การกำหนดกลุ่มและการหากราฟิกสไตล์ 3 มิติที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ด้วยเกม สำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี

Classification of 3D Graphic Styles and Their Optimization in Learning Games for Children between 6 and 12 years old

เมธัส เทพไพฑูรย์

Mathus Theppaitoon

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Proposal Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Information Technology
Prince of Songkla University

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การกำหนดกลุ่มและการหากราฟิกสไตล์ 3 มิติที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ด้วยเกม สำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี

Classification of 3D Graphic Styles and Their Optimization in Learning Games for Children between 6 and 12 years old

เมธัส เทพไพฑูรย์

Mathus Theppaitoon

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Proposal Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Information Technology Prince of Songkla University

2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การกำหนดกลุ่มและการหากราฟิกสไตล์ 3 มิติที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี

ผู้เขียน นายเมธัส เทพไพฑูรย์

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ดร.วรวิกา วัฒนสุนทร)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผศ.ดร.ชุติมา เบี้ยวไข่มุข)

.....กรรมการ

(ดร.กรวิทย์ พฤษชัยนิมมิต)

.....กรรมการ

(ดร.วรวิกา วัฒนสุนทร)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งสาง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(ดร.วรวิกา วัฒนสุนทร)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายเมธัส เทพไพฑูรย์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นายเมธัส เทพไพฑูรย์)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การกำหนดกลุ่มและการหากราฟิกสไตล์ 3 มิติที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี
ผู้เขียน นายเมธัส เทพไพฑูรย์
สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ
ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

กราฟิกสำหรับเกม 3 มิติ สามารถออกแบบในลักษณะใดก็ได้ตามที่นักออกแบบต้องการ รูปแบบกราฟิกมีตั้งแต่รูปแบบนามธรรมไปจนถึงรูปแบบกราฟิกที่สมจริง เช่น Cell shaded, Voxel graphics และ Photo-realism ซึ่งเป็นคำเรียกรูปแบบกราฟิกที่ใช้กันแพร่หลาย อย่างไรก็ตามไม่ได้มีการกำหนดอย่างเป็นระบบให้ชัดเจน เพราะเทคนิคการพัฒนากราฟิกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เนื่องจากนวัตกรรมฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ วัตถุประสงค์ของนักพัฒนาเกมอาจเป็นความเพลิดเพลินของผู้เล่น มูลค่าตลาด หรือวัตถุประสงค์เฉพาะ เช่น การพัฒนาด้านความรู้ความเข้าใจ รูปแบบกราฟิกที่แตกต่างกันอาจสามารถใช้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายเดียวกัน อย่างไรก็ตามรูปแบบกราฟิกบางรูปแบบมีเวลาในการผลิตที่ยาวนานกว่ารูปแบบอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้ได้สำรวจเกม 3D จำนวน 140 เกม ที่ได้รับความนิยมบนแพลตฟอร์มโทรศัพท์มือถือ โดยเน้นโครงสร้างพื้นฐานที่ทำให้เกิดรูปแบบกราฟิก คือ รูปทรง สัดส่วน พื้นผิว และแสง เพื่อเสนอรูปแบบกราฟิกที่เป็นทางเลือกสำหรับเทคโนโลยีในปัจจุบัน และผู้วิจัยให้ความสนใจในเกมที่มีวัตถุประสงค์จำเพาะสำหรับการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นศึกษารูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เล่น ซึ่งใช้เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กสำหรับการทดสอบเพื่อวัดผลการเรียนรู้ในด้านของการจดจำว่ากราฟิกรูปแบบใดสามารถสนับสนุนการจดจำชื่อไดโนเสาร์ได้ดีที่สุด โดยวัดผลการเรียนรู้จากผลคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นเกม ทั้งนี้สิ่งที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อนักพัฒนาเกมในการกำหนดรูปแบบกราฟิกของเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็กที่มีอายุระหว่าง 6 - 12 ปี

คำสำคัญ: รูปแบบกราฟิก กราฟิก 3 มิติ เกม 3 มิติ ซีเรียสเกม เกมสำหรับการเรียนรู้

Thesis Title Classification of 3D Graphic Styles and Their Optimization in Learning Games for Children between 6 and 12 years old
Author Mr. Mathus Theppaitoon
Major Program Information Technology
Academic Year 2019

ABSTRACT

Graphic styles for 3D games can be designed in any direction as the designer desires. Graphic styles range from an abstract composing with a degree of independence from visual references to a realistic rendition of the real world. Cel shaded, voxel graphics, and photo-realism are terms that widely used to characterize the graphic style. Nevertheless, these designates are not systematically set and well prescribed since development techniques change rapidly due to hardware and software innovations. In order to visualize a chosen graphic style, numerous compositions, materials, and execution are required. The purpose of a game, as defined by a developers, can be game experience goal, player enjoyment, market capitalization, or specific objectives such as cognitive improvement. Different graphic styles can be used to reach the same goal, but some of graphic styles may have longer production time than others. In this study, we survey a hundred and forty of popular 3D games in the mobile platform with a focus on their basic construction including forms, proportions, texture, and lighting, in order to propose an alternative classification of graphic styles for today's technology. And we are interested in games for specific objectives for learning. There are focusing on the study of graphics that are appropriate for the learning of players. Which uses Dinosaur KID to test to measure learning in terms of remembering which type of graphics can best support the recognition of dinosaur names. That measures learning outcomes from scores pre-test and post-test, This will be useful for game developers to define graphics for learning games for children between the ages of 6 - 12 years.

Keyword: Visual style, 3D Graphic, Games 3D, Serious game, Game for learning

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาจากผู้มีพระคุณหลายท่าน โดยเฉพาะ ดร.วรวิกา วัฒนสุนทร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาแนะนำเรื่องต่าง ๆ รับฟังปัญหาต่าง ๆ คอยอยู่เคียงข้างตลอดเวลาทั้งเรื่องงานวิจัยและเรื่องส่วนตัว รวมถึงคอยให้กำลังใจและผลักดันในการทำงานวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาและทุก ๆ อย่างที่คอยช่วยเหลือ

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบ และคณะอาจารย์วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ ทุกท่านที่คอยแนะนำ ช่วยเหลือให้กำลังใจและถ่ายทอดวิชาแก่ข้าพเจ้า เพื่อนำมาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และงานอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

ขอขอบคุณ คุณวรนุช ญาณศักดิ์ และคุณฐิติมา วศินพัฒนวิศิษฎ์ เจ้าหน้าที่วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ที่คอยดูแล และช่วยเหลือด้านเอกสารต่าง ๆ รวมถึงบุคลากรทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ทั้งนี้ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยและวิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ที่ให้โอกาสและทุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณทุก ๆ กำลังใจจากครอบครัว ที่เข้าใจและคอยช่วยเหลือทุก ๆ ด้านระหว่างการศึกษา รวมถึงกัลยาณมิตรทุกคนที่เข้าใจและคอยให้กำลังใจ ในยามที่มีปัญหา รวมถึง คอยรับฟังปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง และมีส่วนผลักดันให้งานวิจัยนี้สำเร็จ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เมธัส เทพไพฑูรย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(5)
ABSTRACT	(6)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบัญ	(8)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพประกอบ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ความสำคัญและประโยชน์ของงานวิจัย	4
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	5
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	6
2.1 เกมและซีเรียสเกม (Game and Serious Game)	6
2.2 กระบวนการพัฒนาเกม (Game Development Process)	9
2.3 รูปแบบกราฟิกเกม (Game graphical style)	11
2.4 กระบวนการผลิตกราฟิก 3 มิติ (3D Graphic production)	13
2.5 ประเภทของการเรียนรู้ (Taxonomy of Learning Domains)	15
2.6 การพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive development)	18
2.7 ข้อมูลไดโนเสาร์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	20
2.8 งานวิจัยก่อนหน้า (Previous works)	26
2.9 การประเมินผลและสถิติที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3 กรอบแนวคิดการแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ	31
3.1 การจัดกลุ่มรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ	31
3.2 กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก	33
3.3 ประเมินผลกรอบแนวความคิด	40
3.4 ผลการประเมินกรอบแนวคิด	43
3.5 ระยะเวลาการผลิตของกราฟิกทั้ง 12 รูปแบบ	46

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 หลักเกณฑ์ในการเลือกรูปแบบกราฟิกไปใช้ทดสอบ	49
บทที่ 4 เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก	51
4.1 ขั้นตอนก่อนการดำเนินงาน (Pre-production)	52
4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน (production)	58
4.3 ขั้นตอนหลังการดำเนินงาน (Post-production)	79
บทที่ 5 ระเบียบวิธีวิจัย	80
5.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	80
5.2 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย	80
5.3 เครื่องมือในการวิจัย	81
5.4 ประเมินเครื่องมือในการวิจัย	82
5.5 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย	83
บทที่ 6 ผลการวิจัย	85
6.1 เครื่องมือวิจัยและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล	85
6.2 การวิเคราะห์ผลข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง	87
6.3 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิก	88
6.4 เปรียบเทียบผลการเรียนกับระยะเวลาการผลิตของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ	97
6.5 การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจที่มีต่อภาพกราฟิกในเกม	99
บทที่ 7 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	105
7.1 สรุปผลการวิจัย	105
7.2 อภิปรายผลการวิจัย	107
7.3 ข้อเสนอแนะ	109
7.4 การนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัย	109
เอกสารอ้างอิง	111
ภาคผนวก ก แบบทดสอบวัดความเข้าใจของกรอบแนวความคิด	117
ภาคผนวก ข แบบสอบถามหาระยะเวลาในการผลิต	123
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับไดโนเสาร์	130
ประวัติผู้เขียน	133

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัยก่อนหน้า 26

ตารางที่ 3.1 ภาพของเกมที่ใช้แสดงรูปแบบกราฟิกแต่ละรูปแบบ 41

ตารางที่ 3.2 สัดส่วนคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ตอบถูกและรูปแบบที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกมากที่สุด 44

ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาในการผลิตของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ 47

ตารางที่ 4.1 แบบประเมินความเหมาะสมของแนวของคิดเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก 56

ตารางที่ 6.1 สัญลักษณ์และอักษรย่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 86

ตารางที่ 6.2 วิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง 87

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified 88

ตารางที่ 6.4 ค่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified 89

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize 90

ตารางที่ 6.6 ค่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize 90

ตารางที่ 6.7 เปรียบเทียบคะแนนระหว่างก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic 91

ตารางที่ 6.8 ค่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic 92

ตารางที่ 6.9 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบทั้ง 3 กลุ่ม 94

ตารางที่ 6.10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มกราฟิกทั้ง 3 กลุ่ม 94

ตารางที่ 6.11 เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการเรียนรู้ในแต่ละคู่ 95

ตารางที่ 6.12 เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิง 96

ตารางที่ 6.13 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิง 96

ตารางที่ 6.14 ตารางเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และระยะเวลาการผลิตของรูปแบบกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ 97

ตารางที่ 6.15 อธิบายความหมายของระดับแต่ละรายการ 99

ตารางที่ 6.16 ผลความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ 100

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 1.1 กระบวนการสำหรับพัฒนาเกม 2
รูปที่ 1.2 รูปแบบกราฟิก 3
รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของเกมและซีเรียสเกม 7
รูปที่ 2.2 กระบวนการพัฒนาเกม 9
รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบกราฟิก 11
รูปที่ 2.4 การแสดงผลของพื้นผิวในภาพกราฟิก 3 มิติ 14
รูปที่ 2.5 ระดับการเรียนรู้ด้านความคิด 16
รูปที่ 2.6 ระดับการเรียนรู้ด้านอารมณ์ 17
รูปที่ 2.7 ระดับการเรียนรู้ด้านทักษะ 18
รูปที่ 2.8 ลักษณะทางกายภาพของไทแรนโนซอรัส 21
รูปที่ 2.9 ลักษณะทางกายภาพของคาร์โนทอรัส 22
รูปที่ 2.10 ลักษณะทางกายภาพของสไตกิโมล็อก 23
รูปที่ 2.11 ลักษณะทางกายภาพของไตรเซอราทอปส์ 24
รูปที่ 2.12 ลักษณะทางกายภาพของแองคิโลซอรัส 25
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิก 32
รูปที่ 3.2 ลักษณะของรูปทรง (Form) 33
รูปที่ 3.3 ลักษณะของสัดส่วน (Proportion) 34
รูปที่ 3.4 ลักษณะของแสง (Lighting) 35
รูปที่ 3.5 ลักษณะของพื้นผิว (Texture) 36
รูปที่ 3.6 กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก 36
รูปที่ 3.7 ตัวอย่างในการใช้กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก 37
รูปที่ 3.8 ตารางลักษณะของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ 38
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างภาพรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ 39
รูปที่ 3.10 คู่มือสำหรับพิจารณารูปแบบกราฟิก 42
รูปที่ 3.11 Boxplot แสดงคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม 43
รูปที่ 3.12 ภาพกราฟิก 12 รูปแบบของไทแรนโนซอรัส 46
รูปที่ 3.13 ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการผลิตกราฟิก 12 รูปแบบ 48
รูปที่ 3.14 ร้อยละของรูปแบบกราฟิกของเกม 3 มิติที่ยอดนิยมบน app store 49

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 3.15 รูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยเลือกนำไปศึกษาหาผลการเรียนรู้ 50
รูปที่ 4.1 โครงร่างกรอบการทำงานของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก 55
รูปที่ 4.2 สถาปัตยกรรมแอปพลิเคชันเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก 57
รูปที่ 4.3 โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส 58
รูปที่ 4.4 โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส 59
รูปที่ 4.5 โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก 59
รูปที่ 4.6 โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส 59
รูปที่ 4.7 โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์ 60
รูปที่ 4.8 โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส 60
รูปที่ 4.9 โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส 60
รูปที่ 4.10 โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก 61
รูปที่ 4.11 โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์ 61
รูปที่ 4.12 โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส 61
รูปที่ 4.13 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของไทแรนโนซอรัส 62
รูปที่ 4.14 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของไทแรนโนซอรัส 62
รูปที่ 4.15 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของคาร์โนทอรัส 63
รูปที่ 4.16 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของคาร์โนทอรัส 63
รูปที่ 4.17 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของแองคิโลซอรัส 64
รูปที่ 4.18 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของแองคิโลซอรัส 64
รูปที่ 4.19 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของสไตกิโมล็อก 65
รูปที่ 4.20 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของสไตกิโมล็อก 65
รูปที่ 4.21 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของไตรเซอราทอปส์ 66
รูปที่ 4.22 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของไตรเซอราทอปส์ 66
รูปที่ 4.23 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส 67
รูปที่ 4.24 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส 67
รูปที่ 4.25 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก 68
รูปที่ 4.26 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส 68
รูปที่ 4.27 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์ 68

สารบัญภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 4.28 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส 69
รูปที่ 4.29 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส 69
รูปที่ 4.30 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก 69
รูปที่ 4.31 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์ 70
รูปที่ 4.32 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส 70
รูปที่ 4.33 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส 71
รูปที่ 4.34 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส 72
รูปที่ 4.35 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส 73
รูปที่ 4.36 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก 74
รูปที่ 4.37 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์ 75
รูปที่ 4.38 โครงสร้างกระดูกสำหรับโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ สำหรับยืน 2 ขา และโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ สำหรับยืน 4 ขา ตามลำดับ 76
รูปที่ 4.39 ตัวอย่างโครงสร้างกระดูกที่นำไปใส่ร่วมกับโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ 76
รูปที่ 4.40 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก (Dino Kid) 77
รูปที่ 4.41 การพัฒนาเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กในโปรแกรม Unity engine 3D 78
รูปที่ 4.42 การพัฒนาเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กในโปรแกรม Visual Studio Community 79
รูปที่ 5.1 แผนภาพกิจกรรมแสดงขั้นตอนวิธีวิจัย 84
รูปที่ 6.1 เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของรูปแบบกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ 93
รูปที่ 6.2 กราฟเส้นเปรียบเทียบระหว่างผลการเรียนรู้และระยะเวลาในการผลิตของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ 98
รูปที่ 6.3 กราฟแสดงระดับความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ 101
รูปที่ 6.4 กราฟแสดงการกระจายข้อมูลของผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Simplified 102
รูปที่ 6.5 กราฟแสดงการกระจายข้อมูลของผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Stylize 103
รูปที่ 6.6 กราฟแสดงการกระจายข้อมูลของผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Photo Realistic 104
รูปที่ 7.1 ระเบียบวิธีวิจัยของงานวิจัยทั้งหมด 106

บทที่ 1

บทนำ

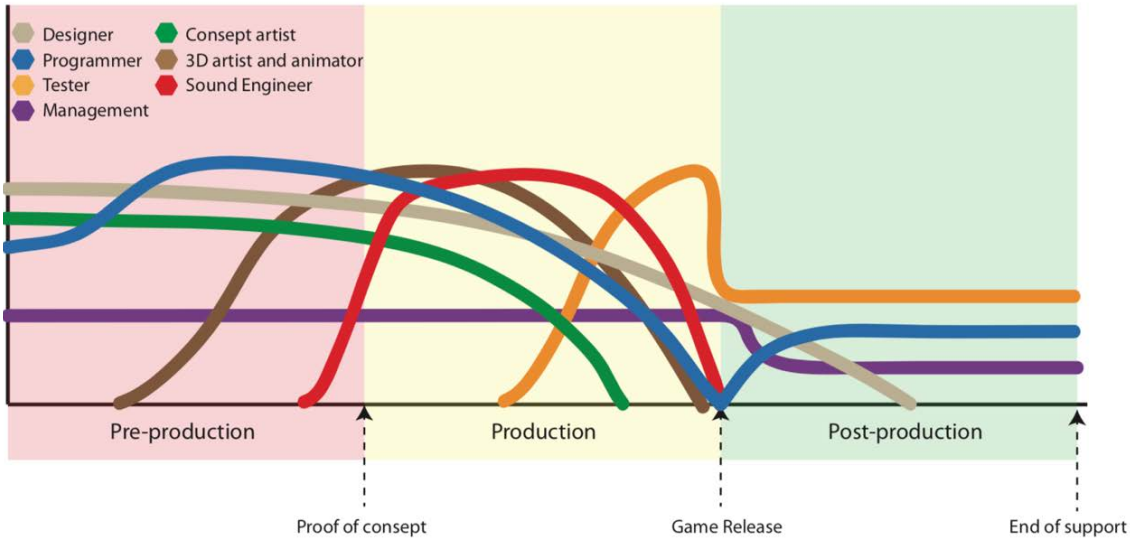
1.1 ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย

จากมุมมองของผู้เล่นเกม (Game player) นอกจากระบบการเล่น (Gameplay) และเนื้อหาของเกม (Game content) แล้ว กราฟิกเป็นสิ่งหนึ่งที่ทำให้เกมน่าสนใจและยังเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการตัดสินใจเลือกซื้อเกมของผู้เล่น นอกจากนี้กราฟิกมีบทบาทสำคัญในแง่ของการสื่อสารและสร้างสุนทรียะแก่ผู้เล่น โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างประสบการณ์การในการเล่นเกม (Game experience goal) ในรูปแบบที่ทีมพัฒนาเกมได้ออกแบบไว้ (Schell, 2004) กราฟิกจึงถูกพัฒนาให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นตามข้อจำกัดของฮาร์ดแวร์สำหรับการแสดงผลของภาพกราฟิกในเกม (Masuch and Röber, 2005)

ในปัจจุบันฮาร์ดแวร์กราฟิกมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ที่ช่วยพัฒนาภาพกราฟิก ทำให้สามารถใช้เทคนิคใหม่ ๆ เพื่อให้การแสดงผลของภาพกราฟิกมีรายละเอียดตรงกับความต้องการผู้พัฒนาเกมได้มากขึ้น เช่น การเพิ่มความสมจริงของภาพ เป็นการสร้างภาพกราฟิกให้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด เพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับเกม (Masuch and Röber, 2005) ส่งผลให้ในปัจจุบันกราฟิกที่สมจริงถูกใช้ในเกมอย่างแพร่หลาย หรือการพัฒนากราฟิกรูปแบบสไตล์ไลซ์ (Stylize) ซึ่งเป็นรูปแบบการ์ตูนไม่เน้นถึงการเข้าใกล้ความสมจริงทำให้มีลักษณะเฉพาะที่มากขึ้นตามลักษณะที่ทีมพัฒนาได้กำหนดไว้ (McDonnell, et al., 2012) อย่างไรก็ตามทีมพัฒนาเกมทั่วไปทั้งบริษัทขนาดใหญ่จนถึงสตูดิโอขนาดเล็กมักจะกำหนดรูปแบบกราฟิกที่แตกต่างกันไปตามมุมมองของนักออกแบบเกม (Game designer) (Keo, 2017)

ในมุมมองของนักออกแบบเกม (Game designer) การออกแบบวัตถุต่าง ๆ รวมถึงสิ่งแวดล้อมในเกมนั้นจะต้องกำหนดลักษณะของรูปแบบกราฟิก (Visual style) ที่แน่ชัด เพื่อให้ทีมนักออกแบบกราฟิก (Graphic designer) สามารถสร้างผลงานที่คงลักษณะจำเพาะให้ตรงกันตลอดทั้งเกม เพื่อความต่อเนื่องในการกำหนดมุมมองและภาพในเกม ซึ่งรูปแบบกราฟิกมีตั้งแต่รูปแบบนามธรรมไปจนถึงรูปแบบกราฟิกที่สมจริง (Keo, 2017) ทีมพัฒนาต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของรูปแบบกราฟิกว่ากราฟิกรูปแบบใดที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเกม โดยสามารถดูจากปัจจัยทางด้านเวลา ด้านเงินทุน ด้านมุมมองของนักออกแบบกราฟิก และกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งปัจจัยที่ควรให้ความคำนึงมากที่สุด คือ เวลาการ

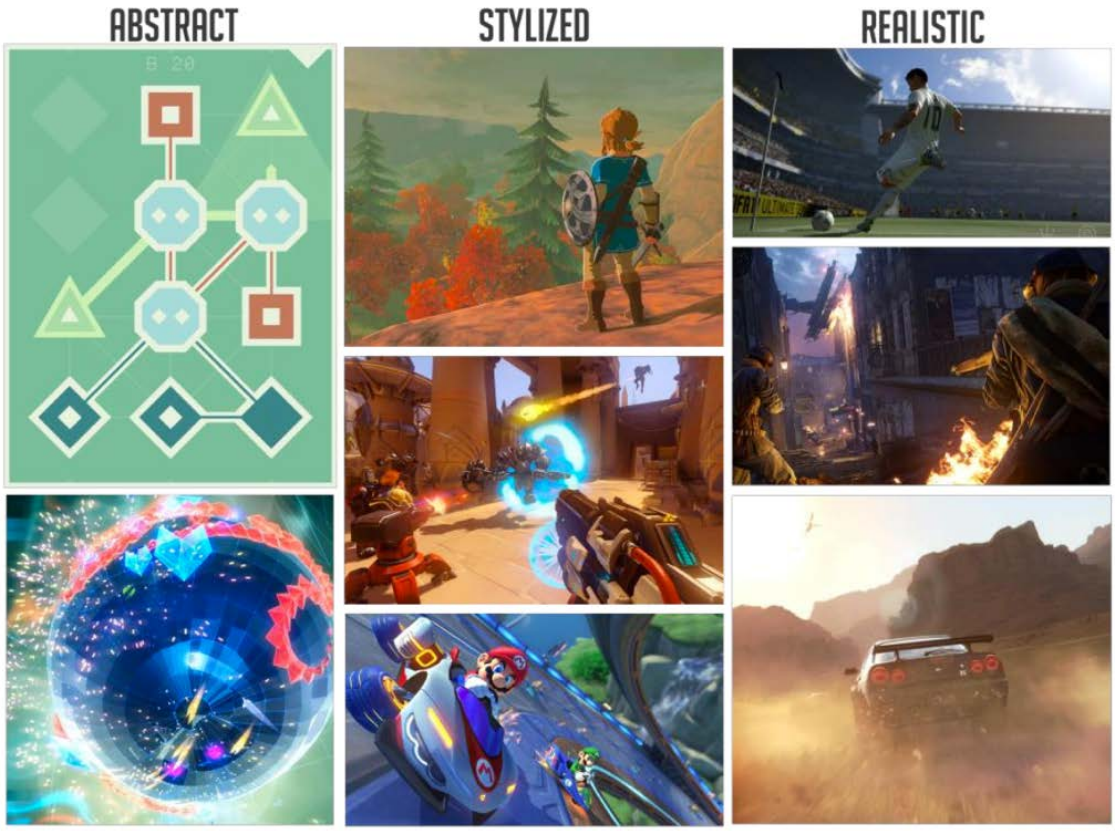
พัฒนาเนื่องจากการกำหนดรูปแบบกราฟิกเป็นสิ่งหนึ่งที่มีผลกระทบต่อระยะเวลาในการพัฒนาเกม (Jarvis, 2013)



รูปที่ 1.1 กระบวนการสำหรับพัฒนาเกม (Peter, 2012)

ในการพัฒนาเกมมี 3 กระบวนการหลักซึ่งประกอบด้วย 1) กระบวนการก่อนการผลิต (Pre-production) คือ ขั้นตอนระดมความคิดกำหนดรูปแบบของเกมทั้งหมด เช่น วิธีเล่นเกม ข้อปฏิบัติในเกม ระดับความยากง่าย รวมไปถึงรูปแบบกราฟิก 2) กระบวนการผลิต (Production) คือ ขั้นตอนการผลิตโดยใช้รูปแบบแนวคิดจากขั้นตอนแรกมาเป็นแนวทางในการสร้างเกม แบ่งงานเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ ส่วนของงานออกแบบ (Design) และส่วนของการเขียนโปรแกรม (Coding) 3) กระบวนการหลังการผลิต (Post-production) ในกระบวนการนี้มุ่งเน้นไปที่การเล่นเกมเพื่อทดสอบข้อผิดพลาดและปรับแต่งเพื่อกำจัดองค์ประกอบที่ไม่พึงประสงค์ เพื่อให้เกมมีความสมบูรณ์ที่สุด (Liming and Vilorio, 2011; Lamminmäki, 2017)

จากทั้ง 3 กระบวนการที่กล่าวมานี้กระบวนการก่อนการผลิต เป็นส่วนที่ใช้เวลานาน เพราะเป็นกระบวนการที่ต้องวิเคราะห์ เพื่อกำหนดรูปแบบเกมให้ชัดเจน กระบวนการนี้จึงมีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต และภาพรวมของเกมทั้งหมด (Padraig, 2016) จึงถือว่ามีความสำคัญ และเป็นกระบวนการที่ส่งผลถึงโอกาสในการประสบความสำเร็จของเกม ในกระบวนการก่อนการผลิต หัวหน้านักออกแบบ หัวหน้าศิลปิน และนักเขียนโปรแกรม จะช่วยกันวางรูปแบบของเกมทั้งหมด เช่น รูปแบบของการเล่นเกม หรือรูปแบบกราฟิกที่ทำให้เกมมีความน่าสนใจ ซึ่งในส่วนของกราฟิกจะเป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับรูปแบบกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับตัวละคร สิ่งแวดล้อม สิ่งก่อสร้างและวัตถุอื่น ๆ ในเกมควรมีลักษณะอย่างไร ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของนามธรรม (Abstract) รูปแบบสไตล์ไลซ์ (Stylize) หรือรูปแบบเหมือนจริง (Realistic) (Bethke, 2003) ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 รูปแบบกราฟิก (Keo, 2017)

ดังนั้นการกำหนดรูปแบบกราฟิกเป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อระยะเวลาในการผลิต เช่น หากเราเลือกใช้รูปแบบกราฟิกที่เหมือนจริง ซึ่งมีขั้นตอนที่ซับซ้อนก็จะส่งผลต่อเวลาในการผลิตที่นานขึ้นและมีต้นทุนที่สูงขึ้น (McDonnell, et al., 2012) ดั้งนั้นการพัฒนาเกมควรพิจารณาว่ากราฟิกแบบใดเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายและตรงกับวัตถุประสงค์ของทีมพัฒนา โดยใช้งบประมานน้อยที่สุด (Jarvis, 2013) จึงเป็นที่มาของคำถามในการวิจัยว่า ในการพัฒนาเกมที่มีวัตถุประสงค์ของการเล่นเกมที่มีความจำเพาะ คือ เกมสำหรับการเรียนรู้ (Serious games for learning) ที่นอกเหนือไปจากเพื่อความบันเทิง กราฟิกรูปแบบใดถึงเหมาะสมสำหรับการพัฒนาของทีมพัฒนาและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เล่น จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ยังไม่มีงานวิจัยที่มีข้อมูลสนับสนุนว่ารูปแบบของกราฟิกส่งผลต่อการเรียนรู้หรือไม่ โดยบทความส่วนใหญ่มักจะเป็นการหาผลกระทบของรูปแบบของกราฟิกกับการรับรู้ของมนุษย์ การตรวจสอบรูปแบบกราฟิกที่พบมากที่สุด การอธิบายถึงกระบวนการในการสร้างกราฟิกในรูปแบบต่าง ๆ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยให้ความสนใจในเกมที่มีวัตถุประสงค์จำเพาะสำหรับการเรียนรู้ (Serious games for learning) โดยมุ่งเน้นที่จะศึกษารูปแบบของกราฟิกที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เล่น และหาผลกระทบของรูปแบบกราฟิกกับการเรียนรู้ของผู้เล่น โดยปกติแล้วรูปแบบกราฟิกที่ผู้เล่นเกมได้รับรู้จากการมองเห็นในเกมนั้น จะถูกตัดสินรูปแบบจากภาพรวมของกราฟิกที่แสดงผลออกมาใน

งานด้านกราฟิกเรียกว่า รูปแบบกราฟิก (Visual style) (Bailey and Cunningham 2010) ในความเป็นจริงแล้วมีหลายปัจจัยที่ประกอบกันจนเกิดเป็นรูปแบบกราฟิกตามที่เราเห็น ประกอบด้วย รูปทรง (Form) สัดส่วน (Proportion) พื้นผิว (Texture) แสง (Lighting) (Ahearn, 2014; Lengyel, 2011) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยสนใจศึกษาปัจจัยที่พูดถึงนี้ข้างต้น เพื่อหารูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาเกมสำหรับการเรียนรู้ ทั้งนี้สิ่งที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อนักพัฒนาเกม ในการกำหนดรูปแบบกราฟิกสำหรับซีเรียสเกมเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็กที่มีอายุระหว่าง 6 - 12 ปี (Concrete operational stage)

1.2 วัตถุประสงค์

1) สร้างกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกของเกม 3 มิติ
2) กำหนดรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อซีเรียสเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6 - 12 ปี
3) เพื่อลดขั้นตอนในการเลือกรูปแบบของกราฟิก (Concept art) ให้กับนักพัฒนาเกม

1.3 ความสำคัญและประโยชน์ของงานวิจัย

1) ช่วยในการสื่อสารสำหรับการกำหนดรูปแบบกราฟิกให้เกิดความชัดเจน
2) ช่วยลดระยะเวลาในการเลือกรูปแบบของกราฟิก (Concept art)
3) ผู้พัฒนาเกมสามารถวิเคราะห์รูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมสำหรับเกมของตัวเองได้

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1) หารูปแบบกราฟิกที่เหมาะสำหรับการเรียนรู้ด้วยเกม
2) ออกแบบซีเรียสเกมสำหรับการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบกราฟิกกับการเรียนรู้
3) สร้างแนวทางในการนำรูปแบบกราฟิกเพื่อให้นักพัฒนานำไปใช้ประยุกต์กับซีเรียสเกมของตัวเอง

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

2.1 เกมและซีเรียสเกม (Game and Serious Game)

เกม (Game) เป็นกิจกรรมการแข่งขันทางด้านร่างกายหรือจิตใจ โดยมีกฎกติกาในการกำหนดสิ่งที่ผู้เล่นสามารถปฏิบัติได้ และสิ่งที่ผู้เล่นไม่สามารถปฏิบัติได้ (Wattanasoontorn, et al., 2013) ซึ่งส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ที่สามารถวัดผลได้ เช่น คะแนนของผู้เล่น (Lukacs and Bhadra, 2012) เกมเป็นหนึ่งในรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของมนุษย์ที่เก่าแก่ที่สุด (Rouse, 2001) ดังนั้นเกมจึงถูกประยุกต์ให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัยที่ผ่านมา (Radoff, 2010) ในปัจจุบันเกมได้ถูกพัฒนาโดยการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเป็นเครื่องมือหลักในการเล่นหรือที่เรียกว่า วิดีโอเกม (Video Game) (Dominicy, 1993) ทำให้เกิดรูปแบบการเล่นที่หลากหลายตามเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย (Egenfeldt-Nielsen, et al., 2013)

วิดีโอเกมสามารถแบ่งประเภทได้ตามลักษณะหลายลักษณะ ได้แก่ รูปแบบการเล่นเกม เครื่องมือและอุปกรณ์การเล่น การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต รูปแบบกราฟิก เป็นต้น ประเภทของเกมที่แบ่งตามวิธีการเล่นมี 10 ประเภท (Lee, et al., 2014) ได้แก่

1) เกมแอคชัน (Action game) เกมที่เน้นหนักไปที่การดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้เล่นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์บางอย่าง

2) เกมผจญภัย (Adventure game) เกมที่ให้ผู้เล่นทำการสำรวจและตอบโต้กับตัวละครหรือสภาพแวดล้อมในเกมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายต่าง ๆ

3) เกมขับขี่ (Racing game) เกมที่เกี่ยวกับการขับขี่ยานพาหนะประเภทต่าง ๆ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการชนะการแข่งขันกับคู่แข่ง

4) เกมต่อสู้ (Fighting game) เกมที่ควบคุมตัวละครในเกมเพื่อต่อสู้กับคู่ต่อสู้

5) เกมอาร์พีจี (Role playing game หรือ RPG) เกมที่ผู้เล่นรับบทเป็นตัวละครหนึ่งในเกมมีการพัฒนาตัวละครของผู้เล่น โดยเล่นตามกฎกติกาของเกมผ่านการป้อนคำสั่งและเลือกเงื่อนไขที่เกมกำหนดมา ผลลัพธ์ที่เกิดจะแตกต่างกันตามเงื่อนไขที่เลือก

6) เกมยิง (Shooter game) เกมที่เกี่ยวข้องกับการยิงที่โจมตีวัตถุหรือฝ่ายตรงข้าม

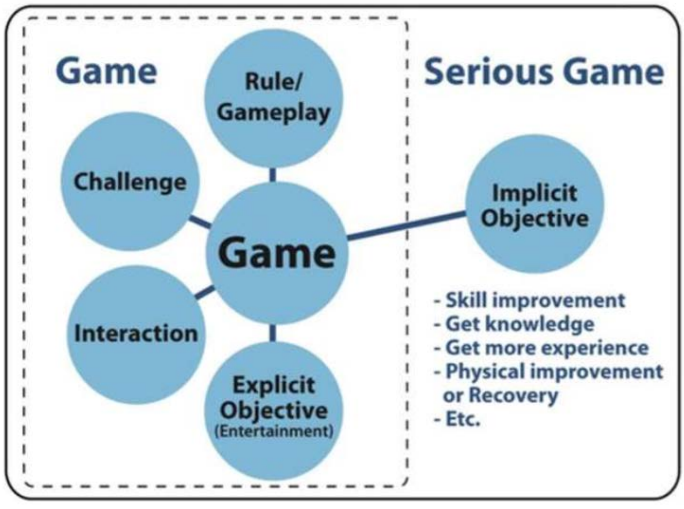
7) เกมเลียนแบบหรือเกมการจำลอง (Simulation game) เกมที่ตั้งใจจะสร้างประสบการณ์ใหม่ของกิจกรรมในโลกแห่งความเป็นจริงในโลกของเกม

8) เกมวางกลยุทธ์ (Strategy game) เกมที่โดดเด่นด้วยการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์และการแทรกแซงของผู้เล่นเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ

9) เกมกีฬา (Sport game) เกมที่มีการจำลองกฎการเล่นกีฬาต่าง ๆ มาใช้ในโลกของเกม

10) เกมปริศนา (Puzzle game) เกมที่มีจุดมุ่งหมายในการค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและจัดการกับอุปสรรคในเกม

เกมบางเกมสามารถแบ่งประเภทได้มากกว่า 2 ประเภท ซึ่งเกิดจากการนำประเภทเกมต่าง ๆ มารวมกันทำให้เกิดการเล่นที่หลายหลาก เพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้กับเกมทำให้ผู้เล่นเกิดความเพลิดเพลินและประสบการณ์ใหม่ ๆ (Padraig, 2016) เกมไม่ว่าจะแบ่งตามรูปแบบการเล่นเกม เครื่องมือและอุปกรณ์การเล่น หรือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) กฎกติกา (Rule) เป็นตัวกำหนดรูปแบบการเล่นบอกถึงข้อปฏิบัติ และข้อห้ามให้แก่ผู้เล่น 2) ความท้าทาย (Challenge) เป็นการสร้างอุปสรรคที่ทำให้ผู้เล่นไม่สามารถบรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้ ซึ่งมีระดับความยากที่แตกต่างกันของเกม เพื่อส่งเสริมความเพลิดเพลินและกระตุ้นให้ผู้เล่นใช้เวลามากขึ้นในการเล่นเกม 3) การปฏิสัมพันธ์ (Interaction) เป็นวิธีที่ผู้เล่นติดต่อสื่อสารกับเกม จากการมองเห็น การฟัง การกระทำทางกาย และการสนทนา 4) วัตถุประสงค์ (Objective) เกมโดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์ คือ การทำให้ผู้เล่นเกิดความบันเทิงเท่านั้น (Katie and Eric 2012; Media 2009) แต่ถ้าเป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์ด้านอื่นเพิ่มเข้ามานอกเหนือจากการให้ความบันเทิง เช่น การเพิ่มทักษะ การเพิ่มความรู้ หรือประสบการณ์ เกมนั้นจะถูกเรียกว่า ซีเรียสเกม (Serious games) (Wattanasoontorn, et al., 2013) ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของเกมและซีเรียสเกม (Wattanasoontorn, et al., 2013)

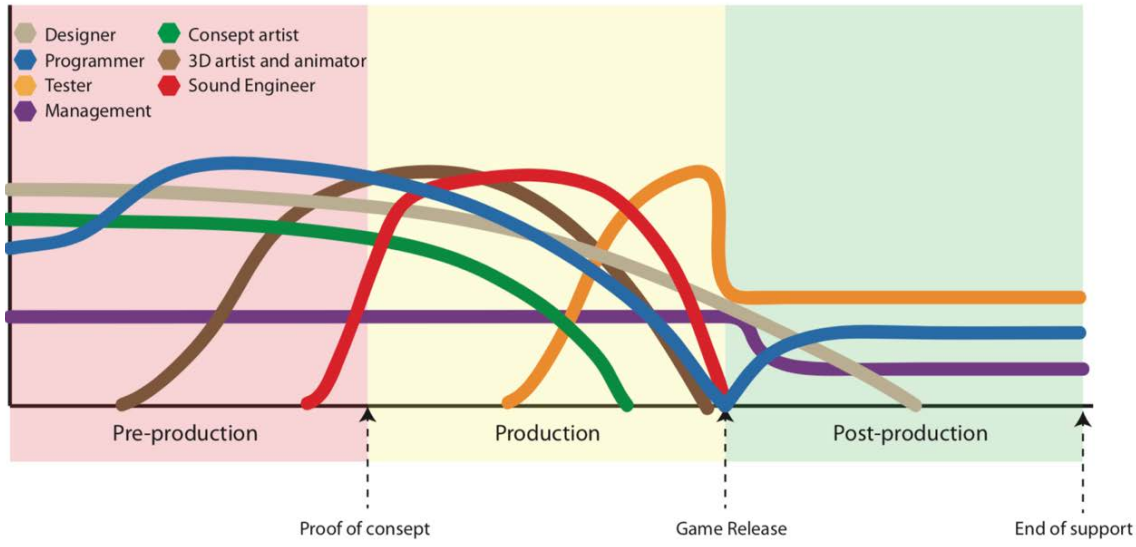
มีผู้ให้คำนิยามความหมายของซีเรียสเกมไว้หลากหลาย เช่น เกมที่มีวัตถุประสงค์ที่ไม่ใช่แค่ความบันเทิงเพียงอย่างเดียว แต่เป็นเกมที่ให้ผู้เล่นได้รับทั้งความบันเทิง และมุ่งเน้นให้ผู้เล่นได้เรียนรู้หรือฝึกอบรมเพื่อพัฒนา ความคิด ความรู้ ทักษะต่าง ๆ ที่ใช้ประยุกต์เป็นบทเรียนในสภาพแวดล้อมการทำงานในชีวิตจริงได้ (Wattanasoontorn, et al., 2013) ซีเรียสเกม เป็นเกมที่ใช้ความบันเทิง ความคิดสร้างสรรค์ และเทคโนโลยีเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ (Greitzer, et al., 2007) ซีเรียสเกมเป็นเกมที่ให้ความรู้แก่ผู้เล่น ได้รับการออกแบบเพื่อพัฒนา ทักษะและความรู้ของผู้เล่น เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า “เกมการศึกษา” (Linda, et al., 2011)

จากคำนิยามข้างต้นสรุปได้ว่า ซีเรียสเกมเป็นเกมที่มีวัตถุประสงค์หลักไม่ใช่เพื่อความบันเทิง แต่เป็นเกมที่ทำให้ผู้เล่นเกิดทักษะ หรือเกิดการเรียนรู้ขึ้นในระหว่างการเล่นเกม อย่างไรก็ตามซีเรียสเกมยังคงมีความบันเทิงอยู่ในเกม แต่เป็นเพียงวัตถุประสงค์ที่แอบแฝงอยู่ในเกมเท่านั้น เพื่อให้ผู้เล่นพัฒนาทักษะหรือการเรียนรู้ต่าง ๆ ควบคู่ไปกับความสนุกสนานนั้นเอง

ในปัจจุบันซีเรียสเกมถูกนำมาประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น ด้านสุขภาพ การแพทย์ การศึกษา การท่องเที่ยว ประวัติศาสตร์ และศิลปะวัฒนธรรม อาทิ ซีเรียสเกมสำหรับออกกำลังกาย เป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการออกกำลังกายผ่านสื่อรูปแบบเกม เพื่อสร้างแรงจูงใจและความบันเทิงแก่ผู้เล่นในการออกกำลังกาย (Thompson, et al., 2010) ซีเรียสเกมสำหรับฝึกอบรมนักศึกษาแพทย์ โดยการจำลองสถานการณ์ทางการแพทย์ให้นักศึกษาทดสอบความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีทางการแพทย์ในระหว่างการฝึกอบรม โดยการนำซีเรียสเกมมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการอบรม (Sliney and Murphy, 2008) ซีเรียสเกมทางประวัติศาสตร์เป็นการนำเอาซีเรียสเกมมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ประวัติศาสตร์ให้สนุกและน่าสนใจ รวมถึงการจำลองวัตถุและสถานที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ในการส่งเสริมการเรียนรู้และการท่องเที่ยวอีกทางหนึ่ง (Bellotti, et al., 2012) ซีเรียสในการพัฒนาธุรกิจหรือองค์กรเป็นการนำซีเรียสเกมเข้ามาใช้ในการฝึกอบรมพนักงาน โดยการจำลองสถานการณ์ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เพื่อฝึกการตัดสินใจและการเข้าถึงผู้บริโภคให้กับผู้อบรม (Petridis, et al., 2015) ซีเรียสเกมด้านการศึกษาเป็นการนำเกมเข้ามาประยุกต์กับเนื้อหาบทเรียนหรือความรู้ที่เป็นประโยชน์ที่นอกเหนือจากหลักสูตรทางการศึกษาเพื่อเพิ่มความรู้และทักษะให้แก่ผู้เรียน (Qian and Clark, 2016)

2.2 กระบวนการพัฒนาเกม (Game Development Process)

การผลิตเกมเป็นงานที่ซับซ้อนต้องอาศัยความร่วมมือกันของทีมพัฒนาที่มีหน้าที่ต่าง ๆ ตามความสามารถของบุคคล เช่น โปรดิวเซอร์ (Producer) นักออกแบบ (Designer) ศิลปิน (Artist) โปรแกรมเมอร์ (Programmer) นักออกแบบเสียง (Sound designer) ซึ่งมีทักษะที่เฉพาะด้านมาทำงานร่วมกันจนทำให้เกมมีความสมบูรณ์ (Padraig, 2016) ในการทำงานร่วมกันในลักษณะเช่นนี้ทุกคนในทีมต้องมีทักษะในการสื่อสารกับสายอาชีพอื่น ๆ ให้เกิดความถูกต้องและชัดเจนเพื่อไม่ให้ระหว่างการพัฒนาเกิดปัญหาและข้อผิดพลาดซึ่งส่งผลต่อระยะเวลาในการผลิตและต้นทุน การพัฒนาเกมจึงต้องอาศัยความสามัคคีในการผลักดันให้เกมไปถึงเป้าหมายที่วางไว้ (Berle, 2016) ซึ่งมีกระบวนการหลัก 3 กระบวนการในการกำหนดขอบเขต และหน้าที่ความรับผิดชอบของทีมพัฒนาต่าง ๆ เพื่อทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพ (Liming and Vilorio, 2011)



รูปที่ 2.2 กระบวนการพัฒนาเกม (Peter, 2012)

จากรูปที่ 2.2 กระบวนการพัฒนาเกมโดยปกติจะแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย กระบวนการก่อนการผลิต (Pre - production) กระบวนการผลิต (Production) และกระบวนการหลังการผลิต (Post - production) ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะถูกแบ่งขอบเขตและหน้าที่ความรับผิดชอบของทีมพัฒนาไว้ดังนี้ (Peter, 2012)

กระบวนการก่อนการผลิต (Pre - production) คือ ขั้นตอนระดมความคิดกำหนดรูปแบบของเกมทั้งหมด โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อกำหนดวิธีเล่นเกม ข้อปฏิบัติในเกม

ระดับความยากง่าย เนื้อเรื่อง แนวเกม รวมไปถึงรูปแบบกราฟิกที่ใช้ในเกม โดยขั้นตอนนี้สมาชิกในทีมพัฒนาจะมีส่วนร่วมในการออกความคิดเห็นในการกำหนดขอบเขตของเกมทั้งหมด เพื่อทำให้เกมมีรูปแบบที่ชัดเจนที่สุด (สมบัติ สวัสดิ์ผล, 2560) โดยจะมีนักออกแบบเกม (Game designer) เป็นผู้นำในการกำหนดรูปแบบเกมทั้งหมด ในกระบวนการก่อนการผลิตนี้จึงเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลา เนื่องจากกระบวนการนี้เป็นเหมือนการวางแผนเพื่อทำให้การพัฒนาเกมประสบความสำเร็จและเสร็จตามที่กำหนดไว้ (Padraig, 2016)

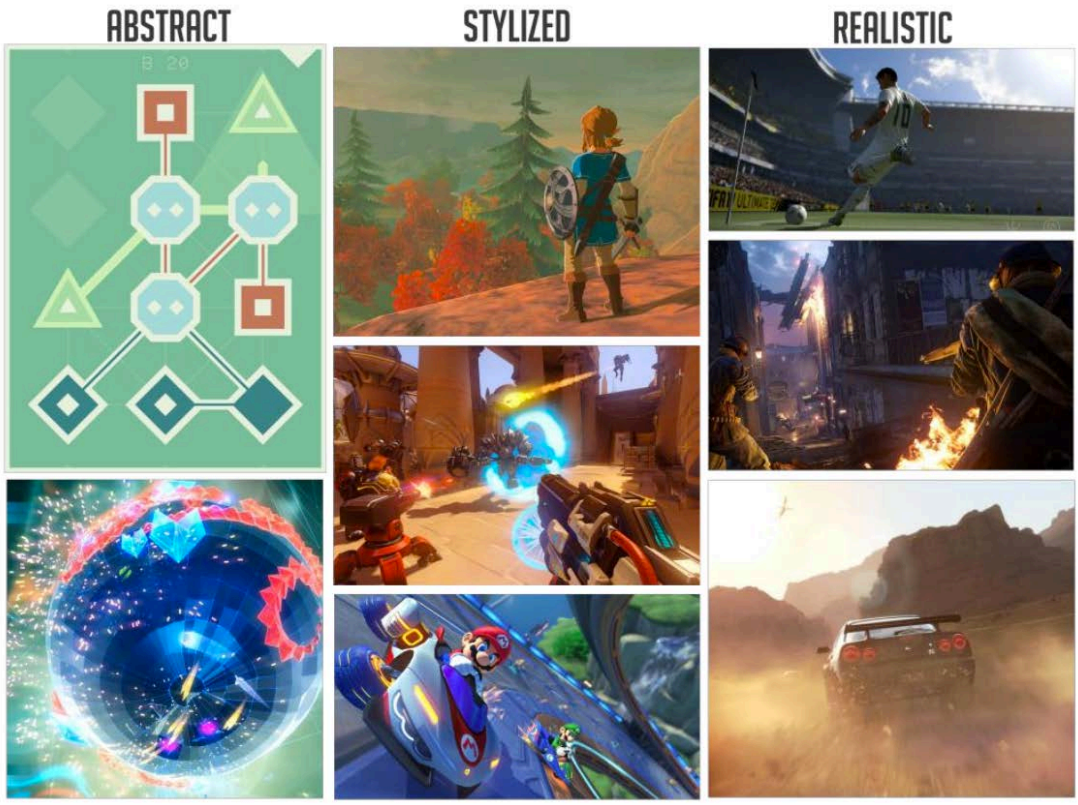
กระบวนการผลิต (Production) คือ ขั้นตอนการผลิตโดยใช้รูปแบบแนวคิดจากขั้นตอนแรกมาเป็นแนวทางในการสร้างเกมโดยทีมนักออกแบบ ศิลปิน และโปรแกรมเมอร์จะทำงานร่วมกัน ศิลปินใช้แนวคิดที่กำหนดไว้ในการสร้างรูปแบบกราฟิกตัวละคร และสภาพแวดล้อมของเกม โปรแกรมเมอร์ใช้เครื่องมือในการพัฒนาเกมโดยการเขียนโปรแกรมคำสั่งต่าง ๆ เพื่อให้องค์ประกอบของเกมทั้งหมดแสดงผลออกมา นักออกแบบจะประสานงานกับแผนกอื่น ๆ ในระหว่างการผลิตช่วยให้นักออกแบบสามารถแก้ไขเอกสารได้ตามต้องการ เพื่อปรับปรุงกลศาสตร์ของเกมให้ดีขึ้น (Liming and Vilorio, 2011)

กระบวนการหลังการผลิต (Post - production) ในกระบวนการนี้มุ่งเน้นไปที่การเล่นเกมเพื่อทดสอบข้อผิดพลาดและปรับแต่งเพื่อกำจัดองค์ประกอบที่ไม่พึงประสงค์ เพื่อให้เกมมีความสมบูรณ์ที่สุด (Padraig, 2016) และเป็นกระบวนการทำการตลาดเพื่อทำให้เกมเป็นที่รู้จักกับบุลคลทั่วไปตามกลุ่มเป้าหมายที่วางไว้ ดังนั้นกระบวนการในขั้นตอนนี้เป็นการสร้างภาพลักษณ์ให้แก่เกม เพื่อให้เกมประสบความสำเร็จ (Bethke, 2003)

จากที่กล่าวมาทั้ง 3 ขั้นตอนล้วนเป็นขั้นตอนที่สำคัญทั้งสิ้น อย่างไรก็ตามการคำนึงถึงภาพรวมของเกมที่อยู่ในกระบวนการก่อนการผลิต (Pre - production) เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในกระบวนการพัฒนาเกมเนื่องจากจะส่งผลกระทบไปยังกระบวนการผลิตและกระบวนการหลังการผลิต (Peter, 2012) ซึ่งทีมพัฒนาต้องคำนึงถึงข้อกำหนดและข้อจำกัดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็น ข้อจำกัดทางเทคนิค ข้อจำกัดทางเวลาและเงินทุน ข้อจำกัดทางด้านกำลังคน รวมถึงปัจจัยภายนอกต่าง ๆ ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาในการพัฒนาเกมในอนาคต จะพบว่ากระบวนการก่อนการผลิตต้องสามารถอธิบายความต้องการและข้อกำหนดของเกมให้ชัดเจน เพื่อให้ทีมพัฒนาสามารถพัฒนาเกมให้ออกมาสมบูรณ์ตามแนวคิดให้ได้มากที่สุด (Bethke, 2003)

2.3 รูปแบบกราฟิกเกม (Game graphical style)

กราฟิกเกมเป็นสิ่งหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาเกม นอกจากสร้างความน่าสนใจให้แก่เกม กราฟิกยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างประสบการณ์การเล่นเกมของผู้เล่น อีกทั้งยังช่วยในการสื่อสาร และการโต้ตอบระหว่างผู้เล่นกับเกม (Keo, 2017) ดังนั้นการออกแบบกราฟิกจึงเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการพัฒนาเกม สำหรับนักออกแบบกราฟิกต้องสร้างสรรค์ผลงานออกมาให้มีความแตกต่างเพื่อทำให้เกมน่าสนใจ และต้องสนับสนุนการเล่นเกมที่เหมาะสม (McLaughlin, et al., 2010) การออกแบบภาพที่แตกต่างกันเหล่านี้เรียกว่ารูปแบบกราฟิก (Graphical styles) การออกแบบวัตถุต่าง ๆ รวมถึงสิ่งแวดล้อมในเกมนั้น จะต้องกำหนดลักษณะของรูปแบบกราฟิก (Visual style) ที่แน่ชัดเพื่อให้ทีมนักออกแบบกราฟิกสามารถสร้างผลงานที่คงลักษณะจำเพาะให้ตรงกันตลอดทั้งเกมเพื่อความต่อเนื่องในการกำหนดมุมมองและภาพในเกม อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่นำเสนอโลกของเกมซึ่งผู้เล่นสามารถมองเห็นได้ นักวิชาการเกมหลายคนได้ค้นพบรูปแบบกราฟิกที่แตกต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ รูปแบบนามธรรม (Abstract) รูปแบบสไตล์ไลซ์ (Stylize) และรูปแบบเหมือนจริง (Realistic) (Egenfeldt-Nielsen, et al., 2013; McLaughlin, et al., 2010) ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบกราฟิก (Keo, 2017)

กราฟิกรูปแบบนามธรรม คือ รูปแบบกราฟิกที่มุ่งเน้นการแสดงในรูปแบบเรขาคณิต แทนที่ตัวละคร วัตถุและสถานที่ ในปัจจุบันเป็นเรื่องยากที่จะเห็นกราฟิกรูปแบบนี้ เนื่องจากความนิยมของกราฟิกที่สมจริงมีมากขึ้น อีกทั้งเป็นเรื่องยากในการทำการตลาด สำหรับกราฟิกรูปแบบนามธรรม แต่ปัญหาที่ใหญ่ที่สุดกับกราฟิกรูปแบบนามธรรม คือ ไม่สามารถที่จะเล่าเรื่องราวให้กับผู้เล่น แม้ว่าในการผลิตจะใช้เวลาที่น้อยและมีต้นทุนที่ต่ำ กราฟิกรูปแบบนามธรรมถูกใช้ในยุค 1970 เป็นจุดเริ่มต้นของเกมอาร์เคดและวิดีโอเกม เนื่องจากข้อจำกัดของฮาร์ดแวร์ในตอนนั้น (Keo, 2017)

กราฟิกรูปแบบสไตล์ไลซ์ เป็นกราฟิกที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับการ์ตูน ให้ความสำคัญกับการนำเสนอบุคคล หรือวัตถุโดยการขยายคุณลักษณะที่โดดเด่นที่สุด กราฟิกสไตล์ไลซ์เป็นรูปแบบกราฟิกที่มีความยืดหยุ่นและหลากหลายที่สุด เนื่องจากอยู่ระหว่างกราฟิกนามธรรมกับกราฟิกเหมือนจริงจึงไม่ได้ผูกไว้กับข้อจำกัด จึงสามารถปรับแต่งเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดจากการเล่นเกม และปรับแต่งลักษณะของเกมเพื่อตอบสนองผู้ชมเฉพาะกลุ่ม กราฟิกสไตล์ไลซ์เป็นรูปแบบยอดนิยมในทุกแพลตฟอร์มเกมทั่วไป ได้แก่ คอมพิวเตอร์คอนโซลและโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากสามารถเข้ากับเกมทุกประเภทและสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เล่นเกือบทุกกลุ่ม (Keo, 2017)

กราฟิกรูปแบบเหมือนจริง เป็นรูปแบบที่ตัวละคร วัตถุ และสภาพแวดล้อมในเกม มีความคล้ายคลึงกับความเป็นจริงมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ความสมจริงกลายเป็นแนวโน้มสำคัญในยุค 1990 เมื่อการสร้างกราฟิก 3 มิติ กลายเป็นมาตรฐานใหม่สำหรับกราฟิกเกม ตั้งแต่นั้นมาความสมจริงจึงเป็นที่ต้องการมากที่สุดสำหรับเกมสมัยใหม่ การทำให้กราฟิก 3D สมจริงขึ้นอยู่กับการสร้างโมเดล การให้พื้นผิว แสง และการเคลื่อนไหวของวัตถุซึ่งใช้เวลานานและมีต้นทุนที่สูง ดังนั้นเกมที่ใช้กราฟิกเหมือนจริงส่วนใหญ่มักจะได้รับการพัฒนาโดยบริษัทเกมขนาดกลางถึงใหญ่ (Keo, 2017)

2.4 กระบวนการผลิตกราฟิก 3 มิติ (3D Graphic production)

กระบวนการผลิตกราฟิก 3 มิติ เป็นส่วนสำคัญสำหรับการพัฒนาเกม เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่แสดงให้เห็นรายละเอียดภาพในเกมเพื่อสร้างสุนทรียะแก่ผู้เล่นตามที่นักออกแบบเกม (Game designer) ได้กำหนดไว้ กระบวนการผลิตกราฟิก 3 มิติ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ (Blender, 2018; Labschütz and Krösl, 2011; Peter, 2012)

2.4.1 การสร้างแบบจำลอง (Modeling)

เป็นการสร้างรูปทรง 3 มิติ โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่สร้างแบบจำลองโดยเฉพาะ เช่น โปรแกรม 3Dmax โปรแกรม Maya โปรแกรม Blender เป็นต้น เมื่อได้รูปแบบกราฟิกชัดเจนแล้ว ทีมนักออกแบบ (Graphic designer) จะร่างแบบแนวคิดของสิ่งต่าง ๆ ในเกม เช่น ตัวละคร สัตว์ สิ่งของ ให้กับทีมกราฟิก 3 มิติ (3d Artist) เพื่อนำต้นแบบที่ร่างไว้มาสร้างเป็นรูปแบบ 3 มิติ (Labschütz and Krösl, 2011)

2.4.2 การให้พื้นผิว (Textured)

การให้พื้นผิวเป็นการใส่รายละเอียดเฉพาะให้กับวัตถุ โดยการกำหนดลักษณะจากภาพ 2 มิติ (Bit map) การเกิดพื้นผิวขึ้นมาในโปรแกรมส่วนใหญ่ถูกกำหนดโดย แมททีเรียล (Materail) โดยใช้โปรแกรมกราฟิกพิเศษที่เรียกว่า เชดเดอร์ (Shader) เป็นการกำหนดคุณลักษณะพื้นฐานของวัตถุ (Mike, 2013; Rudolf, 2017) ซึ่งการแสดงภาพสุดท้ายที่แสดงผลออกมาประกอบด้วยพื้นผิวชนิดต่าง ๆ ได้แก่ สี (Diffuse/Color map) การสะท้อน (Specular map) ออคคูชันแมพ (Occlusion map) นอร์แมลแมพ (Normal map) การเรืองแสง (Glow map) ความโปร่งใส่ (Transparency map) (Autodesk, 2007) ดังนี้

1) สีพื้น (Diffuse/Color) เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดข้อมูลสีของพื้นผิวของวัตถุนั้น ๆ เป็นการกำหนดพื้นผิวในระดับหนึ่ง ซึ่งความละเอียดขึ้นอยู่กับศิลปิน เช่น ไม้ สีของไม้ก็จะเป็นสีน้ำตาล และมีรายละเอียดของลายไม้เฉพาะตัว

2) การสะท้อน (Specular) เป็นส่วนที่กำหนดเงาความสว่างของวัตถุ โดยใช้ระดับสีขาว เทา ดำ สำหรับกำหนดการสะท้อนของพื้นผิว เช่น หินหรือไม้เก่าจะมีแนวโน้มการสะท้อนที่ต่ำพื้นผิวการสะท้อนจึงเป็นสีค่อนข้างดำ ในขณะที่เงินหรือพลาสติกจะมีพื้นผิวการสะท้อนค่อนข้างขาว

3) ออคคูชัน (Occlusion) เป็นการกำหนดแสงทางอ้อมสำหรับพื้นผิวที่ไม่ได้ถูกการคำนวนโดยโปรแกรม ทำให้การแสดงผลของแสงเงามีความถูกต้องมากขึ้น

4) นอร์แมล (Normal) เป็นการกำหนดรายละเอียดเล็ก ๆ เช่น รอยขีดข่วน รอยแตก ลวดลายที่ลึกหรือนูน รูขุมขน รอยตีนกา ทำให้พื้นผิวมีรายละเอียดที่สมจริงมากยิ่งขึ้น

5) การเรืองแสง (Glow) เป็นการกำหนดการเรืองแสงของพื้นผิววัตถุ

6) ความโปร่งใส (Transparency) เป็นการกำหนดความโปร่งใสให้กับพื้นผิว เช่น แก้วน้ำ ขวดพลาสติก รวมไปถึงการกำหนดขอบเขตการแสดงผลของพื้นผิววัตถุโดยการกำหนดจะใช้ระดับสีขาว เทา ดำ ในการกำหนดจากทึบไปโปร่งใสตามลำดับ

ศิลปินจะใช้พื้นผิวเหล่านี้ควบคู่กันไปตามความเหมาะสมเพื่อให้ตัวละคร วัตถุ และสภาพแวดล้อมมีรูปแบบตามแนวคิดที่วางไว้ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.4 การแสดงผลของพื้นผิวในภาพกราฟิก 3 มิติ

2.4.3 การสร้างกระดูก (Rigging)

เป็นการใส่กระดูกให้สนับสนุนการเคลื่อนไหว ในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องศึกษาระบบโครงสร้างของกระดูกและกล้ามเนื้อของสิ่งมีชีวิตเพื่อทำให้ไม่เป็นปัญหาในการสร้างภาพเคลื่อนไหวต่อไป (Collins, 2018; Justin, 2019)

2.4.4 การสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation)

เป็นการกำหนดท่าทางหรือการกระทำต่าง ๆ ที่ต่อเนื่องกันจนเป็นการเคลื่อนไหวในที่สุด ในขั้นตอนนี้ต้องการศึกษากฎการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักฟิสิกส์ เพื่อให้การเคลื่อนไหวออกมาเป็นธรรมชาติมากที่สุด (Pluralsight, 2014)

2.4.5 การให้แสง (Lighting)

แสงเป็นหนึ่งในองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในเกม 3D สำหรับสร้างบรรยากาศของเกมทำให้เกมดูสมจริงมากยิ่งขึ้น การใช้แสงที่ดีช่วยให้เกมน่าสนใจมากขึ้น (Amaan, 2001)

ขั้นตอนที่กล่าวมามี 3 ขั้นตอนที่เป็นส่วนสำคัญสำหรับการแสดงภาพในเกม คือ การสร้างแบบจำลอง (Modeling) การให้พื้นผิว (Textured) และการให้แสง (Lighting) ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ช่วยให้การสร้างกราฟิก 3 มิติ มีลักษณะเฉพาะและน่าสนใจตามที่ทีมพัฒนาได้กำหนดไว้

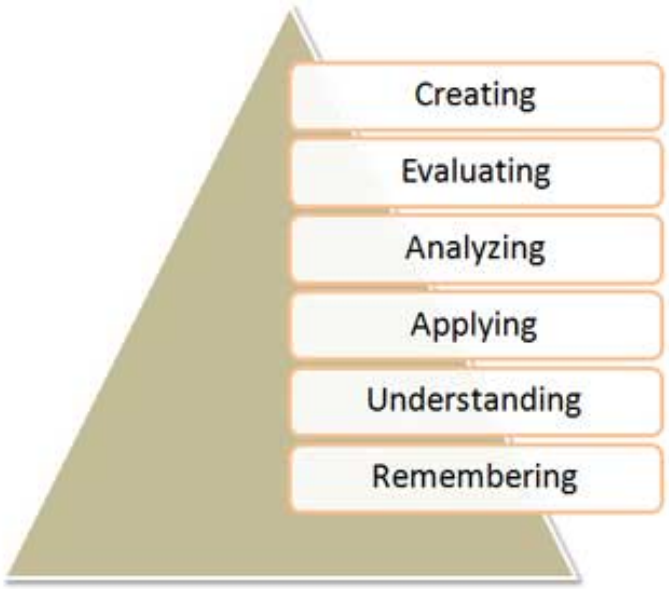
2.5 ประเภทของการเรียนรู้ (Taxonomy of Learning Domains)

การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอย่างถาวร เกิดจากการฝึกและปฏิบัติที่ได้รับการส่งเสริมในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปตามประสบการณ์การเรียนรู้ของตนเอง การเรียนรู้สามารถจำแนกตามจุดมุ่งหมายได้เป็น 3 ด้าน คือ ด้านความคิด (Cognitive domain) ด้านการปฏิบัติ (Psychomotor domain) และด้านทัศนคติ (Affective domain) (Bloom, 2012) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 การเรียนรู้ด้านความคิด

การเรียนรู้ด้านความคิด เป็นพฤติกรรมด้านสมองเกี่ยวข้องกับสติปัญญา ความรู้ความคิดของบุคคล ที่ทำให้มีความเฉลียวฉลาด ความสามารถคิดเรื่องราวต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ (Bloom, 1956) ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญาแบ่งได้เป็น 6 ระดับ ได้แก่ 1) การจดจำ (Remembering) ความสามารถในการจดจำ และเก็บรักษาประสบการณ์ต่าง ๆ สามารถประมวนผลออกมาใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ในเวลาที่ต้องการ 2) ความเข้าใจ (Understanding) เป็นความสามารถในการแปลความขยายความ และจับใจความสำคัญขององค์ความรู้ในเรื่องนั้น ๆ ได้ 3) การนำไปใช้ (Applying) เป็นการนำประสบการณ์ หรือสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ได้ถูกต้องและเหมาะสม 4) การวิเคราะห์ (Analyzing) เป็นระดับที่สามารถคิด หรือแยกแยะเรื่องราวต่าง ๆ ออกเป็นส่วนย่อย และมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งที่เกี่ยวข้องกัน 5) การประเมินค่า (Evaluating) เป็นความสามารถในการ

ตัดสิน ตีราคา สรุปเกี่ยวกับคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ ออกมาโดยมีกฎเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นไปตามเนื้อหาสาระในเรื่องนั้น ๆ หรืออาจเป็นกฎเกณฑ์ที่สังคมยอมรับก็ได้ 6) การสร้างสรรค์ (Creating) เป็นความสามารถในการผสมผสานส่วนย่อยจาก ความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับเข้ามาเป็นเรื่องราวเดียวกันอย่างมีระบบ ทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่สมบูรณ์และดีกว่าเดิม อาจเป็นการถ่ายทอดความคิดออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ง่าย การกำหนดวางแผนวิธีการ ดำเนินงานขึ้นใหม่ หรืออาจจะเกิดความคิดในอันที่จะสร้างความสัมพันธ์ของสิ่งที่เป็นนามธรรมขึ้นมาในรูปแบบใหม่หรือแนวคิดใหม่ (Gary, et al., 2001) แสดงดังรูปที่ 2.3

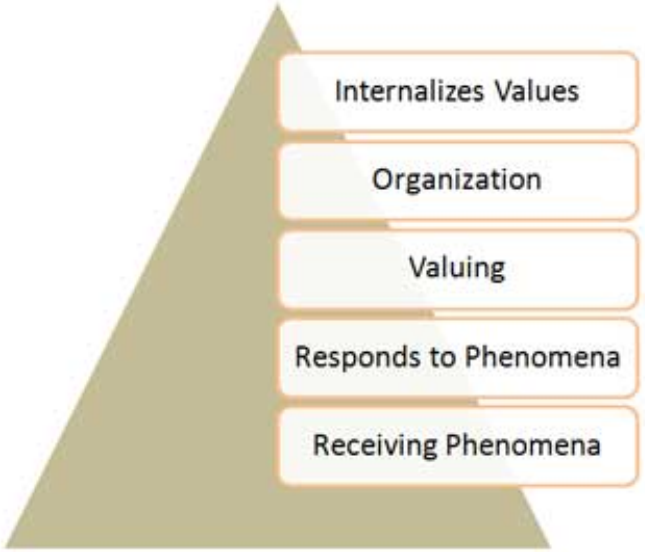


รูปที่ 2.5 ระดับการเรียนรู้ด้านความคิด (Clark, 2015)

2.5.2 การเรียนรู้ด้านอารมณ์

การเรียนรู้ด้านอารมณ์ เป็นลักษณะการเรียนรู้ที่เราจัดการกับสิ่งต่าง ๆ ทางอารมณ์ เช่น ความรู้สึก ค่านิยม ความชื่นชม ความกระตือรือร้น แรงจูงใจและทัศนคติ ประกอบด้วยพฤติกรรม ย่อย ๆ 5 ระดับ ได้แก่ 1) การรับรู้ (Receiving phenomena) เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นต่อปรากฏการณ์หรือสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง จะแสดงออกมาในรูปของความรู้สึกที่เกิดขึ้น 2) การตอบสนอง (Responds to phenomena) เป็นการกระทำที่แสดงออกมาด้วยความเต็มใจ ยินยอม และพอใจต่อสิ่งเร้านั้น 3) การเกิดค่านิยม (Valuing) การเลือกสิ่งที่เป็นที่ยอมรับกันในสังคม หรือปฏิบัติตามในเรื่องใดเรื่องหนึ่งจนกลายเป็นความเชื่อ แล้วจึงเกิดทัศนคติที่ดีในสิ่งนั้น 4) การจัดระบบ (Organization) การสร้างแนวคิด

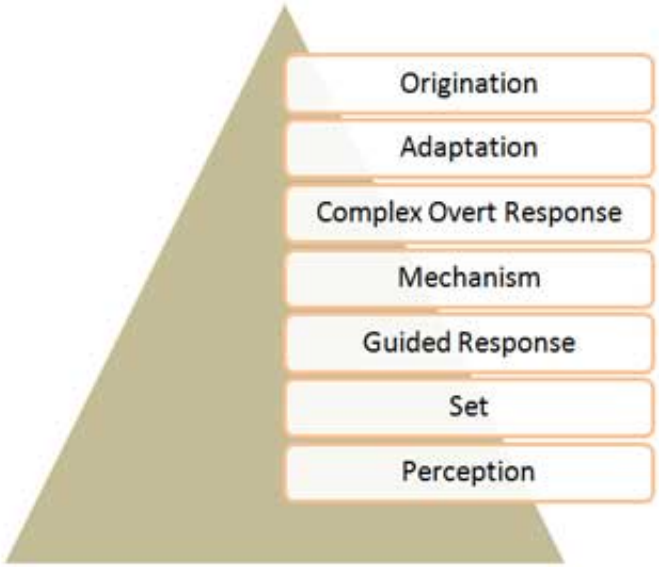
จัดระบบของค่านิยมที่เกิดขึ้นโดยอาศัยความสัมพันธ์ 5) บุคลิกภาพ (Internalizes values) การนำค่านิยมที่ยึดถือมาแสดงพฤติกรรมที่เป็นนิสัยประจำตัว (David, et al., 1967) แสดงดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.6 ระดับการเรียนรู้ด้านอารมณ์ (Clark, 2015)

2.5.3 การเรียนรู้ด้านทักษะ

การเรียนรู้ด้านทักษะ เป็นพฤติกรรมที่บ่งถึงความสามารถในการปฏิบัติงาน ซึ่งแสดงออกได้โดยตรง โดยมีเวลาและคุณภาพของงานเป็นตัวชี้ระดับของทักษะต่าง ๆ การเรียนรู้ด้านทักษะประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ 6 ระดับ ได้แก่ 1) การรับรู้ (Perception) เป็นการที่ผู้เรียนรู้ได้รับรู้หลักการปฏิบัติต่าง ๆ ได้สังเกตุและเลือกหาสิ่งที่ตนเองสนใจ 2) การกำหนด (Set) การกำหนดความพร้อมของร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ สำหรับการปฏิบัติ 3) การตอบสนอง (Guided response) เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนพยายามปฏิบัติตามสิ่งที่ตนเองสนใจและพยายามด้วยการทำซ้ำเพื่อให้เกิดทักษะ 4) วิธีการทำงาน (Mechanism) เป็นพฤติกรรมที่ผู้เรียนรู้สามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องชี้แนะ 5) การปรับตัว (Adaptation) เป็นการกระทำอย่างต่อเนื่องจนสามารถปฏิบัติงานยุ่งยากซับซ้อนได้ อย่างรวดเร็วถูกต้องและแม่นยำ 6) การคิดค้น (Origination) เป็นพฤติกรรมการปฏิบัติได้คล่องแคล่วโดยอัตโนมัติ และเป็นไปอย่างธรรมชาติซึ่งพฤติกรรมในด้านการเรียนรู้ และสามารถสร้างรูปแบบการเคลื่อนไหวใหม่เพื่อให้เหมาะกับสถานการณ์เฉพาะหรือปัญหาเฉพาะ ถือเป็นความสามารถของการเรียนรู้ในระดับสูง (Anita 1972) แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.7 ระดับการเรียนรู้ด้านทักษะ (Clark, 2015)

2.6 การพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive development)

เด็กมีพัฒนาการด้านต่าง ๆ ทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และความรู้ความสามารถ (วิชัย จันทร์ส่อง, 2019) ได้มีการศึกษาในส่วนพัฒนาการของนักเรียนเป็นจำนวนมากและในหลายทิศทาง ทฤษฎีที่ยอมรับโดยทั่วไป คือ ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Jean Piaget (Piaget, 1976) นักจิตวิทยาชาวสวิส ซึ่งได้เสนอพัฒนาการทางด้านสติปัญญาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนสู่วัยผู้ใหญ่ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ระยะ (McLeod, 2018) คือ

2.6.1 ระยะประสาทรับรู้และการเคลื่อนไหว (sensory-organs stage)

เป็นการพัฒนาการของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึง 2 ปี ในวัยนี้เด็กจะเริ่มพัฒนาการรับรู้โดยใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ ตลอดจนเริ่มมีการพัฒนาการใช้อวัยวะให้สามารถทำงานเบื้องต้นได้ เช่น ฝึกใช้มือหยิบจับสิ่งของต่าง ๆ ฝึกการได้ยิน ฝึกการมอง ฝึกเดิน ฝึกยืน ฝึกพูด และฝึกการโต้ตอบ การพัฒนาเหล่านี้จัดเป็นการพัฒนาพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาขั้นต่อไป เด็กในวัยนี้จึงเรียนรู้โดยการหยิบ จับ สัมผัสกับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว (Gans, 2019)

2.6.2 ระยะก่อนปฏิบัติการคิด (preoperational stage)

ระยะนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 2-7 ปี สามารถแบ่งออกเป็นระยะย่อยอีก 2 ระยะ คือ ระยะก่อนเกิดความคิด (Preconceptual thought) และระยะการคิดแบบญาณหยั่งรู้ (Intuitive thought) โดยมีรายละเอียดดังนี้ (McLeod, 2018)

ระยะก่อนเกิดความคิด (Preconceptual thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็กอายุ 2-4 ปี เป็นช่วงที่เด็กเริ่มมีเหตุผลเบื้องต้น สามารถจะโยงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ หรือมากกว่า แต่เหตุผลของเด็กวัยนี้ยังมีขอบเขตจำกัดอยู่ เพราะเด็กยังคงยึดตนเองเป็นศูนย์กลาง คือ ถือความคิดตนเองเป็นใหญ่ และมองไม่เห็นเหตุผลของผู้อื่น ความคิดและเหตุผลของเด็กวัยนี้ จึงไม่ค่อยถูกต้องตามความเป็นจริงนัก นอกจากนี้ความเข้าใจต่อสิ่งต่าง ๆ ยังคงอยู่ในระดับเบื้องต้น เช่น เข้าใจว่าเด็กหญิง 2 คน ชื่อเหมือนกัน จะมีทุกอย่างเหมือนกันหมด แสดงว่าความคิดรวบยอดของเด็กวัยนี้ยังไม่พัฒนาเต็มที่ แต่พัฒนาการทางภาษาของเด็กเจริญรวดเร็วมาก (Media Tribute, 2019)

ระยะการคิดแบบญาณหยั่งรู้ (Intuitive thought) เป็นขั้นพัฒนาการของเด็ก อายุ 4-7 ปี ขั้นนี้เด็กจะเกิดความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ รู้จักแยกประเภทและแยกชิ้นส่วนของวัตถุ เข้าใจความหมายของจำนวนเลข เริ่มมีพัฒนาการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ แต่ไม่แจ่มชัดนัก สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้โดยไม่คิดเตรียมล่วงหน้าไว้ก่อน รู้จักนำความรู้ในสิ่งหนึ่งไปอธิบายหรือแก้ปัญหาอื่นและสามารถนำเหตุผลทั่ว ๆ ไปมาสรุปแก้ปัญหา โดยไม่วิเคราะห์อย่างถี่ถ้วนเสียก่อน การคิดหาเหตุผลของเด็กยังขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนรับรู้ หรือสัมผัสจากภายนอก (Oswalt, 2019)

2.6.3 ระยะปฏิบัติการคิดด้านรูปธรรม (Concrete operation stage)

ระยะนี้จะเริ่มจากอายุ 7-12 ปี พัฒนาการทางด้านสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้สามารถสร้างกฎเกณฑ์และตั้งเกณฑ์ในการแบ่งสิ่งแวดล้อมออกเป็นหมวดหมู่ได้ เด็กวัยนี้สามารถที่จะเข้าใจเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ สามารถที่จะเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องความคงตัวของสิ่งต่าง ๆ โดยที่เด็กเข้าใจว่าของแข็งหรือของเหลวจำนวนหนึ่งแม้ว่าจะเปลี่ยนรูปร่างไปก็ยังมีน้ำหนัก หรือปริมาตรเท่าเดิม สามารถที่จะเข้าใจความสัมพันธ์ของส่วนย่อย ส่วนรวม ลักษณะเด่นของเด็กวัยนี้ คือ ความสามารถในการคิดย้อนกลับ นอกจากนั้นความสามารถในการจำของเด็กในช่วงนี้มีประสิทธิภาพขึ้น สามารถจัดกลุ่มหรือจัดการได้อย่างสมบูรณ์ สามารถสนทนากับบุคคลอื่นและเข้าใจความคิดของผู้อื่นได้ดี (Cherry, 2019)

2.6.4 ระยะปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (Formal operational stage)

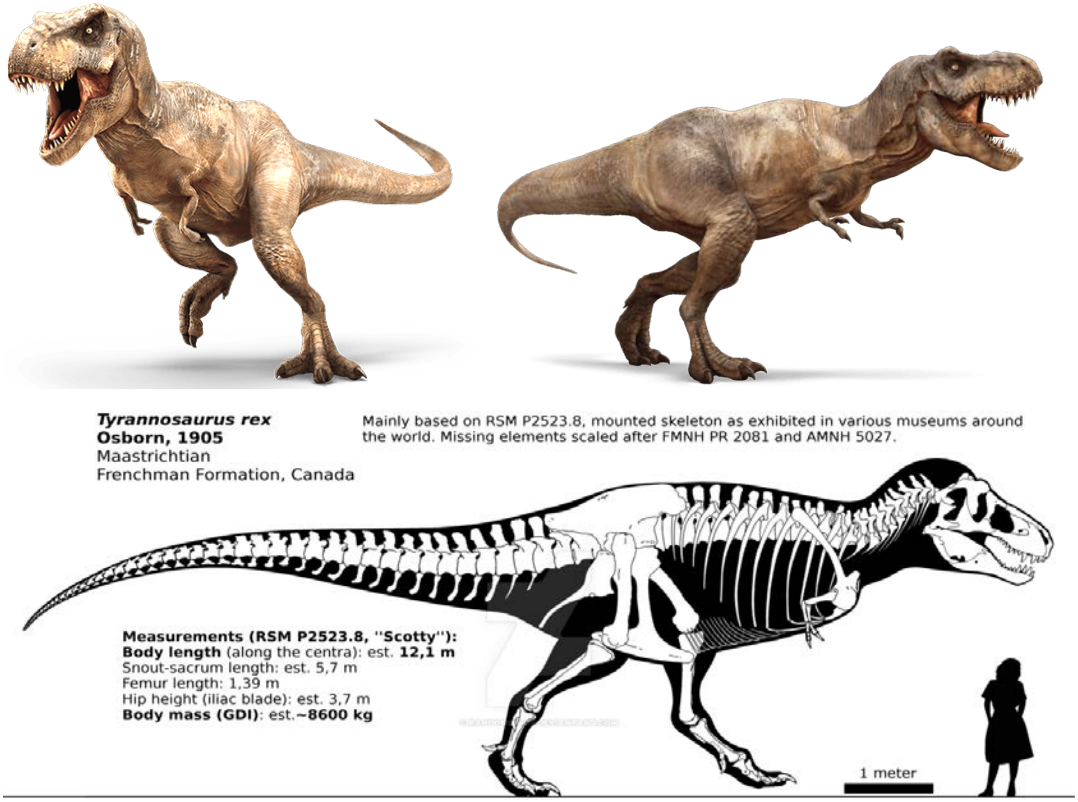
ระยะนี้จะเริ่มจากอายุ 12 ปีขึ้นไป ในขั้นนี้พัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของเด็กวัยนี้เป็นขั้นสูงสุด คือ เด็กในวัยนี้จะเริ่มคิดแบบผู้ใหญ่ ความคิดแบบเด็กจะสิ้นสุดลง เด็กสามารถที่จะคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ สามารถคิดแบบนักวิทยาศาสตร์ สามารถตั้งสมมุติฐานและทฤษฎี และเห็นว่าความเป็นจริง เด็กวัยนี้มีความคิดนอกเหนือไปกว่าสิ่งปัจจุบัน สนใจที่จะสร้างทฤษฎีเกี่ยวกับทุกสิ่งทุกอย่างและมีความพอใจที่จะคิดพิจารณาเกี่ยวกับสิ่งที่ไม่มีตัวตน หรือสิ่งที่เป็นนามธรรม (McLeod, 2010)

2.7 ข้อมูลไดโนเสาร์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของไดโนเสาร์ที่จะนำมาใช้ในการทดสอบโดยได้ศึกษาลักษณะของไดโนเสาร์แต่ละประเภทจากหนังสือ Dinosaurs the Fact Files (Paul, 2008) Dinosaurs and Prehistoric Life (Kitty Blount, 2001) และ Dinosphere (Rick, 2012) รวมถึงแหล่งเว็ปไซต์ออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อนำลักษณะของไดโนเสาร์ดังกล่าวมาสร้างกราฟิก 3 มิติ ผู้วิจัยมีเกณฑ์การเลือกไดโนเสาร์เพื่อใช้ในการทดสอบโดยพิจารณาจากลักษณะที่เฉพาะง่ายต่อการจำ ความนิยม และชื่อที่กระชับเหมาะแก่การจดจำของเด็กมาเป็นเกณฑ์ในการเลือก จากการศึกษาและค้นคว้าผู้วิจัยได้เลือกไดโนเสาร์ จำนวน 5 ตัว คือ ไทแรนโนซอรัส (Tyrannosaurus) คาร์โนทอรัส (Carnotaurus) สไตกิโมล็อก (Stygimoloch) ไตรเซอราทอป (Triceratops) และแองคิโลซอรัส (Ankylosaurus) ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของไดโนเสาร์เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ ดังนี้ โครงสร้างกระดูก กล้ามเนื้อ พื้นผิว เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาโมเดล 3 มิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.7.1 ไทแรนโนซอรัส (Tyrannosaurus)

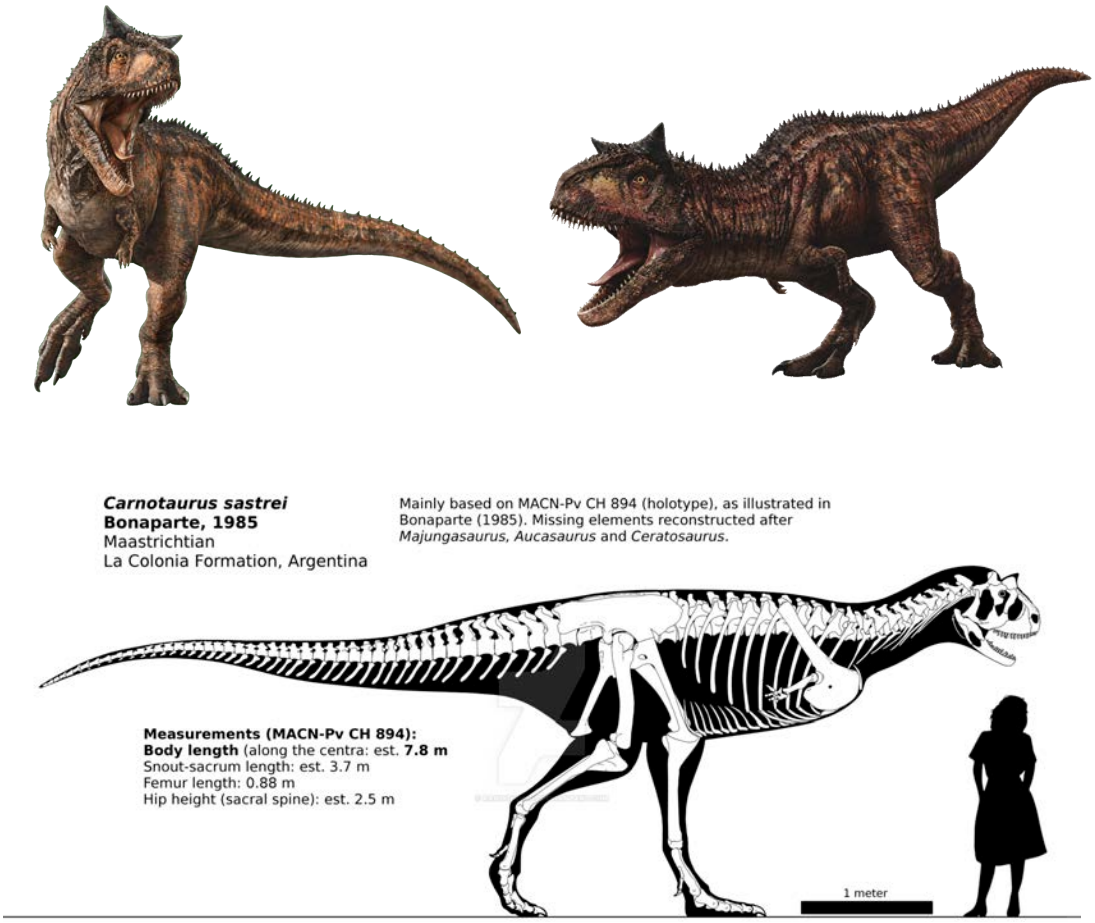
ไทแรนโนซอรัส เป็นไดโนเสาร์กินเนื้อ เดิน 2 ขา มีกะโหลกศีรษะที่ใหญ่ และเพื่อสร้างความสมดุล มันจึงมีหางที่มีน้ำหนักมาก มีขาหลังที่ใหญ่และทรงพลัง แต่กลับมีขาหน้าขนาดเล็ก มี 2 กรงเล็บ เป็นหนึ่งในผู้ล่าที่มีขนาดใหญ่ที่สุดบนพื้นพิภพ วัดความยาวได้ 13 เมตร โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.8 ลักษณะทางกายภาพของไทแรนโนซอรัส (Dinosaurpictures, 2019)

2.7.2 คาร์โนทอรัส (Carnotaurus)

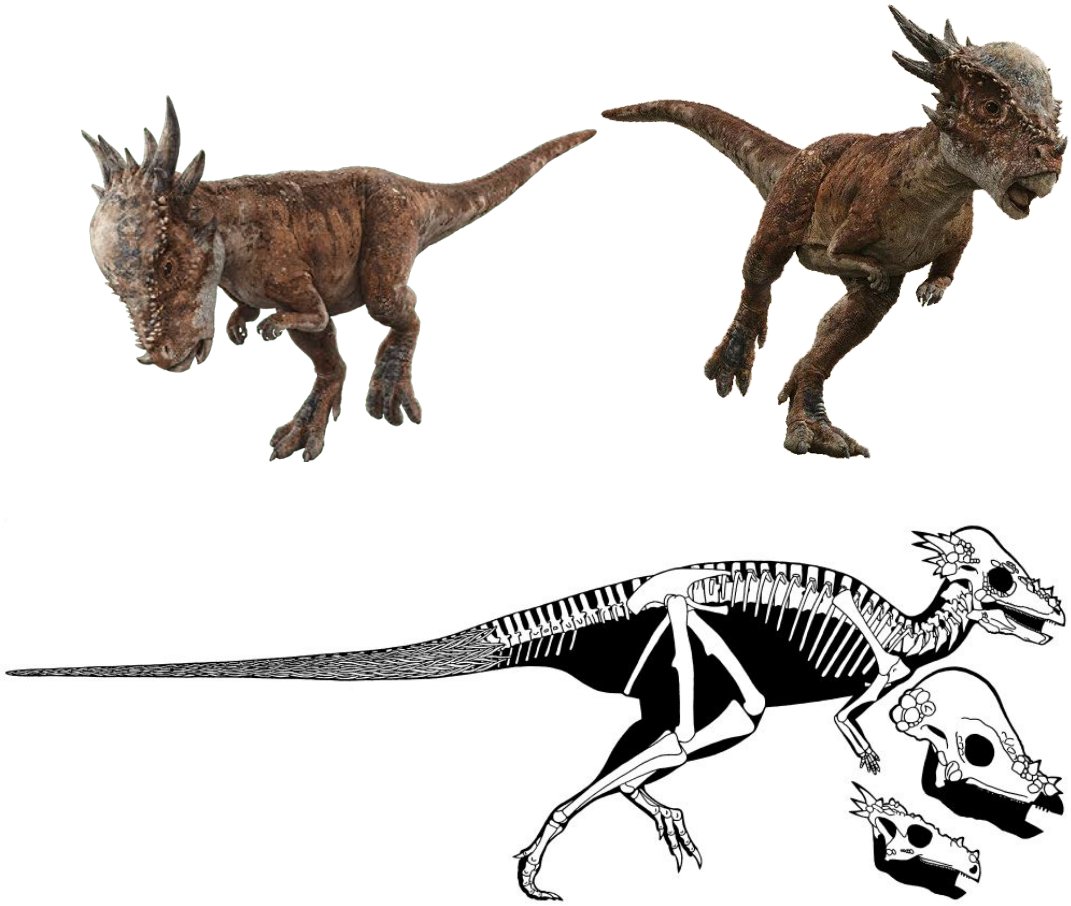
คาร์โนทอรัส เป็นไดโนเสาร์กินเนื้อ เดิน 2 ขา มีความยาว 7.5 - 9 เมตร มีลักษณะโดดเด่น คือ มีเขาอยู่เหนือตาทั้ง 2 ข้าง ซึ่งแตกต่างจากลักษณะไดโนเสาร์กินเนื้อประเภทอื่น ๆ ที่ไม่มีเขา โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.9 ลักษณะทางกายภาพของคาร์โนทอรัส (Dinosaurpictures, 2019)

2.7.3 สไตกิโมล็อก (Stygimoloch)

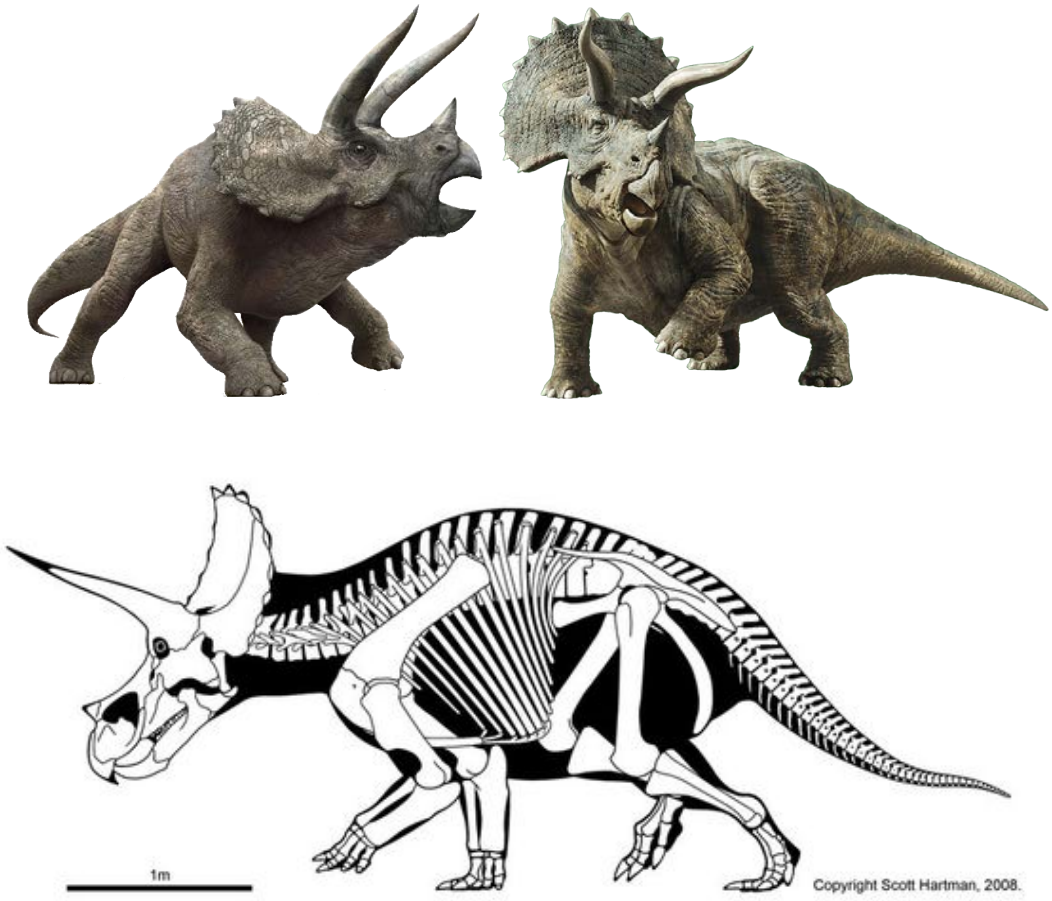
สไตกิโมล็อก เป็นไดโนเสาร์กินพืช เดิน 2 ขา วัดความยาวได้ 2.1 - 3 เมตร มีลักษณะเด่นตรงหัวกะโหลกที่หนาที่มีไว้ดึงดูดคู่ มีนอทรงกรวยบนจมูกและส่วนหลังของหัว โดยยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และ 15 เซนติเมตร และยังมีนอเล็ก ๆ อีก 2 - 3 นอ โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.10 ลักษณะทางกายภาพของสไตกิโมล็อก (Dinosaurpictures, 2019)

2.7.4 ไตรเซอราทอปส์ (Triceratops)

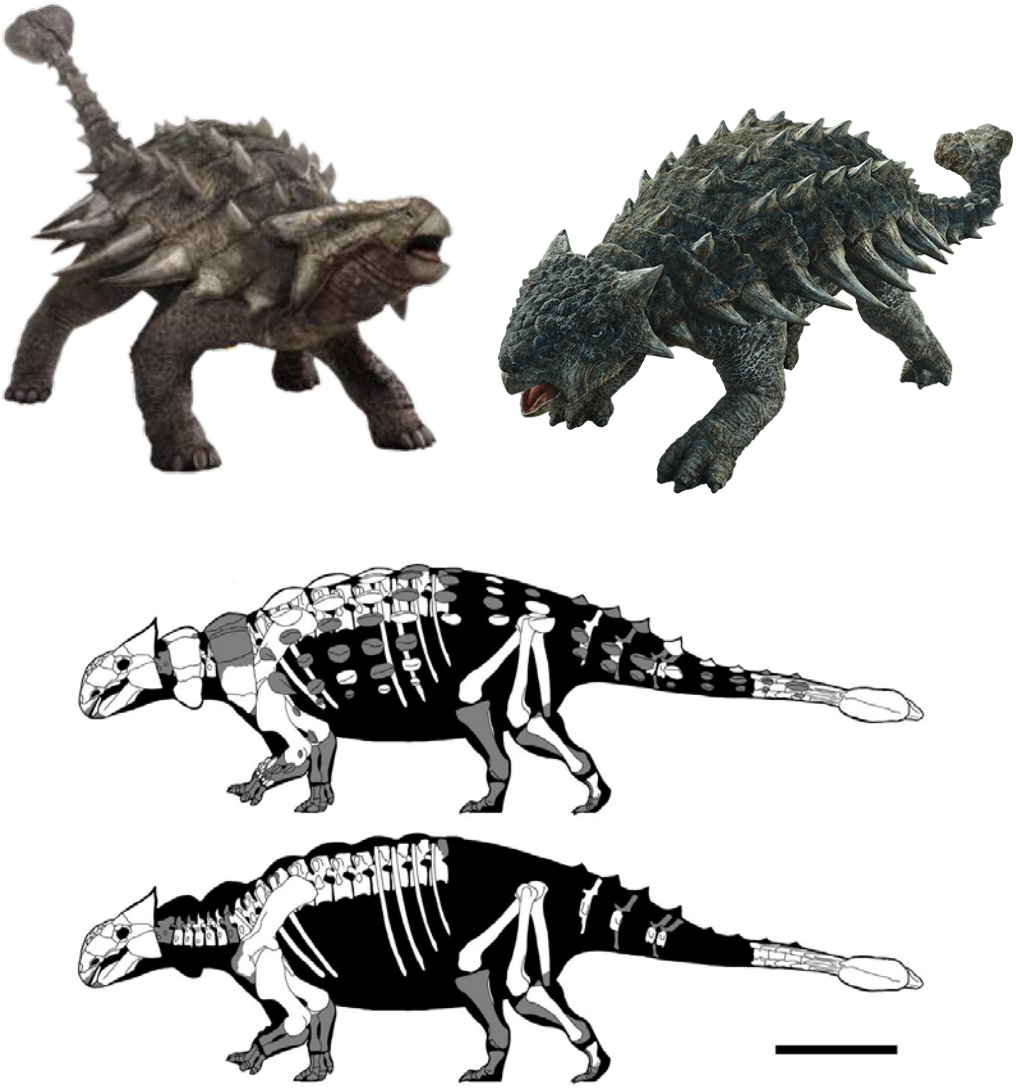
ไตรเซอราทอปส์ เป็นไดโนเสาร์ขนาดใหญ่ วัดความยาวได้ 6 - 10 เมตร โดยทั่วไปแล้ว ไทรเซราทอปส์ จะกินเฟิร์น สนซึ่งเป็นพืชเนื้อหยาบมันมีจงอยปากคล้ายนกแก้วไว้ตัดพืช ไทรเซราทอปส์มีเขา 3 เขา อยู่บนหัว เขาแรกยาว 20 เซนติเมตร อยู่เหนือจมูก ส่วนเขา 2 อันหลังอยู่บริเวณตายาวราว 1 เมตร แทงเพียงครั้งเดียวอาจถึงตาย โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.11 ลักษณะทางกายภาพของไตรเซอราทอปส์ (Dinosaurpictures, 2019)

2.7.5 แองคิโลซอรัส (Ankylosaurus)

แองคิโลซอรัส เป็นไดโนเสาร์ขนาดใหญ่ วัดความยาวได้ 7 - 11 เมตร ขาหลังยาวกว่าขาหน้า มีกระดูกยื่นออกมาจากร่างกายเป็นเกราะป้องกันตัวชั้นดี กินพืชเป็นอาหาร มีฟันขนาดเล็กไว้สำหรับบดเคี้ยวพืช ปากมีลักษณะคล้ายนกแก้ว โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.12 ลักษณะทางกายภาพของแองคิโลซอรัส (Dinosaurpictures, 2019)

2.8 งานวิจัยก่อนหน้า (Previous works)

จากการศึกษางานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบกราฟิก ผู้วิจัยสามารถแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ด้าน คือ การแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก (Classification) การวิเคราะห์รูปแบบกราฟิก (Analyze) อิทธิพลของรูปแบบกราฟิกที่มีผลต่อการรับรู้ (Perception) และอิทธิพลของรูปแบบกราฟิกที่มีผลต่อการเรียนรู้ (Learning) ดังตารางที่ 2.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัยก่อนหน้า

Title	Classification	Analyze	Perception	Learning
Gran Stylissimo: The Audiovisual Elements and Styles in Computer and Video Games (Järvinen, 2002)	✓			
To Stylize or not to Stylize? The Effect of Shape and Material Stylization on the Perception of Computer-Generated Faces (Zell, et al., 2015)			✓	
Game graphics beyond realism: Then, now and tomorrow (Masuch and Röber, 2005)		✓		
The Style of Video Games Graphics (Wu, 2012)	✓			
Render me Real? Investigating the Effect of Render Style on the Perception of Animated Virtual Humans (McDonnell, et al., 2012)		✓	✓	
Art in an Algorithm: A Taxonomy for Describing Video Game Visual Styles (Cho, et al., 2018)	✓			
Graphical Style in Video Games (Keo, 2017)		✓		

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบงานวิจัยก่อนหน้า (ต่อ)

Title	Classification	Analyze	Perception	Learning
The Style of Tetris is...Possibly Tetris?: Creative Professionals' Description of Video Game Visual Styles (Keating, et al., 2017)	✓			
Effects of Art Styles on Video Game Narratives (Hölttä, 2018)		✓	✓	

ด้านการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก เป็นการแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกในเกม เพราะเนื่องจากรูปแบบกราฟิกยังไม่มีการแบ่งอย่างเป็นระบบและชัดเจน โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ใช้คำอธิบายเพื่อกำหนดนิยามของรูปแบบกราฟิก ได้แก่ งานวิจัยของ Aki Järvinen ได้ศึกษาภาพกราฟิกและเสียงของวิดีโอเกมโดยได้นำเสนอแนวเกี่ยวกับรูปแบบของภาพกราฟิกออกเป็น 3 รูปแบบ พร้อมทั้งอธิบายถึงลักษณะของรูปแบบกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ ไว้อย่างละเอียดและมีกรอบแนวความคิดในการอธิบายไว้อย่างชัดเจน (Järvinen, 2002) อย่างไรก็ตามแบ่งประเภทรูปแบบเพียง 3 กลุ่ม ยังไม่รอรับรูปแบบกราฟิกในปัจจุบัน เนื่องจากฮาร์ดแวร์กราฟิกมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมถึงมีเครื่องมือหรือซอฟต์แวร์ที่ช่วยพัฒนาภาพกราฟิกทำให้สามารถใช้เทคนิคใหม่ ๆ เพื่อให้การแสดงผลของภาพกราฟิกมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น งานวิจัยของ Yin Wu ได้ศึกษากราฟิกของเกม 2 มิติ และ 3 มิติ และแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกออกเป็น 6 รูปแบบ และได้อธิบายลักษณะรูปแบบกราฟิกทั้ง 6 รูปแบบ ด้วยคำนิยามและนำเสนอภาพตัวอย่างที่แสดงถึงลักษณะรูปแบบกราฟิกทั้ง 6 รูปแบบ (Wu, 2012) งานวิจัยของ Hyerim Cho ได้ศึกษารูปแบบกราฟิกและได้แบ่งรูปแบบกราฟิกออกเป็น 13 กลุ่มใหญ่ และ 8 กลุ่มย่อย รวมเป็น 21 รูปแบบ โดยได้กำหนดชื่อรูปแบบกราฟิกทั้ง 21 รูปแบบ ให้สอดคล้องตามลักษณะที่ได้นิยามไว้ ในการแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกของงานวิจัยนี้ได้จัดกลุ่มโดยรวมกราฟิก 2 มิติ และ 3 มิติ เข้าด้วยกัน (Cho, et al., 2018) ทำให้การจัดกลุ่มมีข้อจำกัดที่มากขึ้น เนื่องจากเทคนิคในการผลิตที่แตกต่างกัน จึงยากต่อการอธิบายลักษณะรูปแบบกราฟิกโดยใช้คำนิยามเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการใช้คำอธิบายยังมีข้อจำกัดในด้านความเข้าใจและไม่สามารถบอกลักษณะได้อย่างละเอียด ทำให้กราฟิกบางรูปแบบสามารถจัดกลุ่มได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ซึ่งอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการสื่อสารของทีมพัฒนาเกม

ด้านการวิเคราะห์รูปแบบกราฟิก เป็นการวิเคราะห์รูปแบบกราฟิกในประเด่นต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์รูปแบบกราฟิกที่เกิดขึ้นตามยุคสมัย (Keo, 2017) การวิเคราะห์รูปแบบกราฟิกในเกมเพื่อนำเสนอทางเลือกให้แก่ผู้พัฒนาเกม (Masuch and Röber, 2005) การวิเคราะห์รูปแบบกราฟิกที่

เหมาะสมกับแนวเกมต่าง ๆ (Hölttä, 2018) ในการวิเคราะห์ทั้งหมดนี้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้พัฒนาตัดสินใจเลือกรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ของทีมพัฒนา

ด้านการรับรู้ งานวิจัยของ Rachel McDonnell เป็นการศึกษาความสมจริงของกราฟิกว่ามีผลกระทบต่อการรับรู้ของมนุษย์อย่างไรบ้าง เช่น ความสมจริง ความเชื่อใจ ความเป็นมิตร และความคุ้นเคย ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้พบว่าการใช้รูปแบบใกล้เคียงความจริงทำให้เกิดความรู้สึกทางลบมากขึ้น (McDonnell, et al., 2012) งานวิจัยของ Eduard Zell เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการรับรู้ความสมจริง และศึกษาผลกระทบต่อการรับรู้ของมนุษย์เช่นเดียวกัน (Zell, et al., 2015) ซึ่งงานทั้ง 2 สอดคล้องกับทฤษฎี Uncanny Valley (Saygin, et al., 2012)

ด้านการเรียนรู้ เป็นการศึกษาผลกระทบของรูปแบบกราฟิกกับการเรียนรู้ของผู้เล่น ซึ่งมีงานวิจัยของ Tim McLaughlin ที่ได้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการหาผลกระทบของรูปแบบกราฟิกกับการเรียนรู้ (McLaughlin, et al., 2010) เพียงอย่างเดียว ซึ่งไม่ได้ศึกษาผลกระทบอย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตามกรอบแนวความคิดข้างต้นสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษาผลกระทบของรูปแบบกราฟิกกับผลการเรียนรู้ในอนาคตได้

2.9 การประเมินผลและสถิติที่เกี่ยวข้อง

ในการประเมินผลจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีเพื่อความเหมาะสมและความถูกต้องในการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ประเมิน และวัดผลทางสถิติของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

2.9.1 ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ของ Rule of thumb (Wilson, et al., 2015) โดยได้ระบุว่ากลุ่มตัวอย่างขนาด 30 คนต่อกลุ่ม ก็เพียงพอต่อการวิเคราะห์หาความแตกต่างของกลุ่ม ซึ่งเป็นการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้กันแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

2.9.2 การทดสอบความตรงของเนื้อหา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบ จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ทำการตรวจสอบและพิจารณาในด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของเนื้อหา และความชัดเจนของคำถามในแบบทดสอบ การทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาในลักษณะนี้เรียกว่า การหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ หรือการหาค่า IOC (Index of Item-objective congruence) ซึ่งค่าที่ยอมรับได้ต้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ค่า +1 คือ แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

ค่า 0 คือ ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

ค่า -1 คือ แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดไม่ตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ตรงตามเนื้อหา

จากสูตร IOC (Index of Item-objective Congruence) = $\frac{\Sigma R}{N}$

เมื่อ

IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้อง

ΣR แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.9.3 การทดสอบความน่าเชื่อถือ

แบบทดสอบในงานวิจัยฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ และแบบประเมินความพึงพอใจ โดยแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ใช้การทดสอบความเชื่อมั่นของ Kuder Richardson (Kuder Richardson' Method)

และแบบประเมินความพึงพอใจใช้การทดสอบความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราช (Cronbach Alpha Coefficient)

จากสูตรของ Kuder Richardson $r_t = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma qp}{\sigma_t^2}\right]$

เมื่อ

r_t	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
p	แทน	อัตราส่วนของผู้ที่ตอบข้อนี้ถูก
q	แทน	อัตราส่วนของผู้ที่ตอบข้อนี้ผิด
σ_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้ทั้งฉบับ

จากสูตรของ Cronbach Alpha Coefficient $\alpha = \frac{n}{n-1}\left[1 - \frac{\Sigma S_i^2}{\Sigma S_t^2}\right]$

เมื่อ

α	แทน	สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
n	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
s_i^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบเป็นรายข้อ
s_t^2	แทน	ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

2.9.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ทั่วไป และการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง โดยแต่ละส่วนจะใช้สถิติดังนี้

การวิเคราะห์ทั่วไป เป็นการแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ รวมถึงหาค่าแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าฐานนิยม และการวัดการกระจายของข้อมูลหรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง ผู้วิจัยได้ทดสอบด้วยวิธีทางสถิติแบบทดสอบค่า T-Test (dependent variables) ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมในแต่ละกลุ่ม และใช้การวิเคราะความแปรปรวนทางเดียว (One - way ANOVA) ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ

บทที่ 3

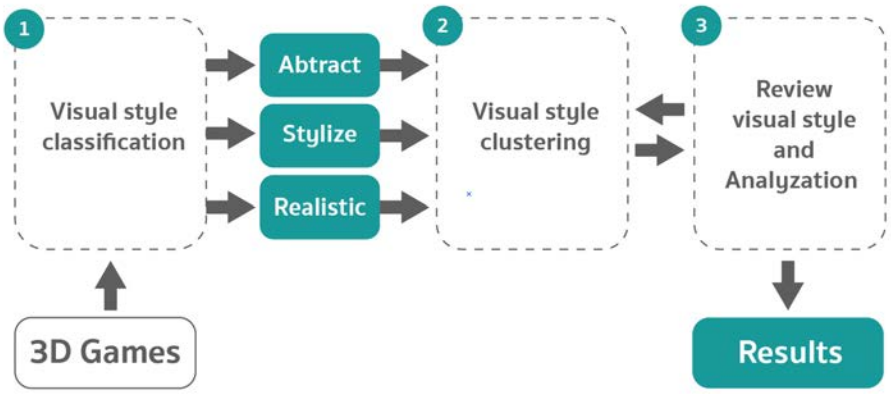
กรอบแนวคิดการแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่ารูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ ยังไม่ได้มีการกำหนดอย่างเป็นระบบให้ชัดเจน เนื่องจากเทคนิคการพัฒนากราฟิกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยจำนวนหนึ่งได้ทำการกำหนดรูปแบบกราฟิกแต่ละประเภท และอธิบายรูปแบบกราฟิกในแต่ละรูปแบบขึ้น ซึ่งการจำแนกรูปแบบกราฟิกตามคำอธิบาย ยังมีข้อจำกัด เช่น กราฟิกเกมบางรูปแบบสอดคล้องกับนิยามของรูปแบบกราฟิกมากกว่าหนึ่งรูปแบบ ทำให้ไม่สามารถตัดสินใจได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจเป็นปัญหาในการสื่อสารสำหรับการกำหนด รูปแบบกราฟิกของทีมพัฒนา

ผู้วิจัยจึงเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก 3 มิติ และแบ่งรูปแบบกราฟิกของเกม 3 มิติ โดยได้นำทฤษฎีศิลป์และเทคนิคในการสร้างกราฟิก 3 มิติ มาใช้ในการพิจารณาแบ่งรูปแบบ กราฟิก เพื่อให้การแบ่งกลุ่มของการศึกษาครั้งนี้มีความชัดเจน รวมถึงนำรูปแบบกราฟิกที่ได้มาหาระยะเวลาในการผลิตเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจสำหรับ การเลือกรูปแบบกราฟิกไปใช้ในงานวิจัยต่อไป

3.1 การจัดกลุ่มรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ (Clustering 3D visual style)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกของเกม 3 มิติ และเสนอกรอบแนวคิดการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกเพื่อให้การแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิก มีความถูกต้อง และชัดเจน ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนวรรณกรรมและศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับองค์ประกอบศิลป์ รวมถึงการสืบค้นข้อมูลของรูปแบบกราฟิกของเกมในท้องตลาด โดยเลือกเกม 3 มิติ ทั้งหมดจาก Apps Store Thailand ในวันที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2561 เพื่อให้ได้เกมที่หลากหลายผู้วิจัยจึงเลือก เกมที่อยู่ใน Top paid และ Top free พบเกม 3 มิติ จำนวน 140 เกม จากนั้นผู้วิจัยได้พิจารณา ภาพรวมของกราฟิกในเกมต่าง ๆ จากการดูคลิปวิดีโอการเล่นของผู้เล่นเกม (Gamer) ในเว็บไซต์ยูทูบ (Youtube) โดยดูคลิปวิดีโอ 1 - 2 คลิป หรือจนกว่าจะสามารถวิเคราะห์ กราฟิกในโลกของเกมได้ และนำภาพเกมจากคลิปวิดีโอมาพิจารณารูปแบบกราฟิกซึ่งมีขั้นตอน การแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิก 3 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3.1 โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิก

3.1.1 การแบ่งประเภทกราฟิกโดยรวม (visual style classification)

ในกระบวนการนี้ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกของกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ รูปแบบกราฟิก Abstract รูปแบบกราฟิก Stylize และรูปแบบกราฟิก Realistic เพื่อให้เห็นภาพรวมและง่ายต่อการแบ่งกลุ่มในขั้นตอนถัดไป

3.1.2 การแบ่งกลุ่มแบบละเอียด (Visual style clustering)

หลังจากแบ่งกลุ่มกราฟิกออกเป็น 3 กลุ่ม ขั้นตอนนี้เป็นการสังเกตรูปแบบกราฟิก ในแต่ละกลุ่ม และแยกรูปแบบกราฟิกของแต่ละกลุ่มออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตามลักษณะของรูปทรง สัดส่วน พื้นผิว และการให้แสงของกราฟิกเกมในกลุ่มตัวอย่าง

3.1.3 การวิเคราะห์และทบทวนรูปแบบกราฟิก (Review visual style and analyzation)

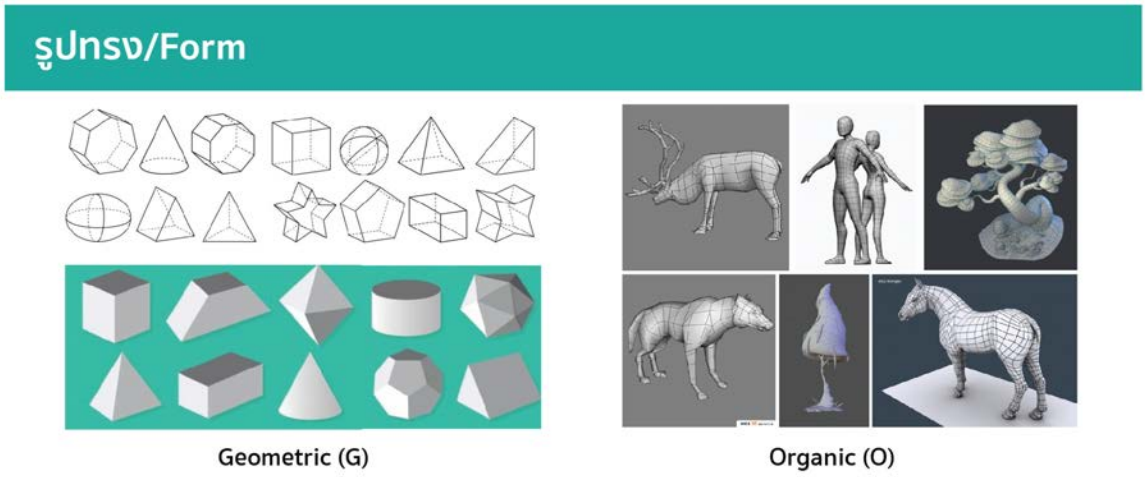
ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์รูปแบบกราฟิกของแต่ละกลุ่ม ที่ได้จากขั้นตอนการแบ่งกลุ่มแบบละเอียด เพื่อหาลักษณะเฉพาะของรูปทรง สัดส่วน พื้นผิว และการให้แสง ซึ่งต้องพิจารณาว่ารูปทรงมีลักษณะอย่างไร สัดส่วนมีลักษณะอย่างไร พื้นผิวมีลักษณะอย่างไร และการให้แสงมีลักษณะอย่างไร รวมถึงพิจารณากลุ่มของรูปแบบกราฟิกที่ว่ามีความสอดคล้องกับลักษณะที่จัดไว้หรือไม่ เนื่องจากการแบ่งกลุ่มในขั้นตอนการแบ่งกลุ่มแบบละเอียด เมื่อนำมาพิจารณาในขั้นตอนนี้อาจมีบางกลุ่มที่สามารถจัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้หรือบางกลุ่มที่ยังมีลักษณะของรูปแบบกราฟิกที่ขัดแย้งกัน กระบวนการนี้จึงเป็นการทำซ้ำจนได้รูปแบบกราฟิกที่มีความชัดเจนและสอดคล้องกับลักษณะปัจจัยของแต่ละรูปแบบ

3.2 กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก (The visual style classification framework)

จากการศึกษาพบลักษณะของรูปร่าง (Form) สัดส่วน (Proportion) การให้แสง (Lighting) และพื้นผิว (Texture) ที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ ในการแบ่งรูปแบบกราฟิก โดยแต่ละปัจจัยมีลักษณะดังนี้

3.2.1 ลักษณะของรูปทรง (Form)

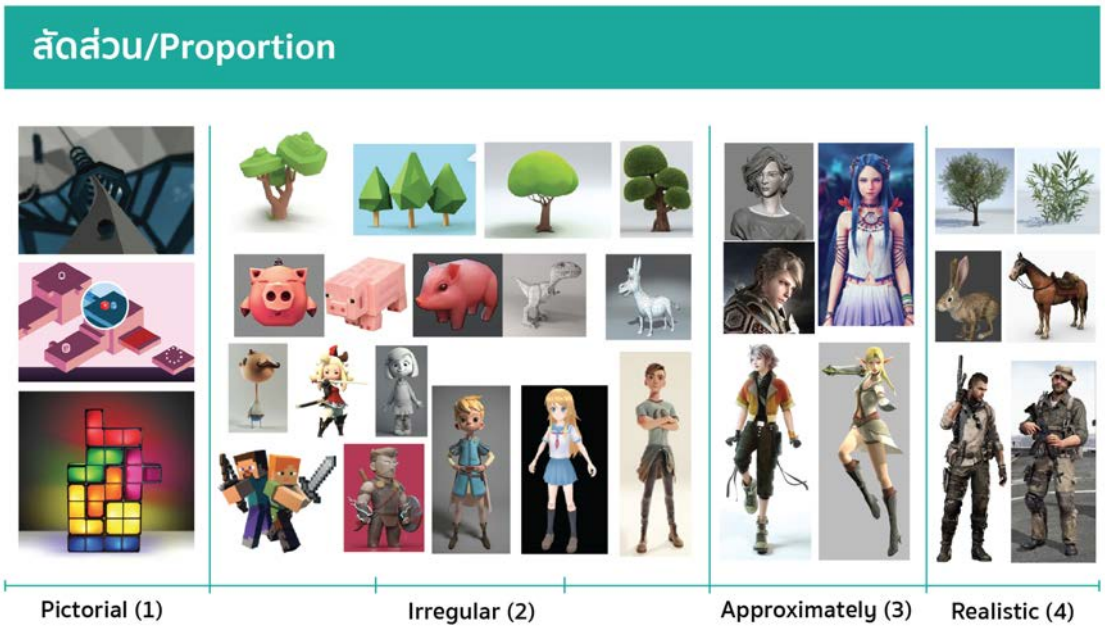
รูปทรง (Form) แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) Geometric เป็นรูปทรงที่มีขอบ และเหลี่ยมที่ชัดเจน เช่น ทรงกลม ทรงกระบอก ทรงพีระมิด ทรงกรวย กล่องสี่เหลี่ยม หรือหลายเหลี่ยม 2) Organic เป็นรูปทรงอิสระ ที่เกิดขึ้นจากธรรมชาติ เช่น รูปทรงต้นไม้ รูปทรงของสิ่งมีชีวิต หรือสิ่งของต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะของรูปทรง (Form)

3.2.2 ลักษณะของสัดส่วน (Proportion)

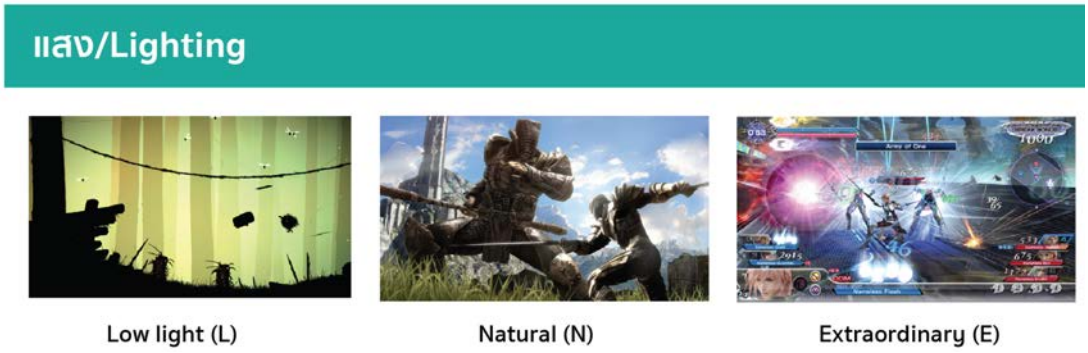
สัดส่วน (Proportion) แบ่งได้เป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) Pictorial เป็นสัดส่วนที่ไม่สามารถระบุได้ ไม่มีแบบแผน 2) Irregular เป็นสัดส่วนที่ตัดทอนรายละเอียดจากสัดส่วนจริง เช่น สัดส่วนตัวละครที่มีสัดส่วนหัวกับลำตัวเป็นอัตราส่วนหนึ่งต่อสาม ทำให้ลักษณะโมเดลมีที่มีเอกลักษณ์ที่หลากหลายตามการออกแบบของนักออกแบบ ลักษณะของสัดส่วนประเภทนี้จะพบได้จากการ์ตูน 3) Approximately เป็นสัดส่วนที่ใกล้เคียงความจริง ซึ่งจะตัดทอนรายละเอียดของสัดส่วนจริงไปเล็กน้อย เช่น สัดส่วนหน้าตาของตัวละครที่ลดทอนสัดส่วนให้มีลักษณะเฉพาะ สัดส่วนชนิดนี้จะพบเฉพาะตัวละครเท่านั้น 4) Realistic เป็นสัดส่วนจริงหรือสัดส่วนที่อ้างถึงสัดส่วนความเป็นจริง ในการสร้างลักษณะของสิ่งต่าง ๆ ให้ดูเสมือนจริง ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ลักษณะของสัดส่วน (Proportion)

3.2.3 ลักษณะของแสง (Lighting)

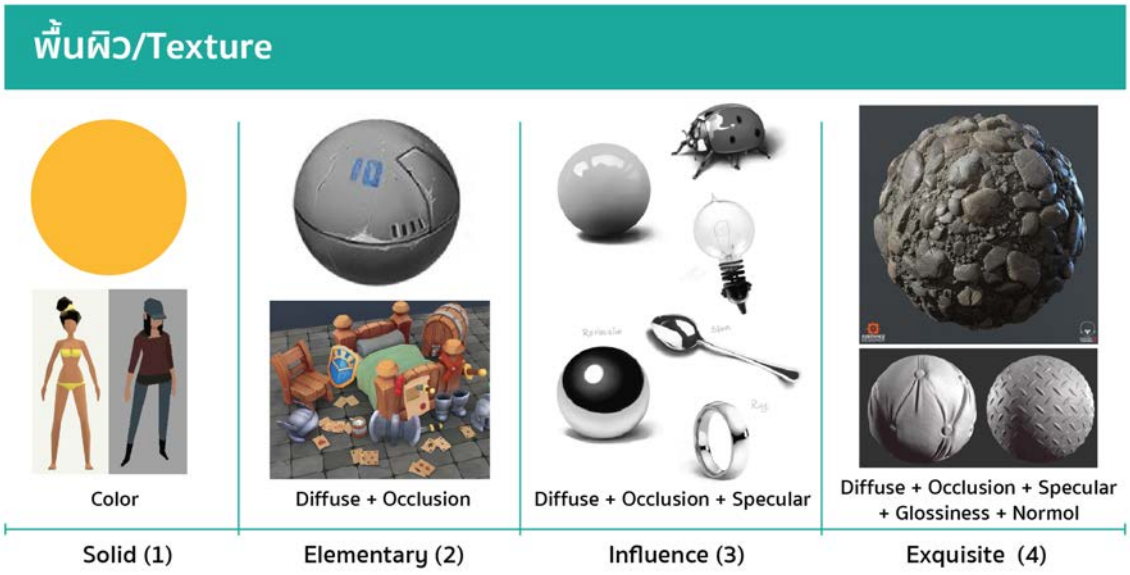
แสง (Lighting) แบ่งได้เป็น 3 แบบ ได้แก่ 1) Low light ลักษณะแสงในเกมมีปริมาณแสงที่น้อยหรือเป็นการให้แสงที่ย้อนกับวัตถุทำให้เห็นภาพวัตถุเป็นเงามืดเหมือนกับ ภาพถ่ายย้อนแสง 2) Natural ลักษณะแสงในเกม เป็นแสงที่ดูเป็นธรรมชาติใกล้เคียงกับความเป็นจริง 3) Extraordinary ลักษณะแสงในเกมเป็นแสงที่ดูเกินจริง มีการใส่แสงเทคนิคพิเศษทำให้แสงดูเหนือจริงกว่าแสงธรรมชาติ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ลักษณะของแสง (Lighting)

3.2.4 ลักษณะของพื้นผิว (Texture)

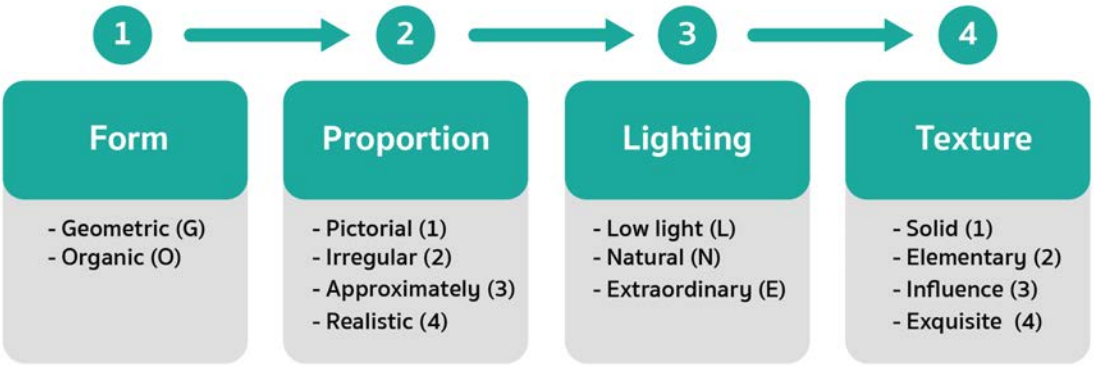
พื้นผิว (Texture) แบ่งได้เป็น 4 แบบ ได้แก่ 1) Solid พื้นผิวแต่ละส่วนของวัตถุ มีสีเดียว (Monotone) ซึ่งไม่แสดงรายละเอียดเฉพาะของพื้นผิววัตถุ 2) Elementary พื้นผิวแต่ละส่วนมีการให้รายละเอียดด้วยสีและค่าน้ำหนักต่าง ๆ ในการกำหนดลักษณะเฉพาะของพื้นผิวของวัตถุแต่ละส่วน ทำให้เกิดมิติของพื้นผิวหรือการสะท้องของแสงที่หลอกตา ซึ่งไม่ได้เกิดจากมิติของพื้นผิวและการสะท้องแสงจริง 3) Influence พื้นผิวแต่ละส่วนของวัตถุมีรายละเอียดของพื้นผิว และมีการสะท้องของแสงในลักษณะต่าง ๆ เช่น พื้นผิวมันวาว พื้นผิวกระจก และพื้นผิวพลาสติก ซึ่งเป็นการสะท้อนจากแสงจริงแบบเรียลไทม์ในเกม 4) Exquisite พื้นผิวแต่ละส่วนของวัตถุมีรายละเอียดของพื้นผิวที่ชัดเจน เช่น รอยขีดข่วน รอยยับ รอยแตก ซึ่งแสดงออกเป็นมิติความลึกความตื้นมีการสะท้อนของแสงของพื้นผิวลักษณะต่าง ๆ ที่ละเอียดมากขึ้น เช่น พื้นผิวชนิดเดียวกัน บริเวณที่ไม่เรียบการสะท้อนแสงจะกระจายมากกว่าบริเวณที่เรียบ ทำให้วัตถุสามารถแสดงรายละเอียดพื้นผิวได้สมบูรณ์มากที่สุด ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ลักษณะของพื้นผิว (Texture)

3.2.5 กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก

จากลักษณะของปัจจัยทั้ง 4 ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาสร้างกรอบแนวความคิด ในการแบ่งรูปแบบกราฟิก ดังรูปที่ 3.6 โดยมีวิธีดังนี้



รูปที่ 3.6 กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก

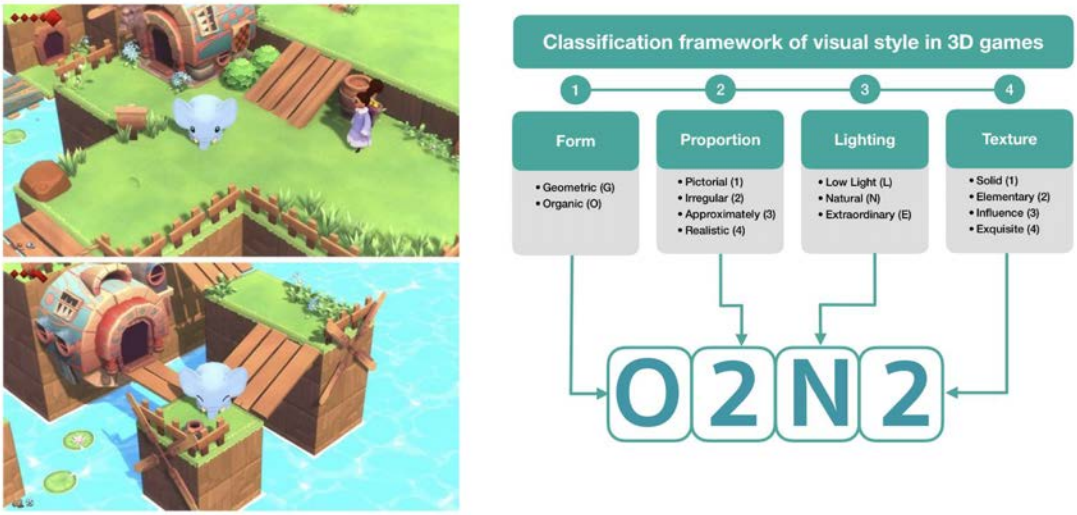
ขั้นตอนที่ 1 พิจารณารูปทรงของวัตถุในเกมว่าส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะใด โดยให้รูปทรง Geometric แทนด้วยอักษร G และรูปทรง Organic แทน O ด้วยอักษร

ขั้นตอนที่ 2 พิจารณาจากสัดส่วนของสิ่งต่าง ๆ ภายในเกมว่าภาพรวมอยู่ใน ลักษณะใด โดยให้สัดส่วน Pictorial แทนด้วยเลข 1 สัดส่วน Irregular แทนด้วยเลข 2 สัดส่วน Approximately แทนด้วยเลข 3 และสัดส่วน Realistic แทนด้วยเลข 4

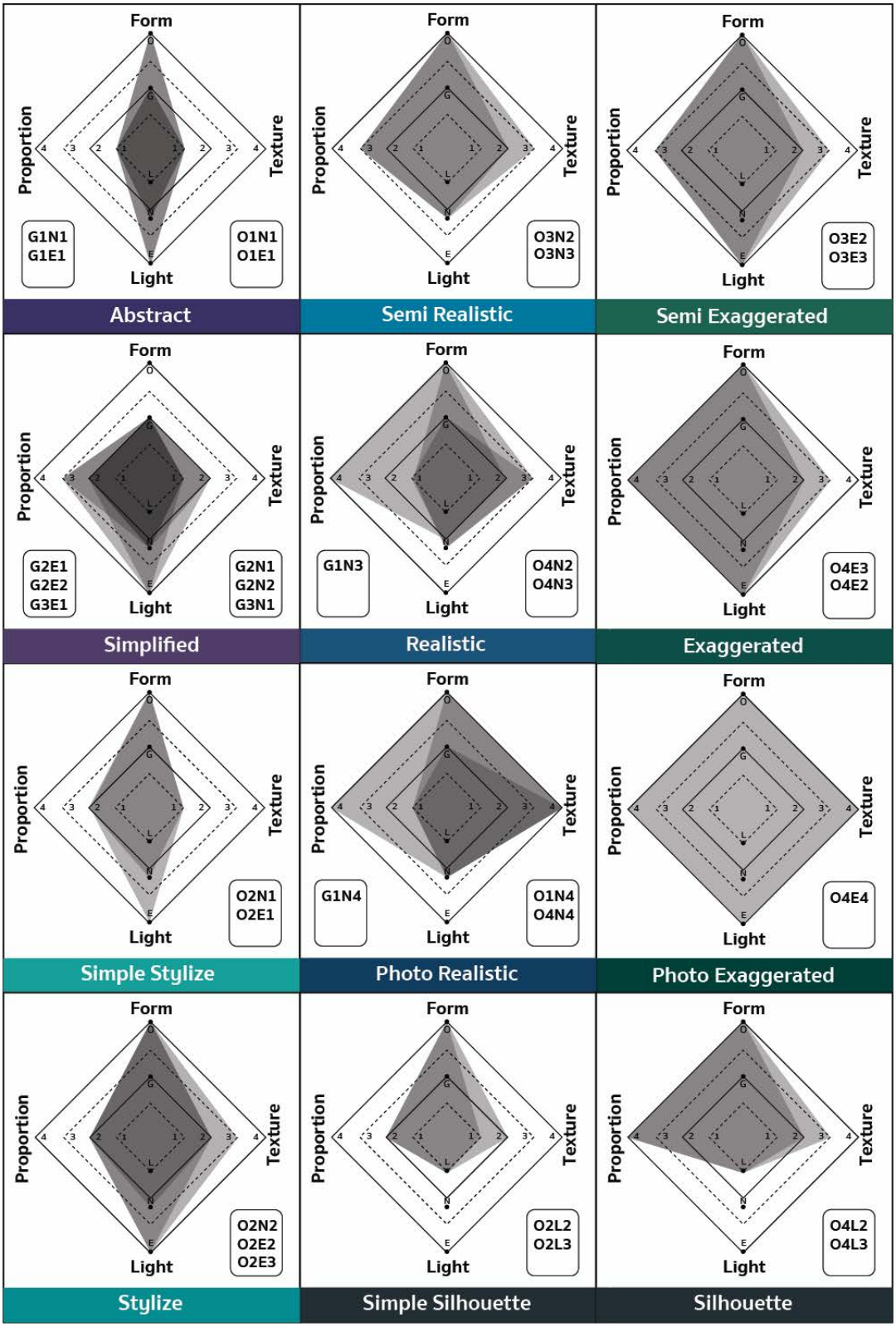
ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาแสงในเกมว่ามีลักษณะใด โดยให้แสงลักษณะ Low light แทนด้วยตัวอักษร L แสงลักษณะ Natural แทนด้วยตัวอักษร N และแสงลักษณะ Extraordinary แทนด้วยตัวอักษร E

ขั้นตอนที่ 4 พิจารณาลักษณะพื้นผิวของของสิ่งต่าง ๆ ภายในเกมว่าส่วนใหญ่ อยู่ในลักษณะใด โดยให้พื้นผิว Solid แทนด้วยเลข 1 พื้นผิว Elementary แทนด้วยเลข 2 พื้นผิว Influence แทนด้วยเลข 3 และพื้นผิว Exquisite แทนด้วยเลข 4

เมื่อพิจารณาลักษณะของรูปร่าง (Form) สัดส่วน (Proportion) แสง (Light) และพื้นผิว (Texture) ครบแล้วให้นำตัวเลขที่ได้จากการพิจารณามาเรียงกันตามลำดับ เช่น O2N2 ซึ่งเป็นรหัสในการพิจารณารูปแบบกราฟิก ดังรูปที่ 3.7 โดยใช้ตารางลักษณะของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ ดังรูปที่ 3.8 ในการระบุรูปแบบกราฟิก โดยพิจารณาตามแกนรูปร่าง (Form) สัดส่วน (Proportion) แสง (Light) และพื้นผิว (Texture) ตามลำดับ จะเห็นว่ารหัส O2N2 อยู่ในกลุ่มกราฟิก Stylize

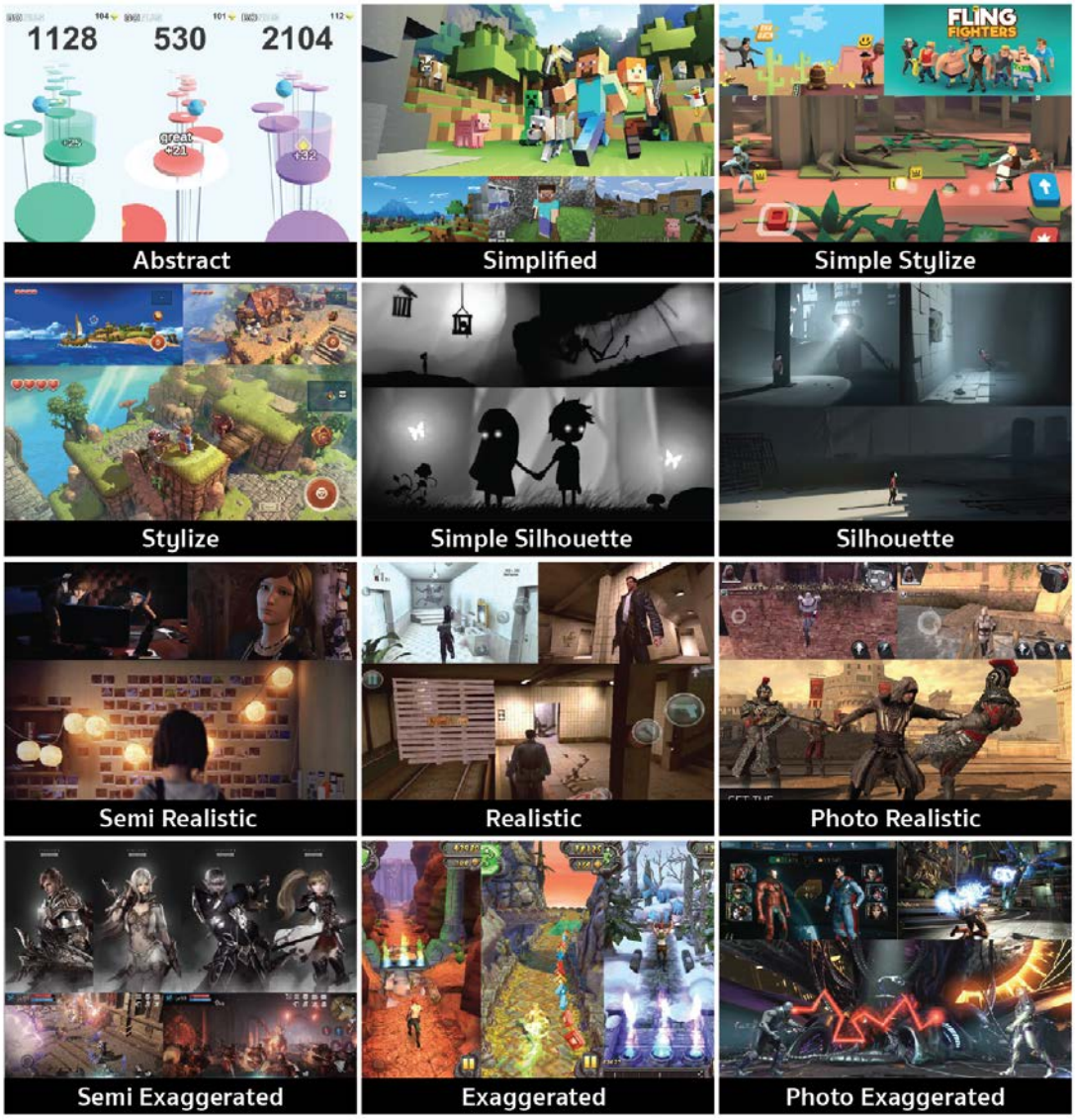


รูปที่ 3.7 ตัวอย่างในการใช้กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก



รูปที่ 3.8 ตารางลักษณะของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ

จากการวิจัยนี้สามารถแบ่งรูปแบบกราฟิกได้ทั้งหมด 12 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบ มีลักษณะของแต่ละปัจจัยที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งเป็นตัวอย่างกราฟิกของแต่ละกลุ่มที่ได้ จากการแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิก โดยใช้กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปข้างต้น



รูปที่ 3.9 ตัวอย่างภาพรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ

จากผลลัพธ์ที่ได้ผู้วิจัยได้ทำการให้ผู้เชี่ยวชาญในด้านการผลิตกราฟิก 3 มิติ ที่มีประสบการณ์มากกว่า 8 ปี จำนวน 3 คน ประเมินความถูกต้องของกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งรูปแบบกราฟิก โดยดูในเรื่องของความสอดคล้องกับทฤษฎีและเทคนิคในการสร้างภาพ 3 มิติ รวมถึงการ

กำหนดกลุ่มรูปแบบกราฟิกตามลักษณะที่ผู้วิจัยได้พบ ซึ่งจากการประเมินกรอบแนวความคิดที่ผู้วิจัยนำเสนอมีความสอดคล้องกับทฤษฎี และสามารถนำมาใช้พิจารณารูปแบบกราฟิกได้จริง ทำให้นักออกแบบสามารถสื่อสารในการทำงานได้ง่ายขึ้นและชัดเจนมากขึ้น

3.3 ประเมินผลกรอบแนวความคิด (Framework evaluation)

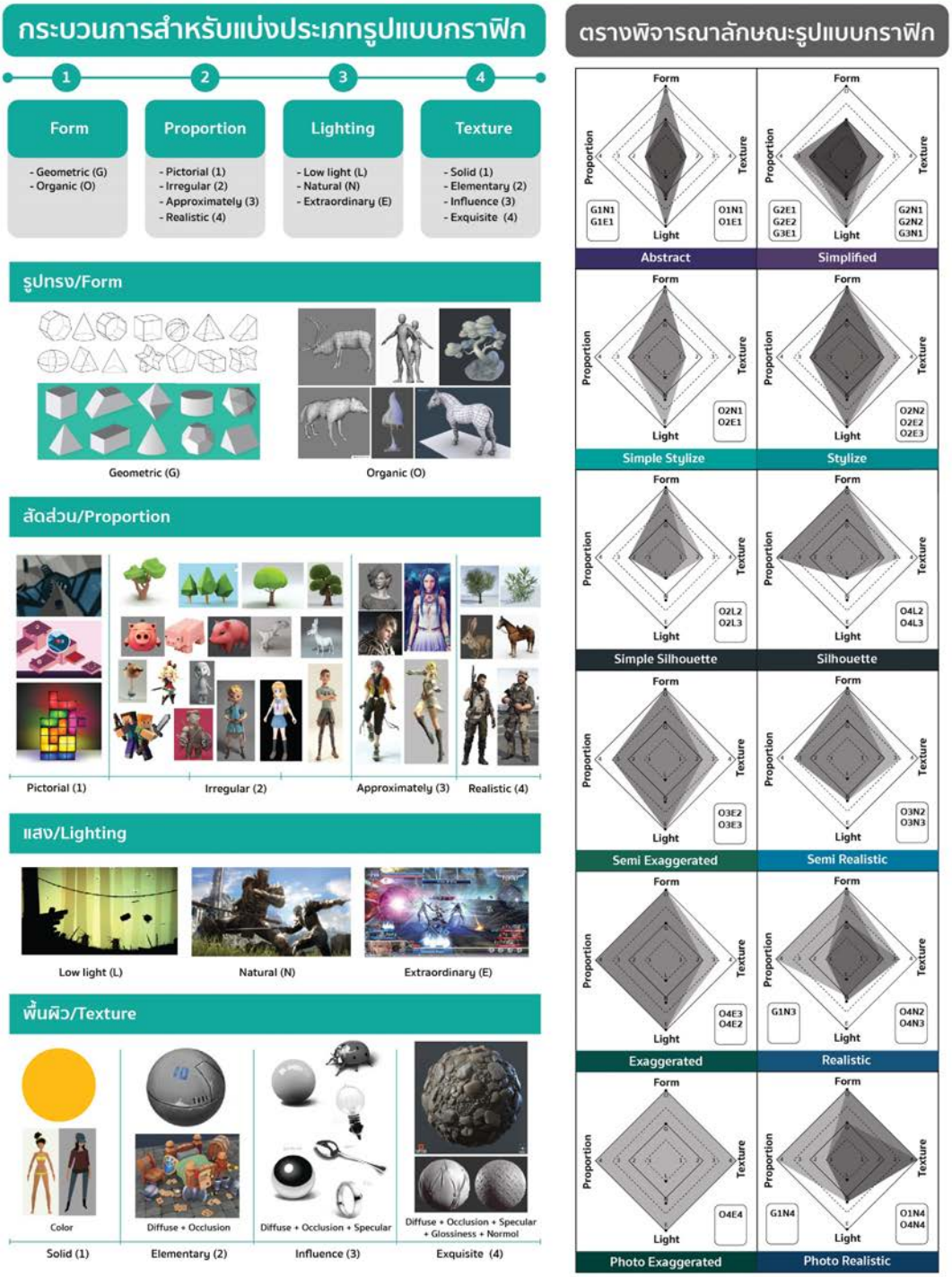
ในขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบความเข้าใจของกรอบแนวคิดการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยได้เสนอ เพื่อวัดผลการใช้งานจริงกับกลุ่มคนทั่วไปว่ากรอบแนวคิดของผู้วิจัยช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปพิจารณารูปแบบกราฟิกได้ง่ายและชัดเจนขึ้น โดยแบ่งกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มนักศึกษาวิชาคอมพิวเตอร์กราฟิก จำนวน 26 คน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในด้านการผลิตกราฟิก 3 มิติ ที่มีประสบการณ์มากกว่า 8 ปี จำนวน 16 คน โดยให้ดูวิดีโออธิบายกรอบแนวความคิด ความยาว 3 นาที หลังจากนั้นให้กลุ่มทดลองดูภาพกราฟิก จำนวน 10 รูปแบบ (แบบทดสอบ 10 ข้อ) ประกอบด้วยรูปแบบกราฟิก Abstract รูปแบบกราฟิก Simplified รูปแบบกราฟิก Simple Stylize รูปแบบกราฟิก Stylize รูปแบบกราฟิก Simple Silhouette รูปแบบกราฟิก Silhouette รูปแบบกราฟิก Simi Realistic รูปแบบกราฟิก Photo Realistic รูปแบบกราฟิก Simi Exaggerated และรูปแบบกราฟิก Photo Exaggerated ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากรูปแบบกราฟิกทั้งหมด โดยรูปแบบกราฟิกแต่ละรูปแบบถูกแสดงด้วยภาพจากเกม จำนวน 10 เกม ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ภาพของเกมที่ใช้แสดงรูปแบบกราฟิกแต่ละรูปแบบ

No.	Visual style	Game
1	Abstract	Splashy!
2	Simplified	Minecraft
3	Simple Stylize	Fling Fighters
4	Stylize	Oceanhorn™
5	Simple Silhouette	Limbo
6	Silhouette	Playdead's INSIDE
7	Simi Realistic	Life Is Strange
8	Photo Realistic	Assassin's Creed
9	Simi Exaggerated	Lineage2 Revolution
10	Photo Exaggerated	Injustice 2

แบบทดสอบทั้ง 10 ข้อ จะแสดงภาพรวมของเกม จำนวน 3 - 5 ภาพ รวมถึงแสดงวิดีโอการเล่นเกม เพื่อให้กลุ่มทดลองสามารถเห็นภาพรวมของแต่ละเกมได้ชัดเจนขึ้น จากนั้นให้กลุ่มทดลองระบุรูปแบบกราฟิก แต่ละเกมจากตัวเลือก 4 ตัวเลือก ผู้วิจัยได้แบ่งแบบทดสอบออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับยาก 2 ข้อ ระดับกลาง 3 ข้อ และระดับง่าย 5 ข้อ ระดับความยากมาจากตัวเลือกที่ผู้วิจัยได้กำหนดให้ข้อระดับยากมีตัวเลือกลักษณะของรูปแบบกราฟิกที่ใกล้เคียงกันทั้งหมด เช่น กราฟิกรูปแบบ Abstract กราฟิกรูปแบบ Simplified กราฟิกรูปแบบ Simple Stylize และกราฟิกรูปแบบ Stylize ระดับกลางมี 2 ตัวเลือกที่ลักษณะ ใกล้เคียงกันจาก 4 ตัวเลือก เช่น กราฟิกรูปแบบ Simi Realistic กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic กราฟิกรูปแบบ Abstract และกราฟิกรูปแบบ Stylize จะเห็นว่ากราฟิกรูปแบบ Simi Realistic กับ กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน และระดับง่ายตัวเลือกจะมีลักษณะที่แตกต่างกันทั้งหมด เช่น กราฟิกรูปแบบ Abstract กราฟิกรูปแบบ Stylize กราฟิกรูปแบบ Silhouette และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic เหตุผลที่ใช้แบบทดสอบที่มีตัวเลือกเพราะต้องการลดเวลาในการทำแบบทดสอบให้กลุ่มทดลอง ซึ่งการทดสอบกลุ่มทดลองจะได้รับคู่มือสำหรับพิจารณารูปแบบกราฟิก ซึ่งประกอบด้วย 1) กรอบแนวคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก

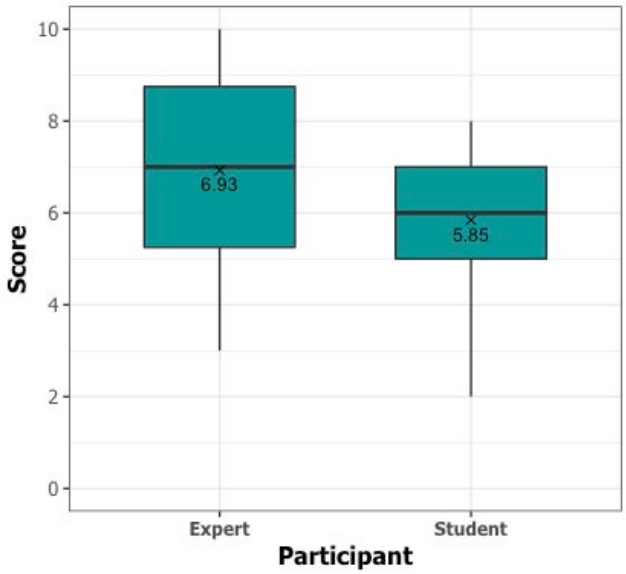
2) ภาพแสดงลักษณะของ รูปทรง สัดส่วน แสง และพื้นผิว 3) ตารางลักษณะของ รูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ ดังรูปที่ 3.10 เนื่องจากข้อจำกัดในการดูวิดีโออธิบายกรอบแนวความคิดความยาว 3 นาที ทำให้กลุ่มทดลองไม่สามารถจำลักษณะของปัจจัยทั้ง 4 รวมถึงรูปแบบกราฟิกทั้ง 12 รูปแบบได้ทั้งหมด ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบจะถูกรวบรวม เพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผลในขั้นต่อไป



รูปที่ 3.10 คู่มือสำหรับพิจารณารูปแบบกราฟิก

3.4 ผลการประเมินกรอบแนวคิด (Result of the evaluation)

จากการทดสอบผู้วิจัยได้ผลคะแนนและความคิดเห็นของกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่ม ที่นำกรอบแนวคิดไปใช้พิจารณารูปแบบกราฟิก นอกจากนี้ยังได้รูปแบบกราฟิกของแต่ละเกมที่กลุ่มทดลองเลือก เพื่อดูความสอดคล้องของคำตอบส่วนใหญ่นั้นตรงกับรูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไว้หรือไม่



รูปที่ 3.11 Boxplot แสดงคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม

จาก Boxplot ในรูปที่ 3.11 แสดงคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม ซึ่งได้จากการให้กลุ่มทดลองดูวิดีโออธิบายกรอบแนวความคิดความยาว 3 นาที แล้วทำแบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ พบว่าคะแนนของกลุ่ม ผู้เชี่ยวชาญมีคะแนนเฉลี่ย 6.93 โดยมีคะแนนสูงสุด 10 คะแนน และมีคะแนนต่ำสุด 3 คะแนน ส่วนในกลุ่มนักศึกษามีคะแนนเฉลี่ย 5.85 โดยมีคะแนนสูงสุด 8 คะแนน และมีคะแนนต่ำสุด 2 คะแนน จะเห็นว่าระดับคะแนนแสดงถึงความสามารถในการทำความเข้าใจของกรอบแนวคิดการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยได้เสนอ ซึ่งคะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม อยู่ในระดับที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ โดยเฉพาะในกลุ่มของนักศึกษาที่มีประสบการณ์น้อยกว่ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ดูความสอดคล้องของคำตอบระหว่างกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกับรูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยได้นำเสนอ

ตารางที่ 3.2 สัดส่วนคำตอบของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ตอบถูกและรูปแบบที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกมากที่สุด

Games	Visual style	Ratio of correct	The most chosen visual style
1. Splashy!	Abstract	0.430	Abstract (0.430)
2. Minecraft	Simplified	0.625	Simplified (0.625)
3. Fling Fighters	Simple Stylize	0.875	Simple Stylize (0.875)
4. Oceanhorn ™	Stylize	0.813	Stylize (0.813)
5. Limbo	Simple Silhouette	0.750	Simple Silhouette (0.750)
6. Playdead's INSIDE	Silhouette	0.125	Stylize (0.688)
7. Life Is Strange	Simi Realistic	0.500	Simi Realistic (0.500)
8. Assassin's Creed	Photo Realistic	0.875	Photo Realistic (0.875)
9. Lineage2 Revolution	Simi Exaggerated	0.750	Simi Exaggerated (0.750)
10. Injustice 2	Photo Exaggerated	0.563	Photo Exaggerated (0.563)

จากตารางที่ 3.2 แสดงสัดส่วนของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่ตอบถูก และสัดส่วนของรูปแบบกราฟิกที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกมากที่สุด พบว่าชุดวิดีโอเกมที่มีสัดส่วนความสอดคล้องของคำตอบมากกว่า 0.80 มีจำนวน 3 เกม สัดส่วน 0.50 – 0.80 มีจำนวน 2 เกม สัดส่วน 0.60 – 0.70 มีจำนวน 3 เกม สัดส่วน 0.50 – 0.60 มีจำนวน 1 เกม สัดส่วน 0.40 – 0.50 มีจำนวน 1 เกม และสัดส่วน 0.125 จำนวน 1 เกม จะเห็นว่ามีเกม จำนวน 9 เกม ที่กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเลือกตรงกับรูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยนำเสนอ และเกม Playdead's INSIDE เป็นเกมที่มีสัดส่วนน้อยมาก โดยผู้วิจัยได้จัดกราฟิกให้อยู่ในรูปแบบ Silhouette ซึ่งเป็นรูปแบบกราฟิกที่มีความโดดเด่นด้านแสงที่มีลักษณะแสงน้อยหรือเป็นการให้แสงย้อนกับวัตถุ ทำให้เห็นภาพวัตถุเป็นเงามืดโดยมีลักษณะของสัดส่วนเป็นแบบสมจริง (Realistic) แต่ผลลัพธ์ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ คือ รูปแบบ Stylize ที่มีสัดส่วนในการเลือกมากที่สุดถึง 0.688 โดยรูปแบบ Stylize เป็นรูปแบบกราฟิกที่มีการลดทอน สัดส่วน จากความเป็นจริง และใช้พื้นผิวที่แสดงรายละเอียดทำให้เกิดความ

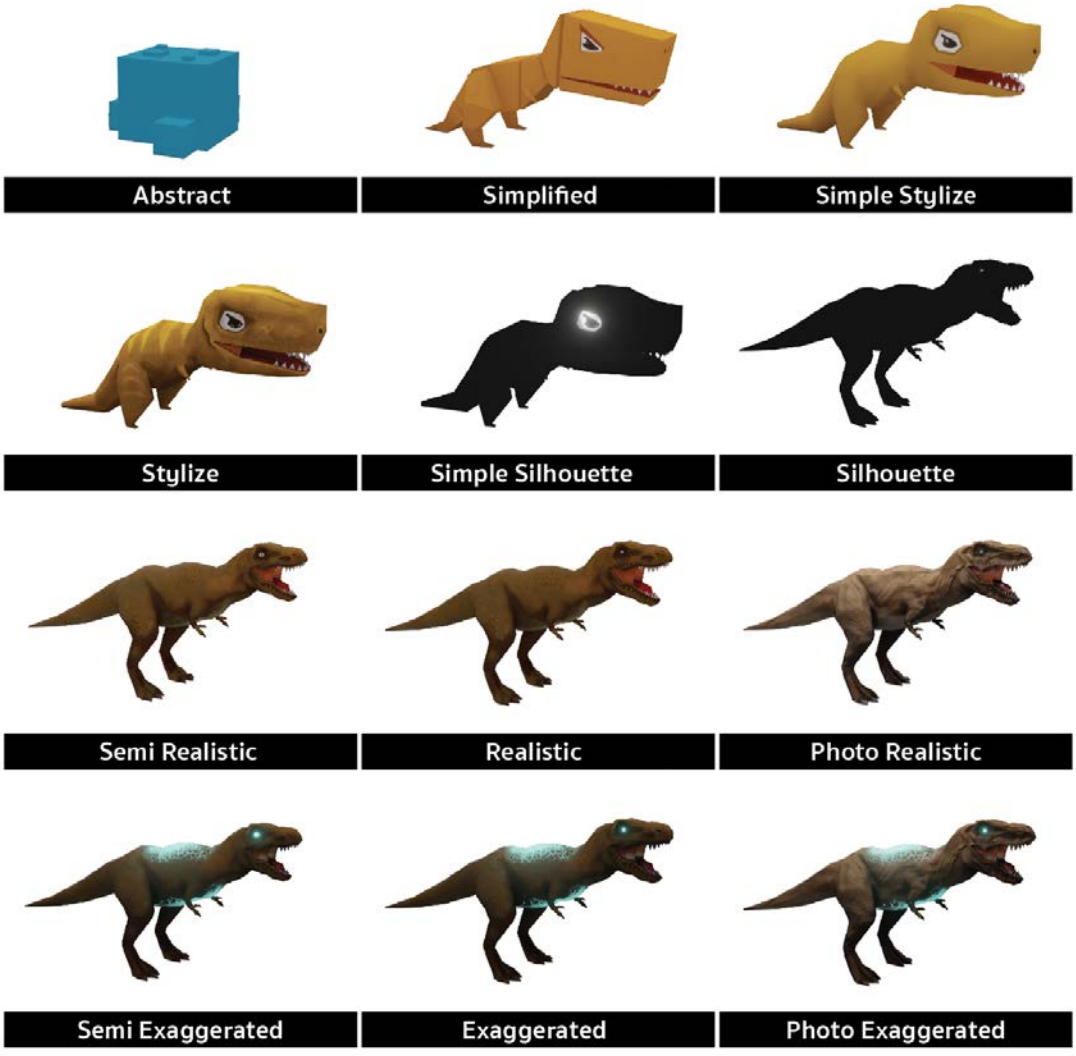
เฉพาะของวัตถุภายในเกม ซึ่งข้อขัดแย้งนี้เป็นข้อมูลสำคัญในการทบทวนรูปแบบกราฟิกทั้ง 2 รูปแบบ เพื่อทำให้การแบ่งกลุ่มรูปแบบกราฟิกมีความชัดเจนยิ่งขึ้น

จากผลการทดลองพบว่า เกม Playdead's INSIDE มีรูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเลือกไม่ตรงกัน โดยผู้วิจัยได้จัดกราฟิกของเกม Playdead's INSIDE อยู่ในรูปแบบ Silhouette และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่จัดกราฟิกของเกมอยู่ในรูปแบบ Stylize เมื่อพิจารณาจากทั้ง 2 รูปแบบ พบลักษณะที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด คือ เรื่องของแสง (Lighting) และสัดส่วน (Proportion) ซึ่งเมื่อพิจารณากราฟิกของเกม Playdead's INSIDE ในส่วนของแสงโดยรวมเป็นการให้แสงน้อยทำให้ตัวเกมดูมืดแต่ก็ยังมองเห็นรายละเอียดของพื้นผิวในเกม รวมถึงลักษณะของสัดส่วนของตัวละครที่เป็นเด็กซึ่งทำให้พิจารณายากระหว่างสัดส่วนการ์ตูน (Irregular) กับสัดส่วนสมจริง (Realistic) ประเด็นทั้ง 2 ประเด็น นี้อาจทำให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้กราฟิกเกม Playdead's INSIDE อยู่ในรูปแบบ Stylize มากกว่าแบบ Silhouette ซึ่งจากการทดสอบผู้วิจัยให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญดูวิดีโออธิบายกรอบแนวความคิดเพียง 3 นาที โดยพูดอธิบายถึงลักษณะต่าง ๆ ของทั้ง 4 ปัจจัยพอสังเขป ซึ่งไม่ได้ยกตัวอย่างให้เห็นภาพเท่าที่ควร ทำให้การพิจารณาดังกล่าวนำไปสู่ผลลัพธ์ที่แตกต่างจากที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามจากผลลัพธ์ที่ได้นั้นพบว่าทั้ง 2 กลุ่ม มีคะแนนที่น่าพึงพอใจและยังสามารถพิสูจน์ได้ว่ากรอบแนวคิดของผู้วิจัยนั้นสามารถช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถนำไปพิจารณารูปแบบกราฟิกได้จริง

การนำกรอบแนวคิดการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกข้างต้นไปใช้ช่วยให้การแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกมีความชัดเจนและเป็นระบบมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นการพิจารณาถึงลักษณะของปัจจัยที่ของรูปแบบกราฟิกประกอบด้วย รูปทรง สัดส่วน แสง และพื้นผิว โดยเป็นการพิจารณาลักษณะของปัจจัยที่ละส่วนทำให้ไม่เกิดความสับสนและง่ายต่อการพิจารณา ซึ่งแตกต่างจากการพิจารณาของงานวิจัยที่ผ่านมาที่มักพิจารณารูปแบบกราฟิกโดยใช้คำนิยามลักษณะรูปแบบกราฟิกเป็นภาพรวม เช่น งานวิจัยของ Hyerim Cho ได้ศึกษารูปแบบกราฟิกและได้แบ่งรูปแบบกราฟิกออกเป็น 21 รูปแบบ โดยใช้คำนิยามอธิบายลักษณะรูปแบบกราฟิก (Cho, et al., 2018) ซึ่งการใช้คำอธิบายยังมีข้อจำกัดในด้านความเข้าใจและไม่สามารถบอกลักษณะของแต่ละปัจจัยได้อย่างละเอียด ทำให้กราฟิกบางรูปแบบสามารถจัดกลุ่มได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม ซึ่งอาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดในการสื่อสารของทีมพัฒนาเกม

3.5 ระยะเวลาการผลิตของกราฟิกทั้ง 12 รูปแบบ (Production time of 12 visual style)

จากผลลัพธ์ที่ได้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบกราฟิกทั้ง 12 รูปแบบ นำมาหาระยะเวลาในการผลิต เพื่อนำมาเปรียบเทียบให้เห็นถึงต้นทุนของการผลิต สำหรับการประกอบการตัดสินใจหารูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเกมของทีมพัฒนา รวมถึงนำไปใช้สำหรับงานวิจัยในขั้นตอนต่อไปด้วย การหาระยะเวลาการผลิตของกราฟิกทั้ง 12 รูปแบบนั้น ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างรูปแบบกราฟิกโดยจับเวลาในการผลิตตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการผลิต ซึ่งได้กำหนดตัวละครที่ใช้วัดระยะเวลาในการผลิต คือ ไดโนเสาร์ชื่อ ไทแรนโนซอรัส ดังรูปที่ 3.12



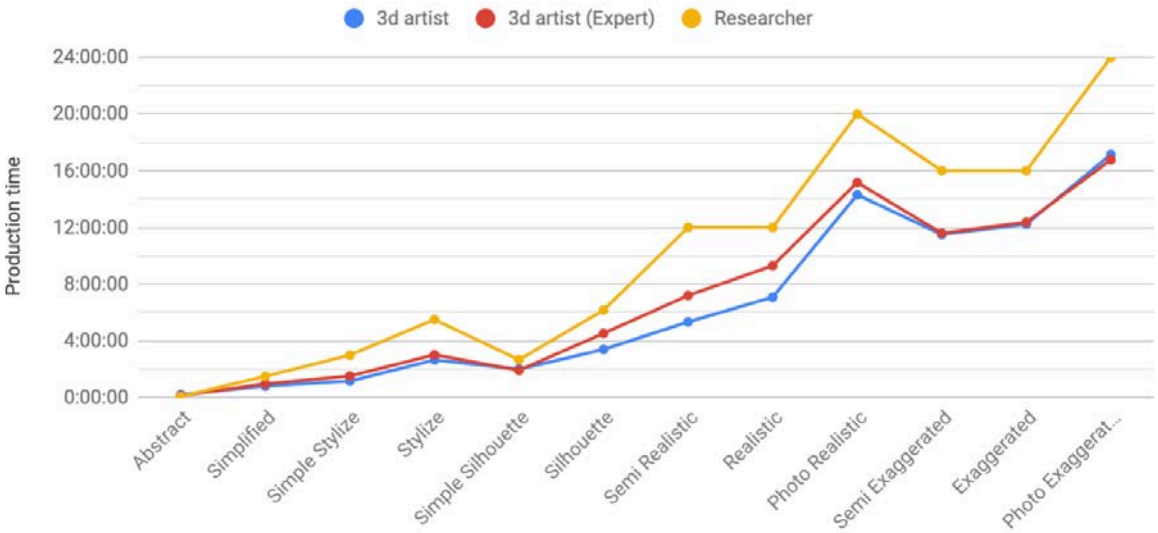
รูปที่ 3.12 ภาพกราฟิก 12 รูปแบบของไทแรนโนซอรัส

ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาในการผลิตของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ

No.	Visual style	Production time (hr : mm)
1	Abstract	00:05
2	Simplifiedd	01:30
3	Simple Stylize	03:00
4	Stylize	05:30
5	Simple Silhouette	02:40
6	Silhouette	06:10
7	Simi Realistic	12:00
8	Realistic	12:00
9	Photo Realistic	20:00
10	Simi Exaggerated	16:00
11	Exaggerated	16:00
12	Photo Exaggerated	24:00

จากตารางที่ 3.3 เป็นระยะเวลาการผลิตของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ ที่ผู้วิจัยได้สร้างรูปแบบกราฟิก โดยจับเวลาในการผลิตตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการผลิต จะเห็นว่ากราฟิกรูปแบบ Photo Exaggerated ใช้ระยะเวลาการผลิตที่สูงที่สุดโดยใช้เวลา 24 ชั่วโมง ถัดลงมา คือ กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ที่ใช้ระยะเวลา 20 ชั่วโมง กราฟิกรูปแบบ Simi Exaggerated และ Exaggerated ใช้ระยะเวลา 16 ชั่วโมง กราฟิกรูปแบบ Simi Realistic และ Realistic ใช้ระยะเวลา 12 ชั่วโมง กราฟิกรูปแบบ Silhouette ใช้ระยะเวลา 6 ชั่วโมง 10 นาที กราฟิกรูปแบบ Stylize ใช้ระยะเวลา 5 ชั่วโมง 30 นาที กราฟิกรูปแบบ Simple Stylize ใช้ระยะเวลา 3 ชั่วโมง กราฟิกรูปแบบ Simple Silhouette ใช้ระยะเวลา 2 ชั่วโมง 40 นาที กราฟิกรูปแบบ Simplified ใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที และกราฟิกรูปแบบ Abstract เป็นรูปแบบกราฟิกที่ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด คือ 5 นาที แต่ข้อเสียของรูปแบบนี้ คือ เป็นกราฟิกที่ไม่มีรูปแบบ อาจทำให้การสื่อสารกับผู้เล่นผิดพลาดและอาจไม่มีความโดดเด่นมากนัก

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำภาพกราฟิก 12 รูปแบบของไทแรโนซอรัส ไปให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับกราฟิก 3 มิติ มากกว่า 10 ปี จำนวน 15 คน และบุคคลทั่วไปที่ทำงานเกี่ยวกับกราฟิก 3 มิติ จำนวน 52 คน ประเมินระยะเวลาการผลิตของกราฟิก 12 ทั้งรูปแบบ โดยให้ทำแบบสอบถามที่แสดงภาพกราฟิกทั้ง 12 รูปแบบ และให้ประเมินระยะเวลาของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ ซึ่งได้ผลการประเมินระยะเวลาเฉลี่ยของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มบุคคลทั่วไป ดังรูปที่ 3.13

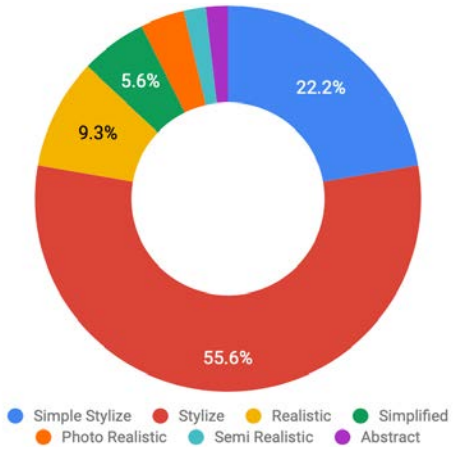


รูปที่ 3.13 ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการผลิตกราฟิก 12 รูปแบบ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการผลิตทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าระยะเวลาในการผลิตของทั้ง 12 รูปแบบ คล้อยตามกัน จะเห็นว่ากราฟิกรูปแบบ Photo Exaggerated ใช้ระยะเวลาการผลิตที่สูงที่สุด ถัดลงมา คือ กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic กราฟิกรูปแบบ Exaggerated กราฟิกรูปแบบ Simi Exaggerated กราฟิกรูปแบบ Realistic กราฟิกรูปแบบ Simi Realistic กราฟิกรูปแบบ Silhouette กราฟิกรูปแบบ Stylize กราฟิกรูปแบบ Simple Stylize กราฟิกรูปแบบ Simple Silhouette กราฟิกรูปแบบ Simplified และกราฟิกรูปแบบ Abstract ตามลำดับ

3.6 หลักเกณฑ์ในการเลือกรูปแบบกราฟิกไปใช้ทดสอบ

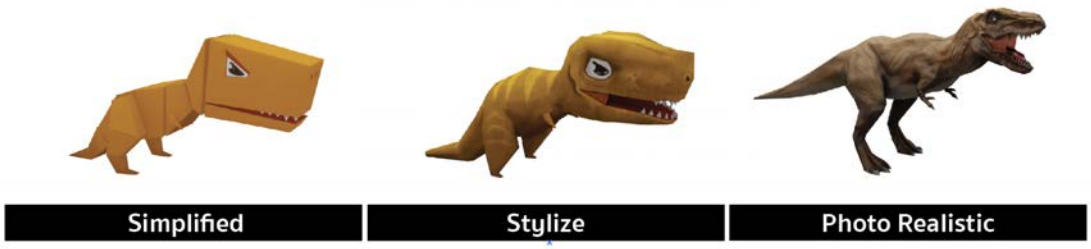
จากการศึกษารูปแบบกราฟิกทำให้สามารถแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกได้ 12 รูปแบบ หากนำรูปแบกราฟิกทั้ง 12 รูปแบบ มาใช้ในการวัดผลการเรียนรู้นั้น ต้องใช้ระยะเวลาในการผลิตภาพกราฟิก 3 มิติ ที่ยาวนานรวมถึงต้นทุนในการผลิตในส่วนอื่น ๆ ที่สูง ผู้วิจัยจึงได้เลือกรูปแบบกราฟิก 3 รูปแบบ จากรูปแบบทั้งหมดมาทดลอง เพื่อหาผลกระทบของรูปแบบกราฟิกกับการเรียนรู้ โดยเริ่มจากการสำรวจรูปแบบกราฟิกของเกม 3 มิติ ที่ยอดนิยม บน app store ในหมวดเด็กอายุระหว่าง 6-8 ปี และเด็กอายุระหว่าง 9 – 11 ปี ได้พบรูปแบบกราฟิก 7 รูปแบบ คือ กราฟิกรูปแบบ Stylize คิดเป็นร้อยละ 55.6 ของกราฟิกทั้งหมด กราฟิกรูปแบบ Simple Stylize คิดเป็นร้อยละ 22.2 ของกราฟิกทั้งหมด กราฟิกรูปแบบ Realistic คิดเป็นร้อยละ 9.3 ของกราฟิกทั้งหมด กราฟิกรูปแบบ Simplified คิดเป็นร้อยละ 5.6 ของกราฟิกทั้งหมด กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic คิดเป็นร้อยละ 3.7 ของกราฟิกทั้งหมด กราฟิกรูปแบบ Semi realistic คิดเป็นร้อยละ 1.9 ของกราฟิกทั้งหมด และกราฟิกรูปแบบ Abstract คิดเป็นร้อยละ 1.9 ของกราฟิกทั้งหมด ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 ร้อยละของรูปแบบกราฟิกของเกม 3 มิติที่ยอดนิยมบน app store

จากการสำรวจผู้วิจัยได้เลือกกราฟิกรูปแบบ Stylize เป็นรูปแบบอ้างอิงสำหรับการพิจารณาเลือกรูปแบบกราฟิกอีก 2 รูปแบบ เนื่องจากรูปแบบกราฟิก Stylize มีความนิยมมากที่สุด โดยรูปแบบกราฟิกที่เหลือต้องมีลักษณะของรูปแบบกราฟิกและระยะเวลาการแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด หากพิจารณาแล้วสามารถนำรูปแบบกราฟิก Simple Stylize ออกจากตัวเลือกดังกล่าวเพราะมีลักษณะและระยะเวลาการผลิตใกล้เคียงกับกราฟิกรูปแบบ Stylize ดังนั้นจึงเหลือรูปแบบกราฟิก Realistic กราฟิกรูปแบบ Simplified และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic จากการพิจารณาผู้วิจัยได้เลือกกราฟิก

รูปแบบ Simplified และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic เนื่องจากมีลักษณะของรูปแบบกราฟิกและระยะเวลาการผลิตแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ารูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยเลือกนำไปศึกษาหาผลการเรียนรู้ คือ กราฟิกรูปแบบ Simplified กราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.15 รูปแบบกราฟิกที่ผู้วิจัยเลือกนำไปศึกษาหาผลการเรียนรู้

บทที่ 4

เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก

เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก (Dino Kid) เป็นเกมแอปพลิเคชัน 3 มิติ บนมือถือในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ซึ่งมีจุดมุ่งหมายให้ผู้เล่นสามารถเรียนรู้ชื่อไดโนเสาร์ได้ด้วยตัวเอง (Self-learning) ด้วยการนำเกมมาประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่ใช้หนังสือเป็นตัวกลางในการสื่อสารทำให้ผู้เล่นได้รับประสบการ์ณในการเรียนรู้ที่แปลกใหม่นอกเหนือจากการอ่านหนังสือ

ผู้วิจัยได้สร้างเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กเพื่อการศึกษารูปแบบกราฟิก โดยมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำเสนอรูปแบบกราฟิก 3 มิติ ที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาเกมออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนก่อนการดำเนินงาน (Pre-production) ผู้วิจัยได้คิดกรอบแนวคิด (Concept idea) ของเกมไว้เบื้องต้นเพื่อให้เกมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของงานวิจัย จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) เกี่ยวกับแนวคิดของเกมแล้วนำมาสร้างเอกสารการออกแบบเกม (Game design document) ในการบอกรายละเอียดของเกมทั้งหมดเพื่อนำไปประเมินแนวคิดของเกม (Game concept evaluation) ว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยหรือไม่ และกำหนดสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน (Application architecture) ที่ใช้สำหรับการพัฒนาเกมสำหรับขั้นตอนต่อไป 2) ขั้นตอนการผลิต (Production) ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของเกมข้างต้นมาพัฒนาโดยเริ่มจากการสร้างโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ (3D modeling) การใส่พื้นผิว (Texturing) การใส่กระดูกและการเคลื่อนไหว (Riging and animation) ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User interface) และเขียนโปรแกรม (Game programing) และ 3) ขั้นตอนหลังการผลิต (Post-proction) เป็นการทดสอบระบบของเกม (Game testing) และการประเมินเกม (Game evaluation) โดยทั้ง 3 ขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ขั้นตอนก่อนการดำเนินงาน (Pre-production)

ผู้วิจัยได้คิดกรอบแนวคิด (Concept idea) ของเกมไว้เบื้องต้นเพื่อให้เกมสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของงานวิจัย จากนั้นทำการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) เกี่ยวกับแนวคิดของเกม จากนั้นนำมาสร้างเอกสารการออกแบบเกม (Game design document) ในการบอกรายละเอียดของเกมทั้งหมด เพื่อนำไปประเมินแนวคิดของเกม (Game concept evaluation) ว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยหรือไม่ และกำหนดสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน (Application architecture) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 กรอบแนวคิด (Concept idea)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำเสนอรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี ดังนั้นจึงต้องนำเสนอเกมที่สามารถวัดผลการเรียนรู้ของเด็กที่เจาะจงไปที่รูปแบบกราฟิกเป็นหลัก เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล รวมถึงปรึกษาผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สอนเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี จึงได้ข้อสรุปแนวคิดเป็นเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก ที่มีจุดประสงค์ให้เด็กเกิดการเรียนรู้ในด้านการจดจำลักษณะและชื่อของไดโนเสาร์

4.1.2 รวบรวมข้อมูล (Data collection)

เมื่อได้กรอบแนวคิดข้างต้นแล้วผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของไดโนเสาร์ที่จะนำมาใช้ในการทดสอบ โดยได้ศึกษาลักษณะของไดโนเสาร์แต่ละประเภทจากหนังสือ รวมถึงแหล่งเว็ปไซต์ออนไลน์ต่าง ๆ เพื่อนำลักษณะของไดโนเสาร์ดังกล่าวมาสร้างกราฟิก 3 มิติ ผู้วิจัยมีเกณฑ์การเลือก ไดโนเสาร์เพื่อใช้ในการทดสอบ โดยพิจารณาจากลักษณะที่เฉพาะง่ายต่อการจำ ความนิยม และชื่อที่กระชับเหมาะแก่การจดจำของเด็กมาเป็นเกณฑ์ในการเลือก จากการศึกษาและค้นคว้าผู้วิจัยได้เลือกไดโนเสาร์ 5 ตัว คือ ไทแรนโนซอรัส (Tyrannosaurus) คาร์โนทอรัส (Carnotaurus) สไตกิโมล็อก (Stygimoloch) ไตรเซอราทอป (Triceratops) และแองคิโลซอรัส (Ankylosaurus) ผู้วิจัยได้ศึกษาลักษณะของไดโนเสาร์เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ ดังนี้ โครงสร้างกระดูก กล้ามเนื้อ พื้นผิว เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาโมเดล 3 มิติ

4.1.3 เอกสารการออกแบบเกม (Game design document)

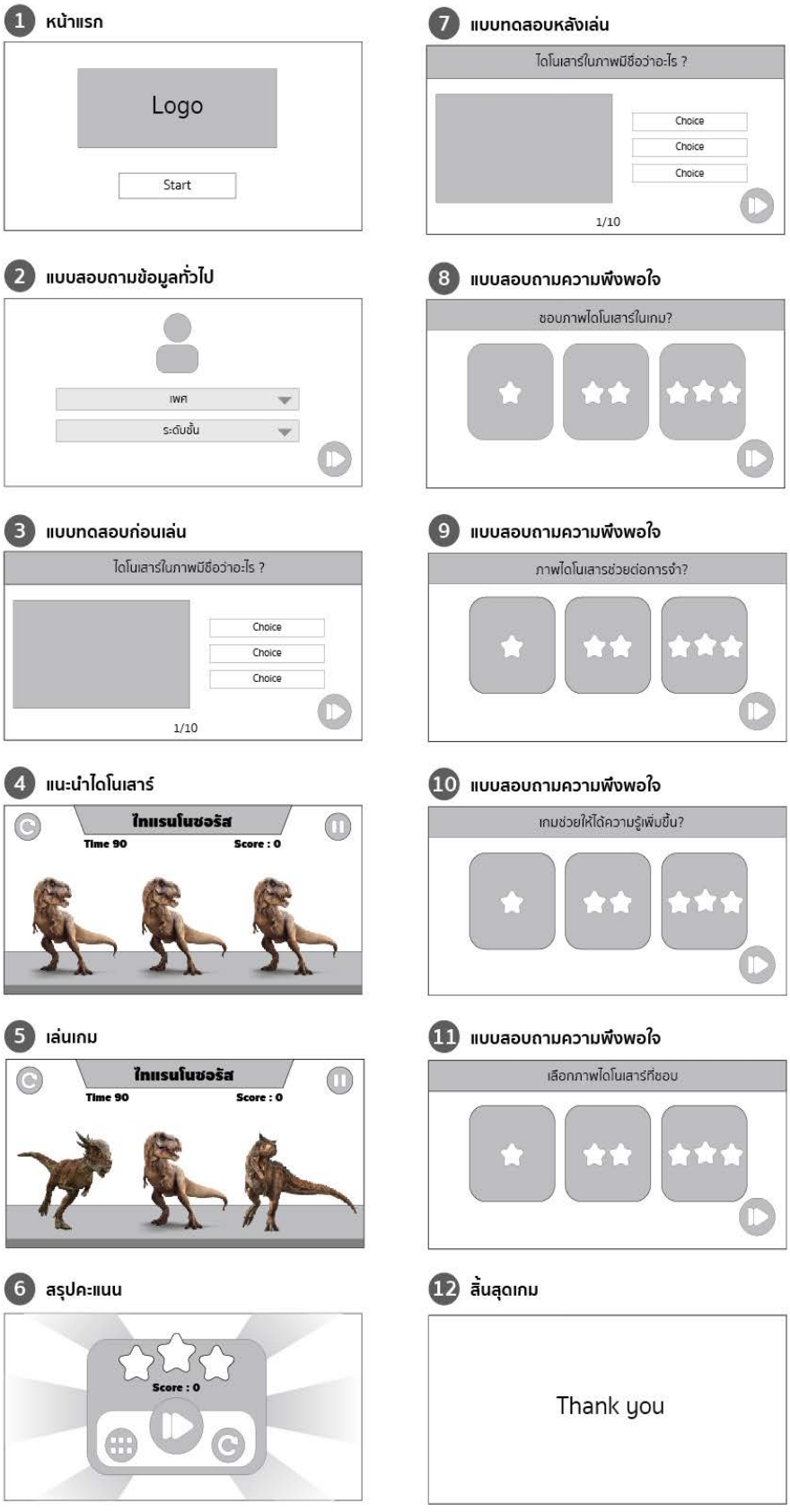
เอกสารการออกแบบเกมเป็นเอกสารที่บอกรายละเอียดของเกมทั้งหมด ซึ่งจะอธิบายภาพรวมของเกม (Game overview) ประเภทของเกม (Game genre) เป้าหมายของเกม (Game experience goal) วีธีการเล่น (Game play) และกรอบการทำงานของเกม (Framework) ให้ทีมพัฒนาเกิดความเข้าใจที่ตรงเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาระหว่างการพัฒนา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ภาพรวมของเกม (Game overview) เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก (Dino Kid) เป็นเกมแอปพลิเคชัน 3 มิติ บนมือถือในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) จุดมุ่งหมายของเกม คือ ต้องการให้ผู้เล่นจำชื่อไดโนเสาร์จากการเล่นเกม เพื่อเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้ให้ผู้เล่นสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง (Self-learning) โดยนำเกมมาประยุกต์ใช้กับการเรียนรู้ชื่อไดโนเสาร์ในรูปแบบดั้งเดิมที่ใช้หนังสือเป็นตัวกลางในการสื่อสาร ทำให้ผู้เล่นได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่แปลกใหม่นอกเหนือจากการอ่านหนังสือ

2) เป้าหมายของเกม (Game experience goal) เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก มีวัตถุประสงค์ให้ผู้เล่นได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ไดโนเสาร์ระหว่างการเล่นเกม โดยต้องจดจำลักษณะของไดโนเสาร์แต่ละตัวให้ได้ ซึ่งไดโนเสาร์แต่ละตัวจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน

3) วิธีการเล่น (Game play) วิธีการเล่นเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กผู้วิจัยได้แบ่ง การอธิบายออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) การทำงานของเกม (How it work) เมื่อเปิดแอปพลิเคชันเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก ผู้เล่นสามารถปุ่มเล่นเกม (Play game) ได้เลย ก่อนเล่นเกมผู้เล่นจะต้องกรอกข้อมูลส่วนตัวและทำแบบทดสอบก่อนเล่นให้เสร็จ หลังจากนั้นเป็นการแนะนำไดโนเสาร์ จำนวน 5 ตัว ซึ่งชื่อไดโนเสาร์จะปรากฏทางด้านบนของจอ ส่วนภาพไดโนเสาร์จะปรากฏออกมาจากทางด้านซ้ายของจอซ้ำกันจนกว่าผู้เล่นจะกดภาพไดโนเสาร์ครบ 5 ครั้ง จึงจะเปลี่ยนเป็นชื่อไดโนเสาร์ตัวใหม่จนครบ 5 ตัว ซึ่งระหว่างนี้ผู้เล่นต้องจำลักษณะของไดโนเสาร์แต่ละตัวให้ได้มากที่สุด หลังจากนั้นไดโนเสาร์จะถูกสุ่มออกมา ผู้เล่นต้องกดภาพไดโนเสาร์ให้ตรงตามชื่อที่ปรากฏ เมื่อกดผิดจะขึ้นเครื่องหมายผิดตรงไดโนเสาร์ที่กด หากกดถูกจะขึ้นเครื่องหมายถูกตรงไดโนเสาร์ที่กด จากนั้นผู้เล่นจะได้รับคะแนนและชื่อไดโนเสาร์ด้านบนจะถูกเปลี่ยนเพื่อให้ผู้เล่นเก็บคะแนนให้มากที่สุด ผู้เล่นต้องเล่นจบครบตามเวลาที่กำหนดและทำแบบทดสอบหลังเล่นกับแบบประเมินความพึงพอใจตามลำดับอันถือว่าจบเกม 2) กฎกติกาและความท้าทาย (Rules and challenge) เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กมีกฎกติกาและความท้าทายง่าย ๆ คือ ผู้เล่นจะต้องเลือกภาพไดโนเสาร์ให้ตรงตามชื่อไดโนเสาร์ที่ปรากกฎตรงด้านบนของจอ เมื่อเลือกคำตอบที่ผิดผู้เล่นจะถูกหักคะแนน 1 คะแนน หากเลือกคำคอบถูกผู้เล่นจะได้รับคะแนน 2 คะแนน ซึ่งผู้เล่นต้องทำคะแนนให้ได้มากที่สุด ตามเวลาที่กำหนดให้ 3) การติดตั้งเกม (How to setup) ผู้เล่นสามารถนำไฟล์ Dini Kid.apk ไปติดตั้งบนมือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และสามารถเล่นเกมได้

4) กรอบการทำงานของเกม (Framework) ผู้วิจัยได้ร่างกรอบการทำงานของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป ดังรูปที่ 4.1 โดยมีการทำงานดังต่อไปนี้ หน้าแรกของเกมประกอบด้วยโลโก้ของเกมและปุ่มเริ่มเกม หน้าที่ 2 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปประกอบเพศและระดับชั้น หน้าที่ 3 เป็นแบบทดสอบก่อนเล่นเกมประกอบด้วย คำถามจะอยู่ด้านบนของจอ ภาพไดโนเสาร์แสดงอยู่บริเวณด้านซ้ายของจอ และชุดตัวเลือกแสดงอยู่บริเวณทางขวาของจอ หน้าที่ 4 เป็นการแนะนำไดโนเสาร์ บริเวณด้านบนจะแสดงชื่อไดโนเสาร์ และตัวไดโนเสาร์จะปรากฏออกมาจากทางด้านซ้ายของจอไปยังทางด้านขวาของจอ หน้าที่ 5 เป็นการเล่นเกมบริเวณด้านบนจะแสดงชื่อไดโนเสาร์ เวลา และคะแนน ส่วนไดโนเสาร์จะปรากฏออกมาจากทางด้านซ้ายของจอไปยังทางด้านขวาของจอ หน้าที่ 6 เป็นการสรุปคะแนนและจำนวนดาวของผู้เล่น หน้า 7 เป็นแบบทดสอบหลังเล่นเกมประกอบด้วยคำถามจะอยู่ทางด้านบนของจอ ภาพไดโนเสาร์วางอยู่บริเวณด้านซ้ายของจอ และชุดตัวเลือกวางอยู่บริเวณ ทางขวาของจอ หน้าที่ 8-11 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจคำถามจะปรากฏอยู่ทางด้านบนของจอและมีตัวเลือก 3 ตัวเลือกอยู่ระหว่างกึ่งกลางของจอ และหน้าสุดท้ายเป็นหน้าจบเกมเพื่อแสดงความขอบคุณให้กับผู้เล่น



รูปที่ 4.1 โครงร่างกรอบการทำงานของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก

4.1.4 ประเมินแนวคิดของเกม (Game concept evaluation)

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิด กรอบการทำงาน เนื้อหา และวิธีการเล่นเกมของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก ไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนเด็กอายุระหว่าง 6 - 12 ปี จำนวน 3 คน โดยประเมิน 4 รายการ แต่ละรายการมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบลิเคิร์ท (Likert scale) และใช้เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ ดังนี้ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย และ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุดตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1

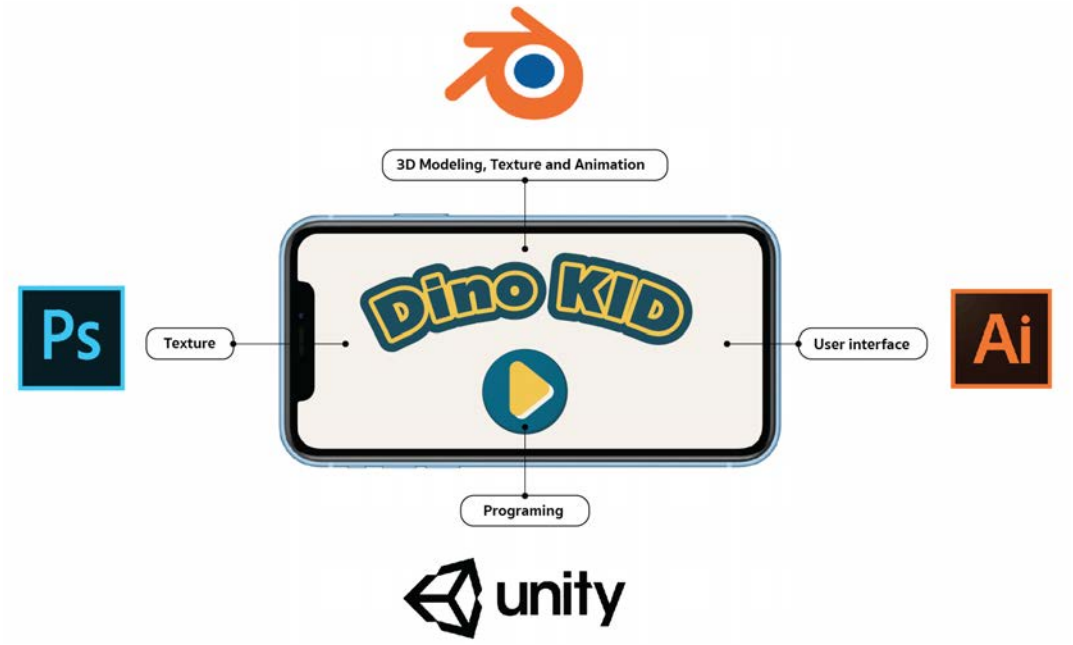
ตารางที่ 4.1 แบบประเมินความเหมาะสมของแนวของคิดเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก

รายการ	ระดับความเหมาะสม				
	1	2	3	4	5
กรอบแนวคิดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัย					
กรอบแนวคิดสอดคล้องกับทฤษฎีที่เลือกใช้					
วิธีการเล่นเหมาะสมต่อเด็กอายุ 6 - 12 ปี					
กรอบการทำงานเหมาะสมต่อการนำไปใช้จริง					

จากการประเมินความเหมาะสม พบว่ามี 3 รายการที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.33) และมี 1 รายการที่มีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4) โดยแต่ละรายการมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.00 - 0.58 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการกระจายของข้อมูลที่เกาะกลุ่มกัน เมื่อพิจารณาผลการประเมินทั้ง 4 รายการ พบว่าอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.50) และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.34 จึงสรุปได้ว่าแนวคิดของเกมเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการทดสอบต่อไป

4.1.5 สถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน (Application architecture)

ผู้วิจัยได้นำเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก (Dino Kid) ซึ่งเป็นเกมแอปพลิเคชัน 3 มิติ บนมือถือใน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) ผู้วิจัยได้แบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนระบบ (Programming) พัฒนาด้วยโปรแกรม Unity engine 3D ใช้ภาษา C# ในการพัฒนา ระบบของเกม และส่วนการออกแบบ (Designing) ใช้โปรแกรม Blender ในการสร้างโมเดล 3 มิติ (3D Modeling) รวมถึงการทำแอนิเมชัน (Animation) ในการทำพื้นผิว (Texturing) ของโมเดล 3 มิติ ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Blender ร่วมกับโปรแกรม Adobe Photoshop ในการสร้างพื้นผิว และใช้โปรแกรม Adobe illustrator cc 2018 ในการทำส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชันของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 สถาปัตยกรรมแอปพลิเคชันเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก

4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน (production)

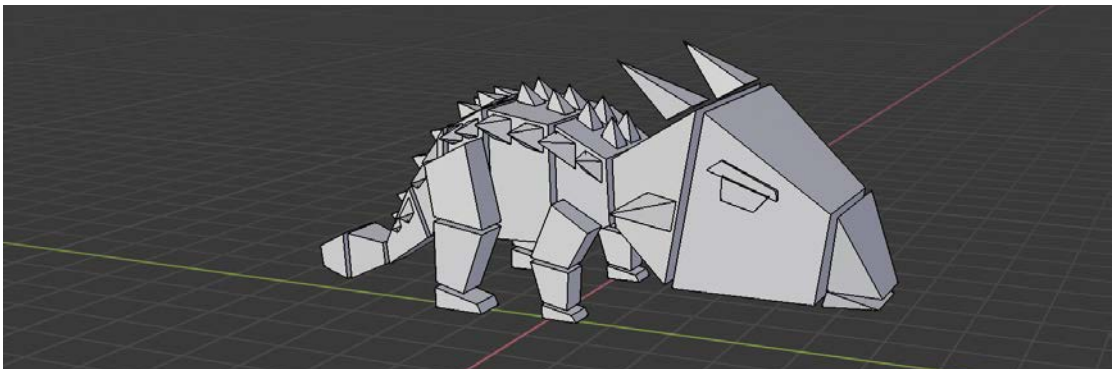
ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของเกมข้างต้นมาพัฒนาโดยเริ่มจากการสร้างโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ (3D modeling) การใส่พื้นผิว (Texturing) การใส่กระดูกและการเคลื่อนไหว (Riging and animation) ออกแบบส่วน ติดต่อกับผู้ใช้ (User interface) และเขียนโปรแกรม (Game programing) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การสร้างโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ (3D modeling)

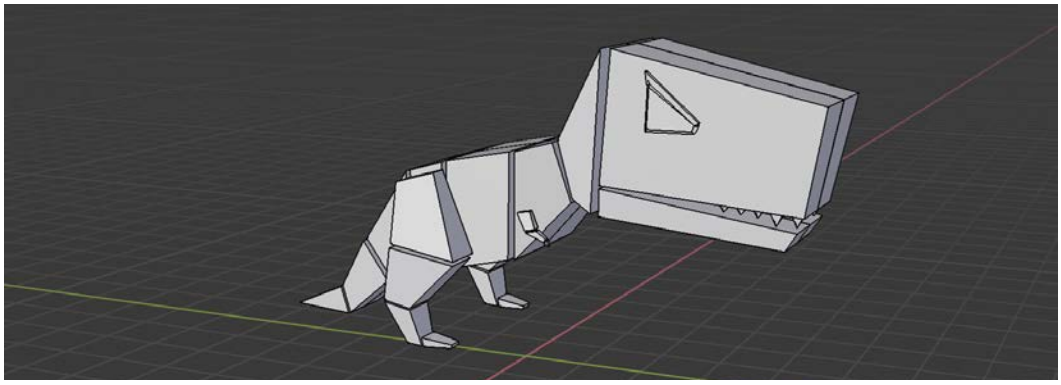
การสร้างโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Blender ในการขึ้นรูปแบบโมเดลไดโนเสาร์ทั้งหมด 15 ตัว ประกอบด้วย โมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Simplified จำนวน 5 ตัว โมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Stylize จำนวน 5 ตัว และโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic จำนวน 5 ตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) โมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Simplified

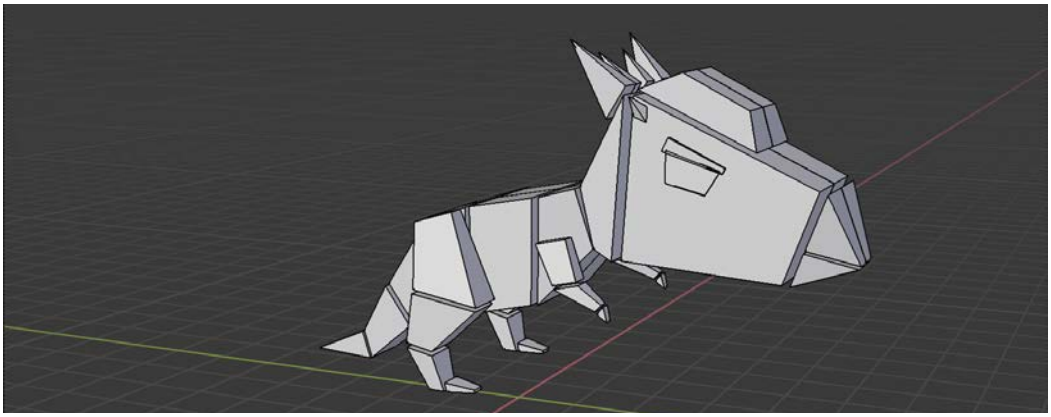
ผู้วิจัยขึ้นรูปโมเดล 3 มิติ ของไดโนเสาร์แต่ละตัวโดยอ้างอิงจากลักษณะของไดโนเสาร์ที่ได้ศึกษาไว้ข้างต้นมาออกแบบให้เป็นกราฟิกรูปแบบ Simplified ดังรูปที่ 4.3 - 4.7



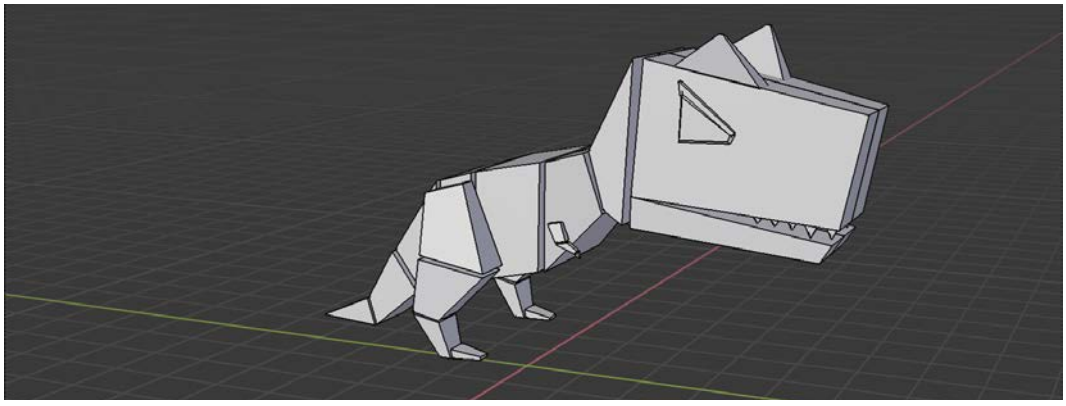
รูปที่ 4.3 โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส



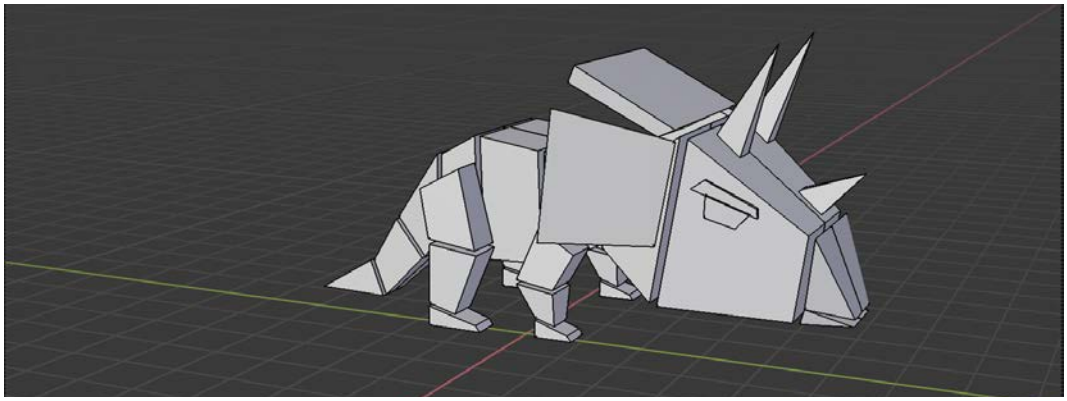
รูปที่ 4.4 โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส



รูปที่ 4.5 โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก



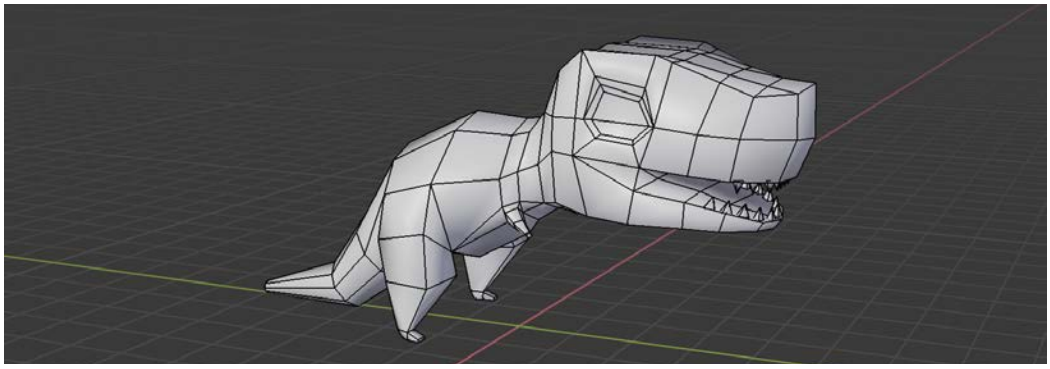
รูปที่ 4.6 โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส



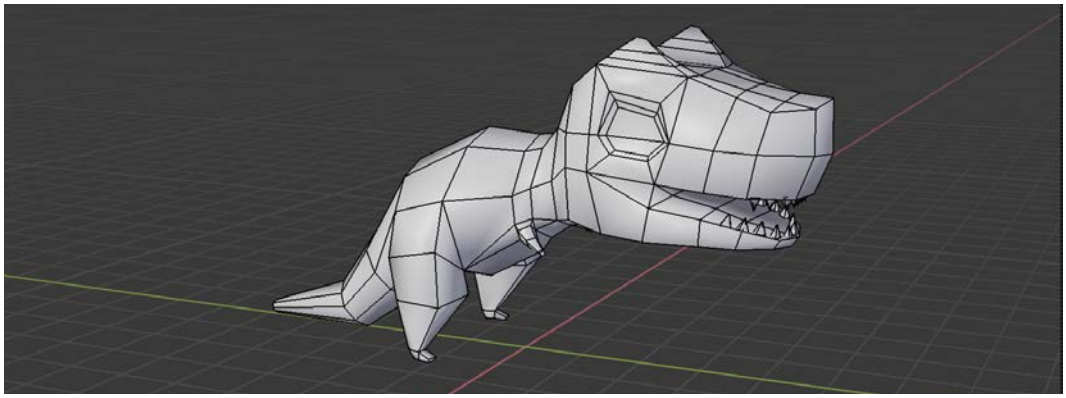
รูปที่ 4.7 โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์

2) โมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Stylize

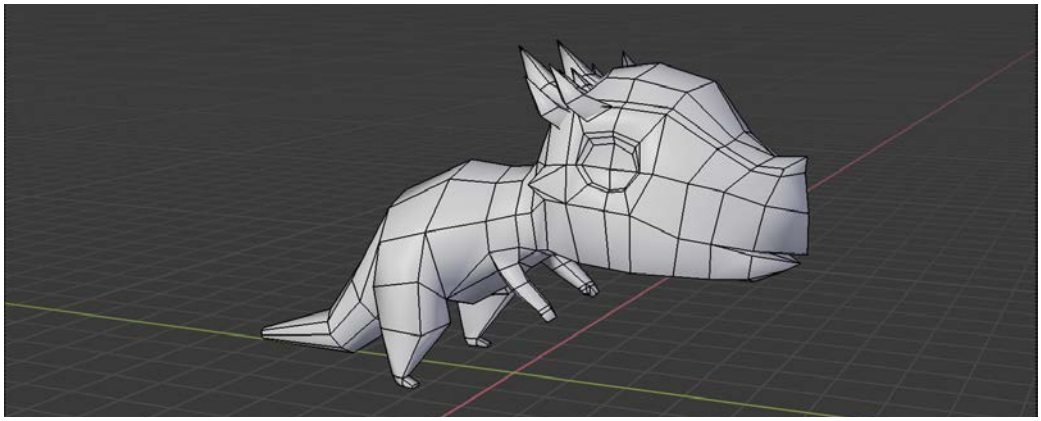
ผู้วิจัยขึ้นรูปโมเดล 3 มิติ ของไดโนเสาร์แต่ละตัวโดยอ้างอิงจากลักษณะของไดโนเสาร์ที่ได้ศึกษาไว้ข้างต้น มาออกแบบให้เป็นรูปแบบกราฟิก Stylize ดังรูปที่ 4.8 – 4.12



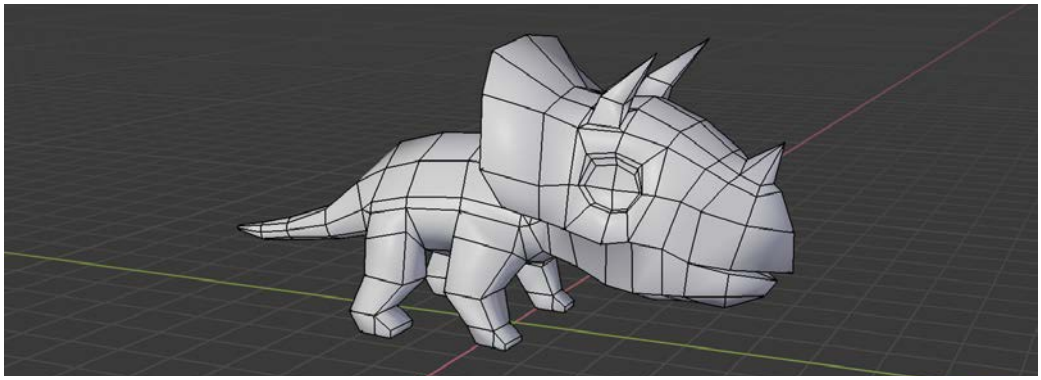
รูปที่ 4.8 โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส



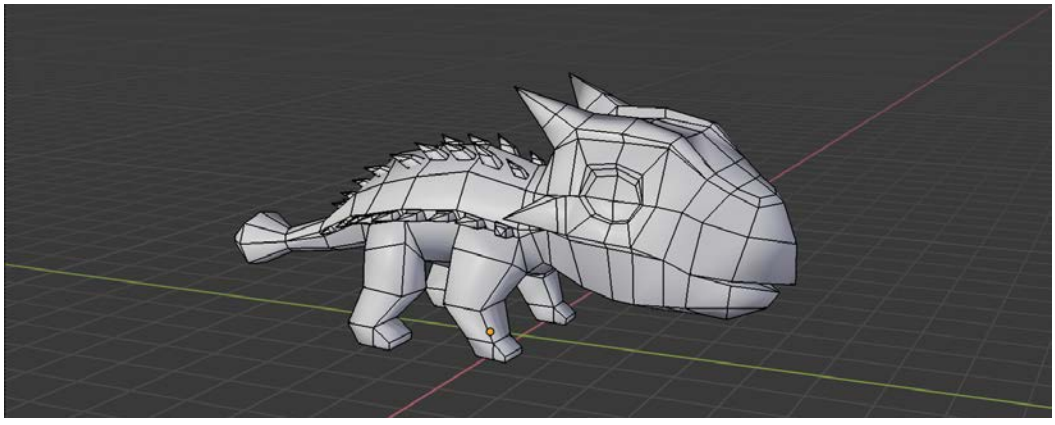
รูปที่ 4.9 โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส



รูปที่ 4.10 โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก



รูปที่ 4.11 โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์

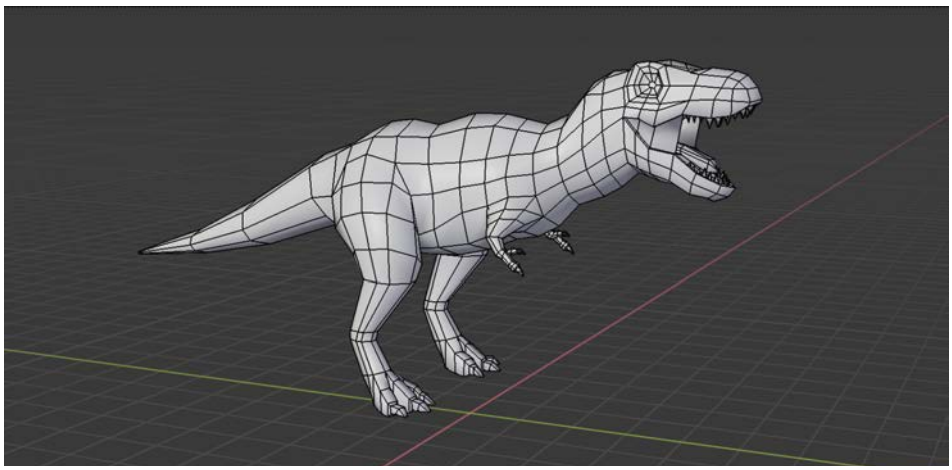


รูปที่ 4.12 โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส

3) โมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic

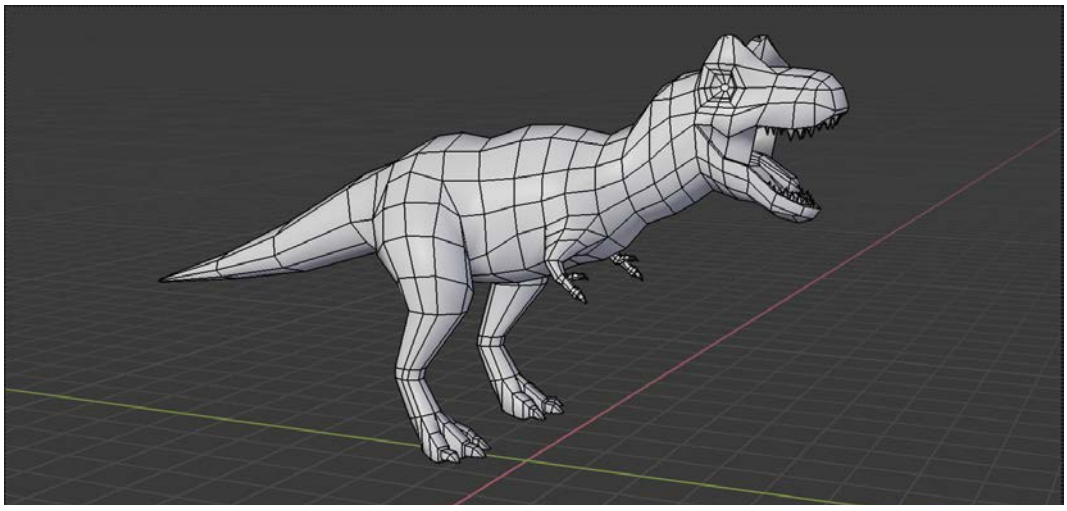
ในขั้นตอนสร้างกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic จะเริ่มด้วยขั้นตอนการปั้น (Sculpting) เพื่อให้รายละเอียดของโมเดลไดโนเสาร์เหมือนจริงมากที่สุด จากนั้นจะเป็นการลดจำนวนโพลีกอน (Low polygon) ให้เหลือน้อยที่สุด ดังรูปที่ 4.13 – 4.22

รูปที่ 4.13 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของไทแรนโนซอรัส



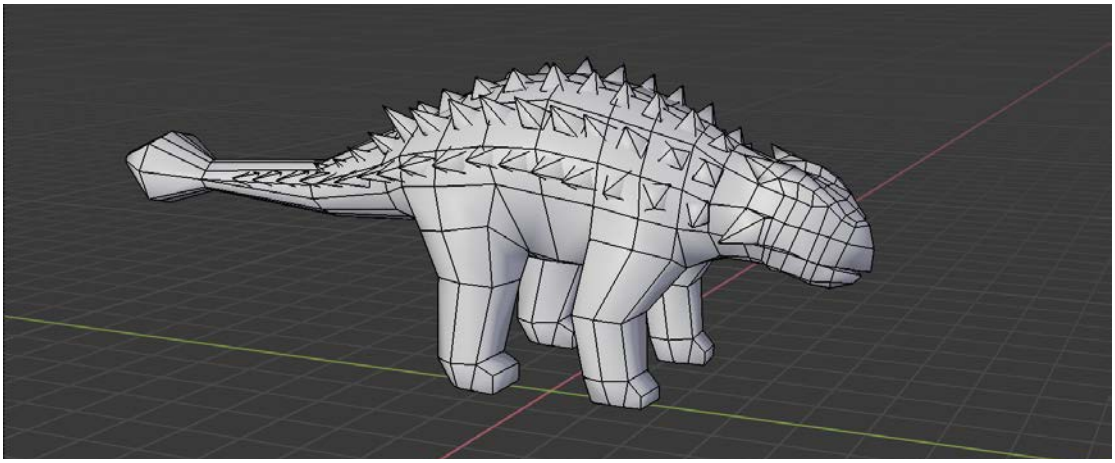
รูปที่ 4.14 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของไทแรนโนซอรัส

รูปที่ 4.15 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของคาร์โนทอรัส



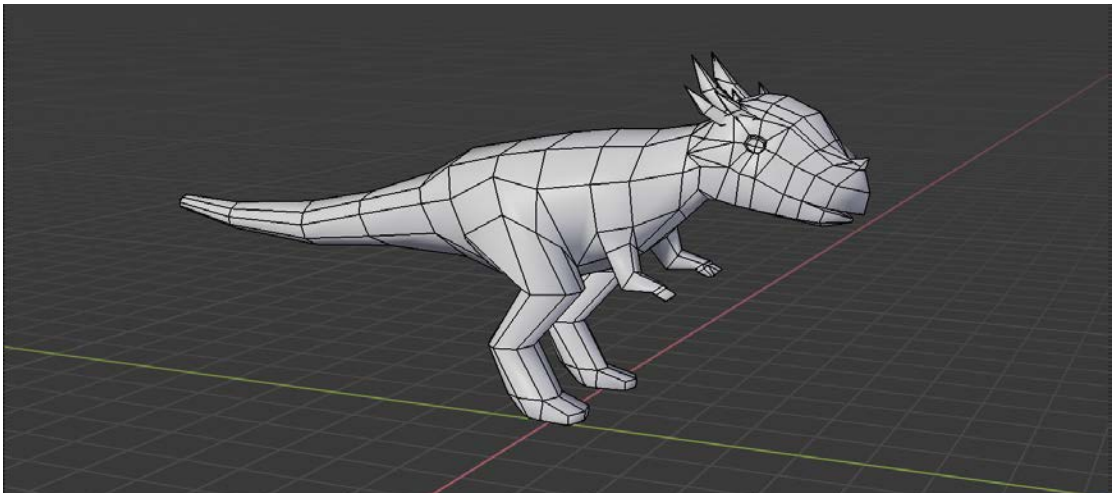
รูปที่ 4.16 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของคาร์โนทอรัส

รูปที่ 4.17 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของแองคิโลซอรัส



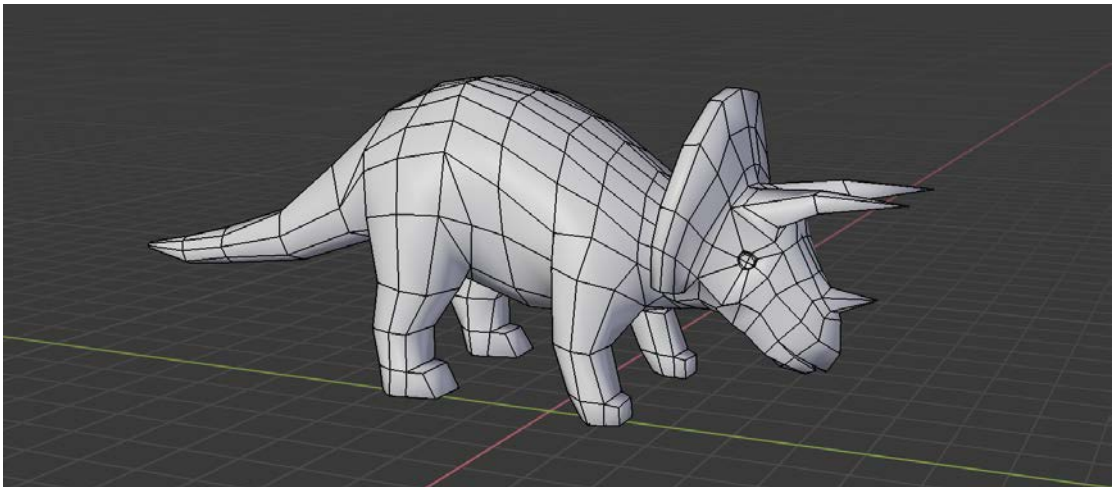
รูปที่ 4.18 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของแองคิโลซอรัส

รูปที่ 4.19 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของสไตกิโมล็อก



รูปที่ 4.20 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของสไตกิโมล็อก

รูปที่ 4.21 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดสูง (High polygon) ของไตรเซอราทอปส์



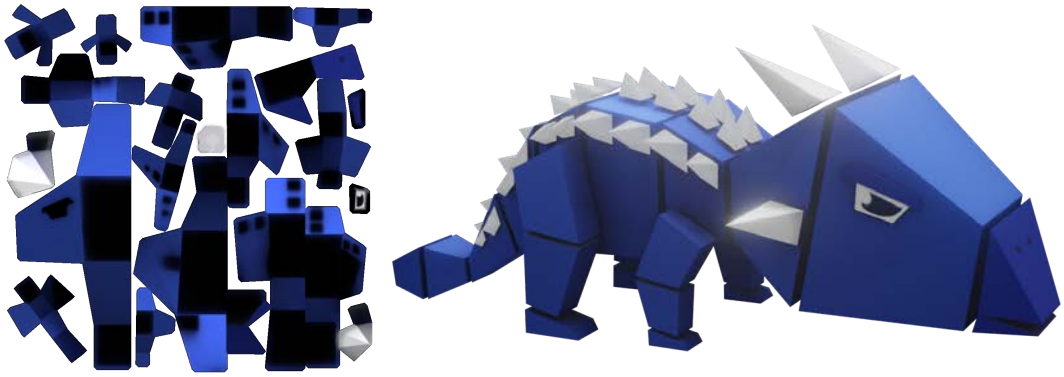
รูปที่ 4.22 โมเดล 3 มิติ โพลีกอนความละเอียดต่ำ (Low polygon) ของไตรเซอราทอปส์

4.2.2 การใส่พื้นผิว (Texturing)

ขั้นตอนการใส่พื้นผิวเป็นการสร้างลักษณะเฉพาะของพื้นผิวให้โมเดล 3 มิติ โดยกำหนดลักษณะจาก ภาพ 2 มิติ ซึ่งใช้โปรแกรม Blender กับ Adobe Photoshop CC 2018 ในการสร้างพื้นผิวของโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ ทั้ง 15 ตัว ประกอบด้วย โมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Simplified จำนวน 5 ตัว โมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Sylize จำนวน 5 ตัว และโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic จำนวน 5 ตัว โดยมีรายละเอียดดังนี้

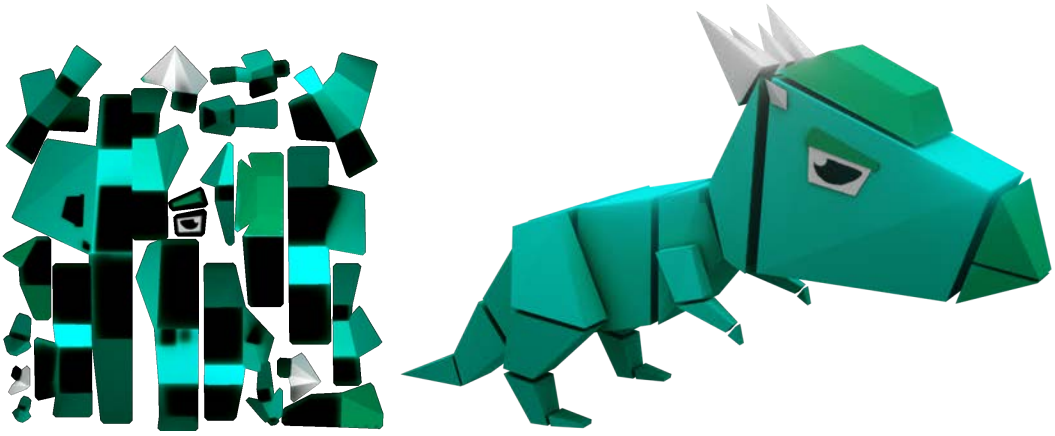
1) พื้นผิวของกราฟิกรูปแบบ Simplified

ในการทำพื้นผิวของกราฟิกรูปแบบ Simplified ผู้วิจัยใช้การใส่พื้นผิวสีเดียว (Solid color) โดยไม่มีรายละเอียดอื่น ๆ แต่อย่างใด ดังรูปที่ 4.23 – 4.27



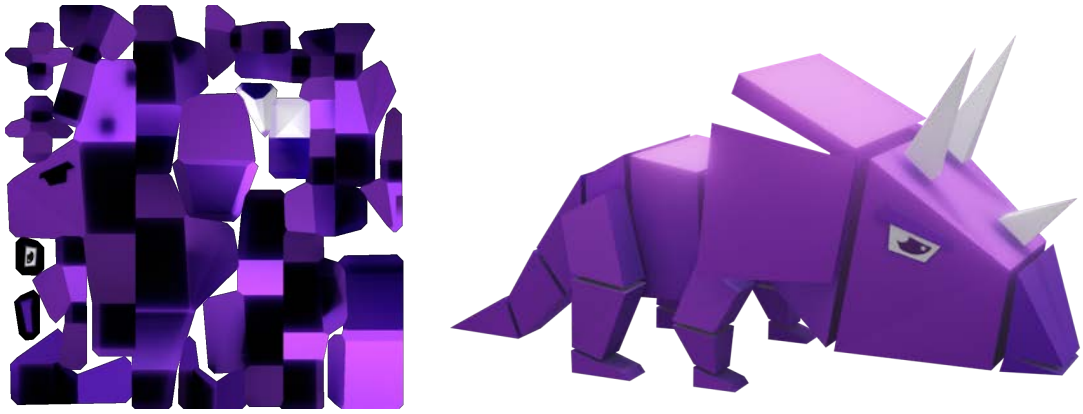
รูปที่ 4.23 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส

รูปที่ 4.24 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส



รูปที่ 4.25 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก

รูปที่ 4.26 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส



รูปที่ 4.27 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์

2) พื้นผิวของกราฟิกรูปแบบ Stylize

ในการทำพื้นผิวของกราฟิกรูปแบบ Stylize ผู้วิจัยใช้การใช้สีสร้างพื้นผิวที่มีรายละเอียดต่าง ๆ เข้าไปเพื่อทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของพื้นผิวบนตัวโมเดล 3 มิติ ดังรูปที่ 4.28 - 4.32

รูปที่ 4.28 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส

รูปที่ 4.29 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส

รูปที่ 4.30 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก

รูปที่ 4.31 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์

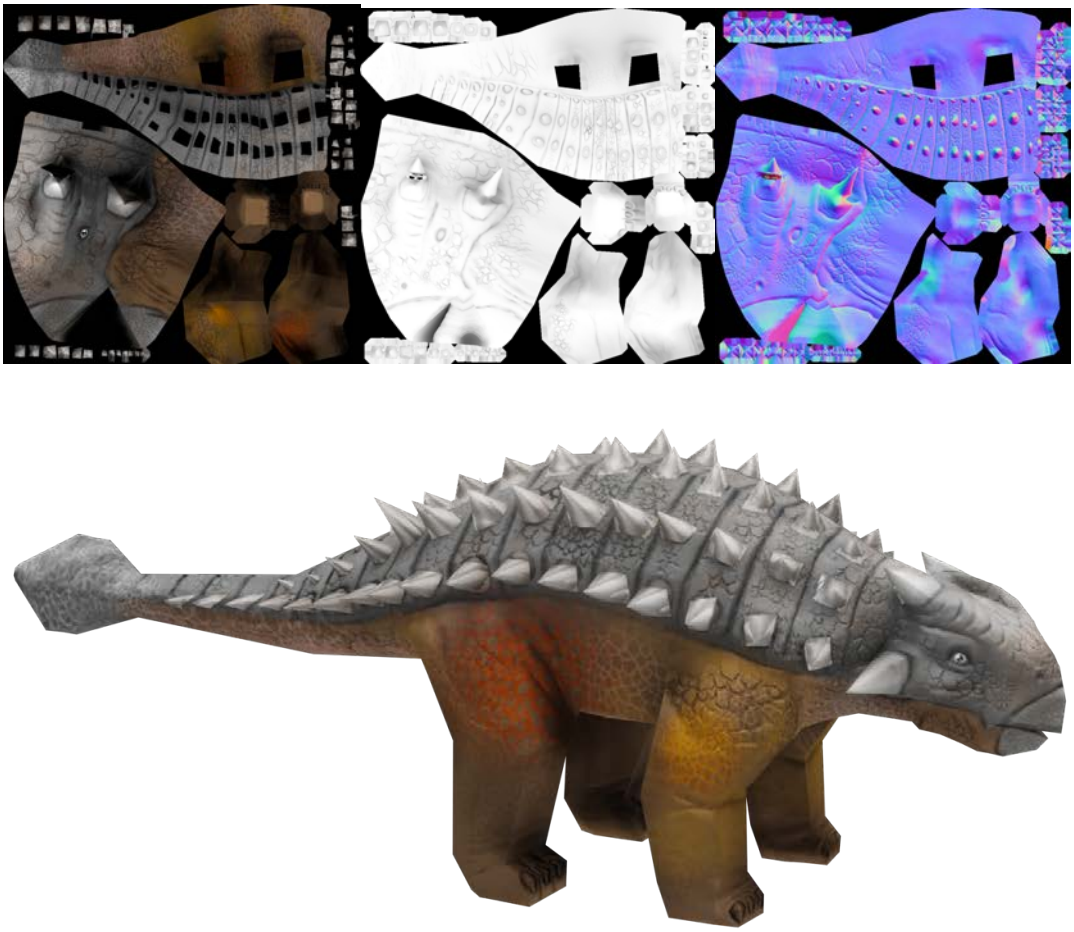
รูปที่ 4.32 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส

3) พื้นผิวของกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic

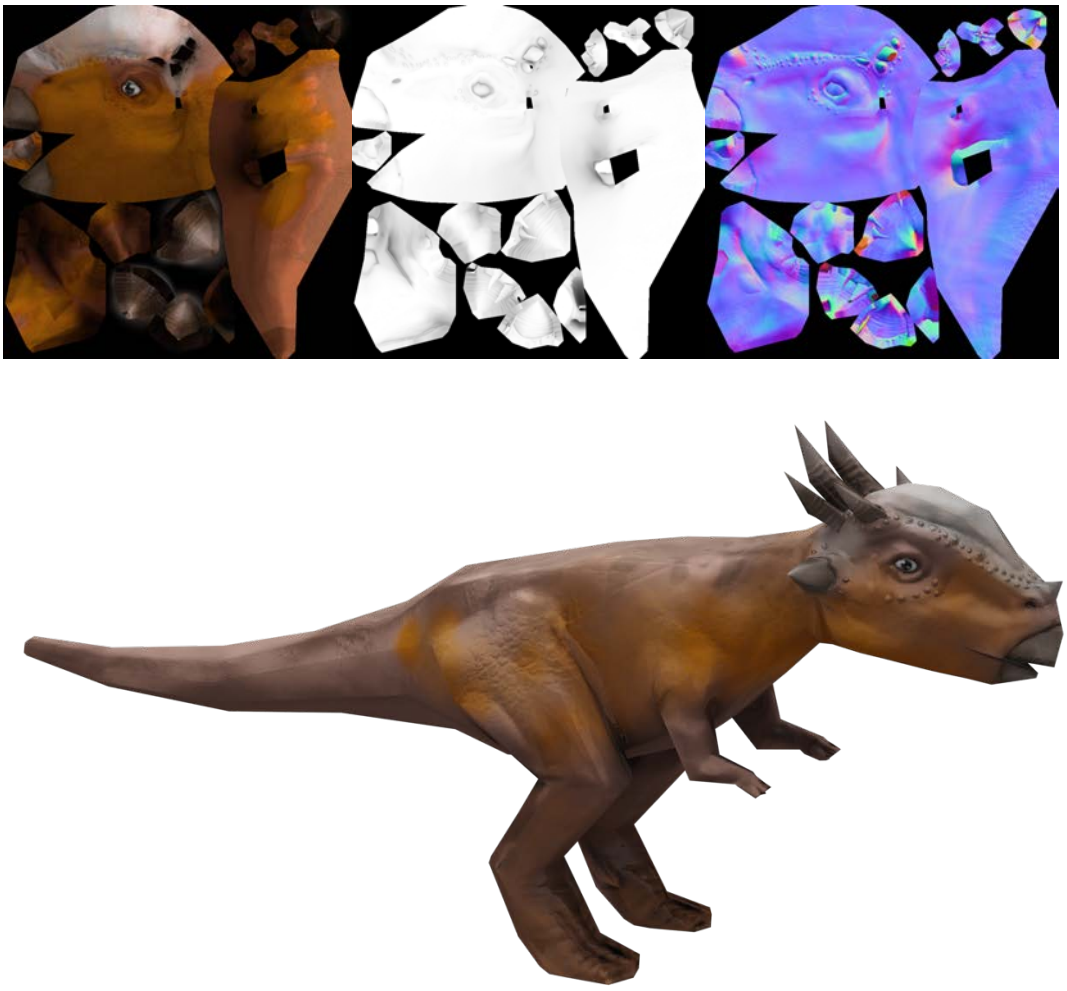
ในการทำพื้นผิวของกราฟิกรูปแบบ Stylize ผู้วิจัยใช้การใช้สีสร้างพื้นผิวที่มีรายละเอียดต่าง ๆ เข้าไปเพื่อทำให้เกิดลักษณะเฉพาะของพื้นผิวร่วมกับการการใส่ Normal map เพื่อแสดงถึงรายละเอียดเล็ก ๆ และการใส่ Specular map ในการกำหนดการสะท้อนของแสงบนพื้นผิวของตัวโมเดล 3 มิติ ดังรูปที่ 4.33 – 4.37

รูปที่ 4.33 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไทแรนโนซอรัส

รูปที่ 4.34 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของคาร์โนทอรัส



รูปที่ 4.35 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของแองคิโลซอรัส

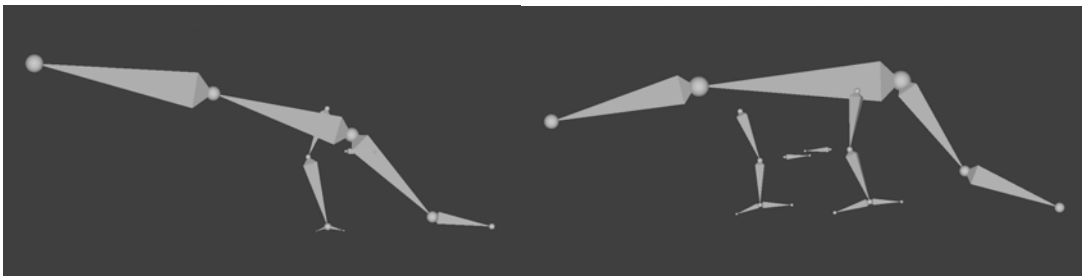


รูปที่ 4.36 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของสไตกิโมล็อก

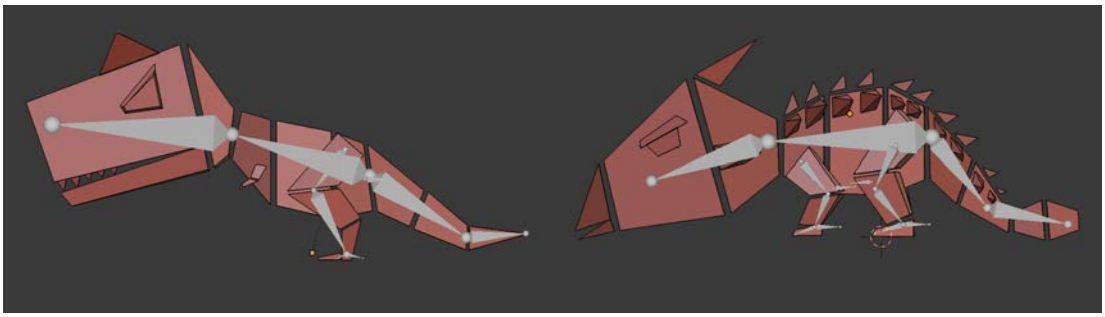
รูปที่ 4.37 ภาพพื้นผิว 2 มิติ และผลลัพธ์โมเดล 3 มิติ ของไตรเซอราทอปส์

4.2.3 การใส่กระดูกและการเคลื่อนไหว (Rigging and Animation)

การใส่กระดูกเป็นการสนับสนุนให้โมเดล 3 มิติ สามารถเคลื่อนไหวได้ โดยจะต้องศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างกระดูกของไดโนเสาร์แต่ละชนิด จากการศึกษาผู้วิจัยได้นำโครงสร้างกระดูกมาอ้างอิงเพื่อใช้ในการใส่กระดูกกำหนดให้โมเดล 3 มิติ ผู้วิจัยได้สร้างโครงสร้างกระดูกออกเป็น 2 แบบ แบบแรกสำหรับโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ สำหรับยืน 2 ขา ได้แก่ ไทแรนโนซอรัส คาร์โนทอรัส และสไตกิโมล็อก และแบบที่ 2 สำหรับโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ สำหรับยืน 4 ขา ได้แก่ ไตรเซอราทอปส์ และแองคิโลซอรัส ดังรูปที่ 4.38 จากนั้นนำโครงสร้างกระดูกไปใส่ร่วมกับโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ ดังรูปที่ 4.39



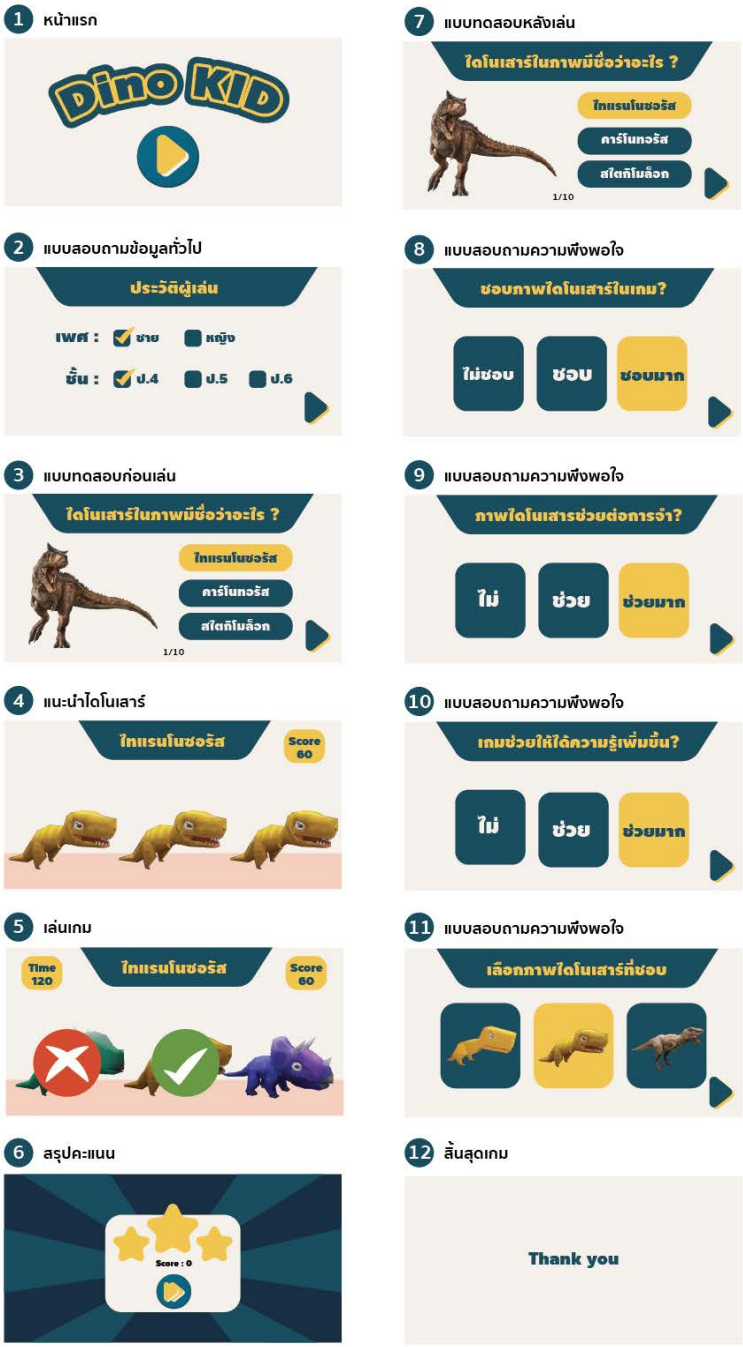
รูปที่ 4.38 โครงสร้างกระดูกสำหรับโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ สำหรับยืน 2 ขา และโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ สำหรับยืน 4 ขา ตามลำดับ



รูปที่ 4.39 ตัวอย่างโครงสร้างกระดูกที่นำไปใส่ร่วมกับโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ

4.2.4 ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User interface)

ผู้วิจัยได้นำกรอบการทำงานของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กข้างต้นมาใช้อ้างอิงในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Adobe Illustrator cc 2018 ในการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ดังรูปที่ 4.40

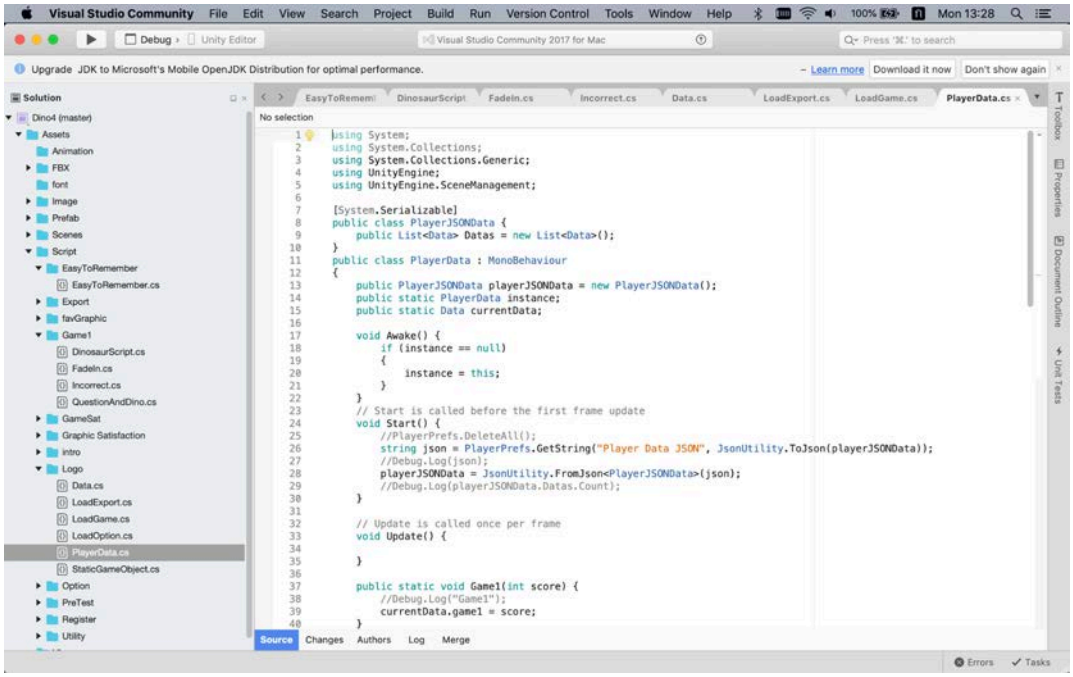


รูปที่ 4.40 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก (Dino Kid)

4.2.5 เขียนโปรแกรม (Game programing)

ระบบของเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กผู้วิจัยได้พัฒนาเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กด้วยโปรแกรม Unity engine 3D ในการจัดองค์ประกอบของเกมทั้งหมด รวมถึงการจัดการแสงภาพในฉากให้กับตัวโมเดลไดโนเสาร์ 3 มิติ ให้มีความสวยงาม ดังรูป 4.41 และใช้ภาษา C# ในการพัฒนาระบบของเกม ซึ่งใช้โปรแกรม Visual Studio Community ในการเขียนโปรแกรมร่วมกับ Unity engine 3D ดังรูปที่ 4.42

รูปที่ 4.41 การพัฒนาเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กในโปรแกรม Unity engine 3D



รูปที่ 4.42 การพัฒนาเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กในโปรแกรม Visual Studio Community

4.3 ขั้นตอนหลังการดำเนินงาน (Post-production)

เป็นการทดสอบระบบของเกม (Game testing) ซึ่งจะตรวจสอบความสมบูรณ์เกี่ยวกับระบบของเกมเพื่อดูจุดผิดพลาด เช่น ลำดับการแสดงผลของเกม ปุ่มการใช้งานต่าง ๆ สามารถใช้ได้ปกติและดูความสมดุลของเกม โดยการนำเกมไปทดสอบกับผู้ตรวจสอบ (Tester) จำนวน 3 คน เพื่อดูความสมบูรณ์ของเกมว่าพร้อมนำไปใช้งานได้หรือไม่ ซึ่งผู้วิจัยได้นำจุดผิดพลาดและคำแนะนำที่ได้รับ มาแก้ไขให้เกมมีความพร้อมสำหรับการนำไปใช้วิจัยต่อไป

บทที่ 5

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดระเบียบวิธีวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำเสนอรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี โดยได้กำหนดกลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กำหนดเครื่องมือในวิจัย ประเมินเครื่องมือในการวิจัย และกำหนดขั้นตอนดำเนินงานวิจัยเพื่อเก็บข้อมูล ตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ของ Rule of thumb (Wilson, et al., 2015) โดยได้ระบุว่ากลุ่มตัวอย่างขนาด 30 คนต่อกลุ่ม ก็เพียงพอต่อการวิเคราะห์หาความแตกต่างของกลุ่ม ซึ่งเป็นการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้กันแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

5.2 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัยปแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ตัวแปรต้น และตัวแปรตาม โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 ตัวแปรต้น

1) เพศ ประกอบด้วย เพศชาย และเพศหญิง

2) ระดับชั้น ประกอบด้วย ประถมศึกษาปีที่ 4 - 6

3) รูปแบบกราฟิก ประกอบด้วย กราฟิกรูปแบบ Simplified กราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic

5.2.2 ตัวแปรตาม

1) ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

2) ความพึงพอใจที่มีต่อภาพในเกม

5.3 เครื่องมือในการวิจัย

เกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก (Dino kid) ประกอบด้วยเครื่องมือวิจัยดังนี้ แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป (Questionnaire) แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ (Pre-test และ Post-test) และแบบประเมินความพึงพอใจ (Satisfaction Questionnaire) โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.3.1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมทดลอง (Questionnaire)

แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปประกอบด้วยข้อมูลของผู้ทดลอง ได้แก่ เพศ และระดับชั้นปี

5.3.2 แบบทดสอบก่อนและหลังเล่นเกม (Pre-test and Post-test)

เป็นแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์มีจำนวน 10 ข้อ ใช้ไดโนเสาร์จำนวน 5 ตัว คือ ไทแรนโนซอรัส สไตกิโมล็อก คาร์โนทอรัส ไตรเซราทอปส์ และแองคิโลซอรัส ตัวละ 2 ข้อ รวมเป็น 10 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบประกอบด้วยภาพไดโนเสาร์และตัวเลือกที่เป็นชื่อไดโนเสาร์ จำนวน 3 ข้อ ผู้เข้าร่วมต้องเลือกชื่อให้ตรงกับภาพไดโนเสาร์ข้างต้น

5.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจ (Satisfaction Questionnaire)

แบบประเมินความพึงพอใจมีจำนวน 4 ข้อ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นการประเมินความพึงพอใจภาพกราฟิกในเกม มีจำนวน 3 ข้อ และส่วนที่ 2 เป็นการประเมินความพึงพอใจเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็กมีจำนวน 1 ข้อ โดยแต่ละการประเมินมีเกณฑ์การให้คะแนนแบบลิเคิร์ทสเกล โดยมีเกณฑ์การให้ 3 ระดับ โดยระดับที่ 1 หมายถึง คะแนนความพึงพอใจน้อยสุด ระดับที่ 2 หมายถึง คะแนนความพึงพอใจปลานกลาง และระดับที่ 3 หมายถึง คะแนนความพึงพอใจมากที่สุด

5.4 ประเมินเครื่องมือในการวิจัย

แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ และแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเพื่อเก็บข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความตรงของเนื้อหา (Vadility) และความน่าเชื่อถือ (Reliability) ขอแบบทดสอบก่อนนำไปเก็บข้อมูลจริงดังนี้

5.4.1 การทดสอบความตรงของเนื้อหา (Vadility)

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นกรอบในการสร้างแบบทดสอบ จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนชั้นประถมศึกษามากกว่า 10 ปี จำนวน 3 คน มาพิจารณาในด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมของเนื้อหา และความชัดเจนของคำถามในแบบทดสอบ ของแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์และแบบประเมินความพึงพอใจ เพื่อทดสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ซึ่งเป็นการหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบหรือการหาค่า IOC (Index of Item-objective Congruence) พบว่าค่า IOC ที่ได้อยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00 ซึ่งหมายความว่าแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์และแบบประเมินความพึงพอใจตรงตามเนื้อหาและตรงตามวัตถุประสงค์

5.4.2 การทดสอบความน่าเชื่อถือ (Reliability)

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์และแบบประเมินความพึงพอใจไปทดสอบกับเด็กประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 12 คน โดยแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ ใช้การทดสอบความเชื่อมั่นของ Kuder Richardson (Kuder Richardson’ Method) และแบบประเมินความพึงพอใจใช้การทดสอบความเชื่อมั่นด้วยสัมประสิทธิ์แอลฟาของคอนบราช (Cronbach Alpha Coefficient) พบสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์เท่ากับ 0.76 และแบบประเมินความพึงพอใจเท่ากับ 0.83 ซึ่งค่าความเชื่อมั่นทั้ง 2 มากกว่า 0.70 ถือเป็นค่าที่ยอมรับได้ จึงสามารถใช้ในการเก็บข้อมูลต่อไป

5.5 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มทดลองซึ่งเป็นเป็นนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 2 ห้อง และนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 1 ห้อง รวมทั้งสิ้น 147 คน โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดำเนินการวิจัยดังนี้

5.5.1 ขั้นตอนก่อนดำเนินการวิจัย

ในขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการเก็บข้อมูลจากกลุ่มทดลอง เพื่อให้การเก็บ ข้อมูลเป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้อธิบายที่มาและความสำคัญของงานวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเล่นแอปพลิเคชันเกมในการเก็บข้อมูลให้กลุ่มทดลองและครูประจำชั้น เพื่อเตรียมความพร้อมในการดำเนินงานวิจัย

5.5.2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้เข้าไปดำเนินการวิจัยทีละระดับชั้น เริ่มจากระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามลำดับ ซึ่งในแต่ละระดับชั้นผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มทดลองโดยการสุ่มแบบง่ายออกเป็น 3 กลุ่ม รวมทั้งหมดได้กลุ่มละ 49 คน กลุ่มแรกเล่นเกมโดยใช้รูปแบบกราฟิกแบบ Simplified กลุ่มที่ 2 เล่นเกมโดยใช้รูปแบบกราฟิก Stylize และกลุ่มที่ 3 เล่นเกมโดยใช้รูปแบบกราฟิก Photo Realistic การทดลองเริ่มด้วยขั้นตอนดังนี้

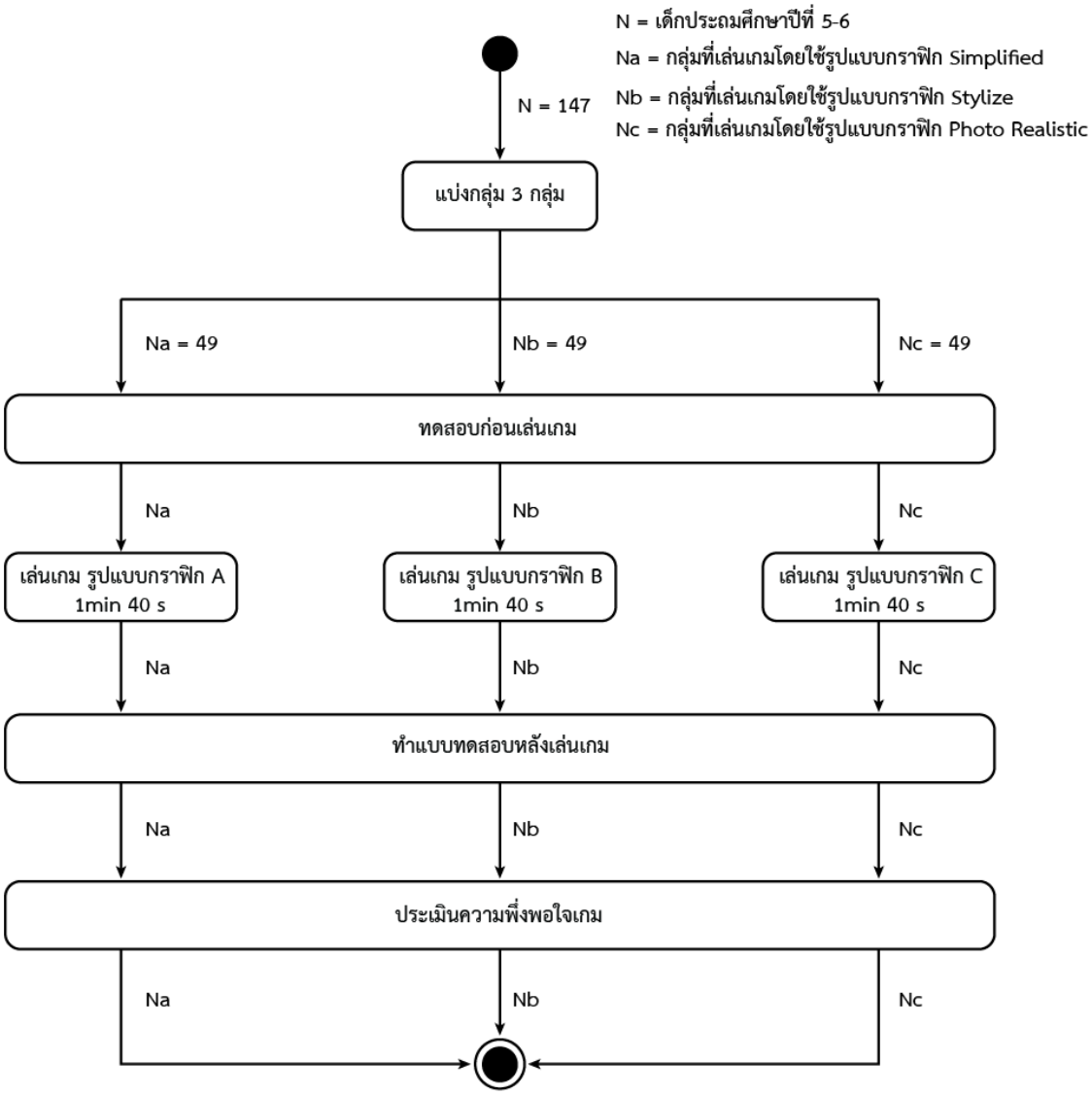
ขั้นที่ 1 กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม กรอกข้อมูลทั่วไป และทำแบบทดสอบก่อนเล่นเกม (Pre-test) ซึ่งเป็นแบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ จำนวน 5 ตัว ตัวละ 2 ข้อ รวมเป็น 10 ข้อ โดยแบบทดสอบแต่ละข้อจะแสดงภาพไดโนเสาร์ ผู้เข้าร่วมต้องเลือกชื่อไดโนเสาร์ให้ตรงกับไดโนเสาร์ตามภาพ โดยมีตัวเลือกทั้งหมด 3 ข้อ

ขั้นที่ 2 กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม เล่นเกม ซึ่งรูปแบบการเล่น (Game play) คือ ผู้เล่นต้องเลือกตัวไดโนเสาร์ให้ตรงกับชื่อที่แสดงไว้ให้ถูกต้อง ผู้เล่นต้องเล่นให้ได้คะแนนมากที่สุดภายในระยะเวลา 100 วินาที ซึ่งแต่ละกลุ่มมีรูปแบบการเล่นเหมือนกัน แต่ที่แตกต่าง คือ รูปแบบกราฟิกที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

ขั้นที่ 3 เมื่อกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม เล่นเกมเสร็จ ขั้นตอนนี้ให้กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบหลังเล่นเกม (Post-test) ซึ่งแบบทดสอบจะเป็นชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเล่นเกม (Pre-test)

ขั้นที่ 4 กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม ประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับภาพกราฟิกและเกมก่อนจะสิ้นสุดการทดลอง

ซึ่งขั้นตอนดำเนินการวิจัยแสดงให้เห็นในรูปแบบของแผนภาพกิจกรรม (Activity diagram) ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แผนภาพกิจกรรมแสดงขั้นตอนวิธีวิจัย

5.5.3 ขั้นตอนหลังดำเนินการวิจัย

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ทั้งก่อนและหลังเล่นเกม และผลการประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับภาพกราฟิกและเกมที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มทดลองเพื่อวิเคราะห์ผลด้วยวิธีทางสถิติต่อไป

บทที่ 6

ผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำเสนอรูปแบบกราฟิก 3 มิติที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุ ระหว่าง 6-12 ปี โดยเก็บข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 - 6 ที่โรงเรียนเทศบาลปลูกปัญญาในพระอุปถัมภ์ฯ อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างหรือผู้เข้าร่วมการทดลองเล่นเกมไดโนเสาร์สำหรับเด็ก (Dino kid) ซึ่งภายในเกมประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป (Questionnaire) แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับชื่อไดโนเสาร์ (Pre-test และ Post-test) และแบบประเมินความพึงพอใจ (Questionnaire) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้

จากผลการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลโดยเริ่มจากการกำหนดเครื่องมือวิจัยและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล จากนั้นนำข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์ผลข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิก เปรียบเทียบผลการเรียนกับระยะเวลาการผลิตของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ และการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจที่มีต่อภาพกราฟิกในเกม

6.1 เครื่องมือวิจัยและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม R Studio Version 1.0.153 และโปรแกรม Microsoft Excel version 16.21.1 ในระบบปฏิบัติการ mac os สำหรับทำการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมาย โดยกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 สัญลักษณ์และอักษรย่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์และอักษรย่อ	ความหมาย
N	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
Mean	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
Std. Deviation	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
Std. Error Mean	ค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง
Sig.	ค่าความน่าจะเป็นที่คานวณได้จากค่าสถิติ
*	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
t	ค่าสถิติที่ใช้ในการแจกแจง T-Test
df	จำนวนชุดข้อมูล - 1 ใช้สำหรับเปิดตารางสถิติ (Degree of freedom)
k	จำนวนกลุ่มของข้อมูล
F	ค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบ F-Test
Lower	ค่าขอบเขตต่ำสุดของข้อมูล
Upper	ค่าขอบเขตสูงสุดของข้อมูล
Min	ค่าต่ำสุดในชุดข้อมูล
Max	ค่าสูงสุดในชุดข้อมูล

6.2 การวิเคราะห์ผลข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 - 6 ทั้งหมด 147 คน ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 49 คน โดยมีรายละเอียดของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 วิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูล	ประเภทข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง					
		Simplified		Stylize		Photo Realistic	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	28	57.10	30	61.20	28	57.10
	หญิง	21	42.90	19	38.80	21	42.90
ระดับชั้น	ประถมศึกษาชั้นปีที่ 5	29	59.20	29	59.20	31	63.30
	ประถมศึกษาชั้นปีที่ 6	20	40.80	20	40.80	18	36.70

6.2.1 เพศ

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นนักเรียนเพศชาย จำนวน 86 คน และเพศหญิง จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 58.50 และ 41.50 ตามลำดับ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

6.2.2 ระดับชั้น

กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 จำนวน 89 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 6 จำนวน 58 คน คิดเป็นร้อยละ 65.50 และ 39.50 ตามลำดับ ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

6.3 การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิก

การวิเคราะห์ผลการเรียนผู้วิจัยได้นำคะแนนแบบทดสอบก่อนเล่นและหลังเล่น (Pre-test และ Post-test) มาใช้วัดผลการเรียนรู้ โดยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบ Simplified 2) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบ Stylize 3) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic 4) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ และ 5) เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิงของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ ซึ่งในการทดสอบผลการเรียนรู้ผู้วิจัยได้ทดสอบด้วยวิธีทางสถิติแบบทดสอบค่า T-Test (Dependent variables) ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมในแต่ละกลุ่ม ใช้การวิเคราะความแปรปรวนทางเดียว (One - way ANOVA) ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ และความแตกต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิง

6.3.1 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบ Simplified

สมมติฐาน ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน

H0 : ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าไม่แตกต่างกัน

H1 : ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 6.3 เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified

Test score	N	Mean	Std. Deviation
		Score (10)	
แบบทดสอบความรู้ก่อนเล่นเกม	49	5.06	2.444
แบบทดสอบความรู้หลังเล่นเกม	49	5.33	2.145

จากตารางที่ 6.3 พบว่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกม เท่ากับ 5.33 ซึ่งสูงกว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเล่นเกมเท่ากับ 5.06 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.145 และ 2.444 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.4 ค่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified

Score difference of Simplified	Paired Difference			t	df	Sig.
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean			
ก่อนเล่น กับ หลังเล่น	0.27	1.901	0.272	0.977	48	0.334

จากตารางที่ 6.4 พบว่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมกับหลังเล่นเกมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.901 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทั้ง 2 พบค่าสถิติที่คำนวน (t) เท่ากับ 0.977 และค่าความน่าจะเป็น (Sig.) เท่ากับ 0.334 ซึ่งมากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H0 ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าคะแนนหลังเล่นเกมไม่แตกต่างจากคะแนนก่อนเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.3.2 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบ Stylize

สมมติฐาน ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน

H0 : ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าไม่แตกต่างกัน

H1 : ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize

Test score	N	Mean	Std. Deviation
		Score (10)	
แบบทดสอบความรู้ก่อนเล่นเกม	49	4.35	2.077
แบบทดสอบความรู้หลังเล่นเกม	49	5.69	2.311

จากตารางที่ 6.5 พบว่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกม เท่ากับ 5.69 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเล่นเกม เท่ากับ 4.35 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.311 และ 2.077 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.6 ค่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize

Score difference of Stylize	Paired Difference			t	df	Sig.
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean			
ก่อนเล่น กับ หลังเล่น	1.35	2.016	0.288	4.677*	48	0.000

จากตารางที่ 6.6 พบว่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมกับหลังเล่นเกมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.35 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.016 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทั้ง 2 พบค่าสถิติที่คำนวน (t) เท่ากับ 4.677 และค่าความน่าจะเป็น (Sig.) เท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่

0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H1 ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าคะแนนหลังเล่นเกมสูงกว่าคะแนนก่อนเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.3.3 ทดสอบความแตกต่างของคะแนนแบบก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic

สมมติฐาน ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน

H0 : ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าไม่แตกต่างกัน

H1 : ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 6.7 เปรียบเทียบคะแนนระหว่างก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic

Test score	N	Mean	Std. Deviation
		Score (10)	
แบบทดสอบความรู้ก่อนเล่นเกม	49	5.35	2.773
แบบทดสอบความรู้หลังเล่นเกม	49	6.06	2.764

จากตารางที่ 6.7 พบว่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกม เท่ากับ 6.09 ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเล่นเกม เท่ากับ 5.35 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.773 และ 2.064 ตามลำดับ

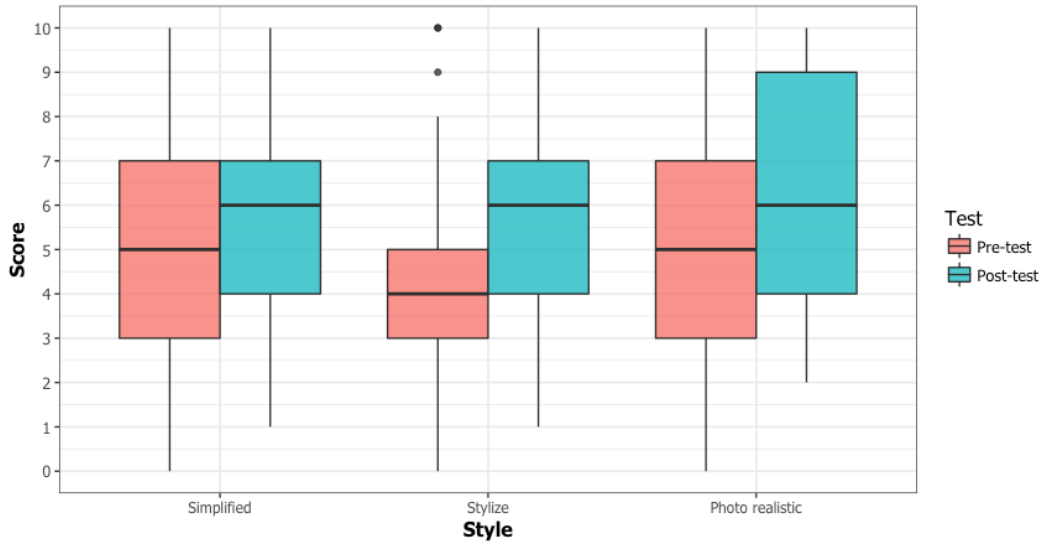
ตารางที่ 6.8 ค่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic

Score difference of Photo Realistic	Paired Difference			t	df	Sig.
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean			
ก่อนเล่น กับ หลังเล่น	0.71	2.389	0.314	2.093*	48	0.042

จากตารางที่ 6.8 พบว่าความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นเกมกับหลังเล่นเกมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.389 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนทั้ง 2 พบค่าสถิติที่คำนวน (t) เท่ากับ 2.093 และค่าความน่าจะเป็น (Sig.) เท่ากับ 0.042 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H1 ผลคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมีค่าแตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าคะแนนหลังเล่นเกมสูงกว่าคะแนนก่อนเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.3.4 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ (ผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกม) ของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

จากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าคะแนนหลังเล่นเกมของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีคะแนนค่ามัธยฐาน (Median) สูงขึ้นจากคะแนนก่อนเล่นเกม โดยเฉพาะกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize ที่มีค่าความแตกต่างชัดเจน ซึ่งมีค่ามัธยฐานก่อนเล่นเกมเท่ากับ 4 คะแนน และมีค่ามัธยฐานหลังเล่นเกมเท่ากับ 6 คะแนน ส่วนกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic และกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified มีค่ามัธยฐานก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมเท่ากับ 5 และ 6 ตามลำดับ อีกทั้งการกระจายของคะแนนก่อนและหลังเล่นในกลุ่มทดลองที่ใช้ กราฟิกรูปแบบ Stylize มีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 8 และ 1 - 10 ตามลำดับ ในส่วนของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มีการกระจายของคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 10 และ 2 - 10 ตามลำดับ และกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified มีการกระจายของคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นมีค่าอยู่ระหว่าง 0 - 10 และ 1 - 10 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize มีคะแนนก่อนเล่นเกมและหลังเล่นเกมแตกต่างมากที่สุดถัดมา คือ กลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic และกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified ตามลำดับ ดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของรูปแบบกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

ในการทดสอบผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบทั้ง 3 รูปแบบ ผู้วิจัยได้ทดสอบด้วยวิธีทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - way ANOVA) โดยมีสมมติฐานดังนี้

สมมติฐาน ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของแต่ละกลุ่มมีค่าแตกต่างกัน

H0 : ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของแต่ละกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน

H1 : ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของแต่ละกลุ่มมีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 6.9 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบทั้ง 3 กลุ่ม

Learning outcome	Paired Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of Mean	
				Lower	Upper
Simplified	0.27	1.901	0.272	-0.281	0.811
Stylize	1.35	2.016	0.288	0.768	1.926
Photo Realistic	0.71	2.389	0.314	0.028	1.401

จากตารางที่ 6.9 พบว่าผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize มีผลการเรียนรู้เฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 1.35 รองลงมา คือ กลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ย เท่ากับ 0.71 และกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยเฉลี่ย เท่ากับ 0.27

ตารางที่ 6.10 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มกราฟิกทั้ง 3 กลุ่ม

	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	28.9388	2	14.4694	3.2422*	0.042
Within Group	642.6531	144	4.4629		
Total	671.5918	146			

จากตารางที่ 6.10 เป็นผลลัพธ์ที่ได้จากวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลการเรียนรู้ระหว่างกลุ่มกราฟิกทั้ง 3 กลุ่ม พบค่าสถิติที่คำนวน (F) เท่ากับ 3.242 และค่าความน่าจะเป็น (Sig.) เท่ากับ 0.042 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H1 ค่าเฉลี่ยผลการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มมีอย่างน้อย 1 คู่ที่แตกต่างกัน เพื่อที่จะหาว่าคู่ไหนที่มีความแตกต่างกันบ้าง ผู้วิจัยได้ใช้สถิติทดสอบ

ของ Fisher's Least Significant Difference (LSD) ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของ ผลการเรียนรู้ในแต่ละคู่ ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 6.11 เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการเรียนรู้ในแต่ละคู่

Paired Difference		Mean Difference	Std. Error	Sig.
Simplified	Stylize	1.08*	0.427	0.007
Stylize	Photo Realistic	0.63	0.427	0.160
Photo Realistic	Simplified	0.45	0.427	0.306

จากตารางที่ 6.11 พบว่าในระดับความแปรปรวนที่เท่ากันคู่ที่มีความแตกต่างของผลการเรียนรู้ คือ คู่ระหว่างกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified กับ Stylize ซึ่งมีค่าผลต่างของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.08 คะแนน และมีค่าความน่าจะเป็น (Sig.) เท่ากับ 0.007 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 สรุปได้ว่ากลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified กับ Stylize มีผลการเรียนรู้เฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนผลการเรียนรู้เฉลี่ยของกราฟิก Stylize กับ Photo Realistic และ Photo Realistic กับ Simplified ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6.3.5 เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิง

สมมติฐาน ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิงมีค่าไม่แตกต่างกัน

H0 : ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิงมีค่าไม่แตกต่างกัน

H1 : ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิงมีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 6.12 เปรียบเทียบผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิง

Learning outcome	Paired Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of Mean	
				Lower	Upper
ชาย	1.38	2.672	0.342	0.752	2.003
หญิง	0.56	2.268	0.245	0.034	1.082

จากตารางที่ 6.12 พบว่าผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 1.38 คะแนน ซึ่งมากกว่าเพศหญิงที่มีผลต่างเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกม เท่ากับ 0.56 คะแนน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.672 และ 2.268 ตามลำดับ และมีค่าความแปรปรวนอยู่ที่ 0.342 และ 0.245 ตามลำดับ

ตารางที่ 6.13 วิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิง

	Sum of Square	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	23.9322	1	23.9322	4.0093*	0.047
Within Group	865.5372	145	5.9692		
Total	889.4694	146			

จากตารางที่ 6.13 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิง พบค่าสถิติที่คำนวน (F) เท่ากับ 4.0093 และค่าความน่าจะเป็น (Sig.) เท่ากับ 0.047 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับ H1 ค่าเฉลี่ยผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศชายและหญิงมีค่าแตกต่างกันจึงสรุปได้ว่าผลต่างของคะแนนก่อนและหลัง

เล่นเกมของเพศชายสูงกว่าผลต่างของคะแนนก่อนและหลังเล่นเกมของเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

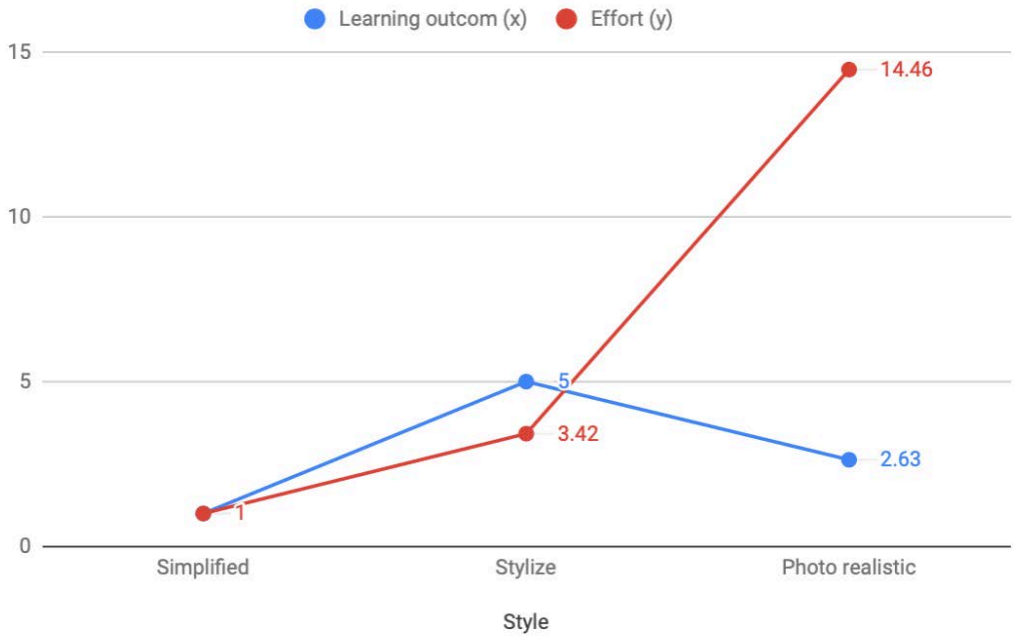
6.4 เปรียบเทียบผลการเรียนกับระยะเวลาการผลิตของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

จากการเปรียบเทียบผลการเรียนกับระยะเวลาในการผลิตของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize มีผลการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งมีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 1.35 คะแนน และมีระยะเวลาการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 2 ชั่วโมง 39 นาที 14 วินาที รองลงมา คือ กลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 0.71 คะแนน ซึ่งมีระยะเวลาการผลิตเฉลี่ยที่นานกว่ารูปแบบอื่น ๆ เท่ากับ 14 ชั่วโมง 18 นาที 10 วินาที และกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 0.27 คะแนน แต่มีระยะเวลาการผลิตที่ใช้เวลาน้อยที่สุดเท่ากับ 49 นาที 9 วินาที ดังตารางที่ 6.14

ตารางที่ 6.14 ตารางเปรียบเทียบผลการเรียนรู้และระยะเวลาการผลิตของรูปแบบกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

รูปแบบ	ผลการเรียนรู้		ระยะเวลาการผลิต	
	ค่าเฉลี่ย	แทนค่า	ค่าเฉลี่ย	แทนค่า
Simplified	0.27	y	0:49:09	x
Stylize	1.35	5y	2:39:14	3.42x
Photo Realistic	0.71	2.63y	14:18:10	14.46x

หากเทียบค่าโดยพิจารณาจากรูปแบบกราฟิกที่ให้ผลการเรียนรู้น้อยที่สุดให้เป็นตัวตั้งต้น จะได้รูปแบบกราฟิก Simplified ใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ โดยกำหนดค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิก Simplified เท่ากับ x และกำหนดค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการผลิตของรูปแบบกราฟิก Simplified เท่ากับ y สามารถสรุปได้ว่ากราฟิกรูปแบบ Stylize ใช้เวลาในการผลิตสูงกว่ากราฟิกรูปแบบ Simplified อยู่ที่ 3.42 เท่า แต่ให้ผลการเรียนรู้ที่สูงกว่ากราฟิกรูปแบบ Simplified ถึง 5 เท่า ในส่วนของกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ใช้เวลาในการผลิตสูงกว่ากราฟิกรูปแบบ Simplified อยู่ที่ 14.46 เท่า แต่ให้ผลการเรียนรู้ที่สูงกว่ากราฟิกรูปแบบ Simplified เพียง 2.63 เท่า ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 กราฟเส้นเปรียบเทียบระหว่างผลการเรียนรู้และระยะเวลาในการผลิตของกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

6.5 การวิเคราะห์ผลความพึงพอใจที่มีต่อภาพกราฟิกในเกม

ในการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของภาพกราฟิกในเกมจากกลุ่มทดลอง 3 กลุ่ม กลุ่มละ 49 คน ซึ่งมีการประเมินความพึงพอใจ 2 รายการ แต่ละรายการมีการให้คะแนนแบบ Likert และใช้เกณฑ์การให้คะแนน 3 ระดับ ดังตารางที่ 6.15

ตารางที่ 6.15 อธิบายความหมายของระดับแต่ละรายการ

รายการประเมิน	ความหมายของระดับ		
	1	2	3
ความชอบรูปแบบกราฟิกในเกม	ไม่ชอบ	ชอบ	ชอบมาก
รูปแบบกราฟิกในเกมช่วยต่อการจดจำ	ไม่ช่วย	ช่วย	ช่วยมาก

ในการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของภาพกราฟิกในเกมผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1) วิเคราะห์ผลความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

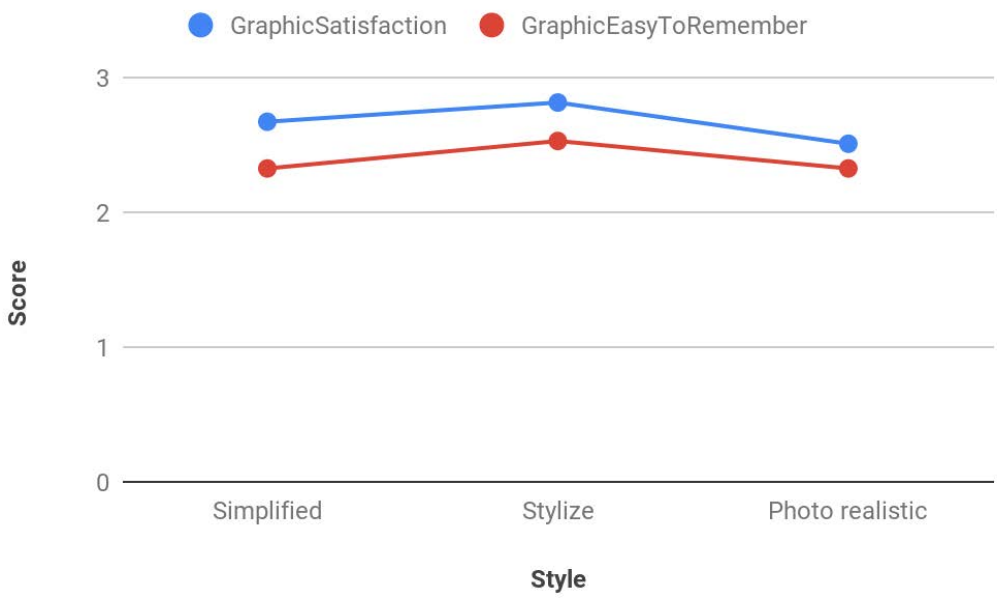
2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจของภาพกราฟิกกับผลการเรียนรู้

6.5.1 วิเคราะห์ผลความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

จากการวิเคราะห์ผลความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ พบว่าผลประเมินความพึงพอใจของกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Stylize มีคะแนนสูงสุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบภาพกราฟิก เท่ากับ 2.82 คะแนน หมายความว่า ชอบมาก และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 ในส่วนคะแนนเฉลี่ยของภาพกราฟิกในเกมช่วยต่อการจดจำ เท่ากับ 2.53 คะแนน หมายความว่า ช่วยมาก และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.74 ถัดมาเป็นกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Simplified โดยมีคะแนนเฉลี่ยความชอบภาพกราฟิก เท่ากับ 2.67 คะแนน หมายความว่า ชอบมาก และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.55 ในส่วนคะแนนเฉลี่ยของภาพกราฟิกในเกมช่วยต่อการจดจำ เท่ากับ 2.33 คะแนน หมายความว่า ช่วย และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.80 และกลุ่มทดลองที่ใช้กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มีคะแนนเฉลี่ยความชอบภาพกราฟิกเท่ากับ 2.51 คะแนน หมายความว่า ชอบมาก และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.52 ในส่วนคะแนนเฉลี่ยของภาพกราฟิกในเกมช่วยต่อการจดจำ เท่ากับ 2.33 คะแนน หมายความว่า ช่วย และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.69 ดังตารางที่ 6.16

ตารางที่ 6.16 ผลความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

รายการประเมิน	Simplified		Stylize		Photo Realistic	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
ความชอบภาพกราฟิกในเกม	2.67	0.55	2.82	0.44	2.51	0.62
ภาพกราฟิกในเกมช่วยต่อการจดจำ	2.33	0.80	2.53	0.74	2.33	0.69

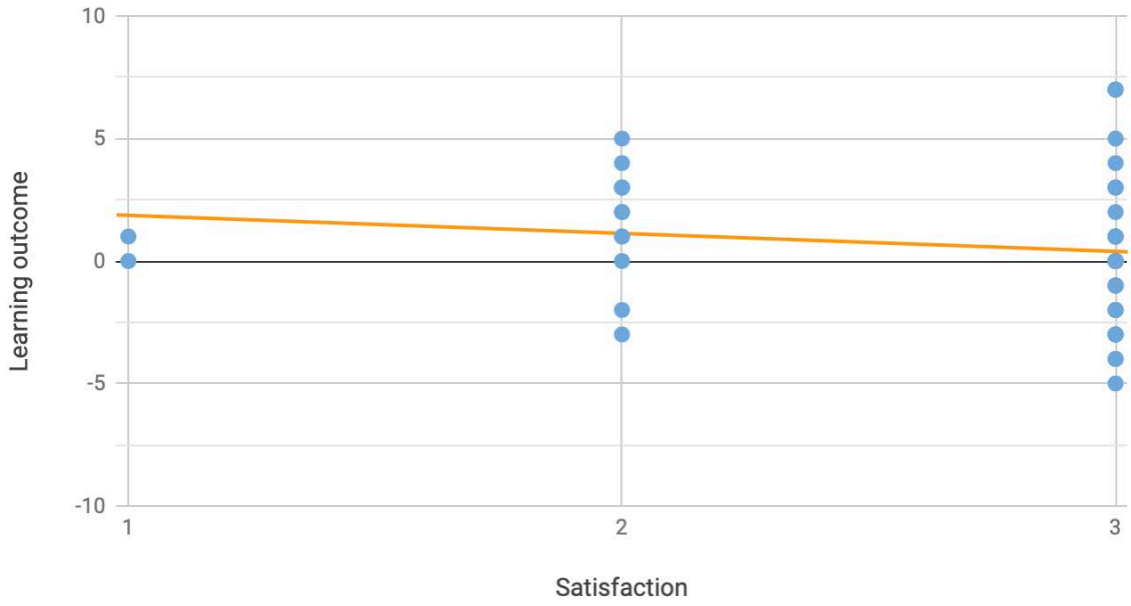


รูปที่ 6.3 กราฟแสดงระดับความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ

จากรูปที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบระดับความพึงพอใจของภาพกราฟิกทั้ง 3 รูปแบบ พบว่ากราฟิกรูปแบบ Stylize มีระดับความพึงพอใจในด้านของความชอบและด้านของการจดจำมากที่สุด ถัดลงมาจะเป็นกราฟิกรูปแบบ Simplified และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ตามลำดับ

6.5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจของภาพกราฟิกกับผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Simplified

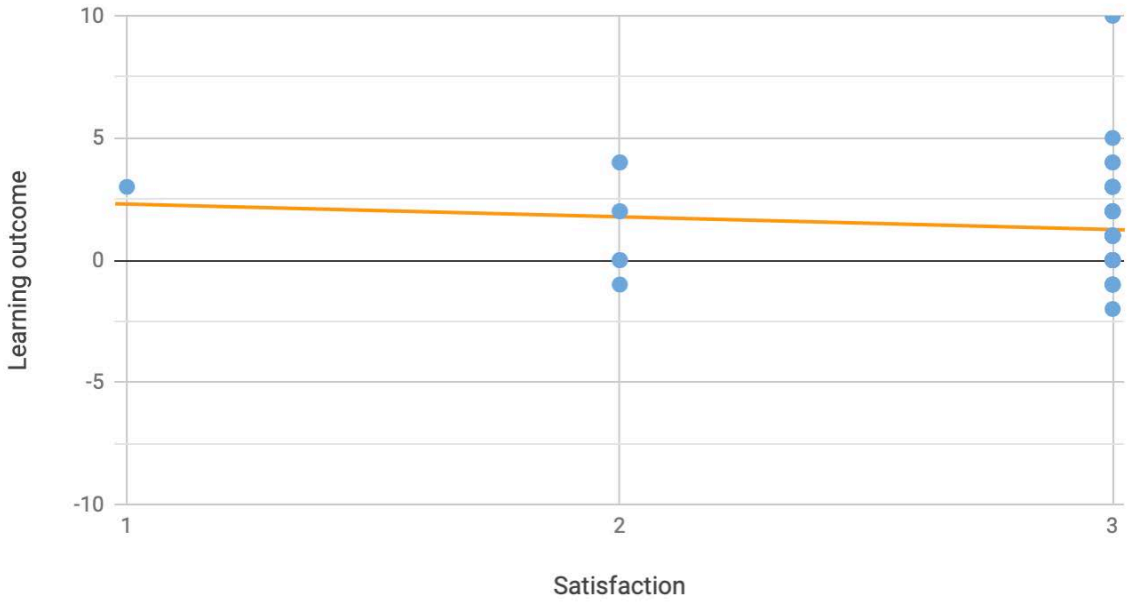
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจของภาพกราฟิกกับผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Simplified จะเห็นว่าการกระจายของข้อมูลผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Simplified เมื่อพิจารณาจะเห็นว่าการกระจายของข้อมูลไม่เป็นทิศทางเดียวกัน ดังรูปที่ 6.4 ซึ่งจากการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีทางสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient Pearson) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการเรียนกับความชอบกราฟิก เท่ากับ -0.14 หมายความว่า คะแนนผลการเรียนกับคะแนนความชอบรูปแบบกราฟิกไม่มีความสัมพันธ์กัน



รูปที่ 6.4 กราฟแสดงการกระจายข้อมูลของผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Simplified

6.5.3 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจของภาพกราฟิกกับผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Stylize

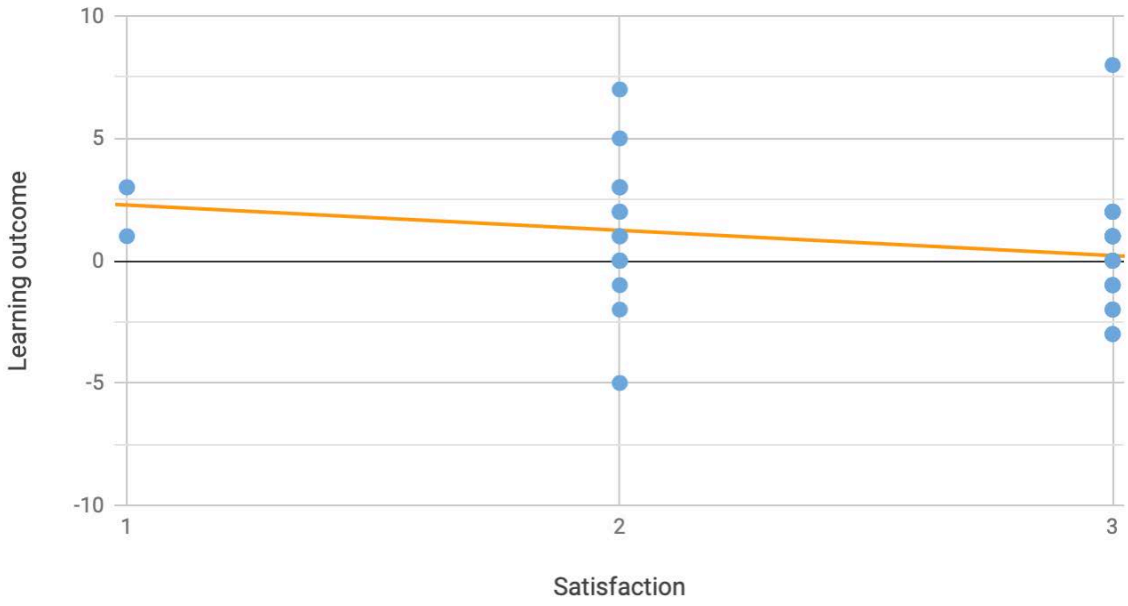
จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจของภาพกราฟิกกับผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Stylize จะเห็นว่าการกระจายของข้อมูลผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Stylize เมื่อพิจารณาจะเห็นว่าการกระจายของข้อมูลไม่เป็นทิศทางเดียวกัน ดังรูปที่ 6.5 ซึ่งจากการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีทางสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient Pearson) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการเรียนกับความชอบกราฟิก เท่ากับ -0.14 หมายความว่า คะแนนผลการเรียนกับคะแนนความชอบรูปแบบกราฟิกไม่มีความสัมพันธ์กัน



รูปที่ 6.5 กราฟแสดงการกระจายข้อมูลของผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Stylize

6.5.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจของภาพกราฟิกกับผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของความพึงพอใจของภาพกราฟิกกับผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic จะเห็นว่าการกระจายของข้อมูลผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Photo Realistic เมื่อพิจารณาจะเห็นว่าการกระจายของข้อมูลไม่เป็นทิศทางเดียวกัน ดังรูปที่ 6.6 ซึ่งจากการหาความสัมพันธ์ด้วยวิธีทางสถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient Pearson) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของผลการเรียนกับความชอบกราฟิก เท่ากับ -0.14 หมายความว่า คะแนนผลการเรียนกับคะแนนความชอบรูปแบบกราฟิกไม่มีความสัมพันธ์กัน



รูปที่ 6.6 กราฟแสดงการกระจายข้อมูลของผลการเรียนรู้กับระดับความชอบภาพกราฟิก Photo Realistic

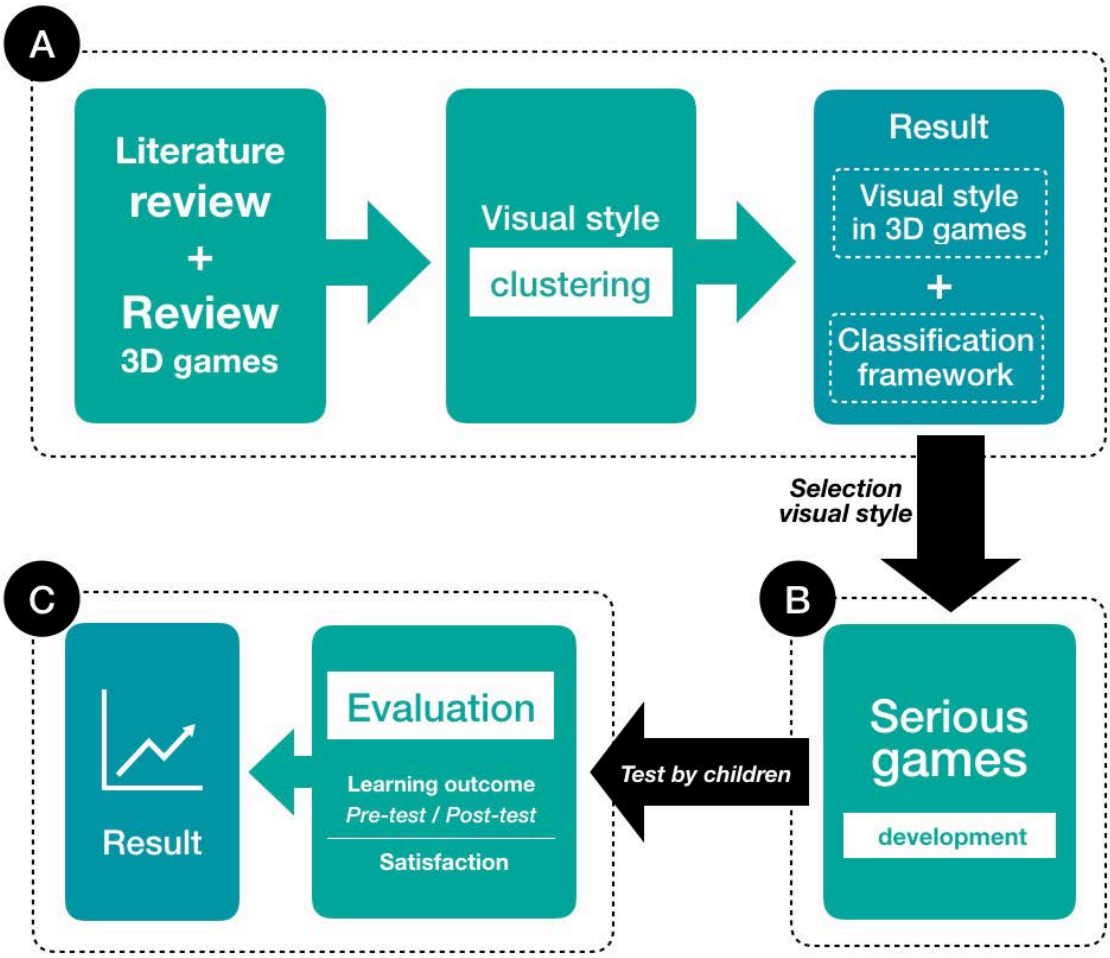
บทที่ 7

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำเสนอรูปแบบกราฟิก 3 มิติ และหากราฟิกที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ทำให้ทีมพัฒนาเกมสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการตัดสินใจเลือกรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์และบริบทของทีมพัฒนา จากการศึกษาผู้วิจัยได้สรุปส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ การสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และการนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัยนี้ซึ่งอธิบายโดยละเอียดดังนี้

7.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วน A) ศึกษารูปแบบของกราฟิกเกมเพื่อแบ่งประเภทกราฟิกให้มีความชัดเจน และศึกษากระบวนการผลิตของกราฟิกเพื่อหาระยะเวลาการผลิตของกราฟิกแต่ละรูปแบบ ส่วน B) เป็นการสร้างเกมโดยการนำผลการศึกษาที่ได้จากส่วน A มาใช้ในการพัฒนาเกม เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็กอายุระหว่าง 6 - 12 ปี ส่วน C) เป็นการทดลองหาผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิกที่ต่างกันด้วยเกมที่สร้างขึ้น โดยแสดงลำดับของการทำงานทั้ง 3 ส่วน ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 ระเบียบวิธีวิจัยของงานวิจัยทั้งหมด

การศึกษาส่วน A ผู้วิจัยได้นำเสนอกรอบแนวความคิดการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกของเกม 3 มิติ และได้นำกรอบแนวความคิดดังกล่าวไปใช้ทำให้พบรูปแบบกราฟิกทั้งหมด 12 รูปแบบ ที่มีลักษณะของรูปร่าง (Form) สัดส่วน (Proportion) แสง (Light) และพื้นผิว (Texture) ที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ได้แก่ กราฟิกรูปแบบ Abstract กราฟิกรูปแบบ Simplified กราฟิกรูปแบบ Simple Stylize กราฟิกรูปแบบ Stylize กราฟิกรูปแบบ Simple Silhouette กราฟิกรูปแบบ Silhouette กราฟิกรูปแบบ Simi Realistic กราฟิกรูปแบบ Realistic กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic กราฟิกรูปแบบ Simi Exaggerated กราฟิกรูปแบบ Exaggerated และกราฟิกรูปแบบ Photo Exaggerated นอกจากนี้ผู้วิจัยได้หาระยะเวลาการผลิตของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ สำหรับเป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจเลือกรูปแบบกราฟิกให้ตรงตามบริบทของทีมพัฒนา

การศึกษาส่วน B ผู้วิจัยได้นำรูปแบบกราฟิก 3 รูปแบบ ได้แก่ กราฟิกรูปแบบ Simplified กราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มาใช้พัฒนาซีเรียสเกมสำหรับนำไปทดสอบในการศึกษาส่วน C ต่อไป

การศึกษาส่วน C เป็นการศึกษาผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิก 3 รูปแบบ จากผลการทดลองพบว่า กราฟิกรูปแบบ Stylize มีผลการเรียนรู้ที่มากที่สุด รองลงมา คือ กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic และกราฟิกรูปแบบ Simplified ตามลำดับ และเมื่อนำระยะเวลาในการผลิตมาเปรียบเทียบด้วยกราฟิกรูปแบบ Stylize เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจมากที่สุดเพราะเนื่องจากใช้ระยะเวลาในการผลิตที่น้อยแล้วยังมีผลการเรียนรู้ที่ดีกว่ารูปแบบอื่น ๆ อีกด้วย ซึ่งสามารถตอบคำถามของงานวิจัยได้ว่ากราฟิกรูปแบบ Stylize เป็นรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้สำหรับการเรียนรู้ด้วยเกมของเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี

7.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำผลลัพธ์มาวิเคราะห์และค้นพบประเด็นที่สามารถนำมาอภิปรายผลได้ 3 ประเด็น ได้แก่ ด้านการเรียนรู้ ด้านความเหมาะสมในการนำรูปแบบกราฟิกไปใช้ และด้านความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประเด็นด้านการเรียนรู้ จากการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นเกมด้วยวิธีทางสถิติแบบทดสอบค่า T-Test (Dependent variables) พบว่ากราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มีคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นเกมแตกต่างกัน กล่าวคือ มีคะแนนหลังเล่นเกมสูงกว่าคะแนนก่อนเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในส่วนของกราฟิกรูปแบบ Simplified มีคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นเกมไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ มีคะแนนหลังเล่นเกมเท่าคะแนนก่อนเล่นเกมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จะเห็นว่าการนำกราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มาใช้ทำให้ผลการเรียนของกลุ่มทดลองสูงขึ้น โดยกราฟิกรูปแบบ Stylize มีความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นเกมเฉลี่ยเท่ากับ 1.35 ส่วนกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มีความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นเกมเฉลี่ยเท่ากับ 0.71 จากการเปรียบเทียบด้วยวิธีทางสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One - way ANOVA) พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างของคะแนนก่อนเล่นและหลังเล่นเกมของกราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ มีผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic เท่ากันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ถึงแม้ว่าผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Stylize และ

กราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ไม่แตกต่างกันแต่สิ่งที่ต่างกันก็ คือ ระยะเวลาในการผลิตของกราฟิกทั้ง 2 รูปแบบ

ประเด็นด้านความเหมาะสมสำหรับการนำรูปแบบกราฟิกไปใช้ จากประเด็นด้านการเรียนรู้พบว่าการนำกราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic มาใช้ ทำให้ผลการเรียนของกลุ่มทดลองสูงขึ้น โดยที่ผลการเรียนรู้ของกราฟิกรูปแบบ Stylize และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามหากมองในด้านระยะเวลาการผลิตกราฟิกรูปแบบ Stylize ใช้เวลาในกว่าผลิตน้อยกว่ากราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ซึ่งหมายความว่าการนำกราฟิกรูปแบบ Stylize ไปใช้ในการพัฒนาเกมสามารถลดต้นทุนได้มากว่ากราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ดังนั้นหากพิจารณาจากผลการเรียนรู้และระยะเวลาการผลิตแล้ว สามารถตอบคำถามของงานวิจัยได้ว่ากราฟิกรูปแบบ Stylize เป็นรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้สำหรับการเรียนรู้ด้วยเกมของเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี

ประเด็นด้านความพึงพอใจ พบว่ากราฟิกรูปแบบ Stylize มีระดับความพึ่งพอใจในด้านของความชอบ และด้านของการจดจำมากที่สุด ถัดลงมาจะเป็นกราฟิกรูปแบบ Simplified และกราฟิกรูปแบบ Photo Realistic จากการสัมภาษณ์กลุ่มทดลองพบว่า กราฟิกรูปแบบ Stylize สามารถบอกลักษณะของไดโนเสาร์ได้มากกว่ากราฟิกรูปแบบ Simplified และดูมีความเป็นมิตรมากกว่ากราฟิกรูปแบบ Photo Realistic ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rachel McDonnell ที่ศึกษาผลกระทบของความสมจริงของภาพกราฟิกที่บอกถึงการแสดงผลของภาพในรูปแบบการ์ตูน (Toon shade) ให้ความเป็นมิตรมากกว่ากราฟิกรูปแบบอื่น ๆ (McDonnell, et al., 2012)

7.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินงานวิจัยผู้วิจัยได้พบข้อจำกัด 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ การศึกษาส่วน A และการศึกษาส่วน C ที่ผู้วิจัยได้อธิบายไว้ข้างต้น โดยสรุปไว้ดังนี้

จากผลลัพธ์ของการศึกษาส่วน A ผู้วิจัยได้เสนอกรอบแนวคิดการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก 3 มิติ โดยใช้ลักษณะของปัจจัยที่ทำให้เกิดรูปแบบของภาพกราฟิก คือ รูปร่าง (Form) สัดส่วน (Proportion) การให้แสง (Lighting) และพื้นผิว (Texture) จากผลการทดสอบที่ให้กลุ่มทดลองแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก พบข้อจำกัด คือ การแบ่งลักษณะของการให้แสงที่กลุ่มทดลองสับสนลักษณะการให้แสงน้อย (Low light) ทำให้แบ่งรูปแบบกราฟิกได้ไม่ตรงตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ ซึ่งข้อจำกัดนี้ผู้วิจัยมีข้อเสนอ คือ การนำลักษณะการให้แสงน้อย (Low light) ออกไปให้เหลือแต่การให้แสงลักษณะธรรมชาติใกล้เคียงกับความเป็นจริง (Natural) กับลักษณะแสงในเกมเป็นแสงที่ดูเกินจริง (Extraordinary) เพื่อทำให้การพิจารณาไม่เกิดความสับสน ซึ่งข้อเสนอแนะนี้เป็นเพียงความคิดเห็น ดังนั้นยังต้องนำไปพิจารณาและทดสอบเพื่อความเหมาะสมต่อไป

จากผลลัพธ์ของการศึกษาส่วน C สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบกราฟิกที่แตกต่างกันให้ผลการเรียนรู้ที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและต้นทุนในการผลิตผู้วิจัยได้นำรูปแบบกราฟิก 3 รูปแบบ ไปทดสอบกับกลุ่มทดลอง ซึ่งไม่ได้นำรูปแบบกราฟิกทั้งหมดไปทดสอบ ดังนั้นงานวิจัยนี้ยังสามารถต่อยอดเพื่อหาผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิกที่เหลือเพื่อยกระดับความน่าเชื่อถือและการนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัยนี้ให้ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อทีมพัฒนาที่ต้องการนำผลลัพธ์ไปใช้ในการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบกราฟิกที่ตรงตามวัตถุประสงค์และบริบทของทีมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7.4 การนำไปใช้ประโยชน์ของงานวิจัย

จากที่กล่าวมาข้างต้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อนำเสนอรูปแบบกราฟิก 3 มิติ และหากราฟิกที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยเกมสำหรับเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้ ทำให้ทีมพัฒนาเกมสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการตัดสินใจเลือกรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์และบริบทของทีมพัฒนา สำหรับการดำเนินธุรกิจนั้นจำเป็นต้องอาศัยการวางแผนในทุก ๆ ด้าน งานวิจัยฉบับนี้แสดงถึงกรอบแนวคิดในการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก 3 มิติที่สามารถอธิบายถึงลักษณะของรูปทรง (Form) สัดส่วน (Proportion) การให้แสง (Lighting) และพื้นผิว

(Texture) อันเป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิด รูปแบบของภาพกราฟิกได้อย่างชัดเจน ทำให้ทีมพัฒนาสามารถนำกรอบแนวคิดข้างต้นนี้ไปช่วยในสื่อสารภายในทีมให้เข้าใจตรงกันโดยไม่ให้เกิดข้อผิดพลาด รวมถึงหาระยะเวลาในการผลิตของรูปแบบกราฟิก 12 รูปแบบ ซึ่งเป็นต้นทุนในการผลิตที่เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเลือกตัดสินใจหารูปแบบกราฟิกที่ตรงตามบริบทของทีม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการเรียนรู้ของรูปแบบกราฟิกที่มีลักษณะที่แตกต่างกันว่ามีผลต่อการเรียนรู้ในด้านการจดจำของเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี ซึ่งสามารถนำเอาผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้เป็นตัวตัดสินใจสำหรับการพัฒนาเกมเพื่อการเรียนรู้ต่อไปในอนาคตได้

เอกสารอ้างอิง

จันทร์ส่อง, ว. (2019). “ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Theory of Cognitive Development).” *gotoknow*, (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ https://www.gotoknow.org/posts/210303 (Mar. 11, 2019).

สมบัติ สวัสดิ์ผล. (2560). *การสร้างเกมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น*. ยิ่งเจริญออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.

Ahearn, L. (2014). *3D game textures: create professional game art using photoshop*. CRC Press.

Amaan, A. (2001). “3D Lighting Tutorial.” *Amaan akram*, (Online) Available on http://www.amaanakram.com/lightingT/part1.htm (May 10, 2019).

Anita, J. H. (1972). *A Taxonomy of the Psychomotor Domain: A Guide for Developing Behavorial Objectives*. David McKay Company, New York.

Autodesk. (2007). *The Art of Maya*. Autodesk, Inc., USA.

Bailey, M., and Cunningham, S. (2010). “Introduction to computer graphics.” *ACM SIGGRAPH ASIA 2010 Courses on - SA ’10*, 1.1(January), 1–100.

Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., D’ursi, A., and Fiore, V. (2012). “A serious game model for cultural heritage.” *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 5(4), 1–27.

Berle, K. (2016). “MANAGING GAME PRODUCTION : The concept of Gamifying the Game Development Process.” Aalborg University.

Bethke, E. (2003). *Game development and production*. *Wordware Publishing, Inc.*

Blender. (2018). “Blender Reference Manual.” *Blender*, (Online) Available on https://docs.blender.org/manual/en/latest/index.html (Apr. 11, 2019).

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: Cognitive Domain*. David McKay Company, New York.

Bloom, B. S. (2012). “Bloom’s Taxonomy of Learning Domains.” *Encyclopedia of the Sciences of Learning*, Springer US, Boston, MA, 469–469.

Cherry, K. (2019). “The Concrete Operational Stage of Cognitive Development.” *verywellmind*, (Online) Available on https://www.verywellmind.com/concrete-operational-stage-of-cognitive-development-2795458 (Jan. 22, 2019).

Cho, H., Donovan, A., and Lee, J. H. (2018). “Art in an algorithm: A taxonomy for describing video game visual styles.” *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 69(5), 633–646.

Clark, D. (2015). “Bloom’s Taxonomy of Learning Domains.” *A Big Dog, Little Dog and Knowledge Jump Production*, (Online) Available on <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/bloom.html#intro> (Mar. 21, 2019).

Collins, T. (2018). “3D Modelling Pipeline.” *medium*, (Online) Available on https://medium.com/@homicidalnacho/3d-modelling-pipeline-bd9be7dba136 (Apr. 12, 2019).

David, R. K., Benjamin, S. B., and Bentram, B. M. (1967). *Taxonomy of Educational Objectives, the Classification of Educational Goals : Handbook II: Affective Domain*. David McKay Company, New York.

Dinosaurpictures. (2019a). “Tyrannosaurus pictures and facts.” *Dinosaurpictures*, (Online) Available on http://dinosaurpictures.org/Tyrannosaurus-pictures (Mar. 11, 2019).

Dinosaurpictures. (2019b). “Carnotaurus pictures and facts.” *Dinosaurpictures*, (Online) Available on http://dinosaurpictures.org/Carnotaurus-pictures (Mar. 11, 2019).

Dinosaurpictures. (2019c). “Stygimoloch pictures and facts.” *Dinosaurpictures*, (Online) Available on http://dinosaurpictures.org/Stygimoloch-pictures (Mar. 11, 2019).

Dinosaurpictures. (2019d). “Triceratops pictures and facts.” *Dinosaurpictures*, (Online) Available on http://dinosaurpictures.org/Triceratops-pictures (Mar. 11, 2019).

Dinosaurpictures. (2019e). “Ankylosaurus pictures and facts.” *Dinosaurpictures*, (Online) Available on http://dinosaurpictures.org/Ankylosaurus-pictures (Mar. 11, 2019).

Dominicy, M. (1993). *Game Feel : A Game Designer’s Guide to Virtual Sensation*. *Verbum*, Morgan Kaufmann, Burlington, USA.

Egenfeldt-Nielsen, S., Smith, J. H., and Tosca, S. P. (2013). *Understanding video games: The essential introduction*.

Gans, S. (2019). “The 4 Stages of Cognitive Development.” *verywellmind*, (Online) Available on <https://www.verywellmind.com/piagets-stages-of-cognitive-development2795457> (Apr. 17, 2019).

Gary, C., Edward, G. R., Martha, M. M., Wade, A. C., and Audrey, R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Pearson, Allyn & Bacon, New York.

Greitzer, F. L., Kuchar, O. A., and Huston, K. (2007). "Cognitive science implications for enhancing training effectiveness in a serious gaming context." *Journal on Educational Resources in Computing*, 7(3), 2-es.

Hölttä, L. (2018). "Effects of Art Styles on Video Game Narratives." UNIVERSITY OF TURKU Department.

Järvinen, A. (2002). "Gran Stylissimo: The Audiovisual Elements and Styles in Computer and Video Games." *Computer Games and Digital Cultures. Conference Proceedings*, 113–128.

Jarvis, N. (2013). "Photorealism versus Non-Photorealism: Art styles in computer games and the default bias." University of Huddersfield.

Justin, S. (2019). "Prepare a 3D Model for Animation With Rigging." *lifewire*, (Online) Available on https://www.lifewire.com/what-is-rigging-2095 (May 11, 2019).

Katie, S., and Eric, Z. (2012). *Rules of play: Game design fundamentals*. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England.

Keating, S., Lee, W., and Windleharth, T. (2017). "The Style of Tetris is … Possibly Tetris ?: Creative Professionals ' Description of Video Game Visual Styles." *The 50th Hawaii International Conference on System Sciences 2017*, Hawaii, 2046–2055.

Keo, M. (2017). "Graphical Style in Video Games." HAMK Riihimäki.

Kitty Blount, M. C. (2001). *Encyclopedia of Dinosaurs & Prehistoric LifeB, Kitty*.

Labschütz, M., and Krösl, K. (2011). "Content Creation for a 3D Game with Maya and Unity 3D." *Cg.Tuwien.Ac.At*, Vienna University of Technology, Austria Abstract.

Lamminmäki, E. A. (2017). "Video Game Design Process Case Study of Challengers of Khalea." UNIVERSITY OF TAMPERE.

Lee, J. H., Karlova, N., Clarke, R. I., and Thornton, K. (2014). "Facet Analysis of Video Game Genres." *iConference 2014 Proceedings*, 125–139.

Lengyel, E. (2011). *Mathematics for 3D Game Programming and Computer Graphics*. Course Technology PTR, Boston, USA.

Liming, D., and Vilorio, D. (2011). "Work for Play: Careers in Video Game Development." *Occupational Outlook Quarterly*, 55, 2–11.

Linda, S., Giel van, L., and Pieter, S. (2011). "Games in Education: Serious Games." *International Journal of Computer Science in Sport*, 10, 1–9.

Lukacs, M., and Bhadra, D. (2012). *Game design fundamentals*. *Schriften des Forschungszentrum J□lich Reihe Energietechnik*.

Masuch, M., and Röber, N. (2005). "Game Graphics Beyond Realism: Then, Now, and Tomorrow." *Digital Games Research Conference*, 1–12.

McDonnell, R., Breidt, M., and Bülthoff, H. H. (2012). "Render me Real? Investigating the Effect of Render Style on the Perception of Animated Virtual Humans." *ACM Transactions on Graphics*, 31(4), 1–11.

McLaughlin, T., Smith, D., and Brown, I. A. (2010). "A framework for evidence based visual style development for serious games." *Proceedings of the Fifth International Conference on the Foundations of Digital Games - FDG '10*, 132–138.

McLeod, S. (2010). "Formal Operational Stage." *simplypsychology*, (Online) Available on https://www.simplypsychology.org/formal-operational.html (Jan. 21, 2019).

McLeod, S. (2018a). "Jean Piaget's Theory of Cognitive Development." (Online) Available on https://www.simplypsychology.org/piaget.html (Feb. 14, 2019).

McLeod, S. (2018b). "The Preoperational Stage of Cognitive Development." *simplypsychology*, (Online) Available on https://www.simplypsychology.org/preoperational.html (Apr. 20, 2019).

Media, C. R. (2009). *Challenges for Game Designers - Brenda Brathwaite*. Course Technology PTR, Boston, USA.

Media Tribute. (2019). "PREOPERATIONAL STAGE." *Picture Perfect Playgrounds*, (Online) Available on https://www.pgpedia.com/p/preoperational-stage (Apr. 11, 2019).

Mike, G. (2013). “Working with Models, Materials, and Textures in Unity Game Development.” *informit*, (Online) Available on http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2162089&seqNum=2 (Feb. 15, 2019).

Oswalt, A. (2019). “Early Childhood Cognitive Development.” *MSW*.

Padraig, C. (2016a). “Games Design Process.” *onlinedesignteacher*, (Online) Available on https://www.onlinedesignteacher.com/2013/03/games-design-process_7.html (Jan. 26, 2019).

Padraig, C. (2016b). “Game Genres.” (Online) Available on https://www.onlinedesignteacher.com/2016/04/game-genre-guide.html (Jan. 26, 2019).

Padraig, C. (2016c). “Games Design Team.” (Online) Available on <https://www.onlinedesignteacher.com/2016/02/the-members-of-games-design-team-games.html> (Jan. 26, 2019).

Paul, H. (2008). *Dinosaurs the Fact Files*. *Natural History*, (F. T. and R. Gerlings, ed.), Arcturus Publishing Limited, London.

Peter, C. (2012). “3D Production Pipeline in Game Development Title: 3D Production Pipeline in Game Development Työn nimi: 3D-tuotantolinja pelikehityksessä.” University of Jyväskylä.

Petridis, P., Hadjicosta, K., Guang, V. S., Dunwell, I., Bigdeli, A., Bustinza, O. F., and Uren, V. (2015). “State-of-the-art in Business Games Advanced Manufacturing Research Center , Sheffield University , S60 5TZ.” *International Journal of Serious Games*, 2(1), 55–69.

Piaget, J. (1976). “Piaget’s Theory.” *Piaget and His School*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 11–23.

Pluralsight. (2014). “Understanding the 12 Principles of Animation.” *pluralsight*, <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-12-principles-animation> (May 1, 2019).

Qian, M., and Clark, K. R. (2016). “Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research.” *Computers in Human Behavior*, Elsevier Ltd, 63, 50–58.

Radoff, J. (2010). “History of Social Games.” (Online) Available on https://web.archive.org/web/20100527090108/http://radoff.com/blog/2010/05/24/history-social-games/ (Jan. 26, 2019).

Rick, C. (2012). *Dinosphere*. (M. Fortney, ed.).

Rouse, R. (2001). *Game Design: Theory & Practice Second Edition*. Wordware Publishing, Inc., Plano, Texas.

Rudolf, B. (2017). “PBR Workflow Implementation for Game Environments.” Masaryk University.

Saygin, A. P., Chaminade, T., Ishiguro, H., Driver, J., and Frith, C. (2012). “The thing that should not be: predictive coding and the uncanny valley in perceiving human and humanoid robot actions.” *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 7(4), 413–422.

Schell, J. (2004). *The art of design: A book of lenses*. Burlington, USA.

Sliney, A., and Murphy, D. (2008). “JDoc: A serious game for medical learning.” *Proceedings of the 1st International Conference on Advances in Computer-Human Interaction, ACHI 2008*, IEEE, 131–136.

Thompson, D., Baranowski, T., Buday, R., Baranowski, J., Thompson, V., Jago, R., and Griffith, M. J. (2010). “Serious Video Games for Health How Behavioral Science Guided Simul Gaming.” *Simullation Gaming*, 41(4), 587–606.

Wattanasoontorn, V., Boada, I., García, R., and Sbert, M. (2013). “Serious games for health.” *Entertainment Computing*, International Federation for Information Processing, 4(4), 231–247.

Wilson, C. R., Voorhis, V., and Morgan, B. L. (2015). “Understanding power and rules of thumb for determining sample sizes.” *Journal of Organizational Behavior*, 37(2016), 823–844.

Wu, Y. (2012). “The Style of Video Games Graphics :” Simon Fraser University.

Zell, E., Aliaga, C., Jarabo, A., Zibrek, K., Gutierrez, D., McDonnell, R., and Botsch, M. (2015). “To Stylize or not to Stylize? The Effect of Shape and Material Stylization on the Perception of Computer-Generated Faces.” *Acm Transactions on Graphics*, 34(6), 12.

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดความเข้าใจของกรอบแนวความคิด

ภาคผนวก ก

แบบทดสอบวัดความเข้าใจของกรอบแนวความคิด

แบบทดสอบวัดความเข้าใจของกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ

วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินความเข้าใจความถูกต้องของกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ ซึ่งการทดสอบดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คำชี้แจง

กรอบแนวความคิดการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ เป็นเครื่องมือที่ช่วยแบ่งรูปแบบกราฟิกเพื่อให้การสื่อสารในการกำหนดรูปแบบกราฟิกในทีมพัฒนามีความชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถทำให้เห็นถึงลักษณะของรูปแบบกราฟิกแต่ละประเภท ซึ่งทำให้ทีมพัฒนาประเมินขั้นตอน และระยะเวลาในการผลิตโดยรวมของรูปแบบกราฟิก สำหรับกำหนดรูปแบบกราฟิกที่เหมาะสมต่อกลุ่มเป้าหมาย และตรงกับวัตถุประสงค์ของทีมพัฒนาได้อย่างชัดเจนขึ้น โดยแบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลเบื้องต้นของผู้ทำแบบทดสอบ

ส่วนที่ 2 : การอธิบายเกี่ยวกับกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ

ส่วนที่ 3 : การทดสอบเกี่ยวกับกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ

ส่วนที่ 4 : ส่วนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

ประสบการณ์การทำงาน

❍ นักศึกษา

❍ ต่ำกว่า 5 ปี

❍ 5 – 10 ปี

❍ มากกว่า 10 ปี

ส่วนที่ 2 อธิบายกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิกในเกม 3 มิติ

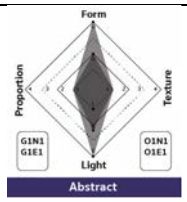
ส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก ผู้ทดสอบสามารถดูวิดีโอการอธิบายได้ในลิงค์ : https://youtu.be/r8ePD6UdjAw

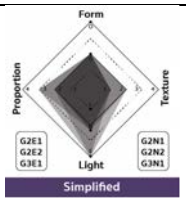
*กรุณาใช้คู่มือสำหรับให้ผู้ทำแบบทดสอบใช้ประกอบการพิจารณา

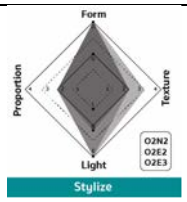
สามารถดาวน์โหลดได้จาก : https://goo.gl/Mf6hQQ

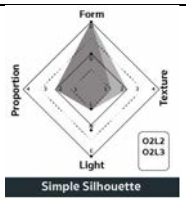
ส่วนที่ 3 แบบทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับกรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก 3 มิติ

ให้ผู้ทดสอบพิจารณารูปภาพและคลิปวิดีโอของเกมที่กำหนดให้ว่าเกมดังกล่าวมีกราฟิกอยู่ในรูปแบบใด โดยใช้กรอบแนวความคิดสำหรับการแบ่งประเภทรูปแบบกราฟิก 3 มิติมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

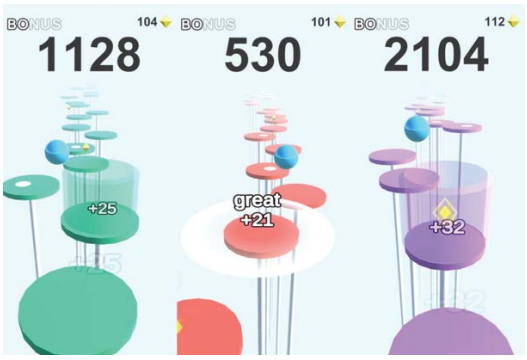
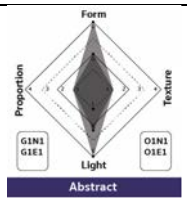
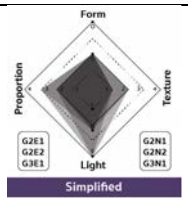
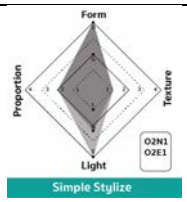
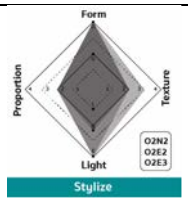
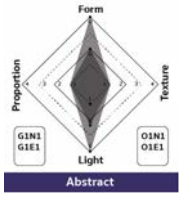
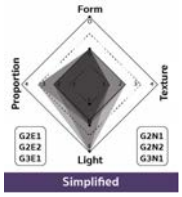
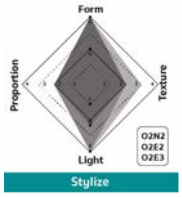
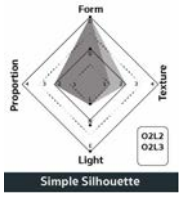
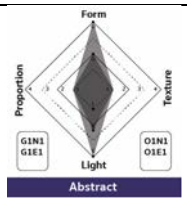
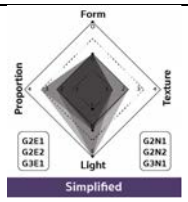
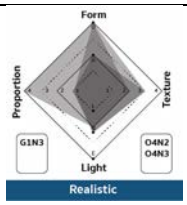
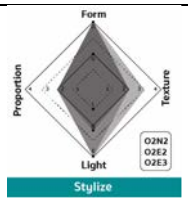
<table>
<tr><td>ข้อที่ 1</td><td colspan="2">ตัวเลือก</td></tr>
<tr><td rowspan="2"> </td><td> 

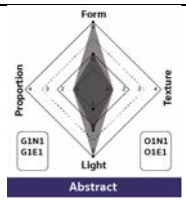
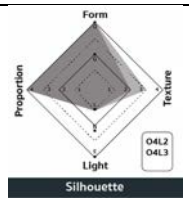
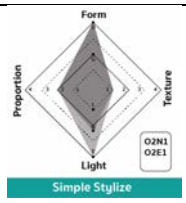
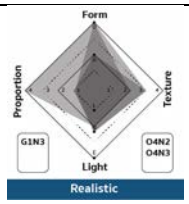
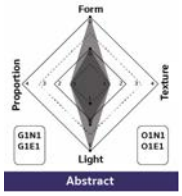
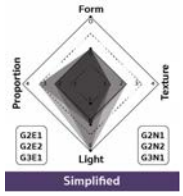
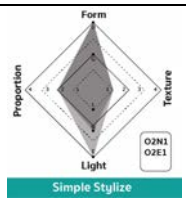
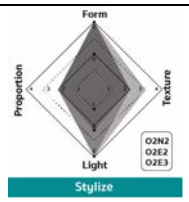
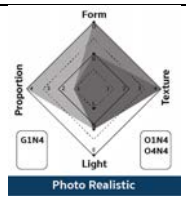
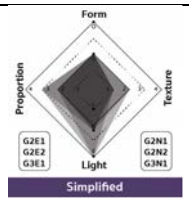
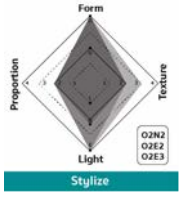
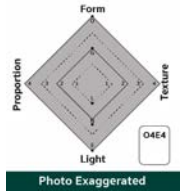
❍</td><td> 

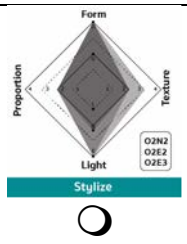
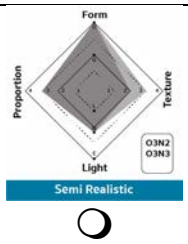
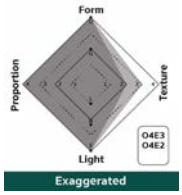
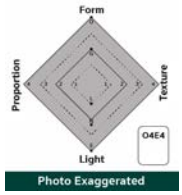
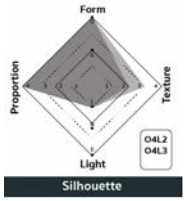
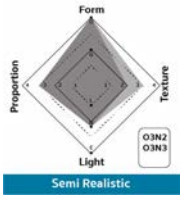
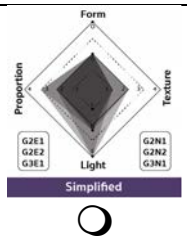
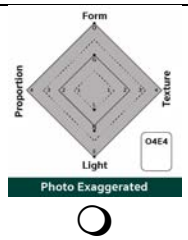
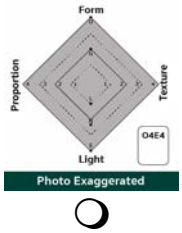
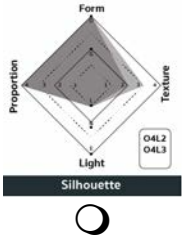
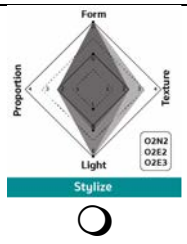
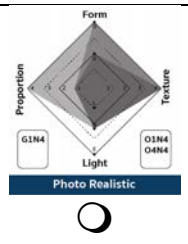
❍</td></tr>
<tr><td> 

❍</td><td> 

❍</td></tr>
</table>

ข้อที่ 2	ตัวเลือก
	 ❍  ❍  ❍  ❍
ข้อที่ 3	ตัวเลือก
	 ❍  ❍  ❍  ❍
ข้อที่ 4	ตัวเลือก
	 ❍  ❍  ❍  ❍

ข้อที่ 5	ตัวเลือก
	   
ข้อที่ 6	ตัวเลือก
	   
ข้อที่ 7	ตัวเลือก
	   

<table>
<tr><td>ข้อที่ 8</td><td colspan="2">ตัวเลือก</td></tr>
<tr><td rowspan="2"> </td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>ข้อที่ 9</td><td colspan="2">ตัวเลือก</td></tr>
<tr><td rowspan="2"> </td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>ข้อที่ 10</td><td colspan="2">ตัวเลือก</td></tr>
<tr><td rowspan="2"> </td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามหาระยะเวลาในการผลิต

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามหาระยะเวลาในการผลิต

แบบสอบถามหาระยะเวลาในการผลิตของภาพกราฟิก 3 มิติ

ตัวอย่างภาพกราฟิก 3 มิติทั้ง 12 รูปแบบ

วัตถุประสงค์

เพื่อหาระยะเวลาในการผลิตภาพกราฟิกของเกม 3 มิติ ซึ่งแบบสอบถามดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คำชี้แจง

ให้ประมาณระยะเวลาในการผลิตภาพกราฟิก 3 มิติ จากภาพตัวอย่าง ซึ่งมีทั้งหมด 12 ภาพ (โดยคิดระยะเวลาเป็นจำนวนชั่วโมง)

*ตัวอย่างในการใส่ระยะเวลา

ใช้เวลา15 นาที = 00.15 ชั่วโมง

ใช้เวลา 1ชั่วโมง = 01.00 ชั่วโมง

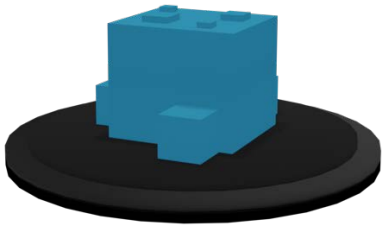
ใช้เวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที = 02.30 ชั่วโมง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

ประสบการณ์การทำงาน

- ❍ นักศึกษา
- ❍ ต่ำกว่า 5 ปี
- ❍ 5 – 10 ปี
- ❍ มากกว่า 10 ปี

ส่วนที่ 2 ประมานเวลาที่ใช้ในการผลิตภาพกราฟิก 3 มิติ ตามภาพต่อไปนี้

ข้อที่ 1	ประมาณเวลา
	

ข้อที่ 2	ประมาณเวลา
ข้อที่ 3	ประมาณเวลา
ข้อที่ 4	ประมาณเวลา

ข้อที่ 5	ประมาณเวลา
ข้อที่ 6	ประมาณเวลา
ข้อที่ 7	ประมาณเวลา

ข้อที่ 8	ประมาณเวลา
ข้อที่ 9	ประมาณเวลา
ข้อที่ 10	ประมาณเวลา

ข้อที่ 11	ประมาณเวลา
ข้อที่ 12	ประมาณเวลา

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับไดโนเสาร์

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับไดโนเสาร์

แบบทดสอบวัดความรู้เกี่ยวกับไดโนเสาร์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบ

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- แองคิโลซอรัส
- ไตรเซราทอปส์
- คาร์โนทอรัส

3/10

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- ไทแรนโนซอรัส
- คาร์โนทอรัส
- แองคิโลซอรัส

4/10

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- สไตกิโมล็อก
- แองคิโลซอรัส
- คาร์โนทอรัส

5/10

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- ไตรเซราทอปส์
- คาร์โนทอรัส
- แองคิโลซอรัส

6/10

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- ไทแรนโนซอรัส
- สไตกิโมล็อก
- ไตรเซราทอปส์

7/10

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- แองคิโลซอรัส
- คาร์โนทอรัส
- สไตกิโมล็อก

8/10

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- แองคิโลซอรัส
- คาร์โนทอรัส
- สไตกิโมล็อก

9/10

ไดโนเสาร์ในภาพมีชื่อว่าอะไร ?

- ไตรเซราทอปส์
- สไตกิโมล็อก
- ไทแรนโนซอรัส

10/10

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายเมธัส เทพไพฑูรย์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 6030223003

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)	มหาวิทยาศิลปากร	2556

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยวิทยาลัยการคอมพิวเตอร์

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Mathus Theppaitoon and Voravika Wattanasoontorn. (2016). " A Classification of Visual Style for 3D Games." The Fourteenth National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2018). Chiang Mai, Thailand. 342-347.