ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารภายใต้เครือข่ายไร้สาย

WIRELESS LAN INDOOR POSITIONING SYSTEM

โดย

จิรวุฒิ อรรถเศรษฐ

JIRAVUT ATTASET

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย

วัน เดือน ปี 04 ธ.ค. 2550
เลขทะเบียน H003466
เลขเรียกหนังสือ วพ. ๙๕๑๒๘ ๒๕๔๙
"ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล."

b11840515
i1171470x

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WIRELESS LAN INDOOR POSITIONING SYSTEM

JIRAVUT ATTASET

A SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2/ 2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2007

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารภายใต้เครือข่ายไร้สาย
นักศึกษา	นายจิรวุฒิ อรรถเศรษฐ
รหัสนักศึกษา	47066146
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2549
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย

บทคัดย่อ

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารภายใต้เครือข่ายไร้สายนี้เป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งของผู้ที่ใช้งานเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ภายใต้เครือข่ายไร้สายภายในอาคาร โดยแสดงเป็นภาพแผนที่และตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่ การทำงานของระบบแบ่งเป็นสองส่วนคือ ส่วนสำรวจพื้นที่สัญญาณเป็นส่วนที่เก็บรวบรวมข้อมูลของค่าความเข้มสัญญาณที่ได้รับจากแอคเซสพอยต์แต่ละเครื่องตามพื้นที่ต่างๆ ลงในฐานข้อมูล และส่วนที่สองคือ ส่วนระบุตำแหน่งผู้ใช้ เป็นส่วนที่แสดงตำแหน่งโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าความเข้มสัญญาณที่วัดได้เวลานั้นกับค่าที่อยู่ในฐานข้อมูลเพื่อดึงตำแหน่งมาแสดงตำแหน่งให้ผู้ใช้ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Wireless LAN Indoor Positioning System
Student	Mr. Jiravut Attaset
Student ID	47066146
Degree	Master of Science
Programme	Information Science
Academic Year	2006
Advisor	Assoc.Prof. Dr.Chotipat Pornavalai

ABSTRACT

Wireless LAN Indoor Positioning System can indicate mobile computer to know where they are. The processes of this system are divided into two parts. First part is the process that survey signal strength from wireless access point to create the radio map. Second part is the process that specify position of mobile computer by compare data between from Wireless Access Point and Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารภายใต้เครือข่ายไร้สายนี้สามารถประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรศ.ดร.โชติพัชร์ ภรณวลัย อาจารย์ที่ปรึกษา สำหรับคำแนะนำ ข้อเสนอแนะต่างๆ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ รวมถึงสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษาตลอดมา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ด้านต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ IS 17.1 ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาอยู่เสมอ

ขอขอบคุณพี่ๆ ห้องปฏิบัติการ I2R ทุกท่านที่คอยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาอยู่เสมอ

ทั้งนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามมาในที่นี้ด้วย

จิรวุฒิ อรรถเศรษฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญภาพ VIII
บทที่1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 1
1.3 ขอบเขตการพัฒนา 1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 Wireless LAN Positioning 4
2.1.1 Empirical Model 4
2.1.2 Propagation Model 4
2.2 เครือข่ายไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11 5
2.3 คุณสมบัติของคลื่นวิทยุ 5
2.3.1 การลดทอนของคลื่น (Attenuation) 5
2.3.2 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง 5
2.4 อุปกรณ์เครือข่ายไวร์เลสแลน 6
2.4.1 แลนการ์ดไร้สาย 6
2.4.2 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.5 WRAPI 7
2.5.1 ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์ 7
2.5.2 ความต้องการทางด้านซอฟต์แวร์ 7
2.5.3 คุณสมบัติพิเศษของ WRAPI 7
2.6 Java Wireless Researches API(JWRAPI) for Windows XP and Pocket PC 2003 .9
2.7 NDIS Protocol Drive 9
2.8 ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ด้วย MySQL 10
บทที่ 3 โครงสร้างการทำงานของระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารภายใต้เครือข่ายไร้สาย 12
3.1 โครงสร้างของระบบ 12
3.1.1 ส่วนสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคาร 12
3.1.2 ส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ 12
3.2 การทำงานของระบบ 12
3.2.1 ส่วนสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคาร 12
3.2.2 ส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ 12
3.3 แผนภาพ Use Case 13
3.4 Activity Diagram 16
3.4.1 แผนภาพแสดง Activity ของการ Check Position 16
3.4.2 แผนภาพแสดง Activity ของการ Insert 18
3.4.3 แผนภาพแสดง Activity ของการ Scan 18
3.4.4 แผนภาพแสดง Activity ของการ Update 20
3.5 แผนภาพแสดง Class Diagram 21
3.6 Sequence Diagram 22
3.6.1 แผนภาพแสดง Sequence ของ Check Position 22
3.6.2 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Insert 23
3.6.3 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Scan 23
3.6.4 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Update 24
3.7 การออกแบบฐานข้อมูล 25
3.7.1 Data Dictionary 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.7.1 ฐานข้อมูลของระบบ....25
บทที่ 4 การพัฒนาระบบงาน....26
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ....26
4.2 หน้าจอของระบบ....26
4.2.1 ส่วนของการสำรวจค่าความเข้มของสัญญาณในพื้นที่ต่างๆ....26
4.2.2 ส่วนของการระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานระบบ....31
4.3 การปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูล....33
4.4 การทดสอบระบบ....34
4.4.1 วิธีการทดสอบ....34
4.4.2 ผลการทดสอบ....34
4.4.3 สรุปผลการทดลอง....36
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ....37
5.1 สรุปผล....37
5.2 ปัญหาที่พบในการพัฒนาระบบ....37
5.3 ข้อเสนอแนะ....37
บรรณานุกรม....38
ประวัติผู้เขียน....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

2.1 แสดงพารามิเตอร์ที่ WRAPI สามารถเรียกดูข้อมูลได้ 5
2.2 แสดงพารามิเตอร์ที่ WRAPI สามารถเรียกดูข้อมูลได้ 8
3.1 เอนทิตีที่เกี่ยวข้องในระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยเครือข่ายไร้สาย 25
3.2 ตาราง ap_ss 25
3.3 ตาราง pos 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

2.1 การสะท้อนของคลื่นสัญญาณ 6
2.2 แลนการ์ดไร้สายประเภทต่างๆ 6
2.3 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ 7
2.4 การทำงานของส่วนต่างๆ ภายในระบบ 9
3.1 ส่วนสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคารส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ . 13
3.2 แผนภาพ Use Case ของระบบ 14
3.3 แผนภาพแสดง Activity ของการ Positioning 17
3.4 แผนภาพแสดง Activity ของการ Insert 18
3.5 แผนภาพแสดง Activity ของการ Scan 19
3.6 แผนภาพแสดง Activity ของการ Update 20
3.7 แสดง Class Diagram ของระบบ 21
3.8 แผนภาพแสดง Sequence ของ Check Position 22
3.9 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Add 23
3.10 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Scan 24
3.11 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Edit 24
4.1 หน้าจอหลักของการสำรวจค่าความเข้มสัญญาณ 27
4.2 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor1 28
4.3 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor2 28
4.4 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor3 29
4.5 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor4 29
4.6 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor5 30
4.7 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor6 30
4.8 หน้าจอแสดงชื่อของแอคเซสพอยต์ที่อยู่ในบริเวณนั้นโดยแสดงตามระดับของความเข้มสัญญาณ 31
4.9 หน้าจอข้อความบอกสถานะของระบบเมื่อบันทึกข้อมูลแล้ว 31
4.10 หน้าจอข้อความบอกสถานะของระบบเมื่ออัพเดตข้อมูลแล้ว 31
4.11 หน้าจอหลักของการค้นหาตำแหน่ง 32
4.12 หน้าจอแสดงตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่ในเวลานั้น 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

4.13 หน้าจอแสดงชื่อของแอคเซสพอยต์ที่อยู่ในบริเวณนั้นโดยแสดงตามระดับของความเข้มสัญญาณ 33
4.14 กราฟแสดงผลการทดลองการระบุตำแหน่งของระบบ 34
4.15 กราฟแสดงจำนวนการแสดงผลที่ไม่ตรงชั้น (ทั้งหมด 16 ครั้งจากทั้งหมด 350 ครั้ง) 34
4.16 กราฟแสดงจำนวนการแสดงผลที่ไม่ตรงชั้น (ตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งต่างกัน) 35
4.17 กราฟแสดงผลการทดลองลดจำนวนแอคเซสพอยต์ 1 เครื่อง 35
4.18 กราฟแสดงผลการทดลองลดจำนวนแอคเซสพอยต์ 2 เครื่อง 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและปัญหา

ในช่วงที่ผ่านมานี้การใช้เทคโนโลยีไวร์เลสแลนกันอย่างกว้างขวาง สถานที่ต่างๆ ตั้งแต่บริษัทขนาดเล็กไปจนถึงบริษัทที่มีขนาดใหญ่ก็ล้วนมีการติดตั้งอุปกรณ์ไวร์เลสแลนแล้ว จึงได้มีแนวคิดที่ทำให้สามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้เครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ภายในอาคารที่มีการติดตั้งระบบเครือข่ายไร้สายได้ โดยผู้ที่ใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะสามารถทราบตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ที่ตนเองใช้งานอยู่และสามารถทราบได้ถึงตำแหน่งที่ตั้งของห้องต่างๆ ที่อยู่ภายในอาคารด้วย ระบบโดยรวมของการระบุตำแหน่งนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการสำรวจค่าความเข้มสัญญาณจากอุปกรณ์ไวร์เลสแอคเซสพอยต์ในพื้นที่พิกัดต่างๆ ภายในอาคารแล้วนำไปบันทึกลงในฐานข้อมูลเพื่อใช้สำหรับอ้างอิงในการระบุตำแหน่ง และส่วนของการระบุตำแหน่งว่าเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์นั้นอยู่ที่ตำแหน่งใดโดยเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์จะต้องลงโปรแกรมที่พัฒนานี้ ซึ่งโปรแกรมจะตรวจวัดค่าความเข้มสัญญาณที่ได้รับจากแอคเซสพอยต์บริเวณนั้น แล้วโปรแกรมจะนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลตำแหน่งที่ได้ทำการสำรวจมาแล้ว และโปรแกรมจะแสดงแผนที่ของชั้นนั้นๆ รวมทั้งตำแหน่งออกมา ก็จะทำให้ทราบตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาวิเคราะห์และออกแบบระบบเพื่อใช้สำหรับระบุตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ที่ใช้บริการเครือข่ายไร้สายภายในอาคาร

1.2.2 เพื่อสะดวกในการทราบที่ตั้งของห้องต่างๆ ภายในอาคารที่ผู้ใช้บริการเครือข่ายไร้สายต้องการจะไป

1.2.3 เพื่อให้ทราบถึงความเข้มของสัญญาณในบริเวณต่างๆ ในอาคารและทราบได้ว่าบริเวณใดที่เป็นจุดอับสัญญาณ จะได้ทำการแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตการพัฒนา

การพัฒนาระบบค้นหาระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์นั้นใช้ JAVA ในการพัฒนา และได้นำเอาไลบรารี่ JWRAPI มาใช้ในการดึงข้อมูลจากการ์ดไวร์เลส เช่น SSID, MAC Address (MAC), Signal Strength (SS) และใช้อาคารเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นอาคารต้นแบบ โดยมีการแบ่งการทำงานเป็นสองส่วน ดังนี้

1.3.1 ส่วนของการสำรวจพื้นที่ค่าความเข้มของสัญญาณ

ในส่วนนี้ระบบสามารถรับค่าความเข้มสัญญาณที่ส่งมาจากอุปกรณ์ไวร์เลสแอคเซสพอยต์แต่ละตัวบริเวณใดๆ ได้และแสดงรายละเอียดของ MAC Address (MAC), Signal Strength (SS) แล้วบันทึกลงฐานข้อมูลพร้อมกับค่าพิกัดตำแหน่ง X, Y, Z (ชั้นของอาคาร) ที่เรากำหนดไว้แต่แรก

1.3.2 ส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์

ในส่วนนี้ระบบสามารถระบุได้ว่าเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ของผู้ใช้นั้นอยู่ที่ตำแหน่งพิกัดใด โดยแสดงออกมาเป็นแผนผังตามชั้นที่เครื่องนั้นอยู่และแสดงเป็นจุดที่ตำแหน่งนั้นๆ การทำงานของระบบคือรับค่าความเข้มสัญญาณจากแอคเซสพอยต์บริเวณนั้นแล้วนำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าในฐานข้อมูลที่ได้สำรวจและบันทึกไว้แล้ว ถ้าข้อมูลที่เทียบนั้นมีค่าตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ก็จะแสดงพิกัดพร้อมกับภาพของชั้นมาให้ผู้ใช้ทราบ

โดยทั้งสองส่วนนั้นจะมีฟังก์ชั่นค้นหาแอคเซสพอยต์และแสดงออกมาว่าแอคเซสพอยต์แต่ละตัวมีค่าความเข้มสัญญาณมากน้อยแค่ไหน

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาและรวบรวมความต้องการของระบบงานรวมไปถึงเทคโนโลยีต่างๆ ที่ใช้ในการพัฒนา

- ศึกษากระบวนการทำงานของระบบเครือข่ายไร้สาย
- ศึกษาการติดต่อสื่อสารกันระหว่างอุปกรณ์ไวร์เลสแอคเซสพอยต์และการ์ดไวร์เลสแลนโดยใช้ไลบรารี่ JWRAPI
- ศึกษาวิธีการดึงข้อมูลจากการ์ดไวร์เลสแลน
- ศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมภาษา JAVA ที่ใช้สำหรับพัฒนาระบบ

1.4.2 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

- วิเคราะห์ภาพรวมของระบบ
- ออกแบบระบบส่วนของการสำรวจค่าความเข้มสัญญาณ
- ออกแบบระบบส่วนของการระบุตำแหน่งพิกัด
- ออกแบบฐานข้อมูล
- สำรวจและจัดทำแผนผังของแต่ละชั้นภายในอาคารที่เป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบ

1.4.3 พัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรมภาษา JAVA ให้เป็นไปตามที่วิเคราะห์และออกแบบระบบ

1.4.4 ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการแสดงผลของระบบ

1.4.5 จัดทำเอกสารประกอบการใช้งานของระบบ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ผู้ใช้เครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์สามารถทราบตำแหน่งของตัวเองภายในอาคารได้

1.5.2 ทำให้ทราบถึงความเข้มของสัญญาณในบริเวณต่างๆ ในอาคารและทราบได้ว่าบริเวณใดที่เป็นจุดอับสัญญาณ จะได้ทำการแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

1.6.1 ฮาร์ดแวร์

Computer Notebook มีลักษณะดังนี้

- CPU Intel® Centrino™ processor 1.5 GHz
- RAM 768 MB
- HDD 60 GB
- NICs Intel® PRO/Wireless 2200BG

อุปกรณ์เครือข่ายไร้สาย

- Wireless Access Point ภายในอาคารเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

1.6.2 ซอฟต์แวร์

- Microsoft Windows XP (sp2)
- JSDK 5.0
- My SQL Admin 1.4
- My SQL Control Center 0.9.4
- NetBeans 5.5
- JWRAPI
- NDIS Protocol Driver
- Autodesk AutoCAD 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Wireless LAN Positioning

การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งนั้นจะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ Empirical Model และ Propagation Model โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 Empirical Model

รูปแบบนี้ก่อนการระบุตำแหน่งจะต้องวางพิกัดให้แต่ละพื้นที่และใช้วิธีวัดค่าความเข้มสัญญาณที่วัดได้ของ Access Point แต่ละเครื่องที่อยู่ในแต่ละพิกัด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเรียกว่าแผนผังสัญญาณ โดยแต่ละพิกัด (x, y, z) จะมีค่า MAC และค่าความเข้มสัญญาณที่ได้รับค่ามาจาก Access Point แต่ละเครื่องที่การ์ด Wireless วัดค่าได้บริเวณนั้น และบันทึกลงฐานข้อมูล เมื่อต้องการระบุตำแหน่งจะใช้วิธีอ่านค่าข้อมูล MAC และค่าความเข้มสัญญาณที่ได้รับค่ามาจาก Access Point แต่ละเครื่องจากการ์ด Wireless แล้วนำค่าต่างๆ ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลอยู่ก่อนแล้ว ถ้าข้อมูลที่เปรียบเทียบนั้นตรงกันก็สามารถบอกได้ว่าอยู่ตำแหน่งไหน (x, y, z)

2.1.2 Propagation Model

รูปแบบนี้จะมีความยืดหยุ่นกว่า Empirical Model ซึ่งรูปแบบนี้จะดูจากค่าสูญหายของสัญญาณตามสภาพแวดล้อมที่เกิดจากการเดินทางของคลื่นวิทยุ โดยระบบจะต้องรู้ตำแหน่งของ Access Point แต่ละตัวว่าอยู่ตำแหน่งใดบ้าง และค่าความเข้มสัญญาณที่ได้รับแต่ละตัวนั้นมีระยะทางเท่าไหร่ โดยจำต้องมี Access Point ตั้งแต่สามตัวขึ้นไป จากนั้นระบบจะนำค่าความเข้มสัญญาณที่ได้ ณ ตอนนั้นมาคำนวณหาระยะทางจาก Access Point แต่ละเครื่อง โดยใช้ทฤษฎีสามเหลี่ยมหาจุดตัดกันของระยะทาง เพื่อคาดคะเนตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ แต่ถึงแม้ว่าดูจะเป็นระบบที่ยืดหยุ่นในการทำงาน แต่ค่อนข้างยากสำหรับการใช้งานในสภาวะจริง เนื่องจากค่าความเข้มสัญญาณนั้นมีการแกว่งอยู่ตลอดเวลา รวมไปถึงค่าสูญหายที่ผ่านสิ่งกีดขวางนั้นไม่เท่ากันเสมอไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงเปรียบเทียบระหว่าง Empirical Model และ Propagation Model

	Empirical	Propagation
Design Complexity	Low	High
Positioning Accuracy	Good	Fair
Reusability	Low	High
Set-up Cost	High	Low

2.2 เครือข่ายไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.11

เครือข่ายไวร์เลสและที่ใช้งานกันส่วนใหญ่ถูกพัฒนาขึ้นตามมาตรฐาน 802.11 สาเหตุที่มาตรฐานนี้ถูกใช้กันมากและเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันมาก ก็เนื่องจากการใช้คลื่นวิทยุที่มีกำลังส่งสูงพอที่จะทะลุสิ่งกีดขวางได้ดี สามารถใช้งานในที่ร่มได้ไกลถึง 100 เมตร และกลางแจ้งถึง 400 เมตร (นั่นเป็นระยะมาตรฐานแต่การใช้งานในทางปฏิบัติจะน้อยกว่านี้เกือบ 3 เท่า) และมีความเร็วในการทำงานสูงถึง 11-54 เมกกะบิตต่อวินาที ซึ่งเร็วพอที่จะนำมาใช้แทนระบบเครือข่ายแลนตัวเดิมได้ แต่เครือข่ายไวร์เลสแลนนี้มีด้วยกัน 3 มาตรฐานคือ a, b, g ซึ่งแต่ละตัวมีวิธีการโมดูเลทสัญญาณต่างกัน และใช้ความถี่ต่างกัน จึงมีประสิทธิภาพที่ต่างกันด้วย

2.3 คุณสมบัติของคลื่นวิทยุ

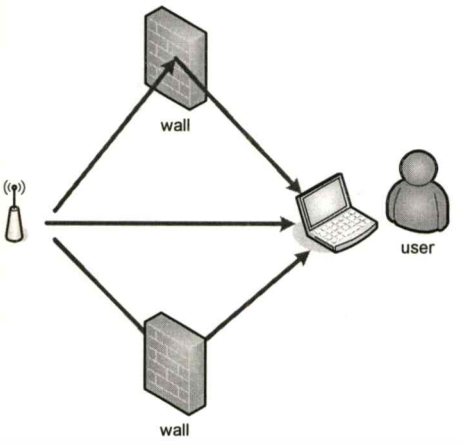
2.3.1 การลดทอนของคลื่น (Attenuation)

การแพร่กระจายของคลื่นวิทยุก็คล้ายกับแสงไฟ เมื่อเราอยู่ใกล้กับหลอดไฟก็จะเห็นว่าหลอดไฟสว่างมาก และเมื่อห่างออกจากหลอดไฟ จะเห็นว่าความสว่างจะลดลง การแพร่กระจายของคลื่นวิทยุก็มีลักษณะคล้ายกับแสงเช่นกัน เพราะคลื่นวิทยุก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งเหมือนกัน ความแรงของสัญญาณวิทยุก็จะลดลงตามระยะห่างจากต้นกำเนิดเป็นอัตราส่วนผกผันกำลังสอง นั่นหมายความว่ายิ่งอยู่ห่างจากต้นกำเนิดมากเท่าไร ความแรงของสัญญาณก็จะยิ่งลดลง ในภาวะการใช้งานทั่วไปคงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีสิ่งกีดขวางต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นผนังห้อง กระจก หรือผู้คนที่เดินไปมา สิ่งเหล่านี้อาจจะมีคุณสมบัติในการลดทอนและดูดซับคลื่น

2.3.2 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง

นอกเหนือจากคุณสมบัติการลดทอนแล้ว คลื่นยังมีคุณสมบัติในการสะท้อนจากวัตถุต่างๆ ได้ เช่น เมื่อแอคเซสพอยต์ส่งสัญญาณออกมา สัญญาณก็จะมาถึงตัวเราได้หลายทิศทาง เนื่องจากมีการสะท้อนจากวัตถุหลายๆ อย่างรอบตัวเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 การสะท้อนของคลื่นสัญญาณ

2.4 อุปกรณ์เครือข่ายไวร์เลสแลน

2.4.1 แลนการ์ดไร้สาย

อุปกรณ์นี้จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้โดยไม่ต้องใช้สายสัญญาณเป็นสื่อกลางเหมือนกับระบบอีเธอร์เน็ตแลน หน้าที่หลักของการ์ดไร้สายคือ แปลงข้อมูลดิจิตอลที่ได้จากการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นคลื่นวิทยุแล้วส่งผ่านสายอากาศแพร่กระจายออกไป และในทางกลับกันก็จะทำหน้าที่รับเอาคลื่นวิทยุที่แพร่กระจายออกมาจากอุปกรณ์ไร้สายอื่นๆ แปลงกลับเป็นข้อมูลดิจิตอลส่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล แลนการ์ดไร้สายนั้นมีหลายประเภทโดยแบ่งตามลักษณะการเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์ เช่น PCI, PCMCIA, USB และ Compact Flash

ภาพที่ 2.2 แลนการ์ดไร้สายประเภทต่างๆ

2.4.2 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์

เป็นอุปกรณ์อุปกรณ์สำคัญชิ้นหนึ่งบนเครือข่ายไวร์เลสแลน ทำหน้าที่เสมือนฮับเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ไวร์เลสต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย อีกทั้งเป็นสะพานเชื่อมเครือข่ายไวร์เลสแลนเข้ากับเครือข่ายอีเธอร์เน็ต ทำให้อุปกรณ์บนระบบทั้งสองสามารถสื่อสารข้อมูลถึงกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.3 ไวร์เลสแอคเซสพอยต์

2.5 WRAPI

WRAPI เป็นซอฟต์แวร์ไลบารี่ที่อนุญาตให้ใช้งานได้บนอุปกรณ์ไร้สายต่างๆ เช่น พอกเก็ตพีซี โมบายด์คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ใดใดก็ตามที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายหรือไวร์เลสการ์ด WRAPI นั้นจะสามารถเรียกดูข้อมูลต่างๆ ของมาตรฐานเครือข่ายแบบ IEEE 802.11 โดย WRAPI 1.0 ได้พัฒนาบนระบบปฏิบัติการ Windows XP และสามารถใช้ได้กับฮาร์ดแวร์ได้ทุกๆ แบบที่ทำงานอยู่ในมาตรฐานของ IEEE 802.11b และ IEEE 802.11g แม้จะต่างยี่ห้อกันก็ตาม

ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ WRAPI

2.5.1 ความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์

- ระบบเครือข่ายไร้สายมาตรฐาน IEEE 802.11 โดยติดตั้งอุปกรณ์ไวร์เลสแอคเซสพอยต์หนึ่งตัวขึ้นไปในโหมดอินฟราสตรักเจอร์
- เครื่องโมบายคอมพิวเตอร์หรือเครื่องเวิร์กสเตชั่นที่ใช้สถาปัตยกรรมของหน่วยประมวลผลแบบ X86
- การ์ดไวร์เลสแลน(NICs) ได้ทุกรุ่นที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11b หรือ IEEE 802.11g

2.5.2 ความต้องการทางด้านซอฟต์แวร์

- Windows XP operating system
- Windows XP miniport drivers for the NICs
- Windows XP DDK(driver development kit)

2.5.3 คุณสมบัติพิเศษของ WRAPI

WRAPI สามารถดึงข้อมูลเกี่ยวกับการ์ดไวร์เลสที่แอพลิเคชั่นต้องการใช้งาน ตารางด้านล่างจะแสดงถึงพารามิเตอร์ที่ WRAPI สามารถเรียกข้อมูลออกมาได้ ค่า Query และ Set นั้นแสดงถึงว่าพารามิเตอร์นั้นมีคุณสมบัติเรียกดูอย่างเดียว เปลี่ยนค่าได้อย่างเดียว หรือทั้งเรียกดูและเปลี่ยนค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงพารามิเตอร์ที่ WRAPI สามารถเรียกดูข้อมูลได้

Parameter	Query	Set
Service Set Identifier (SSID)	Yes	Yes
Basic Service Set Identifier (BSSId)	Yes	Yes
Network Types Supported	Yes	No
Network Type in Use	Yes	Yes
Transmit Power Level	Yes	Yes
Received Signal Strength	Yes	No
Received Signal Strength Trigger	Yes	Yes
Infrastructure Mode	Yes	Yes
Fragmentation Threshold	Yes	Yes
RTS Threshold	Yes	Yes
Number of Antennas	Yes	No
Receive Antenna Selected	Yes	Yes
Transmit Antenna Selected	Yes	Yes
Supported Rates	Yes	Yes
Desired Rates	Yes	No
Configuration	Yes	Yes
Statistics	Yes	No
Add WEP	No	Yes
Remove WEP	No	Yes
Disassociate	No	Yes
Power Mode	Yes	Yes
BSSId List	Yes	No
BSSId List Scan	No	Yes
Authentication Mode	Yes	Yes
Privacy Filter	Yes	Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Java Wireless Researches API (JWRAPI) for Windows XP and Pocket PC 2003

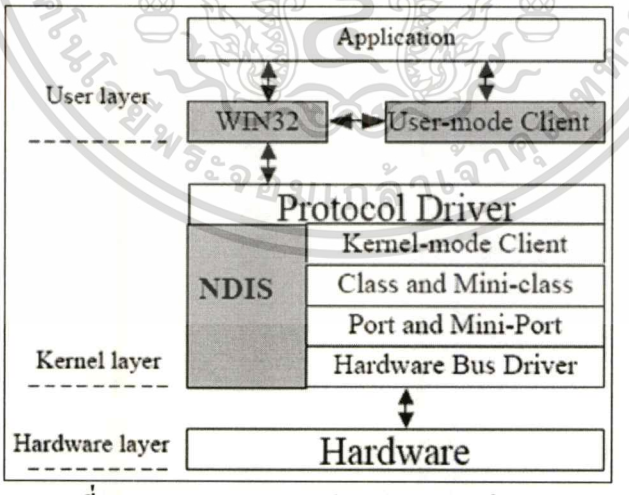
JWRAPI เป็นซอฟต์แวร์ไลบารี่ในภาษาจาวาที่มีเมทธอดสำหรับเข้าไปดึงข้อมูลจากอุปกรณ์ที่รองรับมาตรฐาน IEEE 802.11 และส่งแพ็กเก็ตไปยัง device driver โดยตรง สามารถใช้งานได้บน Windows XP และ Pocket PC 2003

ฟังก์ชั่น JWRAPI นั้นจะใช้ NDIS User Mode I/O (NDISUIO) Protocol ในการเรียกดูข้อมูลเกี่ยวกับระบบ Wireless LAN โดยจะอาศัยการติดต่อแบบ Connection-less มี NDIS 5.1 เป็นรุ่นล่าสุด

2.7 NDIS Protocol Driver

ย่อมาจาก Network Driver Interface Specification เป็นของ Microsoft และ 3COM อยู่ระหว่าง Network transport protocol กับ Data Link layer วัตถุประสงค์เพื่อทำให้รองรับ Protocol ได้หลายตัว และจัดการการ์ดมากกว่า 1 การ์ด

ซึ่งสามารถผู้ใช้ทำการสร้างการติดต่อและปิดการติดต่อระหว่าง Network Card เช่น Ethernet, WLAN และยังสนับสนุนการทำ Packet Filters, รับ-ส่งข้อมูล และอุปกรณ์ชนิด Plug-and-Play โดยผ่าน Service ที่ชื่อ NDISUIO (ndisuio.sys) ที่ติดตั้งพร้อมกับระบบปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว (C:\WINDOWS\system32\divers)



ภาพที่ 2.4 การทำงานของส่วนต่างๆ ภายในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน JWRAPI นั้นจะต้องติดตั้ง NDIS Protocol Driver เสียก่อน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. เข้าไปที่ Property ของการ์ด Wireless
2. กดที่ปุ่ม Install
3. เลือกชนิดที่จะ Install เป็นแบบ Protocol และกด Add
4. เลือกที่ปุ่ม Have Disk และกดปุ่ม Browse เข้าไประบุที่อยู่ของไฟล์ ndisprot.inf
5. กด OK เป็นอันเสร็จสิ้น

การเปิด NDISUIO service ก่อน โดยพิมพ์ที่ Command prompt ว่า "net start ndisuio" และต้องปิด Wireless Zero Configuration service ด้วย โดยพิมพ์ที่ Command prompt ว่า "net stop wzcsvc" ซึ่ง Wireless Zero Configuration service นั้นเป็น service ของระบบปฏิบัติการ Windows ที่จะเปิดการทำงานของตัวมันเองพร้อมกับเวลาบูตเครื่องโดยอัตโนมัติ มีหน้าที่ช่วยปรับตั้งค่าของ Wireless Card ให้เลือกรับการติดต่อจาก Access Point ที่มีค่าความเข้มสัญญาณมากที่สุด โดย service นี้จะทำการติดต่อกับ NDISUIO โดยอัตโนมัติและจะปิดกั้นไม่ให้โปรแกรมใดๆ รวมทั้ง WRAPI เองก็เช่นกัน

2.8 ระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ด้วย MySQL

MySQL เป็น Database Sever ที่เหมาะกับองค์กรขนาดกลางที่มีข้อมูลไม่มากนักและเป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational Database Management System) และยังเป็นฟรีแวร์ (Freeware) จึงได้รับความนิยมอย่างมากทั้งยังสนับสนุนการใช้งานบนระบบปฏิบัติการ ตัวอย่างเช่น Unix, Mac และ Windows นอกจากนี้ยังทำงานร่วมกับ Java, C, C++, PHP, ASP และ JSP MySQL เป็นฐานข้อมูลแบบ open source ที่ได้รับความนิยมในการใช้งานสูงสุดโปรแกรมหนึ่งบนเครื่องให้บริการมีความสามารถในการจัดการกับฐานข้อมูลด้วยภาษา SQL (Structures Query Language) อย่างมีประสิทธิภาพ มีความรวดเร็วในการทำงานรองรับการทำงานจากผู้ใช้หลายๆ คนและหลายๆ งานได้ในขณะเดียวกัน MySQL ถูกพัฒนาขึ้นโดย MySQL AB โดยมีลิขสิทธิ์การใช้งาน 2 แบบคือ ผู้ดูแลระบบสามารถใช้งานซอฟต์แวร์ MySQL ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ ภายใต้ลิขสิทธิ์ของ GNU General Public License (http://www.gnu.org/licenses/) หรืออาจเลือกใช้แบบที่มีลิขสิทธิ์ทางการค้าของ MySQL AB ซึ่งเป็นผู้ผลิตและพัฒนาซอฟต์แวร์โดยตรงก็ได้ หากไม่ต้องการเกี่ยวข้องกับข้อตกลงเรื่อง GPL รายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับโปรแกรม MySQL สามารถหาข้อมูลได้จาก http://www.mysql.com คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับหน้าที่ ความสามารถและการทำงานของโปรแกรม MySQL มีดังต่อไปนี้

1. MySQL ถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System (DBMS)) ฐานข้อมูลมีลักษณะเป็นโครงสร้างของการเก็บรวบรวมข้อมูล การที่จะเพิ่มเติม เข้าถึงหรือประมวลผลข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูลจำเป็นจะต้องอาศัยระบบจัดการฐานข้อมูล ซึ่งจะทำหน้าที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวกลางในการจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลทั้งสำหรับการใช้งานเฉพาะและรองรับการทำงานของแอพลิเคชันอื่นๆ ที่ต้องการใช้งานข้อมูลในฐานข้อมูล เพื่อให้ได้รับความสะดวกในการจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก MySQL ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวฐานข้อมูลและระบบจัดการฐานข้อมูล

2. MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลแบบ relational ฐานข้อมูลแบบ relational จะทำการเก็บข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบของตารางแทนการเก็บข้อมูลทั้งหมดลงในไฟล์เพียงไฟล์เดียว ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและมีความยืดหยุ่น นอกจากนั้นแต่ละตารางที่เก็บข้อมูลสามารถเชื่อมโยงเข้าหากันทำให้สามารถรวมหรือจัดกลุ่มข้อมูลได้ตามต้องการ โดยอาศัยภาษา SQL ที่เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MySQL ซึ่งเป็นภาษามาตรฐานในการเข้าถึงฐานข้อมูล

3. MySQL แจกจ่ายให้ใช้งานแบบ open source นั่นคือ ผู้ใช้งาน MySQL ทุกคนสามารถใช้งานและปรับแต่งการทำงานได้ตามที่ต้องการ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม MySQL ได้จากอินเทอร์เน็ตและนำมาใช้งานโดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้างการทำงานของระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารภายใต้เครือข่ายไร้สาย

3.1 โครงสร้างของระบบ

ในการทำงานของโปรแกรมจะมีสองส่วนที่เกี่ยวข้องกันคือ ส่วนสำรวจค่าความเข้มสัญญาณและส่วนที่ระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์

3.1.1 ส่วนสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคาร

ประกอบด้วยแอคเซสพอยต์ที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร เครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งการ์ดไวร์เลสแลนใช้สำหรับอ่านค่าความเข้มสัญญาณที่ได้รับมาจากแอคเซสพอยต์แต่ละตัวในบริเวณนั้นและฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลของค่าความเข้มสัญญาณที่วัดได้ในแต่ละพิกัด

3.1.2 ส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์

มีองค์ประกอบเช่นเดียวกันกับส่วนของการสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคารคือมีแอคเซสพอยต์ที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุคที่ติดตั้งการ์ดไวร์เลสแลนและฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลของค่าความเข้มสัญญาณที่วัดได้ในแต่ละพิกัด

3.2 การทำงานของระบบ

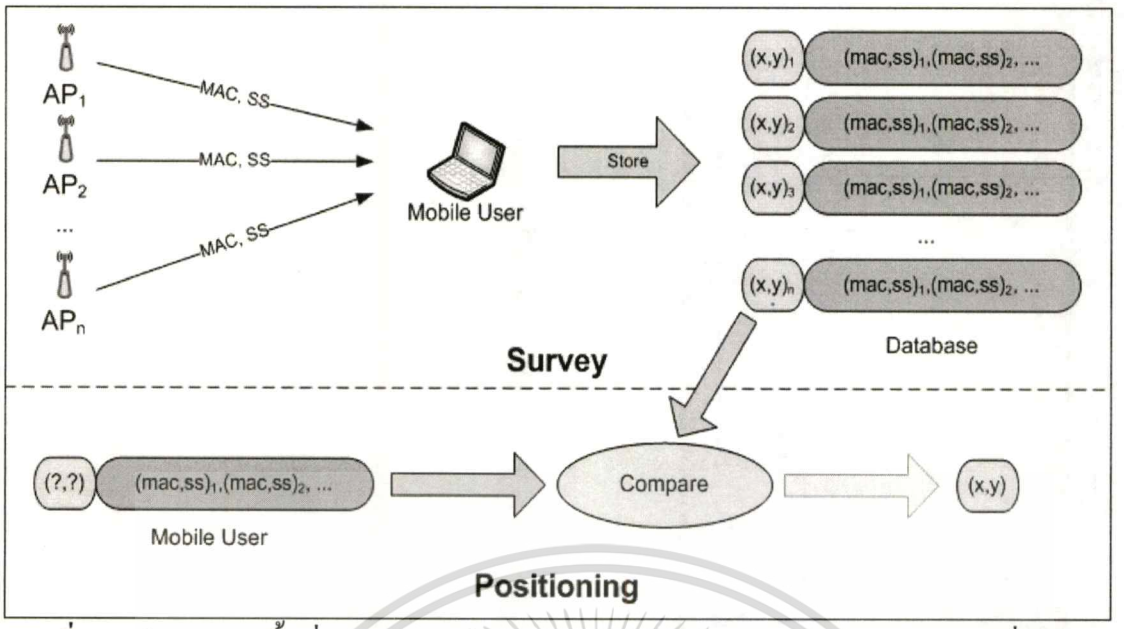
3.2.1 ส่วนสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคาร

เป็นส่วนที่ผู้ดูแลระบบใช้สำหรับดึงค่าความเข้มสัญญาณที่การ์ดไวร์เลสได้รับแล้วแสดงผลออกมาได้ว่าในบริเวณนั้นได้รับสัญญาณมากจากแอคเซสพอยต์เครื่องไหนบ้าง และสามารถเก็บรายละเอียดค่าความเข้มสัญญาณ ค่าพิกัด X, Y และ Z รวมไปถึง MAC Address (MAC), Signal Strength (SS) ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่ให้บริการที่วัดค่าความเข้มได้แต่ละตัวลงไปยังฐานข้อมูล ค่าต่างๆ ที่บันทึกไว้ในฐานข้อมูลนั้นจะนำมาใช้ในการอ้างอิงกับส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์

3.2.2 ส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์

เป็นส่วนของผู้ใช้ที่จะแสดงตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่ในเวลานั้น โดยใช้วิธีการทำงานที่ย้อนกลับของการสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคาร คือ ดึงค่าความเข้มสัญญาณที่การ์ดไวร์เลสได้รับแล้วนำค่าที่ได้นั้นไปเทียบกับค่าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล แล้วจะนำค่าของพิกัด X, Y, Z ที่มีค่าความเข้มสัญญาณตรงกับที่ตรวจวัดมาใช้แสดงเป็นแผนที่ของอาคารและระบุเป็นพิกัดว่าอยู่ที่พิกัดใดในแผนผังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 ส่วนสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคาร (Survey) และส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ (Positioning)

3.3 แผนภาพ Use Case

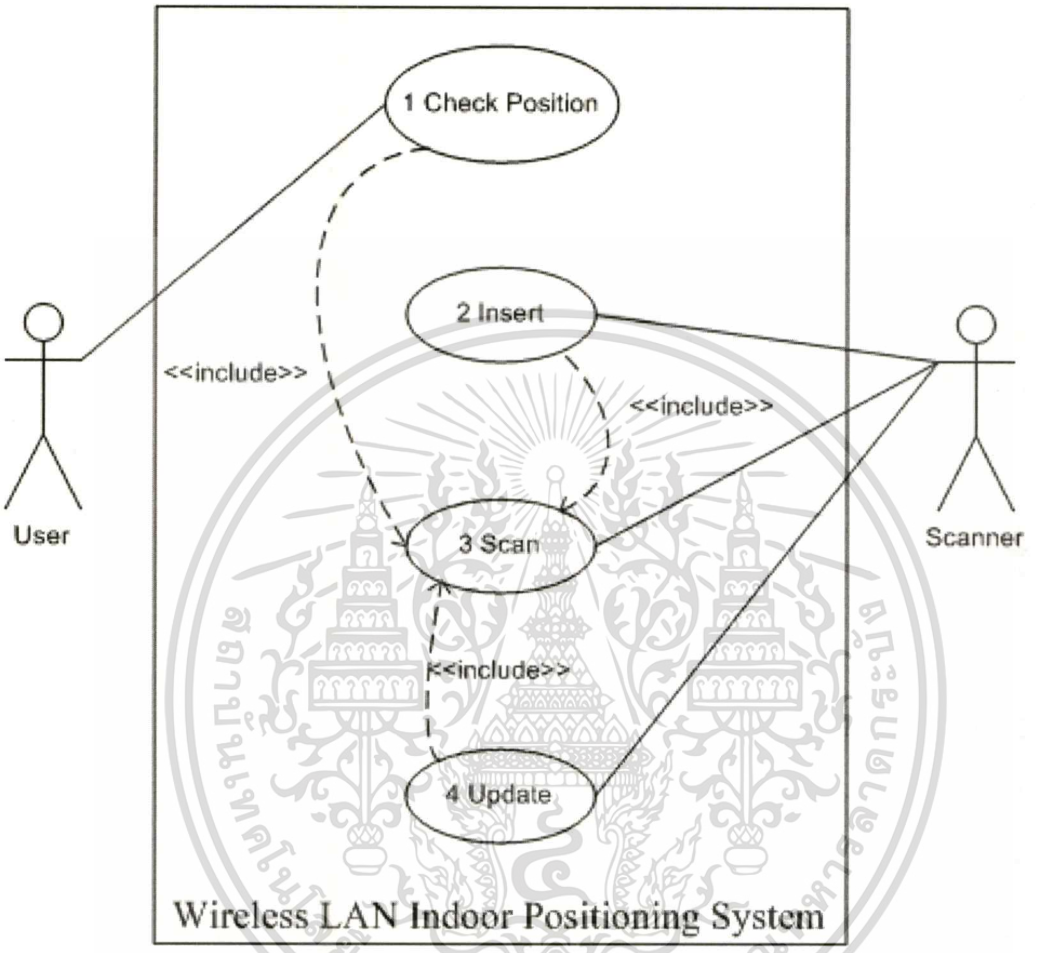
ในหัวข้อนี้จะทำการสร้างแผนภาพที่อธิบายถึงการทำงานของระบบโดยรวม และกล่าวถึงบุคคลต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำงานของระบบทั้งหมด โดยมีการสร้างเป็นแผนภาพดังภาพที่ 3.2 โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. Actors แสดงถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบ คือ
   - User เป็นผู้ที่ต้องหารหาตำแหน่งพิกัดภายในอาคาร
   - Scanner เป็นผู้สำรวจวัดค่าความเข้มของสัญญาณของแต่ละพิกัดภายในอาคาร
2. Process แสดงถึงกระบวนการทำงานหลักภายในระบบโดยมีการทำงานต่างๆ ดังนี้

- Check Position เป็นกระบวนการตรวจสอบพิกัดโดยนำค่า MAC, SS ที่ได้จากการสแกนไปเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่มี MAC, SS ทุกๆ ค่าในฐานข้อมูล ในกรณ์ที่ค่า MAC ตรงกัน ระบบจะนำค่า SS ของ MAC ที่ตรงกันมาหาผลต่างแล้วเก็บไว้พร้อมทั้งเก็บจำนวนที่ MAC ตรงกันด้วย ทำไปจนครบทุก MAC ที่มีอยู่ในพิกัดนั้น สุดท้ายก็รวมค่าผลต่างที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยของผลต่างที่ได้ของแต่ละพิกัด จากนั้นระบบจะหาว่าพิกัดใดที่มีจำนวน MAC ในฐานข้อมูลต่างกับจำนวนที่สแกนน้อยที่สุด จากนั้นจะหาว่าพิกัดใดจากขั้นตอนแรกมีจำนวน MAC ที่มีค่าเหมือนกันมากที่สุดและมีผลต่างของค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด
- Scan เป็นกระบวนการที่เรียกดูข้อมูลต่างๆ ได้แก่ MAC, SSID, SS จากการ์ดไวร์เลส
- Insert เป็นกระบวนการใส่ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการ Scan ลงในฐานข้อมูล เพื่อใช้ในการอ้างอิงสำหรับกระบวนการ Check Position ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Update เป็นกระบวนการแก้ไขข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูล เมื่อมีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น



ภาพที่ 3.2 แผนภาพ Use Case ของระบบ

Use case Description

UC1: Check Position

Brief Description: User ตรวจสอบพิกัดของตนเองภายในอาคาร

Actors: User

Precondition: -

Basic Flows:

1. User UC3: Scan
2. ระบบรับค่า MAC Address และ SS ที่ได้จากการเรียกใช้ UC3: Scan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระบบนำค่า MAC Address แต่ละค่าไปเทียบกับค่า MAC ทุกพิกัดที่มีในฐานข้อมูล
4. ระบบแสดงแผนที่พร้อมกับระบุพิกัดลงบนแผนที่

Alternative:

3a) ระบบเทียบแล้วค่า MAC ตรงกัน: นำ SS ของ MAC นั้นๆ ไปหาผลต่างกับ SS ของ MAC ในฐานข้อมูล แล้วเก็บไว้พร้อมทั้งเก็บจำนวนที่ MAC ตรงกันด้วย ทำไปจนครบทุก MAC ที่มีอยู่ในพิกัดนั้น สุดท้ายก็รวมค่าผลต่างที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยของผลต่างที่ได้ของแต่ละพิกัด จากนั้นระบบจะหาว่าพิกัดใดที่มีจำนวน MAC ในฐานข้อมูลต่างกับจำนวนที่สแกนน้อยที่สุด จากนั้นจะหาว่าพิกัดใดจากขั้นตอนแรกมีจำนวน MAC ที่มีค่าเหมือนกันมากที่สุด และมีผลต่างของค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

UC2: Insert

Brief Description: Scanner เก็บค่าข้อมูลที่ได้รับจากแอคเซสพอยต์ที่อยู่ในบริเวณนั้นลงในฐานข้อมูลพร้อมกับค่าพิกัด X, Y, Z

Actors: Scanner

Precondition: -

Basic Flows:

1. Scanner UC3: Scan
2. ระบบรับค่า MAC Address และ SS ที่ได้จากการเรียกใช้ UC3: Scan
3. ระบบบันทึกค่าข้อมูล MAC Address และ SS ในฐานข้อมูล

Alternative: -

Post condition: ระบบบันทึกค่าข้อมูล MAC Address และ SS ลงในฐานข้อมูล

UC3: Scan

Brief Description: Scanner ตรวจหาค่าความเข้มของสัญญาณและค่า MAC Address ที่ได้รับจากแอคเซสพอยต์แต่ละตัวในตำแหน่งนั้น

Actors: Scanner

Precondition: -

Basic Flows:

1. แสดงข้อมูล MAC Address และ SS ที่ได้รับมาจากแอคเซสพอยต์แต่ละตัว

Alternative: -

Post condition: ระบบได้รับข้อมูล MAC Address และ SS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UC4: Update

Brief Description: แก้ไขค่าความเข้มสัญญาณในแต่ละพิกัด

Actors: Scanner

Precondition: -

Basic Flows:

1. Scanner UC3: Scan
2. ระบบรับค่า MAC Address และ SS ที่ได้จากการเรียกใช้ UC3: Scan
3. ระบบตรวจสอบค่าพิกัดที่ต้องการแก้ไขในฐาน
4. ระบบเปลี่ยนแปลงค่า MAC Address และ SS ในฐานข้อมูล

Alternative:

3a) ระบบตรวจสอบแล้วมีข้อมูลเดิมอยู่: ระบบแสดงข้อความบอกผู้ใช้ให้ทราบว่าแก้ไขแล้ว

3b) ระบบตรวจสอบแล้วไม่มีข้อมูลเดิมอยู่: จบการทำงาน UC นี้

Post condition: ข้อมูลค่าสัญญาณในพิกัดได้รับการแก้ไข

3.4 แผนภาพแสดง Activity Diagram

3.4.1 แผนภาพแสดง Activity ของการ Positioning

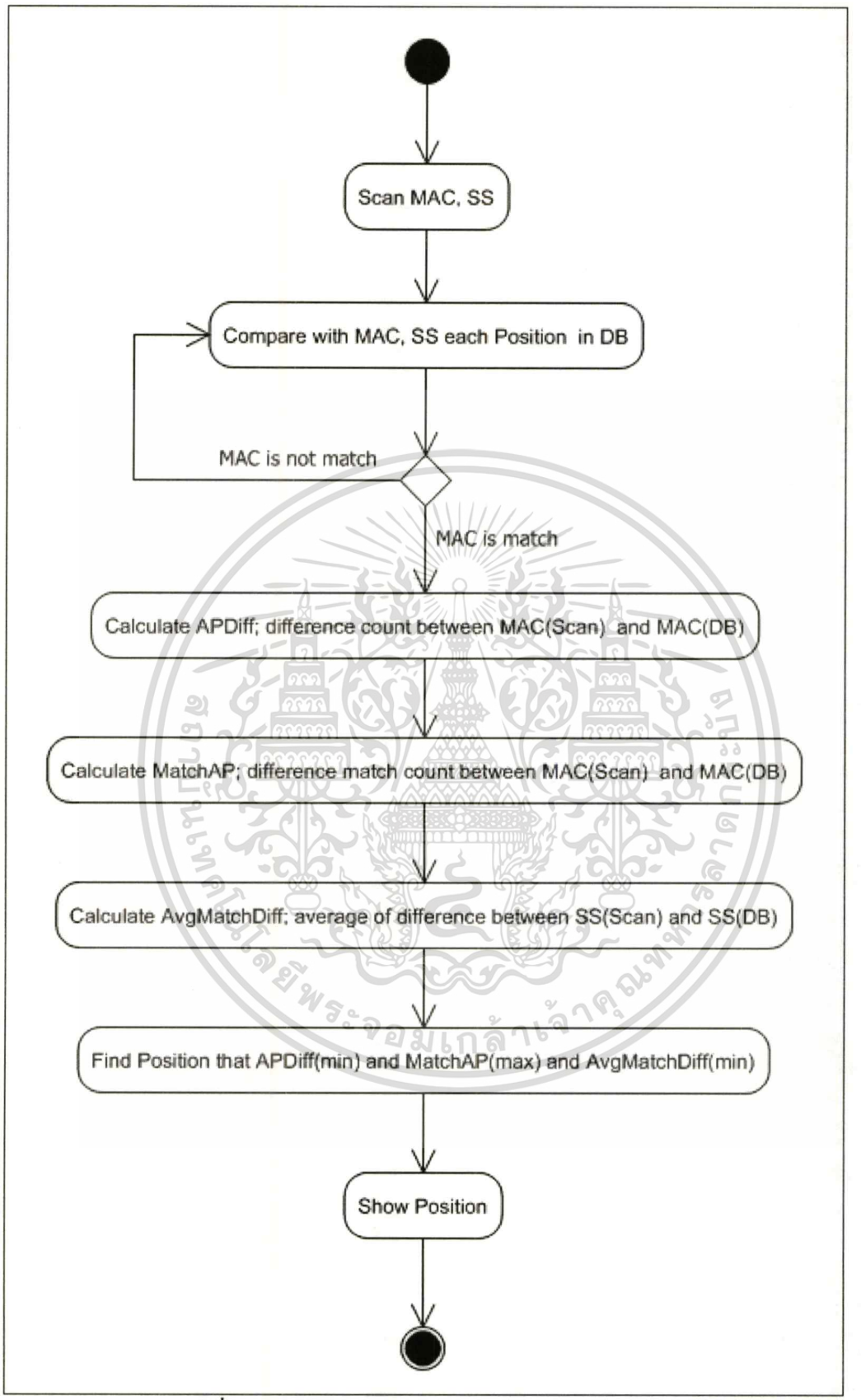
ระบบรับค่า MAC, SS มาจาก Access Point มาเทียบกับค่า MAC, SS ที่เก็บในแต่ละ ID_Pos จากฐานข้อมูล ถ้า MAC ของแต่ละอันตรงกัน ระบบจะทำการคำนวณ

- ผลต่างระหว่างจำนวน MAC ที่ได้จาก Access Point และ ID_Pos ในฐานข้อมูล (APDiff)
- หาผลต่างระหว่างจำนวน MAC ที่ตรงกันจากการเทียบระหว่าง Access Point และ ID_Pos ในฐานข้อมูล(MatchAPDiff)
- นำ SS ของแต่ละ MAC มาหาผลต่าง แล้วนำค่าผลต่างทั้งหมดมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวน MAC ที่ตรงกัน เพื่อได้ค่าเฉลี่ยของผลต่างของแต่ละ ID_Pos(AvgDiff)

จากนั้นระบบจะเลือก ID_Pos ที่มีค่า APDiff ต่ำสุดออกมา ต่อมาระบบจะเลือกจาก ID_Pos ที่มีค่า MatchAPDiff มากสุด สุดท้ายระบบจะเลือกจาก ID_Pos ที่มีค่า AvgDiff น้อยสุดออกมา เมื่อได้ค่า ID_Pos แล้วระบบจะแปลงเป็นพิกัด x, y, z ซึ่ง z จะบอกว่าชั้นไหน ระบบจะดึงแผนผังชั้นที่ z ออกมาแล้วพล็อตพิกัด x, y ลงบนแผนผัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจล.

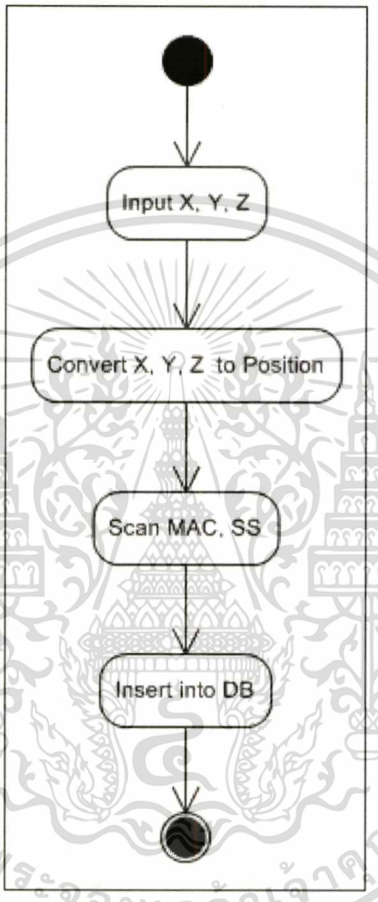


ภาพที่ 3.3 แผนภาพแสดง Activity ของการ Positioning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 แผนภาพแสดง Activity ของการ Insert

ผู้ใช้จะใส่ค่าพิกัด X, Y, Z ที่ตัวเองอยู่เข้าไปในระบบ แล้วระบบจะนำค่าเหล่านี้ไปหา ID_Pos ในฐานข้อมูลว่ามีพิกัดนี้บันทึกไว้แล้วหรือยัง ถ้าระบบตวจแล้วไม่พบพิกัดดังกล่าวก็จะเริ่มขั้นตอนดึงข้อมูล MAC, SS ของแอคเซสพอยต์แต่ละตัวที่การ์ดไวร์เลสได้รับมา แล้วบันทึกลงในฐานข้อมูล

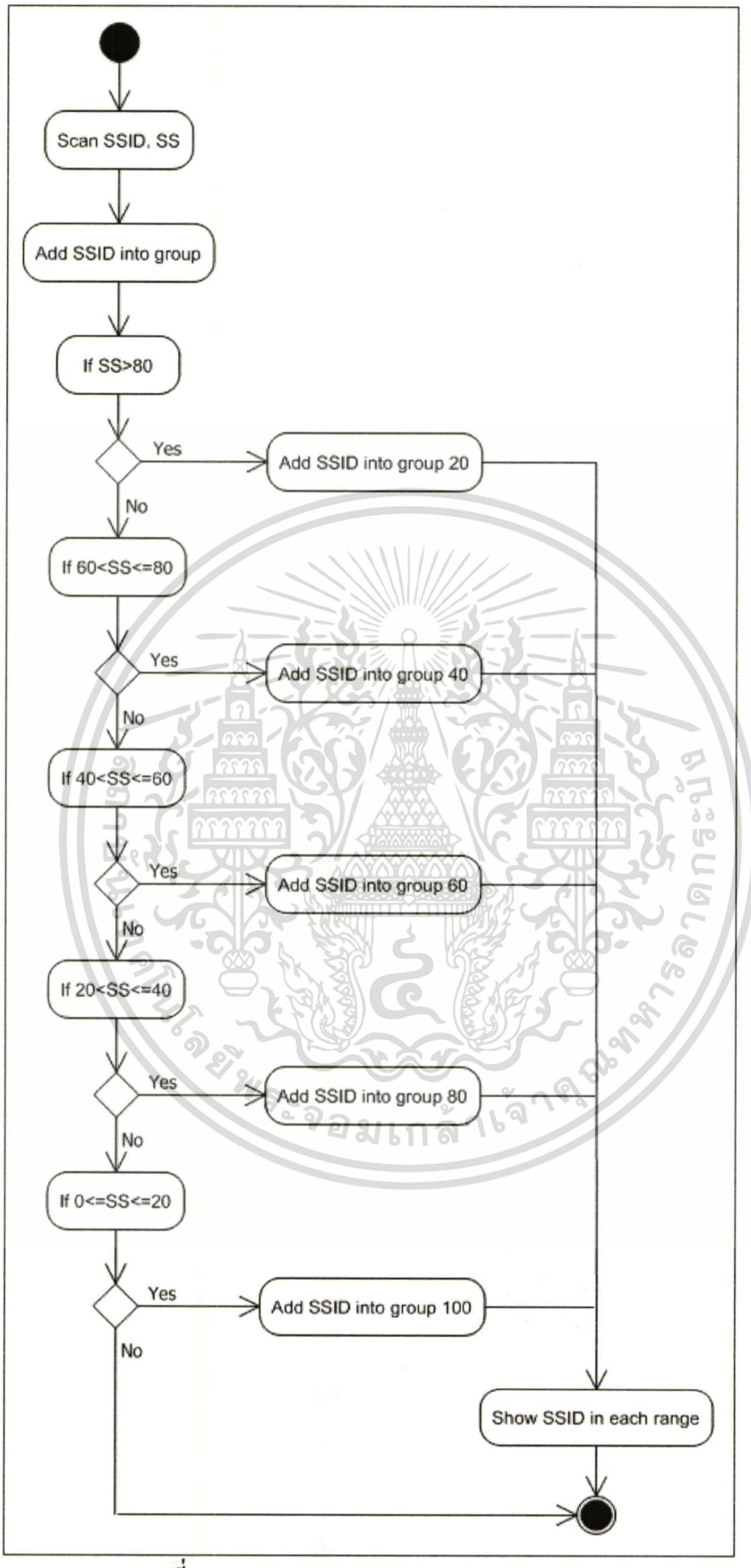


ภาพที่ 3.4 แผนภาพแสดง Activity ของการ Insert

3.4.3 แผนภาพแสดง Activity ของการ Scan

เริ่มจากระบบดึงข้อมูล SSID, MAC, SS ของแอคเซสพอยต์แต่ละตัวที่การ์ดไวร์เลสได้รับมา แล้วนำค่าเหล่านั้นมาแสดงให้ผู้ใช้ทราบตามระดับความเข้มสัญญาณของแอคเซสพอยต์แต่ละตัว โดยมี 5 ระดับดังนี้ 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 เป็นอันสิ้นสุดการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

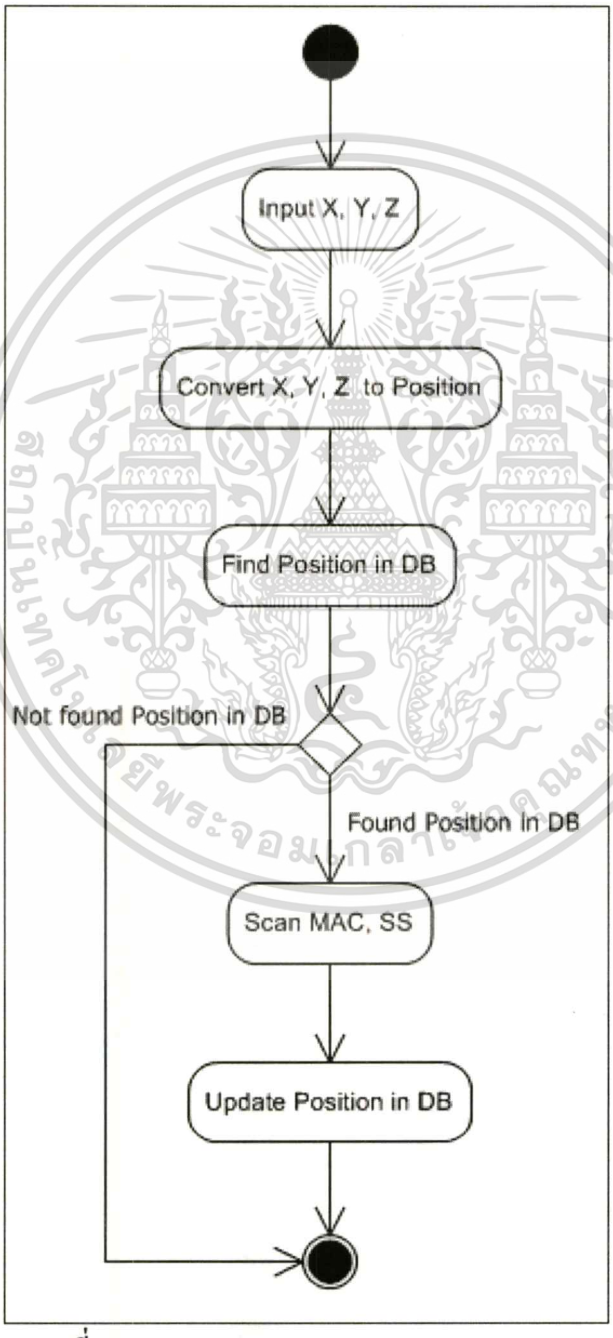


ภาพที่ 3.5 แผนภาพแสดง Activity ของการ Scan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 แผนภาพแสดง Activity ของการ Update

ผู้ใช้จะใส่ค่าพิกัด X, Y, Z ที่ตัวเองอยู่เข้าไปในระบบ แล้วระบบจะนำค่าเหล่านี้ไปหา ID_Pos ในฐานข้อมูลว่ามีพิกัดนี้บันทึกไว้แล้วหรือยัง ถ้าระบบตวจแล้วไม่พบพิกัดดังกล่าวก็จะเริ่มขั้นตอนดึงข้อมูล MAC, SS ของแอคเซสพอยต์แต่ละตัวที่การ์ดไวร์เลสได้รับมา แล้วบันทึกลงในฐานข้อมูล ถ้าหากว่าระบบนำค่าพิกัดไปค้นหาแล้วพบค่า ID_Pos ว่ามีอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว ระบบจะ Update ข้อมูล ถ้าไม่มีข้อมูลอยู่ระบบก็เสร็จสิ้นการทำงาน

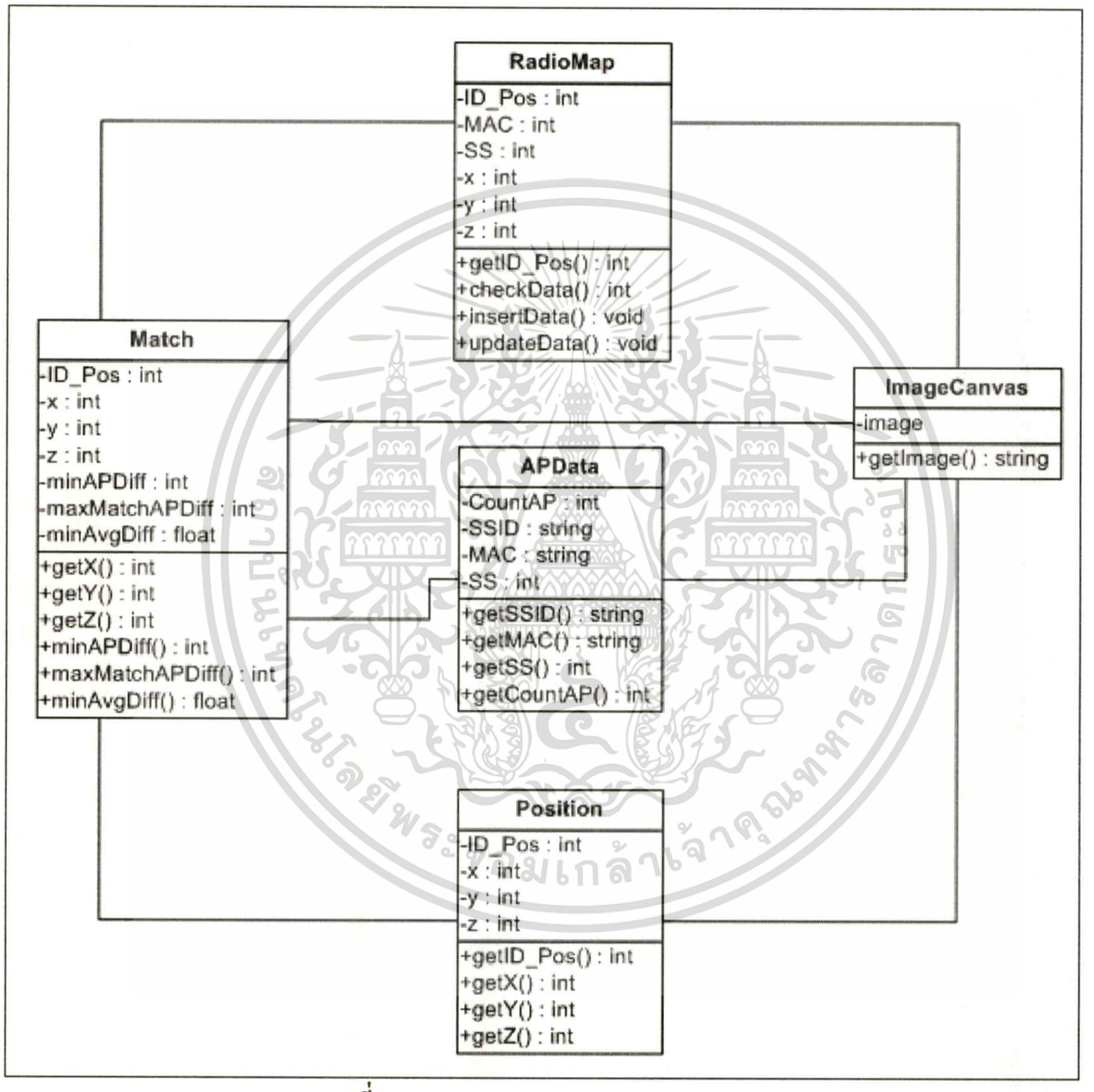


ภาพที่ 3.6 แผนภาพแสดง Activity ของการ Update

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 แผนภาพแสดง Class Diagram

Class Diagram ใช้เป็น Guideline ของการนำไปใช้ในการสร้าง Application Software ของระบบที่พัฒนา คือการแปลง Class Diagram ไปสู่การเขียนโค้ด โดยภายใน Class Diagram จะมีการอธิบายรายละเอียดของความสัมพันธ์ระหว่าง Class และรายละเอียดที่อยู่ภายใน Class ได้แก่ คุณลักษณะ (Property) และพฤติกรรม (Method) ตามลำดับ



ภาพที่ 3.7 แสดง Class Diagram ของระบบ

จากภาพที่ 3.7 แสดงถึง Class Diagram ของระบบที่ประกอบไปด้วย 5 คลาส ได้แก่

1. Class Match เป็น Class ที่รับแล้วเปรียบเทียบข้อมูลที่ดึงมาระหว่าง Access Point และฐานข้อมูล และส่งค่าตำแหน่งพิกัดออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

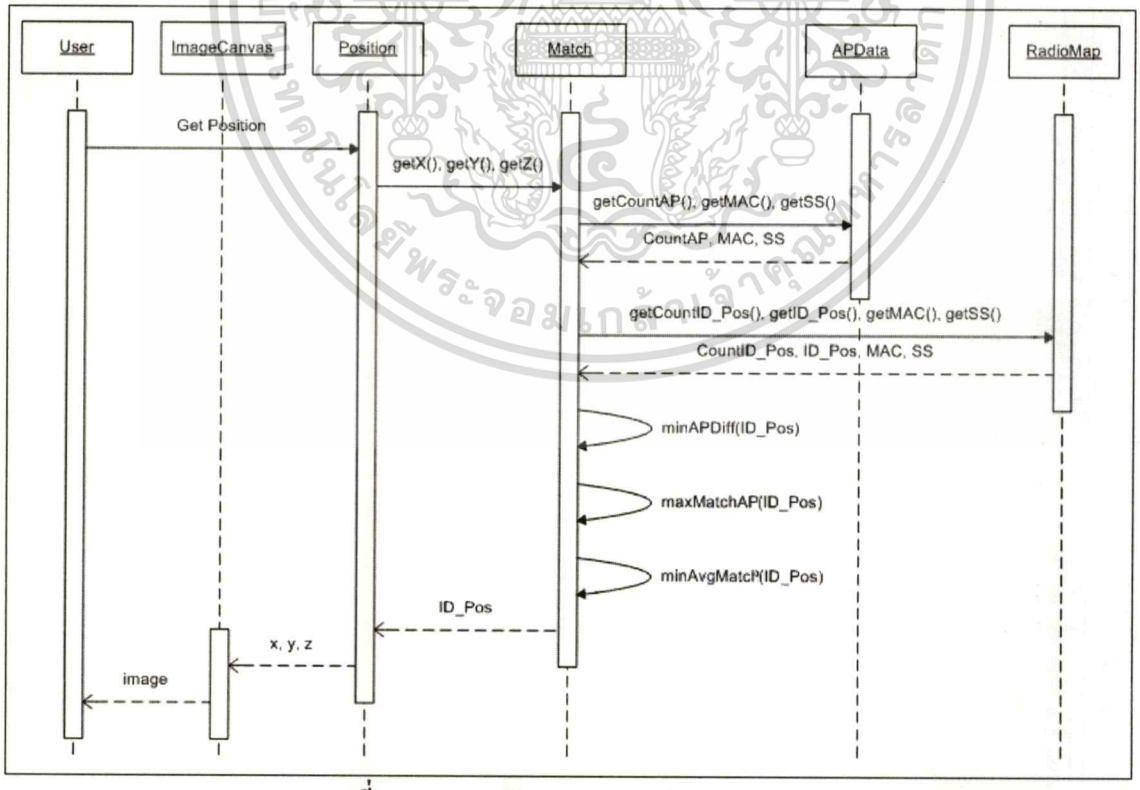
2. Class Position เป็น Class เก็บข้อมูล ID_Pos ที่อ้างอิงค่าพิกัด x, y, z ไว้ จะใช้แปลงค่า ID_Pos เป็นพิกัด หรือ พิกัดเป็น ID_Pos
3. Class APData เป็น Class ที่ใช้รับค่าข้อมูลต่างๆ จาก Access Point
4. Class ImageConvas เป็น Class ที่ใช้แสดงภาพแผนผังและจุดพิกัดในโปรแกรม

3.6 Sequence Diagram

เป็นการแสดงการทำงานของระบบที่มีการบอกรายละเอียดที่เกิดขึ้นในระบบ รวมทั้งผู้ที่เข้าใช้งานในระบบหรือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบว่าต้องมีขั้นตอนการทำงานในลักษณะต่างๆ โดยมีแผนภาพแสดงดังนี้

3.6.1 แผนภาพแสดง Sequence ของ Check Position

การทำงานของ Check Position มีกระบวนการทำงานคือ User ร้องขอตำแหน่งจากระบบ จากนั้นระบบจะดึงข้อมูลของ MAC, SS ของแอคเซสพอยต์แต่ละตัวบริเวณนั้นจากการ์ดไวร์เลส แล้วส่งค่าทั้งสองไปยังกระบวนการหาตำแหน่งโดยเปรียบเทียบกับข้อมูล MAC, SS ที่ได้จากการ Survey ในฐานข้อมูล และดึงค่า ID_Pos ที่มีค่าตรงกันออกมา ซึ่งภายใน ID_Pos ก็จะประกอบไปด้วยพิกัด X, Y ที่ใช้ในการระบุพิกัด และ Z จะใช้ในการแสดงรูปชั้นของอาคาร

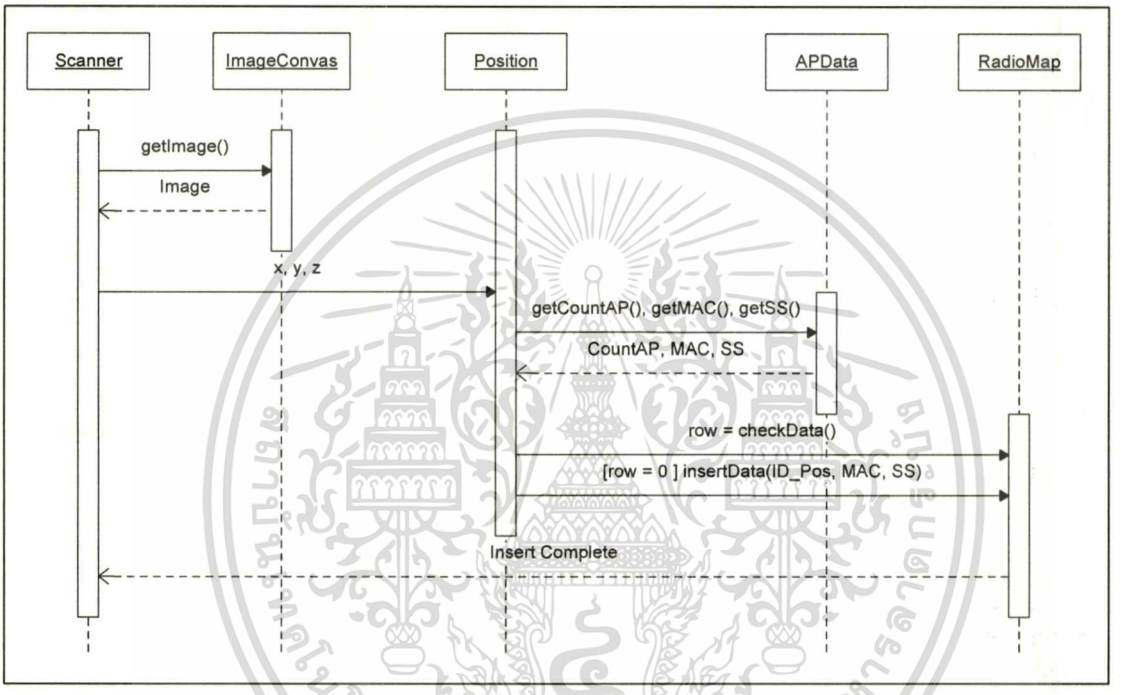


ภาพที่ 3.8 แผนภาพแสดง Sequence ของ Check Position

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Insert

การทำงานของ Add มีกระบวนการคือ Scanner เลือกชั้นของอาคารที่ต้องการบันทึกสัญญาณ ระบบก็แสดงแผนผังชั้นขึ้นมา Scanner ใส่พิกัด X, Y, Z ที่ตัวเองอยู่ลงในระบบ เมื่อสั่งให้ Add ระบบจะนำค่า X, Y, Z ไปค้นหาว่าใช้หมายเลข ID_Pos อะไร จากนั้นก็นำ ID_Pos ไปตรวจสอบในฐานข้อมูลของการ Survey ว่ามีบันทึกไว้หรือไม่ ถ้ายังไม่มีระบบจะดึงข้อมูล MAC, SS ที่ได้รับจากแอคเซสพอยต์จากการ์ดไวร์เลสมาบันทึกไว้ในฐานข้อมูลรวมทั้งหมายเลข ID_Pos ด้วย

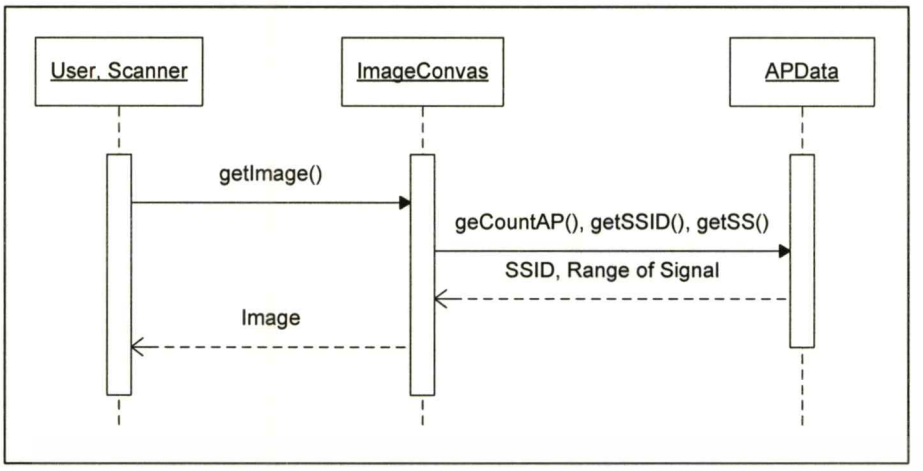


ภาพที่ 3.9 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Add

3.6.3 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Scan

การทำงานของ Scan มีกระบวนการคือ ดึงข้อมูล SSID, MAC, SS ที่ได้รับมาจากแอคเซสพอยต์แต่ละตัวจากการ์ดไวร์เลสมาแสดง

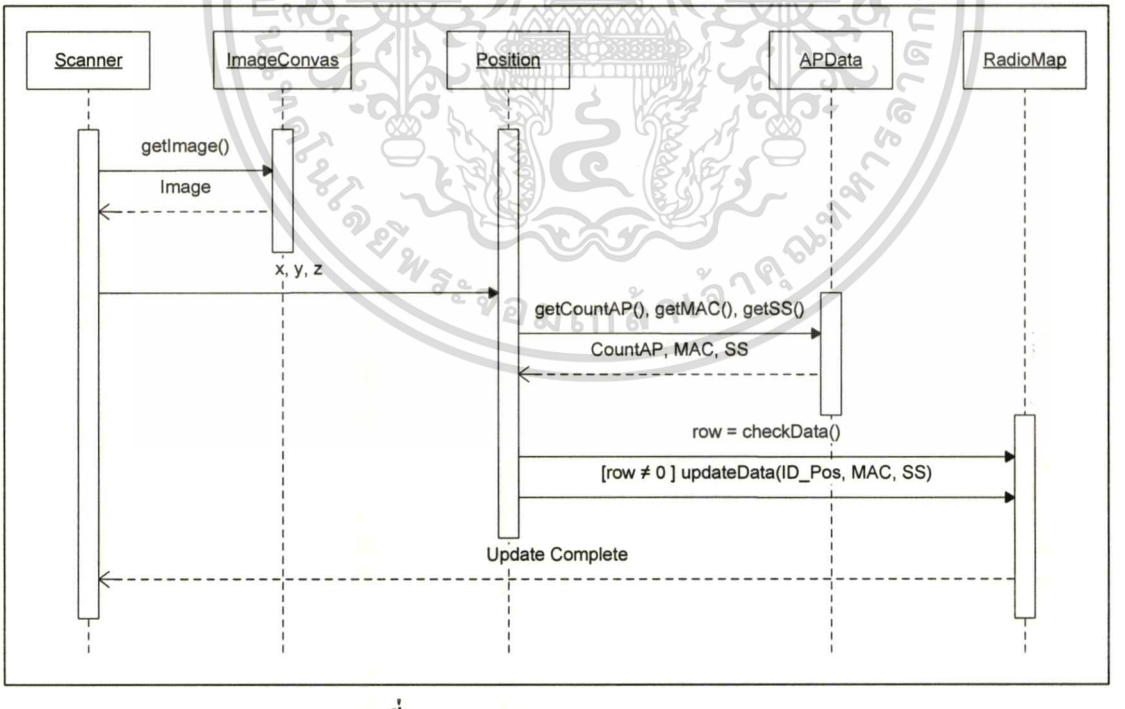
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.10 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Scan

3.6.4 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Edit

การทำงานของ Edit มีกระบวนการทำงานคือ Scanner ใส่พิกัด X, Y, Z ที่ตัวเองอยู่ลงในระบบ เมื่อสั่งให้ Add ระบบจะนำค่า X, Y, Z ไปค้นหาว่าใช้หมายเลข ID_Pos อะไร และระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลงไปแทนที่ตำแหน่งของข้อมูลเดิม



ภาพที่ 3.11 แผนภาพแสดง Sequence ของการ Edit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบฐานข้อมูล

3.7.1 Data Dictionary

ฐานข้อมูลของระบบประกอบไปด้วยตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1 เอนทิตีที่เกี่ยวข้องในระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารด้วยเครือข่ายไร้สาย

ลำดับที่	เอนทิตี	คำอธิบายรายละเอียด
1	ap_ss	เก็บข้อมูลของแอคเซสพอยต์และสัญญาณที่ได้รับในแต่ละตำแหน่ง
2	pos	เก็บข้อมูลหมายเลขอ้างอิงพิกัด

3.7.2 ฐานข้อมูลของระบบ

ตารางที่ 3.2 ตาราง ap_ss

field	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ตารางอ้างอิง
ID_Pos	หมายเลขอ้างอิงตำแหน่ง	Integer	Pk,Fk	ap_ss
MAC	MAC Addressของแอคเซสพอยต์	Varchar	Pk	
SS	ความเข้มสัญญาณ	Integer		

ตารางที่ 3.3 ตาราง pos

field	คำอธิบาย	ชนิดข้อมูล	คีย์	ตารางอ้างอิง
ID_Pos	หมายเลขอ้างอิงตำแหน่ง	Integer	Pk	
X	พิกัด X	Integer		
Y	พิกัด Y	Integer		
Z	พิกัด Y (ชั้น)	Integer		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การพัฒนาระบบงาน

การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งโดยใช้เครือข่ายไร้สายภายในอาคารได้พัฒนาแยกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นส่วนของการสำรวจค่าความเข้มของสัญญาณในพื้นที่ต่างๆ ภายในอาคารโดยเริ่มแรกต้องสร้างแผนที่ภายในอาคารพร้อมทั้งวางพิกัด X, Y, Z (ในที่นี้ได้กำหนดให้เป็นแต่ละชั้นภายในอาคาร) ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ โดยแต่ละพิกัดจะห่างกัน 4 เมตร แล้วไปอยู่ที่พิกัดทำได้วางเอาไว้ แล้วใช้ระบบที่พัฒนามาตรวจวัดว่าได้รับค่าความเข้มของสัญญาณจากแอคเซสพอยต์เครื่องใดบ้าง ลงในฐานข้อมูลพร้อมทั้งค่าพิกัด X, Y, Z และในส่วนที่สองเป็นส่วนระบุตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่โดยจะใช้วิธีกลับกันคือ ผู้ใช้ที่ต้องการทราบตำแหน่งของตนเองนั้นจะใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นตรวจวัดว่าได้รับค่าความเข้มของสัญญาณจากแอคเซสพอยต์เครื่องใดบ้าง แล้วนำค่าที่ได้นั้นไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการสำรวจพื้นที่ซึ่งอยู่ในฐานข้อมูลแล้วนั้น ว่ามีค่าตรงกันหรือไม่ ถ้าค่าที่ได้รับมานั้นมีค่าตรงกับค่าในฐานข้อมูลก็ระบบก็จะดึงค่าพิกัด X, Y, Z ออกมาจากฐานข้อมูลและเรียกรูปภาพของชั้นภายในอาคารที่มีค่าเท่ากับ Z และทำการวางพิกัด X, Y ลงไปบนแผนผังนั้น

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ระบบนี้ได้พัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา JAVA และใช้ JSDK 5.0 ในการพัฒนาและมีการใช้ NDIS Protocol Driver และ Component ของ WRAPI ในการติดต่อกับการ์ดไวร์เลสเพื่อดึงค่าข้อมูลต่างๆ เช่น MAC Address, Signal Strength, SSID ที่ได้รับจากแต่ละแอคเซสพอยต์ ซึ่งระบบนี้ได้ติดตั้งอยู่บนระบบปฏิบัติการ Windows XP Professional with Service Pack 2 โดยใช้ MySQL 4.1 เป็นฐานข้อมูล ส่วนของการออกแบบและสร้างฐานข้อมูลใช้ MySQL Control Center 0.9.4 ในส่วนของแบบแปลนของอาคารได้ใช้ Autodeak AutoCAD 2005 ในการสร้างแผนผังรวมถึงวางพิกัดให้แต่ละจุดของแบบแปลน

4.2 หน้าจอของระบบ

การทำงานของระบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

4.2.1 ส่วนของการสำรวจค่าความเข้มของสัญญาณในพื้นที่ต่างๆ

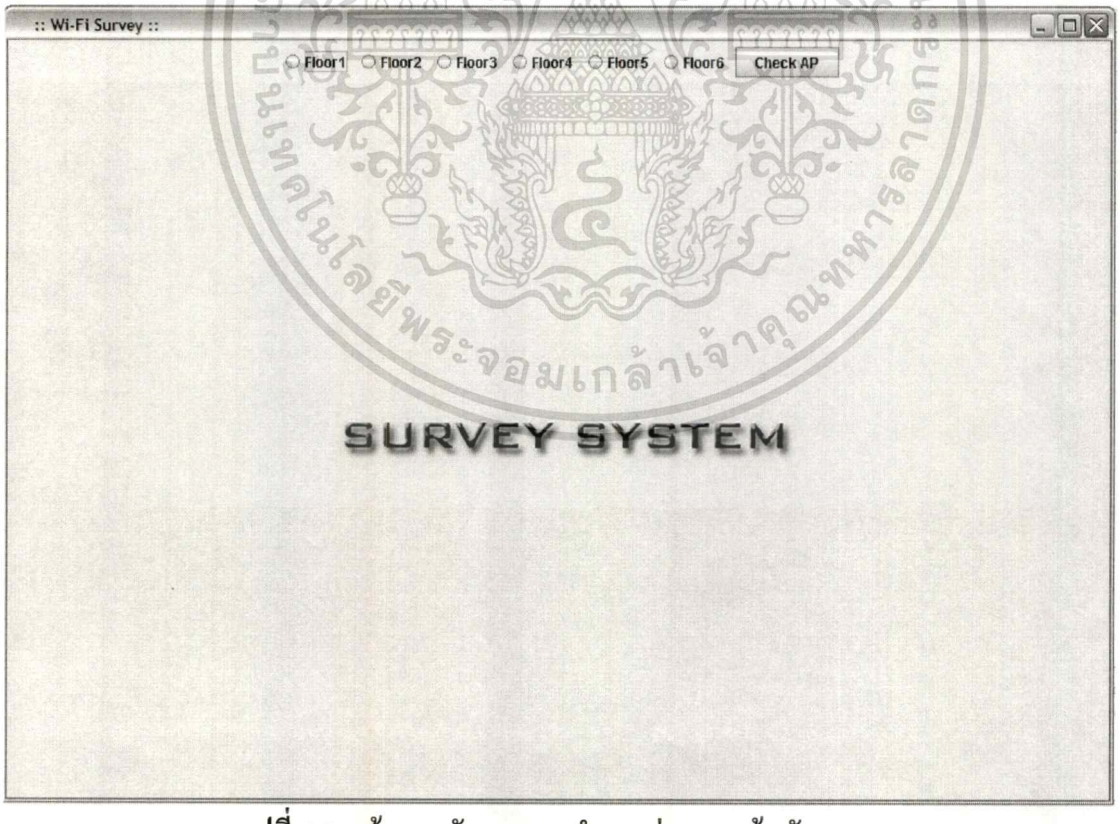
เป็นส่วนที่ผู้พัฒนาระบบใช้สำหรับตรวจหาค่าความเข้มสัญญาณที่การ์ดไวร์เลสได้รับแล้วแสดงผลออกมาได้ว่าในบริเวณนั้นได้รับสัญญาณมากจากแอคเซสพอยต์เครื่องไหนบ้าง และสามารถเก็บรายละเอียดค่าความเข้มสัญญาณ ค่าพิกัด X, Y และ Z รวมไปถึง MAC, SS ของไวร์เลสแอคเซสพอยต์ที่ให้บริการที่วัดค่าความเข้มได้แต่ละตัวลงไปยังฐานข้อมูล ค่าต่างๆ ที่บันทึกไว้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานข้อมูลนั้นจะนำมาใช้ในการอ้างอิงกับส่วนระบุตำแหน่งของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ ในส่วนนี้มีช่องรับข้อมูลจากผู้ใช้คือ พิกัด X, พิกัด Y, พิกัด Z (ชั้นของอาคาร) และมีปุ่มคำสั่งอยู่ 7 ปุ่ม ได้แก่

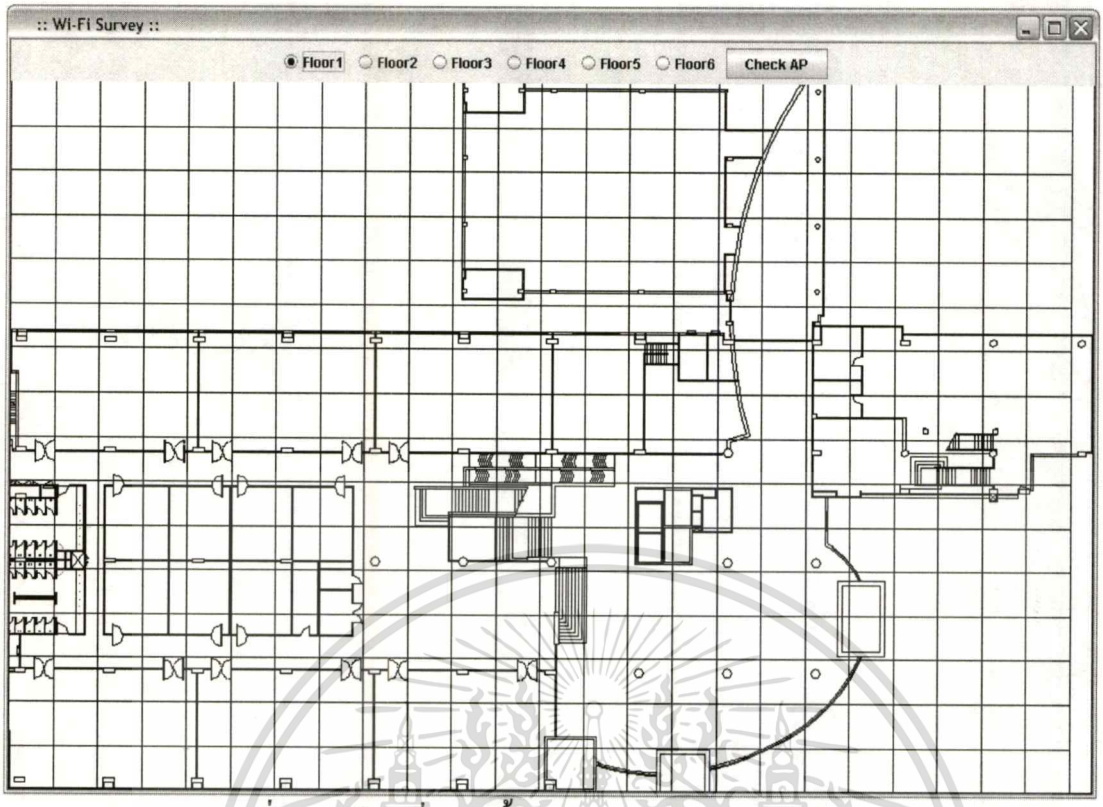
- Floor1 ให้ระบบแสดงแผนผังของอาคารเรียนชั้น 1
- Floor2 ให้ระบบแสดงแผนผังของอาคารเรียนชั้น 2
- Floor3 ให้ระบบแสดงแผนผังของอาคารเรียนชั้น 3
- Floor4 ให้ระบบแสดงแผนผังของอาคารเรียนชั้น 4
- Floor5 ให้ระบบแสดงแผนผังของอาคารเรียนชั้น 5
- Floor6 ให้ระบบแสดงแผนผังของอาคารเรียนชั้น 6
- Check AP ให้ระบบตรวจสอบว่าบริเวณนั้นมีแอคเซสพอยต์เครื่องใดบ้าง โดยข้อมูลจะแสดงชื่อของแอคเซสพอยต์แบ่งตามระดับความเข้มสัญญาณ

การบันทึกข้อมูลสัญญาณแอคเซสพอยต์ทำได้โดยกดที่หน้าจอบริเวณพิกัดบนแผนผังของชั้นที่เราอยู่ จากนั้นระบบจะทำการวัดค่าสัญญาณจากแอคเซสพอยต์แล้วบันทึกพร้อมกับพิกัดที่เราเลือกลงฐานข้อมูล และแสดงข้อความให้เราทราบว่าได้บันทึกหรืออัพเดตข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

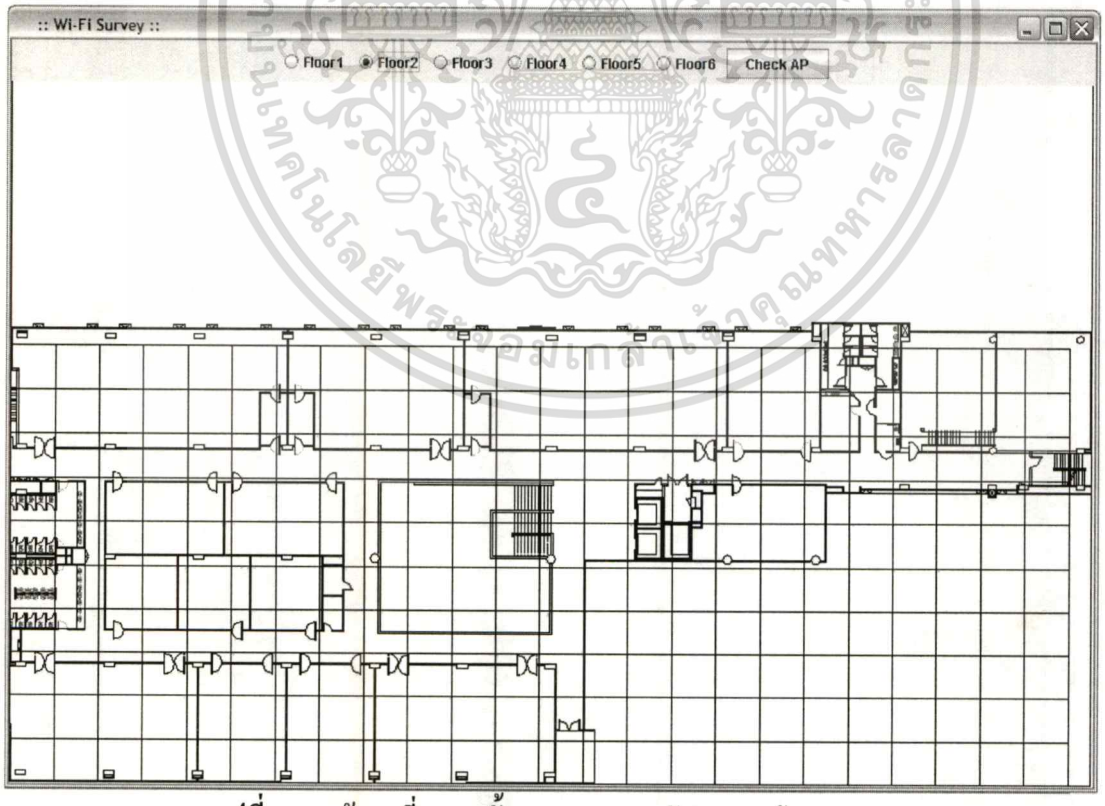


รูปที่ 4.1 หน้าจอหลักของการสำรวจค่าความเข้มสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

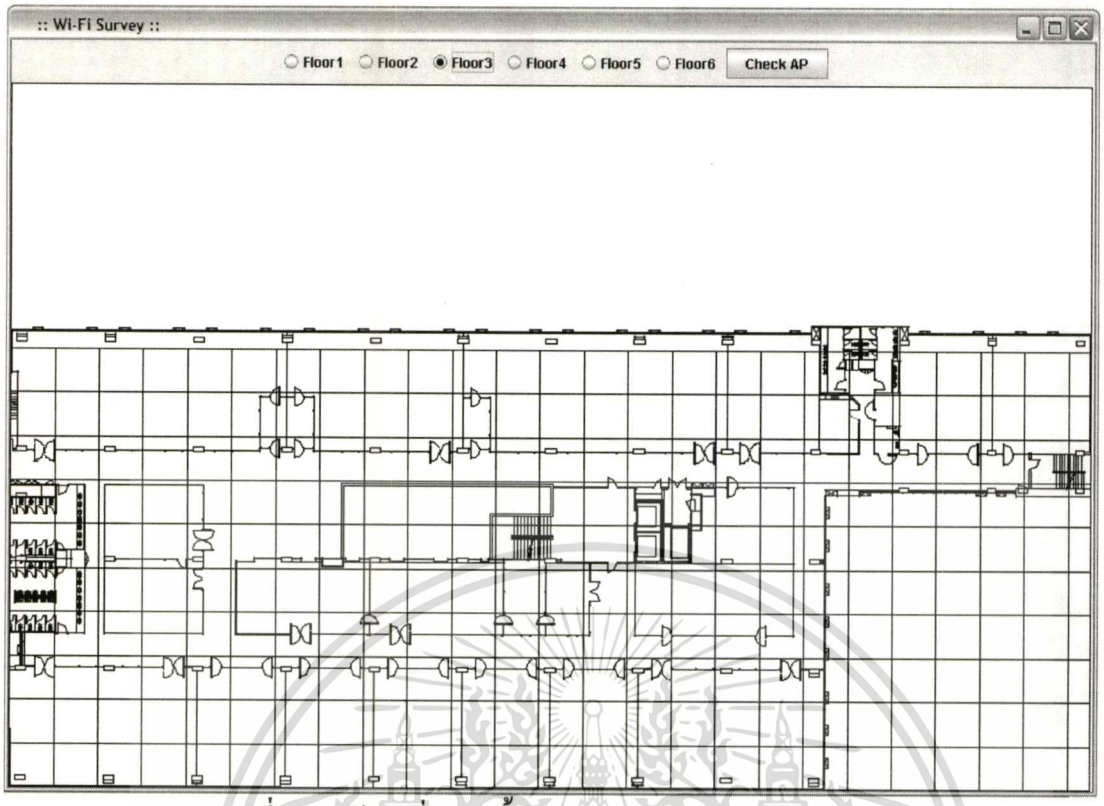


รูปที่ 4.2 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor1

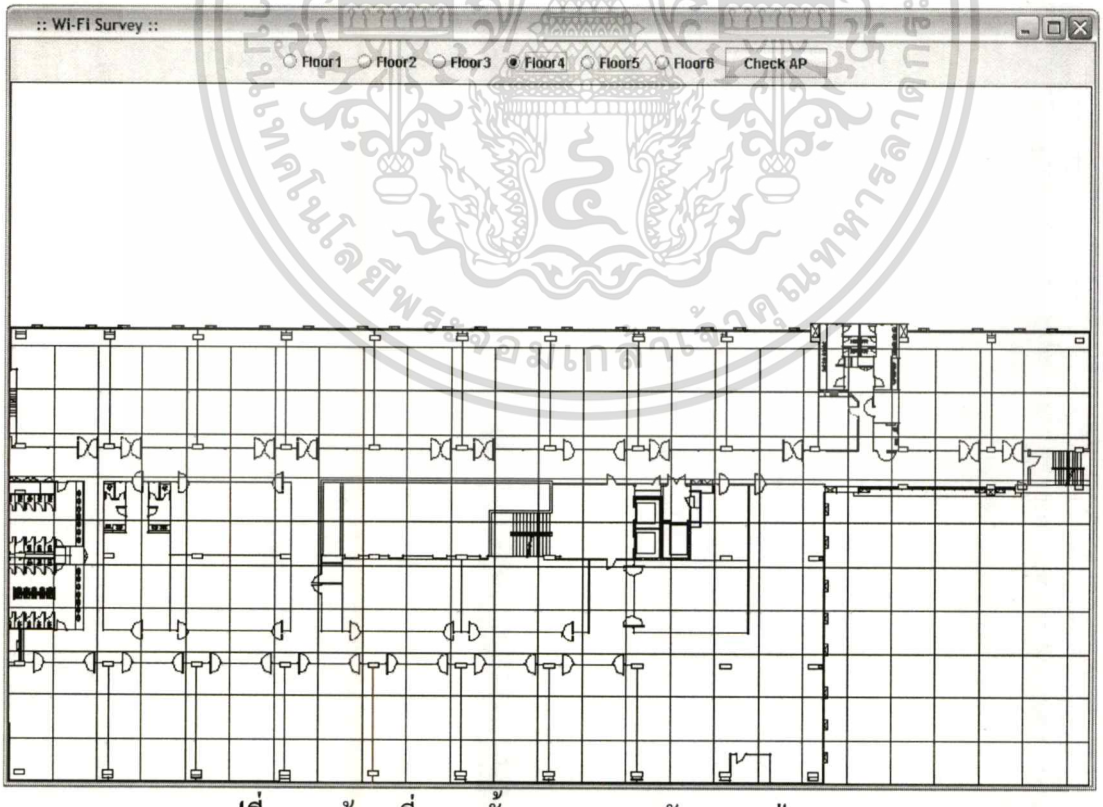


รูปที่ 4.3 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

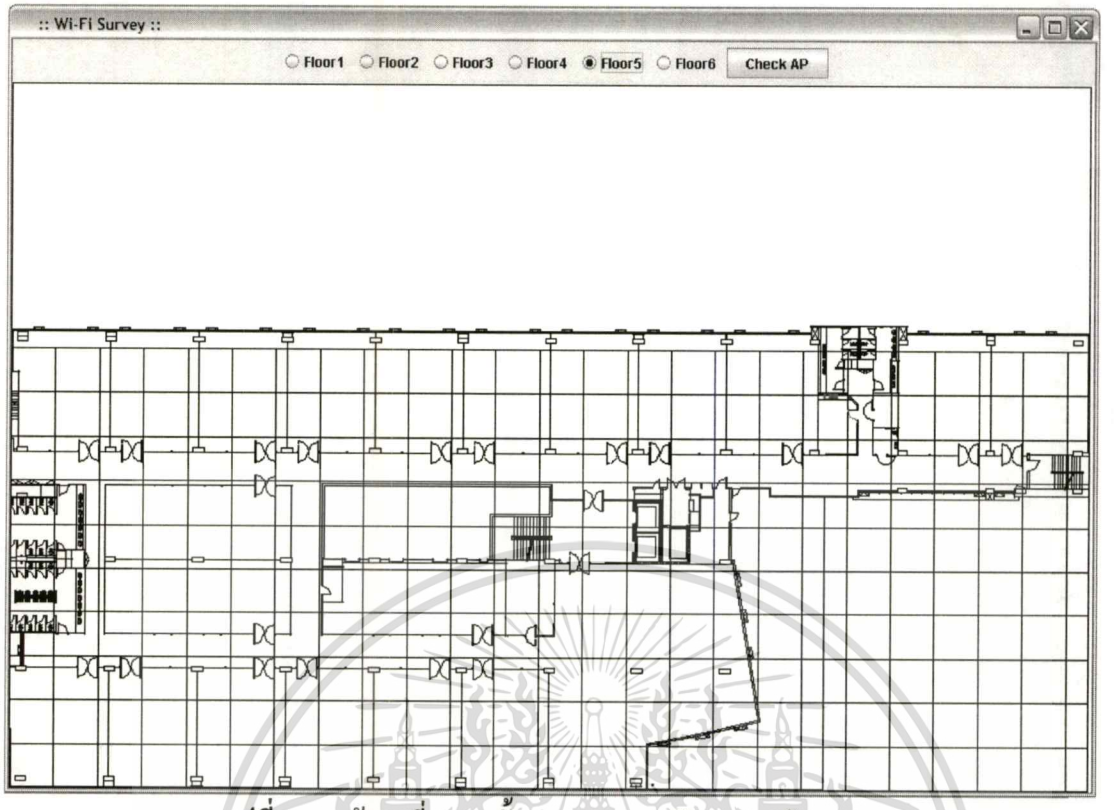


รูปที่ 4.4 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor3

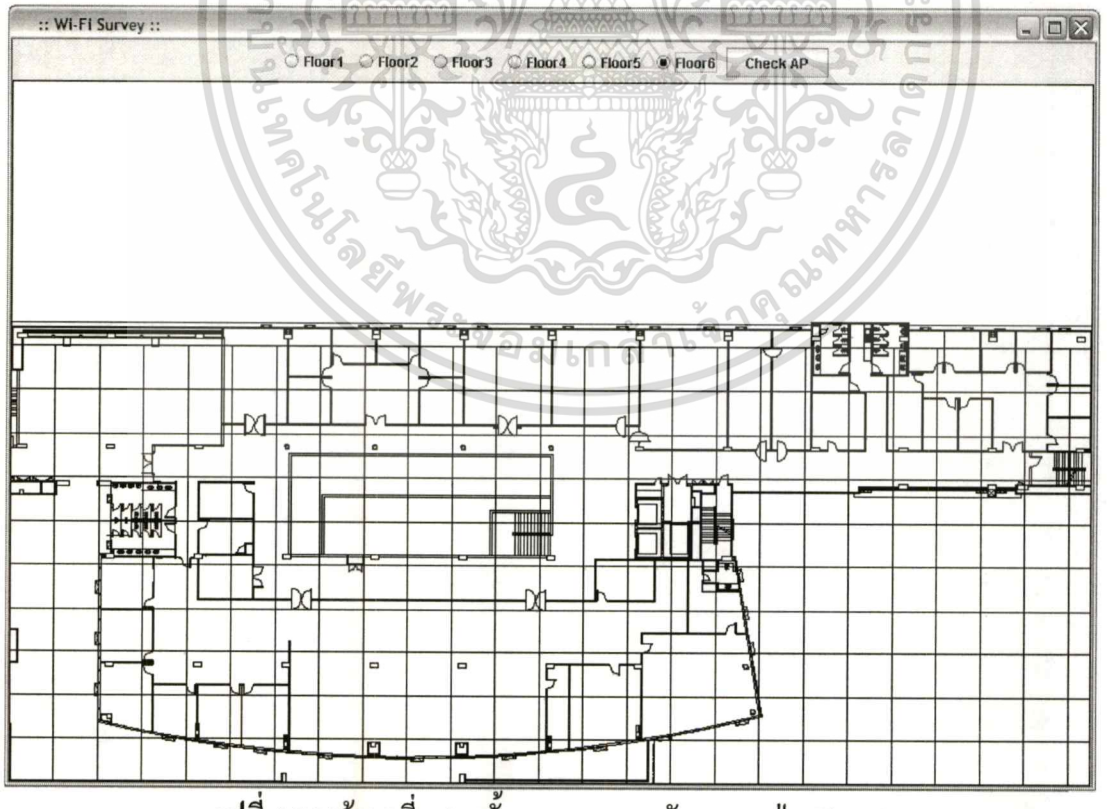


รูปที่ 4.5 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

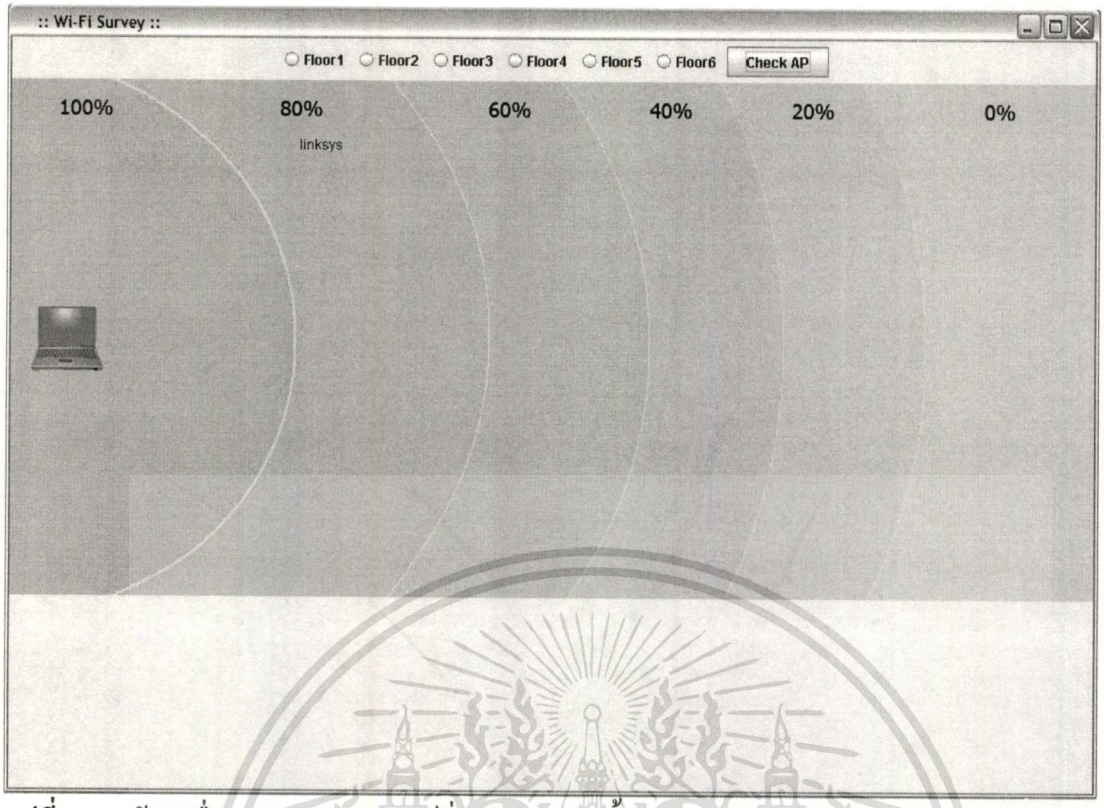


รูปที่ 4.6 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor5

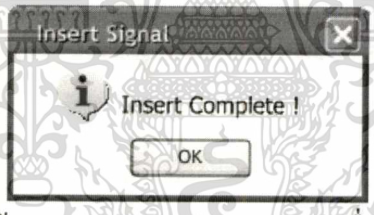


รูปที่ 4.7 หน้าจอที่แสดงชั้นของอาคารหลังจากกดปุ่ม Floor6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 หน้าจอชื่อของแอคเซสพอยต์ที่อยู่ในบริเวณนั้น โดยแสดงตามระดับของความเข้มสัญญาณ



รูปที่ 4.9 หน้าจอข้อความบอกสถานะของระบบเมื่อบันทึกข้อมูลแล้ว

รูปที่ 4.10 หน้าจอข้อความบอกสถานะของระบบเมื่ออัพเดตข้อมูลแล้ว

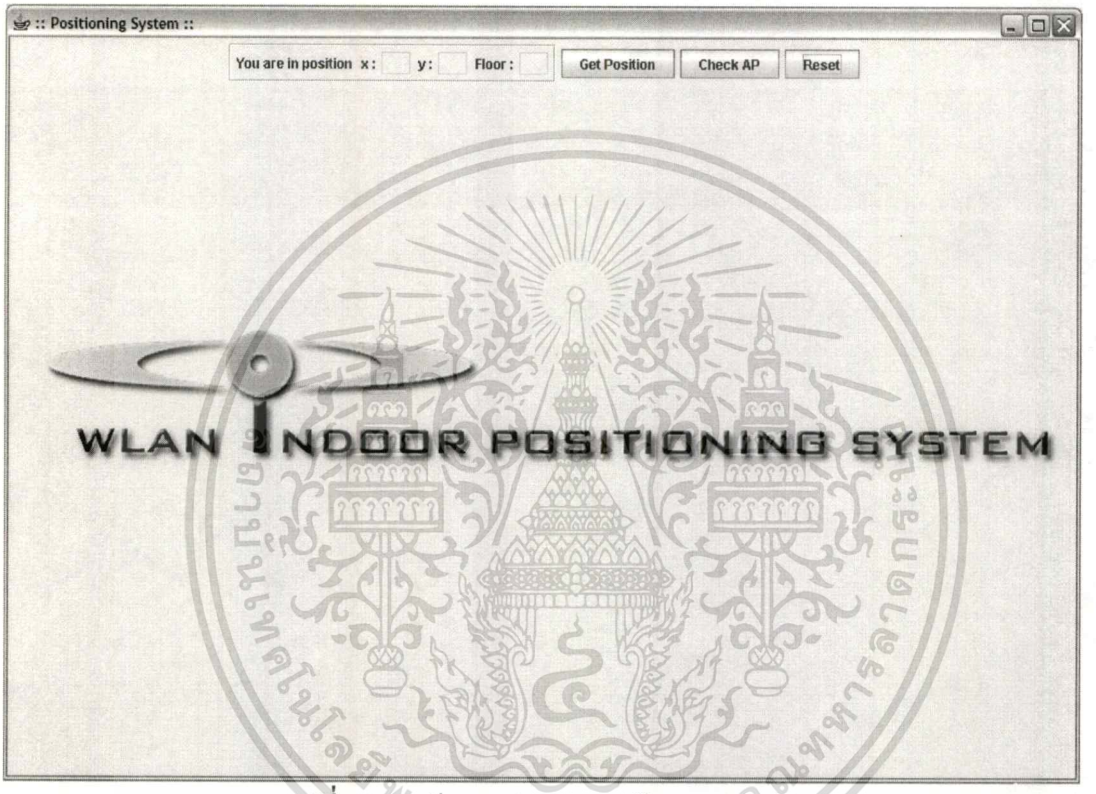
4.2.2 ส่วนของการระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานระบบ

เป็นส่วนของผู้ใช้ที่จะแสดงตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่ในเวลานั้น โดยใช้วิธีการทำงานที่กลับกันของการสำรวจพื้นที่สัญญาณภายในอาคาร คือ ตรวจวัดค่าความเข้มสัญญาณที่การ์ดไวร์เลสได้รับแล้วนำค่าที่ได้นั้นไปเทียบกับค่าที่มีอยู่ในฐานข้อมูล แล้วจะนำค่าของพิกัด X, Y, Z ที่มีค่าความเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

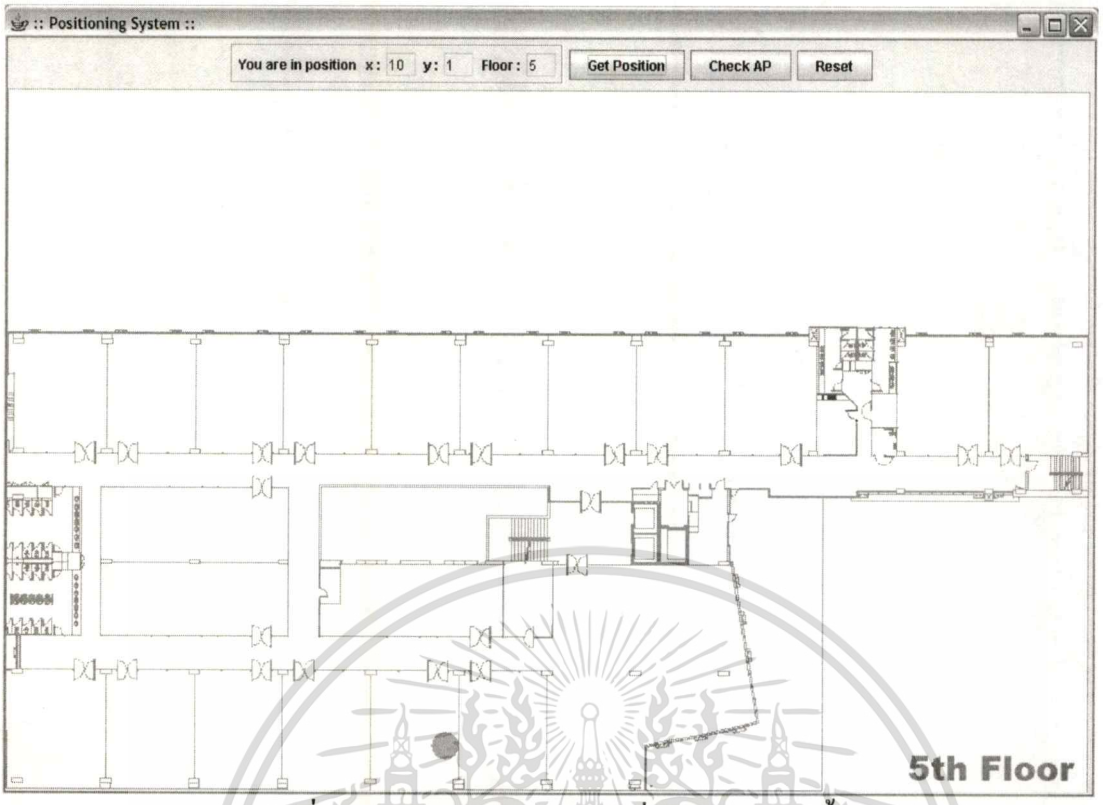
สัญญาณตรงกับที่ตรวจวัดมาใช้แสดงเป็นแผนผังของอาคารและระบุเป็นพิกัดว่าอยู่ที่พิกัดไหน ในแผนผังชั้นของอาคารนั้น หน้าจอนี้มีปุ่มคำสั่งอยู่ 3 ปุ่มได้แก่

- Get Position ให้ระบบแสดงตำแหน่งของผู้ใช้
- Check AP ให้ระบบตรวจสอบว่าบริเวณนั้นมีแอคเซสพอยต์เครื่องใดบ้าง โดยข้อมูลจะแสดงชื่อของแอคเซสพอยต์แบ่งตามระดับความเข้มสัญญาณ
- Reset ให้ระบบกลับไปที่หน้าจอหลัก

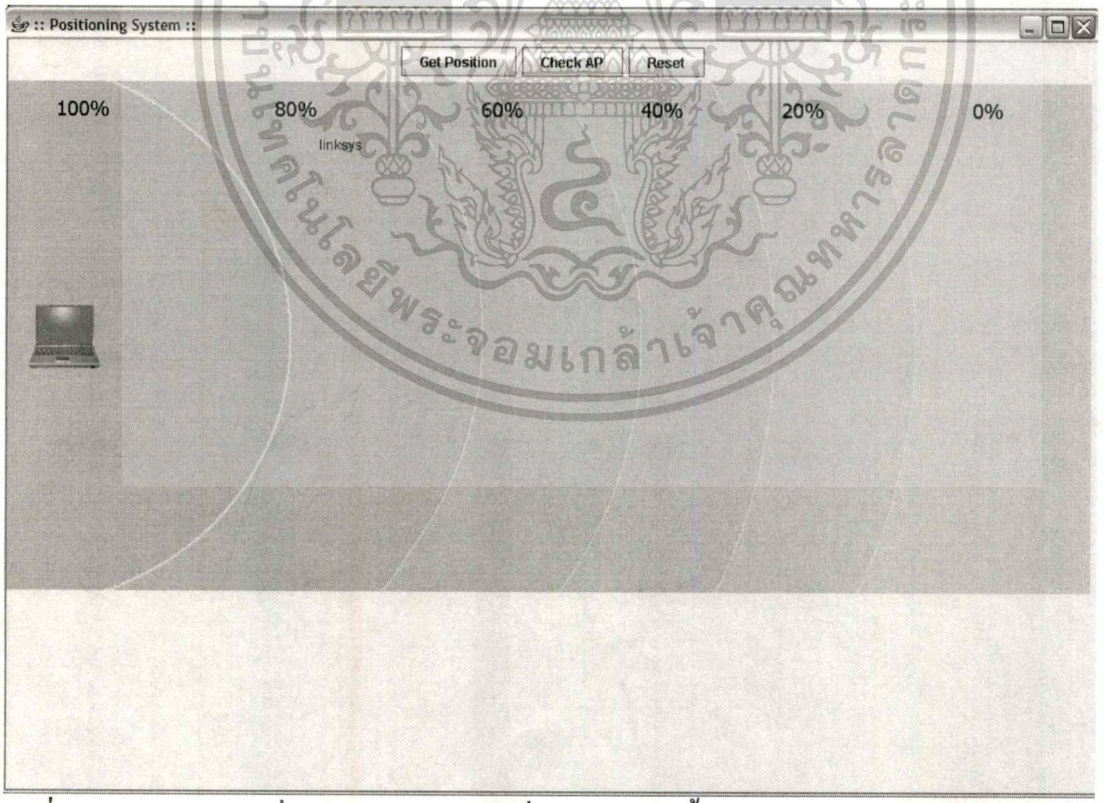


รูปที่ 4.11 หน้าจอหลักของการค้นหาตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 หน้าจอแสดงตำแหน่งที่ผู้ใช้อยู่ในเวลานั้น



รูปที่ 4.13 หน้าจอแสดงชื่อของแอคเซสพอยต์ที่อยู่ในบริเวณนั้น โดยแสดงตามระดับของความเข้มสัญญาณ

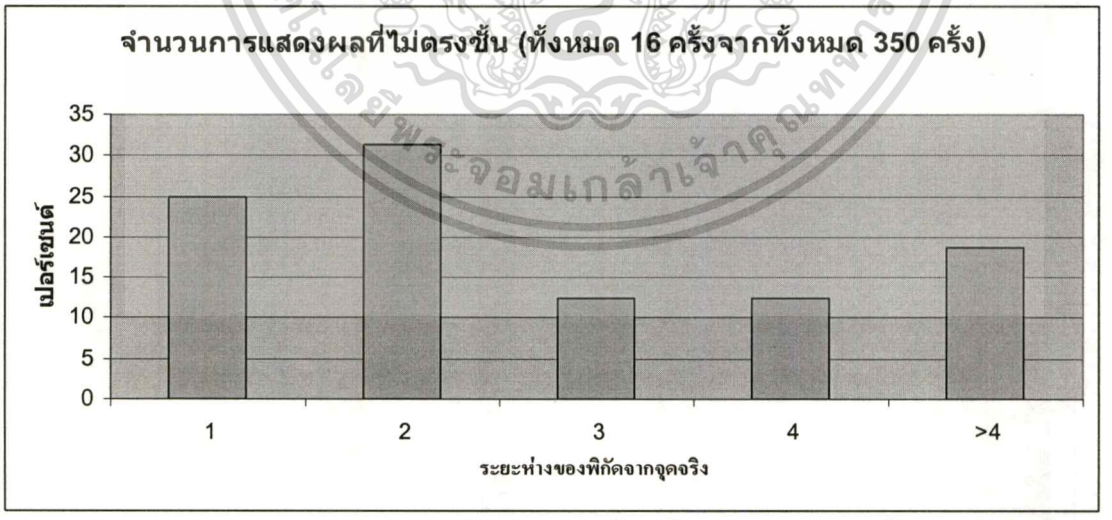
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบระบบ

4.3.1 วิธีการทดสอบ

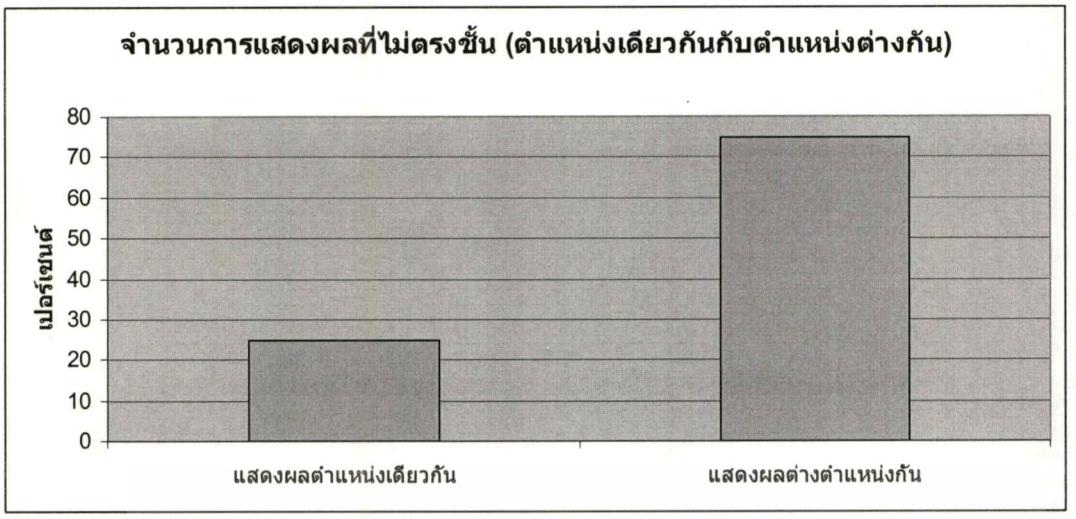
เพื่อวัดความสามารถในการใช้งานระบบ จึงได้มีการทดสอบการระบุตำแหน่งของระบบ โดยนำเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ไปยังที่ต่างๆ ในอาคาร แล้วทดสอบให้ระบบระบุตำแหน่งออกมา จะได้ผลดังภาพด้านล่างนี้ ซึ่งแกน x หมายถึงระยะห่างของพิกัดที่ระบบแสดงออกมา และแกน y หมายถึงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการแสดงผล

รูปที่ 4.14 กราฟแสดงผลการทดลองการระบุตำแหน่งของระบบ



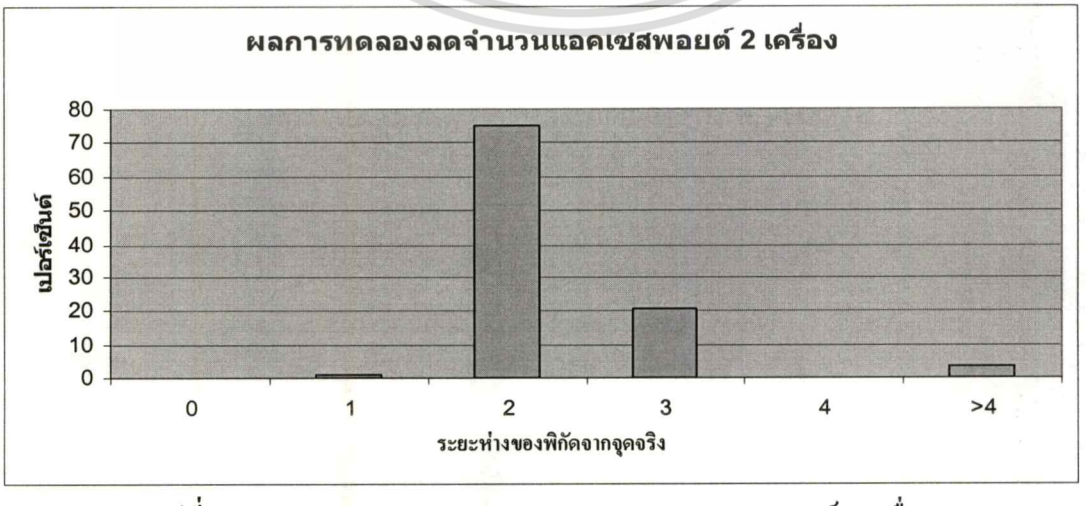
รูปที่ 4.15 กราฟแสดงจำนวนการแสดงผลที่ไม่ตรงชั้น (ทั้งหมด 16 ครั้งจากทั้งหมด 350 ครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟแสดงจำนวนการแสดงผลที่ไม่ตรงชั้น (ตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งต่างกัน)

รูปที่ 4.17 กราฟแสดงผลการทดลองลดจำนวนแอคเซสพอยต์ 1 เครื่อง



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงผลการทดลองลดจำนวนแอคเซสพอยต์ 2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 สรุปผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบระบบนั้นสรุปได้ว่าระบบสามารถระบุตำแหน่งได้ค่อนข้างแม่นยำ และหากมีผลกระทบภายนอกได้แก่ แอคเซสพอยต์เสียหรือลดจำนวนลงผลที่ระบบระบุตำแหน่งออกมานั้นจะมีความแม่นยำลดน้อยลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ในการพัฒนาระบบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ที่ใช้สามารถทราบตำแหน่งปัจจุบันของเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ที่ตนเองใช้งานอยู่ ระบบที่พัฒนานี้สามารถนำไปใช้งานบนเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์ที่ได้ติดตั้งการ์ดไวร์เลสแลนได้อย่างมีประสิทธิภาพถึงแม้ว่าจะมีแอคเซสพอยต์นอกระบบเกินขึ้นมา และช่วยให้มีความสะดวกรวดเร็วการสำรวจค่าความเข้มสัญญาณ ในการนำระบบนี้ไปใช้งานต่างสถานที่จำเป็นจะต้องจัดทำแผนผังของอาคารและจะต้องทำการสำรวจค่าความเข้มสัญญาณใหม่ จึงอาจทำให้ไม่สะดวกในช่วงแรก

5.2 ปัญหาที่พบในการพัฒนาระบบ

ค่าความเข้มของสัญญาณที่ได้รับจากแอคเซสพอยต์นั้น มีค่าที่ไม่คงที่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมและบรรยากาศโดยรอบบริเวณ ซึ่งอาจทำให้ผลลัพท์ที่ออกมานั้นมีความคลาดเคลื่อนไม่ตรงกับความเป็นจริง

ลักษณะโครงสร้างด้านในอาคารเรียนของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศมีลักษณะโปร่งโล่ง จึงทำให้ตำแหน่งชั้นของอาคารที่ระบบแสดงออกมาคลาดเคลื่อน เนื่องจากค่าสัญญาณที่ได้รับมีความใกล้เคียงกันมาก

ระบบใช้เวลาในการประมวลผลมากเกินไปเนื่องจากข้อมูลพิกัดมีจำนวนมาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนสำรวจวัดค่าความเข้มสัญญาณนั้นควรมีการพัฒนาระบบสำรวจที่สามารถใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์มือถือได้ เนื่องจากทำให้เกิดความสะดวกคล่องตัวในการสำรวจตามพิกัดต่างๆ และเครื่องคอมพิวเตอร์มือถือนั้นมีน้ำหนักเบากว่าเครื่องโมบายด์คอมพิวเตอร์มาก เพื่อการแสดงผลที่แม่นยำ ควรนำระบบนี้ไปให้ในอาคารที่มีลักษณะโครงสร้างที่แบ่งชั้นต่างๆ ไว้อย่างเป็นสัดส่วน

ผู้ที่นำระบบนี้ไปพัฒนาต่อควรจัดทำเรื่องของการอัพเดตฐานข้อมูลในกรณีที่มีการติดตั้งแอคเซสพอยต์เพิ่มเติมหรือโยกย้ายแอคเซสพอยต์ในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. 2545. **Java ฉบับพื้นฐาน.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. 2546. **คัมภีร์ Java เล่ม 1.** กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์

วรรณิกา เนตรงาม. 2545. **คู่มือการเขียนโปรแกรม Java ฉบับผู้เริ่มต้น.** นนทบุรี : อินโฟเพรส

สุธี พงศาสกุลชัย. 2548. **คัมภีร์ Java เล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์

Anand Alachadran. 2002. Wireless Research API. [Online]. Avaiable : http://sysnet.ucsd.edu/pawn/wrapi.

Johan Kristiansson. 2006. Java Wireless Research API (JWRAPI) for Windows XP and Pocket PC 2003. [Online]. Avaiable : http://www.cdt.luth.se/~johank/javawrapi.

Johnny Shih. 2003. **Wireless LAN Location System.** [Online]. Avaiable : http://innovexpo.itee.uq.edu.au/2003/exhibits/s358272/thesis.pdf.

Rahul, D. Tom, J. Ashraf, K. Satoshi, S. and Poornima, V. 2004. "Development of a Wireless Location System in Lendley Hall". [Online]. Avaiable : http://www.cs.indiana.edu/~sshirasu/research/iucs2004/TR589.pdf.

Thaiall.com. การโปรแกรมเชิงวัตถุ และยูเอ็มแอล (UML – United Modeling Language). [Online]. Avaiable : http://www.thaiall.com/uml.

Travis Calvert. 2004. "Wireless Location Determination: Using Existing 802.11 Wireless Networks to Determine a User's Location". [Online]. Avaiable : http://www.mnsu.edu/research/URC/OnlinePublications/URC2004ConferenceProceedings/CalvertPresentation_files/frame.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายจิรวุฒิ อรรถเศรษฐ
วัน/เดือน/ปี เกิด	20 กันยายน พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	
ปริญญาตรี	คณะเทคโนโลยีการเกษตร สาขาเทคโนโลยีการจัดการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้