

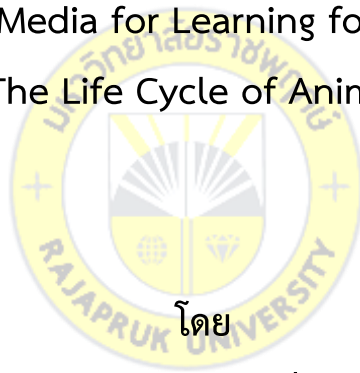


รายงานวิจัย

เรื่อง

สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์

Virtual Digital Media for Learning for Children About
The Life Cycle of Animals



โดย

จตุติเดช ทองมี

การวิจัยครั้งนี้ได้รับเงินทุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏ

ปีการศึกษา 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏ

ชื่องานวิจัย: สื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์
ชื่อผู้วิจัย: จุติเดช ทองมี
ปีที่ทำการวิจัยแล้วเสร็จ: 2565

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ กลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ สื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ แบบสอบถามสำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และแบบสอบถามสำหรับกลุ่มนักเรียน เพื่อการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ อยู่ในระดับมาก โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.61 ซึ่งอาจเนื่องมาจากสื่อดิจิทัลสามารถอธิบายถึงสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ด้วยรูปแบบโมเดล 3 มิติ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่าย ซึ่งการใช้งานสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเป็นการก่อให้เกิดความสนใจ และกระตุ้นความต้องการเรียนรู้ที่ได้จากการใช้สื่อดิจิทัลเสมือนจริงผ่านอุปกรณ์รูปแบบสมาร์ตโฟน

คำสำคัญ: สื่อเสมือนจริง วัฏจักรชีวิตของสัตว์ การเรียนรู้

Research Title: virtual digital media for learning for children about the life cycle of animals
Researcher: JUTTIDATE THONGMEE
Year: 2022

Abstract

Research on digital virtual reality for learning for children about the life cycle of animals Its objectives are 1) to create virtual digital media. for learning for children 2) To study the satisfaction of learners towards digital virtual media. for learning for children about the life cycle of animals The sample group used in the research was a group of 30 grade 5 students. The research instrument was virtual digital media. for learning for children Animal life cycle questionnaire and a questionnaire for a group of students for assessing satisfaction with digital virtual media The statistics used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation.

The results showed that students' satisfaction with digital virtual media for learning for children. about the life cycle of animals Average satisfaction with digital virtual learning materials for children about the life cycle of animals at a high level It was found that the total mean was 4.61, probably because digital media can describe digital virtual learning materials for children. about the life cycle of animals With a 3D model, which can make it easy for students to understand the lesson. which the use of virtual digital media It is the cause of the user's interest. and stimulate the demand for learning from the use of digital virtual media via smartphone-like devices.

Keywords: virtual reality, animal life cycle, learning

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ ที่ได้จัดสรรงบประมาณเพื่อมาสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณที่ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญศาสตราจารย์ดร.ดวงกมล โพธิ์นาค คณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์สาธารณสุข มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์ ที่ให้คำปรึกษา และคอยสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทางด้านคอมพิวเตอร์ทั้ง 5 ท่าน และกลุ่มนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทั้ง 30 คน โรงเรียนอมตยกุล รวมทั้งผู้ปกครองของนักเรียนที่อนุญาต ในการให้ข้อมูล คำปรึกษา ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามการวิจัยในครั้งนี้

จตุติเดช ทองมี

มีนาคม 2565



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 คำถามการวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์.....	4
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Augmented Reality: AR	14
2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Blender 3D	17
2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Unity.....	18
2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Vuforia Developer Portal.....	20
2.6 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Android Studio	20
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	23
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	24
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	24
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	25
3.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	26
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล.....	57

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.5 การวิเคราะห์ และออกแบบ	57
3.6 ขั้นตอนการทำงานของสื่อ	58
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
4.1 ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริง	60
4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจ	80
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	82
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	82
5.2 อภิปรายผล	82
5.3 ข้อเสนอแนะ	84
บรรณานุกรม.....	85
ภาคผนวก	87
ประวัติผู้วิจัย	93



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ	80
4.2 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง.....	81



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ภาพผีเสื้อจักรพรรดิ.....	5
2.2 ภาพด้วงแรด.....	7
2.3 ภาพยุงลาย.....	8
2.4 ภาพตั๊กแตนตำข้าวดอกไม้.....	9
2.5 ภาพแมลงสาบอเมริกัน.....	10
2.6 ภาพเต่าตนุ.....	11
2.7 ภาพไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร.....	13
2.8 ภาพกบนา.....	13
2.9 ภาพหลักการสร้างภาพ 3 มิติ.....	15
2.10 หลักการทำงานสำหรับการประยุกต์ใช้งานของเทคโนโลยีเสมือนจริง.....	16
2.11 ภาพโปรแกรม Blender 3D.....	17
2.12 ภาพโปรแกรม Unity.....	19
2.13 ภาพโปรแกรม Vuforia.....	20
2.14 ภาพโปรแกรม Android Studio.....	21
2.15 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	23
3.1 ภาพร่างไข่ผีเสื้อจักรพรรดิ.....	29
3.2 ภาพร่างหนอน.....	29
3.3 ภาพร่างตั๊กแตน.....	30
3.4 ภาพร่างผีเสื้อจักรพรรดิ.....	30
3.5 ภาพร่างไข่ด้วงแรด.....	31
3.6 ภาพร่างหนอน.....	31
3.7 ภาพร่างตั๊กแตน.....	32
3.8 ภาพร่างด้วงแรด.....	32
3.9 ภาพร่างไข่ยุงลาย.....	33
3.10 ภาพร่างลูกน้ำ.....	33
3.11 ภาพร่างตัวมด.....	34
3.12 ภาพร่างยุงลาย.....	34

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.13 ภาพร่างไข่ตักแตนตำข้าวดอกไม้.....	35
3.14 ภาพร่างตัวอ่อน.....	35
3.15 ภาพร่างตักแตนตำข้าวดอกไม้.....	36
3.16 ภาพร่างไข่แมลงสาบอเมริกัน.....	36
3.17 ภาพร่างตัวอ่อนแมลงสาบอเมริกัน.....	37
3.18 ภาพร่างแมลงสาบอเมริกัน.....	37
3.19 ภาพร่างไข่เต่าตนุ.....	38
3.20 ภาพร่างตัวอ่อนเต่าตนุ.....	38
3.21 ภาพร่างเต่าตนุ.....	39
3.22 ภาพร่างไข่ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร.....	39
3.23 ภาพร่างตัวอ่อน.....	40
3.24 ภาพร่างไข่ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร.....	40
3.25 ภาพร่างไข่กบนา.....	41
3.26 ภาพร่างลูกอ๊อดวัยอ่อน.....	41
3.27 ภาพร่างลูกอ๊อดวัยแก่.....	42
3.28 ภาพร่างลูกกบนา.....	42
3.29 ภาพร่างกบนา.....	43
3.30 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของผีเสื้อจักรพรรดิ.....	43
3.31 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของด้วงแรด.....	44
3.32 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของยุงลาย.....	44
3.33 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของตักแตนตำข้าวดอกไม้.....	45
3.34 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของแมลงสาบอเมริกัน.....	45
3.35 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของเต่าตนุ.....	45
3.36 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของไข่ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร.....	46
3.37 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของกบนา.....	46
3.38 ภาพร่างต้นไม้.....	47
3.39 ภาพร่างต้นไม้.....	47

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.40 ภาพร่างก้อนหิน	48
3.41 ภาพร่างต้นหญ้า	48
3.42 ภาพร่างต้นหญ้า	48
3.43 ภาพร่างกล่อง	49
3.44 ภาพร่างถุงขยะ	49
3.45 ภาพร่างถังขยะ	49
3.46 ภาพร่างต้นมะพร้าว	50
3.47 ภาพร่างต้นหญ้า	50
3.48 ภาพร่างต้นไม้	51
3.49 ภาพร่างข้าวเปลือก	51
3.50 ภาพร่างต้นหญ้า	52
3.51 ภาพร่างใบบัว	52
3.52 ภาพการใส่ UV ใต้น้ำทะเล	53
3.53 การใส่กระดูกตามข้อต่อที่ใช้การควบคุมการเคลื่อนไหว	53
3.54 ภาพการกำหนดคีย์เฟรมสำหรับการทำ Animation	54
3.55 ภาพการทำงานของโปรแกรม	55
3.56 ภาพการใส่ Sound ให้กับโมเดล	56
3.57 ภาพหน้าจอหลัก	57
3.58 ภาพหน้าชนิดของสัตว์	58
3.59 ภาพหน้า AR Camera	59
3.60 ภาพหน้าคู่มือการใช้งาน	60
3.61 ภาพวีจัวร์ของกบ	27
3.62 ภาพรวมการทำงานของระบบ	28
4.1 หน้าแรกของแอปพลิเคชันเมื่อเปิดใช้งาน	61
4.2 หน้าเมนูสัตว์ต่าง ๆ	62
4.3 หน้าของแอปพลิเคชันเมื่อใช้งาน AR camera	63
4.4 หน้าวิธีการใช้งานของแอปพลิเคชัน	64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.5 Maker และโมเดลผีเสื้อ	65
4-6 Maker และโมเดลด้วง.....	65
4-7 Maker และโมเดลยุง.....	66
4-8 Maker และโมเดลตั๊กแตน	66
4-9 Maker และโมเดลแมลงสาบ.....	67
4-10 Maker และโมเดลเต่าทะเล	67
4-11 Maker และโมเดลไก่.....	68
4-12 Maker และโมเดลกบ	68
4-13 โมเดลผีเสื้อพร้อมกับฉาก	69
4-14 โมเดลด้วงพร้อมกับฉาก	70
4-15 โมเดลยุงพร้อมกับฉาก	71
4-16 โมเดลตั๊กแตนพร้อมกับฉาก	72
4-17 โมเดลแมลงสาบพร้อมกับฉาก.....	73
4-18 โมเดลเต่าทะเลพร้อมกับฉาก.....	74
4-19 โมเดลไก่พร้อมกับฉาก.....	75
4-20 โมเดลกบพร้อมกับฉาก	76
4-21 หน้าหลักโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน.....	77
4-22 หน้าเมนูสัตว์ต่าง ๆ	78
4-23 หน้าวิธีการใช้งาน.....	79
4-24 หน้า AR Camera.....	80

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทคโนโลยีมีความก้าวไกลและทันสมัยมากขึ้น มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม เกษตรกรรม อุตสาหกรรมและการศึกษาของประเทศเป็นอย่างมาก นอกจากนี้เทคโนโลยียังส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนโดยตรง เพราะส่วนใหญ่จะถูกเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตอย่าง เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์ โทรทัศน์ และเครื่องมืออื่น ๆ อีกมากมายที่ต้องใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการใช้งานก็ล้วนใช้ระบบอินเทอร์เน็ตทั้งสิ้น นั่นทำให้เกิดความสะดวกสบายให้กับทุกคนไม่ว่าจะเป็นการเดินทาง การสื่อสาร การเรียนหรือแม้แต่กระทั่งในบ้านทุกหลัง ซึ่งทุกที่ล้วนใช้เทคโนโลยีในการดำรงชีวิต เพื่อให้การเป็นอยู่นั้นไม่ลำบาก และป้องกันความผิดพลาดได้อย่างดีเยี่ยมและมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

เนื่องด้วยการเรียนรู้ในปัจจุบัน เป็นการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มีรูปแบบการเรียนการสอนที่กำหนดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และมีบทบาทในโลกเสมือนจริงและโลกดิจิทัล เพื่อให้เกิดความรู้ที่แปลกใหม่ มีการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการนำเทคโนโลยีและ คอมพิวเตอร์มาประยุกต์ในสื่อการเรียนการสอน มีการนำเทคโนโลยีที่สามารถสร้างปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียนได้มากขึ้น เมื่อเทคโนโลยีมีก้าวไกลมากขึ้นทำให้ระบบการศึกษาในปัจจุบันก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การจัดการเรียนการสอนก็เปลี่ยนไปในรูป e-learning ซึ่งต้องสนองตอบการศึกษาได้ทุกรูปแบบทั้งในระบบ นอก ระบบและตามอัธยาศัย ตลอดจนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่และยังนำเทคโนโลยีเข้ามาเป็นส่วนกระตุ้นในการเรียนรู้ เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR) เพียงแค่ใช้มือถือมาเปิดกล้อง แล้วเราสามารถนำ Object เหล่านี้แสดงแบบ Real-time ไปพร้อม ๆ กับการเห็นภาพจริง ๆ ของสถานที่จริงในกล้องมือถือได้เลย มุมมอง Augmented View นำมาประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เพื่อสร้างบรรยากาศในการเรียนให้น่าตื่นเต้น

ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาแนวทางในการพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยี AR มาประยุกต์กับการเรียนรู้ และส่งเสริมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ เกิดความแปลกใหม่ทำให้ผู้เรียนเกิดการสนใจอยากที่จะเรียนรู้ โดยเด็กจะได้รับความตื่นเต้น สนุกสนาน มากกว่าเพียงตัวอักษรและภาพนิ่ง สร้างความแตกต่างจากการเรียนรู้จากรูปภาพแบบเดิม ๆ โดยคาดหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยชิ้นนี้จะสามารถทำให้เด็กสนุกไปกับการเรียนรู้ในมุมมอง 3D ขยับได้

1.2 คำถามการวิจัย

- 1.2.1 สื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ควรเป็นอย่างไร
- 1.2.2 ความพึงพอใจของเด็ก และผู้ใช้ที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์อยู่ในระดับใด

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.3.1 เพื่อสร้างสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์
- 1.3.2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ สื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

- 1.4.1 สื่อการเรียนรู้เสมือนจริง นำเสนอด้วยภาพ 3 มิติ และคำบรรยายเกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์ชนิดต่างๆ
- 1.4.2 สื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Blender, Vuforia และ Unity ใช้เทคโนโลยี Augmented reality บนอุปกรณ์ Android version 8 – 10
- 1.4.3 สื่อเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ นำเสนอเนื้อหาใน เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ทั้ง 8 ชนิด (วีระ อินศรี. (2556). สื่อเสริมรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ 5), (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2557). หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5) มีดังนี้

- 1.4.3.1 กบ
- 1.4.3.2 ยุง
- 1.4.3.3 แมลงสาบ
- 1.4.3.4 ผีเสื้อไหม
- 1.4.3.5 ตัวง
- 1.4.3.6 ตั๊กแตน
- 1.4.3.7 ไก่
- 1.4.3.8 เต่าทะเล

- 1.4.4 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอมาตยกุล ภาคเรียนที่ 2 ประการศีกษา 2564

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอมาตยกุล ภาคเรียนที่ 2 ประการศีกษา 2564 จำนวน 30 คน เลือกแบบเจาะจง

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 สื่อเสมือนจริง หมายถึง เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็นวัตถุ (Object) แสดงผลในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง มีการแสดงผลที่แสดงวัตถุมีการเคลื่อนไหว ภูมิทัศน์มีความตื่นเต้นเร้าใจ โดยสามารถนำรูปแบบใหม่ของการนำเสนอสินค้าลอยออกมาจอกอคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการนำเสนอรูปแบบใหม่ในโลกสังคมออนไลน์หรือการตลาดออนไลน์อีกทางหนึ่ง ว่ากันว่า นี่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าสื่อยุคใหม่ พอ ๆ กับเมื่อครั้งเกิดอินเทอร์เน็ตขึ้นในโลกก็ว่าได้ หากเปรียบสื่อต่าง ๆ เสมือน “กล่อง” แล้ว AR คือการดึงออกมาสู่โลกใหม่ภายนอกกล่องที่สร้างความตื่นเต้นเร้าใจ ในรูปแบบ Interactive Media โดยแท้จริง

1.5.2 วงจรชีวิตของสัตว์ หรือใช้คำว่า วงจรชีวิตสัตว์ (Life cycle) หมายถึง ชีวิตการเจริญเติบโตของสัตว์ที่เจริญเติบโตต่อเนื่องกันมาอย่างเป็นระเบียบ การเจริญเติบโตของสัตว์บางชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในการเจริญเติบโต เช่น กบ ตอนแรกมาจากแม่ครั้งแรกจะเป็นไข่ หลังจากนั้นจะเปลี่ยนจากไข่กลายเป็นลูกอ๊อด เมื่อโตขึ้นมาอีกหน่อยหางจะหดลงแล้วขึ้นมาหากินบนบกจนกลายเป็นกบ

1.5.3 การเรียนรู้ หมายถึง การได้รับความรู้ พฤติกรรม ทักษะ คุณค่า หรือความพึงใจ ที่เป็นสิ่งแปลกใหม่หรือปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่ และอาจเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารสนเทศชนิดต่าง ๆ ผู้ประมวลทักษะของการเรียนรู้เป็นได้ทั้งมนุษย์ สัตว์ และเครื่องจักรบางชนิด ความก้าวหน้าในการเรียนรู้เมื่อเทียบกับเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นโค้งแห่งการเรียนรู้ (learning curve) ประดิษฐ์ขึ้นโดย อูปรมัย (2540, ชุดวิชาพื้นฐานการศึกษา (มนุษย์กับการเรียนรู้) : นนทบุรี, พิมพ์ครั้งที่ 15, หน้า 121) การเรียนรู้คือการเปลี่ยนแปลงของบุคคลอันมีผลเนื่องมาจากการได้รับประสบการณ์ โดยการเปลี่ยนแปลงนั้นเป็นเหตุทำให้บุคคลเผชิญสถานการณ์เดิมแตกต่างไปจากเดิม ประสบการณ์ที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหมายถึงทั้งประสบการณ์ทางตรงและประสบการณ์ทางอ้อม

1.6 ประโยชน์ของงานวิจัย

- 1.6.1 ได้สื่อเสริมการศึกษาเกี่ยวกับชีววิทยาศาสตร์
- 1.6.2 เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเกี่ยวกับ เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ได้ง่ายขึ้น
- 1.6.3 เป็นการเสริมสร้างพัฒนาการให้แก่เด็กในประถมศึกษาปีที่ 5
- 1.6.4 เป็นสื่อให้ผู้เรียนได้รับความเพลิดเพลินจากการเรียนรู้ เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ผู้พัฒนาได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 2.1 ความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์
- 2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Augmented Reality (AR)
- 2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Blender 3D
- 2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Unity
- 2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Vuforia Developer Portal
- 2.6 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Android Studio
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 ความรู้เกี่ยวกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์

2.1.1 วัฏจักรชีวิตของสัตว์

วัฏจักรชีวิตของสัตว์ หรือใช้คำว่า วงจรชีวิตสัตว์ (Life cycle) หมายถึง ชีวิตการเจริญเติบโตของสัตว์ที่เจริญเติบโตต่อเนื่องกันมาอย่างเป็นระเบียบ การเจริญเติบโตของสัตว์บางชนิดจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในการเจริญเติบโต เช่น กบ ตอนแรกมาจากแม่ครั้งแรกจะเป็นไข่ หลังจากนั้นจะเปลี่ยนจากไข่กลายเป็นลูกอ๊อด เมื่อโตขึ้นมาอีกหน่อยหางจะหดลงแล้วขึ้นมาหากินบนบกจนกลายเป็นกบ

Metamorphosis หมายถึง การเจริญเติบโตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะเป็นขั้นๆ ในระหว่างเจริญเติบโต ได้แก่ สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก และแมลงเกือบทุกชนิด การเปลี่ยนแปลงรูปร่างมี 4 แบบ

2.1.1.1 การเจริญเติบโตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างครบ 4 ขั้น (Complete Metamorphosis) เมตามอร์โฟซิสแบบสมบูรณ์ คือ แมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างครบ 4 ขั้น คือ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ ตัวเต็มวัย ได้แก่ ยุง ผีเสื้อ มด ต่อ แตน ไหม แมลงวัน ค้าง เป็นต้น

2.1.1.2 การเจริญเติบโตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไม่ครบ 4 ขั้น (Incomplete Metamorphosis) เมตามอร์โฟซิสแบบไม่สมบูรณ์ คือ แมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไม่ครบขั้น มี

การเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพียง 3 ชั้น คือ ไข่ ตัวอ่อนในน้ำ ตัวเต็มวัย ได้แก่ แมลงปอ ซีปะขาว จิงโจ้น้ำ เป็นต้น

2.1.1.3 การเจริญเติบโตมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบค่อยเป็นค่อยไป (Gradual Metamorphosis) เมตามอร์โฟซิสแบบค่อยเป็นค่อยไป คือ แมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทีละน้อยไม่ครบชั้น มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพียง 3 ชั้น คือ ไข่ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย ได้แก่ แมลงสาบ ตั๊กแตน จิ้งหรีด จักจั่น เหา ปลวก ไร เรือด เพลี้ย เป็นต้น

2.1.1.4 การเจริญเติบโตที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะ (Amorphosis) การเจริญเติบโตที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะเป็นขั้น ๆ ในระหว่างเจริญเติบโต ตัวอ่อนจะมีลักษณะรูปร่างเหมือนตัวเต็มวัยทุกประการเพียงแต่มีขนาดเล็กกว่า ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก แมลงบางชนิด เช่น ตัวสองง่าม ตัวสามง่าม แมลงหางคืด เป็นต้น

2.1.2 รายชื่อสัตว์

2.1.2.1 ผีเสื้อจักรพรรดิ

ผีเสื้อจักรพรรดิมีปีกสีขาว ส้ม ดำ และมีขนาดประมาณ 8.9-10.2 ซม. สีพื้นของปีกเป็นสีส้มมีขอบสีดำและมีจุดเล็ก ๆ สีขาว ปีกด้านล่างจะมีลักษณะเหมือนกันแต่บางตัวอาจมีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลเข้มและอาจมีจุดใหญ่สีขาวด้วย และจะมีสีที่เข้มขึ้นจนเป็นสีแดงในช่วงการอพยพมีความเร็วในการบินประมาณ 9 กม./ชม. หรือ 5.5 ไมล์ต่อชั่วโมง ตัวผู้จะมีขนาดใหญ่กว่าตัวเมียเล็กน้อยแต่ปีกของตัวผู้จะเบาและเล็กกว่าตัวเมียเล็กน้อยมีพวกหนึ่งที่พบในประเทศออสเตรเลีย, ประเทศอินโดนีเซียและประเทศมาเลเซียรวมถึงภาคใต้ของประเทศไทยซึ่ง เรียกว่า nivossus สีปีกของพวกนี้จะมีสีขาวและมีสีส้ม นับเป็นจำนวนประชากรเพียง 1% ของผีเสื้อจักรพรรดิทั้งหมด อีกทั้งยังมีผีเสื้อจักรพรรดิจำนวนถึง 10% ที่สามารถพบได้บนเกาะฮาวาย ขนาดปีกผีเสื้อจักรพรรดิที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปตะวันออกจะมีปีกที่ใหญ่กว่าที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปตะวันตก



ภาพที่ 2.1 ภาพผีเสื้อจักรพรรดิ

ที่มา: <https://myfreezer.wordpress.com>

ผีเสื้อมีการเจริญเติบโตแบบโฮโลเมตาโบลิส (holometabolous) คือ การเจริญเติบโตที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) การเจริญเติบโตแบบนี้ ได้แก่ แมลงที่ไม่มีการเติบโตของปีก เห็นในระยะเวลาที่เป็นตัวอ่อน (หนอน) ในแต่ละขั้นของการเจริญเติบโตจะมีรูปร่างแตกต่างกัน

วงจรชีวิตของผีเสื้อ เมื่อถึงช่วงผสมพันธุ์ ผีเสื้อจะดึงดูดเพศตรงข้ามด้วยกลิ่นที่ปล่อยออกมาเรียกว่า “ฟีโรโมน” เพื่อเรียกให้เพศตรงข้ามบินเข้ามาหา เมื่อได้คู่ที่เหมาะสมแล้วก็จะผสมพันธุ์กันโดยจะกินเวลาตั้งแต่ 20 นาที ไปจนถึงหลายๆ ชั่วโมงเลยทีเดียว หลังจากที่ผสมพันธุ์เสร็จแล้ว ตัวเมียจะวางไข่ โดยเลือกจากพืชที่เป็นอาหารของลูกหนอนตัวน้อย ๆ ของมัน โดยบางครั้งผีเสื้อต้องออกไข่ถึง 1,000 ฟอง แต่จะมีไม่กี่ฟองเท่านั้นที่จะเหลือรอดจนมาเป็นผีเสื้อแสนสวยได้ เมื่อไข่ฟักเป็นหนอนแล้ว ช่วงนี้เจ้าหนอนน้อยจะมีหน้าที่กินอย่างเดียว จนเมื่อโตเข้าสู่ระยะดักแด้ ผีเสื้อกลางวันที่จะสร้างเส้นไหมยึดติดตัวมันกับกิ่งไม้และเปลี่ยนแปลงเปลือกนอกเป็นเปลือกแข็งหุ้มตัวไว้ พอเวลาผ่านไป ดักแด้ก็จะค่อยๆ ปรือออก ผีเสื้อแสนสวยก็จะดันตัวเองออกมาจากเปลือกดักแด้ทีละน้อย เมื่อออกมาได้และปีกแข็งแห้งสนิทแล้ว ผีเสื้อปีกงามก็จะโฉบบินสู่ธรรมชาติต่อไป

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของผีเสื้อ

- 1) ระยะไข่ ใช้ระยะเวลาประมาณ 10 วัน ขนาดของไข่ประมาณ 0.5-1.0 มม.
- 2) ระยะหนอนมีระยะเวลา 3 สัปดาห์ จะกินใบพืชและลอกคราบอีกประมาณ 4-6 ครั้ง
- 3) ระยะดักแด้ ใช้เวลา 1 สัปดาห์-1 เดือน ไม่เคลื่อนไหว ไม่กินอาหาร
- 4) ระยะตัวเต็มวัยจะกินอาหารเฉพาะที่เป็นของเหลว

2.1.2.2 ดั้วแรด เป็นแมลงที่สำคัญของมะพร้าวและปาล์มน้ำมัน มี 2 ชนิด คือ ดั้วแรดชนิดเล็ก และดั้วแรดชนิดใหญ่ ดั้วแรดชนิดเล็ก พบทั่วทุกภาคของประเทศไทยและพบบ่อยที่สุด สำหรับดั้วแรดชนิดใหญ่ มักพบไม่บ่อยนัก พบได้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปทางภาคใต้ของประเทศไทย จากการปลูกปาล์มน้ำมันแทนการปลูกมะพร้าวจำนวนมากในประเทศไทย ดั้วแรดมะพร้าวจึงเริ่มมีความสำคัญมาก

ดั้วแรดชนิดเล็ก และดั้วแรดชนิดใหญ่ มีรูปร่างลักษณะและชีวประวัติคล้ายคลึงกันมาก ต่างกันที่ขนาดของลำตัว และขอบของแผ่นปกคลุมด้านหลังของส่วนอกซึ่งมีลักษณะคล้ายฟันเล็ก ๆ โดยดั้วแรดชนิดใหญ่มี 3 ซี่ ขณะที่ดั้วแรดชนิดเล็กมี 2 ซี่



ภาพที่ 2.2 ภาพด้วงแรด

ที่มา: <https://th.wikipedia.org/wiki>

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของด้วง

- 1) ระยะไข่ 80-150 วัน มีลักษณะกลมรีสีขาวนวล มองเห็นได้ชัด ขนาดกว้าง 2-3 มิลลิเมตร ยาว 3-4 มิลลิเมตร เมื่อใกล้ฟักไข่จะมีสีน้ำตาลอ่อน ไข่ถูกวางลงลึกไปประมาณ 5-15 เซนติเมตร ในแหล่งขยายพันธุ์ที่ผุพัง
- 2) ระยะหนอนใช้เวลา 23-28 วัน เมื่อฟักออกมาจากไข่ใหม่ๆ มีลำตัวสีขาว ขนาด 2x7.5 มิลลิเมตร หัวกะโหลกสีน้ำตาลอ่อน กว้างประมาณ 2-2.5 มิลลิเมตร มีขาจริง 3 คู่ ด้านข้างลำตัวมีรูหายใจจำนวน 9 คู่ เมื่อหนอนกินอาหารแล้วผนังลำตัวจะมีลักษณะโปร่งใส มองเห็นภายในสีดำ หนอนเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 60-90 มิลลิเมตร
- 3) ระยะดักแด้ใช้เวลา 3-6 เดือน เมื่อหนอนเจริญเติบโตเต็มที่จะหยุดกินอาหารและสร้างรังเป็นโพรง หนอนจะหอดตัวอยู่ในเป็นเวลา 5-8 วัน จึงเปลี่ยนรูปร่างเป็นดักแด้สีน้ำตาลแดง ขนาด 22x50 มิลลิเมตร สามารถแยกเพศได้ โดยดักแด้เพศผู้สามารถมองเห็นส่วนที่เป็นระยางคล้ายเขายี่นยาวชัดเจนกว่าของเพศเมีย
- 4) ระยะตัวเต็มวัย เป็นด้วงปีกแข็งสีดำ เป็นมันวาว ใต้ท้องสีน้ำตาลแดง มีขนาดกว้าง 20-23 มิลลิเมตร ยาว 30-52 มิลลิเมตร สามารถแยกเพศได้ โดยตัวเต็มวัยเพศผู้ส่วนหัวมีเขาลักษณะคล้ายเขารัด ยาวโค้งไปทางด้านหลังเล็กน้อย เพศเมียมีเขาสั้นกว่า และบริเวณท้องปล้องสุดท้ายของเพศเมีย มีขนสีน้ำตาลแดงขึ้นหนาแน่นกว่าของเพศผู้

2.1.2.3 ยุงลาย

ยุงลาย (Yellow fever Mosquito) ลำตัวมีลายสีขาวสลับดำ รวมทั้งที่ขาด้วย ชอบวางไข่ในน้ำนิ่งและใสในที่ ๆ เป็นแหล่งน้ำเล็ก ๆ ตัวเต็มวัยชอบหากินตอนกลางวัน เป็นพาหะของโรคไข้เลือดออกที่สำคัญของประเทศไทย ชอบวางไข่ในภาชนะที่มีน้ำสะอาด เช่น ถังซีเมนต์ จานรองขาตู้กันมด แจกัน เมื่อออกเป็นลูกน้ำจะอาศัยอยู่ในภาชนะดังกล่าวโดยจะตัวเต็มวัยมีนิสัยหา

กิน ในบ้านเรือน การที่จะควบคุมยุงให้ได้ผลดีนั้นจะต้องเรียนรู้ยุงให้่องแท้เสียก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งชีววิทยาของยุงซึ่งรวมทั้งวงจรชีวิต อุปนิสัยของยุง ถิ่นที่อยู่ และแหล่งเพาะพันธุ์



ภาพที่ 2.3 ภาพยุงลาย

ที่มา: <https://mgronline.com>

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของยุงลาย

1) ระยะไข่ใช้เวลา 2-3 วัน ไข่ยุงมีขนาดเล็กมากประมาณ 1 มิลลิเมตรเท่านั้น แต่ก็ยังสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ไข่ยุงมีลักษณะรูปร่างแตกต่างกันไป ไข่ยุงกันปล่องมีท่อนลอยใส ๆ ติดอยู่ด้านข้างของไข่ช่วยพยุงให้ไข่ลอยน้ำได้ ไข่ยุงลายไม่มีท่อนลอยแต่เกาะติดอยู่ตามผนังภาชนะกักเก็บน้ำ เช่น โถ่งน้ำ โดยเกาะติดอยู่ตามขอบเหนือระดับน้ำเล็กน้อย ไข่ยุงรำคาญเรียงตัวเกาะกันเป็นแพอยู่บนผิวน้ำ ไข่ยุงเสือเกาะติดอยู่ตามขอบใต้ใบพืชน้ำบางชนิดที่อยู่ปริมน้ำ ยุงวางไข่ครั้งละประมาณ 100 ฟอง ระยะฟักไข่ประมาณ 2 วัน ก็จะออกมาเป็นลูกน้ำ

2) ระยะลูกน้ำใช้เวลา 1-2 สัปดาห์ แรกเริ่มเมื่อลูกน้ำฟักออกมาจากไข่ มีขนาดเล็กมากเป็นลูกน้ำระยะที่ 1 จากนั้นลูกน้ำจะกินอาหารทำให้เจริญเติบโตขึ้นและลอกคราบเปลี่ยนเป็นลูกน้ำ ระยะที่ 2 ซึ่งมีขนาดโตขึ้นแต่มีรูปร่างเหมือนเดิม ลูกน้ำจะกินอาหารและเจริญเติบโตขึ้นอีกเป็นลูกน้ำระยะที่ 3 และ 4 ต่อไป การเปลี่ยนระยะแต่ละครั้งจะมีการลอกคราบเสมอ เมื่อลูกน้ำระยะที่ 4 เจริญเต็มที่ก็จะลอกคราบครั้งสุดท้าย เปลี่ยนเป็นระยะตัวมดิ่ง ซึ่งมีลักษณะรูปร่างแตกต่างไปจากลูกน้ำอย่างมาก ระยะที่เป็นลูกน้ำใช้เวลาประมาณ 6 วัน ลูกน้ำยุงก็มีรูปร่างลักษณะรวมทั้งการเกาะที่ผิวน้ำและนิสัยการกินอาหารแตกต่างไป เช่น ลูกน้ำยุงกันปล่องไม่มีท่อหายใจมีแต่เพียงรูหายใจ จึงลอยตัวขนานกับผิวน้ำและหาอาหารที่ผิวน้ำ ลูกน้ำยุงลายมีท่อหายใจสั้นเกาะที่ผิวน้ำโดยห้อยหัวอยู่ใต้น้ำและหาอาหารที่ก้นภาชนะกักเก็บน้ำ ลูกน้ำยุงรำคาญมีท่อหายใจยาวเกาะที่ผิวน้ำโดยห้อยหัวอยู่ใต้น้ำเช่นกันแต่หาอาหารที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ

3) ระยะตัวมดิ่งใช้เวลา 1-4 วัน มีลักษณะรูปร่างที่เด่นชัดคือหัวโตตามปกติจะลอยตัวนิ่งๆ ที่ผิวน้ำ แต่ถ้าถูกรบกวนจะเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว ระยะตัวมดิ่งนี้จะหยุดกิน

อาหารและเป็นระยะสุดท้ายที่ใช้ชีวิตอยู่ในน้ำ ระยะตัวโม่งใช้เวลาประมาณ 2 วัน เพื่อให้ตัวอ่อนที่อยู่ภายในเจริญเติบโตเต็มที่ก่อนที่จะลอกคราบออกมาเป็น ตัวยุงตัวเต็มวัย

4) ระยะตัวเต็มวัย เมื่อตัวโม่งเจริญเต็มที่ก็จะลอยนิ่งๆ อยู่กับที่ จากนั้นเปลือกหุ้มบริเวณส่วนหัวของตัวโม่งเริ่มปริออก ตัวยุงที่อยู่ภายในจะค่อยๆ ดันออกมา ขณะที่ตัวยุงโผล่พ้นเปลือกตัวโม่งเกือบหมดเหลือเฉพาะส่วนขา ก็จะเริ่มคลี่ปีกออก เมื่อปลายขาหลุดออกมาหมดแล้วก็จะเกาะอยู่บนผิวน้ำหรือบริเวณใกล้เคียงประมาณ 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้ปีกแข็งแรงพอที่จะบินได้ ตามปกติแล้วยุงตัวผู้ออกมาก่อนยุงตัวเมียและอาศัยบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ตลอด ชีวิต กินอาหารพวกน้ำหวานจากพืชโดยไม่กินเลือด ยุงตัวผู้มีอายุสั้นกว่าตัวเมีย ส่วนยุงตัวเมียเมื่อออกมาจากตัวโม่งจะกินอาหารพวกน้ำหวานจากพืชก่อน เพื่อให้มีพลังงาน จากนั้นก็ผสมพันธุ์โดยยุงตัวเมียผสมพันธุ์ครั้งเดียวเท่านั้นในชีวิตก็ สามารถออกไปได้ตลอดไป เมื่อยุงตัวเมียได้รับการผสมพันธุ์แล้วก็จะหาอาหารเลือดซึ่งมีโปรตีนและธาตุ อาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของไข่ โดยทั่วไปถ้ายุงตัวเมียไม่ได้กินเลือด ไข่ก็ไม่เจริญจึงไม่สามารถวางไข่ต่อไปได้ ยุงแต่ละชนิดชอบกินเลือดเหยื่อแตกต่างกันไป ยุงบางชนิดชอบกินเลือดคน เช่น ยุงลาย ยุงบางชนิดชอบกินเลือดสัตว์

2.1.2.4 ตั๊กแตนตำข้าวดอกไม้

ตั๊กแตนตำข้าวดอกไม้มีขนาดเล็กมีสีส้มสวยงาม ตัวเต็มวัยพบหากินบริเวณที่มีไม้ดอก เพศผู้มีขนาดเล็กกว่าเพศเมียและมีสีอ่อนกว่า ส่วนท้องมีจำนวนปล้อง 8 ปล้อง มักพบเพศผู้เข้าจับเหยื่อบริเวณกับดักแสงไฟ เพศเมียมีปล้องท้อง 6 ปล้อง และมีขนาดใหญ่กว่าและมีสีส้มสวยงาม ลักษณะไข่แตกต่างจากตั๊กแตนตำข้าวทั่วไป คือ มีลักษณะเป็นแนวยาว ระบายกับพื้นผิว โดยจะสร้างสารห่อหุ้มไข่ เพื่อป้องกันไข่จากศัตรู



ภาพที่ 2.4 ภาพตั๊กแตนตำข้าวดอกไม้

ที่มา: <https://pxhere.com>

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของต๊กแตน

- 1) ระยะไข่ใช้เวลา 2 สัปดาห์ ตัวเมียจะวางไข่ประมาณ 3-5 กระจาไข่ที่สมบูรณ์หนึ่งกระจาจะมีไข่อยู่ประมาณ 40 ฟอง แต่ละกระจาใช้เวลาวางประมาณ 40 นาที
- 2) ระยะตัวอ่อน 4-7 สัปดาห์ ตัวอ่อนช่วงแรกจะมีสีแดงทั้งตัว แต้มด้วยสีขาว เมื่ออายุมากขึ้น จะเปลี่ยนเป็นสีเขียวแต้มขาว
- 3) ระยะตัวเต็มวัย เมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์จะมีปีก เพื่อการย้ายถิ่นอาศัยและจับคู่ผสมพันธุ์ อาหารส่วนใหญ่จะเป็นต๊กแตนหนวดยาว ส่วนในสถานที่เพาะเลี้ยงระยะแรกจะใช้แมลงวันผลไม้ หรือแมลงหวี่เป็นอาหารโดยการใช้อัลล้วยล่อ ให้แมลงหวี่เข้ามาตอม เมื่อต๊กแตนตำข้าวดอกไม้มีขนาดใหญ่ขึ้น จะให้จิ้งหรีดขนาดเล็กเป็นอาหาร

2.1.2.5 แมลงสาบอเมริกัน

เป็นแมลงสาบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่พบในบ้านเรือน ลำตัวสีน้ำตาลแดงมันวาวบน pronotum มีจุดสี ดำขนาดใหญ่ 2 จุด ล้อมรอบด้วยวงเส้นเหลืองอาจเต็มวงหรือมีเพียงครึ่งวงก็ได้ ส่วนรอบนอกสุดเป็น วงสีดำ หนวดเรียวยาวและยาวกว่าลำตัว พบมากตามท่อระบายน้ำ ทำให้แมลงสาบชนิดนี้แพร่กระจายไปยัง ที่พักอาศัยอื่น ๆ ได้ดี รวมทั้งสามารถพบได้ตามบริเวณ ห้องน้ำ ในครัว ตู้กับข้าว ห้องเก็บของ กล่อง กระดาษที่ใช้เก็บวัสดุสิ่งของ ตู้หนังสือ ลิ้นชักและใต้ฝ้าเพดาน เป็นต้น การควบคุมแมลงสาบชนิดนี้ใน ท่อระบายน้ำได้สามารถลดความชุกชุมของแมลงสาบชนิดนี้ได้



ภาพที่ 2.5 ภาพแมลงสาบอเมริกัน

ที่มา: <https://pantip.com>

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของแมลงสาบ

- 1) ระยะไข่ใช้เวลา 6-7 สัปดาห์ ไข่ของแมลงสาบมีปลอกหุ้มเรียกว่า ฝักไข่ (ootheca) มีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่ว ส่วนมากมีสีน้ำตาลแดง จำนวนของไข่ในแต่ละฝักจะแตกต่างกันในแต่ละชนิดของแมลงสาบ โดยทั่วไปจะมีประมาณฝักละ 16-30 ฟอง แมลงสาบสามารถวางไข่ได้หลายชุด บางชนิดอาจวางเพียง 4-8 ชุด แต่บางชนิดอาจวางไข่ได้มากถึง 90 ชุด

แมลงสาบบางชนิดจะนำฝักไข่ติดตัวไปด้วยจนไข่ใกล้จะฟักจึงจะปล่อยออกจากลำตัว ลักษณะในการวางไข่ของแมลงสาบแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ส่วนใหญ่แมลงสาบชอบวางไข่ในตู้ทิปลิ้นชักหรือกล่องกระดาษ เป็นต้น นอกจากนี้ยังอาจวางไข่อยู่ตามซอกหรือมุมห้องซึ่งบางครั้งอาจวางไข่ติดกับฝาผนังหรือเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ

2) ระยะตัวอ่อนใช้เวลา 9-13 เดือน ตัวอ่อนของแมลงสาบที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ มีสีขาและไม่มีปีก ก็จะมีการลอกคราบเกิดขึ้น ซึ่งการลอกคราบนี้จะเกิดขึ้นอีกหลายครั้งจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย จำนวนครั้งในการลอกคราบของตัวอ่อนและระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยนั้นแตกต่างกันตามแต่ละชนิดของแมลงสาบ

3) ระยะตัวเต็มวัย แมลงสาบตัวเต็มวัยมีลำตัวแบนรีเป็นรูปไข่ ความยาวของลำตัวตั้งแต่ 1-8 เซนติเมตร มีสีต่าง ๆ กันตั้งแต่สีน้ำตาลอ่อนไปจนถึงดำ บางชนิดอาจมีสีอื่นที่ค่อนข้างแปลกตา เช่น สีส้มหรือสีเขียวก็ได้ โดยทั่วไปแมลงสาบตัวเมียจะอ้วนกว่าตัวผู้ หัวของแมลงสาบมีลักษณะคล้ายผลชมพู คือ ด้านบนป้านส่วนด้านล่างเรียวลง และสามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ ส่วนหัวจะติดกับส่วนอกโดยมีส่วนคอเล็ก ๆ เชื่อมอยู่ แมลงสาบอาจมีปีกหรือไม่มีปีกก็ได้ โดยปกติพวกที่มีปีกเจริญดีจะมีปีก 2 คู่ ปีกคู่แรกจะแข็งแรงกว่าปีกคู่หลัง ทั้งนี้ปีกคู่หลังซึ่งมีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ จะซ้อนทับอยู่ใต้ปีกคู่แรก ปีกของแมลงสาบจะปกคลุมลำตัวด้านบนไว้เกือบทั้งหมด อย่างไรก็ตามแมลงสาบบางชนิดอาจมีปีกที่กุดสั้นก็ได้ ถึงแม้ว่าแมลงสาบจะสามารถบินได้ก็ตามแต่โดยทั่วไปแล้วมักเดินหรือวิ่งมากกว่าที่จะบินในกรณีที่ถูกกรบกวนเท่านั้น

2.1.2.6 เต่าตนุ

ลักษณะทั่วไปจะงอยปากค่อนข้างพุ่มเมื่อเปรียบเทียบกับเต่าทะเล มีรอยหยักขนาดเล็กอยู่บนริมฝีปากทั้งบนและล่าง เกล็ดบนส่วนหัวตอนหน้ามีจำนวน 1 คู่ มีเกล็ดกลางหลัง จำนวน 5 เกล็ด เกล็ดแถวข้าง คู่แรกสุดไม่ติดกับเกล็ดขอบคอ มีจำนวน 4 คู่ ลักษณะขอบของเกล็ดจะเชื่อมต่อกันไม่ซ้อนกัน กระดองสีน้ำตาลเหลืองขาวและดำ โຕเต็มที่ยาว 120 เซนติเมตร หนัก 150 กิโลกรัม



ภาพที่ 2.6 ภาพเต่าตนุ

ที่มา: <https://phuketaquarium.org>

เต่าตนุเพศเมียเต็มวัยวางไข่ทุก 2 ปี โดยเริ่มวางไข่ได้ตั้งแต่อายุ 14 - 25 ปี สามารถวางไข่ได้ตลอดทั้งปี แต่มีช่วงสูงสุดระหว่างเดือนมิถุนายน - สิงหาคม เต่าตนุเพศผู้สามารถผสมพันธุ์กับเพศเมียได้หลายตัว และเต่าตนุเพศเมียสามารถผสมพันธุ์กับเพศผู้ได้หลายตัวเช่นกัน อาหารวัยเด็กกินทั้งพืชและสัตว์น้ำเล็ก ๆ เป็นอาหาร ส่วนเต่าโตเต็มวัยกินพืชเป็นหลัก ได้แก่ สาหร่ายทะเล และหญ้าทะเล

ถิ่นอาศัยและการแพร่กระจายพบในเขตร้อนและกึ่งร้อน ตามแนวชายฝั่งแหล่งหญ้าทะเลและเกาะประเทศไทยพบการแพร่กระจายในธรรมชาติ ทั้งฝั่งทะเลอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามัน แหล่งวางไข่ฝั่งอ่าวไทย ได้แก่ เกาะคราม จ.ชลบุรี และเกาะกระ จ.นครศรีธรรมราช ส่วนฝั่งอันดามัน ได้แก่ เกาะสิมิลัน เกาะสุรินทร์ (เกาะตอร์ริลลา เกาะสต็อก) เกาะระ เกาะพระทอง เกาะคอเขา จ.พังงา และหมู่เกาะอาดังราวี จ.สตูล

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของเต่าตนุ

1) ระยะไข่ใช้เวลา 50-55 วัน ไข่เต่าทะเลจะฟักตัวโดยอาศัยความร้อนจากแสงอาทิตย์ และความชื้นที่เหมาะสมใต้พื้นทราย สำหรับประเทศไทย อุณหภูมิของหลุมไข่เต่าใต้ทรายอยู่ในช่วง 25-34 องศาเซลเซียส

2) ระยะตัวอ่อน 8-12 ปี เมื่อลูกเต่าเกิดเป็นตัวแล้วจะโผล่ขึ้นจากหลุมทรายโดยเจาะเปลือกไข่ออกมา ซึ่งลูกเต่าแรกเกิดจะมีจะงอยปากแหลมไว้เจาะเปลือกไข่ เมื่อลูกเต่าทะเลเจาะเปลือกไข่ออกมาแล้วจะทำการขยับตัวพร้อมกันในหลุมใต้ทราย โดยการขยับตัวพร้อมกันของลูกเต่าทะเลนี้ จะทำให้เปลือกไข่ถูกกดยุบตัวลงทำให้เกิดช่องว่างในหลุมทรายทำให้ทรายเบื่อบนยุบตัวลงมาเป็นหลุม และลูกเต่าก็จะขยับตัวเองเคลื่อนตัวขึ้นสู่เบื่อบนเรื่อย ๆ จากนั้นจะรอจนถึงกลางคืนจึงจะคลานขึ้นมาจากหลุมพร้อม ๆ กันทั้งหมด ซึ่งในธรรมชาติอัตราการเกิดเป็นตัวของลูกเต่าประมาณร้อยละ 80-90 ลูกเต่าที่เกิดเมื่อโผล่ขึ้นมาแล้วก็จะกระจาย คลานมุ่งสู่ทะเลทันที เมื่อลูกเต่าถึงน้ำทะเลก็จะว่ายน้ำได้ทันที จะว่ายน้ำมุ่งสู่ทะเลลึกต่อเนื่องกัน 3-5 วัน โดยไม่หยุดพัก

3) ระยะตัวเต็มวัย เมื่อเข้าสู่ตัวเต็มวัยเต่าตัวเมียก็จะกลับมาวางไข่อีกครั้ง

2.1.2.7 ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร

ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร ถือได้ว่าเป็นไก่พันธุ์ที่นิยมเลี้ยงกันแพร่หลายที่สุดในประเทศไทยในบรรดาไก่เล็กฮอร์นด้วยกัน ไก่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร ลักษณะเด่นของไก่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร เป็นพันธุ์ที่มีขนาดเล็ก มีขนสีขาว ไข่ไข่เร็วและดก ไข่เปลือกสีขาว มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารค่อนข้างสูง เพราะมีขนาดเล็ก เลี้ยงปล่อยได้ดี ชอบกินหญ้า ทนอากาศร้อนได้ดี เริ่มให้ไข่เมื่ออายุ 4.1/2-5 เดือน น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่เพศผู้หนักประมาณ 2.2-2.9 กิโลกรัม เพศเมียหนักประมาณ 1.8-2.2 กิโลกรัม ให้ไข่ปีละประมาณ 300 ฟอง



ภาพที่ 2.7 ภาพไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร

ที่มา: <http://onwimon.blogspot.com>

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร

- 1) ระยะไข่ใช้เวลา 3 สัปดาห์ ตัวอ่อนของไก่จะเจริญเติบโตภายในไข่ ซึ่งมีไข่แดงและไข่ขาวเป็นอาหารสำหรับตัวอ่อน
- 2) ระยะตัวอ่อนใช้เวลา 3 เดือน เมื่อโลกไก่โตเต็มที่ก็จะเจาะเปลือกไข่ และดันตัวออกมา ซึ่งดันตัวออกมาสู่ภายนอกเราเรียกลูกไก่ช่วงนี้ว่า ลูกเจี๊ยบ
- 3) ระยะตัวเต็มวัย เมื่อโตเต็มที่แล้วไก่จะหาอาหารกินเอง รูปร่างลักษณะของไก่เพศผู้และเพศเมียจะแตกต่างกัน คือ เพศผู้จะมีหงอนอยู่บนหัว เพศเมียจะตัวเล็กกว่า และไม่มีหงอน

2.1.2.8 กบนา

ลักษณะผิวหนังด้านหลังมีสีน้ำตาลจุดดำ ผิวหนังขรุขระมีรอยย่น ที่ริมฝีปากมีแถบดำ ใต้คางมีจุดดำ หรือแถบลายดำ เมื่อโตเต็มที่น้ำหนัก 200 – 400 กรัม กบนาตัวเมีย มีขนาดโตกว่าตัวผู้ ตัวเมียพร้อมที่จะผสมพันธุ์ต้องมีลักษณะอูมเคลื่อนไหวช้าและข้างลำตัวจะมีตุ่มเมื่อคลำดูมีลักษณะ สากมือ ตุ่มที่ด้านข้างลำตัวแสดงถึงความพร้อมของตัวเมีย กบนาตัวผู้ มีขนาดเล็กกว่าตัวเมีย มีน้ำหนักประมาณ 150 – 50 กรัม



ภาพที่ 2.8 ภาพกบนา

ที่มา: <https://www.baannoi.com>

เมื่อโตเต็มที่และพร้อมที่จะผสมพันธุ์จะมองเห็นถุงเสียง เป็นรอยย่นสีดำที่ได้คาง ถุงเสียงเกิดจากการที่กบนาตัวผู้ส่งเสียงร้องเรียกตัวเมียในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ตัวผู้พร้อมที่จะผสมพันธุ์ในช่วงนี้ลำตัวจะมีสีเหลือง นิ้วเท้าด้านหน้าจะมีตุ่มที่ขยายใหญ่ขึ้น มองเห็นได้ชัดเจน ตุ่มนี้มีประโยชน์ในการใช้เกาะตัวเมียและตุ่มนี้จะหายไปในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ โดยมีช่วงฤดูผสมพันธุ์อยู่ที่ระหว่างเดือนมีนาคมไปจนถึงเดือนกันยายน เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เมื่อมีอายุได้ 1 ปี

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของกบนา

- 1) ระยะไข่ใช้เวลา 12 วัน ไข่มีเมือกหุ้มซึ่งช่วยให้ไข่ลอยอยู่บนผิวน้ำและป้องกันไม่ให้สัตว์อื่นมากินไข่ เมื่อไข่กบได้รับการผสมพันธุ์ก็จะเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นตัวอ่อน
- 2) ระยะลูกออดวัยอ่อนใช้เวลา 1 เดือน มีหัวโต หางยาว หายใจทางเหงือก
- 3) ระยะลูกออดวัยแก่ใช้เวลา 1-2 เดือน เริ่มมีขางอกออกมาโดยขาคู่หลังจะงอกออกมาก่อน หางจะค่อย ๆ เล็กและสั้นลงเรื่อย ๆ ปอดเริ่มพัฒนาขึ้นเพื่อการหายใจ
- 4) ระยะตัวอ่อนหรือลูกกบใช้เวลา 7 เดือน
- 5) ระยะตัวเต็มวัย ใช้ปอดในการหายใจแทน และรับออกซิเจนทางผิวหนังด้วย ส่วนหางจะหายไป พร้อมจะดำรงชีวิตอยู่ทั้งบนบกและในน้ำ

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับ Augmented Reality (AR)

2.2.1 ความเป็นมาของ AR

เทคโนโลยีนี้ได้ถูกพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ.2004 จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงในภาพที่ถ่ายมาจากกล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือ แบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก แต่ด้วยข้อจำกัดทางเทคโนโลยีจึงมีการใช้ไม่แพร่หลายเท่าไร แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีมือถือ และการสื่อสารข้อมูลไร้สาย รวมทั้งการประมวลผลต่าง ๆ มีความรวดเร็วขึ้นและมีราคาถูกลง จึงทำให้อุปกรณ์สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต ทำให้เทคโนโลยีที่อยู่แต่ในห้องทดลอง กลายมาเป็นแอปที่สามารถดาวน์โหลดมาใช้งานกันง่าย ๆ ไปแล้ว โดยในช่วง 2-3 ปีมานี้ AR เป็นเรื่องที่ถูกกล่าวถึงอยู่เป็นระยะ แม้จะไม่ฮอตฮิตเหมือนแอปตัวอื่น ๆ ก็ตามแต่อนาคตยังไปได้อีกไกลทั้ง VR และ AR สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวางหลากหลาย ทั้งด้าน อุตสาหกรรม การทหาร การแพทย์ การตลาด การบันเทิง การสื่อสาร และ การศึกษา

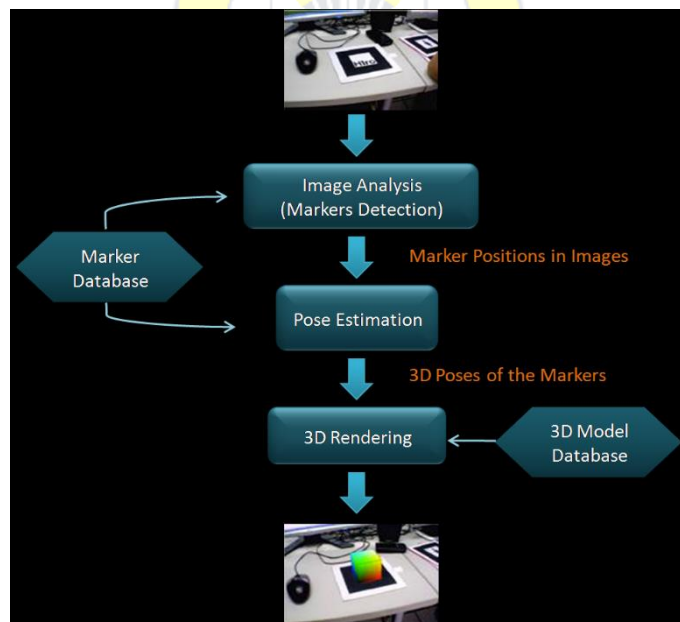
2.2.2 เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR)

AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านอุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์รวมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็น

ภาพที่มีลักษณะเป็นวัตถุ (Object) แสดงผลในจอภาพกลายเป็นวัตถุ 3 มิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง มีการแสดงผลที่แสดงวัตถุมีการเคลื่อนไหว คุมีมิติมีความตื่นเต้นเร้าใจ โดยสามารถนำรูปแบบใหม่ของการนำเสนอสินค้าลอยออกมาจอกคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการนำเสนอรูปแบบใหม่ในโลกสังคมออนไลน์หรือการตลาดออนไลน์อีกทางหนึ่ง ว่ากันว่า นี่จะเป็นการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าสื่อยุคใหม่พอๆ กับเมื่อครั้งเกิดอินเทอร์เน็ตขึ้นในโลกก็ว่าได้ หากเปรียบสื่อต่าง ๆ เสมือน “กล่อง” แล้ว AR คือการดึงออกมาสู่โลกใหม่ภายนอกกล่องที่สร้างความตื่นเต้นเร้าใจ ในรูปแบบ Interactive Media โดยแท้จริง

เทคโนโลยีเสมือนจริงนี้ มีหลักการทำงานโดยสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR) หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย

- 1) Marker (หรือที่เรียกว่า Markup)
- 2) กล้องวิดีโอ เว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือ ตัวจับ Sensor อื่น ๆ
- 3) ส่วนการแสดงผลภาพ เช่นจอภาพจากอุปกรณ์แสดงผล
- 4) ซอฟต์แวร์ประมวลผลเพื่อวัตถุแบบสามมิติ object 3D



ภาพที่ 2.9 ภาพหลักการสร้างภาพ 3 มิติ

ที่มา: <http://msmisthammasat.blogspot.com>

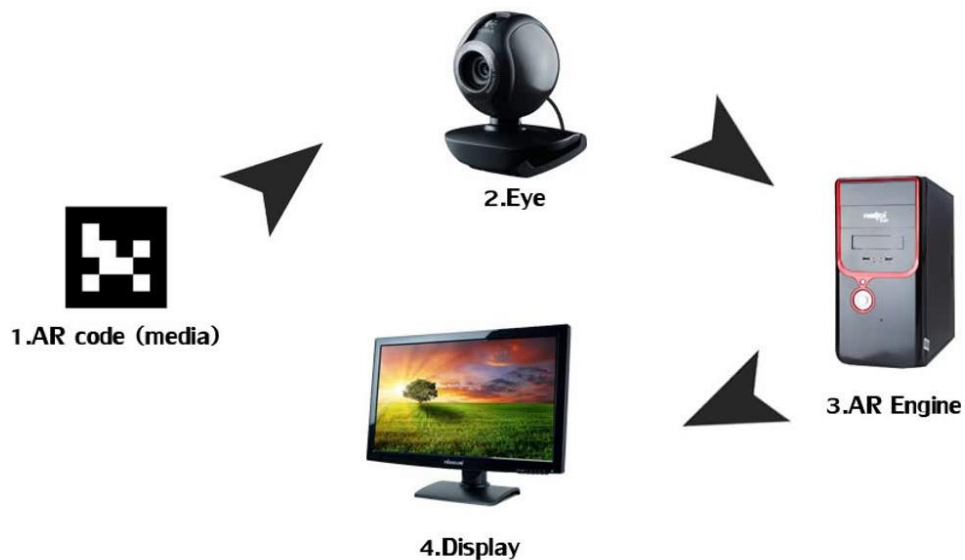
2.2.3 พื้นฐานหลักของ AR

ใช้หลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือการเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้วการตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่ออื่นนั้น ต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน

ทั้งนี้การสั่งการด้วยเสียงจัดว่าเป็น AR และในส่วนของ การประมวลผลภาพนั้น เป็นส่วนเสริม เพราะเน้นไปที่การทำงานของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligent: AI) ในการสื่ออารมณ์กับผู้ใช้บริการผ่านสีและรูปภาพ

เทคโนโลยี AR นี้จะสามารถทำให้ผู้ใช้เห็นภาพเสมือนจริงได้รอบ โดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปสถานที่จริง หากในอนาคตเทคโนโลยีจะมีความก้าวหน้าเป็นอย่างไร สิ่งสำคัญที่สุดคือความก้าวหน้าของมนุษย์ก็ต้องพัฒนาควบคู่กันไปด้วย

2.2.4 หลักการทำงานสำหรับการประยุกต์ใช้งานของเทคโนโลยีเสมือนจริง



ภาพที่ 2.10 หลักการทำงานสำหรับการประยุกต์ใช้งานของเทคโนโลยีเสมือนจริง

ที่มา: <http://arforyouu.blogspot.com>

สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนหลัก ๆ ดังนี้

- 1) วัตถุสัญลักษณ์ คือส่วนที่กำหนดมุมมองและตำแหน่งในการวางวัตถุเสมือนหรือกราฟฟิกให้กับส่วนประมวลผล
- 2) ส่วนรับภาพ ทำหน้าที่รับภาพจากวัตถุสัญลักษณ์เพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผล อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรับภาพ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องโทรศัพท์มือถือ กล้องเว็บแคม ซึ่งสามารถเชื่อมต่อสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผลได้
- 3) ส่วนการประมวลผล ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์วัตถุสัญลักษณ์แล้วสืบค้นข้อมูลจากระบบฐานข้อมูลวัตถุเสมือนจริงหรือกราฟฟิกที่เชื่อมโยงกัน เพื่อเตรียมการแสดงผลวัตถุเสมือนหรือกราฟฟิกนั้น โดยทำการประมวลผลผ่านซอฟต์แวร์ ปัจจุบันเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถแบ่งตามประเภทการวิเคราะห์ภาพออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ วิเคราะห์ภาพวัตถุสัญลักษณ์แบบที่เป็นมาร์คเกอร์ (Marker based AR) และวัตถุสัญลักษณ์แบบอาศัยลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ (Marker-less based AR)
- 4) ส่วนแสดงผล ทำหน้าที่แสดงผลสภาพแวดล้อมจริงและวัตถุเสมือนหรือกราฟฟิกที่ส่วนการประมวลผลสร้างขึ้นมาแสดง อุปกรณ์ที่ใช้แสดงผล เช่น จอคอมพิวเตอร์ จอโทรศัพท์มือถือ จอแสดงผลแบบสวมศีรษะ

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Blender 3D

โปรแกรม Blender นั้นมีจุดเด่นหลายจุดในการออกแบบงานกราฟิก 3 มิติ และเป็นโปรแกรมที่ใช้งานได้ฟรี เครื่องมือๆ ที่ไม่เหมือนใคร เป็นโปรแกรมที่มีการทำงานครบถ้วน ตั้งแต่การปั้นโมเดลไปจนถึงการตัดต่อ มีการคำนวณ Dynamic ที่มีความเร็วและมี Game engine ในตัวสามารถควบคุม animation ได้ละเอียด หลากหลาย เพราะว่า Blender สามารถทำ animation ได้มีการแบ่ง layer ที่เป็นระบบของโปรแกรมเอง มีการทำงานการควบคุม Object (ชิ้นงาน) ได้อย่างหลายแบบ เช่น NLA, Actuator และ dope sheet



ภาพที่ 2.11 ภาพโปรแกรม Blender 3D

ที่มา: <https://www.blender.org>

Blender ถือเป็นหนึ่งในซอฟต์แวร์สำหรับสร้างสรรค์ผลงานเกี่ยวกับโมเดล และแอนิเมชัน อันดับต้น ๆ ของโลก และบริษัทเกี่ยวกับวงการไอทีหลาย ๆ บริษัทต่างก็ยังนิยมใช้งานอยู่อย่างล้นหลามและต่อเนื่อง

ส่วนการทำงานของโปรแกรม Blender

- 1) Information เป็นส่วนที่ทำการใส่ Object พื้นฐาน และการ Open ไฟล์ การ Save ไฟล์ที่ทำเสร็จแล้ว รวมไปถึงการ Import/Export ไฟล์ ซึ่งเป็นส่วนหลักๆ ของโปรแกรม
- 2) Tool box เป็นส่วนที่รวมคำสั่งการจัดการเปลี่ยนแปลง Object หลัก
- 3) Out liner เป็นส่วนที่ช่วยจัดการ object หรือระบบโปรแกรม โดยรวมในรูปแบบรายชื่อ ซึ่งเป็นส่วนที่ช่วยให้งานเร่าง่ายยิ่งขึ้น เมื่อเราต้องทำงานที่มีความซับซ้อนมาก ๆ
- 4) Properties เป็นส่วนควบคุม จัดการทุกอย่าง ทั้งเรื่องของ สี material การเปลี่ยนแปลง Object หรือ Dynamic และการจัดการประมวลผลภาพ ออกมาเผยแพร่ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้จะต้องทำความเข้าใจเป็นส่วนมาก
- 5) Time line เป็นส่วนของการ Play animation และจัดการเรื่องของการกำหนด animation เบื้องต้นให้กับ Object
- 6) Time length เป็นค่าที่กำหนดการเริ่มและการจบของระยะเวลาในการ Play animation
- 7) View port เป็นหน้าต่างการทำงานในระบบ 3 มิติ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้จะต้องทำความเข้าใจเป็นอย่างดี และคล่องแคล่ว
- 8) Object และ pivot เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานจะเปลี่ยนแปลง และเคลื่อนย้ายตามที่ต้องการ จุด Pivot คือ จุดศูนย์กลางหลักของ Object ของเราซึ่งจะเห็นว่ามีลูกศร ชี้ไปตามระนาบ XYZ เป็นสัญลักษณ์ ให้เรารู้ว่า Object หันไปด้านใด

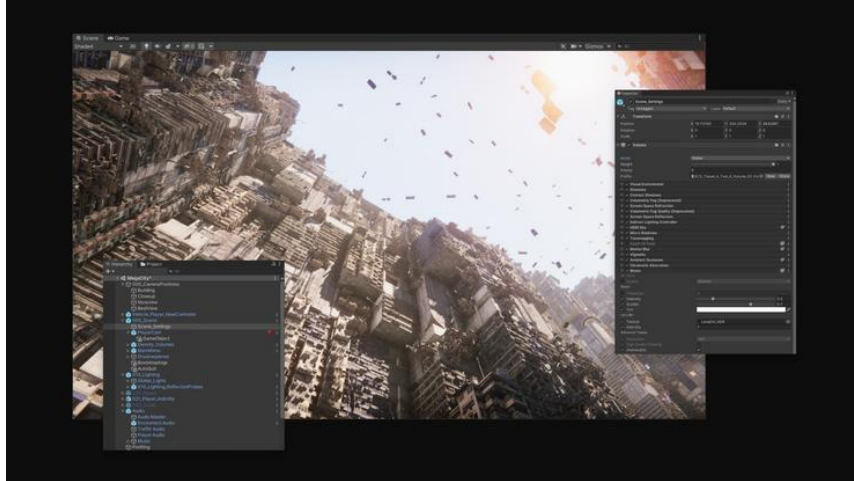
2.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Unity

Unity เป็นเกมเอนจินสำหรับการสร้างเกมซึ่งในช่วงแรกๆ Unity จะรองรับพอร์ตเกมบน Windows, OS X และเว็บไซต์เท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการเพิ่มความสามารถของ Unity ให้รองรับพอร์ตบนแพลตฟอร์มอื่น ๆ เกือบทุกแพลตฟอร์ม

Unity โดดเด่นกว่าเกมเอนจินตัวอื่น ๆ เนื่องจาก ความง่ายในการใช้งานความสามารถในการทำงานบนแพลตฟอร์มต่าง คุณภาพของเกมที่ได้อยู่ในระดับสูงแล้วการใช้งานจะมีทั้งแบบฟรีและแบบเสียค่าใช้จ่ายเพียงแค่แบบฟรีเวลาเริ่มเล่นเกมจะมีสัญลักษณ์ Unity ขึ้นมาก่อนจะทำให้ทราบว่าเกมชนิดนี้ทำมาจาก Unity และเป็นโปรแกรมฟรี แต่ในบางเกมจะไม่ขึ้นสัญลักษณ์ของ Unity เนื่องจากได้เสียค่า License ของ Unity แล้วและ License ของ Unity เองก็ยิ่งถือว่าถูกมาก ๆ เมื่อเทียบกับ

เกมเอนจินอื่น ๆ มีผู้ใช้งานมากที่สุดโดยเฉพาะเกมที่อยู่บน App Store และ Google Play เกือบครึ่งหนึ่งถูกสร้างด้วย Unity ทั้งนี้

Unity เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างเกมโดยการสร้างเกมจะต้องใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ในการใส่ความสามารถของตัวละครนั้น ๆ โดยภาษาที่ใช้หลัก ๆ จะมีอยู่ 2 ภาษานั้นก็คือ ภาษา C# และ ภาษา JavaScript



ภาพที่ 2.12 ภาพโปรแกรม Unity

ที่มา: <https://software.thaiware.com>

2.4.1 ส่วนการทำงานของโปรแกรม Unity

1) Hierarchy คือส่วนที่บอกลำดับชั้น ของ Object ต่าง ๆ ที่อยู่ใน Scene นั้น ๆ ซึ่งมีทั้ง Object แบบเดี่ยวและ Object ที่เป็นแม่ลูกกันซึ่งเมื่อมีการจัดการอะไรบางอย่างกับ Object แม่ Object ที่เป็นลูกนั้นก็จะมี การเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การสร้าง Object มีวิธีการคือลาก Object ต่าง ๆ ที่อยู่ใน Project มาใส่ไว้ในส่วนของ Hierarchy หลังจากนั้นจะปรากฏวัตถุที่ลากจาก Project มาวางบน Hierarchy ปรากฏขึ้นบน Scene ซึ่ง Object ต่าง ๆ เหล่านี้ สามารถเพิ่ม/แก้ไข/ลบ ได้โดยไม่ กระทบกับ Object ที่อยู่ใน Project

2) Inspector เป็นส่วนที่บ่งบอกถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของ Object ซึ่งสามารถจัดการ คุณสมบัติต่าง ๆ ของ Object ได้ในกรอบของ Inspector

3) Project เป็นส่วนที่ใช้ในการเก็บทรัพยากร ต่าง ๆ ก่อนนำไปสร้างเกม เช่น สคริปต์ต่าง ๆ ที่ใช้กำหนดควบคุมตัวเกม 3D โมเดล ใช้เป็นตัวละครหรือวัตถุต่าง ๆ ในเกม Textures หรือ พื้นผิวต่าง ๆ ไฟล์เสียงหรือวีดีโอ Prefabs อื่น ๆ

4) Scene เป็นส่วนที่บ่งบอกว่าในฉากที่กำลังทำงาน มี Object อะไรบ้าง สามารถจัดการ Object ต่าง ๆ เช่น กล้อง แสง เอฟเฟค หรือโมเดล 3 มิติ ได้จากส่วนนี้

5) Toolbar เป็นแถบเครื่องมือที่มีไว้เข้าถึงคุณลักษณะการทำงานที่สำคัญที่สุดด้านซ้ายมีเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการจัดการมุมมองภาพและวัตถุภายในภาพ อยู่ตรงกลางคือการควบคุมการเล่นหยุดชั่วคราวและขั้นตอน ปุ่มทางด้านขวาจะทำให้คุณสามารถเข้าถึง Unity Cloud Services และบัญชี Unity ของคุณตามด้วยเมนูการมองเห็นของเลเยอร์และในที่สุดเมนูเค้าโครงของโปรแกรมแก้ไข

2.4.2 ข้อดีของ Unity

- 1) มีตัวอย่าง Source code และคลิปสอนมากมาย ที่ทาง Unity ทำไว้ให้ศึกษารวมถึงนักพัฒนาอีกหลาย ๆ ท่านที่มีคลิปสอน
- 2) สร้าง AR, VR, ภาพกราฟิก หรือ เกมต่าง ๆ ได้หลากหลาย ทั้ง 2 มิติ 3 มิติ
- 3) คุณภาพ สร้าง AR, VR, ภาพกราฟิก หรือ เกมต่าง ๆ อยู่ในระดับสูง

2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Vuforia Developer Portal

แพลตฟอร์ม Vuforia คือผลิตภัณฑ์ของบริษัท ควอลคอมม์เทคโนโลยี เป็นชุดพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาความเป็นจริง (SDK) สำหรับมือถือที่ช่วยให้สามารถสร้างแอปพลิเคชัน Augmented Reality ได้ให้การเชื่อมต่อโปรแกรมประยุกต์(API) ในภาษา C++, JAVA, Objective C++ และ NET ภาษาผ่านส่วนขยายไปยัง Unity



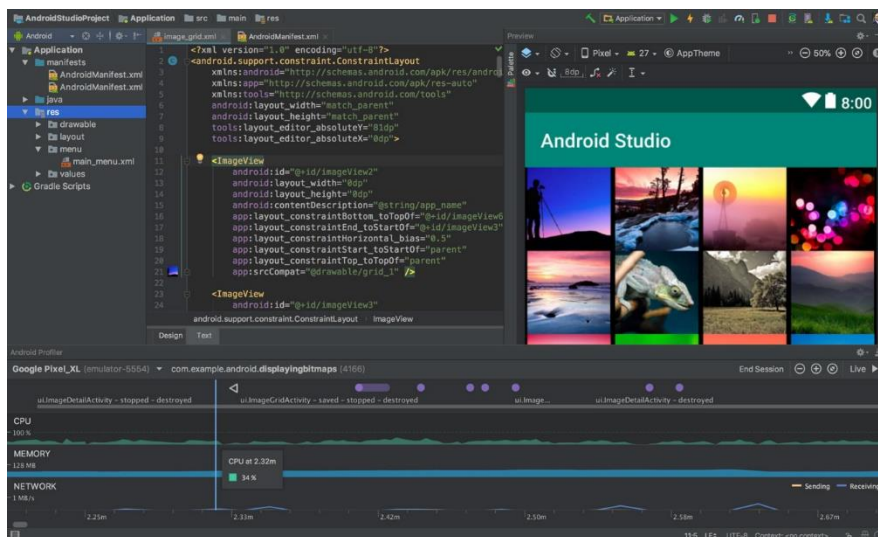
ภาพที่ 2.13 ภาพโปรแกรม Vuforia

ที่มา: <https://library.vuforia.com>

Vuforia SDK รองรับประเภทเป้าหมายแบบ 2D และ 3D หลากหลายรูปแบบ การกำหนดค่าเป้าหมายแบบ Multi-Target 3D และรูปแบบของ Fiducial Marker Vuforia เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาเทคโนโลยี AR ซึ่งสนับสนุนการทำงานร่วมกับ IOS, Android, และ Unity

2.6 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ Android Studio

Android Studio เป็น IDE Tool จาก Google ไว้พัฒนา Android สำหรับ Android Studio เป็น IDE Tools ล่าสุดจาก Google ไว้พัฒนาโปรแกรม Android โดยเฉพาะ โดยพัฒนาจากแนวคิดพื้นฐานมาจาก IntelliJ IDEA คล้าย ๆ กับการทำงานของ Eclipse และ Android ADT Plugin โดยวัตถุประสงค์ของ Android Studio คือต้องการพัฒนาเครื่องมือ IDE ที่สามารถพัฒนา App บน Android ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งด้านการออกแบบ GUI ที่ช่วยให้สามารถ Preview ตัว App มุมมองที่แตกต่างกันบน Smart Phone แต่ละรุ่น สามารถแสดงผลบางอย่างได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการรัน App บน Emulator รวมทั้งยังแก้ไขปรับปรุงในเรื่องของความเร็วของ Emulator



ภาพที่ 2.14 ภาพ Android Studio

ที่มา: <https://developer.android.com>

Android Software Development Kit (Android SDK) เปรียบเสมือน Library ที่ใช้ในการพัฒนา Application สำหรับ Android เนื่องจากตัว Android มีหลายเวอร์ชัน และแต่ละเวอร์ชันมี Feature, GUI ที่ไม่เหมือนกันทำให้เกิด Android SDK ออกมาหลายเวอร์ชันให้เลือกใช้งาน

ทั้งนี้ได้นำมาใช้ในส่วนของงานต่าง ๆ เช่น การตั้งออโต้โพกัสของกล้องสมาร์ทโฟน การเชื่อมต่อกันของหน้า UI

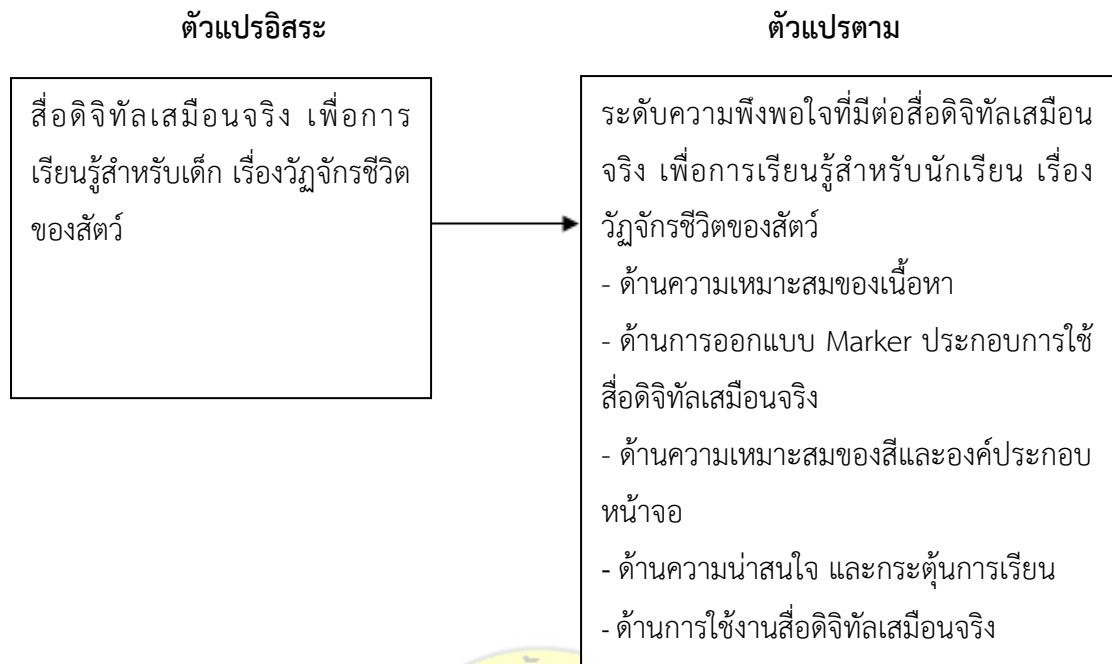
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีณา โชติช่วง ชิตพิพัทธ์ ปานเกษม และ วิจิตรา สายแสง (2562) ได้ทำการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง มีผลความพึงพอใจ จากกลุ่มเป้าหมายที่ทำการทดลอง ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เกิดจากในกระบวนการพัฒนา ได้มีการแบ่งการทำงานอย่าง ชัดเจนเป็นขั้นตอนตามแนวทางของการพัฒนาด้วยหลักการของ System Development Life

Cycle (SDLC) มีการออกแบบ หน้าจอของแอปพลิเคชัน การออกแบบมาร์คเกอร์ และโมเดลสามมิติ ตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย มีการกระตุ้นความ น่าสนใจให้กับผู้เรียนตามหลักการเรียนรู้ มากกว่าการอ่านหนังสือเรียนโดยทั่วไป มีรูปภาพและวีดิทัศน์ประกอบที่น่าสนใจและ เหมาะสมกับ เนื้อหาตามหลักสูตรประถมศึกษาตอนปลาย ในการนำเสนอเน้นความกระชับ เข้าใจง่าย และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้อีกหนึ่งขั้นหนึ่ง สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นั้น ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Unity ร่วมกับ Vuforia เพื่อทำการ เชื่อมโยงมาร์คเกอร์ผ่านกล้องสมาร์ทโฟนและแสดงภาพสามมิติที่ตรงกันได้ การใช้งานจำเป็นต้องใช้ ร่วมกับหนังสือสื่อเสริมการเรียนรู้ (AR Solar Book) ที่ออกแบบเนื้อหาสาระความรู้ในรูปแบบ ของหนังสือสี สี ผลทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับที่ดีมาก โดยมีความถูกต้อง ในการทำงาน ความเหมาะสมและความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน การนำเสนอเนื้อหาที่มีความเข้าใจ ง่าย ($\bar{x}=4.03$, $SD=0.50$) สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ($\bar{x}=4.07$, $SD=0.53$) สอดคล้องกับผลงานวิจัย ของ สุพรรณพงศ์ วงศ์ศรีเพ็ง(2554) (10) ได้ศึกษาเรื่องการประยุกต์การใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อ ใช้ในการสอนพหุภาษาชาวไทย โดยการพัฒนาดังกล่าวจะช่วยให้ผู้สอนมีรูปแบบของการเรียนการสอนที่ แปลกให้ช่วยเพิ่มความน่าสนใจกับผู้เรียน ซึ่งในการพัฒนาระบบดัง กล่าวได้นำเอาเทคนิคความจริง เสริมมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นเทคนิคที่น่าสนใจและเหมาะกับการเรียนการสอน สมศักดิ์ เตชะโกสิต (2559: บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้จินต วิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สละเต็ม โดยกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 114 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทาง วิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 38 คน กลุ่มที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้จินต วิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 38 คน และกลุ่มที่ เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ จำนวน 38 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yen, Tsai, and Wu (2013) ที่ ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดาราศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยภาพเคลื่อนไหวแบบสามมิติ และนักเรียนที่เรียนด้วย ภาพเคลื่อนไหวแบบสอง มิติ พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นแต่ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสามกลุ่ม ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน

สิริพันธ์ กล่ำปวน (2550) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องวัฏจักรชีวิต ของสัตว์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ผลการวิจัย พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ที่มีคุณภาพในด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก มีคุณภาพด้านคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียอยู่ในระดับดีและมีประสิทธิภาพ 89.89/88.22 ตามเกณฑ์ ที่กำหนด

2.8 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 2.15 กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ มีขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.6 ขั้นตอนการทำงานของสื่อ

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมายกุล ภาคเรียนที่ 2 ประการศีกษา 2564

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนวมายกุล ภาคเรียนที่ 2 ประการศีกษา 2564 จำนวน 30 คน เลือกแบบเจาะจง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนา สื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ สามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

3.2.1 สื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ที่ผู้วิจัยทำการพัฒนาขึ้น ซึ่งสามารถเลือกเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผ่านอุปกรณ์สมาร์โฟน บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.2.2 แบบสอบถาม สามารถจำแนกเป็น 2 ชุด สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และกลุ่มนักเรียน โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือ ดังนี้

- แบบสอบถามสำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ สำหรับทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริง ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการจำนวน 4 ข้อ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน อาทิ เพศ อายุ ระดับการศึกษา

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับ สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ที่ทำการวิจัยและพัฒนาขึ้น โดยลักษณะของแบบสอบถามส่วนที่ 2 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับที่ 1 ถึง 5 ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 คะแนน หมายถึง มาก

ระดับความคิดเห็น 3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 คะแนน หมายถึง น้อย

ระดับความคิดเห็น 1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

- แบบสอบถามสำหรับกลุ่มนักเรียน สำหรับทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ จำนวน 4 ข้อ เพื่อสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน อาทิ เพศ อายุ ระดับการศึกษา

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับ สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ที่ทำการวิจัย และพัฒนาขึ้น โดยลักษณะของแบบสอบถามส่วนที่ 2 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับที่ 1 ถึง 5 ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ 5 คะแนน หมายถึง มากที่สุด

ระดับความพึงพอใจ 4 คะแนน หมายถึง มาก

ระดับความพึงพอใจ 3 คะแนน หมายถึง ปานกลาง

ระดับความพึงพอใจ 2 คะแนน หมายถึง น้อย

ระดับความพึงพอใจ 1 คะแนน หมายถึง ควรปรับปรุง

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ในการสร้างแบบสอบถามครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากเอกสารที่เกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนา และแนวคิด ทฤษฎี บทความ ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยดัดแปลงให้เหมาะสมกับงานวิจัยและลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง

3.2.3 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ พบว่าความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกหัวข้อการประเมิน โดยภาพรวมการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ คือ 4.65 อยู่ในระดับมาก

3.3 การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยและพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ จากการทดสอบเสมือนจริง การประเมินความพึงพอใจและการทดสอบความรู้ ผู้วิจัยวางแผนการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

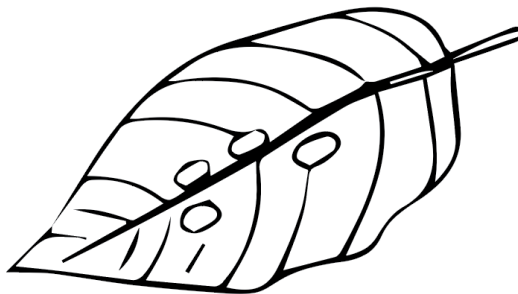
3.3.1 Character Design

การออกแบบโมเดลสามมิติเพื่อนำมาใช้ในแอปพลิเคชันวัฏจักรชีวิตของสัตว์มีดังต่อไปนี้

1. ศึกษาแบบวัตถุจากรูปภาพสัตว์หรือแบบจำลอง
2. พิจารณาลักษณะของรูปภาพสัตว์หรือแบบจำลองโดยแบ่งส่วนโครงสร้างและส่วนรายละเอียดต่าง ๆ
3. ทำการพิจารณาว่าส่วนต่าง ๆ ของตัวโมเดลควรจะใช้วัตถุรูปทรงใดและประเภทใดในการสร้าง
4. นำโครงร่างรูปภาพสัตว์เข้ามาในโปรแกรม Blender ทำการขึ้นรูปโมเดลตามโครงสร้างของสัตว์

3.3.1.1 ผีเสื้อจักรพรรดิ

3.3.1.1.1 ระยะเวลา



ภาพที่ 3.1 ภาพร่างไข่ผีเสื้อจักรพรรดิ

ที่มา: <https://bugedu.wordpress.com>

3.3.1.2 ระยะหนอน



ภาพที่ 3.2 ภาพร่างหนอน

ที่มา: <https://bugedu.wordpress.com>

3.3.1.1.3 ระยะดักแด้



ภาพที่ 3.3 ภาพร่างดักแด้

ที่มา: <https://bugedu.wordpress.com>

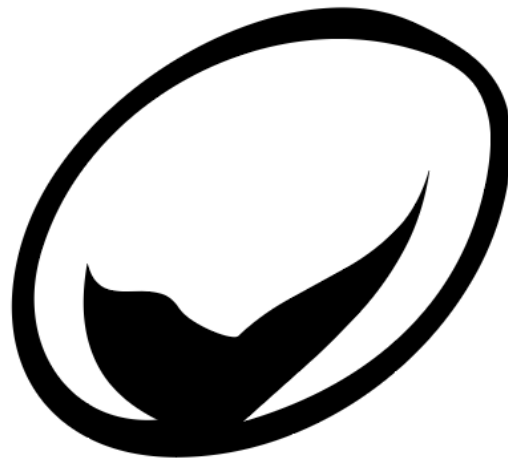
3.3.1.1.4 ระยะตัวเต็มวัย



ภาพที่ 3.4 ภาพร่างผีเสื้อจักรพรรดิ
ที่มา: <https://bugedu.wordpress.com>

3.3.1.2 ดั้วงแสด

3.3.1.2.1 ระยะไข่



ภาพที่ 3.5 ภาพร่างไข่ดั้วงแสด
ที่มา: <https://cuadroscomparativos.com>

3.3.1.2.2 ระยะหนอน



ภาพที่ 3.6 ภาพร่างหนอน

ที่มา: <https://cuadroscomparativos.com>

3.3.1.2.3 ระยะดักแด้



ภาพที่ 3.7 ภาพร่างดักแด้

ที่มา: <https://www.svggroup.co.th>

3.3.1.2.4 ตัวเต็มวัย



ภาพที่ 3.8 ภาพร่างด้วงแรด

ที่มา: <https://cuadroscomparativos.com>

3.3.1.3 ยุงลาย

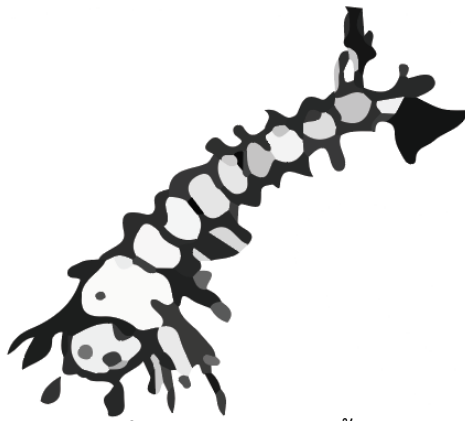
3.3.1.3.1 ระยะไข่



ภาพที่ 3.9 ภาพร่างไข่ยุงลาย

ที่มา: <https://www.lnwsunshiro.com>

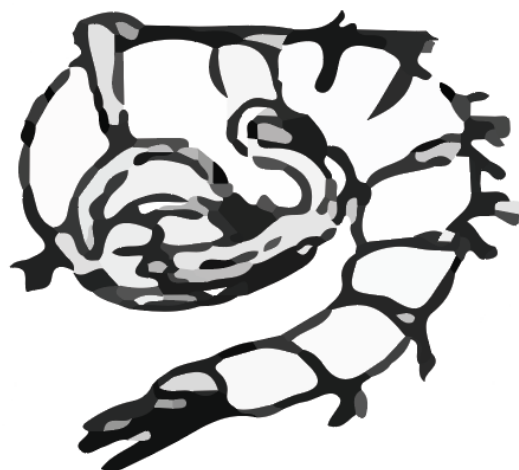
3.3.1.3.2 ระยะลูกน้ำ



ภาพที่ 3.10 ภาพร่างลูกน้ำ

ที่มา: <https://www.lnwsunshiro.com>

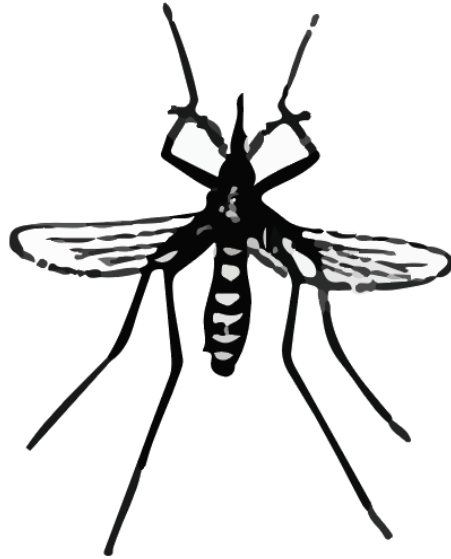
3.3.1.3.3 ระยะตัวโม่่ง



ภาพที่ 3.11 ภาพร่างตัวโม่่ง

ที่มา: <https://www.lnwsunshiro.com>

3.3.1.3.4 ตัวเต็มวัย



ภาพที่ 3.12 ภาพร่างยุงลาย

ที่มา: <https://www.lnwsunshiro.com>

3.3.1.4 ตั๊กแตนตำข้าวดอกไม้

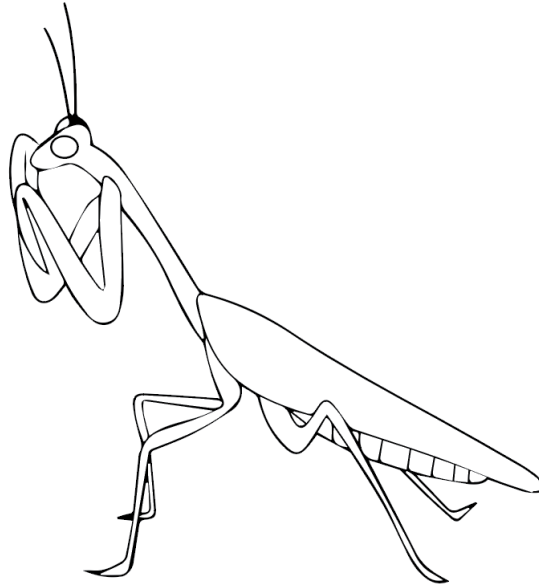
3.3.1.4.1 ระยะเวลา



ภาพที่ 3.13 ภาพร่างไข่ตั๊กแตนตำข้าวดอกไม้

ที่มา: <https://pixabay.com>

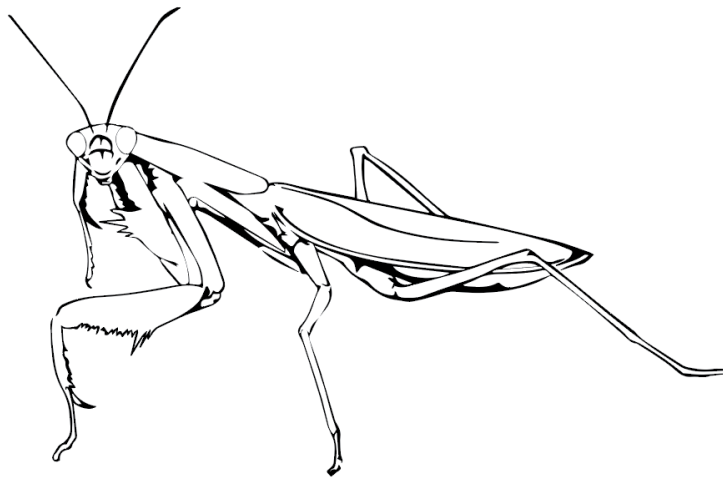
3.3.1.4.2 ระยะตัวอ่อน



ภาพที่ 3.14 ภาพร่างตัวอ่อน

ที่มา: <https://pixabay.com>

3.3.1.4.3 ตัวเต็มวัย



ภาพที่ 3.15 ภาพร่างตัวเต็มวัย

ที่มา: <https://pixabay.com>

3.3.1.5 แมลงสาบอเมริกัน

3.3.1.5.1 ระยะไข่



ภาพที่ 3.16 ภาพร่างไข่แมลงสาบอเมริกัน

ที่มา: <http://www.truepllookpanya.com>

3.3.1.5.2 ระยะตัวอ่อน



ภาพที่ 3.17 ภาพร่างตัวอ่อนแมลงสาบอเมริกัน

ที่มา: <http://www.truepllookpanya.com>

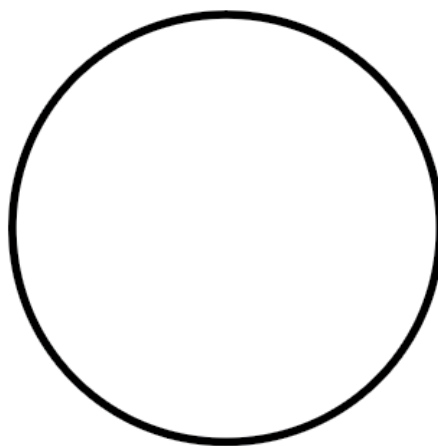
3.3.1.5.3 ตัวเต็มวัย



ภาพที่ 3.18 ภาพร่างแมลงสาบอเมริกัน
ที่มา: <http://www.trueplookpanya.com>

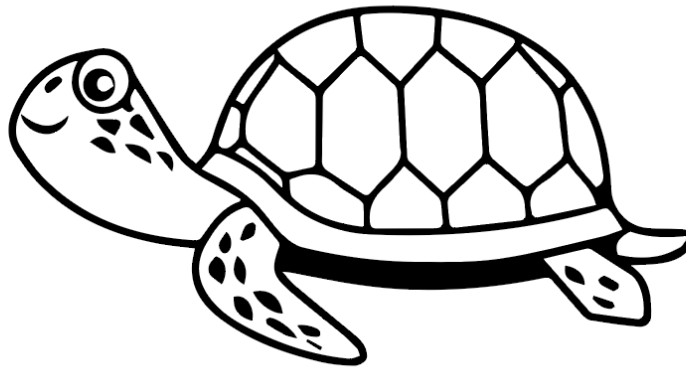
3.3.1.6 เต่าตนู

3.3.1.6.1 ระยะเวลาเเต่าตนู



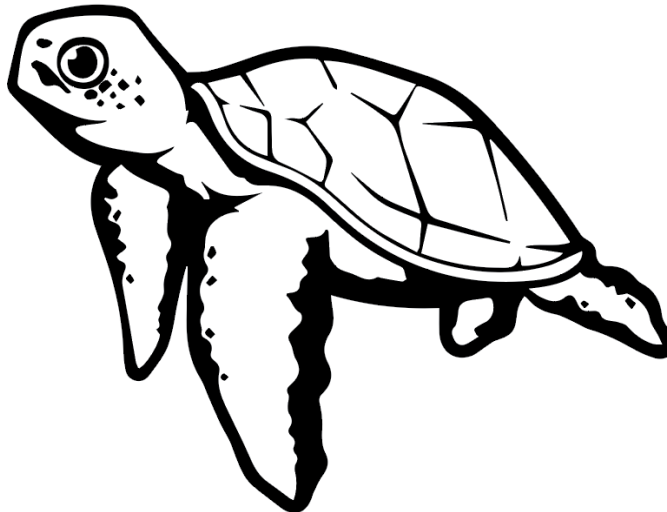
ภาพที่ 3.19 ภาพร่างไข่เต่าตนู
ที่มา: <https://all-free-download.com>

3.3.1.6.2 ระยะตัวอ่อน



ภาพที่ 3.20 ภาพร่างตัวอ่อนเต่าตนุ
ที่มา: <https://all-free-download.com>

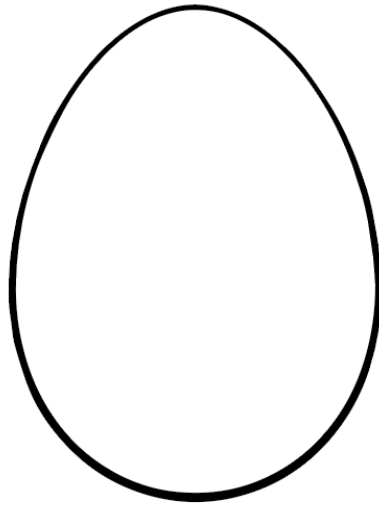
3.3.1.6.3 ระยะตัวเต็มวัย



ภาพที่ 3.21 ภาพร่างเต่าตนุ
ที่มา: <https://all-free-download.com>

3.3.1.7 ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร

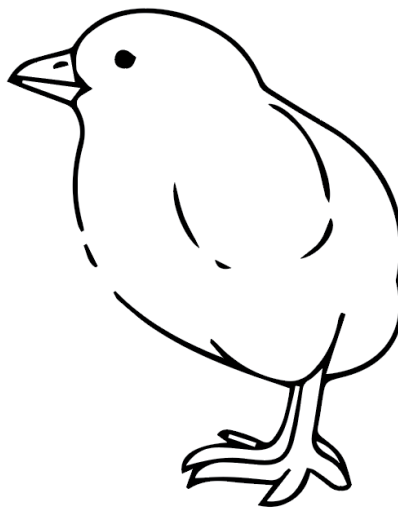
3.3.1.7.1 ระยะไข่



ภาพที่ 3.22 ภาพร่างไข่ไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร

ที่มา: <https://www.pinterest.jp>

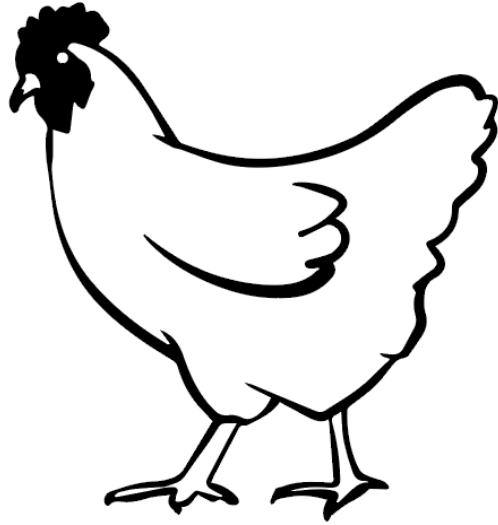
3.3.1.7.2 ระยะตัวอ่อน



ภาพที่ 3.23 ภาพร่างตัวอ่อน

ที่มา: <https://yespress.info>

3.3.1.7.3 ระยะตัวเต็มวัย

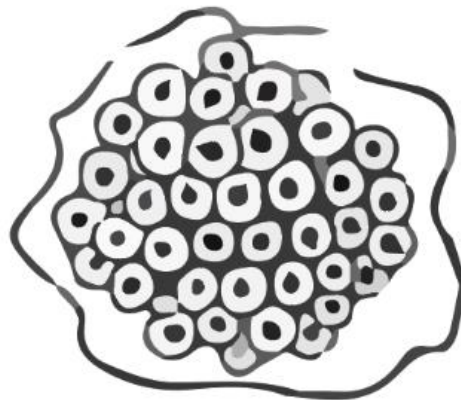


ภาพที่ 3.24 ภาพร่างไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร

ที่มา: <https://th.lovepik.com>

3.3.1.8 กบนา

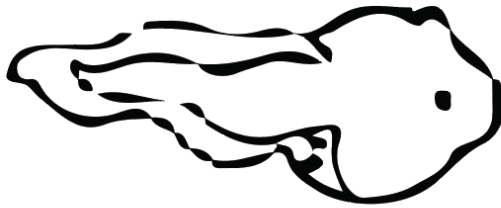
3.3.1.8.1 ระยะไข่



ภาพที่ 3.25 ภาพร่างไข่กบนา

ที่มา: <https://www.pinterest.com>

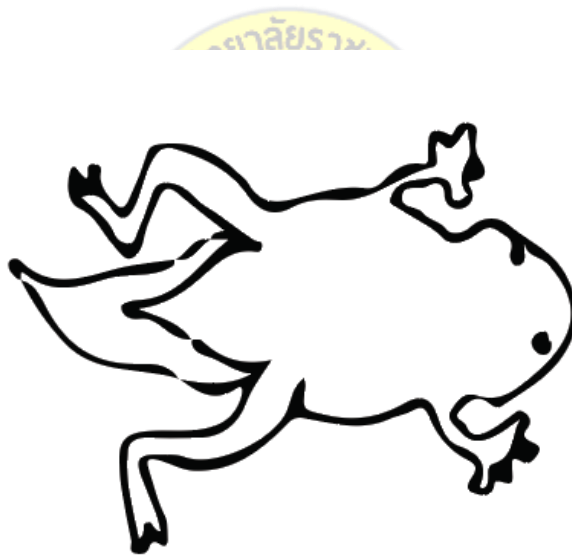
3.3.1.8.2 ระยะลูกอ๊อดวัยอ่อน



ภาพที่ 3.26 ภาพร่างลูกอ๊อดวัยอ่อน

ที่มา: <https://www.pinterest.com>

3.3.1.8.3 ระยะลูกอ๊อดวัยแก่



ภาพที่ 3.27 ภาพร่างลูกอ๊อดวัยแก่

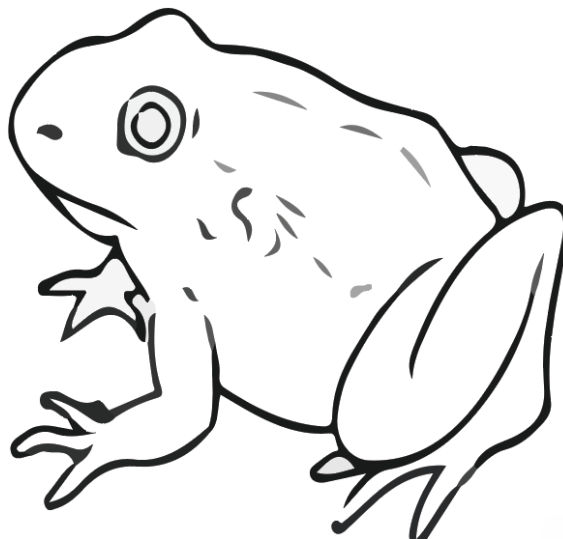
ที่มา: <https://www.pinterest.com>

3.3.1.8.4 ระยะตัวอ่อน



ภาพที่ 3.28 ภาพร่างลูกกบนา
ที่มา: <https://www.pinterest.com>

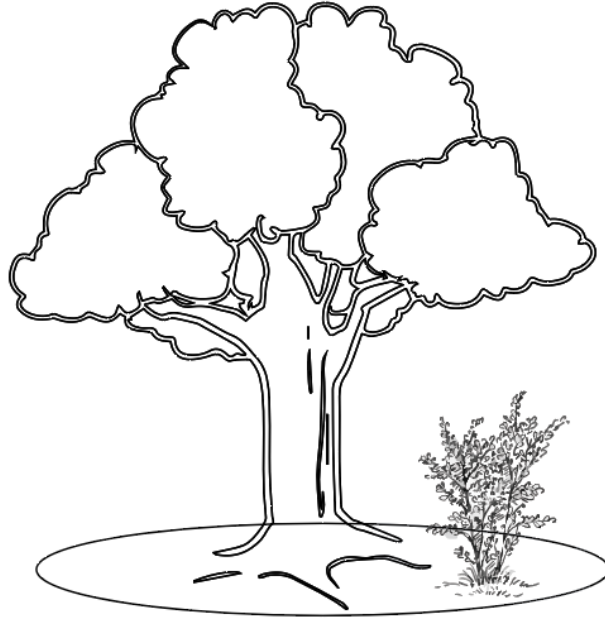
3.3.1.8.5 ตัวเต็มวัย



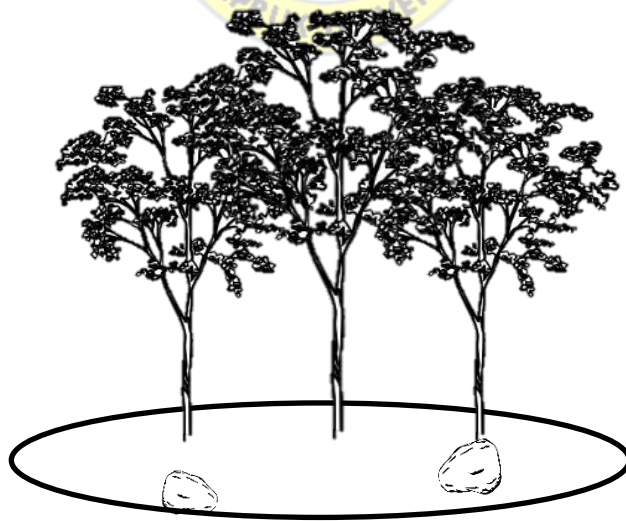
ภาพที่ 3.29 ภาพร่างกบนา
ที่มา: <https://www.pinterest.com>

3.3.2 Environment Design

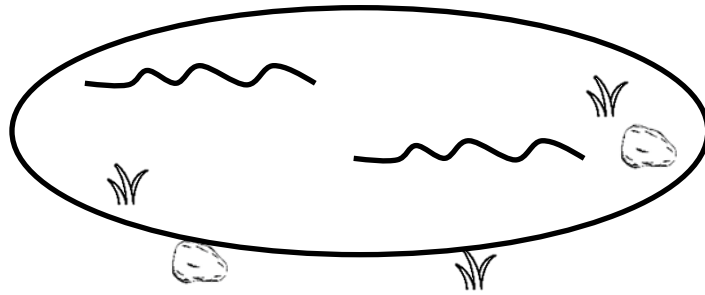
สิ่งแวดล้อมที่ใช้ประกอบในการสร้างงานทำการอ้างอิงมาจากที่อยู่อาศัยของสัตว์แต่
ละชนิดให้มีความสอดคล้องและใกล้เคียงกับแหล่งที่พบสัตว์ มีดังนี้



ภาพที่ 3.30 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของผีเสื้อจักรพรรดิ



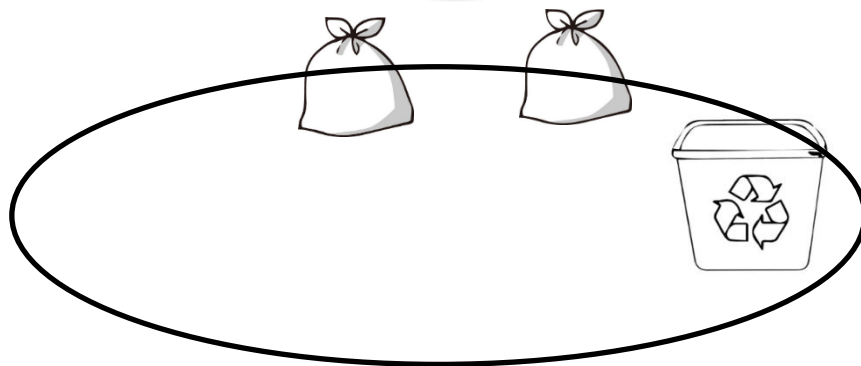
ภาพที่ 3.31 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของด้วงแรด



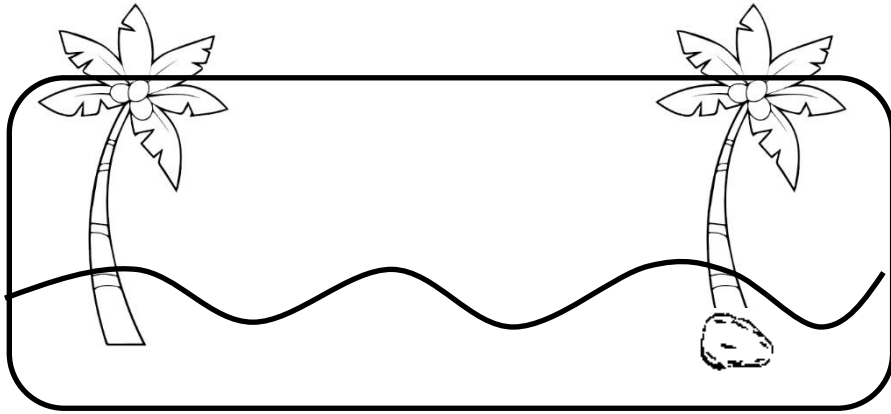
ภาพที่ 3.32 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของยุ้งฉาง



ภาพที่ 3.33 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของตักแตนตำข้าวดอกไม้



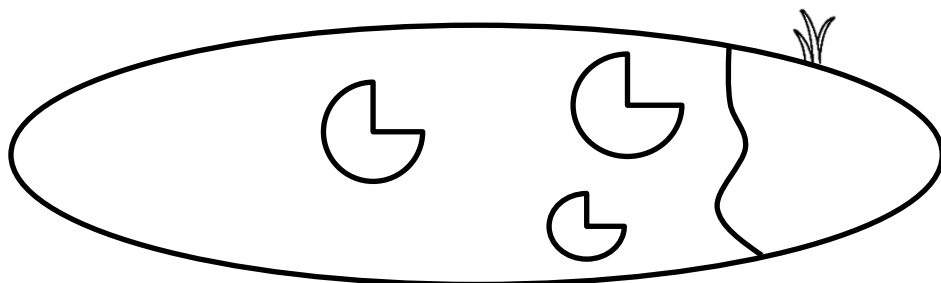
ภาพที่ 3.34 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของแมลงสาบอเมริกัน



ภาพที่ 3.35 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของเต่าตนุ



ภาพที่ 3.36 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร



ภาพที่ 3.37 ภาพร่างสิ่งแวดล้อมของกบนา

3.3.3 Model & Ringing

3.3.3.1 Character Modeling

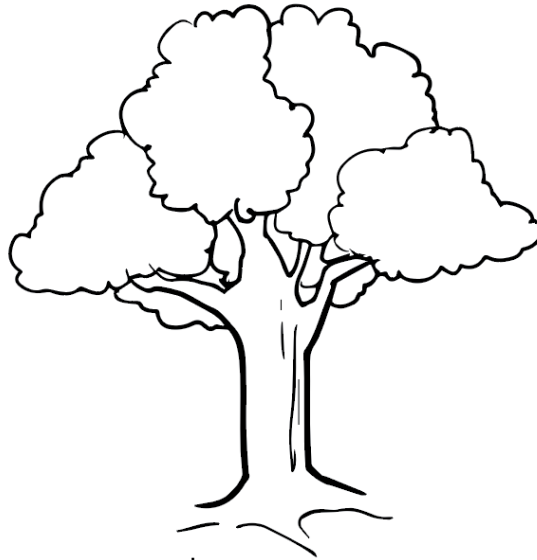
ขั้นตอนการสร้างโมเดล 3 มิติ มีดังนี้

1. นำรูปภาพของสัตว์เข้ามาในโปรแกรม Blender 3D
2. วิเคราะห์โครงสร้างของสัตว์ว่าโมเดลควรใช้วัตถุชนิดใด มีรูปร่าง รูปทรงแบบใด
3. ปั้นวัตถุให้เป็นไปตามโครงสร้างของสัตว์ชนิดนั้น
4. เพิ่มเติมรายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของสัตว์ที่มีลงไป
5. ทำการตั้งค่า Material ให้ตรงตามความเหมาะสมของสัตว์แต่ละประเภทให้มี

ความเสมือนจริงรวมถึงการใส่สีสันท่าง ๆ

3.3.3.2 Prop Modeling

มีการนำวัตถุต่าง ๆ เข้ามาใช้ในชั้นงานเพิ่มเติมเพื่อประกอบภายในฉากให้เกิดความสมจริงน่าสนใจ ดังนี้



ภาพที่ 3.38 ภาพร่างต้นไม้

ที่มา: <https://www.thaipng.com>



ภาพที่ 3.39 ภาพร่างต้นไม้
ที่มา: <https://freedesignfile.com>

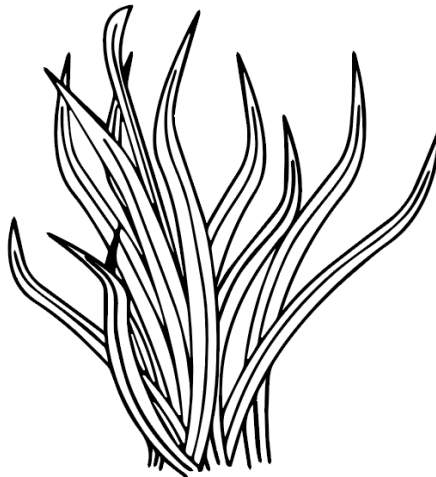


ภาพที่ 3.40 ภาพร่างก้อนหิน
ที่มา: <https://www.vectorstock.com>



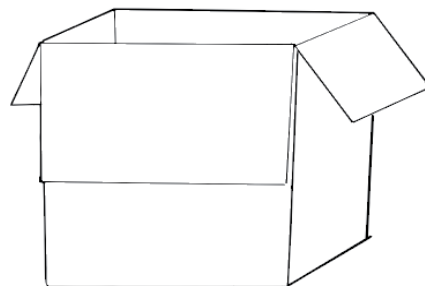
ภาพที่ 3.41 ภาพร่างต้นหญ้า

ที่มา: <https://www.pinterest.cl>



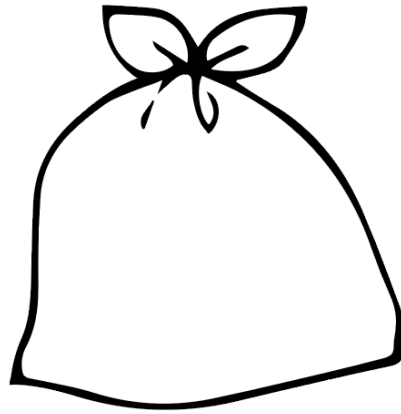
ภาพที่ 3.42 ภาพร่างต้นหญ้า

ที่มา: <https://www.thaipng.com>

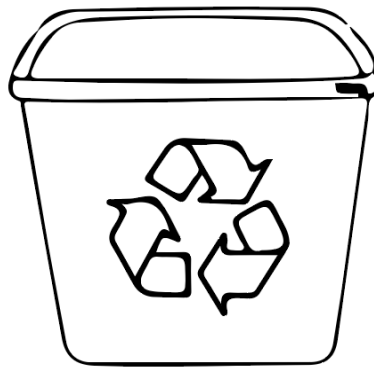


ภาพที่ 3.43 ภาพร่างกล่อง

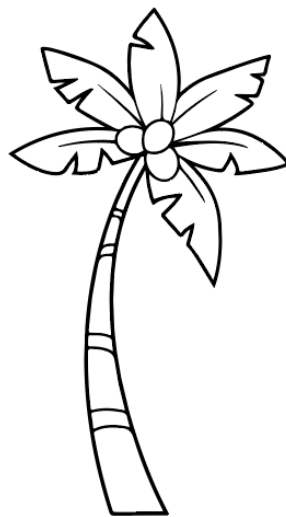
ที่มา: <https://oer.learn.in.th>



ภาพที่ 3.44 ภาพร่างถุงขยะ
ที่มา: <https://th.pixtastock.com>



ภาพที่ 3.45 ภาพร่างถังขยะ
ที่มา: <https://www.facebook.com/preworksheet/photos>

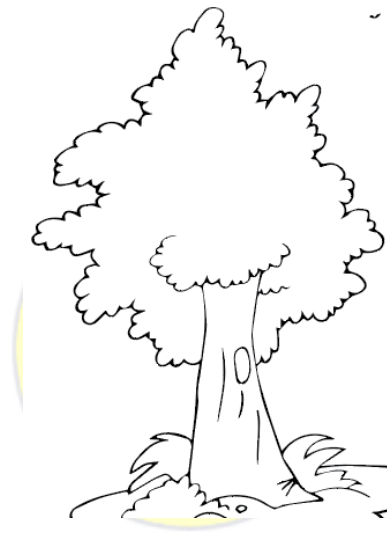


ภาพที่ 3.46 ภาพร่างต้นมะพร้าว
ที่มา: <https://www.cleanpng.com>



ภาพที่ 3.47 ภาพร่างต้นหญ้า

ที่มา: <https://www.thaipng.com>



ภาพที่ 3.48 ภาพร่างต้นไม้

ที่มา: <https://www.pinterest.com>



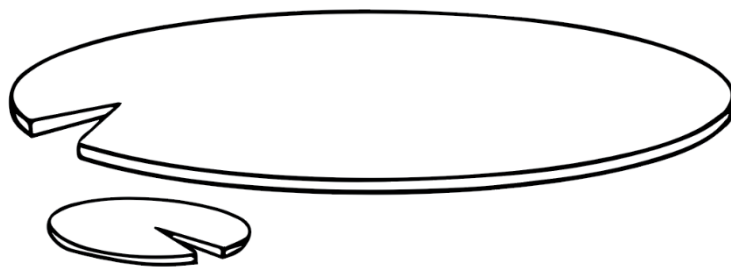
ภาพที่ 3.49 ภาพร่างข้าวเปลือก

ที่มา: <https://www.gotoknow.org>



ภาพที่ 3.50 ภาพร่างต้นหญ้า

ที่มา: <https://th.pngtree.com>

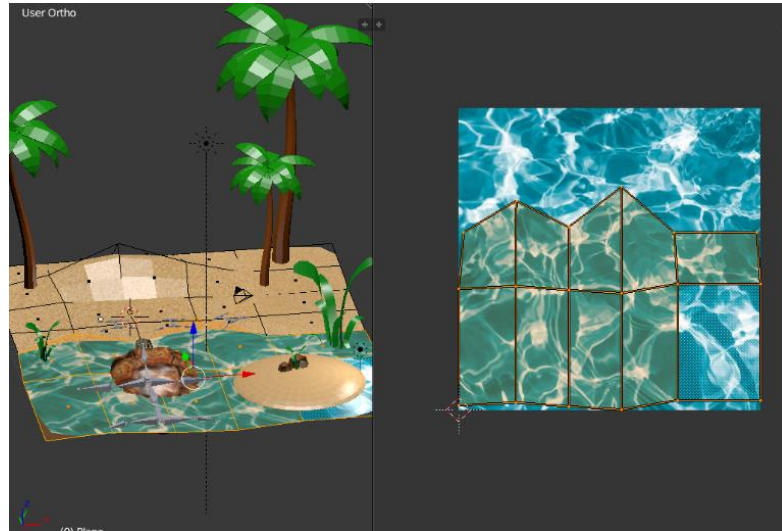


ภาพที่ 3.51 ภาพร่างใบบัว

ที่มา: <https://th.lovepik.com>

3.3.3.3 UV and Texture

ในโมเดลบางชิ้นงานนั้นจะมีการใช้ UV and Texture ให้โมเดลนั้นมีความเหมือนต้นแบบ ได้แก่ หิน น้ำทะเล ปกผีเสื้อจักรพรรดิ ไบบัว กระจดองเต่าตนุและผิวของเต่าตนุ



ภาพที่ 3.52 ภาพการใส่ UV ให้น้ำทะเล

3.3.3.4 Rigging

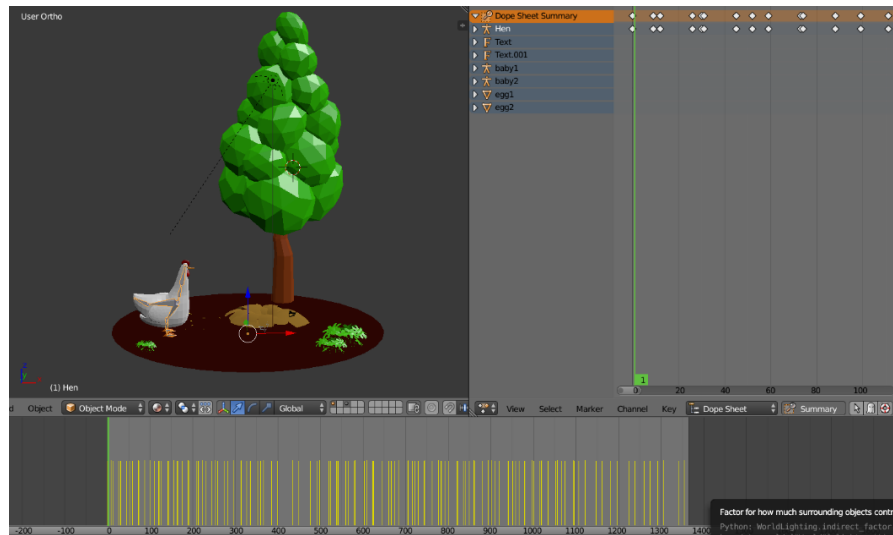
โมเดล 3 มิติที่มีการเคลื่อนไหวได้โดยการที่จะทำให้ตัวโมเดลเคลื่อนไหวได้จะต้องทำการการ Rigging ตัวโมเดลเพื่อที่จะให้ตัวโมเดลมีการขยับส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ในการเล่น Animation มีความเหมือนจริง



ภาพที่ 3.53 การใส่กระดูกตามข้อต่อที่ใช้การควบคุมการเคลื่อนไหว

3.3.4 Animation

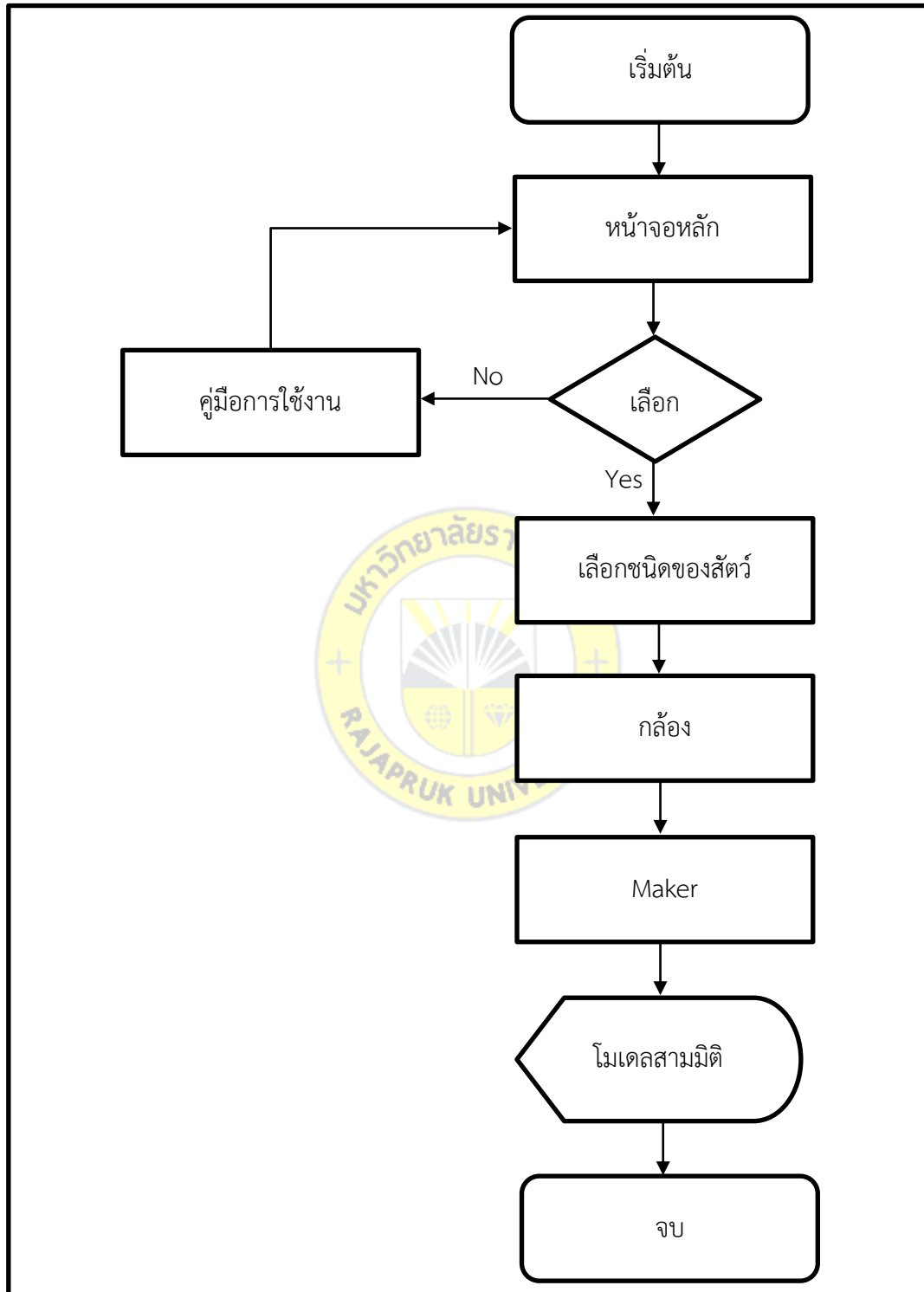
ในการทำให้โมเดล 3 มิติเคลื่อนไหวจะต้องมีการกำหนดคีย์เฟรมเพื่อให้สามารถกำหนดท่าทางการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ของโมเดลจากกระดูกที่ทำการ Rigging ไว้



ภาพที่ 3.54 ภาพการกำหนดคีย์เฟรมสำหรับการทำ Animation



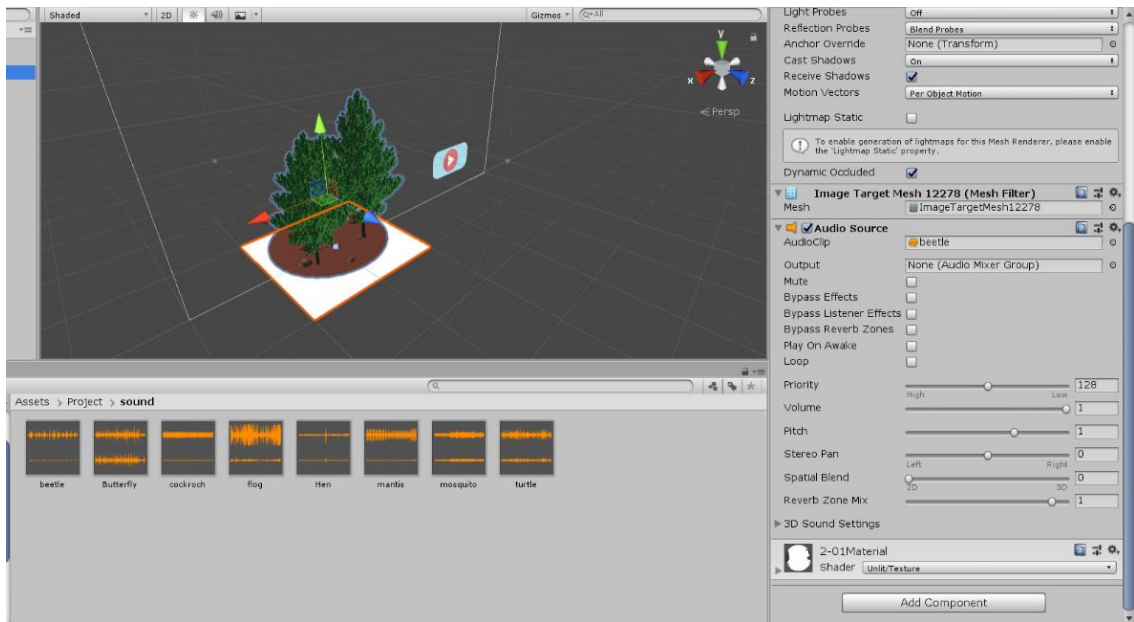
3.3.5 Application Mechanic
Application Control



ภาพที่ 3.55 ภาพการทำงานของโปรแกรม

3.3.6 Sound & Music

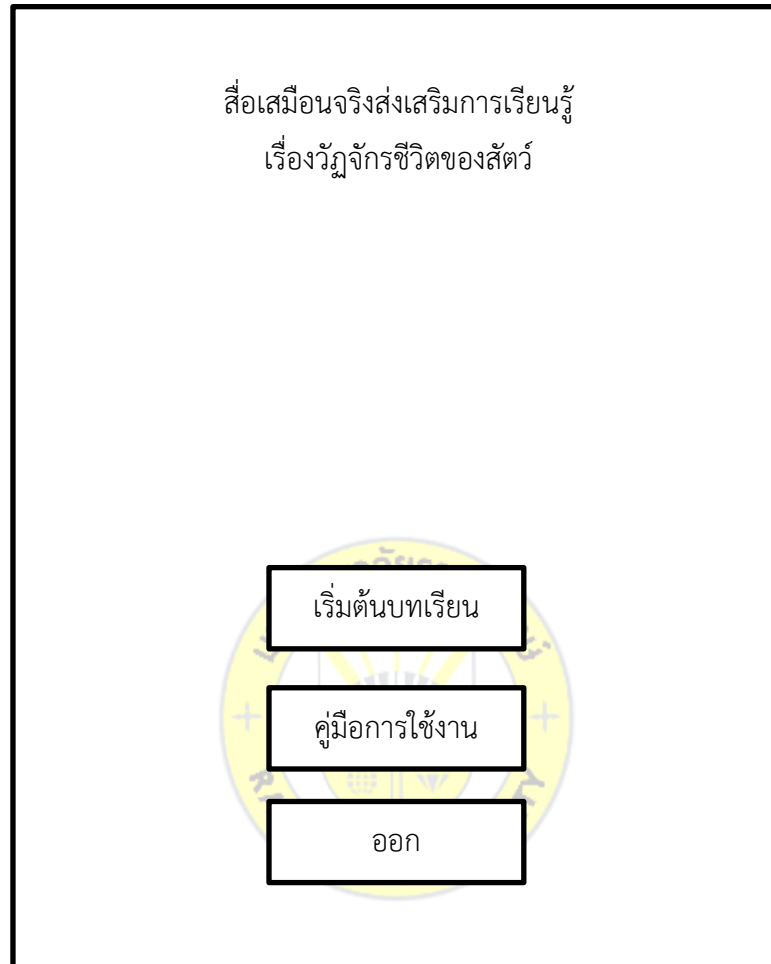
เมื่อมีการแสดงโมเดลสามมิติขึ้นมาเพื่อสร้างความน่าสนใจจึงมีการนำ Sound เข้ามาใส่ให้กับตัวโมเดลให้คล้ายคลึงกับเหมือนธรรมชาติเสียงที่เลือกใช้จะเป็นเสียงตามธรรมชาติที่สัตว์ชนิดนั้นอาศัยอยู่ให้มีความเสมือนมากที่สุด



ภาพที่ 3.56 ภาพการใส่ Sound ให้กับโมเดล

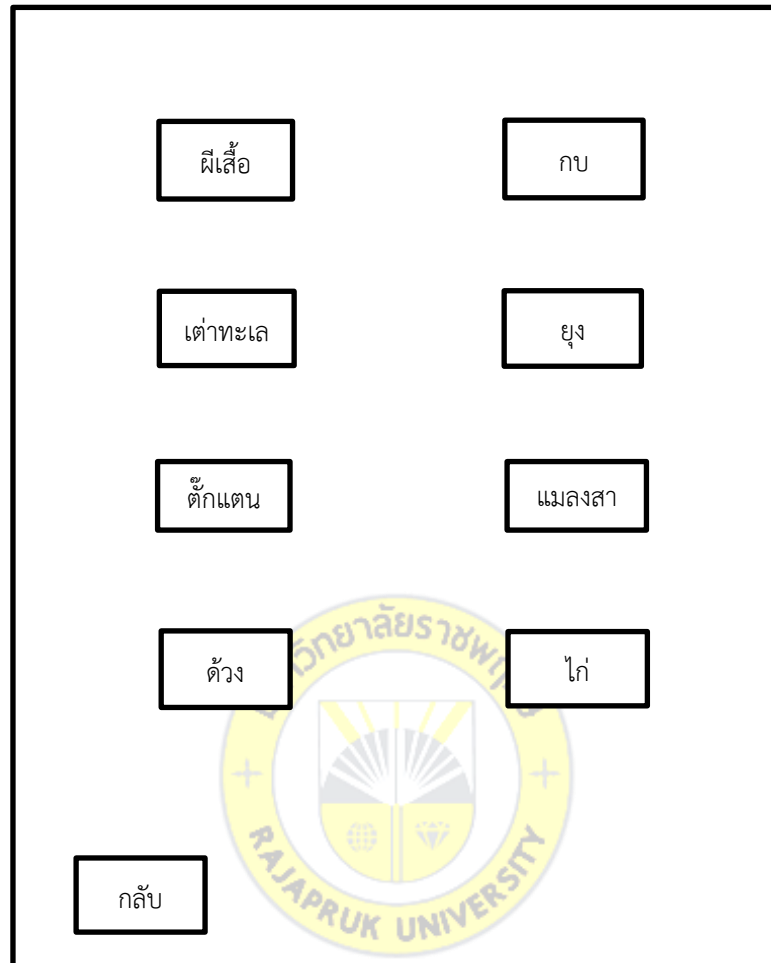
3.3.7 User Interface

3.3.7.1 หน้าจอหลักของแอปพลิเคชัน



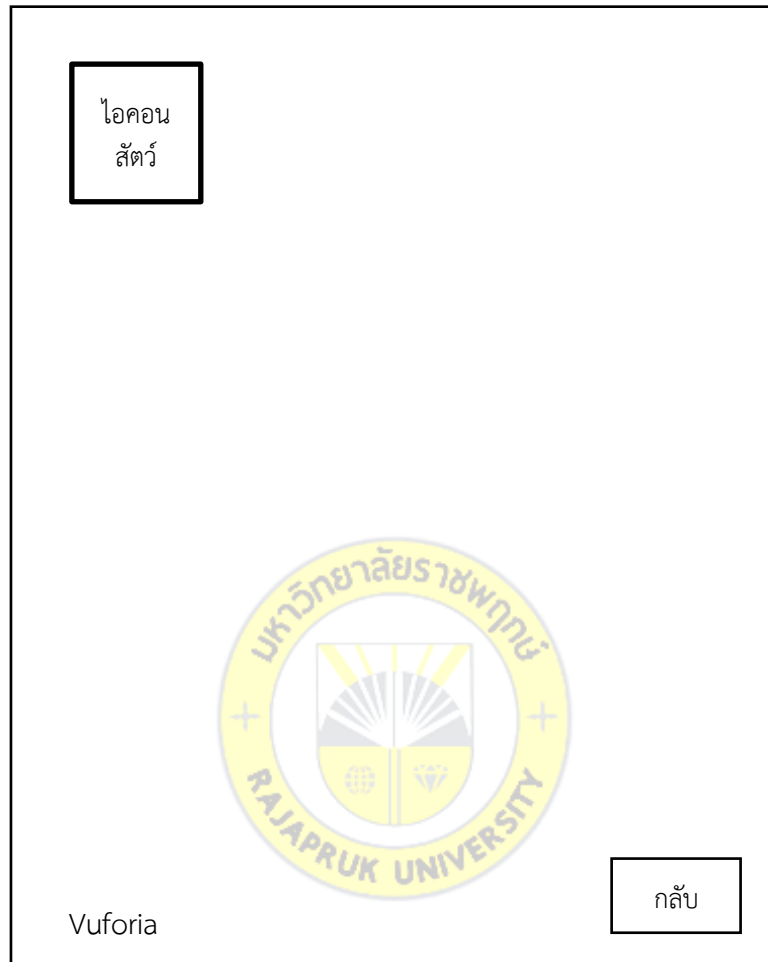
ภาพที่ 3.57 ภาพหน้าจอหลัก

3.3.7.2 หน้าเลือกเมนูเริ่มต้นบทเรียนจะมายังหน้าชนิดของสัตว์



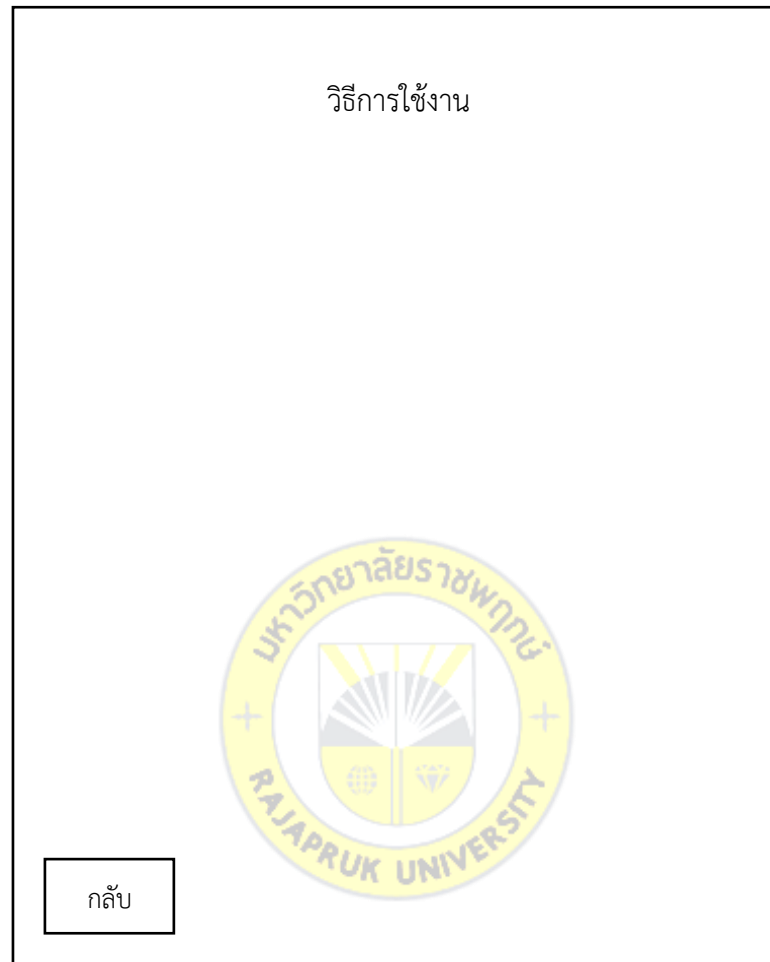
ภาพที่ 3.58 ภาพหน้าชนิดของสัตว์

3.3.7.3 เมื่อเลือกชนิดของสัตว์จะมายังหน้า AR Camera เปิดกล้องของสมาร์ทโฟน เพื่อทำการส่อง Maker แสดงโมเดล 3 มิติ



ภาพที่ 3.59 ภาพหน้า AR Camera

3.3.7.4 เมื่อเลือกเมนูคู่มือการใช้งานจะมายังหน้าคู่มือจะอธิบายถึงวิธีการใช้งานของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 3.60 ภาพหน้าคู่มือการใช้งาน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และดำเนินการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา หาค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่ออกแบบขึ้น

3.5 การวิเคราะห์และออกแบบ

3.5.1 Concept การพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ได้ค้นคว้า และอ้างอิงเนื้อหาจากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรชีวิต

ของสัตว์ โดยจะใช้ตัวละคร ได้แก่ กบ ยุง แมลงสาบ ผีเสื้อไหม ดั่ง ต๊กแตน ไก่ เต่าทะเล ที่มีในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5

3.5.2 Story ทางผู้พัฒนาได้สืบค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ และทำการสร้างโมเดล 3 มิติ มาร์คเกอร์ของกบ ยุง แมลงสาบ ผีเสื้อไหม ดั่ง ต๊กแตน ไก่ เต่าทะเล และได้นำข้อมูลมาเรียบเรียงในรูปแบบเออาร์ (Augmented reality) เพื่อให้มีความชัดเจนในการทำงานและสามารถทำงานตามแบบที่วางเอาไว้ได้อย่างมีจุดหมาย

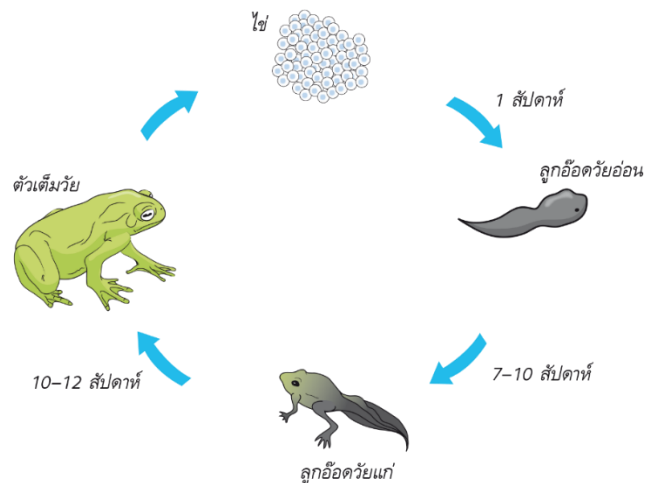
3.5.3 Modeling and Rigging ออกแบบโมเดล คือ การปั้นโครงสร้างของตัวละครจากกบ ยุง แมลงสาบ ผีเสื้อไหม ดั่ง ต๊กแตน ไก่ เต่าทะเล ให้เป็นโมเดล 3 มิติเมื่อสร้างโมเดลตามแบบเรียบร้อยแล้ว จึงทำการ Animate ใส่ท่าทางการเคลื่อนไหว

3.5.4 Augmented reality การทำ Augmented reality หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า AR คือการนำเอามาร์คเกอร์หรือรูปภาพที่ผู้พัฒนาสร้างขึ้น มารวมกับโมเดล โดยอาศัยโปรแกรม Unity เป็นเครื่องมือในการสร้าง

3.6 ขั้นตอนการทำงานของสื่อ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ เพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของสื่อ ดังนี้

3.6.1 เนื้อหาของ Concept ทำการอ้างอิงมาจากหนังสือรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยการนำสัตว์ทั้ง 8 ชนิด มาสร้างเป็นโมเดล 3D และเล่น Animation ในวัฏจักรชีวิตของสัตว์แต่ละตัวตามลำดับให้ได้ทราบถึงการเจริญเติบโตรวมถึงระยะเวลาและความเป็นอยู่

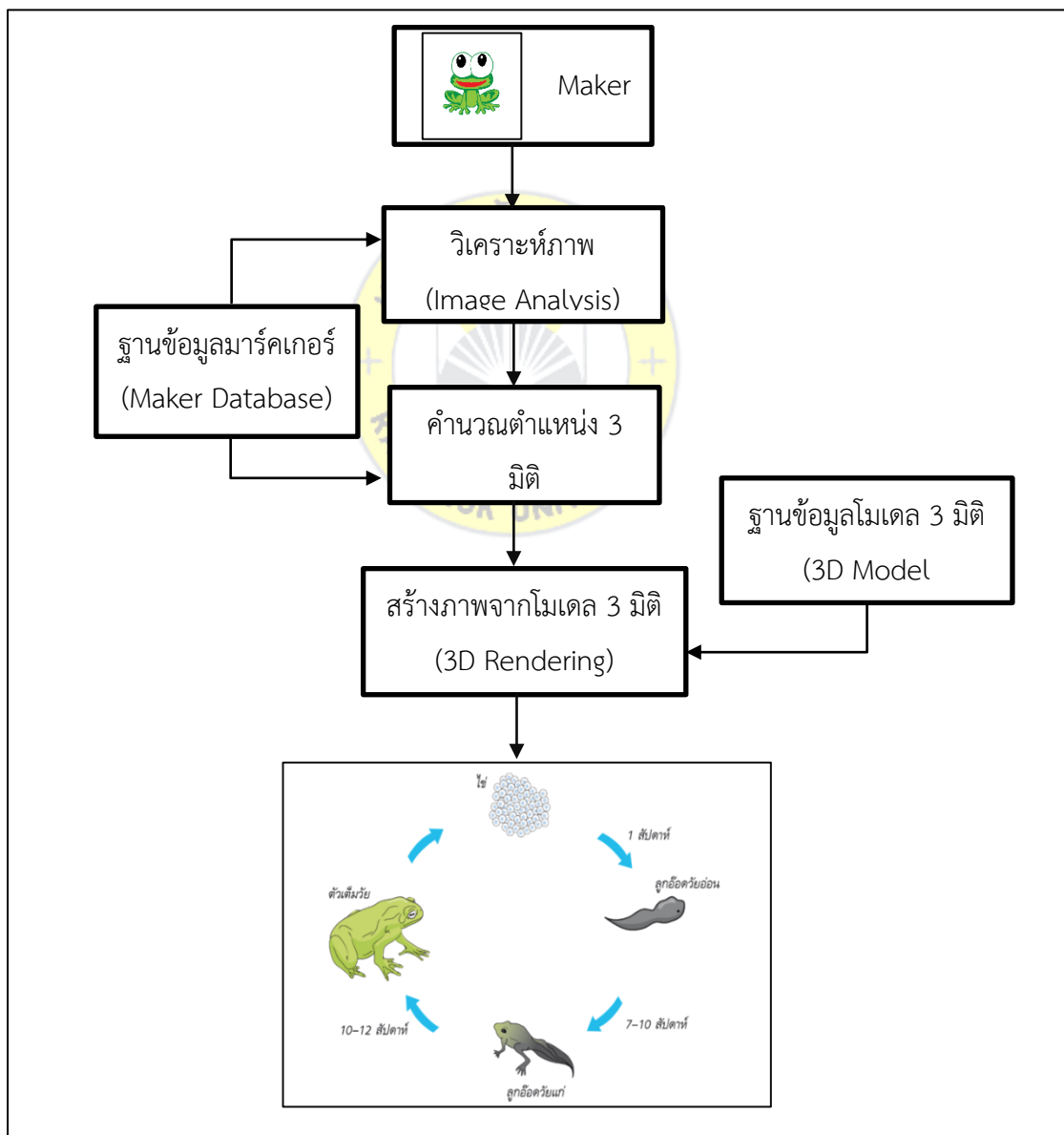


ภาพที่ 3.61 ภาพวัฏจักรของกบ

ที่มา: <https://www.truelookpanya.com>

โดยมีเครื่องมือในการสร้างดังนี้

1. Blender 3D ใช้ในการปั้นโมเดลสัตว์ต่างๆ และการ Animation เคลื่อนไหวของตัวละคร
2. Unity ใช้ในการนำโมเดลที่ได้จาก Blender มาทำการเชื่อมต่อเข้ากับ Maker และเชื่อมฐานข้อมูลไปยัง Vuforia ให้ทุกส่วนทำงานร่วมกัน
3. Vuforia Developer Portal ทำการเก็บฐานข้อมูลของ Maker ที่นำมาใช้ให้เชื่อมต่อกัน
4. Android Studio ใช้ในการตั้งค่าของระบบปฏิบัติการที่ทำการติดตั้งรวมถึงการ Build Application และใช้เขียนคำสั่งเพิ่มเติมให้กับ AR



ภาพที่ 3.62 ภาพรวมการทำงานของระบบ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

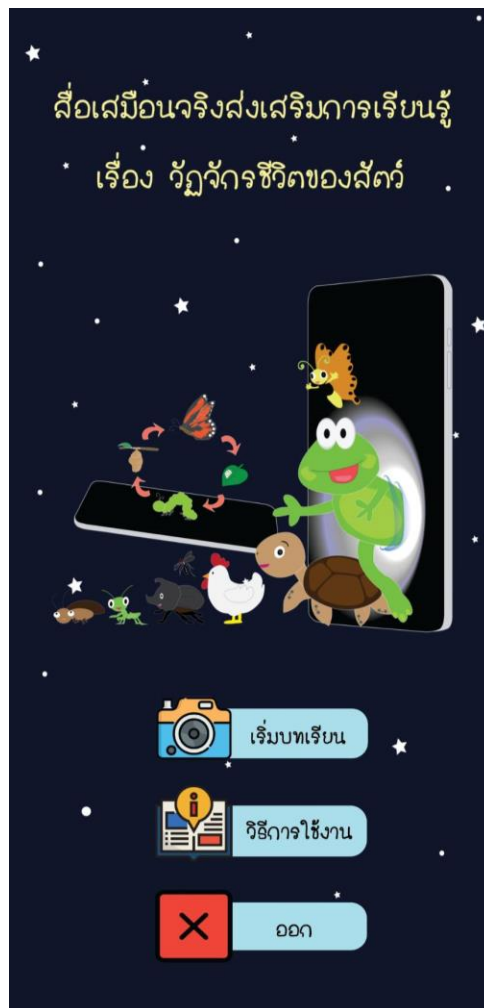
การวิจัยเรื่องสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ สามารถสรุปผลการพัฒนาสื่อ และความพึงพอใจของเด็ก และผู้ใช้ที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงได้ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริง

4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจ

4.1 ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริง

4.1.1 แสดงการทำงานของหน้าแรก



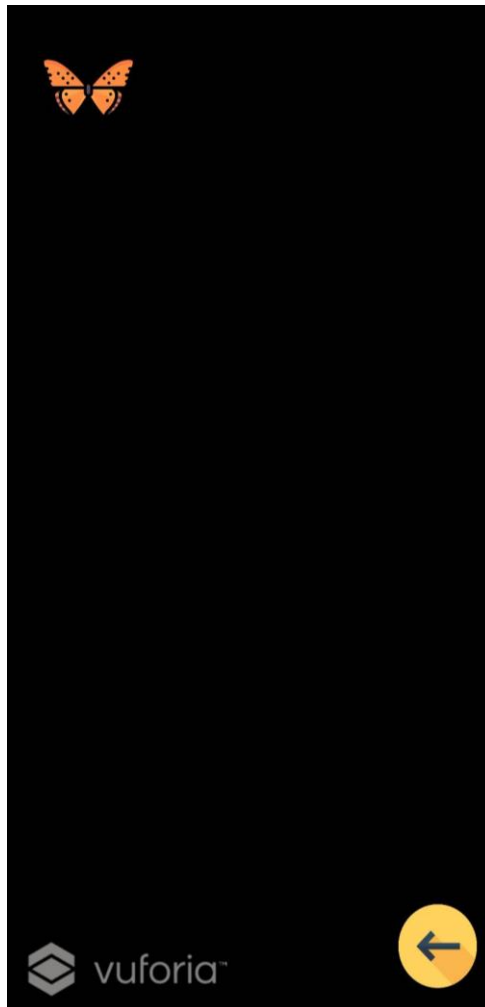
ภาพที่ 4.1 หน้าแรกของแอปพลิเคชันเมื่อเปิดใช้งาน

4.1.2 แสดงหน้าเริ่มบทเรียน



ภาพที่ 4.2 หน้าเมนูสัตว์ต่าง ๆ

4.1.3 แสดงหน้า AR camera เมื่อเลือกสัตว์ที่ต้องการ



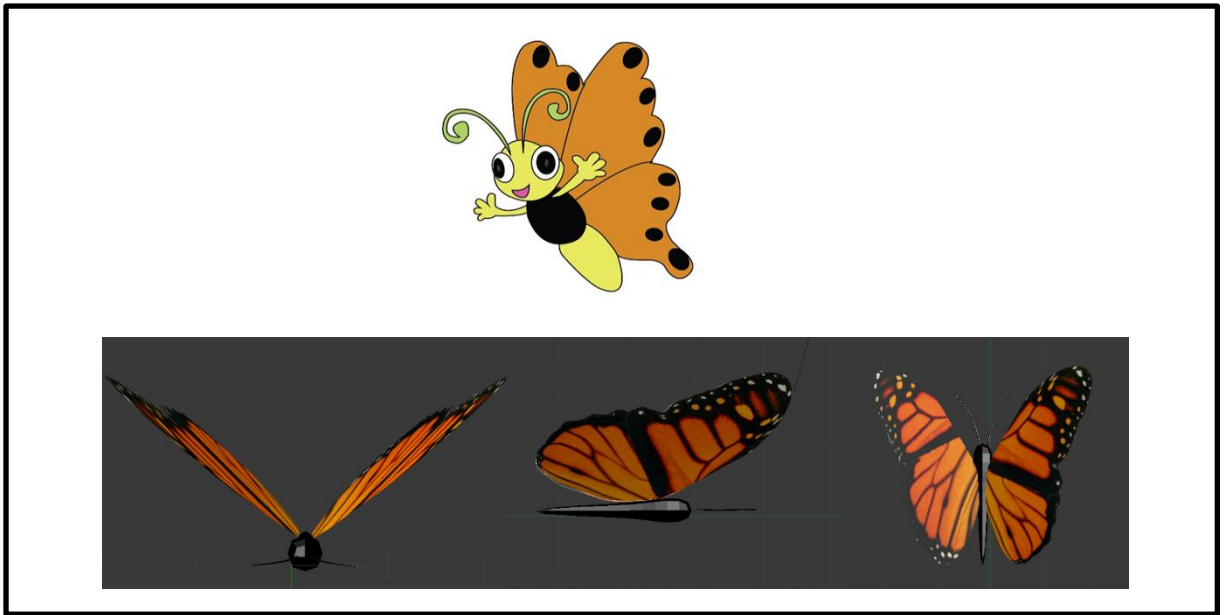
ภาพที่ 4.3 หน้าของแอปพลิเคชันเมื่อใช้งาน AR camera

4.1.4 แสดงหน้าคู่มือการใช้งาน

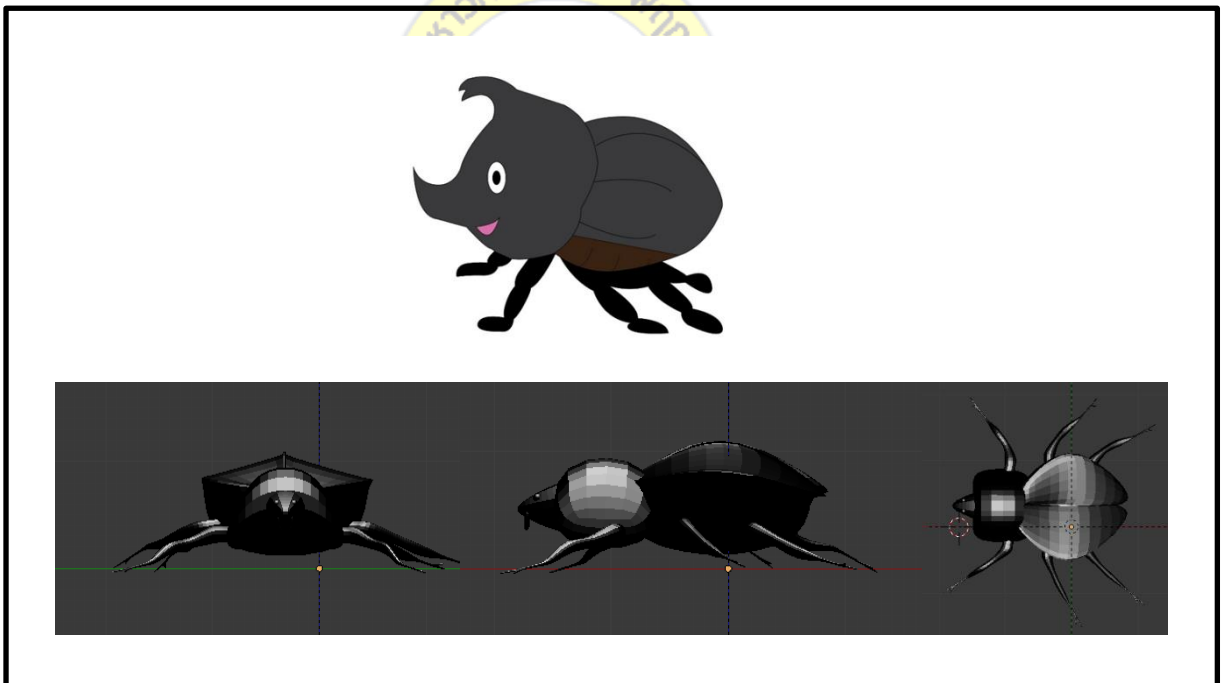


ภาพที่ 4.4 หน้าวิธีการใช้งานของแอปพลิเคชัน

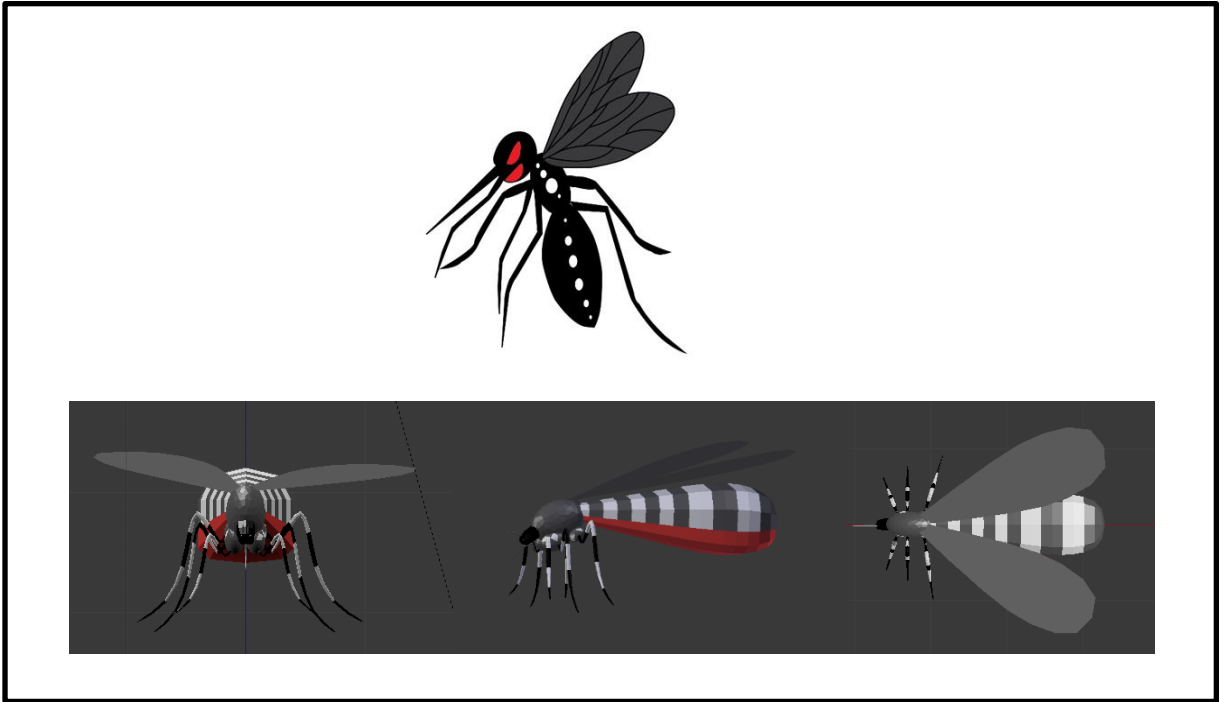
4.1.5 ภาพเปรียบเทียบระหว่าง Maker 2D กับ Model 3D



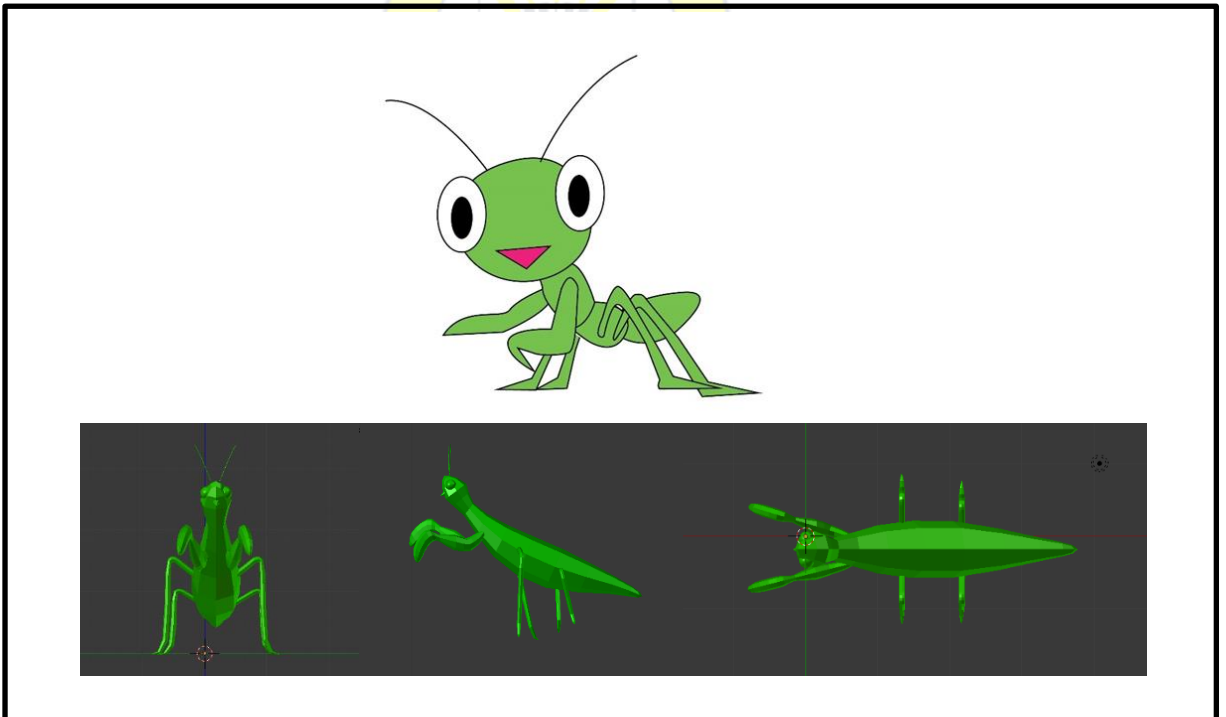
ภาพที่ 4.5 Maker และโมเดลผีเสื้อ



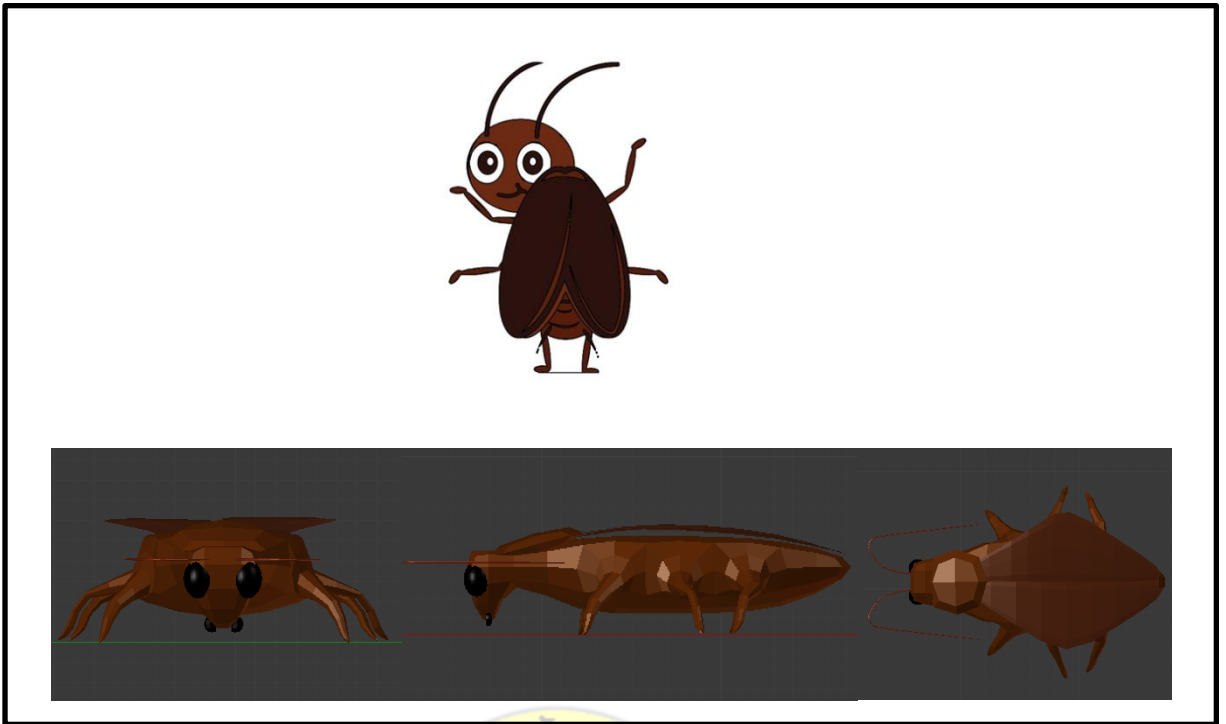
ภาพที่ 4.6 Maker และโมเดลด้วง



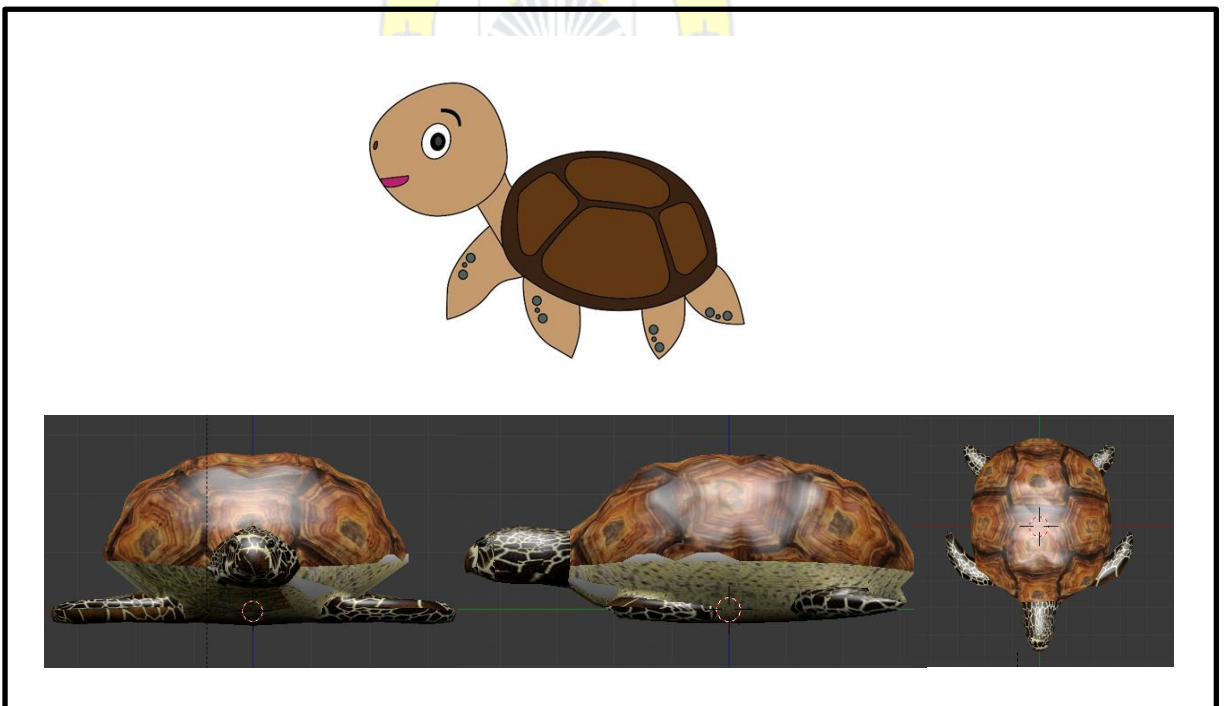
ภาพที่ 4.7 Maker และโมเดลยุง



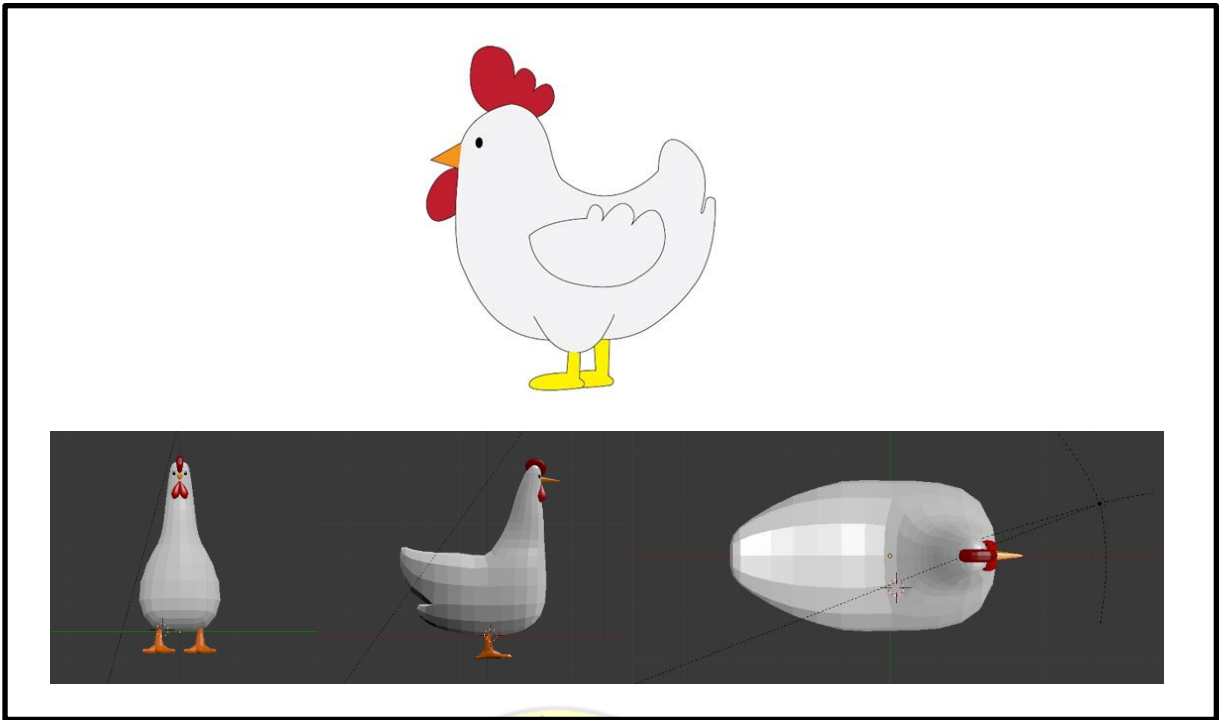
ภาพที่ 4.8 Maker และโมเดลตั๊กแตน



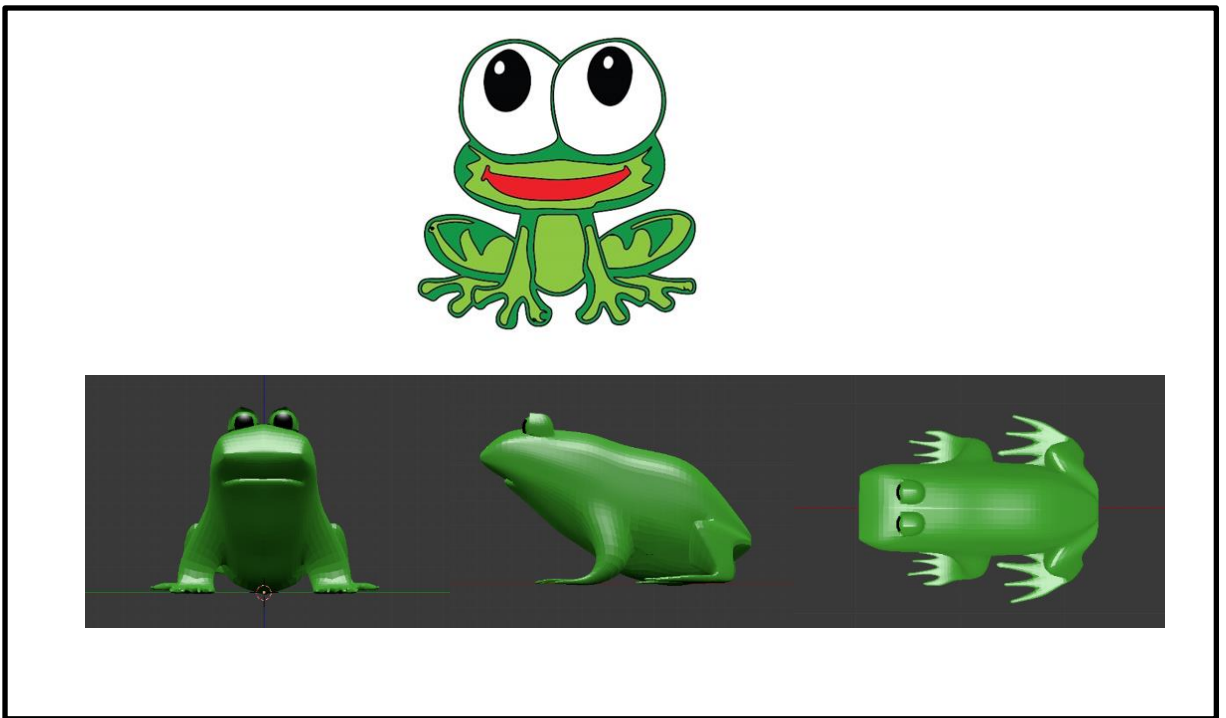
ภาพที่ 4.9 Maker และโมเดลแมลงสาบ



ภาพที่ 4.10 Maker และโมเดลเต่าทะเล



ภาพที่ 4.11 Maker และโมเดลไก่

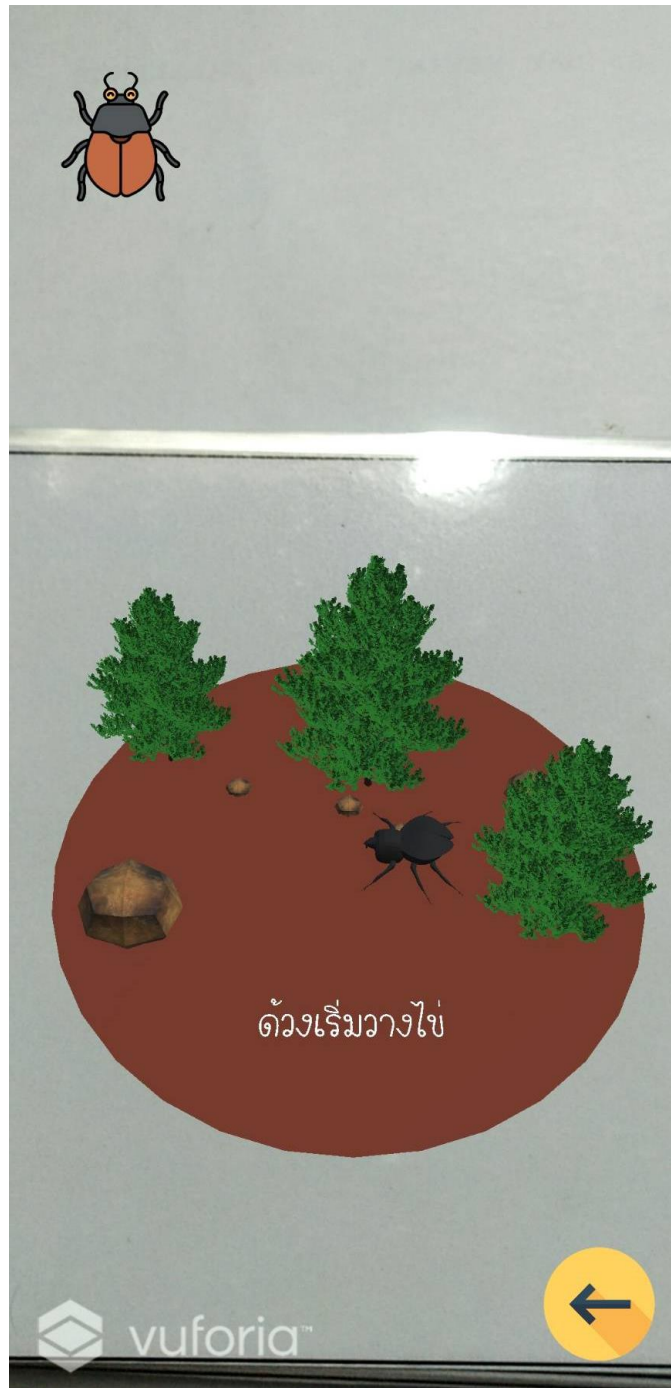


ภาพที่ 4.12 Maker และโมเดลกบ

4.1.6 แสดงผลการใช้งานจริงเมื่อนำสมาร์ตโฟนส่องที่ Maker ที่จัดทำไว้ได้ผล ดังนี้



ภาพที่ 4.13 โมเดลผีเสื้อพร้อมกับฉาก



ภาพที่ 4.14 โมเดลดวงพร้อมกั๊ก



ภาพที่ 4.15 โมเดลบุงพร้อมกับฉาก



ภาพที่ 4.16 โมเดลตึกแตนพร้อมกับฉาก



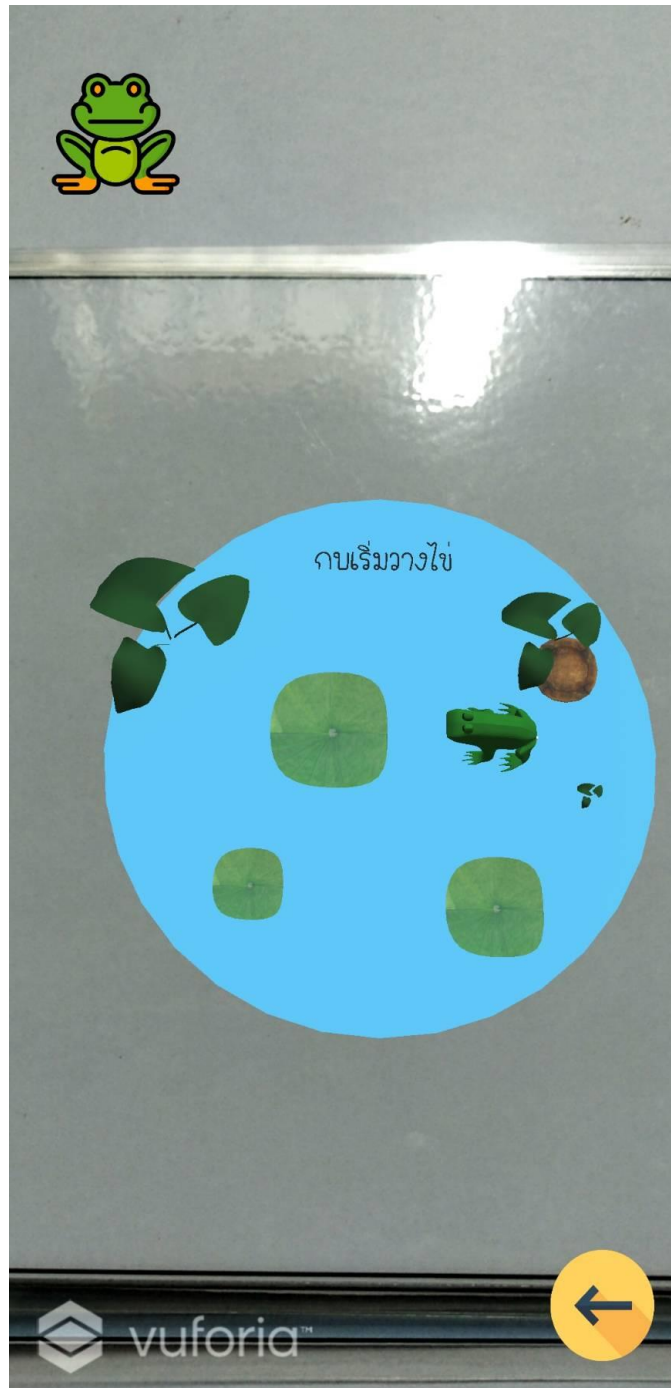
ภาพที่ 4.17 โมเดลแมลงสาบพร้อมกับฉลาก



ภาพที่ 4.18 โมเดลเต่าทะเลพร้อมไข่

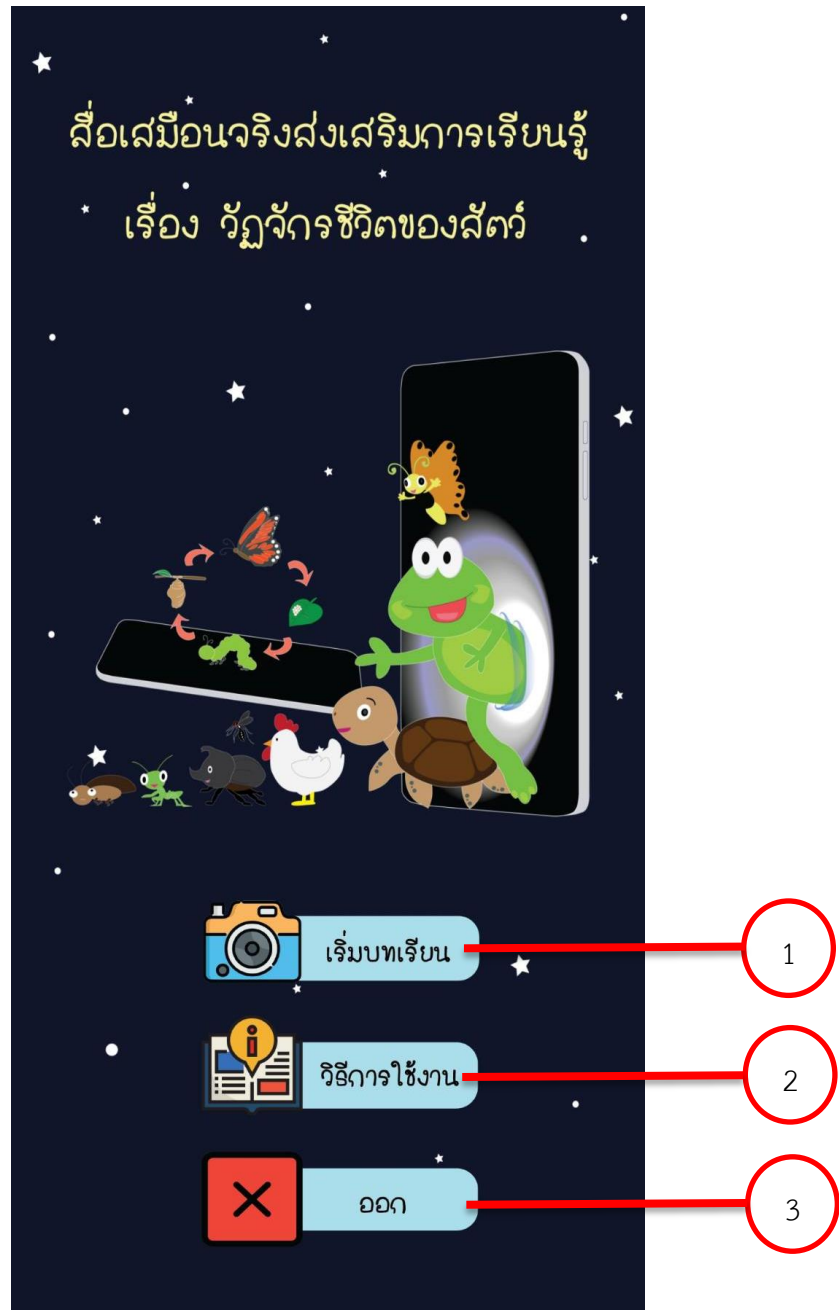


ภาพที่ 4.19 โมเดลไก่พร้อมกับฉาก



ภาพที่ 4.20 โมเดลกบพร้อมกับฉาก

4.1.2 การควบคุมแอปพลิเคชัน

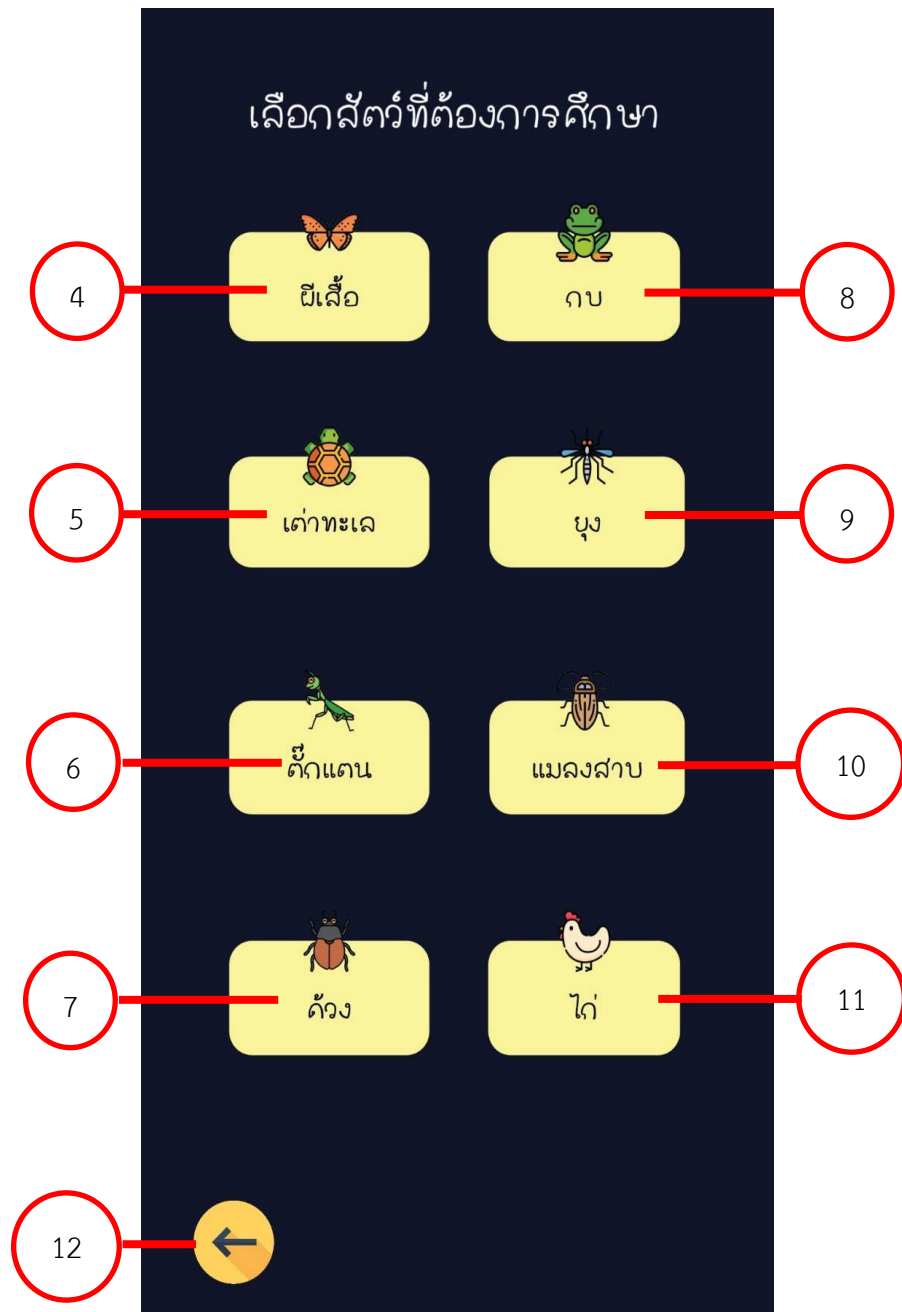


ภาพที่ 4.21 หน้าหลักโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน

4.1.2.1 หมายเลข 1 ปุ่มเริ่มบทเรียน เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้าเมนูสัตว์ต่าง ๆ

4.1.2.2 หมายเลข 2 ปุ่มวิธีการใช้งาน เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้าวิธีการใช้งานของแอปพลิเคชัน

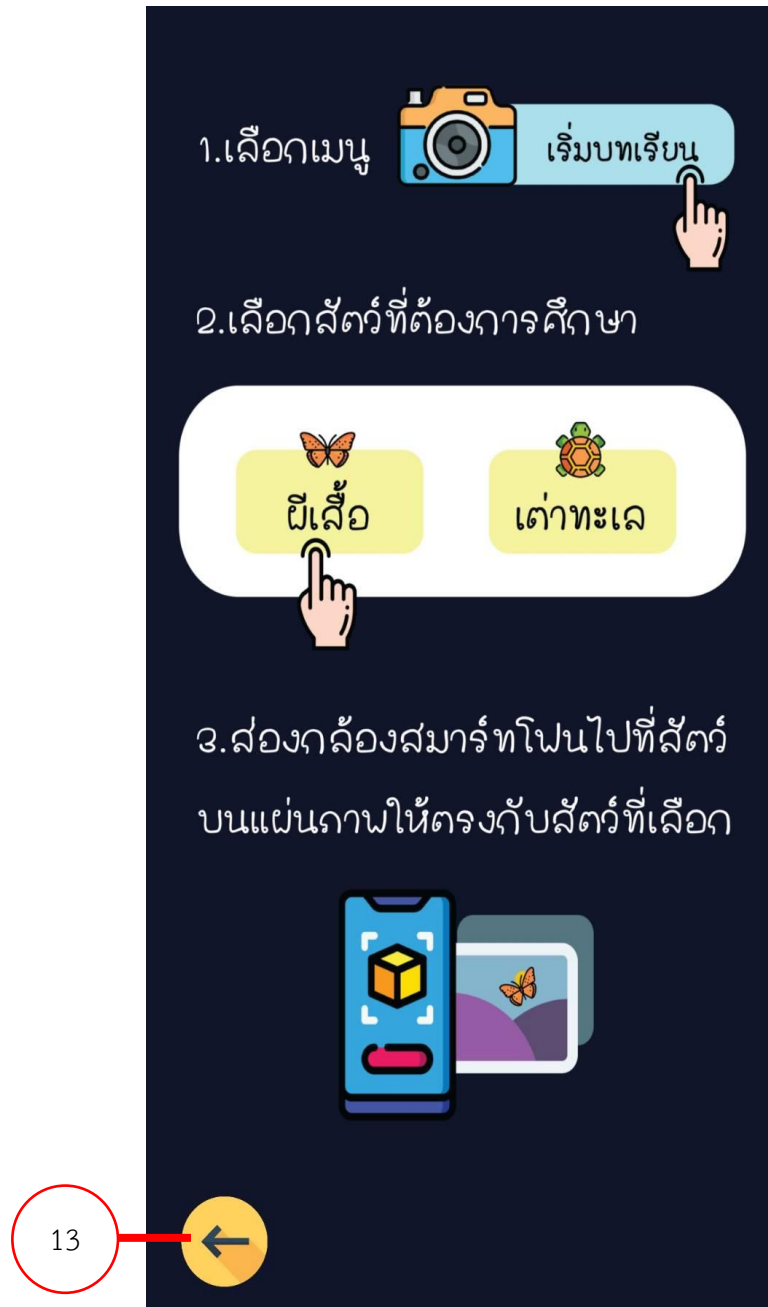
4.1.2.3 หมายเลข 3 ปุ่มออก เมื่อกดปุ่มจะออกจากแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4.22 หน้าเมนูสัตว์ต่าง ๆ

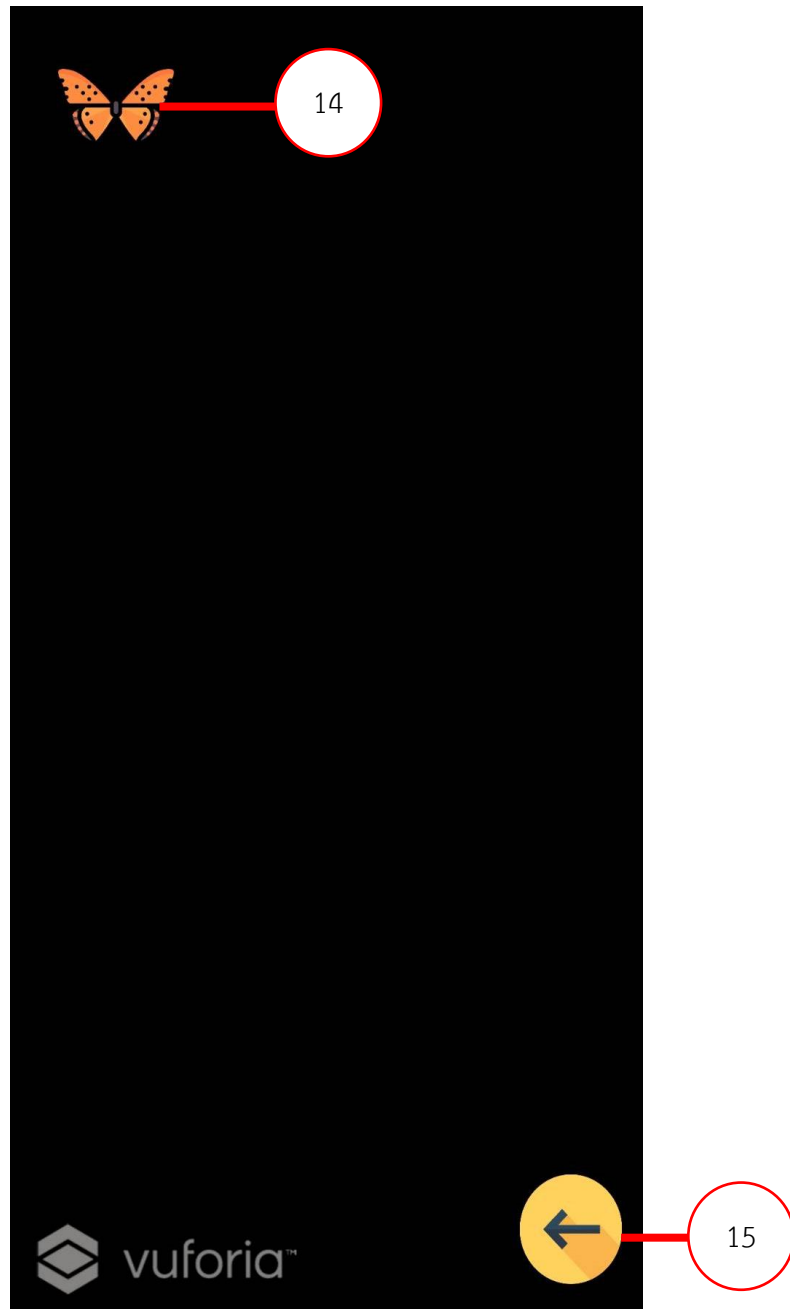
- 4.1.2.4 หมายเลข 4 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลผีเสื้อ
- 4.1.2.5 หมายเลข 5 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลเต่าทะเล
- 4.1.2.6 หมายเลข 6 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลตั๊กแตน
- 4.1.2.7 หมายเลข 7 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลด้วง
- 4.1.2.8 หมายเลข 8 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลกบ

- 4.1.2.9 หมายเลข 9 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลยุง
- 4.1.2.10 หมายเลข 10 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลแมลงสาบ
- 4.1.2.11 หมายเลข 11 เมื่อกดปุ่มจะเข้าสู่หน้า AR Camera ของโมเดลไก่
- 4.1.2.12 หมายเลข 12 ปุ่มย้อนกลับ เมื่อกดปุ่มจะกลับมาหน้าหลักของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4.23 หน้าวิธีการใช้งาน

4.1.2.13 หมายเลข 13 ปุ่มย้อนกลับ เมื่อกดปุ่มจะกลับมาหน้าหลักของแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4.24 หน้า AR Camera

4.1.2.14 หมายเลข 14 icon สัตว์ จะแสดงให้เห็นชนิดสัตว์ที่ผู้ใช้งานเลือกจะต้องทำการส่องกล้องไปยัง Marker ให้ตรงตามสัตว์ชนิดนั้นที่เลือก

4.1.2.15 หมายเลข 15 ปุ่มย้อนกลับ เมื่อกดปุ่มจะกลับมาหน้าเมนูสัตว์ต่าง ๆ

4.2 ผลการศึกษาความพึงพอใจ ความพึงพอใจที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ด้วย สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์

ผู้วิจัยดำเนินการสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อ สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ จำนวน 30 คน จากการนำสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ให้กลุ่มตัวอย่างทดสอบการใช้งาน จากนั้นได้ให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผล แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ โดยแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลจากการสอบถามความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง

รายการสอบถามความพึงพอใจ	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา			
1.1 การแสดงข้อมูลเป็นรูปแบบและมีมาตรฐานเดียวกัน	4.60	0.55	ดีมาก
1.2 ความถูกต้องของเนื้อหาของวัฏจักรชีวิตของสัตว์	4.80	0.45	ดีมาก
รวม	4.70	0.50	ดีมาก
2. ด้านการออกแบบ Marker ประกอบการใช้สื่อดิจิทัลเสมือนจริง			
2.1 Marker ที่ออกแบบมามีความถูกต้องตรงกับวัฏจักรชีวิตของสัตว์	4.60	0.55	ดีมาก
2.2 Marker ที่ออกแบบมามีความสวยงามเหมาะสมกับสื่อดิจิทัล	4.60	0.55	ดีมาก
รวม	4.60	0.55	ดีมาก
3. ด้านความเหมาะสมของสีและองค์ประกอบหน้าจอ และส่วนประกอบอื่น ๆ			
3.1 ความเหมาะสมของสีและองค์ประกอบหน้าจอของสื่อดิจิทัล	4.60	0.55	ดีมาก
3.2 การใช้จัดวางองค์ประกอบของโมเดลสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต	4.60	0.55	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมของสีที่ใช้กับโมเดล 3 มิติสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิต	4.40	0.55	ดีมาก
รวม	4.53	0.55	ดีมาก
4. ด้านความน่าสนใจ และกระตุ้นการเรียนรู้			
4.1 ความน่าสนใจของสื่อดิจิทัล เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์	4.80	0.45	ดีมาก
4.2 การกระตุ้นต่อผู้เรียนของสื่อดิจิทัล 3 มิติ เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์	4.80	0.45	ดีมาก
รวม	4.80	0.45	ดีมาก

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ โดยแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลจากการสอบถามความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง (ต่อ)

รายการสอบถามความพึงพอใจ	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ
5. ด้านการใช้งานสื่อดิจิทัลเสมือนจริง			
5.1 ความง่ายของการใช้งานสื่อดิจิทัลเสมือนจริง	4.60	0.55	ดีมาก
5.2 ความถูกต้องในการเชื่อมโยงของสื่อดิจิทัลเสมือนจริง	4.60	0.55	ดีมาก
รวม	4.60	0.55	ดีมาก
โดยรวม	4.65	0.53	ดีมาก

จากตารางที่ 4.1 ตารางที่ 1 พบว่าความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกหัวข้อการประเมิน โดยภาพรวมการประเมินความพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ คือ 4.65 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 4.2 ผลการประเมินแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ โดยแสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลจากการสอบถามความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง

รายการสอบถามความพึงพอใจ	\bar{X}	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา	4.67	0.50	ดีมาก
2. ด้านการออกแบบ Marker ประกอบการใช้สื่อดิจิทัลเสมือนจริง	4.66	0.56	ดีมาก
3. ด้านความเหมาะสมของสีและองค์ประกอบหน้าจอ	4.63	0.49	ดีมาก
4. ด้านความน่าสนใจ และกระตุ้นการเรียนรู้	4.68	0.52	ดีมาก
5. ด้านการใช้งานสื่อดิจิทัลเสมือนจริง	4.64	0.50	ดีมาก
โดยรวม	4.66	0.52	ดีมาก

จากตารางที่ 4.2 พบว่าความพึงพอใจของสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากในทุกหัวข้อการประเมิน โดยภาพรวมการประเมินความพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ อยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากขั้นตอนการพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ เมื่อผู้วิจัยพัฒนาระบบตามขั้นตอนต่าง ๆ ผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบความถูกต้อง การประมวลผลกระบวนการต่าง ๆ ของระบบ จากนั้นได้ทำทดสอบระบบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความพึงพอใจต่อระบบด้านต่าง ๆ ของระบบ เพื่อเป็นการทดสอบการยอมรับระบบ สามารถสรุปผลการพัฒนาระบบอภิปรายผลการวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ผู้วิจัยได้ศึกษา และต้องการนำรูปแบบการสอนจากการจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายตามหนังสือเรียน รูปภาพจากหนังสือ ซึ่งไม่มีความดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน มาปรับให้เข้ากับสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อเป็นการเพิ่มการดึงดูดความสนใจจากผู้เรียน ที่ควรใช้สื่อที่ต่างออกไปจากหนังสือ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาปัญหา ข้อมูล และรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อพัฒนาสื่อที่มีคุณภาพ และมีความน่าสนใจ จึงพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริงแบบ 3 มิติ เนื่องจากงานลักษณะ 3 มิติ มีสีสัน มีการเคลื่อนไหว ซึ่งเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ให้มีความน่าสนใจ และดึงดูดใจในเรียนรู้

จากการใช้การพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ จากผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริง ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านอยู่ในระดับมาก โดยพบว่าค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และจากเด็กก่อให้เกิดความสนใจ เกิดการกระตุ้นให้อยากเรียน เป็นสื่อแบบมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจเพิ่มขึ้น เห็นการเคลื่อนไหวของโมเดล 3 มิติ ทำให้เกิดการเรียนรู้ จดจำได้ง่าย ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการสอนอยู่ในระดับดีมาก โดยมี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52

5.2 อภิปรายผล

ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ ผู้วิจัยได้ทำการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยก่อนทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์โดยมีที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านคอยแนะนำแนวทางการทำงานวิจัยตามแนวทางของกระบวนการทำงานวิจัย

เป็นผลให้การทำงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยตั้งแต่กระบวนการสร้างสื่อ การหาความพึงพอใจ และการสรุปผล โดยมีผลการทดลองเป็น ที่น่าพอใจสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

ประการที่ 1 ด้านเนื้อหา ขั้นตอนและวิธีการนำเสนอเนื้อหา ได้ผ่านการตรวจสอบข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาคอมพิวเตอร์ โดยภาพรวมแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นอยู่ในระดับดีมาก

ประการที่ 2 ด้านการออกแบบ Marker ประกอบการใช้สื่อดิจิทัลเสมือนจริง ได้ผ่านการตรวจสอบข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาคอมพิวเตอร์ โดยภาพรวมแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก

ประการที่ 3 ด้านความเหมาะสมของสีและองค์ประกอบหน้าจอ และส่วนประกอบอื่น ๆ ได้ผ่านการตรวจสอบข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาคอมพิวเตอร์ โดยภาพรวมแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก

ประการที่ 4 ด้านความน่าสนใจ และกระตุ้นการเรียนรู้ ได้ผ่านการตรวจสอบข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาคอมพิวเตอร์ โดยภาพรวมแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก

ประการที่ 5 ด้านการใช้งานสื่อดิจิทัลเสมือนจริง ได้ผ่านการตรวจสอบข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาคอมพิวเตอร์ โดยภาพรวมแล้วผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นอยู่ในระดับดีมาก

ผลการประเมินความพึงพอใจต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริงเพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ คือ จากผู้เชี่ยวชาญด้านที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 ท่าน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 5 โรงเรียนอมตยกุล จำนวน 30 คน ผลการประเมินความพึงพอใจพบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อสื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้สำหรับเด็ก เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์ อยู่ในระดับมาก โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.65 และ 4.66 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของเกวลี ผาใต้, พิเชนทร์ จันทร์ปุม และอภิวัฒน์ วัฒนะสุระ (2561). สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีมีติเสมือนเรื่อง คำศัพท์ภาษาอังกฤษ สัตว์โลก นำรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.84 ซึ่งสามารถอธิบายเนื้อหาโดยใช้ภาพประกอบ แบบสามมิติ ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่ายเอกรัฐหล่อพิเชียร (2560). เรื่องการใช้สื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องโปรโตคอล TCP/IP เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา วิชาการสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ พบว่าระดับความพึงพอใจของผู้เรียนจากการใช้สื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงมีค่าเฉลี่ยโดยรวมทั้งอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{x} = 4.55$ $SD = 0.683$, อังคณา ลีจิตรจำ (2546). การจัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีการฝึกค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ เพิ่มเติมจากความรู้ ที่มีอยู่ในแบบเรียน เป็นการส่งเสริมทักษะการค้นคว้าแก่ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้ใหม่ๆ ได้ด้วยตนเองอยู่เสมอ น่าจะพัฒนาการเรียนวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ฉะนั้นสื่อดิจิทัลสามารถอธิบายถึงสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิตด้วยรูปแบบโมเดล 3 มิติ จึงสามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ง่าย ซึ่งการใช้งานสื่อดิจิทัลเสมือน

จริง เป็นการก่อให้เกิดความสนใจ และกระตุ้นความต้องการเรียนรู้ที่ได้จากการใช้สื่อดิจิทัลเสมือนจริงผ่านอุปกรณ์รูปแบบสมาร์ทโฟน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้ เกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

5.3.2 ควรพัฒนาโดยใช้ร่วมกับการจัดรูปแบบการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสื่อได้

5.3.3 ควรพัฒนาเพื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ได้เรียนโดยสื่อกับกลุ่มการเรียนรู้แบบปกติไปพร้อม ๆ กันเพื่อได้ทราบข้อแตกต่างที่ชัดเจน



บรรณานุกรม

วีณา โชติช่วง ชิตีพัทธ์ ปานเกษม และ วิจิตรา สายแสง. (2562). **การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง**

วีระ อินศรี. (2556). **สื่อเสริมรายวิชาพื้นฐาน วิทยาศาสตร์ 5 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2557). **หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ ๕**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์บริษัทพัฒนา คุณภาพวิชาการ จำกัด.

ประดินันท์ อูปรมัย (2540). **ชุดวิชาพื้นฐานการศึกษา(มนุษย์กับการเรียนรู้):นนทบุรี. พิมพ์ครั้งที่ 15**

วีณา โชติช่วง ชิตีพัทธ์ ปานเกษม และ วิจิตรา สายแสง (2562). **พัฒนาแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยสยาม.

สมศักดิ์ เตชะโกสิต (2559). **รูปแบบการเรียนรู้จินต วิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สละเต็ม**. กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

สิริพันธ์ กล้าป่วน (2550). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่องวัฏจักรชีวิต ของสัตว์ เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3**. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เกวลี ผาใต้, พิเชนทร์ จันทรปุ้ม และ อภิวัฒน์ วัฒนะสุระ (2561). **สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีมิติเสมือนเรื่อง คำศัพท์ภาษาอังกฤษ สัตว์โลก น่ารู้**.

เอกรัฐ หล่อพิเชียร (2560). **เรื่องการใช้สื่อการเรียนรู้ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่องโปรโตคอล TCP/IP เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา วิชาการสื่อสารข้อมูล และเครือข่ายคอมพิวเตอร์**.

อังคณา ลีจิตรจำ (2546). การจัดทำกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีการฝึกค้นคว้าหาความรู้ใหม่ๆ
เพิ่มเติมจากความรู้ ที่มีอยู่ในแบบเรียน.

Piyathida Bunwiset. 2560. พฤติกรรมผีเสื้อจักรพรรดิ. ค้นเมื่อ. 12 ตุลาคม 2563. จาก
<https://prezi.com>

วรวิมล วรคุดตานนท์. ตักแตนตำข้าวดอกไม้. ค้นเมื่อ. 12 ตุลาคม 2563. จาก
<http://www.dnp.go.th>

สุวัฒนา จิงวิวัฒนาภรณ์. 2527. ข้อมูลแมลงสาบ. ค้นเมื่อ. 12 ตุลาคม 2563. จาก
<https://www.cheminpestcontrol.com>

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2563. ข้อมูลเต่าตนุ. ค้นเมื่อ. 12 ตุลาคม 2563. จาก
<https://km.dmcr.go.th>

ข้อมูลไก่เล็กฮอร์นขาวหงอนจักร. 2559. ค้นเมื่อ. 12 ตุลาคม 2563. จาก
<http://arerung.blogspot.com>

วีรยุทธ์ เลาะห์จินดา. 2552. วิทยาลัยสิ่งแวดล้อมและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก. ค้นเมื่อ.
12 ตุลาคม 2563. จาก <https://th.wikipedia.org/wiki>

จิราภรณ์ ปกรณ์. 2561. Augmented Reality เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกแห่งความจริง.
ค้นเมื่อ. 12 ตุลาคม 2563. จาก <https://www.scimath.org>

Supisara. 2563. Blender เบื้องต้น. ค้นเมื่อ. 12 ตุลาคม 2563. จาก
<https://www.jmandjm.com>

ภาคผนวก

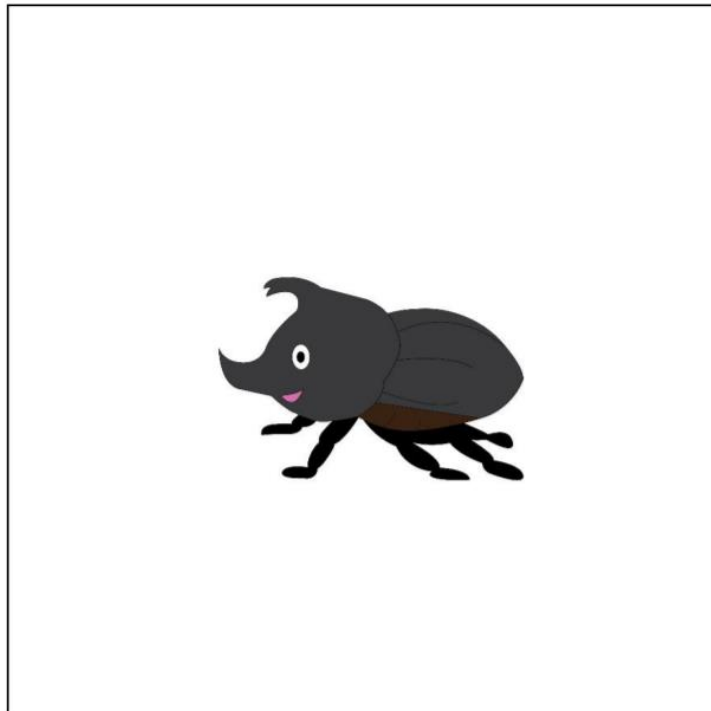
คู่มือสื่อเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์



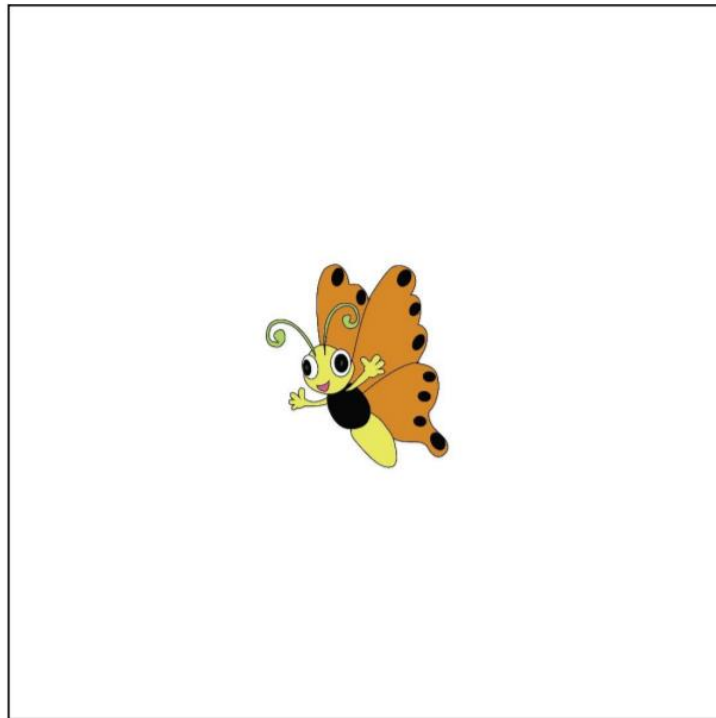
คู่มือสื่อเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนรู้ เรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์(มาร์คเกอร์)



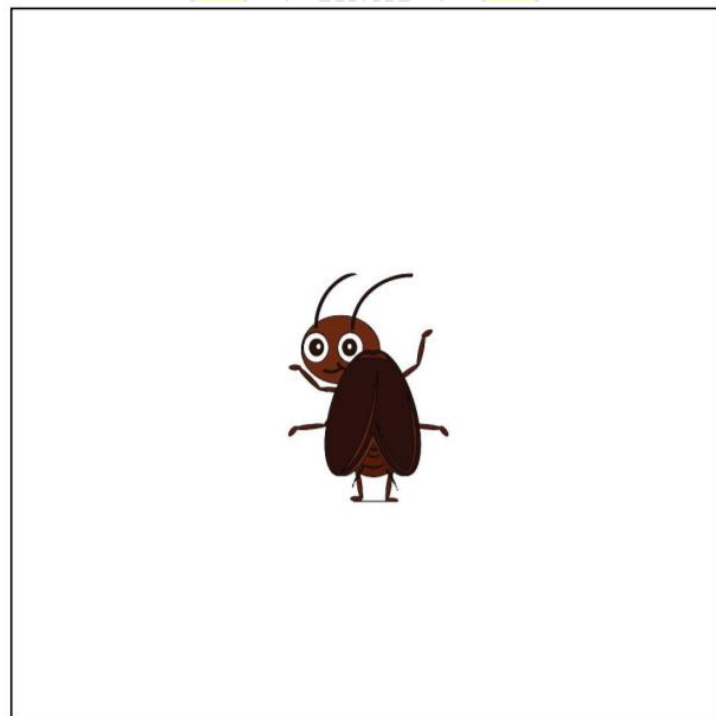
ภาพที่ ก.1 แสดงหน้าคู่มือสื่อเสมือนจริงส่งเสริมการเรียนรู้



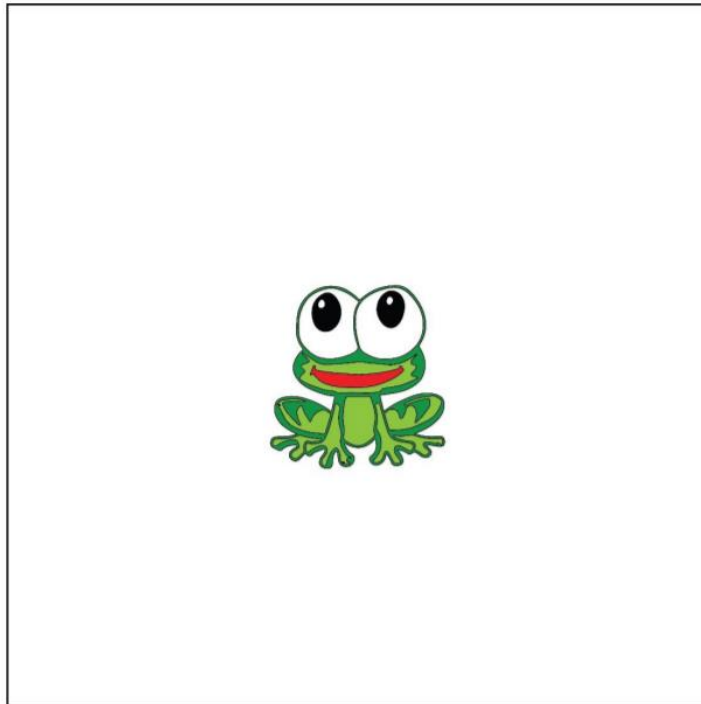
ภาพที่ ก.2 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของด้วง



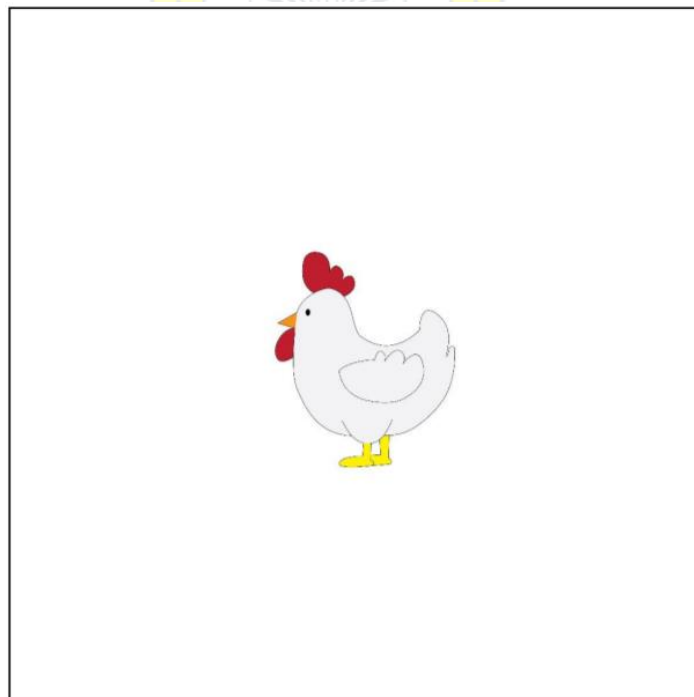
ภาพที่ ก.3 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของผีเสื้อ



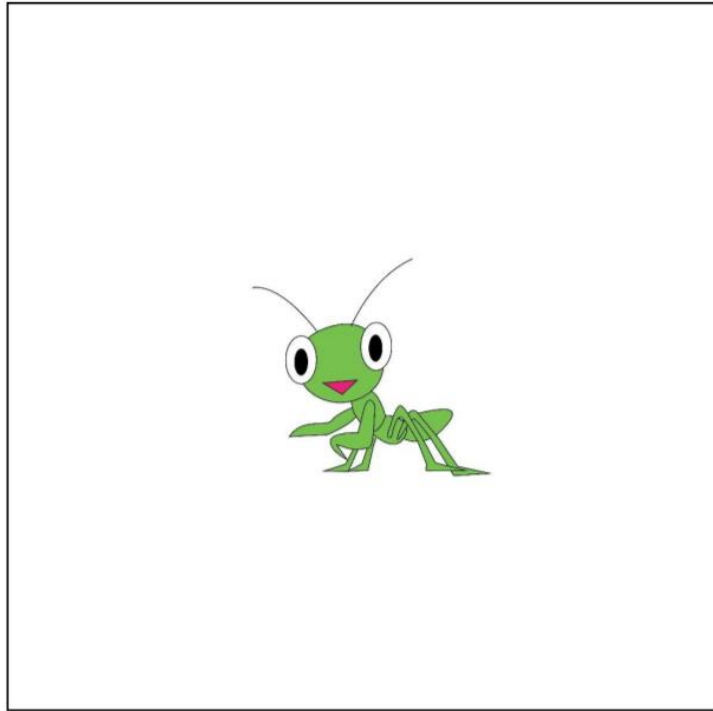
ภาพที่ ก.4 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของแมลงสาบ



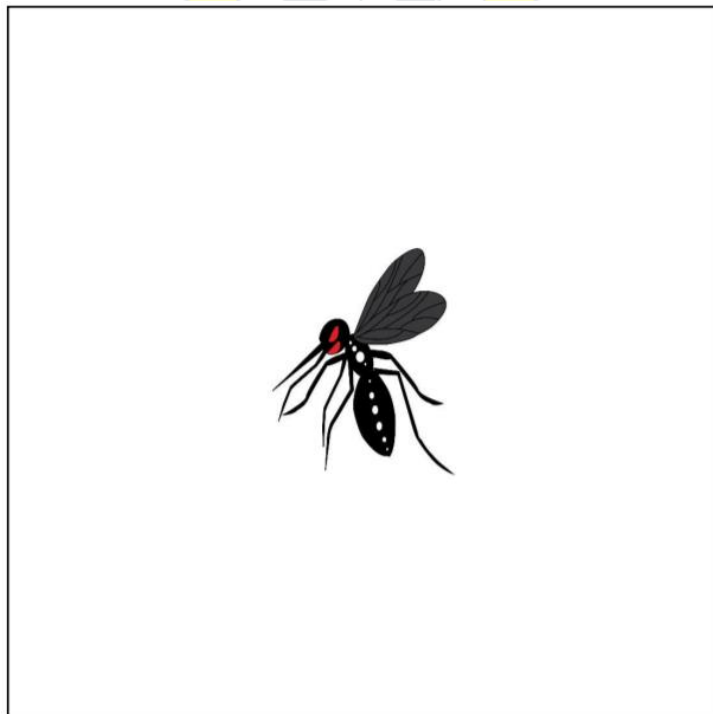
ภาพที่ ก.5 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของกบ



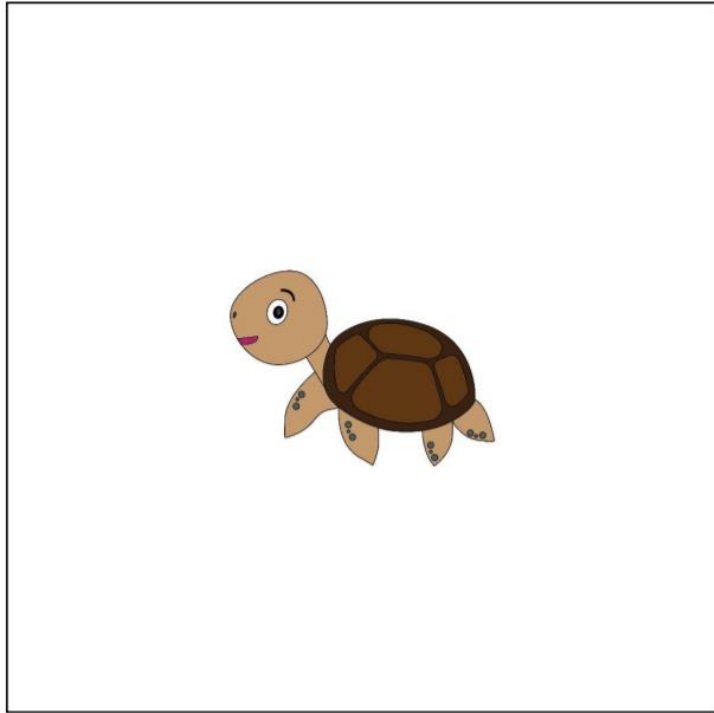
ภาพที่ ก.6 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของไก่



ภาพที่ ก.7 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของตั๊กแตน



ภาพที่ ก.8 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของยุง



ภาพที่ ก.9 แสดงหน้ามาร์คเกอร์ของเต่าทะเล



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	จตุเดช ทองมี
วัน เดือน ปีเกิด	28 สิงหาคม 2524
ประวัติการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ สาขาสถิติประยุกต์, 2550 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี คอมพิวเตอร์, 2555
ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน	อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
ประสบการณ์ทำงาน	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยามพาณิชย์ในพระอุปถัมภ์ฯ ฝ่ายสนับสนุน ด้านไอที อาจารย์ประจำ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยเทคโนโลยี สยาม ในพระอุปถัมภ์ฯ อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชพฤกษ์
ชื่อผลงานทางวิชาการที่ตีพิมพ์เผยแพร่	- สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้รูปทรงเรขาคณิต ระดับปฐมวัย - สื่อดิจิทัลเสมือนจริง เพื่อการเรียนรู้ทักษะวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตไม่มีชีวิต วิชาวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
รางวัลหรือทุนการศึกษาที่ได้รับ	-