ระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะ
Indoor Wi-Fi Positioning System

ชนาภัทร วัฒนชัย
ทรรศน์มน ทิมทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

ระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะ

Indoor Wi-Fi Positioning System

ชนาภัทร วัฒนชัย

ทรรศน์มน ทิมทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะ

นางสาวชนาภัทร	วัฒนชัย	54010274
นางสาวทรรศน์มน	ทิมทอง	54010500
อาจารย์ธนัญชัย	ตรีภาค	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการจัดแสดงนิทรรศการในที่ร่มมีความนิยมมากขึ้น ซึ่งสถานที่จัดแสดงมักมีขนาดปานกลางจนถึงขนาดใหญ่ ทำให้การค้นหาสถานที่ที่ต้องการภายในงานทำได้ยาก ดังนั้นจึงควรมีระบบที่สามารถช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินงานนิทรรศการแก่ผู้เข้าร่วมงานให้มีความสะดวกมากยิ่งขึ้น โดยควรเป็นแอปพลิเคชั่นบนอุปกรณ์สมาร์ทโฟน เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้ง่ายและมีการใช้งานทั่วไปอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

โครงงานระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะ เป็นแอปพลิเคชั่นสำหรับผู้เข้าร่วมงานนิทรรศการที่ใช้อุปกรณ์สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อใช้ในการค้นหาสถานที่ภายในงาน การแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน การแสดงเส้นทางการเดินภายในงานของผู้ใช้งาน และการบันทึกสถานที่โปรดเพื่อความสะดวกต่อการค้นหาในอนาคต เป็นต้น ซึ่งแอปพลิเคชั่นที่ได้พัฒนามีการใช้สมการในการคำนวณหาพิกัดจากค่า RSSI ที่ตำแหน่งปัจจุบันเทียบกับข้อมูล RSSI ของตำแหน่งต่างๆในฐานข้อมูล ซึ่งผลลัพธ์ของการระบุตำแหน่งที่มีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย มีข้อจำกัดเกี่ยวกับความเร็วในการเคลื่อนที่ แต่ยังสามารถอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งานในการเข้าร่วมงานนิทรรศการในพื้นที่เฉพาะได้เป็นอย่างดี

Indoor Wi-Fi Positioning System

Ms.Chanapat Wattanachai 54010274

Ms.Tassamon Timtong 54010500

Mr.Thanunchai Treepak Advisor

Academic Year 2014

Abstract

Nowadays, there are many exhibitions that are held in indoor halls. The places where the exhibition are held usually in the middle to the large size that makes difficult for people who would like to search for a place they would like to go. Therefore, an application that will facilitate people for this situation should be developed. In additions, it should be the application on the smartphone because the smartphone is easy to carry around and widely used today.

Indoor Wi-Fi positioning system is an application for people who participate in an exhibition and use android operating system. It is developed to facilitate those people such as searching for places in the exhibition, locating their positions, showing the route they have been to, managing favorite places, etc. The application uses RSSI values from a current position to compare with RSSI profiles in a database for locating position of the user. The application gives a quite good result for positioning but has a restriction in speeding of movement. However, it can still facilitate people who participate in the exhibition well.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายทั้งในทางตรงและทางอ้อม โครงงานชิ้นนี้จะสำเร็จไม่ได้หากปราศจากความช่วยเหลือของบุคคลเหล่านี้

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.ธนัญชัย ตรีภาค ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้การช่วยเหลือตลอดการทำโครงงานชิ้นนี้ ซึ่งทำให้การทำงานต่างๆเป็นไปได้อย่างราบรื่นและสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากรต่างๆในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ให้คำแนะนำและสั่งสอนความรู้ต่างๆมาตลอด รวมถึงห้องวิจัยและพัฒนาการรักษาความปลอดภัยข้อมูล (Information Security Advisory Group: ISAG) และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยและพัฒนาโครงงานชิ้นนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆในสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ให้การช่วยเหลือขณะทำการทดลองและพัฒนาโครงงานชิ้นนี้

ในท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การช่วยเหลือการแนะนำในการจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์และขอขอบคุณที่ได้เลี้ยงดู สั่งสอน พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษา และให้กำลังใจเสมอมา

ชนาภัทร วัฒนชัย

ทรรศน์มน ทิมทอง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 วิธีดำเนินการ 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ระบบสัญญาณไร้สาย 5

2.2 เทคนิคพื้นฐานของการหาตำแหน่งของผู้ใช้ 6

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 12

3.1 โครงสร้างของระบบ 12

3.2 รายละเอียดของระบบ 25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 27

4.1 การทดลองการวัดค่า RSSI 27

4.2 การทดลองหาตำแหน่งปัจจุบันโดยวิธี Trilateration 34

4.3 การทดลองการหาตำแหน่งปัจจุบันโดยวิธี Fingerprint 43

4.4 การทดสอบใช้งานจริง 55

4.5 สรุปผลการทดลองทั้งหมด 55

บทที่ 5 สรุป 57

5.1 สรุป 57

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข 58

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ 58

ภาคผนวก

บรรณานุกรม

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตาราง 4.1-1 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า RSSI ที่รับได้จาก Access Point แต่ละตัว 29
ตาราง 4.1-2 แสดงเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าระยะจริง 30
ตาราง 4.1-3 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า RSSI ที่มีการใช้ Weighted Moving Average..... 33
ตาราง 4.1-4 แสดงเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าระยะจริง 34
ตาราง 4.2-1 ค่าเฉลี่ย RSSI ที่ระยะ 1 เมตร..... 35
ตาราง 4.2-2 แสดงค่าเปอร์เซ็นความผิดพลาดและค่า SD 36
ตาราง 4.2-3 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนและค่า SD ของทั้งสองสมการ..... 37
ตาราง 4.3-1 แสดงค่าเฉลี่ยของ Access Point แต่ละตัวในแต่ละจุดอ้างอิง..... 44
ตาราง 4.3-2 แสดงการหาค่าเฉลี่ยและค่า SD เพื่อกำหนดช่วงของ RSSI ที่เป็นไปได้ 47
ตาราง 4.3-3 แสดงค่าเฉลี่ยค่า RSSI ของ Access Point บริเวณชั้น 8 51

สารบัญรูป

รูป หน้า

รูปที่ 2.2-1 แสดงการตัดกันของวงกลม 7
รูปที่ 2.2-2 แสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูล 9
รูปที่ 3.1-1 แสดงการทำงานของ Offline Phase 13
รูปที่ 3.1-2 แสดงอัลกอริทึมการถ่วงน้ำหนัก 14
รูปที่ 3.1-3 แสดงโครงสร้างของ Online Phase 17
รูปที่ 3.1-4 แสดงการทำงานจองระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน 18
รูปที่ 3.1-5 แสดงการจำลองจุดอ้างอิง 19
รูปที่ 3.1-6 แสดงการจำลองการตัดจุดอ้างอิง 19
รูปที่ 3.1-7 แสดงการทำงานของระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียง 20
รูปที่ 3.1-8 แสดงการทำงานของระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่าน 21
รูปที่ 3.1-9 แสดงการทำงานของระบบค้นหาสถานที่ 22
รูปที่ 3.1-10 แสดงการทำงานของระบบแจ้งเตือนเมื่อใกล้สถานที่ที่ค้นหา 23
รูปที่ 3.1-11 แสดงการทำงานของระบบจัดการสถานที่โปรด 24
รูปที่ 4.1-1 แสดงแอปพลิเคชั่นการบันทึกค่า RSSI จาก Access Point ลงฐานข้อมูล 28
รูปที่ 4.1-2 แสดงระยะห่างระหว่างจุดวัดค่าถึงแต่ละ Access Point 28
รูปที่ 4.1-3 กราฟแสดงผลค่า RSSI ที่บันทึกได้ 29
รูปที่ 4.1-4 กราฟแสดงผลการคำนวณระยะทางจาก Access Point ถึงผู้ใช้ที่ระยะ 1 เมตรจาก RSSI ที่รับได้ 30
รูปที่ 4.1-5 แสดงการจัดวาง Access Point 32
รูปที่ 4.1-6 กราฟแสดงค่า RSSI ที่บันทึกได้ 32
รูปที่ 4.1-7 กราฟแสดงระยะห่างจาก Access Point ที่คำนวณได้ 33
รูปที่ 4.2-1 กราฟแสดงระยะห่างจาก Access Point ที่คำนวณได้ 35
รูปที่ 4.2-2 แสดงการวาง Access Point และการเคลื่อนที่ 38
รูปที่ 4.2-3 กราฟแสดงระยะทางที่คำนวณได้ขณะเคลื่อนที่ 39
รูปที่ 4.2-4 กราฟแสดงระยะทางที่คำนวณได้ขณะเคลื่อนที่โดยใช้การถ่วงน้ำหนักเข้ามาช่วย 40

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

รูปที่ 4.2-5 แสดงระยะห่างจากจุดที่อุปกรณ์วัดค่าและ Access Point 41
รูปที่ 4.2-6 แสดงผลการคำนวณหาตำแหน่งโดยวิธี Trilateration 42
รูปที่ 4.2-7 แสดงรูปสัญญาณ Wi-Fi เมื่อสามารถหาจุดตัดของสัญญาณได้ 42
รูปที่ 4.2-8 แสดงผลการคำนวณหาตำแหน่งโดยวิธี Trilateration 42
รูปที่ 4.2-9 แสดงรูปสัญญาณ Wi-Fi ที่สัญญาณตัดกันมากกว่า 1 จุด 42
รูปที่ 4.2-10 แสดงรูปสัญญาณ Wi-Fi ที่สัญญาณไม่ตัดกัน 42
รูปที่ 4.2-11 แสดงผลการคำนวณหาตำแหน่งโดยวิธี Trilateration 42
รูปที่ 4.3-1 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงภายในห้อง 805 44
รูปที่ 4.3-2 แสดงจุดอ้างอิงที่กำหนด 47
รูปที่ 4.3-3 แผนผังบริเวณระเบียงชั้น 8 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรม 2 (ECC) 50
รูปที่ 4.3-4 แสดงผลลัพธ์ของการหาตำแหน่งขณะ ยืนอยู่หน้าห้อง 805 52
รูปที่ 4.3-5 แสดงผลลัพธ์ของการหาตำแหน่งขณะ ยืนอยู่หน้าห้อง 805 52
รูปที่ 4.3-6 กราฟแสดงผลการรับสัญญาณ RSSI ภายในห้อง 805 53
รูปที่ 4.3-7 กราฟแสดงผลการรับสัญญาณ RSSI บริเวณระเบียงชั้น 8 54

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

แม้ในปัจจุบันนี้เราจะได้มีการนำระบบ GPS(Global Positioning System) ซึ่งเป็นระบบระบุตำแหน่งที่ตั้งบนพื้นผิวโลกผ่านดาวเทียม เข้ามาเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการค้นหาเส้นทางยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และกว้างไกล จนครอบคลุมไปเกือบจะทุกพื้นที่ทั่วโลก ณ ทุกจุดที่เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ของระบบ GPS ก็ยังสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้แรงชัดมากพอสำหรับการประมวลผลตำแหน่งต่างๆได้ถูกต้อง และแม่นยำ

แต่ระบบ GPS ก็ยังมีข้อจำกัดบางประการที่ไม่เหมาะสำหรับจะนำมาใช้กับการค้นหาตำแหน่งเป้าหมายซึ่งตั้งอยู่ในที่ร่ม หรือภายในอาคาร ทั้งนี้เพราะพื้นที่ที่จะสามารถรับสัญญาณจากดาวเทียมได้แรงชัดดีที่สุด คือพื้นที่โล่งแจ้งที่ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือบดบังให้มองไม่เห็นท้องฟ้า ซึ่งที่ร่ม และตัวอาคารตลอดจนกระจก หรือเมฆที่หนาทึบในท้องฟ้า ต่างก็เป็นสิ่งกีดขวางและบดบังท้องฟ้า ทำให้สัญญาณดาวเทียมที่ส่งมาหักเหและอ่อนแรงลง จนเครื่องรับสัญญาณนั้นได้ไม่ดีพอที่จะนำมาประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งเป้าหมายที่ต้องการค้นหาในที่ร่ม หรือในอาคารให้ถูกต้องแม่นยำได้ และหากต้องการแก้ไขข้อจำกัดนี้ผู้ใช้งานก็จะต้องปรับเปลี่ยนเป็นเครื่องรับแต่ละเครื่อง เช่น การติดตั้งเสารับสัญญาณไว้ภายนอกตัวอาคาร หรือติดตั้งตัวกระจายคลื่น (GPS radiator) เพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์ GPS ในที่อับสัญญาณได้ เป็นต้น ซึ่งวิธีแก้ไขข้อจำกัดดังเหล่านี้ล้วนทำให้สิ้นเปลือง ทั้งสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และสิ้นเปลืองเวลาเพิ่มขึ้น อีกทั้งระบบ GPS นี้ก็จะใช้ประโยชน์ได้เฉพาะกับผู้มีเครื่องมือสื่อสารที่มีระบบ GPS เท่านั้น ระบบ GPS จึงไม่มีความเหมาะสมและคุ้มค่าพอสำหรับจะนำมาใช้ช่วยค้นหาตำแหน่งที่ต้องการในที่ร่ม หรือในอาคาร

ฉะนั้น หากเรายังไม่มีการคิดหาเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ระบบอื่นๆ ที่เหมาะสมกว่าระบบ GPS มาช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับการค้นหาเส้นทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ซึ่งตั้งอยู่ในที่ร่มหรือในอาคาร อย่างเช่นอาคารสำนักงาน สถานที่ให้บริการสาธารณะ สถานที่จัดแสดงนิทรรศการ (Exhibition Hall) ศูนย์จัดแสดงสินค้า ศูนย์จัดแสดงศิลปวัฒนธรรม พื้นที่หรืออาคารจัดการประกวดต่างๆ การค้นหาเส้นทางไปยังเป้าหมายที่อยู่ในที่ร่ม หรือในอาคารต่างๆเหล่านี้ ก็จะยังคงเป็นปัญหาสำหรับผู้เข้าไปใช้บริการอยู่เช่นเดิม เพราะเขาเหล่านั้นก็คงจะต้องใช้เครื่องมือเดิม และวิธีการเดิมๆในการค้นหาตำแหน่งที่เป็นเป้าหมาย ซึ่งต้องการจะไปถึง ด้วยการใช้เอกสาร แผ่นพับ แผนผัง แผนที่ เป็นเครื่องนำทางแล้วใช้ปากสอบถาม และใช้ตามองหาตำแหน่งเป้าหมาย ก่อนที่จะเดินไปถึงเป้าหมายที่ต้องการ

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ประกอบกับการเห็นว่าในขณะนี้อาคารหรือสถานที่ในร่มส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะเป็นอาคารสำนักงาน สถานที่จัดแสดงนิทรรศการ หรือการจัดแสดงสินค้าต่างๆ ล้วนมีการตั้งสถานีฐาน หรือจุดเข้าใช้(Access Point) ของระบบแลนแบบไร้สาย(Wireless LAN) สำหรับปล่อยสัญญาณ Wi-Fi(Wireless Fidelity) เพื่อให้ความสะดวกต่อการเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต(Internet: Internetwork) สำหรับผู้มาใช้บริการในพื้นที่บริเวณนั้นอยู่ทั้งสิ้น จึงมีแนวคิดสำหรับการแก้ปัญหาข้างต้นว่า ควรจะได้นำสัญญาณ Wi-Fi ที่มีอยู่ในแต่ละพื้นที่นั้น มาใช้สร้างเป็นระบบระบุตำแหน่งในที่ร่มหรืออาคาร เพื่อเป็นเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการค้นหาเส้นทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้องรวดเร็ว และแม่นยำ ได้ด้วยการพัฒนาเป็นซอฟต์แวร์ประยุกต์หรือแอปพลิเคชั่น(Application Software) บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์(Android) ซึ่งเป็นระบบเปิดที่ผู้ใช้สามารถเข้าถึงได้ง่าย ในชื่อ “ระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะ”

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชั่น(ซอฟต์แวร์ประยุกต์)ระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะให้เป็นเครื่องมือนำทางในการค้นหาเส้นทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการในที่ร่มหรือในอาคาร
2. เพื่อเรียนรู้การพัฒนาแอปพลิเคชั่น หรือซอฟต์แวร์ประยุกต์ แล้วนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่น
3. เพื่อศึกษาการนำค่า RSSI(Received Signal Strength Indication) มาใช้หาตำแหน่งในพื้นที่ที่มีขอบเขตจำกัด เพื่อนำมาใช้งามร่วมกันกับการพัฒนาแอปพลิเคชั่นระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สามารถใช้โปรแกรมที่พัฒนาระบุตำแหน่งปัจจุบันในพื้นที่ปิดได้
2. สามารถใช้โปรแกรมที่พัฒนาค้นหาตำแหน่งสถานที่ที่ต้องการได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ประโยชน์สำหรับผู้พัฒนาแอปพลิเคชั่น

1. ได้แอปพลิเคชั่นระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะเป็นเครื่องมือช่วยนำทางไปยังตำแหน่งที่ต้องการในที่ร่ม หรือในอาคาร
2. ได้เรียนรู้วิธีการทำงานของระบบ RSSI เรียนรู้วิธีการพัฒนาแอปพลิเคชั่นจนมีความสามารถพัฒนาแอปพลิเคชั่นระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะได้สำเร็จ
3. ได้แนวคิดที่จะทำการพัฒนาแอปพลิเคชั่นไปใช้เพื่อแก้ปัญหาบางประการที่สามารถใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ได้

1.4.2 ประโยชน์สำหรับผู้ใช้แอปพลิเคชั่น

ผู้ติดตั้งแอปพลิเคชั่นระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะลงในเครื่องมือสื่อสารของตนเอง ทุกคนจะได้รับประโยชน์ดังนี้

1. ผู้ไปใช้บริการในพื้นที่งานจัดแสดง หรืออาคารสำนักงานสามารถใช้เครื่องมือสื่อสารของตนเป็นเครื่องอำนวยความสะดวกในการค้นหาเส้นทางที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว
2. ผู้ให้บริการในอาคารสำนักงาน หรือพื้นที่จัดแสดง สามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดทำเอกสาร แผ่นพับ หรือแผนที่แนะนำสถานที่
3. ผู้ไปใช้บริการสามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์นำทางอื่นๆเพิ่มเติม

1.5 วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของโครงงานเพื่อบอกถึงความเป็นไปได้ของโครงงาน โดยได้ทำการศึกษาจากเอกสาร บทความ และวารสารทางวิชาการ จากเว็บไซต์ที่ให้บริการเช่น เว็บไซต์ IEEE , เว็บไซต์ ACM เป็นต้น โดยศึกษาเกี่ยวกับอัลกอรึทึมและสมการที่ใช้คำนวณในการหาตำแหน่ง ไม่ว่าจะเป็น Trilateration และวิธีฟิงเกอร์ปริ้นต์ รวมทั้งศึกษาบทความทางวิชาการที่คล้ายคลึงกันเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และวิธีการพัฒนา

2. ศึกษาการพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยได้มีการศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมและวิธีพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จากเว็บไซต์ต่างๆ หนังสือ รวมทั้งได้มีการอบรมและฝึกเขียนโปรแกรมสำหรับพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เบื้องต้น

3. ทดลองเขียนโปรแกรมคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน โดยได้มีการทดลองเขียนโปรแกรมในการคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากอัลกอริทึมที่ได้ทำการศึกษา และเปรียบเทียบผลลัพธ์เพื่อเลือกอัลกอริทึมที่ให้ผลลัพธ์แม่นยำ และถูกต้องที่สุด

4. พัฒนาแอปพลิเคชั่นระบุพิกัดของผู้ใช้งาน เมื่ออัลกอริทึมที่ใช้เขียนโปรแกรมคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานมีความแม่นยำ และถูกต้องพอสมควร ต่อมาคือการพัฒนาแอปพลิเคชั่นโดยมีการเขียนฟังก์ชันการทำงานต่างๆของแอปพลิเคชั่นเพิ่มเติม เช่น การค้นหาสถานที่ที่ต้องการ การจัดการสถานที่โปรด เป็นต้น

5. ออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน เพื่อปรับรูปแบบ ลักษณะ เพื่อให้แอปพลิเคชั่นมีความสวยงามรองรับการใช้งานของผู้ใช้ได้สะดวกยิ่งขึ้น

6. สรุปและจัดทำเอกสาร สรุปผลจากการศึกษาและพัฒนาแอปพลิเคชั่นระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะเพื่อจัดทำปริญญานิพนธ์

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบสัญญาณไร้สาย

ระบบสัญญาณไร้สายเป็นรูปแบบการสื่อสารที่ไม่มีการใช้สายในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง หรือเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในเครือข่าย โดยจะใช้การสื่อสารผ่านคลื่นวิทยุในย่าน RF และคลื่นอินฟาเรดในการรับและส่งข้อมูลต่างๆระหว่างอุปกรณ์ที่ทำการติดต่อสื่อสาร เนื่องจากการสื่อสารที่ไม่ต้องใช้การเชื่อมต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์โดยใช้สายสัญญาณใดๆนี้ ทำให้ในการสื่อสารสามารถติดต่อกันได้อย่างสะดวก รวมทั้งสามารถเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารในระหว่างการติดต่อกันได้อย่างอิสระมากกว่าการเชื่อมต่อกันโดยใช้เทคโนโลยีที่ใช้สายในการเชื่อมต่อกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์

2.1.1 ค่าระดับความแรงของสัญญาณ(Received Signal Strength Indicator : RSSI)

เป็นค่าระดับความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณ ซึ่งจะแสดงถึงระดับความแรงของสัญญาณ หากค่าระดับความแรงของสัญญาณที่วัดได้มีค่าติดลบน้อย แสดงว่าระดับความเข้มของสัญญาณมีค่ามาก แต่หากค่าระดับความแรงของสัญญาณที่วัดได้มีค่าติดลบมาก แสดงว่าระดับความเข้มของสัญญาณมีค่าน้อย ซึ่งค่าระดับความแรงของสัญญาณสามารถช่วยในการคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้ได้

2.1.2 Access Point

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถปล่อยสัญญาณไร้สายออกจากตัวอุปกรณ์ได้ ซึ่งตัวอุปกรณ์จะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อและส่งต่อการสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่าย

2.1.3 อุปกรณ์รับสัญญาณ

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรับสัญญาณไร้สายจากอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณได้ ซึ่งตัวอุปกรณ์จะทำหน้าที่ในการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณ

2.1.4 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนัก(Weighted Moving Average)

ในการคำนวณตำแหน่งของอุปกรณ์จากสัญญาณไร้สายเมื่ออุปกรณ์มีการเคลื่อนที่มักจะมีความคลาดเคลื่อน จึงควรใช้ค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์เข้ามาช่วยในการคำนวณ โดยให้ความสำคัญกับข้อมูลที่ได้รับมาล่าสุดมากกว่าข้อมูลที่ได้รับมาในอดีต ดังนั้นข้อมูลใหม่ที่ได้รับ

มาจะได้รับการถ่วงน้ำหนักมากกว่าข้อมูลที่มีอยู่ก่อนแล้ว ลดลงตามความเก่าของข้อมูล ซึ่งสามารถคำนวณหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักได้ดังนี้

$$WMA(n) = \frac{\sum_{i=1}^{n} iP_i}{\sum_{i=1}^{n} i}$$

โดย P = ค่าของข้อมูลที่ได้รับ

i = ค่าถ่วงน้ำหนัก

n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

(Moving average, 2015)

2.2 เทคนิคพื้นฐานของการหาตำแหน่งของผู้ใช้

เทคโนโลยีด้านเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้ถูกนำมาพัฒนาเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งของผู้ใช้ทั้งในอาคารและภายนอกอาคารกันอย่างแพร่หลาย โดยการหาตำแหน่งของผู้ใช้ได้แบ่งเป็น 2 เทคนิคหลัก คือ เทคนิคที่ใช้พื้นฐานของการหาระยะทาง และเทคนิคการหาตำแหน่งด้วยวิธีฟิงเกอร์ปริ้นต์(Fingerprint-based)

2.2.1 เทคนิคที่ใช้พื้นฐานของการหาระยะทาง

เป็นการหาตำแหน่งที่ใช้พื้นฐานของการหาระยะทาง โดยจะใช้การคำนวณระยะทางระหว่างโหนดอ้างอิง(Access Point) กับผู้ใช้ ระยะทางดังกล่าวจะสามารถคำนวณได้จากค่าระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้

2.2.1.1 การวัดค่าระดับความแรงของสัญญาณ (RSSI)

เป็นการคำนวณหาค่าระดับความแรงของสัญญาณระหว่างเซ็นเซอร์ไร้สายสองตัว โดยหนึ่งในเซ็นเซอร์สองตัวจะเป็นตัวส่งสัญญาณ ในขณะที่อีกตัวหนึ่งเป็นตัวรับสัญญาณ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันตามสมการดังนี้

$$RSSI = -10n \log 10 (d) + A$$

โดย RSSI คือค่าความแรงของสัญญาณวิทยุ หน่วย เดซิเบลมิลลิวัตต์(dBm)

n คือค่าคงที่การกระจายสัญญาณของสถานที่นั้นๆ

d คือระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์ไร้สาย หน่วย เมตร(m)

A คือค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับใน 1 เมตร(dBm)

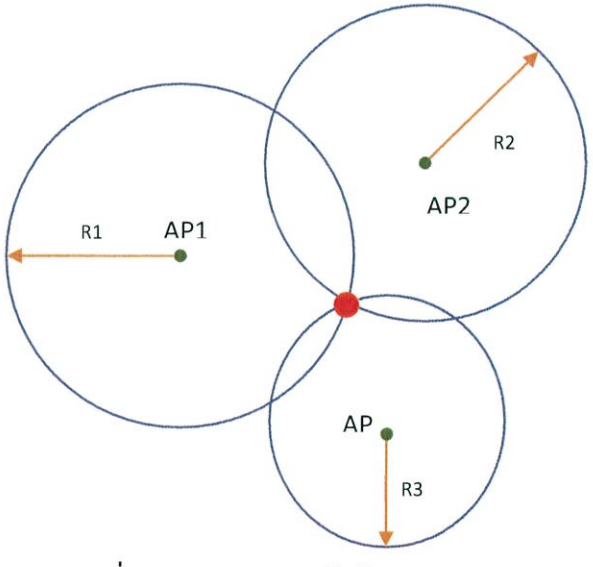
(Oguejiofor O.S., 2013)

จากสมการข้างต้น จะเห็นว่า ถ้าระยะทาง(d)เพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ค่าระดับความแรงของสัญญาณลดลง นั่นคือหากตัวรับสัญญาณอยู่ห่างจากตัวส่งสัญญาณมากขึ้น จะส่งผลให้ระดับความแรงของสัญญาณที่รับได้มีค่าลดลง ซึ่งการหาตำแหน่งของผู้ใช้จากระยะทาง d นั้น จะต้องอาศัยโหนดอ้างอิงอย่างน้อย 3 ตัว จึงจะสามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้ได้

2.2.1.2 Trilateration

Trilateration เป็นแนวคิดในการนำความรู้พื้นฐานทางด้านเรขาคณิตมาช่วยในการคำนวณเพื่อระบุพิกัดตำแหน่ง ซึ่งแนวคิดนี้ได้ถูกนำมาใช้กับระบบระบุพิกัดตำแหน่งของ GPS จึงได้นำแนวคิดนี้มาใช้เพื่อคำนวณหาพิกัดตำแหน่งจากสัญญาณ Wi-Fi เช่นกัน

หลักการในการคำนวณหาตำแหน่งนั้นอาศัยวงกลมสามวง ซึ่งแต่ละวงมีรัศมี r1, r2, และ r3 และมีพื้นที่ที่ซ้อนทับกัน โดยค่า r1, r2 และ r3 นั้นจะได้มาจากการคำนวณจากค่าระดับความแรงของสัญญาณ บริเวณที่พื้นที่ของวงกลมทั้งสามวงซ้อนทับกันจะเป็นคำตอบของตำแหน่งพิกัดที่เราต้องการ ดังรูปที่ 2.2-1



รูปที่ 2.2-1 แสดงการตัดกันของวงกลม

ซึ่งแต่ละวงกลมจะได้สมการดังนี้

วงกลม AP1 : $R_{AP1}^2 = (x - x_{AP1})^2 + (y - y_{AP1})^2$

วงกลม AP2 : $R_{AP2}^2 = (x - x_{AP2})^2 + (y - y_{AP2})^2$

วงกลม AP3 : $R_{AP3}^2 = (x - x_{AP3})^2 + (y - y_{AP3})^2$

และสามารถคำนวณหาพิกัดตำแหน่ง(x,y)ของอุปกรณ์รับสัญญาณที่ต้องการได้จาก

$$x = \frac{v_a - y(y_{AP3} - y_{AP2})}{(x_{AP3} - x_{AP2})}$$

$$y = \frac{v_b(x_{AP3} - x_{AP2}) - v_b(x_{AP1} - x_{AP2})}{(y_{AP1} - y_{AP2})(x_{AP3} - x_{AP2}) - (y_{AP3} - y_{AP2})(x_{AP1} - x_{AP2})}$$

โดย

$$v_a = \frac{(R_{AP2}^2 - R_{AP3}^2) - (x_{AP2}^2 - x_{AP3}^2) - (y_{AP2}^2 - y_{AP3}^2)}{2}$$

$$v_b = \frac{(R_{AP2}^2 - R_{AP1}^2) - (x_{AP2}^2 - x_{AP1}^2) - (y_{AP2}^2 - y_{AP1}^2)}{2}$$

(Oguejiofor O.S., 2013)

2.2.2 เทคนิคการหาตำแหน่งด้วยวิธีฟิงเกอร์ปรินต์

เทคนิคการหาตำแหน่งด้วยวิธีฟิงเกอร์ปรินต์ เป็นการหาตำแหน่งที่แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเก็บข้อมูลค่าระดับความแรงสัญญาณ และขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูล จุดประสงค์ของขั้นตอนแรกคือการสร้างฐานข้อมูล ส่วนขั้นตอนที่สองคือการคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้โดยอาศัยฐานข้อมูลที่ได้สร้างไว้และค่าระดับความแรงสัญญาณที่วัดได้ขณะนั้น ในขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูล เป็นขั้นตอนที่ต้องเก็บข้อมูลค่าระดับความแรงสัญญาณจากเซ็นเซอร์ไร้สายและข้อมูลตำแหน่งของจุดอ้างอิง โดยจุดอ้างอิงจะต้องถูกสร้างขึ้นภายในสถานที่ที่เราจะใช้สร้างเป็นแผนที่เพื่อการหาตำแหน่งของผู้ใช้ ซึ่งจุดอ้างอิงที่สร้างขึ้นควรมีระยะห่างระหว่างกันที่เหมาะสม(ไม่ควรเกิน 3 เมตร) หากมีระยะห่างระหว่างกันมากเกินไปก็จะทำให้ตำแหน่งที่คำนวณ

ออกมาได้มีความแม่นยำน้อยลง ในขณะที่หากมีระยะห่างระหว่างกันน้อยเกินไปก็จะส่งผลให้ต้องใช้เวลานานสำหรับการเก็บข้อมูลเพื่อสร้างฐานข้อมูล การวัดค่าระดับความแรงสัญญาณจากเซ็นเซอร์ไร้สาย ผู้วัดจะต้องวัด ณ ตำแหน่งของจุดอ้างอิงแต่ละตัวซึ่งทราบตำแหน่งอยู่แล้วและเก็บค่าระดับความแรงสัญญาณจากเซ็นเซอร์ไร้สายทุกตัวลงในฐานข้อมูล ส่วนในขั้นตอนที่สองจะเป็นขั้นตอนที่มีการใช้งานจริง โดยอุปกรณ์รับสัญญาณจะรับค่าระดับความแรงสัญญาณจากเซ็นเซอร์ไร้สายทุกตัว แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าระดับความแรงสัญญาณที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลในขั้นตอนก่อนหน้า จากนั้นอุปกรณ์รับสัญญาณจะเลือกจุดอ้างอิงที่มีค่าระดับความแรงสัญญาณใกล้เคียงกับที่วัดได้และมีระยะห่างจากตำแหน่งเดิมไม่มากเกินไปมาคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณ

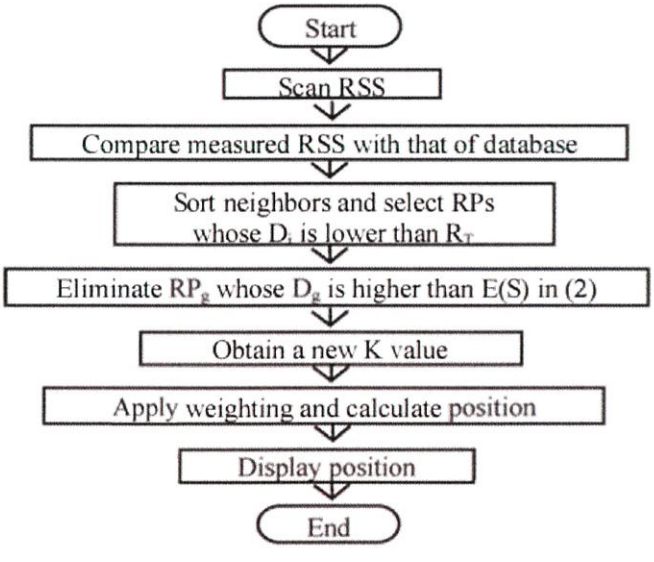
2.2.2.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูลค่าระดับความแรงสัญญาณ

1.สร้างจุดอ้างอิงภายในสถานที่ที่ใช้สร้างเป็นแผนที่

2.วัดและบันทึกค่า RSSI ณ ตำแหน่งของจุดอ้างอิงแต่ละตัว

2.2.2.2 ขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูล

ขั้นตอนการนำข้อมูลค่า RSSI ที่รับได้จากเสาสัญญาณ Access Point แต่ละตัว ณ จุดใดจุดหนึ่งของสถานที่มาเปรียบเทียบกับข้อมูล RSSI ในฐานข้อมูลเพื่อหาตำแหน่งผู้ใช้งาน โดยมีขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูลดังรูปที่ 2.2-2



รูปที่ 2.2-2 แสดงขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูล

จากรูปที่ 2.2-2 มีขั้นตอนการเปรียบเทียบข้อมูลดังนี้

1. รับค่า RSSI ขณะยืนอยู่ที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งภายในสถานที่

2. นำค่า RSSI ที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่า RSSI ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลในขั้นตอนก่อนหน้า จากสมการ

$$D_i = \sum_{j=1}^{N} |A_j - R_{i,j}| \quad , \mathrm{i} = 1,2,3, \dots, \mathrm{L}$$

โดย A_j = ค่า RSSI ที่รับมาจาก Application ของ Access Point ตัวที่ j^{th} AP

$R_{i,j}$ = ค่า RSSI ของ Access Point ตัวที่ j^{th} ที่ทำการบันทึกไว้ ณ จุด i^{th}

L = จำนวนจุดอ้างอิง

N = จำนวน Access Point

3. เรียงลำดับค่า D ของแต่ละตำแหน่งอ้างอิง และเลือกเฉพาะจุดอ้างอิงที่มีค่าไม่เกินค่าที่กำหนดไว้เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณต่อ

4. คำนวณหาค่า Si โดยที่ Si คือผลต่างระหว่าง D1 กับ Dg (g = 2,3,...,G), G คือ จำนวนจุดอ้างอิงที่เหลือทั้งหมด

5. คำนวณหาค่าเฉลี่ยผลต่าง E(S) จากสมการ

$$\mathrm{E(S)} = \frac{S_2 + S_3 + \dots + S_G}{G - 1}$$

โดย E = ค่าเฉลี่ยของผลต่าง

S = ผลต่างระหว่าง D_1 และ D_g

G = จำนวนจุดอ้างอิงที่เหลือ

6. เลือกเฉพาะจุดอ้างอิงที่มีค่า D ที่มีค่ามากกว่าค่า E(S)

7. กำหนดค่า K ว่าจะใช้จุดอ้างอิงทั้งหมดกี่จุด

8. คำนวณตำแหน่งปัจจุบัน จากสมการ

$$P = \frac{\frac{1}{D_1}L(RP_1)+\frac{1}{D_2}L(RP_2)+ \ldots+\frac{1}{D_k}L(RP_k)}{\frac{1}{D_1}+\frac{1}{D_2}+\frac{1}{D_3}+ \ldots+\frac{1}{D_k}}$$

โดย P = ตำแหน่งที่คำนวณได้

$L(RP_i)$ = ตำแหน่งของจุดอ้างอิงจุดที่ i

k = จำนวนจุดอ้างอิงที่เหลือ

(Beomju Shin, 2012)

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนา

จากโครงงานการออกแบบและพัฒนาระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สาย ซึ่งต้องการออกแบบให้รองรับกับการใช้งานจากอุปกรณ์สมาร์ทโฟนและรองรับการใช้งานภายในพื้นที่เฉพาะ เช่น ภายในอาคาร ห้องจัดแสดงนิทรรศการ เป็นต้น ซึ่งจะต้องสามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานได้ สามารถระบุตำแหน่งและค้นหาสถานที่ที่ต้องการไปได้ บันทึกสถานที่โปรดและบอกถึงเส้นทางที่เคยเดินผ่านได้ รวมทั้งแจ้งเตือนเมื่อใกล้สถานที่ที่ต้องการได้ ซึ่งโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับงานนิทรรศการ งานจัดแสดงต่างๆ และต้องการให้ผู้เข้าชมสามารถเดินชมงานได้สะดวก รวดเร็วมากยิ่งขึ้น ไม่ต้องเสียเวลาในการดูแผนที่ หรือสอบถามเจ้าหน้าที่ภายในงาน ในการค้นหาบูธ สินค้า สถานที่ภายในต่างๆ จึงได้มีการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชั่นดังกล่าวซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนที่กำหนดโครงสร้างของแอปพลิเคชั่นว่าจะมีรายละเอียดอย่างไรบ้าง ประกอบด้วยส่วนใดบ้าง และแต่ละส่วนมีการทำงานอย่างไร โดยมีรายละเอียดการออกแบบและพัฒนาดังต่อไปนี้

3.1 โครงสร้างของระบบ

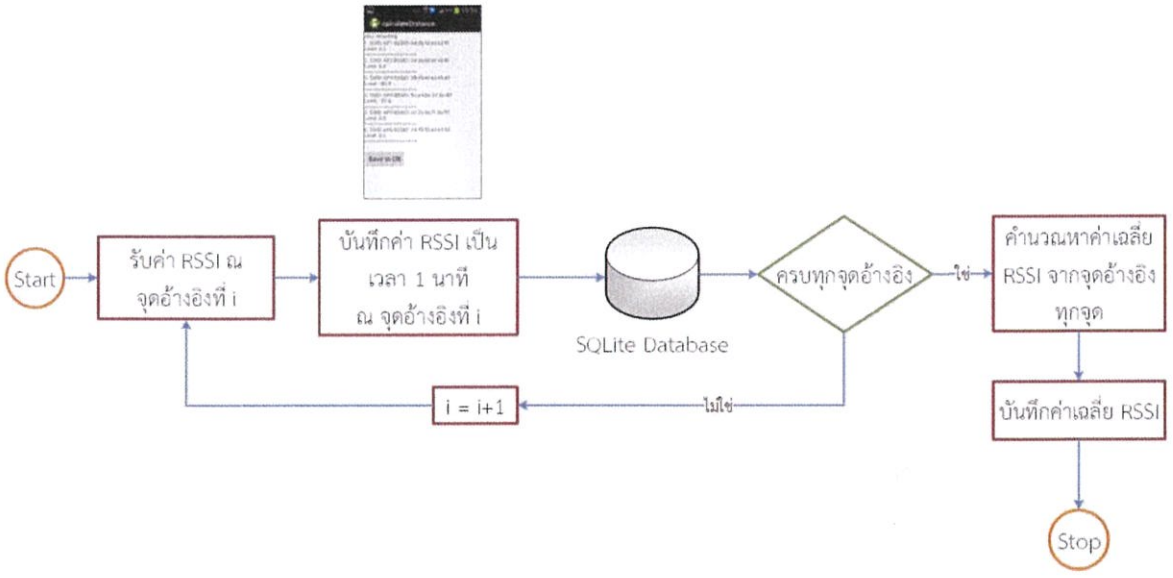
โครงสร้างของระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะจากการออกแบบ แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. Offline Phase ซึ่งเป็นส่วนของการเก็บและวัดค่าข้อมูลสัญญาณ RSSI ที่เสาสัญญาณของ Access Point แต่ละตัวปล่อยออกมาในจุดอ้างอิงแต่ละจุดที่ได้ทำการกำหนดไว้

2. Online Phase ส่วนของการทำงานของแอปพลิเคชั่น โดยรับค่าคำสั่งจากผู้ใช้งาน ประมวลผลคำสั่ง และแสดงผลจากการคำนวณและประมวลผลให้กับผู้ใช้งาน

3.1.1 Offline Phase

ส่วนของการเก็บค่าสัญญาณ RSSI ที่วัดได้จากเสาสัญญาณของ Access Point แต่ละตัวในทุกจุดอ้างอิงที่ได้ทำการกำหนดไว้ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ทำก่อนการใช้งานแอปพลิเคชั่น เพื่อนำข้อมูลค่า RSSI ที่วัดได้นั้นมาเก็บไว้สำหรับเป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบและช่วยในการคำนวณหาค่าความน่าจะเป็นของตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ซึ่งจะมีการทำงานดังรูปที่ 3.1-1



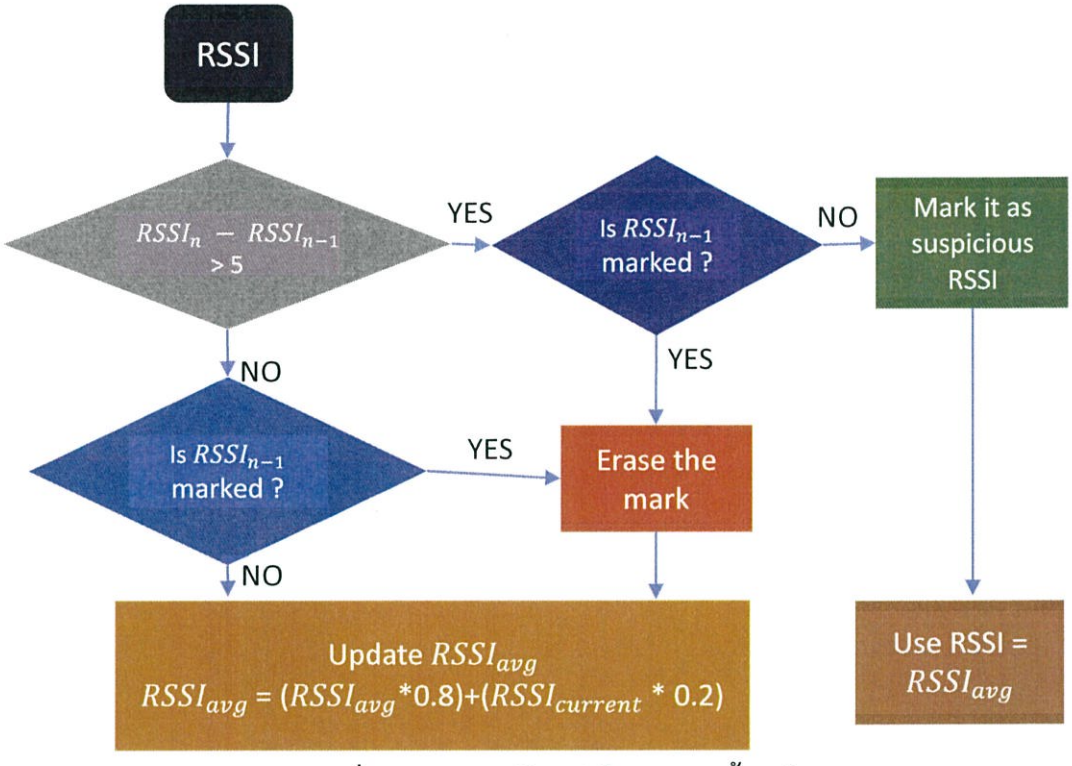
รูปที่ 3.1-1 แสดงการทำงานของ Offline Phase

จากรูปที่ 3.1-1 ขั้นตอนการเก็บค่าสัญญาณ RSSI ภายในห้องหรือสถานที่จากจุดอ้างอิงที่ได้ทำการกำหนดไว้ทั้งหมด การกำหนดจุดอ้างอิงนั้นเป็นการกำหนดจุดเพื่อใช้เป็นบริเวณที่ทำการวัดค่าสัญญาณ RSSI โดยแต่ละจุดมีระยะห่างที่เท่าๆกัน และกำหนดจุดให้ครอบคลุมทั่วแผนผังของสถานที่ที่ต้องการใช้ระบุพิกัด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. บันทึกค่า RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point แต่ละตัวได้ทำการปล่อยออกมา ณ จุดอ้างอิงแต่ละจุดเป็นเวลาจุดละ 1 นาที โดยทำครบทุกจุดอ้างอิงที่ได้มีการกำหนด

2. เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล ซึ่งในที่นี้ใช้โปรแกรม SQLite ซึ่งเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3. นำข้อมูลของแต่ละจุดอ้างอิงจากฐานข้อมูลที่ได้ทำการเก็บไว้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยโดยใช้การถ่วงน้ำหนักให้นัยสำคัญของค่า RSSI ก่อนหน้ามากกว่าค่า RSSI ปัจจุบัน เพื่อปรับค่าให้สัญญาณ RSSI มีความเสถียรและสามารถนำมาคำนวณได้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้นแล้วทำการเก็บไว้ในฐานข้อมูลของแอปพลิเคชั่น โดยอัลกอริทึมการถ่วงน้ำหนักเป็นดังรูป 3.1-2ต่อไปนี้



รูปที่ 3.1-2 แสดงอัลกอริทึมการถ่วงน้ำหนัก

โดยอัลกอริทึมในการถ่วงน้ำหนักจากรูปที่ 3.1-2 มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

เปรียบเทียบค่า RSSI ปัจจุบันกับค่า RSSI ก่อนหน้า ว่ามีค่าต่างกันเกิน 5 DBm หรือไม่

1. หากต่างกันไม่เกินค่าดังกล่าว ให้ตรวจสอบค่า RSSI ก่อนหน้าว่ามีการระบุการเกินไว้หรือไม่

1.1 หากไม่มีการระบุการเกินไว้ ให้ปรับปรุงค่า RSSI เฉลี่ยที่รวมค่า RSSI ที่ได้รับเข้ามาใหม่ด้วย โดยให้ค่านัยสำคัญแก่ค่า RSSI ใหม่น้อยกว่าค่า RSSI เฉลี่ยค่าก่อน

1.2 หากมีการระบุการเกินไว้ ให้ลบค่าที่ระบุการเกินไว้ และปรับปรุงค่า RSSIเฉลี่ยที่รวมค่า RSSI ที่ได้รับเข้ามาใหม่ด้วย โดยให้ค่านัยสำคัญแก่ค่า RSSI ใหม่น้อยกว่าค่า RSSI เฉลี่ยค่าก่อน

2. หากต่างกันเกินค่าดังกล่าว ให้ตรวจสอบค่า RSSI ก่อนหน้าว่ามีการระบุการเกินไว้หรือไม่

2.1 หากไม่มีการระบุการเกินไว้ ให้ระบุค่าการเกินไว้ และให้ค่า RSSI เฉลี่ย มีค่าเท่ากับค่า RSSI เฉลี่ยที่มีอยู่ก่อนแล้ว โดยไม่นำค่า RSSI ที่ได้รับเข้ามาใหม่มาคำนวณด้วย

2.2 หากมีการระบุการเกินไว้ ให้ลบค่าที่ระบุการเกินไว้ และปรับปรุงค่า RSSIเฉลี่ยที่รวมค่า RSSI ที่ได้รับเข้ามาใหม่ด้วย โดยให้ค่านัยสำคัญแก่ค่า RSSI ใหม่น้อยกว่าค่า RSSI เฉลี่ยค่าก่อน

3.1.2 Online Phase

ส่วนของการทำงานของแอปพลิเคชั่น เพื่อค้นหาสถานที่ ระบุตำแหน่งของสถานที่และตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน และการใช้งานในฟังก์ชันต่างๆของแอปพลิเคชั่น ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ซึ่งจะรับข้อมูลจากการใช้งานต่างๆจากผู้ใช้งานเพื่อส่งให้กับส่วนประมวลผลทำการประมวล และรับค่าจากส่วนประมวลผลเพื่อแสดงค่า ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนรับข้อมูลการบันทึกสถานที่โปรด รับพิกัดของสถานที่โปรดเพื่อนำค่าให้ระบบจัดการสถานที่โปรดบันทึกข้อมูลและประมวลผล จากการกดที่แผนผังในหน้าแอปพลิเคชั่นของผู้ใช้งาน

1.2 ส่วนรับข้อมูลการค้นหาสถานที่ รับคำค้นหาจากการกรอกคำค้นหาของผู้ใช้งานเพื่อนำค่าไปให้ระบบที่ทำการค้นหาสถานที่ทำการประมวลผล

2. ส่วนประมวลผล ซึ่งจะรับค่าสัญญาณ RSSI ณ ตำแหน่งที่ผู้ใช้งานอยู่เพื่อนำมาประกอบการประมวลผลกับข้อมูลจากฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยส่วนย่อย 6 ส่วน ดังต่อไปนี้

2.1 ระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน ระบบประมวลผลหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากการรับค่า RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point ที่ปล่อยออกมา ณ ตำแหน่งปัจจุบันที่ผู้ใช้อยู่

2.2 ระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียง ระบบประมวลผลเพื่อหาสถานที่ที่ใกล้เคียงกับบริเวณที่ผู้ใช้งานอยู่

2.3 ระบบค้นหาสถานที่ ระบบประมวลผลเพื่อหาสถานที่ที่ผู้ใช้ต้องการจากคำค้นหาที่ผู้ใช้ได้ทำการกรอก

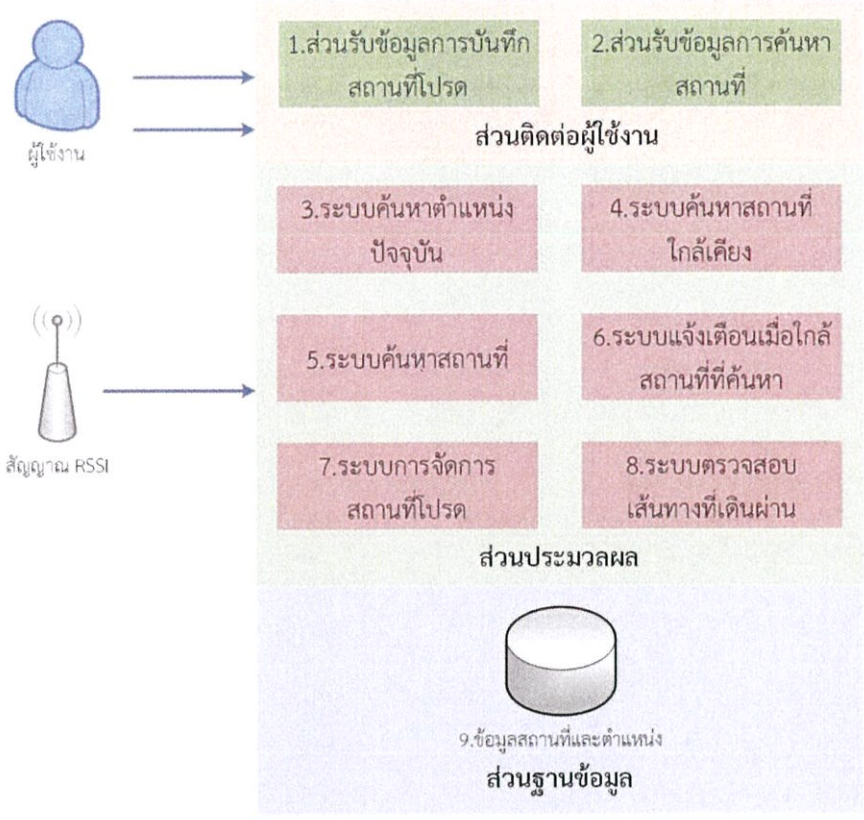
2.4 ระบบแจ้งเตือนเมื่อใกล้สถานที่ที่ค้นหา ระบบประมวลผลและแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่ออยู่ใกล้กับสถานที่ที่ต้องการค้นหา

2.5 ระบบจัดการสถานที่โปรด ระบบจัดการการบันทึก เพิ่มและลบสถานที่โปรดของผู้ใช้งาน

2.6 ระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่าน ระบบประมวลผลเส้นทางที่ผู้ใช้เดินผ่านเพื่อวาดเส้นทางที่ผู้ใช้ได้เดินผ่านไปแล้ว

3. ส่วนฐานข้อมูล ซึ่งจะเก็บข้อมูลของสถานที่และค่า RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point ที่ปล่อยออกมา ณ ตำแหน่งจุดอ้างอิงต่างๆ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลจากส่วนประมวลผล

จากส่วนประกอบโครงสร้างโดยรวมของระบบที่มีการรับค่าจากผู้ใช้งาน จากเสาสัญญาณของ Access Point และส่วนประกอบต่างๆในการทำงานของระบบ สามารถประกอบเป็นโครงสร้างโดยรวมได้เป็นดังรูปที่ 3.1-3



รูปที่ 3.1-3 แสดงโครงสร้างของ Online Phase

จากรูปที่ 3.1-3 การทำงานของระบบโดยรวมจะมีการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานเข้าไปในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และมีการรับค่าสัญญาณ RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point เพื่อนำค่าทั้งสองที่รับเข้ามานั้นประมวลผลและเปรียบเทียบกับข้อมูลในส่วนของฐานข้อมูล และแสดงผลให้ผู้ใช้งานตามสิ่งที่ผู้ใช้งานสั่งการแอปพลิเคชั่น

3.1.2.1 ระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน

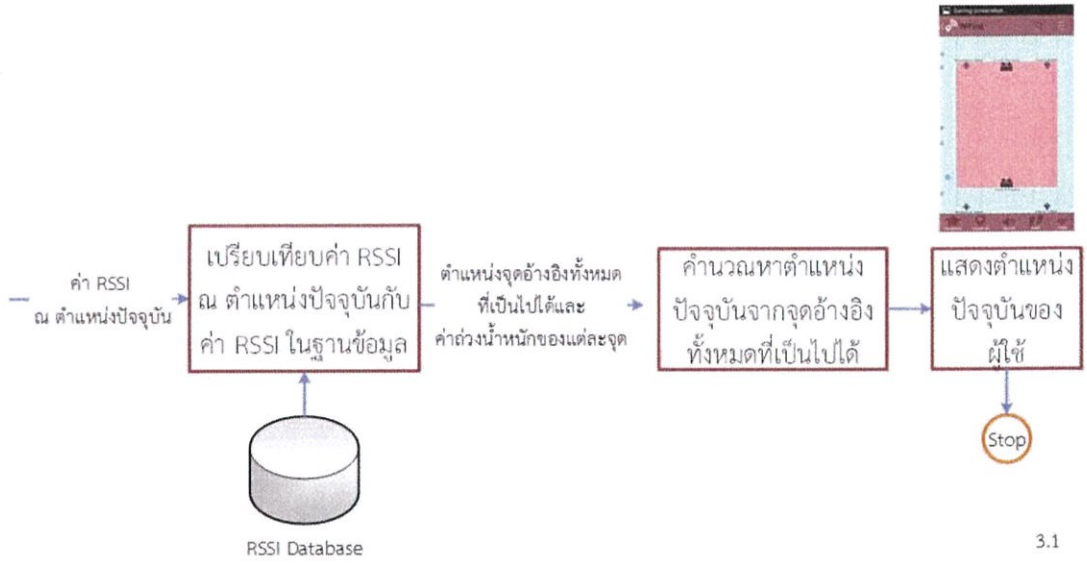
ระบบการค้นหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจะค้นหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากการรับค่า RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point ที่ปล่อยออกมา โดยวัดค่า ณ ตำแหน่งที่ผู้ใช้ได้ทำการใช้งานแอปพลิเคชั่น ซึ่งฟังก์ชันการทำงานของระบบนี้นับว่าเป็นระบบหลักของแอปพลิเคชั่น เพราะนอกจากจะทำการค้นหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานแล้ว ค่าผลลัพธ์จากระบบนี้จะนำไปใช้ยังระบบอื่นเพื่อประมวลผลด้วย ระบบเหล่านั้นได้แก่

1. ระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียง

2. ระบบแจ้งเตือนเมื่อเข้าใกล้สถานที่ที่ค้นหา

3. ระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่าน

ระบบการค้นหาตำแหน่งปัจจุบันขั้นตอนการทำงานของระบบดังรูปที่ 3.1-4



รูปที่ 3.1-4 แสดงการทำงานจองระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน

จากรูปที่ 3.1-4 คือการทำงานของระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานซึ่งอยู่ในส่วนประมวลผลของแอปพลิเคชั่น โดย

1. แอปพลิเคชั่นจะรับค่า RSSI ที่เสาสัญญาณของ Access Point แต่ละตัวปล่อยออกมา ณ ตำแหน่งปัจจุบันที่ผู้ใช้งานอยู่
2. นำค่า RSSI ที่วัดได้มานั้นมาเปรียบเทียบกับค่า RSSI ของจุดอ้างอิงที่ได้ทำการเก็บข้อมูลไว้ก่อนหน้านี้ในฐานข้อมูลของแอปพลิเคชั่น ซึ่งการกำหนดจุดอ้างอิงจะกำหนดไว้โดยทั่วบริเวณพื้นที่ที่จะใช้งาน ดังรูปที่ 3.1-5 โดยการหาผลรวมของผลต่างระหว่าง ค่า RSSI ณ ตำแหน่งปัจจุบันกับข้อมูล RSSI ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของจุดอ้างอิงแต่ละจุด ดังสมการต่อไปนี้

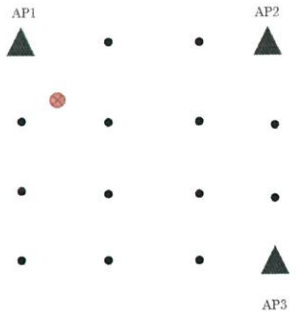
$$D_i = \sum_{j=1}^{N} |A_j - R_{i,j}| \quad , \mathrm{i} = 1,2,3,\ldots,\mathrm{L}$$

โดยที่ A_j = RSSI จาก Access Point ตัวที่ j^{th}

$R_{i,j}$ = RSSI จาก Access Point ตัวที่ j^{th} ณ จุดอ้างอิงที่ i^{th}

L = จำนวนของจุดอ้างอิง

N = จำนวน Access Point



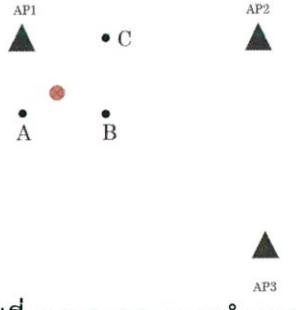
รูปที่ 3.1-5 แสดงการจำลองจุดอ้างอิง

3. คำนวณหาตำแหน่งที่เป็นไปได้ โดยจะตัดจุดอ้างอิงที่มีค่าผลรวมของผลต่างจากการคำนวณก่อนหน้านี้มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทิ้งไป ไม่นำมาคิดในการคำนวณ ดังรูปที่ 3.1-6 จากนั้นคำนวณค่าตำแหน่งปัจจุบันจากการหาค่าเฉลี่ยของ จุดอ้างอิงที่เหลือโดยใช้การถ่วงน้ำหนักเข้ามาช่วยโดยการให้นัยสำคัญของจุดอ้างอิงที่มีค่า D น้อย มากกว่า จุดที่มีค่า D มากกว่า ดังสมการต่อไปนี้

$$\mathrm{X} = \frac{\mathrm{A_x w_1 + B_x w_2 + C_x w_3}}{3}$$

$$\mathrm{Y} = \frac{\mathrm{A_y w_1 + B_y w_2 + C_y w_3}}{3}$$

โดยที่ $w_1 + w_2 + w_3 = 1$

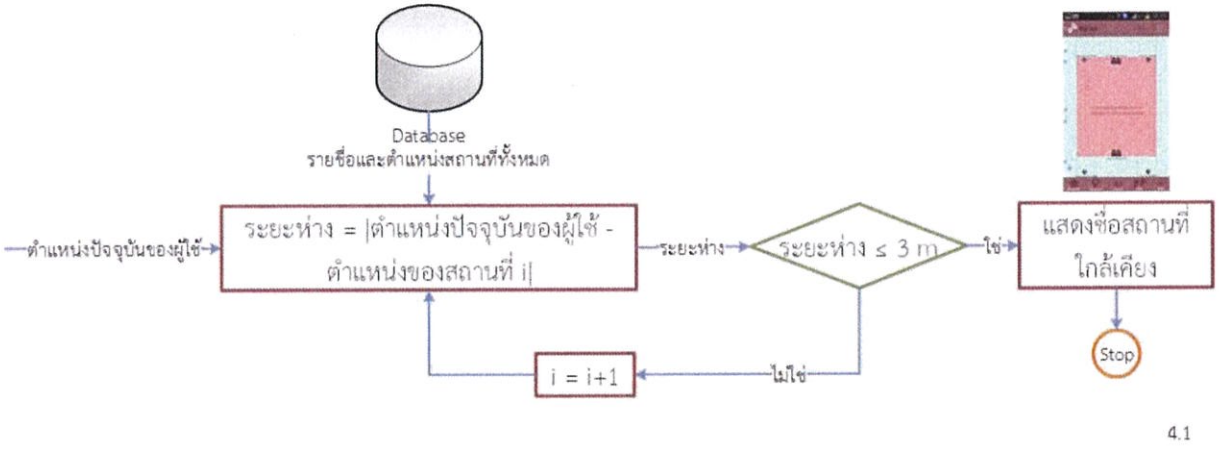


รูปที่ 3.1-6 แสดงการจำลองการตัดจุดอ้างอิง

4. แสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานในหน้าแอปพลิเคชั่น

3.1.2.2 ระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียง

ระบบการค้นหาสถานที่ที่ใกล้กับตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานโดยการรับค่าตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากระบบการคำนวณหาตำแหน่งดังกล่าวแล้วนำมาเทียบระยะกับตำแหน่งของสถานที่ในฐานข้อมูล ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานทราบถึงสถานที่ที่ผู้ใช้งานอยู่ใกล้ โดยระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียงมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.1-7



รูปที่ 3.1-7 แสดงการทำงานของระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียง

จากรูปที่ 3.1-7 คือการทำงานของระบบนี้อยู่ในส่วนประมวลผลของแอพพลิชั่น โดย

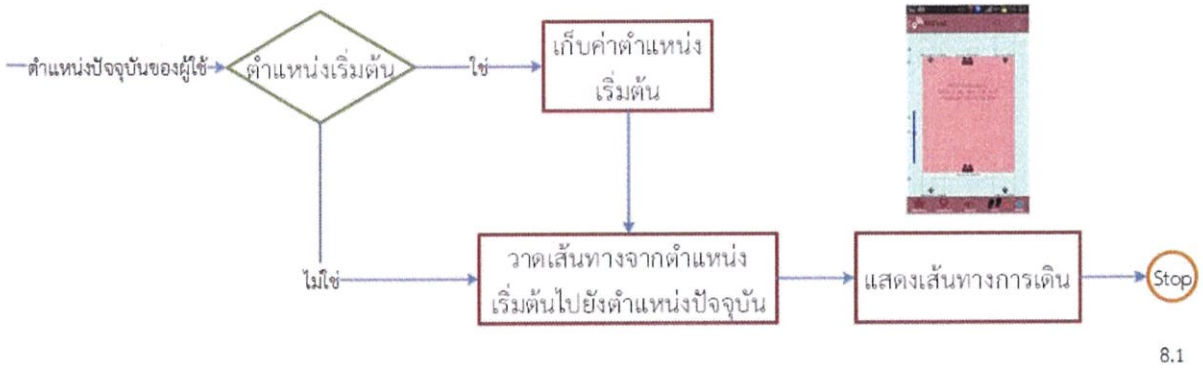
1. ระบบจะรับค่าตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากการคำนวณตำแหน่งของระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน และนำตำแหน่งนั้นไปหาผลต่างระหว่างตำแหน่งของสถานที่ต่างๆที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล
2. นำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกับรายการสถานที่ในฐานข้อมูลว่าผลต่างของสถานที่นั้นมีระยะห่างเกิน 3 เมตร หรือไม่

    2.1 หากผลต่างของสถานที่นั้นมีระยะห่างไม่เกิน 3 เมตร แสดงว่าผู้ใช้งานอยู่ใกล้สถานที่นั้น ระบบจะแสดงชื่อของสถานที่นั้นบนหน้าของแอปพลิเคชั่น

    2.2 หากผลต่างของสถานที่นั้นมีระยะห่างเกิน 3 เมตร ระบบจะพิจารณาสถานที่ถัดไปในฐานข้อมูล

3.1.2.3 ระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่าน

ระบบการตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่านเป็นระบบเพื่อตรวจสอบและแสดงเส้นทางที่ผู้ใช้งานได้เดินผ่านไปแล้ว โดยการรับค่าตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานของระบบที่ทำการคำนวณตำแหน่งดังกล่าว เพื่อนำมาวาดเส้นทางที่ผู้ใช้เดินผ่านตั้งแต่ตำแหน่งเริ่มต้นจนถึงตำแหน่งปัจจุบัน โดยระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่านมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.1-8



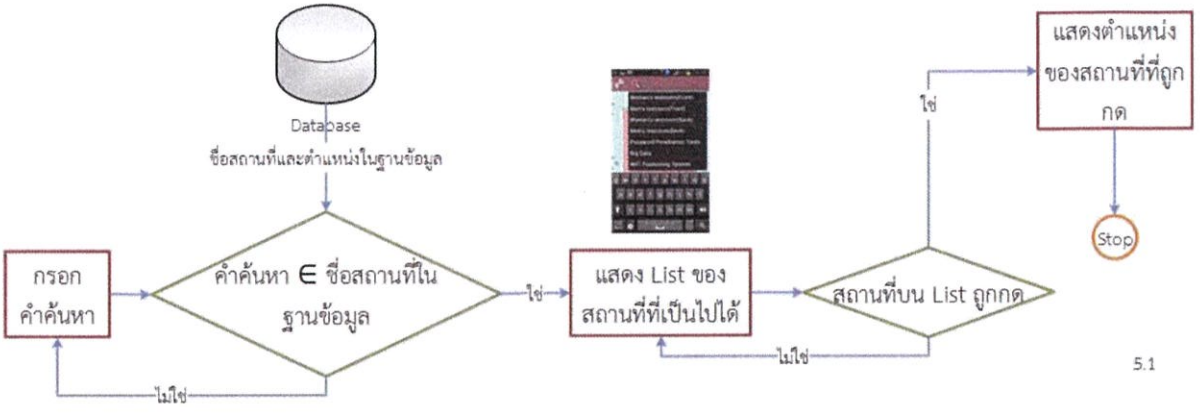
รูปที่ 3.1-8 แสดงการทำงานของระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่าน

จากรูปที่ 3.1-8 คือการทำงานของระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่านของผู้ใช้งาน ซึ่งอยู่ในส่วนประมวลผลของแอปพลิเคชั่น โดย

1. รับตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากการคำนวณตำแหน่งของระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน
2. ตรวจสอบว่าตำแหน่งที่ผู้ใช้งานอยู่นั้นเป็นตำแหน่งเริ่มต้นหรือไม่ ถ้าใช่ให้เก็บเป็นตำแหน่งเริ่มต้น ถ้าไม่ใช่ให้วาดเส้นทางจากตำแหน่งเริ่มต้นไปจนถึงตำแหน่งปัจจุบัน
3. แสดงเส้นทางออกทางหน้าแอปพลิเคชั่น

3.1.2.4 ระบบค้นหาสถานที่

ระบบการค้นหาสถานที่โดยการให้ผู้ใช้กรอกคำค้นหาถึงสถานที่ที่ต้องการค้นหา ระบบจะนำคำค้นหานั้นมาเปรียบเทียบกับสถานที่ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล แล้วแสดงผลรายชื่อสถานที่ที่เป็นไปได้จากคำค้นหาของผู้ใช้งาน โดยระบบค้นหาสถานที่ มีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.1-9



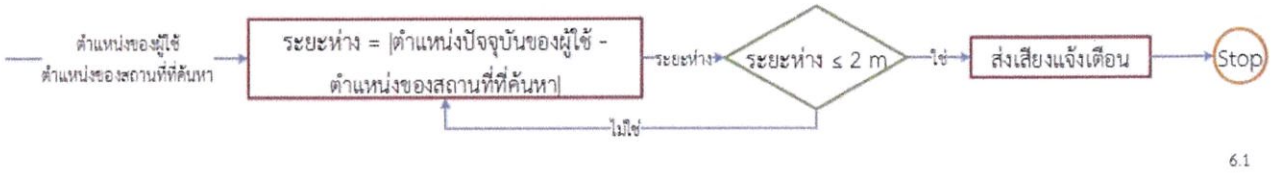
รูปที่ 3.1-9 แสดงการทำงานของระบบค้นหาสถานที่

จากรูปที่ 3.1-9 คือการทำงานของระบบค้นหาสถานที่ ซึ่งระบบนี้อยู่ในส่วนประมวลผลของแอปพลิเคชั่น โดย

1. รับคำค้นหาจากการกรอกคำค้นหาของผู้ใช้งานในหน้าแอปพลิเคชั่น
2. นำคำค้นหาไปเปรียบเทียบกับรายชื่อสถานที่ที่อยู่ในฐานข้อมูลของแอปพลิเคชั่น
3. แสดงรายชื่อของสถานที่ที่เป็นไปได้หรือใกล้เคียง
4. ตรวจสอบว่าชื่อของสถานที่นั้นถูกกดใช้งานหรือไม่ ถ้าใช่ให้แสดงผลตำแหน่งนั้นออกทางหน้าแอปพลิเคชั่น

3.1.2.5 ระบบแจ้งเตือนเมื่อใกล้สถานที่ที่ค้นหา

ระบบการแจ้งเตือนให้กับผู้ใช้งานเมื่อผู้ใช้งานอยู่ใกล้สถานที่ที่ผู้ใช้งานค้นหา โดยการรับค่าตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากระบบที่ทำการคำนวณตำแหน่งดังกล่าว เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งของสถานที่ในฐานข้อมูลว่าอยู่ใกล้สถานที่ใด โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.1-10



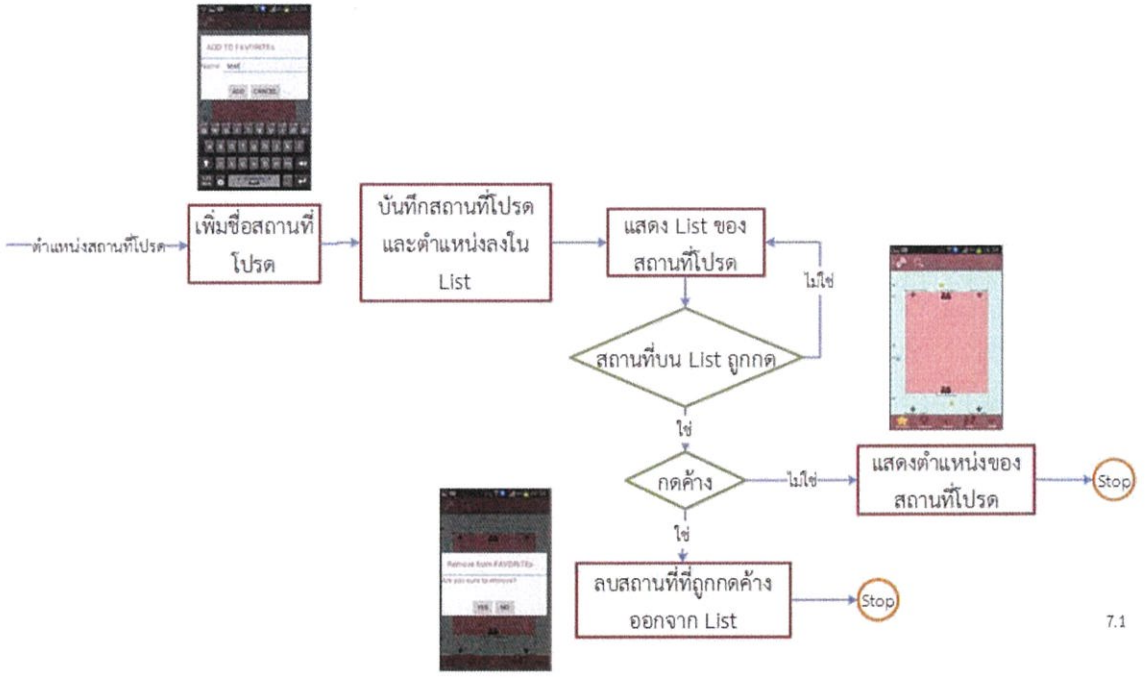
รูปที่ 3.1-10 แสดงการทำงานของระบบแจ้งเตือนเมื่อใกล้สถานที่ที่ค้นหา

จากรูปที่ 3.1-10 คือการทำงานของระบบแจ้งเตือนผู้ใช้งานเมื่อผู้ใช้งานเข้าใกล้สถานที่ที่ค้นหา ซึ่งระบบนี้อยู่ในส่วนประมวลผลของแอปพลิเคชั่น โดย

1. รับตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานจากการคำนวณตำแหน่งของระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน
2. คำนวณระยะห่างระหว่างตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานกับสถานที่ที่ค้นหาไว้
3. ถ้าผลลัพธ์ออกมาแล้วระยะที่คำนวณได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 เมตร จะทำการส่งเสียงเตือนผู้ใช้งานว่าใกล้ถึงสถานที่ที่ต้องการแล้ว

3.1.2.6 ระบบจัดการสถานที่โปรด

ระบบจัดการสถานที่โปรดของผู้ใช้งาน ระบบจะรองรับการจัดการ บันทึก เพิ่ม และลบ สถานที่ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานในการค้นหาสถานที่ที่มีการค้นหาบ่อย หรือผู้ใช้งานโปรดปรานเพื่อบันทึกลงแอปพลิเคชั่น โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.1-11



รูปที่ 3.1-11 แสดงการทำงานของระบบจัดการสถานที่โปรด

จากรูปที่ 3.1-11 คือการทำงานของระบบจัดการสถานที่โปรดซึ่งผู้ใช้สามารถบันทึกและลบสถานที่โปรดเองได้ตามต้องการ ซึ่งระบบนี้อยู่ในส่วนประมวลผลของแอปพลิเคชั่น โดย

1. รับค่าตำแหน่งสถานที่โปรดจากการกดบนแผนที่ในหน้าแอปพลิเคชั่นของผู้ใช้งาน
2. บันทึกสถานที่โปรดและตำแหน่งลงในรายชื่อของสถานที่ในฐานข้อมูลของอุปกรณ์
3. ตรวจสอบว่าการกดที่รายชื่อสถานที่โปรดหรือไม่ ถ้ามีการกดค้าง จะเป็นการลบสถานที่นั้นออกจากสถานที่โปรดและฐานข้อมูลในอุปกรณ์ ถ้าเป็นการกดธรรมดาจะแสดงตำแหน่งสถานที่โปรดที่ถูกกดนั้นออกทางหน้าแอปพลิเคชั่น

3.2 รายละเอียดของระบบ

โครงงานนี้ได้มีการออกแบบและพัฒนาระบบแอปพลิเคชั่นโดยจะต้องพิจารณารายละเอียดของระบบแต่ละขั้นตอนเพื่อสามารถนำไปวิเคราะห์และคำนวณ รวมไปถึงแสดงผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงของสัญญาณที่รับมา ณ ขณะนั้น

3.2.1 รายละเอียดการนำเข้าข้อมูล

ข้อมูลที่นำสู่ระบบเพื่อนำมาคำนวณหาพิกัดตำแหน่งและแสดงผลนั้นได้มาจากการดึงข้อมูลสัญญาณ RSSI ของ Access Point ที่พิจารณา ณ ขณะนั้น การค้นหาพิกัดตำแหน่งที่ต้องการนั้นได้ข้อมูลมาจากผู้ใช้งาน ซึ่งกรอกคำค้นหา และการบันทึกสถานที่โปรดได้มาจากการกดบันทึกสถานที่บนแผนที่หน้าแอปพลิเคชั่นของผู้ใช้งาน

3.2.2 รายละเอียดผลลัพธ์ของระบบ

ส่วนแสดงผลจะสามารถแสดงพิกัดตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ทำการรับข้อมูลสัญญาณ RSSI มาพิจารณา และจากคำค้นหาที่รับมาจะมีการแสดงผลพิกัดตำแหน่งสถานที่ที่ต้องการค้นหา รวมทั้งแสดงเส้นทางที่ผู้ใช้งานเคยเดินผ่าน

3.2.3 ขอบเขตของระบบที่พัฒนา

1. แอปพลิเคชั่นนี้ถูกพัฒนาขึ้นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ทำให้สามารถใช้งานได้บนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เท่านั้น

2. การนำเข้าข้อมูลสัญญาณ RSSI ต้องได้รับจาก Access Point ที่ได้ทำการกำหนดไว้เท่านั้น

3. จะต้องรู้แผนผัง ขนาดของสถานที่ที่ใช้งานเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลสัญญาณ RSSI ของสถานที่ต่างๆได้อย่างถูกต้อง

3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

โปรแกรม Android Studio 0.8.6

โทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการ Android version 4.1.2 Samsung galaxy win

Cisco Aironet 1602I IEEE 802.11n 300 Mbps Wireless Access Point

3COM 3CRGPOE10075 Access Point

3.2.5 สถานที่ทดลอง

ชั้น 7 และ ชั้น 8 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมรวม 2 (ECC)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

จากการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชั่นที่ทำการพัฒนามีระบบสำหรับการประมวลผล 6 ระบบ ดังนี้ ระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน ระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียง ระบบค้นหาสถานที่ ระบบแจ้งเตือนเมื่อใกล้สถานที่ที่ค้นหา ระบบจัดการสถานที่โปรด ระบบตรวจสอบเส้นทางที่ผ่าน ซึ่งการทำให้แอปพลิเคชั่นทำงานตามฟังก์ชันที่ได้ทำการออกแบบไว้อย่างแม่นยำจำเป็นต้องทดสอบการคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันให้มีความคลาดเคลื่อนน้อยและสามารถนำค่าที่ได้จากฟังก์ชันนี้ไปทำการพัฒนาและเขียนโปรแกรมฟังก์ชันอื่นๆของระบบต่อไปได้

4.1 การทดลองการวัดค่า RSSI

4.1.1 การทดลองวัดค่า RSSI และคำนวณหาระยะห่างระหว่างอุปกรณ์รับสัญญาณและตัวปล่อยสัญญาณ

จุดประสงค์

เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า RSSI ณ จุดๆหนึ่ง ภายในอาคาร

สมมติฐาน

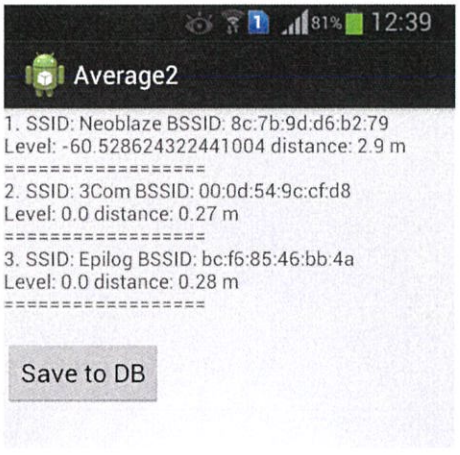
คาดว่าค่า RSSI ควรจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย

วิธีการทดลอง

1. ทดลองเขียนแอปพลิเคชั่นลงบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อรับค่าสัญญาณ RSSI ดังรูปและคำนวณหาระยะห่างระหว่างมือถือและ Access Point แต่ละตัว โดยใช้ Access Point ยี่ห้อ 3COM ในการทดลอง โดยใช้สมการ

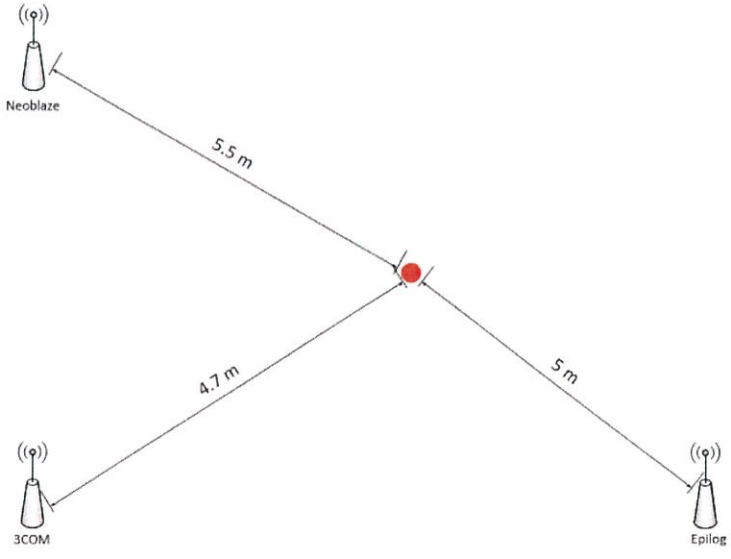
$$P_r = P_0 + 20\log(\frac{\lambda}{4\pi}) + 20n \log(\frac{1}{d})$$

จาก Access Point ตัวที่ติดตั้งอยู่บริเวณห้อง 701 และบันทึกค่าลงฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SQLite ซึ่งเป็นโปรแกรมฐานข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของแอปพลิเคชั่น



รูปที่ 4.1-1 แสดงแอปพลิเคชั่นการบันทึกค่า RSSI จาก Access Point ลงฐานข้อมูล

2. ทดลองรับค่าสัญญาณ RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point แต่ละตัวโดยยืนอยู่กับที่ห่างจาก Access Point แต่ละตัวดังรูปที่ 4.2-2 เป็นเวลา 2 นาที

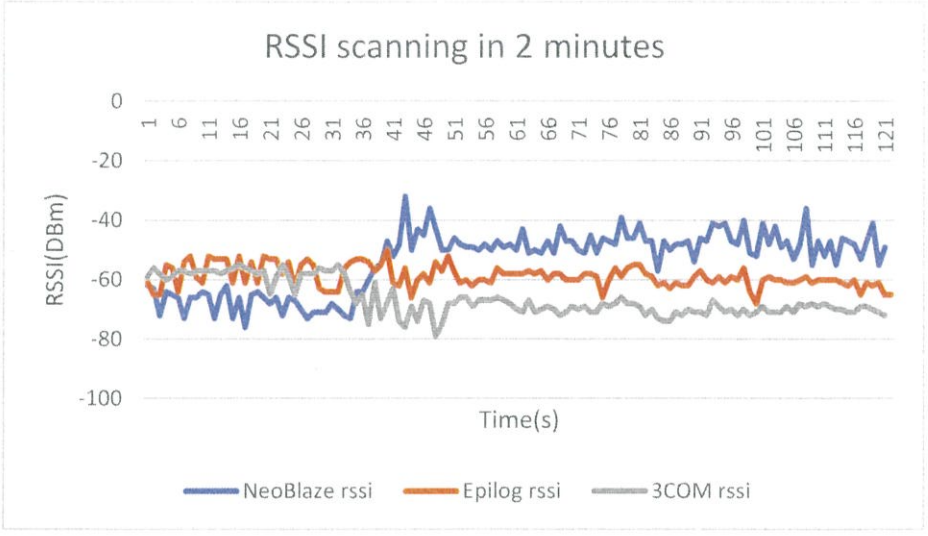


รูปที่ 4.1-2 แสดงระยะห่างระหว่างจุดวัดค่าถึงแต่ละ Access Point

3. นำค่า RSSI และระยะทางที่บันทึกจากฐานข้อมมูลได้มาวิเคราะห์ผลคอมพิวเตอร์

ผลการทดลอง

นำค่า RSSI ที่บันทึกได้มาวาดเป็นกราฟจะได้ผลดังรูปที่ 4.1-3 กราฟแสดงผลค่า RSSI ที่บันทึกได้



รูปที่ 4.1-3 กราฟแสดงผลค่า RSSI ที่บันทึกได้

จากรูปที่ 4.1-3จะเห็นว่าค่า RSSI ณ จุดๆหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา แม้อุปกรณ์ที่ทำการวัดสัญญาณจะไม่มีการเคลื่อนที่ ค่า RSSI ที่บันทึกได้มีค่าขึ้นลงไม่แน่นอน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเกิดการสะท้อน การหักเห หรือการจางหายของสัญญาณภายในห้องที่ทำการทดลอง ทำให้ค่า RSSI ที่วัดได้มีค่าขึ้นลงไม่แน่นอน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Access Point แต่ละตัวดังตาราง 4.1-1

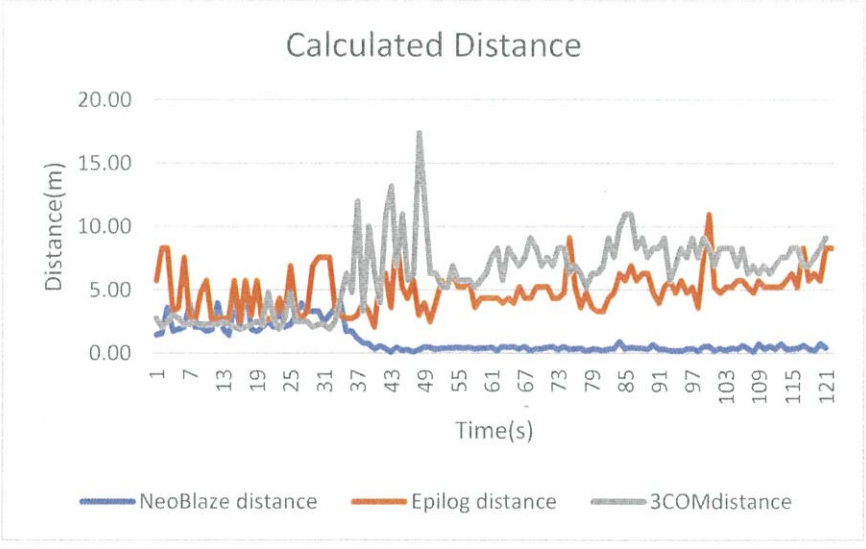
ตาราง 4.1-1 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า RSSI ที่รับได้จาก Access Point แต่ละตัว

SSID	SD
NeoBlaze	10.3
Epilog	3.6
3COM	5.9

และเมื่อนำค่า RSSI ที่บันทึกได้มาคำนวณหาระยะทางระหว่างมือถือและ Access Point แต่ละตัวดังสมการ

$$P_r = P_0 + 20\log(\frac{\lambda}{4\pi}) + 20n \log(\frac{1}{d})$$

เมื่อนำผลลัพธ์มาวาดกราฟจะได้กราฟดังรูปที่ 4.1-4



รูปที่ 4.1-4 กราฟแสดงผลการคำนวณระยะทางจาก Access Point ถึงผู้ใช้ที่ระยะ 1 เมตรจาก RSSI ที่รับได้

จากรูปที่ 4.1-4 จะเห็นว่าระยะทางที่คำนวณได้มีความไม่แน่นอนและไม่แม่นยำ เมื่อคำนวณเปอร์เซ็นเฉลี่ยของความความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของระยะจาก Access Point ถึงจุดที่ทำการวัดค่า ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ที่คำนวณได้ใน Access Point แต่ละ Access Point เมื่อเทียบกับค่าของระยะห่างจริง ได้ดังตาราง 4.1-2

ตาราง 4.1-2 แสดงเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าระยะจริง

SSID	ระยะจริงจากจุดวัดค่าถึง AccessPoints (m)	เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน (%)
NeoBlaze	5.5	80
Epilog	4.7	26
3COM	5	59

ทั้งนี้เนื่องมาจากสัญญาณ RSSI ที่มีค่าขึ้นลงไม่แน่นอนทำให้คำนวณระยะทางออกมาได้ไม่แน่นอนและมีความคลาดเคลื่อนไปมากรวมทั้งสูตรที่ใช้ในการคำนวณระยะห่างขึ้นอยู่กับตัวแปรภายนอก คือตัวแปร P_0 ซึ่งคือกำลังส่งของสัญญาณที่ปล่อยออกมาจาก Access Point เป็นค่าที่เกิดจากการตั้งค่าของ Access Point แต่ละตัวทำให้อาจได้ค่าที่คลาดเคลื่อน จึงต้องหาวิธีปรับปรุงค่า RSSI ในการทดลองต่อไป

4.1.2 การทดลองวัดค่า RSSI และใช้การเฉลี่ยค่าแบบ Weighted Moving Average เพื่อช่วยคำนวณ

จุดประสงค์

เพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่า RSSI ณ จุดๆหนึ่ง ภายในอาคารเมื่อมีการนำการเฉลี่ยค่าแบบ Weighted Moving Average เข้ามาช่วย

สมมติฐาน

คาดว่าค่า RSSI ควรจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย ทำให้คำนวณระยะห่างระหว่าง Access Point กับอุปกรณ์รับสัญญาณได้แม่นยำขึ้น

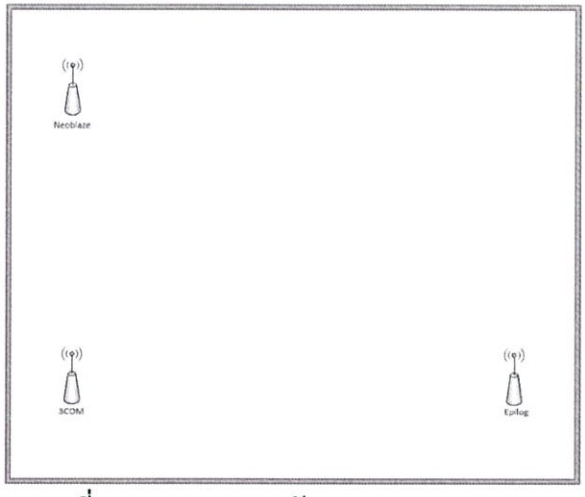
วิธีการทดลอง

1. ทดลองเขียนแอปพลิเคชั่นลงบนมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อรับค่าสัญญาณ RSSI จาก Access Point 3 ตัวที่ติดตั้งอยู่ภายในห้อง 701และใช้เทคนิคการเฉลี่ยค่าแบบ Weighted Moving Average เพื่อช่วยเฉลี่ยค่า RSSI ที่ได้รับมา โดยวิธีเฉลี่ยดังรูปที่ 3.1-2 และคำนวณหาระยะระยะห่างระหว่างมือถือและ Access Point แต่ละตัว โดยใช้ Access Point ยี่ห้อ 3COM ในการทดลอง ด้วยสมการ

$$P_r = P_0 + 20\log(\frac{\lambda}{4\pi}) + 20n \log(\frac{1}{d})$$

จากนั้นบันทึกค่าลงฐานข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SQLite

2. ทดลองรับค่าสัญญาณ RSSI โดยยืนอยู่กับที่ห่างจาก Access Point แต่ละตัวเป็นระยะ 2 เมตรเป็นเวลา 2 นาที โดยวาง Access Point ภายใน ห้อง 701 ดังรูปที่ 4.1-5

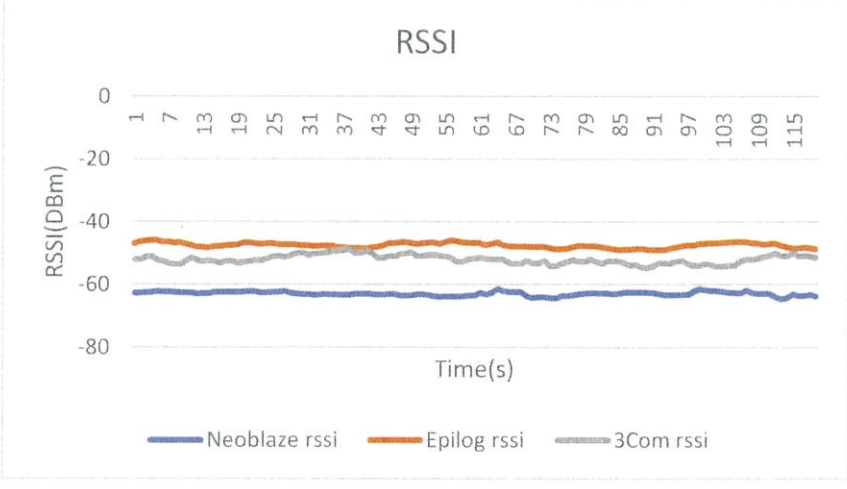


รูปที่ 4.1-5 แสดงการจัดวาง Access Point

3. นำค่า RSSI และระยะทางที่บันทึกได้จากฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ผลบนคอมพิวเตอร์

ผลการทดลอง

เมื่อนำค่า RSSI ที่บันทึกได้จากฐานข้อมูลมาวาดกราฟจะได้ดังรูปที่ 4.1-6



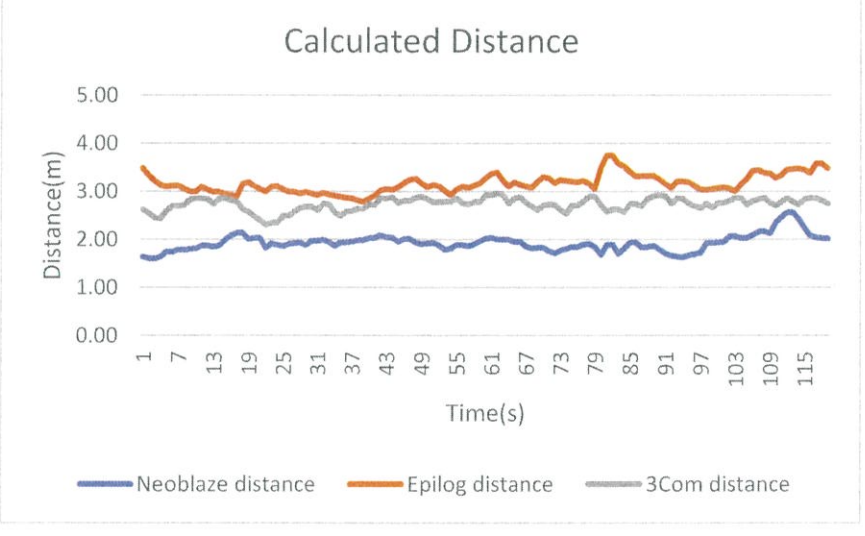
รูปที่ 4.1-6 กราฟแสดงค่า RSSI ที่บันทึกได้

จากรูปที่ 4.1-6 จะเห็นว่าค่า RSSI ที่ได้จากการนำการเฉลี่ยค่าแบบ Weighted Moving Average เข้ามาช่วยคำนวณ ณ จุดๆหนึ่งจะได้ค่า RSSI ที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยลงโดยคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ดังตาราง 4.1-3 ซึ่งเมื่อเทียบกับการทดลองที่ 4.1.1 พบว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า RSSI จากการใช้ Weighted Moving Average ลดน้อยลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่า RSSI ที่คำนวณได้นั้นนิ่งขึ้น

ตาราง 4.1-3 แสดงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า RSSI ที่มีการใช้ Weighted Moving Average

SSID	SD
NeoBlaze	1.52
Epilog	1.06
3COM	0.89

เมื่อนำค่า RSSI ที่ได้นั้นมาคำนวณหาระยะทางระหว่างมือถือและ Access Point แต่ละตัวจะวาดกราฟได้กราฟดังรูปที่ 4.1-7



รูปที่ 4.1-7 กราฟแสดงระยะห่างจาก Access Point ที่คำนวณได้

จากรูปที่ 4.1-7 จะเห็นว่าค่า RSSI ที่มีการเปลี่ยนแปลงที่น้อยลงจะสามารถทำให้คำนวณหาระยะทางระหว่างมือถือและ Access Point โดยมีการเปลี่ยนแปลงระยะทางน้อยลง

แต่ระยะทางยังคงมีการเปลี่ยนแปลงไม่แน่นอนและมีความคลาดเคลื่อน โดยเมื่อคำนวณเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของระยะห่างที่คำนวณได้ได้เมื่อเทียบกับระยะจริง ได้ดังตาราง 4.1-4

ตาราง 4.1-4 แสดงเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนเมื่อเทียบกับค่าระยะจริง

SSID	ระยะจริงจากจุดวัดค่าถึง AccessPoint (m)	เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน (%)
NeoBlaze	2	53
Epilog	2	10
3COM	2	13

ซึ่งจะเห็นว่าเนื่องจากค่า RSSI ที่นิ่งขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงน้อยลง ทำให้สามารถคำนวณระยะห่างจากจุดที่อุปกรณ์ทำการวัดค่าสัญญาณถึง Access Point ได้แม่นยำขึ้น มีความคลาดเคลื่อนน้อยลงซึ่งหลังจากนี้ทุกการทดลองการรับค่า RSSI นั้นจะใช้การถ่วงน้ำหนักเข้ามาช่วยเพื่อปรับค่า RSSI ในนิ่งและเกิดการแกว่งของค่าสัญญาณน้อยลง ทำให้สามารถนำค่า RSSI ที่ได้รับการปรับปรุงนี้ไปใช้ในการหาตำแหน่งปัจจุบันด้วยวิธี Trilateration

4.2 การทดลองหาตำแหน่งปัจจุบันโดยวิธี Trilateration

4.2.1 การทดลองเปรียบเทียบสมการสำหรับการคำนวณระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับอุปกรณ์รับสัญญาณ

จุดประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบสมการที่ใช้คำนวณระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงหรือ Access Point กับเป้าหมายหรืออุปกรณ์ที่ต้องการหาตำแหน่ง

สมมติฐาน

คาดว่าสมการที่ตัวแปรไม่ขึ้นอยู่กับกำลังส่งของสัญญาณจะให้ผลลัพธ์ของการคำนวณระยะได้ดีกว่า

วิธีการทดลอง

1. วัดค่า RSSI ที่ระยะ 1 เมตรของ Access Point แต่ละตัว โดยใช้วิธี Weighted Moving Average จากการทดลองที่ 4.1.2 มาเฉลี่ย โดยใช้ Access Point ยี่ห้อ 3COM ในการทดลอง ได้ผลดังตาราง 4.2-1 เพื่อใช้ในสมการถัดไป

ตาราง 4.2-1 ค่าเฉลี่ย RSSI ที่ระยะ 1 เมตร

SSID	Neoblaze	Epilog	3Com
Average(dBm)	-58	-61	-69

2. คำนวณระยะห่างระหว่าง Access Point กับอุปกรณ์ที่ต้องการหาตำแหน่งโดยใช้สมการ

$$d = RSSI_{1m} + 10\,n \log(\frac{d}{d1m})$$

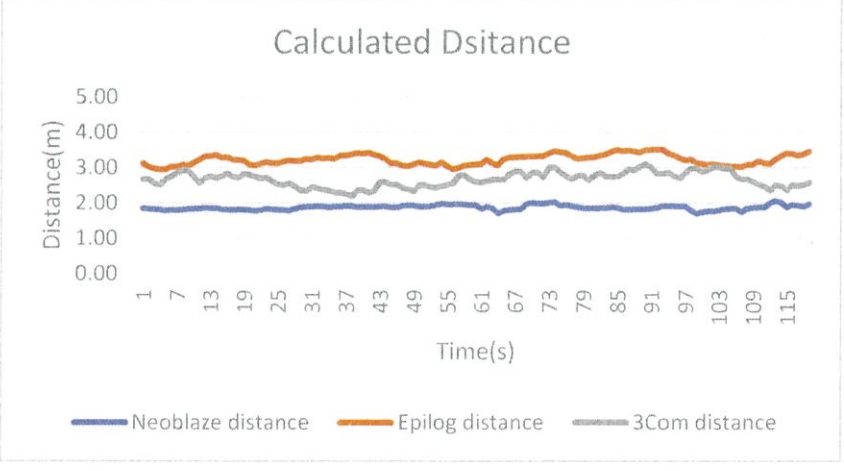
จากนั้นบันทึกค่าลงฐานข้อมูลโดยใช้ SQLite

ผลการทดลอง

คำนวณระยะห่างจาก Access Point ถึงจุดที่อุปกรณ์รับค่าจากสมการ

$$d = RSSI_{1m} + 10\,n \log(\frac{d}{d1m})$$

ได้กราฟดังรูปที่ 4.2-1



รูปที่ 4.2-1 กราฟแสดงระยะห่างจาก Access Point ที่คำนวณได้

เมื่อคำนวณค่าเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนและค่า SD ของสัญญาณ RSSI ใน Access Point แต่ละตัวที่รับได้ได้ดังตาราง 4.2-2

ตาราง 4.2-2 แสดงค่าเปอร์เซ็นความผิดพลาดและค่า SD

SSID	ระยะจริงจากจุดวัดค่าถึง AccessPoint (m)	เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน (%)	SD
NeoBlaze	2	6	0.8
Epilog	2	61	1.2
3COM	2	32	2.4

เมื่อนำผลจากการทดลองที่ 4.1.2 ซึ่งคือการคำนวณระยะห่างจาก Access Point ถึงจุดที่อุปกรณ์รับค่าจากสมการ

$$P_r = P_0 + 20\log(\frac{\lambda}{4\pi}) + 20n \log(\frac{1}{d})$$

เทียบกับค่าระยะห่างที่คำนวณได้จากสมการ

$$d = RSSI_{1m} + 10\, n \log(\frac{d}{d1m})$$

ได้ผลดังตาราง 4.2-3

ตาราง 4.2-3 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนและค่า SD ของทั้งสองสมการ

SSID	ระยะจริงจากจุดวัดค่าถึง AccessPoint (m)	สมการ $P_r = P_0 + 20\log(\frac{\lambda}{4\pi}) + 20n \log(\frac{1}{d})$		สมการ $d = RSSI_{1m} + 10\, n \log(\frac{d}{d1m})$	
		เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน (%)	SD	เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน (%)	SD
NeoBlaze	2	53	1.52	6	0.8
Epilog	2	10	1.06	61	1.2
3COM	2	13	0.89	32	2.4

จากผลการทดลองดังกล่าว จะเห็นว่าทั้งสองสมการให้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่การใช้สมการ

$$P_r = P_0 + 20\log(\frac{\lambda}{4\pi}) + 20n \log(\frac{1}{d})$$

จะเห็นว่ามีตัวแปร P_0 ซึ่งเป็นตัวแปรของค่ากำลังส่งของสัญญาณที่ปล่อยออกมาจาก Access Point ซึ่งขึ้นอยู่กับการตั้งค่าของ Access Point แต่ละตัวซึ่งการจะรู้ค่านี้ได้นั้นบางครั้งเราจะต้องมีสิทธิ์ในการเข้าถึงการตั้งค่าของ Access Point นั้น ซึ่งทำได้เราไม่สามารถรู้ค่าจริงๆ ของตัวแปรนี้ได้ การใช้สูตรที่สองคือ

$$d = RSSI_{1m} + 10\, n \log(\frac{d}{d1m})$$

ในการคำนวณระยะทางจะมีความเหมาะสมกว่า ซึ่งจะใช้เพียงค่า RSSI ที่ระยะ 1 เมตร ในการคำนวณเท่านั้นทำให้สามารถวัดได้ง่ายกว่า

4.2.2 การทดลองเปรียบเทียบค่าความแรงของสัญญาณที่เปลี่ยนเมื่ออุปกรณ์รับสัญญาณมีการเปลี่ยนตำแหน่ง

จุดประสงค์

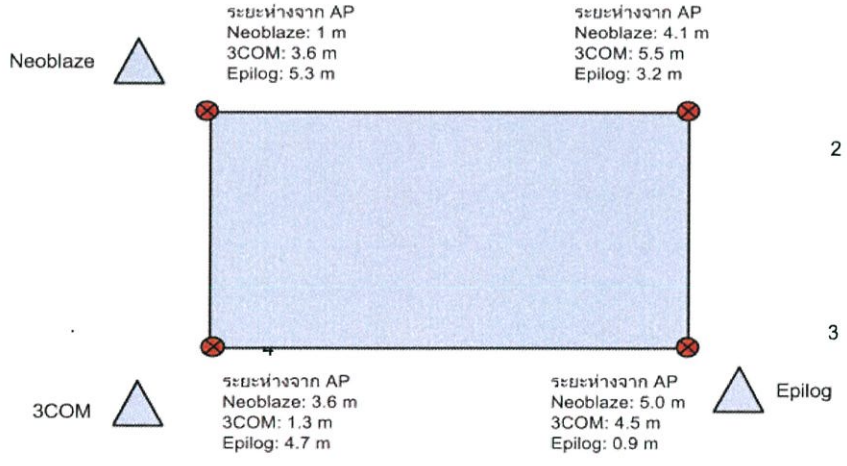
เปรียบเทียบค่าความแรงของสัญญาณที่เปลี่ยนเมื่ออุปกรณ์รับสัญญาณมีการเปลี่ยนตำแหน่ง

สมมติฐาน

คาดว่าเมื่ออุปกรณ์ที่รับสัญญาณห่างจาก Access Point มากขึ้น ระยะทางที่คำนวณได้จะมากขึ้นและเมื่ออุปกรณ์ที่รับสัญญาณเข้าใกล้ Access Point ระยะทางที่คำนวณได้จะน้อยลง

วิธีการทดลอง

1. รับค่า RSSI จากเสาสัญญาณ Access Point โดยอุปกรณ์มีการเคลื่อนที่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าทุก 1 วินาทีเริ่มตั้งแต่จุดที่ 1 ไปจนถึงจุดที่ 4 โดยใช้ Access Point ยี่ห้อ 3COM ในการทดลอง ดังรูปที่ 4.2-2



รูปที่ 4.2-2 แสดงการวาง Access Point และการเคลื่อนที่

2. คำนวณระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ที่รับสัญญาณกับ Access Point โดยใช้สมการ

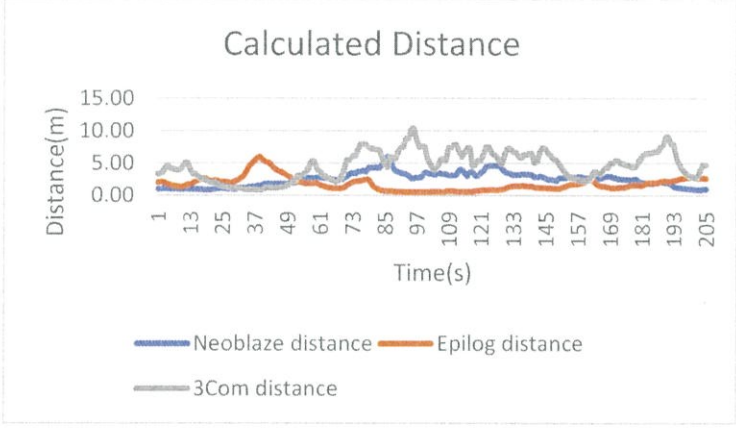
$$d = RSSI_{1m} + 10\, n \log(\frac{d}{d1m})$$

3. นำค่า RSSI และระยะทางที่บันทึกได้จากฐานข้อมูลมาวิเคราะห์ผลบนคอมพิวเตอร์

4. ทำการรับค่าสัญญาณ RSSI โดยมีการถ่วงน้ำหนักค่า RSSI ก่อนหน้าเป็น 0.4 และค่า RSSI ปัจจุบันเป็น 0.6 แล้วนำมาเฉลี่ยเพื่อคิดระยะทาง

ผลการทดลอง

จะได้กราฟสรุปข้อมูลระยะทางที่เปลี่ยนไปจากการเปลี่ยนตำแหน่งอุปกรณ์ ดังรูปที่ 4.2-3

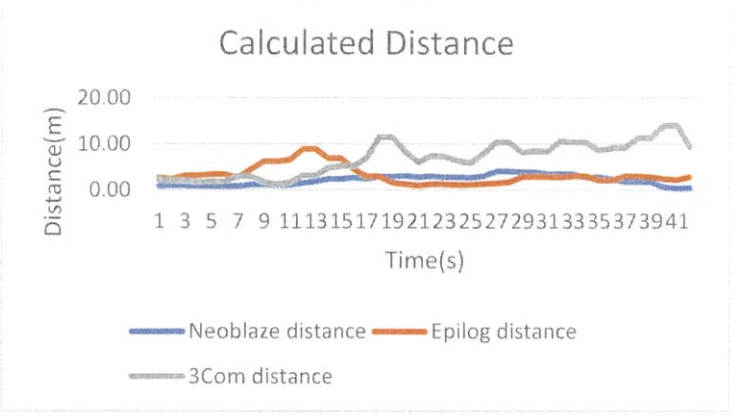


รูปที่ 4.2-3 กราฟแสดงระยะทางที่คำนวณได้ขณะเคลื่อนที่

จากกราฟข้างต้นจะเห็นว่าระยะทางที่คำนวณได้มีการเพิ่มลดของสัญญาณไม่เป็นลำดับตามการเคลื่อนที่โดยถ้าเคลื่อนที่เข้าใกล้ Access Point สัญญาณ RSSI ที่วัดได้จะต้องมากขึ้นทำให้คำนวณระยะทางได้น้อย และถ้าเคลื่อนที่ออกจาก Access Point สัญญาณ RSSI ที่วัดได้ต้องน้อยลงทำให้คำนวณระยะได้มากขึ้น แต่กราฟมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เป็นลำดับขั้นไม่สามารถบอกได้ชัดเจนว่าเวลาได้เคลื่อนที่เข้าออกจาก Access Point ตัวใด ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ RSSI ซึ่งรับมาทุก 1 วินาทีไม่ทันต่อการเคลื่อนที่ที่เร็วกว่า 1 วินาที และค่าที่ได้ยังไม่คงที่ ทำให้ค่า RSSI ที่ได้ขึ้นลงไม่แน่นอน ส่งผลให้ระยะทาง ที่คำนวณได้ผิดพลาดมาก

ดังนั้น จึงเห็นว่าควรจะให้นัยสำคัญของค่า RSSI ในอดีตมีค่ามากกว่าค่า RSSI ที่รับมาใหม่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เพื่อให้ค่าเฉลี่ยสัญญาณที่ได้รับสามารถเปลี่ยนได้ทัน การเปลี่ยนตำแหน่งของอุปกรณ์ ถึงแม้ว่าจะทำให้สัญญาณไม่เสถียรเท่ากับตอนแรก

จะได้กราฟสรุปข้อมูลระยะทางที่เปลี่ยนไปจากการเปลี่ยนตำแหน่งอุปกรณ์โดยใช้การถ่วงน้ำหนักเข้ามาช่วยในการคำนวณค่า RSSI ดัง รูปที่ 4.2-4



รูปที่ 4.2-4 กราฟแสดงระยะทางที่คำนวณได้ขณะเคลื่อนที่โดยใช้การถ่วงน้ำหนักเข้ามาช่วย

จากกราฟข้างต้นจะเห็นว่าระยะทางที่เปลี่ยนไปมีการเปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างทันต่อการเปลี่ยนตำแหน่งของอุปกรณ์ทุก 1 วินาที แต่ยังมีความผิดพลาดของการคำนวณระยะทาง แต่กราฟบางช่วงเวลาก็มีแนวโน้มที่อุปกรณ์เมื่อห่างจาก Access Point แต่ละตัวระยะทางที่คำนวณได้มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น และเมื่อเข้าใกล้ Access Point แต่ละตัวระยะทางที่คำนวณได้มีแนวโน้มลดลง

จากการทดลองในการหาระยะทางเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่งของอุปกรณ์ พบว่าการหาระยะทาง ทั้งสองรูปแบบยังมีความเสถียรไม่เพียงพอต่อการใช้งานจริง โดยที่สาเหตุอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมขณะ ทำการทดลอง ซึ่งมีการรบกวนของสัญญาณอื่นค่อนข้างมาก รวมทั้งทิศทางการหันของอุปกรณ์รับสัญญาณมีผลต่อการรับค่า RSSI ด้วย

4.2.3 การทดลองคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณโดยวิธี Trilateration

จุดประสงค์

เพื่อคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณ

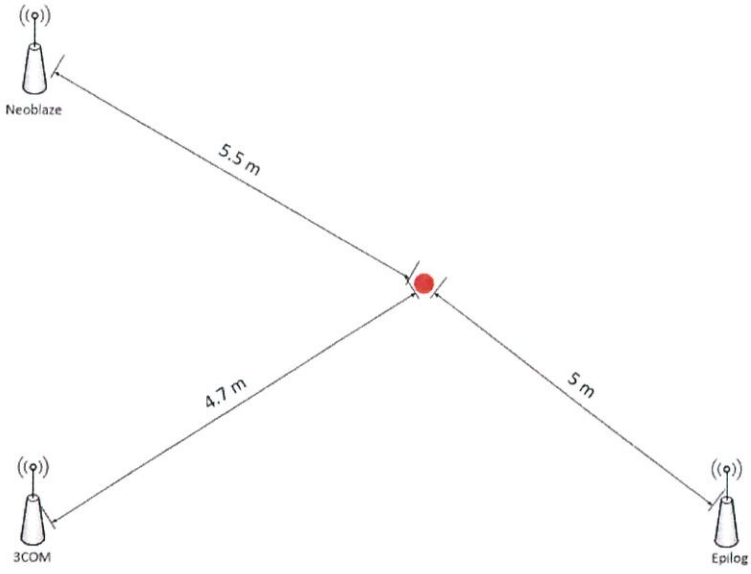
สมมติฐาน

คาดว่าอัลกอริทึม Trilateration จะสามารถคำนวณหาตำแหน่งของอุปกรณ์รับสัญญาณได้

วิธีการทดลอง

1. ทดลองพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยใช้อัลกอริทึม Trilaterationเพื่อหาตำแหน่งอุปกรณ์รับสัญญาณ โดยการใช้จุดตัดของวงกลมที่สัญญาณ Wi-Fi จาก Access Point ที่กำหนดนั้นตัดกัน โดยใช้ Access Point ยี่ห้อ 3COM ในการทดลอง

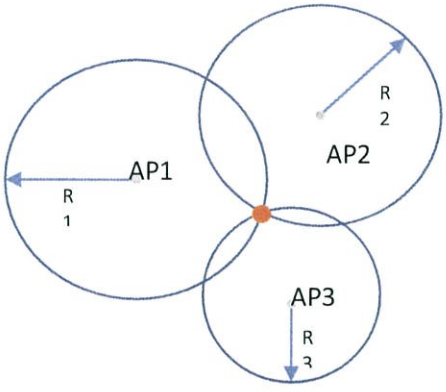
2. รับค่าสัญญาณ RSSI โดยมีการตั้ง Access Point และรับค่าสัญญาณที่จุดดังรูปที่ 4.2-5



รูปที่ 4.2-5 แสดงระยะห่างจากจุดที่อุปกรณ์วัดค่าและ Access Point

ผลการทดลอง

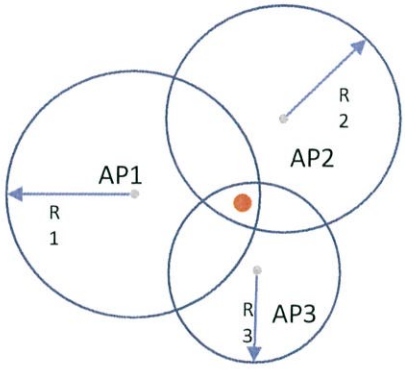
จากการทดลองพบว่าข้อมูลที่คำนวณได้นั้นเนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนเมื่อนำมาคำนวณโดยใช้อัลกอริทึม Trilateration บางครั้งสามารถคำนวณหาตำแหน่งได้ ดังรูปที่ 4.2-6 ซึ่งเกิดจากการตัดของวงกลมของสัญญาณ Wi-Fi ดังรูปที่ 4.2-7 แต่บางครั้งไม่สามารถคำนวณออกมาเป็นตำแหน่งได้ เนื่องจากระยะที่คลาดเคลื่อนทำให้สัญญาณ Wi-Fi ตัดกันมากกว่า 1 จุด ดังรูปที่ 4.2-9 ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาตำแหน่งได้ ดังรูปที่ 4.2-8 หรือสัญญาณ Wi-Fi ไม่ตัดกัน ดังรูปที่ 4.2-10 ทำให้ไม่สามารถคำนวณหาตำแหน่งได้ ดังรูปที่ 4.2-11



รูปที่ 4.2-7 แสดงรูปสัญญาณ Wi-Fi เมื่อสามารถหาจุดตัดของสัญญาณได้

```
px1 :2.24 py1 :3.8
px2 :2.2 py2 :4.1
px3 :1.93 py3 :7.01
result x: 2.13 y: 4.85
```

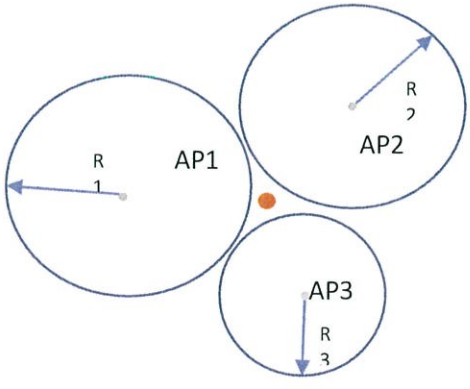
รูปที่ 4.2-6 แสดงผลการคำนวณหาตำแหน่งโดยวิธี Trilateration



รูปที่ 4.2-9 แสดงรูปสัญญาณ Wi-Fi ที่สัญญาณตัดกันมากกว่า 1 จุด

```
px1 :2.25 py1 :4.02
px2 :2.2 py2 :3.8
px3 :NaN py3 :NaN
result x: NaN y: NaN
```

รูปที่ 4.2-8 แสดงผลการคำนวณหาตำแหน่งโดยวิธี Trilateration



รูปที่ 4.2-10 แสดงรูปสัญญาณ Wi-Fi ที่สัญญาณไม่ตัดกัน

```
Not Intersect
px1 :NaN py1 :NaN
px2 :0 py2 :0
px3 :NaN py3 :NaN
result x: NaN y: NaN
```

รูปที่ 4.2-11 แสดงผลการคำนวณหาตำแหน่งโดยวิธี Trilateration

เนื่องจากจากการคำนวณหาตำแหน่งโดยวิธี Trilateration ส่วนใหญ่ไม่สามารถคำนวณหาค่าของตำแหน่งออกมาได้ รวมทั้งตำแหน่งที่ได้ออกมามีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากระยะทางคำนวณมาได้นั้นคลาดเคลื่อน การจะคำนวณหาจุดตำแหน่งจากวงกลมที่ไม่ตัดกันหรือตัดกันมากกว่าหนึ่งจุดค่อนข้างมีความยุ่งยากและใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน ทำให้การเขียนโปรแกรมค่อนข้างมีความซับซ้อน ทางคณะผู้จัดทำจึงจะทำการศึกษาและทดลองโดยใช้วิธี Fingerprint ซึ่งใช้เพียงค่า RSSI เพื่ออ้างอิงโดยไม่ต้องมีการคำนวณระยะทางต่อไป

4.3 การทดลองการหาตำแหน่งปัจจุบันโดยวิธี Fingerprint

4.3.1 การทดลองคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณโดยวิธี Fingerprint โดยใช้สูตร

จุดประสงค์

เพื่อคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณ

สมมติฐาน

คาดว่าอัลกอริทึม Fingerprint จะสามารถคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณได้

วิธีการทดลอง

1. ทดลองพัฒนาแอปพลิเคชั่นบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์โดยใช้อัลกอริทึม Fingerprint เพื่อหาตำแหน่งอุปกรณ์รับสัญญาณ โดยใช้ Access Point ยี่ห้อ 3COM ในการทดลอง

2. กำหนดตำแหน่งอ้างอิงภายในห้อง 805 ดังรูปที่ 4.3-1 โดยจุดอ้างอิงแต่ละจุดห่างกัน 90 เซนติเมตร

รูปที่ 4.3-1 แสดงการกำหนดจุดอ้างอิงภายในห้อง 805

3. ทำการรับค่าสัญญาณ RSSI ของ Access Point ทั้ง 3 ตัว ที่จุดอ้างอิงแต่ละจุด เป็นเวลา 30 วินาที นำค่าสัญญาณ RSSI ที่เก็บได้มาหาค่าเฉลี่ยแต่ละจุดเพื่อใช้เป็นตัวแทนของจุดอ้างอิงแต่ละจุด ได้ค่าดังตาราง 4.3-1

ตาราง 4.3-1 แสดงค่าเฉลี่ยของ Access Point แต่ละตัวในแต่ละจุดอ้างอิง

จุดที่	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 1 (dBm)	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 2 (dBm)	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 3 (dBm)	จุดที่	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 1 (dBm)	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 2 (dBm)	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 3 (dBm)
1	-56.6286	-65.3714	-42.8	24	-56.5634	-57.4648	-62.7324
2	-56.8243	-67.027	-57.5676	25	-54.7222	-56.8333	-60.0694
3	-56.7123	-59.9589	-56.2055	26	-68.6429	-59.7571	-62.5143
4	-58.4054	-63.7297	-59.5	27	-62.7639	-54.2917	-59.8056

5	-56.5857	-60.9714	-57.3857	28	-55.3194	-61.5972	-50.7361
6	-63.7361	-59.375	-60.2222	29	-58.8611	-59.6944	-56.8194
7	-60.2432	-55.5541	-62.3243	30	-60.1389	-63.2361	-55.0694
8	-61.6579	-49.7237	-61.9605	31	-70	-63.9861	-59.9306
9	-55.8356	-51.4658	-57.3562	32	-69.2877	-60.1644	-58.6301
10	-56.7808	-66.411	-55.5342	33	-63.9	-52.7	-63.5286
11	-64.2714	-69.9571	-60.1286	34	-63.2568	-62.473	-56.5405
12	-59.0137	-64.9452	-54.3973	35	-64.3026	-49.9211	-55.0395
13	-58.0143	-63.1857	-53.1714	36	-59.4737	-51.5658	-56.9342
14	-62.5753	-66.4932	-58.5068	37	-48.5205	-57.9863	-51.411
15	-52.5753	-54.9863	-66.1233	38	-53.7945	-64.1233	-53.0411
16	-55.7632	-64.3026	-56.2105	39	-57.0548	-57.6301	-56.9178
17	-54.3289	-50.3947	-51.1316	40	-59.7397	-62.2877	-56.3014
18	-54.8194	-60.2917	-60.2083	41	-62.9444	-63.9306	-58.9583
19	-57.127	-70.6508	-52.9206	42	-59.3467	-59.3733	-58.7467
20	-59.0959	-67.1644	-62.3562	43	-55.5333	-59.24	-62.0667
21	-54.5797	-63.058	-53.6812	44	-60.4133	-54.7067	-60.2533
22	-59.3425	-60.6712	-66.0685	45	-68.5946	-48.9865	-56.5676
23	-62.7083	-61.1389	-59.3611				

4. ทำการรับค่าสัญญาณ RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point แต่ละตัวเพื่อมาคำนวณหาผลต่างของตำแหน่งที่รับมากับจุดอ้างอิงโดยนำค่า RSSI ที่ได้มาคำนวณตามสมการดังนี้

$$D_i = \sum_{j=1}^{N} |A_j - R_{i,j}| \quad , \mathrm{i} = 1,2,3, \ldots, \mathrm{L}$$

5. คำนวณค่าเฉลี่ยของผลต่าง เพื่อกำจัดจุดอ้างอิงที่ค่าสูงเกินค่า *E(S)* ตามสมการ

$$\mathrm{E(S)} = \frac{S_2 + S_{3+} \ldots + S_G}{G - 1}$$

6. คำนวณค่าตำแหน่งจากสมการดังนี้

$$P = \frac{\frac{1}{D_1}L(RP_1)+\frac{1}{D_2}L(RP_2)+\ ...+\frac{1}{D_k}L(RP_k)}{\frac{1}{D_1}+\frac{1}{D_2}+\frac{1}{D_3}+\ ...+\frac{1}{D_k}}$$

7. นำตำแหน่งที่คำนวณได้แสดงผลออกทางหน้าจอของแอปพลิเคชั่น

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า จากค่า RSSI ที่ค่อนข้างขึ้นลงไม่แน่นอนทำให้ผลของตำแหน่งที่คำนวณได้ไม่คงที่ ทำให้ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่แน่นอนได้เลย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากค่า RSSI ที่เป็นตัวแทนของแต่ละจุดอ้างอิงมีค่าใกล้เคียงกันมาก รวมทั้งค่า RSSI ที่รับได้ไม่คงที่แน่นอนแม้จะยืนอยู่กับที่ ทำให้เกิดจุดที่คาดว่าอุปกรณ์รับสัญญาณจะอยู่หลายจุดทั่วทั้งแผนที่ ดังนั้นจึงได้ทดลองการคำนวณตำแหน่งปัจจุบันโดยการกำหนดช่วงในการทดลองถัดไป

4.3.2 การทดลองคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณโดยวิธี Fingerprint โดยการกำหนดช่วง

จุดประสงค์

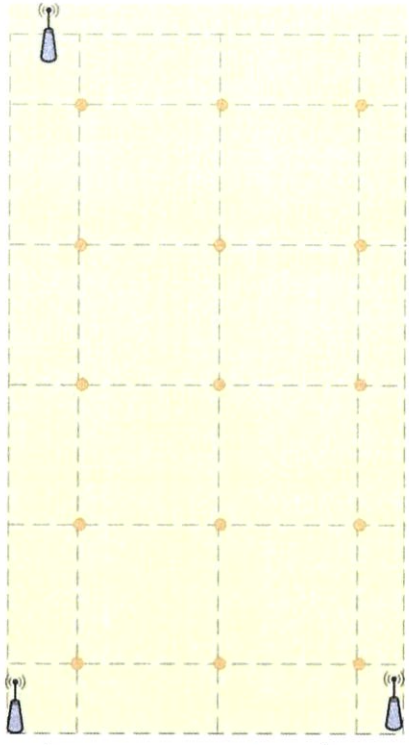
เพื่อคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณ

สมมติฐาน

การคำนวณอัลกอริทึม Fingerprint โดยมีการคำนวณค่าเป็นช่วงข้อมูลคาดว่าจะสามารถคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณได้

วิธีการทดลอง

1. ทำการลดจุดอ้างอิงให้เหลือ 15 จุด ดังรูป เนื่องจากบริเวณรอบๆมีค่า RSSI ที่ค่อนข้างใกล้เคียงกันมากทำให้การคำนวณผลลัพธ์ออกมามีความเป็นไปได้ที่ค่าตำแหน่งปัจจุบันใกล้เคียงกับหลายจุดอ้างอิง ทำการลดจุดอ้างอิงให้เหลือดังรูปที่ 4.3-2



รูปที่ 4.3-2 แสดงจุดอ้างอิงที่กำหนด

2. ทำการเก็บค่า RSSI แต่ละจุด ทำการหาค่าเฉลี่ย ค่า SD ของแต่ละจุดเพื่อนำมาบวกและลบเพื่อหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของช่วงค่า RSSI แต่ละจุดที่เป็นไปได้ ซึ่งแต่ละจุดหาค่าได้ดังตาราง 4.3-2

ตาราง 4.3-2 แสดงการหาค่าเฉลี่ยและค่า SD เพื่อกำหนดช่วงของ RSSI ที่เป็นไปได้

จุดอ้างอิง	Access Point	Average (dBm)	SD	Min(dBm)	Max(dBm)
1	AP1	-62.8632	3.435145	-66.2983	-59.428
	AP2	-67.4421	1.40452	-68.8466	-66.0376
	AP3	-71.4105	3.688668	-75.0992	-67.7219
2	AP1	-64.7767	2.906828	-67.6835	-61.8699
	AP2	-58.5922	2.522203	-61.1144	-56.07
	AP3	-72.1262	5.349876	-77.4761	-66.7763
3	AP1	-72.3163	3.704544	-76.0209	-68.6118
	AP2	-59.5	2.573657	-62.0737	-56.9263

	AP3	-72.1735	2.824873	-74.9983	-69.3486
	AP1	-62.009	2.823587	-64.8326	-59.1854
	AP2	-55.4144	2.116895	-57.5313	-53.2975
4	AP3	-70.6757	2.054539	-72.7302	-68.6211
	AP1	-64.2385	2.79185	-67.0304	-61.4467
	AP2	-57.5138	4.07025	-61.584	-53.4435
5	AP3	-72.8716	4.187948	-77.0595	-68.6836
	AP1	-64.2128	6.224945	-70.4377	-57.9878
	AP2	-63.8723	2.515475	-66.3878	-61.3569
6	AP3	-71.1809	4.754088	-75.9349	-66.4268
	AP1	-59.3583	4.583118	-63.9415	-54.7752
	AP2	-59.1917	2.5546	-61.7463	-56.6371
7	AP3	-72.825	3.525805	-76.3508	-69.2992
	AP1	-62.6538	2.743993	-65.3978	-59.9099
	AP2	-64.2596	2.327527	-66.5871	-61.9321
8	AP3	-76.7692	2.724327	-79.4936	-74.0449
	AP1	-65.7642	3.181949	-68.9461	-62.5822
	AP2	-64.8679	3.248664	-68.1166	-61.6193
9	AP3	-72.8491	4.593562	-77.4426	-68.2555
	AP1	-63.1389	3.481482	-66.6204	-59.6574
	AP2	-64.1296	4.088033	-68.2177	-60.0416
10	AP3	-71.4167	2.033022	-73.4497	-69.3836
	AP1	-62.4184	3.062657	-65.481	-59.3557
	AP2	-68.4082	4.261641	-72.6698	-64.1465
11	AP3	-65.1429	3.308845	-68.4517	-61.834
	AP1	-66.6275	1.579081	-68.2065	-65.0484
	AP2	-72.0098	3.958935	-75.9687	-68.0509
12	AP3	-67.451	2.042264	-69.4932	-65.4087
	AP1	-59.8614	2.245127	-62.1065	-57.6163
	AP2	-60.5446	2.651508	-63.1961	-57.893
13	AP3	-75.9109	4.002747	-79.9136	-71.9081
	AP1	-69.9118	4.848401	-74.7602	-65.0634
	AP2	-64	2.282087	-66.2821	-61.7179
14	AP3	-72.5882	6.198615	-78.7869	-66.3896

15	AP1	-72.9495	4.756035	-77.7055	-68.1935
	AP2	-69.4949	2.455206	-71.9502	-67.0397
	AP3	-77.9394	5.816616	-83.756	-72.1228

3. รับค่า RSSI จากเสาสัญญาณของ Access Point แต่ละตัว โดยใช้ Access Point ยี่ห้อ 3COM ในการทดลอง แล้วนำค่าที่ได้มาเทียบกับช่วงค่าของแต่ละจุดอ้างอิง โดยถ้าค่าที่รับมานั้นอยู่ในช่วงของจุดอ้างอิงจุดนั้นๆทั้ง 3 Access Point หรือ 2 ใน 3 ของ Access Point ทั้งหมด จะนำจุดเหล่านั้นมาพิจารณาและตัดจุดอ้างอิงที่ไม่เข้าเงื่อนไขนี้ทิ้ง ไม่นำมาพิจารณา

4.นำตำแหน่ง (x,y) ของจุดอ้างที่นำมาพิจาณามาคำนวณระยะห่างระหว่างจุดอ้างอิงกับตำแหน่ง (x,y) ของการเคลื่อนที่ก่อนหน้า และตัดจุดที่ระยะห่างมากเกิน 1 เมตรออกโดยคำนวณจากสมการดังต่อไปนี้

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

โดย d คือระยะทางที่ต้องการคำนวณ

(x1,y1) คือตำแหน่งของการเคลื่อนที่ก่อนหน้า

(x2,y2) คือตำแหน่งของจุดอ้างอิงที่พิจารณา

5. จากนั้นนำตำแหน่ง (x,y) จุดอ้างอิงที่เหลือมาหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักโดยให้นัยสำคัญของจุดอ้างอิงที่ค่าที่รับมาอยู่ในช่วงค่าของ Access Point ของจุดอ้างอิงนั้นทั้ง 3 จุดมากกว่า

6. จากนั้นนำมาเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักกับตำแหน่งก่อนหน้าโดยให้นัยสำคัญของตำแหน่งก่อนหน้ามากกว่า จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นตำแหน่งปัจจุบัน

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าตำแหน่งที่คำนวณได้ยังคงมีการแกว่งและยังไม่สามารถบอกได้อย่างแม่นยำนักว่าอยู่ตำแหน่งบริเวณไหนของแผนที่ ทั้งนี้อาจเนื่องมากจากแม้จะลดจุดอ้างอิงลงแล้วค่า RSSI ที่เป็นตัวแทนของแต่ละจุดยังคงมีความใกล้เคียงกันมาก เมื่อนำมาคำนวณกับค่า RSSI ที่รับมาได้ค่าจุดที่ออกมายังคงมีความเป็นไปได้หลายจุด ทั้งนี้อาจเพราะห้องที่ทำการทดลองมีขนาดเล็ก ดังนั้นจึงทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าจุดใดที่อุปกรณ์รับสัญญาณอยู่จริง จึงได้ทดลองในสถานที่ที่กว้างขึ้นในการทดลองถัดไป

4.3.3 การทดลองคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณบริเวณภายนอกอาคาร โดยวิธี Fingerprint

จุดประสงค์

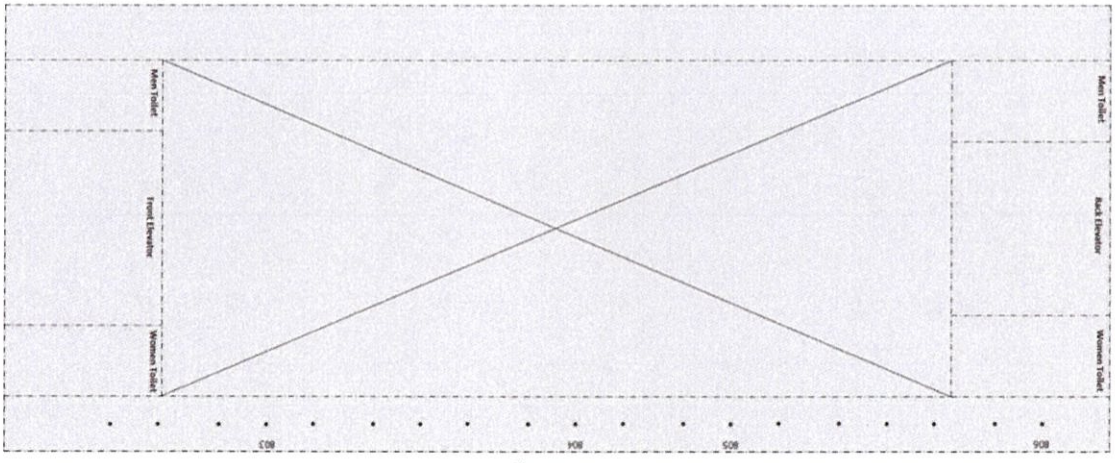
เพื่อคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์รับสัญญาณ

สมมติฐาน

การทดลองบริเวณภายนอกอาคารสัญญาณ RSSI ที่บันทึกได้มีค่าไม่ใกล้เคียงกันมากนัก ซึ่งทำให้การคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันแม่นยำขึ้น

วิธีการทดลอง

1. ทำการบันทึกสัญญาณ RSSI จำนวน 19 จุดอ้างอิงในพื้นที่ภายนอกอาคาร ซึ่งในที่นี้คือบริเวณทางเดินของอาคาร ECC ชั้น 8 เนื่องจากมีพื้นที่กว้างกว่าภายในห้อง 805 โดยใช้ Access Point ที่ติดตั้งในบริเวณนั้นทั้งหมด 4 ตัว ซึ่งเป็นยี่ห้อ Cisco ดังรูปที่ 4.3-3



รูปที่ 4.3-3 แผนผังบริเวณระเบียงชั้น 8 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรม 2 (ECC)

2. คำนวณค่าเฉลี่ยของสัญญาณ RSSI ที่รับได้ดังตารางตาราง 4.3-3

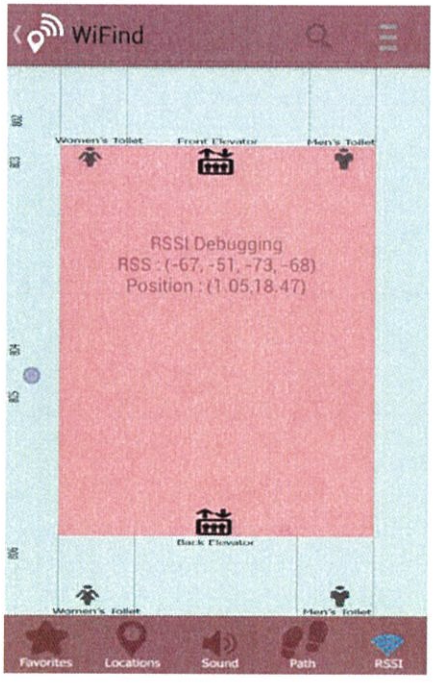
ตาราง 4.3-3 แสดงค่าเฉลี่ยค่า RSSI ของ Access Point บริเวณชั้น 8

จุดอ้างอิง	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 1 (dBm)	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 2 (dBm)	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 3 (dBm)	ค่าเฉลี่ย RSSI ของ Access Point ตัวที่ 4 (dBm)
1	-47.1081	-64.2162	-68.7027	-74.1351
2	-41.5294	-62.0588	-67.7059	-69.4706
3	-45.129	-60.8065	-70.9677	-67.5161
4	-53.4286	-62.0857	-76.1714	-65.9429
5	-59.9032	-65.6129	-70.0968	-72.3548
6	-62.9688	-58.8125	-70	-64.5625
7	-71.625	-54.375	-75.7813	-66.1563
8	-72.6111	-51.3889	-75.6667	-65
9	-73.3056	-51.1111	-72.1944	-66.0278
10	-74.5455	-43.4242	-65.9394	-62.3939
11	-69.7097	-40.8065	-70.1935	-72.9032
12	-77.8	-46.4118	-61.8	-67.6571
13	-75	-52	-65.4848	-73.1818
14	-78.0909	-59.3939	-66.1212	-72.8485
15	-77.5938	-64.3438	-64.0938	-75.4375
16	-78	-67.8529	-65.6176	-75
17	-78	-67.1935	-46.9677	0
18	-76	-72.6774	-49.9355	0
19	0	-76.8148	-41.1481	0

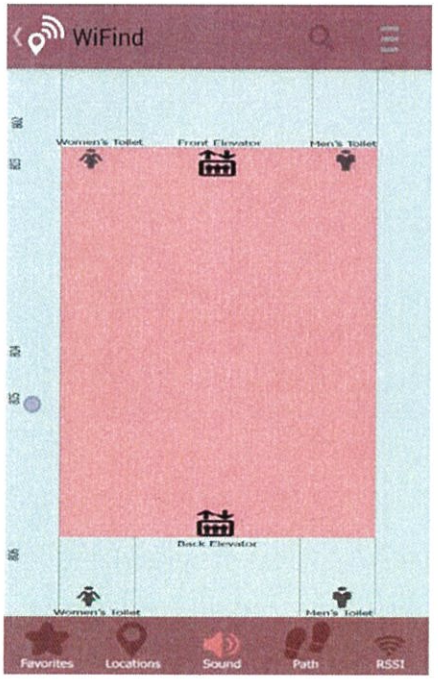
3. รับค่า RSSI จากแอปพลิเคชั่นนำมาคำนวณตามสูตรของ Fingerprint เหมือนในการทดลอง 4.3.1 ซึ่งจะได้ตำแหน่งของอุปกรณ์รับสัญญาณที่ต้องการ

ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าตำแหน่งที่คำนวณได้ค่อนข้างแม่นยำในขณะหยุดนิ่งหรือทำการเคลื่อนที่อย่างช้าๆ เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการทดลองกว้างทำให้ค่า RSSI ที่บันทึกได้ในแต่ละจุดอ้างอิงซึ่งระยะห่างกันมาก จุดใกล้เคียงกันมีความต่างกัน ทำให้บอกความแตกต่างระหว่างจุดอ้างอิงได้ แต่ถ้าเคลื่อนไหวของอุปกรณ์รับสัญญาณเร็วเกินไปอาจจะทำให้ค่าตำแหน่งที่คำนวณได้มีความผิดพลาด เพราะเมื่อทำการรับค่า RSSI ณ ตำแหน่งที่อุปกรณ์รับได้ อุปกรณ์ก็เคลื่อนที่ผ่านไปแล้วทำให้เกิดความผิดพลาด จากการทดสอบพบว่าการคำนวณตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 เมตร



รูปที่ 4.3-5 แสดงผลลัพธ์ของการหาตำแหน่งขณะ ยืนอยู่หน้าห้อง 805



รูปที่ 4.3-4 แสดงผลลัพธ์ของการหาตำแหน่งขณะ ยืนอยู่หน้าห้อง 805

4.3.4 การทดลองเปรียบเทียบค่า RSSI ที่รับได้ระหว่างภายในห้อง 805 และระเบียงอาคาร ECC ชั้น 8

จุดประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบการแกว่งของสัญญาณ RSSI

สมมติฐาน

สัญญาณ RSSI ที่รับได้จากภายนอกอาคารมีความนิ่งกว่าภายในอาคาร

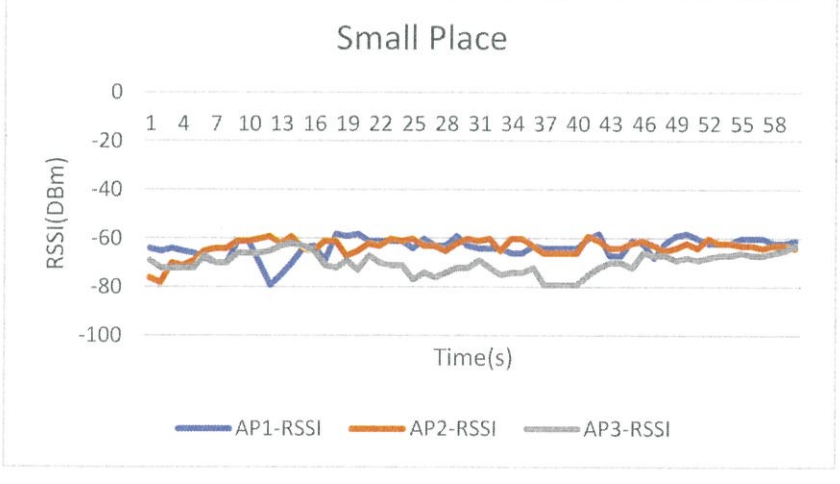
วิธีการทดลอง

1.ทดลองรับค่าสัญญาณ RSSI โดยการยืนอยู่กับที่ ณ กลางห้อง 805 เป็นเวลา 1 นาที โดยใช้ Access Point ของ 3COM

2.ทดลองรับสัญญาณ RSSI โดยการยืนอยู่กับที่ ณ กลางระเบียงชั้น 8 เป็นเวลา 1 นาที โดยใช้ Access Point ของ Cisco

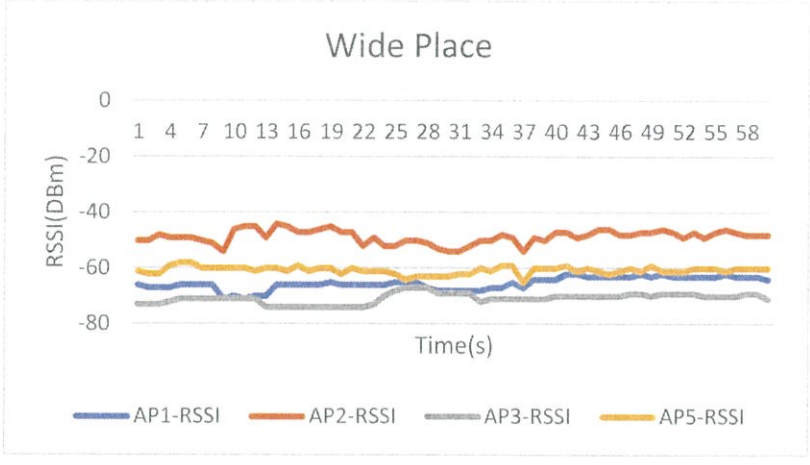
ผลการทดลอง

จากการทดลองรับสัญญาณที่ได้จากภายในห้อง 805 และระเบียงอาคาร ECC ชั้น 8 นำมาวาดกราฟแสดงสัญญาณ RSSI ที่รับจากห้อง 805 ได้โดยไม่มีการเคลื่อนที่เป็นเวลา 1 นาที ได้ผลดังรูปที่ 4.3-6



รูปที่ 4.3-6 กราฟแสดงผลการรับสัญญาณ RSSI ภายในห้อง 805

นำมาวาดกราฟแสดงสัญญาณ RSSI ที่รับจากระเบียงอาคาร ECC ชั้น 8 ได้โดยไม่มีการเคลื่อนที่เป็นเวลา 1 นาทีได้ดังรูปที่ 4.3-7



รูปที่ 4.3-7 กราฟแสดงผลการรับสัญญาณ RSSI บริเวณระเบียงชั้น 8

จากกราฟทั้งสองจะเห็นว่าสัญญาณที่รับได้ภายในห้อง 805 ซึ่งมีขนาดเล็กและมีสภาพแวดล้อมปิดนั้น สัญญาณที่รับได้ค่อนข้างแกว่ง ทำให้เมื่อนำมาคำนวณหาตำแหน่งของอุปกรณ์รับสัญญาณทำให้ค่าที่คำนวณได้ผิดพลาดและไม่สามารถบอกตำแหน่งได้แน่ชัดได้ อาจเนื่องมาจากอุปกรณ์ที่ทำการปล่อยสัญญาณไม่มีความเสถียร ทำให้สัญญาณที่ปล่อยออกมามีความแกว่งค่อนข้างมาก รวมทั้งพื้นที่ห้องที่ค่อนข้างเล็กทำให้สัญญาณเกิดการสะท้อนกับกำแพง สัญญาณ RSSI ที่ได้จึงมีการแกว่งขึ้นลงไม่สม่ำเสมอ

แต่เมื่อทำการรับค่าสัญญาณในสถานที่ที่มีพื้นที่กว้างขึ้น และเปลี่ยนอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณ จะเห็นจากกราฟได้ว่าสัญญาณที่ได้รับมานั้นค่อนข้างคงที่กว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสัญญาณไม่เกิดการสะท้อนกับสิ่งกีดขวางหรือกำแพงที่มากนัก และอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกนั้นมีความเสถียรกว่า จึงทำให้สัญญาณที่ได้รับค่อนข้างคงที่

4.4 การทดสอบใช้งานจริง

เมื่อทำการทดสอบหาอัลกอริทึมในการหาตำแหน่งเสร็จสิ้น ขั้นตอนต่อมาได้มีการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชั่นจริง โดยใช้สถานที่บริเวณชั้น 8 ซึ่งเป็นพื้นที่โล่งกว้างซึ่งให้ผลลัพธ์ของการทดลองหาตำแหน่งที่ดีกว่าพื้นที่ห้องที่เล็กจากการทดลองที่ 4.3.4 มาทำการทดสอบใช้งานจริง

พบว่าเมื่อใช้งานขณะที่ผู้ใช้งานมีการยืนอยู่นิ่ง การหาตำแหน่งของผู้ใช้งานค่อนข้างแม่นยำ สามารถบอกถึงตำแหน่งของผู้ใช้งานวนรูปแผนผังบนหน้าแอปพลิเคชั่นได้ค่อนข้างตรงกับบริเวณที่ผู้ใช้งานอยู่จริง

แต่เมื่อผู้ใช้งานทำการเดินโดยมีความเร็วในการก้าวเดินมากกว่า 1 วินาทีต่อก้าว พบว่าการหาตำแหน่งของผู้ใช้งานนั้นเริ่มมีความผิดพลาด ทั้งนี้เกิดจากการก้าวเดินที่เร็วมากเกินทำให้การเปรียบเทียบค่าสัญญาณ RSSI ก่อนหน้ากับสัญญาณ RSSI ปัจจุบัน มีความต่างกันมากจึงตัดความเป็นไปได้ของตำแหน่งที่อยู่ทิ้งไป จากอัลกอริทึมในการคิดตำแหน่งที่นำค่า RSSI ก่อนหน้าและค่า RSSI ปัจจุบันมาเทียบหาตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดที่เป็นไปได้ ซึ่งการก้าวเดินที่เร็วเกินไปทำให้ค่าความต่างนั้น เกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ทำให้ค่าที่คำนวณได้ออกมาผิดพลาด

เมื่อผู้ใช้ลดความเร็วในการก้าวเดิน โดยมีความเร็วในการก้าวเดินประมาณ 1 วินาทีต่อก้าว จะให้ผลที่ค่อนข้างแม่นยำเพราะการเปรียบเทียบค่า RSSI ก่อนหน้ากับค่า RSSI ที่ตำแหน่งปัจจุบันไม่ต่างกันมากนัก ไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดจึงไม่มีการตัดตำแหน่งนั้นทิ้งและสามารถคำนวณได้อย่างถูกต้อง

4.5 สรุปผลการทดลองทั้งหมด

จากการทดลองทั้งหมดเพื่อทดลองอัลกอริทึมที่สามารถใช้ทำการหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน พบว่า วิธีการหาตำแหน่งปัจจุบันโดยวิธี Fingerprint เป็นวิธีที่ให้ผลลัพธ์ในการหาตำแหน่งได้แม่นยำมากกว่าวิธีการหาตำแหน่งปัจจุบันโดยวิธี Trilateration เพราะอัลกอริทึม Trilateration จะต้องใช้การคำนวณหาระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ที่รับสัญญาณกับ Access Point ซึ่งจากสัญญาณ RSSI ที่ค่อนข้างแกว่งไปมาทำให้การคำนวณออกมาคลาดเคลื่อนและนำไปคำนวณหาตำแหน่งจากอัลกอริทึมนี้ได้ยาก แต่วิธี Fingerprint นั้นจะเป็นการบันทึกค่า RSSI ที่จุดอ้างอิงแล้วนำไปเปรียบเทียบกับตำแหน่งปัจจุบันทำให้สามารถคำนวณหาตำแหน่งได้แม่นยำและง่ายกว่า ทั้งยังพบว่าการใช้ RSSI ที่มีความนิ่ง หรือมีการแกว่งของสัญญาณไม่มากนัก จาก Access Point ยี่ห้อ Cisco ที่สามารถปล่อยสัญญาณ RSSI ได้ค่อนข้างเสถียรกว่า Access Point ยี่ห้อ 3COM ให้ผลลัพธ์ในการหาตำแหน่งดีกว่าสัญญาณ RSSI ที่แกว่งไปมาเพราะจะทำให้ค่า RSSI ใกล้เคียงกันในจุดอ้างอิงเดียวกันส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า รวมทั้งได้ใช้การ

หาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักมาช่วงในการคำนวณค่าสัญญาณ RSSI เพื่อปรับให้มีความนิ่งมากยิ่งขึ้น มีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้นในจุดอ้างอิงเดียวกันทำให้การคำนวณตำแหน่งปัจจุบันคลาดเคลื่อนน้อยลง

และจากการทดลองภายในห้องขนาดเล็กและสถานที่ขนาดใหญ่ภายในอาคารพบว่า สถานที่ขนาดใหญ่ภายในอาคารให้ผลในการคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันได้ดีกว่าเพราะในห้องขนาดเล็กค่า RSSI แต่ละจุดอ้างอิงมีความใกล้เคียงกันทำให้มีความเป็นไปได้ของตำแหน่งปัจจุบันหลายจุด แต่ห้องที่มีขนาดใหญ่กว่านั้น ค่า RSSI จะมีความแตกต่างกันมากกว่า รวมทั้งการสะท้อน หักเห จากสิ่งกีดขวางที่ส่งผลให้ค่า RSSI มีการแกว่งก็น้อยกว่าห้องขนาดเล็ก และจากการทดลองทำให้เกิดข้อจำกัดของแอปพลิเคชั่นดังต่อไปนี้

4.5.1 ข้อจำกัดของแอปพลิเคชั่น

1. พื้นที่ที่ใช้ในการทดลองจะต้องมีขนาดไม่เล็กเกินไป เนื่องจากหาดห้องมีขนาดเล็กสัญญาณ RSSI ที่วัดค่าได้ในแต่ละจุดจะมีค่าใกล้เคียงกันมากจนไม่สามารถแยกความแตกต่างได้

2. Access Point ที่ใช้จะต้องมีกำลังส่งของสัญญาณที่คงที่

3. ความเร็วในการเดินขณะการใช้งานจะต้องไม่เร็วจนเกินไป เนื่องจากอุปกรณ์ต้องใช้เวลาในการรับสัญญาณ RSSI เพื่อนำมาประมวลผล

4. ต้องไม่มีสิ่งกีดขวางเพิ่มเติมจากตอนเก็บข้อมูลสัญญาณ RSSI ณ จุดอ้างอิงต่างๆ เนื่องจากสิ่งกีดขวางเหล่านี้จะทำให้ค่าสัญญาณ RSSI เปลี่ยนแปลงไปมาก

บทที่ 5
สรุป

5.1 สรุป

จากโครงงานนี้ต้องการจะพัฒนาแอปพลิเคชั่นระบบระบุพิกัดจากสัญญาณไร้สายในพื้นที่เฉพาะบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพื่อใช้ในอุปกรณ์สมาร์ทโฟน โดยสามารถที่จะหาตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานและค้นหาที่อยู่ของสถานที่ที่ต้องการได้ ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูล การศึกษาค้นคว้า ทดลอง และพัฒนา ผลลัพธ์ของโครงงานนี้ถือว่าทำตามสิ่งที่ต้องการได้ โดยสามารถระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้หรือผู้ที่ใช้งานอุปกรณ์ที่รับสัญญาณนั้นได้ถูกต้องแม่นยำประมาณ 80 เปอร์เซ็นจากการทดลองและทดสอบซึ่งความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากปัจจัยภายนอก โดยค่าความแรงสัญญาณ หรือค่า RSSI นั้น ณ จุดจุดเดิมมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดเวลาทั้งนี้เกิดจากการสะท้อน การหักเห กับสิ่งกีดขวางต่างๆของสัญญาณทำให้สัญญาณมีการแกว่งขึ้นลงอยู่ตลอดเวลา รวมทั้งอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณมีผลต่อความเสถียรของสัญญาณที่ถูกปล่อยออกมาเช่นกัน และเมื่อนำค่าสัญญาณนี้มาคำนวณหาตำแหน่งปัจจุบันจึงมีความคลาดเคลื่อนไปเล็กน้อย ซึ่งจากการทดสอบมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2 เมตร นอกจากนี้แอปพลิเคชั่นนี้ยังมีฟังก์ชั่นอื่นเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานแอปพลิเคชั่น ซึ่งฟังก์ชันทั้งหมดที่แอปพลิเคชั่นสามารถทำได้มีดังนี้ คือ

1. ระบบค้นหาตำแหน่งปัจจุบัน เพื่อบอกตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน
2. ระบบค้นหาสถานที่ใกล้เคียง เพื่อบอกถึงสถานที่ใกล้เคียง
3. ระบบค้นหาสถานที่ เพื่อสามารถค้นหาและบอกที่อยู่ของสถานที่ที่ต้องการ
4. ระบบแจ้งเตือนเมื่อใกล้สถานที่ที่ค้นหา เพื่อแจ้งเตือนให้ผู้งานรู้เมื่อเข้าใกล้สถานที่ที่ต้องการ
5. ระบบจัดการสถานที่โปรด เพื่อบันทึกสถานที่โปรด และไม่ต้องเสียเวลาในการค้นหาใหม่
6. ระบบตรวจสอบเส้นทางที่เดินผ่าน เพื่อบอกว่าผู้ใช้งานเดินไปเส้นทางไหนแล้วบ้าง

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไข

เนื่องจากสัญญาณ RSSI มีการแกว่ง เปลี่ยนไปมาตลอดเวลาซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ทำให้เป็นอุปสรรคในการนำมาใช้คำนวณและพัฒนาระบบ ทำให้ต้องมีการคิดและศึกษาหาวิธีที่จะลดทอนการแกว่งของสัญญาณ ซึ่งการนำสัญญาณมาทำการคำนวณโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักก็มีส่วนช่วยให้ค่า RSSI มีการแกว่งน้อยลง แต่ก็ยังไม่สามารถลดความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้งานได้ และสถานที่ที่ใช้ทดลองนั้นมีสิ่งกีดขวางรวมทั้งคนที่เดินไปมาทำให้ค่า RSSI มีการเปลี่ยนแปลงไปจากตอนเก็บข้อมูลช่วง Offline Phase จึงต้องทำการทดสอบในสถานที่ที่มีสิ่งกีดขวางน้อยที่สุดเพื่อลดการสะท้อน การหักเห ของสัญญาณ และใช้อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณที่มีความเสถียรของการปล่อยสัญญาณพอสมควร อย่างไรก็ตามเมื่อคำนึงถึงการใช้งานจริงที่ต้องใช้ในงานนิทรรศการต่างๆ แอปพลิเคชั่นนี้ยังคงมีข้อจำกัดเรื่องสิ่งกีดขวางทำให้ผลลัพธ์อาจคลาดเคลื่อนไปจากเดิมมาก

ในการแสดงผลของผู้ใช้งานเนื่องจากการคำนวณตำแหน่งของผู้ใช้งานจะได้เป็นจุดตำแหน่งที่ไม่ต่อเนื่องทำให้การแสดงผลการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ดูไม่ต่อเนื่อง ทำให้ต้องแก้ไขโดยการให้จุดที่แสดงถึงตำแหน่งของผู้ใช้งานในหน้าแอปพลิเคชั่นค่อยๆเพิ่มค่าตำแหน่งและเคลื่อนจากจุดเดิมไปยังจุดต่อไปที่คำนวณได้โดยไม่เพิ่มค่าตำแหน่งที่ต้องแสดงเป็นตำแหน่งต่อไปที่คำนวณได้ทันที

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

โครงงานนี้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้อำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ในการเดินงานนิทรรศการงานจัดแสดง หรือสถานที่ภายในอาคาร แต่จากการพัฒนายังคงมีข้อจำกัดในเรื่องของการใช้งานกับสถานที่ที่ผู้คนพลุกพล่านและอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณที่ปล่อยสัญญาณได้ไม่คงที่ ในอนาคตถ้าหากมีการพัฒนาอัลกอริทึมในการหาตำแหน่งโดยใช้สมการคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนเข้ามาช่วยลดความผิดพลาดและกรองข้อมูลเฉพาะสิ่งที่น่าจะเป็นข้อมูลที่ถูกต้อง ตัดข้อมูลที่เกิดจากการสะท้อน การหักเหของสัญญาณข้อมูลที่คลาดเคลื่อนออกไปได้ ก็จะสามารถพัฒนาให้ใช้งานกับสถานที่จริงและคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้งานได้อย่างแม่นยำ

บรรณานุกรม

G Buckberry, I Scowcroft, J Mitchell, T Allen B Cook. (ม.ป.ป.). Indoor Location Using Trilateration Characteristics. 1-4. เข้าถึงได้จาก http://www.ee.ucl.ac.uk.

Jung Ho Lee, Taikjin Lee , Hyung Seok Kim Beomju Shin. (2012). Enchanced Weighted K-Nearest Neighbor Algorithm For Indoor Wi-Fi Positioning System. Computing Technology and Information Management (ICCM), 2012 8th International Conference on (Volume:2) (หน้า 574-577). Seoul, Korea (South) : IEEE .

Moving average. (11 May 2015). เข้าถึงได้จาก http://en.wikipedia.org: http://en.wikipedia.org/wiki/Moving_average

Okorogu V.N.,Adewale Abe,Osuesu B.O. Oguejiofor O.S. (2013). Outdoor Localization System Using RSSI Measurement of Wireless Sensor Network. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE), 1-6.

Received signal strength indication. (10 May 2015). เข้าถึงได้จาก http://en.wikipedia.org: http://en.wikipedia.org/wiki/Received_signal_strength_indication

Ryan Miller. (30 May 2013). Wifi-based trilateration on Android. เข้าถึงได้จาก Ryan Miller's Blog: http://rvmiller.com/2013/05/part-1-wifi-based-trilateration-on-android/

Wireless access point. (27 April 2015). เข้าถึงได้จาก http://en.wikipedia.org: http://en.wikipedia.org/wiki/Wireless_access_point

ภาคผนวก

คู่มือการติดตั้งโปรแกรม

ความต้องการของระบบ

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ SDK ที่มี API 14 ขึ้นไป

(Android 4.0 IceCreamSandwich)

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม

1. ตั้งค่าสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์ให้สามารถติดตั้งแอปพลิเคชั่นจากแหล่งที่มานอกจาก Play Store

    1.1 เข้าไปที่ “การตั้งค่า(Setting)”

    1.2 เลือกไปที่ “ความปลอดภัย(Security)”

    1.3 คลิกถูกที่ “ไม่รู้จักที่มา(Unknown source)”

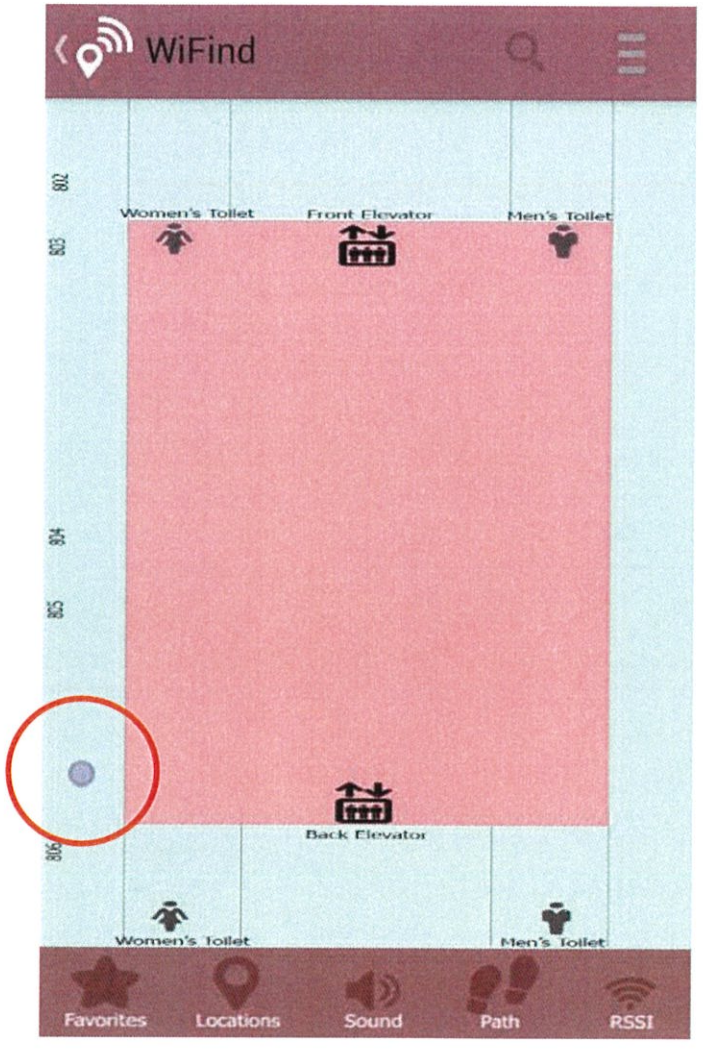
2. ดาวน์โหลดแอปพลิเคชั่น File manager(ตัวใดก็ได้) จาก Play Store เพื่อใช้ในการติดตั้งแอปพลิเคชั่นจากแหล่งที่มาอื่นนอกจาก Play Store
3. ต่อสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์เข้ากับคอมพิวเตอร์
4. นำไฟล์ WiFind.apk ในโฟลเดอร์ execute ลากหรือคัดลอกลงบน SD card หรือ Storage บนสมาร์ทโฟนแอนดรอยด์
5. เปิดแอปพลิเคชั่น file manager เพื่อดูข้อมูลไฟล์บน sd card หรือ storage กดติดตั้งไฟล์ WiFind.apk

คู่มือการใช้โปรแกรม

ความสามารถของโปรแกรม

1. ระบุตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานในสถานที่ที่เตรียมไว้

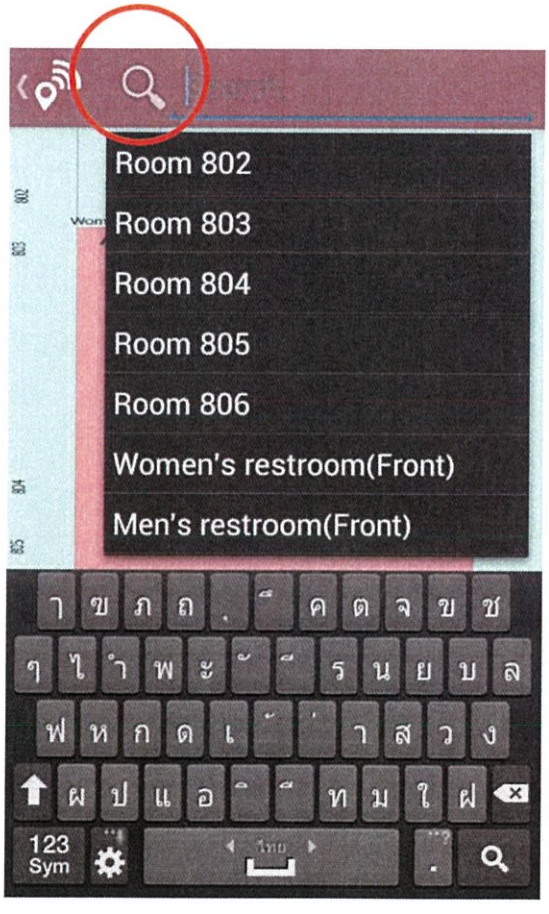
สัญลักษณ์จุดสีฟ้าแสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 1



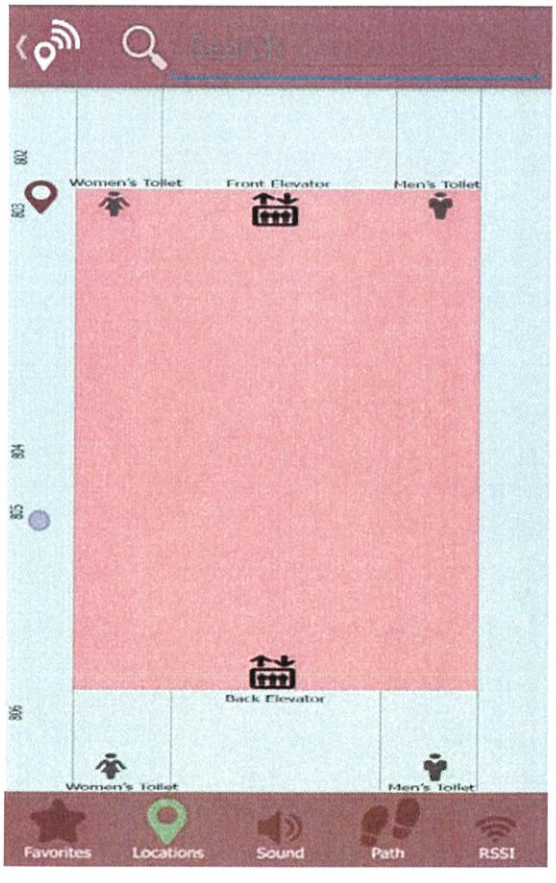
รูปที่ 1

2. ค้นหาสถานที่ที่ต้องการ

ทำการกดที่สัญลักษณ์รูปแว่นขยายเพื่อพิมพ์คำค้นหา และกดที่รายชื่อของสถานที่ที่ต้องการ ดังรูปที่ 2 จะมีสัญลักษณ์จุดสีแดงแสดงตำแหน่งสถานที่ที่ต้องการค้นหา ดังรูปที่ 3



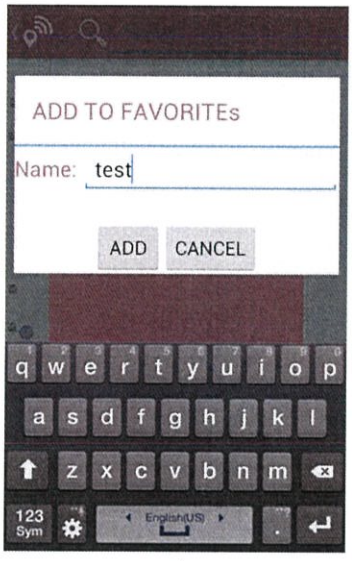
รูปที่ 2



รูปที่ 3

3.เพิ่มสถานที่โปรด

กดตำแหน่งสถานที่ที่ต้องการค้างไว้ในแผนผังหน้าของแอปพลิเคชั่น จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมา ดังรูปที่ 4 เพื่อบันทึกชื่อสถานที่โปรด

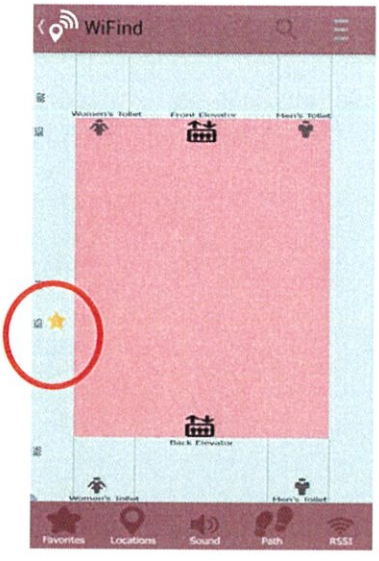


รูปที่ 4

เมื่อกด ADD เพิ่มสถานที่แล้ว จะแสดงรายชื่อสถานที่โปรดดังรูปที่ 5

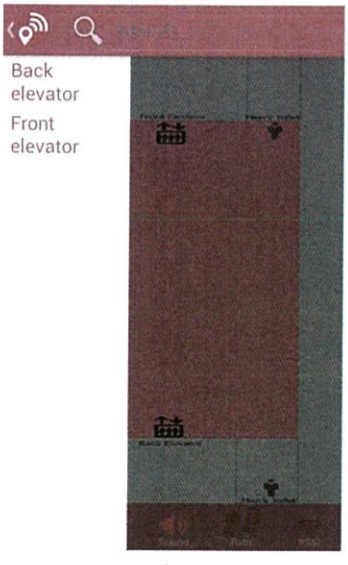
รูปที่ 5

เมื่อกดที่ชื่อสถานที่ที่เพิ่มขึ้นมา จะแสดงสัญลักษณ์รูปดาวที่บอกถึงตำแหน่งของสถานที่โปรด ดังรูปที่ 6



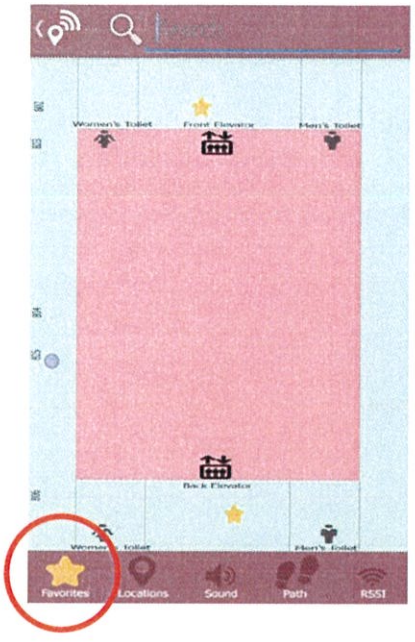
รูปที่ 6

หากเพิ่มสถานที่โปรด สถานที่นั้นจะเพิ่มไปในรายการด้านข้างต่อจากรายงานที่มีอยู่ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7

กดสัญลักษณ์รูปดาวเพื่อแสดงสถานที่โปรดทั้งหมดในรายการ ดังรูปที่ 8



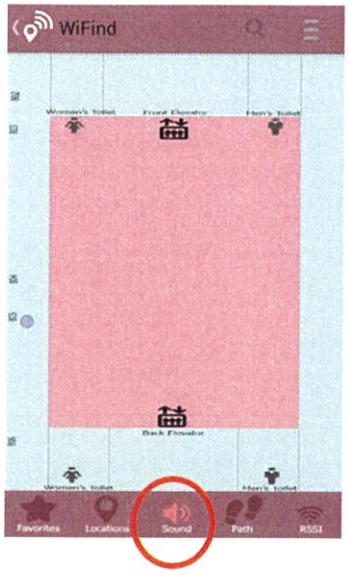
รูปที่ 8

ลบสถานที่โปรดที่บันทึกไว้ โดยการกดชื่อสถานที่ในรายชื่อของสถานที่โปรดที่ต้องการลบในค้างไว้ จากนั้นจะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาดังรูป กด YES เพื่อลบ ดังรูปที่ 9

รูปที่ 9

4. เปิด/ปิด เสียงแจ้งเตือนเมื่อเข้าใกล้สถานที่ที่ต้องการไป

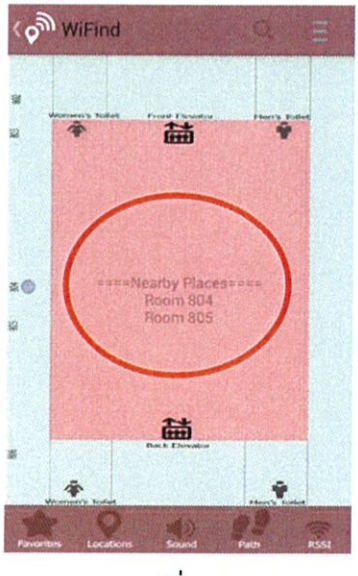
กดที่สัญลักษณ์รูปเครื่องเสียงเพื่อเปิดเสียง กดอีกครั้งเพื่อปิดเสียง ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10

5. แสดงสถานที่ที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน

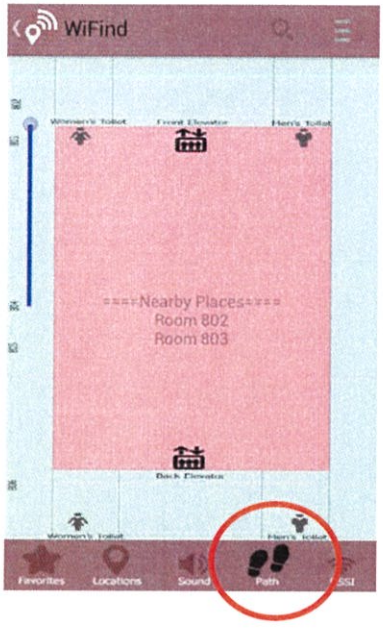
โดยมีข้อความแสดงกลางหน้าแอปพลิเคชั่นเพื่อบอกถึงชื่อสถานที่ที่ผู้ใช้งานอยู่ใกล้ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11

6. แสดง/ซ่อน เส้นทางที่ผู้ใช้เคยเดินทางผ่าน

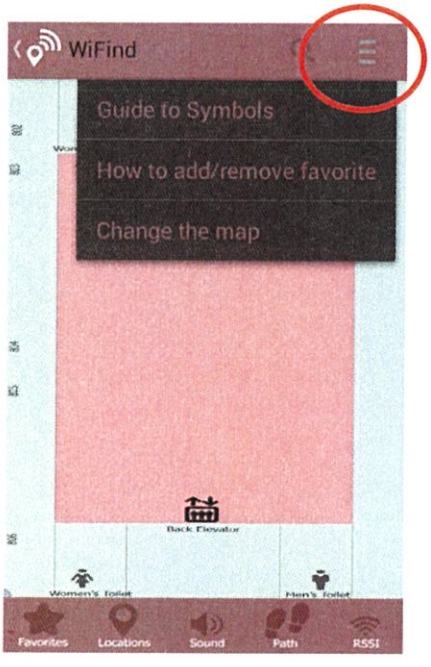
กดที่สัญลักษณ์รูปเท้าเพื่อแสดงเส้นทางที่ผู้ใช้ได้เดินผ่าน กดอีกครั้งเพื่อซ่อน ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12

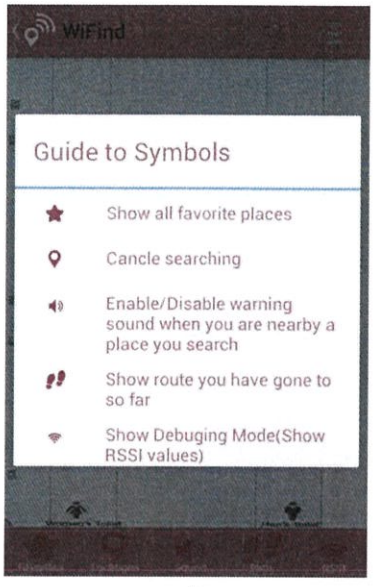
7. รายการเพิ่มเติมอื่นๆ

กดที่มุมขวาบนของแอปพลิเคชั่นเพื่อดูรายการเพิ่มเติม ดังรูปที่ 13



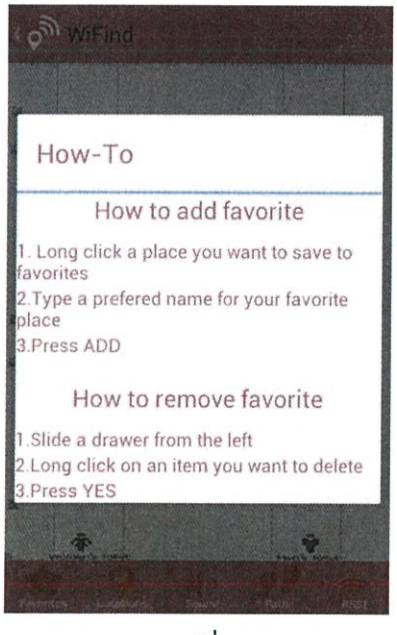
รูปที่ 13

กดที่ Guide to Symbols เพื่ออ่านคำอธิบายสัญลักษณ์ ดังรูปที่ 14



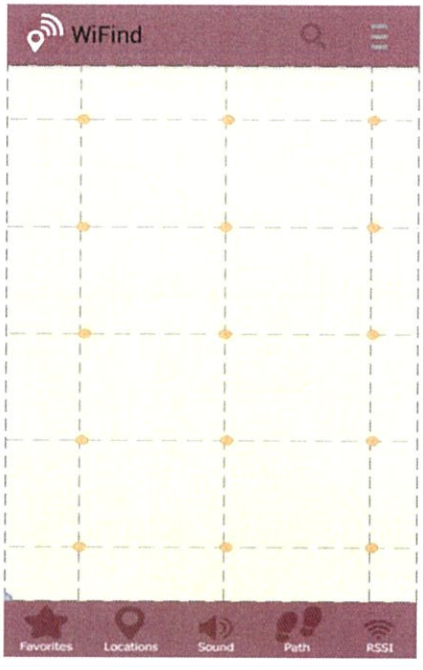
รูปที่ 14

กดที่ How to add/remove favorite เพื่ออ่านคำอธิบายวิธีการใช้งานการเพิ่มและลบสถานที่โปรด ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15

กดที่ Change the map เพื่อเปลี่ยนแผนที่สถานที่ที่ต้องการระบุตำแหน่ง ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16