

โครงการเลขที่ วศ.คพ. S020-1/2567

เรื่อง

ระบบระบุพิกัดสามมิติภายในอาคารด้วยคลื่นความกว้างสูง

โดย

ภูมิภัทร ศรีกระจ่าง 630610750

กษิษฐ์ศ หาญไพโรจน์ 640610621

นที วิทวัสกุล 630610742

โครงการนี้

เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ปีการศึกษา 2567

Project No. CPE S020-1/2567

Indoor 3D positioning system with ultra wide band

Phumiphat Srikrachang 630610750

Kasiyot Hanphairot 640610621

Natee Wittawatskul 630610742

A Project Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

For the Degree of Bachelor of Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering

Chaing Mai University

2024

หัวข้อโครงการ : ระบบระบุพิกัดสามมิติภายในอาคารด้วยคลื่นความถี่สูง
: Indoor 3D positioning system with ultra wide band
โดย : ภูมิภัทร ศรีกระจ่าง รหัส 630610750
กษิทธิ์ศ หาญไพโรจน์ รหัส 640610621
นที วิทวัสกุล รหัส 630610742
ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.อัญญา อาภาวัชรุตม์
ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา : 2567

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์)

..... หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
(รศ.ดร. สันติ พิทักษ์กิณกุล)

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
(รศ.ดร.อัญญา อาภาวัชรุตม์)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.ยุทธพงษ์ สมจิต)

..... กรรมการ
(ผศ.ดร.กำพล วรดิษฐ์)

หัวข้อโครงการ : ระบบระบุพิกัดสามมิติภายในอาคารด้วยคลื่นความกว้างสูง
: Indoor 3D positioning system with ultra wide band

โดย : ภูมิภัทร ศรีกระจ่าง รหัส 630610750
กษิณีย์ศ หาญไพโรจน์ รหัส 640610621
นที วิทวัสกุล รหัส 630610742

ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.อัญญา อาภาวัชรุตม์

ปริญญา : วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

โครงการระบบระบุพิกัดในอาคารโดยการใช้ Ultrawideband (UWB) เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อระบุตำแหน่งภายในอาคารอย่างแม่นยำ เทคโนโลยี UWB ใช้คลื่นความถี่สูงในการสื่อสาร ส่งผลให้สามารถระบุตำแหน่งได้ในระดับเซนติเมตร ซึ่งมีความแม่นยำสูงกว่าเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน เช่น Wi-Fi หรือ Bluetooth ในโครงการนี้ได้พัฒนาระบบที่สามารถติดตามวัตถุหรือบุคคลภายในอาคาร โดยอาศัยจุดส่งสัญญาณ (anchors) และตัวรับสัญญาณ (tags) ซึ่งมีการประมวลผลสัญญาณที่รวดเร็วและมีความผิดพลาดต่ำ ระบบดังกล่าวมีความสามารถในการระบุตำแหน่งได้แม้ในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวาง ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในหลายสถานการณ์ เช่น การบริหารจัดการสินทรัพย์ การติดตามบุคคลในสถานที่สำคัญ หรือการจัดการความปลอดภัยในพื้นที่จำกัด ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสในการนำเทคโนโลยี UWB ไปใช้ในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรมต่าง ๆ

คำสำคัญ: Ultrawideband (UWB), ระบบระบุพิกัดในอาคาร, ตำแหน่ง, สัญญาณ

Project Title : Indoor 3D positioning system with ultra wide band
Name : Phumiphat Srikrachang 630610750
Kasiyot Hanphairot 640610621
Natee Wittawatskul 630610742
Department : Computer Engineering
Project Advisor : Anya Apavatjirut
Degree : Bachelor of Engineering
Program : Computer Engineering
Academic Year : 2567

ABSTRACT

The project "Indoor Positioning System by Using Ultrawideband (UWB)" focuses on developing technology for accurately identifying positions within indoor environments. UWB technology uses high-frequency signals, enabling position detection with centimeter-level precision, which is more accurate than current technologies like Wi-Fi or Bluetooth. This project developed a system capable of tracking objects or individuals within buildings using signal transmitters (anchors) and receivers (tags) that process signals rapidly with minimal errors. The system can pinpoint locations even in environments with obstacles, making it suitable for various applications, such as asset management, personnel tracking in critical locations, or safety management in restricted areas. Test results demonstrate that the system can provide highly accurate and efficient positioning, opening opportunities for UWB technology to be applied in commercial and industrial sectors.

Keywords: Ultrawideband (UWB), indoor positioning system, location, signal

สารบัญ

บทคัดย่อ	4
ABSTRACT	5
สารบัญ.....	6
สารบัญรูป	8
บทที่ 1	9
1.1 ที่มาของโครงการ.....	9
1.2 วัตถุประสงค์	9
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	10
1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์.....	10
1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์.....	10
1.3.3 ขอบเขตด้านผู้ใช้งาน.....	10
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	10
1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้	11
1.5.1 เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์.....	11
1.5.2 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์.....	12
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	13
1.7 บทบาทและความรับผิดชอบ.....	14
1.8 ผลกระทบด้านสังคม สุขภาพ ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรม.....	15
1.8.1 ผลกระทบด้านสังคม.....	15
1.8.2 ผลกระทบด้านสุขภาพ.....	15
1.8.3 ผลกระทบด้านความปลอดภัย	15
1.8.4 ผลกระทบด้านกฎหมาย	15
1.8.5 ผลกระทบด้านวัฒนธรรม	16

บทที่ 2	17
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งภายในอาคาร (Indoor Positioning System)	17
2.2 เทคโนโลยี Ultrawideband (UWB)	17
2.3 หลักการทำงานของระบบระบุตำแหน่งแบบ 3 มิติ.....	18
2.4 ทฤษฎีการสื่อสารไร้สายและการแพร่กระจายสัญญาณ	21
2.5 องค์ประกอบของฮาร์ดแวร์ในระบบระบุตำแหน่ง UWB.....	21
2.6 องค์ประกอบของซอฟต์แวร์ในระบบระบุตำแหน่ง UWB.....	21
2.7 บทสรุป.....	22
บทที่ 3	23
3.1 System Architecture	23
3.1.1 Hardware	23
3.1.2 Laravel	23
3.1.3 Application	23
3.2 User Flow Diagram.....	24
3.3 การออกแบบเว็บไซต์.....	25
3.3.1 Homepage.....	25
3.3.2 Location Dashboard	25
บทที่ 4	26
4.1 การทดสอบความแม่นยำ	26
4.2 การประเมินประสิทธิภาพซอฟต์แวร์.....	26
4.3 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของระบบ	26
บรรณานุกรม.....	27

สารบัญรูป

3.1 System Architecture.....	23
3.2 Userflow diagram.....	24
3.3 Home page.....	25
3.4 Location dashboard.....	25

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของโครงการ

ในปัจจุบัน การระบุตำแหน่งภายในอาคารกลายเป็นปัจจัยสำคัญในหลายอุตสาหกรรม เช่น การจัดการสินทรัพย์ การติดตามบุคคลในพื้นที่ขนาดใหญ่ หรือการเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยในสถานที่ที่เข้าถึงยาก เทคโนโลยีที่ใช้กันทั่วไป เช่น Wi-Fi, Bluetooth และ RFID มักมีข้อจำกัดในด้านความแม่นยำของการระบุตำแหน่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวางหรือมีสัญญาณรบกวนสูง

Ultrawideband (UWB) เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการในการระบุตำแหน่งที่แม่นยำมากขึ้น ด้วยความสามารถในการส่งสัญญาณที่มีแบนด์วิดท์สูงและความถี่ที่กว้าง ทำให้ UWB สามารถตรวจจับตำแหน่งได้ในระดับเซนติเมตร และมีความสามารถในการทำงานได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวาง ซึ่งเหนือกว่าเทคโนโลยีแบบเดิมที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง

ดังนั้น โครงการนี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้ UWB โดยมีเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดของเทคโนโลยีเดิม และเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งสำหรับการใช้งานในสถานการณ์ที่หลากหลาย

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เทคโนโลยี Ultrawideband (UWB) ที่มีความแม่นยำสูง
2. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการระบุตำแหน่งในอาคารให้มากยิ่งขึ้นจากระบบเดิมที่ใช้อยู่
3. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคารให้ดียิ่งขึ้น เช่น หุ่นยนต์ประเภทต่างๆ , อุปกรณ์ หรือ สายพานการผลิต ลดอัตราที่อุปกรณ์ต่างๆ จะเกิดการชนหรือหลุดออกจากเส้นทาง
4. เพื่อสร้างระบบที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม เช่น การจัดการสินทรัพย์ การติดตามบุคคล และการจัดการด้านความปลอดภัย
5. เพื่อทดสอบความสามารถของระบบในการระบุตำแหน่งในสภาพแวดล้อมที่มีสิ่งกีดขวางหรือสัญญาณรบกวน
6. เพื่อประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารที่ใช้ UWB กับเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น Wi-Fi หรือ Bluetooth

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

- ใช้อุปกรณ์ Ultrawideband (UWB) ในการระบุตำแหน่ง ประกอบด้วยจุดส่งสัญญาณ (anchors) และตัวรับสัญญาณ (tags) ที่ติดตั้งในพื้นที่ภายในอาคาร
- ระบบฮาร์ดแวร์ต้องสามารถทำงานได้ในพื้นที่ภายในอาคารที่มีระยะไม่เกิน 30 เมตร
- อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต้องทนต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เช่น การรบกวนจากสัญญาณหรือสิ่งกีดขวาง
- ใช้ตัวควบคุมและหน่วยประมวลผลที่รองรับการประมวลผลข้อมูลที่รวดเร็วและแม่นยำ

1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟต์แวร์

- พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อประมวลผลข้อมูลจากสัญญาณ UWB และแสดงผลตำแหน่งของวัตถุหรือบุคคลแบบเรียลไทม์
- รองรับการเชื่อมต่อและประมวลผลสัญญาณจากอุปกรณ์ UWB หลายจุดพร้อมกัน
- รองรับการอัปเดตข้อมูลในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น การย้ายจุดส่งสัญญาณ

1.3.3 ขอบเขตด้านผู้ใช้งาน

- ผู้ใช้งานระบบสามารถตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุหรือบุคคลผ่านอินเทอร์เฟซของโปรแกรมได้อย่างง่ายและสะดวก
- ระบบรองรับผู้ใช้งานหลายคนพร้อมกัน โดยแต่ละคนสามารถดูข้อมูลตำแหน่งในพื้นที่ที่ตนเองกำหนดได้
- ผู้ใช้งานต้องได้รับการฝึกอบรมเบื้องต้นในการใช้งานระบบ และสามารถปรับแต่งการตั้งค่าระบบได้ เช่น การตั้งค่าขอบเขตการติดตาม

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. **ความแม่นยำในการระบุตำแหน่ง:** ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เทคโนโลยี Ultrawideband (UWB) สามารถระบุตำแหน่งได้ในระดับเซนติเมตร ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำในการติดตามวัตถุหรือบุคคลในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน
2. **การประยุกต์ใช้ในเชิง Robotic:** ระบบนี้สามารถนำไปใช้งาน ในการติดตามการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์หรืออุปกรณ์ต่างๆ เช่น การใช้งานกับหุ่นยนต์บริการ หุ่นยนต์เคลื่อนที่
3. **การใช้งานในอุตสาหกรรมและการผลิต:** ระบบนี้สามารถใช้ในการติดตามและควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้การจัดการและควบคุมการทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น

4. **การบริหารจัดการสินทรัพย์และทรัพยากร:** ระบบนี้สามารถนำไปใช้ในการติดตามและบริหารจัดการสินทรัพย์ในพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่น คลังสินค้า โรงพยาบาล หรือสำนักงาน เพื่อให้สามารถจัดเก็บและค้นหาทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ยานพาหนะในคลังสินค้าหรือหุ่นยนต์
5. **เพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัย:** สามารถนำไปใช้ในการติดตามบุคคลในพื้นที่สำคัญหรือพื้นที่ที่มีข้อจำกัดในการเข้าถึง เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและป้องกันการบุกรุกในพื้นที่ที่ไม่อนุญาต และ ลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการชนกันของอุปกรณ์จักรกลต่างๆ
6. **การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก:** ข้อมูลตำแหน่งที่ได้รับจากระบบสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมเคลื่อนที่ของบุคคลหรือวัตถุ เพื่อการปรับปรุงและพัฒนาโซลูชันต่าง ๆ เช่น การวางแผนเส้นทางการเคลื่อนที่ในอาคาร หรือการวิเคราะห์การใช้งานพื้นที่

1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้

1.5.1 เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์

ในการพัฒนาโครงการระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้ Ultrawideband (UWB) จำเป็นต้องใช้ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องกับการส่งและรับสัญญาณ รวมถึงการประมวลผลสัญญาณ UWB อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย:

- **DW1000 Ultra-wideband chip:** ชิปหลักที่ใช้ในการส่งและรับสัญญาณ UWB เพื่อระบุตำแหน่ง
- **ESP32-WROOM-32e with Ultra-wideband module:** โมดูลที่รวม ESP32 กับการรองรับ UWB สำหรับการประมวลผลสัญญาณ
- **ESP32-C6-WROOM-1:** หน่วยประมวลผลที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi และ Bluetooth ร่วมกับ UWB
- **ESP32-C3 Super Mini:** โมดูลขนาดเล็กที่ใช้สำหรับการเชื่อมต่อและประมวลผลข้อมูลในพื้นที่จำกัด
- **ESP32 Wifi chip:** ชิปสำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย Wi-Fi เพื่อการส่งข้อมูลตำแหน่ง
- **OLED Display Module:** หน้าจอแสดงผลสำหรับการแสดงข้อมูลตำแหน่งและการตั้งค่าระบบ
- **Mini360 DC-DC Buck Converter Step-Down Module:** โมดูลสำหรับการแปลงแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ
- **AMS1117 DC 3.3V Regulator Module:** โมดูลที่ใช้ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ 3.3V
- **Pin Header Connector:** ขั้วต่อสำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ภายในระบบ
- **Capacitor (Vertical & Horizontal Chip):** ตัวเก็บประจุที่ใช้ในการควบคุมแรงดันและกระแสในวงจร
- **Resistor:** ตัวต้านทานที่ใช้ในการควบคุมกระแสไฟฟ้าในวงจร
- **Wire and Port:** สายและพอร์ตเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ

- LED: ไฟ LED ที่ใช้แสดงสถานะการทำงานของระบบ
- CH32V303 CBT6: หน่วยประมวลผลที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบ
- MOSFET 2955: ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมแรงดันและกระแสไฟฟ้าในวงจร
- Crystal oscillator: ตัวสร้างสัญญาณนาฬิกาสำหรับการประสานการทำงานของชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์
- Zener Diode: ไดโอดที่ใช้ในการควบคุมและป้องกันการทำงานของวงจรจากแรงดันเกิน

1.5.2 เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์

เทคโนโลยีด้านซอฟต์แวร์ที่ใช้ในโครงการนี้ถูกออกแบบเพื่อจัดการกับการประมวลผลสัญญาณ การแสดงผล ตำแหน่ง และการเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์:

- Arduino IDE: ใช้ในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของ ESP32 และ UWB modules
- PlatformIO: แพลตฟอร์มที่ใช้สำหรับการพัฒนาเฟิร์มแวร์เพื่อควบคุมอุปกรณ์ ESP32 และการเชื่อมต่อกับโมดูลอื่น ๆ
- Unity: ใช้สำหรับเขียนสคริปต์เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลตำแหน่งและการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล
- Real-time Operating System (RTOS): ระบบปฏิบัติการที่ใช้จัดการการประมวลผลแบบเรียลไทม์สำหรับการรับส่งข้อมูลระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1.6 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มิ.ย 2567	ก.ค 2567	ส.ค 2567	ก.ย 2567	ต.ค 2567	พ.ย 2567	ธ.ค 2567	ม.ค 2568	ก.พ 2568	มี.ค 2568
Project topic										
Project Overview										
Procurement of hardware and equipment										
Hardware/Model										
System/Software Survey										
Positioning algorithm										
Build the hardware prototype model										
Software to use with the model										

1.7 บทบาทและความรับผิดชอบ

ภูมิภัทร ศรีกระจ่าง: Project Manager/System Architect

- บทบาท: ทำหน้าที่บริหารและควบคุมการดำเนินโครงการ รวมถึงการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบและการทำงานของ hardware และ software เพื่อให้มั่นใจว่าโครงการดำเนินไปตามแผนและบรรลุเป้าหมายที่กำหนด
- ความรับผิดชอบ:
 - วางแผนโครงการและกำหนดขอบเขตงาน (scope) รวมถึงระยะเวลาและงบประมาณ
 - ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ให้สอดคล้องกับความต้องการ
 - ประสานงานและทำงานร่วมกับวิศวกรฮาร์ดแวร์และนักพัฒนาแอปพลิเคชัน เพื่อให้แน่ใจว่าทุกส่วนทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
 - แก้ไขปัญหาทางเทคนิคที่ซับซ้อน และให้คำปรึกษาแก่ทีม
 - จัดทำรายงานความคืบหน้าของโครงการ ควบคุมเนื้อหาเอกสารทุกประเภทและประสานงานกับผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

นที วิทวัสกุล: Hardware Engineer

- บทบาท: ออกแบบและพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบระบุตำแหน่งโดยใช้ Ultrawideband (UWB) รวมถึงการทดสอบและปรับแต่งฮาร์ดแวร์ให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง
- ความรับผิดชอบ:
 - ออกแบบและติดตั้งฮาร์ดแวร์ เช่น ชิพ UWB (DW1000), ESP32, โมดูลแปลงไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ที่ใช้ในระบบ
 - ติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างถูกต้อง
 - ทดสอบฮาร์ดแวร์เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ และไม่มีข้อผิดพลาดที่อาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบ
 - ปรับแต่งและแก้ไขฮาร์ดแวร์หากพบปัญหาในระหว่างการทดสอบหรือติดตั้ง
 - จัดทำคู่มือการติดตั้งและใช้งานฮาร์ดแวร์สำหรับผู้ใช้งานและนักพัฒนา

กษิณีย์ศ หาญไพโรจน์: Application Developer

- บทบาท: พัฒนาและออกแบบแอปพลิเคชันซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลและแสดงผลข้อมูลตำแหน่งจากระบบ UWB
- ความรับผิดชอบ:
 - เขียนโค้ดและพัฒนาแอปพลิเคชันที่เชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ UWB เพื่อรับข้อมูลตำแหน่งแบบเรียลไทม์

- พัฒนาอินเทอร์เฟซผู้ใช้ (UI) ที่ใช้งานง่ายและสามารถแสดงข้อมูลตำแหน่งในรูปแบบกราฟิก เช่น การแสดงตำแหน่งวัตถุหรือบุคคลบนแผนที่
- ทดสอบแอปพลิเคชันและแก้ไขบั๊กเพื่อให้แน่ใจว่าแอปพลิเคชันทำงานได้ถูกต้องในทุกสถานการณ์
- จัดทำเอกสารเกี่ยวกับซอฟต์แวร์ รวมถึงการอธิบายโครงสร้างโปรแกรมและการใช้งาน
- สนับสนุนผู้ใช้งานและทีมงานในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานแอปพลิเคชัน

1.8 ผลกระทบด้านสังคม สุขภาพ ความปลอดภัย กฎหมาย และวัฒนธรรม

1.8.1 ผลกระทบด้านสังคม

- การนำระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้ Ultrawideband (UWB) มาใช้งานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพื้นที่สาธารณะ เช่น ห้างสรรพสินค้า สนามบิน หรือโรงพยาบาล ช่วยให้สามารถติดตามการเคลื่อนที่ของบุคคลหรือวัตถุได้อย่างแม่นยำ ลดปัญหาการสูญหายหรือการเข้าถึงพื้นที่ต้องห้ามและลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุจากอุปกรณ์จักรกล
- ในด้าน Robotic สามารถนำมาใช้ในการติดตามควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ

1.8.2 ผลกระทบด้านสุขภาพ

ระบบ UWB เป็นเทคโนโลยีที่ใช้คลื่นความถี่สูง ซึ่งมีการศึกษาพบว่าคลื่นดังกล่าวมีความปลอดภัยต่อสุขภาพมนุษย์เมื่อใช้งานภายใต้มาตรฐานที่กำหนด การติดตามตำแหน่งผ่านระบบนี้จึงไม่ส่งผลกระทบในเชิงลบต่อสุขภาพ นอกจากนี้ ระบบสามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยทางสุขภาพในสถานที่ต่าง ๆ เช่น การติดตามตำแหน่งผู้ป่วยในโรงพยาบาลหรือบุคคลในพื้นที่เสี่ยง ทำให้สามารถตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินได้รวดเร็วขึ้น

1.8.3 ผลกระทบด้านความปลอดภัย

- ระบบระบุตำแหน่งที่มีความแม่นยำสูงสามารถเพิ่มความปลอดภัยในสถานที่ที่มีความเสี่ยงสูงหรือพื้นที่ที่มีการควบคุม เช่น โรงงานอุตสาหกรรม คลังสินค้า
- การใช้งานในเชิงความปลอดภัยสามารถใช้ในการจัดการความปลอดภัยในเหตุการณ์ฉุกเฉิน เช่น การติดตามการเคลื่อนย้ายของเจ้าหน้าที่และผู้คนในกรณีอัคคีภัยหรือเหตุฉุกเฉินอื่น ๆ ทำให้สามารถประเมินและจัดการสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็ว

1.8.4 ผลกระทบด้านกฎหมาย

- การใช้ระบบระบุตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกับการติดตามบุคคล อาจมีผลกระทบด้านกฎหมายเรื่องการละเมิดสิทธิความเป็นส่วนตัว (privacy) ผู้พัฒนาและผู้ใช้งานต้องคำนึงถึงกฎหมายและข้อบังคับเกี่ยวกับการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล (เช่น กฎหมาย PDPA ในประเทศไทย หรือ GDPR ในยุโรป)

- การนำระบบระบุตำแหน่งมาใช้งานในบางพื้นที่ เช่น หน่วยงานความมั่นคงหรือโรงพยาบาล อาจต้องมีการปฏิบัติตามกฎหมายเกี่ยวกับการเก็บและจัดการข้อมูลที่มีความละเอียดอ่อน เพื่อป้องกันการรั่วไหลของข้อมูล

1.8.5 ผลกระทบด้านวัฒนธรรม

ระบบการติดตามตำแหน่งที่มีการนำมาใช้อาจส่งผลกระทบต่อความรู้สึกของบุคคลในสังคมเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวและเสรีภาพในการเคลื่อนที่ โดยเฉพาะในสังคมที่มีความกังวลเรื่องการถูกติดตามหรือควบคุม ในบางวัฒนธรรม การติดตามการเคลื่อนไหวของบุคคลอาจถูกมองว่าเป็นการละเมิดสิทธิและเสรีภาพส่วนบุคคล การใช้งานระบบนี้จึงควรมีการชี้แจงและให้ความรู้แก่สังคมถึงประโยชน์และมาตรการป้องกันการละเมิดความเป็นส่วนตัวเพื่อให้การยอมรับเป็นไปในทางที่เหมาะสม

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีและหลักการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและออกแบบระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารแบบ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยี Ultrawideband (UWB) รวมถึงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบ

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งภายในอาคาร (Indoor Positioning System)

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร (Indoor Positioning System, IPS) เป็นระบบที่ใช้สำหรับการระบุตำแหน่งของวัตถุหรือบุคคลภายในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงสัญญาณดาวเทียม เช่น GPS ระบบ IPS มีบทบาทสำคัญในสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การติดตามบุคลากรในโรงพยาบาล การจัดการคลังสินค้า หรือการควบคุมความปลอดภัยในโรงงาน ระบบนี้อาศัยการวัดระยะทางระหว่างอุปกรณ์ที่ต้องการระบุตำแหน่งกับจุดส่งสัญญาณที่รู้ตำแหน่งอยู่แล้ว เช่น การใช้เทคโนโลยี Wi-Fi, Bluetooth, RFID และ UWB ในการระบุตำแหน่ง การระบุตำแหน่งภายในอาคารสามารถแบ่งออกเป็นวิธีหลัก ๆ ได้ 3 วิธี:

- **Time of Arrival (ToA):** วัดเวลาที่สัญญาณเดินทางจากจุดส่งสัญญาณไปยังตัวรับ จากนั้นคำนวณระยะทางโดยใช้ความเร็วของสัญญาณ
- **Time Difference of Arrival (TDoA):** วัดความแตกต่างของเวลาที่สัญญาณมาถึงจากหลายจุดส่งสัญญาณ แล้วคำนวณตำแหน่งจากผลต่างของเวลา
- **Received Signal Strength (RSSI):** วัดความเข้มของสัญญาณที่ตัวรับได้รับจากจุดส่งสัญญาณต่าง ๆ โดยระยะทางจะสัมพันธ์กับความเข้มของสัญญาณ

เทคโนโลยี UWB มักจะการใช้การวัดแบบ ToA และ TDoA ซึ่งสามารถให้ความแม่นยำสูงกว่าวิธีการอื่น เนื่องจากสัญญาณ UWB มีความถี่สูงและสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้ดี

2.2 เทคโนโลยี Ultrawideband (UWB)

Ultrawideband (UWB) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายที่ใช้ความถี่สูงตั้งแต่ 3.1 GHz ถึง 10.6 GHz UWB ส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุในแถบความถี่กว้าง (greater than 500 MHz) ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งข้อมูลและลดสัญญาณรบกวนจากคลื่นวิทยุอื่น ๆ UWB มีความสามารถในการระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำในระดับเซนติเมตรเนื่องจากลักษณะของคลื่นสัญญาณที่สามารถคำนวณเวลาเดินทางของสัญญาณได้อย่างแม่นยำ

ลักษณะเด่นของเทคโนโลยี UWB ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบระบุตำแหน่ง:

- **ความแม่นยำสูง:** UWB มีการคำนวณเวลาเดินทางของสัญญาณได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำในระยะไกลถึงระดับเซนติเมตร
- **การต้านทานต่อสัญญาณรบกวน:** UWB มีแบนด์วิธที่กว้าง จึงสามารถลดผลกระทบจากสัญญาณรบกวนจากแหล่งอื่น
- **การทำงานในพื้นที่แออัด:** สัญญาณ UWB สามารถทำงานได้ดีในพื้นที่ที่มีการใช้งานคลื่นความถี่อื่นมากมาย เช่น ในอาคารสำนักงานหรือคลังสินค้า
- **การทะลุทะลวงสิ่งกีดขวาง:** สัญญาณ UWB สามารถทะลุทะลวงผ่านวัสดุบางชนิด เช่น ผนังหรือเฟอร์นิเจอร์ ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมภายในอาคาร

2.3 หลักการทำงานของระบบระบุตำแหน่งแบบ 3 มิติ

ระบบระบุตำแหน่งแบบ 3 มิติใช้หลักการวัดระยะทางจากจุดส่งสัญญาณหลายจุดมาคำนวณตำแหน่งในทั้งสามมิติ (x, y, z) ซึ่งในกรณีของระบบ UWB จะมีการติดตั้ง **anchors** (จุดส่งสัญญาณ) ในตำแหน่งที่รู้ค่าคงที่ จากนั้น **tags** (ตัวรับสัญญาณ) จะรับสัญญาณและคำนวณเวลาที่สัญญาณเดินทางจากแต่ละ anchor มาถึง tag โดยใช้เทคนิค **trilateration** ซึ่งคำนวณระยะทางจากหลายจุดส่งสัญญาณมาประกอบกันเป็นตำแหน่งในสามมิติ

เทคนิคที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่ง:

ในการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารแบบ 3 มิติ เทคนิคหลักที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งของวัตถุหรือบุคคลคือ **Trilateration** และ **Multilateration** เทคนิคทั้งสองนี้มีความสำคัญในการระบุตำแหน่งจากสัญญาณไร้สาย โดยใช้ระยะทางหรือเวลาที่สัญญาณใช้ในการเดินทางระหว่างจุดรับและส่งสัญญาณในพื้นที่กำหนด

1. Trilateration

Trilateration เป็นเทคนิคที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของจุดในพื้นที่สองมิติหรือสามมิติ โดยการวัดระยะทางระหว่างจุดที่ต้องการทราบตำแหน่งกับจุดอ้างอิงที่รู้ตำแหน่งแน่นอนแล้ว โดยจุดอ้างอิงเหล่านี้มักเป็น **anchors** หรือ **beacons** ที่ติดตั้งอยู่ในระบบ ตัวอย่างเช่น ในกรณีของระบบ UWB เราอาจติดตั้ง anchors ในตำแหน่งที่รู้ค่าคงที่ในอาคาร แล้ววัดระยะทางจาก anchors แต่ละตัวไปยังวัตถุที่ต้องการระบุตำแหน่ง

หลักการทำงานของ Trilateration

Trilateration จะทำงานโดยคำนวณระยะทางจากจุดอ้างอิง 3 จุดขึ้นไป เพื่อกำหนดตำแหน่งของจุดที่ไม่ทราบตำแหน่งได้ดังนี้:

- 2 มิติ (พื้นที่สองมิติ): การคำนวณตำแหน่งในระบบพิกัดสองมิติ (x, y) จะต้องใช้จุดอ้างอิงอย่างน้อย 3 จุด โดยแต่ละจุดจะมีการวัดระยะทางจากตำแหน่งที่ไม่รู้ไปยังจุดอ้างอิง
 - สมมติว่าเรามี 3 จุดอ้างอิงที่รู้ตำแหน่ง (A, B, C) และรู้ระยะทางระหว่างแต่ละจุดกับวัตถุที่ไม่ทราบตำแหน่ง (P) แล้วคำนวณพิกัดของ P จากการหาจุดตัดของวงกลมทั้งสาม ซึ่งรัศมีของแต่ละวงกลมเท่ากับระยะทางจาก P ไปยังแต่ละจุดอ้างอิง
- 3 มิติ (พื้นที่สามมิติ): ในการคำนวณตำแหน่งในพื้นที่สามมิติ (x, y, z) จำเป็นต้องใช้จุดอ้างอิงอย่างน้อย 4 จุด ในกรณีนี้ วงกลมที่ใช้ในพื้นที่สองมิติจะกลายเป็นทรงกลมในพื้นที่สามมิติ เราจะคำนวณจากการหาจุดตัดของทรงกลม ซึ่งเป็นตำแหน่งที่วัตถุอยู่
 - เช่นเดียวกับกรณี 2 มิติ แต่ในสามมิติจะใช้วงกลมแบบสามมิติหรือทรงกลมแทน เพื่อนำระยะทางที่ได้จากจุดอ้างอิงทั้งสี่มาใช้หาจุดตัดของทรงกลมทั้งหมดเพื่อระบุตำแหน่งวัตถุ

ตัวอย่างการใช้งาน

หากเรามีระบบติดตั้ง anchors 4 จุดภายในอาคาร เช่น A(0, 0, 0), B(10, 0, 0), C(0, 10, 0), และ D(0, 0, 10) เราสามารถคำนวณระยะทางจากแต่ละจุดไปยัง tag ที่ต้องการทราบตำแหน่ง จากนั้นใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาจุดที่ tag นั้นตั้งอยู่ได้โดยการนำข้อมูลจากทรงกลมที่ได้จากจุดอ้างอิงมาคำนวณจุดตัดของทรงกลมทั้งหมดในระบบพิกัดสามมิติ

2. Multilateration

Multilateration เป็นเทคนิคที่คล้ายคลึงกับ Trilateration แต่ความแตกต่างสำคัญคือ Multilateration จะใช้เวลา ที่สัญญาณเดินทาง (Time of Arrival หรือ ToA) หรือ ความแตกต่างของเวลา ที่สัญญาณเดินทางจากจุดส่งสัญญาณหลายจุดมาถึงตัวรับสัญญาณแทนการใช้ระยะทางโดยตรง เทคนิคนี้เหมาะกับการคำนวณตำแหน่งในกรณีที่ไม่สามารถวัดระยะทางตรงจากจุดอ้างอิงได้อย่างแม่นยำ

หลักการทำงานของ Multilateration

Multilateration จะใช้ข้อมูลเวลาเดินทางของสัญญาณที่แตกต่างกันในการคำนวณตำแหน่ง ดังนี้:

- TDoA (Time Difference of Arrival): เป็นวิธีที่ใช่มากที่สุดในการคำนวณตำแหน่งแบบ Multilateration โดยจะวัดความแตกต่างของเวลาที่สัญญาณเดินทางมาถึงจากจุดส่งสัญญาณหลายจุด ตัวอย่างเช่น ในกรณีของระบบ UWB สามารถวัดเวลาแตกต่างจากหลาย anchors ที่ส่งสัญญาณไปยัง tag เพื่อคำนวณตำแหน่งได้

- ถ้าสัญญาณเดินทางจากจุด A และจุด B มาถึง tag โดยที่เวลามาถึงของสัญญาณจาก A เร็วกว่าจาก B เราสามารถคำนวณความแตกต่างนี้และใช้หาตำแหน่งของ tag
- การคำนวณตำแหน่ง: โดยการใช้ TDoA หรือ ToA ในการคำนวณ ตำแหน่งของวัตถุจะถูกกำหนดจากระยะเวลาที่สัญญาณเดินทางจากจุดต่าง ๆ มาถึงตัวรับ เมื่อเราทราบว่าจุดไหนมีสัญญาณมาถึงก่อนหรือหลัง เราสามารถคำนวณตำแหน่งของวัตถุได้โดยการคำนวณเส้นโค้งเวลาแตกต่างและหาจุดที่ตำแหน่งเหล่านี้มาตัดกัน

ตัวอย่างการใช้งาน

สมมติว่ามี anchors หลายจุดในพื้นที่ เช่น A, B, และ C ซึ่งส่งสัญญาณ UWB ไปยัง tag ที่ต้องการระบุตำแหน่ง เมื่อสัญญาณเดินทางมาถึง tag จะมีการบันทึกเวลาที่สัญญาณแต่ละจุดมาถึง จากนั้นคำนวณความแตกต่างของเวลาที่สัญญาณจากแต่ละจุดมาถึง tag โดยใช้ TDoA เพื่อนำข้อมูลเวลาเหล่านี้มาคำนวณหาตำแหน่งที่ tag อยู่จริง

เปรียบเทียบ Trilateration และ Multilateration

- Trilateration จะใช้ระยะทางเป็นตัวแปรหลักในการคำนวณตำแหน่ง โดยวัดจากระยะทางระหว่างจุดอ้างอิงไปยังจุดที่ต้องการระบุตำแหน่ง เหมาะสำหรับระบบที่สามารถวัดระยะทางได้โดยตรง
- Multilateration จะใช้เวลาเป็นตัวแปรหลัก โดยคำนวณจากความแตกต่างของเวลาที่สัญญาณเดินทางถึงตัวรับ เหมาะสำหรับกรณีที่วัดระยะทางโดยตรงได้ยาก แต่สามารถใช้ความแตกต่างของเวลามาประเมินตำแหน่งได้

สรุป

ทั้ง Trilateration และ Multilateration เป็นเทคนิคที่มีความสำคัญในการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยเฉพาะในเทคโนโลยี UWB ที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งแบบ 3 มิติ Trilateration เหมาะสำหรับ การวัดระยะทางตรง ในขณะที่ Multilateration ใช้การวัดความแตกต่างของเวลาที่สัญญาณเดินทางมาถึงจุดต่าง ๆ เพื่อนำมาคำนวณตำแหน่ง ทั้งสองเทคนิคนี้สามารถนำไปใช้ในการระบุตำแหน่งที่มีความแม่นยำสูงในระบบ UWB ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4 ทฤษฎีการสื่อสารไร้สายและการแพร่กระจายสัญญาณ

ในการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคาร สัญญาณไร้สายมีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะต้องใช้งานในพื้นที่ที่มีสิ่งกีดขวาง ซึ่งการแพร่กระจายสัญญาณในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันอาจมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการระบุตำแหน่งได้ ดังนั้นทฤษฎีการแพร่กระจายสัญญาณไร้สายจึงเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญ

- **Free Space Path Loss (FSPL):** การสูญเสียพลังงานของสัญญาณเมื่อเดินทางผ่านพื้นที่ว่าง จะมีการคำนวณจากระยะทางและความถี่ของสัญญาณ
- **Multipath Propagation:** สัญญาณไร้สายอาจสะท้อนจากสิ่งกีดขวางและเดินทางมาถึงตัวรับหลายทางพร้อมกัน ซึ่งอาจทำให้เกิดการรบกวนระหว่างสัญญาณที่เดินทางมาถึงในเวลาต่างกัน
- **Attenuation:** การลดทอนของสัญญาณเมื่อเดินทางผ่านวัสดุต่าง ๆ เช่น ผนังหรือเฟอร์นิเจอร์

2.5 องค์ประกอบของฮาร์ดแวร์ในระบบระบุตำแหน่ง UWB

การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้ UWB จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการสื่อสารด้วย UWB อย่างเหมาะสม ดังนี้:

- **DW1000 Ultra-wideband Chip:** เป็นชิป UWB ที่รองรับการส่งและรับสัญญาณในแบนด์วิดท์กว้าง ทำให้สามารถระบุตำแหน่งได้อย่างแม่นยำ
- **ESP32 Microcontroller:** ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการประมวลผลสัญญาณและเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต เพื่อแสดงผลตำแหน่งในระบบคลาวด์หรือผ่านแอปพลิเคชัน
- **OLED Display Module:** ใช้สำหรับแสดงข้อมูลตำแหน่งและสถานะการทำงานของระบบแบบเรียลไทม์
- **Power Supply Modules:** เช่น DC-DC Buck Converter สำหรับการจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบอย่างเสถียร

2.6 องค์ประกอบของซอฟต์แวร์ในระบบระบุตำแหน่ง UWB

การพัฒนาและประมวลผลข้อมูลที่ได้จากระบบระบุตำแหน่งจำเป็นต้องใช้ซอฟต์แวร์ที่รองรับการประมวลผลสัญญาณแบบเรียลไทม์และการแสดงผลข้อมูลตำแหน่ง ดังนี้:

- **Arduino IDE:** ใช้ในการพัฒนาและทดสอบโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของ ESP32 และโมดูล UWB
- **PlatformIO:** แพลตฟอร์มสำหรับการพัฒนาเฟิร์มแวร์ เพื่อควบคุมและจัดการอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์
- **Unity:** ใช้สำหรับวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลตำแหน่งที่ได้รับจากระบบ UWB
- **Real-time Operating System (RTOS):** ระบบปฏิบัติการแบบเรียลไทม์ที่ใช้สำหรับการจัดการและควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ UWB

2.7 บทสรุป

บทที่ 2 ได้กล่าวถึงทฤษฎีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารแบบ 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยี UWB ทั้งในส่วนของกระบวนการระบุตำแหน่ง การสื่อสารไร้สาย และการแพร่กระจายสัญญาณ ตลอดจนองค์ประกอบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของระบบ ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาและสร้างระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารที่มีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูง

บทที่ 3

โครงสร้างและขั้นตอนการทำงาน

3.1 System Architecture

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงโครงสร้างของระบบ โดยตามรูปที่ 3.1 แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ด้วยกันได้แก่ Hardware , Backend , Application

3.1.1 Hardware

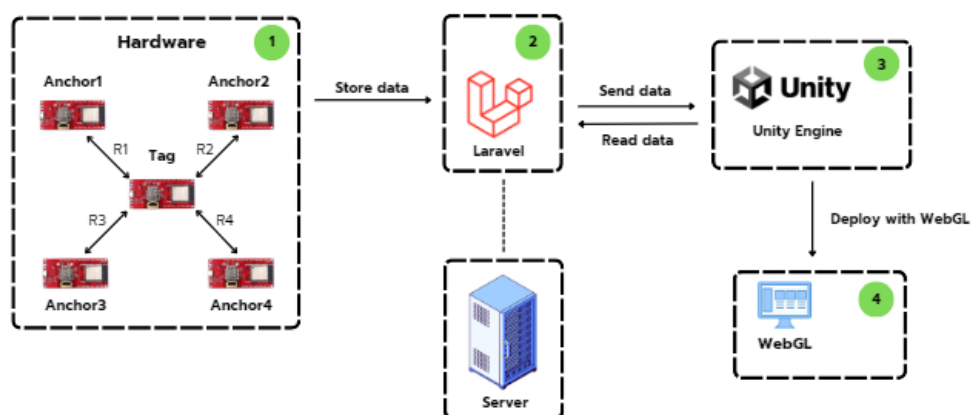
โดยทางฝั่ง hardware จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ส่วน ได้แก่ Anchor และ Tag โดย Anchor จะใช้เป็นจุดอ้างอิงของตำแหน่ง และ Tag จะใช้เป็นตัวระบุตำแหน่งของสิ่งที่สนใจโดยอ้างอิงจากตำแหน่ง Anchor ซึ่ง Tag จะทำการคำนวณหาค่าระยะห่างระหว่าง Anchor แต่ละตัวจากนั้นก็จะมีข้อมูลที่เป็น ShortAddress และ Range ของ Anchor แต่ละตัวส่งขึ้นไป Laravel

3.1.2 Backend

โดยจะมีการใช้ Laravel ซึ่งใช้ในการทำ Api Endpoint ต่างๆในการจัดเก็บข้อมูลลงบน Server ที่ส่งมาจาก Hardware รวมไปถึงการส่งข้อมูลขึ้นไปแสดงผลที่ทางฝั่ง Application

3.1.3 Application

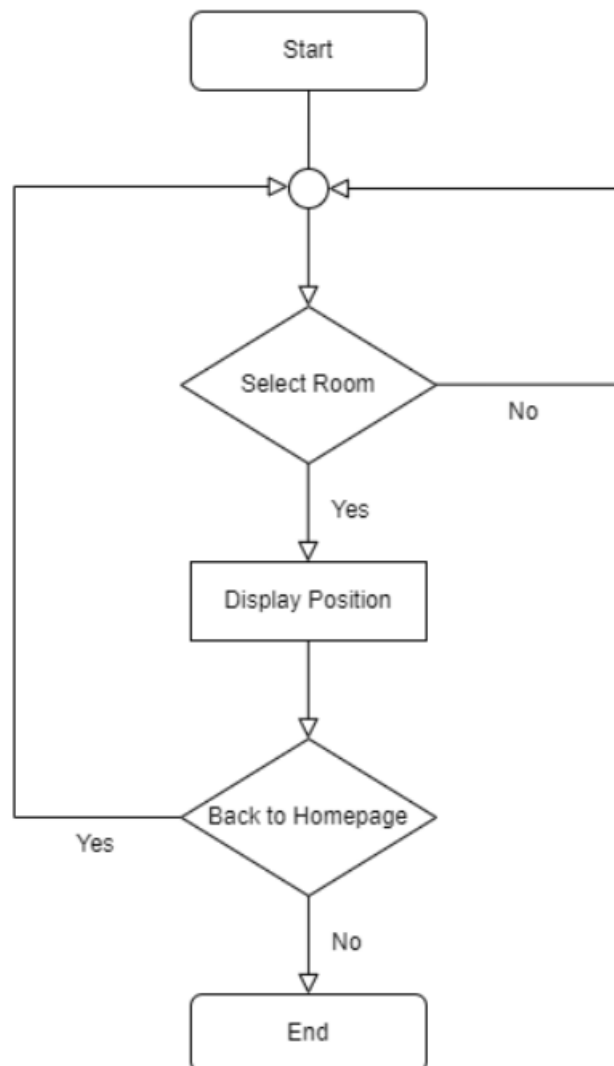
โดยทางฝั่ง Application ได้มีการเลือกใช้ Unity Engine ซึ่งช่วยในการพัฒนากราฟฟิกที่ใช้ในการแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานใน 2 มิติ โดยจะทำการดึงข้อมูลจาก Laravel ผ่าน Api มาแสดงผลผ่าน Application รวมไปถึงการคำนวณหาค่าตำแหน่งของผู้ใช้งาน ก็สามารถทำได้ภายใน Application นี้ โดยหลังจากนั้นก็จะนำ Application ไป Deploy ผ่าน WebGL ซึ่งทำให้สามารถใช้งานผ่าน Web Browser ได้



รูปที่ 3.1: System Architecture

3.2 User Flow Diagram

โดยในรูปที่ 3.2 เริ่มแรกนั้นจะให้ผู้ใช้งานได้ทำการเลือกห้องที่จะทำการหาตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในห้องที่เลือกก่อน หลังจากที่ได้เลือกห้องแล้ว ก็จะแสดงผลออกมาเป็นตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในห้องที่เลือกนั้น โดยเมื่อเราต้องการที่จะเลือกห้องใหม่ก็สามารถย้อนกลับไปเลือกได้ หากไม่ต้องการเลือกใหม่ ก็ถือว่าสิ้นสุดการทำงาน

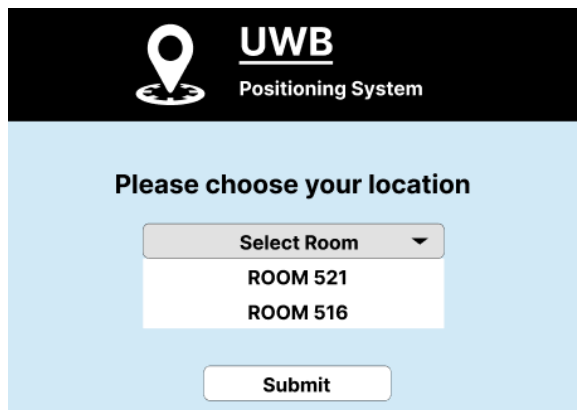


รูปที่ 3.2: User Flow Diagram

3.3 การออกแบบเว็บแอปพลิเคชัน

3.3.1 Homepage

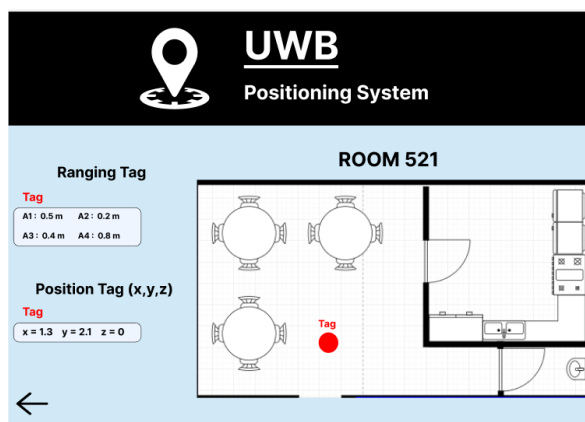
เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่หน้าเว็บ จะปรากฏหน้า Homepage ออกมาเป็นหน้าแรกก่อน ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องเลือกห้องที่ต้องการจะระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในห้องนั้นก่อน โดยห้องที่จะมีให้เลือกนั้นจะเป็นห้องเรียนที่อยู่ภายในตึก 30 ปี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ หลังจากที่ได้เลือกห้องแล้วก็จะเข้าไปสู่หน้าถัดไปของเว็บแอปพลิเคชันนี้



รูปที่ 3.3: Home Page

3.3.2 Location Dashboard

หลังจากที่ผู้ใช้งานเลือกห้องเสร็จแล้ว ระบบจะแสดงตำแหน่งของผู้ใช้งานภายในห้องที่เลือก โดยทางด้านซ้ายจะแสดง Dashboard ตำแหน่งของผู้ใช้งาน โดยจะระบุระยะห่างของผู้ใช้งานกับ Anchor แต่ละตัว และตำแหน่งพิกัด 3 มิติของผู้ใช้งาน โดยในหน้านี้ตำแหน่งของผู้ใช้งานจะเคลื่อนไหวเป็นเพียง 2 มิติเท่านั้นเพื่อความง่ายต่อการทำ



รูปที่ 3.4: Location Dashboard

บทที่ 4

การประเมินระบบ

4.1 การทดสอบความแม่นยำ

ความแม่นยำที่กล่าวถึงจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันดังนี้

1. ความแม่นยำของระยะทางระหว่าง tag กับ anchors

ระยะทางที่วัดได้ระหว่าง tag กับ anchors นั้นจะต้องมีความแม่นยำ โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 20 cm

2. ความแม่นยำของ algorithm ในการคำนวณตำแหน่งของวัตถุ

โดย algorithm ที่เลือกนำมาใช้นั้นต้องมีความถูกต้องและแม่นยำในการคำนวณหาตำแหน่งของวัตถุ

4.2 การประเมินประสิทธิภาพซอฟต์แวร์

โดยในส่วนนี้จะประเมินถึง Response time เป็นหลักเพื่อประเมินถึงเรื่องความเร็วในการรับส่งข้อมูลระหว่าง Hardware กับ Application นอกจากนี้ Application จะต้องติดตามตำแหน่งของวัตถุแบบเรียลไทม์ได้อีกด้วย

4.3 การประเมินความพึงพอใจต่อการใช้งานของระบบ

โดยในส่วนนี้เราจะมุ่งเน้นที่ User Experience (UX) ของตัวระบบเองเป็นหลัก โดยจะมี 5 องค์ประกอบดังนี้

1. **ความใช้งานง่าย (Usability):** ออกแบบ UI ให้ผู้ใช้สามารถนำทางและใช้งานได้ง่าย ไม่ควรทำให้ผู้ใช้งานสับสนหรือไม่สามารถทำงานตามที่ต้องการได้โดยง่าย
2. **ประสบการณ์ผู้ใช้ (User Experience):** สร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้ใช้ เพื่อให้พวกเขามีความพึงพอใจและไม่รู้สึกรำคาญในการใช้งาน
3. **ดีไซน์ที่สวยงาม (Aesthetic Design):** การให้ดีไซน์ที่มีความสวยงามและเข้ากันได้กับกลุ่มผู้ใช้ เพื่อสร้างความประทับใจ
4. **การเข้าถึง (Accessibility):** แอปพลิเคชันมีการนำทางเป็นไปอย่างชำนาญ ผู้ใช้สามารถเข้าใจที่ทำได้โดยไม่ต้องพยายามหรือค้นหาข้อมูลนาน
5. **ความยืดหยุ่น (Flexibility):** ผู้ใช้มีความยืดหยุ่นในการปรับแต่งการใช้งานตามความต้องการส่วนบุคคล

บรรณานุกรม

- [1] Instructables. (n.d.). ESP32 UWB Indoor Positioning Test. Retrieved June 28, 2024, from <https://www.instructables.com/ESP32-UWB-Indoor-Positioning-Test/>
- [2] CNX Software. (2021). บอร์ด ESP32 UWB DW1000 Indoor Positioning แม่นยำ. Retrieved June 28, 2024, from <https://th.cnx-software.com/2021/12/24/บอร์ด-esp32-uwbdw1000-indoor-positioning-แม่นยำ/>
- [3] Reid, T. (n.d.). GPS Equations. George Mason University. Retrieved June 28, 2024, from <http://mason.gmu.edu/~treid5/Math447/GPSEquations/>
- [4] AtoZMath. (n.d.). Newton-Raphson Method Examples. Retrieved June 28, 2024, from <https://atozmath.com/example/CONM/NewtonRaphson2.aspx?q1=E2>
- [5] WikiHow. (n.d.). How to Find the Inverse of a 3x3 Matrix. Retrieved June 28, 2024, from <https://www.wikihow.com/Find-the-Inverse-of-a-3x3-Matrix>
- [6] GitHub. (n.d.). *Community PIO CH32V: Platform CH32V*. Retrieved June 28, 2024, from <https://github.com/Community-PIO-CH32V/platform-ch32v>
- [7] ResearchGate. (n.d.). Four Anchor Sensor Nodes Based Localization Algorithm over Three-Dimensional Space. Retrieved September 2, 2024, from https://www.researchgate.net/publication/264098952_Four_Anchor_Sensor_Nodes_Based_Localization_Algorithm_over_Three-Dimensional_Space
- [8] The 5 Elements of UX Design. Retrieved 2 October 2024, from <https://medium.com/upskill-ux/the-5-elements-of-ux-design-5-minutes-ux-ui-podcast-ep-3-ef14af2de4d3>