

การพัฒนาโปรแกรมจำลองกระบวนการชุดทางโบราณคดีโดย
เทคโนโลยีเสมือนจริง

เกริกเกียรติ วงศ์อุทัย

ศิลปบัณฑิต

สาขาวิชาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ

คณะวิจิตรศิลป์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พฤษภาคม 2562

การพัฒนาโปรแกรมจำลองกระบวนการชุดทางโบราณคดีโดย
เทคโนโลยีเสมือนจริง

เกริกเกียรติ วงศ์อุทัย

เอกสารประกอบศิลปนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาศิลปบัณฑิต สาขาวิชาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ

คณะวิจิตรศิลป์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

พฤษภาคม 2562

การพัฒนาโปรแกรมจำลองกระบวนการชุดทางโบราณคดีโดย เทคโนโลยีเสมือนจริง

เกริกเกียรติ วงศ์อุทัย

เอกสารประกอบศิลปนิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาศิลปบัณฑิต
สาขาวิชาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ

คณะกรรมการสอบศิลปนิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.รัชชธรรม ศิลป์สุพรรณ)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาศิลปนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระพันธ์ จันทร์หอม)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทัศนัย เศรษฐเสถียร)

..... กรรมการ

(อาจารย์ อุกฤษ อติมานะ)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรกฏ ใจรักษ์)

13 พฤษภาคม 2562

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระพันธ์ จันทรหอม อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของ อาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอขอบพระคุณ

ขอขอบคุณคุณคุณธรณินทร์ ไชยะคำ นักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความกรุณาให้คำแนะนำปรึกษาด้านหลักการการเขียน โปรแกรมและวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาC#.net รวมไปถึงพัฒนาโครงสร้างโปรแกรมจำลองเสมือนจริง ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของ คุณธรณินทร์ ไชยะคำ และขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคุณคุณนิสรา วงศ์อุทัย ที่ให้ความกรุณาให้คำแนะนำและเป็นแรงบันดาลใจในการดำเนินงานวิจัย ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งและขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยฉบับนี้จะมีประโยชน์อยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่เหล่า คณาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาจนทำให้ผลงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องและขอมอบความกตัญญูตเวทิตาคุณ แต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สำหรับข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยขออ้อมรับผิดเพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษา เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

เกริกเกียรติ วงศ์อุทัย

หัวข้อศิลปนิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมจำลองกระบวนการชุดทางโบราณคดีโดยเทคโนโลยีเสมือนจริง
ผู้เขียน	นายเกริกเกียรติ วงศ์อุทัย
ปริญญา	ปริญญาศิลปบัณฑิต (สื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ)
อาจารย์ที่ปรึกษาศิลปนิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระพันธ์ จันทร์หอม

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงพัฒนาสื่อชุด"กระบวนการชุดทางโบราณคดี" โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality) โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) พัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เรื่องกระบวนการชุดทางโบราณคดีโดยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) ประเมินการเรียนรู้ก่อนใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ และหลังใช้โปรแกรม 3) ประเมินพฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริง 4) ประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจการใช้งานของโปรแกรมจำลอง

การดำเนินวิจัยในครั้งนี้ใช้โปรแกรมยูนิตี้เกมเอนจิน (Unity game engine) ในการออกแบบและพัฒนาระบบเสมือนจริง และดำเนินการทดสอบโดยกลุ่มนักศึกษา คณะวิจิตรศิลป์ สาขาวิชาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ และบุคคลที่มีความสนใจภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีการประเมินการเรียนรู้ ประเมินพฤติกรรมตามทฤษฎี Bloom's taxonomy และประสิทธิภาพความพึงพอใจตามหลักการวัดและประเมินการคิด

การพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์ครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้โดยส่วนสำคัญที่สุดภายในโปรแกรมคือการจำลองพฤติกรรมมนุษย์ระหว่างการใช้เครื่องมือชุดโบราณวัตถุตามหลักวิชาการทางด้านโบราณคดี และจากผลการทดสอบจำนวน 10 คนพบว่า ผลการทดสอบการเรียนรู้หลังจากการใช้โปรแกรมมีผลคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าผลการทดสอบก่อนใช้โปรแกรมจาก 3.1 เป็น 4.1 คะแนน จึงสามารถสรุปได้ว่าผู้เข้าร่วมการทดลองมีพัฒนาการทางด้านความรู้ที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีการแสดงออกทางด้านพฤติกรรมในระหว่างการทดสอบซึ่งเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมทำให้ความน่าสนใจส่งผลเกิดการพัฒนาการทางด้านความรู้ที่มีประสิทธิภาพ อาทิ ผู้เข้าร่วมการทดลองมีเกิดความสนใจในระหว่างการใช้โปรแกรมและมีการตอบสนองในระหว่างการใช้งานจึงเป็นไปตามทฤษฎี Bloom's taxonomy และเกิดความพอใจในเกณฑ์ที่ดี ตามหลักการวัดและประเมินการคิดโดยเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการรับรู้อยู่ที่ 3.92

Thesis Title	Development of an Ancient Digger Simulation Program Using Virtual Reality
Author	Mr. Krergkiat Wongutai
Degree	Bachelor of Fine Arts (Media Arts and Design)
Thesis Advisor	Assistant Professor Weeraphan Chanhom

ABSTRACT

This research is a development of simulation program by using Virtual Reality technology about "Archaeological excavation process" with the following objectives: 1) Develop a simulation program on archaeological excavation process using virtual reality technology 2) assess the knowledge before and after using the program 3) evaluate the behavior after ancient digger Simulation Program 4) evaluate the efficiency and satisfaction the simulation program.

This simulation program designed and developed by the Unity game engine. For evaluation participated with students from Media Arts and Design department, faculty of Fine Arts, Chiang Mai University and people who are interested in virtual reality from Chiang Mai University. After experiment is being complete participants were assessed knowledge, evaluated behavior according to Bloom's taxonomy theory and assessed the efficiency, satisfaction based on the principles of measurement and evaluation of thinking by the researcher.

The results of study of simulation program development have been successful. The main featured system in this program is the simulation of human behavior with tools for digging antiquities according to the archaeological academic principles and the evaluation results from 10 people found that the average score from the test results after using the program has a higher score than the test results before using the program from 3.1 to 4.1 points. In the conclusion that the participants can improve cognitive development with statistical significance and the expression of behavior during the test. Which is a factor that promotes effective cognitive development, during testing program and the interest in using a program in accordance based on the theory Bloom's taxonomy and good to satisfy by principles of measurement. And evaluation of thinking, with the highest mean score perception is 3.92 points

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
ABSTRACT	ค
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 สมมุติฐาน	3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	5
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการชุดโบราณวัตถุและประวัติสถานที่ ทางประวัติศาสตร์	5
2.1.1 ทฤษฎีกระบวนการและขั้นตอนในการชุดค้นทางโบราณคดี	5
2.1.2 ประวัติศาสตร์และการศึกษาแหล่งโบราณคดีประจวบ จังหวัดลำปาง	7
2.2 ทฤษฎีกระบวนการพัฒนาระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง	16
2.2.1 ทฤษฎี วัฏจักรการพัฒนาระบบงาน	16
2.2.2 ทฤษฎี Guideline of UI Text Layout	17
2.3 แนวความคิดการนำเสนอข้อมูลเทคโนโลยีที่ภายใต้ภาวะเสมือนจริง	18
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	22

3.1	ประเภทของงานวิจัย	23
3.2	กระบวนการทำงานวิจัย	23
3.3	ประเภทของกลุ่มผู้ใช้งาน	23
3.4	การกำหนดพื้นที่ศึกษา	25
3.5	การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ	26
3.6	แนวความคิดในการเลือกใช้เครื่องมือในการทำงานวิจัย	27
3.6.1	การเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบ	27
3.6.2	การเลือกใช้โปรแกรมเกมเอนจินสร้างระบบ	30
3.7	การวิเคราะห์การทำงานของระบบกับผู้ใช้งาน	32
3.7.1	การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ	32
3.7.2	การประเมินความพึงพอใจต่อระบบ	32
3.7.2.1	การเก็บข้อมูลแบบประเมิน	32
3.7.2.2	การสร้างแบบประเมิน	33
3.7.2.2.1	แบบประเมินก่อนใช้งานโปรแกรมและ ประเมินหลังใช้งานโปรแกรม	33
3.7.2.2.2	แบบประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้งานใน ระหว่างที่ใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์	34
3.7.2.2.3	แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน ของโปรแกรมจำลองสถานการณ์	35
บทที่ 4	การพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์	36
4.1	ตัวอย่างโปรแกรมจำลองสถานการณ์	37
4.2	หลักการออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง	40
4.2.1	ระบบแนะนำการใช้งานโปรแกรม	40
4.3	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์	41
4.3.1	ออกแบบระบบโปรแกรมจำลองสถานการณ์	41
4.3.1.1	ภาพรวม (Overview)	41
4.3.1.1.1	Genre	41
4.3.1.1.2	Features	41

4.3.1.1.3	Rough story	41
4.3.1.1.4	Gameplay	42
4.3.1.1.5	Rough GUI	42
4.3.1.2	ออกแบบระบบการใช้งาน	43
4.3.1.2.1	ออกแบบฉาก	43
4.3.1.2.2	ใช้การงานภายในโปรแกรม	44
4.3.1.3	เป้าหมายและรางวัล (Goal and Reward)	47
4.3.1.3.1	Short term Goal	47
4.3.1.3.2	Medium term goal	47
4.3.1.3.3	Long Term Goal	47
4.4	กระบวนการพัฒนาในเชิงระบบ	47
4.4.1	Graphic	47
4.4.2	Character	47
4.4.3	Game engine	48
4.4.4	Program design and development process	49
4.4.4.1	Software development kit	49
4.4.4.2	Object-Oriented Programming	49
4.4.4.3	System test	49
บทที่ 5	ผลการวิจัย	50
5.1	ลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง	51
5.1.1	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม บุคคลศึกษา	51
5.1.2	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม เพศผู้เข้าร่วมการทดลอง	51
5.1.3	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม ชั้นปีการศึกษา	52
5.1.4	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม Generation	52
5.2	ผลการทดลอง	53
5.2.1	แบบทดสอบพัฒนาทางด้านองค์ความรู้ความก่อนใช้โปรแกรม และหลังใช้โปรแกรม	53
5.2.2	แบบประเมินผลพฤติกรรมในการใช้งานโปรแกรม	54
5.2.2.1	พฤติกรรมแสดงออกระหว่างใช้งาน โปรแกรม	56

5.2.2.2	บทวิเคราะห์ด้วย ทฤษฎีการเรียนรู้ตามทฤษฎี Bloom's taxonomy	56
5.2.2.3	บทวิเคราะห์การใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ด้วยผ่านทฤษฎี Generation Y และ Generation Z	57
5.2.3	แบบประเมินความพึงพอใจของโปรแกรม	58
บทที่ 6	สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ	60
6.1	สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์	60
6.2	สรุปผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์	64
6.3	ข้อเสนอแนะในงานวิจัย	65
	บรรณานุกรม	67
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก การออกแบบนิทรรศการ	71
	ภาคผนวก ข แบบสอบถาม	74
	ประวัติผู้เขียน	87

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	แสดงรายละเอียดทฤษฎีการเรียนรู้	24
ตารางที่ 3.2	ตารางเปรียบเทียบระหว่าง Generation Y และ Generation Z	25
ตารางที่ 3.3	ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality System กับ oculus rift Virtual Reality System	27
ตารางที่ 3.4	ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality Hardware กับ oculus rift Virtual Reality Hardware	28
ตารางที่ 3.5	ตารางเปรียบเทียบความต้องการของ ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality System กับ oculus rift Virtual Reality System	29
ตารางที่ 3.6	ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง Unity engine, Unreal engine และ CryEngine3	31
ตารางที่ 3.7	ตารางหลักเกณฑ์ให้คะแนนของแบบประเมินก่อนใช้งาน โปรแกรม และประเมินหลังใช้งาน โปรแกรมผ่านในแบบประเมิน	34
ตารางที่ 3.8	แบบประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้งาน ในระหว่างที่โปรแกรมจำลอง สถานการณ์ผู้วิจัยเป็นผู้วัดและประเมินผลในแบบประเมิน	35
ตารางที่ 4.1	ตารางเปรียบเทียบ โปรแกรมจำลองสถานการณ์	37
ตารางที่ 5.1	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม บุคคลศึกษา	51
ตารางที่ 5.2	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม เพศผู้เข้าร่วมการทดลอง	51
ตารางที่ 5.3	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม Generation	52
ตารางที่ 5.4	ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม ชั้นปีการศึกษา	52
ตารางที่ 5.5	การทดสอบความแตกต่างข้อมูลระหว่างก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้ โปรแกรมด้วยใช้หลักการทางสถิติ	53
ตารางที่ 5.6	พฤติกรรมในการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์บนโลกเสมือน โดยใช้หลักการประเมิน โดยระดับสเกลสาม	55
ตารางที่ 5.7	การประเมินผลด้านความพึงพอใจของโปรแกรมจำลองสถานการณ์ บนโลกเสมือนจริงเรื่อง โดยใช้หลักการสเกล 5	57

สารบัญตาราง(ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 6.1	สรุปทั้งข้อดีและ ข้อเสียของ controller ของ joystick Controller VR
	HTC VIVE Virtual Reality System และ joystick controller xbox one
	หรือ joystick PlayStation4
	61

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1.1	ภาพภายในโปรแกรมจำลองสถานการณ์บนโลกเสมือนจริงเรื่อง “การเลือก เครื่องมือในการขุดวัตถุโบราณ” นักโบราณคดีภายใน พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่	2
ภาพที่ 2.1	มุมมองของมนุษย์: (a) แนวตั้ง, (b) แนวนอน	17
ภาพที่ 2.2	(Left Human FoV, Right) FoV in VR Environment	17
ภาพที่ 2.3	ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองอะตอม โดย Nanome Inc	19
ภาพที่ 2.4	ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองปรากฏการณ์ทางจักรวาล โดย Giant Army	19
ภาพที่ 2.5	ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองพิพิธภัณฑ์ โดย British Museum	20
ภาพที่ 2.6	ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองพิพิธภัณฑ์ โดย National Museum of Natural History	20
ภาพที่ 2.7	ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองสถานที่โบราณ โดย Rome Reborn: Flight over Ancient Rome	21
ภาพที่ 4.1	การออกแบบระบบการสอนภายในโปรแกรมจำลองการขุดวัตถุโบราณ	40
ภาพที่ 4.2	อธิบายหลักการทำงานของโปรแกรมด้วยพอสแตด	42
ภาพที่ 4.3	ภาพร่างหน้าหลักของโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	43
ภาพที่ 4.4	ภาพร่างของโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	43
ภาพที่ 4.5	ภาพร่างการใช้งานอีเตอร์ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	44
ภาพที่ 4.6	ภาพร่างการใช้งานพลั่วภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	45
ภาพที่ 4.7	ภาพร่างการใช้งานเกรียง ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	46
ภาพที่ 4.8	ภาพร่างการใช้งานแปรง ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	46
ภาพที่ 4.9	ภาพร่างความคิดของบรรยายภาค ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	47
ภาพที่ 4.10	ภาพโบราณวัตถุ ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	47
ภาพที่ 4.11	ภาพเครื่องมือการขุดภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม	48

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ 6.1	เปรียบเทียบออกแบบระบบการสอนภายในโปรแกรมจำลองการชุด วัตถุโบราณ	62
ภาพที่ 6.2	การออกแบบระบบการสอนภายในโปรแกรมจำลองการชุดวัตถุ โบราณแบบลอยตามแวนเสมือนจริง	63

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันพิพิธภัณฑ์มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในหลายหลากรูปแบบ เพื่อให้การนำเสนอข้อมูลที่มีธรรมชาติในการรับชมข้อมูลได้มากกว่าการใช้ตัวอักษรเพียงอย่างเดียว อาทิ สื่อภาพเคลื่อนไหวและวิดีโอเกม เป็นต้น ซึ่งพิพิธภัณฑ์หลายแห่งมีความพยายามนำเอาเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้อย่างเป็นระบบ ตัวอย่างเช่น พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ ในพื้นที่การนำเสนอข้อมูลเรื่อง สมัยก่อนประวัติศาสตร์ ภายในพื้นที่มีการนำเสนอข้อมูลผ่านวัตถุโบราณที่ถูกค้นพบในพื้นที่บริเวณภาคเหนือ และไม่ใช่ว่าเพียงแค่นำเสนอข้อมูลผ่านวัตถุโบราณเท่านั้นที่มีการนำเอาวิดีโอเกม เรื่อง "ชุดการสอนเรื่องกระบวนการชุดทางโบราณคดี" เพื่อทำให้เกิดกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสามารถสร้างธรรมชาติในการรับชมเป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพว่าการนำเสนอเพียงแค่อักษร แต่อย่างไรก็ตาม ชุดการสอนที่ถูกพัฒนาขึ้นภายในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ นั้นไม่เกิดก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เท่าที่ควร เนื่องจาก 1) กราฟิกภายในโปรแกรมเป็นกราฟิก 2 มิติ จึงทำให้เกิดความไม่ชัดเจนด้านการรับรู้จึงมีความเป็นไปได้ในองค์ความรู้ที่ผิดพลาด 2) คำอธิบายภายในระบบจำนวนมากเกินกว่าความจำเป็น จึงไม่ก่อให้เกิดความสนุกสนานในการใช้งานภายในระบบ 3) สื่อที่พัฒนาไม่มีแรงปะทะเท่าที่ควร จึงทำให้ขาดความน่าสนใจต่อการใช้งาน ด้วยเหตุผลทั้งหมดจึงมีโอกา ความเป็นไปได้ที่จะเกิดจินตนาการที่เคลื่อนไปได้จากความเป็นจริง (Imagination inflation) จนก่อให้เกิดองค์ความรู้ที่ผิดพลาดอย่างไม่ได้รับการแก้ไข

ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความตระหนักถึงปัญหาการพัฒนากระบวนการนำเสนอข้อมูลเรื่อง "กระบวนการชุดทางโบราณคดี" ภายในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ จึงทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่ต้องการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์เรื่อง "กระบวนการชุดวัตถุโบราณ" ด้วยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เนื่องจากเทคโนโลยีเสมือนจริงจะมีแรงปะทะมากกว่าสื่อ เช่น ด้านการรับรู้เป็นรายบุคคล ด้านการโต้ตอบระหว่างบุคคลกับระบบ จึงทำให้มีความโดดเด่นมากกว่าสื่อประเภทอื่น ดังนั้นผู้วิจัยพบโอกาสความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาประยุกต์ใช้ภายในแวดวงการศึกษาศึกษาทางประวัติศาสตร์เพื่อทำให้เกิดองค์ความรู้ เรื่อง "กระบวนการชุดทางโบราณคดี" ด้วยสร้างพื้นที่จำลองสถานการณ์ เพื่อนำผู้ใช้งานไปสู่สถานที่เริ่มกระบวนการชุดโบราณวัตถุ เพื่อให้เข้าใจกระบวนการชุดวัตถุโบราณ และสร้างความเป็นไปได้ในประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงร่วมแวดวงการศึกษาคือต่อไป



ภาพที่ 1.1 โปรแกรมจำลองสถานการณ์บนเสมือนจริงเรื่อง กระบวนการขุดทางโบราณคดี ภายใน พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ

- 1.2.1 พัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เรื่อง กระบวนการขุดทางโบราณคดีโดยเทคโนโลยีเสมือนจริง
- 1.2.2 ประเมินความรู้ก่อนใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์และหลังใช้โปรแกรม
- 1.2.3 ประเมินพฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริง
- 1.2.4 ประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจการใช้งานของโปรแกรมจำลองสถานการณ์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 โปรแกรมจำลองสถานการณ์นี้จัดทำเพื่อจำลองกระบวนการขุดทางโบราณคดี โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง โดยเนื้อหาภายในโปรแกรมให้ความสำคัญเรื่อง วิธีการเลือกเครื่องมือในการขุด การใช้งานตามความเหมาะสม ตามพื้นผิวที่และวิธีตามการใช้งานตามหลักการกระบวนการขุดทางโบราณคดี โดยการแสดงผลของโปรแกรมเสมือนจริงผ่านทางซอฟต์แวร์ที่ทางผู้วิจัยเป็นผู้พัฒนาผ่านโปรแกรม Unity แสดงผลบนอุปกรณ์โดย HTC VIVE Virtual Reality System

1.3.2 กลุ่มประชากรตัวอย่างในงานวิจัย คือ คณะจิตรศิลป์ สาขาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อบุคคลที่มีความสนใจ ภายใน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

1.3.3 พื้นที่ศึกษาในงานวิจัย คือ พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ ตำบล ช้างเผือก อำเภอเมือง เชียงใหม่ เชียงใหม่ และเอกสารอ้างอิง รายงานการขุดแต่งโบราณสถานวัดโคก (ระยะที่2) บ้านวังหิน

ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เรื่องการดำเนินงานชุดแต่งโบราณสถานและชุดค้นทางโบราณคดี (ห้างหุ้นส่วนจำกัด ปุณณรักษ์, 2552)

1.3.4 ระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย เริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2561 ถึง เดือน พฤษภาคม 2562

1.4 สมมุติฐาน

1.4.1 ผลการวิจัยของผู้เข้าร่วมการทดลอง เกิดพัฒนาการทางด้านองค์ความรู้เรื่อง “กระบวนการชุดทางโบราณคดี” เห็นผลอย่างเป็นรูปธรรม

1.4.2 ผลการวิจัยของผู้เข้าร่วมการทดลอง เกิดประสิทธิภาพและความพึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์เรื่อง “กระบวนการชุดทางโบราณคดี”

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 จำลองสถานการณ์ (Simulation) หมายถึง การนำเสนอหรือการจำลองลักษณะของระบบอื่น ตลอดช่วงเวลาที่สนใจ ซึ่งในกรณีนี้ที่กล่าวถึง Computer simulation จะหมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองการทำงานของ ระบบที่สนใจ ระบบ Simulation จะแบ่งเป็นสี่ส่วนหลักๆ

1) Computer Simulation คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่จำลองลักษณะการทำงานของ ตลอดเวลาหรือเฉพาะช่วงเวลาที่ให้ความสนใจ

2) Program variables หรือ State variable เป็นตัวแปรซึ่งใช้เป็นสื่อกลางในการแสดงถึง สถานะปัจจุบันของระบบที่จำลอง

3) Simulation Program จะปรับเปลี่ยนค่าของ State variable เพื่อที่จะนำไปพัฒนา แบบจำลอง ไปตามช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปเรื่อยๆ

4) รูปแบบของเวลาที่มีการใช้งานในระบบ Simulation

1.6.2 Virtual Reality หรือ VR คือการจำลองสภาพแวดล้อมจริงและสภาพแวดล้อมจากจินตนาการ เช่น วิดีโอ ภาพ เสียง ผ่านระบบเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยต้องใช้งานผ่านอุปกรณ์นำเข้าต่างๆ เช่น ถุงมือ เม้าส์ แว่นตา เป็นต้น เพื่อรับรู้ถึงแรงป้อนกลับจากการสัมผัสสิ่งต่างๆ และทำให้เราสามารถตอบสนองกับสิ่งที่จำลองนั้นได้ โดยเราสามารถนำเทคโนโลยี VR มาประยุกต์ใช้ใน หลากหลายด้าน เช่น ด้านการแพทย์ (การฝึกผ่าตัดแบบเสมือนจริง) การทำเครื่อง VR เพื่อฝึกบินเชิง simulation ทางการศึกษา ด้านการบันเทิง เกมส์ ทางด้านธุรกิจ เป็นต้น

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 เกิดองค์ความรู้เรื่อง กระบวนการชุดทางโบราณคดีโดยเทคโนโลยีเสมือนจริง
- 1.6.2 เกิดประสิทธิภาพและความพึงพอใจการใช้งานของโปรแกรมจำลองสถานการณ์
- 1.6.3 เป็นแนวทางสำหรับบุคคลที่มีความสนใจการพัฒนานำไปพัฒนาในแวดวงการศึกษาและแวดวงอื่น
- 1.6.4 เป็นศูนย์การเรียนรู้เพื่อเกิดกระบวนการเรียนรู้ในด้านของการเลือกใช้เครื่องใช้สำหรับกระบวนการชุดทางโบราณคดี

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นเป็นการศึกษาก่อนเริ่มกระบวนการ การพัฒนาต้นแบบ (Build a prototype) เพื่อเป็นกระบวนการเรียนรู้จนทำให้เกิดทักษะและก่อเกิดองค์ความรู้ในกระบวนการทำงาน ซึ่งเรื่องที่ได้ทำการศึกษาครั้งนี้มีทั้งหมด 4 ส่วน เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการชุดโบราณวัตถุและประวัตินสถานที่ทางประวัติศาสตร์

2.1.1 ทฤษฎีกระบวนการและขั้นตอนในการชุดค้นทางโบราณคดี

2.1.2 ประวัติศาสตร์และการศึกษาแหล่งโบราณคดีประจวบ จังหัดล่ำปาง

2.2 ทฤษฎีกระบวนการพัฒนาระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง

2.2.1 ทฤษฎี วัฏจักรการพัฒนาระบบงาน (System development Life Cycle : SDLC)

2.2.2 ทฤษฎี Guideline of UI Text Layout

2.3 แนวความคิดการนำเสนอข้อมูลเทคโนโลยีที่ภายใต้ภาวะเสมือนจริง

2.4 ทฤษฎีการวิเคราะห์เรื่องการทดสอบค่าเฉลี่ย กรณีกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการชุดโบราณวัตถุและประวัตินสถานที่ทางประวัติศาสตร์

2.1.1 กระบวนการและขั้นตอนในการชุดค้นทางโบราณคดี

จากรายงานการชุดแต่งโบราณสถานวัดโคก (ระยะที่2) บ้านวังหิน ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เรื่องการดำเนินงานชุดแต่งโบราณสถานและชุดค้นทางโบราณคดี (ห้างหุ้นส่วนจำกัดปุราณรักษ์, 2552) ได้กล่าวไว้ว่า การดำเนินการชุดเพื่อหาโบราณสถานได้มีการวางแผนผังบริเวณหลุมชุดแต่งที่เนินดินโบราณสถาน ที่จะทำการชุดแต่งพื้นที่ทั้ง 4 หลุมชุดแต่งด้านทิศตะวันออก, หลุมชุดแต่งด้านทิศตะวันตก, หลุมชุดแต่งด้านทิศเหนือ, หลุมชุดแต่งด้านทิศใต้ และแนวแกนทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ขนาดหลุมกว้าง 2 เมตร ยาว 36-44 เมตร ลึก 2 เมตร เพื่อศึกษาการทับถมชั้นดินของโบราณสถาน และระบบพื้นดินการใช้งานเดิมของโบราณสถานในอดีต และศึกษาหาแนวชั้นฐานของสิ่งก่อสร้างได้ดำเนินการชุดแต่ง โดยการชุดลอกชั้นดินทับถมชุดลึก 2 เมตร จากระดับชั้นผิวดิน หลุมชุดแต่งเนินดินโบราณสถานทั้ง 4 ด้าน ที่ได้วางแผนผังกริดหลุมชุดแต่งกลุ่มพื้นที่ดินโบราณสถานทั้งหมด

เครื่องมือที่ใช้ในการชุดแต่ง ประกอบด้วย เครื่องมือหนัก ได้แก่ จอบเสียม อีเตอร์ ใช้ในการชุดตัดเปิดหน้าดิน ชุดลอกชั้นดินทับถม จากนั้นใช้บั้งก็ทำการขนย้ายดินออกมาไว้เขตที่ชุดแต่งส่วน

เครื่องมือเบาได้แก่ เกรียงปลายแหลม เกรียงหน้าตัด แปรงปัด แปรงลวด ใช้ในการขุดแต่งที่ที่พบร่องรอยของสิ่งก่อสร้าง และใช้ในกรณีที่มีการขุดพบวัตถุ เพื่อป้องกันไม่ให้โบราณวัตถุนั้นเกิดความเสียหายหรือแตกหัก

จากรายงานการขุดค้นและการบันทึกข้อมูลหลักฐานทางโบราณคดี : กรณีศึกษาแหล่งโบราณคดีบ้านโนนวัด ด้วย (ภัทรวรรณ พงศ์ศิลป์, ไม่ระบุ) ได้สรุปวิธีการดำเนินไว้ดังนี้

2.1.1.1 การเลือกและเตรียมพื้นที่ในการขุดค้นการเลือกพื้นที่ที่จะทำการขุดค้นจะต้องเลือกพิจารณาตามสมมุติฐานหรือวัตถุประสงค์ที่ทำการขุดค้นประกอบกับต้องมีความเหมาะสมของพื้นที่ที่สามารถดำเนินการขุดค้นได้ เมื่อได้พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการขุดค้นแล้ว จากนั้นจึงทำการเตรียมพื้นที่เพื่อวางแผนผังหลุมขุดค้นต่อไป การกำหนดพื้นที่การขุดค้นที่แหล่งโบราณคดีบ้านโนนวัด

2.1.1.2 การวางแผนผังหลุมขุดค้นจะต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบด้วยการกำหนดจุดตายตัว (fixed point) และระดับมาตรฐานสมมติ (datum line) เพื่อใช้ในการอ้างอิงระดับและหลักฐานในการขุดค้นส่วนการวางแผนผังขุดค้น โดยมากนิยมกำหนดแผนผังหลุมขุดค้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เนื่องจากความสะดวกในการบันทึกข้อมูลและขยายพื้นที่ของหลุมขุดค้น

2.1.1.3 วิธีการขุดค้นการขุดค้นทางโบราณคดีมีวิธีการขุดค้นโดยทั่วไปอยู่ 3 วิธีได้แก่ การขุดค้นตามระดับชั้นดินสมมติการขุดค้นตามระดับชั้นดินธรรมชาติ และการขุดค้นแบบผสม คือ การขุดโยควิธีการกำหนด และขุดตามระดับชั้นดินสมมติ และการขุดค้นตามระดับชั้นดินธรรมชาติเมื่อปรากฏร่องรอยหลักฐานจึงขุดค้นตามลักษณะของร่องรอยหลักฐาน

2.1.1.4 การบันทึกข้อมูลการขุดค้นนับว่าเป็นสิ่งที่จำเป็น และสำคัญอย่างยิ่งในการขุดค้นทางโบราณคดี เนื่องจากการขุดค้นเป็นการทำให้หลักฐานทางโบราณคดีที่ฝังอยู่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากลักษณะดั้งเดิมดังนั้นการขุดค้นทางโบราณคดีจึงต้องมีการบันทึกข้อมูลในการขุดค้นอย่างเป็นระบบละเอียดถี่ถ้วนและถูกต้องแม่นยำซึ่งการบันทึกข้อมูลจากการขุดค้นแหล่งโบราณคดีบ้านโนนวัดได้มีการบันทึกข้อมูลในการขุดค้นลักษณะ 4 ได้แก่

1. บันทึกการขุดค้นประจำวัน
2. การทำแผนผังและภาพถ่ายเส้น
3. การถ่ายภาพ
4. การบันทึกตามแบบบันทึก เช่น แบบบันทึกการขุดค้น แบบบันทึกโบราณวัตถุ

การบันทึกตามแบบบันทึกการชูดัชนีที่แหล่งโบราณคดีบ้านโนนวัด ได้มีการออกแบบบันทึกให้ครอบคลุมเนื้อหาดังต่อไปนี้

- หลุมชูดัชนี
- วันที่บันทึก
- รูปแบบชั้นวัฒนธรรม
- ประเภทหลักฐานทางโบราณคดีที่พบ
- หมายเลขอ้างอิง
- ระดับชั้นดินธรรมชาติและระดับชั้นดินสมมติ
- ลักษณะดิน
- บันทึกข้อความ

ส่วนแบบบันทึกหลักฐานทางโบราณคดีที่พบจากการชูดัชนี ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

- หลุมชูดัชนี
- หมายเลขอ้างอิง
- ระดับชั้นดินและระดับชั้นดินสมมติ
- ประเภทหลักฐานที่พบ
- บันทึกข้อความ
- เลขทะเบียนโบราณวัตถุ
- วันที่บันทึก
- รูปแบบชั้นวัฒนธรรม
- ชนิดของ โบราณวัตถุและนิเวศวัตถุ
- ภาพลายเส้น

2.1.2 ประวัติศาสตร์และการศึกษาแหล่งโบราณคดีประตู่ผา จังหวัดลำปาง

สุภรัตน์ ตีละกุล (2549) เรียบเรียงข้อมูล, ทนงศักดิ์ เลิศพิพัฒน์วรกุล (2549) ได้ระบุรายละเอียดเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ประตู่ผา จังหวัดลำปาง ไว้ในเว็บไซต์ฐานข้อมูลแหล่งโบราณคดีที่สำคัญในประเทศไทย กล่าวไว้ดังนี้

สภาพทั่วไปในปัจจุบันภูมิประเทศเป็น ถ้ำ/เพิงผา, ภูเขา แหล่งโบราณคดีประตู่ผาตั้งอยู่บนเชิงคดอยประตู่ผาซึ่งเป็นแนวเขาชายขอบด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของแอ่งประตู่ผา แอ่งประตู่ผาอยู่ในแนวเทือกเขาผีปันน้ำกลาง และอยู่บริเวณตอนกลางที่แบ่งเขตจังหวัดลำปางกับจังหวัดพะเยาพอดี (นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์ 2534 : 20)

ลักษณะเป็นเนินเขาขนาดเล็กและขนาดย่อมที่กระจายตัวต่อเนื่องมาจากแนวเทือกเขาที่โอบล้อมโดยรอบ ทำให้สภาพพื้นที่โดยรวมเป็นแอ่งกระทะรูปยาวรี วางตัวตามแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ คือมีคดอยผาสักและคดอยผาคอกเป็นชายขอบด้านทิศเหนือ แนวกลุ่มคดอยผาวางเป็นชายขอบด้านทิศตะวันออก คดอยผาแดงเป็นชายขอบด้านทิศใต้ และคดอยประตู่ผากับคดอยผาฝั่งเป็นชายขอบ

ด้านทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ แนวเทือกเขาเหล่านี้เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติให้กับพื้นที่ภายใน ทั้งยังเป็นแหล่งต้นน้ำของลำธารในพื้นที่ เช่น ห้วยบง ห้วยป่าดาว ห้วยแม่หวด ห้วยแม่หวดน้อย

ห้วยแม่หละ ห้วยแม่หละน้อย พื้นที่โดยรอบแหล่งโบราณคดี ด้านตะวันออกเป็นที่ราบลอนลูกคลื่นขนาดใหญ่ ส่วนด้านตะวันตกเป็นกลุ่มเทือกเขาหินปูน ซึ่งหน้าผาทางด้านทิศตะวันออกของเทือกเขาหินปูนดังกล่าวเป็นตำแหน่งของภาพเขียนสี

สภาพพื้นที่ของแหล่งโบราณคดีเป็นหน้าผาหินปูน ทอดตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้ ความสูงของหน้าผาประมาณ 41-50 เมตร ลักษณะผิวหน้าผาก่อนข้างเรียบ สูงชันประมาณ 81-50 องศา หน้าผาหันหน้าไปทางทิศตะวันออก ส่วนเชิงคอยเป็นพื้นดินกว้างข้างแคบข้าง สามารถเดินผ่านได้ตลอดแนวหน้าผา ถัดจากพื้นดินทางเดินนี้ลงไปเป็นที่ลาดเชิงคอย มีความลาดชันมากไล่ระดับลงสู่พื้นที่ภายในแอ่งประตูลึก สภาพพื้นดินเป็นดินร่วนเนื้อละเอียดคล้ายทรายแป้ง พื้นที่ประตูลึกมีความอุดมสมบูรณ์ด้านทรัพยากรธรรมชาติมากมาย อุดมไปด้วยพรรณไม้นานาชนิด

นอกจากนั้นแล้วประตูลึกยังเป็นช่องทางคมนาคมของคนตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เคยเป็นเส้นทางเสด็จพระราชดำเนินและเส้นทางเดินทัพ ในสงครามมหาเอเชียบูรพา ไปยังพม่า-เชียงตุง นอกจากนั้น ยังมีศาล “เจ้าพ่อประตูลึก” ที่เป็นที่เคารพสักการะของคนทั่วไป ปัจจุบันพื้นที่แหล่งโบราณคดีเป็นพื้นที่ของกรมป่าไม้ และเป็นค่ายฝึกการรบพิเศษประตูลึก กองร้อยฝึกรบพิเศษที่ 3 (ร้อย.ฝรพ.3) กองทัพภาคที่ 3 ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง: 580 เมตร ทางน้ำ: ห้วยบง, ห้วยป่าตาว, ห้วยแม่หวด, ห้วยแม่หวดน้อย, ห้วยแม่หละ, ห้วยแม่หละน้อย

สภาพธรณีวิทยาในปัจจุบันแอ่งประตูลึกที่เป็นที่ตั้งของแหล่งโบราณคดีมีลักษณะภูมิประเทศคล้ายกับแอ่งเชียงใหม่ แอ่งลำพูน แอ่งเชียงราย และแอ่งพะเยา ที่เกิดจากการไหวตัวของเปลือกโลกอย่างต่อเนื่องในช่วงปลายยุคครีเตเชียสถึงช่วงกลางยุคเทอร์เชียรี การไหวตัวทำให้แผ่นดินบางส่วนยกตัวสูงขึ้นเป็นภูเขาและที่ราบสูง ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งทรุดตัวลงเป็นแอ่งระหว่างหุบเขา (Intermontane basins) แนวเขาที่โอบล้อมแอ่งประตูลึกส่วนมากเป็นภูเขาขดมนหรือยอดราบเรียบ ไล่ระดับตั้งแต่เชิงเขาขึ้นไปจนถึงยอดเขา เนื่องจากเป็นหินเชล หินทราย และหินคองโกลเมอเรต (shale, sandstone, and conglomerate) ในหน่วยหินผาแดง มีเพียงแนวคอยประตูลึกแนวเดียวเท่านั้นที่เป็นหินปูนยาวต่อเนื่องมาจากตัวจังหวัดลำปางจนถึงอำเภอเงาะงาว จึงมีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชันยาวตลอดแนวเขา

ทวีศักดิ์ ระมิงค์วงศ์ และคณะ (2522 : 19-21) กล่าวว่าแนวเขาคอยประตูลึกที่เป็นชายขอบด้านทิศตะวันตกของแอ่งนี้ประกอบไปด้วยแนวเขาสันบ้างยาวบ้าง 3 แนวเรียงต่อกันตามแนวทิศเหนือ-ใต้ โดยแนวเขาฝั่งตะวันออกเป็นหน้าผาสูงชัน (ซึ่งบริเวณแหล่งโบราณคดีมีลักษณะดังกล่าวเช่นกัน) ส่วนแนวเขาฝั่งตะวันตกมีลักษณะเป็นไหล่เขาไล่ระดับจากยอดเขาสูงชันลงมา แต่มีสภาพเป็นพื้นหิน ไม่มีดินปกคลุม ทำให้พื้นหินผุกร่อนแตกหักเป็นร่องเล็กใหญ่ ผิวหินแหลมคมเนื่องจากถูกน้ำฝนกัดเซาะ และมีต้นไม้ขึ้นต้นขนาดเล็ก-กลางขึ้นปกคลุมทั่วไป ลักษณะดินของพื้นที่แหล่งโบราณคดี ส่วนใหญ่มีดิน

กำเนิดจากกระบวนการสลายตัวผุพังอยู่กับที่ เนื่องจากแอ่งประตุมามีภูเขาสูงล้อมรอบและมีเนินเขาขนาดเล็กและขนาดย่อมที่ต่อเนื่องลงมาจากแนวเขาที่โอบล้อมอยู่ ทำให้พื้นที่ที่มีความลาดชันปานกลาง-สูง (นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์ 2534 : 66-67 ; กรมพัฒนาที่ดิน 2536) และหน้าดินมักจะถูกชะพาลงมาทับถมที่บริเวณดินเขาและดินเนิน พื้นดินส่วนบนจึงเป็นดินปนหินหรือดินลูกรัง หน้าดินตื้นและเป็นดินเนื้อหยาบระบายน้ำได้ดี ซึ่งมักเป็นดินพอดซอล (Podsols หรือ Radzols) มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ส่วนพื้นดินบริเวณดินเขาหรือดินเนินจะมีหน้าดินหนากว่า มีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จะส่งผลถึงพืชพรรณที่เจริญเติบโตในบริเวณนี้ด้วย คอยประตุมามีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชันทางด้านฝั่งตะวันออก ซึ่งเป็นบริเวณที่พบภาพเขียนสีและหลักฐานทางโบราณคดี และเป็นไหล่เขาพื้นหินด้านฝั่งตะวันตก มีความยาวประมาณ 2 กิโลเมตร

สภาพพื้นที่บริเวณนี้มีลักษณะเป็นหน้าผาสูงชันกว่า 50 เมตร เอียงตัวมาทางทิศตะวันออกเล็กน้อย ทำให้มีลักษณะคล้ายชะงอกเขา บนผนังหน้าผาปรากฏร่องรอยของทางน้ำไหลขนาดต่างๆ จำนวนมาก มีหินงอกหินย้อยขนาดใหญ่บริเวณกลุ่มภาพที่ 3 และ 7 กองหินขนาดใหญ่บริเวณกลุ่มภาพที่ 6 ซึ่งอาจเกิดจากการกัดเซาะของทางน้ำใต้ผิวดินที่มีสูงและเป็นเวลานาน ทำให้เกิดเป็นโพรงขนาดต่างๆ ที่ไหลเข้าเป็นจำนวนมากจนทรุดพังลงเป็นหน้าผา แต่จากรอยแตกของคอยประตุมที่ตั้งแต่ยอดคอยถึงดิน คอยบริเวณกลุ่มภาพที่ 7 ซึ่งภายในมีก้อนหิน และถูกเชื่อมประสานด้วยสารประกอบคาร์บอนेट จึงน่าจะมีกระบวนการกัดเซาะของทางน้ำแล้ว ยังอาจมีการไหลตัวของเปลือกโลกที่ทำให้เนื้อหินที่ไม่แข็งแรงจากกระบวนการกัดเซาะของน้ำอยู่แล้วนั้นเกิดแยกตัว และแนวเขาฝั่งตะวันออกเกิดการทรุดตัวลงหรือแนวเขาฝั่งตะวันตกยกตัวสูงขึ้นทำให้เกิดเป็นหน้าผาดังที่เห็นในปัจจุบัน (ชินฉวุฒิ วิลยลัย, 2542)

ยุคทางโบราณคดีอยู่ในยุคสมัยยุคก่อนประวัติศาสตร์ สมัยหินใหม่ สมัยสำนนา สมัยสำนนาตอนปลาย อายุทางโบราณคดีประมาณ 2,900-3,200 ปีมาแล้ว (ใช้ข้อมูลจากการกำหนดอายุเชิงเทียบและการกำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์) อายุทางวิทยาศาสตร์: ระหว่าง 2975±65 จนถึง 3195±55 ก่อนปัจจุบัน (B.P.) ประเภทของแหล่งโบราณคดีเคยเป็น สุสาน แหล่งอยู่อาศัย แหล่งศิลปะถ้ำสำราระสำคัญทางโบราณคดีทางภาพเขียนสี (กรมศิลปากร 2541 ; ชินฉวุฒิ วิลยลัย 2542 ; ศุภฤดี คงสุวรรณ 2544 ; จิตรลดา อินันชัย 2550) ได้กล่าวไว้

ภาพเขียนสีพบกระจายอยู่หลายกลุ่มเป็นระยะๆ พบตั้งแต่ในระดับสูงประมาณเอวจนถึงสูงกว่า 10 เมตร จากการศึกษาของกรมศิลปากร พบว่าภาพทั้งหมด (ที่คัดลอก) มีมากกว่า 1,872 ภาพ โดยแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ตามลักษณะการเฝ้าของหน้าผา แต่ละกลุ่มมีชื่อและรายละเอียดภาพโดยสังเขป ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ผาเลียงผา ประกอบไปด้วยภาพเลียงผา วัว เต่า นก ม้า ปะปนกับภาพมือทั้งแบบเงาทึบและกึ่งเงาทึบที่มีการตกแต่งลวดลายภายในมือเป็นลายเส้นแบบต่างๆ บางภาพประทับอยู่บนภาพสัตว์

บางภาพประทับซ้อนกันหลายครั้ง และบางภาพประทับอยู่บนภาพสัญลักษณ์ นอกจากนี้ยังพบภาพวาดที่แสดงถึงเครื่องมือเครื่องใช้ของมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์

กลุ่มที่ 2 ผานกยูง ประกอบไปด้วยภาพคนเพศชาย ภาพสัตว์คล้ายนกยูง ภาพสัตว์เลื้อยคลาน ประเภทตะกวด พังพอน กระรอก บางภาพสัญลักษณ์คล้ายดอกไม้ ภาพวัว ภาพสัญลักษณ์ทั้งรูปสี่เหลี่ยมที่มีการตกแต่งภายในและภาพภาชนะที่มีลักษณะคล้ายภาชนะที่ทำด้วยโลหะ นอกจากนี้ยังมีภาพมือที่ทำด้วยเทคนิคการประทับแบบกึ่งเงาทึบ การพัน และวาดแบบอิสระ

กลุ่มที่ 3 ผาวัว ประกอบไปด้วยภาพเงาทึบและภาพโครงร่างของสัตว์คล้ายวัว กระเจง เก้งหรือ กวาง บางภาพเป็นโครงร่างขนาดใหญ่ของสัตว์มีเขาคือคล้ายวัว มีภาพมือประทับและตกแต่งด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ และยังพบว่าภาพมือประทับบางภาพมีการตกแต่งด้วยลายขีดในแนวขวางด้วยลายเส้นขนาดเล็กทั่วฝ่ามือ ด้านหน้าวัวปรากฏภาพคน 7 คน ยืนรายล้อมอยู่ จึงทำให้สันนิษฐานได้ว่าพื้นที่แห่งนี้เป็นแหล่งประกอบพิธีกรรมฝังศพวาดภาพเขียนสี

กลุ่มที่ 4 ผาเต็นระบำ ประกอบไปด้วยภาพคน 5 คน และสัตว์ มีคนในภาพนุ่งผ้าทรงกระบอก โป่งพอง ถืออาวุธคล้ายธนู ด้านหลังของคนดังกล่าวมีภาพคนอีก 2 คน กำลังเคลื่อนไหวก้าวเท้าไปข้างหน้า และมีภาพเงาทึบของวัวหันหน้าเข้าหากันในลักษณะต่อสู้ และมีภาพบุคคลแสดงกิริยาเคลื่อนไหวกว้างเข้ามาอยู่ระหว่างวัวทั้งสองตัว คล้ายกับการห้ามวัวกลุ่มที่ 5 ผาหินตั้ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1. ต่อเนื่องกับกลุ่มภาพที่ 4 ปรากฏเป็นภาพกลุ่มคน (9 คน) วาดแบบตัดทอนส่วน ภาพสัตว์คล้ายเก้ง ภาพสัญลักษณ์

ส่วนที่ 2. เป็นภาพที่แสดงรายละเอียดของบุคคลนอนหันศีรษะไปทางทิศใต้ ร่างของบุคคลถูกวาดตามแนวขวางตลอดทั้งตัว และมีเครื่องหมายกากบาททับไว้ในบริเวณบริเวณส่วนทรวงอก ด้านหลังภาพมีแท่งสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ในแนวตั้งอยู่ 2 ภาพ ด้านบนแท่งสี่เหลี่ยมดังกล่าวมีภาพสี่เหลี่ยมในแนวอนลักษณะโค้งวางอยู่เหนือภาพคน จึงมีความเป็นไปได้ว่าภาพแท่งสี่เหลี่ยมคือเสาหินที่น่าจะอยู่ในรูปแบบของหินตั้งประเภท โต๊ะหิน ซึ่งอยู่ในวัฒนธรรมหินใหญ่ช่วงสมัยหินกลางจนถึงต้นสมัยโลหะ และภาพบุคคลที่มีลักษณะคล้ายถูกพันห่อไว้พร้อมกับมีเครื่องหมายกากบาททับร่าง ซึ่งอาจหมายถึงร่างของคนเสียชีวิตไปแล้ว

กลุ่มที่ 6 ผานางกางแขน ปรากฏภาพบุคคลคล้ายสตรีที่มีส่วนท้องค่อนข้างใหญ่ แขนทั้งสองข้างกางออกไปด้านข้างของลำตัว ปลายแขนงอลง ในระดับบนของกลุ่มภาพยังพบภาพคล้ายบุคคลที่มีศีรษะกลม ช่วงล่างของศีรษะในระดับหุมีตั้งยื่นออกมาทั้ง 2 ข้าง คล้ายหมวกปีกหนา แขนขนาดเล็กทั้ง 2 ข้าง

กางออกตั้งฉากกับลำตัวที่มีส่วนท้องขนาดใหญ่ บริเวณช่วงล่างของภาพปรากฏภาพสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก 2 ตัว คาดว่าน่าจะเป็นตะกวดหรือจิ้งจก ใช้เทคนิคการวาดภาพโครงร่างและใช้ลายเส้นเล็กๆขีดทับในบริเวณส่วนลำตัว ซึ่งอาจเป็นการสื่อความหมายให้เห็นรายละเอียดของขนสัตว์

กลุ่มที่ 7 ผาล่าสัตว์ เป็นภาพกลุ่มสุดท้ายที่พบ จากลักษณะเพิงผาที่ตัดตรง ทำให้ภาพเขียนสีลบเลือน ภาพที่ปรากฏเป็นภาพบุคคล 2 คน นุ่งผ้าปล่อยชายยาว บุคคลทางด้านขวาของภาพถืออุปกรณ์วงกลมลักษณะคล้ายห้วง แสดงการเคลื่อนไหวคล้ายจะคล้องจับเอาไว้ ส่วนบุคคลอีกคนหนึ่งถือวัตถุคล้ายไม้ในลักษณะเงื่อง่า คล้ายอาการตีวัว ซึ่งอาจแสดงถึงกิจกรรมการจับหรือฝึกฝนสัตว์

เนื้อหาของภาพเขียนสีทำให้ทราบเรื่องราวเกี่ยวกับการดำรงชีวิตที่น่าจะมีทั้งการล่าสัตว์และการเลี้ยงสัตว์ ทำให้ทราบถึงสภาพแวดล้อมในอดีต ทราบถึงลักษณะการแต่งกายของคนในสมัยนั้น ตลอดจนประเพณีความเชื่อเกี่ยวกับความตายหรือการปลงศพ

การเขียนเขียนด้วยสีแดงที่มีความเข้มจางของสีต่างกันในแต่ละภาพ สีแดงน่าจะมาจากดินเทศ เพราะพบหลักฐานจากการขุดค้นบริเวณเพิงผาได้ภาพเขียนสีกลุ่มที่ 1 ที่พบก่อนดินเทศมีร่องรอยการขัดฝนจนเรียบ และโครงกระดูกหมายเลข 3 บริเวณช่วงปลายแขน มือ และต้นขา ที่พบกลุ่มดินเทศวางตัวเรียงเป็นแนวยาวและติดแน่นกับโครงกระดูก (กรมศิลปากร 2541 : 207-208)

แหล่งวัตถุดิบของดินเทศน่าจะมาจากภายในพื้นที่ เพราะในแอ่งประตู่ผา โดยเฉพาะบริเวณเนินเขาต่างๆ พบก่อนดินเทศหรือหินสีแดงขนาดต่างๆกระจายอยู่ทั่วไป รวมทั้งตามลำน้ำบริเวณคอยผาแดง (ห่างออกไปจากแอ่งโบราณคดีประมาณ 5 กิโลเมตร) ที่เป็นแหล่งต้นน้ำของน้ำแม่หวดสาขาหนึ่ง พบชั้นดินเทศเป็นชั้นหนาเรียงตัวสลับกับหินชนิดอื่นๆ ลำน้ำบริเวณเชิงคอยนี้ยังปรากฏดินเทศเต็มพื้นที่ท้องน้ำเป็นระยะทางยาวมาก (กรมศิลปากร 2541 : 200-201)

อุปกรณ์ผสมสีและใส่สี น่าจะเป็นเปลือกไม้หรือผลไม้ เช่น กะลามะพร้าว น้ำเต้า กระบองไม้ไผ่ หรืออาจเป็นภาชนะดินเผา ซึ่งจากการสำรวจผิวดินบริเวณกลุ่มภาพที่ 2 พบเปลือกน้ำเต้าที่มีร่องรอยสีแดงติดอยู่ภายใน อีกทั้งการขุดค้นได้ภาพกลุ่มที่ 1 พบชิ้นส่วนน้ำเต้าเป็นจำนวนมาก จึงอาจเป็นไปได้ว่าเป็นเปลือกน้ำเต้า

อุปกรณ์ระบายสี ภาพบางภาพมีลายเส้นขนาดเล็กมาก จึงสันนิษฐานได้ว่าน่าจะใช้พู่กันวาด ซึ่งพู่กันอาจทำจากกิ่งไม้หรือแท่งไม้ทูปปลายจนนุ่ม สามารถซึมซับน้ำสีได้ หรืออาจเป็นดอกหญ้าหรือขนสัตว์หรืออื่นๆ มัดรวมเป็นจุก ส่วนการระบายหรือลงสีที่ขอบของภาพแบบเงาที่พบ อาจใช้ทั้งพู่กันและ/หรือนิ้วมือ

หลักฐานทางโบราณคดีที่ได้จากการขุดค้นระหว่างปี พ.ศ.2541-2542 (กรมศิลปากร 2541 ; ชินฉ วุฒิ วิทยาลัย 2542 ; คุณฤดี กงสุวรรณ 2544 ; จิตรลดา อินนันชัย 2550)

บริเวณหลุมขุดค้นที่ 1 และ 2 ถูกขุดรบกวนเป็นจำนวนมาก พบหลักฐานทางโบราณคดี เช่น ชิ้นส่วนกระดูกมนุษย์ กระดูกสัตว์ ภาชนะดินเผา เศษชิ้นส่วนภาชนะดินเผา ขวานหินขัด ทัพพีไม้ ลูกบิด หิน เป็นต้น

หลุมขุดค้นที่ 3 พื้นที่บางส่วนถูกขุดรบกวนไปบ้างแล้ว แต่ยังพบหลุมฝังศพจำนวน 3 หลุม มี โครงกระดูกมนุษย์อย่างน้อย 6 โครง คือบริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้พบโครงกระดูกเด็กโตและเด็กทารกฝังร่วมกัน โดยโครงกระดูกเด็กโตมีปากไม้ไผ่ห่อศพ วางภาชนะดินเผาไว้เหนือศีรษะและกองเมล็ดข้าวไว้ที่ข้างศีรษะ ส่วนโครงกระดูกเด็กทารกมีผืนเส้นใยพีชห่อศพ วางภาชนะดินเผาไว้ที่ปลายเท้าและ ห่อด้วยปากไม้ไผ่อีกชั้นหนึ่ง

บริเวณกลางหลุมพบโครงกระดูกผู้ใหญ่อีกอย่างน้อย 2 โครง ฝังลงในหลุมที่ถูกรบกวนหลุมทั้งสองข้างและกันหลุมด้วยแผ่นไม้ โครงกระดูกนี้ถูกเผาจนเป็นสีขาว พบลูกบิดหินและเครื่องมือกระดูกปลายแหลมบริเวณศีรษะ ส่วนด้านทิศตะวันตกของหลุมพบหลุมฝังศพที่มีโครงกระดูกผู้ใหญ่วางเรียงซ้อนกันในแนวตั้ง 3 โครง โดยแต่ละโครงห่อพันด้วยผืนเส้นใยพีชและเสื่อที่ส่วนหน้าอกและศีรษะ ทั้ง 3 โครง ถูกเผาจนกระดูกเป็นสีดำและขาว มีการใส่ภาชนะดินเผา ขวานหินขัด ซ้อนไม้ เครื่องจักสาน และถาดไม้ให้กับผู้ตายสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชั้นวัฒนธรรมใหญ่ๆ คือ วัฒนธรรมหินใหม่ และวัฒนธรรมหลังหินใหม่

การที่พบชิ้นส่วนกระดูกสัตว์โดยเฉพาะกระดูกยาว (ขาหน้าและขาหลัง) เป็นจำนวนมาก ทำให้ทราบว่าเป็นการนำชิ้นส่วนที่ชำแหละแล้วเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่นี้

จากการวิเคราะห์ชิ้นส่วนภาชนะดินเผา พบว่านิยมใช้ภาชนะดินเผาทรงก้นกลม ขนาดเล็ก ปากผายออกเล็กน้อย (เส้นผ่าศูนย์กลางปากประมาณ 11-15 เซนติเมตร) ตั้งแต่ช่วงระยะเวลาดันจนจนถึงถึงระยะสุดท้าย ก่อนจะมีคนในสมัยประวัติศาสตร์เข้ามาใช้พื้นที่ทำกิจกรรมในช่วงเวลาสั้นๆ (ใช้เป็นที่พักแรมชั่วคราว) เพราะพบชิ้นส่วนภาชนะดินเผาแบบหริภุญไชยและจากเตาต้นกำแพง

ปริมาณกระดูกมนุษย์ที่พบในหลุมขุดค้นทั้ง 3 หลุม ทำให้สันนิษฐานได้ว่า พื้นที่ได้ภาพเขียนสีกลุ่มที่ 1 นี้ น่าจะถูกใช้เป็นพื้นที่ฝังศพเป็นหลัก และบางเวลาอาจใช้เป็นที่พักพิงชั่วคราวด้วย เนื่องจากพบเส้นหินและร่องรอยซี่ง่าในหลุมขุดค้นที่ 1 ด้านทิศใต้ อย่างไรก็ตาม การใช้พื้นที่เป็นที่พักพิงชั่วคราว อาจมีความสัมพันธ์กับการเขียนภาพเขียนสีและ/หรือการฝังศพด้วย

จากการพบเครื่องมือหินกะเทาะ ขวานหินขัด และหัวลูกศรหินขัด ทำให้สันนิษฐานว่าคนกลุ่มนี้น่าจะดำรงชีวิตด้วยการล่าสัตว์ และอาจทำเกษตรกรรมแล้ว เนื่องจากพบเมล็ดข้าวจำนวนมากที่อุทิศให้กับผู้ตายในหลุมฝังศพในหลุมขุดค้นหมายเลข 2 และ 3

การกำหนดอายุด้วยวิธี AMS Dating จากตัวอย่างอินทรีย์วัตถุ 7 ตัวอย่าง ที่ได้จากหลุมขุดค้นที่ 2 และ 3 ได้แก่ เมล็ดข้าว (จากหลุมขุดค้นที่ 2) เส้นใยพืช เมล็ดข้าว ไม้ไผ่ (2 ตัวอย่าง) ไม้ และกระดูกซี่โครงมนุษย์ (จากหลุมขุดค้นที่ 3) โดย Dr.Goran Possnert จากห้องปฏิบัติการ Angstrom ภาควิชาไอออนฟิสิกส์ มหาวิทยาลัย Uppsala ประเทศสวีเดน ได้ค่าอายุ (Calibrated Date) ระหว่าง 2975 ± 65 จนถึง 3195 ± 55 ก่อนปัจจุบัน (BP)

ค่าอายุที่ได้จากการกำหนดอายุด้วยวิธี AMS ใกล้เคียงกับอายุเชิงเทียบที่ได้จากการเทียบเคียงโบราณวัตถุที่พบจากแหล่งโบราณคดีแห่งนี้กับแหล่งโบราณคดีอื่นๆในประเทศไทย เช่น

- การตกแต่งภาชนะดินเผาด้วยการกดจุดในแนวเส้นกุ่มขนาน เทียบเคียงกับแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง จ.อุดรธานี (5,600-3,000 ปีมาแล้ว) บ้านท่าแค จ.ลพบุรี (4,500-2,700 ปีมาแล้ว) โลกพนมดี จ.ชลบุรี (4,000-3,000 ปีมาแล้ว)

- ภาชนะดินเผาทรงตะเกียง เทียบเคียงกับที่พบแหล่งโบราณคดีถ้ำเขาสามเหลี่ยม จ.กาญจนบุรี (4,000-3,500 ปีมาแล้ว)

- ลูกปัดหินทรงกระบอก เทียบเคียงกับที่พบในแหล่งโบราณคดีบ้านเก่า จ.กาญจนบุรี (3,800-3,700 ปีมาแล้ว)

ผลการศึกษาในภาพรวม

จากหลักฐานทั้งหมดที่พบในหลุมขุดค้นทั้ง 3 หลุม สรุปได้ว่า บริเวณพื้นที่ฝังศพของแหล่งโบราณคดีแห่งนี้ เป็นที่ฝังศพของกลุ่มคนที่ดำรงชีวิตแบบล่าสัตว์และอาจมีการทำเกษตรกรรมเพาะปลูกข้าวแล้ว ในสมัยหินใหม่ เมื่อ 2,900-3,200 ปีมาแล้ว และน่าจะใช้เป็นที่พักพิงชั่วคราวอีกครั้งในสมัยล้านนาตอนปลาย เพราะพบชิ้นส่วนภาชนะดินเผาแบบหริภุญไชยและจากเตาสันกำแพงในหลุมขุดค้นหมายเลข 1 และ 2 ซึ่งน่าจะสัมพันธ์กับเอกสารประวัติศาสตร์ในช่วง พ.ศ.2272-2274 ที่กล่าวว่าเกิดภัยสงครามในเมืองลำปาง ทำให้ผู้คนหนีออกมาอยู่ตามป่าเขา รวมทั้งที่ประติมากรรมแห่งนี้ด้วย (แฉ่ม บุญนาค 2516)

นอกจากนี้ กลุ่มคนที่เข้ามาใช้พื้นที่บริเวณใต้ภาพเขียนสีกลุ่มที่ 1 ที่ประติมากรรม น่าจะมีความสัมพันธ์กับกลุ่มคนที่ดำรงชีวิตอยู่ในแอ่งแม่เมาะ (ห่างจากแหล่งภาพเขียนสีประติมากรรมไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

ประมาณ 5-10 กิโลเมตร) เพราะพบหลักฐานการใช้ภาชนะดินเผาทรงก้นกลมคอแคบสอบเข้า (ภาชนะดินเผาใบที่ 4 หลุมขุดค้นที่ 3) และมีประเพณีการฝังศพในถ้ำเช่นเดียวกัน

จากหลักฐานที่ขุดค้นพบกับภาพเขียนสีบนผนังเพิงผา ยังไม่เพียงพอที่จะใช้สันนิษฐานว่ากลุ่มคนผู้วาดภาพกับคนที่เข้ามาใช้พื้นที่ประกอบพิธีกรรมฝังศพเป็นกลุ่มคนหรือกลุ่มชนเดียวกันหรือไม่ หลักฐานที่พบสัมพันธ์กันโดยตรงมีเพียงกระดองเต่าที่พบในหลุมขุดค้น ซึ่งพบภาพเต่าในภาพเขียนกลุ่มที่ 1 และพบว่ากลุ่มคนที่ฝังศพรู้จักใช้ดินเทศหรือสีแดง สังกัดได้จากพบผงฝุ่นสีแดงติดบนกระดูกมนุษย์ เครื่องมือหินที่พบ และลวดลายเขียนสีแดงบนทัพพีไม้ในหลุมขุดค้นที่ 2 และ 3

นอกจากนี้ หลักฐานที่ขุดค้นพบยังสัมพันธ์กับกลุ่มภาพอื่นๆ อีกด้วย คือ หลักฐานการฝังศพว่ามีความสัมพันธ์กับภาพพิธีกรรมการปลงศพในกลุ่มภาพที่ 6 และหัวลูกศรหินขัดที่พบในหลุมขุดค้นหมายเลข 3 สัมพันธ์กับภาพคนยิงธนูในกลุ่มภาพที่ 4

จากความเชื่อมโยงหลักฐานต่างๆ ทำให้ทราบว่ากลุ่มคนที่เข้ามาประกอบพิธีการฝังศพบริเวณใต้ภาพกลุ่มที่ 1 นี้ รู้จักและมีความคิดสร้างสรรค์ในการใช้สีแดงตกแต่งลวดลายบนสิ่งของเครื่องใช้ รวมทั้งใช้ในพิธีกรรมฝังศพด้วย และน่าจะเป็นกลุ่มคนที่วาดภาพเขียนสีบนผนังหน้าผาไว้บางส่วนด้วย?

การศึกษามานุษยวิทยากายภาพ (จุจตุติ คงสุวรรณ, 2544) ได้กล่าวว่าการวิเคราะห์กระดูกมนุษย์ที่พบทั้งหมด 3,780 ชิ้น ด้วยวิธีการศึกษาด้วยตาเปล่า (Gross Analysis) ร่วมกับการฉายรังสี (X-ray Analysis) พบว่ามีจำนวนโครงกระดูกทั้งสิ้น 38 โครง แบ่งตามช่วงอายุระหว่างแรกเกิด-5 ปี จำนวน 10 โครง อายุ 5-15 ปี จำนวน 9 โครง โครงกระดูกผู้ใหญ่เพศหญิงจำนวน 10 โครง โครงกระดูกเพศชายจำนวน 3 โครง และโครงกระดูกที่ไม่สามารถระบุเพศได้จำนวน 6 โครง

ผลการประเมินความสูงโดยเฉลี่ยด้วยสมการคำนวณความสูงคนไทย-จีน ของสรโรจ แสงวิเชียร และคณะ (2528) จากความยาวของกระดูกขาที่นอนบน พบว่าเจ้าของโครงกระดูกเพศหญิงวัยผู้ใหญ่ มีความสูงเฉลี่ย 142.45 เซนติเมตร ส่วนเพศชายไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เนื่องจากไม่พบโครงกระดูกสมบูรณ์ที่สามารถนำมาคำนวณได้

กะโหลกศีรษะของโครงกระดูกหมายเลข 3 ที่สามารถคำนวณลักษณะสันฐานกะโหลกได้พบว่าเป็นกะโหลกมีขนาดยาวปานกลาง จัดอยู่ในกลุ่มประชากรเชื้อชาติมองโกลอยด์

ผลการประเมินสาเหตุการตาย จากความแตกต่างระหว่างเพศและอายุ ผู้ศึกษาสันนิษฐานว่าอาจมีสาเหตุการตายมาจากการคลอดบุตรการปลงศพ (จุจตุติ คงสุวรรณ 2544)

1. การฝังศพครั้งแรก (Primary Burial) มีลักษณะการฝังศพแบบนอนหงายเหยียดยาว หันศีรษะไปทางทิศใต้ แต่มีความแตกต่างกันที่การหันหน้า คือ โครงกระดูกหมายเลข 1 และ 5 ลักษณะหน้าหงายขึ้น โครงกระดูกหมายเลข 3 หน้าหันไปทางทิศตะวันออก (ซึ่งเป็นคนละด้านกับเพิงผาที่มีภาพเขียนสี) โครงกระดูกหมายเลข 5 รูปแบบการปลงศพให้มอดไหม้ในระดับหนึ่งก่อน แล้วจึงทำการฝังกลบด้วยดิน โดยอาจมีชั้นตอนดังนี้

1.1 พันห่อร่างกายผู้ตายด้วยเส้นใยที่ถักทอจากเปลือกไม้ของพืชบางชนิด

1.2 พันทับอีกครั้งด้วยเครื่องจักสานลักษณะเป็นฝืน (เสื่อ?) อีกหลายชั้น

1.3 วางร่างผู้ตายที่ผ่านขั้นตอนที่ 1 และ 2 ลงในหลุมที่ขุดขึ้น แล้วสูมไฟที่บริเวณกลางลำตัวในขณะที่ร่างกายยังสดอยู่ จึงเป็นเหตุผลหนึ่งทำให้โครงกระดูกบางส่วนไม่มีร่องรอยเผาไหม้

1.4 เมื่อเปลวไฟเผาไหม้โครงกระดูกไปในระดับหนึ่ง จึงทำการกลบหลุมในขณะที่บางศพก็ไม่มีร่องรอยการเผาก่อนถูกฝัง เช่น ชิ้นส่วนกระดูกที่มาจากหลุมขุดค้นที่ 3

2. การฝังศพครั้งที่ 2 (Secondary Burial)

ผู้ศึกษาได้ตั้งข้อสังเกตไว้ว่าอาจมีการฝังศพครั้งที่ 2 เนื่องจากพบกลุ่มโครงกระดูกขณะขุดค้น ประกอบกับหลักฐานต่างๆ เช่น จำนวนชิ้นส่วนโครงกระดูก โลงไม้ ทำทางการจัดวางชิ้นส่วนกระดูกจำนวนและประเภทของเครื่องประกอบศพ เป็นต้น

รูปแบบการจัดระเบียบทางสังคมจากสันนิษฐานว่าน่าจะเป็นสังคมในระดับชนเผ่า ที่มีการรวมตัวกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ดำรงชีวิตด้วยการทำกิจกรรมแบบเบาบาง ควบคู่ไปกับการล่าสัตว์ เป็นสังคมที่มีความแตกต่างระหว่างปัจเจก โดยเฉพาะด้านเพศและอายุ สังเกตได้จากความแตกต่างของเครื่องประกอบศพและการปลงศพ

การใช้พื้นที่เป็นแหล่งโบราณคดีแห่งนี้อาจถูกใช้เป็นที่ฝังศพ (ป่าช้า) มีรูปแบบการจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยตามลักษณะกลุ่มครอบครัวหรือกลุ่มเครือญาติ

2.2 ทฤษฎีกระบวนการพัฒนาระบบเทคโนโลยีเสมือนจริง

2.2.1 ทฤษฎี วัฏจักรการพัฒนาระบบงาน (System development Life Cycle : SDLC)

Namp (2010) ได้เขียนบทความblogspot ว่าด้วยเรื่อง ทฤษฎีพัฒนาระบบงาน ได้กล่าวว่า ในการพัฒนาระบบสารสนเทศในองค์กรจะต้องมีการวิเคราะห์กระบวนการทำงานขององค์กร เราเรียกว่า System development Life Cycle (SDLC) การพัฒนาระบบในองค์กรเป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ระบบที่จะต้องทำการติดต่อกับหน่วยงานที่ต้องการพัฒนาระบบสารสนเทศ ว่าการทำงานมีองค์ประกอบอะไรบ้าง เช่นขนาดขององค์กร รายละเอียดการทำงาน ถ้าเป็นบริษัทขนาดใหญ่ นักวิเคราะห์จะต้องเข้าใจให้ชัดเจนเกี่ยวกับมาตรฐานการทำงาน กระบวนการทำงาน

วัฏจักรการพัฒนาระบบงาน (System development Life Cycle : SDLC) หมายถึง ขั้นตอนหรือกระบวนการในการพัฒนาระบบงาน ซึ่งมีจุดเริ่มต้นในการทำงานและจุดสิ้นสุดของการปฏิบัติงาน

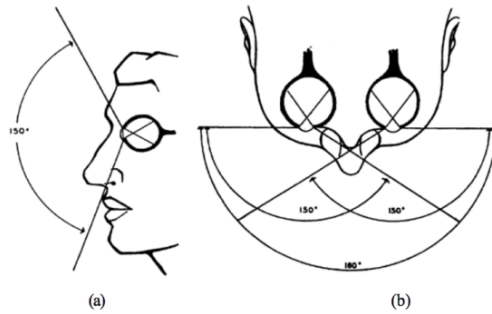
การพัฒนาซอฟต์แวร์ ตามปกติแล้วจะประกอบไปด้วยกลุ่มกิจกรรม 3 ส่วนหลักๆ ด้วยกัน คือ การวิเคราะห์ (Analysis), การออกแบบ (Design) และการนำไปใช้ (Implementation) ซึ่งกิจกรรมทั้งสามนี้สามารถใช้งานได้ดีกับโครงการซอฟต์แวร์ขนาดเล็ก ในขณะที่โครงการซอฟต์แวร์ขนาดใหญ่ มักจำเป็นต้องใช้แบบแผนการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามแนวทางของ SDLC จนครบทุกกิจกรรม

ขั้นตอนที่ใช้ศึกษาขบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ประกอบด้วย

- การทำความเข้าใจกับปัญหา
- การรวบรวมข้อมูล
- การวิเคราะห์ระบบ
- การออกแบบระบบ
- การพัฒนาระบบ และ จัดทำเอกสาร
- การทดสอบและบำรุงรักษาระบบ
- การส่งเสริมและการประเมินผลระบบ

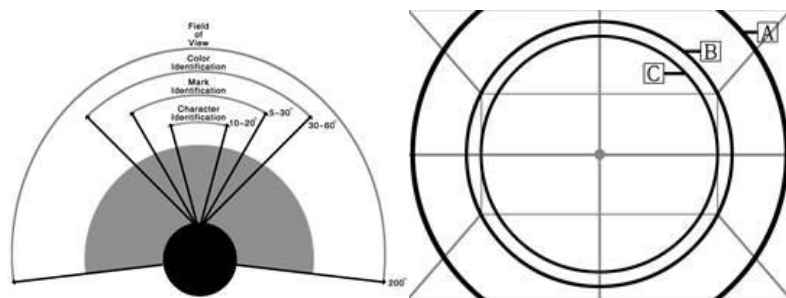
2.2.2 ทฤษฎี Guideline of UI Text Layout

FOV (The field of view) เป็นค่าที่เกิดจากมุม มุมแนวตั้ง (vertical) และมุมแนวนอน (horizontal) ประมาณ 180° ด้วย 180° ช่วงแนวตั้ง (vertical) ไม่สามารถมองได้น้อย ประมาณ 150° เพราะโครงสร้างของใบหน้าตรง แก้มและคิ้ว จึงสามารถได้จำกัด จึงทำให้การมองภาพในแนวนอนถูกจำกัด และสามารถมองได้เพียง 150° : 60° ไปทางจุกและ 90° ไปทางด้านข้าง ช่วงการรับชมในแนวนอนทั้งหมด 180° องศาโดยมีการทับซ้อนกัน 120° เหลี่ยมทับซ้อนกันเมื่อโฟกัสไปที่อินฟินิตี้ (see fig. 1) สำหรับการเปรียบเทียบ: จอภาพขนาด 21 นิ้วที่มองจากระยะไกล 50 ซม. ครอบคลุมประมาณ 48 องศาจาก FOV สายตาทั่วไปสนับสนุนมุมมอง 40-60 องศาเซลเซียส บางจอแสดงผลสามารถใช้เลนส์กว้างได้ สนับสนุน FOV ได้ถึง 140°



ภาพที่ 2.1 มุมมองของมนุษย์: (a) แนวตั้ง, (b) แนวนอน โดย Young Jick Jang, Nak Hyeon Ku, Tae Soo Yun, 2018 จาก international conference on culture technology 2018

Human Field of View กล่าวไว้ว่า มาประยุกต์ใช้งานกับ VR ซึ่งทำให้จุดสายตากรองจากหน้าจอประมวลผล จะอยู่ที่ 62 องศาทั้งตาซ้ายและตาขวามุมมองของแต่ละบุคคลนั้นเป็นการใช้ UI text 10-20 องศา, จุดมาร์ค (mark) 5-30 องศาและ 30-60 องศา การจัดการสีของฉาก สามารถดูได้ใน แผนผังที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 (Left Human FoV, Right) FoV in VR Environment from Young Jick Jang, Nak Hyeon Ku, Tae Soo Yun, 2018 จาก international conference on culture technology 2018

human field of view แล้ว field of view ในการจำลอง VR นั้นใช้เครื่องมือ Head Mounted Display (HMD) จากแผนผังด้านขวาที่ 1 กล่าวถึง ใช้งาน Human Field of View นั้นมีระยะการมองเห็นอยู่ที่ 200 องศาตามในทิศทาง แนวนอน (horizontally) และ 130 องศา แนวตั้ง (vertically) B หมายถึง มุมมองที่สามารถใช้งานได้ (useful field of view) 30-60 องศา การจัดการสีความแตกต่างของสีของฉากและภาพ C มุมมองแบบ ชั่วขณะ (Instantaneous field of view) มุมมองของแต่ละบุคคลนั้นเป็นการใช้ UI text 10-20 ทั้งซ้ายและขวาเป็นที่มมองของผู้เล่นมีความเป็นไปได้ มุมมองแบบชั่วขณะ (Instantaneous field of view) มุมมองของแต่ละบุคคลนั้นเป็นการใช้บอกเล่าข้อมูล รวมถึงข้อมูลที่ภาพสีที่แตกต่างกัน

2.3 แนวความคิดการนำเสนอข้อมูลเทคโนโลยีที่ภายใต้ภาวะเสมือนจริง

จากแนวคิดของ นางสาวชญพร กุลพรพันธ์ (2558) ระบบสารสนเทศอ้างอิงตำแหน่งเพื่อการนำเสนอข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว ด้วยวิดีโอ 360 องศา กรณีศึกษา: โบราณสถานวัดศรีชุม จังหวัดสุโขทัย ได้กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศถูกพัฒนาไปอย่างกว้างขวาง โดยมีการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือน (Mixed Reality) กล่าวคือเป็นเทคโนโลยีที่สามารถ จำลองสภาพแวดล้อมหรือวัตถุร่วมกับสภาพแวดล้อมหรือวัตถุจริง ทำให้สภาพแวดล้อมหรือวัตถุที่ถูกจำลองนั้นเสมือนมีอยู่จริง โดยเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ได้แก่ การจำลองภาวะเสมือนจริง (Virtual Reality) การจำลองภาวะเสมือนจริง (Virtual Reality) เป็นเทคโนโลยีจำลอง สภาพแวดล้อมเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมีส่วนร่วมกับสภาพแวดล้อมนั้น ๆ ได้โดยผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้อง อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นได้โดยจุดเริ่มต้นของการจำลองภาวะเสมือนจริง ด้วยใช้ระบบดิจิทัลเป็น แทนโลกของความจริง โดยการจำลองภาวะเสมือนจริงมีลักษณะเฉพาะดังนี้ 1) เทคโนโลยีการจำลองภาวะเสมือนจริงถูกสร้างด้วยคอมพิวเตอร์ 2) เป็นระบบตอบโต้แบบทันที โดยมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งาน เช่น การควบคุม ทิศทาง 3) ความสามารถในการสัมผัสและเข้าถึง (Immersibility) นอกจากนี้ยังมีผู้ให้นิยามของการจำลองภาวะเสมือนจริง (Virtual Reality) คำนิยามว่าเป็นภาพที่แสดงผลแบบสามมิติที่ สามารถตอบโต้ได้ทันที ร่วมกับจอแสดงผลที่สามารถให้ผู้ใช้งานเข้ามามีส่วนร่วมในโลกเสมือนนั้น ๆ ผู้ใช้งานสามารถควบคุมทิศทางการรับรู้ของการ จำลองภาวะเสมือนจริงได้โดยมีการตอบโต้ทันทีโดยการจำลองภาวะเสมือนจริงนั้นสามารถเปรียบได้ กับโลกในความเป็นจริง ในการแสดงผลการจำลองภาวะเสมือนจริง

โลกของความเป็นจริงนั้นสามารถ ทำได้หลายทาง โดยสามารถแบ่งระดับความสามารถในการมีส่วนร่วมกับการจำลองภาวะเสมือนจริง ได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) Desktop VR เป็นการใช้อุปกรณ์แบบธรรมดาในการแสดงผลการจำลองภาวะ เสมือนจริงโดยผู้ใช้งานสามารถรับรู้ได้เพียงทางการมองเห็น 2) Video mapping เป็นการแสดงผลโดยมีการปรับเปลี่ยนจาก Desktop VR โดยมีการจับภาพผู้ใช้งานและแสดงผลออกมาเป็นภาพสองมิติร่วมกับการจำลองภาวะเสมือนจริง โดย ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นตัวเองอยู่ในโลกเสมือนจริงนั้น ๆ ได้ 3) Immersive systems เป็นการแสดงผลการจำลองภาวะเสมือนจริงที่ดี

ที่สุด ในการรวมผู้ใช้งานเข้ากับโลกเสมือนจริง โดยปกติจะใช้งานร่วมกับ Head Mounted Display (HMD) โดยผู้ใช้งานสามารถมองเห็นการจำลองภาวะเสมือนจริงในแบบสามมิติในปัจจุบันเราสามารถใช้งาน Head Mounted Display (HMD) ร่วมกับสมาร์ทโฟน โดยสมาร์ทโฟนจะทำหน้าที่เป็นจอในการแสดงภาพภาวะเสมือนจริงนั้น ๆ เช่น Oculus Rift, Google Cardboard หรือ Samsung Gear VR เป็นต้น

1. Nanome

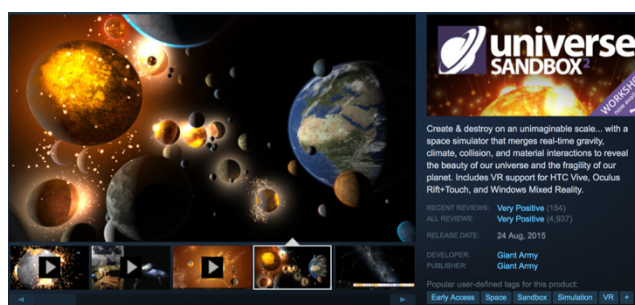


ภาพที่ 2.3 ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองอะตอม โดย Nanome Inc. 2561, จาก

<https://store.steampowered.com/app/493430/Nanome>, สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2562

ลองจินตนาการถึงอนาคตที่วิชาเคมีไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างแท้จริง แต่สามารถเข้าใจ ได้อย่างง่าย ลองจินตนาการถึงความสามารถในการสร้าง โครงสร้าง โมเลกุลของคุณเองออกจากอากาศบางหรือสำรวจความซับซ้อนของเส้นใยดีเอ็นเอหรือเข้าใจว่า ชนิดใดมีลักษณะ เหมือน ในระดับ โมเลกุลเช่นคุณสมบัติ: นำเข้าโครงสร้าง โมเลกุลจาก RCSB Protein Databank, Pubchem และ Drugbank จัดการ โครงสร้าง โมเลกุลโดยการเอื้อมมือออก และหมุนเวียนไปตาม โครงสร้างของโรเตอร์เมอร์ สร้าง ด้วยองค์ประกอบใด ๆ จากตารางธาตุ การจำลองการย่อยเล็กสุดทำซ้ำหรือแบ่งพื้นที่ที่เลือกโครงสร้าง สามารถแก้ไขหรือส่งออกได้อย่างอิสระ สามารถเห็น โครงสร้าง โมเลกุลด้วยไม่ต้องเข้าแลบอีกต่อไป

2. Universe sandbox

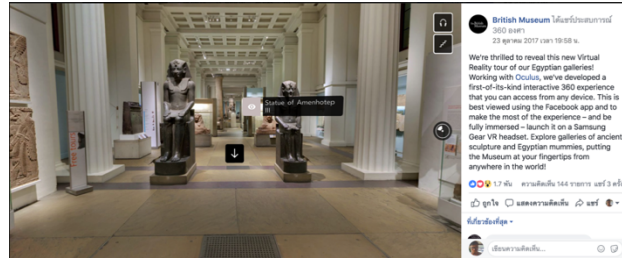


ภาพที่ 2.4 ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองปรากฏการณ์ทางจักรวาล โดย Giant Army, 2558 จาก

https://store.steampowered.com/app/230290/Universe_Sandbox, สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2562

Universe Sandbox เป็นฟิสิกส์ที่ใช้พื้นที่จำลองที่ช่วยให้คุณสามารถสร้างทำลายและโต้ตอบในระดับ unimaginable การรวมตัวกันของแรงโน้มถ่วงแบบเรียลไทม์สภาพภูมิอากาศการปะทะกันและการปฏิสัมพันธ์ทางวัตถุเพื่อเปิดเผยความงามของจักรวาลของเราและความประหลาดของดาวเคราะห์

3. British Museum



ภาพที่ 2.5 ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองพิพิธภัณฑ์ โดย British Museum, 2560 จาก

<https://www.facebook.com/britishmuseum/posts/were-thrilled-to-reveal-this-new-virtual-reality-tour-of-our-egyptian-galleries-/10155813954974723>, สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2562

นำเสนอประสบการณ์ด้านพิพิธภัณฑ์วีอาร์อันหลากหลายซึ่งรวมถึงล่าสุดจากพิพิธภัณฑ์แห่งชาติอังกฤษ มีให้บริการบน Rift and Gear ซึ่งมีแพลตฟอร์มอื่น ๆ ในการพัฒนารวมถึงHoloLens ทำให้อาจเป็นหนึ่งในสถานที่ที่ดีที่สุดในการค้นหาทัวร์พิพิธภัณฑ์เสมือนจริง

4. National Museum of Natural History



ภาพที่ 2.6 ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองพิพิธภัณฑ์ โดย National Museum of Natural

History จาก <https://naturalhistory.si.edu/about/virtual-tour>, สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2562

พิพิธภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงแห่งนี้ในกรุงวอชิงตันมีทัวร์เสมือน(virtual tours) หลายรายการรวมอยู่ในเว็บ การใช้ Web VR หมายความว่าผู้เยี่ยมชมเสมือนสามารถใช้ VR ได้โดยให้เว็บเบราว์เซอร์ที่เปิดใช้งาน Web VR ทัวร์รวมทั้งงานนิทรรศการถาวรและงานแสดงนิทรรศการที่ผ่านมามีการนำเสนอภาพพาโนรามาหลายสิบภาพซึ่งสามารถดูได้จากแผนที่บนหน้าจอหรือลูกศรแบบอินเทอร์แอคทีฟ

5. Rome Reborn: Flight over Ancient Rome



ภาพที่ 2.7 ภาพตัวอย่างของโปรแกรมจำลองสถานที่โบราณ โดย Rome Reborn: Flight over Ancient Rome, 2561 จาก https://store.steampowered.com/app/947330/Rome_Reborn_Flight_over_Ancient_Rome/, สืบค้นเมื่อ 1 มกราคม 2562

คุณเคยปรารถนาที่จะได้เห็นกรุงโรมโบราณที่จุดสูงสุดของอาณาจักรตอนนี้คุณสามารถไปเที่ยวบินในบอลลูนอากาศร้อนทั่วเมืองโบราณที่หายไปในขณะที่ ดูว่าทีมนักโบราณคดีและช่างเทคนิค 3D Reborn ของกรุงโรมได้ดำเนินการอย่างไรในช่วง 22 ปีที่ผ่านมา ผ่านภยานำอาคารหลายพันแห่งของเมืองกลับมาใช้ชีวิตได้อย่างพิถีพิถันเรียนรู้เกี่ยวกับเนินเขาเจ็ดแห่งที่มีชื่อเสียงและลักษณะทางธรรมชาติอื่น ๆ และค้นหาว่าชาวโรมันโบราณอาศัยอยู่อย่างไร, ปกครองและจัดหาตัวเองเอาเวลาไปพักผ่อนหย่อนใจและนมัสการพระเจ้าของพวกเขาคุณฟอรัม Colosseum aqueducts โรงละครย่านจักรพรรดิ Circus Maximus พระราชวังอิมพีเรียลสุสานของ Augustus และ Hadrian พีระมิดแห่ง Cestius และอื่น ๆ อีกมากมาย แอปมีมากกว่า 30 จุดที่น่าสนใจและเนื้อหามากกว่าสองชั่วโมง คุณสามารถจัดระเบียบทัวร์ของคุณด้วยเสรีภาพสมบูรณ์ขณะที่คุณเลื่อนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งคุณสามารถฟังความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสิ่งที่คุณกำลังดูได้ คุณจะเห็นเมืองในลักษณะที่ชาวโรมันโบราณ

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทบทวนแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เรื่อง กระบวนการชุดทางโบราณคดี โดยเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อจำลองภาวะเสมือนจริงของแหล่งทางโบราณคดีและกระบวนการชุดร่วมกับระบบแนะนำใช้เครื่องมือการชุดทางโบราณคดีซึ่งสามารถสรุปเนื้อหาของวิธีการวิจัยได้ดังนี้

- 3.1 ประเภทของงานวิจัย
- 3.2 กระบวนการทำงานวิจัย
- 3.3 ประเภทของกลุ่มผู้ใช้งาน
- 3.4 การกำหนดพื้นที่ศึกษา
- 3.5 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ
- 3.6 แนวความคิดในการเลือกใช้เครื่องมือในการทำงานวิจัย
 - 3.6.1 การเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบ
 - 3.6.2 การเลือกใช้โปรแกรมสร้างระบบ
- 3.7 การวิเคราะห์การทำงานของระบบกับผู้ใช้งาน
 - 3.7.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ
 - 3.7.1.1 แบบประเมินก่อนใช้งานโปรแกรมและ ประเมินหลังใช้งาน โปรแกรม
 - 3.7.1.2 แบบประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้งานในระหว่างที่ใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์
 - 3.7.2 การประเมินความพึงพอใจต่อระบบ
 - 3.7.2.1 การเก็บข้อมูลแบบประเมิน
 - 3.7.2.2 การสร้างแบบประเมิน

3.1 ประเภทของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประเภทศึกษางานวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยการใช้พัฒนาโปรแกรม ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง จนนำไปสู่การพัฒนาาระบบแนะนำกระบวนการชุดทางโบราณคดี ของประตู่ผา จังหวัดลำปาง ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อเสนอแนวทางใหม่ในการนำเสนอข้อมูลภายใต้เรื่อง “กระบวนการชุดทางโบราณคดี”

3.2 กระบวนการทำงานวิจัย

- (1) ศึกษาและรวบรวมกระบวนการและขั้นตอนในการชุดค้นทาง โบราณคดี
- (2) ศึกษาและรวบรวมประวัติศาสตร์แหล่งโบราณคดีประตู่ผา จังหวัดลำปาง
- (3) ศึกษาเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่ใช้ในการให้ข้อมูลในปัจจุบัน
- (4) ศึกษาเทคโนโลยีที่ใช้ในการโปรแกรมจำลองสถานการณ์
- (4) ออกแบบระบบของโปรแกรมจำลองสถานการณ์
- (5) ทดสอบระบบและการใช้งานจริง
- (6) สรุปและประเมินผลด้านประสิทธิภาพในการนำเสนอข้อมูลของ โปรแกรมจำลองสถานการณ์

3.3 ประเภทของกลุ่มผู้ใช้งาน

กลุ่มประชากรสำหรับการทดลองโปรแกรมจำลองสถานการณ์ โดยเทคโนโลยีเสมือนจริง สำหรับใช้แนะนำการกระบวนการชุดทางโบราณคดี อธิบายได้ดังนี้

กลุ่มนักศึกษาจาก คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ นักศึกษาที่มีความสนใจภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ใช้ในการ และเป็น การนำเสนอข้อมูลที่ไม่สามารถแสดงได้ในที่จริงแก่นักศึกษา เช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น หรือพื้นที่บางส่วนที่จำกัดเฉพาะบุคคล เป็นต้น โดยเป็นการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อนำเสนอข้อมูลตามกระบวนการชุดทางโบราณคดี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และความน่าสนใจในการนำเสนอข้อมูลกระบวนการชุดทางโบราณคดีของผู้ใช้ จากการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและทัศนคติของกลุ่มประชากร โดยมีปัจจัยดังต่อไปนี้

อายุ เป็นตัวแปรสำคัญที่แสดงความสัมพันธ์ของพฤติกรรมและทัศนคติของกลุ่ม ประชากรในงานวิจัย โดย Strauss (1991) ได้ให้ความหมายของ Generation ว่าเป็นกลุ่มคนที่เกิด ในช่วงยุคเดียวกัน ทำให้มีพฤติกรรมและทัศนคติที่คล้ายกัน โดยสามารถจัดกลุ่มของช่วงอายุตาม Generation ดังนี้

(1) Baby Boomers ผู้ที่เกิดก่อนปี พ.ศ.2509 โดยเป็นกลุ่มคนที่เกิดขึ้นช่วงหลัง สงครามโลกครั้งที่ 2 เป็นกลุ่มคนที่มีพฤติกรรมอดทนและประหยัดอดออม และมีทัศนคติแบบอนุรักษ์นิยม

(2) Generation X ผู้ที่เกิดในช่วงปี พ.ศ.2509-2536 เป็นกลุ่มคนที่เกิดมาในยุคที่เริ่มมี ความมั่งคั่งแล้ว โดยเริ่มมีการเติบโตของเทคโนโลยี เช่น คอมพิวเตอร์ หรือวิดีโอเกม เป็นต้น

(3) Generation Y ผู้ที่เกิดในช่วงปี พ.ศ.2520-2539 เป็นกลุ่มคนที่เกิดมาพร้อมกับการ พัฒนาทางเทคโนโลยีแล้ว ทำให้คนในกลุ่มช่วงอายุนี้สามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างคล่องแคล่ว

(4) Generation Z ผู้ที่เกิดในช่วงปี พ.ศ.2540 เป็นต้นไป เป็นกลุ่มคนที่เกิดมาพร้อมกับ ความสะดวกสบาย ทางสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยี โดยเป็นกลุ่มคนที่สามารถเรียนรู้การใช้ เทคโนโลยีได้อย่างรวดเร็ว 30 ทั้งนี้พฤติกรรมและทัศนคติของแต่ละบุคคลสามารถเปลี่ยนแปลงได้ อันเนื่องมาจาก ประสบการณ์และการเรียนรู้ โดยจากทฤษฎีการเรียนรู้ สามารถแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน (Citation: Huitt, W, 2011) ได้แก่

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดทฤษฎีการเรียนรู้

พฤติกรรมด้านการรับรู้ (Cognitive)	พฤติกรรมด้านทัศนคติ (Affective)	พฤติกรรมด้านทักษะ (Psychomotor)
(1) การจำสิ่งต่าง ๆ ที่รับรู้มา	(1) ความรู้สึกที่เกิดขึ้นต่อสิ่งเร้า	(1) การรับรู้ด้วยการสังเกต
(2) การทำความเข้าใจในสิ่งที่รับรู้	(2) การตอบสนองต่อสิ่งเร้า	(2) เกิดการทำตาม
(3) การนำความรู้ไปใช้	(3) เกิดคุณค่าหรือค่านิยม	(3) การทำตามอย่างถูกต้อง
(4) การวิเคราะห์ถึงความรู้	(4) การจัดการกับค่านิยมต่าง ๆ	(4) การทำอย่างต่อเนื่องจนเกิดเป็นทักษะ
(5) การสังเคราะห์ความรู้	(5) เกิดบุคลิกภาพ	(5) การทำอย่างเป็นธรรมชาติ
(6) การประเมินความรู้ที่ได้รับ		

หมายเหตุ: จาก ผู้วิจัย, 2562

นอกจากนี้นักศึกษาที่กำลังอยู่ในมหาวิทยาลัยในปัจจุบันนั้นเป็นรอยต่อระหว่าง Generation Y กับ Generation Z เพราะฉะนั้นสามารถสรุปพฤติกรรมที่แตกต่างระหว่าง Generation Y กับ Generation Z สามารถสรุปได้ (MindDojo, 2561) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบระหว่าง Generation Y และ Generation Z

Generation Y	Generation Z
ความอดทนค่อนข้างสูง มีความสนใจหรือจดจ่อกับสิ่งต่าง ๆ ได้นานกว่าบุคคลที่อยู่เกิดในสมัย Generation Z เพราะ เป็นช่วงที่เทคโนโลยีมีกำลังพัฒนาอย่างต่อเนื่องเนื่องจาก เกิดในยุคที่อินเทอร์เน็ตแพร่หลายกว้างขวาง	ความอดทนค่อนข้างต่ำ มีความสนใจหรือจดจ่อกับสิ่งต่าง ๆ ได้ไม่นานเท่ากับบุคคลที่อยู่เกิดในสมัย Generation Y เพราะการประมวลผลเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว สามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่าง Real time เนื่องจากเทคโนโลยีมีการพัฒนาอย่างก้าวกระโดด
ความสามารถใช้งานมันได้อย่างคล่องแคล่วและใช้งานพร้อมกันได้เป็นอย่างดี ทำบุคคลที่อยู่เกิดในสมัย Generation Y สามารถเปลี่ยนจากการเล่นมาเป็นการทำงานได้อย่างรวดเร็ว แสดงให้เห็นถึงทักษะของการทำงานแบบ Multi Tasking เพราะ เนื่องจากเทคโนโลยีมีกำลังพัฒนาๆ เช่น ใช้ Labtop, Smartphone, Tablet จึงทำให้ยุคสมัยของบุคคลที่อยู่เกิดในสมัย Generation Y ต้องมีการปรับตัวเข้ากับยุคสมัย	ความสามารถใช้งานมันได้อย่างคล่องแคล่วและใช้งานพร้อมกันจากน้อยกว่าบุคคลที่อยู่เกิดในสมัย Generation Y เพราะเทคโนโลยีนั้นมีการพัฒนาขึ้นแต่ด้วยความสามารถของบุคคลที่อยู่เกิดในสมัย Generation Z นั้นทำให้มีการสร้างพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ได้ง่ายกว่า Generation Y จึงทำให้การทำงานแบบ Multi Tasking จะ ไม่พบใน Generation Z

หมายเหตุ: จาก ผู้วิจัย, 2562

จากตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบระหว่าง Generation Y และ Generation Z ซึ่งมีผลต่อด้านการประเมินพฤติกรรมในการสังเกตพฤติกรรมในการใช้งานโปรแกรมการวิจัยครั้งนี้เนื่องมาจากมหาวิทยาลัยในยุคปัจจุบันนั้นเป็นรอยต่อระหว่าง Generation Y กับ Generation Z จึงมีความเป็นไปได้ทำให้เกิดแสดงการออกด้านพฤติกรรมในการใช้งานภายในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อผลการประเมินความรู้

3.4 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

จากวัตถุประสงค์ในงานวิจัยที่ต้องการพัฒนาผลงานประเภทโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เรื่องกระบวนการชุดทางโบราณคดี โดยเทคโนโลยีเสมือนจริง ดังนั้นจึงเลือกพื้นที่ศึกษาและทดสอบระบบโดยผู้วิจัยได้ทำการเลือก พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ ตำบล ช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ การทดลองศึกษา เนื่องจากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ ได้มีการจัดสร้างโปรแกรมจำลองโปรแกรมจำลองสถานการณ์เรื่อง กระบวนการชุดวัตถุโบราณแต่โปรแกรมนั้น มีปัญหา 3 ได้แก่

(1) กราฟิกภายในโปรแกรมเป็นกราฟฟิก 2 มิติ จึงทำให้เกิดความไม่ชัดเจนด้านการรับรู้จึงมีความเป็นไปได้ในแง่ของความรู้ที่ผิดพลาด

(2) คำอธิบายภายในระบบจำนวนมากเกินกว่าความจำเป็นจึงไม่ก่อให้เกิดความสนุกสนานในการใช้งานภายในระบบ

(3) สื่อที่พัฒนาไม่มีแรงปะทะเท่าที่ควรจึงทำให้ขาดความน่าสนใจต่อการใช้งาน

โปรแกรมจำลองสถานการณ์ทางผู้วิจัยพัฒนาและคิดค้นด้วยมีการอ้างอิงจาก พิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ เชียงใหม่ และรายงานการขุดแต่ง โบราณสถาน วัด โลก(ระยะที่2) บ้านวังหิน ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เรื่องการดำเนินงานขุดแต่ง โบราณสถานและขุดค้นทางโบราณคดี (ห้างหุ้นส่วนจำกัด ปุราณรักษ์, 2552) เพื่อใช้ประกอบระหว่างการพัฒนาโปรแกรม

สถานที่ที่จำลองให้ผู้ผู้ใช้เข้าถึงคือ แหล่งโบราณคดีประตู่ผา จังหวัดลำปางเนื่องจากเคยเป็นสถานที่ในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ที่สำคัญเนื่องจากด้วยมีหลักฐานทางโบราณคดีที่ชัดเจนที่หนึ่งในภาคเหนือและเป็นสถานที่ได้รับการตรวจจากกรมศิลปากรที่ 7 เป็นเรียบร้อยจึงทำให้เกิดความน่าเชื่อถือ

3.5 การวิเคราะห์ความต้องการของระบบ

การวิเคราะห์ความต้องการของระบบเป็นการศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย เพื่อ นำเสนอข้อมูลของกระบวนการขุดทางโบราณคดี เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้มากขึ้น เพื่อกำหนดแนวทางในการออกแบบโครงสร้างของระบบในขั้นตอนต่อไป โดยวิเคราะห์ความต้องการของระบบ จากการใช้สื่อในภายในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ เช่น หนังสือหรือแผ่นพับ คำอธิบายตามหัว หรือเว็บไซต์ เป็นต้น และปัญหาของโปรแกรมจำลองกระบวนการขุดทางโบราณคดี โดยปัญหาที่พบหลัก 3 ข้อ ได้แก่

(1) กราฟิกภายในโปรแกรมเป็นกราฟฟิก 2 มิติ จึงทำให้เกิดความไม่ชัดเจนด้านการรับรู้จึงมีความเป็นไปได้ในแง่ของความรู้ที่ผิดพลาด

(2) คำอธิบายภายในระบบจำนวนมากเกินกว่าความจำเป็นจึงไม่ก่อให้เกิดความสนุกสนานในการใช้งานภายในระบบ

(3) สื่อที่พัฒนาไม่มีแรงปะทะเท่าที่ควรจึงทำให้ขาดความน่าสนใจต่อการใช้งาน

ปัจจุบัน เทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในการนำเสนอข้อมูลของพื้นที่พิพิธภัณฑ์ในมากขึ้น เช่น การ นำเสนอข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ การใช้สื่อมัลติมีเดียและเทคโนโลยีในหลากหลายรูปแบบ เช่น การจำลองภาวะเสมือนจริงของสถานที่พิพิธภัณฑ์ (Virtual Museum) ที่สามารถจำลองสถานที่ที่ไม่สามารถไปได้หรือยากที่เข้าถึง แสดงได้ในสถานที่จริงและสามารถสร้างจินตภาพ (Visualize) ให้แก่นักผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถ รับข้อมูลได้โดยไม่ต้องอยู่ในสถานที่นั้น ๆ จากที่กล่าวมาผู้วิจัยเล็งเห็นถึงความสำคัญในการให้ข้อมูลในสถานที่จริงและสามารถสร้างจินตภาพ ที่จำลองเรื่องเกี่ยวกับกระบวนการชุดซึ่งเป็น ปัจจัยหนึ่งในการทำให้บุคคลที่สนใจสามารถเข้าถึงธรรมชาติของการชุดทางโบราณคดีได้รวมไปถึงสร้างความตระหนักถึงความสำคัญของประวัติศาสตร์ โดยการ พัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์เรื่อง กระบวนการชุดทางโบราณคดี เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้นและ สามารถใช้ได้ทุกพื้นที่ไม่จำเป็นต้องอยู่ภายในพิพิธภัณฑ์ ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อ เพิ่มความหลากหลายในการนำเสนอข้อมูลและสร้างจินตภาพแก่ผู้ใช้งาน โดยผ่านโปรแกรมจำลอง โปรแกรมจำลองสถานการณ์

3.6 แนวความคิดในการเลือกใช้เครื่องมือในการทำงานวิจัย

3.6.1 การเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบ

จากการศึกษาการเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบการจำลองเสมือนจริง(Virtual Reality)มีเทคโนโลยี 2 ค่ายที่ได้รับความนิยม HTC VIVE Virtual Reality System กับ Oculus rift Virtual Reality System โดยวิเคราะห์ ระบบได้ดังตารางที่ 3.3, 3.4 และ 3.5

ตารางที่ 3.3 ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality System กับ oculus rift Virtual Reality System

HTC VIVE Virtual Reality System	Oculus rift Virtual Reality System
ข้อดี (1) ตรวจจับพื้นที่ 3 มิติได้ดีที่สุดกว่ารุ่นอื่นๆ (2) เดินไปมารอบ ๆ ห้องได้อิสระคล่องตัว เพราะมีพื้นที่กว้างจึงทำอิสระคล่องตัวมากกว่า ค่ายอื่นๆ (3) มีจอยคอนโทรลเลอร์ 2 ตัวพร้อมใช้ทันที	ข้อดี (1) สวมใส่สบายมีน้ำหนักเบา(0.47 กิโลกรัม) (2) มีรีโมทควบคุมเมนูด้วยไม่ต้องมาปรับเอง (3) มีจอย Xbox One แถมมาให้

ตารางที่ 3.3 ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality System กับ oculus rift

Virtual Reality System (ต่อ)

ข้อเสีย	ข้อเสีย
(4) มีราคาแพงมาก (\$800 หรือ 27,600 บาท)	(4) จอข Oculus Touch ขายแยก (\$150 – \$200 หรือประมาณ 5,100-6,900 บาท)
(5) ใช้พื้นที่มาก (ประมาณ 5.7 ตารางเมตร เป็นด้านยาวประมาณ 3 เมตร และด้านกว้างประมาณ 1.9)	(5) เดินรอบ ๆ ห้องได้ไม่สะดวก (ประมาณ ยาว 1 เมตร และด้านกว้างประมาณ 1 เมตร สูงสุดประมาณ ยาว 3 เมตร และด้านกว้างประมาณ 3 เมตร)
(6) สวมใส่ไม่สบาย, น้ำหนักเยอะ (5.32 กิโลกรัม)	

หมายเหตุ: จาก ผู้วิจัย, 2562 อ้างอิง จาก <https://notebookspec.com/2-best-virtual-reality-headset/364283/>

, แนะนำ HTC Vive และ Oculus Rift กับ Virtual Realty สำหรับเล่นเกมคมชัดสมจริงและมี.

ราคาน่าซื้อ

ตารางที่ 3.4 ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality Hardware กับ Oculus rift

Virtual Reality Hardware

HTC VIVE Virtual Reality System	Oculus rift Virtual Reality System
Headset Specs Screen: Dual AMOLED 3.6’’ diagonal	Resolution: 2160×1200 (1080×1200 per eye)
Resolution: 1080 x 1200 pixels per eye (2160 x 1200 pixels combined)	Pixel Density: 456ppi
Refresh rate: 90 Hz	Screen Type: Pentile AMOLED
Field of view: 110	Refresh Rate: 90Hz
degrees Safety features: Chaperone play area boundaries and front-facing camera	Field of View: 110°
Sensors: SteamVR Tracking, G-sensor, gyroscope, proximity	Optics: Hybrid Fresnel lenses
Connections: HDMI, USB 2.0, stereo 3.5 mm headphone jack, Power, Bluetooth	IPD: Variable 58-71mm
	Sensors: Accelerometer Gyroscope Magnetometer

ตารางที่ 3.4 ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality Hardware กับ oculus rift

Virtual Reality Hardware (ต่อ)

HTC VIVE Virtual Reality System	Oculus rift Virtual Reality System
<p>Input: Integrated microphone Eye</p> <p>Relief: Interpupillary distance and lens distance adjustment Controller specs</p> <p>charge: Approx. 6 hours</p> <p>Connections: Micro-USB charging port</p> <p>Tracked area requirements Standing /</p> <p>seated: No min. space requirements</p> <p>Room-scale:6'6'' x 5' min. room size, 16'4'' max</p> <p>Price: \$800</p>	<p>Tracking: Non-room scale by default 6DoF external Constellation camera 360-degree IR LED head tracking</p> <p>Mixed Reality: Passthrough (Non-stereo-correct viewer)</p> <p>Headphones: "3D audio" headphones</p> <p>Headphone jack Design Twists First model</p> <p>Connectivity: HDMI 1.3, USB 3.0 (4-meter headset), USB 2.0</p> <p>Controllers: Oculus Touch with 180-degree front-facing tracking support</p> <p>Weight: 470g Release</p> <p>Date: March 28, 2016 Current</p> <p>Price: \$349</p>

หมายเหตุ: จาก ผู้วิจัย, 2562

ตารางที่ 3.5 ตารางเปรียบเทียบความต้องการของ ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality System กับ oculus rift Virtual Reality System

HTC VIVE Virtual Reality System	Oculus rift Virtual Reality System
<p>Requirements:</p> <p>Graphics: NVIDIA® GeForce® GTX 1060 or AMD Radeon™ RX 480, equivalent or better Processor: Intel® Core™ i5-4590 or AMD FX™ 8350, equivalent or better</p>	<p>Requirements:</p> <p>Graphics: Nvidia GeForce® GTX 1050Ti or AMD Radeon RX 470 0, equivalent or better Processor: Intel i3-6100 or AMD Ryzen 3 1200</p>

ตารางที่ 3.5 ตารางเปรียบเทียบความต้องการของ ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ระหว่าง HTC VIVE Virtual Reality System กับ oculus rift Virtual Reality System (ต่อ)

HTC VIVE Virtual Reality System	Oculus rift Virtual Reality System
Memory: 4 GB RAM or more Video out: HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 or newer USB ports: 1x USB 2.0 or better port Operating system: Windows® 7 SP1, Windows® 8.1 or later, Windows® 10	Memory: 8GB RAM or more Video out: HDMI 1.4, DisplayPort 1.2 or newer USB ports: 1 USB 3.0 and 2 USB 2.0 ports Operating system: Windows® 7 SP1, Windows® 8.1 or later, Windows® 10

หมายเหตุ: ตารางที่ 3.4 และ 3.5 จาก ผู้วิจัย, 2562 อ้างอิง โดย HTC Corporation (2019) จาก <https://www.vive.com/us/product/vive-virtual-reality-system>, SPECS & DETAILS, HORWITZ (2019) จาก <https://venturebeat.com/2019/03/20/oculus-rift-s-versus-oculus-rift-the-spec-comparison-chart/>, Oculus Rift S versus Oculus Rift: the spec comparison chart

จากการตารางที่ 3.4, 3.5 และ 3.6 สามารถสรุปได้ว่าการเลือกใช้เครื่องมือในการพัฒนาระบบการจำลองเสมือนจริง (Virtual Reality) มีเทคโนโลยี 2 ค่าที่ได้รับค่านิยม HTC VIVE Virtual Reality กับ oculus rift Virtual Reality ทั้ง System และ Hardware โดยวิเคราะห์ ผู้วิจัยเลือกใช้ HTC VIVE Virtual Reality เพราะเนื่องมาจาก 1) ตรวจจับพื้นที่ 3 มิติได้ดีที่สุดกว่ารุ่นอื่นๆ 2) เดินไปมารอบ ๆ ห้องได้อิสระคล่องตัว เพราะมีพื้นที่กว้างจึงทำอิสระคล่องตัวมากกว่าค่ายอื่นๆ

3.6.3 การเลือกใช้โปรแกรมเกมเอนจินสร้างระบบ

จากการศึกษาเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในการเลือกใช้โปรแกรมเกมเอนจินสร้างระบบสำหรับจำลองเสมือนจริง (Virtual Reality) มีทั้งหมด 3 โปรแกรม unity engine , unreal engine, CryEngine3 โดยวิเคราะห์ระบบได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางเปรียบเทียบ ระหว่าง Unity engine, Unreal engine และ CryEngine3

Unity engine	Unreal engine	CryEngine3
<p>(1) สามารถเข้าถึงได้ง่าย. แม้ว่าจะไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีก็ตาม</p> <p>(2) ข้ามแพลตฟอร์มซึ่งช่วยให้นักพัฒนาเกมสามารถสลับแพลตฟอร์มเกมใดก็ได้ระหว่าง Android, Blackberry, iOS และ Windows เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรวมข้ามแพลตฟอร์มของ Unity รองรับแพลตฟอร์มได้มากถึง 25 แพลตฟอร์ม</p> <p>(3) ชุมชนซึ่งสามารถช่วยเหลือคุณได้ทันที</p> <p>(4) การรองรับรูปแบบไฟล์. จำนวนมากที่ใช้ในแอปพลิเคชัน 3D ชั้นนำ ได้แก่ 3D Max, Blender, CINEMA, Maya, Softimage และอื่นๆ</p> <p>(5) นอกจากนี้ผู้พัฒนาเกมยังสามารถใช้โมเดล 3 มิติฟรีแบบจ่ายเงินมากกว่า 15,000</p>	<p>(1) Unreal Engine 4 มาพร้อมกับกราฟิกที่น่าทึ่งซึ่งให้ประสบการณ์การเล่นเกมที่สมจริงพร้อมคุณสมบัติเช่นไฟแบบไดนามิกขั้นสูง</p> <p>(2) มีอิสระในการทำงานอย่างสมบูรณ์อย่างไรก็ตามคุณต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์ 5% จากเงินที่คุณได้รับจากเกมที่ออกแบบโดย Unreal Engine</p> <p>(3) เทคโนโลยี Blueprint Visual Scripting ซึ่งช่วยให้คุณสร้างเกมโดยใช้ Blueprint เท่านั้น แม้แต่ผู้ใช้ไม่ใช่โปรแกรมเมอร์ก็สามารถเขียนโค้ดและสร้างเกม</p> <p>(4) เอนจินนี้ก็คือมันไม่สามารถพัฒนาเกมสำหรับเครื่องเล่นคอนโซลรุ่นก่อนๆ ได้</p>	<p>(1) CryEngine ใช้เวลาในการสร้างน้อยในการใช้แพลตฟอร์มนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่ยากกว่าที่จะเข้าใจสำหรับผู้เริ่มต้น</p> <p>(2) รองรับ Virtual Reality และมีเอฟเฟกต์ภาพที่น่าอัศจรรย์รวมถึงหมอกที่มีปริมาตรและระบบการแสดงผลบนคลาวด์ซึ่งทำให้มีการเรนเดอร์อวกาศแบบ 3 มิติเต็มรูปแบบ</p> <p>(3) มีอิสระในการทำงานอย่างสมบูรณ์อย่างไรก็ตามคุณต้องจ่ายค่าลิขสิทธิ์ 5% จากเงินที่คุณได้รับจากเกมที่ออกแบบโดย CryEngine</p> <p>(4) CryEngine ยังมีฟอรัม Q&A แบบเรียลไทม์ CryEngine Answers</p> <p>(5) CryEngine นั้นมีความสามารถในการสร้างเกมกราฟิกสูงเช่นกัน</p>

หมายเหตุ: สรุปรโดย ผู้วิจัย, 2562 จาก <https://medium.com/@thinkwik/cryengine-vs-unreal-vs-unity-select-the-best-game-engine-eaca64c60e3e>, CryEngine vs Unreal vs Unity: Select the Best Game Engine

จากการตารางที่ 3.7 สามารถสรุปได้ว่า การเลือกใช้โปรแกรมเกมเอนจินสร้างระบบ สำหรับจำลองเสมือนจริง (Virtual Reality) มีทั้งหมด 3 โปรแกรม Unity engine ,Unreal engine, CryEngine3 โดยวิเคราะห์ ผู้เลือกใช้ Unity engine เพราะ 1) สามารถเข้าถึงได้ง่ายแม้ว่าจะไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีก็ตาม 2) ข้ามแพลตฟอร์มซึ่งช่วยให้นักพัฒนาเกมสามารถสลับแพลตฟอร์มเกมใดก็ได้ระหว่างแพลตฟอร์ม 3) ฟรีในการใช้งานโปรแกรมเกมเอนจิน

3.7 การวิเคราะห์การทำงานของระบบกับผู้ใช้งาน

3.7.1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

โดยผู้วิจัยได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยการทดสอบการทำงานของระบบและตรวจสอบความถูกต้องของผู้ใช้ก่อนใช้งาน โปรแกรมจำลองสถานการณ์ อุปกรณ์ด้วยการวัดความถี่ที่เกิดขึ้นของระบบ โดยผู้วิจัยทำการทดสอบในหอนิทรรศการศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จำนวน 10 คนและมีเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของ 3 แบบทดสอบ ระบบดังนี้

ความถูกต้องมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ หมายถึง ระบบมีความแม่นยำมาก

ความถูกต้องระหว่าง 61 ถึง 79 เปอร์เซ็นต์ หมายถึง ระบบมีความแม่นยำปานกลาง

ความถูกต้องน้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ หมายถึง ระบบมีความแม่นยำน้อย

3.7.2 การประเมินความพึงพอใจต่อระบบ

3.7.2.1 การเก็บข้อมูลแบบประเมิน

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มประชากรในงานวิจัย คือ คณะจิตรศิลป์ สาขาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ บุคคลที่มีความสนใจ ภายใน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีรายละเอียดในการเก็บข้อมูลดังนี้

(1) ลักษณะทั่วไปของผู้ใช้งาน ได้แก่ชื่อของผู้เข้าร่วมการทดลอง, นามสกุลของผู้เข้าร่วมการทดลอง,เพศ, อาชีพที่ทำอยู่ในปัจจุบัน, งานอดิเรก, ความสนใจเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงต่อผู้เข้าร่วมการทดลอง

(2) แบบประเมินวัดประสิทธิภาพสื่อ โดยผู้เข้าร่วมการทดลอง: วัดประสิทธิภาพในก่อนใช้งานโปรแกรมจำลอง ด้วยมีการตั้งคำถามคือ จงอธิบายหลักการเลือกใช้เครื่องมือสำคัญสำหรับ ชุดโบราณวัตถุว่ามีกี่ชนิดและแต่ละชนิดใช้ในงานชุดลักษณะใดเพราะเหตุผลใด ?

(3) แบบสังเกตพฤติกรรมผู้เข้าร่วมการทดลอง ได้แก่ ความสนใจต่อเนื้อหาภายในโปรแกรม, ความสนใจต่อระบบภายในโปรแกรม, พฤติกรรมของการใช้อุปกรณ์ (VR) ในใช้งานโปรแกรม, พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือขุดในใช้งานโปรแกรม, พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ อีเต้อ (Pickaxe), พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ พลั่ว (Shovel,) พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ, เกวียง (Scraper)และ พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ แปรง (Brush)

(4) แบบประเมินวัดประสิทธิภาพสื่อ โดยผู้เข้าร่วมการทดลอง : วัดประสิทธิภาพในหลังใช้งานโปรแกรมจำลอง ด้วยมีการตั้งคำถามคือ จงอธิบายหลักการเลือกใช้เครื่องมือสำคัญสำหรับขุดโบราณวัตถุว่ามีกี่ชนิดและแต่ละชนิดใช้ในงานขุดลักษณะใดเพราะเหตุผลใด

(5) แบบสอบถามความพึงพอใจในการเล่นเกมบนเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง ได้แก่ ด้านการรับรู้ (Perception), เนื้อหาภายในโปรแกรมระบบภายในโปรแกรม, ระบบแนะนำการใช้งานภายในโปรแกรม, การประเมินผลทางคอมพิวเตอร์ (Performance)

3.7.2.2 การสร้างแบบประเมิน

ในการสร้างแบบประเมินการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ผู้ใช้งาน มีการแบ่งส่วนประกอบของแบบประเมินเป็น 3 แบบ คือ แบบประเมินก่อนใช้งานโปรแกรมและ ประเมินหลังใช้งานโปรแกรม และแบบประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้งานในระหว่างที่เล่นเกมผู้วิจัยเป็นผู้วัด ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

3.7.2.2.1 แบบประเมินก่อนใช้งานโปรแกรมและ ประเมินหลังใช้งานโปรแกรม

แบบประเมินก่อนใช้งานโปรแกรมและ ประเมินหลังใช้งานโปรแกรมผ่านในแบบประเมินนี้มีข้อสอบอัตนัยด้วยมีจำนวน 1 ข้อ โดยตั้งคำถามคือ “จงอธิบายหลักการเลือกใช้เครื่องมือสำคัญสำหรับขุดโบราณวัตถุว่ามีกี่ชนิดและแต่ละชนิดใช้ในงานขุดลักษณะใดเพราะเหตุผลใด ” เวลาในการทำข้อสอบคือ 30 นาที ด้วยหลังการให้คะแนนตามตาราง 3.8 ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ตารางหลักเกณฑ์ให้คะแนนของแบบประเมินก่อนใช้งาน โปรแกรมและ ประเมิน หลังใช้งาน โปรแกรมผ่านในแบบประเมิน

คำถาม	หลักการให้คะแนน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. การเรียกชื่อ เครื่องมือ สำหรับ ขุดหาโบราณวัตถุ	สามารถเขียน ถูกต้องทั้ง ภาษาไทยหรือ อังกฤษครบ ได้ ทั้งหมด	สามารถเขียน ถูกต้องทั้ง ภาษาไทยหรือ อังกฤษได้ ส่วนมาก	สามารถเขียน ถูกต้องทั้ง ภาษาไทยหรือ อังกฤษได้ ครั้งหนึ่ง	สามารถเขียน ถูกต้องทั้ง ภาษาไทยหรือ อังกฤษได้ บางส่วน	ไม่ สามารถ ให้คำตอบ ได้
2. ลักษณะการใช้ งานเครื่องมือที่ใช้ สำหรับขุดหา โบราณวัตถุ	สามารถอธิบายได้ อย่างชัดเจนว่า เครื่องมือชนิดใด ใช้สำหรับทำ อะไร	สามารถอธิบาย ได้ส่วนมาก ว่า เครื่องมือชนิดใด ใช้สำหรับทำ อะไร	สามารถอธิบาย ได้ครั้งหนึ่งว่า เครื่องมือชนิดใด ใช้สำหรับทำ อะไร	สามารถอธิบาย ได้บางส่วน ว่า เครื่องมือชนิดใด ใช้สำหรับทำ อะไร	ไม่ สามารถ ให้คำตอบ ได้
3. ลำดับการใช้ เครื่องใช้สำหรับ ขุดหาโบราณวัตถุ	สามารถอธิบายได้ อย่างชัดเจนว่า เครื่องมือใดใช้ ก่อนหลัง	สามารถอธิบาย ได้ส่วนมาก ว่า เครื่องใดใช้ ก่อนหลัง	สามารถอธิบาย ได้ได้ครั้งหนึ่งว่า เครื่องใดใช้ ก่อนหลัง	สามารถอธิบาย ได้บางส่วนเครื่อง ใดใช้ก่อนหลัง	ไม่ สามารถ ให้คำตอบ ได้

3.7.2.2.2 แบบประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้งานในระหว่างที่ใช้งานโปรแกรม

จำลองสถานการณ์

ผู้วิจัยเป็นผู้วัดและประเมินผลในแบบประเมินพฤติกรรมในระหว่างที่ ผู้ใช้งาน โปรแกรมมี 2 ส่วนคือ 1. พฤติกรรมผู้ใช้ที่แสดงออกถึงความสนใจในเนื้อหา 2. พฤติกรรมของ การใช้งาน โปรแกรม เช่น พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ พลั่ว (Shovel) ด้วยมีหลักเกณฑ์ให้คะแนนมี รายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.8 แบบประเมินพฤติกรรมของผู้ใช้งานในระหว่างที่โปรแกรมจำลองสถานการณ์ผู้วิจัยเป็นผู้วัดและประเมินผลในแบบประเมิน

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
ดีเยี่ยม	ได้คะแนนรวมระหว่าง 20-24 คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งต่ำกว่า 2 คะแนน
ดี	ได้คะแนนรวมระหว่าง 13-19 คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งได้ 0 คะแนน
ผ่าน	ได้คะแนนรวมระหว่าง 8-13 คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งได้ 0 คะแนน
ไม่ผ่าน	ได้คะแนนรวม ระหว่าง 0 – 7 คะแนน

3.7.2.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของโปรแกรมจำลองสถานการณ์

โดยรูปแบบของแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้งานของโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เป็นคำถามแบบเรียงลำดับ โดยผู้ตอบเรียงลำดับคะแนนในการประเมินตั้งแต่ น้อยที่สุด ถึงมากที่สุด โดยเกณฑ์การ ให้คะแนน

- ผู้วิจัยได้ให้คะแนนดังนี้
- 1 คะแนน สำหรับความเห็นด้วยน้อยที่สุด
 - 2 คะแนน สำหรับความเห็นด้วยน้อย
 - 3 คะแนน สำหรับความเห็นด้วยปานกลาง
 - 4 คะแนน สำหรับความเห็นด้วยมาก
 - 5 คะแนน สำหรับความเห็นด้วยมากที่สุด

บทที่ 4

การพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์

การออกแบบโปรแกรมจำลองสถานการณ์นั้นผู้ใช้โปรแกรม Unity engine เทคโนโลยีเสมือนจริงของ HTC VIVE Virtual Reality System ในการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์ด้วยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ตัวอย่างโปรแกรมจำลองสถานการณ์

4.2 หลักการออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง

4.2.1 ระบบแนะนำการใช้งานโปรแกรม

4.2.2 หลักการลดการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์

4.3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์

4.3.1 ออกแบบระบบโปรแกรมจำลองสถานการณ์

4.3.1.1 ภาพรวม (Overview)

4.3.1.1.1 Genre

4.3.1.1.2 Features

4.3.1.1.3 Rough story

4.3.1.1.4 Gameplay

4.3.1.1.5 Rough GUI

4.3.1.2 ออกแบบระบบการใช้งาน

4.3.1.2.1 ออกแบบฉาก

4.3.1.2.2 ใช้การทำงานภายในโปรแกรม ([pillar] Mechani

4.3.1.3 เป้าหมายและรางวัล (Goal and Reward)

4.3.1.3.1 Short term Goal

4.3.1.3.2 Medium term goal

4.3.1.3.3 Long Term Goal

4.1 ตัวอย่างโปรแกรมจำลองสถานการณ์

ศึกษาตัวอย่างการพัฒนาของโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อนำเป็นแนวทางในการพัฒนาพัฒนาในโปรแกรมจำลองสถานการณ์มีตามเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีทั้ง 5 โปรแกรมด้วยกันซึ่งสามารถสรุปตามตารางที่ 4.1 ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบโปรแกรมจำลองสถานการณ์

โปรแกรมจำลองสถานการณ์	รายละเอียด	ข้อดี	ข้อเสีย
Nanome	เป็นโปรแกรมจำลองถึงโครงสร้างโมเลกุลของวัตถุต่างๆตามหลักการทางเคมีเช่น โครงสร้างดีเอ็นเอมีลักษณะอย่างไรและชนิดใดบางจนก่อให้เกิดเป็นโครงสร้างโมเลกุลโดยโปรแกรมการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้อย่างง่ายต่อการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง	<ul style="list-style-type: none"> - ความสามารถในการเห็นโมเลกุลในชีวิตจริง - ความสามารถ สำหรับการจับบันทึกย่อหรือชื่อของโมเลกุล - การควบคุมของการผสมผสานของโมเลกุลได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีเสียง - ไม่มีโครงสร้างการลบจาก - การบันทึกบางครั้งบันทึกไม่ได้ - ไม่มีเครื่องมือสำหรับการเว้นระยะอะตอมหรือเครื่องมือเช่นไม้บรรทัด / snap สำหรับเส้นตรงและโมเลกุลที่ดี - เนื้อหาไม่มากโดยทั่วไป ณขณะนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบโปรแกรมจำลองสถานการณ์(ต่อ)

	รายละเอียด	ข้อดี	ข้อเสีย
National Museum of Natural History	พิพิธภัณฑ์ที่มีชื่อเสียง แห่งนี้ในกรุงวอชิงตันมี ทัวร์เสมือนจริง(virtual tours)ใช้สำหรับWebVR หมายความว่าผู้เยี่ยมชม เสมือนสามารถใช้VR ได้รวมทั้งงานภายใน นิทรรศการถาวรและ งานแสดงนิทรรศการที่ ผ่านมามีการนำเสนอ ภาพพาโนรามาหลาย สิบภาพซึ่งสามารถดูได้ จากแผนที่บนหน้าจอ หรือลูกศรแบบอินเทอร์ แอคทีฟ	-เป็นโปรแกรมสำหรับบุคคล ที่ไม่ได้สถานที่จริง -ได้ทั้ง Window OS แลพ Mac Osx -สามารถเห็นรูปปั้นสัตว์ ต่างๆพร้อมคำอธิบาย -ใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ได้ -เริ่มมี interface ที่สวยงาม	- ไม่มีการโต้ตอบทางระบบจึง ทำให้ขาดความน่าสนใจในการ ใช้งาน - UI ที่แล้วดูค่อนข้างยาก
Rome Reborn: Flight over Ancient Rome	แอปนี้จะพาไปให้เห็น โรมันโบราณเมือง ลักษณะอย่างไรมีสถานที่ ที่มากกว่า30จุดภายในที่ น่าสนใจ คุณสามารถจัด ระเบียบทัวร์ของคุณด้วย เสรีภาพพร้อมความเห็น จากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับสิ่งที่ คุณกำลังดูได้	- โหมด VR ด้วยการ สนับสนุน HTC Vive - เห็นสภาพเมืองโรมัน โบราณได้ เป็นสิ่งที่ไม่ สามารถในปัจจุบัน -โมเดลทางสถาปัตยกรรม สมัยเมืองโรมันโบราณได้ ค่อนข้างสวย -สามารถใช้อ้างอิงได้	- ไม่มีการโต้ตอบทางระบบจึง ทำให้ขาดความน่าสนใจในการ ใช้งาน -ราคาค่อนข้างแพง (249 บาท) ถ้าเปรียบเทียบสิ่งที่ได้รับ

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบโปรแกรมจำลองสถานการณ์(ต่อ)

โปรแกรม จำลอง สถานการณ์	รายละเอียด	ข้อดี	ข้อเสีย
Universe sandbox	Universe Sandbox เป็นฟิสิกส์ที่ใช้พื้นที่จำลองที่ช่วยให้คุณ สามารถสร้างทำลาย และโต้ตอบในระดับที่สามารถพบเจอได้ใน ปกติ การรวมตัวกัน ของแรงโน้มถ่วงแบบเรียลไทม์สภาพ ภูมิอากาศการปะทะ กันและการ ปฏิสัมพันธ์ทางวัตถุ เพื่อเปิดเผยความงาม ของจักรวาลของเรา	<ul style="list-style-type: none"> - โหมด VR ด้วยการ สนับสนุน HTC Vive, Oculus Rift + Touch และ Windows Mixed Reality - ได้ทั้ง Window OS แลพ Mac Osx - การจำลองแรงโน้มถ่วงตาม เวลาจริงแบบ n-body แบบโต้ตอบ - เปลี่ยนคุณสมบัติของวัตถุใด ๆ ได้ตลอดเวลา - ฟิสิกส์จริงข้อมูลจริงหน่วยจริงวิทยาศาสตร์จริง 	<ul style="list-style-type: none"> - ราคาค่อนข้างแพง (319 บาท) - เนื้อหาที่มีเฉพาะทางจึงทำให้ไม่เหมาะสมกับบุคคลทั่วไป
British Museum	นำเสนอประสบการณ์ด้านหลากหลายซึ่งรวมถึงล่าสุดจากพิพิธภัณฑ์แห่งชาติอังกฤษ มีให้บริการบน Rift and Gear ซึ่ง มีแพลตฟอร์มอื่น ๆ ในการพัฒนารวมถึง HoloLens ทำให้ กลายเป็นหนึ่งใน สถานที่ที่ดีที่สุด	<ul style="list-style-type: none"> - เป็นโปรแกรมสำหรับบุคคลที่ไม่ได้สถานที่จริง - ได้ทั้ง Window OS และ Mac Osx - สามารถเห็นวัตถุโบราณได้จริง พร้อมรายละเอียดของวัตถุโบราณ - ใช้งานบนเว็บเบราว์เซอร์ได้ 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่มีการโต้ตอบทางระบบจึงทำให้ขาดความน่าสนใจในการใช้งาน - การนำเสนอข้อมูลมีแต่ตัวอักษร

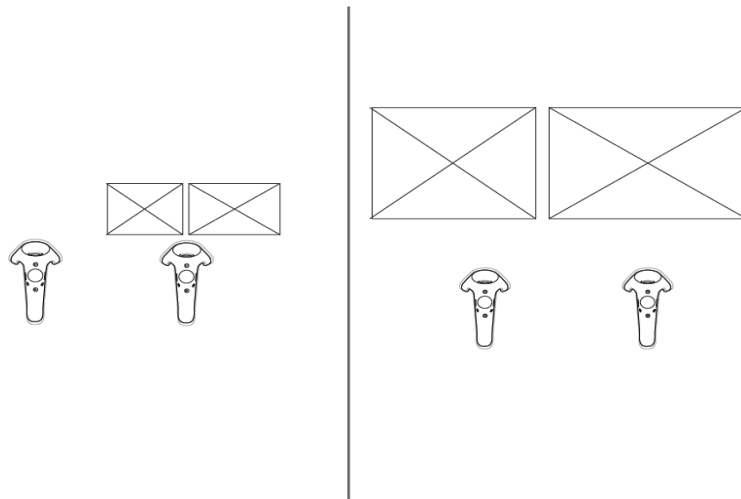
ผลการสรุปตารางที่ 4.1 พบว่าโปรแกรมจำลองสถานการณ์นี้มีผลตอบรับที่ค่อนข้างดี เพราะด้วยเป็นที่เข้ามาตอบสนองกับความต้องการของตลาดในปัจจุบัน และวงการศึกษาอีกด้วย แต่ด้วยโปรแกรมยังพบกับปัญหาด้านต่างๆจึงสามารถสรุปข้อเสียหลักๆประมาณ 3 ข้อด้วยกันคือ 1) ราคาค่อนข้างแพง ถ้าเปรียบเทียบกับโปรแกรมจำลองแบบอื่นๆ 2) ไม่ค่อยการโต้ทางระบบมากมีแค่เดินเพียงอย่างเดียว 3) การนำเสนอข้อมูลขาดความน่าสนใจ

4.2 หลักการออกแบบเทคโนโลยีเสมือนจริง

หลักการออกแบบโปรแกรมจำลองสถานการณ์ต้องกำหนดวัตถุประสงค์ในการพัฒนา ด้วยเป้าหมายที่ผู้ใช้งานนั้นคือการที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจ เรื่อง “วิธีการเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการชุดโบราณวัตถุ” เมื่อเราได้เป้าหมาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบระบบด้วยใช้หลักการออกแบบเกม จึงจัดทำเอกสารขึ้นมาเพื่อให้อาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจแนะนำในรายละเอียดและแก้ไขเอกสารการออกแบบนำเอกสารการออกแบบมาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้ดีขึ้นซึ่งสามารถเข้าใจอธิบายแนวคิดและหลักการของการออกแบบได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 ระบบแนะนำการใช้งานโปรแกรม

การออกแบบระบบการใช้งานโปรแกรม ทางผู้วิจัยนั้นได้ทำการทดลองว่าการที่ตีระบบการใช้งานโปรแกรมไว้บน คอนโทรลเลอร์ กับ จัดวางไว้ตามฉาก ซึ่งสามารถอธิบายได้รูปภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 4.1 การออกแบบระบบการสอนภายในโปรแกรมจำลองการชุดโบราณวัตถุ (ผู้วิจัย,2562)

จากภาพที่ 4.1 ภาพทางซ้ายเป็นลักษณะการจัดวางระบบแนะนำไว้บนคอนโทรลเลอร์ และภาพทางขวาเป็นลักษณะการจัดวางระบบแนะนำไว้ตามฉากจากภาพทั้ง 2 แสดงให้เห็นถึง การออกแบบระบบแนะนำที่ลักษณะการจัดวางแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจนภายในโปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบการโต้ตอบระหว่างบุคคลว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

4.3 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์

4.3.1 ออกแบบระบบโปรแกรมจำลองสถานการณ์

การออกแบบระบบนั้นทางผู้วิจัยใช้ หลักการของ Game Design Document เพื่อให้เข้าใจต่อการเข้าใจถึงวิธีการดำเนินการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อให้อาจารย์และคณะกรรมการ เข้าใจถึงกระบวนการออกแบบว่าจะเป็นอย่างไ่ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

4.3.1.1 ภาพรวม (Overview)

4.3.1.1.1 Genre

Genre หมายถึง ประเภทของโปรแกรม หรือเกมชนิดใดอย่างไร เนื่องจากประเภทเกมมีอยู่จำนวนมากจนนำไปสู่กระบวนการสร้าง และเป็นสิ่งที่กำหนดทิศทางของการพัฒนาเกม

Genre: Simulation Program

4.3.1.1.2 Features

Features หมายถึง คุณสมบัติภายใน โปรแกรม หรือเกมที่ถูกรออกแบบด้วยนักพัฒนาจะมีคุณสมบัติของระบบมีความต้องการอย่างไรซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- เทคโนโลยีเสมือนจริง
- เข้าถึงกระบวนการชุดทางโบราณคดีได้อย่างง่าย
- เข้าใจระบบใช้งาน โปรแกรมและเป้าหมายของการใช้งานได้อย่าง
- กราฟฟิกที่ดีสำหรับเทคโนโลยีเสมือนจริง

4.3.1.1.3 Rough story

Rough story หมายถึงกระบวนการวางแผนเรื่องราวโดยภาพรวมว่า จะทิศทางการพัฒนาอย่างไรเพื่อเกิดความเข้าใจง่ายที่สุด

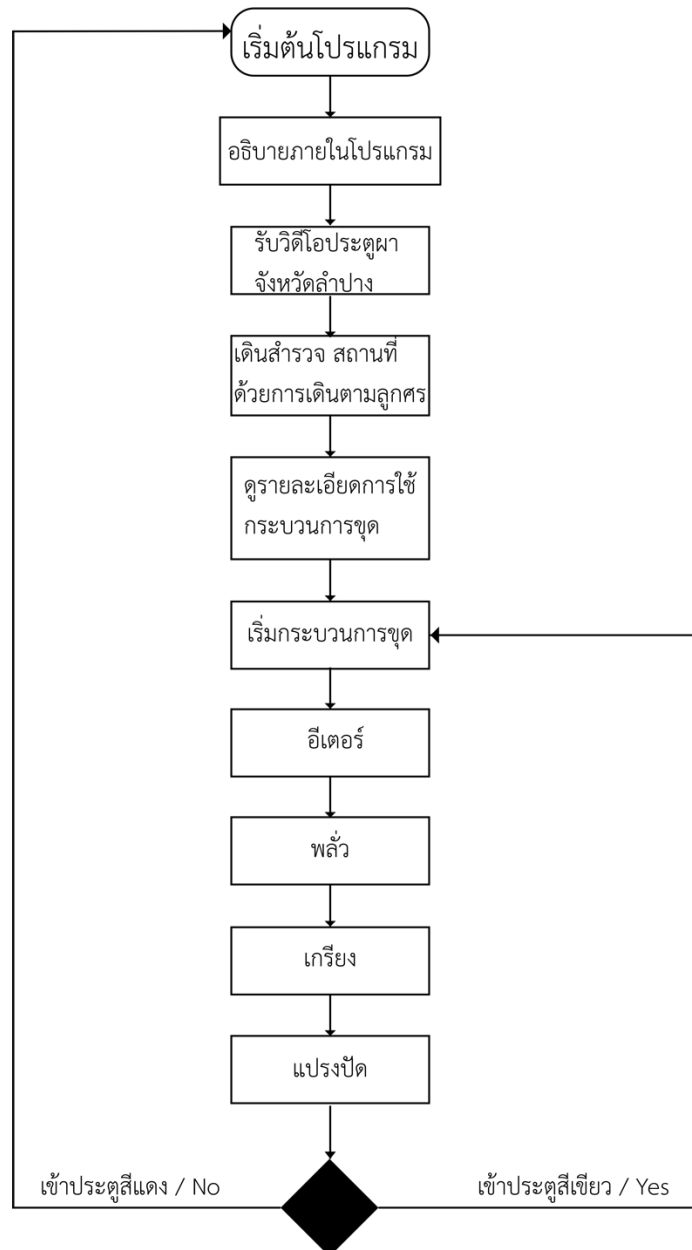
คุณได้จำลองนักโบราณคดีเพื่อจำลองการชุดโบราณวัตถุให้เข้าใจถึงกระบวนการชุดทางโบราณ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

4.3.1.1.4 Gameplay

ลองชุดเพื่อค้นหาโบราณพร้อมกับเรียนรู้กระบวนการขุดทางโบราณคดีเมื่อทำถูกต้องตามขั้นตอน จบโปรแกรม

4.3.1.1.5 Rough GUI

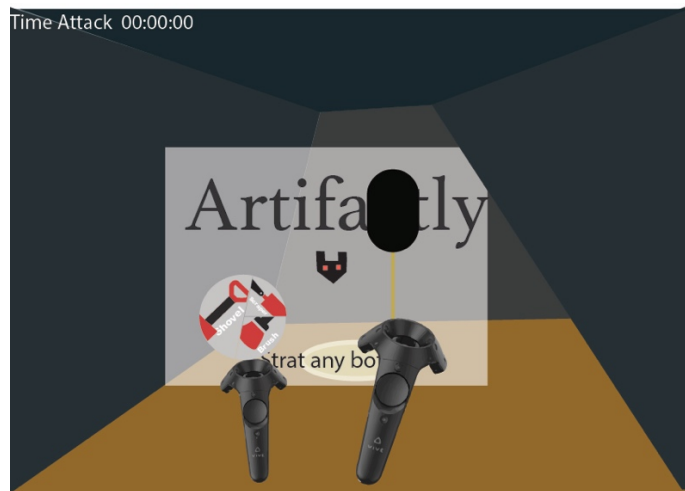
เป็นภาพที่อธิบายกระบวนการทำงานภายในโปรแกรม จำลองสถานการณ์ถึงกระบวนการของโปรแกรม ซึ่งสามารถอธิบายตามภาพที่ 4.1



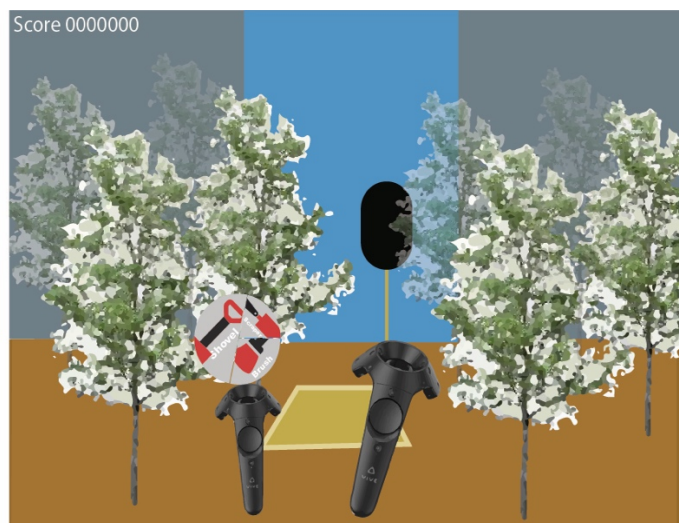
ภาพที่ 4.2 อธิบายหลักการกระบวนการทำงานของโปรแกรมจำลองสถานการณ์

4.3.1.2 ออกแบบระบบการใช้งาน

4.3.1.2.1 ออกแบบฉาก



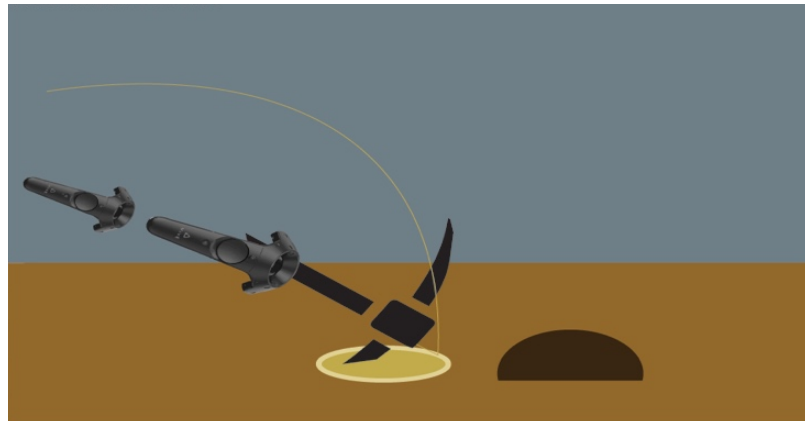
ภาพที่ 4.3 ภาพร่างหน้าหลักของโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 4.4 ภาพร่างภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม

4.3.1.2.2 ใช้แรงงานภายในโปรแกรม

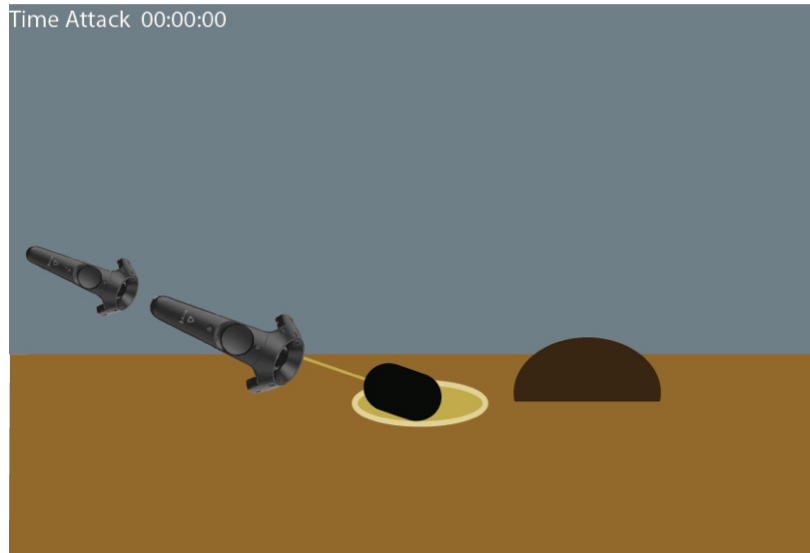
เป็นภาพร่างก่อนเริ่มกระบวนการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์แสดงให้เห็นถึงกระบวนการใช้เครื่องทางโบราณคดีภายในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ และเป็นภาพที่ในใช้เครื่องเพื่อเป็นแนวในการเขียน โปรแกรม



ภาพที่ 4.5 ภาพร่างการใช้งานอีเตอร์ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม โดย ผู้วิจัย (กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพที่ 4.5 เราสามารถอธิบายถึงลักษณะของเครื่องและวิธีการใช้เครื่อง อีเตอร์ ได้ดังนี้ อีเตอร์เป็นเครื่องมือใช้ในการขุดดิน หัวด้านหนึ่งเหมือน จอบ หัวอีกด้านหนึ่งเป็นปลายแหลม มีน้ำหนักมากถึง 4.5 ปอนด์ ไม่รวมด้าม (4.5 ปอนด์) อีเตอร์ มักนิยมใช้ในงานขุดเหมือง ขุดกระแทะหินที่มีความแข็งมากๆ หรือใช้ขุดสิ่งต่างๆแทน ชะแลง ได้ในระดับหนึ่งก็ได้ ถือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้หลายรูปแบบเลยทีเดียว

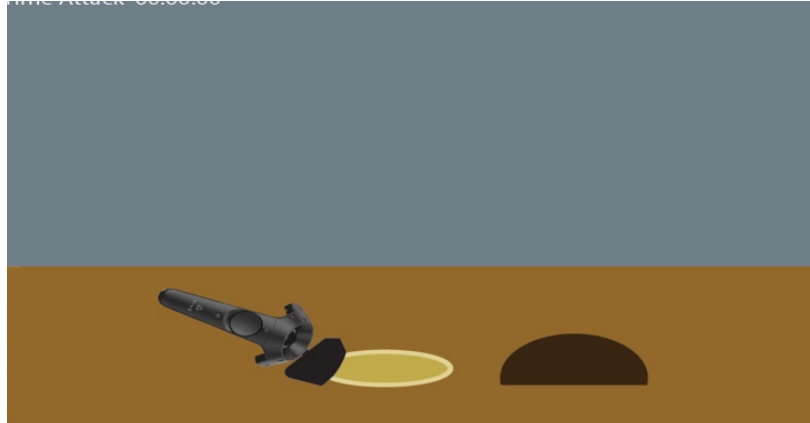
การใช้งาน ใช้มือทั้งสองข้างจับ ด้ามอีเตอร์ โน้มตัวไปด้านหลังพอประมาณใช้ด้านแบนของอีเตอร์ฟันลงบนตำแหน่งพื้นดินที่เราต้องการ แล้วก็กดขึ้นเพื่อให้ดินแตกตัวออกจากกันกรณีพื้นดินไม่มีก้อนหินก้อนสามารถใช้งานได้เหมือน จอบ หากเจอพื้นดินที่มีแผ่นหินก้อนเอาไว้ก็ให้ใช้ปลายแหลมอีกฝั่งของอีเตอร์ ค่อยๆกระแทะจนกว่าแผ่นหินนั้นจะแตกออกจากกัน



ภาพที่ 4.6 ภาพร่างการใช้งานพลั่วภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม โดย ผู้วิจัย (กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพตัวอย่าง 4.6 ผู้วิจัยสามารถอธิบายถึงลักษณะของเครื่อง และวิธีการใช้เครื่อง พลั่ว เครื่องซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ พลั่ว เป็นเครื่องมือใช้ในการ ตักดิน หรือ ตักทรายที่ความละเอียดมาก หรือ เป็นก้อนที่ไม่ใหญ่นัก พลั่วมีน้ำหนักพอๆกับเสียม แต่มีใบที่กว้างและบางกว่าเสียมและจอบเล็กน้อย คมของพลั่วไม่ได้มีไว้ใช้ในการขุดหรือเจาะ แต่มีไว้ในการตักหรือ โขย เศษทราย เศษดิน หรือ เศษวัชพืช ที่ได้ทำการกวาดรวมๆกันไว้เป็นกองๆเรียบร้อยแล้ว เพื่อตัก ไปใส่ ถังปุ๋ย หรือ บังก์ หรือ ถังขยะ เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการจัดเก็บและทำความสะอาด

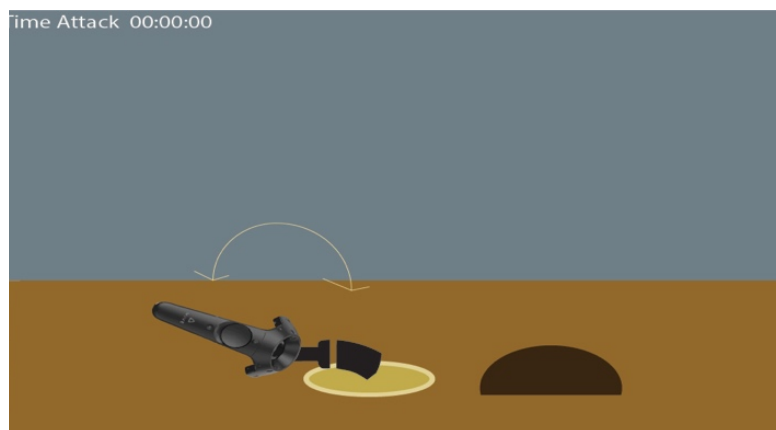
การใช้งาน ใช้มือทั้งสองข้างจับด้ามพลั่วและ ปลายพลั่ว แล้วนำใบพลั่วกดลงไปที่ข้างๆกองเศษดิน หรือ เศษทราย ที่เราต้องการจะตัก แล้วโน้มตัวพร้อมกับดันแขนไปข้างหน้าพร้อมๆกัน เพื่อให้เกิดแรงส่งในการตัก เศษดิน หรือ เศษทรายต่างๆ ในปริมาณมากๆ แล้วกระดกขึ้นโดยการ เกร็งข้อมือ และข้อแขนเล็กน้อยเพื่อให้เกิดแรงในการเคลื่อนย้าย เศษดิน และ เศษทราย ที่ตักไปไว้ในที่ต่างๆ



ภาพที่ 4.7 ภาพร่างการใช้งานเกรียง ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม โดย ผู้วิจัย (กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพตัวอย่าง 4.7 เราสามารถอธิบายถึงลักษณะของเครื่องและวิธีการใช้เครื่อง เกรียง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ เกรียงถือเป็นอาวุธคู่กายของนักโบราณคดี ถือเป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการขุดค้นทางโบราณคดี เนื่องด้วยการขุดค้นทางโบราณคดี คือ การขุดดินไปพร้อมๆกับการเก็บข้อมูลหลักฐานร่องรอยของมนุษย์ในอดีตให้ได้มากที่สุด เกรียงจึงถือเป็นอุปกรณ์ที่ดีที่สุดสำหรับงานลักษณะนี้

การใช้งาน ใช้มือข้างจับด้ามเกรียง แล้วนำใบเกรียงกดลงไปทีข้างๆ กองเสดินหรือ เศษทรายที่เราต้องการจะตัก เพื่อที่จะเก็บรายละเอียดกับการเก็บข้อมูลหลักฐานร่องของมนุษย์ในอดีตให้ได้มากที่สุด



ภาพที่ 4.8 ภาพร่างการใช้งานแปรง ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม โดย ผู้วิจัย (กุมภาพันธ์ 2562)

จากภาพตัวอย่าง 4.8 เราสามารถอธิบายถึงลักษณะของเครื่องและวิธีการใช้เครื่อง เกรียง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ เป็นเครื่องที่เอาปิดเพื่อให้เห็นวัตถุโบราณมากขึ้นใช้หลักจากที่ใช้เกรียง ก่อนที่บันถึงหลักฐาน

4.3.1.3 เป้าหมายและรางวัล (Goal and Reward)

4.3.1.3.1 Short term Goal : เข้าใจวิธีการใช้เครื่องทางโบราณคดีด้วย
สังเกตได้โดยถูกถูกต้อง

4.3.1.3.2 Medium term goal : เข้าใจวิธีการใช้เครื่องทางโบราณคดีด้วย
สังเกตได้โดยถูกถูกต้องและเกิดการสืบค้นด้วยตัวเอง

4.3.1.3.3 Long Term Goal: เข้าใจถึงความยากของการหาวัตถุโบราณตาม
พื้นที่ทางโบราณคดีรวมถึงการ สร้างความตระหนักให้ผู้ใช้งาน

4.4 กระบวนการพัฒนาในเชิงระบบ

4.4.1 Graphic

การพัฒนาในครั้งผู้วิจัยเลือกใช้ภาพบรรยากาศแบบป่าเพื่อจำลองสถานที่ประจวบ จังหวัดลำปาง



ภาพที่ 4.9 ภาพร่างความคิดของบรรยากาศ ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม

4.4.2 Character

การพัฒนาในครั้งผู้วิจัยเลือกโครงกระดูกมนุษย์นำมาเป็นโบราณวัตถุเพื่อใช้ในการศึกษากระบวนการขุดภายใน โปรแกรม และ โมเดล 3D สำหรับเลือกใช้เครื่องมือสำหรับการขุดทางโบราณคดี



ภาพที่ 4.10 ภาพโบราณวัตถุ ภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม



ภาพที่ 4.11 ภาพเครื่องมือการขุดภายในโปรแกรม Archaic ใช้โปรแกรม

4.4.3 Game engine

การพัฒนาในครั้งผู้วิจัยได้เลือกเกมเอนจิน unity เป็นเกมเอนจินในการพัฒนา เพราะ สามารถเข้าถึงได้ง่ายแม้ว่าจะไม่ใช่ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีก็ตาม และข้ามแพลตฟอร์มซึ่งช่วยให้นักพัฒนาเกมสามารถสลับแพลตฟอร์มเกมใดก็ได้ระหว่าง Android, Blackberry, iOS และ Windows เช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการรวมข้ามแพลตฟอร์มของ Unity รองรับแพลตฟอร์มได้มากถึง 25 แพลตฟอร์ม อีกทั้ง การรองรับรูปแบบไฟล์จำนวนมากที่ใช้ในแอปพลิเคชัน 3D ชั้นนำ ได้แก่ 3D Max, Blender, CINEMA, Maya, Softimage และอื่นๆ

การพัฒนาระบบที่ใช้ โปรแกรม Visual studio ในการเขียนระบบทั้งหมด ภายในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ โดยวิธีการพัฒนาใช้การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ เนื่องจากการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุจะเพิ่มประสิทธิภาพในการเขียน เช่นการตามโค้ดที่มีการเขียนเกิดข้อผิดพลาดจะทำให้การตามแก้ไขโค้ดได้ง่ายมาก และสะดวกสามารถนำมาประกอบกันและนำมาทำงานรวมกันได้ โดยการแลกเปลี่ยนข่าวสารเพื่อนำมาประมวลผลและส่งข่าวสารที่ได้ไปให้ วัตถุ อื่นๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ทำงานต่อไป

4.4.4 Program design and development process

กระบวนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์มีกระบวนการสำคัญทั้ง 3 ข้อซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

4.4.4.1 Software development kit

กระบวนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในครั้งเนื่องจากเวลาในการพัฒนาโปรแกรมมีเวลาที่จำกัดจึงมีความจำเป็นต้องใช้ SDK (software development kit) เพื่อให้กระบวนการพัฒนามีความรวดเร็วมากขึ้น SDK นำมาประยุกต์ภายในออกแบบและพัฒนาโปรแกรมมีทั้งหมด 2 อย่าง

1) SteamVR เป็นใช้สำหรับการเปิด SDK ของ SteamVR ในส่วน SDK ชุดนี้ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมนำมาใช้เป็นไปได้อย่างบนแพลตฟอร์ม Steam โดยมี SDK สำหรับเครื่อง HTC Vive, Oculus Rift, และเครื่องอื่นๆ สำหรับ SDK ชุดนี้ไม่มีปัญหาในการใช้ร่วมกับ unity game engine เพราะ สามารถลบ main camera ภายใน Hierachy แล้วนำเอา prefab ของ SteamVR ชื่อว่า VR camera แทนที่ main camera และสามารถใช้งานได้ทันทีจึงไม่มีปัญหาในการพัฒนา

2) VRTK เป็นใช้สำหรับการเปิด SDK ไว้สำหรับ โปรแกรมที่มีความต้องการในการโต้ตอบกับระบบ (interaction) จึงมีความจำเป็นต้องใช้ SDK ชุดนี้ เพื่อความสะดวกสบายระหว่างการพัฒนา แต่พบปัญหาคือ โค้ดพัฒนายังไม่สมบูรณ์แต่ตอนนี้ผู้พัฒนาได้พัฒนาเสร็จสิ้นแล้วจึงสามารถใช้งานได้อย่างอิสระ วิธีการใช้งานสามารถดูรายละเอียดภายในเว็บไซต์ <https://vrtoolkit.readme.io/docs>

4.4.4.2 Object-Oriented Programming

เป็นวิธีการเขียนโปรแกรม โดยอาศัยแนวคิดของวัตถุชั้นหนึ่ง มีความสามารถในการปกป้องข้อมูล และการสืบทอดคุณสมบัติ ซึ่งทำให้แนวโน้มของ OOP ได้รับการยอมรับและพัฒนามาใช้ในระบบต่าง ๆ เช่นเดียวกับการพัฒนาโปรแกรมเนื่องจากการพัฒนาสามารถการปกป้องข้อมูล และการแก้โปรแกรมสามารถดำเนินการได้ง่ายกว่าการเขียนปกติ

4.4.4.3 System test

ระหว่างทดลองระบบให้สร้างเป็นไฟล์ .exe เนื่องจากโปรแกรม unity game engine นั้นใช้ทรัพยากรระหว่างการใช้งานจึงทำให้ประสิทธิภาพในการใช้ลดจนไม่สามารถรักษาระดับ 90 HZ Refresh Rate ได้แต่เมื่อไฟล์ .exe โปรแกรมสามารถรักษาระดับ 90 HZ Refresh Rate ซึ่งเป็นค่าที่มีความเสถียรที่สุด ดังนี้ในการพัฒนา เทคโนโลยีเสมือนจริงต้องรักษา 90 HZ Refresh Rate

บทที่ 5

ผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูล ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้สร้างระบบเสมือนจริง เรื่อง กระบวนการชุดทางโบราณคดีเมื่อพัฒนาระบบ ผู้วิจัยจึงจัดทำแบบประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของระบบกับผู้ใช้งาน โดยทำการทดสอบกับประชากร คณะ วิชาศิลปศึกษา สาขาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ บุคคลที่มีความสนใจ ภายใน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อายุระหว่าง 19 ถึง 23 ปี โดยพื้นที่ทำการทดลอง โปรแกรมจำลองสถานการณ์ ณ หอศิลป์วัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นจึงนำ ข้อมูลที่ได้จากการ ประเมินประสิทธิภาพของระบบมาปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้ได้ผลตรงกับแบบ ประเมิน โดยสามารถ สรุปเนื้อหาของผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 ลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง

- 5.1.1 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม บุคคลศึกษา
- 5.1.2 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม เพศผู้เข้าร่วมการทดลอง
- 5.1.3 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม ชั้นปีการศึกษา
- 5.1.4 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม Generation

5.2 ผลการทดลอง

- 5.2.1 แบบทดสอบวัดองค์ความรู้ก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม
- 5.2.2 แบบประเมินผลพฤติกรรมในการใช้งาน โปรแกรม
 - 5.2.2.1 พฤติกรรมแสดงออกระหว่างใช้งาน โปรแกรม โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้สังเกต
 - 5.2.2.2 บทวิเคราะห์ด้วย ทฤษฎีการเรียนรู้
- 5.3.3 แบบประเมินความพึงพอใจของ โปรแกรม

5.1 ลักษณะทั่วไปของตัวอย่าง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้เข้าร่วมการทดลองคือประชากร คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สาขาสื่อศิลปะและการออกแบบสื่อ บุคคลที่มีความสนใจ ภายใน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ระหว่างอายุ 19 ถึง 23 ปี จำนวน 10 คน มีแบบสอบถามทั้งหมดนั้นไม่ถูกคัดออก เนื่องจากข้อมูลสมบูรณ์จนซึ่งสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ได้ จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ศึกษาวิจัย คือ 10 คน มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม บุคคลศึกษาภายในและภายนอก

ตารางที่ 5.1 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม บุคคลศึกษาภายในและภายนอก

บุคคลศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ภายนอกคณะวิศวกรรมศาสตร์	3	30
ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์	7	70
รวม	10	100

หมายเหตุ: จาก ผู้วิจัย, 2562

จากตารางที่ 5.1 พบว่า บุคคลศึกษาอยู่ภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์มีจำนวนมากกว่าภายนอกคณะวิศวกรรมศาสตร์อย่างเห็นได้ชัดเจนด้วยมีผลต่างอยู่ที่ ร้อยละ 40 เปอร์เซ็นต์ หรือมากกว่า 2 เท่าของจำนวนบุคคลศึกษาภายนอกคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีความเป็นไปได้ว่า บุคคลศึกษาภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์มีความสนใจต่อเทคโนโลยีเสมือนจริงมากกว่าภายนอกคณะวิศวกรรมศาสตร์

5.1.2 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม เพศผู้เข้าร่วมการทดลอง

ตารางที่ 5.2 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม เพศผู้เข้าร่วมการทดลอง

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
หญิง	4	40
ชาย	6	60
รวม	10	100

หมายเหตุ: จาก ผู้วิจัย, 2562

จากตารางที่ 5.2 พบว่า เพศผู้เข้าร่วมการทดลองเพศหญิงมีจำนวนมากกว่าผู้ชายด้วยมีผลต่างอยู่ที่ร้อยละ 20 เปอร์เซนต์ มีค่าความใกล้เคียงซึ่งแสดงให้เห็นว่า เพศหญิงได้รับความสนใจเทคโนโลยีเสมือนจริง

5.1.3 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม ชั้นปีการศึกษา

ตารางที่ 5.3 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม ชั้นปีการศึกษา

ชั้นปีการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ปี 1	3	30
ปี 2	0	0
ปี 3	4	40
ปี 4	3	30
รวม	10	100

หมายเหตุ. จาก ผู้วิจัย, 2562

จากตารางที่ 5.3 พบว่า เพศผู้เข้าร่วมการทดลองมีจำนวนที่ใกล้เคียงกันจึงทำให้ทราบว่ามีโอกาสที่นักศึกษาทุกชั้นปีมีความสนใจเรื่องเทคโนโลยีเสมือนจริงยกเว้นชั้นปี 2

5.1.4 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม Generation

ตารางที่ 5.4 ร้อยละของผู้เข้าร่วมการทดลอง จำแนกตาม ชั้นปีการศึกษา

ชั้นปีการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
Generation Y	4	40
Generation Z	6	60
รวม	10	100

หมายเหตุ. จาก ผู้วิจัย, 2562

จากตารางที่ 5.4 พบว่า จากจำนวนผู้เข้าร่วมการทดลองนั้น Generation Z มีจำนวนมากกว่า Generation Y ร้อยละ 20 เปอร์เซ็นต์ จึงมีโอกาสที่การผลสรุปด้านการประเมินมีทิศทางไปด้าน Generation Z มากกว่า Generation Y ซึ่งมีปัจจัยที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดการพัฒนาทางด้านองค์ความรู้สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1) Generation Y มีความอดทนค่อนข้างสูง Generation Z

2) Generation Y ความสามารถใช้งานมันได้อย่างคล่องแคล่วและใช้งานพร้อมกันได้เป็นอย่างดีดีกว่า Generation Z

5.2 ผลการทดลอง

จากการแบบประเมินสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การทดสอบก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม, แบบประเมินผลพฤติกรรมในระหว่างการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์บนโลกเสมือนจริงเรื่อง “การเลือกเครื่องมือในการขุดวัตถุโบราณ” และแบบประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

5.2.1 แบบทดสอบพัฒนาทางด้านองค์ความรู้ความก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรม

ตารางที่ 5.5 การทดสอบความแตกต่างข้อมูลระหว่างก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรมด้วยใช้หลักการทางสถิติ

แบบทดสอบ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	Max	Min
แบบทดสอบก่อนใช้โปรแกรม	10	3.1	1.729	5	1
แบบทดสอบหลังใช้โปรแกรม	10	4.2	1.686	5	1

หมายเหตุ: จาก ผู้วิจัย, 2562

จากตารางที่ 5.5 จากผลการศึกษาพบว่าพบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นผลการทดสอบหลังจากการใช้โปรแกรมมีผลคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าผลการทดสอบก่อนใช้โปรแกรมจาก 3.1 เป็น 4.1 คะแนน จึงสามารถสรุปได้ว่าผู้เข้าร่วมการทดลองมีพัฒนาการทางด้านองค์ความรู้ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทดสอบก่อนใช้โปรแกรมอยู่ที่ 1.729 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทดสอบหลังใช้โปรแกรมอยู่ที่ 1.686 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ที่เพราะส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเริ่มมีการกระจายข้อมูลที่น้อยลงอย่างเห็นได้ชัด

5.2.2 แบบประเมินผลพฤติกรรมในการใช้งานโปรแกรม

ตารางที่ 5.6 พฤติกรรมในการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์บนโลกเสมือนโดยใช้หลักการประเมินโดยระดับสเกลสาม

คำถาม	จำนวนผู้ร่วมการทดลอง										ผลรับทางสถิติ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย	SD
ความสนใจต่อเนื้อหาภายในวิดีโอเกม	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2.1	0.316
ความสนใจต่อระบบภายในวิดีโอเกม	3	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2.5	0.527
พฤติกรรมในใช้เครื่องมือโลกเสมือนจริง (virtual reality)	1	3	3	3	3	1	2	2	3	3	2.4	0.843
พฤติกรรม ใช้เครื่องมือทอในการขุดโบราณวัตถุภายในวิดีโอเกม	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	2.5	0.527
หลักการใช้งาน อีต้อ (Pickaxe) ถูกหลักการใช้งาน	1	3	3	2	2	3	1	1	3	3	2.2	0.919
หลักการใช้งานพลั่ว (Shovel) ถูกหลักการใช้งาน	1	3	3	2	2	3	2	1	3	3	2.3	0.823

ตารางที่ 5.6 การประเมินผลด้านความพึงพอใจของโปรแกรมจำลองสถานการณ์บนโลกเสมือนจริงเรื่อง โดยใช้หลักการสเกล 5 (ต่อ)

คำถาม	จำนวนผู้ร่วมการทดลอง										ผลรับทางสถิติ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย	SD
หลักการใช้งาน เกวียง (scraper) ถูกหลักการใช้งาน	2	3	3	2	2	3	3	1	3	3	2.5	0.707
หลักการใช้งานแปรง (brush) ถูกหลักการใช้งาน	1	3	3	1	1	3	2	1	3	3	2.1	0.994
การโต้ตอบระบบการสอนกับผู้เล่น	1	3	2	2	2	1	2	1	2	2	1.8	0.632
การโต้ตอบการนำทางกับผู้เล่น	2	3	1	2	2	2	2	1	2	2	1.9	0.567
การโต้ตอบการเดินกับผู้เล่น	1	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	0.666
รวม	17	29	29	25	25	24	21	17	28	28	24.3	4.596

หมายเหตุ. จาก ผู้วิจัย, 2562

จากตารางที่ 5.6 จากผลการศึกษาพบว่าพบว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นมีพฤติกรรมที่แสดงผลที่แตกต่างกันออกอย่างเห็นได้อย่างชัดเจนซึ่งผลการศึกษาดังกล่าว พฤติกรรมโต้ตอบกับทางโปรแกรมอยู่ในระดับที่ ดี จากประเมินด้วยการสังเกตพฤติกรรมของผู้วิจัยซึ่งผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นสามารถสรุปได้ทั้งหมด 3 หัวข้อสามารถอธิบายได้ดังนี้

5.2.2.1 พฤติกรรมแสดงออกระหว่างใช้งานโปรแกรม โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้สังเกต

ประเมินด้วยการสังเกตพฤติกรรมแสดงออกระหว่างใช้งานโปรแกรม โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตผู้เข้าร่วมเข้าร่วมการทดลองนั้นสามารถสรุปได้ทั้งหมด 2 หัวข้อสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) ร่างกายที่อยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง (physics world) นั้นมีความพยายามในการที่จะขยับเพื่อที่จะเข้าไปให้วัตถุข้างหน้า เช่นการเดิน พฤติกรรมที่แสดงออกนั้นแสดงออกด้วยผู้เข้าร่วมการทดลองได้ตอบสนองด้วยไม่รู้สึกรู้สึกร่างกายของตัวเองถึงแม้ว่าระบบภายในโปรแกรมนั้นมีการแนะนำถึงวิธีการใช้ อุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมภายในโปรแกรม (controller) ถึงแม้ระบบการแนะนำผู้ทดลองกับพยายามใช้ร่างกายของผู้เข้าทดลองเองเพื่อทำการเดินไปยังพื้นที่นั้น นั้นซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผู้ทดลองนั้นมีความสนใจในระบบมากจึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีการพัฒนาการขององค์ความรู้ที่ดีขึ้น

(2) พฤติกรรมที่แสดงได้เห็นได้อย่างชัดเจนคือ การออกเสียงในระหว่างการใช้งานโปรแกรม ซึ่งผู้วิจัยสังเกตจากระหว่างการใช้งานภายในโปรแกรมมีการส่งเสียงของผู้เข้าร่วมการทดลอง เช่น “ เดินอย่างไรอะ อ้อ แบบนี้เอง” หรือ “ ชูคออย่างไรนั่น” และเสียงที่บ่งบอกถึงเรื่องความรู้สึกและอารมณ์ เช่น “โอ้”, “ว้าว” เป็นต้น แสดงให้เห็นว่า ผู้ทดลองนั้นมีความสนใจในระบบโปรแกรมหรือความสวยงามด้านการนำเสนอเทคโนโลยีเสมือนจริงมากจึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีการพัฒนาการพัฒนาการขององค์ความรู้ที่ดีขึ้นที่ดีขึ้นและ เสริมสร้างประสบการณ์ใหม่ในการรับรู้แบบใหม่

5.2.2.2 บทวิเคราะห์ด้วย ทฤษฎีการเรียนรู้ ตามทฤษฎี Bloom's taxonomy

จากบทวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีการเรียนรู้สามารถแบ่งการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้าน (Citation: Huitt, W., 2011) ได้แก่ พฤติกรรมด้านการรับรู้ (Cognitive) พฤติกรรมด้านทัศนคติ (Affective) พฤติกรรมด้านทักษะ (Psychomotor) ในการวิเคราะห์ในครั้งนี้จะใช้เพียงแค่ (1) พฤติกรรมด้านการรับรู้ (Cognitive) (2) พฤติกรรมด้านทักษะ (Psychomotor) สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) พฤติกรรมด้านการรับรู้ (Cognitive) นั้นอยู่ในระดับที่ 2 คือ การทำความเข้าใจในสิ่งที่รับรู้ เนื่องจาก ตารางที่ 5.6 เรื่อง การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรมด้วยใช้หลักการทางสถิติแสดงให้เห็นว่า ผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นสามารถเข้าสังเกตจาก คะแนนก่อนใช้งานมีคนที่เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน แสดงว่า พฤติกรรมด้านการรับรู้เขาเปลี่ยนแปลงไปจากการจำ กลายเป็นการทำความเข้าใจในสิ่งที่รับรู้

(2) พฤติกรรมด้านทักษะ (Psychomotor) จากแบบประเมินพฤติกรรมกับการสังเกตของผู้วิจัยนั้น ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกท่าน ไม่เคยใช้เครื่องมือ และกระบวนการชุดทางโบราณคดีอ้างอิงจาก ตาราง 5.7 เรื่อง การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรมด้วยใช้หลักการทางสถิตินั้นคะแนนก่อนอยู่ในระดับปานกลางแต่เมื่อใช้งานเสร็จผลรับคือ มีคะแนนที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน ซึ่งพฤติกรรมซึ่งต่างๆสามารถสรุปได้ดังนี้

(2.1) การรับรู้ด้วยการสังเกต: ตอนแรกโปรแกรมผู้เข้าร่วมการทดลองมีพฤติกรรมรอบๆข้าง แสดงให้เห็นว่าเริ่มการสังเกตนั้นเป็นพฤติกรรมที่พร้อมจะเรียนรู้

(2.2) เกิดการทำตาม เมื่อมีระบบคำแนะนำการใช้ขึ้นผู้เข้าร่วมการทดลองมีความพยายามที่จะนั้นมีที่จะทำตามระบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นไว้ แต่เนื่องจาก คำแนะนำใช้ภายในโปรแกรมนั้นมีใช้วิธีการแนะนำที่ยากเกินไป แต่ผู้วิจัยเริ่มที่จะบอกไปเพียงไม่กี่อย่าง ผู้เข้าร่วมการทดลอง

(2.3) การทำตามอย่างถูกต้อง ได้ดังที่ไม่ต้องมีการบอกเป็นรอบที่สอง

5.2.2.3 บทวิเคราะห์การใช้งานโปรแกรมโปรแกรมจำลองสถานการณ์ด้วยผ่านทฤษฎี

Generation Y และ Generation Z

จากแบบประเมินพฤติกรรมกับการสังเกตของผู้วิจัยนั้น พบเห็นพฤติกรรมของผู้ใช้งานนั้นมีความแตกต่างอย่างเห็น ได้ชัดเจนถ้านำมาเปรียบเทียบกับ Generation พบว่ามีข้อแตกต่างกับกับแบบพฤติกรรม ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

1) Generation Y

1.1) Generation Y ความอดทนค่อนข้างสูง จากการที่สังเกตพบว่า Generation Y สามารถเล่นจนจบได้ถึงแม้ว่า ระบบแนะนำทำความเข้าใจได้ยากกว่าปกติ แต่กลุ่มผู้เข้าร่วมการทดลองจาก Generation Yจนจบได้ทุกคนนั้นแสดงให้เห็นว่าความอดทนค่อนข้างสูงกว่า Generation Z

1.2) Generation Y ความสามารถใช้งานมันได้อย่างคล่องแคล่วและใช้งานพร้อมกันได้เป็นอย่างดี สังเกตได้จากการใช้งานคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถใช้งานหลายหลากปุ่มได้พร้อมๆกัน จึงสามารถใช้งานได้อย่างคล่องแคล่ว

2) Generation Z

2.1) Generation Z ความอดทนค่อนข้างต่ำ จากการที่สังเกตพบว่า Generation Z บางบุคคลไม่สามารถเล่นจนจบเป็นจำนวนถึง 2 คน เพราะระบบแนะนำทำความเข้าใจได้ยากกว่าปกติ และไม่มีความสุขในการใช้งาน โปรแกรมจึง ส่งผลทำให้ผู้เข้าร่วมขอไม่ใช้งาน โปรแกรมต่อ จึงสามารถสรุปได้ว่า ความอดทนค่อนข้างต่ำกว่า Generation Y ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าจะผลทำให้พัฒนาการเรียนรู้นั้นมีการพัฒนาทางด้านองค์ที่ต่ำกว่า Generation Y

2.2) Generation Z ความสามารถใช้งานมันได้อย่างคล่องแคล่วและใช้งานพร้อมกันจากน้อยกว่าบุคคลที่อยู่เกิดในสมัย Generation Y สังเกตได้จากการใช้งานคอนโทรลเลอร์ นั้นสามารถใช้งานจำเป็นต้องกดหลายหลากปุ่มทำแต่ Generation Z สามารถใช้ได้แต่ไม่คล่องแคล่ว Generation Y จึงเป็นเหตุที่ทำให้การใช้คอนโทรลเลอร์มีการใช้งานที่ผิดปกติจากการที่มีการออกแบบเดิม

จากพฤติกรรมทั้ง 3 ข้อนั้นสามารถสรุปได้ว่า ผู้เข้าเริ่มการทดลองทุกท่านอยู่ในระบบที่ดี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพฤติกรรมที่ผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะมีการพัฒนาสร้างองค์ความรู้ที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางการแสดงออกด้านพฤติกรรมของ Generation Y และ Generation Z นั้น

5.2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของโปรแกรม

ตารางที่ 5.7 การประเมินผลด้านความพึงพอใจของโปรแกรมจำลองสถานการณ์บนโลกเสมือนจริงเรื่อง โดยใช้หลักการสเกล 5

คำถาม	ค่าเฉลี่ย	SD	max	min
1. ด้านการมองเห็น	3.8	0.847	3.9	3.7
2. ด้านการได้ยิน	4	0.857	4.3	3.7
3. เนื้อหา	3.6	0.754	3.8	3.4
4.ระบบภายในเกม	3.617	0.922	4	3.1
5. ระบบแนะนำการเล่น	3.383	1.01	3.5	3.3
6. ระบบการประเมินผลทางคอมพิวเตอร์	2.55	1.1536	2.8	2.3
ผลรวมจากคะแนนทั้งหมด	3.49	1.0453	3.577	2.539

จากตารางที่ 5.7 พบว่า ดังนี้ ผลรับที่ได้จากการประเมินนั้นอยู่ในระดับความพอใจในเกณฑ์ที่ดี คะแนนที่ได้มากที่สุดคือเรื่องการรับรู้ทั้งหมดนั้นอยู่ในคะแนน 4.3 เรื่องด้านการได้ยืมมีคะแนนมากที่สุด และน้อยที่สุด คือระบบการสอนคะแนน 3.5 และระบบการประเมินผลทางคอมพิวเตอร์ อยู่ที่คะแนน 2.8 แสดงให้เห็นว่าไม่มีปัญหาในระดับที่ทำให้โปรแกรมเกิดความขัดข้องจนไม่สามารถทำให้โปรแกรมดำเนินการต่อได้จนครบกระบวนการทำงานของโปรแกรม

บทที่ 6

สรุปผลการพัฒนาระบบและข้อเสนอแนะ

การศึกษาในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์ เพื่อพัฒนาทางด้านองค์ความรู้ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์เรื่อง กระบวนการชุดวัตถุโบราณ โดยเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยผู้วิจัยได้สรุปรายละเอียดของ งานวิจัยและข้อเสนอแนะของงานวิจัยแบ่งเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

- 6.1 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์
- 6.2 สรุปผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์
- 6.3 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

6.1 สรุปผลการพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์

ระบบภายในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ในงานวิจัยนี้แบ่งการออกแบบและระบบเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่

6.1.1 สรุปการเลือกใช้ข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประกอบในการสร้างโปรแกรมจำลองสถานการณ์

การพัฒนาระบบชุดโบราณวัตถุตามกระบวนการทางโบราณคดีด้วยการจำลองจากพฤติกรรมการใช้เครื่องทางโบราณคดี ด้วยใช้ข้อมูลจากพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติเชียงใหม่ ตำบล ช้างเผือก อำเภอเมืองเชียงใหม่ เชียงใหม่ และเอกสารอ้างอิง รายงานการขุดแต่งโบราณสถานวัด โศภ(ระยะที่2) บ้านวังหิน ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา เรื่องการดำเนินงานขุดแต่งโบราณสถานและขุดค้นทางโบราณคดี เพื่อนำมาพัฒนาระบบภายในโปรแกรมจำลองสถานการณ์

6.1.2 การพัฒนาระบบชุดโบราณวัตถุตามกระบวนการทางโบราณคดีด้วยการจำลองจากพฤติกรรม การใช้เครื่องทางโบราณคดี

หลังจากการพัฒนาระบบจึงนำไปทดลองระบบกับผู้เข้าร่วมการทดลอง จากผลการทดลองนั้นสามารถสรุปผลการสามารถสรุปทั้งนี้ได้

ผู้วิจัยพบปัญหาผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นไม่เข้าใจว่าหลักการ ใช้ controller ของ VR HTC VIVE Virtual Reality System ให้เกิดการใช้งานที่ยากกว่าใช้ controller แบบ joystick controller xbox one หรือ joystick PlayStation4 ทั้งนี้ผู้วิจัยสามารถสรุปทั้งข้อดี และข้อเสียไว้ตารางที่ 6

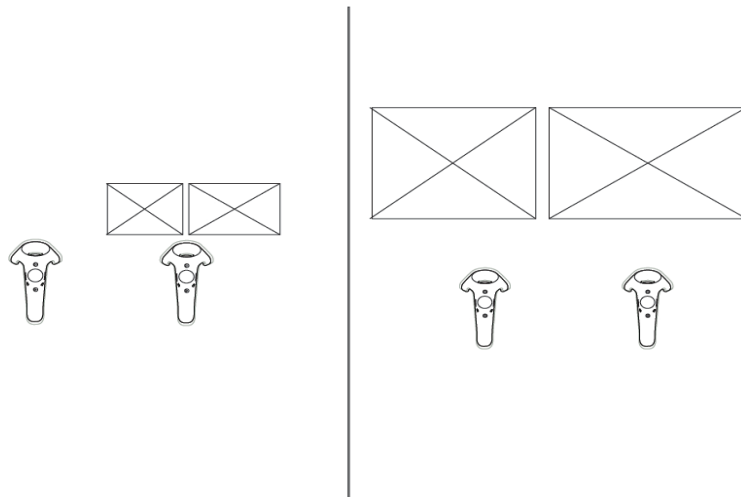
ตารางที่ 6.1 สรุปทั้งข้อดีและ ข้อเสียของ controller ของ joystick Controller VR HTC VIVE Virtual Reality System และ joystick controller xbox one หรือ joystick PlayStation4

ประเภทของ Controller	ข้อดี	ข้อเสีย
joystick Controller VR HTC VIVE Virtual Reality System	<p>(1) เป็นคอนโทรลเลอร์ที่มาพร้อมกับ VR HTC VIVE จึงไม่จำเป็นต้องจัดการสามารถใช้ได้ทันที</p> <p>(2) เป็นคอนโทรลเลอร์ที่สามารถเลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ได้</p> <p>(3) เป็นคอนโทรลเลอร์ที่ถูกออกแบบเพื่อสำหรับกับ VR HTC VIVE ด้วยเฉพาะ</p> <p>(4) ใช้งาน User Experience ของคอนโทรลเลอร์ค่อนข้างดีสำหรับ เทคโนโลยีเสมือนจริง</p>	<p>(1) ถ้าผู้ใช้งานไม่เคยใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริงจำเป็นต้องรู้วิธีการมาก่อน</p> <p>(2) เหมาะสำหรับบุคคลที่เคยใช้งานเทคโนโลยีมาบ้างเพราะมีการเรียนรู้ที่ค่อนข้างสูง</p> <p>(3) ไม่เหมาะใช้ร่วมกับโปรแกรมทำงานอัตโนมัติด้วยที่ไม่ใครคุมเพราะ ผู้ใช้งานจะไม่เข้าใจว่าใช้งานอย่างไรเนื่องจากบุคคลทั่วไปไม่เคยใช้งานมาก่อน</p>
joystick controller xbox one หรือ joystick PlayStation4	<p>(1) เป็นคอนโทรลเลอร์ที่บุคคลทั่วไปส่วนใหญ่เคยใช้งานมาก่อน</p> <p>(2) เป็นคอนโทรลเลอร์ที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรมทำงานอัตโนมัติ</p> <p>(3) เป็นคอนโทรลเลอร์ที่มีการเรียนรู้ที่ค่อนข้างต่ำ</p> <p>(4) ถ้าผู้ใช้งานไม่เคยใช้งานเทคโนโลยีเสมือนจริงไม่จำเป็นต้องศึกษามาก่อน</p>	<p>(1) คอนโทรลเลอร์ที่จำเป็นต้องซื้อเพิ่มเพราะไม่ได้มาพร้อมกับอุปกรณ์ VR</p> <p>(2) คอนโทรลเลอร์ที่ไม่สามารถเลียนแบบพฤติกรรมของมนุษย์ เช่นลักษณะการเดินหรือการใช้งานเครื่องมือต่างๆ</p> <p>(3) เป็นคอนโทรลเลอร์ที่ถูกออกแบบไม่ออกแบบมาเพื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงจำเป็นต้อง diver และ plugin เพิ่มเติมสำหรับการพัฒนา</p>

จากตารางที่ 6.1 จึงสามารถสรุปได้ว่า การออกแบบการใช้งานคอนโทรลเลอร์ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้พัฒนาว่าต้องการแบบใด ถ้าต้องการทำให้เลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ก็ควรใช้ joystick Controller VR HTC VIVE Virtual Reality System แต่ถ้า เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อให้อัตโนมัติและมีการใช้งานที่มีสะดวกมีการเรียนรู้ที่ต่ำก็ควรใช้ joystick controller xbox one หรือ joystick PlayStation4 เพื่อใช้งานได้สะดวกมากขึ้น

6.2.2 การพัฒนาระบบการแนะนำการใช้งานโปรแกรม

การพัฒนาระบบการแนะนำการใช้งานโปรแกรม การออกแบบระบบการใช้งานโปรแกรม ทางผู้วิจัยนั้น ได้ทำการทดลองว่าการที่ติดระบบการใช้งาน โปรแกรมไว้บน คอนโทรลเลอร์ กับ จัดวางไว้ตามฉาก ซึ่งสามารถอธิบายได้รูปภาพต่อไปนี้



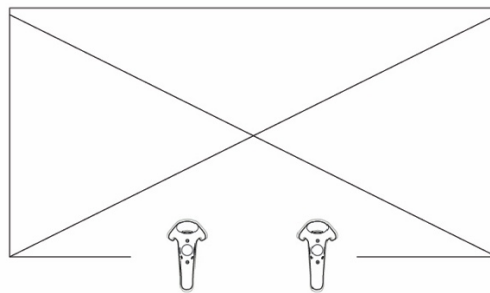
ภาพที่ 6.1 เปรียบเทียบออกแบบระบบการสอนภายใน โปรแกรมจำลองการชกมวยโบราณ (ผู้วิจัย,2562)

จากภาพที่ 6.1 ภาพทางซ้ายเป็นลักษณะการจัดวางระบบแนะนำไว้บนคอนโทรลเลอร์ และภาพทางขวาเป็นลักษณะการจัดวางระบบแนะนำไว้ตามฉากจากภาพทั้ง 2 แสดงให้เห็นถึง การออกแบบระบบแนะนำที่ลักษณะการจัดวางแตกต่างกันอย่างเห็น ได้ชัดเจนภายใน โปรแกรมจำลองสถานการณ์เพื่อเปรียบเทียบการโต้ตอบระหว่างบุคคลว่ามีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร

จากภาพที่ 6.1 ทางซ้ายโปรแกรมไว้บน คอนโทรลเลอร์ กับทางขวาจัดวางไว้ตามฉาก ด้วย เป็นออกแบบตามแบบที่ได้ร่าง และทำการทดลองในการใช้งานกับผู้เข้าร่วมการทดลอง พบว่า แบบที่ 2 มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบที่ 1 เนื่องจากมีการใช้งานที่ง่ายสามารถปรับระยะระหว่างระบบแนะนำกับสายตาของผู้เข้าร่วมการทดลอง แต่ในระหว่างดำเนินการทดลองที่ผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นได้ทดลองใช้

โปรแกรมด้วยที่ผู้วิจัยได้ทำการแบบประเมินผลพฤติกรรมในการใช้งานโปรแกรมได้รับผลตอบรับว่าจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า ร้อยละ 90 เปอร์เซนต์ ได้มีการแสดงความคิดเห็นระหว่างการใช้งานโปรแกรมว่า โปรแกรมนี้ใช้วิธีการอธิบายด้วยตัวอักษรใช้อธิบายที่มากเกินไปจนทำให้ผู้เข้าร่วมการทดลองมีความจำเป็นต้องอ่านระบบแนะนำทำให้กระบวนการเรียนได้ค่อนข้างยาก และความคมชัดของเครื่องเสมือนจริงนั้นมีความความคมชัดที่ไม่เพียงพอ จึงทำให้การใช้ระบบแนะนำแบบที่ 1 นั้นโฟกัสของสายตาเราไม่เท่ากันจึงทำให้การใช้งานอ่านได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เมื่อนำมาเทียบกับแบบที่สอง ซึ่งทำให้ระบบการแนะนำทั้งสองนั้นตัวไม่พังกั้น ต่อการใช้งานในระบบแนะนำภายในโปรแกรม

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทราบผลการทดลองจึงได้มีความพยายามพัฒนาระบบแนะนำแบบใหม่จึงทำให้เกิดแบบที่ 3 กล่าวคือ เป็นระบบแนะนำด้วยลอยตามแวนเสมือนจริง ซึ่งวิธีนี้ทำให้คนเข้าใจได้ง่ายมากว่าทั้งสองแบบเพราะเหมือนถูกบังคับอ่านและมีความสามารถจับวางกับระยะสำหรับการอ่านตัวอักษรได้และส่งผลทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการอ่านตัวอักษรที่ดีขึ้นอย่างชัดเจนจึงทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีกว่าแบบที่ 1 และ 2



ภาพที่ 6.2 การออกแบบระบบการสอนภายในโปรแกรมจำลองการชกมวยโบราณแบบ ลอยตามแวนเสมือนจริง (ผู้วิจัย,2562)

6.1.3 หลักการลดการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์

เนื่องจากการระหว่างการใช้งานโปรแกรมนั้น คอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีการดึงทรัพยากรมาจำนวนมากจึงทำให้จะต้องมีการลดระบบการประเมินผลทางคอมพิวเตอร์โดยพื้นฐานของการทำงานโปรแกรมจำลองเสมือนจริงนั้นจะใช้การ์ดหน้าจอเป็นหลัก เพราะ เทคโนโลยีเสมือนจริงเปรียบเสมือนหน้าจอความพิวดอร์ ชนิดหนึ่งซึ่งจะต้องใช้ การ์ดหน้าจอเข้ามาใช้ในการประมวลผลจึงจำเป็นต้องลดการระบบผลของโปรแกรมด้วยย้ายการประมวลไปที่อื่นๆ ซึ่งความต้องการขั้นต่ำของการใช้งานโปรแกรมเสมือนจริงมีรายละเอียดต่อไปนี้

- NVIDIA GTX 970 / AMD 290 equivalent or greater
- Intel i5-4590 equivalent or greater8GB+
- RAMCompatible HDMI 1.3 video output

จากผลการศึกษาและทดลองเรื่องผลกระทบการประเมินผลทางคอมพิวเตอร์พบว่า มีหลักการที่ใช้ในงานสำหรับการพัฒนาโปรแกรมดังต่อไปนี้

1. แบ่งการทำงานด้านคำนวณทางคณิตศาสตร์บางส่วนประมวลผลผ่านไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) บางส่วนเพื่อลดการทำงานทางคอมพิวเตอร์
2. ลดจำนวน โมเดล 3 มิติ เช่น ต้นไม้ประกอบจากบางส่วนเพื่อลดการทำงานทางคอมพิวเตอร์
3. การสร้าง component ที่เยอะเกินไป ภายใน unity ของการใช้ฟังก์ชันที่ซ้ำกันมากๆ จะทำให้โปรแกรมจำเป็นต้องคำนวณมากกว่าปกติ

6.2 สรุปผลการประเมินการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์

จากผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมจำลองสถานการณ์เรื่อง “การเลือกเครื่องมือในการขุดวัตถุโบราณ” สำหรับเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง จากผู้เข้าร่วมการทดลองจำนวน 10 คน จากในขณะวิจัยทศศิลป์จำนวน 7 คน และนอกคณะ 3 คนอยู่ในช่วงอายุ 19 ถึง 23 ปี พบว่าคะแนนก่อนใช้งานและหลังการใช้งานโปรแกรมด้วยวิธีการทดสอบแบบอัตนัย แบบประเมินผลพฤติกรรมโปรแกรม และแบบประเมินความพึงพอใจของโปรแกรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับที่ดี ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) การประเมินพัฒนาทางด้านองค์ความรู้ด้วยการทดสอบก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้โปรแกรมจากผู้เข้าร่วมการทดลองโดยวิธีทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติพบว่า องค์ความรู้มีการเปลี่ยนแปลง โดยผลการทดสอบหลังจากการใช้โปรแกรมมีผลคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าผลการทดสอบก่อนใช้โปรแกรมจาก 3.1 เป็น 4.1 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญจากสถิติ

2) พฤติกรรมในการใช้งานโปรแกรมจำลองสถานการณ์โดยเทคโนโลยีเสมือนจริงเรื่อง “กระบวนการขุดทางโบราณคดี” ผู้วิจัยสามารถเก็บข้อมูลโดยใช้หลักการประเมินโดยระดับสเกลสามจากการสังเกตพบว่าพฤติกรรมที่แสดงออกให้เห็นถึงเรื่อง ผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นมีพัฒนาการทางด้านองค์ความรู้ที่แสดงออกในด้านพฤติกรรมจากผู้เข้าร่วมการทดลองนั้น ไม่รู้ทราบถึงกระบวนการขุดทางโบราณคดี แต่หลังจากการใช้งานโปรแกรมพบว่าผู้เข้าร่วมการทดลองสามารถเข้าวิธีถึงการกระบวนการขุดทางโบราณคดี ได้อย่างถูกต้องและชัดเจนซึ่งสามารถอธิบายได้ตามหลักการด้าน การประเมินพฤติกรรม

2.1) ตามทฤษฎี Bloom's taxonomy พบว่าในด้านพฤติกรรมนั้นส่งผลทำให้ทำให้เกิดการพัฒนาด้วยองค์ความรู้ให้เห็นได้ชัดเจน จากข้อสังเกต พฤติกรรมด้านทักษะ (Psychomotor) และ พฤติกรรมด้านการรับรู้ (Cognitive) พบว่า มีการแสดงออกด้านพฤติกรรมทั้งหมดตามทฤษฎี Bloom's

taxonomy จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้ต่อการพัฒนาทางด้านองค์ความรู้

2.2) ตามทฤษฎีของ Generation พบว่า Generation ปัจจัยที่สำคัญจากมีการแสดงออกพฤติกรรมที่แตกต่างกันตาม Generation เช่น ความอดทนสำหรับ Generation Y มีความอดทนที่สูงกว่า Generation Z จึงทำให้ผู้เข้าร่วมที่อยู่ในยุค Generation Z บางส่วนการทดลองไม่สามารถใช้งานครบตามกระบวนการ จึงทำให้การพัฒนาทางด้านองค์ความรู้ไม่เต็มประสิทธิภาพและ Generation Y ความสามารถใช้งานมันได้อย่างคล่องแคล่วและใช้งานพร้อมกันได้เป็นอย่างดีที่ดีกว่า Generation Z จึงทำให้ใช้งานหลายๆปุ่มพร้อมกันไม่ได้ Generation Y

ดังนั้นปัจจัยทั้งสองนั้นจึงส่งเสริมกันทำให้พบข้อสรุปว่า การพัฒนาการทางด้านองค์ความรู้จะแปรผันตาม ทฤษฎี Bloom's taxonomy เป็นลำดับขั้นในการรับรู้โดย ทฤษฎี Generation เป็นตัวกำหนดให้ผู้เข้าร่วมการทดลองแสดงพฤติกรรมเหล่านั้นออกดังนั้น ตามทฤษฎี Bloom's taxonomy และทฤษฎี Generation ส่งเสริมทำให้เกิดการพัฒนาองค์ความรู้

(3) การประเมินผลเรื่องความพึงพอใจของโปรแกรมที่ใช้หลักการสเกล 5 นั้นสามารถสรุปผลได้ดังนี้ผลรับที่ได้จากการประเมินนั้นอยู่ในระดับความพอใจในเกณฑ์ที่ดี

จึงทำให้สรุปผลได้ว่า การพัฒนาโปรแกรมสำหรับเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง เรื่อง วิธีการชุดโบราณวัตถุ ทำให้ผู้ที่เข้าร่วมการทดลองนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจนและ พฤติกรรมต่อใช้งานโปรแกรมสำหรับเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง เรื่องวิธีการชุดโบราณวัตถุ มีการตอบสนองที่ดี

6.3 ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

จากผลการศึกษาและพัฒนาสถานการณ์ เพื่อพัฒนาและสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์เรื่อง กระบวนการชุดวัตถุโบราณ โดยเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะจากการศึกษา เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่มีความใกล้เคียง ดังนี้

6.3.1 ข้อเสนอแนะในส่วนของระบบระบบชุดโบราณวัตถุตามกระบวนการทางโบราณคดีด้วยมีการจำลองจากพฤติกรรมการใช้เครื่องทางโบราณคดี

การออกแบบการใช้งานคอนโทรลเลอร์ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้พัฒนาว่าต้องการแบบใด ถ้าต้องการทำให้เลียนแบบพฤติกรรมมนุษย์ก็ควรใช้ joystick Controller VR HTC VIVE Virtual Reality System แต่ถ้าเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อให้คอมพิวเตอร์และการใช้งานที่มีสะดวกเป็นเครื่องมือที่การเรียนรู้ค่อนข้างต่ำก็ควรใช้ joystick controller xbox one หรือ joystick PlayStation4 เพื่อใช้งานได้สะดวกมากขึ้น

6.3.2 ข้อเสนอแนะการพัฒนากระบวนการแนะนำการใช้งานโปรแกรมวัตถุตามกระบวนการชุดทางโบราณคดี และแวดวงอื่น

ระบบแนะนำการใช้งานโปรแกรมด้วยลรอยตามแวนเสมือนจริงและอยู่ข้างของเรา ซึ่งวิธีนี้ทำให้คนเข้าใจได้ง่ายกว่าทั้งสองแบบที่ทำการทดลองเพราะเหมือนถูกบังคับอ่านจึงทำให้เกิดการเรียนรู้ถ้าไม่ออกก็ไปขั้นตอนไปไม่ได้

6.3.3 ข้อเสนอแนะหลักการลดการประมวลผลทางคอมพิวเตอร์

6.4.3.1 แบ่งการทำงานด้านคำนวณทางคณิตบางส่วนประมวลผลผ่านไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) บางส่วนเพื่อลดการทำงานทางคอมพิวเตอร์

6.4.3.2 ลดจำนวน โมเดล 3 มิติ เช่น ต้นไม้ประกอบจากบางส่วนเพื่อลดการทำงานทางคอมพิวเตอร์

6.4.3.3 การสร้าง component ที่เยอะเกินไป ภายใน unity ของการใช้ฟังก์ชันที่ซ้ำกันหลายๆจะทำให้โปรแกรมจำเป็นต้องคำนวณมากกว่าปกติ

6.3.4 ข้อเสนอแนะในประเด็นอื่นๆ

(1) ควรให้ความสนใจเรื่อง ระบบการสอน อยากให้มีการพัฒนาระบบการสอนที่ดีกว่านี้ เพราะพบปัญหาคือ ผู้เข้าร่วมการทดลองบางส่วนนั้น ไม่ควรมีประสบการณ์ในการเล่นโปรแกรมด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงทำให้ไม่เข้าใจระบบการเล่นเท่าที่ควร จึงทำให้มีปัญหาในการเล่น โปรแกรม

(2) ควรจะมีระบบที่เสริมสร้างความสนุกสนาน เช่น ปริศนา เนื้อเรื่องและอื่นๆ เพื่อทำให้โปรแกรมสมบูรณ์มากขึ้นซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น เพราะโปรแกรมนี้ขาดความสนุกสนานเป็นอย่างมาก ในการใช้งานโปรแกรมจนทำให้ผู้เล่นบางคนนั้นเกิดความเบื่อในระบบเพราะมีเนื้อที่ยังมากเกินไป

(3) การวิจัยครั้งต่อไปควรต้องมีกลุ่มประชากรระหว่างการทดสอบระบบที่มีจำนวนมากขึ้นกว่าการวิจัยในครั้งนี้เนื่องจากค่าทางสถิตินี้จะส่งผลทำให้ค่าทางสถิติไม่เกิดความเชื่อมั่นประมาณมากกว่า 30 คนจึงจะทำให้เกิดค่าความเชื่อมั่นทางสถิติมากขึ้น

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาที่ดิน. แผนที่แผนการใช้ที่ดิน ประเทศไทย. สารบัญที่ 1 มาตรฐาน 1:1,000,000, 2536.
- กรมศิลปากร. รายงานเบื้องต้นการขุดค้นศึกษาและคัดลอกภาพเขียนสีแหล่งโบราณคดีประจวบ อำเภอมะเมาะ จังหวัดลำปาง. เชียงใหม่ : สำนักงานโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติที่ 6 เชียงใหม่, 2541 จิตรลดา อินันชัย. “การศึกษาการจัดการแหล่งโบราณคดีภาพเขียนสีประจวบ อำเภอมะเมาะ จังหวัดลำปาง” สารนิพนธ์หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต (โบราณคดี) มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและสำนักศิลปากรที่ 7. 2561. โบราณคดีในพื้นที่อำเภอมะเมาะ จังหวัดลำปาง. เชียงใหม่: นันทพันธ์พรินดี จำกัด.กรมศิลปากร. สำนักโบราณคดี, 2557, โบราณคดี สำหรับเยาวชน, กรุงเทพมหานคร: บริษัทอมรินทร์พรินดีแอนด์พับลิชชิง จำกัด (มหาชน).
- จิตรลดา อินันชัย. “การศึกษาการจัดการแหล่งโบราณคดีภาพเขียนสีประจวบ อำเภอมะเมาะ จังหวัดลำปาง” สารนิพนธ์หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต (โบราณคดี) มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550.
- ชินฉวี วิทยาลัย. “การศึกษาแหล่งภาพเขียนสีค่ายประจวบ อำเภอมะเมาะ จังหวัดลำปาง.” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (โบราณคดีสมัยก่อนประวัติศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542.
- ชินฉวี วิทยาลัย. “แหล่งภาพเขียนสีสมัยก่อนประวัติศาสตร์ค่ายประจวบ อำเภอมะเมาะ จังหวัดลำปาง.” เมืองโบราณ 24, 2 (เมษายน-มิถุนายน 2541) : 117-122.
- ชินฉวี วิทยาลัย. ภาพเขียนสีประจวบจังหวัดลำปาง. เชียงใหม่ : สำนักงานโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติที่ 6 เชียงใหม่, 254. แซ่ม บุนนาค. พงศาวดารโยนก. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์คลังวิทยา, 2516.
- คุณฤดี ดงสุวรรณ. “การศึกษาพิธีกรรมปลงศพ ณ แหล่งโบราณคดีค่ายประจวบ อำเภอมะเมาะ จังหวัดลำปาง.” วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (โบราณคดีสมัยก่อนประวัติศาสตร์) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2544.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- ทวีศักดิ์ รัมมิงค์วงศ์ และคณะ. 2522. ธรณีวิทยาประเทศไทยและธรณีภาคสนามเบื้องต้น. เชียงใหม่ : ภาควิชา ธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
- รัชฎพร กุลพรพันธ์. 2558. ระบบสารสนเทศอ้างอิงตำแหน่งเพื่อการนำเสนอข้อมูลในสถานที่ท่องเที่ยว ด้วยวิธีโอ 360 องศา กรณีศึกษา: โบราณสถานวัดศรีชุม จังหวัดสุโขทัย, สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ฝ่ายวิชาการ กองโบราณคดี กรมศิลปากร, 2527. เหมือนแม่เมาะ ออบหลวง ย่านทางทองใต้. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.
- นวลศิริ วงศ์ทางสวัสดิ์. 2534. ภูมิศาสตร์กายภาพภาคเหนือของประเทศไทย. เชียงใหม่ : ภาควิชา ภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
- นิธิ เอียวศรีวงศ์. 2532. “พิพิธภัณฑ์ประตู่ผา ลำปาง ควรจัดเพื่อใคร.” ศิลปวัฒนธรรม 22, 11 กันยายน 2544 : 154-157. เพียวร์ เข็มนาท
- เพียวร์ เข็มนาท. 2539. ศิลปะถ้ำสมัยก่อนประวัติศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว,
- ภัทรวรรณ พงศ์ศิลป์. ไม่ระบุ. การขุดค้นและการบันทึกข้อมูลหลักฐานทางโบราณคดี : กรณีศึกษาแหล่ง โบราณคดีบ้านโนนวัด, จาก<http://www.koratmuseum.com/download/nonwat-pattarawan.doc/>, ค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2562.
- วัลย์ลักษณ์ ทรงศิริ. 2545. แหล่งโบราณคดียุคดึกดำบรรพ์ที่ประตู่ผา จังหวัดลำปาง : ภาพเขียนสีพิธีกรรม 3,000 ปี ที่ผาศักดิ์สิทธิ์. กรุงเทพฯ : มติชน,
- วิวรรณ แสงจันทร์. “ร้อยเอกชูเกียรติ มีโถม ผู้ค้นพบแหล่งภาพเขียนสีที่ประตู่ผา จังหวัดลำปาง.” ศิลปวัฒนธรรม 22, 12 ตุลาคม 2544 : 131-133.
- สุภรัตน์ ตีละกุล และ ทนงศักดิ์ เลิศพิพัฒน์วรกุล, 2549. ภาพเขียนสีค่ายประตู่ผา. จาก <http://sac.or.th/databases/archaeology/archaeology/ภาพเขียนสีค่ายประตู่ผา>. ค้นเมื่อ 1 มกราคม 2562.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- พเยาว์ เข็มนาท 2532. ศิลปะถ้ำผาแต้มโขงเจียม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2532.
- ศรีศักร วัลลิโภคม.11 (กันยายน 2544) : 155-157. “แหล่งโบราณคดีที่ประจวบฯ ลำปาง “ผาลังศักดิ์สิทธิ์เหมือนปิดทอง” ศิลปวัฒนธรรม 22.
- สำนักงานโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติที่ 6 เชียงใหม่. 2541. สำนักงานโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติที่ 6. กรุงเทพมหานคร:บริษัท กราฟิคฟอรัม (ไทยแลนด์).
- สำนักงานโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติที่ 6 เชียงใหม่. 2542.“การขุดค้นที่แหล่งภาพเขียนสีศาลเจ้าพ่อประจวบฯ: คำถามเรื่องอายุของภาพเขียน” เมืองโบราณ 25, 1 (มกราคม-มีนาคม 2542): 112-116.
- สำนักงานโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติที่ 6 เชียงใหม่. 2554. เปิดประจวบผล ค้นหาแหล่งวัฒนธรรม 3,000 ปี ที่ลำปาง. กรุงเทพมหานคร:บริษัท กราฟิคฟอรัม (ไทยแลนด์).
- สมชาย ณ นครพนม. บรรณาธิการ. 2554. เปิดประจวบฯ ค้นหาแหล่งวัฒนธรรม 3,000 ปี ที่ลำปาง. เชียงใหม่ : บริษัท กราฟิคฟอรัม (ไทยแลนด์) จำกัด.
- สำนักงานโบราณคดีและพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติที่ 6 เชียงใหม่. 2541. การออกแบบเพื่อปรับปรุงสภาพภูมิทัศน์แหล่งโบราณคดีค่ายประจวบฯ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง. โครงการศึกษาและเผยแพร่มรดกโลกด้านวัฒนธรรม.
- ห้างหุ้นส่วนจำกัด ปุราณรักษ์. 2552. รายงานจัดแต่งโบราณสถานวัดโคก (ระยะที่2) บ้านวังหิน ตำบลในเมือง อำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา ปีงบประมาณ 2552., 20-21.
- องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านดง และกรมศิลปากร. 2544. การปรับปรุงสภาพแวดล้อมและเส้นทางชมภาพเขียนสีแหล่งโบราณคดีประจวบฯ บ้านจำป๋วย ต.บ้านดง อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง.
- AZM. 2559. [Recommend] แนะนำ HTC Vive และ Oculus Rift กับ Virtual Realty สำหรับเล่นเกมคอมพิวเตอร์จริงและมีราคาน่าซื้อ, form <https://notebookspec.com/2-best-virtual-reality-headset/364283/>, Retrieved 26 February 2019.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- Citation: Huitt, W. 2011. Bloom et al.'s taxonomy of the cognitive domain. Educational Psychology Interactive. Valdosta, GA: Valdosta State University. Retrieved [date], from <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/bloom.html> [pdf]. Retrieved 26 February 2019.
- jrattikul srisuwan. 2561. ประวัติยุคโบราณ ยุคหิน และ สมัยประวัติศาสตร์ของตะวัน. Medium. ออนไลน์. สืบค้น จากอินเทอร์เน็ต, จาก<https://medium.com/ประวัติศาสตร์โลก/ประวัติยุคโบราณ-ยุคหิน-และ-สมัยประวัติศาสตร์ของตะวันตก-47d15d87fe0e>, ค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2562.
- Namp. 2010. SDLC คือ ... หมายถึง, from <http://namp410.blogspot.com/2010/01/sdlc.html/>, Retrieved Retrieved 26 February 2019.
- SiamVr. 2019. วัดกันเลยระหว่าง Oculus Rift S vs Oculus Quest จาก Facebook ว่าเป็นอย่างไรบ้าง, จาก <https://www.siamvr.com/oculus-rift/oculus-rift-s-vs-oculus-quest-all-difference/>, Retrieved 26 February 2019.
- Thinkwik. 2017. CryEngine vs Unreal vs Unity: Select the Best Game Engine, from <https://medium.com/@thinkwik/cryengine-vs-unreal-vs-unity-select-the-best-game-engine-eaca64c60e3e/>, Retrieved 26 February 2019.
- Young Jick Jang., Nak Hyeon Ku., Tae Soo Yun. 2018. A UI Text Layout in VR Simulation based on Field of View, international conference on culture technology, from http://icct.iacst.org/ICCT2018/paper_html/562.htm. Retrieved 26 February 2019.

ภาคผนวก ก

การออกแบบนิทรรศการ

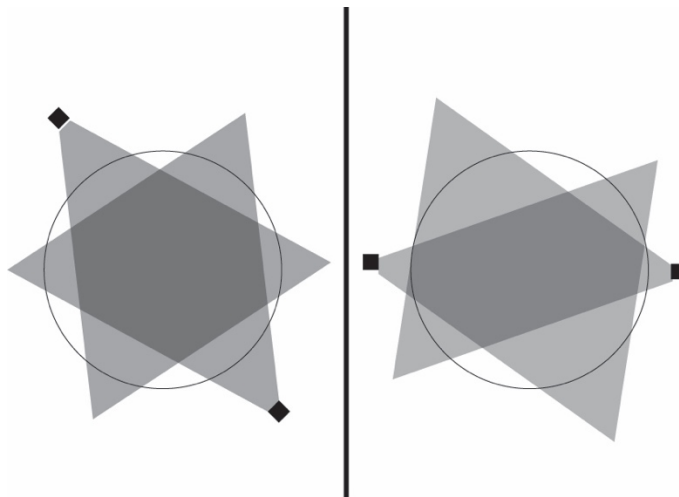
การออกแบบนิทรรศการนั้นผู้วิจัยมีความตั้งใจที่จะเปิดพื้นที่โล่งเพื่อให้บุคคลภายนอกนั้นสามารถเห็นการทำงานของโปรแกรม ด้วยใช้โปรเจคเตอร์เพื่อฉายภาพทำให้เห็นการใช้ชัดเจนมากขึ้น ส่วนแผ่นปูพื้นนั้น ได้ตัดมาเป็นพื้นที่วงกลม ด้วยมีการคำนวณจากสูตรพื้นที่วงกลมในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด ด้วยทั้งหมดสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. พื้นที่สำหรับการยืนในแผ่นวงกลม

จากผลการศึกษาเรื่องพื้นที่วงกลมในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดพบว่าจะมีขนาดประมาณ 2 x 2 เมตรเพราะเนื่องจากใช้พื้นที่ประมาณ 5.7 ตารางเมตร เป็นด้านยาวประมาณ 3 เมตร และด้านกว้างประมาณ 1.9 เมตร มีตำแหน่งของผู้เล่นจะอยู่จุดกึ่งกลาง กว้างมีขนาด ประมาณ 1.9 มีค่าใกล้เคียงคือ 2 เพราะฉะนั้นพื้นที่วงกลมที่เหมาะสมมากที่สุด 2 จะได้วงกลมที่พอดีที่สุด

2. การติดเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือกล้องรับสัญญาณ

จากผลการศึกษาเรื่องการติดเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือกล้องรับสัญญาณพบว่าจะต้องทำมุมเข้ากันในทิศตรงกันข้าม กันก็สามารถใช้งานได้ แต่จะให้ดีที่สุดคือมุม 45 องศา เพราะจะสามารถเห็นได้ทุกทิศและมีความกว้างในการรับ



ภาพที่ 2 การออกแบบการติดเซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวหรือกล้องรับสัญญาณ



ภาพที่ 3 นิทรรศการที่จัดแสดงภายในงาน Soloists Exhibition : MADs Degree Show 2019
ระหว่างวันที่ 30 เมษายน - 4 พฤษภาคม 2019



ภาพที่ 4 นิทรรศการที่จัดแสดงภายในงาน Soloists Exhibition : MADs Degree Show 2019
ระหว่างวันที่ 30 เมษายน - 4 พฤษภาคม 2019

ภาคผนวก ข

ข้อกำหนดและคำชี้แจง : การวัดประเมินผลการเรียนรู้วิดีโอเกมบนเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพผู้เข้าร่วมการทดลองเล่นเกมเชิงการเรียนรู้ (Serious Game) เรื่อง “วิธีการเลือกเครื่องมือในการขุดหาวัตถุโบราณ”
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้เข้าร่วมการทดลองเล่นเกมเชิงการเรียนรู้ (Serious Game) เรื่อง “วิธีการเลือกเครื่องมือในการขุดหาวัตถุโบราณ”

ข้อกำหนดและคำชี้แจง

1. ข้อมูลส่วนตัวขอความกรุณากรอกรูณาให้ตรงความจริงเพราะข้อมูลเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อ การประเมินผลถึงประสิทธิภาพการใช้งานของวิดีโอเกม
2. ข้อมูลส่วนตัวทั้งหมดของผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นจะถูกปกปิดเป็นความลับกับทางผู้วิจัยเพื่อ ป้องกันข้อมูลส่วนตัวรั่วไหลซึ่งอาจมีผลกระทบต่อผู้เข้าร่วมการทดลอง
3. ข้อมูลที่จะเปิดเผยสู่สาธารณะจะมีข้อมูลดังนี้ เพศ, อายุ, สถานศึกษา, คณะ, สาขา และผลการ ทดลองทั้งการประเมินประสิทธิภาพ, ความพึงพอใจในการใช้วิดีโอเกม และพฤติกรรมในใช้งาน รวมไปถึง ภาพเคลื่อนไหว, ภาพนิ่ง และคลิปเสียงในระหว่างการทดลอง
4. ผู้เข้าร่วมการทดลองนั้นสามารถบันทึกภาพระหว่างการทดลองได้ และในระหว่างการ ทดลองนั้นได้มีการบันทึกภาพไว้เพื่อใช้ในการประกอบการประเมินผล

ลักษณะการประเมิน

ลักษณะการประเมินประเมินนั้นจะมี 3 ขั้นตอนหลักคือ ทดลองวัดองค์ความรู้ก่อนเริ่มเล่นวิดีโอ เกม,แบบประเมินพฤติกรรมในระหว่างที่เล่นวิดีโอเกม และทดลองวัดองค์ความรู้หลังการเล่นวิดีโอเกม

1) ทดลองวัดองค์ความรู้ก่อนเล่นและหลังการเล่นวิดีโอเกม

แบบทดสอบองค์ความรู้ของผู้เข้าร่วมการทดลอง ด้วยแบบทดสอบเป็นอัตนัย ด้วยให้ผู้เข้าร่วมการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยทดลองเพื่อเป็นตัวกลางในการประเมินผลของ วิดีโอเกมที่ พัฒนานั้นมีประสิทธิภาพเชิงการเรียนรู้มากน้อยอย่างไร ? ด้วยจะมีเวลาให้ทำแบบทดสอบ 30 นาที และ เสนอให้คะแนนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

คำถาม	หลักการให้คะแนน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด(1)
1. การเรียกชื่อเครื่องมือใช้สำหรับชุดหาวัตถุโบราณ	สามารถเขียนถูกต้องทั้งภาษาไทยหรืออังกฤษครบได้ทั้งหมด	สามารถเขียนถูกต้องทั้งภาษาไทยหรืออังกฤษได้ส่วนมาก	สามารถเขียนถูกต้องทั้งภาษาไทยหรืออังกฤษได้ครึ่งหนึ่ง	สามารถเขียนถูกต้องทั้งภาษาไทยหรืออังกฤษได้บางส่วน	ไม่สามารถให้คำตอบได้
2. ลักษณะการใช้งานเครื่องมือที่ใช้สำหรับชุดหาวัตถุโบราณ	สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าเครื่องมือชนิดนี้ใช้สำหรับทำอะไร	สามารถอธิบายได้ส่วนมากว่าเครื่องมือชนิดนี้ใช้สำหรับทำอะไร	สามารถอธิบายได้ครึ่งหนึ่งว่าเครื่องมือชนิดนี้ใช้สำหรับทำอะไร	สามารถอธิบายได้บางส่วนว่าเครื่องมือชนิดนี้ใช้สำหรับทำอะไร	ไม่สามารถให้คำตอบได้
3. ลำดับการใช้เครื่องมือใช้สำหรับชุดหาวัตถุโบราณ	สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจนว่าเครื่องมือใดใช้ก่อนหลัง	สามารถอธิบายได้ส่วนมากว่าเครื่องมือใดใช้ก่อนหลัง	สามารถอธิบายได้ครึ่งหนึ่งว่าเครื่องมือใดใช้ก่อนหลัง	สามารถอธิบายได้บางส่วนเครื่องใดใช้ก่อนหลัง	ไม่สามารถให้คำตอบได้

เกณฑ์การประเมินนั้นสามารถถูกปรับเปลี่ยนได้ขึ้นอยู่กับบริบทของทางผู้เข้าร่วมการทดลองว่าเขียนคำตอบในรูปแบบไหน ซึ่งผู้วิจัยมีความคาดหวังว่าผู้ร่วมการทดลองนั้นจะเขียนในเชิงการบรรยาย เพราะจะได้เห็นถึงสภาพของผู้ร่วมการทดลอง

2) แบบประเมินพฤติกรรมในระหว่างที่เล่นวิดีโอเกม

แบบประเมินพฤติกรรมในระหว่างที่เล่นวิดีโอเกมผู้วิจัยเป็นคนวัดและประเมินผลเองด้วยมีหลักเกณฑ์ให้คะแนนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
ดีเยี่ยม	ได้คะแนนรวมระหว่าง ๒๐-๒๔ คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งต่ำกว่า ๒ คะแนน
ดี	ได้คะแนนรวมระหว่าง ๑๔-๑๙ คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งได้ ๐ คะแนน
ผ่าน	ได้คะแนนรวมระหว่าง ๘-๑๓ คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งได้ ๐ คะแนน
ไม่ผ่าน	ได้คะแนนรวม ระหว่าง ๐ – ๗ คะแนน

ทั้งนี้คือข้อปฏิบัติในการเข้าร่วมการทดลองในครั้งถ้า ผู้เข้าร่วมการทดลองยอมรับข้อตรงลงใน
การทดลองในครั้งขอความกรุณาลงชื่อข้างล่างเพื่อเป็นหลักฐานในการเข้าร่วมการทดลองในครั้ง

ลงชื่อ.....

()

ส่วนที่ 1 ประวัติส่วนตัวของผู้ร่วมการทดลองในเล่มวิดีโอเกมบนเทคโนโลยีโลก
เสมือนจริง

นักศึกษาศาสาสื่อศิลป์และการออกแบบสื่อ คณะวิจิตรศิลป์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

เบอร์ติดต่อ : 099-375-2233

E-mail : angelbeataum@gmail.com

ชื่อผู้เข้าร่วมการทดลอง : นาย นางสาว นาง _____

นามสกุลเข้าร่วมการทดลอง : _____

เพศ : ชาย หญิง อายุ : 15-18 19-23 24-28 29ขึ้นไป

อาชีพที่ทำอยู่ในปัจจุบัน

นักเรียน : ต่ำกว่ามัธยม 4 มัธยม 4 มัธยม 5 มัธยม 6

โรงเรียนเอกชน โรงเรียนรัฐบาล

นักศึกษา : ปี 1 ปี 2 ปี 3 ปี 4 มากกว่าปี 5

คณะ _____

มหาวิทยาลัย _____

บุคคลทั่วไป : รับราชการ ครู ธุรกิจส่วนตัว อื่นๆ _____

อาจารย์ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ราชภัฏเชียงใหม่ เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

อื่นๆ ระบุ _____

งานอดิเรก : เล่นวิดีโอเกม อ่านหนังสือ ประกอบอาหาร อ่านข่าว

อื่นๆ ระบุ _____

ทำไม่ถึงชอบ เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง : แปลกใหม่ในเทคโนโลยี วิดีโอเกม

เทคโนโลยีมีราคาแพง อยากรู้ศึกษา อื่นๆ ระบุ _____

ส่วนที่ 2 แบบประเมินวัดประสิทธิภาพผู้เข้าร่วมการทดลอง : วัดประสิทธิภาพในการเล่นวิดีโอเกมบน
เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง(ก่อนเริ่มการทดสอบ)

คำชี้แจง

จงอธิบายหลักการเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้สำคัญสำหรับชุดวัตถุโบราณว่ามีกี่เครื่องมือและเพราะ
เหตุผลใด ?

ส่วนที่ 3 แบบสังเกตพฤติกรรมผู้เข้าร่วมการทดลอง : พฤติกรรมในการเล่นวิดีโอเกมบนเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง

นักศึกษาที่ถูกสังเกตคณะ.....สาขา.....ชั้นปี.....

คำชี้แจง

การบันทึกให้ ภาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง

ที่	พฤติกรรม	ระดับการปฏิบัติ (คะแนน)			
		มาก (๓)	ปานกลาง (๒)	น้อย (๑)	ไม่ทำเลย/ ไม่ชัดเจน (๐)
๑	ความสนใจต่อเนื้อหาภายในวิดีโอเกม				
๒	ความสนใจต่อระบบวิดีโอเกม				
๓	พฤติกรรมของการใช้อุปกรณ์(VR)ในการเล่นวิดีโอเกม				
๔	พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือชุดในการเล่นวิดีโอเกม				
๔.๑	พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ อีเค้อ (Pickaxe)				
๔.๒	พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ พลั่ว (Shovel)				
๔.๓	พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ เกวียง (Scraper)				
๔.๔	พฤติกรรมของการใช้เครื่องมือ แปรง (Brush)				

บันทึกเพิ่มเติม.....

ผู้ประเมิน อาจารย์ นักศึกษาประเมินตนเอง ผู้วิจัยประเมินผลตนเอง

ลงชื่อ.....

()

เกณฑ์การประเมิน

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การตัดสิน
ดีเยี่ยม	ได้คะแนนรวมระหว่าง ๒๐-๒๔ คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งต่ำกว่า ๒ คะแนน
ดี	ได้คะแนนรวมระหว่าง ๑๔-๑๙ คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งได้ ๐ คะแนน
ผ่าน	ได้คะแนนรวมระหว่าง ๘-๑๓ คะแนน และ ไม่มีผลการประเมินข้อใดข้อหนึ่งได้ ๐ คะแนน

ส่วนที่4 แบบประเมินวัดประสิทธิภาพผู้เข้าร่วมการทดลอง : วัดประสิทธิภาพในการเล่นวิดีโอเกมบน
เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง(หลังการทดสอบ)

คำชี้แจง

จงอธิบายหลักการเลือกใช้เครื่องมือที่ใช้สำคัญสำหรับชุดวัตถุโบราณว่ามีกี่เครื่องมือและเพราะ
เหตุผลใด ?

ส่วนที่ 5:แบบสอบถามความพึงพอใจในการเล่นเกมวิดีโอเกมบนเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง

คำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
1.ประเมินผลความพอใจด้านการรับรู้ (Perception)					
1.1 ด้านการมองเห็น					
1) Model3D มีลักษณะสวยงามและด้านความ สะดวกในการใช้งาน					
2) UI มีลักษณะสวยงามและด้านความสะดวก ในการใช้งาน					
3) บรรยากาศสิ่งแวดล้อม มีลักษณะสวยงามและ เข้ากับสถานการณ์					
1.2 ด้านการได้ยิน					
1) เสียงประกอบเครื่องมือใช้สำหรับการขุด อี เตอร์ (Pickaxe)					
2) เสียงประกอบเครื่องมือใช้สำหรับการขุด พลั่ว (Shovel)					
3) เสียงประกอบเครื่องมือใช้สำหรับการขุด เกวี่ ยง (Scraper)					
4) เสียงประกอบเครื่องมือใช้สำหรับการขุด แปรง (Brush)					
5) เสียงประกอบ ธรรมชาติภายในวิดีโอเกม					

คำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
2.เนื้อหาภายในวิดีโอเกม					
1) การนำเสนอข้อมูลวิธีการชุดภายในวิดีโอเกม					
2) การจำลองสถานการณ์การชุดภายในวิดีโอเกม					
3.ระบบในการเล่นภายในวิดีโอเกม					
1) ระบบการเดิน ด้านความสะดวกในการทำงานและเข้าใจง่าย					
2) การใช้ไอเตอร์ (Pickaxe) ด้านความสะดวกในการทำงานและเข้าใจง่าย					
3) การใช้ไอพลั่ว (Shovel) ด้านความสะดวกในการทำงานและเข้าใจง่าย					
4) การใช้ไอเกวียง (Scraper) ด้านความสะดวกในการทำงานและเข้าใจง่าย					
5) การใช้ไอแปรง (Brush) ด้านความสะดวกในการทำงานและเข้าใจง่าย					
6) ระบบการแสดงผล UI ด้านความสะดวกในการทำงานและเข้าใจง่าย					

คำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
3.1 ระบบแนะนำการเล่นวิดีโอเกมของเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง					
1) ระบบการเดิน การแนะนำการเล่น, สามารถเข้าใจเนื้อหาและสามารถทำตามได้ทันที					
2) การใช้ไอ้เตอร์ (Pickaxe) การแนะนำการเล่น, สามารถเข้าใจเนื้อหาและสามารถทำตามได้ทันที					
3) การใช้ไอ้พลั่ว (Shovel) การแนะนำการเล่น, สามารถเข้าใจเนื้อหาและสามารถทำตามได้ทันที					
4) การใช้ไอ้เกวียง (Scraper) การแนะนำการเล่น, สามารถเข้าใจเนื้อหาและสามารถทำตามได้ทันที					
5) ระบบการแสดงผล UI การแนะนำการเล่น, สามารถเข้าใจเนื้อหา					
4. ระบบการประเมินผลทางคอมพิวเตอร์ (Performance)					
1) พบเจอระบบการประเมินผลมีข้อผิดพลาดร้ายแรงจนทำให้เกมไม่สามารถทำงานได้ (Error)					

คำถาม	เกณฑ์การให้คะแนน				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อย ที่สุด (1)
2) พบเจอปัญหาทางระบบประเมนผลมี ข้อผิดพลาด (Bug)					
3) พบเจอความกระตุกในการเล่นวิดีโอ เกม ไม่เกิดความลื่นไหล					
1) ระบบการทำงานของเทคโนโลยีโลก เสมือนจริงไม่มีข้อผิดพลาด					

ข้อเสนอแนะ/ติชม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายเกริกเกียรติ วงศ์อุทัย
วัน เดือน ปี เกิด	12 กันยายน พ.ศ. 2539
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนวาริชียงใหม่(แผนการศึกษา ศิลป์คำนวณ)
ผลงานตีพิมพ์	Where's exhibition, poster presentation conference, CADI2018 Program Committee Where's exhibition, poster presentation conference,2018KSBDA Program Committee Archaic, poster presentation conference,2019KSBDA Program Committee
ประสบการณ์	ผู้ช่วยนักวิจัยของผู้ช่วยศาสตราจารย์ วีระพันธ์ จันทร์หอม
อื่นๆ	พ.ศ. 2561 ได้รับรางวัล “Best Creative” จาก CADI2018 Program Committee

