

การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี
**HANDS-ON AUGMENTED REALITY GAMES WITH CHEMISTRY
LEARNING**

โดย
ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ
PAIBOON BOONPOTJANAWETCHAKIT
กานต์สินี กาวิรัตน์
KANSINEE KAWEEERAT

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี
HANDS-ON AUGMENTED REALITY GAMES WITH CHEMISTRY
LEARNING

โดย
ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ
กานต์สินี คาวีรัตน์

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร.สิริอร วิทยากร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

**HANDS-ON AUGMENTED REALITY GAMES WITH CHEMISTRY
LEARNING**

**PAIBOON BOONPOTJANAWETCHAKIT
KANSINEE KAWEEERAT**

**A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2/2018

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ใบรับรองปริญญาโท ประจำปีการศึกษา 2561

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี

HANDS-ON AUGMENTED REALITY GAMES WITH
CHEMISTRY LEARNING

ผู้จัดทำ

นาย ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ

รหัสนักศึกษา 58070106

นางสาว กานต์สินี คาวีรัตน์

รหัสนักศึกษา 58070008

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร. สิริอร วิทยากร)

ใบรับรองโครงการ (PROJECT)

เรื่อง

การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี

HANDS-ON AUGMENTED REALITY GAMES WITH CHEMISTRY LEARNING

นาย ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ

รหัสนักศึกษา 58070106

นางสาว กานต์สินี คาวีรัตน์

รหัสนักศึกษา 58070008

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาวิชาโครงการ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561

.....
(นาย ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ)

.....
(น.ส. กานต์สินี คาวีรัตน์)

ชื่อโครงการ	การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี		
นักศึกษา	นาย ไพบุลย์ บุญพจน์เวชกิจ	รหัสนักศึกษา	58070106
	นางสาวกานต์สินี คาวีรัตน์	รหัสนักศึกษา	58070008
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต		
สาขา	เทคโนโลยีสารสนเทศ		
ปีการศึกษา	2561		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สิริอร วิทยากร		

บทคัดย่อ

เกม เป็นสื่อได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหมู่เยาวชน โดยเป็นเครื่องมือสร้างความเพลิดเพลิน สร้างประสบการณ์แปลกใหม่ และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่น โดยประยุกต์ใช้เกมเข้ากับเนื้อหาวิชาการ โดยโครงการนี้มีจุดประสงค์ในการพัฒนาเกมบนแท็บเล็ต และดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมายนักเรียนช่วงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผ่านเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) สร้างเกมส่งเสริมการเรียนรู้วิชาเคมี หัวข้อ “อะตอมและตารางธาตุ” โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (2) สร้างเกมเสริมทักษะด้านการจดจำข้อมูลของธาตุในตารางธาตุ ตลอดจนประเมินทักษะด้านการจดจำและการประยุกต์ใช้ธาตุของผู้ใช้งาน เช่น ชื่อธาตุ หมวดหมู่ธาตุ ตารางธาตุ สัญลักษณ์ และเลขอะตอม เป็นต้น (3) สร้างสื่อการสอนวิชาเคมีในรูปแบบใหม่ ที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์กับระบบโดยตรง เพื่อช่วยเพิ่มความน่าสนใจของบทเรียนจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีให้เข้ากับชีวิตประจำวัน โดยดำเนินการออกแบบสื่อการเรียนรู้หัวข้อ “อะตอมและตารางธาตุ” ในรูปแบบเกม ที่สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีการแสดงคำอธิบาย และคำแนะนำให้กับผู้เล่น เพื่อให้ใช้แอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้อง และพัฒนาเกมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และร่วมกันเรียนรู้เป็นกลุ่ม โดยใช้อุปกรณ์เพียง 1 ชุด ร่วมกับการออกแบบแผ่นป้ายตารางธาตุ เพื่อใช้เป็นมาร์กเกอร์ (Marker) สำหรับการเล่นเกมควบคู่กับแอปพลิเคชัน ที่สอดคล้องกับธาตุในตารางธาตุ ข้อมูลประกอบไปด้วยสัญลักษณ์ และชื่อธาตุ เพื่อให้ผู้เล่นสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนอย่างเป็นรูปธรรมจากการเรียนรู้ที่ดึงดูดความสนใจ และสามารถจับต้องได้บนเทคโนโลยีความจริงเสริม

Project Title	Hands-on Augmented Reality Games with Chemistry Learning		
Student	Mr. Paiboon	Boonpotjanawetchakit	Student ID 58070106
	Miss Kansinee	Kaweerat	Student ID 58070008
Degree	Bachelor of Science		
Program	Information Technology		
Academic Year	2018		
Advisor	Dr. Sirion Vittayakorn		

ABSTRACT

Games are popular media among youth. Because they are not only entertaining but also provide an exotic experiences and establish relationships between players. Due to their ability to capture students' attentions, many educational games are developed. This work purposes an educational game for Chemistry which designed for the iOS tablets. The proposed game incorporates the Augmented Reality technology (AR) to (1) motivate and improve the students' knowledge about "substances and properties of substances", through game (2) enhance students' knowledge about the elements in the Periodic Table such as element names, elemental categories, periodic tables, symbols and atomic numbers (3) provide an alternative tool for teaching Chemistry which attracts students' attentions via their interactions with the game. To simplify abstract and complicated ideas, the game demonstrates the usage of Chemistry in everyday life.

Together with an application and set of markers, the game supports both self-learning and group learning methods about periodic table and elements including element, symbols, element names, atomic numbers and mass numbers. The author posits that this game can be an informative yet entertaining educational tool which can be applied to other subjects as well.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ดร.สิริอร วิทยากร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจในการเรียน ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน คณาจารย์ในแขนงการพัฒนาเกมและสื่อประสม คณาจารย์ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ และครูอาจารย์ทุกท่านในทุกระดับการศึกษาที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ ให้การอบรมสั่งสอนมาในทั้งอดีตและปัจจุบัน

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิชาการ เจ้าหน้าที่ประจำหลักสูตรฯ และเจ้าหน้าที่คณะเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาการศึกษา ขอขอบคุณเพื่อนทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการกระบวนการศึกษา อันเป็นส่วนหนึ่งของปริญญานิพนธ์นี้ให้ประสบผลสำเร็จ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณผู้มีพระคุณสูงสุดคือ คุณแม่ และสมาชิกในครอบครัว ที่เป็นแรงสนับสนุน ตลอดจนขอขอบคุณบุคคลที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ที่ได้ช่วยเหลือในด้านการเรียน และการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณ

ไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ

กานต์สินี คำวิรัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XI
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การทบทวนเอกสารวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 กิจกรรมเกม	4
2.2 ทฤษฎีด้านการเรียนรู้จดจำ.....	8
2.2.1 ทฤษฎีความตั้งใจเชิงพฤติกรรม (Behavioral Intension Theory)	8
2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ ทักษะ และพฤติกรรม (Knowledge, Attitude, Practice)	8
2.2.3 ทักษะ (Attitude).....	9
2.2.4 การเปลี่ยนแปลงทักษะ (Attitude Change)	10
2.2.5 พฤติกรรม.....	11
2.2.6 ทฤษฎีการใช้และความพึงพอใจ	11
2.2.7 ทฤษฎีด้านความพึงพอใจ (Gratification Theory).....	12

สารบัญ (ต่อ)

2.3 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.....	13
2.3.1 การจัดสาระหลักสูตรเคมี	13
2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีความจริงเสริม	14
2.4.1 การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis)	16
2.4.2 การคำนวณหาตำแหน่งเชิงสามมิติ (Pose Estimation)	17
2.4.3 กระบวนการสร้างโมเดลสามมิติ (3D Modelling)	17
2.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน	17
2.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)	17
2.5.2 โปรแกรมและภาษาที่ใช้ (Programming and Markup Languages)	17
2.5.3 ซอฟต์แวร์และเครื่องมือ (Software and Tools)	18
2.5.4 เฟรมเวิร์ค (Frameworks)	19
2.5.5 การจัดการฐานข้อมูล (Database)	19
2.5.6 คิวอาร์โค้ด (QR Code)	19
2.5.7 วูมาร์ก (VuMark)	23
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	27
3.1 การวิจัยผู้ใช้ (User research)	27
3.1.1 การรวบรวมความต้องการของผู้ใช้ (Requirement Gathering)	27
3.1.2 เครื่องมือและเทคนิคที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	27
3.1.3 ปัญหาที่พบ.....	28
3.2 กลุ่มเป้าหมาย (Target user)	28
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	28
3.3.1 Hardware	28
3.3.2 Programming and Markup Languages	28
3.3.3 Software and Tools	28
3.3.4 Frameworks	28
3.4 รายละเอียดการทำงานของแต่ละองค์ประกอบของระบบ.....	28

สารบัญ (ต่อ)

3.4.1 Input/Output Specification.....	28
3.4.2 Functional Specification	28
3.5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ.....	29
3.5.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)	29
3.5.2 รายละเอียดของยูสเคส (Use Case Description)	31
3.5.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram).....	39
3.5.4 ออกแบบฐานข้อมูล (Database).....	47
3.6 ขอบเขตของโปรแกรมที่จะพัฒนา.....	48
3.7 แนวคิดการพัฒนาระบบ	48
3.7.1 ภาพรวมโดยย่อของเกม (Storyboard).....	48
3.7.2 แผนผังการเล่นเกม (Flowchart)	50
3.7.3 การคำนวณคะแนน.....	54
4 ระบบต้นแบบ	55
4.1 การออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (Wireframe).....	55
4.1.1 หน้าจอเมนูหลัก.....	55
4.1.2 หน้าจอตั้งค่า	56
4.1.3 หน้าจอแนะนำการเล่นเกม	57
4.1.4 หน้าจอตั้งค่าผู้เล่น.....	58
4.1.5 หน้าจอเพิ่มผู้เล่นใหม่	59
4.1.6 หน้าจอตรวจเช็คความเรียบร้อย.....	60
4.1.7 หน้าจอเลือกหมวดหมู่ของคำถาม.....	61
4.1.8 หน้าจอคำถาม.....	62
4.1.9 หน้าจอเฉลยคำตอบ.....	63
4.1.10 หน้าจอสรุปผลคะแนน	64
4.1.11 หน้าจอแสดงคำอธิบายเกี่ยวกับธาตุ.....	65
4.2 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน	66
4.2.1 หน้าต่างหลัก	66

สารบัญ (ต่อ)

4.2.2 หน้าต่างเตรียมพร้อมก่อนเริ่มเล่นเกม.....	66
4.2.3 หน้าต่างการเล่นเกม.....	68
5. วิเคราะห์และสรุปผล	69
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	69
5.1.1 การทดสอบความสามารถในการตรวจจับมาร์กเกอร์โดยใช้กล้องหลัง	70
5.1.2 การทดสอบความสามารถในการตรวจจับมาร์กเกอร์โดยใช้กล้องหน้า	79
5.1.3 การทดสอบแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งานจริง.....	81
5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ.....	83
5.2.1 ปัญหาด้านการพัฒนามาร์กเกอร์.....	83
5.2.2 ปัญหาด้านการพัฒนาแอปพลิเคชัน	84
5.2.3 ปัญหาจากผู้พัฒนา.....	84
5.3 ข้อเสนอในการพัฒนาระบบในอนาคต	84
บรรณานุกรม.....	86
ภาคผนวก	89
ก. แบบสอบถามและแบบทดสอบ	90
ข. แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน	95
ประวัติผู้เขียน	98

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเข้ากับอุปกรณ์ iPad	15
2.2 แผนผังการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริมประเภท Marker-based	15
2.3 การวางคิวอาร์โค้ดในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อทำการอ่าน	20
2.4 ส่วนที่เป็นรูปแบบเฉพาะ (ส่วนสีแดง)	20
2.5 ส่วนข้อมูลอิพินธุ์ (ส่วนสีเหลือง)	21
2.6 รูปแบบต่างๆของคิวอาร์โค้ด	21
2.7 การอ่านรูปแบบซ้ำ	21
2.8 ผลที่ได้หลังอ่านรูปแบบซ้ำเสร็จแล้ว	21
2.9 ลำดับการอ่านคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง	22
2.10 ตำแหน่งการอ่านตัวอักษรหัส	22
2.11 ความหมายของค่าที่อ่านได้	22
2.12 ตำแหน่งการอ่านค่าขนาดตัวอักษร	22
2.13 ตำแหน่งการอ่านตัวอักษรตัวแรก	23
2.14 ผลลัพธ์ที่ได้จากการอ่านค่าตัวอักษรทั้งหมด	23
2.15 ตัวอย่างวูมาร์ก	24
2.16 องค์ประกอบในการออกแบบวูมาร์ก	26
3.1 แผนภาพยูสเคสของแอปพลิเคชัน	30
3.2 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส ตั้งค่าผู้เล่น	39
3.3 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส เลือกหมวดหมู่ของคำถาม	40
3.4 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส เล่นเกม	41
3.5 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แสดงคำถาม	42
3.6 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส ตรวจจับมาร์กเกอร์	43
3.7 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แสดงผลลัพธ์	44
3.8 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส สรุปคะแนน	45
3.9 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แนะนำการเล่นเกมน	46
3.10 ฐานข้อมูลของธาตุและคำถาม	47
3.11 ฐานข้อมูลของธาตุและคำถามบน Firebase	48

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.12 ภาพรวมโดยย่อของเกม	50
3.13 แผนผังการเล่นเกม.....	52
3.14 แผนผังการเล่นเกม (ต่อ)	53
4.1 หน้าจอเมนูหลัก.....	55
4.2 หน้าจอตั้งค่า	56
4.3 หน้าจอแนะนำการเล่น.....	57
4.4 หน้าจอตั้งค่าผู้เล่น.....	58
4.5 หน้าจอเพิ่มผู้เล่นใหม่.....	59
4.6 หน้าจอตรวจเช็คความเรียบร้อย.....	60
4.7 หน้าจอเลือกโหมดคำถาม	61
4.8 หน้าจอคำถาม	62
4.9 หน้าจอเฉลยคำตอบ	63
4.10 หน้าจอสรุปผลคะแนน	64
4.11 หน้าจอแสดงคำอธิบายเกี่ยวกับธาตุ.....	65
4.12 หน้าต่างหลัก.....	66
4.13 หน้าต่างเตรียมพร้อมก่อนเริ่มเล่นเกม	67
4.14 หน้าต่างการเล่น.....	68
5.1 ส่วนประกอบของมาร์กเกอร์ รูปแบบที่ 1-3.....	70
5.2 สัญลักษณ์แทนสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ตามลำดับจากซ้ายไปขวา	70
5.3 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 1-3.....	71
5.4 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 4 และ 5	72
5.5 ส่วนประกอบของคิวอาร์โค้ด	73
5.6 ส่วนประกอบของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 6.....	73
5.7 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 6	73
5.8 เปรียบเทียบจุดเด่นของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 กับ มาร์กเกอร์รูปแบบที่ 7	74
5.9 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 7	74
5.10 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8	75

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

5.11 แผนภูมิอัตราความสำเร็จในการตรวจจับมาร์กเกอร์ต่อเวลาที่ใช้.....	76
5.12 มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังและข้อความปานกลาง.....	77
5.13 มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังและข้อความน้อย	77
5.14 มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังและข้อความสูง.....	77
5.15 เปรียบเทียบระหว่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 7.....	78
5.16 มาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8 ที่ใช้ในการทดลองกับกล่องหน้า	78
5.17 ตัวอย่างมาร์กเกอร์ชนิดมาร์กที่ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน.....	80
5.18 แอปพลิเคชัน The Elements Flashcards	82

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

3.1	รายละเอียดของยูสเคส ตั้งค่าผู้เล่น.....	31
3.2	รายละเอียดของยูสเคส เลือกหมวดหมู่ของคำถาม.....	32
3.3	รายละเอียดของยูสเคส เล่นเกม.....	33
3.4	รายละเอียดของยูสเคส แสดงคำถาม.....	34
3.5	รายละเอียดของยูสเคส ตรวจจับมาร์กเกอร์	35
3.6	รายละเอียดของยูสเคส แสดงผลลัพธ์	36
3.7	รายละเอียดของยูสเคส สรุปคะแนน	37
3.8	รายละเอียดของยูสเคส แนะนำการเล่นเกม.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

“เคมี” เป็นวิทยาศาสตร์ที่มีความสำคัญ ที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ของกระทรวงศึกษาธิการ กำหนดให้การเรียนรู้เคมีอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยกำหนดให้มีการทดสอบมาตรฐานคุณภาพของผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน 18 ปี [1] อย่างไรก็ตาม การเรียนวิชาเคมีตามหลักสูตรดังกล่าว ยังคงประสบปัญหาอยู่มาก ทั้งจำนวนผู้เรียนที่มีจำนวนมากเมื่อเทียบกับจำนวนครูผู้สอน เวลาเรียนไม่เพียงพอ รวมถึงปัญหาจากผู้เรียนที่ยังขาดความสนใจในรายวิชา ทำให้ผลการประเมินระดับชาติในรายวิชาเคมีย้อนหลัง ปี พ.ศ. 2556-2558 พบว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังขาดความสามารถในการแก้ไขปัญหาทางเคมีที่ได้ประเมินตามมาตรฐาน โดยนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากผู้เข้าสอบ 643,462 คนมีคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยทั้งประเทศเพียงร้อยละ 32.28 เท่านั้น [2] การแก้ปัญหาคือการเรียนการสอนวิชาเคมีจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรให้ความสำคัญมากขึ้น โดยการเรียนรู้ควรเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติและสำรวจตรวจสอบเพื่อสร้างความรู้ด้วยตัวเอง [3]

เกม เป็นสื่อได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในหมู่เยาวชน โดยเป็นเครื่องมือสร้างความเพลิดเพลิน สร้างประสบการณ์แปลกใหม่ และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่นด้วยกัน ดังนั้นทางผู้พัฒนาเห็นว่า การประยุกต์ใช้เกมเข้ากับเนื้อหาวิชาการ เป็นเครื่องมือที่มีแนวโน้มสร้างการเรียนรู้ได้ดีสำหรับกลุ่มเป้าหมาย จึงสนใจพัฒนาเกมเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้วิชาเคมีที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนจะได้ลองผิดลองถูก ผ่านสถานการณ์จำลอง และยังสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมในเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้ จึงคาดว่าจะช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จได้อย่างดีและรวดเร็ว การออกแบบเกมสามารถทำได้หลายรูปแบบ โดยผู้พัฒนาให้ความสำคัญกับการพัฒนาเกมบนแท็บเล็ต เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่เป็นที่นิยมแพร่หลาย กลุ่มเป้าหมายมีความคุ้นเคย เรียนรู้ได้ง่าย ผู้พัฒนาเล็งเห็นว่าการดึงดูดความสนใจของกลุ่มเป้าหมาย สามารถใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกจริงเข้ากับโลกเสมือนเพื่อให้ผู้ใช้รับรู้และปฏิสัมพันธ์บนคอมพิวเตอร์ที่ประมวลผลข้อมูลสารสนเทศ ผสมผสานสิ่งแวดล้อมระหว่างวัตถุเสมือนและความเป็นจริงเข้าด้วยการผ่านปฏิสัมพันธ์ในเวลาขณะนั้น (Real-Time Interactive) สามารถสร้างประสบการณ์แปลกใหม่กว่าการเรียนรู้ด้วยหนังสือเพียงอย่างเดียว และยังกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

จากที่มาและความสำคัญข้างต้น ผู้พัฒนาจึงสนใจศึกษาและพัฒนาสื่อการสอนวิชาเคมี ผ่านเกมด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริม เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์กับระบบโดยตรง เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของบทเรียน และเพิ่มความเข้าใจของผู้เรียน จนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีให้เข้ากับชีวิตประจำวัน ซึ่งถือเป็นรากฐานสำคัญของการต่อยอดการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ขั้นสูงต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเกมส่งเสริมการเรียนรู้วิชาเคมี หัวข้อ “อะตอมและตารางธาตุ” โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม
2. เพื่อสร้างเกมเสริมทักษะด้านการจดจำข้อมูลของธาตุในตารางธาตุ ตลอดจนประเมินทักษะด้านการจดจำและการประยุกต์ใช้ธาตุของผู้ใช้งาน เช่น ชื่อธาตุ หมวดหมู่ธาตุ ตารางธาตุ สัญลักษณ์ และเลขอะตอม เป็นต้น
3. เพื่อสร้างสื่อการสอนวิชาเคมีในรูปแบบใหม่ ที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์กับระบบโดยตรง เพื่อช่วยเพิ่มความน่าสนใจของบทเรียนจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีให้เข้ากับชีวิตประจำวัน

1.3 ขอบเขตของงาน

1. ออกแบบสื่อการเรียนรู้หัวข้อ “อะตอมและตารางธาตุ” ในรูปแบบเกม ที่สอดคล้องตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. แสดงคำอธิบาย และคำแนะนำให้กับผู้เล่น เพื่อให้ใช้แอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้อง
3. พัฒนาเกมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และร่วมกันเรียนรู้เป็นกลุ่ม โดยใช้อุปกรณ์เพียง 1 ชุด
4. ออกแบบแผ่นป้ายตารางธาตุ เพื่อใช้เป็นมาร์กเกอร์ สำหรับการเล่นเกมควบคู่ไปพร้อมกับแอปพลิเคชัน ที่สอดคล้องกับธาตุในตารางธาตุ ข้อมูลประกอบไปด้วย สัญลักษณ์, ชื่อธาตุ, เลขอะตอม และ เลขมวล
5. ผู้เล่นสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนอย่างเป็นรูปธรรมจากการเรียนรู้ที่ดึงดูดความสนใจ และสามารถจับต้องได้บนเทคโนโลยีความจริงเสริม

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. วิเคราะห์ปัญหา และกำหนดขอบเขตของระบบที่จะพัฒนา
2. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันบนแพลตฟอร์ม iOS กับเทคโนโลยีความจริงเสริม และศึกษาโจทย์ตัวอย่าง เนื้อหาการเรียนเรื่อง“อะตอมและตารางธาตุ” ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อนำมาใช้ออกแบบแอปพลิเคชัน
3. ออกแบบแอปพลิเคชัน โดยอิงจากกลุ่มเป้าหมายเป็นหลัก และนำเนื้อหาความรู้มาประยุกต์ใช้ในเกม
4. พัฒนาแอปพลิเคชัน และจัดทำแผ่นป้ายตารางธาตุเพื่อใช้งานควบคู่กัน
5. ทดสอบ และแก้ไขข้อผิดพลาดของระบบที่พัฒนา
6. สรุปผลการพัฒนาและจัดทำเอกสารประกอบการพัฒนา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สร้างสื่อการเรียนการสอนด้วยการพัฒนาแอปพลิเคชันบนเทคโนโลยีความจริงเสริม เพื่อนำมาปรับใช้กับการเรียนรู้วิชาเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
2. สร้างทัศนคติที่ดีต่อการเริ่มต้นเรียนรู้วิชาเคมี ต่อกลุ่มผู้ใช้งานที่เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง
3. สร้างรูปแบบใหม่ในการเรียนรู้ ผ่านปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งาน และเป็นแนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมในการเรียนการสอนอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

การทบทวนเอกสารวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1. กิจกรรมเกม
2. ทฤษฎีการเรียนรู้จดจำ
3. แนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
4. แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีความจริงเสริม
5. เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

2.1 กิจกรรมเกม

พจนานุกรมภาษาไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554 ให้ความหมายว่า “เกม” หมายถึง การแข่งขันที่มีกติกากำหนด เช่น เกมกีฬา การเล่นเพื่อความสนุก เช่น เกมคอมพิวเตอร์ การแสดงเพื่อสาธิตกิจกรรม เช่น เกมการบริหาร โดยปริยายหมายถึง การแสดงที่ใช้กลวิธี หรือเล่ห์เหลี่ยมเพื่อหักล้างกัน เช่น เกมการเมือง ลักษณะนามเรียกการแข่งขันหรือการเล่น ที่จบลงด้วยการ แพ้ชนะกันครั้งหนึ่ง ๆ เช่น เล่นแบดมินตัน 3 เกม

ผลงานการศึกษาและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกมในอดีตที่ผ่านมา สะท้อนให้เห็นการอธิบายเกมในหลายแง่มุม โดยมีส่วนที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ในวรรณกรรมภาษาอังกฤษมีการศึกษาเกี่ยวกับเกมและอ้างถึงคำศัพท์ ภาษาอังกฤษสองคำสำหรับการแสดงแนวคิดสองแบบที่ไม่เหมือนกันแต่มีความเกี่ยวข้องกันอย่าง ใกล้ชิดนั่นคือคำว่า Game (เกม) และ Play (การเล่น) โดย Caillois (1961) [4] อธิบายถึงความแตกต่างของเกมและการเล่นไว้ว่า การเล่นสะท้อนถึงพฤติกรรมที่กระทำโดยอิสระตามใจ ในขณะที่เกมกลับ สะท้อนถึงการเล่นตามกฎเกณฑ์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนด Salen และ Zimmerman (2003) [5] ได้อธิบายถึงความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างเกมและการเล่นในภาษาอังกฤษว่าเป็นหมวดหมู่ย่อย ของกันและกัน หากมองจากมุมมองเชิงพรรณนาเกมเป็นเพียงส่วนย่อยของการเล่น โดยที่การเล่นนั้น ประกอบไปด้วยกิจกรรมสร้างความสนุกสนานมากมายหลายประเภทและเกมเป็นเพียงการเล่น ประเภทหนึ่ง ในขณะที่จากอีกมุมมองหนึ่งซึ่งเป็นมุมมองเชิงความคิด เกมถูกมองว่าเป็น ปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนและมีหลายวิธีที่จะอธิบายและทำความเข้าใจ โดยกติกา (Rule) การเล่น (Play) และวัฒนธรรม (Culture) เป็นสามมุมมองที่ประกอบขึ้นเป็นปรากฏการณ์เกมจากมุมมองนี้การเล่นจะเป็นเพียงองค์ประกอบของเกม Caillois (1961) [4] ระบุคุณลักษณะของการเล่นเกม 6 ประการ คือ

1. **Free** หมายถึง ความอิสระหรือปราศจากการบังคับในการเล่น เพราะถ้าหากเป็นเช่นนั้น การเล่นก็อาจไม่ทำให้เกิดความ สนุกสนานและความสุขจากการเล่นได้
2. **Separate** หมายถึง การเล่นนั้นจะแยกออกจากการดำรง ชีวิตประจำวันทั่วไป
3. **Uncertain** หมายถึง การเล่นนั้นมีผลลัพธ์ที่ไม่แน่นอน การเล่นแต่ละครั้งจะไม่ สามารถกำหนดผลไว้ล่วงหน้าได้ ทั้งนี้ก็เพื่อให้ผู้เล่นได้ใช้ความคิดริเริ่มซึ่งจะนำไปสู่ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน
4. **Non-productive** หมายถึง การเล่นนั้นไม่ได้ก่อให้เกิดสินทรัพย์หรือความมั่งคั่งใด ๆ เพิ่มเติม ขึ้นจากการเล่น
5. **Governed by Rule** หมายถึง การเล่นจะมีการกำหนดกฎเกณฑ์เฉพาะสำหรับการเล่นนั้น ๆ โดยที่ผู้เล่นจะต้องปฏิบัติตาม
6. **Make-believe** หมายถึง การที่ผู้เล่นเชื่อว่าการเล่นนั้น ไม่ใช่ชีวิตความเป็นจริง คุณลักษณะข้างต้นด้านความอิสระ ความไม่แน่นอนและการกำหนดกฎเกณฑ์

สอดคล้องกับความหมายของเกมที่ Avedon และ Sutton-Smith (1971) [6] ระบุไว้ ว่าเกม คือการใช้ ระบบการควบคุมโดยสมัครใจซึ่งมีการแข่งขันระหว่างผู้เล่นหลายฝ่ายภายใต้กฎเกณฑ์ที่ถูกกำหนดขึ้น เพื่อก่อให้เกิดผลลัพธ์อันไม่เท่าเทียมกัน เช่น ผลชนะหรือแพ้ เช่นเดียวกับ Salen และ Zimmerman (2003) [5] ให้คำจำกัดความของเกมว่าระบบที่ผู้เล่นซึ่งอาจมีคนเดียวหรือหลายคน ได้เข้าไปมีส่วนร่วมในการแข่งขันที่ถูกจำลองขึ้นมาภายใต้ กฎเกณฑ์ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ในเชิงปริมาณ เช่น ผลแพ้ชนะ หรือผลคะแนนที่ เป็นตัวเลข

The Magic Circle เป็นแนวคิดที่สร้างขึ้น โดย Johan Huizinga (Huizinga, 2003) อธิบาย ถึง การที่เกมนั้นสร้างความเป็นจริงของตัวเองได้ เมื่อผู้เล่นตัดสินใจที่จะเล่นเกม ผู้เล่นจะเข้าไปในอาณาเขตของ The Magic Circle และตกลงที่จะปฏิบัติตามกฎต่าง ๆ ในการเล่น เกม ภายในอาณาเขตผู้เล่นทุกคนนั้นถูกคาดหวังให้ปฏิบัติตามกฎ แม้ว่ากฎเกณฑ์เหล่านั้นอาจจะไม่สมเหตุสมผลในโลกแห่งความเป็นจริงก็ตาม ที่ผู้เล่นเกมนั้นยอมรับและปฏิบัติตามกฎเหล่านี้ด้วยความสมัครใจ

โดยทั่วไปเกมสามารถสร้างความสุข ความสนุกสนานและความเพลิดเพลินในการเล่น ทำให้ผู้เล่นเกมสามารถใช้เวลาอยู่ในเกมได้เป็นระยะเวลาอันยาวนาน ในบางรายสามารถเล่นได้ทั้งวันทั้งคืนโดย ที่ร่างกายไม่ได้รับการพักผ่อน Sweetser และ Wyeth (2005) [7] นำเอาทฤษฎีความลื่นไหล หรือ Flow Theory ของ Csikszentmihalyi (1990) [8] มาปรับใช้เพื่ออธิบายความเพลิดเพลินที่เกิดขึ้นระหว่างการเล่นเกมจนทำให้ผู้เล่นใช้เวลาหมดไปกับเกม โดยอธิบายว่าความลื่นไหลของเกม (GameFlow) นั้นเป็นประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เล่นมีความพึงพอใจอย่างมาก จนผู้เล่นยินดีที่จะเล่นเกมเพียงเพื่อจะให้ได้มีประสบการณ์นั้น โดยไม่สนใจว่าจะได้ประโยชน์ใดจากการเล่น และไม่สนใจว่าจะยากหรือเสี่ยงอันตรายหรือไม่ โดย Sweetser และ Wyeth (2005) [7] ได้กล่าวเพิ่มเติม ถึง

องค์ประกอบ 8 ข้อของการลื่นไหลของเกมที่จะสร้างความเพลิดเพลินของผู้เล่นระหว่างการเล่นเกมคือ

1. ความสนใจ (Concentration)

เกมที่มีความลื่นไหลควรมีสิ่งเร้าให้เกิดความสนใจในหลากหลายรูปแบบ และเป็นสิ่งเร้าที่ผู้เล่นเห็นว่าคุ้มค่ามากพอที่จะให้ความสนใจ โดยเกมควรดึงดูดความสนใจจากผู้เล่นให้ได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเริ่มเล่นและสามารถรักษาระดับความสนใจของผู้เล่นไปได้ตลอดทั้งเกม ผู้เล่นไม่ควรจะถูกทำให้ หันเหความสนใจไปจากภาระสำคัญที่จะต้องทำภายในเกมและในขณะที่เดียวกันก็ไม่ควรให้ผู้เล่นแบกรับภาระงานที่ผู้เล่นรู้สึกไม่สำคัญ โดยระดับความยากของภาระงานในเกมที่ผู้เล่นนั้นควรอยู่ในระดับสูงแต่เป็นระดับที่ผู้เล่นยังรู้สึกว่าสามารถทำให้สำเร็จได้

2. ความท้าทาย (Challenge)

ความท้าทายถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการออกแบบเกมที่ดี โดยความท้าทายจะมีความหลากหลายและเหมาะสมกับระดับทักษะของผู้เล่นแต่ละคน หากความท้าทายของเกม มีมากเกินไปทักษะความสามารถในการเล่นของผู้เล่นอาจส่งผลให้ผู้เล่นรู้สึกวิตกกังวลว่าเกมท้าทายเกินไป และไม่สามารถเอาชนะความท้าทายนั้นได้ ในทางกลับกันหากความท้าทายของเกม มีน้อยกว่าทักษะความสามารถในการเล่นของผู้เล่น ก็อาจส่งผลให้ผู้เล่นรู้สึกเบื่อหน่ายเนื่องจากไม่รู้สึกว่าเกมนั้นท้าทายอีกต่อไป เพราะฉะนั้นระดับของความท้าทายควรเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้สอดคล้องกับทักษะของผู้เล่นที่เพิ่มขึ้น

3. ทักษะของผู้เล่น (Player Skills)

ผู้เล่นควรเริ่มเกมได้โดยไม่ต้องอ่านคู่มือการเล่น อย่างไรก็ตามควรมีการช่วยเหลือภายในเกมเพื่อที่ผู้เล่นจะได้ไม่ต้องออกจากเกม เกมควรสอนผู้เล่นผ่านโปรแกรมการสอน (Tutorial) หรือให้ผู้เล่นได้เรียนรู้จากการเล่นเกม เพื่อให้ผู้เล่นเรียนรู้วิธีการเล่นในขณะที่กำลังเล่นเกมอยู่จริง โดยไม่ได้รู้สึกว่าคือการสอน ส่วนต่อประสานของเกม (Game Interface) และกลศาสตร์ของเกม (Game Mechanic) ควรที่จะง่ายต่อการเรียนรู้และการใช้งาน ผู้เล่นควรได้รับรางวัลที่เหมาะสมสำหรับความพยายามที่ใช้ไปในเกมและการพัฒนาทักษะต่าง ๆ

4. การควบคุม (Control)

เกมควรให้อิสระในการควบคุมแก่ผู้เล่น เพื่อให้ผู้เล่นรู้สึกถึงการควบคุม ปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ภายในเกม (Game Interaction) รวมถึงส่วนต่อประสานของเกมและอุปกรณ์ที่ใช้เล่นเกม โดยที่เกม ควรจะให้ผู้เล่นรับรู้ถึงผลลัพธ์ของการควบคุมนั้น ๆ ของผู้เล่นด้วยเพื่อให้ผู้เล่นสามารถตัดสินใจ ควบคุมการเล่นได้ตามที่ต้องการ

5. เป้าหมายที่ชัดเจน (Clear Goal)

เกมควรมีเป้าหมายที่ชัดเจนให้ผู้เล่นรับทราบในช่วงเวลาที่เหมาะสม เป้าหมายหลักผู้เล่น จะต้องทำเพื่อจบเกมควรมีความชัดเจนและนำเสนอในช่วงต้นเกม ส่วนเป้าหมายอื่นที่เกิดขึ้นระหว่าง การเล่นก็ควรมีความชัดเจนเช่นกัน โดยจะต้องเลือกเวลาในการนำเสนอให้เหมาะสม

6. การตอบกลับ (Feedback)

ผู้เล่นควรได้รับการตอบกลับเกี่ยวกับความคืบหน้าของเป้าหมาย โดยผู้เล่นควรได้รับการตอบกลับทันทีเพื่อให้ทราบสถานะหรือคะแนนของผู้เล่น

7. การดำดิ่ง (Immersion)

เมื่อเล่นเกม ผู้เล่นควรได้รับประสบการณ์ที่ลึกซึ้งตั้งแต่ปราศจากความกังวล ตระหนักถึง สภาพแวดล้อมของตนน้อยลง มีความรู้ตัวเองในโลกนอกเกมน้อยลงและมีอารมณ์ร่วมไปกับเกม บางเกมสามารถทำให้ผู้เล่นใช้เวลาว่างทั้งหมดไปกับเกมโดยไม่รู้ตัว หรือผู้เล่นบางคนรู้ตัวแต่ก็ตัดสินใจใช้เวลาว่างทั้งหมดเพื่อเล่นเกมที่ผู้เล่นรู้สึกดำดิ่งลงไปสู่เกมนั้น

8. ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social Interaction)

เกมควรสนับสนุนหรือสร้างโอกาสให้มีการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างผู้เล่นทั้งภายในและ ภายนอกเกม โดยอาจอยู่ในรูปแบบของการแข่งขัน หรือการร่วมมือกันระหว่างผู้เล่น

องค์ประกอบทั้ง 8 ด้านนั้นเป็นสิ่งที่ทำให้เกมสนุก อย่างไรก็ตาม ในเกมหนึ่งเกมอาจไม่จำเป็นต้องมีองค์ประกอบของการลื่นไหลของเกมครบทุกด้านเพื่อให้เกมนั้นสนุกและองค์ประกอบบางข้ออาจไม่เหมาะสมกับเกมบางเกม หรือผู้เล่นบางคนก็ไม่ได้ [9]

การออกแบบ แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี ผู้ออกแบบจึงมีแนวคิดจะสร้างเกมการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้หลักการ แนวคิด ของการออกแบบเกมข้างต้นเป็นพื้นฐานในการออกแบบกลไกการเล่น เพื่อให้เกมสนุกและลื่นไหล เหมาะสมกับวัยของกลุ่มผู้เล่นเป้าหมาย

2.2 ทฤษฎีด้านการเรียนรู้จดจำ

2.2.1 ทฤษฎีความตั้งใจเชิงพฤติกรรม (Behavioral Intension Theory)

มีการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมที่บ่งชี้ว่า การรับสื่อนั้นสามารถส่งผลต่อพฤติกรรมได้ หากสื่อนั้นมีอิทธิพลมากพอ โดยทัศนคติของปัจเจกบุคคลและสังคม เป็นส่วนที่มีความสำคัญและส่งผลต่อพฤติกรรมได้ ขั้นตอนสำคัญในการมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมคือการประเมินเบื้องต้นเกี่ยวกับทัศนคติของผู้รับสาร และการติดตามที่ตามมาเป็นสิ่งที่จำเป็นในการระบุการเปลี่ยนแปลงเชิงทัศนคติ [10]

2.2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรม (Knowledge, Attitude, Practice)

เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความจริง กฎเกณฑ์ และข้อมูลที่มนุษย์ได้รวบรวมไว้จากประสบการณ์ [11] โดยเกี่ยวข้องกับการระลึกถึงสิ่งเฉพาะหรือสิ่งทั่วไป ผ่านกระบวนการหรือสถานการณ์ต่าง ๆ โดยเน้นความจำ โดยมีระดับความรู้ 6 ระดับ [12] คือ

1. **ระดับระลึก (Recall)** คือ การเรียนรู้ในลักษณะที่จำเรื่องเฉพาะ วิธีปฏิบัติ กระบวนการและแบบแผน หรือสามารถดึงข้อมูลจากความจำได้
2. **ระดับรวบรวมสาระสำคัญ (Comprehension)** คือ ความสามารถในการถ่ายทอดหรือเขียนประสบการณ์ต่าง ๆ ได้ด้วยถ้อยคำของตัวเอง สามารถทำให้เห็นภาพ ให้ความหมาย แปลความ และเปรียบเทียบความคิด ตลอดจนคาดคะเนผลที่จะเกิดขึ้นต่อไปได้
3. **ระดับการนำไปใช้ (Application)** สามารถนำข้อเท็จจริง ความคิดเห็น ที่เป็นนามธรรม มาปฏิบัติจริงอย่างเป็นรูปธรรม
4. **ระดับการวิเคราะห์ (Analysis)** การนำข้อมูล แนวความคิด มาแยกส่วนเป็นประเภท หรือนำข้อมูลมาประกอบกัน
5. **ระดับการสังเคราะห์ (Synthesis)** การนำข้อมูล แนวความคิด มาประกอบกัน แล้วนำไปสู่การสร้างสรรค์สิ่งใหม่
6. **ระดับการประเมินผล (Evaluation)** การใช้ข้อมูลเพื่อตั้งเกณฑ์ รวบรวมผล และวัดข้อมูลมาตรฐาน เพื่อให้ได้ข้อตัดสินถึงระดับของประสิทธิผลของกิจกรรมแต่ละอย่าง

2.2.3 ทักษะ (Attitude)

ทัศนคติคือแนวคิดทางจิตวิทยาที่ชี้วัดว่าบุคคลนั้นคิดและรู้สึก และตอบสนองอย่างไรกับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ โดยมีรากฐานมาจากความเชื่อที่อาจส่งผลถึงพฤติกรรมในอนาคต โดยถือเป็นการสื่อสารภายในบุคคล (Intrapersonal Communication) ที่เป็นผลมาจากการรับสาร [13] โดยผู้รับสารมีความพร้อมที่จะแสดงออกในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ที่เป็นการสนับสนุนหรือต่อต้านสถานการณ์บางอย่าง บุคคล หรือสิ่งใด ๆ [11] ทัศนคติจึงหมายถึงความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบ โดยแตกต่างจากความเชื่อ ที่แสดงถึงมุมมองของปัจเจกบุคคลต่อสิ่งแวดล้อม อาจกล่าวได้ว่า แหล่งที่มาของทัศนคติประกอบไปด้วย ส่วนประกอบพื้นฐาน 4 ประการ [14]

1. เพื่อใช้สำหรับการปรับตัว (Adjustment)

หมายความว่า บุคคลจะอาศัยทัศนคติ เป็นเครื่องยึดถือสำหรับการปรับพฤติกรรมของตนให้เป็นไปในทางที่จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ตนสูงที่สุด และให้มีผลเสียน้อยที่สุด ดังนั้น ทัศนคติจึงสามารถเป็นกลไกที่จะสะท้อนให้เห็นถึงเป้าหมายที่พึงประสงค์และที่ไม่พึงประสงค์ของปัจเจกบุคคล

2. เพื่อป้องกันตัว (Ego – Defensive)

โดยปกติ คนทั่วไปมักจะมีแนวโน้มที่จะไม่ยอมรับความจริง ในสิ่งซึ่งเป็นที่ยึดแย้งกับความนึกคิดของตน (Self – Image) ดังนั้นทัศนคติจึงสามารถสะท้อนออกมาเป็นกลไกที่ป้องกันตัวโดยการแสดงออก เป็นความรู้สึก ถูกเหยียดหยาม หรือดุด่าคนอื่น และขณะเดียวกัน จะยกตนเองให้สูงกว่าด้วยการมีทัศนคติที่ถือว่าตัวเองเหนือกว่าผู้อื่น ทำให้ทัศนคติเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากภายในตัวปัจเจกบุคคล และสิ่งที่แสดงออกก็มาประกอบเป็นไปเพื่อระบายความรู้สึกเท่านั้น

3. เพื่อการแสดงความหมายของค่านิยม (Value Expressive)

ทัศนคตินั้นเป็นส่วนหนึ่งของค่านิยมต่าง ๆ ใช้สำหรับสะท้อนให้เห็นถึงค่านิยม ในลักษณะที่เฉพาะเจาะจง

4. เพื่อเป็นตัวจัดระเบียบเป็นความรู้ (Knowledge)

ทัศนคติจะเป็นมาตรฐานที่ตัวบุคคลจะสามารถใช้ประเมินและทำความเข้าใจกับสภาพแวดล้อมที่มีอยู่ ทำให้ สามารถรู้และเข้าใจถึงระบบและระเบียบของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวได้

2.2.4 การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ (Attitude Change)

การเปลี่ยนแปลงทัศนคติพบว่าสามารถเกิดขึ้นได้ ผ่าน 3 กระบวนการ [15] คือ

1. การยินยอม (Compliance)

จะเกิดได้เมื่อ บุคคลยอมรับสิ่งที่มีอิทธิพลต่อตัวบุคคล และมุ่งหวังจะได้รับความพอใจ จากบุคคล หรือกลุ่มบุคคลที่มีอิทธิพลนั้น การที่บุคคลยอมกระทำตามสิ่งที่อยากให้เขากระทำ นั้น ไม่ใช่เพราะบุคคลเห็นด้วยกับสิ่งนั้น แต่เป็นเพราะความคาดหวัง จะได้รับรางวัลหรือการยอมรับจากผู้อื่นในการเห็นด้วย และกระทำตาม ดังนั้นความพอใจที่ได้รับจากการยอมกระทำ ตามนั้น เป็นผลมาจากอิทธิพลทางสังคม หรืออิทธิพลของสิ่งที่ก่อให้เกิดการยอมรับนั้น กล่าวได้ว่าการยอมกระทำตามนี้เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทัศนคติซึ่งจะมีพลังผลักดันให้บุคคลยอมกระทำตามมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับจำนวนหรือความรุนแรงของรางวัล และการลงโทษ

2. การเลียนแบบ (Identification)

เกิดขึ้นเมื่อบุคคลยอมรับสิ่งเร้า หรือสิ่งกระตุ้น ซึ่งการยอมรับนี้เป็นผลมาจากการที่บุคคล ต้องการจะสร้างความสัมพันธ์ที่ดี หรือที่พอใจระหว่างตนเองกับผู้อื่น หรือกลุ่มบุคคลอื่น จากการเลียนแบบนี้ทัศนคติของบุคคลจะเปลี่ยนไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าให้เกิด การเลียนแบบ กล่าวได้ว่าการเลียนแบบเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงทัศนคติซึ่งพลังผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ การโน้มน้าวใจของสิ่งเร้าที่มีต่อบุคคลนั้น ตลอดจนพลัง (Power) ของผู้ส่งสาร บุคคลจะรับเอาบทบาททั้งหมดของคนอื่นมาเป็น ของตนเอง หรือแลกเปลี่ยนบทบาทซึ่งกันและกัน โดยบุคคลจะเชื่อในสิ่งที่ตัวเองเลียนแบบแต่ไม่รวมถึง เนื้อหาและรายละเอียดในการเลียนแบบทัศนคติของบุคคลจะเปลี่ยนไปมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับสิ่งเร้าที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

3. ความต้องการที่อยากจะเปลี่ยน (Internalization)

เป็นกระบวนการ ที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลยอมรับสิ่งที่มีอิทธิพลเหนือกว่า ซึ่งตรงกับความต้องการภายในค่านิยมของเขาพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปในลักษณะนี้จะสอดคล้องกับค่านิยมที่บุคคลมี อยู่เดิม ความพึงพอใจที่ได้จะขึ้นอยู่กับเนื้อหา รายละเอียดของพฤติกรรมนั้น ๆ การเปลี่ยนแปลง ดังกล่าวถ้าความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมถูกกระทบไม่ว่าจะในระดับใดก็ตาม จะมีผลต่อการเปลี่ยนทัศนคติทั้งสิ้น

2.2.5 พฤติกรรม

พฤติกรรมในแนวคิดของนักจิตวิทยา หมายถึงพฤติกรรมทั้งภายนอกที่สามารถเห็นได้ชัดแจ้ง เช่น กริยา หรือการกระทำ แต่ยังหมายถึงกิจกรรมความระลึกจากพฤติกรรมภายนอก เช่น ความรู้สึก อารมณ์ ทักษะ ความต้องการ โดยสามารถแยกตัวแปรพฤติกรรมของบุคคลออกเป็น 5 ระดับคือ ระดับวัฒนธรรม ระดับสังคม ระดับบุคลิกภาพ ระดับชีวภาพ และระดับกายภาพ โดยวัฒนธรรมสำคัญและมีอิทธิพลต่อสังคม สังคมมีอิทธิพลต่อบุคลิกของมนุษย์ โดยนักจิตวิทยาเห็นว่า บุคลิกภาพ มีอิทธิพลระดับสูงสุดต่อพฤติกรรมมนุษย์

วิธีการโน้มน้าวพฤติกรรมของการสื่อสารสังคม อัจฉราณี สามภักดิ์ (2539) ได้เสนอวิธีการไว้ 4 ขั้นตอนคือ

1. **การปลุกเร้าอารมณ์ (Emotion Arousal)** เพื่อให้เกิดความตื่นเต้น เร้าใจในการติดตามไม่ว่าด้วยภาพหรือเสียง
2. **การเห็นอกเห็นใจ (Empathy)** ด้วยการแสดงความอ่อนโยน เสียสละ และความกรุณาปรานี ทำให้โน้มน้าวใจให้เกิดการยอมรับได้
3. **การสร้างแบบอย่างขึ้นในจิตใจ (Internalized Norms)** เป็นการสร้างมาตรฐานอย่างหนึ่งเพื่อให้มาตรฐานนั้นปลูกฝัง และเป็นตัวอย่างแก่ผู้รับสารที่จะต้องปฏิบัติตาม
4. **การให้รางวัล (Rewards)** เพื่อเป็นสิ่งเสริมแรงทางบวก

ผลของการโน้มน้าวใจก่อให้เกิดพฤติกรรมพื้นฐาน 2 รูปแบบ คือ การกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมแปลกใหม่หรือให้มีพฤติกรรมต่อเนื่อง (Activation) และการหยุดพฤติกรรมเก่า (Deactivation)

2.2.6 ทฤษฎีการใช้และความพึงพอใจ

พฤติกรรมการเปิดรับสื่อของผู้รับสารนั้นเป็นไปเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย โดยกลุ่ม ทฤษฎีการใช้ประโยชน์และความพึงพอใจจากสื่อ (Uses and Gratifications Theory) ของ McCombs (1979) [16] ได้ระบุว่า ผู้รับสาร จะเกิดความพึงพอใจในการเลือกใช้เทคโนโลยีและวิธีการสื่อสารด้วยเหตุผลคือ

1. **ต้องการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากการพูดคุยกัน (Discussion)** เพราะทำให้มีข้อมูลที่จะนำไปใช้พูดคุยกับบุคคลอื่น ๆ
2. **เพื่อต้องการมีส่วนร่วม (Participating)** ในเหตุการณ์และความเป็นไปต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

3. เพื่อเสริมความเห็น หรือสนับสนุนการตัดสินใจที่ได้ทำไปแล้ว (Reinforcement)
4. เพื่อสร้างความบันเทิง (Entertainment) ทำให้เกิดความเพลิดเพลิน รวมทั้งผ่อนคลายอารมณ์ [17] โดยแนวคิดจากทฤษฎีนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการสื่อสารสุขภาพระหว่างผู้สูงอายุกับสมาชิกในครอบครัวได้เป็นอย่างดีเพราะการเลือกใช้สื่อและเนื้อหาที่จะพูดคุย กันควรมาจากความพึงพอใจและประโยชน์ที่จะได้รับของทั้งสองฝ่าย

2.2.7 ทฤษฎีด้านความพึงพอใจ (Gratification Theory)

ในการใช้สื่อของผู้รับสารนั้นจะถูกกำหนดโดยการหลีกเลี่ยง (Avoidance) และโดยตัวเลือกที่เป็นสิ่งเสริมแรงเชิงบวก ซึ่งจะถูกให้คุณค่าในระดับที่หลากหลายจากสูงไปจนถึงต่ำ อาจมองได้ว่าเป็น ผลกระทบเชิงจิตวิทยาจากเรื่องราวที่แต่ละบุคคลเคยประสบมา และ เป็นความพึงพอใจที่ได้รับซึ่ง Plamgreen และ Rayburn (1985) [18] ได้ความหมายออกมาได้เป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. ความพึงพอใจที่บุคคลแสวงหาจากสื่อ (Gratification Sought)

เป็นการมองในแง่ของผลที่มาจากการคาดหวังว่าจะได้รับอะไรจากสื่อของตัวบุคคลการประเมินค่าเกี่ยวกับความพึงพอใจที่สื่อให้และเป็นแรงผลักดันให้บุคคลทำการเปิดรับสื่อ

2. ความพึงพอใจที่บุคคลได้รับจากสื่อ (Gratification Obtained)

เป็นการมองในแง่ของผล ที่บุคคลได้รับเมื่อทำการเปิดรับสื่อหรือเนื้อหาของสื่อประเภทต่าง ๆ ที่จะย้อนไปสนับสนุน หรือ เปลี่ยนแปลงความคิด ความเชื่อเดิม อย่างความพึงพอใจต่อคุณค่าข่าวสารที่ได้รับอย่างรวดเร็ว ทัน เหตุการณ์ ทุกสถานที่ ทุกเวลา มีประเภทของข่าวสารที่หลากหลายและประหยัดเวลาอ่าน (กาญจนา แก้วเทพ และนิคม ชัยขุนพล, 2555)

ทฤษฎีการใช้และความพึงพอใจ จึงเป็นอีกทฤษฎีหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์การรับสื่ออินโฟกราฟิกเรื่องสุขภาพ ของกลุ่มผู้สูงอายุ ทั้งเพื่อสร้างความบันเทิง (Entertainment) ใช้เป็นแหล่งที่รวบรวมข้อมูลข่าวสาร (Information) สร้างอัตลักษณ์ส่วนบุคคล (Personal Identity) และการสร้างความสัมพันธ์ทางสังคม (Personal Relationships and Social Interaction)

จากทฤษฎีและแนวคิดด้านการเปิดรับสื่อ ทศนคติ และพฤติกรรมข้างต้น จะเห็นได้ว่าพฤติกรรมมีความเกี่ยวเนื่องกับความรู้และทัศนคติของแต่ละบุคคล การเปลี่ยนแปลงทัศนคติจะขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ก็จะเปิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมีจึงควรคำนึงถึงทฤษฎีและแนวคิดข้างต้นเพื่อให้สามารถสร้างสื่อที่สามารถสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมีได้

2.3 แนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หลักในโครงสร้างหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 หลักสูตรและการจัดการเรียนการสอนตลอดจนการประเมินวัดผลการเรียนมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางรากฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะในการค้นคว้าสร้างองค์ความรู้ เพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลหลากหลายและประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ในประเทศไทย กระทรวงศึกษาธิการได้มอบหมายให้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) รับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยจัดทำสาระการเรียนรู้แกนกลางตามที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 27 วรรค 1 โดยมีวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานหลักสูตร 2 ด้านคือ

1. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต

เนื่องจากความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับโลกธรรมชาติ ที่มีความเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การเรียนรู้จึงเป็นไปเพื่อนำไปใช้ในชีวิตและการประกอบอาชีพ เมื่อผู้เรียนวิทยาศาสตร์ได้รับการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัว ทำทนาย หรือเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา มีการร่วมกันคิด และลงมือปฏิบัติ ก็จะเกิดความเข้าใจและเห็นความเชื่อมโยงของวิทยาศาสตร์กับรายวิชาอื่น สามารถอธิบาย ทำนาย คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล การจัดการเรียนการสอนจึงต้องสอดคล้องกับสภาพจริงในชีวิต โดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายในห้องเรียน และคำนึงถึงผู้เรียนที่มีวิธีการเรียนรู้ ความสนใจ และความถนัดแตกต่างกัน

2. การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้เพื่อเข้าใจ ซาบซึ้ง และเห็นความสำคัญของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เพื่อสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ และพัฒนาคุณภาพชีวิต มีความสามารถในการจัดการและร่วมกันดูแลรักษาโลกธรรมชาติ [19]

2.3.1 การจัดสาระหลักสูตรเคมี

เคมี เป็นวิทยาศาสตร์ศูนย์กลางเนื่องจากเป็นการเชื่อมต่อกับวิทยาศาสตร์อื่น ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งฟิสิกส์ ชีววิทยา หรือธรณีศาสตร์ เคมีนำศาสตร์จำเพาะย่อย ๆ เข้ามาประกอบมากมาย โดยพื้นฐานแล้วมักเกี่ยวข้องกับสสาร การปฏิสัมพันธ์ของสสารกับสสารด้วยกัน

หรือการปฏิสัมพันธ์ของสสารและสิ่งที่ไม่ใช่สสาร เช่น สสารกับพลังงาน ตลอดจนการแปรรูป และการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในสสาร เคมี จึงเรียกได้ว่ามีวิวัฒนาการจากความเข้าใจในธรรมชาติ

สสวท. [20] ได้ระบุตัวชี้วัดของการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีไว้ในกลุ่มการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับพื้นฐาน จำแนกตามคุณภาพผู้เรียนในระดับชั้นต่างๆ คือ

1. **จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3** มีความเข้าใจในลักษณะที่ปรากฏ สมบัติบางประการของวัสดุ และการเปลี่ยนแปลงของวัสดุรอบตัว
2. **จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6** เข้าใจสมบัติและการจำแนกกลุ่มของวัสดุ สถานะของสาร สมบัติของสารและการทำให้สารเกิดการเปลี่ยนแปลง เกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร การแยกสารอย่างง่าย และสารในชีวิตประจำวัน
3. **จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3** เข้าใจองค์ประกอบและสมบัติของธาตุ สมบัติของสารละลาย สารบริสุทธิ์ สารผสม หลักการแยกสาร การเปลี่ยนแปลงของสารในรูปแบบของการเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี
4. **จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6** เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมี โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และหลักการในการเขียนสมการเคมี

การออกแบบการใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี จึงใช้แนวคิดการออกแบบเนื้อหาสอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางของกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำความรู้ที่ได้รับในการศึกษาต่อระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ต่อไป

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีความจริงเสริม

เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) เป็นวิวัฒนาการของเทคโนโลยีที่เริ่มจากการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับ การทหารและจำลองการบินของประเทศสหรัฐอเมริกา ระหว่างปี ค.ศ. 1960-1969

การนำวัตถุในโลกเสมือนไปวางในโลกแห่งความจริงให้มีความสมจริง ซึ่งจะความเสมือนจริงจะถูกคำนวณขึ้นมาจากเซนเซอร์กล้อง, จีพีเอส และอื่น ๆ ข้อดีของ เทคโนโลยีความจริงเสริม

คืออุปกรณ์ที่ใช้งานไม่จำเป็นต้องออกแบบมาเฉพาะ เพียงมีหน่วยประมวลผลที่เพียงพอที่จะคำนวณเทคโนโลยีความจริงเสริมก็เพียงพอแล้ว ดังนั้น เทคโนโลยีความจริงเสริมจึงสามารถใช้งานในโทรศัพท์มือถือทั่วไปได้อย่างสบาย ๆ และเหมาะกับการใช้งานได้ในชีวิตประจำวันมากกว่า เนื่องจากไม่จำเป็นต้องใส่อุปกรณ์เพิ่มเติม เพียงแค่หยิบมือถือขึ้นมาก็สามารถใช้งานได้ [21] ดังรูปที่ 2.1



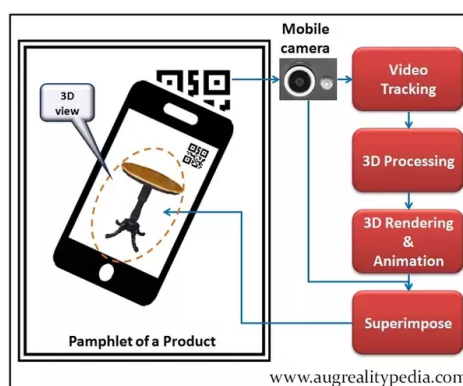
รูปที่ 2.1 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเข้ากับอุปกรณ์ iPad

อินโฟกราฟิก (Infographic)

อินโฟกราฟิก มาจากคำว่า Information (ข้อมูล) + Graphic (รูป) คือ “การนำข้อมูลต่าง ๆ มานำเสนอให้เป็นรูปภาพ” ทั้งในรูปแบบของภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหวแบบแอนิเมชัน เนื่องจากสมองของมนุษย์มีการทำงานที่ให้ความสำคัญกับการประมวลผลภาพ ทำให้สามารถ เข้าใจได้รวดเร็วกว่าการอ่านหรือตัวอักษรเพียงอย่างเดียวถึง 60,000 เท่า [22]

Marker Based Augmented Reality

การพัฒนาสื่อการสอนนี้จะพัฒนาบนพื้นฐานของ Marker-based Augmented Reality ผ่าน QR Code มีหลักการทำงานโดยการใช้มือถือสแกนรูปภาพที่มีลักษณะเป็นรูปแบบผ่านทางกล้องถ่ายภาพ ซอฟต์แวร์จะจดจำภาพและใส่รูปภาพดิจิทัลหรือภาพดิจิทัลเคลื่อนที่ลงบนหน้าจอตามคำสั่งที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 2.2 [23]



รูปที่ 2.2 แผนผังการทำงานของเทคโนโลยีความจริงเสริมประเภท Marker-based

การนำเทคโนโลยีความจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน จะช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ใหม่ในการเรียนรู้ที่ไม่จำกัดอยู่ในห้องเรียน โดยสามารถผสานโลกแห่งความจริงเข้ากับเทคโนโลยีความจริงเสริมและสามารถนำมาใช้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถรับรู้ข้อมูลและมีปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมจริง ผสมผสานกับวัตถุเสมือน โดยพบว่าการสอนด้วยเทคโนโลยีความจริงเสริมเป็นสื่อสามารถกระตุ้นให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน สามารถเรียนได้ดีขึ้น พบคำตอบที่ผิดหลังเล่นเกมน้อยลง ผู้เรียนมีความสนใจและเรียนรู้ไปขณะเล่นเกม รู้สึกท้าทายเมื่อทำภารกิจล่อวง

แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความจริงเสริม คือการพัฒนา เทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ โดยแสดงผลผ่านหน้าจอที่สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที กระบวนการของเทคโนโลยีความจริงเสริมประกอบด้วย 3 กระบวนการคือ

2.4.1 การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis)

เป็นขั้นตอนการกำหนดตำแหน่งจากกล้อง แล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบการแสดงผล โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือการวิเคราะห์โดยอาศัยการระบุตำแหน่งเป็นหลักในการทำงาน (Marker-Based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่างๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Markerless-Based AR) โดยมีปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อการประมวลผลคือ [24]

1. **ความคมชัดของภาพ** ภาพที่มีความคมชัดสูงจะสามารถระบุลักษณะเด่นได้มากกว่า
2. **จำนวนลักษณะเด่น** ภาพที่มีลักษณะเด่นจะมีคุณสมบัติเหมาะสมเป็นตัวระบุตำแหน่ง โดยกำหนดจากจำนวนจุดที่มีค่าการเปลี่ยนแปลงสีของภาพสูง
3. **รูปแบบการจัดวางของภาพ** ที่มีการทำซ้ำจะทำให้ได้ตัวระบุตำแหน่งที่มีคุณภาพต่ำ เนื่องจากระบบไม่สามารถแยกแยะความต่างระหว่างจุดสองจุดบนภาพได้
4. **ความกระจายตัวของลักษณะเด่น** ภาพที่มีลักษณะเด่นกระจายอยู่ทั่วไปจะมีความเหมาะสมเป็นตัวระบุตำแหน่งมากกว่าภาพที่มีลักษณะเด่นรวมกันในจุดเดียว

โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้การวิเคราะห์รูปแบบของตัวระบุตำแหน่ง (Marker-Based AR) ในการอ่านค่าและคำนวณหาตำแหน่งเชิงสามมิติ

2.4.2 การคำนวณหาตำแหน่งเชิงสามมิติ (Pose Estimation)

การคำนวณค่าตำแหน่งเชิงสามมิติของตัวระบุตำแหน่งจะทำงานโดยโดยเทียบตำแหน่งกับกล้องบนอุปกรณ์ที่ใช้อ่านค่า เพื่อทำการหาตำแหน่งและทิศทางการวางตัวของกล้อง โดยจะนำความสัมพันธ์ของจุดที่จะใช้เป็น Feature Point หรือ Key Point บนภาพถ่ายสองมิติของวัตถุขึ้นเดียวกันจากหลายๆมุมมองมาช่วยในการวิเคราะห์เพื่อคำนวณตำแหน่งและทิศทางได้อย่างถูกต้องและมีความใกล้เคียงมากที่สุด [25]

2.4.3 กระบวนการสร้างโมเดลสามมิติ (3D Modelling)

โดยใช้ค่าตำแหน่งที่คำนวณเพื่อสร้างและแสดงผลภาพเสมือนจริงผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่นเว็บแคมคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติ ภาพเคลื่อนไหว ภาพสองมิติ หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ ขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อแต่ละรูปแบบว่าให้ออกมาแบบใด โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริง [26]

2.5 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

2.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

iPad

คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาชนิดหนึ่งที่ออกแบบและพัฒนาโดยบริษัทแอปเปิล โดยมีหน้าที่หลักในด้านมัลติมีเดียในด้าน ภาพยนตร์ เพลง เกม อีบุ๊ก และท่องเว็บไซต์ ขนาดและน้ำหนักของไอแพดมีขนาดเบากว่าแล็ปท็อปคอมพิวเตอร์ สามารถสั่งการได้โดยการสัมผัสหน้าจอ และสามารถใช้กล้อง เพื่อถ่ายภาพ หรืออ่านค่าจากอุปกรณ์ที่ตั้งค่าการอ่านไว้ได้

2.5.2 โปรแกรมและภาษาที่ใช้ (Programming and Markup Languages)

ภาษาสวิตช์ (Swift)

คือภาษาโปรแกรมที่พัฒนาโดย Apple Computer Inc. เพื่อมาแทนที่ภาษา Objective-C ซึ่งถูกพัฒนามาก่อน ภาษาสวิตช์ออกแบบสำหรับสำหรับใช้บน

ระบบปฏิบัติการ iOS, macOS, watchOS, tvOS, Linux และ z/OS. โดยผู้พัฒนาสามารถต่อ ยอด โดยมีภาษาสมัยใหม่เข้ามาต่อขุดมากมายเช่น Type Interface, Clean Syntax, Closures ภาษาซีชาร์ป (C#)

C# คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท Object-oriented Programming เริ่มต้นพัฒนา จากบริษัทไมโครซอฟต์ (Microsoft) โดยมีพื้นฐานจาก C++ และเก็บส่วนการทำงาน คล้ายคลึงกับ Java โดยภาษานี้สามารถทำงานร่วมกับ .NET platform เพื่อแลกเปลี่ยน สารสนเทศและบริการผ่านเว็บ ผู้พัฒนาสามารถประยุกต์ใช้ได้ขนาดกระทัดรัด ภาษา C# ได้รับการรับรองจาก European Computer Manufacturers Association (ECMA) และ ISO ให้เป็นภาษาสากล

2.5.3 ซอฟต์แวร์และเครื่องมือ (Software and Tools)

Adobe Illustrator

โปรแกรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Adobe Creative Suites ใช้อำนวยความสะดวกใน การวาดภาพ หรือสร้างวัตถุในรูปแบบภาพสองมิติ

Adobe Photoshop

โปรแกรมนี้เป็นส่วนหนึ่งของ Adobe Creative Suites ใช้อำนวยความสะดวกใน การตกแต่งภาพสำหรับใช้งานบนสื่อต่างๆ ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์และสื่อดิจิทัล

Visual Studio

เป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ โดยมีลักษณะการทำงานเป็น ตัวแปลภาษา (Interpreter) โดยจะอ่านชุดรหัสคำสั่งทีละบรรทัด ทำการเก็บค่าคำสั่งและ ค่าตัวแปรของคำสั่ง มีลักษณะเป็นโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) ที่ อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้ในการเขียนโปรแกรมและ Source Code มีเครื่องมือต่างๆ ใน การพัฒนาเป็นจำนวนมาก

ยูนิตี้ (Unity)

Unity เป็นเครื่องมือ (Engine) ที่อำนวยความสะดวกสำหรับพัฒนาโปรแกรมที่ เกี่ยวกับภาพสามมิติ โดยสามารถทำงานได้บนแพลตฟอร์มต่างๆ อย่างยืดหยุ่น

เอ็กซ์โค้ด (X Code)

เอ็กซ์โค้ด (Xcode) คือแอปพลิเคชันสำหรับระบบปฏิบัติการ macOS ที่ใช้สร้าง แอปพลิเคชันอื่นๆ บนระบบปฏิบัติการ Mac และ iOS เช่นกัน ซึ่งโดยมาพร้อมกับเครื่องมือ สำหรับนักพัฒนาสร้างสรรค์ประสบการณ์การใช้งานแอปพลิเคชัน

2.5.4 เฟรมเวิร์ค (Frameworks)

Vuforia

Vuforia คือปลั๊กอิน (Plug-In) สำหรับใช้งานร่วมกับโปรแกรม Unity เพื่อให้การแสดงผลภาพความจริงเสริมสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้งานได้ ปลั๊กอินนี้ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างมาร์กเกอร์และโมเดล โดยทำการอ่านค่าและแสดงรูปภาพเสมือนจริงได้

2.5.5 การจัดการฐานข้อมูล (Database)

JSON

JSON (Javascript Object Notation) [27] เป็นฟอร์แมตบนพื้นฐานของจาวาสคริปต์สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบข้อความธรรมดา (Plain Text) ที่สามารถประมวลผลได้

Firebase

Firebase นั้นถูกออกแบบมาให้เป็น API และ Cloud Storage เพื่อพัฒนา Realtime Application รองรับได้หลากหลาย Platform เช่น IOS Application, Android Application, Web Application ซึ่งสามารถ Build Mobile Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยังสามารถลดเวลา ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ข้อมูลอีกด้วย

2.5.6 คิวอาร์โค้ด (QR Code)

คิวอาร์โค้ด (QR Code) ย่อมาจาก Quick Response เป็นบาร์โค้ด 2 มิติ ที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศญี่ปุ่น โดยบริษัท Denso-Wave ตั้งแต่ปี 1994 คุณสมบัติของ QR code คือ เป็นสัญลักษณ์แทนข้อมูลต่างๆ ที่มีการตอบสนองที่รวดเร็ว ส่วนใหญ่นำมาใช้กับสินค้า, สื่อโฆษณา เพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติม หรือจะเป็น URL เว็บไซต์ เมื่อนำกล้องของโทรศัพท์มือถือไปถ่ายคิวอาร์โค้ดก็จะเข้าสู่เว็บไซต์ได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลาพิมพ์ เราสามารถอ่าน คิวอาร์โค้ด ได้อย่างง่ายดาย โดยใช้โทรศัพท์มือถือที่มีกล้องถ่ายรูป และมีโปรแกรมที่เรียกว่า QR Code reader ติดตั้งอยู่ในเครื่องโทรศัพท์ [28]

ข้อแตกต่างระหว่างคิวอาร์โค้ด (QR Code) และบาร์โค้ด (Barcode)

บาร์โค้ด (Bar code) มี 2 ประเภท คือ บาร์โค้ดแบบธรรมดาหรือบาร์โค้ดแบบ 1 มิติ และบาร์โค้ดแบบ 2 มิติ

บาร์โค้ดแบบธรรมดาคือ สัญลักษณ์แบบแท่ง มีความหนาบางต่างกัน โดยมีเส้นแนวตั้งที่มีขนาดที่ต่างกัน วางอยู่บนพื้นที่ขาวสลับกัน บาร์โค้ดแบบนี้ทำไว้เพื่อบรรจุ

ข้อมูลที่แตกต่างกันไม่เกิน 20 ตัวอักษร เป็นการเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลอีกต่อหนึ่ง เหมือนข้อมูลสินค้านั่นเอง

บาร์โค้ด 2 มิติ พัฒนามาจาก บาร์โค้ดแบบ 1 มิติ คือเพิ่มแนวนอนเข้ามาทำให้บรรจุข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็น 4000 ตัวอักษรหรือ 200 เท่า และสามารถใช้ได้หลายภาษา

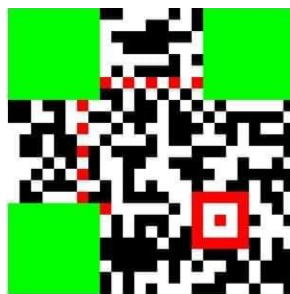
วิธีการอ่านค่าคิวอาร์โค้ด (QR Code) ด้วยตนเอง

1. นำคิวอาร์โค้ดมาวางให้มุมด้านล่างขวาเป็นมุมที่ไม่มีมาร์กเกอร์ใหญ่วางอยู่ ดังรูปที่ 2.3 เมื่อส่วนนี้เสร็จแล้ว จะทำการแปลงมาร์กเกอร์ใหญ่ทั้ง 3 อันให้เป็นสีเขียว เพื่อเป็นสัญลักษณ์ว่าได้อ่านส่วนนี้แล้ว [29]



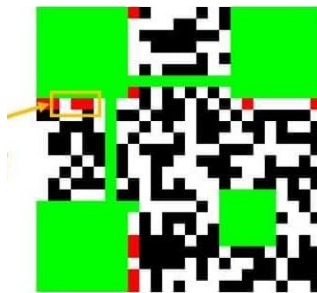
รูปที่ 2.3 การวางคิวอาร์โค้ดในตำแหน่งที่ถูกต้องเพื่อทำการอ่าน

2. มองส่วนที่เป็นรูปแบบเฉพาะ ที่ไม่ต้องสนใจอีกเช่นกัน ดังรูปที่ 2.4

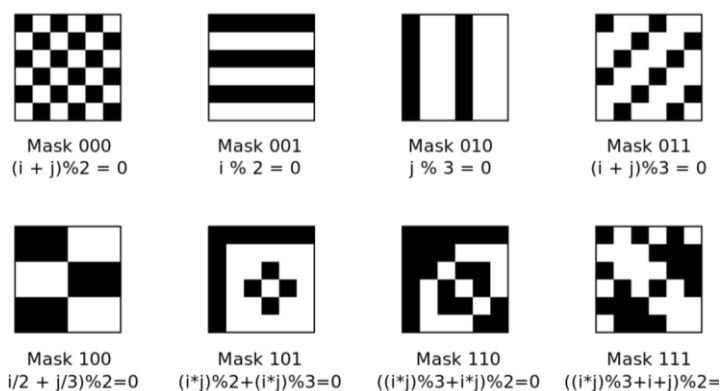


รูปที่ 2.4 ส่วนที่เป็นรูปแบบเฉพาะ (ส่วนสีแดง)

3. อ่านส่วนที่เป็นข้อมูลอภิปันธุ์ (Metadata) เพื่อให้ทราบว่ามีการใช้รูปแบบไหน ดังรูปที่ 2.5 โดยเทียบรูปแบบ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 ส่วนข้อมูลรหัส (ส่วนสีเหลือง)

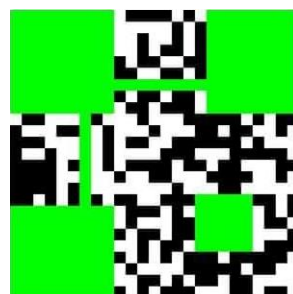


รูปที่ 2.6 รูปแบบต่างๆของคิวอาร์โค้ด

4. ทำการเทียบรูปแบบซ้ำไปเรื่อยๆ จุดไหนที่ทับกัน ทำการสลับดำเป็นขาว และขาวเป็นดำ ดังรูปที่ 2.7 จะได้ว่า ส่วนที่ทำกับสีเหลือง หากก่อนหน้านี้เป็นสีขาว (สีจะออกมาเป็นสีเหลืองสด) ให้เปลี่ยนเป็นสีดำ หากก่อนหน้านี้เป็นสีดำ (สีจะออกมาเป็นสีเหลืองหม่น) ให้เปลี่ยนเป็นสีขาว จะได้ดังรูปที่ 2.8

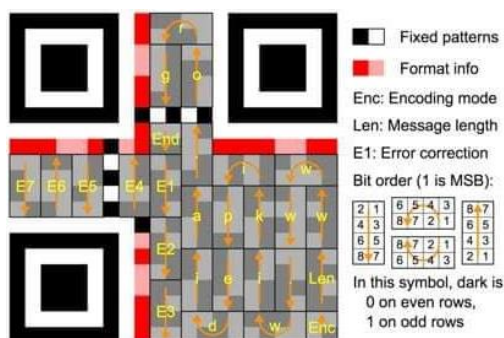


รูปที่ 2.7 การอ่านรูปแบบซ้ำ



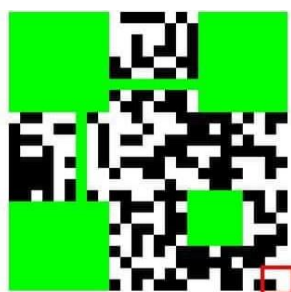
รูปที่ 2.8 ผลที่ได้หลังอ่านรูปแบบซ้ำเสร็จแล้ว

5. เตรียมพร้อมสำหรับการอ่านค่า โดยสีดำมีค่าเท่ากับ 1 และสีขาวมีค่าเท่ากับ 0 โดยทำการอ่านเรียงลำดับ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลำดับการอ่านคิวอาร์โค้ดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

6. เริ่มอ่านจากตัวถอดรหัส (encoding) ดังรูปที่ 2.10 โดยอ่านจากขวาไปซ้าย ล่างขึ้นบน จะได้ค่า 0100 หมายถึง เป็นเลขขนาด 8 บิต โดยแปลงค่าที่ได้ดังตารางที่ 2.11

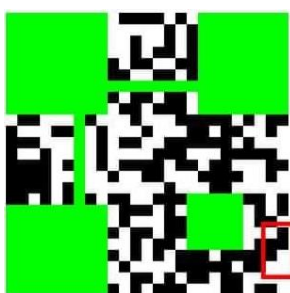


รูปที่ 2.10 ตำแหน่งการอ่านตัวถอดรหัส

Code	ความหมาย
0001	Numeric
0010	Alphanumeric
0100	8-bit

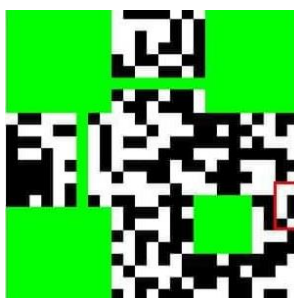
รูปที่ 2.11 ความหมายของค่าที่อ่านได้

7. ถัดมา ทำการอ่านค่าขนาดตัวอักษร จะได้ค่า 00011110 หมายถึง ข้อมูลมีขนาดยาว 30 ตัวอักษร ดังรูปที่ 2.12



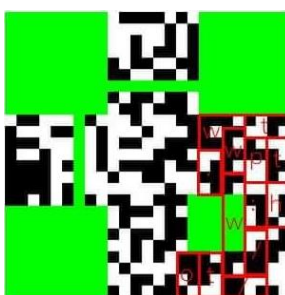
รูปที่ 2.12 ตำแหน่งการอ่านค่าขนาดตัวอักษร

8. ถัดมา ทำการเริ่มอ่านข้อมูล จะได้อักษรตัวแรกมีค่า 01101000 หมายถึง อักษร 'h' ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ตำแหน่งการอ่านตัวอักษรตัวแรก

9. ทำการอ่านเช่นนี้ไปเรื่อยๆจนครบตามขนาดข้อมูลที่หามาในข้อที่ 7. ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ผลลัพธ์ที่ได้จากการอ่านค่าตัวอักษรทั้งหมด

2.5.7 วูมาร์ก (VuMark)

วูมาร์ก (VuMark) คือบาร์โค้ดรุ่นต่อไปที่จะช่วยให้อิสระในการออกแบบที่สามารถกำหนดเองได้ ทำหน้าที่เป็นเป้าหมายในการตรวจจับรูปภาพของเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality) วูมาร์กมีวิธีการง่ายๆในการเข้ารหัสข้อมูลเช่น URL หรือหมายเลขผลิตภัณฑ์และสามารถเอาชนะข้อจำกัดของเมทริกซ์บาร์โค้ดที่มีอยู่ซึ่งไม่สามารถรองรับเทคโนโลยีความจริงเสริม และปรับเปลี่ยนลักษณะของการนำเสนอผลิตภัณฑ์ให้มีเอกลักษณ์มากขึ้น [30]

วูมาร์กมีแอปพลิเคชันทั้งในตลาดองค์กรและตลาดผู้บริโภค ซึ่งเหมาะกับผู้ใช้งานระดับองค์กร เนื่องจากสามารถปรับขนาดของวัตถุได้ และมีวิธีการใช้งานคำสั่งซ้อนทับแบบ 3 มิติ โดยวูมาร์กช่วยให้ประหยัดต้นทุนสำหรับการทำงานของพนักงานและการให้บริการของอุปกรณ์ [30]

ในตลาดผู้บริโภค วูมาร์กมีการจดจำและติดตามอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อถือได้ แบรนดส์ของผู้บริโภคสามารถสร้างการออกแบบ 3 มิติ เพื่อแสดงถึงการใช้งานอุปกรณ์หรือสินค้านั้นๆ หรือเพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยคุณลักษณะที่พิเศษได้ [30]

ข้อแตกต่างระหว่างวูมาร์กกับ Image Target

วูมาร์กมีความสามารถบางอย่างที่เหมือนกับ Vuforia Image Targets ซึ่งสามารถจดจำและเรียนรู้ได้ด้วย Vuforia SDK ทั้งสองแบบสามารถนำมาใช้พัฒนาร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้อย่างหลากหลาย แต่ก็มีข้อแตกต่างที่สำคัญที่ทำให้วูมาร์กเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับแอปพลิเคชันระดับองค์กรและผู้บริโภคจำนวนมาก คือ

1. วูมาร์กสามารถระบุตัวตนที่ไม่ซ้ำกันได้นับล้าน
2. วูมาร์กมีการเข้ารหัสรูปแบบข้อมูลที่หลากหลาย
3. วูมาร์กสามารถแยกความแตกต่างระหว่างผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหมือนกันได้

การออกแบบวูมาร์กแบบเดียวกันสามารถใช้การเข้ารหัสของข้อมูลที่ไม่เหมือนกันได้ ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อจำเป็นต้องใช้รูปภาพเดียวกันในระดับสากล แต่จำเป็นต้องใช้ภาพนั้นเพื่อให้มีเอกลักษณ์แตกต่างออกไปและมีข้อมูลที่ไม่ซ้ำกัน [30]

ข้อมูลที่สามารถนำมาเข้ารหัสมี 3 ประเภท

1. String คือข้อมูลประเภทข้อความหรือตัวอักษรโดยใช้รหัสตัวอักษรแอสกี (ASCII : American Standard Code for Information Interchange)
2. Numeric คือตัวเลขประกอบด้วยตัวเลข 0 – 9
3. Byte คือข้อมูลใด ๆ ในรูปแบบไบนารี

การใช้ประโยชน์จากวูมาร์กในระดับองค์กร เช่น ใช้ในการระบุชิ้นส่วนและอุปกรณ์ ใช้ลงทะเบียนในการให้บริการและให้คำแนะนำการใช้งานไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตัวอย่างวูมาร์กดังรูปที่ 2.15

การใช้ประโยชน์จากวูมาร์กในผู้บริโภค เช่น ใช้วูมาร์กบนกล่องเล่นเพื่อลงทะเบียนความเป็นเจ้าของและปลดล็อกเนื้อหาดิจิทัล [30]



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างวูมาร์ก

การสร้างวูมาร์ก

การออกแบบวูมาร์กสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator โดยใช้อุปกรณ์ออกแบบวูมาร์ก โดยองค์ประกอบในการออกแบบวูมาร์กมีด้วยกันทั้งหมด 5 องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อความเฉพาะตัว การตรวจจับ และความสามารถในการเข้ารหัสข้อมูล [31]ดังในรูปที่ 2.16

องค์ประกอบ

1. รูปร่าง (Contour)

คือสิ่งที่อัลกอริทึมการมองเห็นด้วยคอมพิวเตอร์ของ Vuforia ตรวจพบเป็นครั้งแรก หลังจากพบรูปร่างแล้วจะทำการมองเห็นรหัสและทำการอ่านค่าเพื่อระบุค่าที่ใช้ในการเข้ารหัสวูมาร์ก

รูปร่างจะไม่ถูกวาดหรือมองเห็นได้อย่างชัดเจนในการออกแบบวูมาร์ก แต่เป็นเส้นที่จะปรากฏขึ้นเมื่อมีสองส่วนของวูมาร์กมาบรรจบกัน คือ ขอบ และ พื้นที่ว่าง โดยพื้นฐานแล้วรูปร่างจะถูกกำหนดจากความคมชัดระหว่างสองสีที่ต่างกันของขอบและพื้นที่ว่าง [31]

2. ขอบ (Border)

โดยทั่วไปแล้วขอบจะเป็นสิ่งที่สามารถระบุและกำหนดได้มากที่สุดในการออกแบบวูมาร์ก จะเห็นว่าในรูปที่ 2.16 เส้นขอบเป็นรูปทรงนอกสุดที่ทำจากเส้นตรงหกเส้นที่สร้างเป็นรูปหกเหลี่ยม

3. พื้นที่ว่าง (Clear Space)

พื้นที่ว่างเป็นพื้นที่ที่บังคับให้ติดกับขอบทั้งหมด สามารถเป็นได้ทั้งด้านในและด้านนอกของขอบ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีเพื่อสร้างความแตกต่างระหว่างอัลกอริทึมที่ใช้ในการตรวจจับรูปร่าง

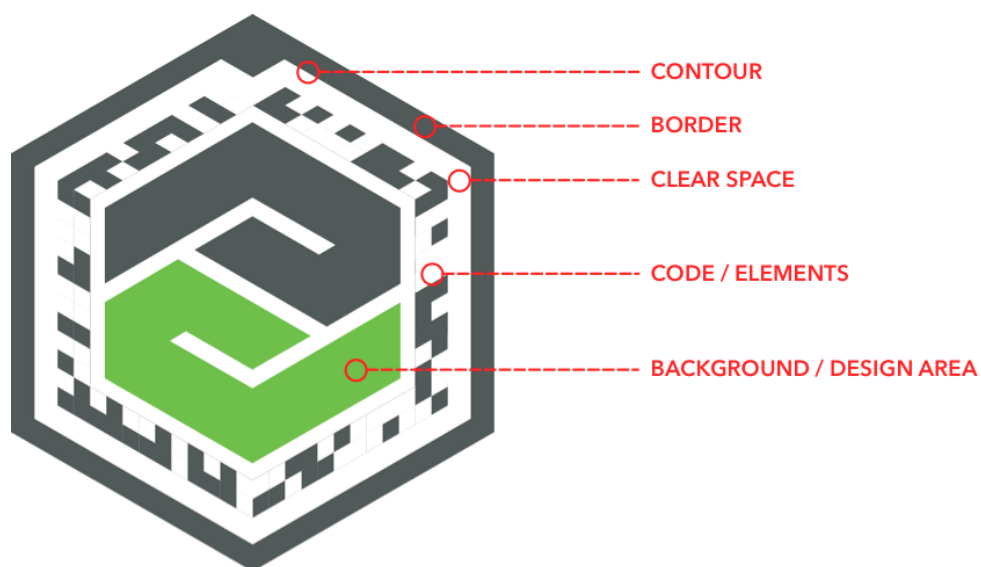
4. รหัส (Code) และองค์ประกอบ (Elements)

ทุกๆวูมาร์กจะมีรหัสที่เฉพาะตัว ซึ่งก็คือรหัสสำหรับการเข้ารหัสในวูมาร์ก รหัสประกอบด้วยองค์ประกอบและประเภทของข้อมูลและความยาวของรหัสที่กำหนดจำนวนขององค์ประกอบ ซึ่งความยาวของค่าที่มากขึ้น หมายถึงจำนวนที่มากขึ้นขององค์ประกอบที่ต้องการ

ทุกองค์ประกอบมี 2 สถานะ คือ สถานะมืด และ สถานะสว่าง รหัสที่เฉพาะตัวถูกสร้างขึ้นโดยการตั้งค่าองค์ประกอบบางอย่างระหว่างสถานะมืดและสว่าง

5. พื้นหลัง (Background)

พื้นหลังหรือส่วนของการออกแบบเป็นส่วนที่สามารถใส่ส่วนต่างๆของวูมาร์กที่ไม่ได้ใช้ในการตรวจจับ เป็นส่วนที่มีอิสระในการออกแบบและวางพื้นหลัง



รูปที่ 2.16 องค์ประกอบในการออกแบบโลโก้

เมื่อทำการออกแบบโลโก้ในโปรแกรม Adobe Illustrator เรียบร้อยแล้ว จึงทำการส่งออกเป็นไฟล์ Vector Graphics (SVG) จากนั้นอัปโหลดไฟล์ไปที่ตัวจัดการ ไฟล์จะถูกเพิ่มไปยังฐานข้อมูลของโลโก้ จากนั้นทำการดาวน์โหลดเพื่อเพิ่มไปยัง Vuforia ในโปรแกรมยูนิตี้ (Unity) เพื่อใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป [31]

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การวิจัยผู้ใช้ (User research)

เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการทำแอปพลิเคชันที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด ทางผู้พัฒนาจึงทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาเคมีภายในแอปพลิเคชันเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบการพัฒนาและการปรับปรุงแอปพลิเคชันให้เหมาะสม

3.1.1 การรวบรวมความต้องการของผู้ใช้ (Requirement Gathering)

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จากคณะวิทยาศาสตร์ที่เคยเรียนวิชาเคมีในเรื่องอะตอมและตารางธาตุ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 จากคณะวิทยาศาสตร์ที่เคยเรียนวิชาเคมีในเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ทั้งหมด 10 คน ประกอบด้วย เพศชาย จำนวน 4 คน และเพศหญิงจำนวน 6 คน

โดยทำการเลือกด้วยวิธีสุ่มอย่างง่ายจากทั้งหมดจำนวน 15 คน

เนื้อหาวิชา วิชาเคมี เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ชั้นมัธยมศึกษา ภาคเรียนที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

3.1.2 เครื่องมือและเทคนิคที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

แบบสอบถามและแบบทดสอบ (ภาคผนวก ก.)

จากการทำการรวบรวมแบบสอบถามและแบบทดสอบจากการเก็บข้อมูลของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีข้อสรุปดังนี้

เมื่อทำการสำรวจความคิดเห็นกลุ่มตัวอย่างเรื่องเนื้อหาที่สำคัญต่อการเรียนวิชาเคมีแล้ว พบว่า เนื้อหาเรื่องอะตอมและตารางธาตุ เป็นเนื้อหาที่สำคัญที่สุด รองลงมาคือเรื่องของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า และ กรดและเบส ตามลำดับ

เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่องอะตอมและตารางธาตุ ทั้งหมด 10 คน มีคนได้คะแนนต่ำสุด คือ 7 คะแนน จำนวน 1 คน และได้คะแนนสูงสุด คือ 12 คะแนนจำนวน 1 คน และเมื่อคำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนแล้ว พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 9.4 คะแนน ซึ่งยังไม่ผ่านเกณฑ์ครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม 20 คะแนน

3.1.3 ปัญหาที่พบ

จากการทำแบบสอบถามและแบบทดสอบดังกล่าวพบว่า การศึกษาเรื่องอะตอมและตารางธาตุนั้นยังมีความสำคัญในการเรียนวิชาเคมี เนื่องจากการเรียนรู้เรื่องการศึกษาเรื่องอะตอมและตารางธาตุในวิชาเคมีนั้น ปัจจุบันเน้นอาศัยการท่องจำจากในตำราเรียน ผู้พัฒนาจึงเห็นว่าผู้เรียนสามารถใช้สื่อประกอบเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการจดจำในวิชาเคมีเพื่อให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในบทเรียนได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและมีความสุขสนุกสนานไปกับการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นไม่มากก็น้อย

3.2 กลุ่มเป้าหมาย (Target user)

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ต้องการเรียนรู้เรื่องธาตุและตารางธาตุในวิชาเคมีระดับพื้นฐาน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

3.3.1 Hardware

iPad (2018)

3.3.2 Programming and Markup Languages

Swift, C#

3.3.3 Software and Tools

Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, Visual Studio, Unity, X Code

3.3.4 Frameworks

Vuforia

3.4 รายละเอียดการทำงานของแต่ละองค์ประกอบของระบบ

3.4.1 Input/Output Specification

Input รับข้อมูลนำเข้าจากการตรวจจับแผ่นป้ายมาร์กเกอร์บนพื้นที่ที่กำหนดไว้ และ การสัมผัสที่หน้าจอ

Output แสดงผลลัพธ์แก่ผู้ใช้ผ่านทางหน้าจอ

3.4.2 Functional Specification

ผู้เล่น

1. ผู้เล่นสามารถวางแผนป้ายมาร์กเกอร์บนพื้นที่ที่กำหนดเพื่อส่งคำตอบ
2. ผู้เล่นสามารถคะแนนของผู้เล่นแต่ละคน
3. ผู้เล่นสามารถกำหนดจำนวนผู้เล่น และซื้อผู้เล่นในแต่ละรอบได้

ระบบเกม

1. ระบบสามารถรองรับผู้เล่นได้ตั้งแต่ 1 – 4 คน
2. ระบบสามารถตรวจจับมาร์กเกอร์ ซึ่งได้แก่ แผ่นป้ายตารางธาตุ และ แผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่น ที่อยู่ในระยะที่กำหนด
3. ระบบสามารถจับเวลาในการส่งคำตอบของผู้เล่นในแต่ละรอบ
4. ระบบสามารถแสดงผลพัทธ์ของคำตอบและแสดงข้อมูลความรู้เพิ่มเติมบนหน้าจอให้ผู้เล่นอ่าน
5. ระบบสามารถคำนวณคะแนนของผู้เล่นจากคำตอบที่ส่งมา
6. ระบบสามารถสรุปคะแนนและจัดอันดับผู้เล่นหลังจากจบเกม

3.5 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.5.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

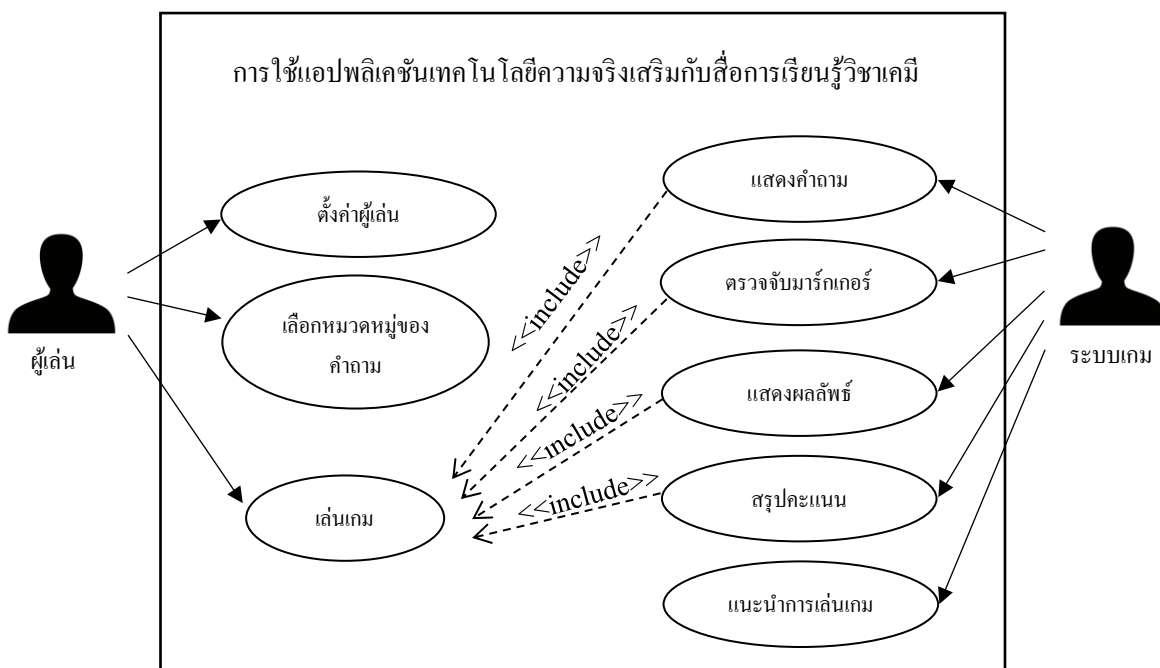
ผู้ใช้ระบบประกอบด้วย ผู้เล่น และ ระบบเกม ดังรูปที่ 3.1

ยูสเคสของผู้เล่น

- ตั้งค่าผู้เล่น
- เลือกหมวดหมู่คำถาม
- เล่นเกม

ยูสเคสของระบบเกม

- แสดงคำถาม
- ตรวจจับมาร์กเกอร์
- แสดงผลลัพธ์
- สรุปคะแนน
- แนะนำการเล่นเกม



รูปที่ 3.1 แผนภาพยูสเคสของแอปพลิเคชัน

3.5.2 รายละเอียดของยูสเคส (Use Case Description)

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของยูสเคส ตั้งค่าผู้เล่น

Use Case Name:	ตั้งค่าผู้เล่น	ID: 1
Brief Description:	ผู้เล่นสามารถแก้ไขชื่อผู้เล่น เลือกแผ่นป้ายประจำตัว และเพิ่มจำนวนผู้เล่นในเกมได้สูงสุด 4 ผู้เล่น โดยผู้เล่นแต่ละคนจะมีแผ่นป้ายประจำตัวของผู้เล่นเพื่อใช้ในการเล่นเกม	
Actors:	ผู้เล่น	
Related Use Case:	-	
Pre-Condition:	เลือกหมวดหมู่ของคำถาม	
Post-Condition:	เตรียมความพร้อมในการเล่นเกม	
Flow of Events	ผู้เล่น	ระบบเกม
	2. ผู้เล่นกดที่หน้าจอปุ่มเพิ่มผู้เล่น ตั้งชื่อ เลือกแผ่นป้ายประจำตัว และกดยืนยัน 4. ผู้เล่นกดปุ่มถัดไป	1. ระบบเกมแสดง หน้าต่างชื่อผู้เล่น ข้อมูลผู้เล่น แผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่นและปุ่มเพิ่มผู้เล่น 3. ระบบแสดงปุ่มถัดไปหากข้อมูลและจำนวนผู้เล่นครบถ้วน 5. ระบบทำการบันทึกชื่อผู้เล่น แผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่นและจำนวนผู้เล่น
Exceptional Flows:		

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของยูสเคส เลือกหมวดหมู่ของคำถาม

Use Case Name:	เลือกหมวดหมู่ของคำถาม	ID: 2
Brief Description:	ผู้เล่นเลือกหมวดหมู่ของคำถามที่ผู้เล่นต้องการ ซึ่งจะมีขอบเขตของคำถามที่แตกต่างกันไป	
Actors:	ผู้เล่น	
Related Use Case:	-	
Pre-Condition:	กดปุ่มเริ่มเกม	
Post-Condition:	ตั้งคำถามผู้เล่น	
Flow of Events	ผู้เล่น	ระบบเกม
	2. ผู้เล่นกดเลือกหมวดหมู่ของคำถามตามความต้องการ และกดปุ่มถัดไป	1. ระบบเกมแสดงตัวเลือกหมวดหมู่ของคำถามบนหน้าจอ 3. ระบบทำการบันทึกข้อมูลที่ใช้ทำการเลือกหมวดหมู่ของคำถาม
Exceptional Flows: -		

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของยูสเคส เล่นเกม

Use Case Name:	เล่นเกม	ID: 3
Brief Description:	ผู้เล่นทำการเล่นเกมโดยกดปุ่มเริ่มเกม	
Actors:	ผู้เล่น	
Related Use Case:	แสดงคำถาม, ตรวจจับมาร์กเกอร์, แสดงผลลัพธ์, สรุปละแนน	
Pre-Condition:	กดปุ่มเริ่มเกม	
Post-Condition:	กลับไปหน้าจอเมนูหลักของเกมหรือกดเล่นเกมต่อ	
Flow of Events	Actors	System
	1.ผู้เล่นกดปุ่มเริ่มเล่นเกม 2. ผู้เล่นเลือกหมวดหมู่คำถามตามต้องการ 4.กดเพิ่มผู้เล่นตามจำนวนผู้เล่น 6.ใส่ชื่อผู้เล่น เลือกแผ่นป้ายประจำตัว เพิ่มผู้เล่นจนกว่าจะครบตามจำนวนแล้วกดยืนยัน 8.ตอบคำถามด้วยมาร์กเกอร์ 11.ตอบคำถามครบ 20 ข้อ	2.แสดงหน้าจอเลือกหมวดหมู่คำถาม 3. แสดงข้อมูลผู้เล่น 5.แสดงหน้าจอเพิ่มผู้เล่น 7.เริ่มเกม แสดงหน้าจอเล่นเกม ข้อมูลคำถามที่สุ่ม 9.ตรวจจับมาร์กเกอร์ 10.แสดงผลลัพธ์ข้อความเฉลย แสดงปุ่มกดเพื่ออ่านความรู้ที่เกี่ยวกับเฉลย 12.สรุปคะแนน แสดงปุ่มเล่นต่อหรือกลับสู่เมนูหลัก

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของยูสเคส แสดงคำถาม

Use Case Name:	แสดงคำถาม		ID: 4
Brief Description:	สุ่มคำถามจากฐานข้อมูล โดยคำถามจะสอดคล้องกับหมวดหมู่ที่ผู้เล่นเลือก , จับเวลาในการตอบคำถาม		
Actors:	ระบบเกม		
Related Use Case:	เล่นเกม		
Pre-Condition:	เลือกหมวดหมู่ของคำถาม และตั้งค่าผู้เล่น		
Post-Condition:	รอผู้เล่นวางแผ่นป้ายตารางธาตุ		
Flow of Events	Actors	System	
	1. กดเริ่มเกม เลือก หมวดหมู่ของคำถาม และเพิ่มผู้เล่น	2. สุ่มคำถามจากฐานข้อมูล 3. แสดงคำถามที่สุ่มได้ ขึ้นบน หน้าจอ 4. จับเวลานับถอยหลัง	

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของยูสเคส ตรวจสอบมาร์กเกอร์

Use Case Name:	ตรวจสอบมาร์กเกอร์	ID: 5
Brief Description:	ระบบเกมทำการตรวจนับแผ่นมาร์กเกอร์ที่ผู้เล่นวางไว้บนพื้นที่ที่กำหนดไว้ ได้แก่ แผ่นป้ายตารางธาตุ และ แผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่น เพื่อนำไปตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ และระบุตัวผู้เล่นที่เป็นคนตอบคำถาม	
Actors:	ระบบเกม	
Related Use Case:	เล่นเกม	
Pre-Condition:	ผู้เล่นวางแผ่นมาร์กเกอร์ จำนวน 2 แผ่น ได้แก่ แผ่นป้ายตารางธาตุ และแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่นลงบนพื้นที่ที่กำหนดไว้	
Post-Condition:	แสดงผลลัพธ์ของคำตอบ	
Flow of Events	Actors	System
	1. ในระหว่างเล่นเกม ตอบคำถามด้วยมาร์กเกอร์สองแผ่น คือ แผ่นป้ายตารางธาตุและแผ่นป้ายประจำตัว	2. ตรวจสอบตำแหน่งแผ่นมาร์กเกอร์ทั้งสองแผ่น ในขอบเขตที่กำหนด 3. ระบุคำตอบ และผู้เล่น จากคิวอาร์โค้ดบนแผ่นมาร์กเกอร์ที่ระบบตรวจนับได้ และแสดงข้อความสถานะที่ด้านล่างในหน้าจอแสดงคำถาม 4. ตรวจสอบความถูกต้องจากคำตอบของผู้เล่น
Exceptional Flows: วางแผ่นมาร์กเกอร์นอกพื้นที่ที่กำหนดไว้, สภาพแวดล้อมโดยรอบมีแสงสว่างไม่เพียงพอต่อการใช้กล้องตรวจนับแผ่นป้ายคำตอบ , มีสิ่งกีดขวางระหว่างกล้องและแผ่นป้ายตารางธาตุ , แผ่นมาร์กเกอร์มีสภาพไม่สมบูรณ์		

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของยูสเคส แสดงผลลัพธ์

Use Case Name:	แสดงผลลัพธ์	ID: 6
Brief Description:	แสดงผลลัพธ์ของคำตอบ จำนวนคะแนนที่ได้ พร้อมให้ข้อมูลความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับธาตุให้ผู้เล่นสามารถกดปุ่มเพื่ออ่านเป็นความรู้เสริมได้	
Actors:	ระบบเกม	
Related Use Case:	เล่นเกม	
Pre-Condition:	ผู้เล่นตอบคำถามโดยการวางแผนป้ายตารางธาตุ	
Post-Condition:	บันทึกคะแนนของคำตอบให้กับผู้เล่น	
Flow of Events	Actors	System
	1.ตอบคำถามด้วยมาร์กเกอร์ในระหว่างเล่นเกม	2. จำนวนคะแนนที่ได้จากการตอบคำถาม 3. แสดงผลลัพธ์ของคำตอบ (ถูก/ผิด) เผลยคำตอบที่ถูกต้องและแสดงปุ่มกดเพื่อดูข้อมูลความรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับธาตุ 4. บันทึกคะแนนของผู้เล่น
Exceptional Flows: -		

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของยูสเคส สรุปคะแนน

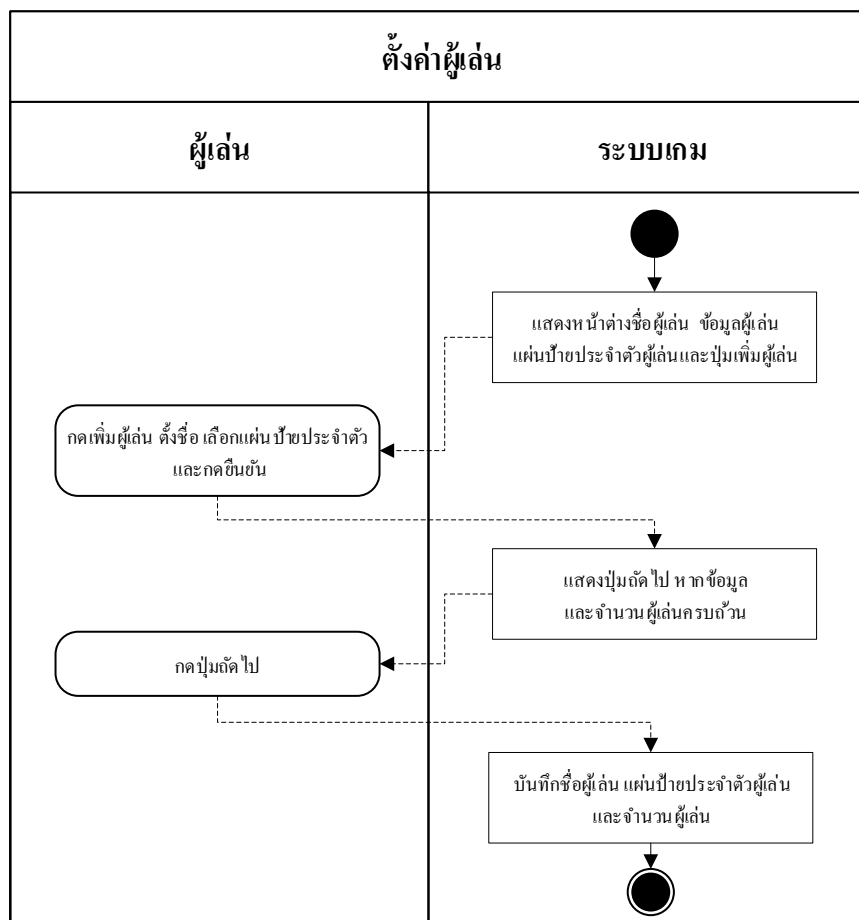
Use Case Name:	สรุปคะแนน	ID: 7
Brief Description:	สรุปคะแนนของผู้เล่นทุกคน และจัดอันดับผู้เล่น เมื่อครบจำนวนรอบของคำถาม	
Actors:	ระบบเกม	
Related Use Case:	เล่นเกม	
Pre-Condition:	เมื่อครบคำถามที่กำหนดไว้ หรือเมื่อจบเกม	
Post-Condition:	กลับไปหน้าจอเมนูหลักของเกม หรือ เล่นเกมต่อ	
Flow of Events	Actors	System
	1. เล่นเกมตอบคำถาม ครบ 20 ข้อแล้ว	2. สรุปคะแนนของผู้เล่นทุกคน เรียงลำดับคะแนนจากมากไปน้อยและแสดงผลบนหน้าจอ 3. แสดงปุ่มให้ผู้เล่นเลือกระหว่าง เล่นเกมต่อ หรือ ออกจากเกม หากเล่นเกมต่อ ระบบจะกลับไปหน้าจอเลือกหมวดหมู่ของคำถามแต่หากเลือกออกจากเกมจะกลับไปหน้าจอเมนูหลักของเกม
Exceptional Flows:		

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของยูสเคส แนะนำการเล่นเกม

Use Case Name:	แนะนำการเล่นเกม	ID: 8
Brief Description:	แสดงหน้าจอแนะนำวิธีการเล่นเกม เช่นการเตรียมอุปกรณ์ กฎกติกาการเล่นเกม วิธีการตอบคำถาม การคิดคะแนน เป็นต้น	
Actors:	ระบบเกม	
Related Use Case:	-	
Pre-Condition:	-	
Post-Condition:	กลับไปหน้าจอเมนูหลักของเกม	
Flow of Events	Actors	System
	2. ผู้เล่นปิดหน้าจอเพื่อเปลี่ยนไปยังหน้าถัดไป หรือ หน้าจอก่อนหน้า	1. แสดงข้อมูลวิธีการเล่นเกม ขึ้นบนหน้าจอ ในรูปแบบหน้าจอที่สามารถสไลด์เพื่อเปลี่ยนไปยังหน้าถัดไปได้ 3. เปลี่ยนหน้าจอข้อมูลตามทิศทางที่ผู้เล่นปิดหน้าจอ
Exceptional Flows:		

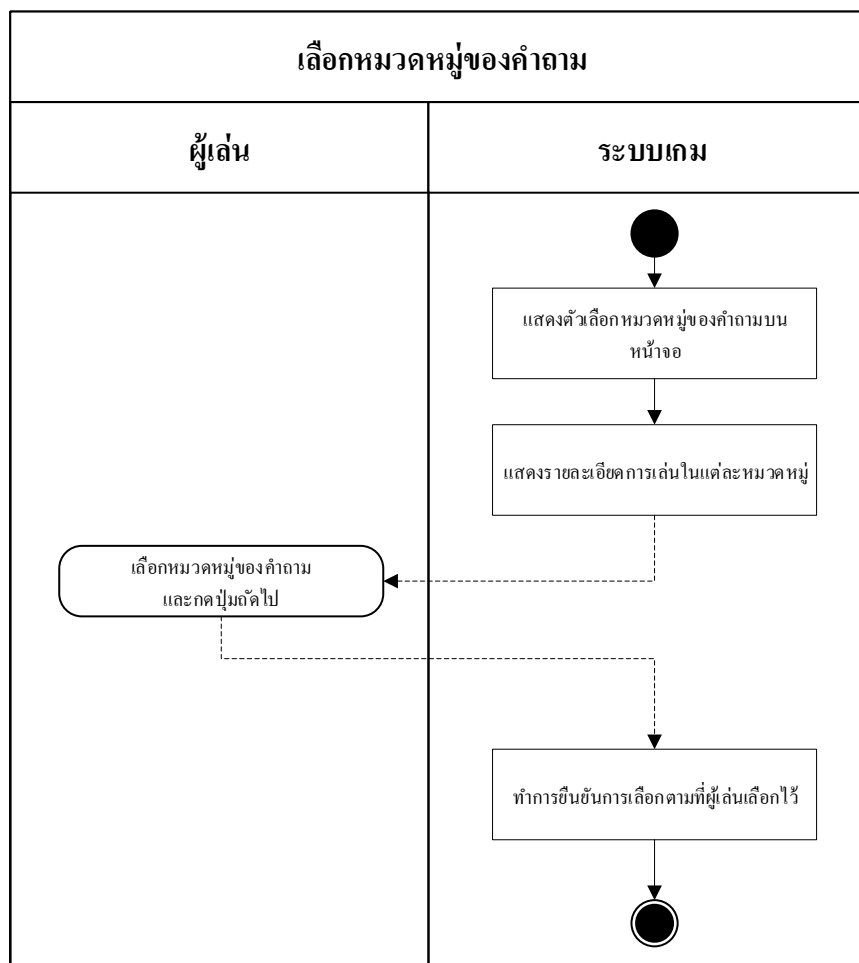
3.5.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส ตั้งค่าผู้เล่น



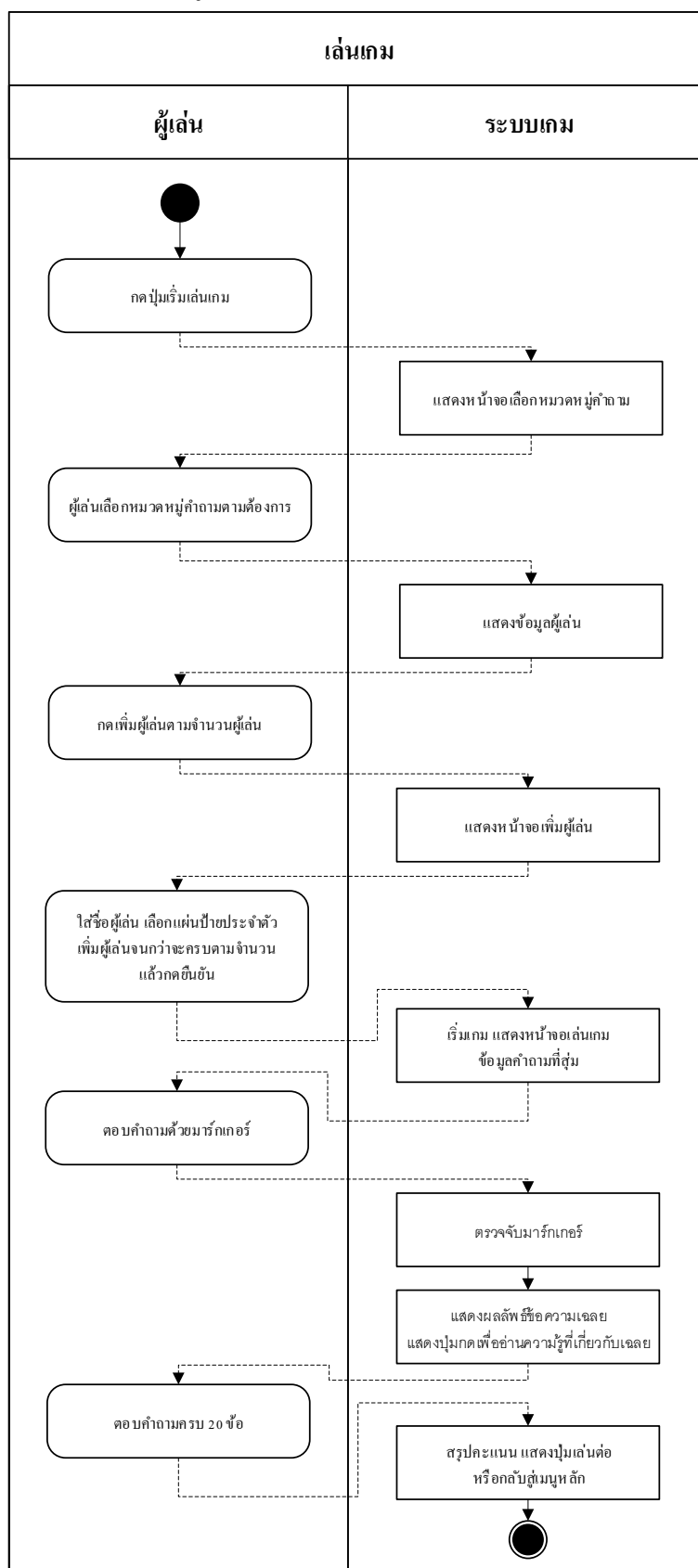
รูปที่ 3.2 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส ตั้งค่าผู้เล่น

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส เลือกหมวดหมู่ของคำถาม



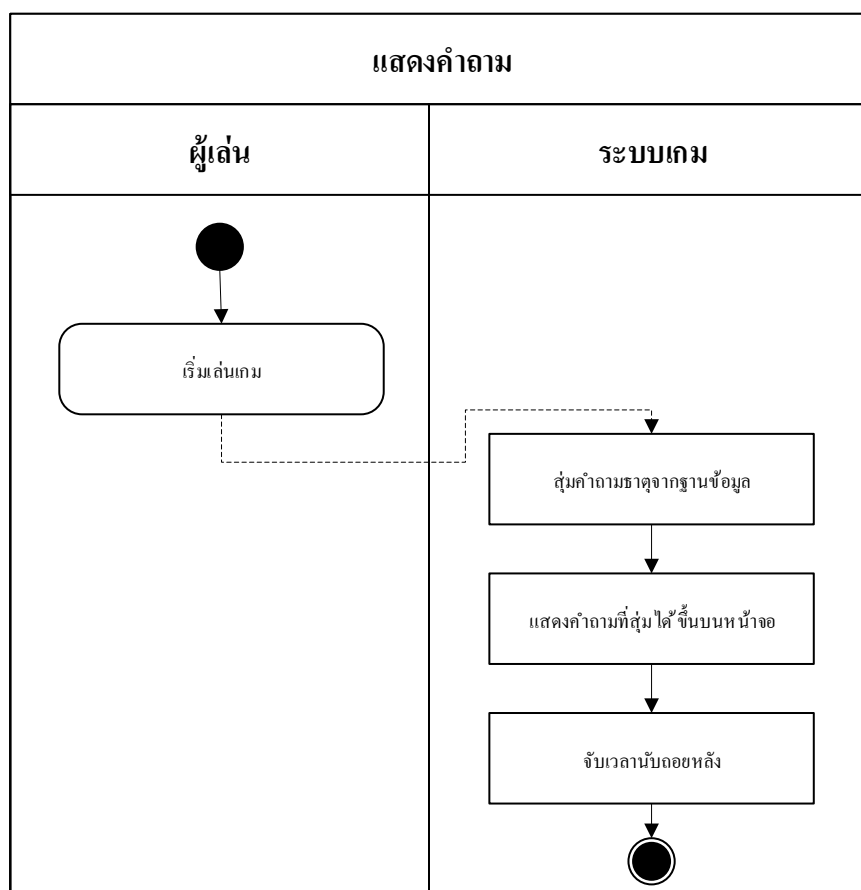
รูปที่ 3.3 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส เลือกหมวดหมู่ของคำถาม

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส เล่นเกม



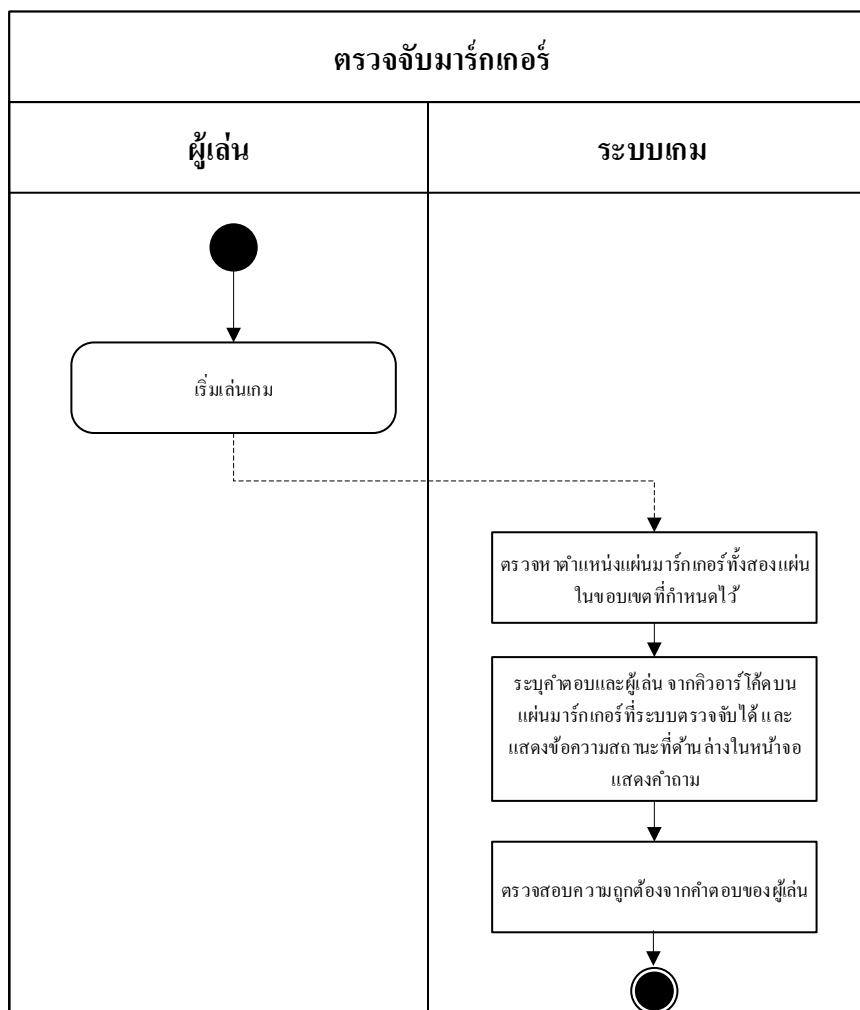
รูปที่ 3.4 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส เล่นเกม

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แสดงคำถาม



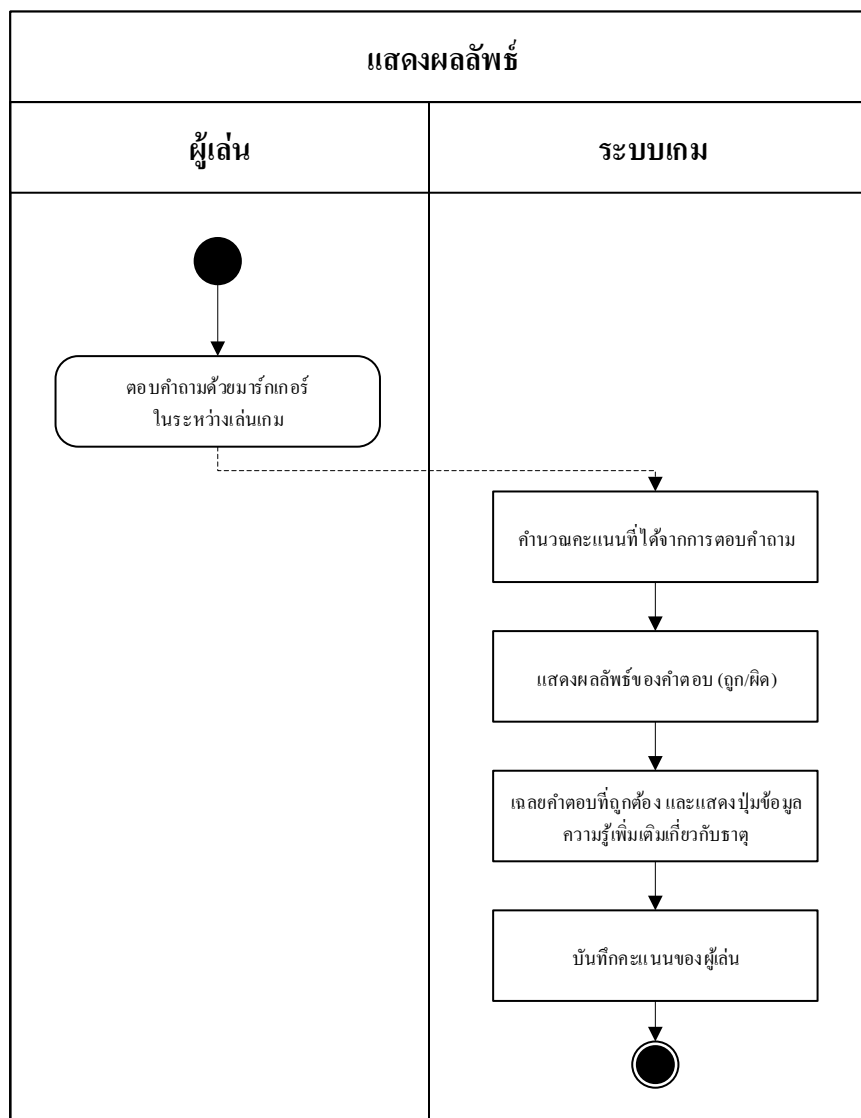
รูปที่ 3.5 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แสดงคำถาม

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส ตรวจจับมาร์กเกอร์



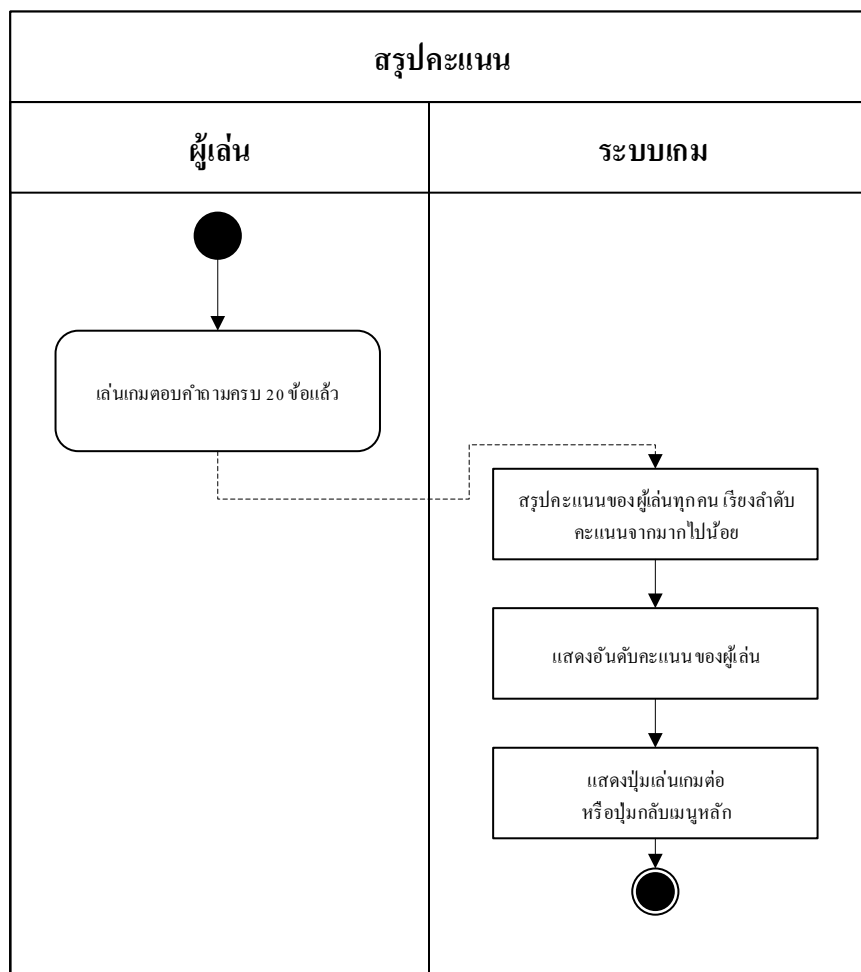
รูปที่ 3.6 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส ตรวจจับมาร์กเกอร์

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แสดงผลลัพธ์



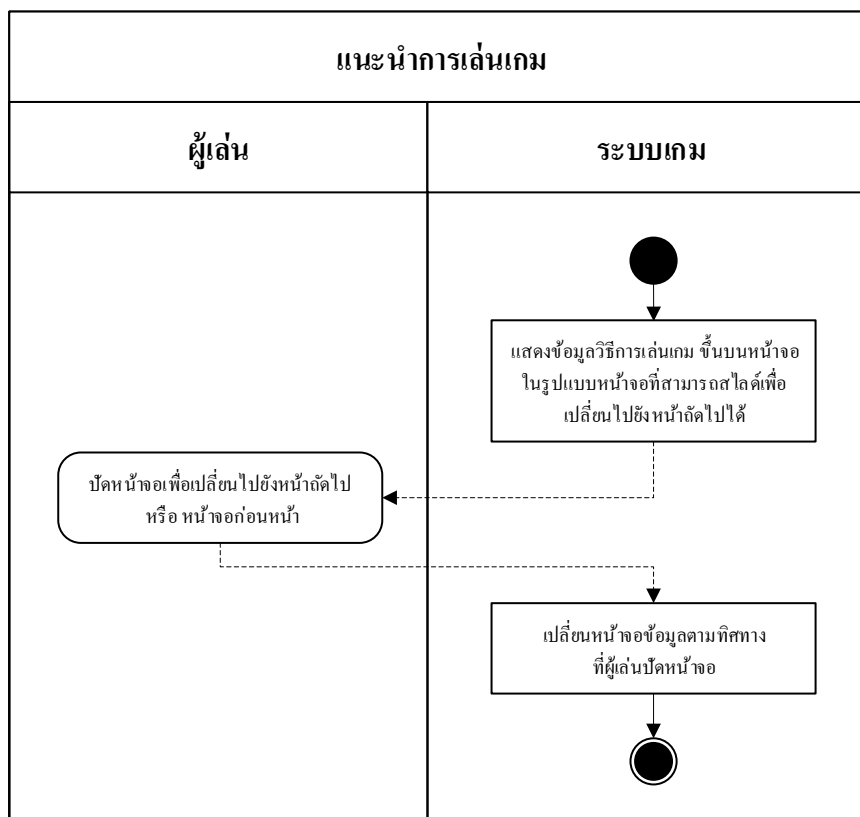
รูปที่ 3.7 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แสดงผลลัพธ์

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส สรุปละคะแนน



รูปที่ 3.8 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส สรุปละคะแนน

- แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แนะนำการเล่นเกม



รูปที่ 3.9 แผนภาพกิจกรรมยูสเคส แนะนำการเล่นเกม

3.5.4 ออกแบบฐานข้อมูล (Database)

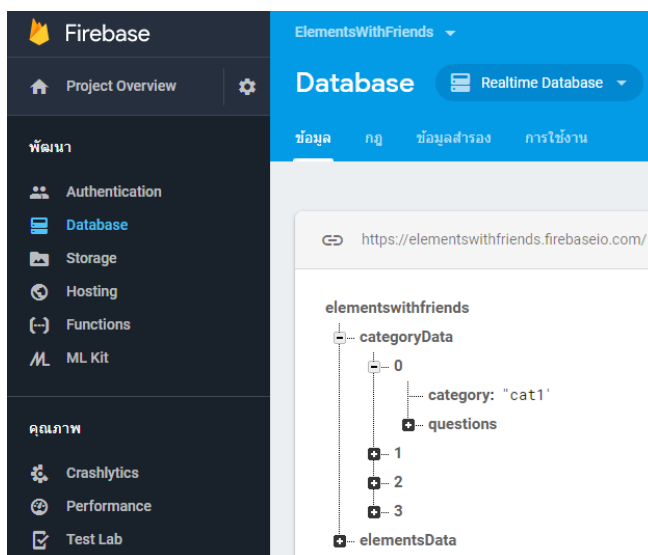
ฐานข้อมูลของแอปพลิเคชัน จะเก็บข้อมูลคำถาม ตัวเลือกคำตอบ และข้อมูลเบื้องต้นของธาตุ จากการศึกษาวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาพัฒนาแอปพลิเคชัน ผู้พัฒนาจึงเลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูลชนิด JSON ในการเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 3.9 เนื่องจากข้อมูลทั้งหมดที่ต้องใช้มีความซับซ้อนน้อย เป็นข้อมูลที่ไม่การเปลี่ยนแปลงบ่อยๆ อีกทั้งยังมีประโยชน์ในด้านการประหยัดพื้นที่หน่วยความจำ และทรัพยากรทางการประมวลผลของอุปกรณ์ โดยมีข้อมูลดังนี้

1. atomicNumber	หมายเลขอะตอมของธาตุ
2. name	ชื่อของธาตุ
3. symbol	สัญลักษณ์ของธาตุ
4. weight	น้ำหนักอะตอมของธาตุ
5. group	หมู่ของธาตุ
6. period	คาบของธาตุ
7. elementCategory	ชนิดของธาตุ
8. phase at STP	สถานะของธาตุ ณ อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน
9. shortDetails	คำอธิบายสั้นๆเกี่ยวกับธาตุ

```
▼ 1 {9}
  atomicNumber : 1
  elementCategory : Nonmetals
  group : 1
  name : Hydrogen
  period : 1
  phase at STP : Gas
  shortDetails : explosive gas, lightest element; 90% of atoms in the universe, sun and stars, water (H2O),
                 life's organic molecules
  symbol : H
  weight : 1.008
► 2 {9}
```

รูปที่ 3.10 ฐานข้อมูลของธาตุและคำถาม

นอกจากนี้ผู้พัฒนาได้ทำการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูลที่สามารถปรับแก้ไขและมีความยืดหยุ่นในการใช้งานซึ่ง Firebase สามารถรองรับระบบฐานข้อมูลชนิด JSON ได้ด้วยวิธีการ นำเข้าไฟล์และส่งออกไฟล์ เป็นระบบฐานข้อมูลแบบเรียลไทม์สามารถปรับแก้ไขข้อมูลในระบบฐานข้อมูลได้ทันทีผ่านทางเว็บไซต์ของ Firebase ซึ่งมีรูปแบบการใช้งานง่าย มีประสิทธิภาพและไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อประโยชน์เพิ่มเติมในอนาคตได้อีกด้วย ตัวอย่าง ฐานข้อมูล Firebase ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.11 ฐานข้อมูลของธาตุและคำถามบน Firebase

3.6 ขอบเขตของโปรแกรมที่จะพัฒนา

- ติดตั้งในอุปกรณ์ Apple iPad ขนาด 9.7” ระบบปฏิบัติการ iOS 11 ขึ้นไปเท่านั้น
- ต้องการอุปกรณ์เสริมเพื่อวางอุปกรณ์ในแนวตั้ง
- สามารถรองรับผู้เล่นได้ตั้งแต่ 1 – 4 คน
- ต้องการสิทธิในการเข้าถึงกล้องถ่ายภาพของ iPad จากผู้ใช้
- แอปพลิเคชันจะสามารถตรวจจับแผ่นป้ายตารางธาตุและแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่นในระยะที่แอปพลิเคชันกำหนดไว้เท่านั้น
- ต้องการแสงสว่างภายในห้องที่เพียงพอต่อการใช้กล้องตรวจจับแผ่นป้ายตารางธาตุและแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่น ไม่แนะนำหากใช้แอปพลิเคชันในพื้นที่แสงน้อย
- แอปพลิเคชันสามารถตรวจจับในการตอบคำถามได้ครั้งละ 2 แผ่นป้าย ประกอบด้วยแผ่นป้ายตารางธาตุและแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่น ต่อการตอบ 1 ครั้ง

3.7 แนวคิดการพัฒนาระบบ

3.7.1 ภาพรวมโดยย่อของเกม (Storyboard)

การใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับสื่อการเรียนรู้วิชาเคมี มีภาพรวมโดยย่อของเกมตามรูปที่ 3.11 คือ

1. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Key Benefit)

- 1.1. ช่วยให้อัจฉริยะธาตุ และตารางธาตุได้ดียิ่งขึ้น
- 1.2. ช่วยสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมีในรูปแบบของเกมด้วยเทคโนโลยีที่ผสมผสานกับเนื้อหาวิชาเคมี ให้มีความสนุกสนานในการเรียนรู้มากขึ้น

- 1.3. ประยุกต์ใช้ในการเรียนวิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษา
- 1.4. ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองและการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

2. วิธีการเล่น (How to play)

- 2.1. เตรียมอุปกรณ์ในการเล่นให้พร้อม ได้แก่ ขาดัง แผ่นป้ายมาร์กเกอร์ และแอปพลิเคชัน
- 2.2. เลือกหมวดหมู่ของคำถาม จำนวนผู้เล่น และตั้งชื่อผู้เล่น โดยผู้เล่นแต่ละคนจะได้รับแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่น เพื่อนำไปไว้ข้างระบุตัวผู้เล่นเมื่อตอบคำถามในเกม
- 2.3. เมื่อเริ่มเกม จะมีคำถามทั้งหมด 20 คำถาม โดยคำถามจะถูกสุ่มขึ้นมาจากฐานข้อมูล และนำมาแสดงขึ้นบนหน้าจอทีละข้อ
- 2.4. ผู้เล่นจะต้องแข่งกันตอบคำถาม โดยหยิบแผ่นป้ายชื่อธาตุที่เป็นคำตอบที่ถูกต้องจากกองแผ่นป้ายธาตุ นำมาวางบนพื้นที่ที่กำหนดไว้ คู่กับแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่นที่ได้รับเมื่อตอนก่อนเริ่มเกม
- 2.5. ผู้เล่นที่ตอบคำถามถูกต้องเป็นคนแรก จะได้รับคะแนนในคำถามนั้นไป โดยคะแนนที่ได้รับ จะถูกคำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ
- 2.6. เมื่อครบจำนวนคำถาม ผู้เล่นที่ได้คะแนนสูงที่สุดจะเป็นผู้ชนะ

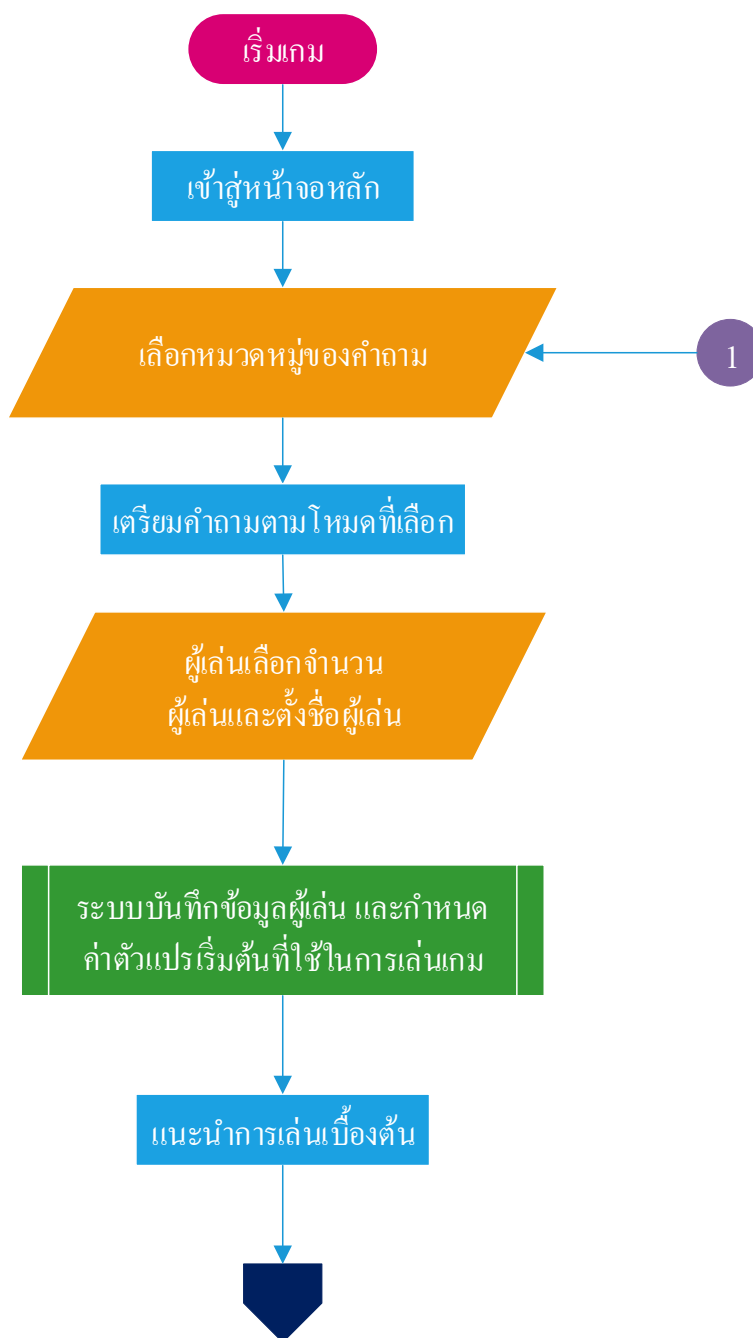


รูปที่ 3.12 ภาพรวมโดยย่อของเกม

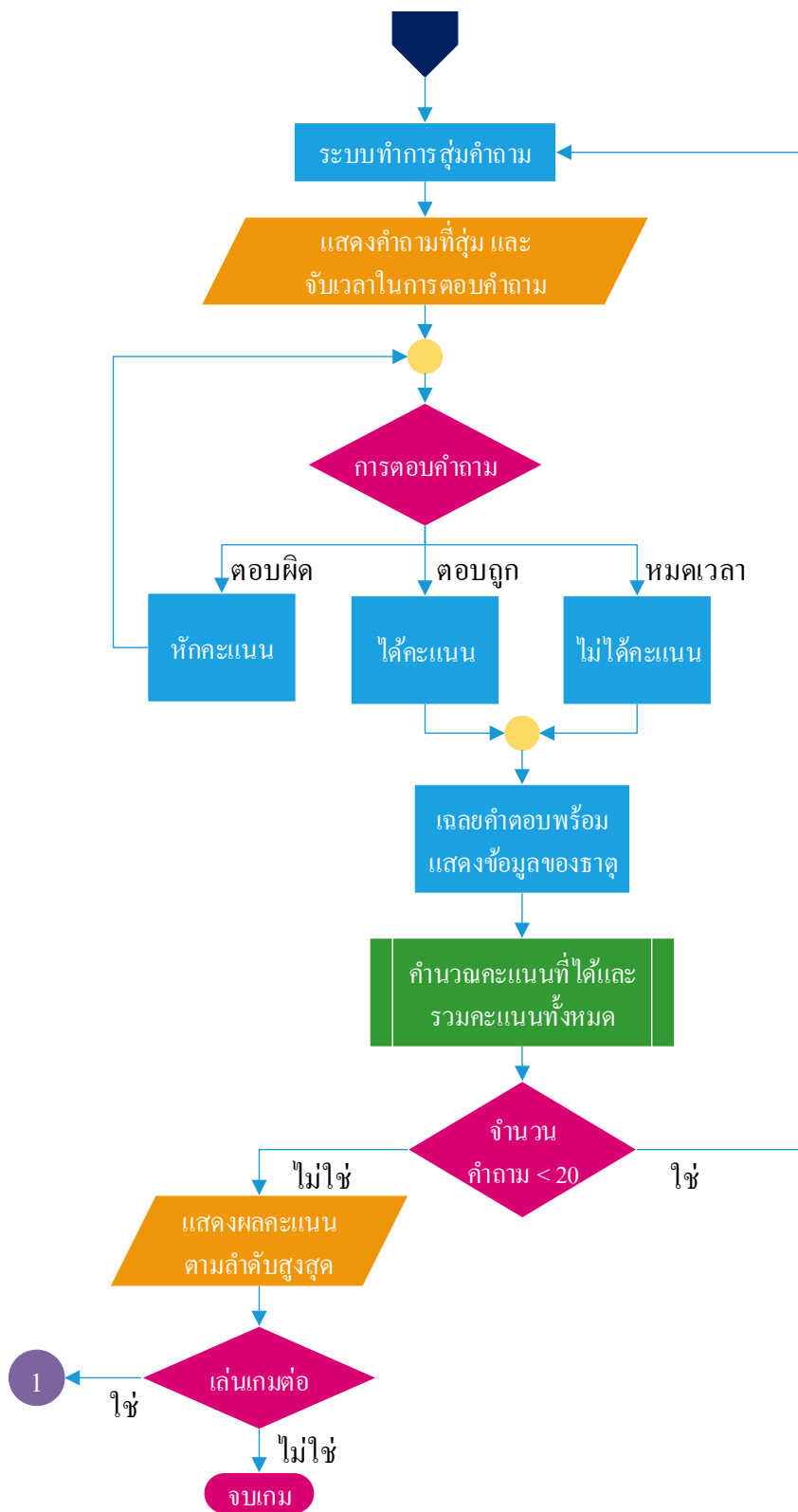
3.7.2 แผนผังการเล่นเกม (Flowchart)

จากกระบวนการการออกแบบและการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ ผู้พัฒนาจึงออกแบบแผนผังการเล่นเกมโดยสังเขป ดังรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เมื่อผู้เล่นกดปุ่มเริ่มเล่นเกม จะเข้าสู่หน้าจอหลัก ซึ่งผู้เล่นสามารถเลือกหมวดหมู่ของคำถามที่ผู้เล่นต้องการได้ตามหมวดหมู่บนหน้าจอ
2. หลังจากนั้น ให้ทำการเพิ่มจำนวนผู้เล่นและตั้งชื่อ เลือกสีประจำตัวตามต้องการ จากนั้นระบบเกมจะแสดงคำอธิบายการเล่นเบื้องต้นแก่ผู้เล่น เช่น การตั้งอุปกรณ์ในองศาที่ถูกต้อง ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของผู้เล่นและระบบ เป็นต้น
3. เมื่อทุกอย่างพร้อมแล้วจะเริ่มเข้าสู่การเล่นเกม ให้ผู้เล่นเลือกโหมดคำถาม ซึ่งมีด้วยกันทั้งหมด 3 โหมด ตามระดับความยากหรือง่ายที่ผู้เล่นต้องการ
4. ระบบจะทำการเตรียมคำถามตามโหมดที่ผู้เล่นเลือก โดยจะทำการสุ่มจากฐานข้อมูล และแสดงคำถามที่สุ่มออกมา ผู้เล่นจะต้องทำการตอบคำถามภายในเวลา 60 วินาทีจากการจับเวลา โดยหิบบคำตอบที่เป็นแผ่นป้ายตารางธาตุจากกองสุ่มขึ้นมา พร้อมกับวางแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่นเพื่อแสดงว่าผู้เล่นคนใดเป็นผู้ตอบคำถาม โดยผู้เล่นจะต้องตอบคำถามจนกว่าจะถูกต้องหรือหมดเวลา หากตอบถูกต้องคะแนนที่ได้ จะเป็นการคำนวณจากคะแนนเต็มของข้อนั้น และมีการหักคะแนนจากเวลาที่ใช้ไป หากผู้เล่นคนใดตอบผิด จะถูกหักคะแนนทันที
5. หลังจากผู้เล่นตอบคำถาม ระบบจะแสดงผลลัพธ์ (ตอบผิด/ตอบถูก) ถ้าตอบถูกต้องหรือเวลาหมด ระบบจะแสดงเฉลยของคำถามและแสดงข้อมูลของธาตุที่เป็นคำตอบ ผู้เล่นสามารถกดดูข้อมูลเพิ่มเติมของคำตอบข้อนั้นได้ เพื่อเป็นความรู้เสริม
6. เมื่อเสร็จสิ้นคำถามข้างต้นแล้ว ระบบจะคำนวณคะแนนที่ได้และรวบรวมคะแนนทั้งหมดของแต่ละผู้เล่น จากนั้นระบบจะสุ่มคำถามขึ้นมาจนกว่าจะครบ 20 ข้อ
7. หากครบ 20 ข้อแล้ว ระบบจะทำการแสดงผลคะแนนตามลำดับสูงสุด จากมากไปน้อย โดยผู้เล่นที่มีคะแนนเยอะที่สุดจะเป็นผู้ชนะ และแสดงปุ่มตัวเลือกลงสู่เมนูหลัก หรือเล่นเกมต่อ หากผู้เล่นเลือกกลับสู่เมนูหลักจะเป็นการจบเกมทันที ถ้าหากผู้เล่นเลือกที่จะเล่นเกมต่อจะต้องเลือกจำนวนผู้เล่นและตั้งชื่อผู้เล่นใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 3.13 แผนผังการเล่นเกม



รูปที่ 3.14 แผนผังการเล่นเกม (ต่อ)

3.7.3 การคำนวณคะแนน

คะแนนจะถูกคำนวณตามความเร็วในการตอบของคำถามแต่ละข้อ โดยใน 1 ข้อ ผู้เล่นทุกคนจะมีคะแนนเริ่มต้นอยู่ที่ 1000 คะแนน หากตอบผิด จะถูกหักคะแนน ถ้าตอบช้า คะแนนจะลดลงไปตามเวลาที่ใช้ในการตอบ

วิธีการคำนวณคะแนนมีดังนี้

1. คำถามทุกข้อจะให้ 1000 คะแนนเต็มแก่ผู้เล่น หากตอบถูกต้องภายใน 0.5 วินาที
2. สมการที่ใช้ในการคำนวณคะแนนตามสมการที่ 3.1

$$Score = 1000 \times \left(1 - \frac{\left(\frac{response\ time}{question\ time} \right)}{2} \right) \quad (3.1)$$

response time คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการตอบคำถาม มีหน่วยเป็นวินาที

question time คือ ระยะเวลาของการตอบคำถามใน 1 ข้อ มีหน่วยเป็นวินาที

3. จากสมการดังกล่าว คะแนนต่ำที่สุดที่ผู้เล่นจะได้รับคือ 500 คะแนน

นอกจากนี้ในการตอบคำถามจะมีคะแนนพิเศษเพิ่มเติมสำหรับคำตอบที่ถูกต้องต่อเนื่องกัน ซึ่งเป็นวิธีที่จะช่วยในการลดการคาดเดาและกระตุ้นการคิดอย่างรอบคอบ โดยคะแนนพิเศษนี้มีค่าได้มากสูงสุดถึง 1500 คะแนน ต่อ 1 คำถาม

วิธีการคำนวณคะแนนพิเศษมีดังนี้

1. แต่ละคำตอบที่ตอบถูกต้องติดต่อกันจะถูกบวกเพิ่มอีก 100 คะแนน ต่อคำตอบ
2. วิธีการบวกเพิ่มจะครอบคลุมถึงแค่คำตอบที่ 5 เท่านั้น ซึ่งหลังจากนั้นจะมอบคะแนนพิเศษได้ไม่เกิน 500 คะแนน ต่อคำตอบในแต่ละข้อที่ตอบถูกต้องติดต่อกัน
3. หากตอบผิดในระหว่างที่ได้คะแนนพิเศษ จะต้องเริ่มใหม่ในการตอบที่ถูกต้องต่อเนื่องกันอีกครั้ง

บทที่ 4

ระบบต้นแบบ

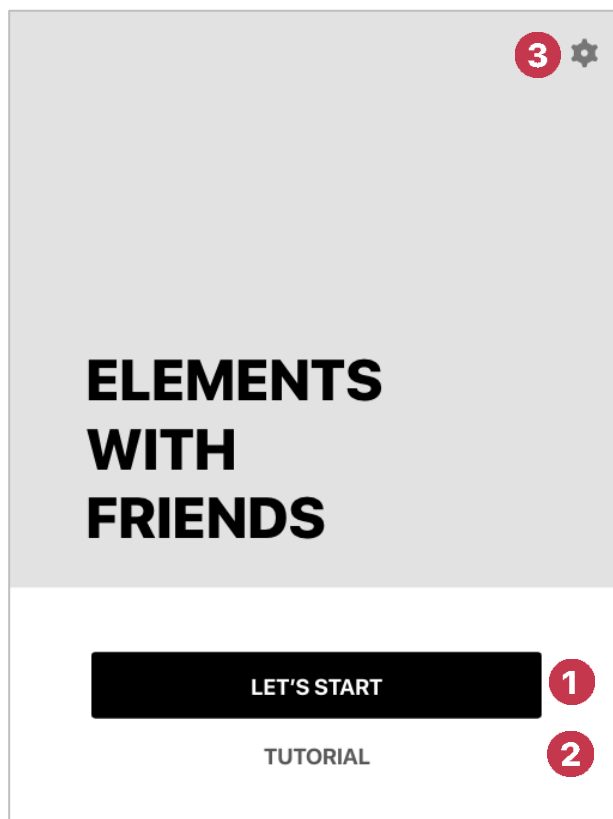
4.1 การออกแบบโครงสร้างส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งาน (Wireframe)

ส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้งาน (User Interface) และหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วน ซึ่งทางผู้พัฒนาได้ทำการออกแบบส่วนต่อประสานงานกับผู้ใช้งานในรูปแบบของภาพโครงร่าง (Wireframe) มีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 หน้าจอเมนูหลัก

รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอเมนูหลัก จะเป็นหน้าจอแรกที่แสดงขึ้นมาเมื่อผู้เล่นเปิดแอปพลิเคชันขึ้นมา ทำหน้าที่นำผู้เล่นไปยังเกม (Let's Start) แนะนำการเล่นเกม (Tutorial) หรือหน้าจอตั้งค่าเกม ประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ปุ่มเริ่มเล่นเกม
- หมายเลข 2 คือ ปุ่มแนะนำการเล่นเกม
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มตั้งค่า

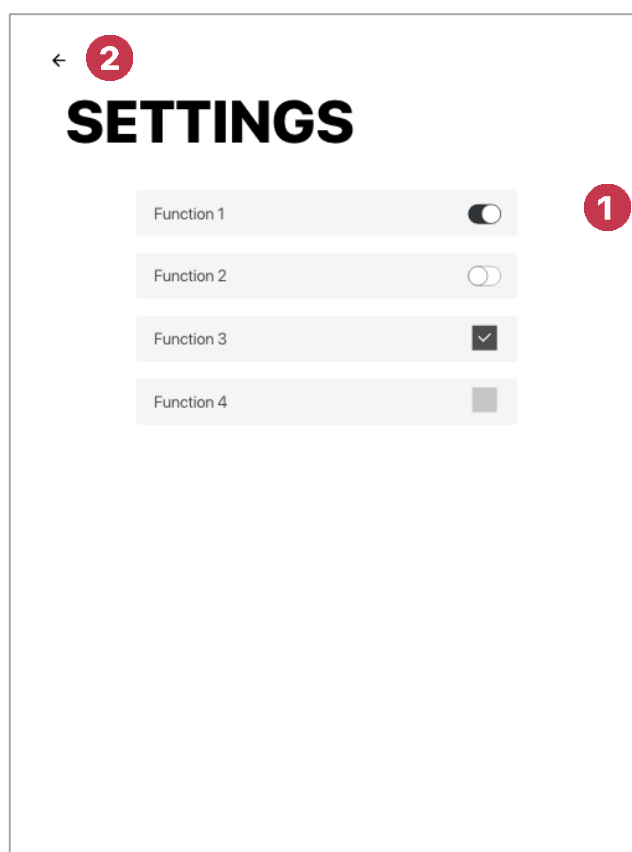


รูปที่ 4.1 หน้าจอเมนูหลัก

4.1.2 หน้าจอตั้งค่า

หน้าจอตั้งค่า ประกอบไปด้วยการตั้งค่า เปิด/ปิด เสียงเพลงประกอบของเกม
ดังรูปที่ 4.2 ประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ข้อความเมนูตั้งค่าต่าง ๆ เช่น การเปิดหรือปิดเสียง เป็นต้น
- หมายเลข 2 คือ ย้อนกลับ เมื่อกดปุ่ม จะย้อนกลับไปยังหน้าเมนูหลัก

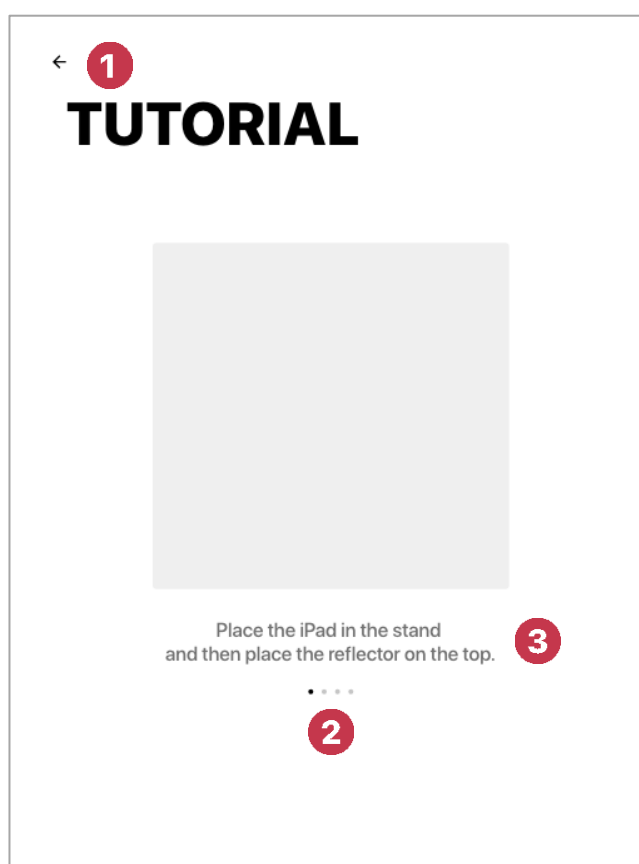


รูปที่ 4.2 หน้าจอตั้งค่า

4.1.3 หน้าจอแนะนำการเล่นเกม

หน้าจอแนะนำการเล่นเกม มีหน้าที่ในการแนะนำวิธีการเล่นแก่ผู้เล่นตั้งแต่การเตรียมอุปกรณ์ในการเล่น อธิบายรูปแบบการเล่นเกม ไปจนถึงวิธีการคิดคะแนน ผู้เล่นสามารถปิดหน้าจอซ้ายหรือขวา เพื่อเลื่อนอ่านคำแนะนำในการเล่นได้ ดังรูปที่ 4.3 ประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ปุ่มกลับไปยังหน้าจอเมนูหลัก
- หมายเลข 2 คือ ปุ่มอ่านคำแนะนำหน้าถัดไป
- หมายเลข 3 คือ คำอธิบายแนะนำวิธีการเล่นเกม

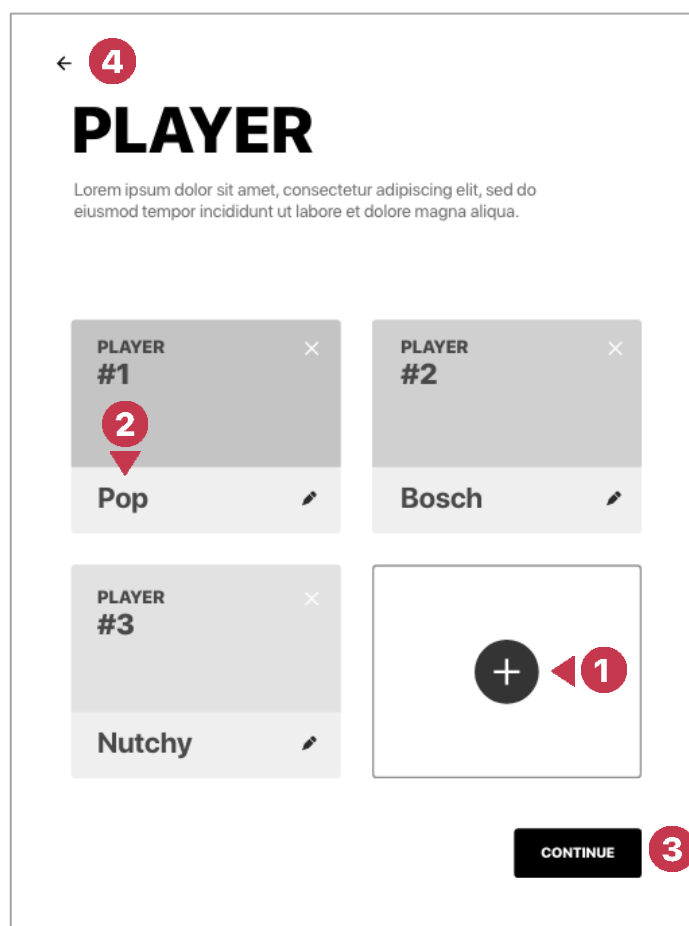


รูปที่ 4.3 หน้าจอแนะนำการเล่นเกม

4.1.4 หน้าจอตั้งค่าผู้เล่น

จากหน้าจอเมนูหลัก รูปที่ 4.1 เมื่อผู้เล่นทำการกดปุ่มเริ่มเกม จะเข้าสู่หน้าจอตั้งค่าผู้เล่น ดังรูปที่ 4.4 ผู้เล่นสามารถเพิ่มผู้เล่นได้สูงสุด 4 คน และสามารถตั้งชื่อผู้เล่นได้ เมื่อเรียบร้อยแล้วผู้เล่นสามารถกดปุ่มลูกศรถัดไปด้านล่างขวาของหน้าจอ เพื่อไปยังขั้นตอนถัดไป ซึ่งหน้าจอประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ปุ่มเพิ่มจำนวนผู้เล่น
- หมายเลข 2 คือ แสดงชื่อของผู้เล่น โดยสามารถแตะที่ชื่อเพื่อแก้ไข
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มไปยังขั้นตอนถัดไป
- หมายเลข 4 คือ ปุ่มย้อนกลับไปยังหน้าจอก่อนหน้านี้



รูปที่ 4.4 หน้าจอตั้งค่าผู้เล่น

4.1.5 หน้าจอเพิ่มผู้เล่นใหม่

หลังจากที่ผู้เล่นได้ทำการยืนยันการเลือกจำนวนผู้เล่นและตั้งชื่อผู้เล่นแล้ว จะพบกับหน้าจอเพิ่มผู้เล่นใหม่ ดังรูปที่ 4.5 หน้าจอนี้จะให้ผู้เล่นทำการกรอกชื่อแล้วเลือกสีประจำตัวของตนเองและทำการกดปุ่มยืนยันเพื่อเพิ่มชื่อผู้เล่นใหม่ ซึ่งประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ปุ่มย้อนกลับไปยังหน้าจอหน้า
- หมายเลข 2 คือ คำอธิบายรายละเอียดในการเพิ่มผู้เล่น
- หมายเลข 3 คือ กรอกชื่อผู้เล่นใหม่ที่ต้องการเพิ่ม
- หมายเลข 4 คือ กดปุ่มเพื่อเลือกสีประจำตัว
- หมายเลข 5 คือ ปุ่มยืนยันการเพิ่มผู้เล่นใหม่

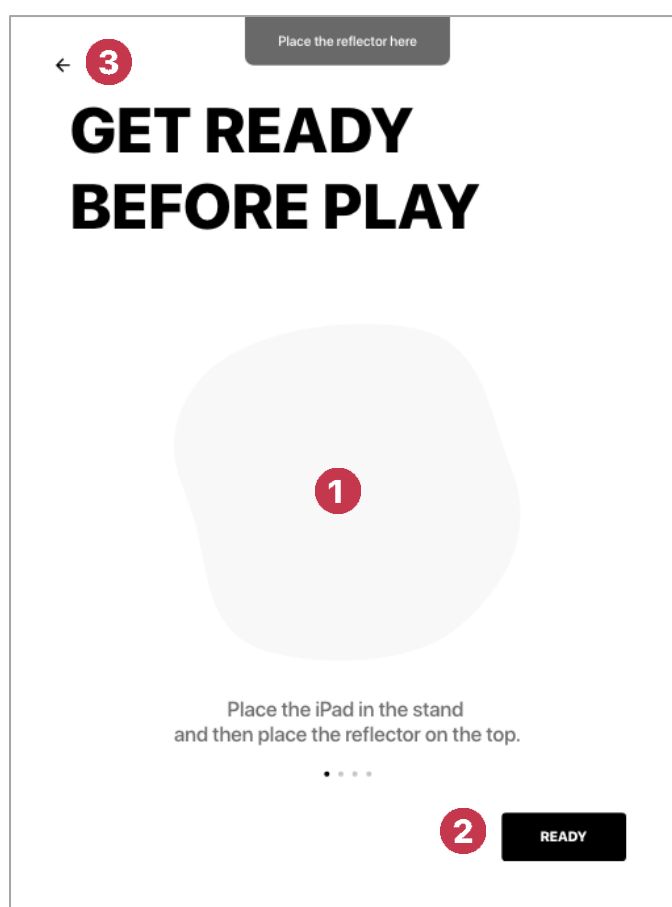
The screenshot shows a mobile app interface for adding a new player. It features a back arrow and a red circle with the number 1 at the top left. The title 'ADD NEW PLAYER' is in large, bold, black letters. Below the title is a red circle with the number 2 and a paragraph of placeholder text. There is a 'Name' label above a text input field with a red circle and the number 3 next to it. Below the name field is an 'Avatar' label above four square color selection buttons. The first button is dark gray with a white checkmark and a red circle with the number 4 next to it. At the bottom right, there is a red circle with the number 5 next to a black button labeled 'CONFIRM'.

รูปที่ 4.5 หน้าจอเพิ่มผู้เล่นใหม่

4.1.6 หน้าจอตรวจเช็คความเรียบร้อย

หลังจากที่ผู้เล่นได้ทำการยืนยันการเลือกจำนวนผู้เล่นและตั้งชื่อผู้เล่นแล้ว จะพบกับหน้าจอตรวจเช็คความเรียบร้อยของเกมก่อนเริ่มเล่นเกม ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งหน้าจอนี้มีหน้าที่เสมือนรายการตรวจสอบ (Checklist) ว่าผู้เล่นได้เตรียมอุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมที่พร้อมต่อการเล่นเกมแล้วหรือไม่ ประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ หน้าจอคำแนะนำเพื่อตรวจเช็คความเรียบร้อย
- หมายเลข 2 คือ ปุ่มไปยังหน้าถัดไป
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มกลับไปยังหน้าจอหน้าก่อนหน้า



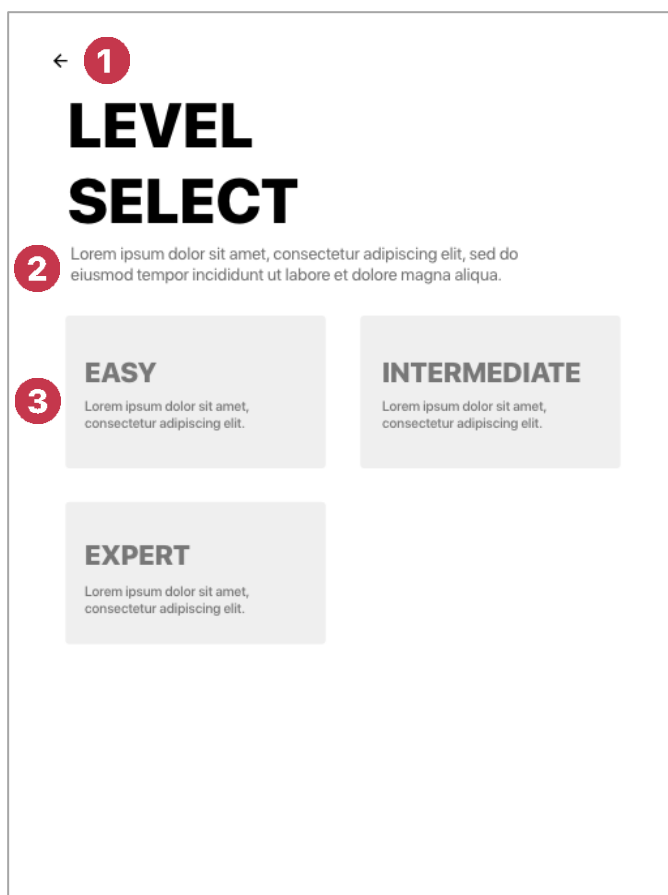
รูปที่ 4.6 หน้าจอตรวจเช็คความเรียบร้อย

4.1.7 หน้าจอเลือกหมวดหมู่ของคำถาม

เป็นหน้าจอที่ผู้เล่นจะต้องเลือกหมวดหมู่ของคำถามก่อนทำการเล่นเกม ดังรูปที่

4.7 โดยในหน้านั้นประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ปุ่มย้อนกลับไปยังหน้าจอหน้า
- หมายเลข 2 คือ คำอธิบายรายละเอียดในการเลือกหมวดหมู่ของคำถาม
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มเลือกหมวดหมู่ของคำถามแบบต่างๆ

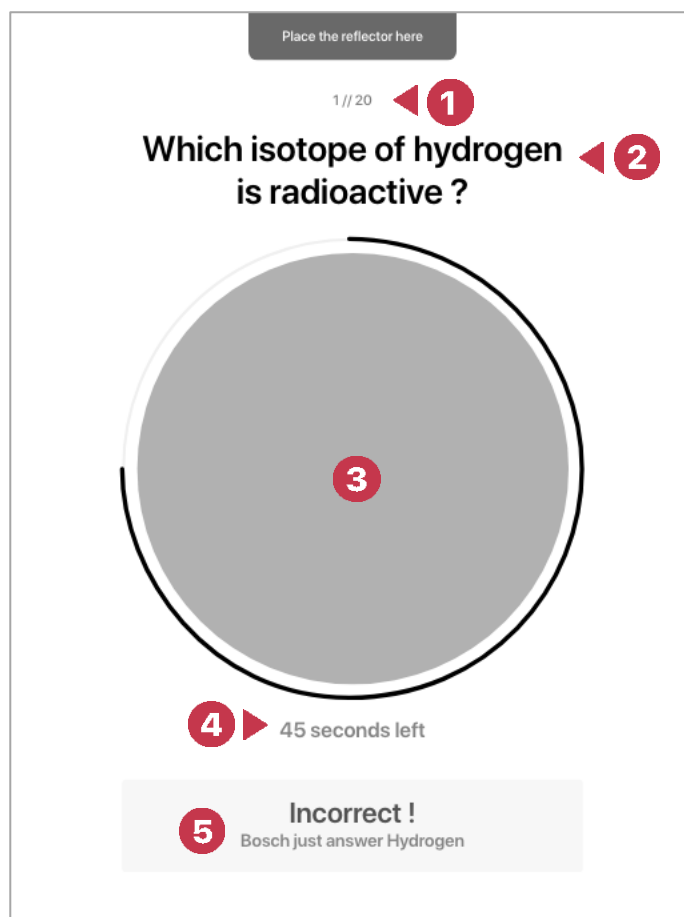


รูปที่ 4.7 หน้าจอเลือกหมวดหมู่คำถาม

4.1.8 หน้าจocalถาม

เป็นหน้าจอถามคำถามเพื่อให้ผู้เล่นหยิบแผ่นป้ายตารางธาตุและแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่นมาวางตอบ ดังรูปที่ 4.8 โดยในหน้าจอจะแสดงภาพจากกล้องลงบนพื้นที่หมายเลข 3 เพื่อแสดงถึงขอบเขตในการวางแผ่นป้ายมาร์กเกอร์ทั้งสอง ภายในหน้าจอถามประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ข้อความบอกจำนวนคำถามปัจจุบัน เช่น คำถามที่ 1, 2, 3.. ,20
- หมายเลข 2 คือ ข้อความคำถาม
- หมายเลข 3 คือ พื้นที่แสดงขอบเขตการวางแผ่นป้ายตารางธาตุ
- หมายเลข 4 คือ แถบแสดงเวลาที่เหลือในการตอบคำถาม
- หมายเลข 5 คือ ข้อความแสดงผลการตรวจคำตอบ

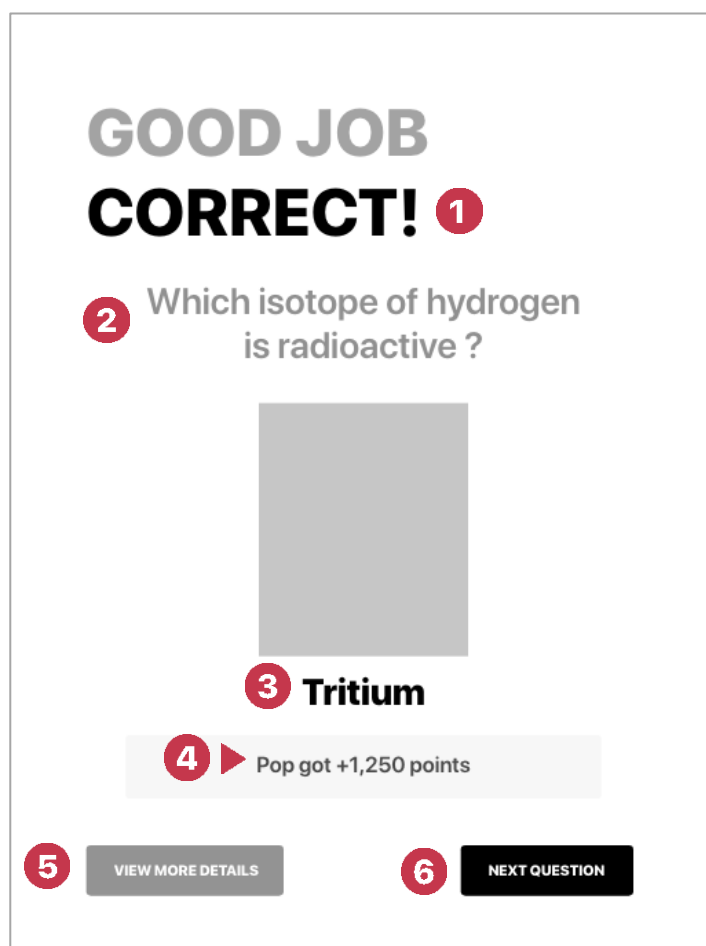


รูปที่ 4.8 หน้าจocalถาม

4.1.9 หน้าเฉลยคำตอบ

หลังจากที่ผู้เล่นได้ทำการตอบคำถามเรียบร้อยแล้ว จะเข้าสู่หน้าเฉลยคำตอบทุกครั้ง ดังรูปที่ 4.9 ประกอบไปด้วย

- หมายเลข 1 คือ ผลลัพธ์ของคำตอบ (ตอบถูก หรือ ตอบผิด)
- หมายเลข 2 คือ คำถาม
- หมายเลข 3 คือ คำตอบที่ถูกต้อง
- หมายเลข 4 คือ ข้อความแสดงชื่อผู้ที่ตอบถูกและคะแนนที่ได้รับ
- หมายเลข 5 คือ คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับธาตุที่เป็นคำตอบ
- หมายเลข 6 คือ ปุ่มเพื่อไปยังหน้าหรือคำถามถัดไป

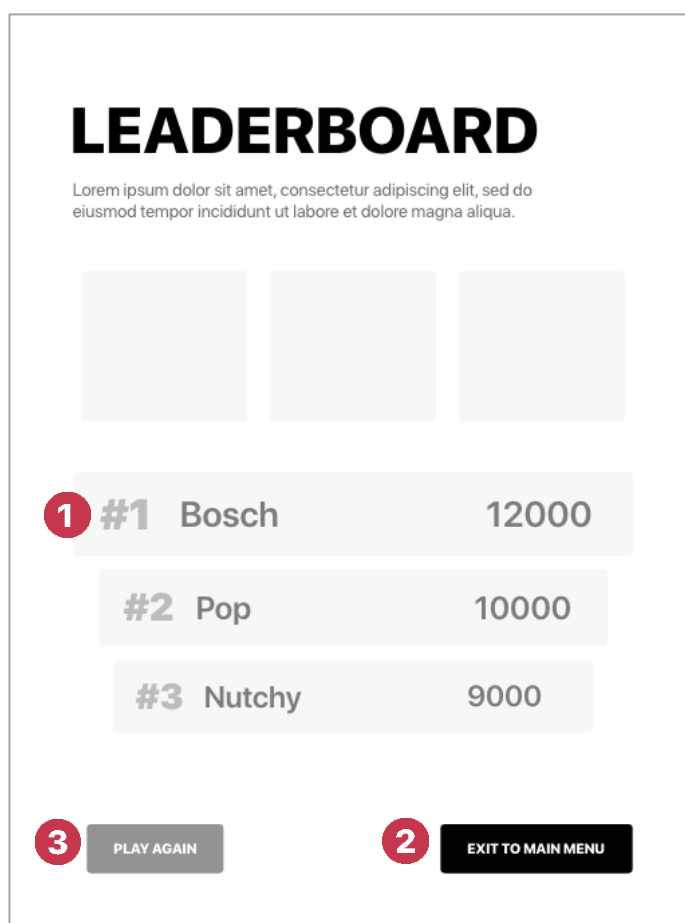


รูปที่ 4.9 หน้าเฉลยคำตอบ

4.1.10 หน้าจอสรุปผลคะแนน

รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอสรุปผลคะแนน ซึ่งจะสรุปผลคะแนนรวมของผู้เล่นทั้งหมดเมื่อตอบคำถามครบจำนวนที่กำหนดไว้ โดยมีการจัดอันดับคะแนนจากมากไปน้อย ในหน้าจอประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ อันดับคะแนนสะสมของผู้เล่นทุกคน
- หมายเลข 2 คือ ปุ่มออกจากเกมเพื่อกลับไปยังเมนูหลัก
- หมายเลข 3 คือ ปุ่มเพื่อเริ่มเล่นเกมใหม่อีกรอบ

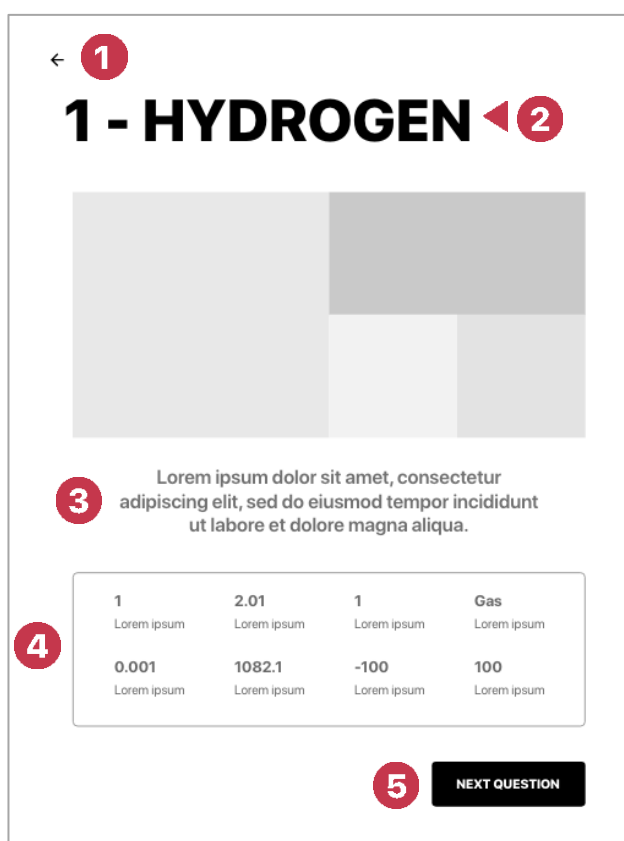


รูปที่ 4.10 หน้าจอสรุปผลคะแนน

4.1.11 หน้าจอแสดงคำอธิบายเกี่ยวกับธาตุ

รูปที่ 4.11 แสดงหน้าจอคำอธิบายเกี่ยวกับธาตุที่เป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยจะอธิบายรายละเอียดของธาตุดังกล่าว พร้อมแสดงข้อมูลที่สำคัญของธาตุ ในหน้าจอประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ ปุ่มย้อนกลับไปยังหน้าจอหน้า
- หมายเลข 2 คือ แสดงชื่อและเลขอะตอมของธาตุ
- หมายเลข 3 คือ รายละเอียดโดยย่อของธาตุ
- หมายเลข 4 คือ ข้อมูลสำคัญของธาตุ
- หมายเลข 5 คือ ปุ่มกดเพื่อเริ่มคำถามถัดไป



รูปที่ 4.11 หน้าจอแสดงคำอธิบายเกี่ยวกับธาตุ

4.2 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบขั้นตอนการทำงานของแอปพลิเคชัน เพื่อทดสอบว่าระบบทำได้ตามข้อกำหนดและความต้องการพื้นฐานที่กำหนดไว้หรือไม่ (Validation) โดยทำการทดสอบของการทำงานในหน้าต่างของแอปพลิเคชัน ดังนี้

4.2.1 หน้าต่างหลัก

ในหน้าหลักสามารถเลือกเมนูที่ต้องการ โดยผู้ใช้งานได้ เช่น ปุ่มกดเพื่อเริ่มเล่นเกม ดังในรูปที่ 4.12 ปุ่มตั้งค่าแอปพลิเคชัน และปุ่มกดเพื่ออ่านคำแนะนำในการเล่น



รูปที่ 4.12 หน้าต่างหลัก

4.2.2 หน้าต่างเตรียมพร้อมก่อนเริ่มเล่นเกม

เริ่มจากการกดปุ่มเริ่มเล่นเกม จะมีหน้าต่างแสดงหมวดหมู่ของคำถาม ดังรูปที่ 4.13 (ก) โดยภายในหน้าต่างนี้จะแสดงหมวดหมู่ของคำถามที่อยู่ในฐานข้อมูล เมื่อทำการเลือกหมวดหมู่ของคำถามเสร็จแล้วและกดปุ่มถัดไป จะพบกับ หน้าต่างผู้เล่น ดังรูปที่ 4.13 (ข) ภายในหน้าต่างนี้ จะแสดงรายชื่อ และข้อมูลผู้เล่น 4 คน หากต้องการเพิ่มผู้เล่น สามารถกดได้ที่ปุ่มเพิ่มผู้เล่นใหม่ เพื่อไปยังหน้าต่างเพิ่มผู้เล่น ดังรูปที่ 4.13 (ค) โดยในหน้าต่างนี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้ในการเพิ่มผู้เล่น เช่น ชื่อขอผู้เล่น และแผ่นป้ายประจำตัวผู้เล่น

ดังกล่าว เมื่อกดยืนยัน ข้อมูลที่เพิ่มจะแสดงที่หน้าต่างผู้เล่น เมื่อกรอกข้อมูลตามจำนวนผู้เล่นครบแล้ว ให้กดปุ่มถัดไปเพื่อเข้าสู่หน้าต่างเตรียมพร้อมในการเล่นเกม

←

ASK ME ABOUT

Atomic Number

Element Category

Group and Period

Atomic Weight

Element Compound

Symbol

NEXT

←

PLAYER

PLAYER #1
Pop

PLAYER #2
Bosch

ADD NEW PLAYER

NEXT

(ก)

(ข)

←

ADD NEW PLAYER

Name

Avatar

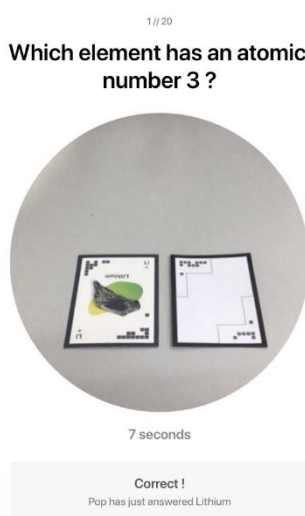
Bosch Done Cancel

(ค)

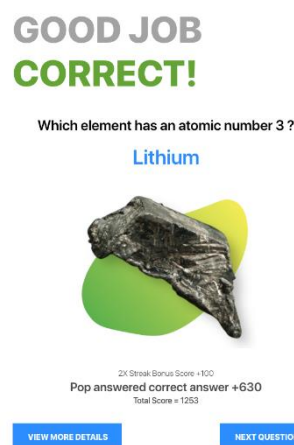
รูปที่ 4.13 หน้าต่างเตรียมพร้อมก่อนเริ่มเล่นเกม

4.2.3 หน้าต่างการเล่นเกม

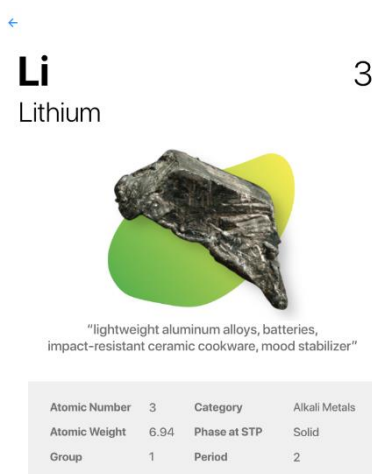
ภายในหน้าต่างเล่นเกมจะแสดงข้อมูลของคำถามดังรูปที่ 4.14 (ก) ในการตอบคำถามผู้เล่นจะต้องวางมาร์กเกอร์ให้ตรงกับจุดที่กำหนด สถานะของเวลาและการตอบคำถามจะแสดงที่ตรงกลางด้านล่างว่าใครตอบอะไร โดยแสดงผลแพ้ในกรณีที่คำตอบยังไม่ถูกต้อง ถ้าตอบถูกแล้วจะแสดงหน้าต่างแสดงผลแพ้ที่ถูกต้องเฉลยขึ้นมา ดังรูปที่ 4.14 (ข) ซึ่งภายในหน้าต่างนี้จะแสดงเฉลยคำตอบ คะแนนของผู้เล่นที่ตอบถูกได้รับ ในกรณีที่ผู้เล่นต้องการทราบข้อมูลเกี่ยวกับเฉลยนั้น สามารถกดได้ที่ปุ่มข้อมูลเพิ่มเติม ดังรูปที่ 4.14 (ค) หากเสร็จสิ้นการอ่านข้อมูลแล้วให้กดปุ่มถัดไป เพื่อเริ่มคำถามข้อใหม่หรือหากครบ 20 ข้อแล้วให้ไปยังหน้าต่างแสดงสรุปคะแนน ดังรูปที่ 4.14 (ง) เพื่อดูสรุปคะแนนทั้งหมด



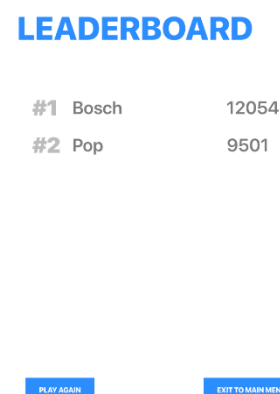
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

รูปที่ 4.14 หน้าต่างการเล่นเกม

บทที่ 5

วิเคราะห์และสรุปผล

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

การจัดทำโครงการการใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับการเรียนรู้วิชาเคมี มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเกมส่งเสริมการเรียนรู้วิชาเคมี หัวข้อ “อะตอมและตารางธาตุ” โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อสร้างเกมเสริมทักษะด้านการจดจำข้อมูลของธาตุในตารางธาตุ ตลอดจนประเมินทักษะด้านการจดจำและการประยุกต์ใช้ธาตุของผู้ใช้งาน เช่น ชื่อธาตุ หมวลหมู่ ธาตุ ตารางธาตุ สัญลักษณ์ และเลขอะตอม ตลอดจนเพื่อสร้างสื่อการสอนวิชาเคมีในรูปแบบใหม่ ที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์กับระบบโดยตรง เพื่อช่วยเพิ่มความน่าสนใจของบทเรียนจนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางเคมีให้เข้ากับชีวิตประจำวัน

การพัฒนาโครงการนี้ ใช้แอปพลิเคชันสร้างขึ้นบนแพลตฟอร์ม iOS กับเทคโนโลยีความจริงเสริม และศึกษาโจทย์ตัวอย่าง เนื้อหาการเรียนรู้เรื่อง “อะตอมและตารางธาตุ” ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อนำมาใช้ออกแบบแอปพลิเคชันโดยอิงจากกลุ่มเป้าหมายเป็นหลัก และนำเนื้อหาความรู้มาประยุกต์ใช้ในเกม ผ่านการจัดทำแผ่นป้ายตารางธาตุเพื่อใช้งานควบคู่กัน โดยการออกแบบใช้หลักการ แนวคิด ของการออกแบบเกมข้างต้นเป็นพื้นฐานในการออกแบบกลไกการเล่น เพื่อให้เกมสนุกและลื่นไหล เหมาะสมกับวัยของผู้เล่นเป้าหมายและสอดคล้องกับการเรียนรู้ โดยนำแนวคิดและทฤษฎีต่างๆ ทั้งกลุ่มทฤษฎีการเรียนรู้จดจำ ที่การออกแบบเกมได้ประยุกต์ความตั้งใจเชิงพฤติกรรม การเรียนรู้ ทักษะคิด การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ และทฤษฎีการใช้และความพึงพอใจ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้เนื้อหาวิชาเคมีตามหลักสูตรการเรียนการสอน จัดทำโดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม ผ่านการออกแบบบนพื้นฐานอินโฟกราฟิก และใช้เทคโนโลยี การใช้งานเทคโนโลยีความจริงเสริมด้วยมาร์กเกอร์ซึ่งเป็นบาร์โค้ดที่มีหลักการทำงาน โดยการใช้แอปพลิเคชันบนมือถือสแกนรูปภาพที่มีลักษณะเป็นรูปแบบผ่านทางกล้องถ่ายภาพได้อย่างรวดเร็ว โดยซอฟต์แวร์จะจดจำภาพและแสดงค่าต่างๆบนหน้าจอตามคำสั่งที่กำหนดไว้

เพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพของระบบต้นแบบ ผู้จัดทำได้ออกแบบการทดลองดังต่อไปนี้

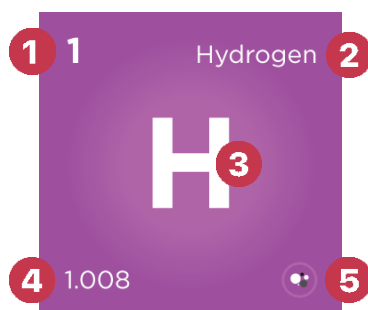
5.1.1 การทดสอบความสามารถในการตรวจจับมาร์กเกอร์โดยใช้กล้องหลัง

ในการทดลองนี้ ทางผู้พัฒนาได้ทำการทดลองวัดอัตราความสำเร็จในการตรวจจับมาร์กเกอร์รูปแบบต่างๆ ผ่านทางกล้องหลังดังต่อไปนี้

รูปแบบที่ 1 , 2 และ 3

จากรูปที่ 5.1 เป็นมาร์กเกอร์สี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 3x3 , 4x4 และ 5x5 เซนติเมตร ตามลำดับ โดยรูปแบบของมาร์กเกอร์ ผู้พัฒนาใช้การอ้างอิงจากรูปแบบของตารางธาตุในลักษณะที่เป็นมาตรฐาน [32] เพื่อให้ง่ายต่อการจดจำและใช้งาน โดยภายในมาร์กเกอร์ประกอบด้วย

- หมายเลข 1 คือ หมายเลขอะตอม
- หมายเลข 2 คือ ชื่อธาตุ
- หมายเลข 3 คือ สัญลักษณ์ธาตุ
- หมายเลข 4 คือ น้ำหนักอะตอมของธาตุ
- หมายเลข 5 คือ สัญลักษณ์แทนสถานะของธาตุ ณ อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ดังรูปที่ 5.2 ตามลำดับ



รูปที่ 5.1 ส่วนประกอบของมาร์กเกอร์ รูปแบบที่ 1-3



รูปที่ 5.2 สัญลักษณ์แทนสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ตามลำดับจากซ้ายไปขวา

โดยสีพื้นหลังของมาร์กเกอร์ ผู้พัฒนาได้เลือกใช้สีต่างกันทั้งหมด 10 สี ซึ่งนอกจากจะได้ประโยชน์ทางด้านความสวยงามน่าใช้แล้ว ยังแสดงถึงคุณสมบัติของธาตุที่เกิดจากความเป็นโลหะอีกด้วย ได้แก่

- โลหะแอลคาไล	แทนด้วยสี		# 6ABE45
- โลหะแอลคาไลเอิร์ธ	แทนด้วยสี		# 3BBC98
- โลหะทรานซิชัน	แทนด้วยสี		# 42C2C8
- โลหะหลังทรานซิชัน	แทนด้วยสี		# F16B4D
- กึ่งโลหะ	แทนด้วยสี		# EE761F
- แอ็กทิไนด์	แทนด้วยสี		# F9A021
- แลนทาไนด์	แทนด้วยสี		# FCC70C
- อโลหะหลายวาเลนซ์	แทนด้วยสี		# EF58A0
- อโลหะวาเลนซ์เดียว	แทนด้วยสี		# 9E4F9F
- แก๊สมีตระกูล	แทนด้วยสี		# 6953A3
- ไม่มีกลุ่ม	แทนด้วยสี		# A6A6A6

จากการตั้งสมมุติฐานก่อนการเริ่มการทดสอบว่า ขนาดของมาร์กเกอร์ที่แตกต่างกัน ส่งผลทำให้อัตราการตรวจจับมาร์กเกอร์แตกต่างกัน ที่ระยะห่างคงที่ จึงได้จัดทำมาร์กเกอร์แตกต่างกัน 3 ขนาด ได้แก่ขนาด 3x3 เซนติเมตร, 4x4 เซนติเมตร และ 5x5 เซนติเมตร แทนด้วยชื่อมาร์กเกอร์ รูปแบบที่ 1, รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ตามลำดับ จำนวนรูปแบบละ 20 แผ่นป้าย ดังรูปที่ 5.3



1 Hydrogen H 1.008	2 Helium He 4.0026	3 Lithium Li 6.94	4 Beryllium Be 9.0122	5 Boron B 10.81
6 Carbon C 12.011	7 Nitrogen N 14.007	8 Oxygen O 15.999	9 Fluorine F 18.998	10 Neon Ne 20.180
11 Sodium Na 22.990	12 Magnesium Mg 24.305	13 Aluminum Al 26.982	14 Silicon Si 28.085	15 Phosphorus P 30.974
16 Sulfur S 32.06	17 Chlorine Cl 35.45	18 Argon Ar 39.948	19 Potassium K 39.098	20 Calcium Ca 40.078

รูปที่ 5.3 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 1-3

รูปแบบที่ 4 และ 5

ผู้พัฒนาได้นำแนวคิดการออกแบบของมาร์กเกอร์ ชนิดมาร์กมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ โดยการสร้างรูปแบบเอกลักษณ์ (Unique Pattern) ที่มีลักษณะแตกต่างกันทั้งหมด 20 รูปแบบ นำมาเพิ่มเติมด้านล่างของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 1-3 จำนวน 20 แผ่นป้าย และจัดพิมพ์ทั้งหมด 2 ขนาด ได้แก่ขนาด 3x3.5 เซนติเมตร และ 4x4.67 เซนติเมตร แทนด้วยชื่อมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 4 และ รูปแบบที่ 5 ตามลำดับเพื่อใช้ในการทดลอง ผลลัพธ์ดังรูปที่ 5.4

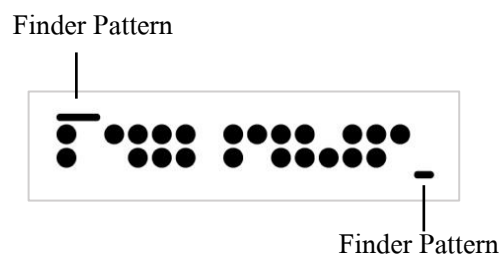
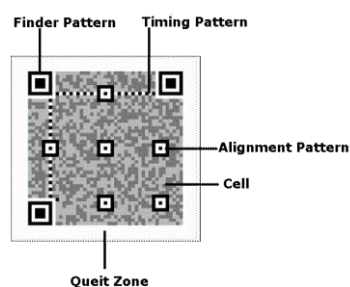
1 Hydrogen H 1.008 ••••••••••	2 Helium He 4.0026 ••••••••••	3 Lithium Li 6.94 ••••••••••	4 Beryllium Be 9.0122 ••••••••••	5 Boron B 10.81 ••••••••••
6 Carbon C 12.01 ••••••••••	7 Nitrogen N 14.007 ••••••••••	8 Oxygen O 15.999 ••••••••••	9 Fluorine F 18.998 ••••••••••	10 Neon Ne 20.180 ••••••••••
11 Sodium Na 22.990 ••••••••••	12 Magnesium Mg 24.305 ••••••••••	13 Aluminium Al 26.982 ••••••••••	14 Silicon Si 28.085 ••••••••••	15 Phosphorus P 30.974 ••••••••••
16 Sulfur S 32.06 ••••••••••	17 Chlorine Cl 35.45 ••••••••••	18 Argon Ar 39.948 ••••••••••	19 Potassium K 39.098 ••••••••••	20 Calcium Ca 40.078 ••••••••••

รูปที่ 5.4 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 4 และ 5

รูปแบบที่ 6

เป็นมาร์กเกอร์ที่นำรูปแบบที่ 4 และ 5 มาต่อยอด โดยเพิ่มความกว้าง เส้นผ่านศูนย์กลางของจุดวงกลม และเพิ่มเส้นตรง 2 เส้นที่ตำแหน่งซ้ายบนและตำแหน่งขวาล่างในส่วนรูปแบบเอกลักษณ์ของมาร์กเกอร์ ซึ่งมีหน้าที่สำหรับการช่วยตรวจหาตำแหน่งการหา

ข้อมูล ดังรูปที่ 5.5 โดยได้แนวคิดมาจากการใช้จุดหาตำแหน่งข้อมูล (Finder Pattern) ในคิวอาร์โค้ด ดังรูปที่ 5.6 แสดงส่วนประกอบของคิวอาร์โค้ด



รูปที่ 5.5 ส่วนประกอบของคิวอาร์โค้ด

รูปที่ 5.6 ส่วนประกอบของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 6

จากแนวคิดข้างต้น ผู้พัฒนาจึงทำการออกแบบมาร์กเกอร์สำหรับการทดลองทั้งหมด 20 แผ่น โดยแต่ละแผ่นมีขนาด 4x5 เซนติเมตร โดยใช้กระบวนการจัดทำเดียวกันกับมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 4 และ 5 แทนชื่อด้วยมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 6 เพื่อใช้ประกอบในการทดลอง ดังรูปที่ 5.7

1 Hydrogen H 1.008 [Barcode]	2 Helium He 4.0026 [Barcode]	3 Lithium Li 6.94 [Barcode]	4 Beryllium Be 9.0122 [Barcode]	5 Boron B 10.81 [Barcode]
6 Carbon C 12.011 [Barcode]	7 Nitrogen N 14.007 [Barcode]	8 Oxygen O 15.999 [Barcode]	9 Fluorine F 18.998 [Barcode]	10 Neon Ne 20.180 [Barcode]
11 Sodium Na 22.990 [Barcode]	12 Magnesium Mg 24.305 [Barcode]	13 Aluminium Al 26.982 [Barcode]	14 Silicon Si 28.085 [Barcode]	15 Phosphorus P 30.974 [Barcode]
16 Sulfur S 32.06 [Barcode]	17 Chlorine Cl 35.45 [Barcode]	18 Argon Ar 39.948 [Barcode]	19 Potassium K 39.098 [Barcode]	20 Calcium Ca 40.078 [Barcode]

รูปที่ 5.7 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 6

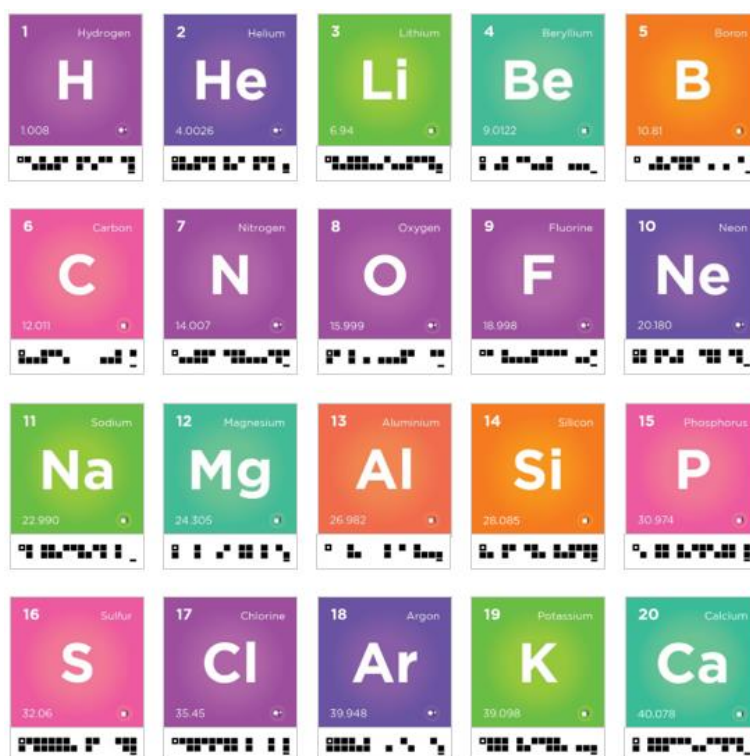
รูปแบบที่ 7

เป็นมาร์กเกอร์ที่นำรูปแบบที่ 4 และ 5 มาต่อยอด เปลี่ยนลักษณะของรูปแบบเอกลักษณ์ จากจุดวงกลม เป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยแนวความคิดการออกแบบมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 7 นั้นมาจากการตั้งสมมุติฐานว่าจุดเด่นของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 ที่มีมากเกินไป และขนาดของพื้นที่ที่ค่อนข้างเล็ก ทำให้อัตราความสำเร็จต่ำ จากรูปที่ 5.8 จึงเป็นการเปรียบเทียบระหว่างจุดเด่นของตัวอย่าง มาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 6 ที่ได้จากการประมวลผลของ Vuforia โดยจุดเด่นของมาร์กเกอร์ในรูปที่ 5.8 โดยแทนด้วยเครื่องหมาย “+” สี่เหลี่ยม



รูปที่ 5.8 เปรียบเทียบจุดเด่นของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 กับ มาร์กเกอร์รูปแบบที่ 7

จากข้อความข้างต้นผู้พัฒนาจึงออกแบบมาร์กเกอร์สำหรับการทดลองทั้งหมด 20 แผ่นป้าย โดยมีขนาด 4x5 เซนติเมตร แทนชื่อด้วยมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 7 เพื่อใช้ประกอบในการทดลอง โดยใช้กระบวนการจัดทำเดียวกันกับมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 4 และ 5 ผลลัพธ์ที่ได้ดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 7

รูปแบบที่ 8

เป็นมาร์กเกอร์ชนิดคิวอาร์โค้ด ที่สร้างขึ้นมาจากเครื่องมือสร้างคิวอาร์โค้ด รูปแบบมาตรฐาน ขนาด 4x4 เซนติเมตร ผู้พัฒนาจึงออกแบบมาร์กเกอร์สำหรับการทดลอง ทั้งหมด 20 แผ่นป้าย แทนชื่อด้วยมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8 เพื่อใช้ประกอบในการทดลอง ตัวอย่างผลลัพธ์ดังรูปที่ 5.10

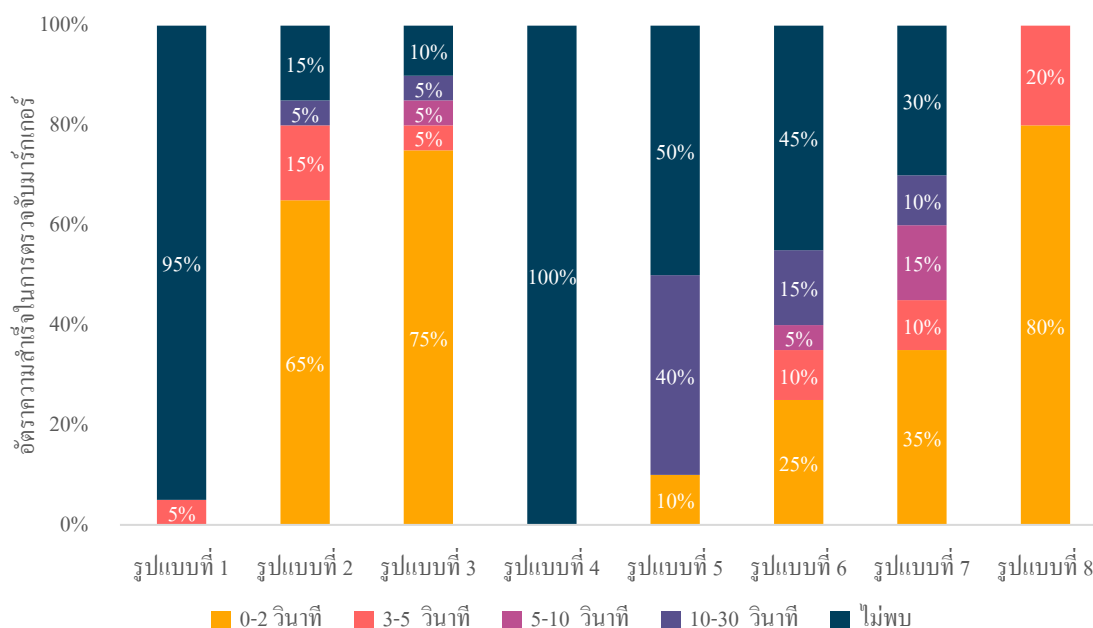


รูปที่ 5.10 ตัวอย่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8

จากการออกแบบและพัฒนามาร์กเกอร์รูปแบบต่างๆและทำการทดลองควบคู่ไปด้วย ในเบื้องต้นผู้พัฒนาได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยการวัดอัตราการตรวจจับได้ต่อระยะเวลาในการตรวจจับนับจากการเริ่มวางแผ่นมาร์กเกอร์

ผู้พัฒนาได้ทำการจัดทำแอปพลิเคชันต้นแบบเพื่อทดสอบการตรวจจับมาร์กเกอร์ โดยเฉพาะ ลงบนอุปกรณ์ iPad (2018) ขนาด 9.7 นิ้ว รุ่น Wi-Fi ซึ่งทำการทดสอบกับกล้องด้านหลัง ที่มีความละเอียด 8 เมกะพิกเซล [33]

ต่อมาจึงทำการวัดผลการทดลอง ในสภาพแวดล้อมภายในอาคารช่วงเวลากลางคืน แสงสว่างจากหลอดไฟปกติ เพราะเป็นสภาพแวดล้อมที่สามารถควบคุมตัวแปรภายนอกเรื่องแสงสว่างได้ดี แล้วนำมาร์กเกอร์มาวางไว้ในจุดที่กำหนด กำหนดระยะห่างสำหรับการทดสอบที่ 25 เซนติเมตร วางในแนวขนานกับอุปกรณ์ แต่ละการทดลองจะมีแผ่นมาร์กเกอร์ทั้งหมด 20 แผ่น ซึ่งมาร์กเกอร์แต่ละแผ่นจะแตกต่างกันทั้งหมดภายในชุดการทดลอง โดยวัดจากอัตราการตรวจจับได้ ต่อระยะเวลาในการตรวจจับ นับตั้งแต่เริ่มวางแผ่นมาร์กเกอร์จนถึงการอ่านค่า และบันทึกผลการทดลอง จึงสามารถสรุปผลออกมาเป็นแผนภูมิดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แผนภูมิอัตราความสำเร็จในการตรวจจับมาร์กเกอร์ต่อเวลาที่ใช้

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างมาร์กเกอร์รูปแบบต่างๆในการทดลอง พบว่า มาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8, รูปแบบที่ 3 และรูปแบบที่ 2 มีอัตราความสำเร็จในการตรวจจับมากที่สุดตามลำดับ 3 อันดับ สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. ขนาดของมาร์กเกอร์ที่แตกต่างกันส่งผลให้อัตราการตรวจจับมาร์กเกอร์แตกต่างกัน

จากการทดลองกับมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ทำให้ทราบได้ว่ามาร์กเกอร์ที่มีขนาดเล็กเกินไปทำให้อัตราการตรวจจับต่ำลง เนื่องจากปัจจัยทางด้านความละเอียดของกล้องในอุปกรณ์ที่ใช้ ซึ่งจากการทดลองกับอุปกรณ์ iPad(2018) พบว่าขนาดที่เหมาะสมกับระยะห่างที่กำหนดไว้ (25 เซนติเมตร) นั่นคือมาร์กเกอร์ขนาด 4x4 เซนติเมตร และ 5x5 เซนติเมตร ตามลำดับ

2. มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างสีพื้นหลังกับข้อความมาก ส่งผลให้อัตราการตรวจจับสูงขึ้น

จากการทดลอง สามารถแบ่งผลการทดลองได้ทั้งหมด 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มที่มีค่าความแตกต่างน้อย จำนวน 4 แผ่นป้าย ดังรูปที่ 5.12
2. กลุ่มที่มีค่าความแตกต่างปานกลาง จำนวน 4 แผ่นป้าย ดังรูปที่ 5.13
3. กลุ่มที่มีค่าความแตกต่างสูง จำนวน 4 แผ่นป้าย ดังรูปที่ 5.14

ซึ่งค่าความแตกต่างนั้นมีค่าแปรผันตามกับระยะเวลาและอัตราการตรวจจับ โดยจากการทดลอง รูปที่มีค่าความแตกต่างต่ำนั้นใช้เวลาในการตรวจจับโดยเฉลี่ย 18.5 วินาที

และบางแผ่นป้ายไม่สามารถตรวจจับแผ่นป้ายได้ภายใน 30 วินาที ส่วนรูปที่มีค่าความแตกต่างปานกลาง ใช้เวลาในการตรวจจับโดยเฉลี่ย 9.5 วินาที และกลุ่มรูปที่มีความแตกต่างสูงนั้น ใช้เวลาในการตรวจจับโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 3 วินาทีเท่านั้น

จึงสรุปได้ว่า มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างสีพื้นหลังกับข้อความมาก ส่งผลให้อัตราการตรวจจับสูงขึ้น ทั้งในด้านความแม่นยำในการตรวจจับ และระยะเวลาที่ใช้

3 Lithium Li 6.94	4 Beryllium Be 9.0122	11 Sodium Na 22.990	12 Magnesium Mg 24.305
-----------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------------	--

รูปที่ 5.14 มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังและข้อความสูง

5 Boron B 10.81	6 Carbon C 12.011	13 Aluminium Al 26.982	14 Silicon Si 28.085
---------------------------------	-----------------------------------	--	--------------------------------------

รูปที่ 5.12 มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังและข้อความปานกลาง

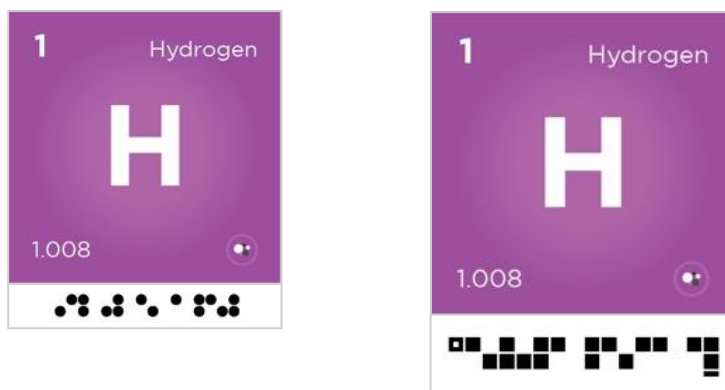
1 Hydrogen H 1.008	2 Helium He 4.0026	9 Fluorine F 18.998	10 Neon Ne 20.180
------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------

รูปที่ 5.13 มาร์กเกอร์ที่มีความแตกต่างระหว่างพื้นหลังและข้อความน้อย

3. มาร์กเกอร์ที่มีจุดเด่นมากเกินไป ส่งผลทำให้การตรวจจับใช้เวลานานขึ้น และอัตราความสำเร็จต่ำลง

จากรูปที่ 5.15 (ข) แสดงการเปรียบเทียบระหว่างจุดเด่นของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 (ซ้าย) และมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 7 (ขวา) และจากผลการทดลอง พบว่าอัตราความสำเร็จของมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 และ 7 ภายในระยะเวลา 30 วินาที อยู่ที่ 50% และ 70% ตามลำดับ

จึงสามารถสรุปได้ว่า มาร์กเกอร์ที่มีจุดเด่นมากเกินไป ทำให้อัตราความสำเร็จในการตรวจจับต่ำลง เนื่องจากระบบตรวจจับใช้เวลานานในการเปรียบเทียบจุดเด่นที่พบ กับฐานข้อมูล ซึ่งมาร์กเกอร์ที่มีจุดเด่นน้อยกว่า จะใช้เวลาในการเปรียบเทียบน้อยกว่า ส่งผลทำให้อัตราความสำเร็จเพิ่มมากขึ้น



(ก)



(ข)

รูปที่ 5.15 เปรียบเทียบระหว่างมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 5 และรูปแบบที่ 7

จากการทดลองทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่าเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานจริงสูงสุด มาร์กเกอร์ที่ควรใช้สำหรับการเล่นในการใช้งานจริง ควรมีขนาดที่พอเหมาะต่อการมองเห็นและการตรวจจับของกล้องได้ ซึ่งจากการทดลองพบว่ามาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8 ที่มีขนาด 5x6 เซนติเมตร ดังรูปที่ 5.16 เป็นขนาดที่เหมาะสม อ่านง่าย เมื่อเก็บรวบรวมทั้ง 118 ชิ้น สามารถเก็บและพกพาได้สะดวก และมีความเที่ยงตรงในการอ่านค่าตามเกณฑ์ที่สามารถใช้งานได้จริง คือมีอัตราความสำเร็จในการตรวจจับภายใน 30 วินาที มากถึง 59-72% ซึ่งถือว่าเป็นค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้



รูปที่ 5.16 มาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8 ที่ใช้ในการทดลองกับกล้องหน้า

จากการทดสอบความสามารถในการตรวจจับมาร์กเกอร์โดยใช้กล้องหลัง ผู้พัฒนา มีความเห็นว่า การใช้กล้องหลังมีส่วนทำให้อรรถรสในการใช้แอปพลิเคชันลดน้อยลง เนื่องจาก เมื่อมองที่หน้าจอคำถามบนอุปกรณ์ iPad (2018) และต้องการตอบคำถามในข้อ

นั้นๆ กลับต้องวางมาร์กเกอร์ในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับกล้องหลัง ทำให้ต้องละสายจากหน้าจอไปกล้องหลัง และจากกล้องหลังกลับมามองหน้าจออยู่เสมอ จึงได้มีความคิดเห็นให้เปลี่ยนจากการทดสอบความสามารถในการตรวจจับมาร์กเกอร์โดยใช้กล้องหลังมาเป็นการใช้กล้องหน้าแทน

5.1.2 การทดสอบความสามารถในการตรวจจับมาร์กเกอร์โดยใช้กล้องหน้า

จากการทดสอบความสามารถในการตรวจจับมาร์กเกอร์โดยใช้กล้องหลังนั้นพบว่ารูปแบบที่ 8 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในแอปพลิเคชันมากที่สุด ผู้พัฒนาจึงได้เลือกมาร์กเกอร์รูปแบบที่ 8 มาใช้โดยใช้กล้องหน้าในการตรวจจับแทน

ผู้จัดทำได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจจับและอ่านค่าของมาร์กเกอร์ ซึ่งการทดลองแต่ละรอบ ใช้มาร์กเกอร์จำนวน 118 แผ่น โดยได้ข้อสรุป ดังนี้

การทดลองรอบที่ 1

ทำการทดลองตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ พบว่า มีมาร์กเกอร์ที่ถูกอ่านค่าได้อย่างถูกต้องจำนวน 85 แผ่น (ค่าผิดพลาดไปจำนวน 33 แผ่น) คิดเป็นความแม่นยำร้อยละ 72

การทดลองรอบที่ 2

ทำการทดลองตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ พบว่า มีมาร์กเกอร์ที่ถูกอ่านค่าได้อย่างถูกต้องจำนวน 76 แผ่น (ค่าผิดพลาดไปจำนวน 42 แผ่น) คิดเป็นความแม่นยำร้อยละ 64

การทดลองรอบที่ 3

ทำการทดลองตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ พบว่า มีมาร์กเกอร์ที่ถูกอ่านค่าได้อย่างถูกต้องจำนวน 70 แผ่น (ค่าผิดพลาดไปจำนวน 48 แผ่น) คิดเป็นความแม่นยำร้อยละ 59.3

หมายเหตุ ไม่ทำการทดลองจับเวลาการตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ เนื่องจาก ในการอ่านค่าจากมาร์กเกอร์ทุกตัวมีความรวดเร็วอยู่แล้ว คือ ไม่เกิน 3 วินาที เพียงแต่มีค่าความแม่นยำที่ไม่แน่นอน

จากการทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจจับและอ่านค่าของมาร์กเกอร์ทั้ง 3 รอบ เห็นได้ชัดเจนว่า ร้อยละของความแม่นยำมีความลดน้อยลงเนื่องจากค่าของคิวอาร์โค้ดใน 1 ตัวอักษร มีเลขฐานสองจำนวน 8 ตัว ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ในหัวข้อ 2.5.6 คิวอาร์โค้ด (QR Code) ซึ่งเมื่อมีเลขใดเลขหนึ่งเปลี่ยนเพียงจำนวน 1 ตัว นั้นหมายถึง ตัวอักษรที่เปลี่ยนไป ดังนั้นลักษณะของคิวอาร์โค้ดจะมีรูปแบบที่

คล้ายกันมาก และเมื่อมีมาร์กเกอร์จำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การอ่านค่ายากขึ้น เป็นเหตุผลให้ค่าของความแม่นยำน้อยลง

จากการทดลองทั้ง 3 รอบ พบว่า ค่าความแม่นยำอยู่ในช่วงร้อยละ 55 ถึง 75 ซึ่งยังไม่ดีเท่าที่ควรจะเป็น เนื่องจากการเล่นเกมในแต่ละข้อมีการจับเวลาและเวลาก็เป็นส่วนหนึ่งในการคิดคะแนน ดังนั้นการตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์จึงควรมีความแม่นยำสูงกว่านี้ โดยควรมีค่าความแม่นยำอยู่ในช่วงร้อยละ 90 ถึง 100 ผู้พัฒนาจึงได้พัฒนามาร์กเกอร์แบบใหม่คือวูมาร์ก (VuMark) ดังแสดงในหัวข้อ 2.5.7 นำมาใช้ในการทดลอง เพื่อให้ได้ค่าความแม่นยำที่ดียิ่งขึ้น โดยมาร์กเกอร์แบบใหม่มีขนาด 5x7 เซนติเมตร ดังรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 ตัวอย่างมาร์กเกอร์ชนิดวูมาร์กที่ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชัน

ผู้จัดทำได้ทำการทดลองเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพความแม่นยำในการตรวจจับและอ่านค่าของมาร์กเกอร์รูปแบบใหม่นี้ ซึ่งการทดลองแต่ละรอบ ใช้มาร์กเกอร์จำนวน 118 แผ่น มีขนาด 5x7 เซนติเมตรโดยได้ข้อสรุป ดังนี้

การทดลองรอบที่ 1

ทำการทดลองตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ พบว่า มีมาร์กเกอร์ที่ถูกอ่านค่าได้อย่างถูกต้องจำนวน 113 แผ่น (ค่าผิดพลาดไปจำนวน 5 แผ่น) คิดเป็นความแม่นยำร้อยละ 95.8

การทดลองรอบที่ 2

ทำการทดลองตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ พบว่า มีมาร์กเกอร์ที่ถูกอ่านค่าได้อย่างถูกต้องจำนวน 112 แผ่น (ค่าผิดพลาดไปจำนวน 6 แผ่น) คิดเป็นความแม่นยำร้อยละ 94.9

การทดลองรอบที่ 3

ทำการทดลองตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ พบว่า มีมาร์กเกอร์ที่ถูกอ่านค่าได้อย่างถูกต้องจำนวน 108 แผ่น (ค่าผิดพลาดไปจำนวน 10 แผ่น) คิดเป็นความแม่นยำร้อยละ 91.5

จากการทดลองทั้ง 3 รอบ พบว่า ค่าความแม่นยำอยู่ในช่วงร้อยละ 90 ถึง 100 ซึ่งตรงกับความต้องการของผู้พัฒนาและเป็นค่าความแม่นยำที่ยอมรับได้ ผู้พัฒนาจึงเลือกมาร์กเกอร์รูปแบบใหม่ชนิดมาร์กมาใช้ในการใช้งานจริงกับแอปพลิเคชัน เพื่อให้การตรวจจับและอ่านค่ามาร์กเกอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากการทดลองทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่ามาร์กเกอร์ที่ควรใช้ในการใช้งานจริงควรมีรายละเอียดที่ไม่คล้ายกัน เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว เพราะจะส่งผลให้การตรวจจับค่าบนมาร์กเกอร์เกิดความผิดพลาดได้ จากการทดลองพบว่ามาร์กเกอร์ที่มีขนาด 5x7 เซนติเมตร มีความเที่ยงตรงในการอ่านค่าตามเกณฑ์ที่สามารถใช้งานได้จริง มีอัตราความสำเร็จในการตรวจจับภายใน 3 วินาที มากถึง 90-100 %

จากการทำแบบสำรวจความพึงพอใจในแอปพลิเคชันกับกลุ่มผู้ใช้งานจริง พบว่าในภาพรวมนั้นแอปพลิเคชันได้รับความพึงพอใจมากกว่าแอปพลิเคชันอื่นที่มีลักษณะการทำงานที่คล้ายกัน ซึ่งเป็นผลตอบรับที่ดี และตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ ทางผู้พัฒนาจึงควรปรับปรุงและพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป เพื่อให้แอปพลิเคชันมีระดับความพึงพอใจที่มากขึ้น และสามารถนำแอปพลิเคชันไปใช้งานได้จริงเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้และการศึกษาในวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

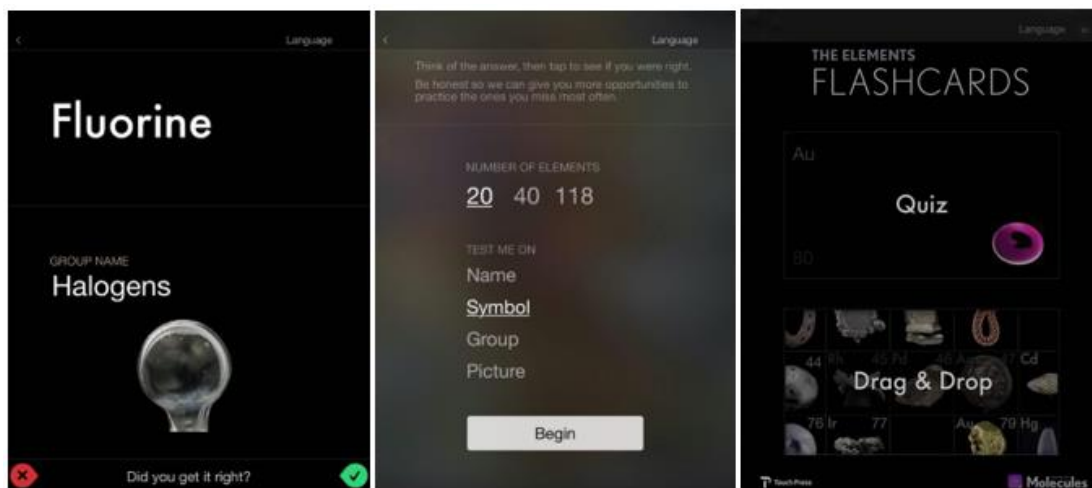
5.1.3 การทดสอบแอปพลิเคชันกับผู้ใช้งานจริง

แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความจริงเสริมกับการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง “อะตอมและตารางธาตุ” ได้ถูกนำไปทดสอบกับผู้ใช้งานทั้งหมด 45 คน อายุเฉลี่ย 18 ปี โดยแบ่งเป็น

- นักศึกษาปริญญาตรีจำนวน 20 คน แบ่งเป็น เพศชาย 13 คน เพศหญิง 7 คน
- นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 25 คน แบ่งเป็น เพศชาย 16 คน และเพศหญิง 9 คน

โดยการสุ่มอย่างง่ายและสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ด้วยแบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน(ภาคผนวก ข.) เป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดย

ทำควบคู่ไปกับการทดสอบแอปพลิเคชัน The Elements Flashcards [34] ดังรูปที่ 5.18 โดยแอปพลิเคชันดังกล่าวมีความคล้ายกับแอปพลิเคชันที่โครงการนี้ออกแบบ และเชื่อว่าพื้นฐานของสองแอปพลิเคชันนั้นคล้ายกันและเปรียบเทียบกันได้ อีกทั้งยังอยู่บนแพลตฟอร์ม iOS เช่นกัน



รูปที่ 5.18 แอปพลิเคชัน The Elements Flashcards

ในการทดสอบแอปพลิเคชันทั้งสองตัว จะมีการอธิบายลักษณะของแอปพลิเคชันทั้งสองแบบสั้นๆกับผู้ใช้ก่อน จากนั้นให้ผู้ใช้ได้ทดลองใช้แอปพลิเคชัน The Elements Flashcards ก่อนแล้วให้ทำแบบสำรวจความพึงพอใจในตอนต้นที่ 1 คือส่วนของความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน The Element Flash Card จากนั้นจึงทำการให้ผู้ใช้สามารถทดลองใช้แอปพลิเคชันที่โครงการนี้ออกแบบซึ่งมีชื่อว่า “Elemem” และทำแบบสำรวจความพึงพอใจในตอนต้นที่ 2 คือส่วนของความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน Elemem จากการทำแบบสำรวจความพึงพอใจพบว่า

1. การออกแบบที่น่าดึงดูดใจ

ร้อยละ 57 ของผู้ทำแบบสำรวจให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem มีการออกแบบที่น่าดึงดูดใจมากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ในระดับมากถึงมากที่สุด

2. เข้าใจขั้นตอนการใช้งานได้ง่าย

ร้อยละ 57.5 ของผู้ทำแบบสำรวจให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem สามารถเข้าใจขั้นตอนการใช้งานได้ง่ายมากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ในระดับมากถึงมากที่สุด

3. เรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตัวเอง

ร้อยละ 75 ของผู้ทำแบบสำรวจให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem เรียนรู้การใช้งานง่ายกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ในระดับมากที่สุด

4. ใช้งานได้อย่างราบรื่น ต่อเนื่อง

ร้อยละ 57 ของผู้ทำแบบสำรวจให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem สามารถใช้งานได้อย่างราบรื่นและต่อเนื่องมากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ในระดับมากที่สุด

5. เกิดความน่าสนใจ ดึงดูด เมื่อใช้งาน

ร้อยละ 63.2 ของผู้ทำแบบสำรวจให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem มีความน่าสนใจ ดึงดูด เมื่อใช้งานมากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ในระดับมากที่สุด

6. การออกแบบมีความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ 53 ของผู้ทำแบบสำรวจให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem มีการออกแบบที่มีความคิดสร้างสรรค์มากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ในระดับมากที่สุด

7. มีคำถามที่หลากหลาย

ร้อยละ 58 ของผู้ทำแบบสำรวจให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem และแอปพลิเคชัน The Element Flash Card นั้นมีคำถามที่หลากหลายในระดับที่เท่ากัน

8. ช่วยให้การจดจำธาตุได้ดีขึ้น

ผู้ทำแบบสำรวจ ร้อยละ 52 ให้ความเห็นว่าแอปพลิเคชัน Elemem สามารถช่วยในการจดจำธาตุดีขึ้น ซึ่งมากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ที่มีค่าร้อยละ 50

9. แนะนำให้บุคคลที่รู้จักใช้แอปพลิเคชันเพื่อการจดจำตารางธาตุ

ผู้ทำแบบสำรวจ ร้อยละ 52 ให้ความเห็นว่าแนะนำให้บุคคลที่รู้จักใช้แอปพลิเคชัน Elemem ซึ่งมากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card ที่มีค่าร้อยละ 51

จากรายละเอียดย่อยของแบบสำรวจ พบว่าค่าความพึงพอใจในระดับมากที่สุดมากที่สุดของแอปพลิเคชัน Elemem มีค่าความพึงพอใจมากกว่าแอปพลิเคชัน The Element Flash Card แทบทุกรายละเอียดยกเว้นในส่วนคำถามที่หลากหลายที่มีความพึงพอใจในระดับที่เท่ากัน จึงสามารถสรุปได้ว่า แอปพลิเคชัน Elemem ได้รับความพึงพอใจในภาพรวมมากกว่า แอปพลิเคชัน The Element Flash Card อย่างไรก็ตามแอปพลิเคชัน Elemem ยังต้องพัฒนาและปรับปรุง เพื่อสร้างความพึงพอใจจากผู้ใช้ให้มีระดับที่สูงขึ้นอีก

5.2 ปัญหาและอุปสรรคที่พบ

จากการดำเนินงานข้างต้น ทางผู้พัฒนาสามารถสรุปปัญหาและอุปสรรคออกเป็น 3 ประเภทหลัก ได้แก่

5.2.1 ปัญหาด้านการพัฒนามาร์กเกอร์

1. ผู้พัฒนาไม่มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการจัดพิมพ์มาร์กเกอร์รูปแบบต่างๆ จึงต้องใช้บริการพิมพ์จากโรงพิมพ์และร้านพิมพ์เอกสารแทน
2. คุณภาพของเครื่องพิมพ์แต่ละแห่งมีคุณภาพต่างกัน อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการทดลองได้
3. การตรวจจับมาร์กเกอร์ในรูปแบบคิวอาร์โค้ดมีลักษณะที่คล้ายกันจำนวนมาก ทำให้ค่าที่ตรวจจับได้มีความผิดพลาด จึงทำให้แอปพลิเคชันรับค่าไม่ตรงกับที่ตรวจจับได้ ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน
4. การพัฒนามาร์กเกอร์ทุกรูปแบบ มีค่าใช้จ่ายในการจัดพิมพ์ และในการพัฒนาช่วงแรก ไม่สามารถทำการเบิกค่าวัสดุอุปกรณ์เพื่อจ่ายเป็นค่าพิมพ์ได้

5.2.2 ปัญหาการพัฒนาแอปพลิเคชัน

1. การใช้งานแอปพลิเคชันในการใช้งานจริง มีตัวแปรอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้หลายอย่าง เช่น คุณภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ แสงสว่างจากภายนอก สภาพแวดล้อมต่างๆ ซึ่งทำให้แอปพลิเคชันที่พัฒนา มีข้อจำกัดในการใช้งานค่อนข้างสูง
2. ผู้พัฒนาขาดความชำนาญในการใช้ภาษา C# และการใช้งานโปรแกรมยูนิตี้ (Unity) ในการพัฒนา จึงใช้ระยะเวลาในส่วนของการพัฒนาแอปพลิเคชันนานกว่าปกติ
3. การทดลองมาร์กเกอร์เพื่อหารูปแบบที่สามารถตรวจจับได้เร็วใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากต้องศึกษาข้อมูลจำนวนมากและจัดทำมาร์กเกอร์เพื่อทำการทดลองกับแอปพลิเคชัน

5.2.3 ปัญหาจากผู้พัฒนา

1. ผู้พัฒนาขาดความรู้และความชำนาญในเรื่อง “อะตอมและตารางธาตุ” จึงใช้ระยะเวลาในการศึกษาความรู้เพิ่มเติมค่อนข้างนาน
2. ขาดผู้ให้คำปรึกษาที่มีความชำนาญเกี่ยวกับเรื่อง “อะตอมและตารางธาตุ”
3. การพัฒนาเกมเพื่อให้ความรู้ โดยอ้างอิงเนื้อหาจากแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นสิ่งที่มีความท้าทายเป็นอย่างมากใน

การออกแบบและพัฒนา ผู้พัฒนาจึงต้องศึกษาหาความรู้เป็นอย่างดี เพื่อให้ผลลัพธ์ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้และมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.3 ข้อเสนอในการพัฒนาระบบในอนาคต

1. พัฒนาให้สามารถนำข้อมูลจากการตอบคำถามในแอปพลิเคชันไปวิเคราะห์หรือวิจัยในเรื่องอื่นๆได้
2. จัดหาวัสดุในการพิมพ์มาร์กเกอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงมากกว่านี้ ซึ่งปัจจุบันผู้พัฒนาเลือกใช้กระดาษชนิดอาร์ต ผิวด้าน ความหนา 350 แกรมในการใช้งาน
3. พัฒนาแอปพลิเคชันให้สามารถรองรับบนแพลตฟอร์มแอนดรอยด์ (Android) และสามารถรองรับอุปกรณ์หลากหลายรูปแบบนอกเหนือจากการใช้บนอุปกรณ์ iPad(2018) เช่น iPad Pro(2018) หรือบน iPad Mini
4. พัฒนารฐานข้อมูลให้มีข้อมูลที่ครบถ้วน เข้าใจได้ง่าย ตรงตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน
5. ทดสอบแอปพลิเคชันต้นแบบที่สามารถใช้งานได้จริง กับกลุ่มเป้าหมาย และนำผลตอบรับมาปรับปรุงและแก้ไขในการพัฒนาครั้งต่อไป
6. พัฒนาแอปพลิเคชันให้มีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะสามารถนำไปขาย และใช้งานกับผู้ใช้งานอื่นๆได้จริง สามารถวางขายและเข้าถึงได้จากร้านค้าแอปพลิเคชัน (App Store) ได้

บรรณานุกรม

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ, “หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑,” 23 09 2018. [ออนไลน์] Available :http://lib.edu.chula.ac.th/FILEROOM/CABCU_PAMPHELT/DRAWER01/GENERAL/DATA0000/00000218.PDF.
- [2] สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, “รายงานประจำปี 2557,” 20 09 2018. [ออนไลน์]. Available: http://www.niets.or.th/uploads/content_pdf/pdf_1438068312.pdf.
- [3] สสวท., การจัดการสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กรุงเทพมหานคร: สำนักรัฐมนตรี กระทรวงศึกษาธิการ, 2546.
- [4] R. Caillois, Man, play, and games, University of Illinois Press., 1961.
- [5] K. Z. E. Selen, Rules of play: Game design fundamentals, The MIT Press, 2003.
- [6] E. M. & S.-S. B. Avedon, The study of games, J. Wiley, 1971.
- [7] P. W. P. Sweetser, “**Gameflow: A model for evaluating player enjoyment in games.**,” Comput Entertain, 2005.
- [8] M. Csikszentmihalyi, Flow: The psychology of optimal experience., 1990.
- [9] P. J. D. M. & W. P. Sweetser, “**Revisiting the gameflow model with detailed heuristics.**,” *Creative technologies*, 2012.
- [10] M. & A. I. Fishbein, Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research., Addison-Wesley., 1975.
- [11] C. V. Good, Dictionary of Education, NY: McGraw Hill Inc., 1959.
- [12] B. S. Bloom, Characteristics and School Learning, NY: McGraw Hill Inc., 1976.
- [13] H. H. Kendler, Basic Psychology, NY: Appleton-Century-Crofts., 1963.
- [14] D. Katz, “**The Functional Approach of the Study of Attitudes**,” p. 469, 1960.
- [15] H. C. Kelman, Harvard University, 1957. [ออนไลน์]. Available: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/002200275800200106>. [ที่เข้าถึง 3 2018].
- [16] L. B. B. Maxwell E. McCombs, Using Mass Communication Theory, Minnesota: University of Minnesota, 1979.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [17] M. E. a. B. L. B. McCombs, Using Mass Communication Theory, Prentice Hall, 1979.
- [18] a. J. R. Plamgreen P., “Uses and Gratification and Exposure to public television, a Discrepancy Approach,” 1979, p. 45.
- [19] จุฑารัตน์ ออบเชยเทศ, การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแบบเรียนวิชาเคมีสำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายโดยการวิจัยแบบเรียน, กรุงเทพมหานคร: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [20] สสวท., คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 2556.
- [21] Analog60, 4 กันยายน 2558. [ออนไลน์]. Available: <https://analog60.wordpress.com/2015/09/04/image-analysis/>. [ที่เข้าถึง 31 มกราคม 2562].
- [22] Natsuda, 10 ตุลาคม 2560. [ออนไลน์]. Available: <http://artechnologyforlearn.blogspot.com/2017/10/ar-ar.html>. [ที่เข้าถึง 31 มกราคม 2562].
- [23] Wikipedia, 10 กันยายน 2561. [ออนไลน์]. Available: <https://th.wikipedia.org/wiki/>. [ที่เข้าถึง 31 มกราคม 2562].
- [24] nipatanoy, 18 เมษายน 2560. [ออนไลน์]. Available: <https://nipatanoy.wordpress.com/>. [ที่เข้าถึง 20 มกราคม 2562].
- [25] ดีไซน์นิว, “DesignNil,” 2018. [ออนไลน์]. Available: <https://www.designil.com/infographic>.
- [26] วิลาศ สมบัติฤทธา, “สำนักงาน กสทช.,” 4 10 2016. [ออนไลน์]. Available: https://broadcast.nbtc.go.th/bcj/2559/doc/2559_10_4.pdf.
- [27] JSON Organization, [ออนไลน์]. Available: <https://www.json.org/>. [ที่เข้าถึง 10 11 2018].
- [28] mindphp, 17 มกราคม 2561. [ออนไลน์]. Available: <https://www.mindphp.com/>. [ที่เข้าถึง 30 มกราคม 2562].
- [29] P. Pornkitprasan, 16 เมษายน 2562. [ออนไลน์]. Available: <https://www.facebook.com/pawitp/posts/10218118690706886>. [ที่เข้าถึง 30 เมษายน 2562].

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [30] Vuforia, Vuforia, 31 มกราคม 2562. [ออนไลน์]. Available:
<https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>. [ที่เข้าถึง 28 เมษายน 2562].
- [31] vuforia, “VuMark Design Duide,” [ออนไลน์]. Available:
<https://library.vuforia.com/content/vuforia-library/en/articles/Training/VuMark-Design-Guide.html>. [ที่เข้าถึง 10 2018].
- [32] Wikipedia, “ตารางธาตุ,” [ออนไลน์]. Available: <https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%>.
 [ที่เข้าถึง กันยายน 2561].
- [33] Apple Inc., "iPad 9.7-inch - Technical Specifications," 2018. [Online]. Available:
<https://www.apple.com/ipad-9.7/specs/>.
- [34] T. P. Inc, Touch Press Inc, 15 มกราคม 2562. [ออนไลน์]. Available:
<https://itunes.apple.com/th/app/the-elements-flashcards/>. [ที่เข้าถึง 30 เมษายน 2562].

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบสอบถามและแบบทดสอบ

แบบสอบถาม

ความคิดเห็นของนักเรียนในชั้นมัธยมศึกษา ต่อการเรียนรู้วิชาเคมี และความคิดเห็นต่อการพัฒนาสื่อการเรียนรู้วิชาเคมีเรื่องธาตุและตารางธาตุ

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

ตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่องธาตุและตารางธาตุ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของนักเรียน

โปรดทำเครื่องหมายในช่องว่างที่กำหนด และกรอกข้อความในพื้นที่ที่กำหนดให้ครบถ้วน

1. กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้น.....

2.เพศ

3.สายการเรียน

.....

4. นักเรียนคิดว่าเนื้อหาเรื่องใดในวิชาเคมีที่สำคัญต่อการเรียนวิชาเคมี

เนื้อหา	ความสำคัญ				
	น้อย มาก	น้อย	ปาน กลาง	มาก	มาก ที่สุด
อะตอมและตารางธาตุ					
พันธะเคมี					
ปริมาณสารสัมพันธ์					
ของแข็ง ของเหลว แก๊ส					
กรด และ เบส					
ไฟฟ้าเคมี					
เคมีอินทรีย์					
สารชีวโมเลกุล					

ตอนที่ 2 แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเรื่องธาตุและตารางธาตุ

แบบทดสอบนี้ประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 20 ข้อ 20 คะแนน โปรดทำเครื่องหมายหน้าข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของธาตุ

- ก. สารบริสุทธิ์เนื้อเดียว
- ข. สารประกอบเนื้อเดียว
- ค. สารบริสุทธิ์เนื้อเดียวประกอบไปด้วยอะตอมชนิดเดียวกัน
- ง. สารบริสุทธิ์เนื้อเดียวที่เกิดจากการรวมกันทางเคมีระหว่างธาตุต่างชนิดกัน

2. เลขอะตอมของธาตุ คือข้อใด

- ก. จำนวนอิเล็กตรอนในอะตอมของธาตุ
- ข. จำนวนโปรตอนในอะตอมของธาตุ
- ค. จำนวนนิวตรอนในอะตอมของธาตุ
- ง. จำนวนโปรตอนกับนิวตรอนในอะตอมของธาตุ

3. ข้อใดอธิบายความหมายของเลขมวลได้ถูกต้อง

- ก. จำนวนโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม
- ข. มวลรวมของนิวตรอน และโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม
- ค. มวลรวมของนิวตรอน และโปรตอนในนิวเคลียสของอะตอม
- ง. มวลรวมของโปรตอน และนิวเคลียสของอะตอม

4. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ธาตุต่างชนิดกันจะมีมวลต่างกัน หรือมีนิวตรอนต่างกัน เรียกว่าไอโซโทป
- ข. มวลของอะตอม คือ มวลของโปรตอนกับอิเล็กตรอนในนิวเคลียส
- ค. มวลของอะตอม คือ มวลของโปรตอนกับนิวตรอนในนิวเคลียส
- ง. เลขอะตอมจะบอกถึงจำนวนโปรตอนและจำนวนนิวตรอนในอะตอม

5. อนุภาคข้อใดมีมวลใกล้เคียงกัน

- ก. โปรตอน อิเล็กตรอน และนิวตรอน
- ข. โปรตอน กับอิเล็กตรอน
- ค. นิวตรอน กับอิเล็กตรอน
- ง. โปรตอน กับนิวตรอน

6. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. โลหะอัลคาไลน์ ได้แก่ Li Na K Rb Cs Fr
- ข. โลหะอัลคาไลน์เอิร์ท ได้แก่ Be B Mg Ca Sr Ba Ra
- ค. ธาตุแฮโลเจน ได้แก่ F Cl Br Po At
- ง. ก๊าซเฉื่อยหรือก๊าซมีตระกูล ได้แก่ He Ge Ne Ar Kr Xe Re

7. ข้อใดเป็นก๊าซเฉื่อย และก๊าซมีตระกูล

- ก. Na K Ti Cr Fr
- ข. B Al Ga In Tl
- ค. F Cl Br I At
- ง. He Ne Ar Kr Xe Rn

8. หมู่ธาตุทรานซิชัน ได้แก่ ธาตุใด

- ก. Sn Sb Te Po Ga
- ข. Sc Ti V Co Ni
- ค. Ga Se Bi Br Rb
- ง. Sr Ra Al Te S

9. ข้อใดเป็นโลหะแอลคาไลทั้งสองธาตุ

- ก. F , Cl
- ข. Si , Sb
- ค. Li , Na
- ง. Ne , Ar

10. ธาตุในข้อใดเป็นกึ่งโลหะทั้งสองธาตุ

- ก. F , Cl
- ข. Si , Sb
- ค. Li , Na
- ง. Ne , Ar

11. ธาตุ A มีเลขอะตอม 15 , นิวตรอน 16 จะมีเลขมวล โปรตอน และ อิเล็กตรอนเท่าไรตามลำดับ
 ก. 31, 15, 15 ข. 31, 16, 15 ค. 16, 15, 15 ง. 15, 31, 16
12. ธาตุโพแทสเซียม เลขอะตอมเท่ากับ 19 จะมีการจัดอิเล็กตรอนอย่างไร
 ก. 2 , 8 , 9 ข. 2 , 8 , 18 , 1 ค. 2 , 8 , 8 , 1 ง. 2 , 8 , 7 , 2
13. ธาตุคลอรีน (Cl) มีเลขอะตอม 17 จะอยู่ในคาบและหมู่ที่เท่าไรของตารางธาตุ
 ก. คาบ 3 หมู่ 7 ข. คาบ 7 หมู่ 3 ค. คาบ 2 หมู่ 7 ง. คาบ 3 หมู่ 8
14. ธาตุ A มีเลขอะตอม 33 ธาตุอยู่หมู่และคาบใด
 ก. หมู่ 4 คาบ 5 ข. หมู่ 5 คาบ 3 ค. หมู่ 5 คาบ 5 ง. หมู่ 5 คาบ 4
15. $^{39}_{19}\text{K}$ จาจากสัญลักษณ์นิวเคลียร์ของธาตุโพแทสเซียม ข้อใดผิด
 ก. มีเลขมวลเท่ากับ 39 ข. มีจำนวนโปรตอนเท่ากับ 19
 ค. มีจำนวนนิวตรอนเท่ากับ 20 ง. มีจำนวนอิเล็กตรอนเท่ากับ 20
16. ทองคำ (Gold) มีสัญลักษณ์ตามข้อใด
 ก. Au ข. Ag ค. Gd ง. Go
17. ธาตุที่มีสัญลักษณ์ S คือธาตุในข้อใด
 ก. กำมะถัน ข. ซีลีคอน ค. สตรอนเทียม ง. ซีเซียม
18. ธาตุที่มีสัญลักษณ์ Pb คือธาตุในข้อใด
 ก. Lead ข. Silver ค. Tin ง. Antimony
19. ธาตุที่เลขอะตอม 105 มีสัญลักษณ์ตามข้อใด
 ก. Unp ข. Unh ค. Une ง. Ung
20. ธาตุที่เลขอะตอม 55 มีสัญลักษณ์ตามข้อใด
 ก. Cs ข. Ba ค. Xe ง. Sn

ภาคผนวก ข.

แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน

แบบสอบถาม

แบบสำรวจความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชันประเภทสื่อการเรียนรู้เรื่องอะตอมและตารางธาตุ ระหว่างแอปพลิเคชัน “The Elements Flash Card” และ “Elemem”

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน “The Element Flash Card”

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน “Elemem”

ตอนที่ 1 ความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน “The Element Flash Card”

โปรดทำเครื่องหมายในช่องว่างที่กำหนด และกรอกข้อความในพื้นที่ที่กำหนดให้ครบถ้วน

การใช้งานแอปพลิเคชัน “The Element Flash Card”	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
มีการออกแบบที่น่าดึงดูดใจ					
สามารถเข้าใจขั้นตอนการใช้งานได้ง่าย					
เรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตัวเอง					
ใช้งานได้อย่างราบรื่น ต่อเนื่อง					
เกิดความน่าสนใจ ตื่นเต้น เมื่อใช้งาน					
การออกแบบมีความคิดสร้างสรรค์					
มีคำถามที่หลากหลาย					

แอปพลิเคชัน “The Element Flash Card” ช่วยให้การจดจำธาตุได้ดีขึ้น

☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

ท่านจะแนะนำให้บุคคลที่ท่านรู้จักให้ใช้แอปพลิเคชัน “The Element Flash Card” เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการจดจำตารางธาตุหรือไม่

☐ แนะนำ ☐ ไม่แนะนำ

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน “Elemem”

โปรดทำเครื่องหมายในช่องว่างที่กำหนด และกรอกข้อความในพื้นที่ที่กำหนดให้ครบถ้วน

การใช้งานแอปพลิเคชัน “Elemem”	ระดับความพึงพอใจ				
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
มีการออกแบบที่น่าดึงดูดใจ					
สามารถเข้าใจขั้นตอนการใช้งานได้ง่าย					
เรียนรู้การใช้งานได้ด้วยตัวเอง					
ใช้งานได้อย่างราบรื่น ต่อเนื่อง					
เกิดความน่าสนใจ ตื่นเต้น เมื่อใช้งาน					
การออกแบบมีความคิดสร้างสรรค์					
มีคำถามที่หลากหลาย					

แอปพลิเคชัน “Elemem” ช่วยให้การจดจำธาตุได้ดีขึ้น

☐ เห็นด้วย ☐ ไม่เห็นด้วย

ท่านจะแนะนำให้กับบุคคลที่ท่านรู้จักให้ใช้แอปพลิเคชัน “Elemem” เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับการจดจำตารางธาตุหรือไม่

☐ แนะนำ ☐ ไม่แนะนำ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวกานต์สินี คาวิรัตน์
 รหัสนักศึกษา 58070008
 วัน เดือน ปี เกิด 18 เมษายน 2540
 ประวัติการศึกษา
 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ
 489 ถนน สุขุมวิท ตำบล ปากน้ำ อำเภอเมือง
 สมุทรปราการ 10270
 ภูมิลำเนา 2104/9 หมู่ 4 ซอยเทพารักษ์ 20 ถนนเทพารักษ์
 ตำบลเทพารักษ์ อำเภอเมืองสมุทรปราการ 10270
 เบอร์โทร 0955928437
 E-mail popkaweerat@gmail.com
 สาขาที่จบ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 รุ่นที่ 13
 ปีการศึกษาที่จบ 2561



ชื่อ-นามสกุล นายไพบุลย์ บุญพจนเวชกิจ
 รหัสนักศึกษา 58070106
 วัน เดือน ปี เกิด 25 ธันวาคม 2539
 ประวัติการศึกษา
 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน
 1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
 เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
 ภูมิลำเนา 269/159 ซอยจรัญสนิทวงศ์35 ถนนจรัญสนิทวงศ์
 แขวงบางขุนศรี เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700
 เบอร์โทร 0813482223
 E-mail bossboonpt@gmail.com
 สาขาที่จบ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 รุ่นที่ 13
 ปีการศึกษาที่จบ 2561

