที่ 2

จากภาพประกอบที่ 42 และ 43 เป็นการออกแบบแผ่นพับ ในหน้าที่ 1 และหน้าที่ 2 โดยใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ส่วนประกอบของแผ่นพับนั้น ประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปของศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีร้อยเอ็ด ภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker) ดวงดาว และนักบินอวกาศ



ภาพประกอบที่ 44 ดวงดาวในระบบสุริยะ

ในส่วนของการออกแบบดวงดาว ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Autodesk Maya ในการปั้นรูป 3 มิติ และทำภาพเคลื่อนไหว เพื่อให้ได้แอนิเมชัน 3 มิติ



ภาพประกอบที่ 45 การสร้างสื่อปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Unity

นำภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker) ที่สร้างจากโปรแกรม Adobe Photoshop และภาพ 3 มิติที่สร้างจากโปรแกรม Autodesk Maya มาสร้างสื่อปฏิสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม Unity

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2

ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2 เป็นผลการประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และผลการเก็บข้อมูลความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งผลวิเคราะห์มีดังนี้

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\overline{x}$	S.D	ระดับความเหมาะสม
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหามีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย	4.33	1.155	เหมาะสมมาก
2. เนื้อหาถูกต้องและครบถ้วน	4.67	0.577	เหมาะสมมากที่สุด
3. เนื้อหามีความน่าสนใจ	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
4. เนื้อหามีความต่อเนื่อง	4.33	0.577	เหมาะสมมาก
5. เนื้อหามีความน่าติดตาม	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.66	0.115	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการออกแบบสื่อ			
1. การออกแบบแผ่นพับมีความสวยงาม	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
2. ภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker) มีความสวยงาม	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
3. การใช้ตัวอักษรและขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.33	0.577	เหมาะสมมาก
4. ไอคอนสำหรับแอปพลิเคชัน (Icon) มีความเหมาะสม	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
5. หน้าแอปพลิเคชัน (Splash Screen) มีความสอดคล้องกับแผ่นพับ	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
6. แอนิเมชัน 3 มิติมีความสวยงาม	4.67	0.577	เหมาะสมมากที่สุด
7. แอนิเมชัน 3 มิติมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
8. เสียงบรรยายมีความเหมาะสม	4.67	0.577	เหมาะสมมากที่สุด
9. ดนตรีประกอบมีความเหมาะสม	4.67	0.577	เหมาะสมมากที่สุด
10. ความสมบูรณ์ของสื่อ	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.83	0.152	เหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

รายการ	$\overline{x}$	S.D	ระดับความเหมาะสม
ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์			
1. ความสะดวกในการเปิดใช้แอปพลิเคชัน	4.67	0.577	เหมาะสมมากที่สุด
2. รูปแบบของสื่อสามารถใช้งานได้ง่าย	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
3. ประสิทธิภาพของภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker)	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
4. ประสิทธิภาพของแอนิเมชัน 3 มิติ	4.67	0.577	เหมาะสมมากที่สุด
5. ประสิทธิภาพของเทคนิคและความสมบูรณ์ของงาน	5.00	0.000	เหมาะสมมากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.86	0.230	เหมาะสมมากที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบสื่อ ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เฉลี่ย ($\overline{x}$) 4.80 จากคะแนนเต็ม 5 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมที่สุด ด้านเนื้อหา ($\overline{x}$=4.66, S.D.= 0.115) ด้านการออกแบบสื่อ ($\overline{x}$=4.83, S.D.=0.152) ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ ($\overline{x}$=4.87, S.D.=0.230)

4.2.1 ข้อเสนอแนะ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงสื่อต้นแบบให้เป็นงานที่สมบูรณ์ดังนี้

4.2.2 ด้านเนื้อหาควรมีความกระชับ และเข้าใจง่ายเพื่อความผู้ใช้งานขณะใช้แอปพลิเคชัน

4.2.3 ด้านการออกแบบสื่อ ควรใช้ขนาดของตัวอักษรที่ใหญ่ขึ้นในส่วนของภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) เพื่อความชัดเจนในการอ่าน และความเหมาะสมสำหรับกระบวนการพิมพ์

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง สามารถจำแนกได้เป็น 2 ตอน ดังตารางต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้ผลตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1.เพศ		
ชาย	16	51.6
หญิง	14	45.2
รวม	30	100
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	14	45.2
21 – 25 ปี	8	25.8
26 - 30 ปี	1	3.2
31 - 35 ปี	4	12.9
36 - 40 ปี	0	0
41 ปีขึ้นไป	3	9.7
รวม	30	100
3. การศึกษา		
ต่ำกว่ามัธยมปลาย	6	19.4
มัธยมปลายหรือเทียบเท่า	9	29.0
ปริญญาตรี	12	38.7
สูงกว่าปริญญาตรี	3	9.7
อื่นๆ	0	0
รวม	30	100

จากตารางที่ 6 พบว่า จากการตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แบ่งเป็นชาย 15 คน และหญิง 15 คน ส่วนมากมีอายุต่ำกว่า 20 ปี 14 คนคิดเป็นร้อยละ 46.66 มีการศึกษาระดับมัธยมปลายหรือเทียบเท่า 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อคือ ด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบสื่อ ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ ซึ่งได้ผลตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

รายการ	$\overline{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหา			
1. ท่านพอใจในความเหมาะสมของเนื้อหา	4.63	0.556	มากที่สุด
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	4.63	0.556	มากที่สุด
3. เนื้อหามีความน่าสนใจ	4.83	0.379	มากที่สุด
4. เนื้อหามีความต่อเนื่อง	4.73	0.450	มากที่สุด
5. เนื้อหามีความน่าติดตาม	4.70	0.466	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.70	0.271	มากที่สุด
ด้านการออกแบบสื่อ			
1. แผ่นพับมีความสวยงาม	4.90	0.305	มากที่สุด
2. ภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker) มีความสวยงาม	4.67	0.479	มากที่สุด
3. การใช้ตัวอักษรและขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม	4.67	0.479	มากที่สุด
4. ไอคอนสำหรับแอปพลิเคชัน (Icon) มีความเหมาะสม	4.80	0.407	มากที่สุด
5. หน้าแอปพลิเคชัน (Splash Screen) มีความสอดคล้องกับแผ่นพับ	4.73	0.450	มากที่สุด
6. ความสวยงามของแอนิเมชัน 3 มิติ	4.70	0.466	มากที่สุด
7. การเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องของแอนิเมชัน 3 มิติ	4.77	0.430	มากที่สุด
8. เสียงบรรยายมีความเหมาะสม	4.73	0.450	มากที่สุด
9. ดนตรีประกอบมีความเหมาะสม	4.63	0.490	มากที่สุด
10. ความสมบูรณ์ของสื่อ	4.77	0.430	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.73	0.220	มากที่สุด

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

รายการ	$\overline{x}$	S.D	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์			
1. ความสะดวกในการเปิดใช้แอปพลิเคชัน	4.53	0.507	มากที่สุด
2. รูปแบบของสื่อสามารถใช้งานได้ง่าย	4.80	0.407	มากที่สุด
3. ประสิทธิภาพของภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker)	4.77	0.430	มากที่สุด
4. ประสิทธิภาพของแอนิเมชัน 3 มิติ	4.73	0.450	มากที่สุด
5. ประสิทธิภาพของเทคนิคและความสมบูรณ์ของงาน	4.77	0.430	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.72	0.313	มากที่สุด

จากตารางที่ 7 พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจแอนิเมชัน 3 มิติปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุดทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ($\overline{x}$ = 4.70 , S.D.= 0.271) ด้านการออกแบบสื่อ ($\overline{x}$ = 4.73 , S.D.= 0.220) ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ ($\overline{x}$ = 4.72 , S.D.= 0.313)

สรุป

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลการจากผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความต้องสื่อประชาสัมพันธ์ประเภทแผ่นพับและสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องดาราศาสตร์ ระบบสุริยะจักรวาล ในขณะที่ผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าเฉลี่ย $\overline{x}$=4.80 หรืออยู่ในเกณฑ์คุณภาพมากที่สุด ส่วนผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีค่าเฉลี่ย $\overline{x}$ = 4.74 หรืออยู่ในเกณฑ์ระดับมีความพึงพอใจมากที่สุด ในบทต่อไปจะเป็นการสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

บทนี้จะกล่าวถึงภาพรวมของผลการพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ การอภิปรายผลการศึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการต่อยอดการศึกษางานวิจัย โดยมีหัวข้อดังนี้

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

5.4 สรุปผลสำคัญทางการวิจัย

5.5 อภิปรายผลการวิจัยที่สำคัญ

5.6 ข้อเสนอแนะ

5.1 ความมุ่งหมายของการวิจัย

5.1.1 เพื่อศึกษารูปแบบการปฏิสัมพันธ์และระบบความจริงเสริม สำหรับนำไปออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศ

5.1.2 เพื่อพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ เกี่ยวกับดาราศาสตร์และอวกาศโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

5.1.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ที่ได้รับชมสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 ระยะ

ระยะที่ 1

5.2.1 แบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัยจากกลุ่มตัวอย่าง

5.2.2 แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกจากผู้เชี่ยวชาญ

ระยะที่ 2

5.2.3 แบบประเมินคุณภาพสื่อจากผู้เชี่ยวชาญ

5.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง

5.2.5 สื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม

5.3 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

5.3.1 ผู้ให้ข้อมูลเฉพาะด้านจำนวน 3 คน

ผู้อำนวยการ ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อให้ได้ข้อมูลเฉพาะด้านข้อมูลทั่วไปของศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด 1 คน นักวิชาการศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมจังหวัดร้อยเอ็ด ผู้เชี่ยวชาญด้านดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เหมาะสมในการนำข้อมูลด้านดาราศาสตร์มาใช้ในการออกแบบ 1คน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อปฏิสัมพันธ์ระบบความจริงเสริม และสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านการออกแบบและระบบความจริงเสริม 1คน

5.3.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองสื่อ บุคคลทั่วไปที่เข้าชมนิทรรศการโดยใช้วิธีการเลือกแบบบังเอิญ (Haphazard or Accidental Sampling) จากผู้ที่เข้าชมในช่วงเดือนเมษายน 2561 จำนวน 30 คน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจในการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง

5.4 สรุปผลสำคัญทางการวิจัย

ประเด็นสำคัญของผลการวิจัยครั้งนี้แบ่งการสรุปผลสำคัญทางการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

5.4.1 ผลทางการวิจัยที่สำคัญที่ผู้วิจัยค้นพบจากการเก็บข้อมูลในระยะแรก ซึ่งได้จากเครื่องมือแบบสอบถามความต้องการทางการวิจัยและแบบสัมภาษณ์เชิงลึก ประกอบด้วยเนื้อหาหลักดังนี้ 1. เทคนิคที่ต้องการให้นำมาใช้คือแอนิเมชัน 3 มิติ 2. สื่อประชาสัมพันธ์ที่ต้องการนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลคือ แผ่นพับ 3.เนื้อหาที่ต้องการให้นำเสนอคือเรื่อง ดวงดาว และ ระบบสุริยะจักรวาล จากการให้ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 30 คน และผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นผู้วิจัยได้นำไปกำหนดเป็นกรอบแนวความคิดในการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างนั้นเกิดความพึงพอใจ โดยผลของการออกแบบนั้นได้นำเสนอในบทที่ 4

5.4.2 ผลของการเก็บข้อมูลในระยะที่ 2 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความต้องสื่อประชาสัมพันธ์ประเภทแผ่นพับและเทคนิคความจริงเสริมด้านแอนิเมชัน 3 มิติ เรื่องดาราศาสตร์ ระบบสุริยะจักรวาล ผลการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.80 จากคะแนนเต็ม 5 อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมมากที่สุด ในขณะที่ผลประเมินความพึง

พอใจของกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ = 4.74 จากคะแนนเต็ม 5 หรืออยู่ในเกณฑ์ระดับมีความพึงพอใจมากที่สุด

5.5 อภิปรายผลการวิจัยที่สำคัญ

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาเป็นผลนำไปสู่แนวคิดในการออกแบบเพื่อให้ได้รูปแบบสื่อที่เหมาะสม เหมาะที่จะนำไปพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อประชาสัมพันธ์ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรม เพื่อการศึกษาร้อยเอ็ด โดยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

5.5.1 จากการสังเคราะห์ข้อมูลภาคสนามเพื่อให้ได้รูปแบบสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ ที่เหมาะสม โดยการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย ซึ่งวิเคราะห์โดยการหาค่าร้อยละและแบบสอบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก โดยมีแนวประเด็นคำถามที่เกี่ยวกับ รูปแบบสื่อที่เหมาะสมกับศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมร้อยเอ็ด ทำให้ผู้วิจัยได้ทราบว่าสื่อประชาสัมพันธ์ที่เหมาะสมนั้นควรเป็นสื่อที่อยู่ในรูปแบบของสิ่งพิมพ์ เนื่องจากสามารถผลิตได้ง่ายในปริมาณที่เยอะ และการนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาใช้นั้น จะสามารถนำเสนอมุมมองของสื่อสิ่งพิมพ์ที่ต่างออกไป เพิ่มความหน้าสนใจให้กับสื่อ ดังนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการสร้างสื่อ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการผลิตสื่อเพื่อการประชาสัมพันธ์ในรูปแบบแผ่นพับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิลาลัณย์ พรพัชรพงศ์ (2547) เทคโนโลยีความจริงเสริมก็ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่งต่อการศึกษาเพราะเป็นการเปลี่ยนแปลงความรู้ในรูปแบบเดิม ที่จะนำมาสู่การเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและทำให้ก้าวไปสู่การคิดค้นแบบใหม่ และผลงานวิจัยของ ทรงพล ขันชัย (2554) พบว่าระบบความจริงเสริมสามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนสนใจจะเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้นและมีความสนุกสนานในความรู้

5.5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อและผลการประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ จากการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ผู้วิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพอใจมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสื่อ 3 มิติโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานั้นมีประสิทธิภาพ มีความสวยงาม สามารถปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้เป็นอย่างดีแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ และสนใจต่อสื่อที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น และเป็นประโยชน์ต่อการประชาสัมพันธ์ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมร้อยเอ็ดอีกด้วย

5.6 ข้อเสนอแนะ

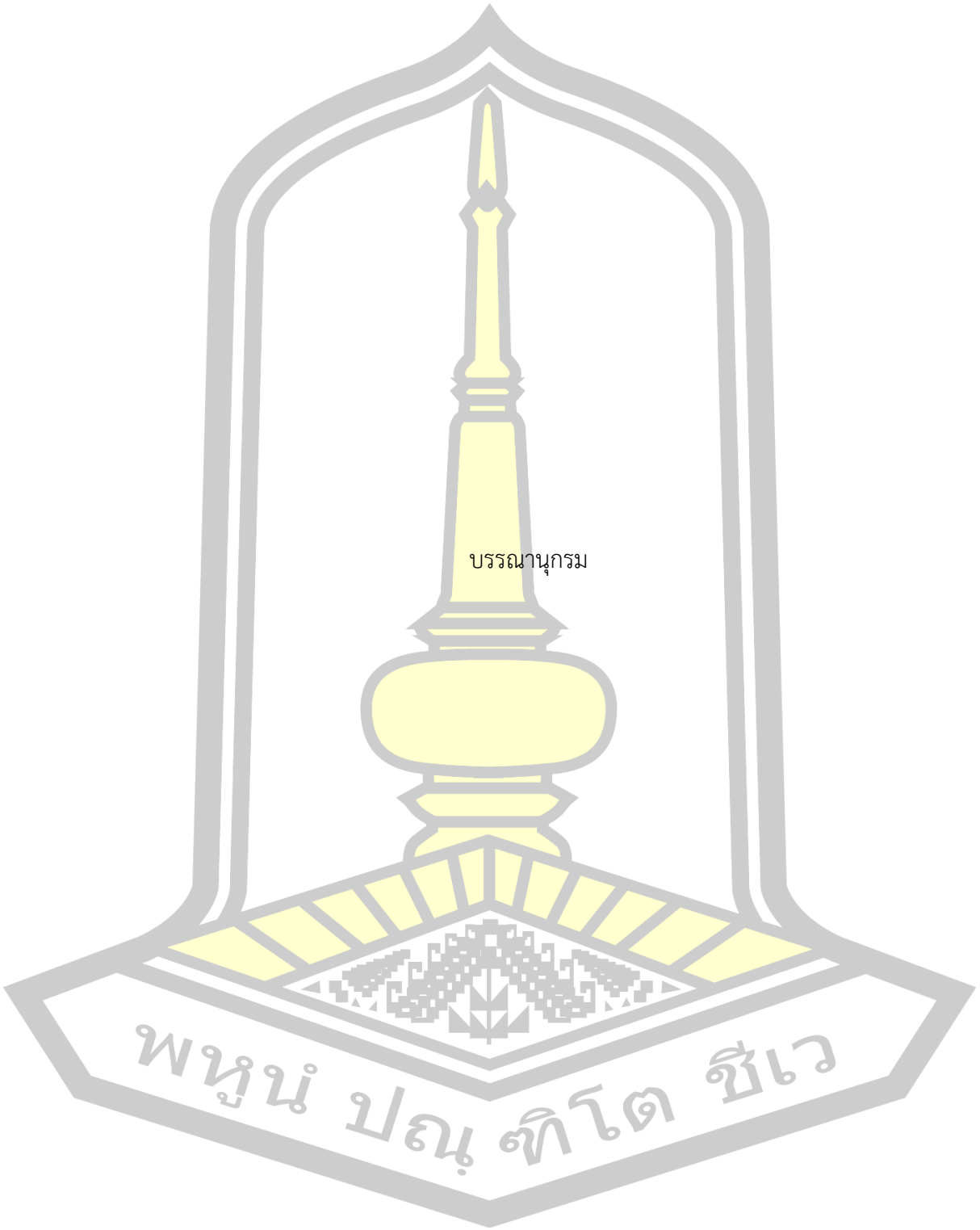
หลังจากที่ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบของสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อพัฒนาสื่อ ให้มีประสิทธิภาพในการนำเสนอข้อมูลหรือเนื้อหาเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจแก่ผู้ใช้สื่อมากขึ้นนั้น ผู้วิจัยได้พบปัญหา ข้อจำกัดและแนวทางที่จะนำไปพัฒนาสื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนี้

5.6.1 ข้อจำกัดของสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม คือสื่อปฏิสัมพันธ์ต้นแบบยังไม่สามารถใช้งานออนไลน์ได้ ส่งผลให้มีผู้เข้าถึงแบบจำกัด เนื่องจากต้องใช้สมาร์ทโฟนที่ติดตั้งแอปพลิเคชันสำหรับส่องภาพสัญลักษณ์เพื่อให้เห็นภาพ 3 มิติ

5.6.2 ปัญหาที่พบในขณะผลิตชิ้นงานคือ การส่งต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรม Autodesk Maya ไปยังโปรแกรม Unity เกิดการผิดพลาดเรื่องการแสดงผลของพื้นผิว ทำให้พื้นผิวบางส่วนของดวงดาวไม่สมบูรณ์

5.6.3 การนำเข้าเสียงในโปรแกรม Unity จะต้องมีการแก้ไข Audio Source เพื่อให้เสียงเล่นเมื่อใช้สมาร์ทโฟนส่องไปยังภาพสัญลักษณ์ (AR Marker) ดังนั้นควรศึกษาวิธีการแก้ไข Default Script เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กมลชัย โชคชัยชุติกุล. (2553). ระบบความจริงเสริมแบบไม่ใช้มาร์กเกอร์ที่สามารถโต้ตอบได้. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

โกวิทย์ ทะลิ. (2555). มุมมองที่แตกต่าง งานออกแบบมีเดีย 3 มิติเสมือนจริง. วารสารศิลปกรรมบูรพา, 15(2).

จาตุรงค์ วิลาศรี. (2555). การออกแบบและพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน 3 มิติ เพื่อส่งเสริมความรู้เรื่องไข้หวัด. (วิทยาการคอมพิวเตอร์), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ณัฐพล ปฐมอารีย์. (2547). ระบบความเป็นจริงเสริมสำหรับการถ่ายทอดทักษะด้านการประกอบชิ้นงาน. (วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.

ทรงพล ขันชัย. (2554). การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม กรณีศึกษาแบบหลายมาร์คเกอร์. (ค้นคว้าอิสระวิศวกรรมซอฟต์แวร์), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ธนาคาร ฉายชูผล. (2553). การออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองนครราชสีมา. (ศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, นครราชสีมา.

นพรัตน์ ฉัตรวัฒนกำจร. (2540). การออกแบบนิทรรศการปฏิสัมพันธ์ นิทรรศการดาราศาสตร์และอวกาศอาคารท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาเอกมัย. (สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต), สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2539). การประชาสัมพันธ์. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ด ยูเคชั่น.

เบญจรัตน์ มงคลสาร. (2555). การพัฒนาสื่อการสอนแบบการ์ตูนแอนิเมชั่นมัลติมีเดีย 2 มิติ โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค *STAD* เรื่องโลก ดาราศาตร์และอวกาศ ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ระบบสุริยะ กาแล็กซี่และเอกภพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

ปิยะบุตร สุทธิดารา. (2553). *Graphic Design Artwork*. นนทบุรี: บริษัทไอดีซี พรีเมียร์จำกัด.

พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์. (2549). เทคนิคการออกแบบกราฟิก. กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ด ยูเคชั่น.

ยุพา แสงทอง. (2550). พฤติกรรมการบริโภคสื่อสิ่งพิมพ์ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ ของนักศึกษา มหาวิทยาลัย

ราชภัฏ หมู่บ้านจอมบึง. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง, ราชบุรี.

วิลาลัณย์ พรพัชรพงศ์. (2547). เทคโนโลยีความจริงเสริม ความเป็นมาและประโยชน์. วารสารการสื่อสารและการจัดการ นิดา, 2(3).

ศิริเดช ศิริสมบูรณ์. (2555). โครงการแอนิเมชั่น 3 มิติสำหรับเด็กเพื่อส่งเสริมผลิตภัณฑ์ดินสอสี. (วิทยานิพนธ์ศิลปมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยรังสิต, ปทุมธานี.

ศิริลักษณ์ อริยบัญโญทัย. (2540). ประสิทธิผลของการใช้สื่อประชาสัมพันธ์ในโครงการอะเมซิ่งไทยแลนด์ของการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย. (วิทยานิพนธ์นิเทศศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและอวกาศระบบสุริยจักรวาล. (2558,20 กุมภาพันธ์2558). Retrieved from www.lesa.biz.com

ศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมร้อยเอ็ด. (2558,25กุมภาพันธ์2558). ประวัติศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมร้อยเอ็ด. Retrieved from www.101sci.com

สถิติผู้เข้าชมท้องฟ้าจำลอง. (2561, 3มกราคม2561) */Interviewer:* ว. ทศไชย.

สืบสิริ แซ่ลี้. (2558). การออกแบบเลขศิลป์สิ่งแวดล้อมที่แสดงอัตลักษณ์ของจังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารวิชาการ *AJNU,* 6 (2).

อดิศร เจี่ยมจิตร. (2551). การสร้างภาพยนตร์แอนิเมชัน 3 มิติเพื่อรณรงค์การใช้จักรยานเพื่อลดสภาวะโลกร้อน. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

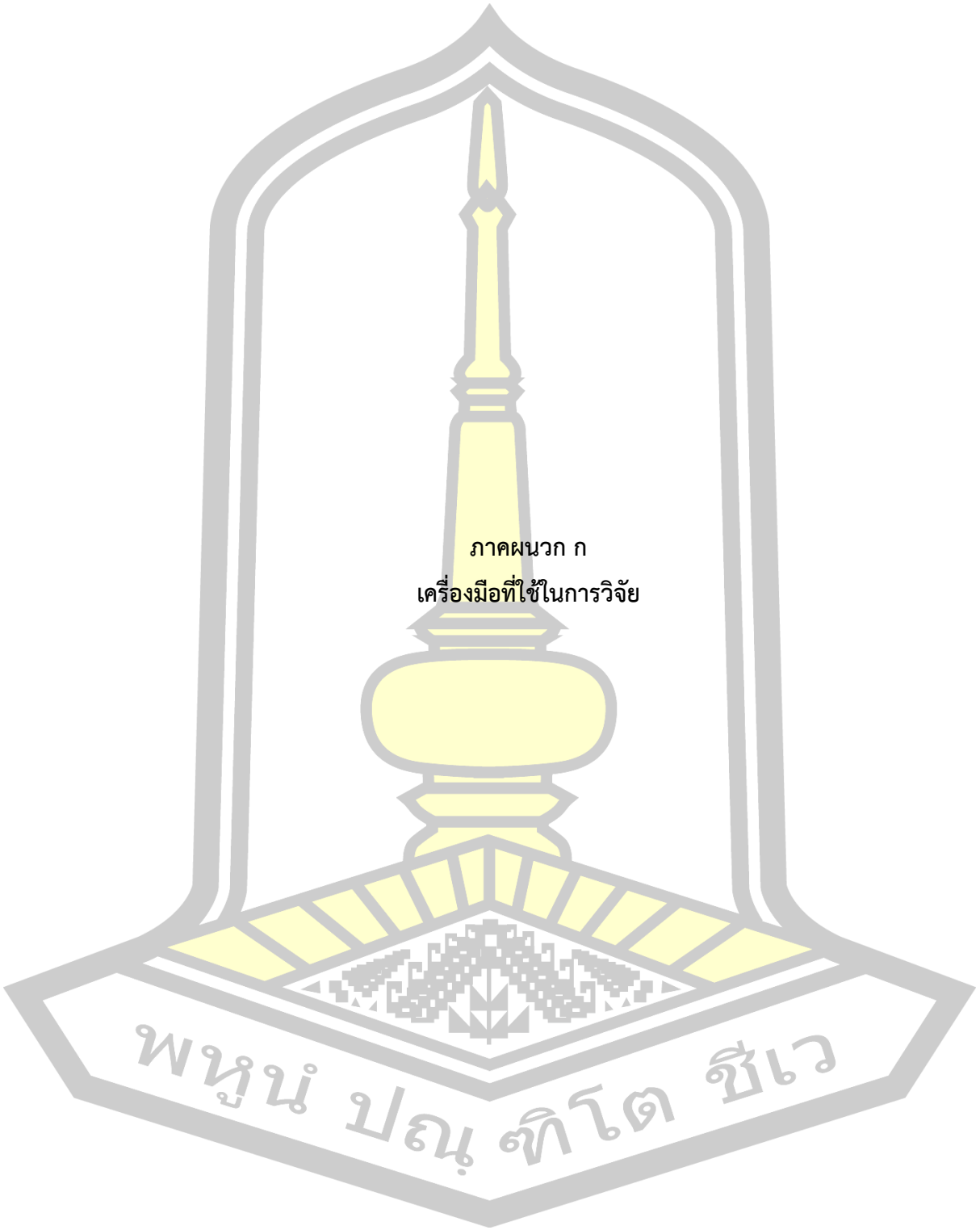
แอนิเมชัน. (2558,22กุมภาพันธ์2558). การเปลี่ยนรูปและการแปลงร่าง Retrieved from http://kanchanapisek.or.th/

Augmented Reality. (2561). Retrieved from www.learningspace.ipst.ac.th

Hagen, P. T. (1999). A System to Animater 2D Cartoon Face. *Amsterdam :Eurographis*.

Pandya, A. (2002). Medical augmented reality system for image-guided and robotic surgery: Development and surgeon factors analysis.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามเพื่อความต้องการเพื่อการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล

1. เพื่อสอบถามความต้องการเนื้อหาด้านแอนิเมชันและรูปแบบสื่อที่กลุ่มตัวอย่างมีต่อระบบความจริงเสริม

2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนา แอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความต้องการด้านการใช้เทคนิคความจริงเสริม

ตอนที่ 3 ประเภทของสื่อสิ่งพิมพ์

นางวจิราภรณ์ สารบรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา

สาขาสื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ตามความเป็นจริง

1.เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2.อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21 – 25 ปี

☐ 26 – 30 ปี ☐ 31 – 35 ปี

☐ 36 – 40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

3.ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมปลาย ☐ มัธยมปลายหรือเทียบเท่า

☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

☐ อื่นๆ ระบุ .....

ตอนที่ 2 ความต้องการด้านการใช้เทคนิคความจริงเสริม (Augmented Reality)

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ

2.1 ด้านที่ท่านต้องการที่สุดเพียง 1 ข้อพร้อมบอกเนื้อหาที่ท่านต้องการเรียนรู้จากสื่อตามด้านที่ท่านเลือก

☐ ภาพนิ่ง 2 มิติ คือ ภาพที่แสดงด้านกว้างและยาว

☐ ภาพนิ่ง 3 มิติ คือ ภาพที่แสดงความกว้าง ความยาว ความลึก หรือความหนานูน

☐ แอนิเมชัน 2 มิติ คือ ภาพเคลื่อนไหวที่มองเห็นด้านกว้างและยาว

☐ แอนิเมชัน 3 มิติ คือ ภาพเคลื่อนไหวที่แสดงความกว้าง ยาว ลึก หนานูน

2.2 เนื้อหาที่ท่านต้องการเรียนรู้จากสื่อที่ท่านได้เลือกจากข้อ 2.1

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 ประเภทของสื่อสิ่งพิมพ์ที่ท่านต้องการ

<u>คำชี้แจง</u> โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องรูปแบบสื่อสิ่งพิมพ์ที่ท่านต้องการที่สุดเพียง 1 ข้อ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบกราฟิกสำหรับจัดทำฐานข้อมูล (databases) เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

☐ โบรชัวร์ (Brochure) เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่มีลักษณะเป็นสมุดเล่มเล็ก ๆ

☐ ใบปลิว (Leaflet, Handbill) เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ใบเดียว

☐ แผ่นพับ (Folder) เป็นสื่อสิ่งพิมพ์ที่เน้นการผลิตโดยเน้นการเสนอเนื้อหา

☐ ใบปิด (Poster) เป็นสื่อสิ่งพิมพ์โฆษณา โดยใช้ปิดตามสถานที่ต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

แบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก

เรื่อง

การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล

1. เพื่อศึกษาข้อมูลด้านเนื้อหาและรูปแบบสื่อที่เหมาะสมในการนำมาออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์
2. นำข้อมูลที่ได้ไปใช้เพื่อการออกแบบสื่อแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....

สถานที่ในการให้สัมภาษณ์.....

วัน เดือน ปีที่สัมภาษณ์.....

เริ่มการสัมภาษณ์เวลา.....น. จบการสัมภาษณ์เวลา.....น.

<u>แนวประเด็นคำถาม</u>

1. ท่านคิดว่าศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาร้อยเอ็ด ควรมีสื่อประชาสัมพันธ์ในรูปแบบใดบ้าง เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

พหุน ปญฺ ฑิโต ชีเว

2. ท่านคิดว่าสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศเป็นสิ่งจำเป็นหรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

3. ท่านมีความคิดเห็นเห็นอย่างไรกับการนำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์มาสอดแทรกเพื่อให้ความรู้ในสื่อประชาสัมพันธ์

.....

.....

.....

.....

4. สื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์มีข้อจำกัดอย่างไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

5. เนื้อหาที่ท่านต้องการนำเสนอในสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

.....

- ขอขอบพระคุณอย่างสูง -

นางวจิราภรณ์ สารบรรณ

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

แบบประเมินความพึงพอใจ

เรื่อง

การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

สำหรับกลุ่มตัวอย่าง

วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล

1. เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลด้านประชากรศาสตร์ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

นางวจิราภรณ์ สารบรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา
สาขาสื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ตามความเป็นจริง

1.เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2.อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 21 – 25 ปี ☐ 26 – 30 ปี

☐ 31 – 35 ปี ☐ 36 – 40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

3.ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมปลาย ☐ มัธยมปลายหรือเทียบเท่า ☐ ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี ☐ อื่นๆ ระบุ .....

ตอนที่ 2 แบบวัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้สื่อ

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการประเมินจะเทียบเกณฑ์มาตราส่วนแบบ ประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนน		ระดับความพึงพอใจ
5 คะแนน	หมายถึง	พอใจมากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	พอใจมาก
3 คะแนน	หมายถึง	พอใจปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	พอใจน้อย
1 คะแนน	หมายถึง	พอใจน้อยที่สุด

รายการ		ระดับความพึงพอใจ				
		พอใจมากที่สุด	พอใจมาก	พอใจปานกลาง	พอใจน้อย	พอใจน้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1.	ท่านพอใจในความเหมาะสมของเนื้อหา					
2.	ท่านพอใจในความถูกต้องของเนื้อหา					
3.	ท่านพอใจในเนื้อหามีความน่าสนใจ					
4.	ท่านพอใจในเนื้อหามีความต่อเนื่อง					
5.	ท่านพอใจในเนื้อหามีความน่าติดตาม					

รายการ		ระดับความพึงพอใจ				
		พอใจมากที่สุด	พอใจมาก	พอใจปานกลาง	พอใจน้อย	พอน้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
ด้านการออกแบบสื่อ						
1.	แผ่นพับมีความสวยงาม					
2.	ภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker) มีความสวยงาม					
3.	การใช้ตัวอักษรและขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม					
4.	ไอคอนสำหรับแอปพลิเคชัน (Icon) มีความเหมาะสม					
5.	หน้าแอปพลิเคชัน (Splash Screen) มีความสอดคล้องกับแผ่นพับ					
6.	ความสวยงามของแอนิเมชัน 3 มิติ					
7.	การเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องของแอนิเมชัน 3 มิติ					
8.	เสียงบรรยายมีความเหมาะสม					
9.	ดนตรีประกอบมีความเหมาะสม					
10.	ความสมบูรณ์ของสื่อ					
ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์						
1.	ความสะดวกในการเปิดใช้แอปพลิเคชัน					
2.	รูปแบบของสื่อสามารถใช้งานได้ง่าย					
3.	ประสิทธิภาพของภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker)					
4.	ประสิทธิภาพของแอนิเมชัน 3 มิติ					
5.	ประสิทธิภาพของเทคนิคและความสมบูรณ์ของงาน					

นางวจิราภรณ์ สารบรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา

สาขาสื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

แบบประเมินคุณภาพสื่อ

เรื่อง

การพัฒนาสื่อปฏิสัมพันธ์ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

วัตถุประสงค์ของการเก็บข้อมูล

1. เพื่อประเมินคุณภาพของสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

2. นำสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ไปใช้ในการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างต่อไป

แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อดังนี้

หัวข้อที่ 1 ด้านเนื้อหา

หัวข้อที่ 2 ด้านการออกแบบ

หัวข้อที่ 3 ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์

นางวจิราภรณ์ สารบรรณ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา

สาขาสื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

หัวข้อที่ 1 ด้านเนื้อหา

คำชี้แจง แบบสอบถามนี้เป็นแบบประเมินคุณภาพสื่อและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อการพัฒนาสื่อแอนิเมชัน 3 มิติโดยใช้เทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยการประเมินจะเทียบเกณฑ์มาตราส่วนแบบ ประเมินค่า (Rating Scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

คะแนน		ระดับความพึงพอใจ
5 คะแนน	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4 คะแนน	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3 คะแนน	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1 คะแนน	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

รายการ		ระดับความเหมาะสม				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา						
1.	เนื้อหามีความเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย					
2.	เนื้อหาถูกต้องและครบถ้วน					
3.	เนื้อหามีความน่าสนใจ					
4.	เนื้อหามีความต่อเนื่อง					
5.	เนื้อหามีความน่าติดตาม					
ด้านการออกแบบสื่อ						
1.	การออกแบบแผ่นพับมีความสวยงาม					

รายการ		ระดับความเหมาะสม				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
2.	ภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker) มีความสวยงาม					
3.	การใช้ตัวอักษรและขนาดตัวอักษรมีความเหมาะสม					
4.	ไอคอนสำหรับแอปพลิเคชัน (Icon) มีความเหมาะสม					
5.	หน้าแอปพลิเคชัน (Splash Screen) มีความสอดคล้องกับแผ่นพับ					

รายการ		ระดับความเหมาะสม				
		เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
		5	4	3	2	1
6.	แอนิเมชัน 3 มิติมีความสวยงาม					
7.	แอนิเมชัน 3 มิติมีการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง					
8.	เสียงบรรยายมีความเหมาะสม					
9.	ดนตรีประกอบมีความเหมาะสม					
10.	ความสมบูรณ์ของสื่อ					
ด้านเทคนิคความจริงเสริมแบบปฏิสัมพันธ์						
1.	ความสะดวกในการเปิดใช้แอปพลิเคชัน					
2.	รูปแบบของสื่อสามารถใช้งานได้ง่าย					
3.	ประสิทธิภาพของภาพสัญลักษณ์ (Ar Marker)					
4.	ประสิทธิภาพของแอนิเมชัน 3 มิติ					
5.	ประสิทธิภาพของเทคนิคและความสมบูรณ์ของงาน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

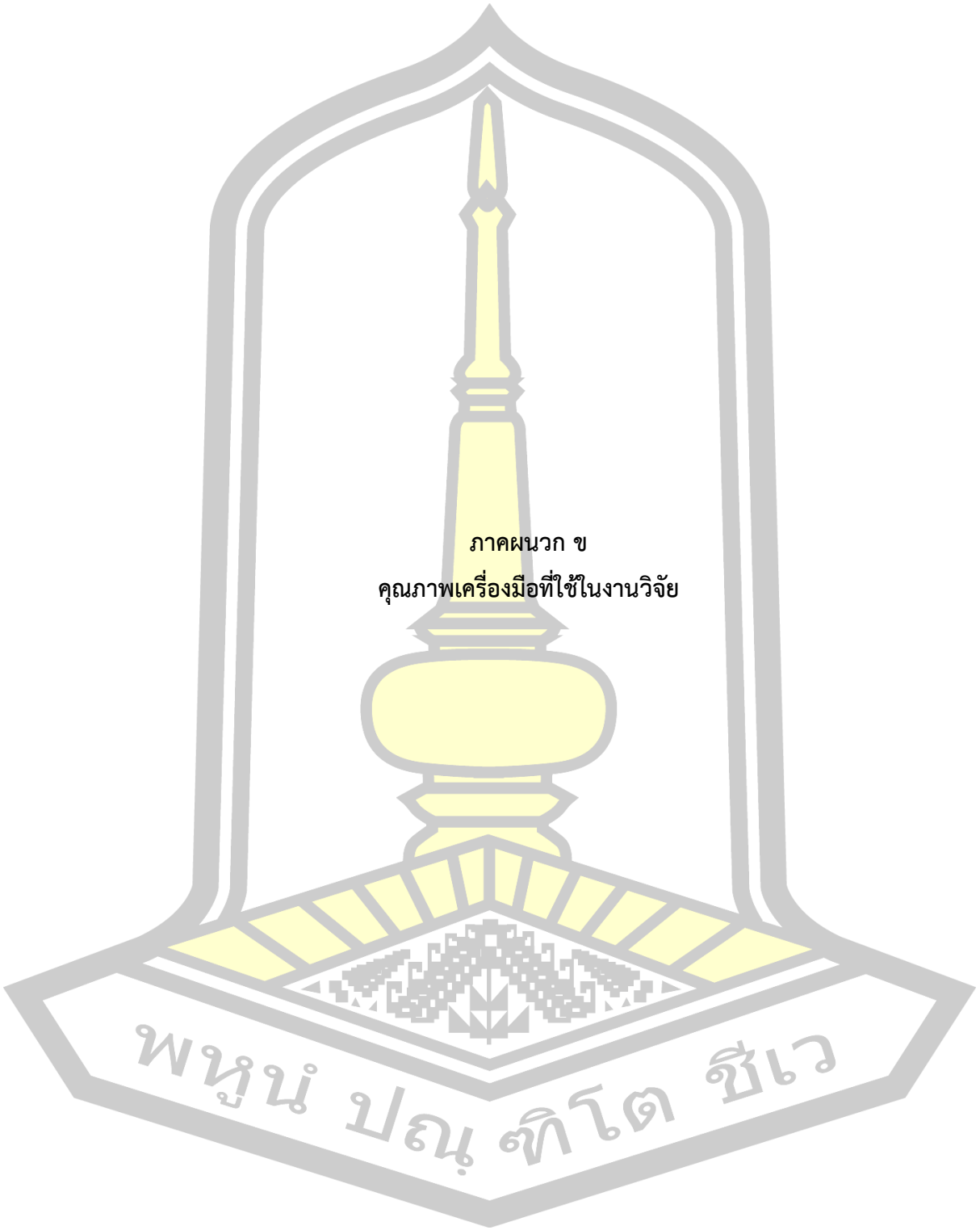
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

พหุน ปณ ฑิ โต ชีว



ภาคผนวก ข

คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

ตาราง ข.1 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัย เกี่ยวกับข้อคำถามกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า (IOC)
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	0	0.67
3	1	1	0	0.67
4	1	1	0	0.67
5	0	1	1	0.67
6	1	1	1	1

จากผลการพิจารณา ผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะดังนี้ ผู้วิจัยควรเพิ่มคำอธิบายในข้อคำถามเพื่อให้กลุ่มเป้าหมายเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านเกี่ยวกับข้อคำถามความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาทั้ง 6 ข้อ พบว่าข้อคำถามทั้งหมดเหมาะสมที่จะนำไปสร้างแบบสอบถามความต้องการเพื่อการวิจัยต่อไป

ตาราง ข.2 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก เกี่ยวกับข้อคำถามกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า (IOC)
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	0	1	1	0.67
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1

จากผลการพิจารณา ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าคำถามมีความสอดคล้อง ถูกต้องและเที่ยงตรง สามารถนำไปสร้างเป็นแบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึกได้ เนื่องจากผู้วิจัยเลือกใช้การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เป็นแบบสัมภาษณ์ที่จัดเตรียมข้อลำดับไว้แล้ว ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรแนบสื่อตัวอย่างเพื่อช่วยให้ผู้สัมภาษณ์พิจารณาได้ง่ายขึ้น ผู้วิจัยจึงนำข้อคำถามทั้งหมดไปสร้างแบบสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงลึก

ตาราง ข.3 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจ เกี่ยวกับข้อคำถามกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

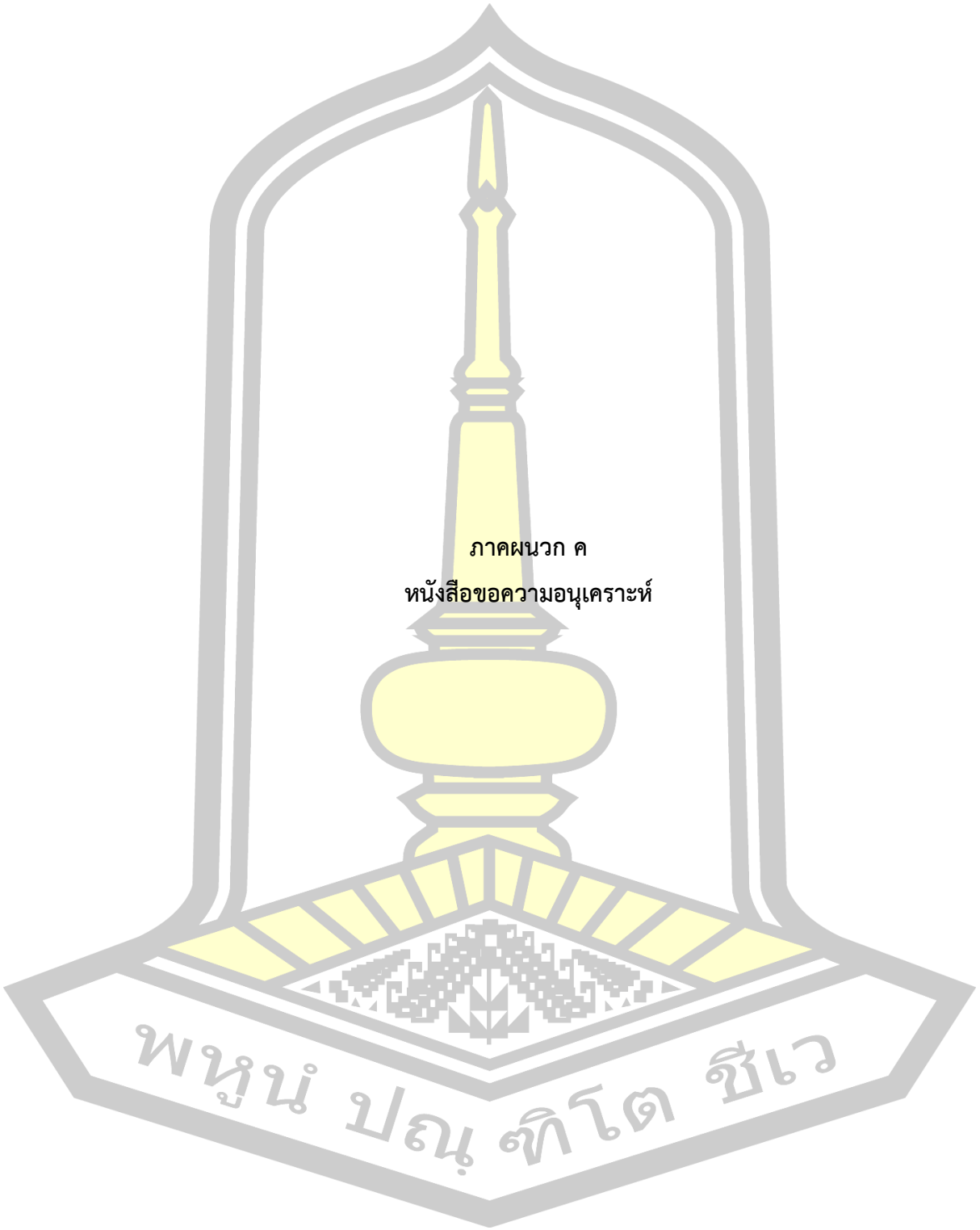
ลำดับข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า (IOC)
	1	2	3	
1	1	0	1	0.67
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	0	1	1	0.67
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1
21	1	1	1	1

จากการพิจารณา ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าข้อคำถามกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เนื้อหาครอบคลุมทุกด้าน ซึ่งจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านพบว่าข้อคำถามทั้ง 21 ข้อ สามารถนำไปใช้ในการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อนำไปเก็บข้อมูลต่อไป

ตาราง ข.4 ค่าความสอดคล้อง (IOC) ของแบบประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับข้อคำถามกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับข้อคำถาม	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า (IOC)
	1	2	3	
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1
5	1	1	1	1
6	1	1	1	1
7	1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	1	1	1	1
15	1	1	1	1
16	1	1	1	1
17	1	1	1	1
18	1	1	1	1
19	1	1	1	1
20	1	1	1	1

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน เกี่ยวกับข้อคำถามเนื้อหา วัตถุประสงค์ และความถูกต้องเที่ยงตรงของเนื้อหาทั้ง 20 ข้อ พบว่าข้อคำถามทั้งหมดเหมาะสมนำไปสร้างเป็นแบบประเมินคุณภาพสื่อ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำข้อคำถามทั้งหมดไปสร้างแบบประเมินคุณภาพสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปเก็บข้อมูลต่อไป



ภาคผนวก ค

หนังสือขอความอนุเคราะห์

ที่ ศธ 0530.13/ว 791

คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

22 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและประเมินผล มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ด้วย**นางสาววจิราภรณ์ สารบรรณ รหัสประจำตัวนิสิต 56011283010 นิสิตระดับปริญญาโท วท.ม.สื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม** ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริม แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบศิริ แซ่ลี้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ก่อนที่ผู้ศึกษาจะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร แก้วมั่น)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร รักษาการแทน
คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาการสารสนเทศ
โทรศัพท์/โทรสาร 0-4375-4359

ที่ ศธ 0530.13/763

คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

22 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช

ด้วยนางสาววจิราภรณ์ สารบรรณ รหัสประจำตัวนิสิต 56011283010 นิสิตระดับปริญญาโท วท.ม.สื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริม แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบศิริ แซ่ลี้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ก่อนที่ผู้ศึกษาจะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร แก้วมั่น)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร รักษาการแทน
คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาการสารสนเทศ
โทรศัพท์/โทรสาร 0-4375-4359

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาการสารสนเทศ งานบัณฑิตศึกษา โทร. 043-754359 ภายใน 5177

ที่ ศธ 0530.13/ 2010 **วันที่** 22 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เรียน อาจารย์ฐิติรัตน์ นิมิตรบรรณสาร

ด้วย**นางสาววจิราภรณ์ สารบรรณ รหัสประจำตัวนิสิต 56011283010 นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตร วท.ม. สื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม** ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริม แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ" ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบศิริ แซ่ลี้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ในเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ก่อนที่ผู้ศึกษาจะดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร แก้วมั่น)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร รักษาการแทน
คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ

ที่ ศธ 0530.13/ ๑๒๖๒

คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

22 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน คุณศุภกฤต ฉัตรจารุกุล

ด้วย**นางสาววจิราภรณ์ สารบรรณ** รหัสประจำตัวนิสิต 56011283010 นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตร วท.ม. สื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริม แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบศิริ แซ่ลี้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นิสิตเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลกับท่าน ด้านกราฟิกและแอนิเมชัน ในวันที่ 1 มกราคม 2561 เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร แก้วมั่น)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร รักษาการแทน
คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาการสารสนเทศ
โทรศัพท์ /โทรสาร 0-4375-4359

ที่ ศธ 0530.13/ว752

คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

22 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน คุณณัฐญาณี กะตะไท

ด้วย**นางสาววจิราภรณ์ สารบรรณ** รหัสประจำตัวนิสิต 56011283010 นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตร วท.ม. สื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริม แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบศิริ แซ่ลี้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นิสิตเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลกับท่าน ด้านดาราศาสตร์ ในวันที่ 1 มกราคม 2561 เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร แก้วมั่น)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร รักษาการแทน
คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาการสารสนเทศ
โทรศัพท์ /โทรสาร 0-4375-4359

ที่ ศธ 0530.13/๑๒๕๒

คณะวิทยาการสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย
จังหวัดมหาสารคาม 44150

22 ธันวาคม 2560

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เข้าเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการศูนย์วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเพื่อการศึกษาร้อยเอ็ด

ด้วย**นางสาววจิราภรณ์ สารบรรณ** รหัสประจำตัวนิสิต 56011283010 นิสิตระดับปริญญาโท หลักสูตร วท.ม. สื่อนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"การพัฒนาแอนิเมชัน 3 มิติ โดยใช้เทคนิคความจริงเสริม แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ"** ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบศิริ แซ่ลี้ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

ในการนี้ คณะฯ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน ให้นิสิตเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักวิชาการศึกษาด้านดาราศาสตร์ ในวันที่ 1 มกราคม 2561 เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร แก้วมั่น)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร รักษาการแทน
คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักงานเลขานุการ คณะวิทยาการสารสนเทศ
โทรศัพท์ /โทรสาร 0-4375-4359

ภาคผนวก ง
ภาพประกอบการลงพื้นที่

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ภาพประกอบการลงพื้นที่ท้องฟ้าจำลองร้อยเอ็ด

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางวจิราภรณ์ สารบรรณ

วันเกิด วันที่ 15 ธันวาคม พ.ศ. 2531

สถานที่เกิด จังหวัดพังงา ประเทศไทย

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 301 หมู่ 16 ตำบลรอบเมือง อำเภอเมือง
จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000
โทรศัพท์ : 08-6851-6301
E-mail : by_waji@hotmail.co.th

ตำแหน่งหน้าที่การงาน พนักงานราชการ(ครู)

สถานที่ทำงานปัจจุบัน วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด บ้านเลขที่ 115 ถนนสุริยะเดชบำรุง
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2545 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนท้ายเหมืองวิทยา
จังหวัดพังงา

พ.ศ. 2548 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)
สาขาออกแบบ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด

พ.ศ. 2553 ปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต (ศป.บ.)
สาขาวิชานฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2555 ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู
มหาวิทยาลัยมหามกุฏราชวิทยาลัย วิทยาเขตร้อยเอ็ด

พ.ศ. 2561 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.)
สาขาวิชาสื่อนฤมิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺ ฑิโต ชีเว