# รายงานการสำรวจโครงงาน

# เรื่อง แอพลิเคชันระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย

นางสาวสุจิตรา บุญศรีไหว รหัส 520610487

# โครงงานนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2555

# PROJECT No. 32/2012

Position Tracking with Wi-Fi for Mobile Applications

Sujittra Boonsriwai Code 520610487

A project submitted in Partial Fulfillment of Requirement

For the degree of Bachelor of Engineering

Department of Computer Engineering

Faculty of Engineering Chiang Mai University

2012

หัวข้อโครงงาน	หัวข้อโครงงาน : แอพลิเคชันระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย Position Tracking with Wi-Fi for Mobile Applications						
	<ul><li>: สุจิตรา บุญศรีไหว</li><li>: อ.ดร.อัญญา อาภาวัชรุ</li><li>: วิศวกรรมคอมพิวเตอร์</li><li>: 2555</li></ul>	รหัสนักศึกษา 520610487 ตม์					
		าสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่ เสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์					
	(รศ.ดร.ตรัสพงศ์ ไทยอุปถัมภ์ คณะกรรมการสอบโครงงาน	หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ก์)					
		ประธานกรรมการ ( อ.ดร.อัญญา อาภาวัชรุตม์ )					
		( อ.ดร.พฤษภ์ บุญมา )					

.....กรรมการ

( อ.ดร.ภาสกร แช่มประเสริฐ )

หัวข้อโครงงาน : แอพลิเคชันระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย

Position Tracking with Wi-Fi for Mobile Applications

โดย : สุจิตรา บุญศรีไหว รหัสนักศึกษา 520610487

อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.ดร.อัญญา อาภาวัชรุตม์

ภาควิชา : วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา : 2555

#### บทคัดย่อ

โครงการ Position Tracking with Wi-Fi เป็นโครงงานพัฒนาแอพลิเคชัน( Application)บนสมา ร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ซึ่งมีผู้ใช้งานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในปัจจุบันเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ในการค้นหาตำแหน่งภายในอาคาร และอธิบายข้อมูลของสถานที่ใกล้เคียงภายในบริเวณอาคาร ซึ่งปัจจุบันมี ข้อจำกัดของสัญญาณ GPS เนื่องจากด้านความเข้มของสัญญาณและความคลาดเคลื่อนในการคำนวณตำแหน่ง ซึ่งทำให้ GPS ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้แม่นยำเมื่ออยู่ในอาคารหรือสถานที่คับแคบ โครงงานนี้จะสามารถ แก้ไขปัญหาในเรื่องนี้ โดยจะสามารถระบุตำแหน่งเพื่อให้ผู้ใช้งานซึ่งไม่เคยเข้าภายในอาคารนั้นๆหรือผู้ที่มีธุระ ติดต่องานได้ค้นหาตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว(Real time)

โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นมาโดยใช้สัญญาณไร้สายจากอุปกรณ์เครือข่าย (access point) และ โทรศัพท์(mobile) วิธีการระบุตำแหน่งโดยอ้างอิงจากข้อมูลค่าความแรงของสัญญาณคลื่น (RSSI:Receive Signal Strength Indicator) ที่ส่งมาจากอุปกรณ์ไร้สาย ใช้อัลกอริทึม คือ Triangulationร่วม กับfingerprinting เพื่อในการคำนวณระยะทางระหว่างจุดรับและจุดส่งสัญญาณในส่วนเนื้อหาของแอพลิเคชัน นั้นผู้พัฒนาจะพัฒนาในรูปแบบที่เรียบง่าย ใช้งานง่าย เพื่อให้ครอบคลุมกลุ่มเป้าหมายในการใช้งานทุกเพศและ ทุกวัย ใช้งานได้สะดวกในรูปแบบของสมาร์ทโฟน และเป็นการแนะนำสถานที่สำหรับผู้ที่สนใจข้อมูลของสถาน ที่นั้นๆในการใช้ประโยชน์ได้สูงสุด

Project Title : Position Tracking with Wi-Fi for Mobile Applications

By : Sujittra Boonsriwai Student ID 520610487

Project Advisor : Anya Apavatjrut, Ph.D.

Department : Computer Engineering

Academic Year : 2012

#### Abstract

This project aims at developing an android application that allow the users to track their location within a building. Due to the limitation of GPS positioning that usually provides inaccurate coordinates when deployed inside the building, the objective of this project is to develop an android application for mobile phones and tablets that allows the users locate themselves using WIFI access points. The users can determine how far they are from each access point by measuring the received signal strength. By applying several algorithms such as trilateration and WIFI fingerprint, the relative position of the users within the building can be estimated.

#### กิตติกรรมประกาศ

โครงงานแอพลิเคชันระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย (Position Tracking with Wi-Fi for Mobile Application) นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์ สนับสนุน ความช่วยเหลือจาก อ.ดร.อัญญา อาภาวัชรุตม์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ วิธีการและ แนวทางในการแก้ไขปัญหาในทุกๆด้าน ตลอดจนตรวจสอบโครงงานนี้จนเสร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบคุณ อ.ดร.พฤษภ์ บุญมา และ อ.ดร.ภาสกร แช่มประเสริฐ ซึ่งเป็นกรรมการโครงงานที่ให้คำ ปรึกษาแนะนำแนวทางและความเป็นไปได้ของโครงงานจนประสบผลสำเร็จ ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำในการแก้ปัญหาและให้ความช่วยเหลือนักศึกษาในทุกๆด้าน ทำให้โครงงานนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไป ด้วยดีตลอดจนเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเกื้อหนุนการทำงานครั้งนี้ ด้วยดีเสมอ มา

ขอขอบคุณทุกปัญหาและทุกอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานนี้ที่ทำให้สามารถปรับตัวและ หาแนวทางในการแก้ไขซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับชีวิตการทำงานจริง ตลอดจนขอขอบคุณเพื่อนๆทุก คนที่ร่วมเล่าเรียนศึกษาด้วยกันมา ให้ความช่วยเหลือด้านต่างๆให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาจนโครงงานนี้ สำเร็จลงได้

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณพ่อ แม่ ที่อบรมเลี้ยงดูเราตั้งแต่เด็กจนปัจจุบัน คอยห่วงใยและให้กำลังใจในการ ทำงานตลอดมา หากโครงงานนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ก็ขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

> สุจิตรา บุญศรีไหว 7 กุมภาพันธ์ 2555

## สารบัญ

		หน้า
หน้าอนุมัติ	าิโครงงาน	ก
บทคัดย่อ		ข
Abstract		ନ
กิตติกรรม	ประกาศ	1
สารบัญ		ঀ
สารบัญรูป	<b>ปภาพ</b>	ช
สารบัญตา	าราง	ฌ
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ที่มาของโครงงาน	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 เป้าหมายและขอบเขตของโครงงาน	2
	1.4 กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม	2

	1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้	3
	1.6 ระยะเวลาและขั้นตอนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2	ทฤษฎี	5
	2.1 Wireless LAN หรือ Wi-Fi	5
	2.2 มาตรฐาน Wireless LAN	6
	2.3 วิธีการหาตำแหน่งโดยเทคนิคต่างๆ	8
	2.4 หลักการระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย	12
	2.5 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของสัญญาณ	13
	2.6 การสูญเสียกำลัง (path loss)	15
	2.7 เทคนิคที่ใช้ในการคำนวณค่าจาก RSSI เปรียบเทียบกันเพื่อระบุตำแหน่ง	16
บทที่ 3	โครงสร้างและหลักการทำงานของระบบ	21
	3.1 ภาพรวมของแอพลิเคชั่น	21
	3.2 รายละเอียดโปรแกรมที่จะพัฒนา	22
	3.3 ส่วนการเก็บค่าสัญญาณเพื่อใช้อ้างอิงและคำนวณ	22
	3.4 ส่วนของการแสดงผลลัพธ์	24
บทที่ 4	อินเตอร์เฟซ	25
	4.1 รูปแบบของ interface	25
	4.2 สำหรับผู้ใช้ในการระบุตำแหน่ง	25
	4.3 สำหรับผู้ใช้ในการค้นหาห้องต่างๆ	26
	4.4 วิธีใช้	26
	4.5 หน้าอินเตอร์เฟซทั้งหมดของแอพลิเคชันนี้	27
บทที่ 5	ผลการทดสอบโปรแกรมและอภิปรายผลการทดสอบโปรแกรม	31
	5.1 สถานที่ทดสอบแอพลิเคชัน	31
	5.2 การวัดความแรงของสัญญาณ	33
	5.3 ผลการทดสอบโปรแกรม	37
บทที่ 6	สรุปและข้อเสนอแนะ	42
	6.1 สรุปผลโครงการ	42
	6.2 ปัญหาและอุปสรรค	42
	6.3 แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ร่วมกับงานอื่นๆในขั้นต่อไป	43
เอกสารอ้	างอิง	44
ภาคผนวก		45
	คู่มือการติดตั้งแอพพลิเคชันระบุตำแหน่งโดยระเอียด	45
	คู่มือการใช้งานแอพลิเคชั่นระบุตำแหน่งโดยระเอียด	47

# สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูป 2-1 การรับ-ส่งข้อมูลโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย	6
รูป 2-2 โปรโตคอลที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง	8
รูป 2-3 ตัวอย่าง Time Of Arrival (TOA)	10
รูป 2-4 ตัวอย่าง Time Difference of Arrival (TDOA)	10
รูป 2-5 แสดงวิธีการคำนวณหามุมโดยการใช้ความแตกต่าง	ของ TOA 11
รูป 2-6 AOA สามารถคำนวณได้จาก RSS ratio ระหว่าง D	irectional antennas 11
้ รูป 2-7 แสดงหลักการระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้ส	าย 12
รูป 2-8 ตัวอย่างแสดงลักษณะการสะท้อนและการส่งผ่านข	องคลื่นสัญญาณ 13
้ รูป 2-9  ตัวอย่างแสดงลักษณะการเลี้ยวเบนของคลื่นสัญญา	าณ และการกระเจิง 14
รูป 2-10  เปรียบเทียบระยะทางที่วัดได้ (แกน x เมตร) กับค	
รูป 2-11 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณกับ Trilateration	16
รูป 2-12 Trilateration	17
้ รูป 2-13  ตำแหน่งจุดที่เก็บข้อมูลความเข้มของสัญญาณ RS	SSI โดยใช้เทคนิค finger printing 19
รูป 2-14 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	20
รูป 3-1 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของแอพลิเคชัน	21
รูป 3-2 โครงสร้างและการทำงานของการระบุตำแหน่ง	22
รูป 3-3 ไฟล์ที่เก็บอยู่ในโปรแกรม	23
รูป 4-1 แอพลิเคชันสามารถคำนวณตำแหน่งของผู้ใช้ได้โดย	ไม่มีความคลาดเคลื่อนมากนัก 25
รูป 4-2 แอพลิเคชันสามารถแสดงรายระเอียดของห้องที่ค้น	เหา และข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ 26
รูป 4-3 ส่วนแสดงวิธีใช้งานแอพลิเคชัน	26

รูป เ	4-4	หน้าแรกของแอพลิเคชั้น และฟังก์ชันการใช้งานต่างๆ	27
รูป เ	4-5	แผนที่ที่ระบุตำแหน่งที่ผู้ใช้ค้นหา	28
รูป เ	4-6	ช่องสำหรับค้นหาสถานที่/ห้องที่ต้องการ	28
รูป เ	4-7	หน้ารายระเอียดของห้องที่	29
รูป เ	4-8	หน้าแสดงข้อมูลสัญญาณที่รับได้ ณ จุดที่ยืนอยู่	29
รูป เ	4-9	หน้าวิธีใช้งานแอพลิเคชันนี้	30
รูป :	5-1 5	รูปแผนที่บริเวณชั้น 4 ตึกสามสิบปีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มช.	31
รูป !	5-2	ทำการแบ่งแฟนที่ออกเป็นพิกัดเพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง	31
รูป !	5-3	ระบุตำแหน่ง access point ที่ใช้	32
รูป !	5-6	บริเวณที่ทำการทดสอบคือ	32
รูป !	5-7	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกันค่าความเข้มของสัญญาณ	34
รูป !	5-8	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกันค่าความเข้มของสัญญาณ	34
รูป !	5-9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกันค่าความเข้มของสัญญาณ	35
รูป !	5-10	กราฟแสดงความแรงของสัญญาณ RSSI จาก AP และ ระยะจากสูตร free space loss	35
รูป .	5-11	กราฟแสดงความแรงของสัญญาณ RSSI จาก AP และ ระยะจากโมเดลที่สร้างขึ้นโดยใช้สูตร	36
รูป !	5-12	แสดงตำแหน่งที่เก็บข้อมูลค่าความเข้มของสัญญาณ RSSI	40
รูป !	5-13	แสดงตัวอย่างหน้าอินเตอร์เฟซขณะใช้งานจริง	41

# สารบัญ**ตาราง**

	หน้า
ตาราง 1-1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน	4
ตาราง 2-1 มาตรฐาน IEEE	7
ตาราง 3-1ตัวอย่างการเก็บค่าสัญญาณ MAC,พิกัด(x,y) และ RSSI	22
ตาราง 3-2 ตัวอย่างภายในไฟล์ที่เก็บไว้ในโปรแกรม	23
ตาราง 3-3 ตัวอย่างข้อมูลที่บันทึกค่า real time เพื่อนำมาคำนวณระบุตำแหน่งของผู้ใช้	23
ตาราง 5-1 แสดงตัวอย่างค่าความแปรปรวนของตำแหน่งจุดใดจุดหนึ่งทดสอบ 20 ครั้ง	33
ตาราง 5-1แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยวิธี trilateration บริเวณทางเดิน	37
ตาราง 5-2 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-1	37
ตาราง 5-3แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยวิธี trilateration บริเวณทางเดิน	38
ตาราง 5-4 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-3	38
ตาราง 5-5แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยโมเดลที่จำลองขึ้นตามสูตร บริเวณทางเดิน	38
ตาราง 5-6 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-5	39
ตาราง 5-7 แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยโมเดลที่จำลองขึ้นตามสูตร บริเวณในห้อง	39
ตาราง 5-8 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-7	39
ตาราง 5-9 แสดงผลการคำนวณตำแหน่งโดยใช้เทคนิค finger printing	40

#### บทที่ 1

#### บทน้ำ

#### 1.1 ที่มาของโครงงาน

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการช่วยนำทางหรือระบุเป้าหมาย ขึ้นมาเพื่อรองรับผู้ใช้งานใน หลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นระบบนำร่อง (Navigation System)ระบบติดตามยานพาหนะ (Automatic Vehicle Location)การสำรวจพื้นที่ (Survey) เป็นต้นทางผู้พัฒนาได้มีความสนใจที่จะพัฒนาระบบ tracking ขึ้นมาเช่นกัน โดยพุ่งเป้าหมายไปที่การระบุตำแหน่งภายในอาคารที่มีข้อจำกัดทางเทคโนโลยีในการระบุตำแหน่งให้ถูกต้องและแม่นยำ และเป็นไปได้ยากให้สามารถเกิดขึ้นได้ โดยใช้เทคโนโลยีคลื่นสัญญาณไร้สาย Wi-Fi เข้ามาใช้โครงงานนี้พัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์ที่สามารถทำงานได้บนโทรศัพท์มือถือที่มี ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีการนำค่าความแรงของสัญญาณมาใช้โดยวัดจากค่า Receive Signal Strength Indicator (RSSI) ซึ่งเมื่อพิจารณาการนำค่า RSSI มาใช้งานในระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย จะพบว่าค่า RSSI เป็นข้อมูลที่มีอยู่แล้วในการอ่านค่าจาก access point ที่กระจายอยู่ทั่วบริเวณอาคารและปล่อยสัญญาณออก มาตลอดเวลาเพื่อให้สามารถเข้าใช้อินเตอร์เน็ตได้อย่างสะดวกโดยความแรงของสัญญาณที่ปล่อยออกมานั้น สามารถวัดค่าความแรงได้จากค่า RSSI ซึ่งจะแปรผกผันกับระยะทางระหว่างอุปกรณ์ที่รับสัญญาณ ดังนั้นจึง สามารถคำนวณหาระยะทางระหว่าง อุปกรณ์รับสัญญาณและ access point ได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- 1. โปรแกรมสามารถระบุตำแหน่งของบุคคลได้อย่างถูกต้องภายในอาคาร
- 2. ใช้งานได้สะดวกง่ายและรวดเร็วในการค้นหาตำแหน่ง
- 3. สามารถค้นหาสถานที่ที่ต้องการไปภายในอาคาร
- 4. แอพลิเคชันสามารถระบุข้อมูลของอาคารในบริเวณใกล้เคียงได้

#### 1.3 เป้าหมายและขอบเขตของโครงงาน

#### เป้าหมาย

1. แอพลิเคชันมีความสมบูรณ์สามารถทำงานได้จริงตอบสนองความต้องการของผู้ใช้

- จำนวนมากได้
- 2. สร้างแอพลิเคชั่นที่สามารถคำนวณหาตำแหน่งโดยประมาณของบุคคลในอาคารโดยอาศัย สัญญาณคลื่นไร้สาย( Wi-Fi )
- 3. สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพที่สอดคล้องกับตำแหน่งของข้อมูลได้เช่น สถานที่และให้ รายละเอียดที่เกี่ยวข้อง
- 4. นำไปใช้ ประยุกต์ในการช่วยค้นหาเส้นทางไปยังสถานที่ที่ต้องการได้
- 5. แอพลิเคชั่นเป็นต้นแบบในการพัฒนาไปยังบริเวณอาคารสถานที่ที่มีความสำคัญอื่นๆได้

#### ขอบเขต

- 1. ความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่งไม่เกิน 5 เมตร
- 2. สถานที่ในการทดสอบการระบุตำแหน่งคือบริเวณทางเดินชั้น 4 ตึกสามสิบปี คณะ วิศวกรรมศาสตร์

## 1.4 กลุ่มผู้ใช้โปรแกรม

กลุ่มผู้ที่ใช้งานตึกสามสิบปีคณะวิศวกรรมศาสตร์ หรือผู้ที่มาติดต่องาน ทุกเพศทุกวัย

# 1.5 เทคโนโลยีและเครื่องมือที่ใช้

## เทคโนโลยีที่ใช้

- การคำนวณระยะทางโดยใช้ค่าจาก wifi

## เครื่องมือที่ใช้

<u>ซอฟแวร์</u>

- Eclipse
- photoshop
- Mathlab

## ฮาร์ดแวร์

- smart phone for android OS 2.3.3

## 1.6 ระยะเวลาและขั้นตอนการดำเนินงาน

ระยะเวลา

ผู้จัดทำโครงการได้วางแผนการดำเนินงานของโครงการจากเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ถึง เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 เป็นเวลาทั้งสิ้น 9 เดือน ซึ่งสรุปขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

- 1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งรูปแบบต่างๆ
- 2. หาเครื่องมือและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง
- 3. ศึกษาสัญญาณที่สามารถรับได้และรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ
- 4. ศึกษาวิธีการระบุตำแหน่งด้วยเทคนิคและอัลกอริทึมต่างๆ
- 5. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบคำนวณการระบุตำแหน่ง
- 6. ออกแบบโปรแกรมจำลองการระบุตำแหน่ง+ทดสอบในโปรแกรม matlab
- 7. เปรียบเทียบผลการคำนวณโดยใช้เทคนิคต่าง ๆ
- 8. ออกแบบโครงร่างของแอพลิเคชั่น
- 9. เขียนแอพลิเคชั่น+ทดสอบ+แก้ไข
- 10. รายงานและสรุปผลโครงงาน

กิจกรรม		เดือน												
119119271	ີ່ ມີ.ຍ.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ช.ค.	ม.ค.	ก.พ.					
ศึกษาค้นคว้าข้อมูล														

	_	 							 
หาเครื่องมือและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง									
ศึกษาสัญญาณที่สามารถรับได้และรูป แบบการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ									
ศึกษาวิธีการระบุตำแหน่งด้วยเทคนิค และอัลกอริทึมต่างๆ									
วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาออกแบบ คำนวณการระบุตำแหน่ง									
ออกแบบโปรแกรมจำลองการระบุ ตำแหน่ง+ทดสอบ									
เปรียบเทียบผลการคำนวณโดยใช้ เทคนิคต่าง ๆ									
ออกแบบโครงร่างของแอพลิเคชั่น									
เขียนแอพลิเคชั่น+ทดสอบ+แก้ไข									
รายงานและสรุปผลโครงงาน									

ตาราง 1-1 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินงาน

บทที่ 2

ทฤษฎี

# 2.1 Wireless LAN หรือ Wi-Fi

เป็นระบบสื่อสารที่อุปกรณ์สื่อสารกันได้โดยการใช้สัญญาณคลื่นความถี่ไร้สาย เป็นระบบการสื่อสารที่มีความ คล่องตัวมากซึ่งนำมาใช้การสื่อสารแบบเดิม(LAN) มีเทคโนโลยีในการสื่อสารแบบนี้อยู่สองประเภท คือ แบบใช้ คลื่นความถี่วิทยุ และ แบบใช้สัญญาณอินฟาเรด ใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านอากาศ ทะลุกำแพง เพดานหรือสิ่ง ก่อสร้างอื่นๆโดยปราศจากการเดินสายและมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับการระบบ LAN แบบใช้ สายการเคลื่อนย้ายสะดวก

สำหรับการใช้แบบคลื่นความถี่วิทยุนั้นสามารถส่งไปในระยะทางที่ไกลได้ สามารถส่งไปได้รอบทิศ และส่งผ่านสิ่งกีดขวางหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดความขัดข้องของสัญญาณ เช่น สภาพอากาศได้ดี มีหลักการการ ส่ง 4 ขั้นตอนคือ

- 1. ส่งคลื่นไปยังเครื่องส่งสัญญาณวิทยุโดยเปลี่ยนข้อมูลที่ส่งจากดิจิตอลเป็นอนาลอก โดยที่จะมีการ์ด สำหรับแปลงข้อมูลไบนารี่ไปเป็นคลื่นวิทยุ
  - 2. ส่งคลื่นสัญญาณวิทยุในชุดความถี่สุ่ม เรียกว่า สเปกตรัม สามารถกระโดดข้ามความถี่ได้
- 3. เมื่อมีการส่งข้อมูลถึงผู้รับจะต้องทำการกระโดดข้ามความถี่เหมือนกับผู้ส่งและประมวลสัญญาณ หลังจากนั้นก็กระจายคลื่นวิทยุกลับ
  - 4. คอมพิวเตอร์ที่เป็นตัวรับสัญญาณต้องแปลงข้อมูลที่ส่งมาให้กลายเป็นไบนารี่อีกครั้ง การรับส่งโดยใช้คลื่นวิทยุมี 2 ประเภท
- 2.1.1 แบบคลื่นความถี่แคบ (narrowband) ที่รับส่งโดยแปลงบางช่วงของสเปกตรัมคลื่น แม่ เหล็กไฟฟ้าการใช้งานต้องมีการขออนุญาตก่อนจากFederal Communication Committee และ แบบSpread-Spectrum ที่แปลงสัญญาณของข้อมูลให้ครอบคลุมพื้นที่ความถี่คลื่นวิทยุ มากกว่าป้องกันการ ดักฟัง การใช้แบบคลื่นวิทยุมีอยู่อีก 2 แบบคือ Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) การส่ง สัญญาณใช้ความถี่เดียวแต่มีการตกลงกันก่อนระหว่างผู้ส่งและผู้รับ และ Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) ใช้การเข้ารหัสโดยการแปลงเป็นเลขฐานสองที่มีความยาวเพิ่มขึ้น โดยการเลือกใช้งานแบบ ต้องการประสิทธิภาพจะใช้แบบ DSSS แต่ถ้าต้องการด้านการใช้ตัวแปลงขนาดเล็กและราคาไม่แพง เช่นใน โน้ตบุ๊ก ก็ควรเลือกแบบ FHSS

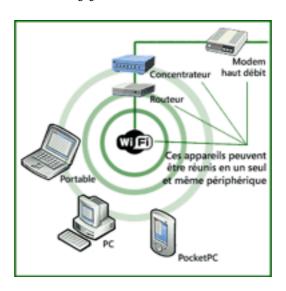
# 2.1.2 สำหรับแบบสัญญาณอินฟราเรด (Infrared)

เป็นความถี่สั้น การการสื่อสารอีกแบบหนึ่งที่ทำงานคล้ายไมโครเวฟมีทิศทางระดับสายตา สามารถนำ มาสื่อสารแบบไร้สายได้แต่ใช้ในระยะทางการสื่อสารระยะสั้นๆ ใช้พลังงานน้อยสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ได้ อย่างรวดเร็วและลักษณะคลื่นไม่รั่วไปที่เครื่องอื่นจึงมีความปลอดภัยสูง

ประโยชน์ของการใช้ระบบไร้สาย คือ มีความคล่องตัวสูงดังนั้นไม่ว่าเราจะเคลื่อนที่ไปทางไหนก็ยังมีการ เชื่อมต่อของสัญญาณตลอดเวลา ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่มากนักและไม่จำกัดอยู่แค่ในบริเวณเดียวท่านั้น ความสะดวกสบายที่ไม่ต้องอยู่กับที่ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้โดยที่ยังสื่อสารอยู่ในระบบเครือข่าย

## 2.2 มาตรฐาน Wireless LAN

มาตรฐานการใช้ความถี่คลื่นไร้สายที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลากหลายมาตรฐาน ซึ่งออกแบบมาเพื่อ ใช้งานในรูปแบบต่างๆแต่มาตรฐานที่เป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางคือมาตรฐานของ The Institute of Electrical and Electronics Engineers( IEEE ) นิยมเรียกว่า WiFi ปัจจุบันมีการพัฒนาและปรับปรุง มาตรฐานให้ดีขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN มีราคาไม่แพงนักและถูกลงเรื่อยๆ อีกทั้งมีสมรรถนะ ในการรับส่งข้อมูลค่อนข้างสูง ง่ายต่อการติดตั้งและใช้งาน ซึ่งนิยมใช้งานบนระบบเครือข่ายแลนไร้สายโดยมี กลไกการเข้ารหัสข้อมูลก่อนแพร่กระจายสัญญาณไปบนอากาศพร้อมกับมีการตรวจผู้ใช้งานอีกด้วย



รูป 2-1 การรับ-ส่งข้อมูลโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย

# โดยมาตรฐานนี้ยังมีมาตรฐานย่อยอีกโดยใช้ตัวอักษรต่อท้าย ดังนี้

มาตรฐาน IEEE	ย่านความถี่	อัตราการรับ-ส่ง	เทคโนโลยีที่ใช้
IEEE 802.11a	5.8 GHz	54 Mbps	OFDM
IEEE 802.11b	2.45 GHz	11 Mbps	DSSS
IEEE 802.11g 2.4 GHz		54 Mbps	OFDM /
TEEE 002.119	2.4 GHZ	34 Mibbs	Security

#### ตาราง 2-1 มาตรฐาน IEEE

IEEE 802.11a มาตรฐานนี้ใช้การเชื่อมต่อที่ความถี่สูงๆมีระยะรับส่งที่ค่อนข้างใกล้ ประมาณ 35 เมตรสามารถทะลุทะลวงโครงสร้างตึกได้มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยอัตราความเร็วสูงสุด 54 เมกะ บิตต่อวินาที โดยใช้คลื่นวิทยุย่านความถี่ 5 กิกะเฮิรตซ์ มีระยะสั้นและราคาแพงจึงเป็นที่นิยมใช้น้อยไม่อนุญาต ใช้ในประเทศไทย

IEEE 802.11b เป็นย่านความถี่ที่อนุญาตให้ใช้งานในแบบสาธารณะทางด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้มีชนิด ทั้งผลิตภัณฑ์ที่รองรับ เทคโนโลยี Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สายและเตาไมโครเวฟ สามารถนำไปใช้งานได้ในทุกๆ ประเทศ โดยไม่ จำเป็นต้องขออนุญาตก่อน แต่เนื่องจากเป็นคลื่นความถี่สาธารณะ ดังนั้นอุปกรณ์ไร้สายอื่นๆ จึงใช้คลื่นความถี่

นี้เช่นเดียวกัน เลยทำให้เกิดสัญญาณรบกวนกันได้ง่ายมาก ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying)ร่วมกับเทคโนโลยี DSSS

IEEE 802.11g พัฒนาขึ้นมาจาก 802.11b โดยยังคงใช้ คลื่นความถี่ 2.4 GHz แต่มีความเร็วในการรับ
- ส่งข้อมูลเพิ่มขึ้นอยู่ที่ระดับ 54 Mbpsและให้รัศมีการทำงานที่มากกว่า IEEE 802.11a พร้อมความสามารถใน
การใช้งานร่วมกันกับมาตรฐาน IEEE 802.11b ได้ (Backward-Compatible) ปัจจุบันและได้เข้ามาทดแทน
ผลิตภัณฑ์ที่ รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11

ในทางปกติแล้ว การเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์สองชิ้น นั่นคือ

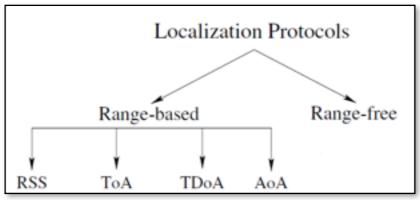
- 2.2.1 <u>แอคเซสพอยต์</u> คือตัวกลางที่ช่วยในการติดต่อระหว่าง ตัวรับ-ส่งสัญญาณ wireless ของผู้ใช้
- 2.2.2 <u>ตัวรับ-ส่งสัญญาณไวเลส</u> ทำหน้าที่รับ-ส่ง สัญญาณ ระหว่างตัวรับส่งแต่ละตัวด้วยกัน หลังจากที่เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายนี้ได้เกิดขึ้น ก็ได้เกิดมาตรฐานตามมาอีกมายมาย โดยที่การจะเลือกซื้อ หรือเลือกใช้อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายเหล่านั้น เราจำเป็นจะต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นั้นๆ รวมถึง ความเข้ากันได้ของเทคโนโลยีที่ต่างๆด้วย

## 2.3 วิธีการหาตำแหน่งโดยเทคนิคต่างๆ

Tracking หรือ การติดตาม หมายถึง การกำหนดตำแหน่งของตัวจับสัญญาณโดยการติดสัญลักษณ์ บนวัตถุที่ต้องการ เพื่อให้ทราบตำแหน่งข้อมูลของสิ่งที่ต้องการ โดยผ่านการสื่อสายบนเครือข่ายคลื่นไร้สาย เช่น access point สำหรับตัวอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตามตัวอย่างเช่น เซนเซอร์ หากต้องการตำแหน่งของวัตถุ ตัวเซนเซอร์ก็จะสามารถส่งข้อมูลตำแหน่งของวัตถุนั้นๆส่งข้อมูลผ่านทาง access point เช่น การหาตำแหน่ง ของรถยนต์ด้วยโทรศัพท์มือถือ

Positioning หรือ การระบุตำแหน่ง หมายถึง เมื่ออุปกรณ์ได้รับข้อมูลที่ส่งมาจากตัวส่งข้อมูลแล้ว อุปกรณ์นั้นจะเก็บข้อมูลเอาไว้โดยไม่มีการเชื่อต่อแบบไร้สายอีก โดยที่อุปกรณ์ชนิดอื่นไม่สามารถอ่านได้

สำหรับโปรโตคอลที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง มีดังนี้



รูป 2-2โปรโตคอลที่ใช้ในการระบุตำแหน่ง

วิธีการระบุตำแหน่งสามารถทำได้หลายวิธี ในการพิจารณาความเหมาะสมเพื่อระบุตำแหน่งของวัตถุที่ ต้องการร่วมกับอุปกรณ์อ้างอิง RSS TOA TDOA และ AOA เป็นวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการวัดระยะทาง ระหว่างอุปกรณ์ปล่อยสัญญาณคลื่นไร้สาย ซึ่งมีการวัดค่ามาตรฐานทั้งการวัดแบบเวลาและระยะทาง ความน่า เชื่อถือของข้อมูลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับวิธีที่นำมาใช้ และอังกอริทึมที่ใช้ และอุปกรณ์ที่เป็นที่ยอมรับตรง ตามมาตรฐาน

# เทคนิคต่างๆ เพื่อใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งของวัตถุ มีดังนี้

- 1. Received Signal Strength Indicator (RSSI)
- 2. Time Of Arrival (TOA)
- 3. Time Different Of Arrival (TDOA)
- 4. Angle Of Ariival (AOA)

#### 2.3.1 Received-signal-strength (RSSI)

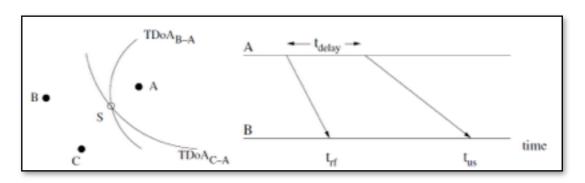
สำหรับวิธี RSS อาศัยหลักการลดทอนของสัญญาณ (Signal attenuation) ต่อระยะทางมาวัดความ แรงของสัญญาณซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการคำนวณหาระยะห่างของอุปกรณ์และวัตถุที่ต้องการ ตำแหน่ง เทคนิคในการวัดความแรงของ สัญญาณจะใช้วงจรที่แปลงค่าความแรงของสัญญาณมาเป็นความแรง ของแรงดันไฟฟ้า (RSSI)

ในการใช้วิธีนี้ในการคำนวณระยะทางมีข้อดีคือ สามารถติดตั้งได้ง่าย เหมาะสำหรับการวัดค่าของ สัญญาณในอาคารหรือสถานที่รุ่ม ใช้ฮาร์ดแวร์ที่มีราคาไม่สูงมากนัก สำหรับอุปกรณ์โดยทั่วไปจะมีค่า RSSI อยู่ แล้วภายในอุปกรณ์ จึงทำให้สะดวกในการเรียกใช้ข้อมูลที่ต้องการมาใช้ในโครงงานนี้เป็นอย่างมาก และไม่ จำเป็นต้องเพิ่มอุปกรณ์ใด ๆอีก

เพื่อให้ข้อมูล RSSI ที่ได้รับจากอุปกรณ์มีความน่าเชื่อถือมากขึ้นจึงควรที่จะมีการพัฒนาระบบที่มีการ วัดค่าของสัญญาณและมีการเก็บข้อมูลไว้หลายๆครั้ง เพื่อให้โอกาสในการเกิดความผิดพลาดน้อยลง สำหรับวิธี การหาตำแหน่งโดยใช้ค่า RSSI นี้ไม่เป็นผลดีต่อการในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ความแม่นยำสูง ซึ่งมีการ แปรปรวนของสัญญาณคลื่นไร้สายมาเกี่ยวข้อง และปัจจัยของการสะท้อน และการหักเหของคลื่นสัญญาณ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสัญญาณมาจากหลายทิศทาง

#### 2.3.2 Time-of-Arrival (TOA)

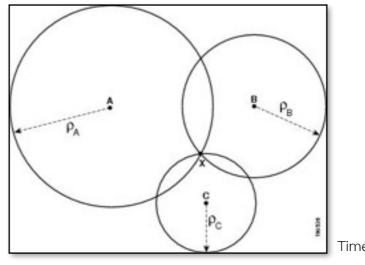
เป็นวิธีการวัดโดยใช้ช่วงเวลาในการรับ ส่งสัญญาณ วิธีการคำนวณเวลาอาศัยหลักการบันทึกช่วงเวลา ของสัญญาณของเครื่องส่งไปยัง เครื่องรับ โดยมีวิธีการคือต้องกำหนดเวลาในการรับส่งให้เป็นเวลาที่เท่ากัน ก่อน ประสานงานเวลาให้ตรงกัน ทั้งเครื่องรับและเครื่องส่ง (Synchronized) ดังนั้นสัญญาณที่มาถึงเครื่องรับ เมื่อทำการรับส่งข้อมูลแล้วในเวลาที่กำหนดจะทำให้เครื่องรับระบุเวลาที่ใช้ในการส่งได้ และสามารถนำเวลาที่ ใช้นี้ไปคำนวณเพื่อหาระยะทางระหว่างเครื่องรับและเครื่องส่ง ในการประสานงานในเรื่องเวลาอาจไม่แม่นยำ 100% เพราะอาจมีความคลาดเคลื่อนในการส่งสัญญาณหรือสัญญาณเสียหายกลางทางเนื่องจากมีอุปกรณ์ ขวางทำให้เกิดการเลี้ยวเบน สะท้อนกลับ หรือหักเหได้ จึงควรมีการคำนวณความเคลาดเคลื่อนของสัญญาณไว้ ด้วยแนวทางอื่นเช่น การใช้ช่องสัญญาณที่มี 2 สัญญาณมีการแพร่ของสัญญาณที่ต่างกันการเดินทางไปถึง ปลายทางของทั้งสองจะสามารถนำมาวิเคราะห์และคำนวณระยะทางได้แม่นยำมากยิ่งขึ้น



รูป 2-3 ตัวอย่าง Time Of Arrival (TOA)

#### 2.3.3 Time Difference of Arrival (TDOA)

เป็นสัญญาณแม่เหล็กที่เคลื่อนที่เร็วมาก (ความเร็วแสง หรือประมาณ 300,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ซึ่งเวลาในการตอบสนองสั้นมาก หากความเร็วนั้นคงที่ ช่วงเวลาระหว่างการส่ง และรับสัญญาณ ก็สามารถใช้ ระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ได้ หากเป็นการใช้ช่วงเวลา จากเสาสัญญาณสองที่เป็นตัววัด จะเรียกเทคนิคนี้ว่า TDOA ในระบบ GSM นั้นจะเรียกว่า E-OTD (Enchanced Observed Time Difference) แทน TDOA



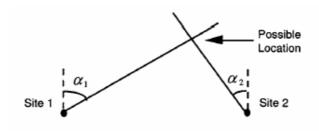
รูป 2-4 ตัวอย่าง

Time Difference

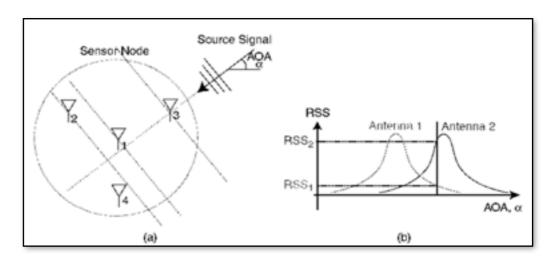
of Arrival (TDOA)

## 2.3.4 Angle of Arrival (AOA)

AOA เป็นวิธีหนึ่งที่จะทำให้สามารถหาทิศทางของสัญญาณได้โดยใช้ Time Difference of Arrival (TDOA)ที่Arrayสำหรับการวัดค่าในแต่ละครั้งของ TDOAสามารถได้โดยการนำค่าสัญญาณที่รับมา มาวัดค่า ความต่างระหว่างเฟส ใน AOA Delay ของการมาถึงของแต่ละ Element จะถูกวัดและแปลงเป็นการวัดแบบ AOA ในการพิจารณาข้อมูลจากตำแหน่งของเซนเซอร์จากมุมที่เซนเซอร์ทำอยู่กับสถานีฐานวิธีการนี้จึงจำเป็น ต้องการพิจารณาจากสถานีฐานอย่างน้อย 2 แห่งด้วยกันตำแหน่งที่ได้นั้นเป็นจุดตัดของเส้นที่ลากทำมุมตามที่ วัดได้ของสถานีฐานแห่งหนึ่งกับเส้นที่ลากทำมุมของอีก สถานีฐานหนึ่ง ทำให้ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มขึ้น จากเดิมคือ Directional antenna เป็นดังรูป



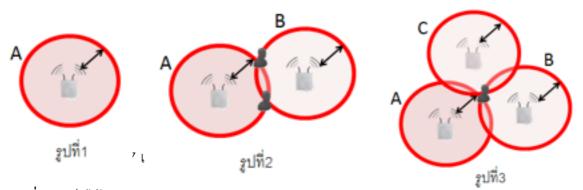
รูป 2-5 แสดงวิธีการคำนวณหามุมโดยการใช้ความแตกต่างของ TOA ของเซนเซอร์ แต่ละตัวในโนด หนึ่งๆ : เซนเซอร์รูปร่าง Y



รูป 2-6 AOA สามารถคำนวณได้จาก RSS ratio ระหว่าง Directional antennas

อย่างไรก็ตามแต่ละวิธียังมีข้อจำกัดอยู่ด้วย การใช้ค่าความแตกต่างของเวลาและการวัดมุมนั้น จำเป็น ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาสูงเพิ่มเข้ามาในระบบ แต่สำหรับค่าความเข้มของสัญญาณนั้นสามารถเรียกใช้ค่าจากตัว อุปกรณ์ปล่อยสัญญาณคลื่นไร้สายได้โดยตรง ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมและการกระจายของสัญญาณวิทยุนั้น สามารถผ่านกำแพงและสิ่งกีดขวางได้โครงงานนี้จึงเลือกใช้ค่าความเข้มของสัญญาณมาเป็นข้อมูลสำคัญในการ วิเคราะห์ตำแหน่งวัตถุ แต่เนื่องจากค่าความเข้มของสัญญาณมีความแปรปรวนเมื่ออยู่ภายในอาคาร และค่าที่ วัดได้แต่ละครั้งนั้นจะไม่คงที่ แต่จะเข้าใกล้ค่าใดค่าหนึ่งเสมอดังนั้นจึงต้องหาวิธีที่จะลดความแปรปรวนของ ความเข้มของสัญญาณเพื่อทำให้สามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

# 2.4 หลักการระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สาย



รูปที่1 จะเห็นได้ว่า หากสัญญาณไร้สายจากอุปกรณ์เพียงจุดเดียวเพอง เมเจอเพาพาเน็นกาษแนะเบน วงกว้าง ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้

รูปที่ 2 เมื่อรับสัญญาณไร้สายจากอุปกรณ์ 2 ตัว จะทำให้สามารถระบุพิกัดได้ แต่จะมีพิกัดจำนวน 2 จุดที่เกิดจากการตัดกันของสัญญาณ ซึ่งก็ยังไม่สามารถระบุตำแหน่งที่ชัดเจนได้

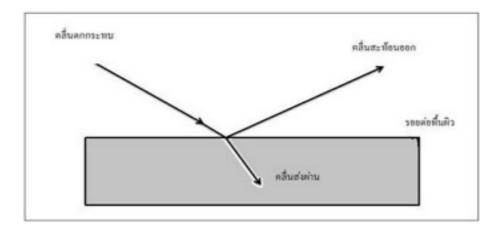
รูปที่ 3 จะสามารถระบุพิกัดได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเครื่องรับสัญญาณคลื่นไร้สาย สามารถรับ สัญญาณ จากอุปกรณ์ได้ 3 ตัวทำให้ตัวเครื่องสามารถคำนวณหาพิกัด ซึ่งเกิดโดยจุดตัด จากสัญญาณไร้สายทั้ง สามตัวได้ ดังนั้นการแสดงพิกัดที่ถูกต้อง ตัวเครื่องที่ใช้รับสัญญาณ mobile จะต้องรับสัญญาณ จาก access point ได้อย่างน้อย 3 ตัวขึ้นไป

# 2.5 ปัจจัยที่ทำให้เกิดความแปรปรวนของสัญญาณ

# การหาระยะทางจากคลื่นสัญญาณไร้สาย

เมื่อรับค่าความเข้มของสัญญาณได้แล้วต้อนำค่านั้นมาประมาณเป็นระยะทางก่อนเพื่อนำระยะทางโดยการประมาณนี้ไปใช้ในสูตรเทคนิคการระบุตำแหน่ง ก่อนอื่นเราต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเดินทางของ คลื่นสัญญาณในแต่ระแบบก่อนว่าในขณะเดินทางมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มของสัญญาณในรูปแบบใดบ้าง สำหรับกลไกต่างๆที่มีผลต่อการส่งผ่านคลื่นสัญญาณคือ การสะท้อน (reflection) การเลี้ยวเบน (diffraction) และการแตกกระจาย (scattering)

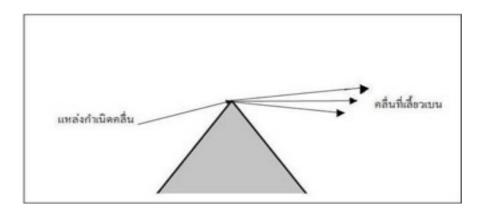
#### 2.5.1. การสะท้อน (reflection)



รูป 2-8 ตัวอย่างแสดงลักษณะการสะท้อนและการส่งผ่านของคลื่นสัญญาณ

การสะท้อนของคลื่นสัญญาณเกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนที่จากสื่อกลางหนึ่งไปสู่อีกสื่อกลางหนึ่งซึ่งสื่อ กลางชนิดที่สองมีพื้นผิวที่ใหญ่กว่าความความคลื่นมากกว่าสิ่งที่เกิดขึ้นก็คือคลื่นบางส่วนจะมีการสะท้อนออก และส่วนที่เหลือก็เคลื่อนที่ผ่านเข้าสู่สื่อกลางชนิดที่สองตัวอย่างเช่น ตึก กำแพง พื้นที่ผิวโลก เป็นต้น

# 2.5.2 การเลี้ยวเบน (diffraction)



รูป 2-9 ตัวอย่างแสดงลักษณะการเลี้ยวเบนของคลื่นสัญญาณ และการกระเจิง

การเลี้ยวเบนเกิดขึ้นเมื่อมีวัตถุบางอย่างมาขวางระหว่างอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณสิ่งที่เกิดขึ้นคือคลื่น สัญญาณจะเลี้ยวอ้อมวัตถุนั้นๆทำให้เรารับสัญญาณได้บางส่วนเพราะถูกลดทอนความแรงไป

## 2.5.3 การกระเจิง (Scattering)

คลื่นสัญญาณจะเกิดการกระเจิงเมื่อเคลื่อนเคลื่อนที่กระทบวัตถุหรือพื้นผิวที่มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับ ความยาวคลื่นของสัญญาณทำให้กระเจิงไปทุกทิศทุกทาง เช่น ป้าย โคมไฟ เสา เปฝันต้น

จากกลไกทั้งสามอย่างทำให้เกิดการลดทอนของสัญญาณ path loss เป็นการลดทอนของสัญญาณที่ แปรตามระยะทางระหว่างตัวส่งและตัวรับสัญญาณโดยที่ค่าเฉลี่ยกำลังของสัญญาณจะลดลงตามค่า d-n โดย d คือ ระยะทางระหว่างภาครับและภาคส่ง ส่วน n เป็นค่าคงที่ค่าหนึ่งมีขนาดแตกต่างกันไปตามสภาพของ บริเวณที่สัญญาณส่งผ่าน

# 2.6 การสูญเสียกำลัง (path loss)

โครงงานนี้คำนวณการสูญเสียกำลังในอากาศว่าง(Free Space Path Loss)

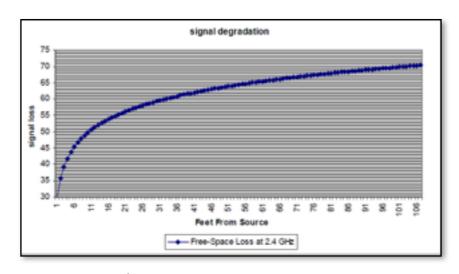
เป็นการลดทอนของความเข้มของคลื่นสัญญาณที่แปรตามระยะทางระกว่างเครื่องส่งและรับสัญญาณการที่ คลื่นแพร่ออกไปเป็นมุมกว้างทำให้ความเข้มของกำลังคลื่นสัญญาณอ่อนตัวลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นใน ลักษณะของ Logarithmic ไม่ใช่แบบ linear

จาก

×

\*

\* ของ free space loss คือ 2

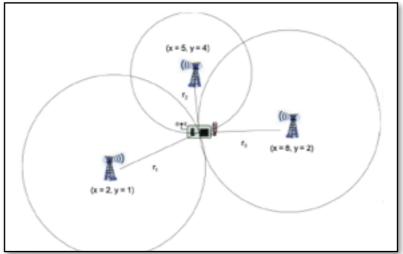


รูป 2-10 เปรียบเทียบระยะทางที่วัดได้ (แกน x เมตร) กับค่าการลดทอนความเข้มของสัญญาณ (แกน y)

# 2.7 เทคนิคที่ใช้ในการคำนวณค่าจาก RSSI เปรียบเทียบกันเพื่อระบุตำแหน่ง ดังนี้

#### 2.7.1 Trilateration

Trilateration คือ การวิเคราะห์ตำแหน่งของวัตถุโดยอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาพิกัดที่ถูก ต้องของระบบ เป็นกฎทางภูมิศาสตร์พื้นฐานที่ช่วยให้เราหาตำแหน่งใดๆ เพียงแค่รู้ระยะทางจากสิ่งที่รู้อยู่แล้ว เครื่องส่งสัญญาณจาก access point ส่งสัญญาณคลื่นวิทยุออกไปยังเครื่องรับสัญญาณ (moblie) ต้องมี อย่างน้อย 3 ตัวจากนั้น หลังจากนั้นทำการประมวลผลจากaccess point ทั้ง 3 ตัวและจะได้ตำแหน่งของ moblie ที่แน่นอน ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณกับ Trilateration ได้



รูป 2-11 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณกับ Trilateration

ในการคำนวณหาตำแหน่งของอุปกรณ์รับสัญญาณทำได้โดยการกำหนดจุดของที่เราต้องการทราบขึ้น มาแล้วใช้ Distance formula เพื่อหาระยะทางงระหว่าง access point ทั้ง 3 กับตำแหน่งของ mobile แล้ว จะได้สมการเชิงเส้นมาวิธีคิดคือ กำหนดตำแหน่งของ access point บนระนาบ (x,y) โดยที่ และรัศมีของ  $r_i; i=1,.....,3.$  โทรศัพท์มือถืออยู่ห่างจาก

access point แต่ละตัวเป็นระยะทาง

 $(x_u,y_u)$  สำหรับตำแหน่งที่ต้องการกำหนดให้เป็น

จะได้สมการเป็น

$$(x_1 - x_u)^2 - (x_3 - x_u)^2 + (y_1 - y_u)^2 - (y_3 - y_u)^2 = r_1^2 - r_3^2$$

$$(x_2 - x_u)^2 - (x_2 - x_u)^2 + (y_2 - y_u)^2 - (y_2 - y_u)^2 = r_2^2 - r_3^2$$

นำมาจัดรูปจะได้

$$2(x_3 - x_1)x_u + 2(y_3 - y_1)y_u = (r_1^2 - r_3^2) - (x_1^2 - x_3^2) - (y_1^2 - y_3^2)$$

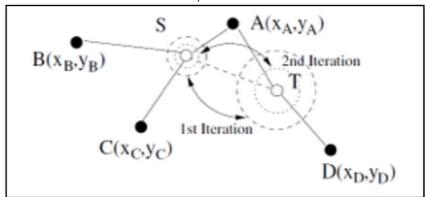
$$2(x_3 - x_2)x_u + 2(y_3 - y_2)y_u = (r_2^2 - r_2^2) - (x_2^2 - x_3^2) - (y_2^2 - y_3^2)$$

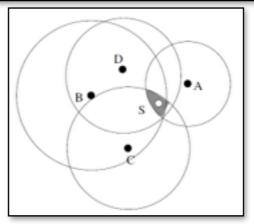
ได้สมการเมตริกเป็น

$$2\begin{bmatrix} x_3 - x_1 & y_3 - y_1 \\ x_3 - x_2 & y_3 - y_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_u \\ y_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (r_1^2 - r_3^2) - (x_1^2 - x_3^2) - (y_1^2 - y_3^2) \\ (r_2^2 - r_2^2) - (x_2^2 - x_3^2) - (y_2^2 - y_3^2) \end{bmatrix}$$

Trilateration นั้นสามารถคำนวณหาได้ทั้งระยะทาง และ ทิศทางของเป้าหมายแต่จะมีข้อเสียตรงที่ว่าเมื่อเวลา ผ่านไปหากเป้าหมายมีการย้ายตำแหน่งอยู่ตลอดเวลา จะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อน สามารถแก้ไขได้โดย การส่งและรับสัญญาณเป็นช่วง ๆ ตามการกำหนดระยะเวลาของผู้ใช้เอง

แต่หากการคำนวณสำหรับอาคารที่ติด access point ที่มากกว่าสามตัวขึ้นไป





รูป 2-12 MultiTrilateration

เราสามารถจัดรูปแบบในการหาค่าโดยที่มี access point จำนวน n ตัว เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการ กำหนดพิกัดของข้อมูล ดังสมการต่อไปนี้

$$2\begin{bmatrix} x_{n} - x_{1} & y_{n} - y_{1} \\ \mathbb{X} & \mathbb{X} \\ x_{n} - x_{n-1} & y_{n} - y_{n-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{u} \\ y_{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (r_{1}^{2} - r_{n}^{2}) - (x_{1}^{2} - x_{n}^{2}) - (y_{1}^{2} - y_{n}^{2}) \\ \mathbb{X} \\ (r_{n-1}^{2} - r_{n}^{2}) - (x_{n-1}^{2} - x_{n}^{2}) - (y_{n-1}^{2} - y_{n}^{2}) \end{bmatrix}$$

แล้วนำมาหาค่าตำแหน่งพิเ ั ที่ต้องการอธิบายเพิ่มเกี่ยวกับ Maximum Likelihood โดยการแทนค่า

$$2A^{T}Ax - 2A^{T}b = 0 \Leftrightarrow A^{T}Ax = A^{T}b$$

หลังจากนั้นทำการแก้สมการเชิงเส้นสองตัวแปร X และ Y ซึ่งเป็นพิกัดของจุดที่คำนวณได้โดยใช้วิธี การทางคณิตศาสตร์นั่นคือ กฎของคาร์เมอร์

โดยกฎของคาร์เมอร์กล่าวว่า โดยกฎของคราเมอร์กล่าวว่า ตัวไม่รู้ค่า ของระบบสมการหาได้จาก

โดย det[A] แทนค่าตัวกำหนดของเมตริกซ์ [A] และ det[A]i แทนค่าตัวกำหนดของเมตริกซ์ [A] หลังจากที่เม ตริกซ์ [A] นี้ ได้เปลี่ยนค่าในแนวแถวตั้ง i ด้วยค่าในเวกเตอร์ {B} แล้ว การหาผลลัพธ์ด้วยวิธีคราเมอร์

#### 2.7.2 fingerprinting

เทคนิค fingerprint สามารถระบุตำแหน่งได้โดยการเก็บข้อมูลของค่า RSSI ไว้ก่อนเพื่อนสามารถนำ ข้อมูลที่ได้จริงมาเทียบกับข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล เทคนิคนี้สามารถทำได้ง่ายและสะดวก สำหรับหารระบุ ตำแหน่งเพื่อให้สามารถประมาณค่าตำแหน่งได้ถูกต้องยิ่งขึ้น การทดลองซ้ำหลายๆครั้งเพื่อให้ค่าลู่เข้าค่าใดค่า หนึ่งที่เหมาะสม และความถี่ในการบันทึกค่า RSSI นี้ยิ่งมีความถี่มาก การนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้ Real Time จะทำให้ดียิงขึ้น สำหรับการใช้เทคนิค fingerprint สามารถทำได้ทันทีด้วยโดยเก็บค่าที่วัดได้จาก RSSI ไปเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บไว้ ตำแหน่งใดที่มีความใกล้เคียงมากที่สุดก็จะประมาณตำแหน่งนั้นเป็นตำแหน่ง ปัจจุบัน



รูป 2-13 ตำแหน่งจุดที่เก็บข้อมูลความเข้มของสัญญาณ RSSI โดยใช้เทคนิค finger printing

สำหรับการเก็บค่าโดยใช้เทคนิคนี้ควรสนใจ ปัจจัยที่ทำให้ค่า RSSI เปลี่ยนด้วย เช่น สถานที่แออัด ที่ที่ คับแคบ หรือแม้กระทั่งจำนวนคนที่อยู่ในห้องต่าง ๆ ถ้าวัดในกรณีไม่มีคนอยู่เลย กับกรณีที่มีการเรียนการสอน อยู่ ค่า RSSI ก็จะไม่เท่ากันอีกด้วย

**เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา** ได้แก่ ภาษาที่ใช้เขียน Tools อื่นๆ ที่ใช้ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม และอื่นๆ



รูป 2-14 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

รายละเอียดโปรแกรมที่จะพัฒนา (Software Specification) ได้แก่ Input/Output Specification

- input : ชื่อของสถานที่ภายในอาคารที่ผู้ใช้ใส่ลงไปเพื่อหาตำแหน่ง การรับสัญญาณคลื่นไร้สาย , การสัมผัสหน้าจอของผู้ใช้

- output : รูปภาพของแผนที่ระบุตำแหน่งผู้ใช้, ข้อมูลของห้องที่ค้นหา

เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการค้นหาตำแหน่งด้วยสัญญาณคลื่นไร้สาย อย่างน้อย 4 ตัว เพื่อบอก ตำแหน่งของผู้ใช้ ซึ่งระยะห่างจากอุปกรณ์ทั้ง 3 กับเครื่องโทรศัพท์ จะสามารถระบุตำแหน่งในอาคารได้ แต่ใน ความเป็นจริงสัญญาณไร้สายมีค่าที่ไม่แน่นอนจึงควรใช้อย่างน้อย 4 ตัว

นอกจากนี้ความแม่นยำของการระบุตำแหน่งนั้นขึ้นอยู่กับตำแหน่งของตัวอุปกรณ์คลื่นไร้สายแต่ละตัว ถ้าระยะห่างระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ห่างกันย่อมให้ค่าที่แม่นยำกว่าที่อยู่ใกล้กัน และยิ่งมีจำนวนมากก็ยิ่งให้ ความแม่นยำมากขึ้น ความแปรปรวนของคลื่นสัญญาณประกอบด้วยประจุไฟฟ้า ความชื้น อุณหภูมิ และความ หนาแน่นที่แปรปรวนตลอดเวลา คลื่นเมื่อตกกระทบ กับวัตถุต่างๆ จะเกิดการหักเหทำให้สัญญาณที่ได้อ่อนลง และสิ่งแวดล้อมในบริเวณรับสัญญาณเช่น มีการบดบังจากสิ่งของ ตู้ โต๊ะ จะมีผลต่อค่าความถูกต้องของความ แม่นยำ เนื่องจากถ้าสัญญาณจากอุปกรณ์มีการหักเหก็จะทำให้ค่าที่คำนวณได้จากเครื่องรับสัญญาณเพี้ยนไป และสุดท้ายก็คือประสิทธิภาพของเครื่องรับสัญญาณว่ามีความไวในการรับสัญญาณแค่ไหนและความเร็วในการ ประมวลผลด้วย

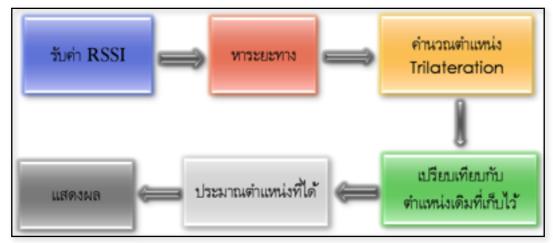
## บทที่ 3

# โครงสร้างและขั้นตอนการทำงาน

#### 3.1 ภาพรวมของแอพลิเคชัน

โครงสร้างและขั้นตอนการทำงานของแอพลิเคชัน ( position tracking with wifi ) แบ่งออกได้ ดังนี้

- 1. ส่วนของการรับสัญญาณจากตัวปล่อยคลื่นสัญญาณไร้สาย access point แต่ละตัวเพื่อนำมาคำนวณและ เปรียบเทียบค่ากับข้อมูลที่มีอยู่ในแอพลิเคชันอยู่แล้ว
- 2. ส่วนของการแปลงค่าจากสัญญาณเป็นระยะทางและคำนวณเป็นพิกัดตำแหน่งของผู้ใช้
- 3. ส่วนของการแสดงผลลัพธ์ เป็นส่วนแสดงผลจากกการคำนวณพิกัดของของใช้จากเทคนิทั้งสองเทคนิคคือ trilateration และ finger print
- 4. ส่วนของการค้นหาตำแหน่งโดยผู้ใช้สามารถระบุเลขห้องที่ต้องการทราบตำแหน่งได้

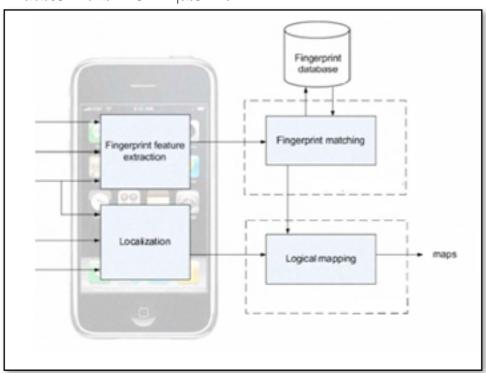


รูป 3-1 ตัวอย่างขั้นตอนการทำงานของแอพลิเคชัน

#### 3.2 รายละเอียดโปรแกรมที่จะพัฒนา

การเขียนโปรแกรมระบุตำแหน่งโดยใช้สัญญาณคลื่นไร้สายนี้ได้แบ่งรายระเอียดย่อยออกเป็น

- 1. ในส่วนของการรับค่าสัญญาณเพื่อนำมาแปลงเป็นระยะทาง
- 2. .ในส่วนของการเปรียบเทียบค่าสัญญาณที่ได้จำค่าสัญญาณอ้างอิงเพื่อนำไปคำนวณ
- 3. การนำค่าตำแหน่งที่ได้จากการคำนวณเพื่อนำไปแสดงในแผนที่
- 4. ส่วนของการค้นหาห้องต่างๆในอาคาร



รูป 3-2 โครงสร้างและการทำงานของการระบุตำแหน่ง

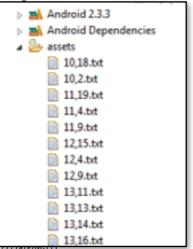
# 3.3 ส่วนการเก็บค่าสัญญาณเพื่อใช้อ้างอิงและคำนวณ

1. เก็บค่า MAC ADDRESS พิกัดของตำแหน่ง MAC ของ access point (AP) ที่อยู่บริเวณชั้นสี่ เพื่อนำค่านั้นๆมาคำนวณโดยระบุความแรงสัญญาณ ณ จุด AP นั้นๆ ไว้ด้วยสำหรับนำมาคำนวณหาระยะทาง

00:22:6b:91:95:55	7.0	0.0	-42.0
00:3a:99:05:f4:f0	14.0	1.0	-45.0
00:90:4c:91:00:01	9.0	13.0	-43.0
00:22:57:50:99:c0	12.0	10.0	-48.0
58:6d:8f:b6:76:6b	14.0	17.0	-59.0
00:3a:99:40:37:f0	15.0	7.0	-48.0
00:3a:99:40:21:d0	16.0	11.0	-40.0
00:22:6b:58:f2:40	17.0	15.0	-52.0
00:22:6b:58:f4:2c	17.0	15.0	-52.0
00:1a:70:34:7b:d1	20.0	14.0	-70.0

ตาราง 3-1ตัวอย่างการเก็บค่าสัญญาณ MAC,พิกัด(x,y) และ RSSI

2. การเก็บข้อมูลสำหรับการเปรียบเทียบเพื่อใช้ในเทคนิค finger printing คือการเก็บข้อมูลในบริเวณ ชั้นสี่แต่ละพิกัดที่รับได้ว่ารับ AP ไหนได้บ้างในตำแหน่งนั้นๆ เพื่อเทียบกับผู้ใช้ขณะใช้งานโดยเก็บค่าของ MAC ADDRESS และ RSSI ตัวอย่างการเก็บข้อมูลดังนี้



เมื่อเปิดแต่ละไฟล์ออกมาจะมีข้อมูลที่<del>ไกบออูเพนิ <sup>13,16,1</sup>1</del>

ตัวอย่างเปิดไฟล์ 10,18.txt

00:90:4c:91:00:01	-70
00:22:57:50:99:c0	-82
58:6d:8f:b6:76:6b	-83
00:3a:99:40:21:d0	-83

00:22:6b:58:f2:40	-86
00:3a:99:40:37:f0	-86
00:22:6b:58:f4:2c	-87

ตาราง 3-2 ตัวอย่างภายในไฟล์ที่เก็บไว้ในโปรแกรม

3. การเก็บข้อมูลในขณะที่ผู้ใช้ใช้งานจริงเพื่อนำมาคำนวณทั้งสองเทคนิค จำบันทึกเฉพาะค่า MAC ADDRESS และค่า RSSIของชั้น 4 เท่านั้น ดังตัวอย่างต่อไปนี้

00:90:4c:91:00:01	-62
00:22:57:50:99:c0	-73
58:6d:8f:b6:76:6b	-76
00:3a:99:40:21:d0	-78
00:22:6b:58:f2:40	-80
00:3a:99:40:37:f0	-81
00:22:6b:58:f4:2c	-81

ตาราง 3-3 ตัวอย่างข้อมูลที่บันทึกค่า real time เพื่อนำมาคำนวณระบุตำแหน่งของผู้ใช้

## 3.4 ส่วนของการแสดงผลลัพธ์

ผลการระบุตำแหน่งจะเป็นแผนที่ของชั้น 4 ตึกสามสิบปิคณะวิศวกรรมศาสตร์โดยมีจุดระบุว่าตอนนี้ผู้ ใช้อยู่ตำแหน่งใด เป็นวงกลมบริเวณแผนที่ (แผนที่รูป 2-13)

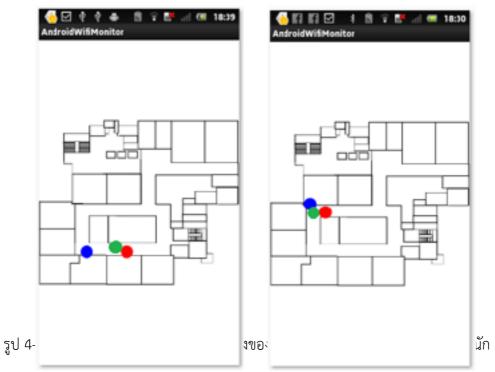
# บทที่ 4

# อินเตอร์เฟซ

- 4.1 รูปแบบของ interface ของแอพลิเคชันซึ่งจะบอกการใช้งานหลักๆ 3 ส่วนคือ
  - 1. ส่วนของการระบุตำแหน่ง
  - 2. ส่วนของการค้นหา
  - 3. ส่วนของวิธีใช้

Position Tracking with Wi-Fiคือการคำนวณหาตำแหน่งด้วยสัญญาณคลื่นไร้สาย

# 4.1 สำหรับผู้ใช้ในการระบุตำแหน่ง



**จุดสีเขียว** คือ ตำแหน่งที่ถูกต้องที่ผู้ใช้ยืนอยู่

จุดสีแดง คือ ผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้วิธี Finger Printing จุสีน้ำเงิน คือ ผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้วิธี Trilateration

# 4.3 สำหรับผู้ใช้ในการค้นหาห้องต่างๆ



รูป 4-2 แอพลิเคชันสามารถแสดงรายระเอียดของห้องที่ค้นหา และข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้

## 4.4 วิธีใช้



รูป 4-3 ส่วนแสดงวิธีใช้งานแอพลิเคชัน

# 4.5 หน้าอินเตอร์เฟซทั้งหมดของแอพลิเคชันนี้

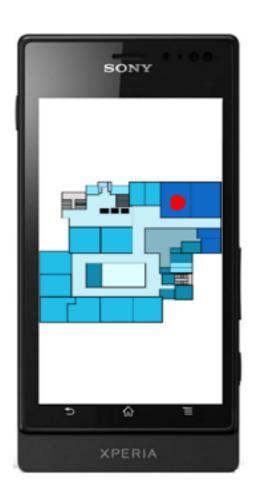




หน้านี้จะเป็นหน้าหลักของแอพลิเคชันนี้ จะปรากฏปุ่มที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้เพื่อสะดวกและง่ายต่อ การใช้งาน

# ฟังก์ชั่นที่ปรากฏคือ

- update
- save
- clear
- map
- search
- wifi list
- how to use



รูป 4-5 แผนที่ที่ระบุตำแหน่งที่ผู้ใช้ค้นหาหรือตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่โดยวิธีการคำนวณโดยใช้เทคนิคต่างๆ



รูป 4-6 ช่องสำหรับค้นหาสถานที่/ห้องที่ต้องการ และผู้ใช้สามารถกดเลือกห้องที่แสดงเป็นรายการมาให้ได้



รูป 4-7 หน้ารายระเอียดของห้องที่ค้นหา เช่น เมื่อค้นหาห้อง

401 ก็จะแสดงรายระเอียดของห้องว่าคือห้องอะไร ถ้าเป็นห้องพักอาจารย์ก็จะบอกชื่อของอาจารย์ท่านนั้นๆ ด้วย





รูป 4-9 หน้าวิธีใช้งานแอพลิเคชันนี้

# บทที่ 5

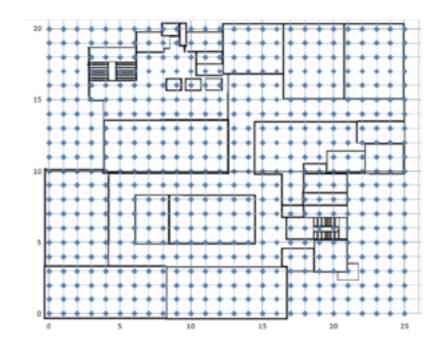
# ผลการทดสอบโปรแกรมและอภิปรายผลการทดสอบโปรแกรม

## 5.1 สถานที่ทดสอบแอพลิเคชัน

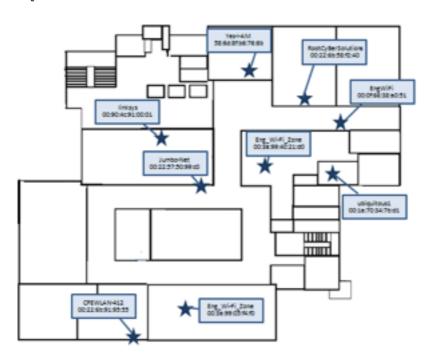
ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการคำนวณเพื่อระบุตำแหน่ง ที่ชั้น 4 ตึกสามสิบปิคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดย ใช้แผนที่ภายในอาคารดังนี้



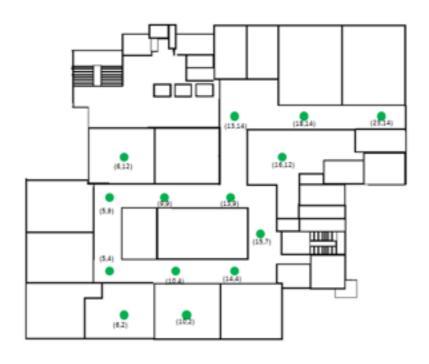
รูป 5-1 รูปแผนที่บริเวณชั้น 4 ตึกสามสิบปีคณะวิศวกรรมศาสตร์ มช.



รูป 5-2 ทำการแบ่งแฟนที่ออกเป็นพิกัดเพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่ง



รูป 5-3 ระบุตำแหน่ง access point ที่ใช้



รูป 5-6 บริเวณที่ทำการทดสอบคือ

# 5.2 การวัดความแรงของสัญญาณ

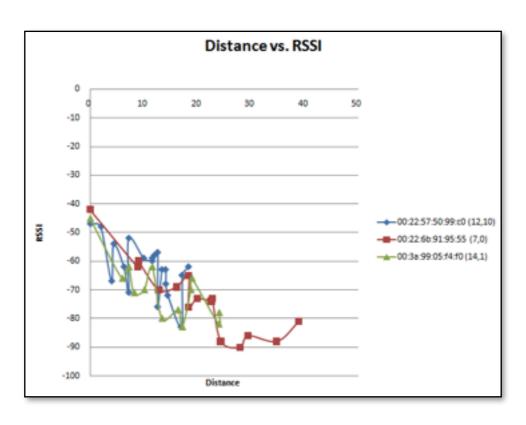
การวัดความแรงของสัญญาณเพื่อแปลจากค่าความแรงของสัญญาณไปเป็นระยะทางโดยใช้การวัด ระยะทางในแต่ละเมตรและเก็บค่าเฉลี่ยที่ได้ใน access point 3 ตัว

0	0:22:57:	50:99:c(	)		00:3a:99:40:37:f0			00:22:6b:58:f2:40				
-45	-50	-60	-70	-45	-50	-60	-70	-80	-50	-60	-70	-80
-41	-51	-51	-68	-42	-49	-53	-66	-77	-50	-56	-66	-79
-42	-56	-53	-65	-43	-45	-54	-61	-80	-55	-59	-68	-82
-45	-56	-54	-64	-41	-43	-52	-65	-84	-47	-61	-69	-76
-46	-55	-53	-66	-42	-52	-55	-68	-86	-42	-63	-67	-75
-51	-57	-66	-67	-40	-51	-61	-63	-80	-51	-58	-69	-84
-48	-47	-64	-68	-43	-47	-60	-70	-77	-53	-57	-67	-85

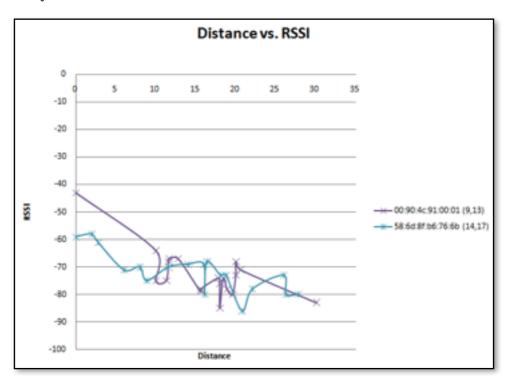
-38	-49	-65	-75	-44	-51	-66	-69	-83	-55	-56	-73	-86
-41	-49	-55	-65	-42	-50	-57	-66	-84	-51	-59	-70	-84
-46	-52	-56	-64	-43	-56	-56	-67	-86	-50	-59	-64	-85
-47	-49	-64	-67	-44	-51	-54	-68	-83	-42	-56	-70	-84
-46	-52	-57	-74	-42	-53	-62	-73	-82	-49	-57	-68	-82
-47	-53	-56	-77	-43	-55	-67	-76	-80	-51	-52	-69	-84
-46	-52	-64	-64	-48	-47	-62	-75	-83	-55	-57	-70	-84
-47	-49	-57	-62	-48	-42	-65	-69	-82	-52	-56	-69	-80
-46	-48	-56	-67	-49	-47	-61	-67	-80	-57	-55	-69	-79
-47	-52	-55	-65	-50	-42	-59	-74	-83	-59	-65	-71	-76
-44	-49	-64	-66	-47	-43	-60	-72	-84	-50	-60	-72	-77
-51	-48	-66	-65	-40	-41	-58	-71	-79	-53	57	-73	-73
-49	-52	-55	-72	-43	-50	-60	-64	-81	-48	-52	-71	-78
-47	-49	-58	-73	-44	-46	-59	-66	-84	-50	-61	-65	-82

ตาราง 5-1 แสดงตัวอย่างค่าความแปรปรวนของตำแหน่งจุดใดจุดหนึ่งทดสอบ 20 ครั้ง

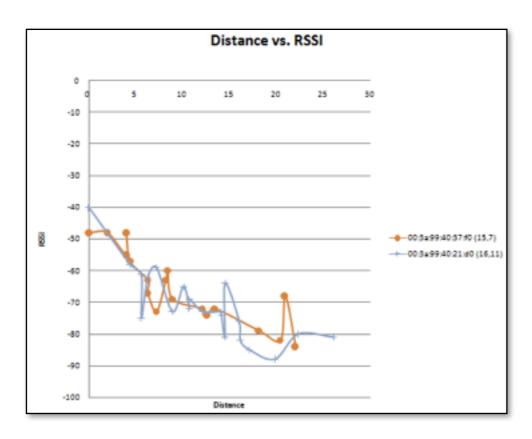
ทดสอบการแกว่งของสัญญาณในจุดๆหนึ่ง จะเห็นว่าเมื่อยืนอยู่จุดเดิมแล้ววัดค่ามีการเปลี่ยนแปลงของความ แรงตลอดเวลา RSSI มีความแปรปรวนตามสภาพแวดล้อมสูง หรือสิ่งรงกวนต่าง ๆ มีผลทำให้เกิดความ เปลี่ยนแปลงของสัญญาณมาก



รูป 5-7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกันค่าความเข้มของสัญญาณ

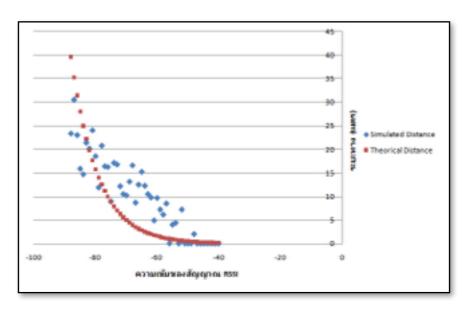


รูป 5-8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกันค่าความเข้มของสัญญาณ

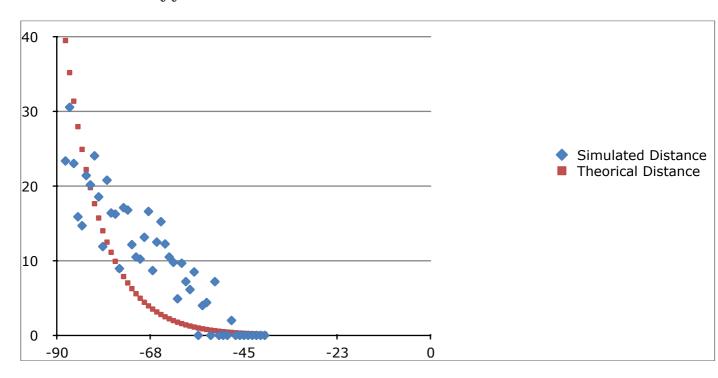


รูป 5-9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกันค่าความเข้มของสัญญาณ

จากทั้งสามกราฟ ผลการทดสอบการวัดค่าสัญญาณที่ระยะทางต่าง ๆ (รูป 5-7, 5-8, 5-9) จะเห็นได้ว่าความ แรงของสัญญาณ RSSI ทำให้ทราบว่าค่าสัญญาณ RSSI เป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายมากเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น ทำให้มีผลต่อการคำนวณระยะทาง



# การแปลงความเข้มของสัญญาณเป็นระยะทาง





รูป 5-11 กราฟแสดงความแรงของสัญญาณ RSSI จาก AP และ ระยะจากโมเดลที่สร้างขึ้นโดยใช้สูตร

สูตร y = 0.0028x<sup>2</sup> - 0.1758x - 13.215

แกน  $\times$  คือค่าความเข้มของสัญญาณ RSSI แกน y คือระยะทางมีหน่วยเป็นเมตร

### 5.3 ผลการทดสอบโปรแกรม

#### เทคนิค Trilateration

### 1. free space path loss

### บริเวณทางเดิน

เริ่มต้น	3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
5,4	7,5	7,4	6,4	6,5
5,9	6,4	4,10	5,5	6,9
9,9	9,12	10,12	9,15	14,2
13,9	14,11	17,10	17,6	12,9
15,7	12,9	15,9	16,6	4,11
14,4	14,8	12,4	16,4	17,4
10,4	9.9	9,4	10,3	6,4
13,14	13,10	13,10	17,14	14,8
23,14	20,10	22,15	20,20	22,30
10,15	10,20	9,22	12,22	-2,17

ตาราง 5-1แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยวิธี trilateration บริเวณทางเดิน

# Euclidean distance จากตำแหน่งที่ถูกต้องทางเดิน (เมตร)

3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
6.73533	5.63697	7.4805	13.00015

ตาราง 5-2 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-1

#### บริเวณในห้อง

เริ่มต้น	3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
6,12	5,8	5,9	17,22	3,5
6,2	7,4	6,3	7,4	0,4
10,3	5,4	10,2	0,8	12,3
16,12	15,10	22,13	13,-3	17,0

ตาราง 5-3แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยวิธี trilateration บริเวณทางเดิน

# Euclidean distance จากตำแหน่งที่ถูกต้องบริเวณในห้อง (เมตร)

3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
6.47863571	2.81642274377602	5.85586160980347	6.6416192055646

ตาราง 5-4 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-3

จะเห็นว่าเมื่อใช้จำนวน access point จำนวน 4 จุดมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดคือ 2.8 เมตรและมากที่สุด ที่ 6 จุด คือ 6.6 เมตร

# 2. โมเดลที่จำลองขึ้นเองตามสูตรหาระยะทาง $y = 0.0028x^2 - 0.1758x - 13.215$

บริเวณทางเดิน

เริ่มต้น	3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
11,5	8,6	9,5	15,5	15,7

7,4	6,2	5,4	4,3	3,3
14,5	13,9	14,6	16,10	5,4
15,7	9,9	16,5	17,10	6,5
14,12	20,8	15,10	15,16	16,14

15,15	20,16	11,15	13,14	21,17
7,19	6,13	4,18	9,19	5,15

ตาราง 5-5แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยโมเดลที่จำลองขึ้นตามสูตร บริเวณทางเดิน

# Euclidean distance จากตำแหน่งที่ถูกต้องทางเดิน (เมตร)

3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
9.75678471	4.75268571	7.0049	10.1352

ตาราง 5-6 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-5

#### บริเวณในห้อง

เริ่มต้น	3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
7,2	3,2	8,1	8,0	10,2
10,1	12,2	11,0	10,4	12,0

ตาราง 5-7 แสดงผลการคำนวณตำแหน่งด้วยโมเดลที่จำลองขึ้นตามสูตร บริเวณในห้อง

# Euclidean distance จากตำแหน่งที่ถูกต้องบริเวณในห้อง (เมตร)

3 จุด	4 จุด	5 จุด	6 จุด
6.23605	2.8284	5.23605	5.23605

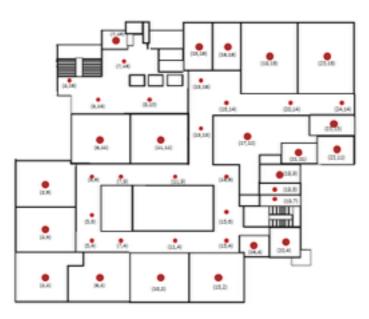
ตาราง 5-8 แสดงผลการคำนวณความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงจากข้อมูล ตาราง 5-7

#### ผลการทดลองเทคนิค Trilateration

จะเห็นว่าทั้งสองวิธีเมื่อใช้จำนวน access point จำนวน 4 จุดมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดอาจเป็นเพราะว่า ใช้ access point ได้ครอบคลุมตำแหน่งที่ผู้ใช้ยืนอยู่ ส่วนสามจุดที่มีความคลาดเคลื่อนกว่าเพราะความแรงของ สัญญาณที่รับได้ อาจอยู่ติดกัน และเมื่อใช้จุด access point มากกว่า 4 จุดจะรวม access point ตัวไกลๆมา รวมด้วยทำให้คำนวณระยะทางผิดพลาดมากขึ้น และโมเดลแบบ free space path loss มีความแม่นยำใน บริเวณทางเดิน ส่วนโมเดลที่คิดขึ้นเพื่อหาระยะทางสามารถบอกตำแหน่งภายในห้องได้ดีกว่า

### เทคนิค finger printing

ก่อนอื่นต้องระบุตำแหน่งบริเวณชั้น 4 ก่อนโดยการเก็บค่า AP ที่อยู่ในรัศมีสามารถอ่านค่าได้เก็บค่า ความแรงของสัญญาณในแต่ละตำแหน่งไว้



รูป 5-12 แสดงตำแหน่งที่เก็บข้อมูลค่าความเข้มของสัญญาณ RSSI

หากผู้ใช้ต้องการทราบตำแหน่งของตนเองก็อ่านค่าสัญญาณ AP ณ ตำแหน่งนั้นๆแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่า ของสัญญาณที่หาได้ใกล้เคียงกัน

#### ตารางผลการทดสอบโปรแกรม

เริ่มต้น	Finger	Finger	Finger	Finger	Finger	ความคลาดเคลื่อน
	Print(1)	Print(2)	Print(3)	Print(4)	Print(5)	(เมตร)

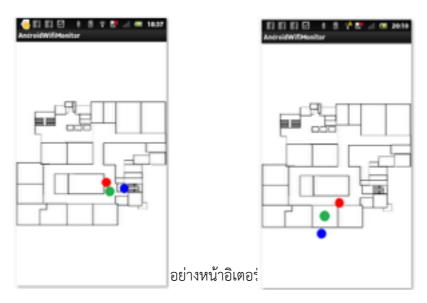
10,5	10,4	7,4	8,4	9,4	6,4	4.4000
5,6	5,5	7,12	5,5	5,7	5,5	4.5298
3,0	3,3	1,12	3,3	3,1	3,3	1.3270
9,9	9,9	8,5	13,13	10,5	10,9	5.9612
13,12	13,14	16,14	16,16	16,14	13,15	6.8844
16,16	19,14	13,14	16,16	13,14	17,14	5.2210
21,14	18,14	24,14	13,14	18,14	20,14	7.2000
15,9	13,9	15,6	17,12	15,9	13,9	4.2422
15,4	12,14	8,4	15,4	16,4	12,5	5.6649

ตาราง 5-9 แสดงผลการคำนวณตำแหน่งโดยใช้เทคนิค finger printing

## เฉลี่ยความคลาดเคลื่อน 5.4912 เมตร

จากผลการทดลองพบว่าพบว่าการใช้ fingerprintมีความแม่นยำกว่าวิธีการหาตำแหน่งแบบ trilateration เนื่องจาก trilateration มีการใช้การคำนวณหาระยะทางแบบ free space propagation ซึ่งใน สภาวะแวดล้อมจริงสัญญาณคลื่นที่ส่งไม่มีความเสถียรพอ

### ตัวอย่างตำแหน่งที่สามารถคำนวณได้



พบว่าเกิดความคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริงที่ผู้ใช้ยืนอยู่ (จุดสีเขียว)

สำหรับการคำนวณจากวิธี Trilateration จุดสีน้ำเงิน

สำหรับการคำนวณจากวิธี Fingerprinting จุดสีแดง

#### บทที่ 6

### สรุปและข้อเสนอแนะ

### 6.1 สรุปผลโครงงาน

ในการจัดทำโครงการระบุตำแหน่งโดยใช้คลื่นไร้สายสามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้ได้ มีความคลาดเคลื่อนโดย รวมของการหาระยะและตำแหน่งซึ่งมาจากค่าความเข้มของสัญญาณมีความแปรปรวนอาจมาจาก อุณหภูมิ ความชื้นของสถานที่ทำการทดลองและจำนวนการเก็บข้อมูล ในขณะการทดลองนี้มีการทดลองด้วยอัลกอริ ทึมใช้เพียงสองวิธีคือ trilateration และ fingerprinting และผลการทดลองหรือผลทางทฤษฎียังมีน้อยจึงต้อง ปรับปรุงอีกพอสมควร ซึ่งเทคนิคดังกล่าวให้ความแม่นยำได้ดีในระดับหนึ่ง สำหรับกี่ทดลองนี้ยังมีความคลาด เคลื่อนอยู่โดยในอนาคตคาดว่าจะนำอัลกอริทึมอื่นมาใช้เพื่อให้เกิดความแม่นยำยิ่งขึ้น ให้สามารถทำงาน สอดคล้องกันได้ตามความต้องการของผู้พัฒนา ซึ่งจะต้องการให้ผู้ใช้ที่หลากหลาย สามารถเข้าใจได้ง่าย ไม่ซับ ซ้อน มีรูปลักษณ์ภายนอกที่น่าสนใจ น่าใช้งาน

### 6.2 ปัญหาและอุปสรรค

- 1. ข้อจำกัดทางด้านเวลา เนื่องจากมีบางช่วงในระยะเวลาที่พัฒนาตรงกับกิจกรรมของทางมหาวิทยาลัย เช่น การสอบกลางภาค การแข่งขันกีฬาระหว่างคณะ (Sport Day & night) การสอบปลายภาค ประจำการศึกษา 2555 เป็นต้น จึงทำให้ในขณะการทดลองนี้มีการทดลองด้วยอัลกอริทึมใช้เพียงสอง วิธีคือ trilateration และ fingerprinting ซึ่งให้ความแม่นยำได้ดีในระดับหนึ่ง โดยในอนาคตคาดว่าจะ นำอัลกอริทึมอื่นมาใช้เพื่อให้เกิดความแม่นยำยิ่งขึ้น
- 2. ข้อจำกัดทางด้านค่าความเข้มของสัญญาณที่มีความแปรปรวนมาก การเก็บค่าในการคำนวณจึงต้องรอ เป็นระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้เกิดความเสถียรของค่า RSSI ทำให้การคำนวณออกมาไม่ตรงกันในแต่ระรอบ จึงต้องมีการเพิ่มเทคนิคที่ใช้ในการระบุตำแหน่งและทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนบ้าง

- 3. ข้อจำกัดทางด้านจำนวน access point ที่นำมาคำนวณระยะทาง หากมี access point ตัวใดถูกปิดไป จะทำให้มีความคลาดเคลื่อนในการระบุตำแหน่ง
- 4. access point แต่ละตัวส่งค่าความเข้มของสัญญาณที่มีความแรงไม่เท่ากัน การใช้สูตรเดียวกันในการ คำนวณทำให้เกิดความผิดพลาดได้ง่ายผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง
- 5. ค่าสัญญาณเมื่อระยะทางไกลๆมีค่าน้อยมากทำให้ยากต่อการวิเคราะห์ระยะทาง

# 6.3 แนวทางในการพัฒนาและประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่น ๆ ในขั้นต่อไป

ในการพัฒนาขั้นต่อไปอาจทำได้โดยการใช้กับอาคารอื่นๆได้ทุกอาคาร และสามารถค้นหาจุดติดตั้ง access point ได้เองอัตโนมัติเพื่อการคำนวณสามารถเพิ่มจุด access point ได้เองพร้อมใส่แผนที่ของอาคา รอื่นๆได้

#### เอกสารอ้างอิง

- กมล แก้วมรังสิ. 2548. Design of indoor positioning systems based on location fingerprinting Technique.Ph.D.Thesis. Faculty of Information Science.Pittsburgh University
- สุรพัฒน์ พระศรีรัมย์. 2552. Wireless LAN or WI Fi. แหล่งข้อมูล : http://www.kmitl.ac.th/~s9011090/stories/tech/wireless/wireless1.html. ค้นหาเมื่อ 20 กันยายน 2555.
- พฤติกรรมของคลื่นความถี่วิทยุ (Radio Frequency Behavior). 08/12/2010. แหล่งข้อมูล : http://krisachai.wordpress.com/.ค้นหาเมื่อ 18 ตุลาคม 2555.
- Yu-Chung Cheng, YatinChawathe, John KrummAccuracy Characterization for Metropolitan-scale Wi-Fi Localization. MobiSys 2005mProceedings of the 3rd international conference on Mobile systems, applications, and services. ACM New York, NY, USA
- M.Sugano, T.Kawazoe, Y.Ohta, M.Murata. 2006. "Indoor Localization System using RSSI Measurement of Wireless Sensor Network based on ZigBee Standard," Wireless and Optical Communication.
- Holger Karl, Andrease Willig, Protocals and architectures for Wireless Sensor Network, Radio Propagation. Wiley, 2005

ภาคผนวก

# คู่มือการติดตั้งอย่างละเอียด

 1. ทำการคัดลอกไฟล์

PositionTracking

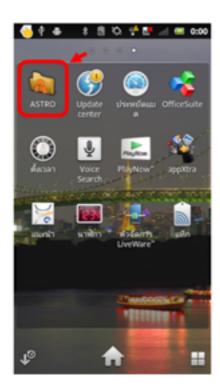
 APK FIR

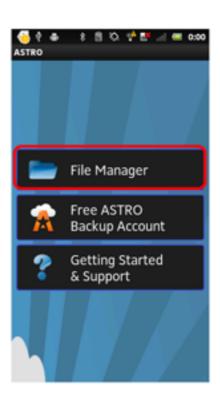
 176 KB

**.** ลงในโทรศัพท์มือถือของคุณ

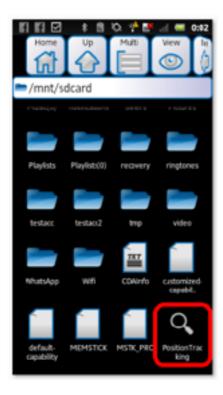


2. ไปยังไฟล์ที่เก็บในโทรศัพท์ของคุณ

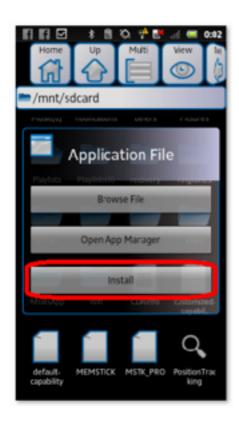


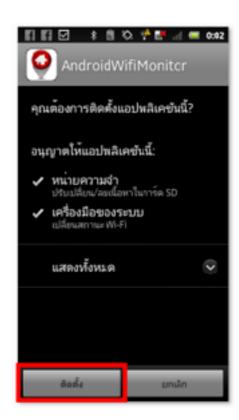


3. คลิกไฟล์ที่เราคัดลอกลงไป



# 4. เลือกคลิก install และติดตั้ง





5. เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วจะขึ้นหน้าติดตั้งเสร็จแล้ว สามารถคลิกเปิดเพื่อเปิดแอพลิเคชันได้



# คู่มือการใช้งานอย่างละเอียด





ปุ่มอัพเดตจะคอยบันทึก Name ชื่อ , เลข mac address และ ค่าความเข้มของสัญญาณ RSSI ไว้สามารถกำหนดได้ว่าจะอัพเดตกี่ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยที่แน่นอนของสัญญาณ RSSI











เมื่อคลิกที่ปุ่มนี้จะมีการเฉลี่ยค่าที่อัพเดตไว้ และทำการคำนวณหาตำแหน่งของผู้ใช้

เป็นระยะเวลาหนึ่ง เมื่อทำการบันทึกเสร็จเรียบร้อยแล้วจะมีข้อความขึ้นว่า data save หากไม่ได้ ทำการอัพเดตไว้ก่อนจะไม่สามารถใช้ปุ่มนี้ได้ จะขึ้นว่า There is no data ..



คลิกที่ปุ่มนี้เมื่อเกิดกรณีผิดพลาดในการอัพเดตค่าหรือต้องการลบข้อมูลทั้งหมดทิ้งจะ ปรากฏข้อความ Data Cleared! หมายความว่าลบข้อมูลทิ้งหมดแล้ว





ปุ่มนี้จะแสดงแผนที่เพื่อระบุตำแหน่งของผู้ใช้งาน หากไม่มีการอัพเดตค่าและ กด ปุ่ม save ก็จะไม่ปรา กฏค่าใดๆในแผนที่เลย หลังจากการ save ค่าเสร็จแล้ว

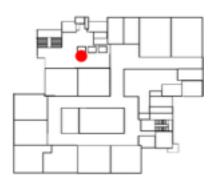
เมื่อกดปุ่มนี้จะเชื่อมต่อไปยังหน้าจอที่เป็นแผนที่ของบริเวณอาคาร และปรากฏจุดสำแดง และสีน้ำเงิน เพื่อระบุตำแหน่ง จุดสีแดงใช้เทคนิค Finger Printing จุดสีน้ำเงินใช้เทคนิค Trilateration หากทั้งสองวิธี คำนวณได้จุดเดียวกันจะปรากฏเพียงจุดสีแดงจุดเดียว

ดังนี้

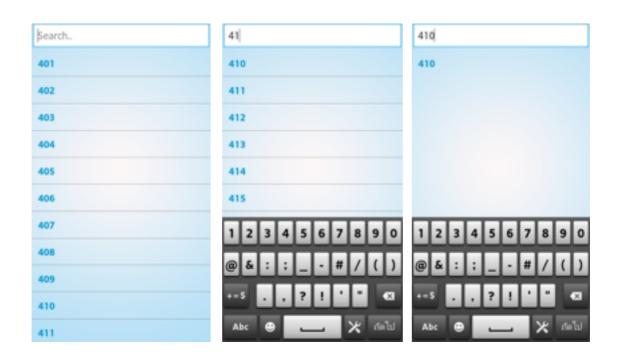




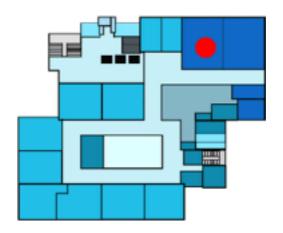




ใช้สำหรับการค้นหาตำแหน่งของห้องหรือสถานที่ที่เกี่ยวข้องที่ผู้ใช้ต้องการทราบ เมื่อกด ปุ่มนี้จะปรากฏช่องสำหรับพิมพ์ข้อความ และรายการที่สามารถเลือกได้



# เมื่อเลือกห้องที่ต้องการแล้วจะปรากฏตำแหน่งของห้องที่ต้องการทราบ



เมื่อสัมผัสบริเวณหน้าจอจะปรากฏข้อมูลของห้องนั้น ๆขึ้นมารวมทั้งรายระเอียดที่เกี่ยวข้อง



ปุ่ม CLOSE จะหลับสู่แผนที่ดังเดิม

ส่วนนี้จะสามารถเลื่อนดูได้ว่าตอนนี้สามารถรับสัญญาณ wifi ใดได้บ้างพร้อมทั้ง wrrust 10ง Mac address และ ความเข้มของสัญญาณ wifi แต่ละตัวได้

e:Eng\_Wi-Fi\_Zon Mac: 00:3a:99:40:37:f0 Rssi:-48 Name: daredarou Mac: 00:22:75:d1:3d:64 Rssi: -68 Name: Jumbo-Secure Mac: 00:22:57:50:99:c2 Rssi:-58 Name: Eng\_Wi-Fi\_#Mobile Mac: 0c:d9:96:22:b0:c0 Rssi: -76 Name: Eng\_Wi-Fi\_#Mobile Mac: 64:d8:14:ef:e1:10 Rssi: -79 Name: Eng\_Wi-Fi\_#Mobile Mac: 0c:d9:96:22:c9:10 Rssi:-72 Name : ubiquitous1 Mac : 00:1a:70:34:72:e1 Rssi: -77 Name : Yes-I-AM Mac : 58:6d:8f:b6:76:6b Rssi:-78



ปุ่มนี้จะแสดงวิธีใช้แอพลิเคชันนี้สำหรับผู้ใช้ที่ต้องการทราบว่าทำอะไรได้บ้าง

