



แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการนำทางภายในอาคาร
AR Indoor Navigation System in SUT C1

โดย

นายบุญยวัจน์	ธารีประทีป	รหัสนักศึกษา B6405656
นายนพกร	ดาศรี	รหัสนักศึกษา B6405717
นางสาวเปรมสิณี	เปาอินทร์	รหัสนักศึกษา B6406486

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ดร.วิชัย ศรีสุรักษ์

รายงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 523480 โครงงานวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567

ชื่อโครงการ	แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการนำทางภายในอาคาร (AR Indoor Navigation System in SUT C1)		
คณะจัดทำ	นายปณณวัฒน์	ธารีประทีป	รหัสนักศึกษา B6405656
	นายณพกร	ดาศรี	รหัสนักศึกษา B6405717
	นางสาวเปรมสิณี	เปาอินทร์	รหัสนักศึกษา B6406486
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.วิชัย ศรีสุรักษ์		
ภาคการศึกษา	2/2567		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา AR Indoor Navigation System in SUT C1 ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาที่ใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) เพื่ออำนวยความสะดวกในการนำทางภายในอาคารวิชาการ 1 (C1) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ระบบนี้ถูกออกแบบมาเพื่อลดความซับซ้อนในการค้นหาสถานที่และช่วยให้นักศึกษา บุคลากร ตลอดจนผู้มาเยี่ยมชมสามารถเดินทางไปยังจุดหมายต่าง ๆ ภายในอาคารได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำ

การทำงานของระบบเริ่มต้นด้วยการ สแกน QR Code เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นของการนำทาง หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถใช้กล้องสมาร์ทโฟนสแกนพื้นที่รอบ ๆ ระบบจะแสดง เส้นทางนำทางแบบ AR ซ้อนทับในภาพสดจากกล้อง เพื่อชี้แนะเส้นทางไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการ เช่น ห้องสำนักงาน ห้องเรียน ห้องน้ำ และสถานที่สำคัญอื่น ๆ ภายในอาคาร นอกจากนี้ ระบบยังแสดงข้อมูลรายละเอียดของสถานที่ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลที่จำเป็นได้ทันที

เทคโนโลยีหลักที่ใช้ในโครงการนี้ประกอบด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality ผ่าน ARCore สำหรับอุปกรณ์ Android รวมถึงการใช้งาน QR Code สำหรับการระบุตำแหน่งเริ่มต้น ระบบนี้มีความแม่นยำในการนำทางและใช้งานได้ง่ายบนอุปกรณ์พกพา อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทางภายในอาคาร ลดปัญหาการหลงทาง และสามารถพัฒนาต่อยอดเพื่อใช้งานในอาคารอื่น ๆ หรือสถานที่ที่มีโครงสร้างซับซ้อนในอนาคตได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมนี้ได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของผู้จัดทำโครงการไปด้วยดีคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วิชัย ศรีสุรักษ์ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นโครงการจนกระทั่งโครงการสำเร็จลุล่วงด้วยดีผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านด้วยความเคารพอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ผู้จัดทำ/คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	จ
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ขอบเขตของการดำเนินงาน	2
1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	3
บทที่ 2.....	4
ซอฟต์แวร์ที่ใช้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
Unity	4
AR Foundation.....	5
AI Navigation.....	6
Microsoft Visual Studio	8
1. เทคโนโลยี Augmented Reality (AR).....	9
2.ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร (Indoor Positioning System - IPS).....	10
3. การประมวลผลด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence - AI).....	10
4. กราฟิก 3D และระบบการแสดงผล	10
5. การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience - UX).....	10
6. ฐานข้อมูลและระบบจัดการข้อมูล.....	11
บทที่ 3.....	12
วิธีดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบ	12
3.1 การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis).....	12
3.2 การออกแบบระบบ (System Design).....	12
3.3 การพัฒนาระบบ (System Development)	12
3.4 การทดสอบระบบ (System Testing)	13
บทที่ 4.....	14
ผลการดำเนินการ.....	14
บทที่ 5.....	17

สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ.....	17
5.1 สรุปผล	17
5.2 ข้อเสนอแนะ	17
บรรณานุกรม.....	20

สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 1 Unity	4
รูปที่ 2 Unity AR Foundation	5
รูปที่ 3 Microsoft Visual Studio	8
รูปที่ 4 หน้าไอคอนแอปพลิเคชัน	14
รูปที่ 5 ผลลัพธ์การใช้งานแอปพลิเคชันบทที่ 5	16

บทที่ 1

บทนำ

การนำทางภายในอาคารวิชาการ เช่น มหาวิทยาลัย โรงเรียน หรือสถาบันการศึกษาอื่นๆ เป็นความท้าทายที่พบได้บ่อยสำหรับนักศึกษาใหม่ บุคลากร และผู้มาเยือน โดยเฉพาะในอาคารที่มีโครงสร้างซับซ้อนหรือมีหลายชั้น การขาดป้ายบอกทางที่ชัดเจนหรือแผนที่ที่เข้าใจง่าย อาจทำให้ผู้ใช้งานต้องเสียเวลาในการค้นหาห้องเรียน ห้องประชุม ห้องปฏิบัติการ หรือพื้นที่สำคัญอื่นๆ ภายในอาคาร การเดินทางหรือการต้องสอบถามทางซ้ำๆ ไม่เพียงแต่สร้างความลำบาก แต่ยังอาจส่งผลกระทบต่อความรู้สึกและประสบการณ์ของผู้ใช้งาน

ในปัจจุบัน เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนานวัตกรรมที่ตอบโจทย์การแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการนำทาง เทคโนโลยี AR ช่วยเพิ่มประสบการณ์การใช้งานด้วยการแสดงข้อมูลเส้นทางและตำแหน่งในรูปแบบกราฟิกที่ซ้อนทับบนภาพจริงผ่านกล้องสมาร์ทโฟน ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้และเข้าใจข้อมูลเส้นทางได้ง่ายขึ้นในลักษณะเรียลไทม์

โครงการนี้มีเป้าหมายในการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR Indoor Navigation บนสมาร์ทโฟน เพื่อใช้ในการนำทางภายในอาคารวิชาการ แอปพลิเคชันนี้จะช่วยลดความยุ่งยากในการค้นหาเส้นทางไปยังสถานที่ต่างๆ โดยผู้ใช้งานเพียงแค่เปิดกล้องสมาร์ทโฟนและเลือกจุดหมายปลายทาง ระบบจะทำการประมวลผลและแสดงเส้นทางในรูปแบบกราฟิกสามมิติ เช่น ลูกศรหรือเส้นทางเสมือน ที่ซ้อนทับกับภาพจริงของพื้นที่ในอาคาร

โครงการจะพัฒนาโดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น การสร้างแผนที่ภายในอาคาร (Indoor Mapping) การระบุพิกัดตำแหน่งแบบเรียลไทม์ (Real-Time Positioning) และการผสมผสานเทคโนโลยี AR เพื่อให้ระบบสามารถแสดงข้อมูลที่แม่นยำและเข้าใจง่าย นอกจากนี้ ยังคำนึงถึงการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน (User Interface) ที่เป็นมิตรและใช้งานสะดวก เพื่อให้ผู้ใช้ทุกกลุ่มสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประโยชน์ของโครงการนี้ไม่เพียงจำกัดอยู่ในการช่วยนำทาง แต่ยังส่งเสริมการนำเทคโนโลยี AR มาใช้ในบริบทการศึกษา ช่วยยกระดับประสบการณ์ของนักศึกษาและบุคลากร อีกทั้งยังเป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชันนำทางภายในอาคารในภาคส่วนอื่นๆ เช่น โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า หรือศูนย์ประชุม โครงการนี้จึงมีความสำคัญทั้งในแง่ของการพัฒนานวัตกรรมและการตอบสนองความต้องการในชีวิตประจำวันอย่างแท้จริง

1.1 วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันนำทางภายในอาคารวิชาการโดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR)
- เพื่อเพิ่มความสะดวกและลดเวลาในการค้นหาสถานที่ต่างๆ ภายในอาคารวิชาการ
- เพื่อสร้างต้นแบบระบบที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในสถานที่อื่นๆ ได้
- เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแสดงเส้นทางแบบกราฟิกที่ใช้งานง่ายและแม่นยำ
- เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AR และระบบระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคาร

1.2 ขอบเขตของการดำเนินงาน

- พัฒนาระบบนำทางภายในอาคารวิชาการ1
- ฟังก์ชันหลักประกอบด้วยการค้นหาสถานที่และการนำทางแบบเรียลไทม์
- ใช้เทคโนโลยี AR บนสมาร์ตโฟน Android หรือ iOS สำหรับแสดงเส้นทางแบบกราฟิกสามมิติ
- กลุ่มเป้าหมายคือ นักศึกษาใหม่ บุคลากร และผู้มาเยือน

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการนี้แบ่งการดำเนินงานและการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกศึกษาหลักการทำงานของโครงการและการศึกษาในภาคปฏิบัติ ในขั้นตอนที่สอง ทำการออกแบบและทดสอบวงจรควบคุมระบบ สุดท้ายเป็นขั้นตอนการทดสอบระบบทั้งหมด โดยทั้งสามขั้นตอนสามารถด้วยตารางการดำเนินงานดังนี้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานโครงการวิศวกรรม

แผนงานในแต่ละสัปดาห์	ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12
1. ศึกษาหลักการทำงานของโครงการและศึกษาในภาคปฏิบัติ				x	x	x	x	x	x	x	x					
2. ออกแบบและทดสอบวงจรควบคุมระบบ									x	x	x	x		x		
3. ทดสอบระบบ														x	x	x

1. ศึกษาหลักการทำงานของโครงการและศึกษาในภาคปฏิบัติ:

ในขั้นตอนนี้จะทำการศึกษาหลักการทำงานของโครงงาน AR Indoor Navigation รวมถึงการใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) และการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR ด้วย Unity โดยเริ่มจากการศึกษาเครื่องมือที่จำเป็นและวิธีการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟนทั้งในด้านการแสดงผลเส้นทางแบบกราฟิกและการเชื่อมต่อกับระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร เช่น Beacon หรือ Wi-Fi นอกจากนี้ยังมีการฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ผู้พัฒนาค้นเคยกับเครื่องมือและเทคโนโลยีต่างๆ ที่จะใช้ในโครงงาน

2. การออกแบบและทดสอบวงจรควบคุมระบบ:

ในขั้นตอนนี้จะทำการออกแบบวงจรควบคุมที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบ และทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อให้แน่ใจว่าองค์ประกอบต่างๆ เช่น การใช้ Unity ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR จะทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาหาข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น รวมถึงการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำในการพัฒนาและแก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการทดสอบ

3. ทดสอบระบบทั้งหมด:

ในขั้นตอนนี้จะทำการทดสอบระบบทั้งหมดที่ได้พัฒนาขึ้นใน Unity โดยการทดสอบการแสดงผลเส้นทางภายในอาคาร และการใช้งานของระบบนำทางจริง ผู้พัฒนาจะทำการประเมินผลการทำงานของแอปพลิเคชัน AR และระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารที่ถูกออกแบบมา รวมถึงการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่พบจากการทดสอบ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

- พัฒนาทักษะการใช้งานเทคโนโลยี AR และ Unity
- เพิ่มความเข้าใจในการออกแบบและพัฒนาระบบนำทาง
- สร้างแอปพลิเคชันที่สามารถใช้งานได้จริง
- ส่งเสริมความสามารถในการทำงานร่วมกับทีมและอาจารย์ที่ปรึกษา

บทที่ 2

ซอฟต์แวร์ที่ใช้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงซอฟต์แวร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาโครงการนี้ ซึ่งเป็นระบบนำทางภายในอาคารที่ออกแบบมาเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถเดินทางไปยังจุดต่างๆ ภายในอาคารได้อย่างสะดวกและแม่นยำ โดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) ในการแสดงเส้นทางและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งการใช้ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร (Indoor Positioning System - IPS) เพื่อให้การนำทางมีความแม่นยำสูง เทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงการนี้จะช่วยให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถขยายได้ในอนาคต โดยในบทนี้จะนำเสนอเครื่องมือและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาและปรับปรุงระบบให้มีความทันสมัยและเหมาะสมกับการใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

Unity



รูปที่ 1 Unity

Unity เป็นเครื่องมือพัฒนาเกมและแอปพลิเคชันที่ได้รับความนิยมสูง ซึ่งใช้สำหรับสร้างและพัฒนาเกม 2D, 3D และแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) และ Virtual Reality (VR) โดย Unity มีคุณสมบัติที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ต้องการการแสดงผลกราฟิกที่มีความละเอียดสูง รวมถึงการจัดการกับโลกเสมือน (virtual environment) และการตรวจจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในโลกจริงที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี AR

ในโครงการ AR Indoor Navigation System Unity จะถูกใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถรับข้อมูลการนำทางภายในอาคารแบบเรียลไทม์ โดย Unity จะช่วยในการสร้างภาพกราฟิก 3D ที่สามารถแสดงผลบนอุปกรณ์มือถือหรือแท็บเล็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Unity ยังมีฟีเจอร์ที่รองรับการทำงานร่วมกับเทคโนโลยี AR เช่น Vuforia หรือ AR Foundation ซึ่งช่วยให้สามารถสร้างแอปพลิเคชัน AR ที่สามารถตรวจจับตำแหน่งและแสดงเส้นทางนำทางได้อย่างแม่นยำ

หนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญของ Unity คือความสามารถในการรองรับหลายแพลตฟอร์ม ซึ่งหมายความว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาบน Unity สามารถทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Android, iOS, Windows, MacOS โดยไม่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนโค้ดหลักมากนัก นอกจากนี้ Unity ยังมีเครื่องมือที่ช่วยใน

การทดสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน รวมถึงการตรวจสอบการทำงานของระบบในหลายสภาพแวดล้อมเพื่อให้มั่นใจว่าแอปพลิเคชันจะทำงานได้อย่างราบรื่นบนอุปกรณ์ต่าง ๆ

การใช้ Unity ในโครงการนี้จะช่วยให้สามารถสร้างระบบนำทางภายในอาคารที่ใช้งานได้จริง ด้วยกราฟิก 3D ที่แสดงเส้นทางบนโลกจริง และการใช้งานฟีเจอร์ของ AR ในการสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้ใช้ในการค้นหาตำแหน่งและเส้นทางไปยังจุดต่าง ๆ ภายในอาคาร นอกจากนี้ Unity ยังสนับสนุนการใช้งานเครื่องมือเสริมต่าง ๆ ที่ช่วยเพิ่มฟังก์ชันการทำงานในระบบ เช่น การใช้เทคโนโลยี GPS สำหรับการติดตามตำแหน่งภายนอกอาคาร และการจัดการกับข้อมูลแบบเรียลไทม์สำหรับการอัปเดตเส้นทางนำทาง

AR Foundation



AR Foundation เป็นเฟรมเวิร์กที่พัฒนาโดย Unity เพื่อช่วยในการสร้างแอปพลิเคชัน Augmented Reality (AR) ซึ่งรองรับการทำงานร่วมกับแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น ARKit ของ Apple และ ARCore ของ Google ทำให้ผู้พัฒนาสามารถสร้างประสบการณ์ AR บนทั้งอุปกรณ์ Android และ iOS ได้โดยไม่ต้องเขียนโค้ดแยกสำหรับแต่ละแพลตฟอร์ม โดย AR Foundation ให้ความยืดหยุ่นในการสร้างแอปพลิเคชัน AR ที่สามารถรองรับฟีเจอร์ต่าง ๆ เช่น การตรวจจับพื้นผิว (Plane Detection), การติดตามตำแหน่ง (Positional Tracking), และการตรวจจับวัตถุหรือรูปภาพ (Image Tracking) ซึ่งฟีเจอร์ Image Tracking เป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญและมีประโยชน์สำหรับการสร้างแอปพลิเคชัน AR ที่สามารถตรวจจับและระบุรูปภาพในสภาพแวดล้อมจริงได้อย่างแม่นยำ เมื่อแอปพลิเคชันพบรูปภาพที่ได้ถูกกำหนดไว้ในฐานข้อมูลแล้ว เช่น ป้าย, สัญลักษณ์, หรือ QR Code ระบบจะทำการแสดงผลเนื้อหาหรือวัตถุเสมือน (Virtual Objects) เช่น ลูกศรนำทาง, ข้อความ, หรือโมเดล 3 มิติ ที่ซ้อนทับกับรูปภาพที่ตรวจจับได้ตามตำแหน่งที่ถูกต้องในโลกจริง

ในโครงการ AR Indoor Navigation System ฟีเจอร์ Image Tracking ของ AR Foundation ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการนำทางภายในอาคาร โดยการติดตั้งป้ายหรือสัญลักษณ์ที่สามารถตรวจจับได้ในพื้นที่สำคัญ เช่น ทางแยก, บริเวณใกล้ห้องประชุม, หรือจุดที่ต้องการการอ้างอิงพิเศษ เมื่อแอปพลิเคชันตรวจพบรูปภาพที่กำหนด ระบบจะทำการแสดงเส้นทางหรือการนำทางที่เชื่อมโยงกับตำแหน่งจริงในอาคาร เช่น ลูกศรนำทางที่แสดงบนหน้าจอของผู้ใช้ ซึ่งมีความแม่นยำสูงตามตำแหน่งที่ผู้ใช้ยืนอยู่และจุดที่กำหนดไว้

การใช้งาน Image Tracking ยังช่วยให้ระบบสามารถแสดงข้อมูลเสริมที่เกี่ยวข้องกับสถานที่หรือจุดนั้น ๆ ได้ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับห้องประชุม รายชื่อของกิจกรรมที่กำลังจัดขึ้น หรือเส้นทางที่ต้องเดินไปยังจุดหมายถัดไป นอกจากนี้ยังช่วยในการปรับปรุงความแม่นยำในการระบุตำแหน่งของผู้ใช้ในกรณีที่ระบบการระบุตำแหน่งภายในอาคาร (IPS) อาจมีข้อจำกัด หรือพื้นที่บางแห่งอาจไม่ได้รับสัญญาณที่ชัดเจนจากเซ็นเซอร์ ภายใต้การทำงานของ AR Foundation, การตรวจจบบรูภาพจึงสามารถเติมเต็มช่องว่างในด้านความแม่นยำ และช่วยให้การนำทางภายในอาคารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

การใช้ Image Tracking ยังเสริมสร้างประสบการณ์การใช้งานที่เป็นมิตรและสะดวกสบายยิ่งขึ้น เนื่องจากสามารถแสดงข้อมูลให้ผู้ใช้อยากทราบในรูปแบบที่เข้าใจง่ายและไม่ต้องพึ่งพาแผนที่หรือคำแนะนำแบบเดิม ๆ ที่อาจสร้างความสับสนได้ โดยพีเจอาร์นี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นเส้นทางที่ต้องการไปพร้อมกับข้อมูลเสริมที่มีประโยชน์ ทำให้โครงการ AR Indoor Navigation System มีความทันสมัยและเหมาะสมกับการใช้งานในอาคารหรือสถานที่ที่ซับซ้อน

AI Navigation

AI Navigation หรือ การนำทางด้วยปัญญาประดิษฐ์ คือการใช้เทคโนโลยี AI (Artificial Intelligence) ในการช่วยให้ระบบหรือแอปพลิเคชันสามารถคำนวณเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทางไปยังจุดหมาย โดยอาศัยการประมวลผลข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ เช่น แผนที่, ข้อมูลภูมิศาสตร์, ข้อมูลการจราจร, หรือข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อปรับปรุงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดตามสภาพการณ์ต่าง ๆ

การใช้ AI Navigation ในโครงการ AR Indoor Navigation System

ในโครงการ AR Indoor Navigation System การใช้ AI Navigation สามารถเสริมประสิทธิภาพในการนำทางภายในอาคารได้โดยการผสมผสานเทคโนโลยี AR และ AI โดยสามารถใช้ AI เพื่อ:

1. คำนวณเส้นทางที่ดีที่สุด

AI สามารถประมวลผลข้อมูลจากแผนที่ภายในอาคารเพื่อคำนวณเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมาย โดยจะพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความยาวของเส้นทาง, ความสะดวกในการเดิน, และข้อจำกัดต่าง ๆ เช่น บันได, ลิฟต์ หรือประตูที่จำกัดการเข้าถึง

2. การปรับเส้นทางตามสภาพแวดล้อม

การนำทางภายในอาคารอาจพบกับการเปลี่ยนแปลงจากการปิดบางส่วนของทางเดินหรือการปรับเปลี่ยนการใช้งานห้อง ในกรณีเช่นนี้ AI จะสามารถคำนวณและแนะนำเส้นทางใหม่ ๆ ที่เหมาะสมที่สุดโดยอัตโนมัติ เพื่อลดการเสียเวลาและเพิ่มความสะดวกในการเดินทาง

3. การเรียนรู้จากข้อมูล (Machine Learning)

AI สามารถเรียนรู้จากข้อมูลการใช้งานจริง เช่น การเดินทางของผู้ใช้ก่อนหน้านี้ หรือข้อมูลการใช้งานที่ได้รับจากระบบเซ็นเซอร์ภายในอาคาร เช่น การเคลื่อนที่ของผู้คนหรือการใช้งานพื้นที่ AI สามารถปรับปรุงการคำนวณเส้นทางให้แม่นยำยิ่งขึ้นตามการใช้งานในอนาคต

4. การแสดงผลแบบสมจริง

AI สามารถใช้ข้อมูลจากการตรวจจับตำแหน่งของผู้ใช้ในโลกรจริง เช่น ข้อมูลจากเซ็นเซอร์หรือเทคโนโลยี AR (เช่น AR Foundation) เพื่อแสดงผลเส้นทางนำทางในรูปแบบที่สมจริงและตรงกับตำแหน่งผู้ใช้นั้น การแสดงผลในรูปแบบ AR ทำให้ผู้ใช้เห็นลูกศรหรือเส้นทางที่ต้องเดินไปในสภาพแวดล้อมจริงผ่านสมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์อื่น

5. การปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience)

การใช้ AI ทำให้ระบบสามารถให้คำแนะนำที่เหมาะสมในเวลาเหมาะสม เช่น การเปลี่ยนเส้นทางเมื่อพบอุปสรรค หรือการเตือนให้ผู้ใช้ทราบถึงจุดที่ต้องระวัง AI ยังสามารถช่วยในการแนะนำเส้นทางที่สะดวกที่สุดโดยอิงจากการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ใช้ในอดีต

การใช้ AI Navigation ในโครงการ AR Indoor Navigation System จึงสามารถเพิ่มความสมจริงและแม่นยำให้กับระบบนำทางภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถปรับตัวตามสถานการณ์ต่าง ๆ และให้คำแนะนำที่เหมาะสมตามเงื่อนไขที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

Microsoft Visual Studio



รูปที่ 3 Microsoft Visual Studio

การพัฒนาแอปพลิเคชัน AR Indoor Navigation System ด้วย Microsoft Visual Studio ถือเป็นการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี Augmented Reality (AR) เพื่อแก้ปัญหาด้านการนำทางในพื้นที่ภายในอาคาร โดยเฉพาะในอาคารที่มีโครงสร้างซับซ้อนและยากต่อการค้นหาเส้นทาง เช่น ห้างสรรพสินค้า ศูนย์ประชุม หรืออาคารสำนักงานขนาดใหญ่ โดย Microsoft Visual Studio เป็นเครื่องมือพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR ที่รองรับทั้งแพลตฟอร์ม Android และ iOS ผ่านการใช้งานร่วมกับ Unity และ AR Foundation ซึ่งเฟรมเวิร์ก AR Foundation ช่วยให้นักพัฒนาสามารถสร้างพีเจอร် AR ได้โดยง่ายและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ หนึ่งในพีเจอร်หลักที่สำคัญต่อการนำทางในระบบ AR Indoor Navigation System คือพีเจอร် Image Tracking ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้แอปพลิเคชันสามารถตรวจจับและระบุรูปภาพในสภาพแวดล้อมจริง และแสดงผลเนื้อหาหรือวัตถุเสมือนที่เกี่ยวข้องได้อย่างแม่นยำ

พีเจอร် Image Tracking มีความสำคัญอย่างยิ่งในแอปพลิเคชัน AR Indoor Navigation System เพราะช่วยให้ผู้ใช้สามารถนำทางไปยังจุดหมายปลายทางได้อย่างแม่นยำและสะดวกสบาย โดยกระบวนการทำงานของพีเจอร်นี้เริ่มต้นจากการที่ระบบตรวจจับรูปภาพหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า เช่น ป้าย, สัญลักษณ์, หรือ QR Code ที่ติดตั้งไว้ในพื้นที่สำคัญ เช่น ทางแยก บริเวณใกล้ห้องประชุม หรือจุดที่ต้องการการอ้างอิงพิเศษ เมื่อระบบตรวจพบรูปภาพที่กำหนด แอปพลิเคชันจะทำการแสดงเส้นทางนำทาง เช่น ลูกศรหรือโมเดล 3 มิติ ซ้อนทับกับภาพจริงผ่านหน้าจอของอุปกรณ์ โดยลูกศรนำทางนี้จะปรับเปลี่ยนทิศทางตามตำแหน่งของผู้ใช้และมุมมองของกล้อง ช่วยเพิ่มความสะดวกและลดความซับซ้อนในการค้นหาเส้นทางในอาคาร

ในด้านการพัฒนาระบบ AR Indoor Navigation System ด้วย Microsoft Visual Studio กระบวนการเริ่มต้นจากการติดตั้ง Unity และ AR Foundation ซึ่งช่วยให้นักพัฒนาสามารถใช้งาน API ที่รองรับพีเจอร် AR ต่าง ๆ ได้ เช่น การตรวจจับพื้นผิว (Plane Detection) การติดตามตำแหน่ง (Positional Tracking) และการตรวจจับรูปภาพ (Image Tracking) โดย Microsoft Visual Studio รองรับการใช้ภาษา C# เพื่อควบคุมการทำงานของแอปพลิเคชัน รวมถึงสามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลรูปภาพที่ต้องการตรวจจับ พร้อมทั้งเชื่อมโยงข้อมูลตำแหน่งและเส้นทางที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ การพัฒนา Image Tracking ยัง

ต้องอาศัยการสร้างฐานข้อมูลรูปภาพ (Image Library) ที่รวบรวมรูปภาพที่ต้องการให้ระบบตรวจจับ เช่น ป้ายบอกทางหรือสัญลักษณ์เฉพาะในอาคาร จากนั้นจึงเขียนโค้ดเพื่อกำหนดการทำงานเมื่อระบบตรวจพบรูปภาพ เช่น การแสดงข้อมูลเสริม การปรับทิศทางของลูกศรนำทาง หรือการแจ้งเตือนผู้ใช้ถึงตำแหน่งที่สำคัญ

นอกจากการนำทางแล้ว ฟีเจอร์ Image Tracking ยังช่วยให้ระบบสามารถแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ต่าง ๆ ในอาคารได้ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับห้องประชุม รายชื่อกิจกรรมที่กำลังจัดขึ้น หรือเส้นทางที่ต้องเดินไปยังจุดหมายถัดไป ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ได้ทันทีโดยไม่ต้องค้นหาเองในรูปแบบเดิม ๆ ซึ่งช่วยลดความสับสนและเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้งาน ทั้งนี้ ฟีเจอร์ Image Tracking ยังสามารถช่วยเสริมความแม่นยำในการระบุตำแหน่งผู้ใช้ในกรณีที่ระบบ Indoor Positioning System (IPS) มีข้อจำกัด เช่น สัญญาณ Wi-Fi หรือ Bluetooth ไม่เสถียรในบางพื้นที่ การใช้เทคโนโลยี Image Tracking จึงเป็นทางเลือกที่ช่วยเติมเต็มช่องว่างในด้านความแม่นยำและทำให้การนำทางในอาคารเป็นไปอย่างราบรื่น

ในมุมมองของผู้ใช้งาน ฟีเจอร์ Image Tracking ช่วยเพิ่มประสบการณ์การใช้งานที่เป็นมิตรและทันสมัย โดยแสดงข้อมูลที่เข้าใจง่ายและสื่อสารอย่างชัดเจน เช่น การแสดงเส้นทางในรูปแบบภาพเสมือนที่ซ้อนทับกับโลกจริง การแจ้งเตือนเมื่อใกล้ถึงจุดหมาย หรือการแสดงข้อมูลเสริมเกี่ยวกับสถานที่ ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาแผนที่หรือคำแนะนำแบบดั้งเดิมที่อาจสร้างความสับสนได้

การพัฒนาแอปพลิเคชัน AR Indoor Navigation System ด้วย Microsoft Visual Studio และ AR Foundation เป็นการผสมผสานเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยเพื่อสร้างประสบการณ์การใช้งานที่น่าประทับใจและตอบโจทย์ความต้องการในยุคปัจจุบัน โดยเฉพาะในสถานที่ที่มีโครงสร้างซับซ้อนและการค้นหาเส้นทางด้วยวิธีปกติอาจเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก การใช้งาน AR และฟีเจอร์ Image Tracking ช่วยให้การนำทางในอาคารเป็นเรื่องง่าย สะดวก และแม่นยำมากยิ่งขึ้น

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน AR Indoor Navigation System in SUT C1 โดยใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) เป็นการผสมผสานเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย เพื่อให้ได้ระบบที่สามารถช่วยผู้ใช้ค้นหาเส้นทางในพื้นที่ซับซ้อนได้อย่างสะดวกและแม่นยำ โดยการพัฒนาแอปพลิเคชันประเภทนี้ต้องอาศัยทฤษฎีและแนวคิดที่สำคัญจากหลากหลายสาขาวิชา ดังนี้

1. เทคโนโลยี Augmented Reality (AR)

AR เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบเสมือน (Virtual Objects) ให้แสดงซ้อนทับกับสภาพแวดล้อมจริง โดยใช้กล้องและเซ็นเซอร์ของอุปกรณ์มือถือ AR มีความสำคัญต่อการสร้างแอปพลิเคชันนำทางในอาคาร เนื่องจากสามารถแสดงเส้นทางแบบภาพสามมิติหรือวัตถุที่เข้าใจง่าย เช่น ลูกศรนำทาง หรือข้อความบอกตำแหน่ง

2.ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร (Indoor Positioning System - IPS)

IPS เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ระบุพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้ในพื้นที่ที่ไม่มีสัญญาณ GPS โดยอาศัยข้อมูลจาก Wi-Fi, หรือเซ็นเซอร์อื่น ๆ ภายในอาคาร

- Wi-Fi Positioning: ใช้จุดเชื่อมต่อ Wi-Fi ในการระบุพิกัด โดยอิงจากความแรงของสัญญาณ (RSSI)
- IMU (Inertial Measurement Unit): ใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ เช่น ไจโรสโคป และแอกเซเลอโรมิเตอร์ เพื่อคำนวณการเคลื่อนไหว

3. การประมวลผลด้วยปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence - AI)

AI ช่วยเพิ่มความสามารถในการคำนวณเส้นทาง การวิเคราะห์ข้อมูล และการเรียนรู้จากการใช้งานจริง

- Machine Learning: ใช้ข้อมูลการใช้งานในอดีตเพื่อปรับปรุงเส้นทางและการนำทาง
- Pathfinding Algorithms: อัลกอริทึม เช่น A* หรือ Dijkstra's Algorithm สำหรับการคำนวณเส้นทางที่เหมาะสม
- Dynamic Routing: การปรับเปลี่ยนเส้นทางแบบเรียลไทม์ตามสถานการณ์ เช่น การปิดทางเดิน

4. กราฟิก 3D และระบบการแสดงผล

การสร้างวัตถุเสมือนและเส้นทางในแอปพลิเคชันต้องใช้กราฟิกสามมิติที่สามารถแสดงผลได้อย่างสมจริง

- Unity: เอนจินสำหรับพัฒนา AR ที่รองรับการสร้างกราฟิก 3D และการผสานข้อมูลจาก AR Foundation
- AR Foundation: เฟรมเวิร์กของ Unity ที่ช่วยสร้างแอปพลิเคชัน AR ข้ามแพลตฟอร์ม (Android และ iOS)
- Rendering Techniques: เทคนิคการแสดงผลกราฟิก เช่น Real-Time Rendering เพื่อให้การแสดงผลเส้นทางสอดคล้องกับตำแหน่งของผู้ใช้

5. การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience - UX)

UX เป็นองค์ประกอบสำคัญในการทำให้แอปพลิเคชันนำทางใช้งานง่ายและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

- Ease of Use: ใช้ไอคอนและกราฟิกที่เข้าใจง่าย เช่น ลูกศรนำทางที่แสดงตำแหน่งและทิศทาง
- Real-Time Feedback: การแสดงผลแบบเรียลไทม์ เช่น การแจ้งเตือนเมื่อถึงจุดสำคัญ

6. ฐานข้อมูลและระบบจัดการข้อมูล

การจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ภายในอาคาร สัญลักษณ์ และตำแหน่งสำคัญ

- Image Library: ฐานข้อมูลรูปภาพสำหรับฟีเจอร์ Image Tracking
- Spatial Data: ข้อมูลพื้นที่ เช่น แผนที่ 3D หรือแผนผังอาคาร
- Cloud Integration: การเก็บและซิงโครไนซ์ข้อมูลผ่านระบบคลาวด์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบ

ในบทนี้ จะอธิบายถึงการออกแบบและพัฒนาระบบ AR Indoor Navigation System in SUT C1 ต้องดำเนินการตามขั้นตอนที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพเพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์และแม่นยำ ขั้นตอนสำคัญในการพัฒนามีดังนี้:

3.1 การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis)

- ศึกษาปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ เช่น การนำทางในอาคารที่ซับซ้อน
- กำหนดเป้าหมายของระบบ เช่น การแสดงเส้นทางแบบ AR, การรองรับตำแหน่งแม่นยำในอาคาร
- รวบรวมข้อมูลแผนผังอาคารและจุดสำคัญ เช่น ทางแยก ห้องประชุม และจุดบริการ

3.2 การออกแบบระบบ (System Design)

- สถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture):
 - ระบบระบุตำแหน่งด้วย Wi-Fi
 - โมดูล AR สำหรับการแสดงผล
 - ฐานข้อมูลแผนที่และตำแหน่ง Access Point
- การออกแบบระบบระบุตำแหน่ง (Wi-Fi Positioning):
 - ใช้เทคนิค RSSI (Received Signal Strength Indicator) วัดความแรงของสัญญาณ Wi-Fi
 - ใช้ Fingerprinting Method เก็บข้อมูลตำแหน่งในฐานข้อมูล
 - ตั้งค่า Access Point ให้ครอบคลุมพื้นที่
- การออกแบบ UI/UX:
 - แสดงเส้นทางนำทางแบบ AR
 - ใช้ไอคอนหรือกราฟิกที่สื่อความหมาย เช่น ลูกศรนำทาง
 - เพิ่มฟังก์ชันแสดงข้อมูลเสริม เช่น รายละเอียดของสถานที่

3.3 การพัฒนาระบบ (System Development)

- ติดตั้งและตั้งค่าซอฟต์แวร์:
 - ติดตั้ง Unity และ AR Foundation สำหรับพัฒนาแอปพลิเคชัน

- ใช้ Visual Studio สำหรับการเขียนโค้ด
- พัฒนาโมดูล IPS ด้วย Wi-Fi:
 - สร้างฐานข้อมูล Fingerprinting โดยเก็บค่า RSSI จาก Access Point ในพื้นที่ต่าง ๆ ของอาคาร
 - พัฒนาอัลกอริทึมเพื่อประมวลผลตำแหน่งผู้ใช้โดยเทียบค่า RSSI ที่ตรวจวัดได้กับฐานข้อมูล
- พัฒนาโมดูล AR:
 - ใช้ Unity และ AR Foundation สร้างเส้นทางแบบ 3D
 - ตั้งค่าพีเจอร์ Image Tracking และ Plane Detection สำหรับแสดงข้อมูลเสริม
 - เขียนโค้ดแสดงเส้นทางและข้อมูลตำแหน่งที่ได้จากโมดูล IPS
- พัฒนาโมดูลการจัดการข้อมูล:
 - จัดทำฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลแผนที่ จุดสำคัญ และตำแหน่งของ Access Point
 - ใช้ Cloud Storage หรือ Local Server สำหรับเชื่อมต่อข้อมูล

3.4 การทดสอบระบบ (System Testing)

- Unit Testing: ทดสอบแต่ละโมดูล เช่น การระบุตำแหน่งด้วย Wi-Fi และการแสดงผล AR
- Integration Testing: ตรวจสอบการทำงานร่วมกันของโมดูล เช่น โมดูล IPS และ AR
- User Testing: ทดสอบระบบกับผู้ใช้ในสภาพแวดล้อมจริง เช่น สำนักงานหรือห้างสรรพสินค้า

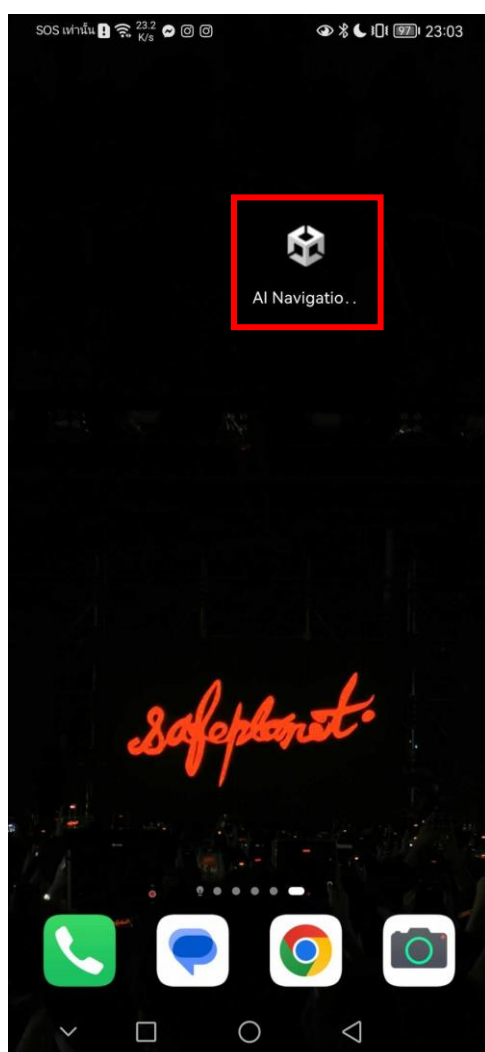
บทที่ 4

ผลการดำเนินการ

หลังจากที่คณะผู้จัดทำได้พัฒนาแอปพลิเคชัน AR Indoor Navigation System in SUT C1 สำหรับการนำทางภายในอาคาร โดยใช้เทคโนโลยี Unity และ AR Foundation ในการพัฒนาและแสดงผลส่วน AR (Augmented Reality) รวมถึงการออกแบบและปรับแต่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้ด้วยฟีเจอร์ Image Tracking และ Plane Detection เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกในการใช้งานของผู้ใช้ ผลการดำเนินงานของระบบแสดงให้เห็นถึงความหลากหลายและความสามารถที่ตอบสนองต่อความต้องการใช้งาน โดยมีตัวอย่างหน้าจอและฟีเจอร์ต่าง ๆ ที่ถูกพัฒนาขึ้นมา

4.1 ผลของการพัฒนาแอปพลิเคชัน

4.1.1 หน้าไอคอนแอปพลิเคชัน



รูปที่ 4 หน้าไอคอนแอปพลิเคชัน

4.1.2 หน้าต่างแอปพลิเคชันการใช้งาน



รูปที่ 5 ผลลัพธ์การใช้งานแอปพลิเคชัน

บทที่ 5

สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การพัฒนาระบบ AR Indoor Navigation System in SUT C1ประสบความสำเร็จในการบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยระบบสามารถนำทางผู้ใช้งานในพื้นที่ภายในอาคารที่ซับซ้อนได้อย่างสะดวกและแม่นยำ ด้วยการผสมผสานเทคโนโลยี Wi-Fi Positioning และ Augmented Reality (AR) ระบบสามารถแสดงเส้นทางแบบ 3D ที่ซ้อนทับกับสภาพแวดล้อมจริงผ่านอุปกรณ์มือถือ ซึ่งช่วยลดความสับสนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้

จากการทดสอบพบว่าเทคโนโลยี Wi-Fi Positioning โดยใช้เทคนิค RSSI Fingerprinting สามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานได้ในระดับความแม่นยำที่ยอมรับได้ (1-3 เมตร) เมื่อผสมผสานกับพีเจเจอร์ AR เช่น Image Tracking และ Plane Detection ทำให้ระบบสามารถเพิ่มความถูกต้องและให้ข้อมูลเสริม เช่น รายละเอียดของสถานที่หรือจุดที่สำคัญในอาคารได้อย่างครบถ้วน

อินเทอร์เฟซผู้ใช้ได้รับการออกแบบให้เข้าใจง่ายและสื่อสารข้อมูลที่จำเป็นได้อย่างชัดเจน เช่น การแสดงเส้นทาง ลูกศรนำทาง หรือข้อมูลแจ้งเตือนในระหว่างการเดินทาง นอกจากนี้ ระบบยังมีโครงสร้างที่รองรับการอัปเดตข้อมูลแบบเรียลไทม์ เช่น การปรับแผนที่หรือข้อมูลจุดสำคัญ ทำให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างยืดหยุ่นในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

ในภาพรวม ระบบ AR Indoor Navigation System ได้แสดงศักยภาพในการตอบสนองความต้องการในการนำทางภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพและแสดงถึงความพร้อมในการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง เช่น อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า หรือมหาวิทยาลัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและขยายขีดความสามารถของระบบในอนาคต มีข้อเสนอแนะดังนี้:

1. เพิ่มความแม่นยำของ Wi-Fi Positioning

- เพิ่มจำนวน Access Point ในพื้นที่สำคัญ หรือปรับปรุงตำแหน่งของ Access Point เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น
- ใช้เทคนิคการประมวลผลขั้นสูง เช่น Machine Learning เพื่อปรับปรุงการคำนวณตำแหน่ง

2. รองรับฟีเจอร์การใช้งานในหลายภาษา

- เพิ่มการสนับสนุนภาษาอื่น ๆ ในอินเทอร์เฟซ เพื่อให้ระบบสามารถใช้งานได้ในกลุ่มผู้ใช้ที่หลากหลาย

3. พัฒนาการทำงานแบบออฟไลน์

- เพิ่มฟีเจอร์การใช้งานแบบออฟไลน์ โดยการดาวน์โหลดแผนที่หรือข้อมูลล่วงหน้า เพื่อรองรับพื้นที่ที่ไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต

4. การปรับปรุงประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience)

- เพิ่มการแสดงผลที่สามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการของผู้ใช้ เช่น โหมดมองกลางคืน หรือการเปลี่ยนธีมสี

5. เพิ่มการรองรับเซ็นเซอร์อื่นๆ

- พิจารณาใช้เซ็นเซอร์เสริม เช่น LiDAR เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการระบุตำแหน่งในพื้นที่ที่สัญญาณ Wi-Fi อาจไม่เสถียร

6. การขยายขอบเขตการใช้งาน

- ปรับปรุงระบบให้สามารถใช้งานในอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น โรงพยาบาล หรือ มหาวิทยาลัย เพื่อเพิ่มมูลค่าให้ระบบ

บรรณานุกรม

- [1] Unity Document: <https://docs.unity.com/>
- [2] Unity Editor Foundations: <https://www.foundations.unity.com/>
- [3] AI Navigation: <https://docs.unity3d.com/>
- [4] Visual Studio documentation: <https://learn.microsoft.com/en-us/visualstudio/>