การออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว

โดย

อานันท์ หงษ์อินทร์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม

หลักสูตรศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต

คณะดิจิทัลอาร์ต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2566

2D ANIMATION DESIGN FOR ENHANCING SCIENCE LEARNING PROGRAM IN ASTRONOMY "HORIZON OF STARDUST"

BY

ANUN HONGIN

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF MASTER OF FINE ARTS IN COMPUTER ART

FACULTY OF DIGITAL ART

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2023

วิทยานิพนธ์เรื่อง

การออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว

โดย

อานันท์ หงษ์อินทร์

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต

มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2566

ศ.กมล เผ่าสวัสดิ์
ประธานกรรมการสอบ

รศ. พรรณเพ็ญ ฉายปรีชา
กรรมการ

รศ. ดร.วรรณพร ชูจิตารมย์
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ศ. ดร.สื่อจิตต์ เพ็ชร์ประสาน)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

12 มิถุนายน 2567

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Thesis entitled

2D ANIMATION DESIGN FOR ENHANCING SCIENCE LEARNING PROGRAM IN ASTRONOMY "HORIZON OF STARDUST"

by

ANUN HONGIN

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Master of Fine Arts in Computer Art

Rangsit University
Academic Year 2023

Prof. Kamol Phaosavasdi
Examination Committee Chairperson

Assoc. Prof. Punpen Chaypreecha
Member

Assoc. Prof. Wannaporn Chujitarom, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Prof. Suejit Pechprasarn, Ph.D.)
Dean of Graduate School
June 12, 2024

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

กิตติกรรมประกาศ

จากการทำการศึกษาและออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว ได้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี จากการอนุเคราะห์ของ รศ.ดร.วรรณพร ชูจิตารมย์ ในตำแหน่งที่ปรึกษางานวิจัย ให้ความช่วยเหลือและแนะนำการเขียนรูปเล่มงานวิจัย และขอขอบคุณ รศ.ชัยพร พานิชรุทติวงศ์ ผู้อำนวยการหลักสูตรคณะดิจิทัลอาร์ตมหาวิทยาลัยรังสิต สำหรับคำแนะนำเรื่องเทคนิค และการผลิตสื่อแอนิเมชัน ขอขอบคุณ นางสาวศิริรัตน์ เย็นสุข ผู้ประสานงานประจำหลักสูตร ที่คอยให้คำปรึกษา และ อำนวยความสะดวกเรื่องเอกสาร รวมไปถึงการให้ข้อมูลข่าวสารในด้านต่าง ๆ

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุนและความรู้ ขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต รุ่นที่ 15 ที่คอยให้คำปรึกษา และกำลังใจที่ดีเสมอมา นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สำเร็จลุล่วงอีกหลายท่านจึงขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย

อานันท์ หงษ์อินทร์

ผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

6507774 : อานันท์ หงษ์อินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว

หลักสูตร : ศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ. ดร.วรรณพร ชูจิตารมย์

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์ ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ และส่งเสริมกลุ่มความรู้ทางด้านดาราศาสตร์ ให้แก่กลุ่มเยาวชนและบุคคลทั่วไป ผู้วิจัยได้เลือกใช้สื่อแอนิเมชัน 2 มิติ สำหรับการนำเสนอโดยเป็นสื่อที่มีความแพร่หลายในปัจจุบัน มีความน่าสนใจ และสามารถดึงดูดความสนใจกับกลุ่มคนในทุกช่วงวัยได้ โดยตัวแอนิเมชันจะมีความยาว 1 นาที สำหรับเนื้อเรื่องของแอนิเมชันจะเล่าเรื่องด้วยตัวละครนักเรียนหญิงที่ใช้ชีวิตประจำวัน และในระหว่างวันนั้นก็ได้แสดงถึงแหล่งช่องทางการหาความรู้เรื่องดวงดาวด้วยช่องทางที่หลากหลาย สำหรับขั้นตอนการศึกษาทางผู้วิจัยได้ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ ดวงดาว รวมไปถึงขั้นตอนการดำเนินการผลิตแอนิเมชัน และหลักการทฤษฎีการผลิตต่าง ๆ แล้วจึงนำข้อมูลความรู้เหล่านี้มาใช้สำหรับการออกแบบสื่อแอนิเมชัน 2 มิติ หลังจากนั้นจึงทำการประเมินด้วยการใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง โดยจากผลการประเมินแอนิเมชัน 2 มิติเพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ พบว่าคะแนนด้านเนื้อเรื่อง เทคนิคการทำ และประโยชน์อยู่ในเกณฑ์ดี

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 69 หน้า)

คำสำคัญ: แอนิเมชัน 2 มิติ, ดาราศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

6507774 : Anun Hongin

Thesis Title : 2D Animation Design for Enhancing Science Learning Program in Astronomy “Horizon of Stardust”

Program : Master of Fine Arts in Computer Art

Thesis Advisor : Assoc. Prof. Wannaporn Chujitarom, Ph.D

Abstract

The objectives of the study of designing 2D animation for enhancing science learning program in astronomy were to study and design 2D animation and to enhance science learning program in astronomy for juveniles and the general public. 2D animation media was used for the presentation as currently it is widely used, interesting, and capable of capturing the interest of people of all ages. The animation is approximately one minute long. The storyline of the animation narrates the daily life of a high school girl who, throughout the day, gains knowledge regarding astronomy through a variety of media. The process of this thesis included the study of astronomy, stars, the process of animation production and related theories. Then, the data were used to design 2D animation. Subsequently, the evaluation was conducted using questionnaires gathered from a sample group. The result from the respondents revealed that the scores for storyline, techniques and benefits were at the high level.

(Total 69 pages)

Keywords: 2D Animation, Astronomy

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Student’s Signature …..... Thesis Advisor’s Signature .....

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย		**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ฉ**
สารบัญรูป		**ช**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
	1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย	4
	1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
	1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2	**ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	**5**
	2.1 ดาราศาสตร์	5
	2.2 จักรวาล	7
	2.3 ระบบสุริยะ	10
	2.4 แหล่งการเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับดวงดาว	14
	2.5 แอนิเมชัน	18
	2.6 แอนิเมชัน 2 มิติ	31
	2.7 กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง	33
	2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**37**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.1 การศึกษารวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
	3.2 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการดำเนิน (Pre-Production)	38
	3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ (Production)	48
	3.4 ขั้นตอนหลังการดำเนินการ (Post Production)	49
	3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	50
	3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	50
	3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล	50
	3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล	52
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	**53**
	4.1 ผลการผลิตแอนิเมชัน	53
	4.2 ผลการประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง	55
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**58**
	5.1 สรุปผลการวิจัย	58
	5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม		**60**
ภาคผนวก ตัวอย่างแบบสอบถามออนไลน์		**67**
ประวัติผู้วิจัย		**69**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1 ตัวอย่างรูปแบบการตอบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับแอนิเมชัน 50

4.1 ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลตอบแบบสอบถาม 56

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	กรอบแนวคิด	4
2.1	Squash and Stretch	23
2.2	Anticipation	24
2.3	Staging	25
2.4	Straight Ahead Action and Pose to Pose	26
2.5	Follow Through and Overlapping Action	26
2.6	Ease In, Ease Out	27
2.7	Arcs	27
2.8	Secondary Action	28
2.9	Timing	29
2.10	Exaggeration	29
2.11	Solid Drawing	30
2.12	Appeal	31
2.13	แอนิเมชันเรื่อง We Did The Math - You Are Dead!	33
2.14	แอนิเมชันเรื่อง One Small Step	34
2.15	แอนิเมชันเรื่อง TVC Pocari Sweat - Bintang SMA	35
3.1	ภาพร่างของตัวละคร	39
3.2	ภาพลงเส้นของตัวละคร	39
3.3	การลองลงสีของตัวละครแบบที่ 01	40
3.4	การลองลงสีของตัวละครแบบที่ 02	40
3.5	ภาพแบบตัวละคร	41
3.6	ภาพออกแบบสีหน้าของตัวละคร	41
3.7	ภาพออกแบบท่าทางของตัวละคร	42
3.8	ภาพสิ่งของติดตัวของตัวละคร	42
3.9	ตัวอย่างการวาดภาพฉากประกอบ	43

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.10	บทภาพขนาดย่อ 01	43
3.11	บทภาพขนาดย่อ 02	44
3.12	บทภาพขนาดย่อ 03	44
3.13	บทภาพขยาย 01	45
3.14	บทภาพขยาย 02	45
3.15	บทภาพขยาย 03	45
3.16	บทภาพขยาย 04	46
3.17	บทภาพขยาย 05	46
3.18	ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด 01	47
3.19	ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด 02	47
3.20	ตัวอย่างการนำภาพมาจัดทำแอนิเมติก	48
3.21	ตัวอย่างการนำภาพทำการเคลื่อนไหว	49
4.1	ฉากภายในแอนิเมชัน 01	54
4.2	ฉากภายในแอนิเมชัน 02	54
4.3	ฉากภายในแอนิเมชัน 03	55
4.4	ฉากภายในแอนิเมชัน 04	55

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการพัฒนาทางเทคโนโลยีได้ก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลา ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้เกิดการเรียนรู้จากสิ่งต่าง ๆ มากขึ้นทั้งการศึกษาจากร่องรอยการดำรงชีวิตในอดีต วัฒนธรรม ความเป็นมา โดยจากการศึกษาและความพัฒนาทางเทคโนโลยีที่มากขึ้นแล้ว ทำให้เริ่มมีการศึกษาสิ่งที่อยู่นอกโลก ดวงดาว และจักรวาลที่มากขึ้น โดยการศึกษาทางศาสตร์ด้านนี้จะถูกเรียกว่า ดาราศาสตร์ และผู้ประกอบอาชีพนี้จะถูกเรียกว่า นักดาราศาสตร์โดยในประเทศไทยนั้นผู้คนที่ประกอบอาชีพนักดาราศาสตร์ยังมีจำนวนน้อย เพราะในการหลักการเรียนการสอนยังไม่มีหลักสูตรเรื่องดาราศาสตร์ในระดับปริญญาตรีโดยเฉพาะ และการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น จึงต้องไปศึกษาต่อที่ต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ จึงจะสามารถประกอบอาชีพได้ (ทรูปลูกปัญญา, 2562) และแม้ในปัจจุบันความเจริญทางเทคโนโลยีจะก้าวหน้าอย่างมาก แต่เทคโนโลยีทางด้านการศึกษาดวงดาว และ อวกาศ ยังเป็นเทคโนโลยีที่แปลกใหม่ ยังไม่เข้าถึงกลุ่มคนทั่วไปมากนัก จากการที่ข้อมูลทางด้านกลุ่มดาราศาสตร์ยังไม่มีการเรียนการสอนเฉพาะในประเทศไทยและการเข้าถึงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์ยังมีจำนวนน้อย จึงถูกมองว่าเข้าถึงได้ยากสำหรับผู้คนทั่วไป

ดาราศาสตร์ เป็นวิชาเกี่ยวกับการศึกษาและสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบนท้องฟ้านอกโลก ดวงดาว ดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์และวัตถุต่าง ๆ ในจักรวาล โดยอาศัยเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์และความร่วมมือกันของนักดาราศาสตร์มากมาย ในการศึกษาและคำนวณ (พีรเดช ทองอำไพ, ม.ป.ป.) โดยการศึกษาดาราศาสตร์มีมาตั้งแต่อดีตกาลตั้งแต่การศึกษาตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของดวงดาว ดาวฤกษ์บนท้องฟ้าหลังจากนั้นก็ได้ทำการจดบันทึกเรื่อยมาจนพัฒนาการเรื่อยมาโดยใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการคาดเดาและคำนวณเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่อยู่บนท้องฟ้านอกอวกาศ การเรียนรู้เรื่องดวงดาว และอวกาศไม่เพียงแต่ทำให้เรารู้ถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นรอบตัวเราแต่ยังสามารถทำให้เราเข้าใจความเป็นมาของ

ต้นกำเนิดสิ่งมีชีวิตต่าง ๆได้ชัดเจนมากขึ้น และรวมถึงความรู้ที่นำไปสู่การก้าวหน้าพัฒนาในอนาคต (ธัชชัย ตระกูลเลิศยศ, 2560; อารี สวัสดี และวรพล ไม้สน, 2556,น. 1)

หากพูดถึงความรู้ด้านดาราศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ได้เกิดขึ้นตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนารายณ์และต่อมาในรัชกาลที่ 4 จึงได้จัดวิชาดาราศาสตร์เข้าสู่วิชาการเรียนในโรงเรียน วิชาความรู้ด้านดาราศาสตร์ได้คงอยู่มาเรื่อย ๆ จนในรัชกาลที่ 9 สมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้มีความสนใจในวิชานี้และได้ศึกษาและส่งเสริมจนทำให้ยุคนี้เป็นยุคทองด้านดาราศาสตร์ (KanyaraT, 2018) จะเห็นได้ว่าดาราศาสตร์นั้นได้มีการวางฐานด้านการศึกษาในประเทศไทยมาอย่างยาวนาน แต่ถึงอย่างนั้นอาชีพนักดาราศาสตร์ในไทยนั้นยังถือว่ามีอยู่จำนวนน้อย (ทรูปลูกปัญญา, 2562) เนื่องเพราะเทคโนโลยีสำหรับการศึกษาในสมัยก่อนยังไม่ก้าวหน้านักและถึงแม้การมีการวางวิชาดาราศาสตร์เข้าในระบบการศึกษามานาน แต่วิชาดาราศาสตร์นั้นยังจัดอยู่ในวิชาในสาขาย่อยเท่านั้นไม่มีหลักสูตรหลักอย่างเช่น หากต้องการเป็นนักดาราศาสตร์ การศึกษาในระดับปริญญาตรีในประเทศไทยจะยังไม่มีสาขาดาราศาสตร์โดยตรง ดังนั้นจึงต้องเข้าเรียนในสาขาวิชาฟิสิกส์หรือฟิสิกส์ประยุกต์ (มายแคร์เรียล, 2566) ซึ่งวิชาดาราศาสตร์จะเป็นหนึ่งในหลักสูตรย่อย ส่วนสำหรับการต่อในระดับปริญญาโทจะต้องไปต่อในหลักสูตรที่ต่างประเทศถึงจะมีหลักสูตรการสอนโดยตรง โดยสำหรับประเทศไทยได้มีมหาลัยเชียงใหม่ซึ่งพึ่งเริ่มได้จัดตั้งหลักสูตรดาราศาสตร์โดยตรงเมื่อปี 2560 ซึ่งในขณะนี้ยังมีเพียงที่เดียวในประเทศไทย จะเห็นได้ว่าวิชาดาราศาสตร์ในประเทศไทยนั้นแม้จะเข้ามามีบทบาทและมีการวิวัฒนาการในการศึกษาไทยอยู่ตลอดตั้งแต่อดีต แต่แม้สำหรับผู้มีความสนใจต้องการเรียนต่อก็ยังมีความยากลำบากในการศึกษา ทำให้ผู้คนทั่วไปหรือเยาวชนนั้นมองว่าการหาความรู้ด้านดาราศาสตร์เป็นเรื่องยาก แต่ในความจริงแล้วแม้การศึกษาต่อจะยังมีความยากลำบากอยู่ แต่สำหรับความรู้เรื่องดาราศาสตร์ที่คนทั่วไปเข้าถึงได้นั้น มีอยู่หลากหลายทางอย่างเช่น สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ หรือ นาริต (Narit) ซึ่งโครงการนี้เป็นโครงการที่จัดตั้งโดยกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมจากรัฐบาล เพื่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานทางด้านดาราศาสตร์ให้สามารถเข้าถึงได้แก่ประชาชนในทุกระดับ โครงการนี้ได้มีการจัดตั้งหอดูดาวอยู่ทุกภูมิภาค ได้เผยแพร่ความรู้แก่ประชาชนได้มีการจัดโครงการค่ายดาราศาสตร์แก่กลุ่มนักเรียน (จิรภา อัครวิทยพันธ์, 2562) โดยนอกจากนี้การเข้าถึงสำหรับบุคคลทั่วไป ความรู้ด้านดาราศาสตร์ยังสามารถรับชมได้ผ่านท้องฟ้าจำลอง การใช้กล้องโทรทรรศน์ หรือสื่อทางออนไลน์ต่าง ๆ อีกมากมาย

แอนิเมชัน 2 มิติ เป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหวภายในพื้นที่ 2 มิติ โดยการวาดภาพลงไปภายในกระดาษหรือแผ่นต่าง ๆ ที่นำมาเรียงกันออกมาเป็นภาพ ๆ แต่จะมีการเปลี่ยนตำแหน่งที่แตกต่างกันไปในแต่ละภาพและหลังจากได้วาดภาพจนเสร็จเรียบรอบแล้วก็จะนำภาพเหล่านี้มาต่อเรียงกันตามลำดับ และนำภาพเหล่านั้นมาเล่นหรือขยับจนสามารถมองเห็นเป็นรูปภาพของตัวละครหรือฉากที่สามารถเคลื่อนที่ได้ (Daniels, 2023) สำหรับการวาดภาพลงนั้น ก็จะมีทั้งการวาดลงในกระดาษโดยวิธีการนี้จะเป็นวิธีการวาดภาพแบบดั่งเดิม โดยในสมัยต่อมาก็มีการใช้โปรแกรมสำหรับการวาดภาพเพื่อทำแอนิเมชันมาโดยเฉพาะเพื่อช่วยให้สามารถทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยเทคนิคการวาดนั้นมีอยู่หลากหลายวิธีแล้วแต่ว่าจะเลือกใช้แบบไหน อาจมีการวาดลงไปในกระดาษและนำเส้นวาดเหล่านั้นมาลงสีต่อภายในโปรแกรม หรือ วาดและลงสีจนเสร็จตั้งแต่ในกระดาษ (มิสเตอร์มีสตูดิโอ, 2560)

ผู้วิจัยจึงสนใจในการจัดทำงานแอนิเมชัน 2 มิติ ในการส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว ให้แก่กลุ่มเยาวชนและคนทั่วไป เพื่อให้รับรู้ถึงความสำคัญและเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้ด้านดาราศาสตร์ว่าดวงดาวและอวกาศนั้น มีความน่าสนใจ สามารถเข้าถึงได้ง่าย

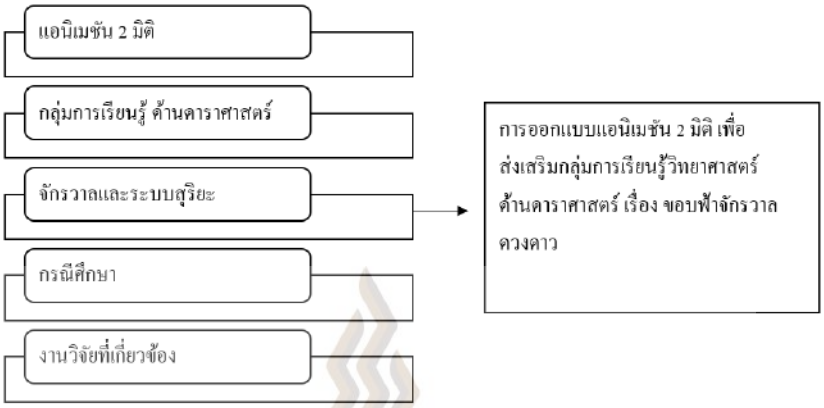
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเรื่องการทำแอนิเมชัน 2 มิติ และดาราศาสตร์

1.2.2 เพื่อทำการออกแบบและสร้างสรรค์แอนิเมชัน 2 มิติเพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิด

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 แอนิเมชัน 2 มิติ ความยาว 1.00 – 1.30 นาที

1.4.2 กลุ่มตัวอย่างผู้สนใจงานแอนิเมชัน 2 มิติ จำนวน 30 คน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ และ ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์

1.5.2 แอนิเมชัน 2 มิติ ที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจและสนใจในเรื่องดาราศาสตร์

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์ คือ กลุ่มการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับความรู้ทางด้านจักรวาล ดวงดาว และเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการศึกษาดาวดาวและสิ่งนอกโลก

แอนิเมชัน 2 มิติ คือ งานภาพเคลื่อนไหวโดย สื่อบอกเล่าเรื่องอราว หรือความหมาย ผ่านภาพ เสียง เพื่อสื่อให้ถึงผู้รับชม โดยใช้เทคนิคการวาดภาพเป็นพื้นฐานและอาจผสมการใช้เทคนิคอื่น ๆ มาเพื่อช่วยเสริมสร้างให้ผลงานเสร็จสมบูรณ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟากฟ้าทะเลแห่งดวงดาว ได้ศึกษาหาข้อมูล หลักความคิด งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมากลั่นกลองเรียบเรียง นำมาเป็นแนวทางการศึกษาและออกแบบดังต่อไปนี้

2.1 ดาราศาสตร์

2.2 จักรวาล

2.3 ระบบสุริยะ

2.4 แหล่งการเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับดวงดาว

2.5 แอนิเมชัน

2.6 แอนิเมชัน 2 มิติ

2.7 กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดาราศาสตร์

2.1.1 ดาราศาสตร์ เป็นวิชาการแขนงหนึ่งของวิชาการวิทยาศาสตร์โดยเกี่ยวกับการศึกษาและสังเกตปรากฏการณ์ทางธรรมชาติบนท้องฟ้านอกโลก ดวงดาว ดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์และวัตถุต่าง ๆ ในจักรวาล โดยอาศัยเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์และความร่วมมือกันของนักดาราศาสตร์มากมาย ในการศึกษาและคำนวณ (พีรเดช ทองอำไพ, 2566) โดยการศึกษาดาราศาสตร์มีมาตั้งแต่อดีตกาลตั้งแต่การศึกษาตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงดาวและดาวฤกษ์บนท้องฟ้า โดยหลังจากนั้นก็ได้ทำการจดบันทึกเรื่อยมาจนพัฒนาการเรื่อยมาโดยใช้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในการคาดเดาและคำนวณเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุที่เคลื่อนที่อยู่บนท้องฟ้านอกอวกาศ การเรียนรู้เรื่องดวงดาว และอวกาศไม่เพียงแต่ทำให้เรารู้ถึงสิ่งรอบตัวเราแต่ยังสามารถ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ทำให้เราเข้าใจความเป็นมาของต้นกำเนิดสิ่งมีชีวิตได้ชัดเจนมากขึ้น และรวมถึงความรู้ที่นำไปสู่การก้าวหน้าพัฒนาในอนาคต (ธัชชัย ตระกูลเลิศยศ, 2560; อารี สวัสดี และวรพล ไม้สน, 2556,น. 1)

2.1.2 นักดาราศาสตร์ เป็นอาชีพโดยทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดวงดาว จักรวาล และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเหนือชั้นบรรยากาศ ผ่านการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เช่น กล้องโทรทรรศน์บนพื้นดินหรืออวกาศ (ทรูปลูกปัญญา, 2562) โดยหลังจากได้ข้อมูลเหล่านั้นซึ่งเก็บในรูปแบบทั้งภาพและตัวอักษรแล้วจึงนำมาวิเคราะห์และคำนวณเพื่อคาดเดาเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังทำการเสนองานวิจัยและเขียนบทความทางวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทฤษฎีและนำความรู้มาเผยแพร่แก่ผู้ที่มีความสนใจผ่านทางวารสารหรืออินเทอร์เน็ต (นักดาราศาสตร์, 2561) นักดาราศาสตร์ในการทำงานโดยเก็บข้อมูลและศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาตินอกชั้นบรรยากาศสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม 2 กลุ่มตามความเชี่ยวชาญ กลุ่มแรกคือนักดาราศาสตร์เชิงการสังเกตการณ์ โดยกลุ่มนี้จะมุ่งเน้นไปที่การสังเกตและบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับดวงดาว ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ จักรวาล และนำมาวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มที่สอง คือ นักดาราศาสตร์เชิงทฤษฎี โดยกลุ่มนี้จะมุ่งเน้นไปที่การใช้เครื่องมือต่างที่หลากหลาย ในการสร้างแบบจำลอง เพื่อวิเคราะห์และคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อหาหลักการทำงาน การเคลื่อนที่ที่เกี่ยวข้องกับดวงดาว (ปฐมพงษ์ ราชวงษ์, 2559)

ดาราศาสตร์เป็นวิชาการความรู้แขนงหนึ่งของส่วนวิชาการวิทยาศาสตร์ โดยเป็นวิชาการความรู้ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับดวงดาว ต้นกำเนิดของจักรวาล วัตถุภายนอกชั้นบรรยากาศต่าง ๆ และปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ บนท้องฟ้าภายนอกชั้นบรรยากาศที่ส่งผลหรือก่อให้เกิดผลในโลก โดยการศึกษาจากการสังเกต และบันทึกมาเป็นข้อมูลทั้งทางภาพและตัวอักษร และนำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์จนเกิดผลลัพธ์ออกมา โดยสำหรับผู้ที่ทำการศึกษาและเรียนรู้ข้อมูลทางด้านศาสตร์ดาราศาสตร์จะถูกเรียกว่านักดาราศาสตร์ และสามารถแบ่งนักดาราศาสตร์ออกได้เป็น 2 ประเภทคือกลุ่มตามความเชี่ยวชาญที่เน้นไปทางการสังเกตและบันทึกข้อมูล และ อีกกลุ่มคือ กลุ่มเชิงทฤษฎีที่มุ่งเน้นไปทางการใช้อุปกรณ์ในการสร้างแบบจำลองสำหรับวิเคราะห์และคำนวณ

2.2 จักรวาล

2.2.1 จักรวาล หรือเรียกอีกแบบคือ เอกภพ โดยคำว่าจักรวาลนั้นมาจากภาษาละติน หมายความว่า นิรันดร์ จักรวาลนั้นเปรียบเสมอพื้นที่ว่างเปล่าไพศาลไม่มีที่สิ้นสุด ต้นกำเนิดของจักรวาลนั้นแม้แต่ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ก็ยังไม่สามารถตัดสินแน่ชัดได้ว่าเริ่มต้นมาอย่างไร (ไอเอ็นเอฟพีที, 2565) แต่ได้มีทฤษฎีต่าง ๆ มากมายมาสนับสนุนอย่างเช่น ทฤษฎีบิกแบงที่กล่าวว่ามีต้นกำเนิดมาจากอะตอมและเกิดการระเบิดครั้งใหญ่ขึ้นจนกำเนิดเป็นจักรวาล หรือทฤษฎีอีกอย่างหนึ่งที่เกิดจากสสารจำนวนมากรวมเข้ากัน หลังจากนั้นสสารและพลังงานก็ได้ขยายตัวออกไป จนเกิดการผันผวนอนุภาพทางควอนตัน โดยการขยายตัวจากการระเบิดนี้ถูกเรียกว่า การพองตัวของเอกภพ (พรรณทิพา พรหมเกตุ, 2565) ทฤษฎีเหล่านี้ได้เกิดขึ้นจากตั้งสมมุติฐานมากมาย ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน หลังจากการกำเนิดของจักรวาลในช่วงแรกนั้น เป็นเพียงแต่ความว่างเปล่ามาอย่างยาวนาน จนกระทั่ง 180 ล้านปีให้หลัง ดวงดาวต่าง ๆ จึงเริ่มถือกำเนิดขึ้นผ่านกลุ่มหมอกเมฆของไฮโดรเจนรวมเข้าหากันด้วยแรงโน้มถ่วง

ภายในจักรวาลประกอบไปด้วยมวลสารต่าง ๆ หลายกลุ่มโดยการรวมตัวของกลุ่มดาวจะถูกเรียกว่าดาราจักรหรือกาแล็กซี และภายในกาแล็กซีก็จะประกอบไปด้วย ดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ฝุ่นผง กลุ่มเนบิวลา อยู่รวมกันหลายร้อยล้านหรืออาจมากถึงแสนล้านดวง (วีทิต วรรณเลิศลักษณ์, 2560)

2.2.2 ดาราจักร หรือ กาแล็กซี เป็นกลุ่มอาณาจักรของดาวหลายแสนล้านดวง ที่รวมเข้าด้วยกันโดยแรงโน้มถ่วง ภายในของกาแล็กซีประกอบไปด้วย ฝุ่น แก๊ส ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ เนบิวลา และสสารระหว่างดวงดาวหรือที่ถูกเรียกว่าสสารมืด (ทรูปลูกปัญญา, 2564ข) กาแล็กซีนั้นมีรูปร่าง และขนาดที่แตกต่างอยู่มากมาย โดยสำหรับขนาดจะขึ้นอยู่กับจำนวนกลุ่มดาวที่อยู่ภายในกาแล็กซีขนาดเล็กอาจมีดาวฤกษ์ภายในเพียงสิบล้านดวง โดยขณะที่ขนาดใหญ่ก็อาจมีจำนวนมากถึงแสนล้านดวง ส่วนรูปร่างของกาแล็กซีนั้นจะถูกแบ่งออกเป็นหลัก ๆ 2 ประเภท ประเภทแรกคือ กาแล็กซีปกติ เป็นรูปแบบที่มีรูปร่างสัณฐานชัดเจน ประเภทที่สอง คือ กาแล็กซีไม่มีรูปแบบ เป็นกาแล็กซีที่มีรูปร่างสัณฐานไม่ชัดเจน (ศุภาวิตา จรรยา, 2564)

โดยสำหรับกาแล็กซีของระบบสุริยะที่เราอยู่จะถูกเรียกว่า กาแล็กซีทางช้างเผือก หรือกาแล็กซีทางน้ำนม โดยแม้เราจะมีดวงอาทิตย์อยู่เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ แต่ระบบสุริยะของ

เรานั้นไม่ได้เป็นจุดกึ่งกลางในกาแล็กซีทางช้างเผือก โดยระยะห่างจากจุดศูนย์กลางของกาแล็กซีนั้นอยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ราว 30,000 ปีแสง

2.2.3 ดาวฤกษ์ คือ กลุ่มก้อนพลังงานขนาดใหญ่ มีความหนาแน่น และความร้อนที่สูงจนเกิดแสงสว่างขึ้นได้จากการหมุนเวียนพลังงานภายใน โดยภายในดาวฤกษ์นั้นกำเนิดจากการรวมตัวของกลุ่มก๊าซและฝุ่น ที่มีชื่อเรียกว่า เนบิวลา หรือ หมอกเพลิง นั้นเอง โดยจุดเริ่มต้นของแกนกลางดาวของดาวฤกษ์นั้น จะมีองค์ประกอบที่มีส่วนคล้ายกัน คือ ไฮโดรเจนเป็นธาตุตั้งต้นและธาตุอื่น ๆ เป็นส่วนประกอบ โดยหลักจากการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชันขึ้น ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางองค์ประกอบอย่างช้า ๆ จนทำให้เกิดการปล่อยพลังงานออกมาในรูปแบบรังสีแกมมา ที่จะสะท้อนอยู่ภายในดาวฤกษ์ นับหลายแสนล้านปี และพลังงานที่ลดลงจากการสะท้อนนั้นหลังจากที่ทะลุออกมาจากพื้นผิวของดาว ก็จะเหลือความยาวคลื่นมาเป็นแสงขาวที่ตาเราสามารถมองเห็นได้นั้นเอง (เจษฎา กีรติภารัตน์, 2566)

ดาวฤกษ์ถูกได้ถูกจำแนกออกเป็น 7 ประเภทตามสเปกตรัมของแสงที่ส่องออกมาโดยมีมวลและอุณหภูมิของแต่ละดาวฤกษ์นั้น เป็นปัจจัยสำคัญในการแบ่งตามหมวดหมู่ การแบ่งหมวดหมู่จะแบ่งโดยเรียงเป็นประเภท O B A F G K M ตามลำดับของมวลและอุณหภูมิจากมากไปน้อย โดยประเภท O อาจมีอุณหภูมิสูงถึง 30,000 องศาเซลเซียส ในขณะที่ประเภท M จะมีอุณหภูมิน้อยกว่า 3,000 องศาเซลเซียสโดยดวงอาทิตย์ของเราจะจัดอยู่ในลำดับ G2V และมีชื่อเรียกอย่างไม่เป็นทางการอีกอย่างว่า ดาวแคระเหลือง (คัดคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ, 2562)

2.2.4 ดาวเคราะห์ คือ กลุ่มดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตัวเอง โดยแสงที่เราสามารถมองเห็นจากตาเปล่าที่มาจากดาวเคราะห์นั้น มาจากการสะท้อนแสงจากดาวฤกษ์ทำให้แสงที่สะท้อนออกมามีลักษณะนวลและมีความคงที่ (สมศักดิ์ เสนาใหญ่, 2560ก) ดาวเคราะห์จะมีการเคลื่อนที่อยู่รอบดาวฤกษ์ โดยสมาพันธ์ดาราศาสตร์สากลได้ให้คำนิยามของดาวเคราะห์ในระบบสุริยะว่าจะต้องมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ วงโคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ มีปริมาณมวลของดวงดาวที่อยู่ในระดับแรงโน้มถ่วงของดวงดาวที่สามารถชนะความแข็งของเนื้อดาว และรักษาสภาพอยู่ในสภาวะไฮโดรสแตติกหรือทรงเกือบกลมไว้ได้ และสุดท้ายคือสามารถกวาดเทห์วัตถุที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงออกไปได้ (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, 2566) สำหรับดาวเคราะห์อื่น ๆ ที่ไม่เข้าข่ายลักษณะเบื้องต้นก็จะถูกเรียกและวัดตามลำดับลง เช่น ดาวเคราะห์แคระ วัตถุขนาดเล็กในระบบสุริยะ เป็นต้น

2.2.4.1 ดาวเคราะห์แคระ (Dwarf Planets) คือ กลุ่มดาวที่มีลักษณะความคล้ายกับดาวเคราะห์แต่คุณสมบัติจะมีส่วนที่ต่างจากดาวเคราะห์ในบางประการ โดยจะมีการโคจรรอบดวงอาทิตย์และมีมวลในระดับเกิดการสมดุลไฮโดรสแตติก แต่จะมีวงโคจรของดวงดาวที่ไม่ชัดเจน ไม่สามารถควบคุมแรงโน้มถ่วง หรือวงโคจรของวัตถุที่เคลื่อนที่รอบวงโคจรของตนได้ และต้องไม่เป็นบริวารดวงจันทร์ของดวงดาวอื่น (เอ็นจีไทย, 2562)

2.2.4.2 วัตถุขนาดเล็กในระบบสุริยะ (Small Solar Systems Bodies) คือ กลุ่มวัตถุอื่น ๆ ที่อยู่นอกเหนือจากคุณสมบัติของกลุ่มดาวเคราะห์และดาวเคราะห์แคระโดยในกลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง ดาวตก และอุกกาบาต

1) ดาวเคราะห์น้อย (Asteroids) คือ กลุ่มวัตถุขนาดเล็กที่เหลืออยู่หลังจากการเกิดตัวของดาวเคราะห์ โดยมีอยู่เป็นจำนวนมาก มักจะมีการอยู่รวมกันเป็นกลุ่มวงแหวน โดยขนาดของดาวเคราะห์น้อยจะมีตั้งแต่ขนาดก้อนเล็กไปถึงก้อนขนาดใหญ่ที่เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงหลายเมตรจนถึงหลายร้อยกิโลเมตร (ทรูปลูกปัญญา, 2564ค; ชินาพงศ์ เลียนพานิช, 2564)

2) ดาวหาง (Comets) คือวัตถุขนาดเล็ก โดยโคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ในลักษณะเป็นวงรี องค์ประกอบของดาวหางส่วนมากจะประกอบจาก น้ำแข็งและแก๊สในสถานะของแข็ง ทำให้ดาวหางในสภาพปกติเป็นก้อนวัตถุปกติไม่มีแสงในตัว แต่เมื่อวงโคจรของดาวหางเข้าใกล้ดวงอาทิตย์ พลังงานจากดวงอาทิตย์จะทำให้ ธาตุในดาวหางเกิดการระเหิดเป็นแก๊สและเกิดการขยายตัวทำให้ ดาวหางมีขนาดที่ใหญ่ และส่องสว่างขึ้น โดยทิศทางของหางจะตรงข้ามกับดวงอาทิตย์อยู่เสมอ (ชัยวัฒน์ คุประตกุล, 2531, น. 31)

3) ดาวตก (Meteor) คือ ดาวเคราะห์น้อยที่พุ่งตกลงมาด้วยแรงดึงดูดของโลก โดยเมื่อเข้าปะทะเสียดสีกับชั้นบรรยากาศของโลกทำให้เกิดความร้อนและเกิดการลุกไหม้ เป็นแสงสว่าง ที่สามารถมองเห็นดวงตาเปล่า โดยสำหรับดาวตกที่เกิดการเผาไหม้แต่ยังหลงเหลือและตกลงพื้นโลกจะถูกเรียกว่า อุกกาบาต (Meteorite)

จักรวาลเป็นดั่งพื้นที่กว้างใหญ่ไร้ที่สิ้นสุดโดยภายในประกอบด้วยมวลสารต่าง ๆ มากมาย ทั้งแก๊สและกลุ่มดวงดาว โดยกลุ่มดวงดาวที่รวมตัวกันจะถูกเรียกว่า กาแล็กซี ที่มีขนาดมากมายหลากหลาย โดยองค์ประกอบภายในกาแล็กซีจะมีทั้งฝุ่น แก๊ส และกลุ่มดาวต่าง ๆ โดยกลุ่มดาวจะถูกเรียกว่าดาวฤกษ์ซึ่งเป็นการรวมตัวของกลุ่มก๊าซและเกิดปฏิกิริยาจนเกิดพลังงานจนมีแสงสว่างขึ้น และดาวเคราะห์ซึ่งเป็นกลุ่มดาวที่ไม่มีแสงสว่างในตนเอง นอกจากดาวเคราะห์และดาวฤกษ์แล้วก็ยังประกอบตัววัตถุขนาดเล็กมากมายที่ล่องลอยอยู่ในอวกาศ

2.3 ระบบสุริยะ

ระบบสุริยะ คือ ระบบส่วนหนึ่งที่อยู่ภายในกาแล็กซีทางช้างเผือกโดยระบบสุริยะจะมีดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางและมีดาวเคราะห์ต่าง ๆ เป็นบริวารโคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ภายใต้แรงโน้มถ่วง โดยนอกจากดาวเคราะห์แล้วยังมีวัตถุอื่น ๆ อีกมากมายรอบดวงอาทิตย์ เช่น ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง สำหรับดาวเคราะห์ภายในระบบสุริยะนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือดาวเคราะห์ชั้นในมีจำนวน 4 ดวงได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร และอีกประเภทคือ ดาวเคราะห์ชั้นนอก ได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน นอกจากนี้บริเวณที่อยู่ถัดจากดาวเนปจูนจะถูกเรียกว่า แถบไคเปอร์และเมฆออร์ต (สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563; สมศักดิ์ เสนาใหญ่, 2560ข)

Laplace (1796 อ้างถึงใน ไทยรัฐ, 2565) ได้เสนอทฤษฎีการกำเนิดระบบสุริยะว่าจุดกำเนิดเริ่มก่อตัวมาจากฝุ่นและก๊าซที่ล่องลอยอยู่ในอวกาศที่เรียกว่า เนบิวลาสุริยะ (Solar Nebula) เหล่าสารเหล่านี้ได้ค่อยรวมตัวกันจนมีความหนาแน่นที่มากขึ้นมากพอที่จะกลางเป็นจุดศูนย์กลางภายในระบบได้ ผลจากการรวมตัวของมวลสารที่มีความหนาแน่นนี้ทำให้เกิดแรงดึงดูดที่ดึงมวลสารต่าง ๆ เข้าสู่จุดศูนย์กลางเกิดเป็นวงแหวนหมุนรอบตัวที่ค่อย ๆ ยุบเข้ามาโดยระยะนี้เรียกว่า ดวงอาทิตย์ก่อนเกิด (Protosun) กระบวนการดึงดูดนี้ดำเนินไปเรื่อย ๆ ทำให้ เศษหินและฝุ่นที่อยู่รอบตัวเกิดการชนและเริ่มรวมตัวและก่อกำเนิดเป็นดาวเคราะห์ที่มีแรงดึงดูดขึ้นมา ในระหว่างนี้ใจกลางของระบบที่เป็นกลุ่มก๊าซหนาแน่นก็จะเริ่มเกิดพลังงานความร้อนที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้สสารในบริเวณใกล้เคียงที่ยังทนและหลงเหลืออยู่มีเพียงประเภทหินและเหล็ก ซึ่งสสารเหล่านี้เมื่อเวลาผ่านไปจะก่อตัวไปเป็นกลุ่มดาวเคราะห์ชั้นใน ส่วนสสารที่อยู่ห่างออกไปจำพวกแก๊ส น้ำแข็งมีเทน และก้อนน้ำแข็ง ก็จะก่อตัวเป็นดาวเคราะห์ชั้นนอก เมื่อใจกลางของระบบมีความหนาแน่นและอุณหภูมิที่มากพอที่ทำให้ก๊าซไฮโดรเจนหลอมรวมกับฮีเลียมทำให้เกิดพลังงานมหาศาลที่ใจกลาง จนเกิดเป็นปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวชัน ปฏิกิริยานี้ก่อให้เกิดแรงผลักที่ทำการต้านต่อแรงดึงดูดที่ยุบเข้าสู่จุดศูนย์กลาง จนเกิดสภาวะสมดุลระหว่างแรง จนกลางเป็นดวงอาทิตย์ทรงกลมที่คงสภาพมาจนถึงปัจจุบัน

2.3.1 ดวงอาทิตย์ (Sun) เป็นดาวฤกษ์ในระบบสุริยะและเป็นดาวฤกษ์เพียงหนึ่งเดียวที่อยู่ในระบบอีกด้วย โดยดวงอาทิตย์จัดเป็นดาวฤกษ์ประเภท จีสองวี (G2V) คือเป็นดาวที่มีแสงสีเหลือง-ส้ม ภายในดวงอาทิตย์จะผลิตพลังงานความร้อนจากแก่นกลางและส่งต่อพลังงานผ่านการ

แผ่รังสี โดยการแผ่รังสีนี้จะส่งออกไปยังชั้นพาความร้อนที่มีลักษณะเป็นแก๊สหมุนวนและค่อย ๆ ลอยตัวขึ้นไปชั้นบนสู่ชั้นบรรยากาศของดวงอาทิตย์

2.3.2 ดาวพุธ (Mercury) จัดเป็นกลุ่มดาวเคราะห์ชั้นใน โดยอยู่ในลำดับแรกของระบบสุริยะ ดาวพุธจัดเป็นดาวที่มีขนาดเล็ก และมีระยะห่างจากดวงอาทิตย์ที่ใกล้ที่สุดจากหมู่ดาวเคราะห์ทั้งหมดในระบบสุริยะ พื้นผิวของดาวพุธจะมีลักษณะคล้ายดวงจันทร์ของโลก มีหลุมอุกกาบาตมากมายเนื่องจากที่ดาวพุธไม่มีชั้นบรรยากาศทำให้อุกกาบาตพุ่งชนลงบนพื้นผิวได้โดยตรง โดยรอบโคจรของดาวพุธใช้เวลาเพียง 88 วันในการโคจรครบรอบดวงอาทิตย์

2.3.3 ดาวศุกร์ (Venus) เป็นดาวเคราะห์ชั้นใน โดยเป็นดาวจากลำดับที่สองที่ระยะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์รองลงมาจากดาวพุธ และเป็นดวงดาวที่มีวงโคจรอยู่ใกล้กับโลกของเรามากที่สุด นอกจากนี้ดาวศุกร์ยังมีความหนาแน่น มวล และแรงโน้มถ่วงที่ใกล้เคียงกับโลกอีกด้วย โดยถูกเรียกอีกชื่อว่า ฝาแฝดของโลก ดาวศุกร์จะมีวงโคจรรอบดวงอาทิตย์ 225 วัน แต่จะใช้เวลาในการหมุนรอบตัวเองหนึ่งรอบนานถึง 243 วันของโลก พื้นผิวของดาวศุกร์จะมีพื้นผิวราบและภูเขาไฟคุกรุ่นโดยจะมีพื้นผิวที่นูนสูงอยู่เพียงเล็กน้อย

2.3.4 โลก (Earth) เป็นดาวเคราะห์ที่อยู่ในลำดับที่สามถัดจากดาวศุกร์ โดยภายในดาวเคราะห์ที่อยู่ในระบบสุริยะเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 5 โลกเป็นดาวเพียงหนึ่งเดียวในระบบสุริยะที่มีสภาพแวดล้อมสมบูรณ์เพียงพอที่ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตได้อย่างหลากหลายสายพันธุ์ พื้นผิวของโลกกว่า 70 ส่วนของพื้นที่ทั้งหมดเป็นมหาสมุทร และมีพื้นภาคทวีปที่หลากหลายทั้งที่ราบ และภูเขาสูง โลกใช้เวลา 24 ชั่วโมงหรือ 1 วันในการหมุนรอบตัวเองและใช้เวลา 365.25 วัน ในการโคจรครบรอบดวงอาทิตย์ โลกมีดวงจันทร์เป็นบริวารเพียงหนึ่งเดียวและดวงจันทร์มีคาบโคจรรอบโลกโดยประมาณ 27.32 วัน

2.3.5 ดาวอังคาร (Mars) เป็นดาวเคราะห์ชั้นในลำดับที่ 4 และเป็นลำดับสุดท้ายของดาวเคราะห์ชั้นในที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์ ดาวอังคารมีขนาดเพียงครึ่งหนึ่งของโลก พื้นผิวของดาวอังคารมีสภาพคล้ายทะเลทรายที่ประกอบไปด้วยหินหลายชนิดและปกคลุมไปด้วยฝุ่นของสนิมเหล็ก เมื่อมองมาจากผิวโลกจึงเห็นเป็นสีแดง ดาวอังคารมีลักษณะภูมิประเทศคล้ายพื้นที่แห้งแล้งของโลก และมีอุณหภูมิภายในที่ต่ำ แต่ก็เป็นดาวที่มีความเป็นไปได้ที่จะสามารถพบสิ่งมีชีวิตได้มาก

ที่สุดในระบบสุริยะ โดยดาวอังคารใช้เวลาหมุนรอบตัวเอง 24 ชั่วโมงเช่นเดียวกับโลกแต่มีวงโคจรหมุนรอบดวงอาทิตย์ถึง 687 วัน

2.3.6 ดาวพฤหัสบดี (Jupiter) เป็นดาวเคราะห์ชั้นนอก โดยเป็นดาวลำดับที่ 5 ในระบบสุริยะ ดาวพฤหัสบดีถูกจัดอยู่เป็นประเภทของดาวเคราะห์แก๊สยักษ์ และเป็นดวงดาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ โดยมวลของดาวพฤหัสบดีมีมากขนาดที่เป็น 2 เท่าของมวลจากดาวเคราะห์ในระบบสุริยะที่แม้จะนำดาวที่เหลือทั้งหมดมารวมกันแล้ว ดาวพฤหัสบดีเป็นดาวที่มีรอบหมุนตัวเองได้เร็วที่สุดโดยใช้เวลาเพียง 9.9 ชั่วโมงเท่านั้น แต่มีวงโคจรรอบดวงอาทิตย์โดยใช้เวลาถึง 11.85 ปีของโลก ภายในของดวงดาวจะมีองค์ประกอบคล้ายด้วยอาทิตย์คือประกอบไปด้วยไฮโดรเจนและฮีเลียม ชั้นบรรยากาศจะมีลักษณะเป็นแถบเมฆหลายชั้นเป็นแนวขนานปกคลุมรอบดาว โดยแต่ละแถบจะมีสีที่แตกต่างกัน และดาวพฤหัสบดีมีดาวบริวารถึง 79 ดวง

2.3.7 ดาวเสาร์ (Saturn) เป็นดาวเคราะห์ลำดับที่ 6 ในระบบสุริยะ และเป็นดาวเคราะห์แก๊สที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 2 ในระบบสุริยะรองลงมาจากดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์มีเอกลักษณ์เด่นคือวงแหวนแบนที่เคลื่อนที่อยู่รอบตัวดวงดาว โดยวงแหวนของดาวเสาร์เกิดมาจากเศษซากของกลุ่มดาวเคราะห์น้อย ดวงจันทร์ และ ดาวหางที่ถูกแรงดึงดูดของแรงโน้มถ่วงดึงไว้ วงแหวนจะประกอบเป็นชั้นหลายชั้น แต่ละชั้นจะโคจรในความเร็วที่ต่างกัน ดาวเสาร์ใช้เวลาหมุนรอบตัวเองเพียง 10.7 ชั่วโมงเท่านั้นและใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นเวลา 29.42 ปีของโลก ภายในของดวงดาวมีไฮโดรเจนและฮีเลียมเป็นหลัก และเป็นดาวเพียงดวงเดียวในระบบสุริยะที่มีความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยกว่าน้ำ ดาวเสาร์มีดาวบริวารที่ได้รับการยืนยันแล้วอยู่ทั้งหมด 82 ดวง

2.3.8 ดาวยูเรนัส (Uranus) เป็นดาวเคราะห์ชั้นนอกและเป็นดาวเคราะห์ลำดับที่ 7 ในระบบสุริยะ ดาวยูเรนัสจัดเป็นดาวที่มีขนาดใหญ่เป็นลำดับที่ 3 ดวงดาวทั้งดวงมีลักษณะเป็นสีน้ำเงินอมเขียว โดยที่เป็นเช่นนี้เพราะเกิดจากแก๊สมีเทนที่อยู่ภายในชั้นบรรยากาศที่ดูดกลืนสีแดงทำให้สะท้อนสีออกมาเป็นสีเขียวและสีน้ำเงิน องค์ประกอบภายในส่วนใหญ่ประกอบด้วยไฮโดรเจนและฮีเลียม มีแก๊สมีเทนเล็กน้อย ดาวยูเรนัสเป็นดาวเคราะห์ที่มีอุณหภูมิต่ำและกระแสลมแรง ดาวยูเรนัสใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นเวลา 84.01 ปีของโลกและใช้เวลาหมุนรอบตัวเอง 17.2 ชั่วโมง โดยมีดวงดาวบริวารทั้งหมด 27 ดวง โดยดาวยูเรนัสมีวงแหวนโดยแบ่งเป็นวงแหวนกลมวงในบาง ๆ 9 วงและวงแหวนวงนอกที่เป็นวงแหวนฝุ่น

2.3.9 ดาวเนปจูน (Neptune) เป็นดาวเคราะห์ลำดับที่ 8 ในระบบสุริยะและเป็นลำดับสุดท้ายที่อยู่ห่างจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ดาวเนปจูนถือเป็นดาวที่มีขนาดเล็กที่สุดในหมู่ดาวเคราะห์แก๊สยักษ์ โดยมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับดาวยูเรนัสคือประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนและฮีเลียมผสมกับแก๊สแอมโมเนียเล็กน้อย แต่มีความหนาแน่นที่มากกว่าทำให้สามารถมองเห็นเป็นสีน้ำเงินเข้ม สภาพอากาศมีความหนาวเย็นอย่างมาก และความแรงของลมระดับเร็วเหนือเสียง ดาวเนปจูนหมุนรอบตัวเองใช้เวลา 16.1 ชั่วโมงและใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์ 164.79 ปีของโลก ดาวเนปจูนมีวงแหวนเคลื่อนที่อยู่รอบตัวดวงดาวด้วยแรงโน้มถ่วงของดวงดาว โดยวงแหวนจะถูกแบ่งออกเป็นหลัก ๆ อยู่ 5 ชั้นในแต่ละชั้นของวงแหวนจะมีลักษณะที่มีความบางและแคบ โดยบางชั้นจะมีสสารเกาะกันเป็นก้อนทำให้ไม่เป็นวงกลม ดาวเนปจูนมีดวงจันทร์เป็นดาวบริวารที่ยืนยันแล้วทั้งหมด 14 ดวง

2.3.10 แถบไคเปอร์และเมฆออร์ต (Kuiper Belt & Oort Cloud) เป็นแถบบริเวณที่อยู่เลยถัดไปหลังจากวงโคจรของดาวเนปจูนแล้ว สำหรับแถบไคเปอร์จะประกอบไปด้วยเศษวัตถุก้อนน้ำแข็งที่เคลื่อนที่โคจรอยู่รอบตัวดวงอาทิตย์ โดยนักวิทยาศาสตร์ได้คาดการณ์ไว้ว่าดวงจันทร์ของดาวเสาร์ และเนปจูนบางดวงมีจุดกำเนิดมาจากแถบนี้ นอกจากนี้ยังมีการค้นพบวัตถุขนาดใหญ่ในแถบไคเปอร์อีกด้วย คือกลุ่มประเภทดาวเคราะห์แคระอย่าง พลูโต อีรีส มาเกะมาเกะ เฮาเมอา เป็นต้นและวัตถุอื่น ๆ ที่ขนาดเล็กลงมาหรือคุณสมบัติใกล้เคียงเช่น แอร์โรคอท

ถัดออกมาจากแถบไคเปอร์จะเป็นแถบที่ถูกเรียกว่าเมฆออร์ต โดยแถบนี้เป็นจุดตำแหน่งทางทฤษฎีการกำเนิดระบบสุริยะ โดยมีลักษณะเป็นทรงกลมโดมคลุมระบบสุริยะที่เต็มไปด้วยก้อนน้ำแข็งและเศษหินขนาดเล็กและเป็นขอบสิ้นสุดของแรงโน้มถ่วงในระบบสุริยะ (สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2563)

ระบบสุริยะเป็นระบบที่อยู่ในส่วนหนึ่งของกาแล็กซีทางช้างเผือก ซึ่งในระบบนี้มีดวงอาทิตย์เป็นจุดศูนย์กลางที่ดึงดูดให้ดาวเคราะห์โคจรหมุนรอบตัว โดยกลุ่มดาวเคราะห์ในระบบสุริยะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือดาวเคราะห์ชั้นในได้แก่ ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร และอีกประเภทคือดาวเคราะห์ชั้นนอกได้แก่ ดาวพฤหัสบดี ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน สำหรับแถบที่อยู่ถัดจากดาวเนปจูนจะถูกเรียกว่าแถบไคเปอร์และเมฆออร์ต ในระบบสุริยะมีเพียงโลกเท่านั้นที่มีสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิที่อบอุ่นและสมบูรณ์พอที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตและสามารถดำรงอยู่ได้หลากหลายสายพันธุ์

2.4 แหล่งการเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับดวงดาว

2.4.1 แผนที่ดวงดาว หรือแผนที่ฟ้าเป็นแผนที่ที่แสดงตำแหน่งของกลุ่มดาว และดวงดาวบนท้องฟ้า โดยแผนที่ดวงดาวจะบันทึกเพียงแค่ตำแหน่งของดาวฤกษ์หรือดาวที่ส่องแสงในตนเอง เพราะดาวฤกษ์นั้นมีตำแหน่งอยู่ที่คงที่ต่างจากดาวเคราะห์ที่นอกจากจะมองเห็นได้ยากยามกลางคืนเพราะไม่มีแสงแล้วยังมีวงโคจรของตัวเอง ทำให้ดาวเคราะห์ไม่สามารถบันทึกลงบนตำแหน่งในแผนที่ได้อย่างชัดเจน (พงศธร กิจเวช, 2566) สำหรับลักษณะของแผนที่จะถูกแบ่งออกเป็นกริดตาราง เพื่อให้สามารถดูได้ง่ายโดยจะมีอยู่ 2 ส่วนคือแผนที่ดาวซีกโลกเหนือและแผนที่ดาวซีกโลกใต้ ที่ถูกแบ่งเช่นนี้เป็นเพราะตำแหน่งของดาวที่มองเห็นจะขึ้นอยู่กับสถานที่ที่ส่องดูดาว สำหรับคนที่อยู่ในตำแหน่งเหนือเส้นศูนย์สูตรก็จะสังเกตเห็นแต่เพียงดาวที่อยู่ประจำท้องฟ้าทิศเหนือเท่านั้น เช่นเดียวกับคนอยู่ฝั่งใต้เส้นก็จะเห็นเฉพาะดวงดาวฝั่งนั้น (มรุตเทพ วงษ์วาโย, 2564)

แผนที่ดาวได้มีประวัติมาต้องแต่อดีตกาลโดยได้มีการค้นพบหลักฐานที่แสดงให้เห็นถึงร่องรอยการบันทึกตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ โดยนักโบราณคดีได้มีการค้นพบงาช้างแมมมอธที่ได้มีการแกะสลักภาพคล้ายกลุ่มดาวนายพราน งาช้างชิ้นนี้ได้ถูกพิสูจน์ว่ามีอายุกว่า 32,500 ปี โดยนอกจากนี้ยังได้คนพบภาพวาดบนฝาผนังในถ้ำลาสโกซ์ฝรั่งเศสที่แสดงภาพที่มีความคล้ายว่าจะเป็นกลุ่มดาวลูกไก่โดยภาพฝาผนังนี้มีอายุกว่า 33,000 ปีโดยหลักฐานเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นว่าในสมัยก่อนได้มีการสังเกตและบันทึกกลุ่มดาวมาตั้งแต่ในอดีต และหลังจากผ่านยุคสมัยมาหลายสมัย การบันทึกกลุ่มดาวเหล่านี้ก็ได้พัฒนาเรื่อยมาจากการแกะสลักมาสู่กระดาษผ่านการสังเกตและแก้ไขจนได้แผนที่ดาวที่มีความแม่นยำมากขึ้นจนมาถึงปัจจุบัน (แผนภูมิดาว, 2566)

2.4.2 กล้องโทรทรรศน์ คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ช่วยขยายวัตถุและส่องดวงดาว กาแล็กซีและวัตถุที่ลอยอยู่บนท้องฟ้า โดยหลักการทำงานของกล้องโทรทรรศน์จะใช้หลักของการรวมและหักเหของแสงมาใช้ให้สามารถส่องไปยังจุดที่ไม่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า ให้มีขนาดใหญ่และชัดเจนยิ่งขึ้น (ศรุดา ทิพย์แสง, 2563) กล้องโทรทรรศน์ประกอบไปด้วยเลนส์นูนสองชุดและกระจกเงาเว้า โดยแต่ละส่วนจะมีการทำงานที่เกี่ยวข้องกันเป็นส่วน ๆ จนทำให้กล้องนั้นสามารถรวบรวมแสงและเพิ่มกำลังขยายให้สามารถมองเห็นได้ กล้องโทรทรรศน์จะถูกแบ่งออกเป็นประเภทหลักและแยกย่อยไปอีกที โดยประเภทหลักจะมีด้วยกัน 3 ประเภทได้แก่ แบบหักเหแสง แบบสะท้อนแสง และ แบบผสม ส่วนประเภทอื่น ๆ ของกล้องโทรทรรศน์ เช่น แบบวิทยุ และแบบฮับเบิล (เดอะเจนซี, 2565)

2.4.2.1 กล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง เป็นกล้องโทรทรรศน์โดยอาศัยหลักการใช้เลนส์นูนสำหรับการรวมแสงและทำการหักเห โดยจุดเริ่มต้นของกล้องแบบหักเหแสงเกิดขึ้นในปี 1608 โดยช่างทำแว่นตาชาวฮอนแลนด์ชื่อว่า ฮานส์ ลิเพอร์ฮี โดยฮานส์ได้ทดลองนำเลนส์ขยายมาลองต่อกันจนได้บังเอิญค้นพบว่าสามารถขยายสิ่งที่อยู่ห่างออกไปให้เห็นได้ใกล้และชัดเจนยิ่งขึ้น และในเวลาต่อมานักดาราศาสตร์ที่ชื่อว่า กาลิเลโอก็ได้นำเทคโนโลยีนี้มาใช้ส่องดวงดาวเป็นครั้งแรก โดยกล้องแบบนี้ได้มีการใช้แบบแพร่หลายในกลุ่มคนทั่วไป แต่จะไม่ค่อยนิยมนำมาใช้ในหอดูดาว เพราะเลนส์ของกล้องแบบหักเหแสงที่ใช้จะเป็นเลนส์นูนโฟกัสที่ยาวการที่ไม่ใช้เลนส์นูนโฟกัสสั้นเป็นเพราะการสร้างที่ยากและราคามีสูง ดังนั้นเมื่อกล้องใช้เลนส์ที่มีโฟกัสยาวทำตัวให้ลำกล้องก็ต้องยาวตามไปด้วย การสร้างของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงจึงมักมีขนาดเล็ก พกพาง่าย เพื่อให้ประหยัดงบและพกพาได้สะดวก และด้วยความที่กล้องมีขนาดเล็กจึงเหมาะสำหรับใช้ในการศึกษาวัตถุที่มีความสว่างมากมีขนาดไม่ใหญ่อย่างดาวเคราะห์หรือดวงจันทร์ แต่ไม่เหมาะกับสิ่งที่ขนาดใหญ่แสงสว่างน้อยอย่างพวกกาแล็กซีและเนบิวลาเพราะจะไม่สามารถเห็นภาพรวม

2.4.2.2 กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้กระจกเว้าทำการรวมแสงและสะท้อนไปยังเลนส์ที่อยู่ใกล้ตาอีกที โดยกระจกเว้าจะวางแทนที่ตำแหน่งเลนส์นูนที่อยู่ใกล้วัตถุ โดยกล้องชนิดนี้ถูกคิดค้นโดย เซอร์ไอแซก นิวตัน โดยกล้องชนิดนี้มักถูกนำไปสร้างเป็นกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ เนื่องจากกระจกเว้าสามารถสร้างให้มีความยาวโฟกัสสั้นได้ง่าย และยังมีราคาที่ถูก อีกทั้งมีน้ำหนักที่เบากว่าเลนส์นูน ดังนั้นหอดูดาวจึงมักนิยมสร้างกล้องแบบสะท้อนแสง โดยแม้ภาพที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงจะไม่ได้ภาพที่คมชัดและสว่างเท่ากับกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสง แต่กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงมีความสามารถรวมแสงที่สูง จึงสามารถส่องไปยังวัตถุที่มีความสว่างน้อยและอยู่ห่างไกลอย่างกาแล็กซีและเนบิวลาได้

2.4.2.3 กล้องโทรทรรศน์แบบผสม เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่ทำงานโดยอาศัยการสะท้อนแสงกลับไปกลับมาเพื่อย่นระยะความยาวของตัวลำกล้องทำให้ตัวกล้องนั้นมีขนาดที่สั้นลง กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้ได้ถูกพัฒนาและสร้างโดยชาวฝรั่งเศสชื่อ กิลลัวแม แคสสิแกรน โดยการนำกระจกเลนส์และกระจกโค้ง 2 ชุดมาประกอบเข้าด้วยกัน การที่นำกระจกโค้งและเลนส์มาใช้ร่วมกันทำให้ สามารถแก้ปัญหาเรื่องความเบลอ และเพี้ยนจากความโค้งของภาพให้ดีขึ้น กล้องโทรทรรศน์แบบผสมที่ได้มีการนำไปติดตั้งยังหอดูดาวที่มีชื่อเสียงทั่วโลก เพราะเป็นกล้องที่มีขนาดใหญ่และมีความยาวโฟกัสที่ละเอียด สามารถติดตั้งและควบคุมจากระยะไกลได้ด้วยระบบเอไอ ทำให้มีความสะดวกอย่างมาก (ทรูปลูกปัญญา, 2564ก)

2.4.2.4 กล้องโทรทรรศน์วิทยุ เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่มีลักษณะเป็นจานแบนโดย แม้กล้องชนิดนี้จะไว้ใช้สังเกตเช่นเดียวกับกล้องประเภทอื่น แต่สิ่งที่กล้องชนิดนี้รับจะไม่ได้ถ่ายทอดออกมาเป็นภาพแต่จะเป็นในรูปแบบคลื่นและรังสีรูปแบบต่าง ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เช่นคลื่นไมโครเวฟ คลื่นแสง รังสีอัลตราไวโอเลต กล้องชนิดนี้ถูกคิดค้นขึ้นโดยนักฟิสิกส์ชาวอเมริกันชื่อ คาร์ล แจนสกี เพื่อตรวจจับคลื่นวิทยุที่น่าสงสัยจากนอกโลก โดยหลักการทำงานของกล้องนี้จะมีความคล้ายกับกระจกกล้องสะท้อนแสงที่ใช้หลักการสะท้อนในการรวบรวมคลื่นวิทยุกำลังอ่อนจากนอกอวกาศ และแปลงสัญญาที่ได้รับให้ออกมาเป็นไฟฟ้าเข้าสู่เสาอากาศ หลังจากนั้นตัวรับสัญญาณก็จะนำมาประมวลผลอีกที โดยในอวกาศยังมีวัตถุที่ไม่เปล่งแสงออกมาอยู่ด้วยทำให้การศึกษาคลื่นวิทยุที่รับมานั้นทำให้สามารถศึกษาสิ่งที่อยู่นอกอวกาศได้มากยิ่งขึ้น (สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2566)

2.4.2.5 กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล (Hubble Space Telescope) เป็นกล้องโทรทรรศน์ที่เกิดจากความร่วมมือขององค์การระดับนานาชาติต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างเช่น องค์การนาซา องค์การอวกาศยุโรป เป็นต้น โดยเป็นกล้องที่ถูกสร้างขึ้นและส่งออกนอกอวกาศ บนวงโคจรรอบโลกที่ความสูงกว่า 600 กิโลเมตร โดยกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลใช้เวลาโคจรรอบโลกเพียง 97 นาที กล้องโทรทรรศน์ฮับเบิลได้ตั้งชื่อตามนักดาราศาสตร์ยิ่งใหญ่คนหนึ่งในศตวรรษที่ 20 และเนื่องจากกล้องฮับเบิลนั้นลอยอยู่นอกชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้ภาพที่ได้รับจากกล้องนั้นจะไม่ถูกรบกวนจากชั้นบรรยากาศ โดยจุดเด่นของกล้องฮับเบิลอีกอย่างหนึ่งคือแม้จะไม่ใช่กล้องโทรทรรศน์อวกาศกล้องแรกที่ถูกสร้าง แต่เป็นกล้องโทรทรรศน์อวกาศเพียงหนึ่งเดียวที่สามารถขึ้นไปซ่อมและบำรุงสภาพกลางอวกาศได้โดยกลุ่มนักบินอวกาศที่เชี่ยวชาญเฉพาะทาง (มิสเตอร์สเปสแมน, 2563, น. 7-16)

2.4.3 ท้องฟ้าจำลอง เป็นจัดเป็นแหล่งเรียนรู้ทางด้านดาราศาสตร์โดยสามารถเปรียบเสมือนเป็นพิพิธภัณฑ์ของแหล่งดวงดาวหรืออาจเปรียบเสมือนโรงภาพยนตร์ทรงกลมที่ฉายภาพในห้องลักษณะโดมกลม โดยสิ่งที่ฉายออกมาจะเป็นภาพที่เกี่ยวข้องกับอวกาศและดวงดาว โดยจะเป็นการฉายเพื่อแสดงความสวยงามของดวงดาวหรืออาจจะเป็นเรื่องราวการกำเนิดของจักรวาลและดวงดาว (Scardina, 2019) โดยนอกจากการฉายภาพภายในท้องฟ้าจำลองแล้ว นั้นประกอบไปด้วยส่วนการจัดแสดงหลากหลายส่วนเข้าด้วยกัน เพื่อสำหรับการศึกษาการเรียนรู้ (พรทิพย์ สวัสดิ์พานิช, 2560)

สำหรับภายในประเทศไทยได้มีการจัดตั้งท้องฟ้าจำลองอยู่ทั่วประเทศ โดยมีการสนับสนุนจากทั้งหน่วยงานรัฐบาลและหน่วยงานเอกชน เพื่อเป็นสถานที่เพื่อการเรียนรู้ให้แก่คนทั่วไปให้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สามารถเข้าไปรับชมได้ โดยตัวอย่างท้องฟ้าจำลองในประเทศไทย เช่น (คนดูดาวสตาร์เกเซอร์, 2557)

1) ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ เอกมัย

2) ท้องฟ้าจำลองมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

3) ท้องฟ้าจำลองศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษารังสิต ปทุมธานี

4) ท้องฟ้าจำลองโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ นครปฐม

5) ท้องฟ้าจำลองศูนย์ดาราศาสตร์ องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา

2.4.4 หอดูดาว เป็นอาคารก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้สังเกตดวงดาว ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและคลื่นรูปแบบต่าง ๆ บนท้องฟ้า โดยจะมีลักษณะเป็นโดมทรงกลมและมีช่องที่สามารถเปิดปิดไว้ภายในมีการติดตั้งกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ หอดูดาวนิยมจะติดตั้งไว้ในที่ที่อยู่สูงเพราะในระบบชั้นบรรยากาศที่สูงขึ้น ฝุ่นผง หมอกควัน และไอน้ำจะมีปริมาณที่น้อยลงทำให้สามารถสังเกตดวงดาวได้ดียิ่งขึ้น (ภูษิต โพธิ์แสง, 2552)

สำหรับในประเทศไทยได้มีโครงการสำหรับการจัดตั้งหอดูดาวมาตั้งแต่ในอดีตโดยเป็นโครงการในพระราชดำริของสมเด็จพระกนิษฐธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ โดยเป็นโครงการหอดูดาวภูมิภาคสำหรับประชาชนที่ได้ก่อตั้งหอดูดาวไปทั่วประเทศและได้พระราชทานชื่อว่า หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาโดยปัจจุบันได้มีอยู่ทั้งหมด 6 สถานที่ได้แก่ เชียงใหม่ พิษณุโลก ขอนแก่น นครราชสีมา ฉะเชิงเทรา และสงขลา โดยหอดูดาวนี้ถูกจัดตั้งมาขึ้นเพื่อให้เป็นโครงสร้างพื้นฐานสำหรับรายวิชาการทางดาราศาสตร์ในประเทศไทยให้มีมาตรฐานและศักยภาพที่ยกระดับขึ้น และให้เป็นสถานที่ความรู้ที่สามารถเข้าถึงได้แก่นักเรียน นักศึกษาและกลุ่มเยาวชนทั่วไป (สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2562).

การศึกษาความรู้เกี่ยวกับดาวดวงนั้นมีมาตั้งแต่ในอดีตกาล โดยคนในสมัยก่อนได้คิดค้นและก่อสร้างเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับทำการสังเกตและจดบันทึก โดยในช่วงแรกของยุคสมัยนั้นจะเริ่มจากการแกะสลักหรือวาดภาพตำแหน่งของดวงดาวเพื่อจดบันทึก ต่อมาก็มีการวิวัฒนาการมาสู่กระดาษจนเป็นแผนที่ดวงดาว ผ่านการสังเกตและแก้ไขจนมีความครบสมบูรณ์ นอกจากแผนที่ดาวแล้วก็ยังมีกล้องโทรทรรศน์ที่ถูกคิดค้นขึ้นทำให้ความรู้ด้านดาราศาสตร์มีความก้าวหน้าอย่างมาก โดยกล้องโทรทรรศน์ก็ได้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นจนมาสู่หอดูดาว ส่วนความรู้ต่าง ๆ ก็ได้ถูกบันทึกและรวบรวมมาเป็นท้องฟ้าจำลองในปัจจุบันให้คนทั่วไปสามารถเข้าไปรับชม

2.5 แอนิเมชัน

2.5.1 แอนิเมชัน (Animation)

แอนิเมชัน ตามศัพท์เทคโนโลยีทางภาพฉบับราชบัณฑิตยสถาน ได้กำหนดคำศัพท์ทางภาษาไทยไว้ว่า “ชีวลักษณ์” หรือสามารถทับศัพท์เป็น “แอนิเมชัน” ก็ได้เช่นกันโดยมีความหมายว่า การทำภาพให้เคลื่อนไหว การทำให้มีความเคลื่อนไหว หรือภาพเคลื่อนไหว (ราชบัณฑิตสถาน, 2548)

แอนิเมชันเป็นการทำสิ่งที่เรียบง่ายหลาย ๆ อย่างพร้อมกันในเวลาเดียว โดยหลังจากนำสิ่งที่เรียบง่ายหลายอย่างมารวมกันอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ก็จะเป็นผลงานหนึ่งส่วน (Williams, 2009) โดยสิ่งที่เรียบง่ายนั้นอาจจะเป็นภาพวาด ภาพเคลื่อนของตัวละคร สิ่งของ หรือฉาก ที่จัดทำออกมาเป็นภาพนิ่งหลาย ๆ ภาพและนำภาพนิ่งเหล่านั้นมาประกอบรวมกัน และถ่ายทอดออกมาเป็นภาพเคลื่อนไหว โดยในสมัยก่อนแอนิเมชันมักจะวาดด้วยมือและนำไปฉายภายในโรงภาพยนตร์ โดยมีการฉายที่จำนวนภาพต่อวินาทีหรือที่เรียกว่าเฟรมต่อวินาทีในความเร็ว 16 เฟรมต่อวินาที สำหรับปัจจุบันได้มีปรับเปลี่ยนและพัฒนาจนจะฉายอยู่ที่ 24 เฟรมต่อวินาที โดยได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นตัวช่วยสำหรับการทำแอนิเมชันอีกด้วย (วิธีตาแอนิเมชัน, 2566)

2.5.2 ประวัติของแอนิเมชัน

แอนิเมชันนั้นได้กำเนิดมาเนิ่นนานตั้งแต่ในอดีตกาลโดยได้มีหลักฐานที่หลงเหลืออยู่มากมาย เช่นในยุคสมัยก่อนเมื่อ 35,000 ปีก่อนได้มีภาพวาดบนฝาผนังของสัตว์สี่ขาโดยภาพวาดของขานั้นจะมีลักษณะของขาซ้อนกันให้แสดงคล้ายการเคลื่อนไหว หรือใน 1600 ก่อนคริสต์ศักราชภายในอียิปต์ภายในวิหารของฟาโรห์ราเมน ภายในวิหารได้มีภาพตกแต่งเป็นภาพแกะสลักของเหล่าคนเรียงกันโดยหากมองเรียงกันไปตามลำดับจะเป็นภาพที่แสดงความเคลื่อนไหวของภาพ (Williams, 2009, pp. 11-12)

ภายหลังในปี 1824 ได้มีนักทฤษฎีและแพทย์ชาวอังกฤษชื่อ จอร์น ไอร์ตัน ปารีส (John Ayrton Paris) ได้มีการค้นพบทฤษฎีที่สำคัญที่เรียกว่า หลักการติดตาของภาพ โดยเป็นหลักการที่กล่าวว่าดวงตาของมนุษย์เมื่อมองเห็นภาพต่อเนื่องกัน ภาพที่เห็นจะคงค้างอยู่ที่ดวงตาของคนเราชั่วขณะหนึ่งเป็นเวลา 1/15 วินาที โดยในระหว่างนั้นหากมีภาพใหม่ปรากฏขึ้นมา ภาพนั้นจะเข้าสู่สมอง สมองจำทำการเชื่อมโยงภาพแรกและภาพที่สองเข้าด้วยกัน โดยสำหรับภาพต่อ ๆ ไปก็จะมีการเชื่อมโยงเป็นเวลาไล่เรียงต่อไป หลักการนี้ถือเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้เกิดเป็นแอนิเมชัน

ขึ้นและเกิดแนวคิดที่ใช้หลักการสร้างภาพติดตาที่หลากหลายขึ้น เช่นการทำแผ่นกระดาษยาวโดยใส่ภาพการขยับเป็นการเดินถึงและทำกระดาษยาวนี้มาหมุนทำให้ดูเหมือนภาพเดินเคลื่อนที่ หรือการหนังสือภาพแบบพลิกหน้าเรียงให้เป็นภาพเคลื่อนไหวต่าง ๆ (ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา, 2564)

ภายหลังการทำแอนิเมชันรูปแบบดั่งเดิมได้มีประยุกต์ใช้หลักการติดตาของภาพมาใช้ในการสร้างภาพวาดเคลื่อนไหว โดยใช้วิธีการพลิกหน้ากระดาษเช่นเดียวกับหนังสือแบบพลิก โดยวาดภาพเป็นฉากและกำกับเลขหน้าไว้ภายล่างของกระดาษโดยเรียงหน้าแรกไว้ข้างล่างและทับถมเรียงขึ้นมาเรื่อย ๆ หลังจากนั้นก็ทำการพลิกหน้ากระดาษจากด้านล่างขึ้นมา หลังจากดูลักษณะที่ได้ก็จะทำการวาดเพิ่มและแก้ไขไปมา จนสามารถกำหนดเวลาคร่าว ๆ ของแอนิเมชันที่จะฉายออกมาและนำภาพเหล่านั้นมาเล่นใส่เครื่องฉายออกให้ออกมารับชม วิธีการทำแอนิเมชันแบบดั่งเดิมนี้ได้ดำเนินการผ่านช่วงยุคสมัยมาจนกระทั่งได้มีการคิดค้นสิ่งที่เรียกว่า คอมพิวเตอร์แอนิเมชันขึ้น โดยสิ่งนี้ได้เป็นส่วนหลักในการช่วยเปลี่ยนแปลงให้แอนิเมชันเข้าสู่อุตสาหกรรมวงการบันเทิงควบคู่กับอุตสาหกรรมเกมคอมพิวเตอร์ขึ้น (Williams, 2009, p. 20)

2.5.3 ขั้นตอนการดำเนินการของแอนิเมชัน

สำหรับการจะผลิตแอนิเมชันให้เสร็จสมบูรณ์ได้นั้นจะมีขั้นตอนในการทำงานโดยจะแบ่งเป็นหลากหลายส่วนเข้าด้วยกันเป็นลำดับขั้นตอน โดยหลักการดำเนินการของแอนิเมชันจะประกอบไปด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นเข้าด้วยกัน

2.5.3.1 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการดำเนิน (Pre-Production) โดยขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนที่จะกำหนดสิ่งต่าง ๆ ภายในงานแอนิเมชันที่จะดำเนินการ ทั้งเวลาและความยาวของงาน รูปแบบแนวภาพ เทคนิคที่จะนำมาใช้ โดยขั้นตอนนี้ถือเป็นการรวมรวบข้อมูลและแนวคิดความคิดเห็นที่จะนำมาใช้ภายในงาน และนำข้อมูลเหล่านี้มาเขียนออกในรูปแบบข้อมูลพื้นฐานในแผนกระดาษหรือโน๊ตเพื่อที่จะใช้เป็นแนวความคิดหลักที่นำไปใช้ในตลอดทั้งงาน โดยขั้นตอนการเตรียมงานจะประกอบไปด้วยหลายส่วนเข้าด้วยกัน (Julia, 2023)

1) การเขียนบท (Story) เป็นแบบร่างของเรื่องราวที่จะดำเนินภายในเรื่องโดยจะเป็นการบอกเล่าเรื่องราวว่า ใครทำอะไร อยู่สถานที่ใด อย่างไร ด้วยการบรรยายออกมาทางตัวอักษรอธิบายรายละเอียดของเรื่องราวและหลังจากกำหนดโครงเรื่องที่ลงตัว มีความชัดเจนแล้วก็จะนำเนื้อเรื่องในแต่ละฉากมาขยายแยกย่อยเป็นรายละเอียดในแต่ละเหตุการณ์อีกที ทั้งฉากสถานที่

ตัวละครภายในฉาก บทสนทนา หรือการกำหนดมุมกล้อง สำหรับหลักการเขียนบทจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนตามลำดับ ได้แก่ (ปิยะดนัย วิเคียน, 2566)

1.1) การศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล (Research) เป็นขั้นตอนแรก หลังจากได้กำหนดหัวข้อที่จะนำมาทำแล้ว โดยการค้นคว้าหาข้อมูลจะช่วยเสริมให้เนื้อเรื่องมีความถูกต้อง ชัดเจน และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยข้อมูลที่ค้นคว้านั้นไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่ชื่อหัวเรื่องเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงข้อมูลลักษณะของตัวละคร ฉากสถานที่ และส่วนอื่น ๆ ที่จะปรากฏหรือมีการนำมาใช้ภายในแอนิเมชัน

1.2) การกำหนดแนวคิดสำคัญ (Premise) ขั้นตอนนี้เป็นการกำหนดแนวคิดหลักของเรื่องหรือที่เรียกว่า แก่นเรื่อง (Theme) โดยแก่นเรื่องที่กำหนดนั้นอาจจะเป็นเกี่ยวกับการกำหนดจุดประสงค์เพื่อโฆษณาสินค้า หรือเพื่อส่งเสริมหรือให้แนวคิดแก่ผู้ที่ชมผลงาน หรือเพียงแค่ให้ความสนุกสนานแก่ผู้ที่รับชม โดยแก่นของเรื่องจะต้องมีความคลอบคลุมในเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง เพื่อให้แนวของเรื่องนั้นมีทิศทางให้การดำเนินไปในทางเดียวกัน

1.3) การเขียนเนื้อเรื่องย่อ (Synopsis) เป็นการเขียนเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นเป็นหลักในเนื้อเรื่อง โดยยังไม่ได้มีการลงรายละเอียดลึก การเขียนเนื้อเรื่องย่อควรเขียนโดยสามารถบรรยายเนื้อเรื่องทั้งหมดได้โดยจบลงในความยาวไม่กี่บรรทัด หรือจบภายในหนึ่งย่อหน้าเพื่อสามารถให้ผู้อ่านสามารถจับใจความได้อย่างรวดเร็ว

1.4) การเขียนโครงเรื่องขยาย (Treatment) เป็นการนำเนื้อเรื่องย่อที่ได้เขียนไปแล้วมาลงรายละเอียดเพิ่มเติม โดยจะเป็นการบอกเล่าของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละฉากว่าเกิดอะไรขึ้น ภายในฉากมีรายละเอียดอย่างไร หรือการกระทำของตัวละครได้ส่งผลให้เนื้อเรื่องดำเนินไปสู่ทิศทางใด

2) การออกแบบภาพ (Visual Design) ในขั้นตอนที่จะเป็นการออกแบบและกำหนดลักษณะของตัวละครและฉากที่จะทำมาใช้ภายในแอนิเมชันทั้งสีสัน แนวภาพ โดยสำหรับตัวละครจะเป็นการตั้งค่าบุคลิก ลักษณะนิสัย ส่วนสูงหรือหน้าตา โดยกำหนดออกมาเป็นภาพวาดโดยละเอียดทั้งภาพด้านหน้าหลัง หรือภาพท่าทางต่าง ๆ ของตัวละครให้สามารถนำมาเป็นแบบเพื่อนำมาใช้วาดในแอนิเมชันได้ สำหรับฉากก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกัน โดยอาจวาดเป็นภาพร่างจากมุมสูง มุมกว้างหรือเป็นฉากที่จะใช้ภายในเรื่อง โดยวาดให้สามารถมองเห็นรายละเอียดที่อยู่ภายในฉากนั้นได้ เพื่อเป็นการกำหนดสิ่งของหรือตำแหน่งต่าง ๆ ภายในเรื่อง (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2566)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3) การทำบทภาพขนาดย่อ (Thumbnail Board) เป็นการวางแนวเรื่อง ความคิดและไอเดียที่ได้คิดไว้ให้รูปแบบภาพร่าง โดยรูปภาพเหล่านี้จะเป็นแบบร่างของตัวละคร และภาพฉากหลังในเหตุการณ์หลัก ๆ ของเรื่อง โดยลักษณะการวาดจะเป็นเพียงภาพร่างที่ยังไม่มีการขัดเกลา ไม่ต้องวาดรายละเอียดมากนัก แต่เป็นการวาดเพื่อให้เห็นตำแหน่งหรือท่าทางของตัวละครคร่าว ๆ เท่านั้น (Darvideo, 2021)

4) การทำบทภาพขยาย (Shooting Script) เป็นการทำบทภาพโดยเพิ่มเติมมาจากบทภาพขนาดย่อ โดยสิ่งที่วาดเพิ่มในบทภาพขยายจะเป็นรายละเอียดทางแอนิเมชัน อย่างเช่น จำนวนของฉากทั้งหมดจะปรากฏในแอนิเมชัน มุมกล้องที่จะวางในแต่ละเหตุการณ์ สิ่งของรายละเอียดในฉากหรือสถานที่ เป็นต้น (Roden, Albright, & Monnin, 2023)

5) การจัดทำสตอรี่บอร์ด (Storyboard) เป็นบทสำคัญสำหรับการทำแอนิเมชัน โดยเป็นบอร์ดสำหรับการอธิบายเนื้อเรื่องที่จะประกอบไปด้วยแนวคิดสำคัญและโครงสร้างของเรื่องที่ได้วางแผนมาอย่างดีแล้ว โดยสตอรี่บอร์ดจะเป็นการนำภาพจากบทภาพขยายเข้ามารวมกับเนื้อเรื่องจากการเขียนบท เป็นฉากในแต่ละฉากพร้อมคำอธิบายที่ประกอบไปด้วยการกระทำ เสียงและเวลาในแต่ละฉาก โดยจะเขียนอยู่ด้านข้างหรือด้านล่างของรูปภาพขึ้นอยู่กับรูปแบบของสตอรี่บอร์ดที่จัดทำ (Adobe, 2023a)

6) การทำแอนิเมติก (Animatic) เป็นการนำสตอรี่บอร์ดที่ได้วาดไว้มาจัดวางเป็นฉาก ๆ ตามเวลาที่ได้กำหนดไว้และทำให้เป็นภาพร่างการเคลื่อนไหวของแอนิเมชัน โดยการทำแอนิเมติกจะเป็นการแสดงให้เห็นถึงช่วงเวลาจริงและการเคลื่อนไหวของฉากและตัวละครที่จะแสดงในแอนิเมชัน โดยแอนิเมติกอาจจะมีการใส่เสียงพากย์ เสียงประกอบ และเสียงเพลงในลักษณะคร่าว ๆ ลงไปอีกด้วย โดยหลังจากจัดทำแอนิเมติกเสร็จแล้วอาจมีการปรับเปลี่ยนเวลาหรือการวาดเพิ่มของฉากในแต่ละฉากหากมองว่าการเคลื่อนไหวในฉากนั้น ๆ ดูเคลื่อนที่ช้าหรือเร็วไป (Karen, 2023; Tkachuk, 2023)

2.5.3.2 ขั้นตอนการดำเนินการ (Production) ในขั้นตอนนี้จะเป็นการดำเนินการทำแอนิเมชันหลังจากรวบรวมข้อมูลและวางแผนรายละเอียดต่าง ๆ เสร็จเรียบร้อยแล้วสำหรับขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ (มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2566)

1) การวางผัง (Layout) ในส่วนนี้จะเป็นการแบ่งรายละเอียดของงาน เพราะในการจัดทำแอนิเมชันจะประกอบไปด้วยการทำภาพเคลื่อนไหวหลาย ๆ ส่วนเช่นตัวละคร สิ่งของประกอบฉาก ฉากหลังเป็นต้น และนำมาประกอบเข้าด้วยกัน ในการทำแอนิเมชันนั้นมักทำงานเป็นทีมหลายทีมด้วยกันตามหน้าที่แต่ละฝ่าย การคุยเพื่อวางแผนงานและแยกแต่ละส่วนให้มี

ความชัดเจนเป็นระเบียบ จะทำให้การทำงานในระหว่างทีมประสานงานได้อย่างราบรื่นและเรียบร้อย

2) การทำการเคลื่อนไหว (Animate) ในส่วนนี้จะเป็นการลงมือทำแอนิเมชันโดยการใช้แอนิเมติกที่ทำเสร็จสิ้นแล้วพร้อมกับการใช้สตอรี่บอร์ดเป็นแบบในการกำหนดจังหวะเวลาและรายละเอียดของภาพที่จะต้องทำการเคลื่อนไหวในแต่ละฉาก โดยขั้นตอนการทำการเคลื่อนไหวจะเริ่มจากการลงเส้นร่างในการเคลื่อนไหวหลักแต่ละท่า หลังจากนั้นจะทำการปรับแก้ในเส้นร่างอีกทีให้รูปแบบของเส้น มุมกล้อง และตำแหน่งสัดส่วนของรูปภาพให้มีความคงที่และสะอาดพอ เมื่อปรับเสร็จแล้วจึงจะทำการลงเส้นหลัก และวาดภาพในจุดระหว่างการเคลื่อนไหวหลักให้กลายเป็นภาพเคลื่อนไหว และทำการลงสีให้ครบจนมีความเสร็จสมบูรณ์ (Dong, 2022)

2.5.3.3 ขั้นตอนหลังการดำเนินการ (Post Production) สำหรับขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการทำแอนิเมชัน โดยจะประกอบไปด้วยการตัดต่อภาพ ใส่เสียงและแก้ไขหรือปรับแต่งจังหวะหรือโทนสีของภาพ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการรวมและปรับแต่งเป็นขั้นสุดท้ายเพื่อทำให้ผลงานนั้นออกมาสมบูรณ์และพร้อมสำหรับการเผยแพร่สู่การรับชม ในขั้นตอนนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน (Gwénaëlle, 2023)

1) การประกอบภาพรวม (Composition) เป็นขั้นตอนในการตัดต่อและแก้ไขในส่วนของภาพ เป็นการนำตัวละครเข้ามารวมกับฉากหลังเพื่อมาประกอบเข้ามาสู่ในฉากเดียวกันหรือการนำฉากเหตุการณ์ในแต่ละฉากมาต่อเรียงต่อกันตามลำดับตามเนื้อเรื่องที่ได้วางเอาไว้ นอกจากนี้ยังเป็นขั้นตอนในการปรับแต่งสีของเนื้องานและการเพิ่มเอฟเฟคในฉากต่าง ๆ เพื่อเป็นการเก็บความเรียบร้อยของงานอีกด้วย (Darvideo, 2022)

2) ดนตรีและเสียงประกอบ (Music & Sound Effects) เป็นขั้นตอนในการตัดต่อใส่เสียง ปรับความดังของเสียงและใส่ลงไปในงานให้มีความเข้ากับจังหวะของงานภาพในแอนิเมชัน เพื่อสร้างบรรยากาศให้ตัวงานนั้นมีความสมบูรณ์ และสามารถสื่อความหมายและดึงอารมณ์ความรู้สึกของเรื่องให้แก่ผู้รับชม โดยลักษณะของเสียงจะแบ่งออกเป็น 3 ประเภทเข้าด้วยกัน ได้แก่ (Jakob, 2023; Milnelibrary, 2023)

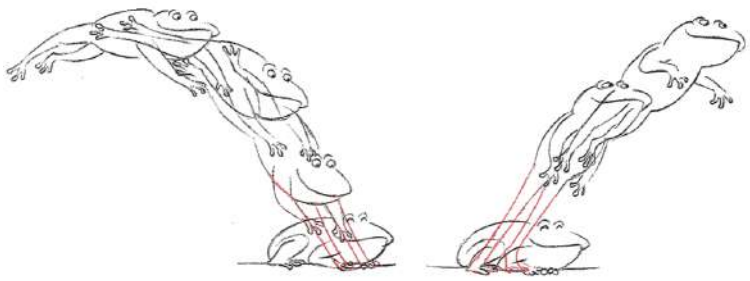
2.1) เสียงบทพูด (Dialogue) เป็นเสียงที่ประกอบไปด้วยเสียงพูดคุยของตัวละครสองคนหรือมากกว่า เสียงบรรยายเนื้อหา หรือเสียงคำพูดเพื่อแสดงความคิดหรือคำพูดของตัวละคร เสียงบทพูดจะช่วยให้ผู้ชมเข้าใจกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในเรื่อง

2.2) เสียงประกอบ (Sound Effect) ได้ถูกนิยามไว้ว่าเสียงทั้งหมดนอกเหนือจาก เสียงบทพูด และเสียงดนตรี โดยเสียงประกอบจะเป็นเสียงการกระทำที่เกิดขึ้นในฉากหรือเสียงเอฟเฟคต่าง ๆ ที่ใส่เพื่อเพิ่มน้ำหนักความลึกให้กับผลงาน อย่างเช่นก็ใส่เสียงน้ำในฉากที่มีแม่น้ำไหลผ่านเพื่อเพิ่มความสมจริง หรือเมื่อมีของตกจากที่สูงจะมีการใส่เสียงเอฟเฟคเป็นเสียงระหว่างที่กำลังร่วงหล่นให้เข้ากับภาพเพื่อให้ผู้ชมรับรู้ถึงอารมณ์ ว่าวัตถุมีผลจากการกระทำภายในเหตุการณ์

2.3) เสียงดนตรี (Music) เป็นเสียงจำพวกเครื่องดนตรี หรือทำนองเพลง โดยเสียงดนตรีจะช่วยในการเสริมอารมณ์และบรรยากาศของผลงาน ในแต่ละฉากตามแต่สถานการณ์ให้แก่ผู้ชมให้เกิดอารมณ์ร่วมไปกับเหตุการณ์ในขณะนั้น

2.5.4 หลักพื้นฐาน 12 ข้อสำหรับการทำแอนิเมชัน (12 Principles of Animation) เป็นหลักการทำงานของแอนิเมชันที่ถูกคิดค้นโดยออลลี่ จอห์นสตัน และ แฟรงค์ โธมัส (Ollie Johnston & Frank Thomas) โดยในตอนนั้นพวกเขาคิดหาวิธีที่จะทำให้การวาดภาพออกมานั้นสำเร็จตามผลที่คาดการณ์ไว้ โดยแม้จะไม่หวังให้สำเร็จทุกครั้ง แต่ก็ให้เป็นแนวทางสำหรับยึดตาม และเมื่อมีนักวาดเข้าทีมเพิ่มจะได้สามารถดำเนินงานไปทางเดียวกันได้ โดยภายหลังหลักการนี้ได้กลายเป็นหลักพื้นฐานสำหรับการทำแอนิเมชัน (Johnston & Thomas, 1981)

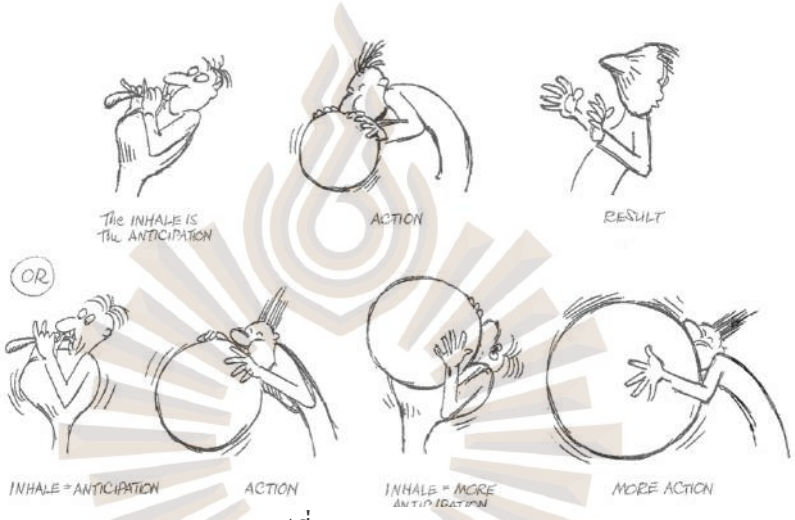
2.5.4.1 การบีบเข้าและยืดออก (Squash and Stretch) หลักการนี้เป็นการเพิ่มการยืดหดเข้าไปในภาพวาดระหว่างการเคลื่อนไหวโดยเมื่อนำมาฉายแล้วผู้รับชมจะได้ความรับรู้ของความยืดหยุ่นของภาพแต่จะไม่เห็นอย่างชัดเจน โดยแม้การบีบหรือยืดออกของภาพจะดูเหมือนเป็นการวาดขยายเกินความเป็นจริง แต่ก็เพิ่มการยืดแบบลงไปเล็กน้อยจะช่วยทำให้ตัวแอนิเมชันนั้นดูมีน้ำหนักหรือความยืดหยุ่นขึ้นแก่ผู้รับชม



รูปที่ 2.1 Squash and Stretch

ที่มา: Williams, 2009

2.5.4.2 ทางท่าการเตรียม (Anticipation) หลักการนี้จะช่วยเพิ่มความสมจริงให้กับท่าทางของตัวละครหรือสิ่งของที่กำลังจะทำท่านั้น เพื่อให้ผู้ชมสามารถรับรู้ได้ว่ากำลังจะมีการแปลงเปลี่ยนเกิดขึ้นหรือคาดการณ์จากท่าเตรียมของตัวละครหรือสิ่งของในเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้น เช่น การปาเบสบอลจะเริ่มจากท่าจับบอลก่อน ตามตัวการยกเท้าและทำการปาโดยเอนตัวไปข้างหน้า ท่าทางการจับบอกลหรือยกเท้าเหล่านี้ก่อนจะปาบอลจะทำให้ผู้รับชมสามารถเข้าใจและตามเนื้อเรื่องที่จะเกิดขึ้นได้ (Williams, 2009, p. 273)



รูปที่ 2.2 Anticipation

ที่มา: Williams, 2009

2.5.4.3 การจัดวางตำแหน่ง (Staging) เป็นการวางตำแหน่งของตัวละครหรือสิ่งของที่สำคัญให้อยู่ในจุดโฟกัสของภาพโดยคำนึงจากตำแหน่งของมุมกล้องที่ได้จัดวางไว้โดยใช้แสง เอฟเฟค การวางองค์ประกอบสิ่งของในภาพ เพื่อให้คนดูสามารถรับรู้ได้ว่าเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นนั้นควรมองและจดจ่อไปที่จุดใด การจัดตำแหน่งนั้นความจัดให้ผู้ชมสามารถเข้าใจถึงสิ่งสำคัญในภาพได้ง่าย เด่นชัด ไม่ถูกดึงดูดไปด้วยภาพจากสิ่งของหรือการกระทำอื่นในฉากหลังแทนการกระทำหลัก (Adobe, 2023b)

รูปที่ 2.3 Staging

ที่มา: Williams, 2009

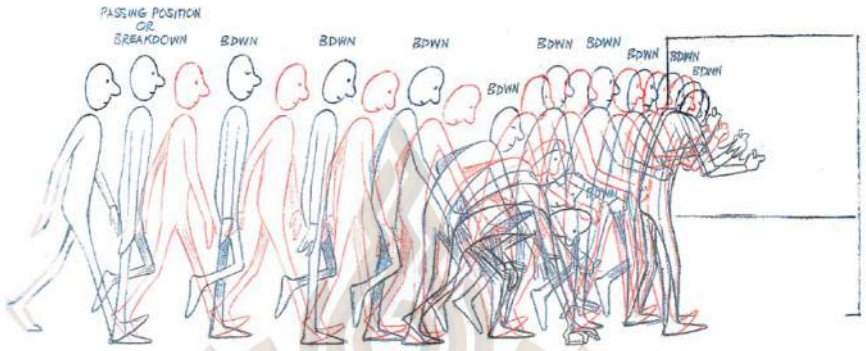
2.5.4.4 การวาดเรียงภาพและการวาดกำหนดท่าทาง (Straight Ahead Action and Pose to Pose) ในขั้นตอนนี้จะเป็นแนวทางรูปแบบของการวาดภาพเคลื่อนไหวโดยแบ่งจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ทางคือ (Williams, 2009, p. 61)

1) การวาดแบบเรียงภาพ (Straight Ahead Action) วิธีนี้จะเป็นการวาดภาพแบบไม่ได้กำหนดท่าร่างหรือเป็นการด้นสดในการวาด โดยเริ่มวาดภาพจากจุดเริ่มต้นของรูปและไล่เรียงไปจนจบ โดยข้อดีที่แบบนี้คือจะได้การพริ้วไหวของภาพที่มีความเป็นธรรมชาติ ดูมีชีวิตชีวาแต่ข้อเสียคือการกำหนดเวลาของภาพจะค่อย ๆ ยาวขึ้นไปเรื่อย ๆ ขนาดของภาพอาจไม่สมส่วน และจังหวะของภาพอาจไม่ตรงหรือทับซ้อนกับฉากต่อไป

2) การวาดภาพแบบกำหนดท่าทาง (Pose to Pose) วิธีนี้จะเป็นการวาดภาพโดยกำหนดท่าทางหลักของสิ่งของหรือตัวละครที่กำลังจะเกิดขึ้น เป็นตำแหน่งทิ้งระยะห่างเรียงไปแต่ละภาพ หลังจากนั้นจึงทำการวาดภาพระหว่างท่าทางหลักนั้นให้เป็นการเคลื่อนไหว ข้อดีของวิธีนี้คือ เส้นภาพมีความสะอาด แก้ไขได้ง่าย มีการคำนวณและวางแผนที่ดี ส่วนข้อเสียจะเป็นท่าทางการขยับของสิ่งของหรือตัวละครอาจมีการติด ๆ ขัด ๆ หรือดูไม่เป็นธรรมชาติและหากต้องการเพิ่มลดทางท่าลงไปอาจทำให้ภาพดูยืดหรือถูกบีบ ซึ่งก็จะดูไม่เป็นธรรมชาติ

โดยในหลักการนี้นักวาดอาจจะเลือกที่จะใช้การทำรูปแบบใดแบบหนึ่งหรืออาจจะประยุกต์โดยการผสมทั้งสองเทคนิคเข้าด้วยกัน โดยการผสมการเริ่มจากการว่าแบบกำหนดท่าทางก่อนเป็นเส้นร่างและหลังจากนักวาดเห็นภาพโดยรวมแล้วก็จะทำการวาดแบบเรียงภาพค่อย ๆ ไปสู่

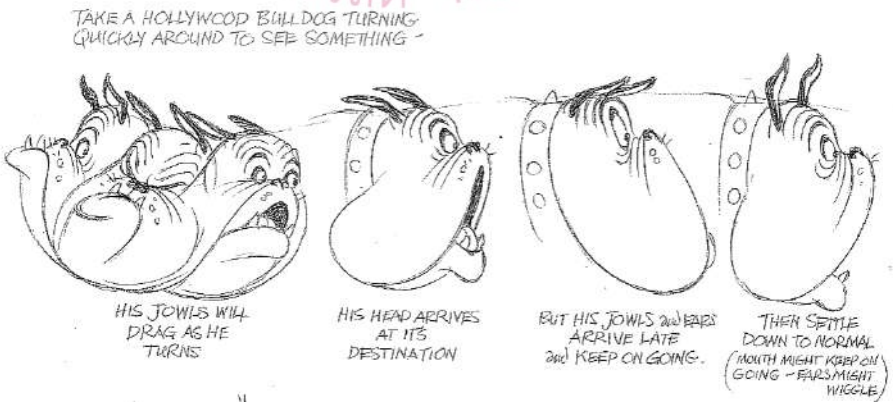
ภาพสุดท้าย โดยวิธีนี้แม้การวาดภาพอาจมีเปลี่ยนแปลงไปบาง แต่ก็จะมีจุดปลายทางที่ได้ร่างเอาไว้แล้ว โดยข้อดีจะช่วยให้การวาดนั้นมีสมดุลระหว่างการวางแผนและการด้นสด ทำให้ภาพออกมาไม่แข็งหรือติดขัดจนเกินไป และมีความเป็นธรรมชาติอยู่บาง



รูปที่ 2.4 Straight Ahead Action and Pose to Pose

ที่มา: Williams, 2009

2.5.4.5 ท่าทางต่อเนื่องและท่าทางทับซ้อน (Follow Through and Overlapping Action) หลักการนี้เป็นหลักการที่ทำให้การเคลื่อนไหวดูมีความสมจริง โดยจะเป็นหลักการที่ว่าการเคลื่อนไหวนั้นไม่ได้เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันในเวลาเดียว เช่น การขยับแขนของตัวละครเมื่อเกิดการขยับของแขนจนกระทั่งหยุดนิ่งแล้ว แขนเสื้อของตัวละครนั้นจะยังไม่หยุดในทันทีแต่จะมีการเคลื่อนไหวขยับตามมาเล็กน้อยก่อนจะหยุดนิ่งตามแขนของตัวละคร (Williams, 2009, p. 226)



รูปที่ 2.5 Follow Through and Overlapping Action

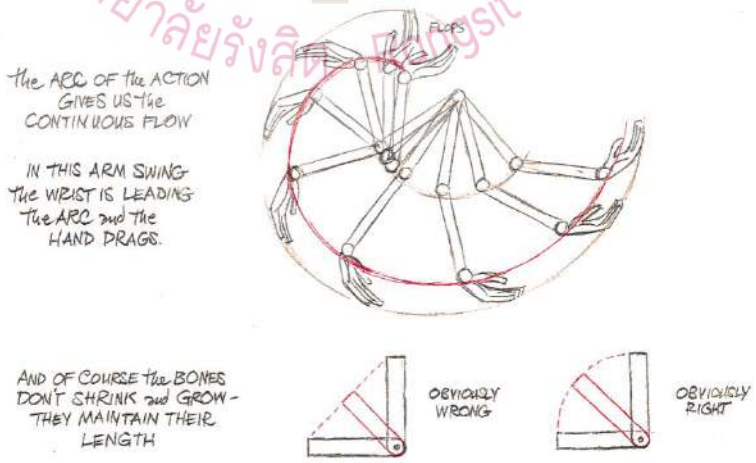
ที่มา: Williams, 2009

2.5.4.6 การผ่อนเข้าและการผ่อนออก (Ease In, Ease Out) ในหลักการนี้เป็นหลักที่ว่าสิ่งของต่าง ๆ ในการเคลื่อนที่จะเกิดจากการเคลื่อนไหวที่ค่อย ๆ ขยับไปอย่างช้าก่อนและจึงเร่งความเร็วขึ้น เช่นเดียวกับเมื่อหยุดการกระทำจะไม่ได้หยุดจากการเคลื่อนที่จากความเร็วและหยุดนิ่งทันทีแต่จะค่อย ๆ ผ่อนความเร็วให้ช้าลงจนหยุดเคลื่อนที่ (Williams, 2009, p. 38)

รูปที่ 2.6 Ease In, Ease Out

ที่มา: Williams, 2009

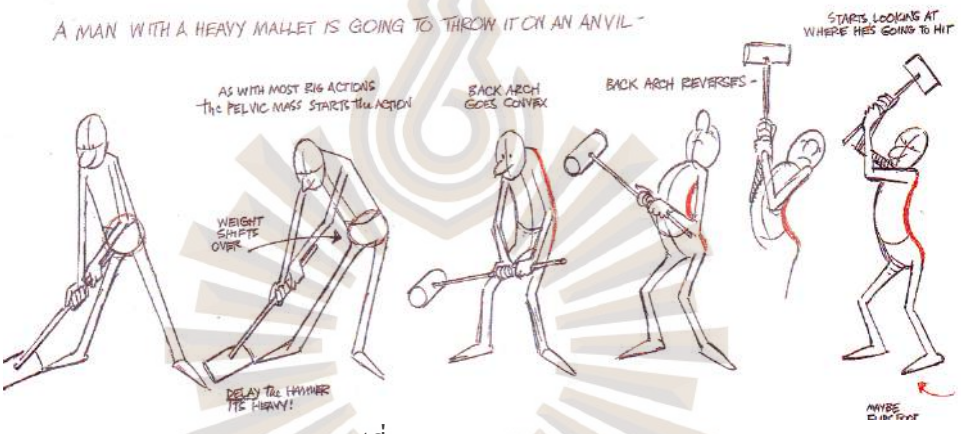
2.5.4.7 การเคลื่อนไหวเป็นเส้นโค้ง (Arcs) สำหรับในชีวิตจริงวัตถุหรือการเคลื่อนไหวต่าง ๆ จะมีการเคลื่อนไหวโดยมีวิถีไปสู่จุดหมายนั้น ๆ ไม่ว่าการขยับแขน หรือการโยนวัตถุไปข้างหน้า การเคลื่อนไหวจะไม่ได้เป็นเพียงเส้นตรงอย่างเดียวแต่จะมีการโค้งเป็นมุมตามการเคลื่อนไหวของสิ่งนั้น (Adobe, 2023b)



รูปที่ 2.7 Arcs

ที่มา: Williams, 2009

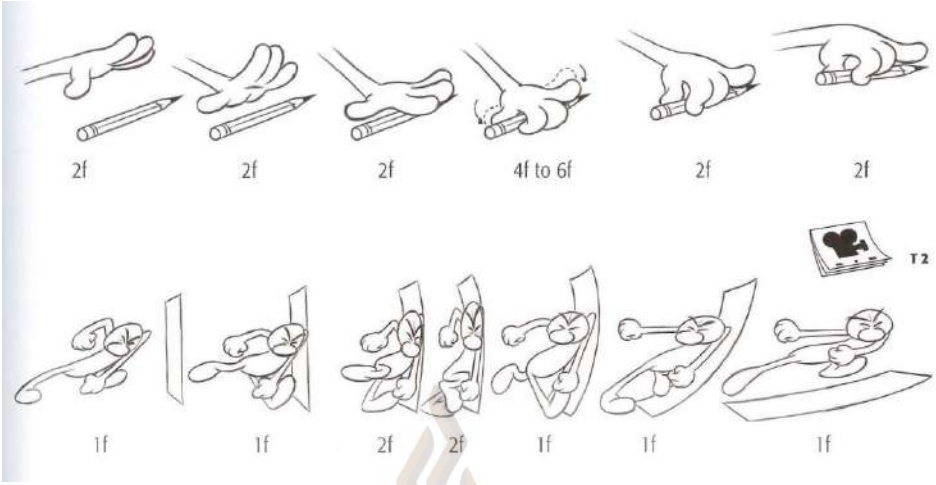
2.5.4.8 การกระทำรอง (Secondary Action) หลักการนี้ว่าด้วยเรื่องของท่าทางของการกระทำสองควบคู่ไปกับการกระทำหลัก เพื่อช่วยส่งเสริมมิติของตัวละครหรือสิ่งของ แต่การกระทำรองนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจจากการกระทำหลัก เช่น ตัวละครกินอาหารอย่างเอร็ดอร่อย การเพิ่มการกระทำรองอาจเป็น ให้ตัวละครเลียนิ้วหลังกินเสร็จ โดยเป็นการส่งเสริมว่าอาหารนั้นอร่อย หรือการให้ตัวละครยกค้อนหนักขึ้นมาตี โดยระหว่างยกให้ตัวละครหลังงอเป็นการบ่งบอกว่าค้อนนั้นมีน้ำหนักมาก (AlanBeckerTutorials, 2017)



รูปที่ 2.8 Secondary Action

ที่มา: Williams, 2009

2.5.4.9 การกำหนดเวลา (Timing) หลักการนี้เป็นพื้นฐานในการกำหนดความยาวของการกระทำในแต่ละท่า โดยจะขึ้นอยู่กับจำนวนภาพที่ได้วาดลงไป เช่น การหยิบจับสิ่งของชิ้นหนึ่งตัวละครในระยะห่างที่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างจำนวนภาพที่มากกับน้อย หากจำนวนภาพที่วาดลงไปมีจำนวนมาก ภาพที่ออกมาจะเป็นตัวละครค่อย ๆ ยืดแขนออกไปจับอย่างนิ่มนวล แต่หากจำนวนที่วาดมีเพียงไม่กี่ภาพเท่านั้น ภาพที่ออกมาจะเป็นตัวละครรีบหยิบสิ่ง ๆ นั้นอย่างรวดเร็ว โดยการกระทำบางอย่างความหมายอาจจะขึ้นอยู่กับจำนวนภาพที่ได้วาดลงไป (Eric, 2008)



รูปที่ 2.9 Timing

ที่มา: Eric, 2008

2.5.4.10 การเสริมเกินจริง (Exaggeration) หลักการนี้เป็นการวาดเสริมของท่าทางอารมณ์ และการกระทำที่เสริมเพิ่มเกินจากความเป็นจริงไป โดยบางครั้งการวาดแอนิเมชันโดยยึดตามหลักความเป็นจริงจนเกินไปอาจทำให้ตัวงานนั้นดูทึบและเกิดความน่าเบื่อได้ โดยการวาดเสริมไม่ได้หมายถึงแค่การวาดให้หลุดออกจากความเป็นจริงเพียงเท่านั้น แต่เป็นการแสดงออกที่ออกมามากกว่าปกติ เช่น หากวาดตัวละครที่กำลังเสียใจ ก็เสริมให้เป็นท่าทางที่เสียใจอย่างมาก น้ำมูกไหล น้ำตาท่วม หรือการโกรธที่เพียงย่นคิ้วลงก็เพิ่มอารมณ์ให้โกธร กำหมัด อ้าปากค้าง (Adobe, 2023b)

รูปที่ 2.10 Exaggeration

ที่มา: Williams, 2009

2.5.4.11 การวาดรูปที่มีน้ำหนัก (Solid Drawing) หลักการนี้เป็นการที่ว่าด้วยการวาดให้อยู่ในพื้นที่แบบสามมิติ นั้นคือสิ่งที่วาดจะดูมีมวล น้ำหนัก และความสมดุล หรือก็คือการ

วาดภาพให้ไม่ดูแบนเรียบไปกับกระดาษแต่วาดให้ดูเหมือนในกระดาษนั้นมีมิติอยู่ข้างใน อย่างเช่น ในการวาดแทนที่จะออกแบบโดยใช้สี่เหลี่ยมหรือวงกลม 2 มิติ ให้ใช้เป็นทรงสี่เหลี่ยมหรือทรงกลมแทน หรือการวาดสิ่งของภายในฉากให้หลีกเลี่ยงเส้นขนานกับฉาก เพราะจะทำให้ภาพวาดดูเรียบ (AlanBeckerTutorials, 2017)

รูปที่ 2.11 Solid Drawing

ที่มา: Johnston & Thomas, 1981

2.5.4.12 เสน่ห์และเอกลักษณ์ (Appeal) หลักการนี้เป็นการที่ตัวละครที่ผู้คนได้ชมหรือดูนั้นอยากจะมองดู โดยสิ่งนี้จะหมายถึงตัวละครทั้งหลายไม่ได้เพียงแค่ตัวหลักเท่านั้น ตัวละครคู่แข่ง หรือตัวร้าย โดยสิ่งที่ผู้ชมจะมองดูไม่ได้จำกัดอยู่เพียงหน้าตาเท่านั้นแต่หมายถึงความน่าสนใจในการออกแบบตัวละครนั้น อย่างตัวละครที่แข็งแรง ถ้าวาดเป็นหน้าอกและแขนขนาดใหญ่และวาดช่วงขาให้เล็กเพื่อเสริมจุดเด่นของแขน (AlanBeckerTutorials, 2017)

รูปที่ 2.12 Appeal
ที่มา: Tim, 2009

แอนิเมชันเป็นงานภาพเคลื่อนไหวโดยการนำภาพนิ่งมาประกอบเข้าด้วยกัน ในการผลิตแอนิเมชันนั้นมีขั้นตอนในการทำงานแบ่งออกเป็นสามส่วนด้วยกัน ขั้นแรกขั้นตอนการเตรียมการก่อนการดำเนิน (Pre-Production) เป็นส่วนรวบรวมและวางข้อมูลรายละเอียดพื้นฐานสำหรับการผลิต ขั้นที่สองขั้นตอนการดำเนินการ (Production) เป็นการแบ่งแยกสัดส่วนให้แต่ละทีมและลงมือผลิตผลงานและขั้นสุดท้ายขั้นตอนหลังการดำเนินการ (Post Production) เป็นการเก็บรายละเอียดของงานโดยใส่เสียง ปรับสีภาพ หรือใส่เอฟเฟคต่าง ๆ ให้งานนั้นเสร็จสมบูรณ์พร้อมเผยแพร่ โดยในการทำแอนิเมชันนั้นจะยึดหลักพื้นฐาน 12 ข้อเพื่อให้ตัวงานมีความน่าสนใจและมีการดำเนินงานในแต่ละทีมไปในทางเดียวกัน

2.6 แอนิเมชัน 2 มิติ

2.6.1 แอนิเมชัน 2 มิติ เป็นหนึ่งในรูปแบบหนึ่งของงานแอนิเมชัน โดยจะเป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหวภายในพื้นที่ 2 มิติ โดยการวาดภาพลงไปเป็นภาพ ๆ แต่มีการเปลี่ยนตำแหน่งที่แตกต่างกันในแต่ละภาพและนำภาพเหล่านี้มาต่อเรียงกันจนมองเห็นเป็นภาพที่เคลื่อนที่ได้ (Daniels, 2023) สำหรับการวาดลงจะมีทั้งการวาดลงในกระดาษโดยจะเป็นวิธีการวาดแบบดั้งเดิมในสมัยก่อน ต่อมาก็มีการใช้โปรแกรมสำหรับการวาดภาพเพื่อทำแอนิเมชันมาโดยเฉพาะเพื่อช่วย

ให้สามารถทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยเทคนิคการวาดนั้นมีอยู่หลากหลายวิธีแล้วแต่ว่าจะเลือกใช้แบบไหน อาจมีการวาดลงไปในกระดาษและนำเส้นวาดเหล่านั้นมาลงสีต่อภายในโปรแกรม หรือวาดและลงสีจนเสร็จตั้งแต่ในกระดาษ (มิสเตอร์มีสตูดิโอ, 2560)

2.6.2 แนวทางการวาดตัวละครสำหรับแอนิเมชัน (Eric, 2008)

2.6.2.1 การออกแบบตัวละคร (Character Design) จะขึ้นอยู่กับรูปแบบของงานแอนิเมชันที่จะทำและจำนวนงบประมาณที่จะลงทุนในการสร้างตัวแอนิเมชันนั้น โดยสิ่งที่จะกำหนดรูปแบบการออกแบบจะอยู่ที่ ตัวงานแอนิเมชันมีความความสมจริงขนาดไหน เป็นตัวการ์ตูนน่ารัก หรือรูปแบบคนเสมือนจริง มีรายละเอียดที่จะแสดงให้ผู้ชมมองตัวละครที่จุดใด มีชุดเสื้อผ้าการแต่งกายที่จะสะท้อนถึงนิสัยให้เป็นตัวละครแบบไหน ลักษณะท่าทางการยืน โดยในแอนิเมชันหากมีตัวละครหลายตัวก็ต้องออกแบบให้ตัวละครเหล่านั้นมีเส้นหรือลักษณะอยู่ในโลกเดียวกัน

2.6.2.2 ท่าทางสะท้อนอารมณ์ (Attitude Pose) เป็นการวาดลักษณะท่าทางของตัวละครที่จะสื่อว่าขณะที่ทำท่าทางหรือการกระทำนั้น ตัวละครกำลังรู้สึกอย่างไร เพื่อเป็นการสื่อสารให้ผู้รับชมสามารถเข้าใจและอ่านเนื้อเรื่องที่กำลังดำเนินได้ง่ายได้ โดยท่าทางของตัวละครจะประกอบรวมไปด้วยหลายส่วนของร่างกายรวมเข้าด้วยกันเพื่อสื่อสาร อย่างเช่นหากตัวละครกำลังทำการพูด สายตาที่มองมีการมองไปกับอีกตัวละครที่พูดอยู่หรือสายตามองทางซ้ายขวาไปมา องศาของหน้ามองตรงหรือก้มลงพื้น หรือตำแหน่งหรือลักษณะของมือที่ปล่อยวางหรือกำหมัดแน่น ลักษณะที่แตกต่างกันเหล่าจะเป็นการบ่งบอกถึงอารมณ์ที่ตัวละครกำลังรู้สึกอยู่ โดยการวาดท่าทางแบบนี้ยังช่วยให้ผู้รับชมสามารถเข้าใจลักษณะนิสัยหรือบุคลิกของตัวละครที่อยู่ในแอนิเมชันได้อีกด้วย โดยท่าทางเหล่านี้ไม่จำเป็นต้องเสริมจนดูเกินจริง แต่ให้วาดให้ดูเป็นท่าทางที่เป็นธรรมชาติ

2.6.2.3 ท่าทางการแสดงที่ดี (Good Acting) หมายถึงท่าทางหรือปฏิกิริยาต่อการกระทำที่โน้มนาวให้ผู้ชมดูว่าตัวละครนั้นมีตัวตนอยู่ มีอารมณ์ ความรู้สึก ไม่ใช่เพียงภาพวาดที่ขยับไปมาในฉาก ไร้ความรู้สึก ท่าทางเหล่านี้เป็นการแสดงของตัวละครที่มีการตอบสนองกับสิ่งที่เกิดขึ้นภายในเรื่อง ลักษณะท่าทางการเดิน การพูดคุยกับตัวละครอื่น การแสดงหรือตอบสนอง การเปลี่ยนของอารมณ์หนึ่งไปสู่อีกอารมณ์ เช่น หากตัวละครมีนิสัยเจ้าเล่ห์ จะเดินท่าทางแบบใด มีท่าทางประจำอย่างการจับเคราหรือซุกมือลงในกระเป๋ากางเกงหรือไม่ ลักษณะการพูดเป็นแบบใด สิ่งเหล่าที่จะเป็นลักษณะนิสัยที่ผู้วาดกำหนดลงไปในตัวละคร ว่าในทั้งเรื่องตัวละครนี้จะมีท่าทางการแสดงอย่างไรตลอดทั้งเรื่อง ให้ผู้ดูสามารถรับรู้ได้ว่าตัวละครนี้มีชีวิต

แอนิเมชัน 2 มิติเป็นการวาดภาพที่เคลื่อนที่ลงในพื้นที่ 2 มิติ โดยวาดออกมาหลาย ๆ ภาพในตำแหน่งที่ต่างกันไปทีละเล็กน้อยและนำมาเล่นเรียงต่อกันจนเห็นเป็นภาพเคลื่อนไหว โดยในปัจจุบันมีการใช้เทคนิคที่หลากหลายเพื่อช่วยสำหรับการทำงานให้สะดวกขึ้น โดยสำหรับการออกแบบตัวละครสำหรับงานแอนิเมชันนั้น จะออกแบบให้เป็นที่จดจำ มีเอกลักษณ์ มีบุคลิกภาพที่ชัดเจนที่สามารถมองการกระทำของตัวละครนั้นและสามารถสื่อถึงตัวตนของตัวละครนั้นได้

2.7 กรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 กรณีศึกษาผลงานแอนิเมชัน

จากการศึกษาผลงานแอนิเมชันเรื่อง เรื่อง เราลองคำนวณดู คุณได้ตายไปแล้ว (We Did The Math - You Are Dead!) โดยควอสกาซัง (Kurzgesagt – In a Nutshell, 2023) ทางสื่อสังคมออนไลน์ยูทูบ (Youtube) (Kurzgesagt – In a Nutshell, 2023) พบว่าได้มีการใช้แอนิเมชันโดยแนวภาพแบบอินโฟกราฟิก ในการเล่าเรื่องประกอบกับคำบรรยาย ทำให้สามารถเข้าใจคำอธิบายได้ง่าย เมื่อดูพร้อมกับภาพ มีการใช้สีที่สดใส มีความน่าดึงดูด และน่าติดตามเรื่องราว แต่การใช้ภาพแบบอินโฟกราฟิก แม้จะทำให้สามารถถ่ายทอดเรื่องราวความรู้ออกมาได้มาก แต่คนดูจะต้องมีความรู้และความสนใจอยู่แล้วในระดับหนึ่งจึงจะสามารถเข้าใจในเนื้อหาได้ดี การใช้ภาพแบบอินโฟกราฟิกจึงอาจจะไม่เหมาะกับการนำเสนอที่จะดึงดูดกลุ่มคนทั่วไปที่ยังไม่มีความรู้เรื่องจักรวาลและดวงดาวมากนัก

รูปที่ 2.13 แอนิเมชันเรื่อง We Did The Math - You Are Dead!

ที่มา: Kurzgesagt – In a Nutshell, 2023

จากการศึกษาผลงานแอนิเมชันเรื่อง หนึ่งก้าวเล็ก (One Small Step) โดย ซีจีมีตอัป (CGMeetup) ทางสื่อสังคมออนไลน์ยูทูบ (Youtube) (CGMeetup, 2018) พบว่าได้มีการเล่าเรื่องแบบใช้ตัวละครนำ โดยเป็นแอนิเมชันแบบ 3 มิติแบบไม่มีบทพูดแต่จะใช้ดนตรีต่าง ๆ เป็นการดึงอารมณ์และดำเนินโดยใช้ภาพบอกเล่าเรื่องราว ในการสื่อสารให้ผู้ชมได้เข้าใจ มีการใช้สีในฉากต่าง ๆ ที่สื่อถึงอารมณ์ของตัวละครในเรื่อง ทำให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงอารมณ์ของตัวละครในเรื่องได้ง่าย การวางเนื้อเรื่องมีความเข้าใจได้ง่าย มีความน่าสนใจและน่าติดตามตลอดระยะเวลาการนำเสนอของเรื่องราว

รูปที่ 2.14 แอนิเมชันเรื่อง One Small Step

ที่มา: CGMeetup, 2018

จากการศึกษาผลงานแอนิเมชันเรื่อง ทีวีซีโพคาลิสวีต – ดาวมัธยมปลาย (TVC Pocari Sweat - Bintang SMA) โดย โพคาลิไอดี (PocariID) โดยเป็นแอนิเมชันแนวโฆษณาความยาว 1 นาที โดยตัวแอนิเมชันเป็นการสร้างเพื่อโปรโมตน้ำแร่โพคาลิ ทำให้ภายในงานมีการใช้โทนเรื่องที่มีความสดใสและการใช้ฉากที่เกี่ยวกับน้ำและความเย็นประกอบในระหว่างเรื่องให้แสดงถึงความสดชื่น และในช่วงท้ายของก็แสดงให้เห็นถึงตัวละครดื่มสินค้าหลังจากการเดินทางอันเหน็ดเหนื่อยของตัวละคร ทำให้สามารถแสดงถึงจุดเด่นของตัวสินค้าให้แก่ผู้รับชมได้อย่างลงตัว สำหรับเสียงภายในเรื่องจะเป็นเสียงประกอบการกระทำภายในฉากและเสียงตัวละครของตัวละครหลักเป็นคนพูด โดยขณะนั้นภาพจะเป็นการเดินทางของตัวละครแต่จะไม่ได้เป็นภาพของคำพูดที่กำลังพูดในขณะนั้น ๆ ให้ความรู้สึกของเรื่องการบรรยาย ความรู้สึกของตัวละครในขณะกำลังเดินทาง ทำให้ตัวแอนิเมชันมีความน่าสนใจ และสีของภาพที่น่าติดตาม (PocariID, 2019)

รูปที่ 2.15 แอนิเมชันเรื่อง TVC Pocari Sweat - Bintang SMA

ที่มา: PocariID, 2019

ผู้วิจัยจึงสนใจนำเอาเทคนิคการนำตัวละครมาเป็นตัวนำเรื่อง และใช้การดำเนินเรื่องแบบไม่มีบทพูด ใช้ดนตรีในการชักนำและดึงอารมณ์เพื่อให้เนื้อเรื่องมีการเข้าถึงได้ง่ายต่อกลุ่มคนทั่วไป มีการใช้สีที่มีความสดใสน่าดึงดูด และใช้สีให้เข้ากับสถานการณ์ให้สามารถถ่ายทอดฉากอารมณ์ในช่วงนั้นได้ง่าย โดยนำเทคนิคเหล่านี้มาเป็นแนวทางในการสร้างผลงานแอนิเมชัน 2 มิติเพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์ แก่กลุ่มเยาวชน เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จักรภัทร เครือฟัก และรุจโรจน์ แก้วอุไร (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่องการรับรู้และความพึงพอใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจ่านกร้องที่มีต่อสื่อประกอบการเรียนรู้แบบอินโฟกราฟิก รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ โดยจากผลการวิจัย พบว่า การใช้สื่อในการนำเสนอด้วยภาพแบบอินโฟกราฟิก นั้นมีผลต่อการเรียนรู้ โดยนักเรียนได้มีความรู้และความสนใจต่อเรื่องดาราศตร์และอวกาศ อย่างมากขึ้นโดยมีนัยสำคัญ

พรรณี ลีกิจวัฒนา, มณฑล อินแบน และอัคพงศ์ สุขมาตย์ (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย เรื่อง โลกและอวกาศ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยได้ค้นพบว่า การใช้บทเรียนมัลติมีเดียในการนำมาใช้สู่การเรียนการสอนนั้น ส่งเสริมให้นักเรียนมีความเข้าใจเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ หลังจากการได้เรียนรู้แล้ว

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Nolby (2012) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การนำเสนอดาราศาสตร์สู่หลักสูตรฟิสิกส์ระดับมัธยมปลายผ่านการใช้หอดูดาวของมหาวิทยาลัยดาโคตะเหนือ โดยเก็บผลสำรวจหลังการสอนและอธิบายจากเด็กนักเรียนท้ายคาบจากแบบสำรวจโดยไม่ลงนามในของทุกวันเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ได้ผลลัพธ์คือการใช้วิดีโอ รูปภาพ ไดอะแกรม แอนิเมชัน และแบบจำลองเข้ามารวมกับการนำเสนอค่อยข้างได้ผลตอบรับในเชิงบวกต่อนักเรียนจากส่วนมาก การนำเสนอจะส่งผลทั้งทัศนคติในเชิงบวกและลบขึ้นอยู่กับหัวข้อที่นำเสนอ เช่น ในหัวข้อที่ใช้วิดีโอในการนำเสนอในส่วนหนึ่งของคาบเรียนนักเรียนให้ความสนใจในส่วนนั้น แต่ก็สามารถพูดได้ว่าส่วนที่เหลือของคาบเรียนนั้นไม่น่าสนใจเท่าไหร่ แต่จากผลการวิจัยโดยรวมของแต่ละคาบเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและสนุกไปกับความรู้

Jackson (2013) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง อิทธิพลของทีวีและหนังต่อความสนใจในเรื่องอวกาศและวิทยาศาสตร์ โดยได้เก็บผลสำรวจโดยใช้วิธีเปิดแบบสำรวจ ได้มีผู้เข้าร่วมและทำแบบสำรวจจนเสร็จทั้งหมด 251 คน ในการดูรายการทีวีประเภทสารคดี ซีรีย์ หนังและอื่น ๆ ที่เป็นหัวข้อเกี่ยวกับอวกาศ โดยได้ผลลัพธ์คือ สื่อบันเทิงนั้นมีอิทธิพลหลักที่ช่วยส่งเสริมต่อความสนใจ แต่ก็ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงแค่แนวรายการประเภทเดียวเท่านั้น รายการจำพวกภาพยนตร์ รายการเด็ก รายการบันเทิง และสารคดีล้วนมีผลส่งเสริมต่อความสนใจของผู้คนทั้งสิ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วทำให้ได้ข้อสรุปว่าการนำเสนอเพื่อเชิญชวนให้เกิดความสนใจโดยใช้สื่อสำหรับการนำเสนอประกอบ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบนั้น มีส่วนช่วยส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในความรู้ได้ดียิ่งขึ้นและสามารถถึงความสนใจต่อผู้คนได้มากขึ้น ในการศึกษาความรู้ด้านดาราศาสตร์นั้นเป็นการศึกษาความรู้ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความก้าวหน้าของเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังเป็นการศึกษาปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างที่เกิดขึ้นบนโลกเช่น ปรากฏการณ์น้ำขึ้นน้ำลง ฤดูกาล หรือภัยพิบัติทางธรรมชาติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นโดยการศึกษาความรู้ด้านดาราศาสตร์จะทำให้สามารถรู้ว่าเมื่อเกิดภัยพิบัติจะต้องทำอะไร อย่างไร เพื่อสามารถปกป้องให้ตนสามารถปลอดภัยได้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดทำอนิเมชัน 2 มิติมาจัดทำเพื่อส่งเสริมให้เยาวชนเกิดความสนใจใน กลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง “การออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว” มีระเบียบการวิธีการวิจัยดังนี้

3.1 การศึกษารวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3.2 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการดำเนิน (Pre-Production)
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ (Production)
3.4 ขั้นตอนหลังการดำเนินการ (Post Production)
3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การศึกษารวบรวมข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากผลการศึกษารวบรวมทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวิชาการทางด้านดาราศาสตร์และแอนิเมชัน 2 มิติได้พบว่า ในด้านดาราศาสตร์แม้ภายในประเทศไทยจะได้มีการวางหลักสูตรการเรียนรู้มาตั้งแต่อดีตมานานแล้ว แต่เป็นเพียงการวางหลักสูตรระดับเบื้องต้นและเป็นวิชาแยกย่อยเท่านั้น ยังไม่ได้มีการจัดเป็นวิชาการศึกษาโดยเฉพาะทาง เนื่องด้วยการพัฒนาทางเทคโนโลยีและความรู้ด้านดาราศาสตร์ในสมัยก่อนยังไม่ก้าวหน้าและเผยแพร่มากเพียงพอ โดยแม้การนำเข้ามาของวิชาความรู้ด้านดาราศาสตร์จะพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน แต่สำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาและเรียนรู้อย่างจริงจังจนสามารถดำเนินประกอบอาชีพได้นั้น ภายในประเทศไทยจะยังมีความยากลำบากอยู่ ด้วยการที่แม้ผู้ที่มีความสนใจในด้านดาราศาสตร์ยังเข้าถึงได้ยาก ทำให้วิชาด้านดาราศาสตร์นั้นถูกมองว่าจากบุคคลทั่วไปว่าเข้าถึงได้ยาก แต่ในความเป็นจริงความรู้ทั่วไปในด้าน

ดาราศาสตร์ที่บุคคลทั่วไปสามารถเข้าถึงได้นั้น มีอยู่ด้วยกันหลากหลายวิธีอย่างเช่น หอดูดาว หรือท้องฟ้าจำลองที่ได้จัดตั้งอยู่ทั่วประเทศเพื่อเป็นแหล่งความรู้แก่กลุ่มประชาชนในทุกช่วงวัย

สำหรับแอนิเมชัน 2 มิติผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านวิธีการทำงานและการแบ่งเป็นขั้นตอนของแอนิเมชัน เพื่อให้ง่ายต่อจัดทำและการสร้างสรรค์ผลงาน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเทคนิคการทำในด้านแนวภาพ การออกแบบ และการเล่าเรื่องภายในงานแอนิเมชันเพื่อสามารถถ่ายทอดเนื้อหาให้แก่ผู้รับชมสามารถเข้าใจได้ง่ายและมีความสนุกไปกับผลงาน จากการศึกษารวบรวมข้อมูล แล้วนำมาวิเคราะห์และสังเคราะห์แล้ว ผู้จัดทำจึงจะนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้สำหรับการวางแผนในการผลิตต่อไป

3.2 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนการดำเนิน (Pre-Production)

3.2.1 การเขียนบท (Story)

3.2.1.1 แก่นของเรื่อง (Premise)

ในสำหรับแก่นเรื่องในงานวิจัยการออกแบบงานแอนิเมชัน 2 มิติเพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์ แก่กลุ่มเยาวชน เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว นี้ผู้วิจัยได้จัดทำโดยเป็นการส่งเสริมให้เห็นถึงความสวยงามและเส้นทางการเข้าถึงข้อมูลในด้านดาราศาสตร์ที่เยาวชนทั่วไปสามารถเข้าถึงได้

3.2.1.2 เนื้อหาแนวทางของแอนิเมชัน

สำหรับตัวเนื้อหาภายในแอนิเมชันจะจัดทำในรูปแบบลักษณะตัวอย่างหนัง (Trailer) ภายในงานจะนำโดยตัวละครที่ดำรงชีวิตและในระหว่างนั้นก็จะแสดงช่องทางที่สามารถเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับดวงดาวต่าง ๆ อย่างทางหนังสือ สื่อทางออนไลน์ โปสเตอร์ ในระหว่างวันเพื่อเป็นการสื่อสารและส่งเสริมให้แก่ผู้รับชม

3.2.2 การออกแบบภาพ (Visual Design)

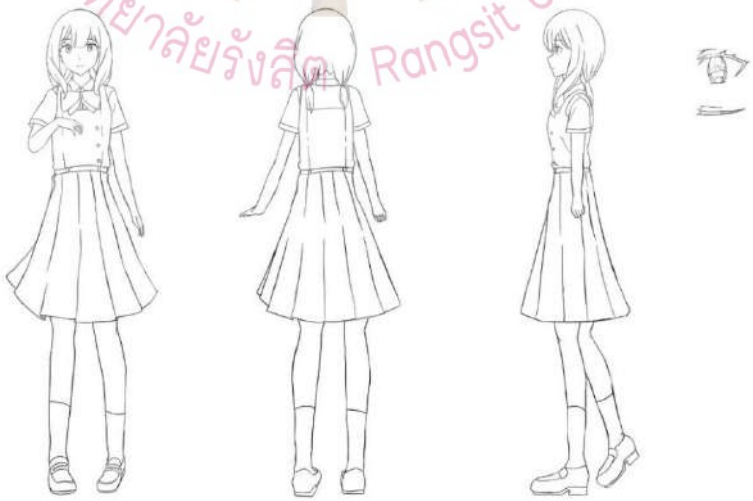
3.2.2.1 การออกแบบตัวละคร (Character Design)

ตัวละครภายในเรื่องผู้วิจัยได้ออกแบบเป็นตัวละครหลักหนึ่งตัวในการดำเนินเรื่องและภายในฉากในมีตัวละครประกอบอื่น ๆ เพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในฉากนั้น โดยตัวละครหลักจะให้เป็นนักเรียนหญิงที่มีลักษณะนิสัยสดใส และมีความน่ารักให้เหมาะสมเข้ากับช่วงอายุ

การออกแบบจะเริ่มจากการวาดแบบเส้นหยาบ ในขั้นตอนนี้จะเป็นการวาดตัวละครแบบเส้นร่างในหลาย ๆ แบบเพื่อให้สามารถรวบรวมความคิดได้หลากหลาย ทั้งรูปแบบชุดของตัวละครหรือทรงผม โดยหลังการวาดออกแบบและเลือกแบบที่ต้องการได้แล้วจึงจะนำมาลงเส้นให้เรียบร้อย

รูปที่ 3.1 ภาพร่างของตัวละคร

หลังจากทำการตัดเส้นเรียบร้อยแล้วจะนำตัวละครที่ได้วาดมานั้นมาวาดเป็นภาพแสดงด้านหน้าและหลัง เพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นแบบภายหลังในงานแอนิเมชันภายในเรื่องได้



รูปที่ 3.2 ภาพลงเส้นของตัวละคร

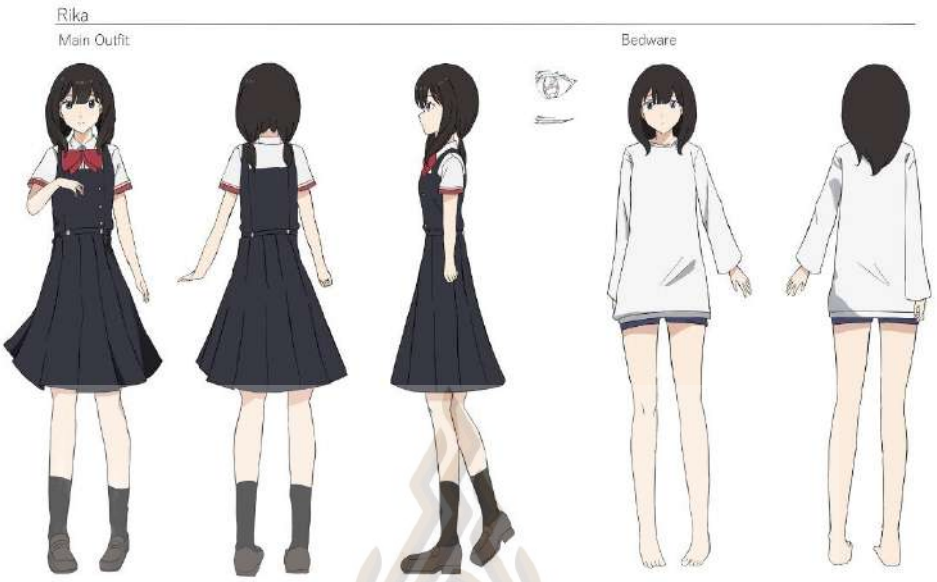
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สำหรับสีของตัวละครจะนำตัวละครนั้นมาลงสีในหลาย ๆ แบบเพิ่มให้สามารถดูความเข้ากันของสีกับเส้น นอกจากนี้ยังเพื่อช่วยให้มีตัวเลือกที่เพิ่มมากขึ้น

รูปที่ 3.3 การลองลงสีของตัวละครแบบที่ 01

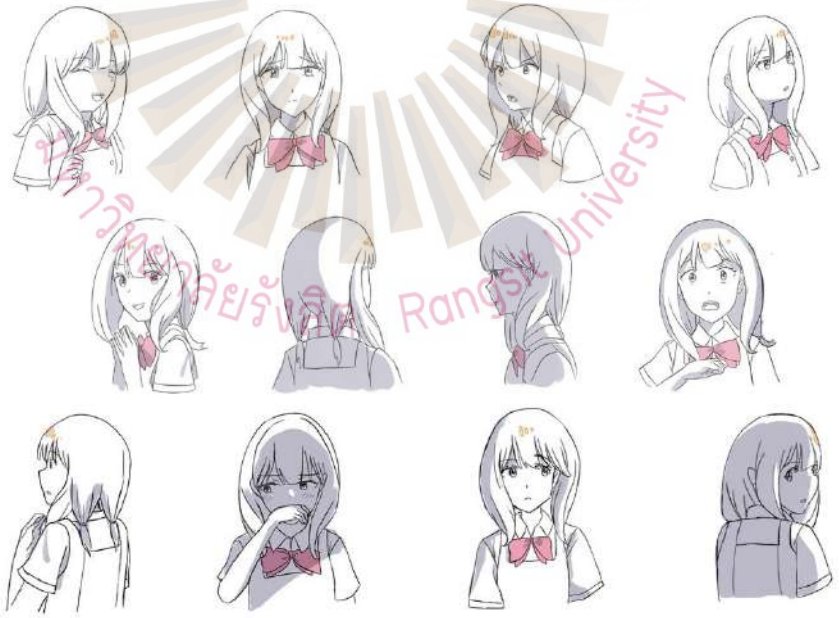
รูปที่ 3.4 การลองลงสีของตัวละครแบบที่ 02

เมื่อกำหนดสีของตัวละครที่จะใช้ได้แล้ว ก็จะนำมาลงสีในภาพหน้าและหลังของตัวละครเพื่อนำไปใช้เป็นแบบในงานแอนิเมชัน

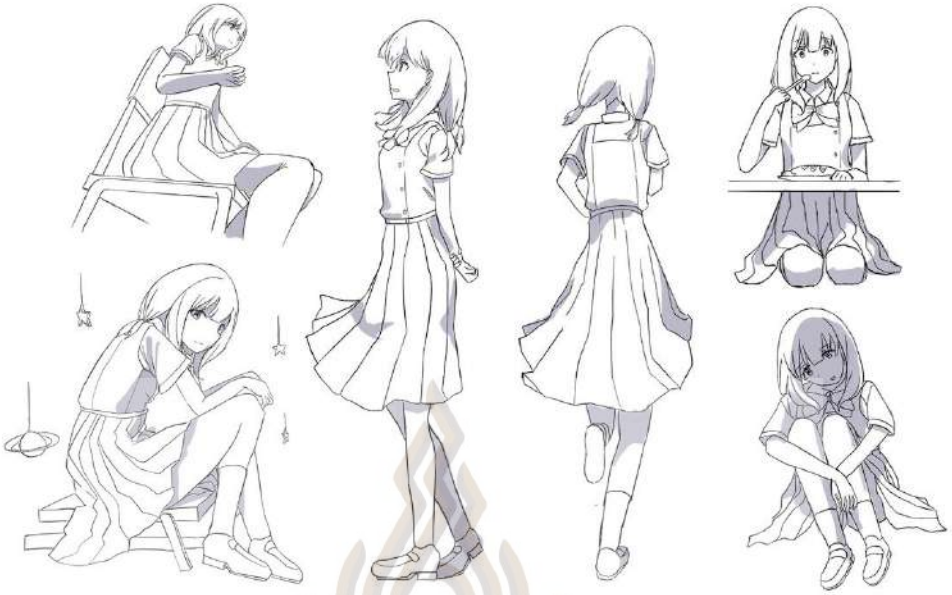


รูปที่ 3.5 ภาพแบบตัวละคร

หลังจากกำหนดตัวละครที่จะใช้ภายในเรื่องได้แล้วก็จะทำการวาดสีหน้าของตัวละครและท่าโพส เพื่อให้สามารถเห็นมุมด้านต่าง ๆ ของตัวละครได้หลากหลายมากขึ้น



รูปที่ 3.6 ภาพออกแบบสีหน้าของตัวละคร



รูปที่ 3.7 ภาพออกแบบท่าทางของตัวละคร

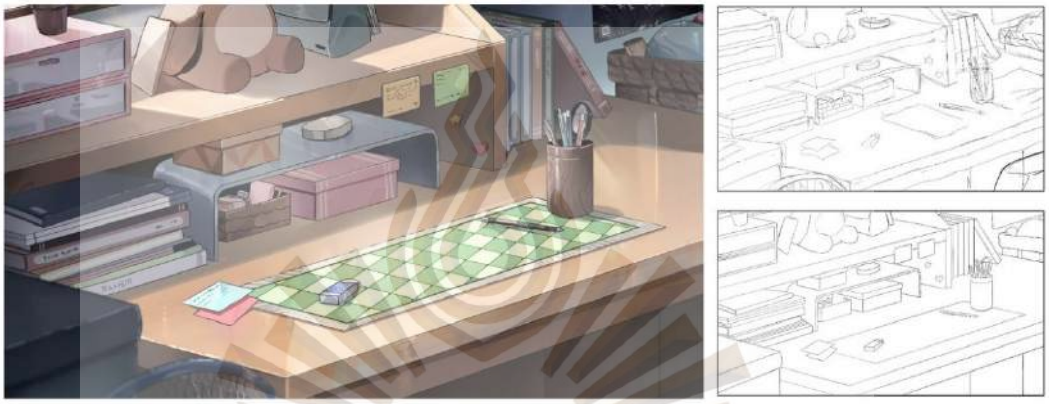
นอกจากนี้จะมีการวาดสิ่งของประกอบตัวละคร โดยสิ่งของที่วาดจะเป็นของติดตัวที่ตัวละครใช้หรือถือติดตัวที่มีปรากฏภายในฉาก

รูปที่ 3.8 ภาพสิ่งของติดตัวของตัวละคร

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.2.2.2 การออกแบบฉาก (Background Design)

ในการออกแบบฉากนั้นจะเริ่มจากการวาดภาพร่างโดยอาจมีการหาภาพแบบตัวอย่าง (Reference) มาใช้ในการประกอบเพื่อดูเป็นแนวทางการกำหนดตำแหน่งและขนาดของสิ่งของประกอบภายในฉากได้ โดยหลังจากร่างเส้นเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะนำมาตัดเส้นและลงสีต่อไป



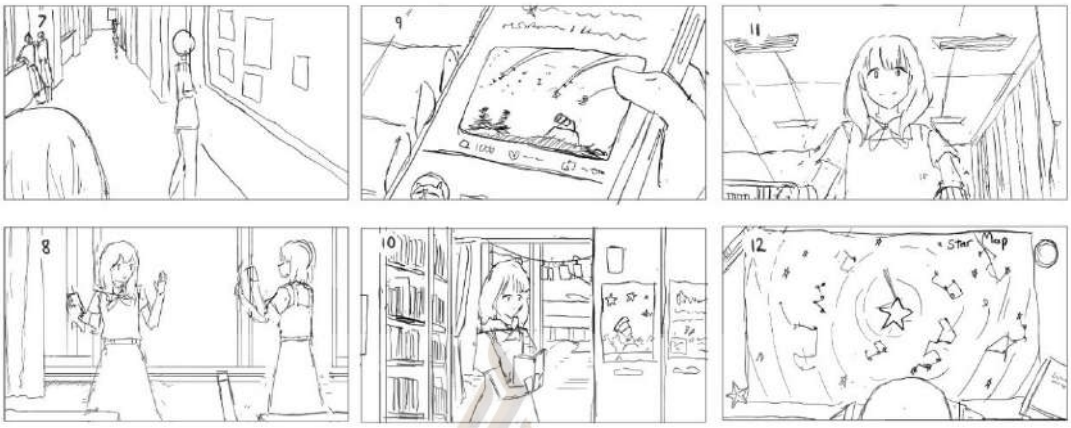
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการวาดภาพฉากประกอบ

3.2.3 บทภาพขนาดย่อ (Thumbnail Board)

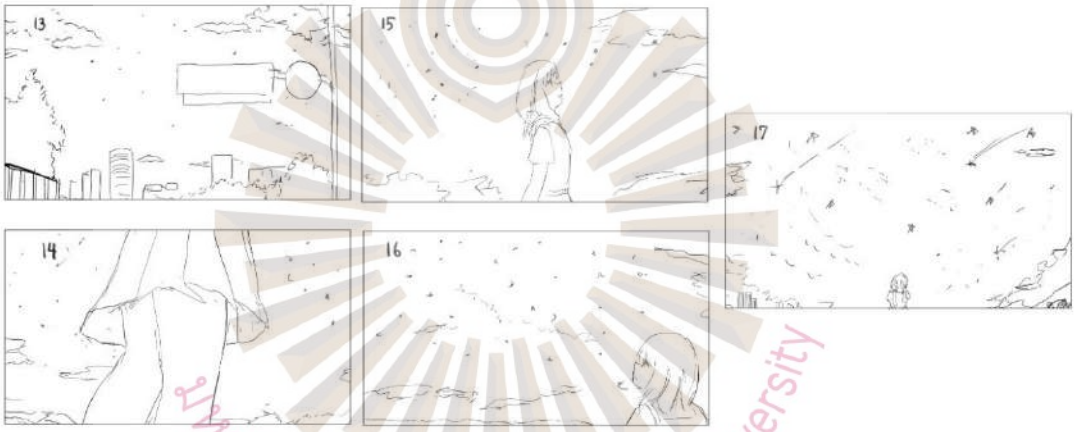
บทภาพขนาดย่อจะเป็นการวาดฉากการดำเนินเรื่องของตัวละครหรือเรื่องราวที่จะเกิดขึ้นโดยยังไม่ลงลึกในส่วนมุมกล้อง หรือฉากแยกย่อยมากนั้น จะเป็นการวาดฉากหลัก ๆ ของเนื้อเรื่องเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพรวมและการเรียบเรียงของเนื้อเรื่องแอนิเมชันได้

รูปที่ 3.10 บทภาพขนาดย่อ 01

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 3.11 บทภาพขนาดย่อ 02

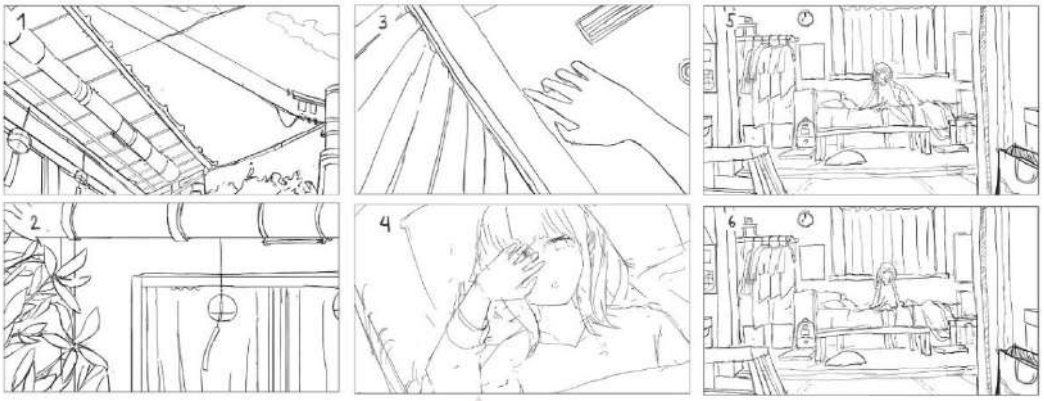


รูปที่ 3.12 บทภาพขนาดย่อ 03

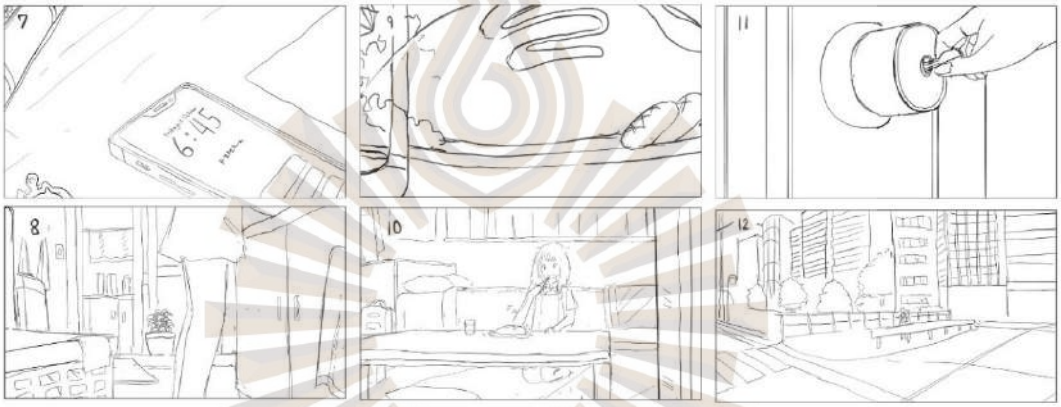
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.2.4 บทภาพขยาย (Shooting Script)

บทภาพขยายจะเป็นการนำภาพจากบทภาพขนาดย่อมาวาดลงรายละเอียดแยกย่อยให้ส่วนของมุมกล้อง ฉากหรือการแสดงสีหน้าของตัวละครภายในเนื้อเรื่องอีกทีให้มีความละเอียดและความชัดเจนมากยิ่งขึ้น



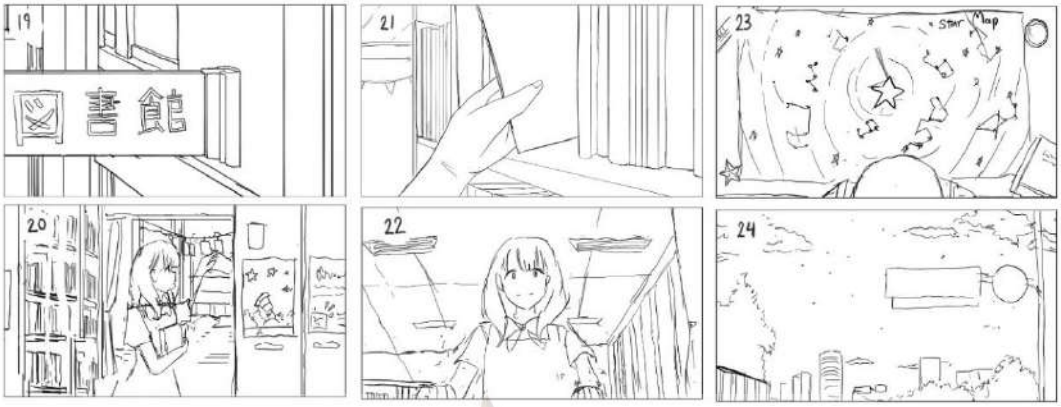
รูปที่ 3.13 บทภาพขยาย 01



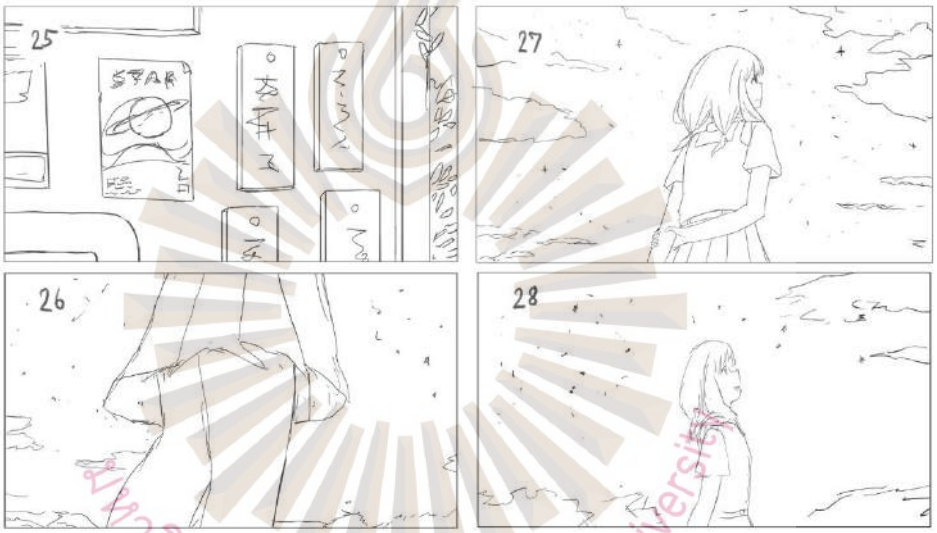
รูปที่ 3.14 บทภาพขยาย 02

รูปที่ 3.15 บทภาพขยาย 03

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ 3.16 บทภาพขยาย 04

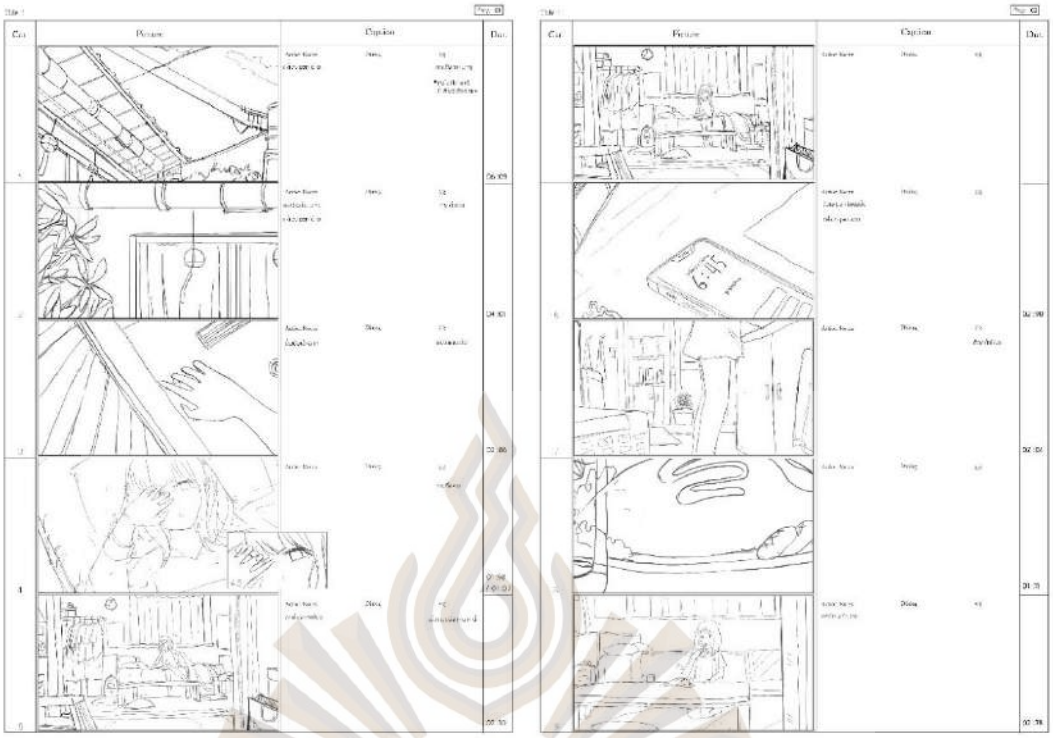


รูปที่ 3.17 บทภาพขยาย 05

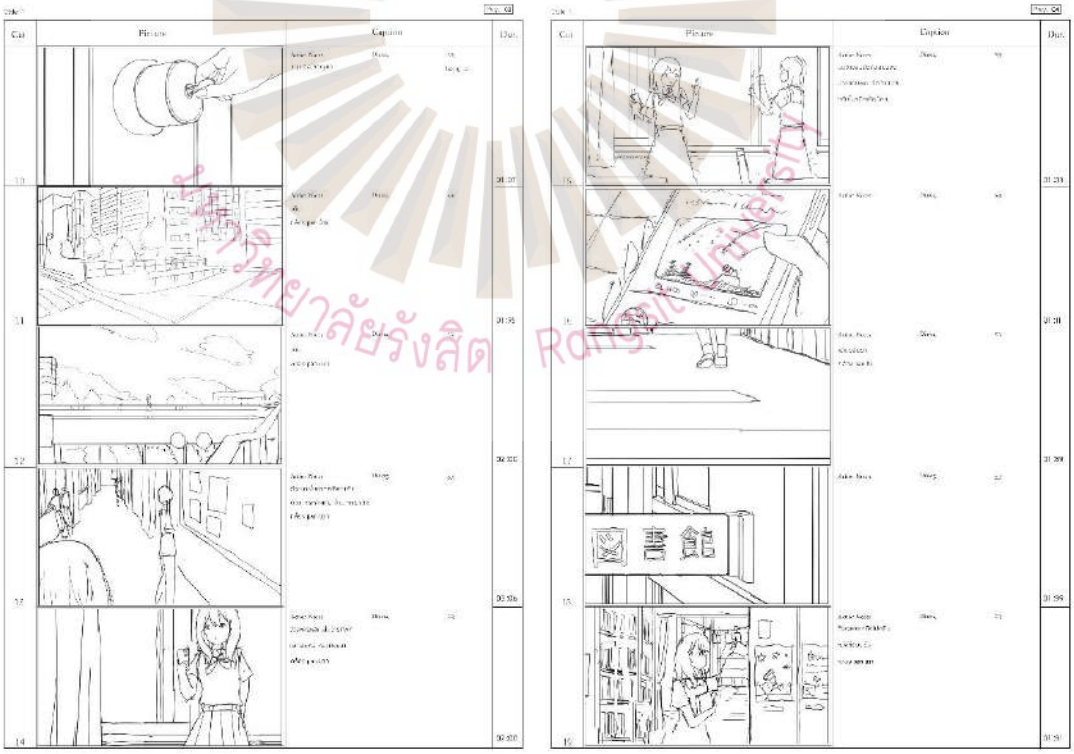
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.2.5 สตอรี่บอร์ด (Storyboard)

สตอรี่บอร์ดจะเป็นการนำภาพจากบทภาพขยายมาเขียนกำกับเวลาและมุมกล้องรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อสามารถนำมาใช้กำกับตัวแอนิเมชันได้



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด 01

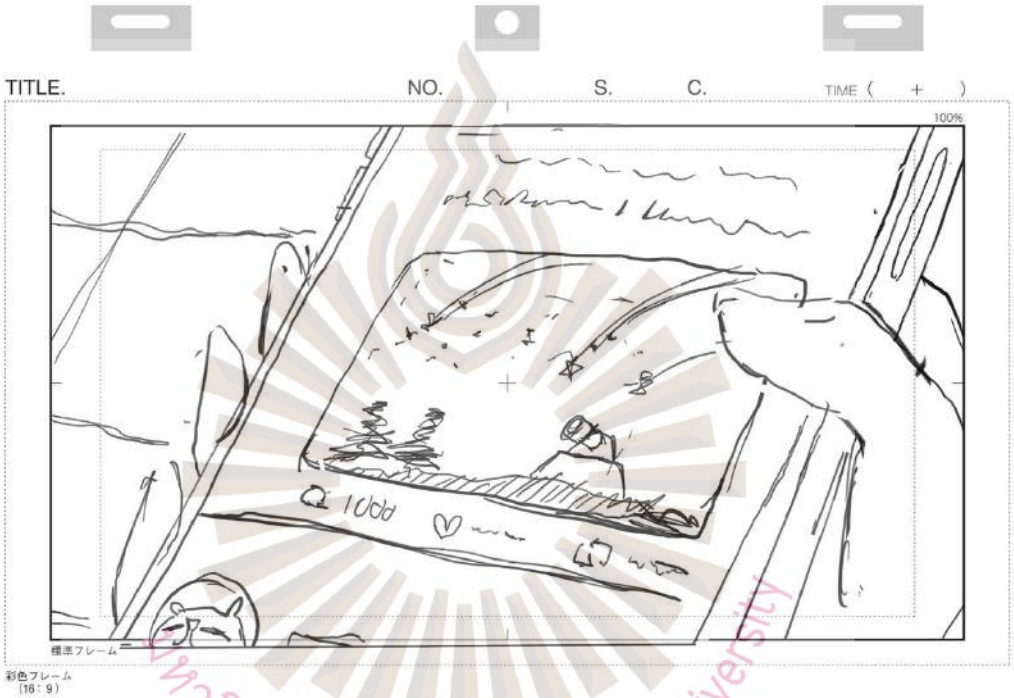


รูปที่ 3.19 ตัวอย่างสตอรี่บอร์ด 02

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.2.6 แอนิเมติก (Animatic)

แอนิเมติกจะเป็นการนำภาพจากบทภาพขยายมาทำการเคลื่อนไหว โดยทำตามการกำกับเวลาที่ได้เขียนเอาไว้ในสตอรี่บอร์ดเพื่อสามารถนำมาดูเป็นแบบอย่างสำหรับการการกำหนดเวลาคร่าว ๆ ของตัวแอนิเมชันก่อนที่จะนำมาทำจริง โดยนอกจากการใส่ภาพเพื่อเคลื่อนไหวแล้วอาจมีการใส่เสียงลงไปเพื่อดูจังหวะเวลาอีกด้วย



รูปที่ 3.20 ตัวอย่างการนำภาพมาจัดทำแอนิเมติก

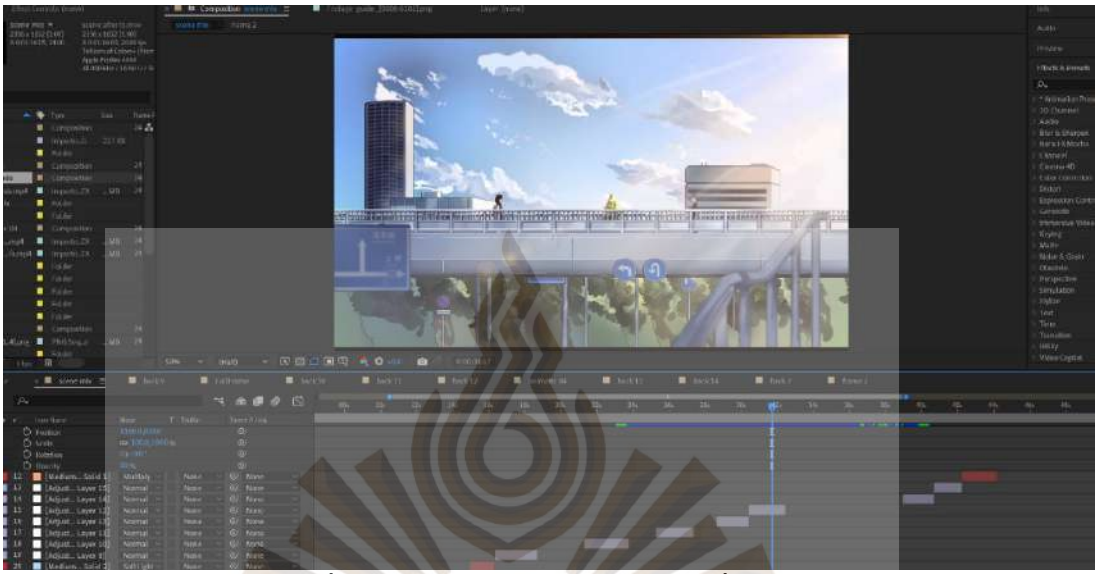
3.3 ขั้นตอนการดำเนินการ (Production)

3.3.1 การวางผัง (Layout) สำหรับการวางผังทางผู้วิจัยได้แบบการทำงานเป็นส่วนของฉากทั้งการร่างภาพ ตัดเส้นและลงสีให้เสร็จสมบูรณ์และส่วนของภาพตัวละครสำหรับการขยับและเคลื่อนไหวในแต่ละฉาก

3.3.2 การทำการเคลื่อนไหว (Animate) ในส่วนนี้จะเป็นการจัดทำการเคลื่อนไหวของตัวละครตามเวลาของแอนิเมติกและสตอรี่บอร์ดที่ได้กำหนดและวางแนวทางไว้ก่อนหน้านี้ โดย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

หลังจากการร่างภาพ ลงเส้น และใส่สีในส่วนของตัวละครเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะนำฉากหลังที่ได้ทำไว้ มาประกอบเข้ากับภาพเคลื่อนไหวของตัวละคร เพื่อให้ฉากนั้น ๆ มีความสมบูรณ์



รูปที่ 3.21 ตัวอย่างการนำภาพทำการเคลื่อนไหว

3.4 ขั้นตอนหลังการดำเนินการ (Post Production)

3.4.1 การประกอบภาพรวม (Composition) หลังจากการวาดภาพ จัดแบ่งเลเยอร์และทำแอนิเมชันในแต่ละฉากเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยจะนำแอนิเมชันในแต่ละฉากนั้นมาตัดต่อรวมเข้าด้วยกันและใส่เอฟเฟคแสงสีเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มน้ำหนักและความสมบูรณ์ให้กับตัวงานแอนิเมชัน โดยสำหรับขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการเก็บงานในส่วนของภาพและสีเป็นขั้นสุดท้ายก่อนที่จะนำไปเผยแพร่ให้แก่ผู้รับชม

3.4.2 ดนตรีและเสียงประกอบ (Music & Sound Effects) สำหรับดนตรีและเสียงประกอบทางผู้จัดทำได้ทำการใส่เสียงในส่วนของแอนิเมติกเพื่อเป็นแนวทางคร่าว ๆ สำหรับการดูเวลาที่ดำเนินการภายในเรื่องและหลังจากนั้นได้ส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านนี้โดยเฉพาะ มาจัดทำดนตรีและเสียงประกอบให้ เพื่อให้ตัวงานนั้นมีความสมบูรณ์

3.5 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ บุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในด้านดาราศาสตร์และงานแอนิเมชัน กลุ่มตัวอย่างคือบุคคลทั่วไปที่สนใจในงานแอนิเมชัน 2 มิติ โดยมีจำนวน 30 คนหรือมากกว่า

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ประกอบการวิจัยได้แก่ “แอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว” โดยมีความยาว 1 นาทีและแบบตอบสอบถาม

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลคือ ให้กลุ่มตัวอย่างรับชมผลงานแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง “ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว” ความยาว 1 นาทีและทำแบบสอบถามที่ได้จัดทำขึ้นโดยแบ่งออกเป็นประเด็นหลัก 3 หัวข้อได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคและด้านผลประโยชน์ในแต่ละประเด็นจะแยกย่อยเป็นประเด็นเล็กจำนวนหนึ่ง ในแต่ละข้อจะจัดเป็นข้อละ 5 คะแนน ตามแบบมาตรวัดเจตคติแบบลิเคิร์ท (Likert rating scales) โดยมีข้อคำถามดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างรูปแบบการตอบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับแอนิเมชัน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้ทำแบบสอบถาม	
ประเด็นคำถาม	
เพศ	ชาย
	หญิง
	อื่น ๆ
อายุ	อายุต่ำกว่า 18 ปี
	อายุ 18-24 ปี
	อายุ 25-34
	อายุ 35-44

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างรูปแบบการตอบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับแอนิเมชัน (ต่อ)

ประเด็นคำถาม					
อายุ	อายุ 44 ปีขึ้นไป				
ส่วนที่ 2 แบบสอบถามรวบรวมข้อมูล					
ประเด็นคำถาม	5 อย่างมาก	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยมาก
ด้านเนื้อหา					
1. เนื้อหาเข้าใจง่ายในระดับใด					
2. เนื้อหามีความน่าสนใจและน่าติดตามในระดับใด					
3. เนื้อหาการเล่าเรื่องส่งเสริมให้เห็นถึงความสวยงามและน่าสนใจของดวงดาวในระดับใด					
ด้านเทคนิค					
1. คุณภาพความสวยงามของภาพอยู่ในระดับใด					
2. การออกแบบตัวละครและฉากมีความสวยงามอยู่ในระดับใด					
3. ดนตรีและเสียงประกอบมีความไพเราะและลงตัวเข้ากับตัวงานภาพในระดับใด					
ด้านประโยชน์					
1. สื่อมีส่วนส่งเสริมให้เกิดความสนใจในด้านดาราศาสตร์ในระดับใด					

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างรูปแบบการตอบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับแอนิเมชัน (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	5 อย่างมาก	4 มาก	3 ปานกลาง	2 น้อย	1 น้อยมาก
ด้านประโยชน์					
2. สื่อเป็นประโยชน์ส่วนหนึ่งช่วยให้ผู้รับชมได้ความรู้ด้านดาราศาสตร์และวิธีการเข้าถึงความรู้ด้านดาราศาสตร์ เช่น จากหนังสือ มือถือ เป็นต้นได้มากขึ้น ในระดับใด					

3.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

การสำรวจโดยใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้นั้นมาหาค่าเฉลี่ยโดยมีหลักเกณฑ์ ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูล และออกแบบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการผลิตผลงานแอนิเมชัน 2 มิติ เพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์ เรื่อง ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว โดยได้เล่าผ่านตัวละครหลักแสดงมุมมองผ่านการดำเนินชีวิตและแหล่งการเข้าถึงข้อมูลด้านดาราศาสตร์ในด้านต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมและถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้รับชม ด้วยแอนิเมชัน 2 มิติ ความยาว 1 นาที

4.1 ผลการผลิตแอนิเมชัน

จากการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์และนำมาเรียบเรียงข้อมูลที่เกี่ยวกับการศึกษาด้านดาราศาสตร์ ผู้วิจัยได้พบว่าสำหรับการศึกษาและเรียนต่อด้านดาราศาสตร์ในประเทศไทยนั้น แม้ในปัจจุบันจะยังคงเข้าถึงได้ยากแต่ก็ได้มีการพัฒนาและนำเข้าสู่หลักสูตรการเรียนรู้อยู่เสมอ โดยแม้การศึกษาจะยังไม่อำนวยการสำหรับผู้ต้องการศึกษาต่อมากนั้น แต่ในการเข้าถึงความรู้สำหรับบุคคลทั่วไปนั้นสามารถเข้าถึงได้ง่ายและมีช่องทางที่หลากหลายในการเข้าถึงความรู้

ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบและจัดทำสื่อแอนิเมชัน 2 มิติเพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้านดาราศาสตร์ โดยได้เล่าเรื่องผ่านแอนิเมชันโดยใช้ตัวละครหลักที่เป็นนักเรียนหญิง สำหรับการเล่าเรื่องจะเป็นการดำเนินชีวิตประจำวันในหนึ่งวันของตัวละครที่ได้กระทำและพบเจอสิ่งต่าง ๆ ผ่านมุมมองของตัวละครหลัก โดยในการดำเนินชีวิตที่ได้แสดงนั้น จะมีการเข้าถึงความรู้ที่เกี่ยวข้องกับดวงดาว ผ่านช่องทางและสื่อต่าง ๆ เช่น มือถือ โปสเตอร์หรือหนังสือความรู้ เพื่อแสดงให้ผู้ชมได้เห็นถึงแหล่งความรู้ด้านดวงดาวนั้น สามารถเข้าถึงได้ง่ายและมีความหลากหลาย

สำหรับในส่วนของภาพทางผู้จัดทำได้ให้ความสำคัญในการใช้สีในการแสดงอารมณ์และสื่อความหมายให้เข้ากับบรรยากาศของฉากในช่วงเวลานั้น โดยภายในตัวเรื่องจะมีบรรยากาศโดยรวมที่สดใส และแสดงความสวยงามจากฉากและตัวละคร ที่นำมารวมเข้าด้วยกัน ส่งเสริมให้แอนิเมชันมีความน่าสนใจและสวยงามยิ่งขึ้น

รูปที่ 4.1 ฉากภายในแอนิเมชัน 01

รูปที่ 4.2 ฉากภายในแอนิเมชัน 02

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ 4.3 ฉากภายในแอนิเมชัน 03

รูปที่ 4.4 ฉากภายในแอนิเมชัน 04

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

4.2 ผลการประเมินจากกลุ่มตัวอย่าง

หลังจากการดำเนินการผลิตและเผยแพร่แอนิเมชัน 2 มิติเรื่อง “ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว” ทางผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คนมาทำแบบสอบถาม หลังจากได้รับชมแอนิเมชันเรียบร้อยแล้ว โดยได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลตอบแบบสอบถาม

ประเด็นคำถาม	$\bar{X}$	SD	แปลผล*
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาเข้าใจง่ายในระดับใด	4.00	0.87	ดี
2. เนื้อหามีความน่าสนใจและน่าติดตามในระดับใด	4.15	0.76	ดี
3. เนื้อหาการเล่าเรื่องส่งเสริมให้เห็นถึงความสวยงามและน่าสนใจของดวงดาวในระดับใด	4.06	0.93	ดี
รวม	4.07	0.85	ดี
ด้านเทคนิค			
1. คุณภาพความสวยงามของภาพอยู่ในระดับใด	4.70	0.53	ดีมาก
2. การออกแบบตัวละครและฉากมีความสวยงามอยู่ในระดับใด	4.39	0.61	ดี
3. ดนตรีและเสียงประกอบมีความไพเราะและลงตัวเข้ากับตัวงานภาพในระดับใด	4.61	0.56	ดีมาก
รวม	4.57	0.56	ดีมาก
ด้านประโยชน์			
1. สื่อมีส่วนส่งเสริมให้เกิดความสนใจในด้านดาราศาสตร์ในระดับใด	3.64	0.93	ดี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 4.1 ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	$\overline{X}$	SD	แปลผล*
ด้านประโยชน์			
2. สื่อเป็นประโยชน์ส่วนหนึ่งช่วยให้ผู้รับชมได้ความรู้ด้านดาราศาสตร์และวิธีการเข้าถึงความรู้ด้านดาราศาสตร์ เช่น จากหนังสือ มือถือ เป็นต้นได้มากขึ้น ในระดับใด	3.67	0.99	ดี
รวม	3.65	0.96	ดี

หมายเหตุ *เกณฑ์การแปลผลคะแนน $\overline{X}$

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ดี

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง ปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง พอใช้

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

จากแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับชมแอนิเมชัน 2 มิติ เรื่อง “ขอบฟ้าจักรวาลดวงดาว” เรียบร้อยแล้วจำนวน 30 คน สรุปความคิดเห็นได้ว่าแอนิเมชัน 2 มิติเรื่องนี้เนื้อหามีความเข้าใจได้ง่าย มีความน่าสนใจและติดตามในส่วนเนื้อเรื่องมีส่วนช่วยในการส่งเสริมให้เห็นถึงความงดงามและความสนใจเกี่ยวกับดวงดาว สำหรับในส่วนของคุณภาพของตัวงานแอนิเมชันอยู่ในเกณฑ์ดีมาก การออกแบบตัวละครและฉากมีความสวยงาม และเสียงมีส่วนช่วยให้งานโดดเด่นขึ้นมาก โดยตัวสื่อแอนิเมชันได้มีส่วนช่วยให้ผู้รับชมได้ประโยชน์และเกิดความสนใจในวิชาด้านดาราศาสตร์มากขึ้น โดยเกณฑ์วัดผลอยู่ในเกณฑ์ดี

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ด้านเนื้อหาภายในแอนิเมชัน 2 มิติ คะแนนผลโดยรวมอยู่ในหลักเกณฑ์ดี สามารถถ่ายทอดเนื้อหาให้ผู้ชมสามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับซ้อนจนเกินไป ตัวเนื้อเรื่องมีความน่าติดตามนอกจากนี้เนื้อหายังมีส่วนช่วยให้ผู้รับชมมีความสนใจในด้านดวงดาวเพิ่มขึ้น ในผู้ชมบางส่วนมีความสนใจที่จะไปศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในเรื่องของดวงดาว

ด้านเทคนิคและการออกแบบในแอนิเมชัน 2 มิติ คะแนนผลโดยรวมอยู่ในหลักเกณฑ์ดี ในส่วนของคุณภาพของภาพและการออกแบบตัวละครอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ฉากมีการออกแบบและการจัดวางมุมภาพสำหรับถ่ายทอดออกมาได้สวยงาม มีการลงรายละเอียดและวางจัดตำแหน่งที่ดีสำหรับการออกแบบตัวละครที่มีความเรียบง่าย แต่มีการเลือกสีที่น่าดึงดูดทำให้มีความน่าสนใจ ในส่วนของเสียงและดนตรีอยู่ในเกณฑ์ดี มีการประกอบเข้ากับภาพได้อย่างลงตัว และมีส่วนช่วยให้สามารถดึงอารมณ์ให้เข้าใจในตัวงานแอนิเมชันได้มากขึ้น

ด้านประโยชน์ในแอนิเมชัน 2 มิติ คะแนนผลโดยรวมอยู่ในหลักเกณฑ์ดี เนื้อหาภายในเรื่องทำให้ผู้รับชมได้ความรู้และแหล่งช่องทางในการเข้าถึงความรู้เกี่ยวกับด้านดาราศาสตร์ได้มากขึ้น นอกจากนี้ผู้ชมมีความสนใจในด้านดาราศาสตร์มากขึ้น โดยมีคะแนนหลักเกณฑ์ในระดับดี

สรุปผลจากการออกแบบแอนิเมชัน 2 มิติเพื่อส่งเสริมกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้านดาราศาสตร์ ผู้วิจัยพบว่า แอนิเมชัน 2 มิติสามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้รับชมมีความสนใจในเรื่องดาราศาสตร์ได้มากขึ้น ได้ผ่านการเล่าเรื่องประกอบไปกับฉากและตัวละคร โดยแม้เวลาการรับชมจะเป็นเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ แต่ก็สามารถถ่ายทอดเนื้อไปสู่ผู้ชมได้ครบถ้วน สำหรับภาพของแอนิเมชันมีความสวยงามและน่าสนใจ การออกแบบฉาก ตัวละคร และดนตรีภายในเรื่องมีการจัดวางและนำมาประกอบได้อย่างลงตัว เนื้อเรื่องมีส่วนช่วยสื่อสารให้ผู้รับชมได้รับความรู้และมีความเข้าใจในแหล่งช่องทางต่าง ๆ ที่สามารถเข้าถึงความรู้ด้านดาราศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

สำหรับแอนิเมชัน 2 มิติในส่วนของเนื้อหา ด้วยความยาวในแอนิเมชันที่มีอยู่จำกัด การวางเนื้อเรื่องจึงจำเป็นต้องวางอย่างรอบคอบ และไม่บีบอัดเนื้อหาลงไปในเรื่องมากเกินไปจนทำให้การเล่าเรื่องดูเร่งรีบ ในส่วนของการสื่อเนื้อหาให้ผู้ชมสามารถเข้าใจได้นั้น หากต้องการจะสื่อโดยไม่ต้องการใช้บทพูด การใช้ดนตรีและเสียงประกอบจะเป็นส่วนสำคัญสำหรับที่ช่วยในการเน้นและดึงอารมณ์ภายในฉากเพื่อสื่อถึงเนื้อหาในส่วนนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับในส่วนของเทคนิคนั้น เนื่องจากเวลาในการจัดทำผลงานนั้นมีเวลาไม่มากนั้น ผู้วิจัยจึงแนะนำให้วางแผนและแบ่งส่วนในการวาดและออกแบบให้ชัดเจน สำหรับการวาดฉากและสิ่งของต่าง ๆ นั้นการหาแบบตัวอย่างมาเป็นแนวทางจะช่วยให้การวาดนั้นมีความชัดเจนและวาดได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้การวาดฉากสำหรับทำแอนิเมชันนั้น ควรจะวาดภาพให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดจอที่จะแสดงและการแบ่งเลเยอร์สำหรับสิ่งของในฉากที่คิดจะนำมาขยับเคลื่อนไหว เพื่อให้การนำมาตัดต่อและเก็บงานในภายหลังมีความสะดวกในการทำงาน นอกจากนี้การใช้เสียงเพลงและเสียงประกอบนั้นจะช่วยให้ตัวงานแอนิเมชันมีความสมบูรณ์และน่าสนใจมากขึ้น จึงความให้ความสำคัญในจุดนี้เช่นกัน

สำหรับด้านคุณประโยชน์นั้น เนื่องจากตัวเรื่องนั้นเป็นการเล่าเรื่องเพื่อส่งเสริม การให้ผู้รับชมสามารถเข้าใจในเนื้อหาที่ต้องการจะสื่อความหมายได้นั้นต้องมีความชัดเจน ไม่ซับซ้อน สามารถมองและเข้าใจได้ว่าตัวงานแอนิเมชันนั้นมีเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องใด โดยการสื่อความหมายนอกจากการสื่อผ่านการกระทำของตัวละครในฉากแล้ว การใช้ตัวอักษรหรือสัญลักษณ์ที่มีความเข้าใจง่าย ประกอบภายในฉากจะช่วยให้ผู้รับชมเข้าใจสิ่งที่ต้องการจะสื่อได้ง่ายยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม

คนดูดาวสตาร์เกเซอร์. (2557, 20 กรกฎาคม). รายชื่อท้องฟ้าจำลองในประเทศไทย 10 แห่ง [Web log message]. สืบค้นจาก https://www.facebook.com/khondudao/posts/611941762236313/

คัดคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. (2562). *ดาวฤกษ์ : ดวงดาวที่ส่องประกายประดับนภาราตรี*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://ngthai.com/science/23547/stars/

จักรภัทร เครือฟัก, และรุจโรจน์ แก้วอุไร. (2562). การรับรู้และความพึงพอใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนจ่านกร้องที่มีต่อสื่อประกอบการเรียนรู้แบบอินโฟกราฟิก รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 17*(1), 49-55. สืบค้นจาก https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/139193/103367

จิรภา อัครวิทยพันธ์. (2562). *ความเป็นมาของหอจดหมายเหตุ*. สืบค้น 12 ตุลาคม 2566, จาก https://www.narit.or.th/index.php/naru/about

เจษฎา กีรติภารัตน์. (2566). *ทำไมดาวฤกษ์ถึงเปล่งแสง?*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://www.narit.or.th/index.php/astronomy-article/768-4155-stars-shine

ชัยวัฒน์ คุประตกุล. (2531). *จักรวาลและอวกาศชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4. กรุงเทพฯ*: โรงพิมพ์การศาสนา กรมการศาสนา

ชินาพงศ์ เลียนพานิช. (2564). *สรุปดาวเคราะห์น้อย ดาวตก และอุกกาบาต รู้ไว้จะได้ไม่ต้องกลัว*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://spaceth.co/will-astroid-hit-earth-or-not/

เดอะเจนซี. (2565). *กล้องโทรทรรศน์ คืออะไร หลักการทำงานเป็นอย่างไร*. สืบค้น 6 ตุลาคม 2566, จาก https://www.ananda.co.th/blog/thegenc/กล้องโทรทรรศน์-คืออะไร-หลักการทำงานเป็นอย่างไร/

ทรูปลูกปัญญา. (2562). *นักดาราศาสตร์*. สืบค้น 8 กันยายน 2566, จาก https://www.trueplookpanya.com/explorer/occupation-step3/76#

ทรูปลูกปัญญา. (2564ก). *กล้องโทรทรรศน์*. สืบค้น 7 ตุลาคม 2566, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/34003

ทรูปลูกปัญญา. (2564ข). *กาแล็กซี*. สืบค้น 10 กันยายน 2566, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/34002

บรรณานุกรม(ต่อ)

ทรูปลูกปัญญา. (2564ค). *ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะ*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/34010

ไทยรัฐ. (2565). *ระบบสุริยะ คืออะไร*. สืบค้น 4 ตุลาคม 2566, จาก https://www.thairath.co.th/lifestyle/life/2285230

ธัชชัย ตระกูลเลิศยศ. (2560). *ดาราศาสตร์วิทยุ กุญแจแห่งเอกภพ ตอนแรก*. สืบค้น 10 กันยายน 2566, จาก https://www.scimath.org/article-earthscience/item/6907-2017-05-14-06-59-33

นักดาราศาสตร์. (2561). สืบค้น 8 กันยายน 2566, จาก https://wespace.in.th/explore/career/H0501.00

ปฐมพงษ์ ราชวงษ์. (2559). *ดาราศาสตร์เชิงทฤษฎี*. สืบค้น 10 กันยายน 2566, จาก https://hilosakihayato.wixsite.com/astronomy/blank-3

ปิยะดนัย วิเคียน. (2566). *การเขียนบทวีดีทัศน์และภาพยนตร์*. สืบค้น 9 ตุลาคม 2566, จาก https://krupiyadanai.wordpress.com/computer4/เทคโนโลยีสื่อประสม/การเขียนบทวีดีทัศน์/

แผนภูมิดาว. (2566). สืบค้น 6 ตุลาคม 2566, จาก https://hmong.in.th/wiki/Star_map

พงศธร กิจเวช. (2566). *แอปดูดาว*. สืบค้น 6 ตุลาคม 2566, จาก https://www.nstda.or.th/sci2pub/stagazer-app/

พรทิพย์ สวัสดิ์พานิช. (2560). *ท้องฟ้าจำลองกรุงเทพ*. สืบค้น 7 ตุลาคม 2566, จาก https://www.scimath.org/other-article/item/7427-2017-08-08-08-14-37

พรรณทิพา พรหมเกตุ. (2565). *ทฤษฎีบิกแบงหรือทฤษฎีกำเนิด เอกภพ จักรวาล*. สืบค้น 10 กันยายน 2566, จาก https://ngthai.com/science/42696/theoriginofuniverse/

พรรณี ลีกิจวัฒนา, มณฑล อินแบน, และอัคพงศ์ สุขมาตย์. (2561). การพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย เรื่อง โลกและอวกาศ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 17*(1), 49-55. สืบค้นจาก https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/139193

พีรเดช ทองอำไพ. (2566). *ทำเนียบดาราศาสตร์*. สืบค้น 10 กันยายน 2566, จาก https://www.narit.or.th/index.php/naru/directory

ภูษิต โพธิ์แสง. (2552). *ความก้าวหน้าการสร้างหอดูดาวแห่งชาติ*. สืบค้น 8 ตุลาคม 2566, จาก http://oldweb.most.go.th/main/index.php/organization-news/90-observatory.html

บรรณานุกรม(ต่อ)

มรุตเทพ วงษ์วาโย. (2564). *ฤดูกาล แผนที่ดวงดาว*. สืบค้น 6 ตุลาคม 2566, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33159

มายแคร์เรียล. (2566). *นักดาราศาสตร์*. สืบค้น 12 ตุลาคม 2566, จาก https://www.mycareer-th.com/res_job_detail.php?id=38

มิสเตอร์มีสตูดิโอ. (2560). *2D Animation*. สืบค้น 26 กันยายน 2566, จาก https://mrmeestudio.com/1514-2/

มิสเตอร์สเปสแมน. (2563). *Hubble Cast ไขความลับจักรวาล*. จาก https://www.mebmarket.com/index.php?action=BookDetails&book_id=117521

มูลนิธิโครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน. (2566). *ขั้นตอนในการทำแอนิเมชัน*. สืบค้น 10 ตุลาคม 2566, จาก https://saranukromthai.or.th/sub/book/book.php?book=36&chap=7&page=t36-7-infodetail04.html

ราชบัณฑิตสถาน. (2548). *ศัพท์เทคโนโลยีทางภาพ อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

วิธิตาแอนิเมชัน. (2566). *ANIMATION คืออะไร ?*. สืบค้น 9 ตุลาคม 2566, จาก https://vithita.com/animation101/

วีทิต วรรณเลิศลักษณ. (2560). *เอกภพ*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7293-universe-7293

ศรุดา ทิพย์แสง. (2563). *วิวัฒนาการของกล้องดูดาว*. สืบค้น 6 ตุลาคม 2566, จาก https://www.scimath.org/article-earthscience/item/11489-2020-04-21-08-12-38

ศุภาวิตา จรรยา. (2564). *เอกภพและกาแล็กซี*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://www.scimath.org/lesson-earthscience/item/11672-2020-06-30-07-25-49

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (2566). *ดาวเคราะห์แคระ*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://www.pw.ac.th/emedia/media/science/lesa/2/dwarf_planet/dwarf_planet.html

ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. (2564). *ภาพติดตา (Persistence of Vision)*. สืบค้น 9 ตุลาคม 2566, จาก https://sciplanet.org/content/8172

บรรณานุกรม(ต่อ)

สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2566). *กล้องโทรทรรศน์วิทยุทำงานอย่างไร?*. สืบค้น 7 ตุลาคม 2566, จาก https://www.narit.or.th/index.php/astronomy-technology/1856-astronomy-to-technology-13

สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2562). *หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบพระชนมพรรษาภูมิภาค*. สืบค้น 8 ตุลาคม 2566, จาก https://www.narit.or.th/index.php/telescope/rop

สถาบันวิจัยทางดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). *The Solar System ระบบสุริยะ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: ม.ป.พ

สมศักดิ์ เสนาใหญ่. (2560ก). *ดาวเคราะห์ (The Planets)*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7314-the-planets

สมศักดิ์ เสนาใหญ่. (2560ข). *ระบบสุริยะ (The Solar System)*. สืบค้น 4 ตุลาคม 2566, จาก https://www.scimath.org/lesson-physics/item/7316-origin-of-solar-system

อารี สวัสดี, และวรพล ไม้สน. (2556). *ดาราศาสตร์ราชสำนัก*. ม.ป.ท: สำนักพิมพ์วิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์กรมหาชน) สถาบัน.

เอ็นจีไทย. (2562). *ดาวเคราะห์แคระ (Dwarf Planet) ดาวเคราะห์น้อย แห่งจักรวาล*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://ngthai.com/science/23178/dwarfplanet/

ไอเอ็นเอฟพีที. (2565). *ความหมายของจักรวาล จักรวาลคืออะไร*. สืบค้น 3 ตุลาคม 2566, จาก https://intrend.trueid.net/article/ความหมายของจักรวาล-จักรวาลคืออะไร-trueidintrend_306777

Adobe. (2023a). *Animation storyboards and how to make them*. Retrieved October 10, 2023, from https://www.adobe.com/uk/creativecloud/animation/discover/animation-storyboarding.html

Adobe. (2023b). *Understanding the 12 principles of animation*. Retrieved October 11, 2023, from https://www.adobe.com/uk/creativecloud/animation/discover/principles-of-animation.html

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม(ต่อ)

AlanBeckerTutorials. (2017, May 31). 12 Principles of Animation (Official Full Series) [Video File]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=uDqjIdI4bF4&list=PLhVODKnSsQnE2RIkEKBVXsk6Yj6MJPfNe&index=11

CGMeetup. (2018, October 4). CGI Animated Short Film: "One Small Step" by TAIKO Studios | CGMeetup [Video file]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=yWd4mzGqQYo&list=PLhVODKnSsQnE2RIkEKBVXsk6Yj6MJPfNe&index=10&t=81s

Daniels, C. (2023). *2D Animation*. Retrieved September 26, 2023, from https://gpnapratica.com.br/th/aeniemchan-2d-khuueaair-thibaayyaangrwderw#toc-2d-animation-khuueaair

Darvideo. (2021). *Thumbnail*. Retrieved October 10, 2023, from https://darvideo.tv/dictionary/thumbnail/

Darvideo. (2022). *Post Production*. Retrieved October 10, 2023, from https://darvideo.tv/dictionary/post-production/

Dong, C. (2022, October 30). What is Genga? How to draw Genga. How to get work in Anime drawing Genga [Video file]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=iOB7t6KtIFE

Eric, G. (2008). *Character animation crash course!*. Los Angeles: Silman-James Press

Gwénaëlle, D. (2023). *Animation Post-Production: Definition, Process & Challenges*. Retrieved October 10, 2023, from https://blog.cg-wire.com/animation-post-production-definition-process-overview/

Jackson, K. M. (2013). *The Influence of Television And Film On Interest In Space and Science* (Master's thesis). Retrieved from https://commons.und.edu/theses/1438/

Johnston, O., & Thomas, F. (1981). *The Illusion of Life Disney Animation*. New York: Abbeville Press

KanyaraT. (2018). *ย้อนรอยดาราศาสตร์ไทยสรุปงาน ท้องฟ้า ดวงดาว ออเจ้า ประวัติศาสตร์*. Retrieved October 12, 2023, from https://spaceth.co/narit-history-event/

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม(ต่อ)

Karen, M. G. (2023). *The 6-step Pre-Production Checklist for Animation*. Retrieved October 10, 2023, from https://boords.com/blog/6-step-pre-production-checklist-for-animated-video#storyboarding

Kurzgesagt – In a Nutshell. (2023, September 12). We Did The Math - You Are Dead! [Video file]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=4Stzj2_Rlo4&list=PLhVODKnSsQnE2RIkEKBVXs k6Yj6MJPfNe&index=4&t=39s

Milnelibrary. (2023). *What Is Sound?*. Retrieved October 10, 2023, from https://milnepublishing.geneseo.edu/exploring-movie-construction-and-production/chapter/8-what-is-sound/

Nolby, C. M. (2012). *Introducing Astronomy Into High School Physics Curriculum Through The Use of The University of North Dakota Observatory* (Master's thesis). Retrieved from https://commons.und.edu/theses/1366/

PocariID. (2019, September 6). TVC Pocaro Sweat - Bintang SMA [Video file]. Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=DCfk7tc_KqE&list=PLhVODKnSsQnHeluQf18HgOV-4mWY_YsAp&index=30

Roden, S., Albright, D., & Monnin, M. (2023). *Shooting scripts: Plan your film production*. Retrieved October 10, 2023, from https://www.adobe.com/th_en/creativecloud/video/discover/shooting-script.html

Scardina, E. (2019). *Thoughts from a Planetarian: What Is a Planetarium?*. Retrieved October 7, 2023, from https://www.calacademy.org/explore-science/thoughts-from-a-planetarian-what-is-a-planetarium

Tim, H. (2009). *The Art of Up (Disney Pixar x Chronicle Books)*. California: Chronicle Books

Tkachuk, J. (2023). *Step-By-Step Guide To The Animation Production Process*. Retrieved October 9, 2023, from https://xplai.com/blog/step-by-step-guide-to-the-animation-production-process/#:~:text=Pre%2Dproduction%3A%20This%20stage%20involves,%2C%20stop%20motion%2C%20or%20CGI.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม(ต่อ)

Williams, R. (2009). *The animator's survival kit: A manual of methods, principles and formulas for classical, computer, games, stop motion and internet animators*. London: Faber and Faber.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก

ตัวอย่างแบบสอบถามออนไลน์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

แบบสอบถามออนไลน์โดยใช้ Google Form

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	อานันท์ หงษ์อินทร์
วัน เดือน ปีเกิด	20 มีนาคม 2543
สถานที่เกิด	ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	มหาวิทยาลัยบูรพา ปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก ,2564 มหาวิทยาลัยรังสิต ปริญญาศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ต ,2567
ที่อยู่ปัจจุบัน	52/63 ซอยสัตหีบสุขุมวิท 14/1 ม.3 ตำบลสัตหีบ อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 20180

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University