

คิวท์-ที-ดี: เกมป้องกันฐานที่ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแผนที่ และ ระบบจีพีเอส

CUTETD: TOWER DEFENCE GAME USING REAL-WORLD INFORMATION
FROM GPS AND MAP



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **ปีการศึกษา 2560** ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CUTETD: TOWER DEFENSE GAME USING REAL-WORLD INFORMATION
FROM GPS AND MAP



A SPECIAL PROBLEM SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (COMPUTER SCIENCE)
DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน **ACADEMIC YEAR 2017** อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ

คิวท์-ที-ดี: เกมป้องกันฐานที่ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแผนที่ และ ระบบจีพีเอส

CUTETD: TOWER DEFENSE GAME USING REAL-WORLD INFORMATION FROM GPS AND MAP

ชื่อนักศึกษา

นาย จาตุรันต์ รวดเร็ว

รหัสนักศึกษา 57050190

นาย ชนินทร์ ศุภศิริ

รหัสนักศึกษา 57050199

นาย ทศพร เพชรรัตน์ไพศาล

รหัสนักศึกษา 57050237

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)

ภาควิชา

วิทยาการคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)



ปีการศึกษา

2560

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.วิษุฒะ ต่ดวงศ์ไพเชยนต์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปัญหาพิเศษนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์) ประจำปี การศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบปัญหาพิเศษ	ลายมือชื่อ
ดร. สันติภรณ์ นรบิน ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร. ชีระ ศิริวีรากุล กรรมการ	
ดร. วิษุฒะ ต่ดวงศ์ไพเชยนต์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ยืมเห็นหน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	คิวิท์-ที-ดี: เกมป้องกันฐานที่ใช้ข้อมูลอ้างอิงจากแผนที่ และ ระบบจีพีเอส		
ชื่อนักศึกษา	นาย จาตุรนต์ รวดเร็ว		รหัสนักศึกษา 57050190
	นาย ชนินทร์ ศุภศิริ		รหัสนักศึกษา 57050199
	นาย ทศพร เพชรรัตน์ไพศาล		รหัสนักศึกษา 57050237
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)		
ภาควิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์		
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)		
ปีการศึกษา	2560		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.วิษณุ ต่อบังศรีไพชยนต์		

บทคัดย่อ

ปัญหาพิเศษนี้เป็นงานวิจัยที่ศึกษาการทำงาน และ การนำระบบจีพีเอส มาใช้ภายในเกม เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำระบบจีพีเอส มาเป็นบทบาทสำคัญในเกมบางประเภท ซึ่งประสบความสำเร็จมาแล้ว เช่น Pokémon GO ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับเกมที่น่าระบบจีพีเอส มาใช้จึงมีความน่าสนใจ และมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยให้ผู้เล่นสามารถเข้าถึงโลกของเกมมากยิ่งขึ้น ซึ่งสร้างความแปลกใหม่ให้กับประสบการณ์ที่ผู้เล่นจะได้รับและเพิ่มอารมณ์ร่วมให้กับผู้เล่น

โดยการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้เกม คิวิท์-ที-ดี ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นเกมประเภทป้องกันฐานสองมิติที่มีการเก็บข้อมูลตำแหน่งจากโลกจริง และนำข้อมูลที่ได้มาใช้ภายในเกม โดยภายในปัญหาพิเศษนี้จะอธิบายขั้นตอนการพัฒนา และการเก็บข้อมูลผ่านทางจีพีเอส รวมถึงการออกแบบเกมที่มีการนำเส้นทางที่อ้างอิงจากโลกจริงมาใช้ภายในเกม และการหาตำแหน่งของผู้เล่นภายในเกมที่คำนวณจากข้อมูลละติจูด และ ลองจิจูดที่ได้จากจีพีเอส ทั้งนี้เพื่อศึกษาความคิด และพฤติกรรมโดยการสังเกต และวิเคราะห์การเล่นของผู้เล่นจำนวนหนึ่งรวมถึงความเป็นไปได้ในการพัฒนาต่อยอดต่อไป

จากผลการวิจัย และ การวิเคราะห์พบว่าในตัวเกมยังมีปัญหาหลักที่การจับตำแหน่งของจีพีเอสนั้นยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ทำให้การเล่นมีปัญหา แต่ยังคงแสดงความเป็นไปได้ของการรวมกันระหว่างเกมกับระบบจีพีเอสที่สร้างความแตกต่างให้กับเกมในปัจจุบัน และสร้างความแปลกใหม่ให้กับประสบการณ์ที่ผู้เล่นได้รับความคลาดเคลื่อนในระบบของจีพีเอส เป็นเพียงส่วนหนึ่งของปัญหาที่ต้องปรับปรุงต่อไป แต่การทำงานในส่วนของความเข้ากันของเกมกับระบบจีพีเอส เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ และ จะนำไปพัฒนาต่อในอนาคต

คำสำคัญ: การใช้ข้อมูลตำแหน่งจากโลกจริง เกมป้องกันฐานสองมิติ ความคิดและพฤติกรรมของผู้เล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	CUTETD: TOWER DEFENSE GAME USING REAL-WORLD INFORMATION FROM GPS AND MAP		
Student	Mr. Chaturun Ruadrew	Student ID	57050190
	Mr. Chanin Supasiri	Student ID	57050199
	Mr. Todsaporn Petcharatphaisarn	Student ID	57050237
Degree	Bachelor of Science in Computer Science		
Department	Computer Science		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2017		
Advisor	Dr. Witchaya Towongpaichayont		

Abstract

This research studies on the working process and how to bring GPS system into game mechanics. Since there are some games such as Pokémon GO implementing GPS system as a part of it and have become successful, therefore studying GPS system in games is interesting and has possibilities that will help player be more immerse into the game world. This will create new kind of experiences to player.

We use an Android game called 'CuteTD' that we have developed in this research. This game is a tower defense game which collects real world location data of player by GPS system and uses this data to control in-game avatar. This research explains the development process, how to collect location data including how to calculate player's in-game position by using Latitude and Longitude data and game design. This is to use the game to study player's experience by observe and analyze their behavior, and find possibility of further development.

Our research and analysis find that there are some problems with GPS system in term of its accuracy. This makes player unpleasant. But the result still shows that it is possible to implement game and GPS system together, and bring new kind of experience to player.

Keywords: Real world location data, 2D Tower defense, Player' behavior, user's experience

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

สารบัญ	หน้า
สารบัญ.....	ก
สารบัญภาพ.....	ค
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3ขอบเขตของการศึกษา.....	1
1.4ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5ขั้นตอนการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ความจริงผสม.....	3
2.2 GPS.....	4
2.3 ตัวอย่างแอปพลิเคชันอิงตามตำแหน่งสำหรับ ระบบความเป็นจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่.....	4
2.4 Magic Circle.....	8
บทที่ 3 ระเบียบวิธีการและการออกแบบระบบ.....	10
3.1 การเก็บข้อมูลจากโลกจริงสำหรับการนำมาใช้ในเกม.....	10
3.1.1 การจับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของ Google Maps.....	11
3.1.2 จับเส้นทางถนนจาก API.....	12
3.1.3 การหาเส้นทางจากAPI.....	12
3.2 การนำไปใช้ภายในเกม.....	12
3.3 การวิเคราะห์และการออกแบบแอปพลิเคชัน.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	20
4.1 ความคิดเห็นของผู้เล่นในการเลือกจุดที่จะตั้งป้อม.....	20
4.2 ความรู้สึกของผู้เล่นต่อวิธีการเล่นเกม.....	21
4.3 ความรู้สึกของผู้เล่นต่อระบบของเกม.....	21
4.4 จุดที่ควรปรับปรุง.....	21
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	22
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	22
5.2 การอภิปรายผล.....	22
5.3 แผนงานที่เป็นไปได้ในอนาคต.....	22
ภาคผนวก.....	23
API.....	24
เอกสารอ้างอิง.....	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 เส้นต่อเนื่องระหว่างความเป็นจริงกับโลกเสมือน.....	3
2.2 การเพิ่มความเป็นจริงใน HMD.....	5
2.3 ตัวอย่างการเล่น ARquake ข้างนอก.....	5
2.4 ตัวอย่างการนำ AR มาผสม กับ โลกจริงของ Pokémon GO.....	6
2.5 ตัวอย่างการจำลองแผนที่จากจีพีเอส ของ Pokémon GO.....	7
2.6 มุมมองบุคคลที่หนึ่งที่แสดง HMD ของ Pacman.....	8
2.7 การเชื่อมต่อระหว่างโลจจริง กับ โลกเสมือนของ Pacman.....	8
3.1 ตัวอย่างการใช้งาน Google Maps Geolocation	11
3.2. Flow Chart การหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้เล่น.....	12
3.3 ภาพตัวอย่างการแสดงผลบนหน้าจอ.....	13
3.4 Flow Chart การวางป้อม.....	14
3.5 Flow Chart การพัฒนาป้อม.....	15
3.6 ตัวอย่างภาพที่ใช้ทำเป็นบุคคลภายในเกม.....	16
3.7 ตัวอย่างภาพบุคคลภายในเกม.....	17
3.8 การแสดงผลของMain Menu.....	18
3.9 หน้าแสดงผลหลักของเกม และการเทียบกับโลกความจริง.....	18
3.10 การแสดงผลเมื่อผู้เล่นจบเกม.....	19
4.1 ตัวอย่างตำแหน่งในการวางป้อม.....	20
4.2 ตัวอย่างตำแหน่งในการวางป้อม.....	20
4.3 ตัวอย่างตำแหน่งในการวางป้อม.....	21
1 ตัวอย่างรูปแบบของ API.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีเกี่ยวกับเกมและมีการนำระบบจีพีเอสมาเป็นบทบาทสำคัญในด้านการออกแบบเกม ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับเกมที่นำระบบจีพีเอสมาใช้จะช่วยให้สามารถพัฒนาระบบและรูปแบบการเล่นของเกมให้ผู้เล่นเข้าถึงโลกของเกมและโลกความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น เช่น Pokémon Go หรือ Ingress ที่มีการใช้ระบบจีพีเอสเข้ามามีบทบาทในการเล่นซึ่งสร้างความน่าสนใจ จากการทำผู้เล่นสามารถเล่นไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ไปในโลกจริงได้

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าเกมที่มีระบบจีพีเอส เข้ามาเกี่ยวข้องมีความน่าสนใจเพียงพอที่จะนำมาศึกษาต่อ โดยตัวเกมที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ในการศึกษาจะเป็นเกมป้องกันฐานสองมิติ เพราะเกมป้องกันฐานสองมิตินั้นเป็นเกมที่ใช้ตำแหน่งของทั้งผู้เล่นและเส้นทางเป็นสำคัญ จึงเหมาะสมแก่การนำมาใช้คู่กับระบบจีพีเอส โดยตัวเกมมีการใช้ข้อมูลตำแหน่งโลกจริงจากการนำระบบจีพีเอส มาใช้ในการสร้างความแตกต่างให้แก่รูปแบบเกมป้องกันฐานทั่ว ๆ ไปที่ตัวผู้เล่นไม่ได้มีการเคลื่อนที่ของตัวผู้เล่น เช่น การระบุตำแหน่งที่ตั้งของสถานที่ ที่นัดหมาย เป็นต้น เพื่อสร้างความแปลกใหม่ของประสบการณ์ที่ผู้เล่นจะได้รับและเพิ่มอารมณ์ร่วมให้กับผู้เล่นให้มากยิ่งขึ้น เมื่อผู้เล่นจำเป็นที่จะต้องเดินทางไปยังที่ต่าง ๆ ในโลกจริง ซึ่งจะทำให้ผู้เล่นจำเป็นต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และทักษะเพื่อเอาชนะ และสนุกไปกับเกม

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการรวมกันระหว่าง เกมแนวป้องกันฐานกับระบบจีพีเอส
- 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้เล่นและประเมินความพึงพอใจ ความคิดเห็นที่มีต่อระบบ
- 3) เพื่อศึกษาทฤษฎีและหลักการเขียนโปรแกรมและการพัฒนาซอฟต์แวร์
- 4) ศึกษาเรื่องจีพีเอส ทั้งในเรื่องฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1) ระบบที่พัฒนาขึ้นจะถูกพัฒนาด้วยโปรแกรม Unity
- 2) โปรแกรมเกมที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Android
- 3) เป็นเกมสองมิติ แนวป้องกันฐานทัพอุ้มมองจากด้านบน
- 4) มีการพัฒนาการของตัวละครต่าง ๆ ในฝ่ายผู้เล่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เกมสามารถเล่นได้ภายในคณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เท่านั้น

6) มีการใช้จีพีเอสเพื่อระบุตำแหน่งของเครื่อง นำไปใช้ในอัลกอริทึมของเกม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับความคิด พฤติกรรมและประสบการณ์ผู้เล่นของผู้เล่นต่อเกมประเภท ป้องกันฐานที่มีการอ้างอิงตำแหน่งบนโลกจริง
- 2) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ และ แนวทางในการต่อยอดต่อไปของเกมประเภทป้องกันฐานที่มีการอ้างอิง ตำแหน่งบนโลกจริง
- 3) นำข้อผิดพลาดที่ได้รับไปใช้ในการพัฒนางานวิจัยอื่น ๆ ที่มีความคล้ายกัน
- 4) การเปิดมุมมองใหม่ๆในสังคมเกม และการเดินทาง

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

- 1) ออกแบบแนวทางขั้นตอนการพัฒนา
- 2) ออกแบบองค์ประกอบหลักของเกม
- 3) ออกแบบองค์ประกอบเสริมของเกม
- 4) ศึกษาวิธีการเขียน C#
- 5) ศึกษาวิธีการใช้งาน Unity
- 6) ศึกษาวิธีการใช้งาน Google Map API
- 7) จัดการทำ Resource
- 8) พัฒนาเกม
- 9) เผยแพร่รุ่นทดลอง
- 10) ปรับปรุงแก้ไข ทำองค์ประกอบเพิ่มเติม
- 11) จัดทำเอกสาร การติดตั้ง
- 12) เผยแพร่รุ่นสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

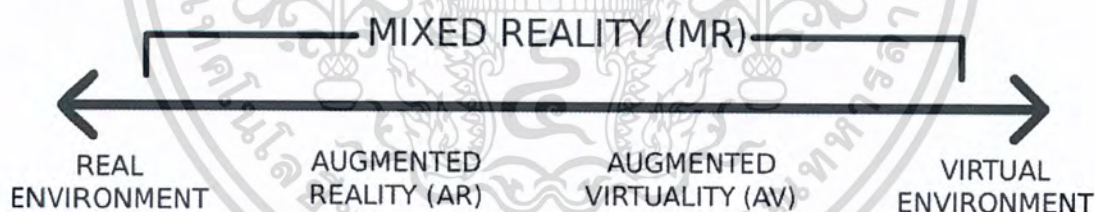
บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หนึ่งในจุดเด่นของเกมป้องกันฐานสองมิติโดยใช้ระบบจีพีเอส ในหัวข้อวิจัยนี้คือการผสมผสานกันระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน เทคโนโลยีนี้เรียกว่าความจริงผสม (Mixed reality) ซึ่งเทคโนโลยีนี้จะนำข้อมูลที่อยู่ในโลกทั้งสองด้านมาผสมผสานกันอย่างลงตัว ในบทนี้ จะนำเสนอข้อมูลของเทคโนโลยีความจริงผสม รวมทั้งเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ถูกใช้ในเกมนป้องกันฐานสองมิติโดยใช้ระบบจีพีเอสนี้ เพื่อจะเป็นองค์ความรู้พื้นฐานในการพัฒนาระบบเกมในบทต่อ ๆ ไป

2.1 ความจริงผสม

ความจริงผสมเป็นเทคโนโลยีที่นำข้อมูลโลกจริงและโลกเสมือนมาผสมกันและอยู่ร่วมกัน [1] ความจริงผสมสามารถเขียนแสดงได้ด้วยเส้นความต่อเนื่องระหว่างความเป็นจริงกับโลกเสมือน [2] ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งส่วนย่อยของความจริงผสม เช่น ความเป็นจริงเสริม (Augmented reality), ความเสมือนเสริม (Augmented virtuality), และ ความเป็นจริงเสมือน (Virtual reality) จะถูกแสดงในรูปจุดบนเส้นต่อเนื่องนี้ ขึ้นอยู่กับสัดส่วนความใกล้เคียงต่อฝั่งความเป็นจริงและโลกเสมือนในแต่ละเทคโนโลยี



รูปที่ 2.1 เส้นต่อเนื่องระหว่างความเป็นจริงกับโลกเสมือน [3]

ข้อมูลที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีความจริงผสมสามารถนำมาจากหลายส่วน ในโลกความจริงนั้น ข้อมูลสามารถนำมาจากภาพ (กล้องวิดีโอ), เสียง (ไมโครโฟน), การสัมผัส (เซ็นเซอร์ข้อมูลต่าง ๆ) เป็นต้น ข้อมูลยังรวมไปถึงข้อมูลอ้างอิงอื่น ๆ ในโลกจริง ดังเช่นในหัวข้อวิจัยนี้ ข้อมูลที่นำมาใช้อ้างอิงคือข้อมูลของตำแหน่งบนโลก ซึ่งการอ้างอิงข้อมูลนี้ต้องใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกหรือจีพีเอส ดังเช่นที่จะอธิบายในส่วนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 GPS

ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก คือระบบที่ใช้ระบุข้อมูลของตำแหน่ง และ เวลาโดยสามารถระบุตำแหน่ง ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณได้ทั่วโลก และ ในทุกสภาพอากาศ รวมถึงสามารถคำนวณความเร็ว และ ทิศทางเพื่อนำมาใช้ร่วมกับแผนที่ในการนำทางได้ เทคโนโลยีจีพีเอสในปัจจุบันยังมีความแม่นยำระดับสูงระยะความละเอียด 5 เมตร[4] จึงทำให้จีพีเอสสามารถนำไปใช้งานจริงได้อย่างหลากหลาย

จีพีเอสสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับแอปพลิเคชันได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ เนื่องจากจีพีเอสเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่พ่วงมากับอุปกรณ์เคลื่อนที่ตั้งแต่เริ่ม ตัวอย่างแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้ระบบจีพีเอส เช่น แอปพลิเคชันข้อมูลสำหรับการท่องเที่ยว แอปพลิเคชันสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อใช้งานภายในและภายนอกอาคาร แอปพลิเคชันสำหรับนำทาง เป็นต้น

เทคโนโลยีความจริงเสริมเป็นแอปพลิเคชันประเภทหนึ่งที่สามารถนำระบบจีพีเอสมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากระบบจีพีเอสเป็นข้อมูลจากโลกจริงที่สามารถนำมาใช้อ้างอิงและคำนวณในอัลกอริทึมของเทคโนโลยีความจริงเสริมได้ ในอดีตจนถึงปัจจุบัน มีแอปพลิเคชันความจริงเสริมหลายตัวอย่างที่นำระบบจีพีเอสเข้ามาใช้เป็นจุดอ้างอิง ดังจะกล่าวในส่วนต่อไป

2.3 ตัวอย่างแอปพลิเคชันอิงตามตำแหน่งสำหรับระบบความเป็นจริงเสริมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่

ARQuake: The Outdoor Augmented Reality Gaming System [5]

ARQuake เป็นเกมที่นำเกม Quake ที่เป็นเกมแนวยิงบุคคลที่ 1 ของ idsoftware ที่ปล่อยออกมาในปี 1996 มาพัฒนาต่อ โดยใช้ร่วมกับ Head-mounted displays (HMDs) เพื่อให้ผู้เล่นสามารถเคลื่อนที่ไปในโลกจริงและเล่นเกมไปในเวลาเดียวกันได้

ในเกมมีมอนสเตอร์ 7 แบบ เฉพาะประเภทบนบก เพื่อให้ผู้เล่นไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการเดินทางเช่น ต้องว่ายน้ำหรือต้องบิน

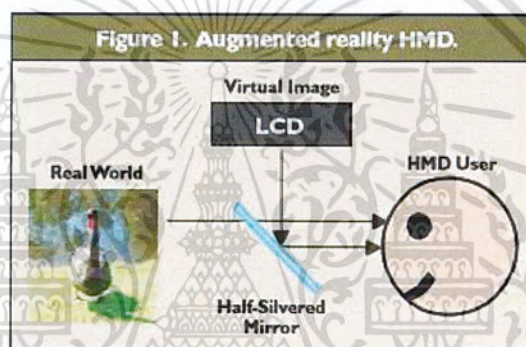
มอนสเตอร์ที่โผล่มา ก็จะแสดงตัวให้เห็นแค่ในการมองเห็นของผู้เล่นเท่านั้นเช่นกัน เช่น ถ้าบริเวณนั้นมีมัมตึกอยู่ ก็จะไม่เห็นตัวจนกว่าจะโผล่พื้นมัมตึกนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

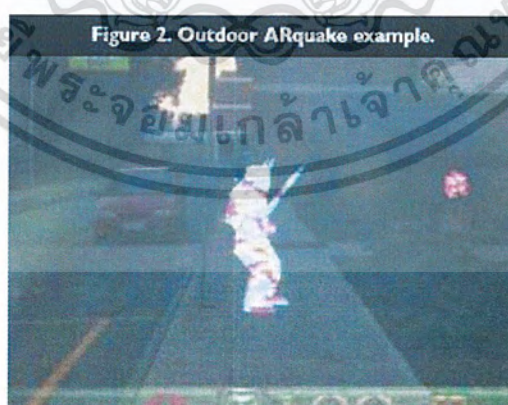
เพื่อให้ข้อมูลตำแหน่งของผู้เล่นเมื่อเล่นข้างนอกสอดคล้องกับตำแหน่งภายในเกมจึงใช้ วิทยุสื่อสาร ความถี่ประชาชนทั่วไป (TC COM) รุ่น TCM2 เพื่อปรับแต่ง และใช้ แผนที่สำหรับใช้กับจีพีเอส ของบริษัท GARMIN (Garmin GPS) สำหรับตำแหน่ง

ARQuake สามารถเล่นได้ทุกที่ แต่ยังมีปัญหาเรื่องความแม่นยำของระบบติดตาม บางครั้งจะมีมอนสเตอร์เดินทะเลลูกำแพง หรืออยู่ติ ๆ ก็ไหลออกมา

ARQuake เป็นเกมแรก ๆ ที่นำระบบ Augmented reality มาใช้กับเกม ทั้งในระบบจีพีเอสที่แสดงตำแหน่งของผู้เล่นเพื่อให้สอดคล้องกับตำแหน่งของมอนสเตอร์ที่จะปรากฏตัวออกมา และการสร้างมอนสเตอร์เสมือนขึ้นมาบนโลกจริงที่ทำให้ผู้เล่นรู้สึกสนุกไปกับเกมมากยิ่งขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าจีพีเอสนั้นสามารถทำอะไรได้มากกว่าบอกตำแหน่งของผู้ใช้



รูปที่ 2.2 การเพิ่มความเป็นจริงใน HMD [6]



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการเล่น ARquake ข้างนอก [7]

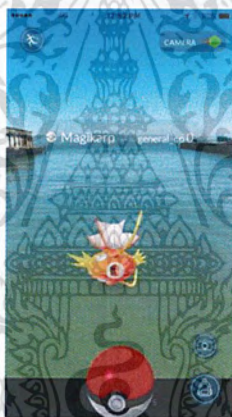
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pokémon GO [8]

เป็นเกมบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อ้างอิงตำแหน่งบนโลกในชีวิตจริงด้วยเทคโนโลยีพีเอสโดยใช้แบรนด์ Pokémon

Pokémon GO มีการเล่นหลักคือการจับตัว Pokémon มาเลี้ยงให้แข็งแรงขึ้นเพื่อนำไปต่อสู้กับผู้เล่นอื่น ในยิมที่จะปรากฏขึ้นในแผนที่ ซึ่งผู้เล่นจำเป็นต้องไปอยู่ในบริเวณนั้นเพื่อเข้าสู่ ฤกษ์แจสำคัญของเกมนี้จึงเป็นการที่ได้เล่นกับคนอื่นเวลาไล่จับ Pokémon และการต่อสู้ทั้งในฐานะศัตรูและฐานะเพื่อนร่วมทีม

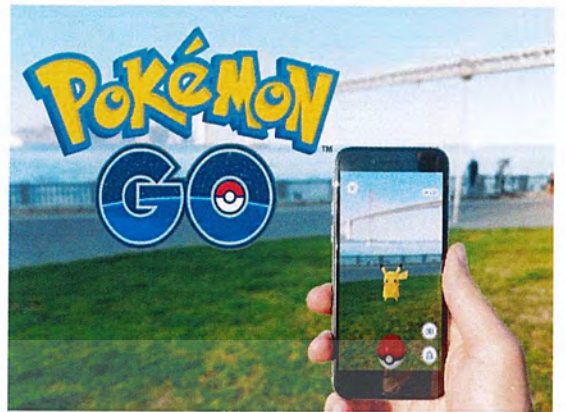
นอกจากนี้ Pokémon GO ยังมีระบบการจับ Pokémon ที่ผสมกับระบบ Augmented reality คือเมื่อเจอตัว Pokémon แล้วจะสามารถมองเห็นตัวบนกล้องของโทรศัพท์ได้ ดังรูป เพื่อให้ผู้เล่นรู้สึกว่าได้เจอ Pokémon บนโลกจริง แต่ยังมีปัญหาในเรื่องความไม่เสมอภาคของเกม เพราะตามพื้นที่ที่มีคนเล่นน้อย จะเล่นเกมได้ยาก



2.4 ตัวอย่างการนำ AR มาผสม กับ โลกจริงของ Pokémon GO [9]

ซึ่งจากเกม Pokémon GO นี้แสดงให้เห็นถึงการนำแผนที่และระบบจีพีเอสมาใช้ร่วมกับเกมซึ่งเป็นระบบ Augmented reality ประเภทหนึ่งในปัจจุบัน ทำให้ผู้เล่นรู้สึกสนุกไปกับการเล่นเกมบนโลกจริง ทั้งการเดินทางและการพบปะกับผู้เล่นด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการจำลองแผนที่จาก จีพีเอส ของ Pokémon GO [10]

Human Pacman [11]

เป็นเกมแพคแมนเวอร์ชัน 3D ที่อ้างอิงตำแหน่งของผู้เล่นผ่านทางเซนเซอร์โดยการระบุตำแหน่งของผู้เล่นนั้นใช้ข้อมูลจาก จีพีเอส ไปพร้อมกับระบบนำร่องทางอากาศยาน และ เซ็นเซอร์จับการเคลื่อนไหว ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์คำนวณข้อมูล การเคลื่อนไหว ทิศทางการหัน และสนามแม่เหล็ก เพื่อระบุตำแหน่งที่ชัดเจน

เกมสามารถเล่นออนไลน์กับคนอื่นได้ผ่านทางระบบเครือข่ายไร้สาย โดยที่คนอื่นจะรับบทเป็น GHOST ให้กับผู้เล่นหลัก แผนที่ภายในเกมได้ใช้แผนที่ 2D คล้าย Google Maps แต่มีความละเอียดกว่า แล้วใช้คอมพิวเตอร์จำลองภาพ 3D ออกมา ซึ่งใช้สำหรับกำหนดจุดแสดงวัตถุเสมือนบนโลกจริงด้วย

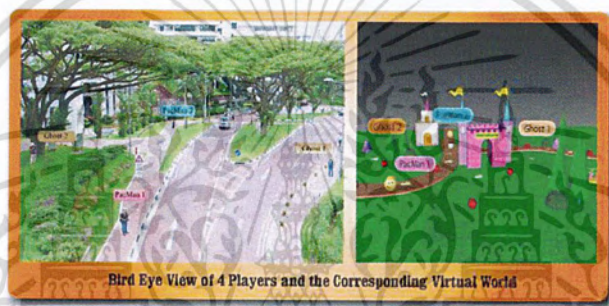
ส่วนวัตถุบางอย่างเช่น น้ำตาล จะมีการติดตั้งสัญญาณไว้ให้เครื่องเล่นสแกนเพื่อให้เกมรับรู้ว่ามีน้ำตาลอยู่ตำแหน่งนี้ภายในเกม

Human Pacman จึงเป็นเกมที่น่าข้อมูลประเภทอื่นนอกเหนือจากจีพีเอสอย่างเดียวนำมาใช้ในการระบุตัวผู้เล่น ทำให้สามารถสร้างเกมที่ละเอียดยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 มุมมองบุคคลที่หนึ่งที่แสดง HMD ของ Pacman [12]



รูปที่ 2.7 การเชื่อมต่อระหว่างโลจจริง กับ โลกเสมือนของ Pacman [13]

2.4 Magic Circle [14]

Magic Circle คือ พื้นที่ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำให้ผู้เล่นได้รู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของเกมแล้วสนุกไปกับมัน ทำให้รู้สึกเหมือนเวลาผ่านไปไม่นานทั้งที่ใช้เวลาไปกับมันมากกว่านั้น และยังเป็น การมอบประสบการณ์ และแรงบันดาลใจ ที่ผู้สร้างได้ทำไว้ให้ กับผู้เล่นเกม

การขยายตัวของ Magic Circle แบ่งออกเป็นสามด้าน ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การขยายตัวเชิงพื้นที่เล่นเกม

โดยเกมที่มีการขยายประเภทนี้ ผู้เล่นไม่จำเป็นต้องอยู่ที่เดียวเสมอไปซึ่งจะทำให้การเล่นเกมสามารถเกิดในหลาย ๆ ที่พร้อม ๆ กันได้รวมถึงภายนอกเกมด้วยเช่น การโฆษณา วัตถุในโลกจริง เป็นต้น

2. ขยายตัวเชิงเวลา

ในบางเกมผู้เล่นอาจจะไม่ได้เล่นเกมตลอดเวลา แต่อาจจะมีการแจ้งเตือนไปยังผู้เล่น รวมไปถึง การที่เกมได้รวมเข้ากับชีวิตประจำวันของผู้เล่น จนถึงจุดที่ผู้เล่นอาจไม่ทราบว่าพวกเขา กำลังเล่นเกมอยู่หรือไม่

3. การขยายตัวทางสังคม

คือการที่สังคมของเกมขยายตัวไปสู่โลกภายนอกเกม ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสังคมของเกมเกิดการขยายตัวมากขึ้น ผู้คนที่ได้พบกันในโลกเสมือน อาจจะได้เจอกันในโลกจริง และการกำหนดว่าใครบ้างเล่นเกมอยู่หรือไม่ ได้เล่นจึงเป็นเรื่องที่ยาก เพราะขอบเขตการเล่นเกมที่ขยายจนสังคมในเกมรวมเข้ากับโลกภายนอก รวมทั้ง ผู้ชมอาจจะถูกรวมเข้าไปในสังคมของเกมที่ถูกขยายด้วย

จากการขยายตัวทั้งสามด้านนี้ จะเห็นได้ว่าการแพร่หลายของการเล่นเกม จะมาจากการขยายในด้านของเวลาและสถานที่ ของการเล่นเกม จนไปถึงการขยายตัวทางสังคม โดยในเกมที่จะสร้างนี้จะมีการนำข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ของโลกจริงมาใช้ภายในเกม

จากที่กล่าวมาทั้งหมดแล้ว จึงได้สรุปว่าความสำคัญของการผสมผสานโลกจริงและโลกเสมือนนั้นเป็นจุดเด่นของหัวข้อการวิจัยนี้ และการใช้ข้อมูลจากระบบจีพีเอส ซึ่งจะเป็นตัวสำคัญในการสร้าง และขยายอรรถรสของผู้เล่นให้กว้างขึ้น โดยหลักการทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้นจะนำไปพัฒนา และประยุกต์ใช้กับการออกแบบระบบดังในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการและการออกแบบระบบ

จากสิ่งที่เกี่ยวข้อง และงานอ้างอิงที่ได้กล่าวไปในบทก่อน ๆ แล้ว ในบทนี้จะพูดถึงเรื่อง Locations API และการนำไปใช้ภายในเกมจากบทที่ 2 จะเห็นได้ว่าระบบจีพีเอสสามารถนำมาใช้ในเทคโนโลยีความจริงเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพและลงตัว ซึ่งเป็นส่วนระบบแกนกลางของปัญหาพิเศษนี้ ในบทที่ 3 นี้จะอธิบายเกี่ยวกับวิธีการนำระบบจีพีเอสมาใช้จริงในระบบความจริงเสริม รวมไปถึงการออกแบบและเขียนเกมป้องกันฐาน ที่เป็นเกมความจริงเสริมโดยใช้ข้อมูลจากจีพีเอสเป็นหลักจากบทที่ 2 จะเห็นได้ว่าระบบจีพีเอสสามารถนำมาใช้ในเทคโนโลยีความจริงเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพและลงตัว ซึ่งเป็นส่วนระบบแกนกลางของปัญหาพิเศษนี้ ในบทที่ 3 นี้จะอธิบายเกี่ยวกับวิธีการนำระบบจีพีเอสมาใช้จริงในระบบความจริงเสริม รวมไปถึงการออกแบบและเขียนเกมป้องกันฐาน ที่เป็นเกมความจริงเสริมโดยใช้ข้อมูลจากจีพีเอสเป็นหลัก

3.1 การเก็บข้อมูลจากโลกจริงสำหรับการนำมาใช้ในเกม

การเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 2 มีการใช้งาน API และ จีพีเอส โดยจะเน้นไปที่ Google Map APIs เป็นหลัก ซึ่งมีให้เลือกใช้หลายตัว และ จะใช้ API ดังต่อไปนี้ในการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้จีพีเอสสามารถทำได้โดยการเรียกใช้ Google Map APIs ซึ่งมีให้เรียกใช้ได้ตามความต้องการของงาน โดย API หลักที่ถูกเรียกใช้งานในโปรแกรมห้างต่อไปนี้ทั้ง 3 โปรแกรมนี้จะทำงานจะมีหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไปเพื่อการเก็บข้อมูลที่ถูกต้อง และมีความแม่นยำ ซึ่งมีดังนี้

3.1.1 การจับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของ Google Maps (Google Maps Geolocation) [15]

เป็น API ที่ใช้รับค่าตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันของผู้ใช้เป็นค่า ละติจูด, ลองจิจูด และความแม่นยำของสัญญาณ แต่ในที่นี้จะใช้เพียงละติจูด และลองจิจูดเท่านั้น ในการเก็บข้อมูลโดยตัวอย่างนี้จะเป็นการใช้ Google Maps API ทำการค้นหาสถานที่และที่อยู่จากค่า ละติจูด และ ลองจิจูด และการค้นหาสถานที่จากชื่อของสถานที่ พร้อมกับปักหมุด (Marker) ลงในแผนที่ของ Google Maps

```
"location": { "latitude": 33.3632256, "longitude": -117.0874871 }
```

ตัวอย่างที่ 3.1 ค่าที่ได้จาก Google Maps Geolocation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



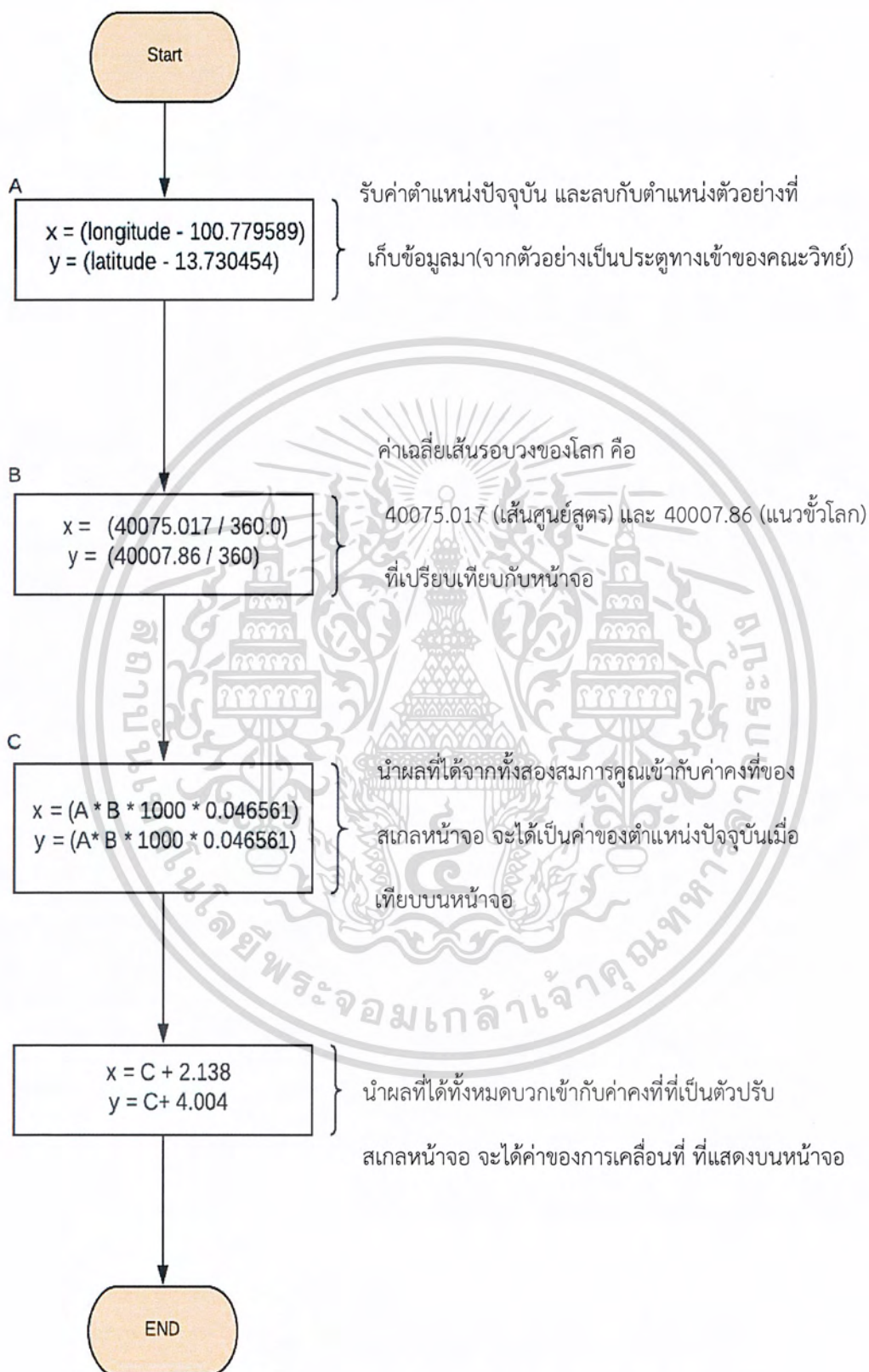
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการใช้งาน Google Maps Geolocation [16]

3.2 การนำไปใช้ภายในเกม

สำหรับ Google APIs ที่กล่าวมานี้จะนำมาใช้ภายในเกม หลังจากเลือกว่าจะเล่นคนเดียว หรือเล่นกับผู้เล่นหลายคนแล้ว จะเข้าสู่ส่วนถัดไปว่าจะใช้แผนที่ที่ตัวเกมกำหนดมาให้ หรือแผนที่ที่สร้างขึ้นมาจากอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 การตรวจจับตำแหน่งปัจจุบันของผู้เล่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแสดงออกมาได้เป็นดังต่อไปนี้

$$x = ((\text{longitude} - 100.779589) * (40075.017 / 360.0) * 1000 * 0.046561) + 2.138$$

$$y = ((\text{latitude} - 13.730454) * (40007.86 / 360) * 1000 * 0.046561) + 4.004$$

จากสูตรข้างต้นจะได้ตำแหน่ง และ การเคลื่อนที่ของผู้เล่นในแนวแกน X และ Y

Private void Update()

```
{
    float x = ((longitude - 100.779589f) * (40075.017f / 360.0f) * 1000f * 0.046561f) + 2.138f;
    float y = ((latitude - 13.730454f) * (40007.86f / 360f) * 1000f * 0.046561f) + 4.004f;
    transform.position = new Vector3(x, y, 0);
}
```

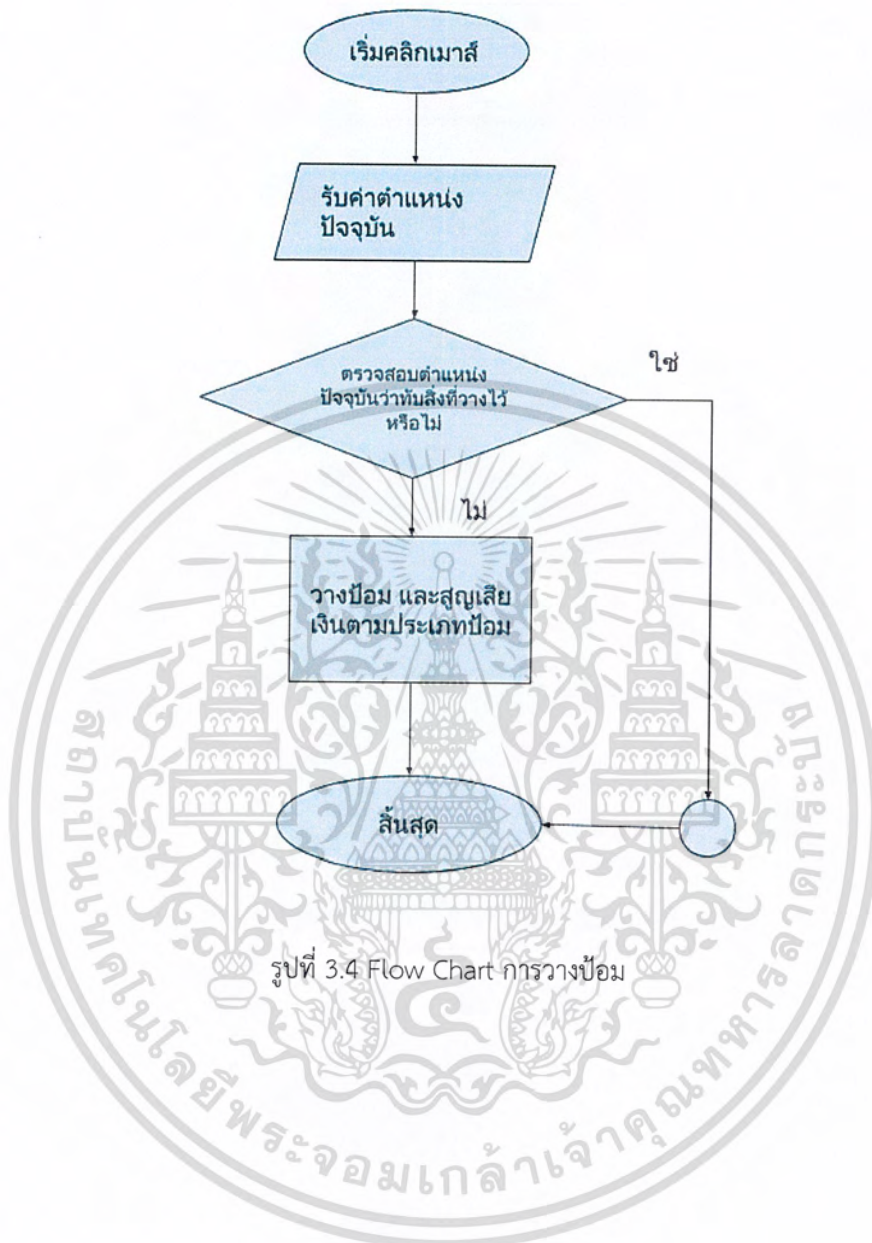
จารการนำสูตรข้างต้นใส่ลงใน สคริปต์ TestLocationService.cs และทำการนำสคริปต์ ใส่ลงใน ตัว Marker ที่ใช้แทนตัวผู้เล่น จากนั้น Marker จะสามารถเคลื่อนไหวตามตำแหน่งของผู้เล่นได้ ดังตัวอย่าง



รูปที่ 3.3 ภาพตัวอย่างการแสดงผลบนหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

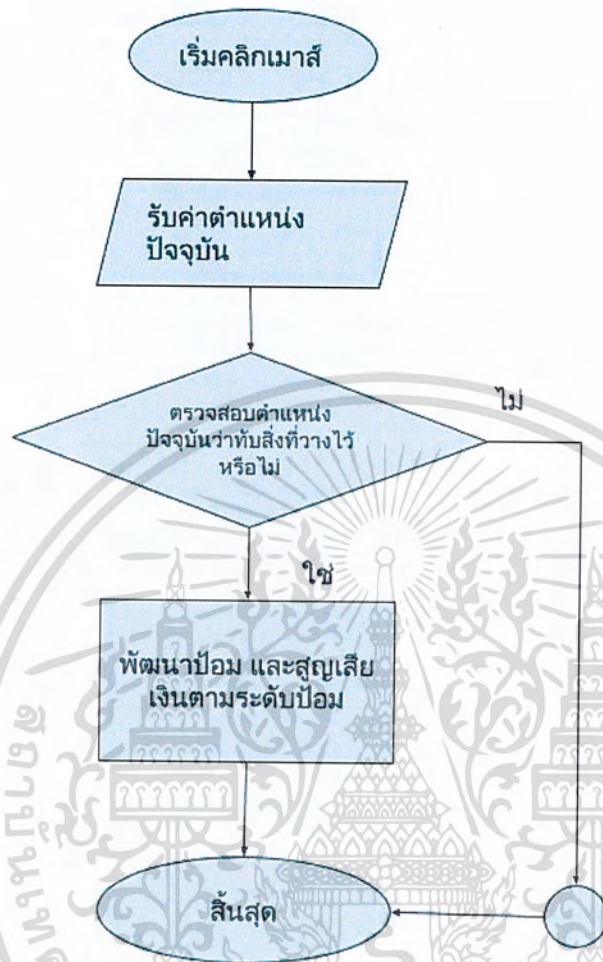
3.2.2 วิธีการวางตำแหน่งของป้อม



รูปที่ 3.4 Flow Chart การวางป้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วิธีการพัฒนาของป้อม



รูปที่ 3.5 Flow Chart การพัฒนาป้อม

3.3 การวิเคราะห์และการออกแบบแอปพลิเคชัน

3.3.1 การวิเคราะห์และออกแบบเกม คิวท์-ที-ดี

เกม CuteTD (คิวท์-ที-ดี) เป็นเกมคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ พัฒนาขึ้นมาจากโปรแกรม

Unity โดยตัวเกมจะนำข้อมูลจากผู้ใช้งาน มาคำนวณภายในเกม เช่น การสร้างแผนที่ภายในเกม

ชื่อเกม : CuteTD (คิวท์-ที-ดี)

ระบบปฏิบัติการ : Android

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มเป้าหมาย : ผู้เล่นอายุ 12 ปีขึ้นไป (Rating E-12)

ประเภทของเกม : 2D Tower Defense

ภาพรวมของเกม (Game Overview)

เกมป้องกันฐานภาพสองมิติ (2D Tower Defense) ใช้มุมมองสายตานก (bird's eye view) ซึ่งผู้เล่นต้องสร้างหอคอยป้องกันศัตรูไม่ให้เข้ามาในฐานได้ โดยจะมีการปรับสภาพแผนที่ไปตามตำแหน่งที่อยู่ของผู้เล่นในปัจจุบันด้วย

3.4 เนื้อเรื่องเกม (Game Story)

โลกในปี 21xx ได้ค้นพบแร่ธาตุใหม่ซึ่งให้พลังงานสูง แต่ส่งผลร้ายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ทำให้สภาพทั้งภายนอกและภายในเปลี่ยนแปลงไป จนต้องกักกันเอาไว้ แต่ผู้ก่อการร้ายทั่วโลกก็ได้แร่ธาตุนี้ไปบางส่วน ทำให้ทั่วโลกเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นสงครามโลกครั้งที่สาม เราเป็นแม่ทัพคนปัจจุบันของประเทศที่เหลื่อมรอดระหว่างสงคราม จึงต้องปกป้องประเทศนี้ให้จงได้

3.5 บริบทของเกม (Game Context)

ในเกม คิวท์-ที-ดี ผู้เล่นจะได้รับบทบาทเป็นแม่ทัพที่ต้องสร้างหอคอยปกป้องปราสาท อย่างสุดความสามารถ และต้องสู้กับศัตรูที่ได้รับผลกระทบจากแร่ธาตุใหม่ ซึ่งจะมีทั้งเล่นตามเนื้อเรื่อง และเล่นแบบอิสระ เก็บสะสมเงินที่ได้จากศัตรู พัฒนาหอคอยและบุคคล มีรูปที่ 3.6 และ รูปที่ 3.7 เป็นตัวอย่างของตัวบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างภาพที่ใช้ทำเป็นบุคคลภายในเกม



รูปที่ 3.7 ตัวอย่างภาพบุคคลที่ใช้ภายในเกม

3.6 ประสบการณ์ในการเล่นเกมน (Game Experience)

โดยภาพรวมของเกม คิวท์-ที-ดีจะมีธีมเกมคือ ความน่ารัก ผสมกับความล้ำของเทคโนโลยีในปัจจุบัน ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ปกป้องฐานเอาไว้

3.7 ระบบของเกม (Game Mechanic)

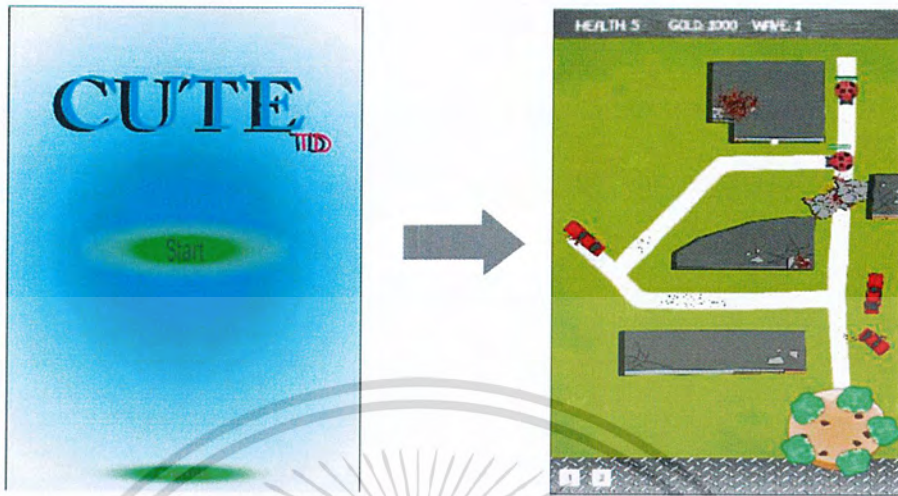
ผู้เล่นจะอยู่ในมุมมองบุคคลที่สาม ในสภาพแวดล้อมที่มีการอ้างอิงจากจีพีเอส โดยภายในเกมจะมีระบบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ระบบหอคอยที่ ผู้เล่นสามารถเลือกประเภทหอคอยได้ วางหอคอยได้อย่างอิสระ เพื่อให้หอคอยโจมตีศัตรูได้ อีกทั้งยังสามารถพัฒนาหอคอย และยุบหอคอยทิ้งได้ รวมไปถึงใช้บุคคลมาประจำการแทนหอคอยได้ด้วย

ระบบการจัดการทรัพยากร ที่ได้มาจากศัตรูภายในเกม หรือได้มาหลังจากจบภารกิจ ซึ่งผู้เล่นสามารถใช้ทรัพยากรเพื่อซื้อ และพัฒนาหอคอยกับบุคคลได้

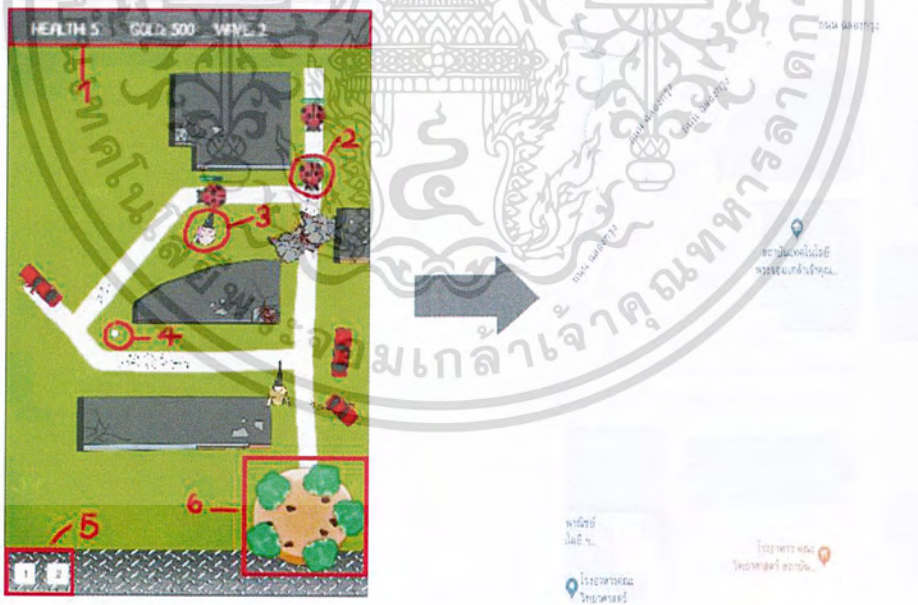
จากหัวข้อที่กล่าวมาในส่วนของการเก็บข้อมูล การออกแบบและวิเคราะห์ทั้งแอปพลิเคชัน รวมถึงการนำไปใช้ในเกมซึ่งอยู่ในโลกเสมือน สำหรับการนำสิ่งที่พัฒนาไปทดลองใช้งานจริงจะถูกอธิบายในบทถัดไป เอกสารถึงผู้ทดลองที่ได้และก้าววิเคราะห์ผลทดลองเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 อธิบายเกม



รูปที่ 3.8 การแสดงผลของหน้าเมนูหลัก

จากรูปที่ 3.8 จะเป็นการแสดงการทำงานของเมนูหลัก คือเมื่อผู้เล่นกดที่ปุ่ม Start ตัวเกมจะตัดเข้าสู่พื้นที่ของการเล่นเกม

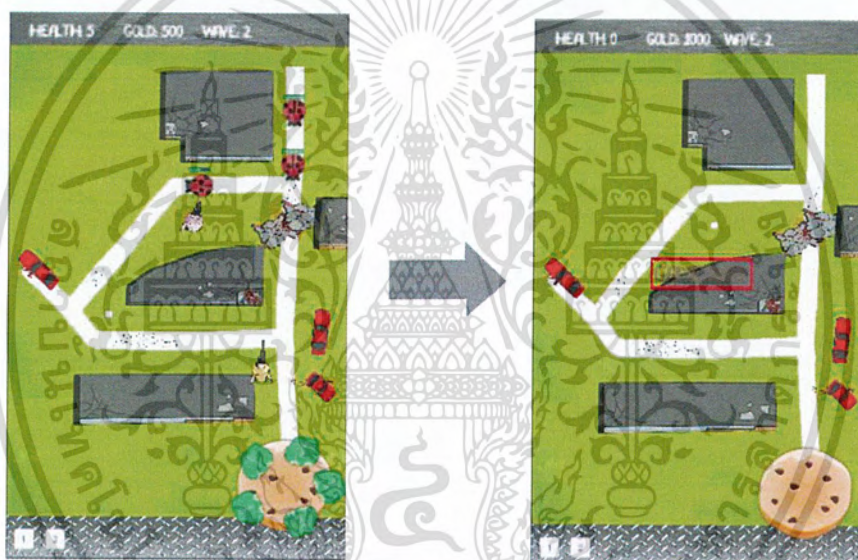


รูปที่ 3.9 หน้าแสดงผลหลักของเกม และ การเทียบกับโลกความจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.9 จะเป็นการนำหลักของการเล่นเกม โดยผู้เล่นจะต้องเดินไปยังที่ต่างภายในโลกความเป็นจริง จากในรูปตัวอย่าง และ ภายในตัวเกมจะแสดงผลว่าผู้เล่นอยู่ ณ จุดไหนของเกม และ ผู้เล่นจะต้องทำการวาง ป้อมเพื่อทำการป้องกันไม่ให้ศัตรู เคลื่อนที่ไปยังจุดสุดท้าย

1. หน้าต่างแสดงผล ที่แสดงค่าสถานะของผู้เล่น
2. รูปแบบของศัตรู
3. รูปแบบตัวอย่างของป้อม
4. จุดที่ตัวผู้เล่นอยู่ในปัจจุบัน
5. หน้าต่างแสดงผล ที่ใช้ในการเลือกชนิดของป้อม
6. จุดสุดท้ายที่ผู้เล่นต้องทำการป้องกัน



รูปที่ 3.10 การแสดงผลเมื่อผู้เล่นจบเกม

จากรูปจะแสดงผลเมื่อผู้เล่นจบเกมหรือแพ้ และ ตัวเกมจะทำการกลับไปเริ่มใหม่อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากที่กล่าวมาในบทข้างต้น ได้มีการทดลองโดยมีผู้เล่น 10 คนในการเก็บ และ วิเคราะห์ข้อมูล มีการสังเกตพฤติกรรม และ สอบถามจากผู้เล่น หลังจากการเล่นเกมที่ผู้เล่นมีความรู้สึกอย่างไร และ คิดอย่างไร ในการ เล่น โดยจะมีการจัดรูปแบบของคำถาม ดังต่อไปนี้

4.1 ความคิดเห็นของผู้เล่นในการเลือกจุดที่จะตั้งป้อม

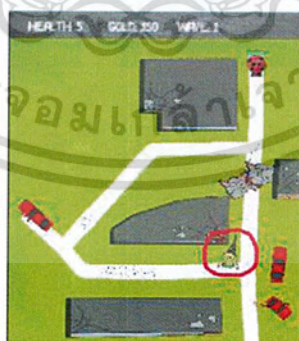
- 1) ผู้เล่นมีการวางป้อมในรูปแบบที่ 1 และทำการ Upgrade ดังรูป



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างตำแหน่งในการวางป้อม

ซึ่งผู้เล่นให้ความเห็นว่า เป็นการป้อมกันป้อมตั้งแต่ต้น และ จะทำให้ได้รับ เงิน ที่เร็วกว่าทำให้ มีเงินในการวาง ป้อมต่อไปได้เร็วขึ้น

- 2) ผู้เล่นมีการวางป้อมในรูปแบบที่ 2 และทำการ Upgrade ดังรูป

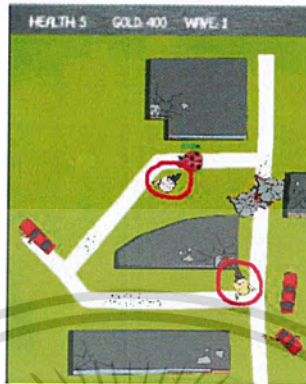


รูปที่ 4.2 ตัวอย่างตำแหน่งในการวางป้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งผู้เล่นให้ความเห็นว่า เป็นจุดเริ่มต้นที่ง่ายเพราะง่ายในการเดิน และ ยังทำให้มีรูปแบบในการว่า แผนตั้งป้อมที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

3) ผู้เล่นมีการวางป้อมในรูปแบบที่ 1 และ 2 แต่ยังไม่ได้ Upgrade โดยเริ่มจากการวางรูปแบบที่ 2 ก่อน ดังรูป



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างตำแหน่งในการวางป้อม

ซึ่งผู้เล่นให้ความเห็นว่า ในช่วงแรกยังไม่มีความจำเป็นที่จะต้อง Upgrade เพราะ ศัตรูยังไม่มีความแข็งแกร่งพอ และ ยังเป็นการวางแผนล่วงหน้าในการเล่น และการมาของศัตรูในครั้งต่อไป

4.2 ความรู้สึกของผู้เล่นต่อวิธีการเล่นเกม

50% ของผู้เล่นมีความเห็นว่า ตัวเกมมีความเข้าใจที่ง่ายไม่ซับซ้อน

30% ของผู้เล่นมีความรู้สึกที่ว่าตัวเกมเล่นง่าย แต่ ชนิดของป้อม และ ตัวศัตรูยังมีน้อยไป

20% ของผู้เล่นมีความรู้สึกที่ว่าตัวเกมมีความยุ่งยากในการวางการป้อมกัน ที่ตัวผู้เล่นต้องเดินไปตัวเอง และ รู้สึกไม่ชอบ

4.3 ความรู้สึกของผู้เล่นต่อระบบของเกม

80% ของผู้เล่นมีปัญหาในเรื่องของ จีพีเอส ที่ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่จึงไม่สามารถ วางป้อมได้อย่างที่ต้องการ

20% ของผู้เล่นยังมีปัญหาในเรื่องของสมดุลในการเล่นอยู่

4.4 จุดที่ควรปรับปรุง

ผู้เล่นต้องส่วนใหญ่การให้แก้ไขเรื่องของจีพีเอสที่ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ และ อยากให้เพิ่มชนิดของป้อม และ ตัวศัตรูให้มากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1) การรวมเกมแนวป้องกันฐานกับระบบจีพีเอสเข้าด้วยกันเป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ คือสามารถทำงานร่วมกันได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังมีปัญหาในเรื่องของพื้นที่ของเกม คือสามารถเล่นได้เพียงแค่พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเท่านั้น หากต้องการให้เกมสามารถเล่นได้ทุกที่ จำเป็นต้องสร้างเกมขนาดใหญ่ที่สามารถสร้างแผนที่ได้ครบ

2) การวิจัยแสดงให้เห็นถึงความคิดของผู้เล่นในเกมแนวป้องกันฐาน การวางป้อม การพัฒนาป้อมที่ดี และสร้างสรรค์ และมีผลตอบรับทั้งที่ดีและไม่ดี ซึ่งช่วยในการพัฒนาต่อไป

3) การพัฒนาเกม บนโปรแกรม Unity ทำให้ผู้พัฒนาได้รับความรู้และความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ ต่อการพัฒนาเกมที่มีระบบจีพีเอสมาเกี่ยวข้อง

4) การศึกษาเรื่องจีพีเอสในการหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้เล่น และ ส่วนต่างๆ ในเกม โดยมีการนำ ละติจูด ลองจิจูด และ เส้นรอบวงเฉลี่ย ในการคำนวณต่าง ๆ ทำให้รู้ได้ว่าจะสามารถนำเรื่องนี้อย่างไรไปต่อยอดในเกมประเภทอื่น ๆ ได้นอกจากเกมป้องกันฐาน

5.2 การอภิปรายผล

จากผลการวิจัย และการวิเคราะห์พบว่าในตัวเกมนั้นยังมีปัญหาหลักที่การ จับตำแหน่งของ จีพีเอส มียังมีความคลาดเคลื่อนอยู่ ทำให้การเล่นมีปัญหา ในส่วนต่าง ๆ เช่น การเดิน และการวางป้อมทำให้ผู้เล่นมีความรู้สึกสนุก ในการเล่นที่ลดน้อยลง

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในช่วงที่มีการเก็บข้อมูล และ ทดสอบมีสภาพอากาศที่ไม่ปกติทำให้มีความคลาดเคลื่อนในระบบของจีพีเอส

5.3 แผนงานที่เป็นไปได้ในอนาคต

เมื่อระบบนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี การต่อยอดต่อไปในอนาคตที่เป็นไปได้คือการนำระบบ Augmented reality มาใช้มากขึ้นเช่น การเล่นผ่านกล้องให้เห็นศัตรูและป้อมเป็น 3D กราฟฟิก บนโลกจริง หรือการสร้างเกมให้เป็น โอเพนเวิร์ลหรือเกมแนวโลกอิสระ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

API [17]

API ย่อมาจาก Application Programming Interface คือช่องทางการเชื่อมต่อระหว่างเว็บไซต์หนึ่งไปยังอีกเว็บไซต์หนึ่ง หรือเป็นการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเซิร์ฟเวอร์ หรือจากเซิร์ฟเวอร์เชื่อมต่อไปหาเซิร์ฟเวอร์ซึ่ง API นี้เปรียบได้เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้อย่างอิสระ โดยAPI ทำหน้าที่ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ หรือจะเป็นการนำข้อมูลต่าง ๆ ออกจากเว็บไซต์ หรือจะเป็นการส่งข้อมูลเข้าไปก็ได้ โดยเจ้าของเว็บไซต์ที่มี API จะกำหนดขอบเขตในการเข้าถึงบริการต่าง ๆ ของทางเว็บไซต์



รูปที่ 1 ตัวอย่างรูปแบบของ API [18]

โดยประโยชน์ของ API สามารถแบ่งออกมาได้หลายอย่างคือ

1. ช่วยในการพัฒนาเว็บไซต์หรือ แอปพลิเคชัน ได้ง่ายและรวดเร็วซึ่ง API จะเป็นตัวช่วยที่นักพัฒนาไม่ต้องเข้าไปแก้ไขโค้ด คำสั่งเลยทำให้สะดวกสบายในการใช้งาน
2. ช่วยให้นักพัฒนาเว็บไซต์หรือเจ้าของเว็บไซต์สามารถฐานผู้ชมเว็บไซต์ให้มากขึ้น
3. ทำให้ผู้ใช้งานเว็บไซต์ต่าง ๆ ที่มีการติดตั้ง API ของอีกเว็บไซต์หนึ่ง ไม่ต้องเข้าหน้าเว็บไซต์ที่เป็นเจ้าของ API เพียงแต่เข้ามายังเว็บไซต์ที่มีการติดตั้ง API เท่านั้นทำให้การรับรู้ข่าวสารต่าง ๆ ทัวถึงกันและสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้งานเว็บไซต์
4. API สามารถรับส่งข้อมูลข้ามเซิร์ฟเวอร์ได้

ในปัจจุบันเว็บไซต์ใหญ่ ๆ หลายเว็บไซต์จะมีการเปิดให้ใช้งาน API ซึ่งอาจจะเห็นการใช้งาน API ได้มากขึ้นโดยเฉพาะเว็บไซต์ที่เกี่ยวกับด้านการติดต่อสื่อสารทางเครือข่ายสังคมออนไลน์ และ อีคอมเมิร์ซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ความจริงผสม, de Souza e Silva, Adriana; Sutko, Daniel M. (2009). Digital Cityscapes: merging digital and urban playspaces. New York: Peter Lang Publishing, Inc.
- [2] ความจริงผสม, Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. and Kishino, F. (1995). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. Telemanipulator and Telepresence Technologies, 2351, pp.282-292.
- [3] เส้นต่อเนืองระหว่างความเป็นจริงกับโลกเสมือน, ความจริงผสม, de Souza e Silva, Adriana; Sutko, Daniel M. (2009). Digital Cityscapes: merging digital and urban playspaces. New York: Peter Lang Publishing, Inc.
- [4] ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก, van Diggelen, F. and Enge, P. (2015). The World's first GPS MOOC and Worldwide Laboratory using Smartphones. In: Proceedings of the 28th International Technical Meeting of The Satellite Division of the Institute of Navigation (ION GNSS+ 2015). pp.361 - 369.
- [5] ARQuake, Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M. and Piekarski, W. (2000). ARQuake: an outdoor/indoor augmented reality first person application. Digest of Papers. Fourth International Symposium on Wearable Computers, pp.139-146.
- [6] การเพิ่มความเป็นจริงใน HMD, ARQuake, Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M. and Piekarski, W. (2000). ARQuake: an outdoor/indoor augmented reality first person application. Digest of Papers. Fourth International Symposium on Wearable Computers, pp.139-146.
- [7] ตัวอย่างการเล่น ARquake ข้างนอก, ARQuake, Thomas, B., Close, B., Donoghue, J., Squires, J., De Bondi, P., Morris, M. and Piekarski, W. (2000). ARQuake: an outdoor/indoor augmented reality first person application. Digest of Papers. Fourth International Symposium on Wearable Computers, pp.139-146.
- [8] Pokémon GO, Pokémon GO. (2016). The Pokémon Company.
- [9] ตัวอย่างการนำ AR มาผสม กับ โลกจริงของ Pokémon GO, Pokémon GO, Pokémon GO. (2016). The Pokémon Company.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [10] ตัวอย่างการจำลองแผนที่จาก GPS ของ Pokémon GO, Pokémon GO, Pokémon GO. (2016). The Pokémon Company.
- [11] Human Pacman, Cheok, A., Goh, K., Liu, W., Farbiz, F., Fong, S., Teo, S., Li, Y. and Yang, X. (2004). Human Pacman: a mobile, wide-area entertainment system based on physical, social, and ubiquitous computing. Personal and Ubiquitous Computing, 8(2), pp.71-81.
- [12] มุมมองบุคคลที่หนึ่งที่แสดง HMD ของ Pacman, สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <http://mixedrealitylab.org/projects/all-projects/human-pacman/> สืบค้นเมื่อ 21/4/2561
- [13] การเชื่อมต่อระหว่างโลกจริง กับ โลกเสมือนของ Pacman, สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <http://mixedrealitylab.org/projects/all-projects/human-pacman/>, สืบค้นเมื่อ 21/4/2561
- [14] Magic Circle, Exploring the Edge of the Magic Circle: Defining Pervasive Games, Markus Montola University of Tampere Game Research Lab.
- [15] การจับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ของ Google Maps, Google Maps Geolocation, สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <https://developers.google.com/maps/documentation/geolocation/intro>, สืบค้นเมื่อ 13/7/2561
- [16] ตัวอย่างการใช้งาน Google Maps Geolocation, สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <https://developers.google.com/maps/documentation/geolocation/intro>, สืบค้นเมื่อ 13/7/2561
- [17] API, สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <https://medium.com/skooldio/api>, สืบค้นเมื่อ 22/4/2561
- [18] ตัวอย่างรูปแบบของ API, สืบค้นจากอินเทอร์เน็ต, <https://developers.google.com/maps/documentation/directions/>, สืบค้นเมื่อ 13/7/2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้