สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบระบุพิกัดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

IN-BUILDING POSITIONING SYSTEM USING WIRELESS LAN

นายนราศิลป์ วงศ์แสน
นายวรายุทธ บุญพิทักษ์พงศ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 71979
วัน,เดือน,ปี - 7 มิ.ย. 2550

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบระบุพิกัดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

IN-BUILDING POSITIONING SYSTEM USING WIRELESS LAN

โดย

นายนราศิลป์ วงศ์แสน

นายวรายุทธ บุญพิทักษ์พงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ วัจนพงศ์ เกษมศิริ

ผศ.สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบระบุพิกัดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

IN-BUILDING POSITIONING SYSTEM USING WIRELESS LAN

ผู้จัดทำ

1. นายนราศิลป์ วงศ์แสน รหัสนักศึกษา 47015325

2. นายวรายุทธ บุญพิทักษ์พงศ์ รหัสนักศึกษา 47015335

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ วัจนพงศ์ เกษมศิริ)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบระบุพิกัดอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

นายนราศิลป์ วงศ์แสน	47015325
นายวรายุทธ บุญพิทักษ์พงศ์	47015335
อาจารย์วัจนพงศ์ เกษมศิริ	อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์	อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอระบบที่ใช้ในการระบุตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ภายในอาคารโดยใช้การค้นหารูปแบบของ Access Point ที่ได้จากการค้นหาสัญญาณของ Wireless LAN เพื่อที่จะทราบได้ว่าขณะนั้นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์อยู่ที่ใดในอาคาร โดยการระบุตำแหน่งนั้นระบบจะทำการค้น หาสัญญาณ Access Point ของเครือข่ายไร้สาย Wireless LAN ที่พบมาเปรียบเทียบกับข้อมูลสถิติของสถานที่และข้อมูลสถิติของอุปกรณ์ ณ เวลาที่ค้นหาสัญญาณ ให้ได้ข้อมูลผลลัพธ์มาแสดงผลบนแผนที่ที่ได้จัดเตรียมไว้ หากว่าข้อมูลที่เปรียบเทียบไม่ตรงกับรูปแบบที่มีอยู่ในฐานข้อมูลระบบก็จะทำการค้นหาจนกว่าข้อมูลที่ได้จะตรงกับข้อมูลอ้างอิงที่อยู่ในฐานข้อมูล จากการทดสอบระบบที่สร้างขึ้น 2 ครั้งโดยการทดลองใช้ระบุตำแหน่ง 100 และ 250 ครั้งได้ค่าความแม่นยำอยู่ที่ 66.4% และ 67.2% ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IN-BUILDING POSITIONING SYSTEM USING WIRELESS LAN

Mr.Narasil Wongsan	47015325
Mr.Warayut Boonpitakpong	47015335
Mr.Watjanapong Kasamsiri	Advisor
Asst.Prof.Somkait Wangsiripitak	Advisor
Academic Year 2006	

ABSTRACT

This thesis proposes a program which shows specific position of computer device in building by searching the pattern of access points from the signal of wireless LAN. To specify the position, system will search the pattern of access points and then compare that with the pattern in the database. If the founded pattern of access points does not match the pattern in the database, the system will search for the pattern of access points until the founded pattern match the pattern in the database and then display the position on the map in the program. The system is tested by specifying 100 positions and 250 positions, the accuracy are 66.4% and 67.2% respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก อาจารย์ สมเกียรติ วังศิริพิทักษ์ และ อาจารย์ วัจนพงศ์ เกษมศิริ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายนราศิลป์ วงศ์แสน

นายวรายุทธ บุญพิทักษ์พงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อไทย I

บทคัดย่ออังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูป VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม 2

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การระบุตำแหน่งบุคคลโดยเสาสัญญาณ 4

2.2 หลักการของ Location-Based-Service 4

2.3 Wireless LAN 6

2.4 ทฤษฎีคลื่นวิทยุและการนำไปใช้งาน 9

2.5 ทฤษฎีเสาอากาศเบื้องต้น 12

2.6 สายอากาศ (Antenna) 15

2.7 สัญญาณรบกวน (Noise) 17

2.8 วิธีคำนวณระยะทางใช้งานสูงสุดของระบบ Wireless LAN 20

2.9 ค่า Throughput ของระบบ Wireless LAN 23

2.10 Service ของเครือข่าย Wireless LAN 25

2.11 ความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลกับความแรงของสัญญาณ 31

2.12 การตรวจจับสัญญาณเพื่อหาพิกัดตำแหน่ง 31

2.13 Windows Management Instrumentation 32

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา 36

3.1 บทนำ 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 แนวคิดและการพัฒนา....36

3.3 Model การออกแบบโดยรวม....38

3.4 Model ออกแบบการทำงานของระบบโดยใช้ Signal Strength....39

3.5 Model ออกแบบการทำงานของระบบโดยใช้ SSID....41

3.6 Model ออกแบบการทำงานของระบบโดยใช้ Mac Address....42

3.7 ส่วนของการออกแบบ Use Case Diagram....43

3.8 การใช้งานแผนที่....44

3.9 การค้นหา Access Point....45

3.10 การคำนวณพิกัด....46

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง....48

4.1 ผลการทดลองการเก็บสัญญาณ....48

4.2 ผลการทดลองการตรวจสอบตำแหน่ง....59

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป.... 63

5.1 บทสรุป....63

5.2 อุปสรรคและปัญหา....63

5.3 แนวทางการพัฒนา....64

บรรณานุกรม.... 65

ภาคผนวก 66

ภาคผนวก ก. การใช้งานโปรแกรม.... 67

ภาคผนวก ข. การทดลองค้นหาสัญญาณ.... 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 คำนวณค่าความแรงสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างภาครับและส่ง (Lind Margin).....22
2.2 ตัวแปรสำหรับแทนค่าเพื่อคำนวณหาระยะทางสูงสุดที่จะใช้งานได้.....23
4.1 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 801.....51
4.2 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 802.....52
4.3 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 803.....53
4.4 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 804.....54
4.5 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806.....55
4.6 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 807.....56
4.7 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 808.....57
4.8 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 810.....57
4.9 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 811.....58
4.10 ตารางเทียบการค้นหา Access Point.....59
4.11 ตารางผลการทดลองในแต่ละห้องจากการค้นหา 100 ครั้ง.....60
4.12 ตารางเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแต่ละห้องจากการค้นหา 100 ครั้ง.....61
4.13 ตารางผลการทดลองในแต่ละห้องจากการค้นหา 250 ครั้ง.....61
4.14 ตารางเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแต่ละห้องจากการค้นหา 250 ครั้ง.....62
ข-1 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 801.....87
ข-2 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 802.....88
ข-3 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 803.....89
ข-4 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 804.....90
ข-5 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806.....91
ข-6 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 807.....92
ข-7 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 808.....93
ข-8 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 810.....94
ข-9 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 811.....95
ข-10 ตารางเทียบการค้นหา Access Point.....96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การวัดระยะทางระหว่าง Base 2 อัน....5
2.2 แสดงระยะห่างของ MU's กับ Base Station แต่ละอัน....5
2.3 แสดงการคำนวณหาตำแหน่ง....6
2.4 รูปแบบเครือข่ายของ WLAN....7
2.5 ตัวอุปกรณ์ PCI Card Wi-Fi....7
2.6 ตัวอุปกรณ์ PCMCIA Card Wi-Fi....8
2.7 ตัวอุปกรณ์ Access Point....8
2.8 เซตเงาสัญญาณที่เกิดขึ้นกับสัญญาณ Wireless....10
2.9 การสะท้อนและการเดินของคลื่นจากหลายทิศทาง....11
2.10 การแพร่กระจายคลื่นของเสาอากาศแบบไอโซโทรปิก ไดโพล และยากิ....13
2.11 ทิศทางการแพร่กระจายคลื่นในแนวนอน (E-Plane) กับทิศทางการแพร่กระจายคลื่นในแนวตั้ง (H-Plane)....14
2.12 สายอากาศแบบ Om-ni Directional....16
2.13 สายอากาศแบบ Om-ni Directional....16
2.14 สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณรบกวนที่อาจจะพบได้ในช่วงความถี่ Wireless LAN....18
2.15 การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงเมื่อช่องทั้งสองมีความถี่ใกล้เคียงกันมาก....19
2.16 การป้องกันการรบกวนระหว่างช่องสัญญาณข้างเคียงด้วย Guard Band ในวิทยุระบบ FM....19
2.17 การทำงานของโปรโตคอล CSMA / CD....24
2.18 ขอบเขตพื้นที่ให้บริการเครือข่าย Wireless LAN....25
2.19 โครงสร้าง BSS แบบ Ad-Hoc....25
2.20 โครงสร้าง Independent Basic Service Set ที่มี Access Point เป็นศูนย์กลาง....26
2.21 โครงสร้าง BSS แบบ Infrastructure....26
2.22 การกำหนดชื่อ SSID ของอุปกรณ์บนเครือข่าย Wireless LAN....27
2.23 การกำหนดชื่อ SSID ของอุปกรณ์บนเครือข่าย Wireless LAN Infrastructure....27
2.24 แสดง Hidden Node Problem และกลไก RTS/CTS Handshake....30
2.25 ระยะทางมีผลกระทบเรื่องความเร็วในระบบ Wireless LAN 802.11b และ 802.11g....31
2.26 ค่าสัญญาณที่มีความเปลี่ยนแปลง....32
2.27 อุปกรณ์ที่ติดต่อกับ WMI....33
2.28 การทำงานของ WMI....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.1 เป็นการออกแบบการระบุพิกัดจากแนวคิดจากการใช้งาน Wireless LAN ระบุพิกัดของอุปกรณ์..37

3.2 ส่วนต่างๆ ของการทำงานโดยรวมของระบบ.....38

3.3 การออกแบบการทำงานของ แต่ละส่วนที่จะทำการระบุพิกัด ออกมา โดยใช้ Signal Strength.....39

3.4 การออกแบบในการใช้งานของ Model ที่ 1.....40

3.5 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบโดยใช้ SSID.....41

3.6 แสดงการออกแบบขั้นตอนทำงานของ Model ที่ 3.....42

3.7 การออกแบบส่วนที่เป็น Use Case.....43

3.8 ภาพการออกแบบแผนที่ในมุมมองต่างๆ.....44

3.9 แผนที่ที่ได้จากการสร้างเรียบร้อยแล้ว.....44

3.10 ภาพแผนที่ที่นำมาแสดงบนโปรแกรม.....45

3.11 การวัดสัญญาณ Wireless LAN โดยใช้โปรแกรม Network Stumbler.....45

3.12 การรับค่าจาก Access Point.....46

3.13 ภาพการทำงานของระบบในส่วนของการคำนวณพิกัด.....47

3.14 แสดงตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์.....47

4.1 การวัดสัญญาณ Wireless LAN โดยใช้โปรแกรม Network Stumbler.....48

4.2 ค่าอัตราเฉลี่ยที่มีการเปลี่ยนแปลง.....49

4.3 อัตราเฉลี่ยของสัญญาณที่มีปัญหา.....49

4.4 ผลของการทดลองการค้นหาของ Wireless LAN.....50

4.5 แผนผังชั้น 8 ของอาคาร ECC.....51

4.6 รูปแบบของโปรแกรม.....60

ก-1 รูปแบบของโปรแกรม.....67

ก-2 แสดงตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันและแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์.....67

ก-3 การแสดงรายละเอียดของ Access Point ที่ตรวจพบ.....68

ก-4 รายละเอียดของ Access Point.....68

ก-5 การค้นหาสถานที่.....69

ข-1 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 801.....87

ข-2 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 802.....88

ข-3 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 803.....89

ข-4 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 804.....90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ข-5 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806....91
ข-6 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 807....92
ข-7 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 808....93
ข-8 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 810....94
ข-9 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 811....95
ข-10 ความถี่การค้นหา Access Point....96
ข-11 Access Point CE-ISAG....97
ข-12 Access Point GRAD804....97
ข-13 Access Point ce_room901....98
ข-14 Access Point 3COM (1E)....98
ข-15 Access Point CE-ACCESS704....99
ข-16 Access Point CE-ACCESS910....99
ข-17 Access Point CE-ACCESS905 (26)....100
ข-18 Access Point CE-ACCESS905 (2C)....100
ข-19 Access Point Center1....101
ข-20 Access Point 3COM (1C)....101
ข-21 Access Point SMC....102
ข-22 Access Point CE-ACCESS708....102
ข-23 การสัญญาณในชั้น 8 อาคาร ECC....103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

ปัจจุบันวิธีการค้นหาบุคคลภายในอาคารสำนักงานใหญ่ รวมถึงการค้นหาเด็กที่พลัดหลงกับผู้ปกครองภายในห้างสรรพสินค้า ยังจำกัดอยู่ที่การประกาศผ่านเครื่องขยายเสียงเพื่อให้บุคคลหรือว่าเด็กที่ต้องการค้นหาติดต่อกลับมายังจุดที่ต้องการ ในกรณีที่บุคคลหรือเด็กที่ต้องการค้นหาไม่สามารถติดต่อกลับได้ด้วยตนเอง ก็ต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคคลรอบข้างให้ช่วยสังเกตและแจ้งกลับเมื่อพบผู้ที่คาดว่าจะใช่ แต่กรณีที่สิ่งที่ต้องการค้นหามิใช่บุคคลแต่เป็นสิ่งของ เช่น รถยนต์ที่จอดอยู่ในอาคารจอดรถ เป็นต้น เนื่องจากรถยนต์ไม่สามารถส่งเสียงเพื่อแจ้งตำแหน่งได้ การนำระบบการส่งสัญญาณจากตัวควบคุมระยะไกลเพื่อส่งสัญญาณให้รับส่งเสียงเพื่อแจ้งตำแหน่ง ก็มีข้อจำกัดที่ผู้ใช้ต้องเข้าไปอยู่ในระยะใกล้พอที่จะส่งสัญญาณดังกล่าว

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีไร้สายได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นและเติบโตขึ้นเรื่อยๆ จึงสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างแพร่หลาย ผู้พัฒนาจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ ในการระบุพิกัดตำแหน่งบุคคลภายในอาคารขึ้นมา โดยการใช้สัญญาณของ Wireless LAN ทำการหาค่าตำแหน่งของบุคคล และนำมาแสดงผลบนอุปกรณ์ที่สามารถรับสัญญาณของ Wireless LAN เพื่อสามารถที่จะนำไปใช้งานด้านอื่นๆ ได้เช่นช่วยในการหาตำแหน่งของบุคคลในกรณีที่เกิดการพลัดหลงกัน ช่วยในการค้นหาเส้นทางการเดินทางหรือข้อมูลต่างๆ ของสถานที่นั้นๆ และตำแหน่งที่อยู่จากแผนที่ในกรณีที่ไม่คุ้นกับสถานที่ ซึ่งจะทำให้การค้นหาหรือการเดินทางในสถานที่นั้นสะดวกขึ้น เป็นต้น

การสร้างระบบที่สามารถตรวจสอบได้ว่าบุคคลอยู่ที่ใด และแสดงแผนที่ภายในอาคาร โดยแสดงผลออกมาในโปรแกรมระบบระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคาร นับเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการนัดหมายในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย และปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ในการระบุตำแหน่ง สามารถทำได้โดยการนำอุปกรณ์ส่งสัญญาณไปติดไว้ที่ตัวบุคคลหรือสิ่งของที่ต้องการค้นหา ซึ่งตัวส่งสัญญาณดังกล่าวจะส่งสัญญาณออกมาเป็นระยะๆ เพื่อให้ตัวรับสัญญาณนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณเพื่อระบุตำแหน่งของเครื่องส่งสัญญาณนั้นๆ ระบบนี้จะช่วยให้การค้นหาบุคคลหรือสิ่งของเป็นไปได้โดยง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อใช้ผู้ใช้งานสามารถทราบตำแหน่งของตนเองได้ว่าอยู่บริเวณใด

1.2.2 เพื่อนำเทคโนโลยีไร้สายเข้ามาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

1.2.3 เพื่อลดปัญหาการหลงทางและช่วยปัญหาความไม่คุ้นเคยกับสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.4 เพื่อนำไปประยุกต์กับสถานที่ต่างๆ เช่น ห้างสรรพสินค้า, โรงพยาบาล เป็นต้น

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้รับความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม

1.3.2 ได้รับความรู้ความเข้าใจระบบการทำงานของอุปกรณ์ไร้สาย

1.3.3 สามารถออกแบบการทำงานของโปรแกรมและระบบได้

1.3.4 สามารถสร้างโปรแกรมที่ระบุตำแหน่งบุคคลที่อยู่ภายในอาคารได้

1.3.5 สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อประโยชน์ในอนาคต

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 โปรแกรมจะทำการค้นหาตำแหน่งที่อยู่ให้โดยทำการค้นตั้งแต่เริ่มโปรแกรม

1.4.2 ผู้ใช้งานระบบสามารถที่จะทราบถึงตำแหน่งของตนเองในสถานที่ที่อยู่ได้โดยผ่านทางหน้าจอ Interface

1.4.3 ผู้ใช้งานระบบสามารถใช้งานระบบได้กับอุปกรณ์ที่สามารถแสดงผลผ่านทางหน้าจอ (Monitor) เช่น Notebook หรือ Pocket PC

1.4.4 ผู้ใช้งานจะมี Log File ในการเก็บข้อมูลเพื่อสามารถที่จะถูกนำมาใช้เป็นสถิติในการใช้งานสถานที่

1.5 ข้อจำกัดของโปรแกรม

1.5.1 อาคารหรือสถานที่นั้นจะต้องมีการใช้เครือข่าย Wireless LAN

1.5.2 คอมพิวเตอร์ที่ใช้โปรแกรมจะต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถติดต่อกับเครือข่าย Wireless LAN ได้

1.5.3 ต้องทำการเขียนแผนที่และรายละเอียดสถานที่ขึ้นใหม่เมื่อมีการเพิ่มเติม

1.5.4 ต้องทำการเก็บค่าที่ได้จาก Access Point ภายในอาคารทั้งหมดเพื่อที่จะนำข้อมูลมาประมวลผล

1.6 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วิธีการดำเนินการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในโครงงาน ความรู้เกี่ยวกับ Location-Base-Service ความรู้เกี่ยวกับเครือข่ายไร้สาย Wireless LAN ทฤษฎีคลื่นวิทยุและการนำไปใช้งาน ทฤษฎีเสาอากาศเบื้องต้น สัญญาณรบกวน (Noise) การตรวจสอบ Access Point เพื่อนำมาแสดงตำแหน่ง ความรู้เกี่ยวกับ WMI

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบพัฒนา ส่วนที่ได้พัฒนาขึ้นมา การทำงานของระบบบรรยายโดยละเอียด

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง ขั้นตอนการออกแบบ ผลการทดลองในการวัดสัญญาณและค้นหา Access Point

บทที่ 5 เป็นบทวิจารณ์และสรุป ซึ่งกล่าวถึงบทสรุปของโครงงาน วิจารณ์สิ่งที่ได้รับจากโครงงานและข้อเสนอแนะสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การระบุตำแหน่งบุคคลโดยเสาสัญญาณ

การที่จะสามารถระบุพิกัดตำแหน่งบุคคลได้นั้นต้องอาศัยข้อมูลหลายข้อมูล เพื่อที่จะทำให้รู้ถึงพิกัดตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แต่ข้อมูลที่สำคัญนั้นก็คือสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณ ซึ่งจำเป็นที่ต้องมีการรับส่งสัญญาณ เพื่อสามารถระบุตำแหน่งและต้องมีการคำนวณหาว่าบุคคลอยู่ในตำแหน่งใด จึงต้องมีการติดตั้งเสาสัญญาณหลักและจะต้องมีอุปกรณ์ที่จะเป็นตัวรับส่งสัญญาณจากบุคคลนั้น โดยการติดตั้งเสาสัญญาณจะต้องติดตั้งให้ครอบคลุมเพื่อที่ตัวรับสัญญาณจะสามารถรับสัญญาณจากตัวส่งและสามารถคำนวณหาค่าพิกัดตำแหน่งได้ การคำนวณเพื่อให้ใกล้เคียงกับพิกัดตำแหน่งที่อยู่จริง

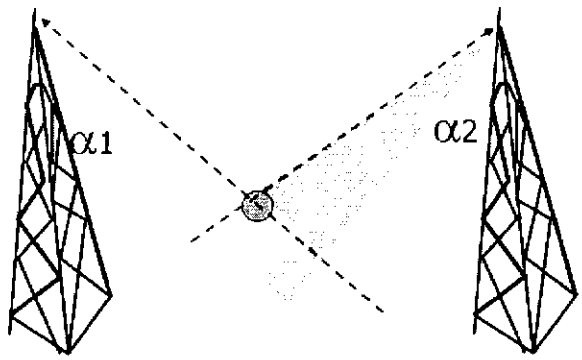
ในการคำนวณจะใช้หลักการของ Location-Based-Service เป็นหลักการของการหาพิกัดตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งหลักการนี้ใช้การทับกันของสัญญาณที่ส่งจากเสาส่งสัญญาณ เมื่อตัวบุคคลอยู่ก็จะได้รับสัญญาณจากเสาส่งสัญญาณประมาณสามเสา โดยจะคำนวณระยะทางจากเสาส่งสัญญาณแต่ละเสากับตัวบุคคล เมื่อได้ค่าระยะทางของแต่ละเสาส่งสัญญาณแล้ว ก็นำค่าระยะทางมาคำนวณหาทิศทางของสัญญาณนั้นเพื่อที่จะระบุตำแหน่งของบุคคลนั้นและแสดงออกมาได้อย่างถูกต้อง

แต่ในการคำนวณหาพิกัดตำแหน่งภายในอาคารนั้น ไม่สามารถใช้เสาส่งสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ จึงต้องใช้สัญญาณที่สามารถส่งได้ภายในอาคารและมีจำนวนเสาส่งพอสำหรับการคำนวณหาตำแหน่งได้ และต้องสามารถติดต่อกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ จึงมีเครือข่ายการเชื่อมต่อที่น่าสนใจก็คือ Wireless LAN เนื่องจากว่าเป็นเครือข่ายที่ติดตั้งภายในอาคารได้และมีการรับส่งข้อมูลเป็นสัญญาณไร้สาย จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำสัญญาณของ Wireless LAN มาคำนวณระบุพิกัดของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้

2.2 หลักการของ Location-Based-Service

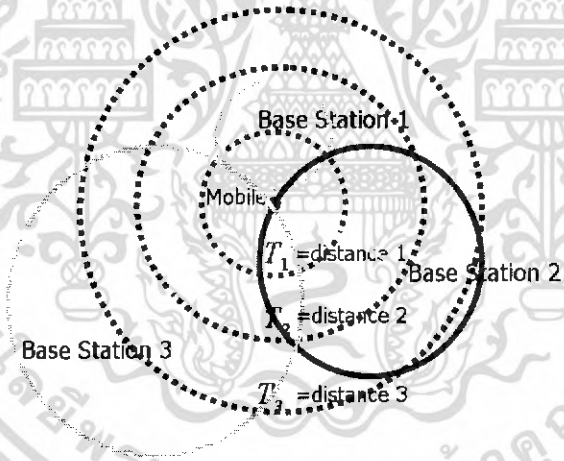
Location-Based-Service คือ เป็นการบริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งให้กับผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile User : MU's) การระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้ คือ เมื่อ Base ตัวแรกตรวจพบผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่และเนื่องจากมีการทับกันของสัญญาณทำให้ Base อีกตัวก็ตรวจพบผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นด้วย ซึ่งแต่ละBase จะรับสัญญาณได้ไม่เท่ากัน ทำให้สามารถที่จะรู้ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยให้ Base แต่ละตัวนำเอาค่าสัญญาณที่รับได้มาคำนวณหาพิกัดตำแหน่งที่อยู่ และจุดตัดของพิกัดตำแหน่งที่คำนวณได้จาก Base แต่ละตัว ก็คือ ตำแหน่งของผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 การวัดระยะทางระหว่าง Base 2 อัน

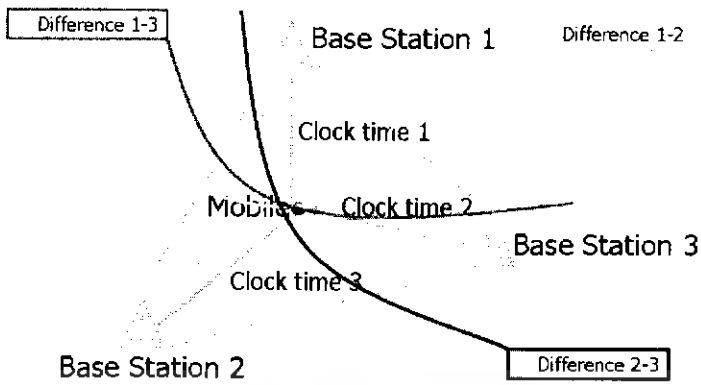
การที่จะสามารถรู้พิกัดตำแหน่งของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้นั้น จะต้องทำการหาจาก Base Station อย่างน้อย 3 ตัว ซึ่งจะทำให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอนขึ้น ตัวผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จะได้รับสัญญาณจาก Base Station แต่ละตัวสัญญาณที่ได้รับจาก Base Station แต่ละตัวไม่เท่ากัน ซึ่งแต่ละ Base Station จะทราบระยะห่างจาก Base Station ถึงผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จากการคำนวณ จากรูปที่ 2.2 นั้น Base Station 1 จะอยู่ห่างจากตัวผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับ Base Station 2 และ Base Station 3 และตัวที่อยู่ไกลจากผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มากที่สุดก็คือ Base Station 3



รูปที่ 2.2 แสดงระยะห่างของ MU's กับ Base Station แต่ละอัน

เมื่อทราบระยะทางของแต่ละ Base Station แล้วก็จะได้ค่า distance มา 3 ค่า ซึ่งจะเป็นค่าที่คำนวณได้จากแต่ละ Base Station จากนั้นก็นำค่าที่ได้มาหาค่าความต่างระหว่าง Base Station โดยที่จะหาเป็นคู่ ดังเช่นในรูปที่ 2.3 โดยเอา Base Station 1 กับ Base Station 2 มาทำการหาค่าความแตกต่างระหว่างกัน ก็จะได้เส้นโค้งที่ตัวผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่น่าจะอยู่ แล้วก็คำนวณหา Base Station 2 กับ 3 และ Base Station 3 กับ 1 ก็จะได้เส้นค่าความต่างมา แล้วก็จะได้จุดตัดซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ในพิกัดภูมิศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงการคำนวณหาตำแหน่ง

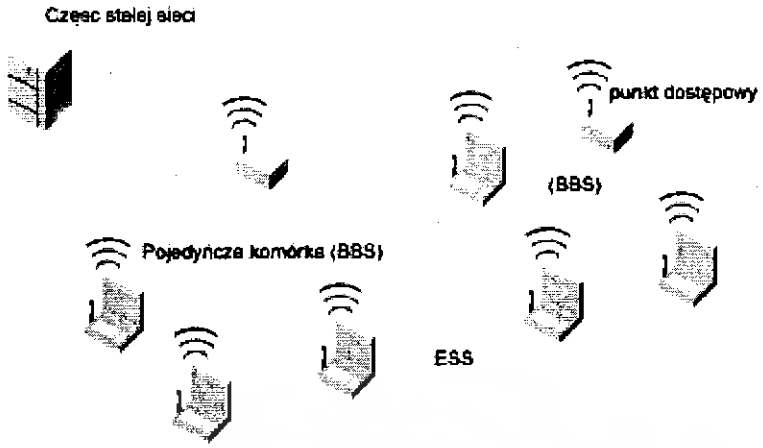
จากหลักการที่ได้กล่าวมานั้นเป็นการระบุตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดความคิดที่จะนำหลักการนี้มาใช้ในการระบุพิกัดบุคคลเพื่อที่จะได้นำมาใช้ในบริเวณที่แคบลงมา อย่างเช่นภายในอาคาร เพื่อที่จะได้รู้ว่าอยู่ในตำแหน่งใดของอาคาร

2.3 Wireless LAN

Wireless LAN ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless Local Arca Network) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีความคล่องตัวมาก ซึ่งอาจจะนำมาใช้ทดแทนหรือเพิ่มต่อกับระบบเครือข่ายและใช้สายแบบดั้งเดิมโดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ RF และคลื่นอินฟราเรด ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง สามารถผ่านอากาศ, ทะลุกำแพง, เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยปราศจากความต้องการของการเดินสาย นอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือน กับระบบ LAN แบบใช้สาย

การทำงานของระบบไร้สายนั้นใช้เทคโนโลยี IEEE 802.11 จะทำงานภายใต้คลื่นวิทยุ 2.4 GHz ซึ่งอุปกรณ์ทุกตัวต่างยี่ห้อกันนั้นมันสามารถสื่อสารกันได้โดยไม่มีปัญหา ภายใต้มาตรฐานเดียวกัน โดยจะมีการออกเป็น WIFI certified ซึ่งเป็นอันรู้กันดีว่าอุปกรณ์ชิ้นนี้สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ตัวอื่นที่มีตรา WIFI certified นี้ได้เช่นกัน

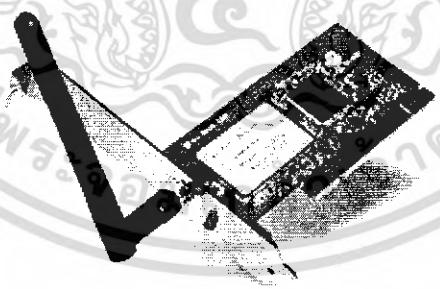
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 รูปแบบเครือข่ายของ Wireless LAN

อุปกรณ์ที่ไว้ใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับเครือข่ายของ Wireless LAN นั้นมีอุปกรณ์หลักๆ คือ

- PCI Card ในเมนบอร์ดรุ่นใหม่ๆ หลายๆ รุ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมนบอร์ดในระดับไฮเอนด์ จะมีคุณสมบัติไร้สายแบบ Built-in ให้มาด้วย แต่ถ้าท่านต้องการให้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพีซีที่มีอยู่ต้องการใช้งานร่วมกับระบบไร้สายได้ ก็สามารถเลือกติดตั้ง PCI Card ได้ ด้วยการถอดฝาครอบเครื่องของเราออกแล้วติดตั้งเข้าไปได้ทันที การ์ดอีเทอร์เนตไร้สายแบบนี้นั้นจะมีเสาส่งสัญญาณแบบ Dipole ให้มาด้วย 1 เสา ถอดเปลี่ยนได้มาให้พร้อมกันด้วย ซึ่งผู้ใช้งานนั้นสามารถที่จะปรับองศาให้หันไปทิศทางที่ Access Point ตั้งอยู่เพื่อให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนสัญญาณระหว่างกันนั้นดีขึ้นได้

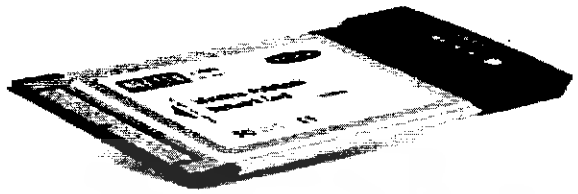


รูปที่ 2.5 ตัวอุปกรณ์ PCI Card Wi-Fi

- PCMCIA Card เครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กที่มีจำหน่ายในปัจจุบันนี้นิยมผนวกรวมความสามารถในการใช้งานเครือข่ายไร้สายเข้าไว้ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโน้ตบุ๊กที่ใช้งานเทคโนโลยี Intel Centrino ของทาง Intel แต่ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กของท่านไม่สามารถใช้งานเครือข่ายไร้สาย ก็สามารถหา

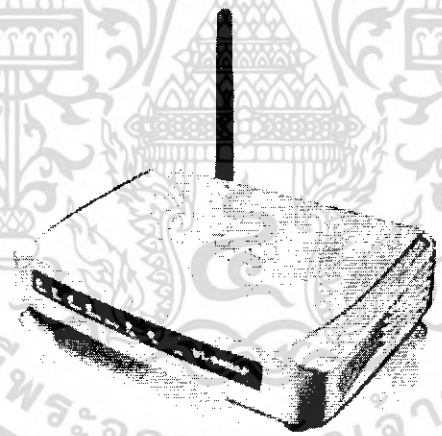
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซื้อการ์ดแบบ PCMCIA Card Bus Adapter มาติดตั้งได้ โดยลักษณะของตัวการ์ดจะมีขนาดเล็กเท่าบัตรเครดิต บางเบาและน้ำหนักน้อยจึงสามารถติดตั้งเข้ากับสล๊อตแบบ PCMCIA ของเครื่องคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กได้โดยง่ายทีเดียว



รูปที่ 2.6 ตัวอุปกรณ์ PCMCIA Card Wi-Fi

- **Access Point** เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวกลางในการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งการ์ดเครือข่ายไร้สายให้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ ลักษณะการทำงานจะเป็นเช่นเดียวกับ Hub ที่ใช้กับระบบเครือข่ายใช้สาย โดย Access Point จะมีพอร์ต RJ-45 สำหรับใช้เพื่อเชื่อมโยงเข้ากับเครือข่ายใช้สายที่ใช้งานกันอยู่



รูปที่ 2.7 ตัวอุปกรณ์ Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีคลื่นวิทยุและการนำไปใช้งาน

2.4.1 ความถี่ของคลื่น (Frequency)

ลักษณะคลื่นชนิดอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจะคล้ายกับคลื่นน้ำเช่นกัน หากมองดูภาพตัดขวางก็จะพบว่าคลื่นมีลักษณะเป็นลอนๆ คล้ายกระเบื้องมุงหลังคาบ้าน วิธีที่จะนับจำนวนลูกคลื่นก็คือ การนับจากจุดสูงสุดของคลื่นลูกหนึ่งไปยังจุดสูงสุดของอีกลูกหนึ่งก่อนที่ลูกคลื่นจะมีรูปร่างซ้ำกัน และตัวแปรที่ใช้บอกว่าคลื่นนี้เกิดขึ้นกี่ลูกในหนึ่งวินาทีก็คือ ความถี่ (Frequency) มีหน่วยเป็น Hz (เฮิรตซ์) ตัวอย่างเช่น ถ้าคลื่นนี้เกิดขึ้น 2 ลูก ใน 1 วินาที คลื่นนี้ก็จะมีความถี่เท่ากับ 2 เฮิรตซ์ ถ้าคลื่นนี้เกิดขึ้น 10 ลูกต่อวินาทีก็คือ คลื่นมีความถี่เท่ากับ 10 เฮิรตซ์ เป็นต้น

2.4.2 ความแรงของคลื่น (Amplitude)

ตัวที่ใช้บ่งบอกคลื่นนี้มีความแรงนี้ทำได้โดยการวัดจากจุดสูงที่สุดไปยังกึ่งกลางระหว่างจุดที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด ยิ่งคลื่นมีความแรงมากเท่าไรก็จะมีพลังงานสูงมากเท่านั้นไปด้วย คล้ายๆ กับคลื่นน้ำที่มีความสูงมาก

2.4.3 การทดทอนของคลื่น (Attenuation)

การแพร่กระจายของคลื่นวิทยุก็มีลักษณะคล้ายกับแสง เพราะคลื่นวิทยุก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ความแรงของสัญญาณวิทยุก็จะลดลงตามระยะห่างจากต้นกำเนิดเป็นอัตราส่วนผกผันกำลังสอง คือ ยิ่งอยู่ห่างจากต้นกำเนิดแสงมากเท่าไหร่ ความแรงของสัญญาณก็จะยิ่งลดลงมากเป็นทวีคูณ ตามสมการความเข้มของสัญญาณของ Friis

$$Pd = \frac{Pt}{4\pi d^2} \qquad (2.1)$$

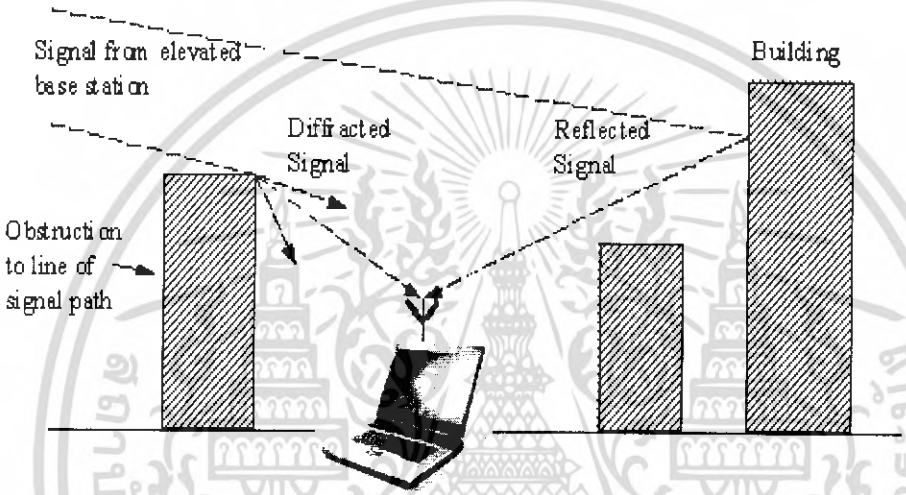
โดย Pt คือความแรงของสัญญาณจากเครื่องส่ง
Pd คือความเข้มของสัญญาณที่เครื่องรับซึ่งห่างจากเรื่องส่งเป็นระยะทาง
d คือระยะห่างระหว่างเครื่องส่งและเครื่องรับ

จากสมการที่ 2.1 จะเห็นว่า ความเข้มของสัญญาณจะแปรผกผันในอัตราส่วนของระยะทางกำลังสอง ตัวอย่างเช่น เมื่อมีสถานีวิทยุส่งสัญญาณความแรง 1 วัตต์เมื่อยู่ห่าง 1 กิโลเมตร ความแรงของสัญญาณที่หน้าจอเครื่องรับก็จะเต็มสเกล แต่เมื่อคุณอยู่ห่าง 10 กิโลเมตร ความแรงของสัญญาณก็เกือบจะเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 สิ่งกีดขวางมีผลต่อการรับสัญญาณคลื่นวิทยุ

ในสภาวะการใช้งานทั่วไป คงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีสิ่งกีดขวางต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอาคาร ต้นไม้เสาไฟฟ้า ผนังห้อง หรือกระจก สิ่งเหล่านี้อาจจะมีคุณสมบัติในการลดทอนและการดูดซับคลื่น ซึ่งวัสดุที่มีผลต่อคลื่นวิทยุที่สำคัญก็คือ โลหะ ซึ่งสามารถสังเกตได้ง่ายๆ ว่าเมื่อที่อยู่ในลิฟต์ โทรศัพท์มือถือมักจะรับสัญญาณไม่ได้ หรือสายมักจะหลุดบ่อย ประการที่สองก็คือ ผนังคอนกรีตจะมีอัตราการลดทอนสัญญาณสูงเมื่อคลื่นวิทยุปะทะกับผนังคอนกรีตก็จะผ่านไปไม่ได้ ดังจะสังเกตได้จากการเดินเข้าไปในอาคารจอดรถชั้นใต้ดิน ซึ่งมักจะมีผนังคอนกรีตหนาๆ กันอยู่วัสดุเหล่านี้จะป้องกันไม่ให้คลื่นผ่านได้ทำให้รับสัญญาณไม่ได้



รูปที่ 2.8 เขตเงาสัญญาณที่เกิดขึ้นกับสัญญาณ Wireless

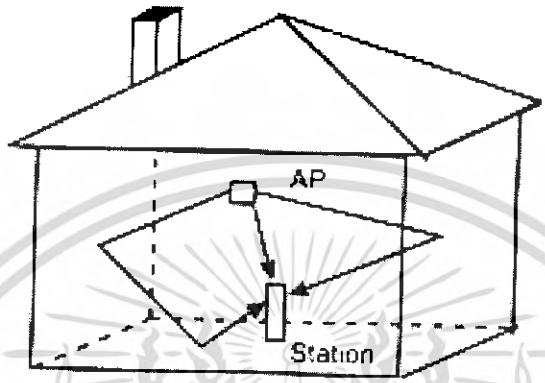
ลักษณะของสิ่งกีดขวางอีกประการหนึ่งก็คือ การบังคลื่นของสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ทำให้เกิดเขตเงา (Shadow) อาการนี้มักจะเกิดขึ้นเมื่ออยู่หลังอาคารสูงๆ หรือภูเขา หากยิ่งอยู่ในเขตอาคารสูงมากๆ หรืออาศัยอยู่ในอาคารพาณิชย์หรือตึกแถวอาจจะพบกับปัญหา ตัวอย่างเช่น เมื่ออยู่ในออฟฟิตจะใช้สัญญาณ Wireless ได้อย่างไม่มีปัญหาแต่พอออกไปยังข้างนอก จะใช้งานไม่ค่อยได้เนื่องจากเกิดการลดทอนของคลื่น เนื่องจากความหนาของผนังคอนกรีตของสำนักงาน

คลื่นความถี่ที่ใช้ในระบบ Wireless LAN นั้นมีความถี่ที่ 2.4 กิกกะเฮิรต์ ซึ่งความถี่นี้ก็จัดว่าเป็นความถี่ที่สูง มักจะเดินทางได้ไม่ไกล แต่นั่นกลับไม่ใช่ข้อเสียแต่กลับเป็นผลดีด้วยซ้ำไป เนื่องจากการเดินทางได้ไม่ไกลทำให้สามารถควบคุมระยะทางการแพร่กระจายคลื่นได้ง่ายขึ้น ทำให้ลดปัญหาคลื่นเดินทางไปรบกวนกับเครือข่ายข้างเคียงได้ง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง

นอกเหนือจากคุณสมบัติการลดทอนแล้ว คลื่นยังมีคุณสมบัติการสะท้อนจากวัสดุต่างๆ ได้ เมื่อส่งสัญญาณวิทยุออกอากาศมา คลื่นก็จะเดินทางมาถึงเราจากหลายทิศทาง เพราะเกิดจากการสะท้อนจากวัตถุหลายๆ อย่างรอบด้าน ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "การเดินทางของคลื่นมาจากหลายทิศทาง (Multipath)" ปรากฏการณ์นี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย



รูปที่ 2.9 การสะท้อนและการเดินของคลื่นจากหลายทิศทาง

ข้อดีก็คือ การสะท้อนของคลื่นจากหลายทิศทางทำให้สามารถรับสัญญาณได้ แม้ว่าจะอยู่หลังอาคารสูงๆ หรือในหุบเขา คลื่นที่เดินมาทางก็จะสะท้อนกับวัตถุรอบด้านจนเดินทางมาถึงตัวรับได้ โดยไม่จำเป็นว่าต้องอยู่ในระยะกับเครื่องส่งคลื่นนั้น แต่บางครั้งก็กลายเป็นข้อเสีย ทำให้รูปร่างสัญญาณที่มาถึงยังเครื่องรับมีรูปร่างผิดเพี้ยนไป เครื่องรับก็จะรับสัญญาณได้ไม่ชัดเจนนี่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องรับมากที่สุด ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือ เมื่อตั้งเครื่องรับวิทยุไว้บางจุดก็จะรับสัญญาณไม่ชัด แต่เมื่อเปลี่ยนที่ตั้งก็จะรับสัญญาณได้ชัดเจนขึ้น

2.4.6 เครื่องส่งสัญญาณวิทยุ (Transmitter)

เมื่อต้องการจะส่งข้อมูลไม่ว่าจะเป็นสัญญาณเสียง เพลง หรือข้อมูลที่เป็นดิจิตอล ก็ต้องป้อนข้อมูลนี้ให้กับเครื่องส่งสัญญาณ หลังจากนั้นข้อมูลก็จะถูกทำการโมดูเลทเข้ากับคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นวิทยุที่ใช้สำหรับนำพาข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง หลังจากโมดูเลทเสร็จ ก็จะได้สัญญาณวิทยุ ซึ่งก็จะนำไปผ่านวงจรขยายเพื่อเร่งความแรงสัญญาณเพื่อให้ส่งออกอากาศได้ในระยะทางไกลๆ สัญญาณวิทยุก็จะถูกส่งไปยังเสาอากาศ โดยผ่านสายนำสัญญาณเพื่อออกอากาศต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.7 เสาอากาศ (Antenna)

หน้าที่หลักของเสาอากาศก็คือ การแปลงสัญญาณวิทยุไปเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อส่งออกอากาศยังภาคส่งคลื่นวิทยุ และทำหน้าที่ในการแปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในอากาศไปเป็นสัญญาณวิทยุเพื่อส่งให้ภาครับทำการดีโมดูเลทข้อมูลออกจากสัญญาณวิทยุต่อไป

เสาอากาศจัดเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ถ้าเสาอากาศไม่มีคุณภาพก็จะส่งสัญญาณไม่ออก หรือไมสามารถรับสัญญาณได้เลย ซึ่งมีตัวแปรหลายๆ ค่าที่ใช้บอกคุณสมบัติของเสาอากาศ เช่น เกน (Gain) หรืออัตราขยายเป็นตัวบอกว่าเสาอากาศนี้มีคุณสมบัติในการแปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาเป็นสัญญาณไฟฟ้าได้ดีเพียงใด ค่าบีมวิธ (Beamwidth) ซึ่งบอกรูปร่างลักษณะการกระจายคลื่นว่าเป็นรูปแบบไหน การเลือกใช้เสาอากาศที่มีทิศทางจะช่วยกำหนดรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นได้ดีกว่า และค่า SWR เป็นตัวเลขที่บอกถึงคลื่นที่สะท้อนกลับมาเมื่อส่งสัญญาณออกอากาศไป หากว่า SWR นี้มีสูงมากๆ ก็อาจจะทำให้เครื่องส่งพังได้

2.4.8 เครื่องรับสัญญาณวิทยุ (Receiver)

หลังจากมีสัญญาณออกอากาศมาก็จะมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระจายออกไป ในระบบเครื่องรับวิทยุก็จะใช้เสาอากาศในการเปลี่ยนแปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้มาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หลังจากนั้นก็จะทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงขึ้น สัญญาณนี้ก็จะถูกทำการดีโมดูเลทข้อมูลออกจากคลื่นพาหะ ข้อมูลที่ได้ก็จะถูกเอาไปใช้งาน นั่นเป็นการสิ้นสุดกระบวนการรับและส่งคลื่นวิทยุ

2.5 ทฤษฎีเสาอากาศเบื้องต้น

เสาอากาศเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญตัวหนึ่งในระบบสื่อสารไร้สายทำหน้าที่แพร่กระจายและรับสัญญาณที่แพร่กระจายออกมาจากเสาอากาศต้นอื่น ถ้าหากใช้เสาอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำก็จะไม่สามารถรับสัญญาณหรือส่งสัญญาณวิทยุออกไปได้เลย เพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเสาอากาศจึงได้มีการกำหนดเสาอากาศในทางทฤษฎีขึ้นมา เรียกว่า เสาอากาศแบบไอโซโทรปิก (Isotropic Antenna) เสาอากาศนี้มีการแพร่กระจายคลื่นเป็นรูปทรงกลมคล้ายลูกโป่ง นั่นหมายถึงว่าไม่ว่าจะอยู่บริเวณใดของเสาอากาศนี้ก็จะสามารถรับสัญญาณได้ดี

เทคนิคที่ใช้เพิ่งอัตราขยายของเสาอากาศ (Antenna Gain) ทำได้โดยการกำหนดรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นนี้ใหม่ คล้ายกับการบีบลูกโป่ง ซึ่งทำให้การแพร่กระจายของคลื่นเปลี่ยนไป การบีบลูกโป่งจากด้านบนจะทำให้ลูกโป่งขยายออกในแนวนอน นั่นก็หมายถึงทิศทางการแพร่กระจายคลื่นก็จะดีในแนวนอนและการกระจายคลื่นในแนวตั้งก็จะลดลง นั่นก็เป็นรูปแบบการกระจายคลื่นที่ต้องการเนื่องจากการเพิ่มระยะการรับ-ส่งคลื่นนั้นต้องการให้เพิ่มระยะทางในแนวนอนมากกว่าแนวดิ่ง

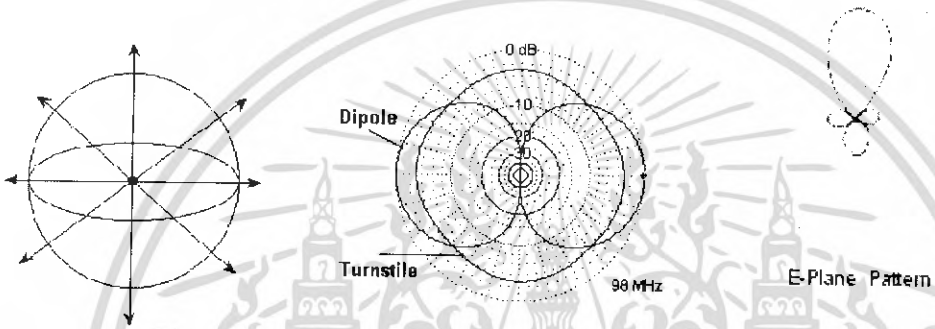
อัตราขยายของเสาอากาศนั้นจะวัดจากค่าพลังในทิศทางที่ต้องการสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับพลังที่แพร่กระจายมาจากเสาอากาศในทางทฤษฎีแบบไอโซโทรปิก หากเสาอากาศนี้มีอัตราขยายสงๆ ก็คล้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับการบีบลูกทรงกลมนี้ออกเป็นรูปต่างๆ นั่นก็จะทำให้เกิดผลกระทบด้านพื้นที่ให้ครอบคลุมและองศาการกระจายคลื่นลดลง ตัวอย่างเช่น เสาอากาศแบบไดโพล (Dipole Antenna) จะมีรูปร่างการกระจายคลื่นคล้ายรูป โดนัท นั่นหมายถึงการที่กำลังใช้มือบีบลูกโป่งตรงกลางสองข้างจนมีรูปร่างคล้ายโดนัท นี้ก็ทำให้การแพร่กระจายของคลื่นในตรงกลางของโดนัทลดลงแต่จะไปเพิ่มการแพร่กระจายด้านแนวนอนทั้งสองข้าง

สูตรที่ใช้คำนวณอัตราขยายของเสาอากาศ G เมื่อเทียบกับเสาอากาศแบบไอโซโทรปิก

$$G = \frac{P_{directional}}{P_{isotropic}} \qquad (2.2)$$

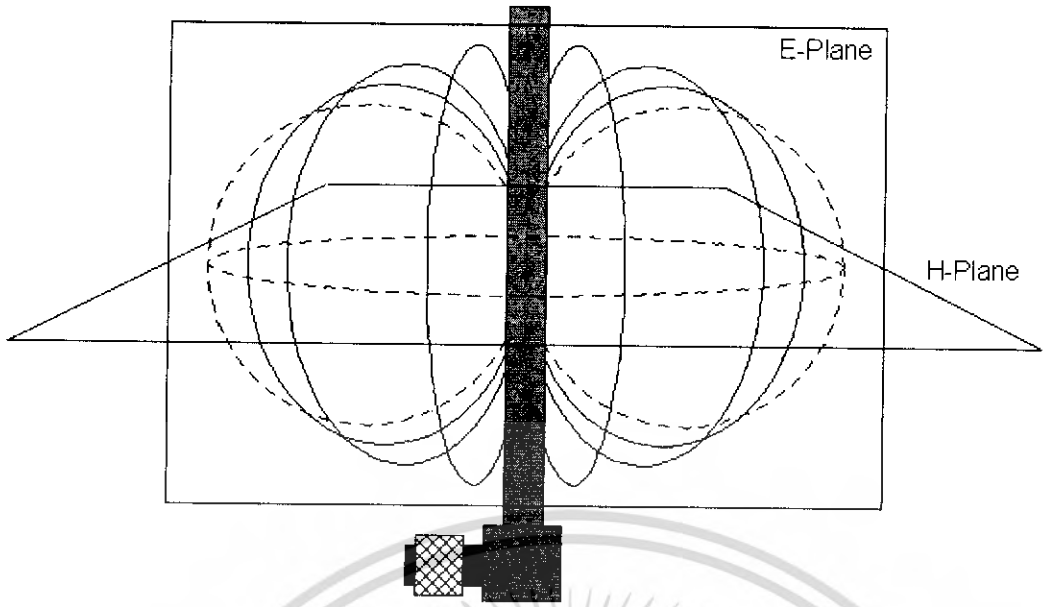


(ก) Isotropic Antenna (ข) Dipole omni Antenna (ค) Yagi directional Antenna

รูปที่ 2.10 การแพร่กระจายคลื่นของเสาอากาศแบบไอโซโทรปิก ไดโพล และยากิ

ในการแพร่กระจายของสัญญาณวิทยุจะเป็นรูปแบบ 3 มิติ ดังนั้นจะต้องมีการวัดการกระจายคลื่นจากแนวนอน(E-Plane) และแนวตั้ง (H-Plane) รูปต่อไปนี้คือ รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของเสาอากาศรอบทิศทางแบบไดโพล (Dipole – Plane) ที่มีทิศทางการแพร่กระจายคลื่นคล้ายรูปโดนัท หากมองจากแนวนอนก็จะเห็นคล้ายรูปโดนัทผ่าครึ่ง แต่ถ้าหากมองจากแนวตั้งจะเห็นว่าเป็นรูปทรงกลม ประโยชน์จากรูปแบบการกระจายคลื่นแบบนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้กับอาคารสูงๆ ซึ่งที่มีอุปกรณ์ Wireless LAN มากๆ หากคุณใช้เสาอากาศแบบนี้คลื่นก็จะแพร่กระจายไปในแนวนอนได้ดี นั่นหมายถึงในชั้นเดียวกันสามารับสัญญาณได้ดี แต่ในแต่ตั้งจะแพร่กระจายคลื่นไม่ดี ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้คลื่นเดินทางไปรบกวนชั้นบนและล่างได้เป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ทิศทางการแพร่กระจายคลื่นในแนวนอน (E-Plane) กับทิศทางการแพร่กระจายคลื่นในแนวตั้ง (H-Plane)

2.5.1 ประเภทของเสาอากาศ

เสาอากาศสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ จากรูปแบบกระจายของคลื่นคือ

2.5.1.1 เสาอากาศแบบรอบตัว (omni Direction Antenna)

เสาอากาศประเภทนี้มีทิศทางการแพร่กระจายคลื่นรอบทิศทาง 360 องศา เหมาะสำหรับใช้ติดต่อกับเครื่องลูกข่ายที่เคลื่อนไหวอยู่ในตำแหน่งและทิศทางไม่แน่นอน เสาอากาศประเภทนี้จะเป็นเสาอากาศพื้นฐานที่ติดมาพร้อมกับอุปกรณ์สื่อสารทั่วไป ชื่อของเสาอากาศแบบนี้ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ เสาอากาศแบบไดโพล (Dipole Antenna) อัตราขยายของเสาอากาศแบบนี้ในระบบ Wireless LAN มีตั้งแต่ 2-12 dBi

2.5.1.2 เสาอากาศแบบทิศทาง (Directional Antenna)

เป็นเสาอากาศที่มีทิศทางการแพร่กระจายของคลื่นที่มีทิศทางชัดเจน เหมาะสำหรับการติดต่อระหว่างจุด สามารถเพิ่มระยะทางการใช้งานได้ไกลกว่าเสาอากาศแบบรอบตัว แต่มีข้อเสียคือ ถ้าไม่อยู่ในทิศทางการแพร่กระจายของคลื่นจะไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย ชื่อของเสาอากาศแบบนี้ที่นิยมใช้กัน ได้แก่ เสาอากาศแบบเซ็กเตอร์ (Sector Antenna) เสาอากาศแบบยากิ (Yagi Antenna) เสาอากาศแบบกิด (Grid Antenna) เสาอากาศแบบจาน (Solid Dish Antenna) อัตราขยายของเสาอากาศแบบนี้ในระบบ Wireless LAN มีตั้งแต่ 6-21 dBi เสาอากาศแบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานเพื่อลดการรบกวนกันของอุปกรณ์ในระบบ Wireless LAN ที่มีช่องสัญญาณให้เลือกใช้จำนวนน้อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ค่าประสิทธิภาพการแพร่กระจายคลื่นของระบบส่ง (Effective Isotropic Radiated Power)

ในระบบส่งสัญญาณวิทยุ หากใช้ค่ากำลังส่งของเครื่องส่งอย่างเดียวเป็นตัวบอกว่าคลื่นกระจายออกมาดีเพียงใดก็จะบอกค่าได้ไม่เที่ยงตรง จึงต้องมีการนำเอาตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบส่งสัญญาณมาเกี่ยวข้องด้วย เช่น อัตราขยายของเสาอากาศ (Antenna Gain) จะเป็นส่วนที่เพิ่มความแรงสัญญาณได้ส่วนอัตราการสูญเสียของสายนำสัญญาณ (Cable Loss) เป็นค่าที่ทำให้สัญญาณมีความแรงลดลง เมื่อนำค่าเหล่านี้มารวมกันก็สามารถบอกถึงประสิทธิภาพในการแพร่กระจายคลื่นที่แท้จริง โดยมีชื่อว่า "EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)" มีหน่วยเป็น เดซิเบล (Decibel) และสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.3

$$EIRP_{db} = TransmitterPower_{db} + AntennaGain_{db} - CableLoss_{db} \quad (2.3)$$

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการคำนวณค่า EIRP ของแอ็กเซสพอยน์ที่มีกำลังส่งเท่ากับ 20 dBm ใช้เสาอากาศแบบไดโพลมีอัตราขยายเท่ากับ 2.2 dBi แล้วต่อสายนำสัญญาณออกไปห่างจากตัวเครื่องทำให้มีอัตราสูญเสียเท่ากับ 1 dB จะมีค่า EIRP เท่ากับ

$$EIRP_{db} = 20 + 2.2 - 1 = 21.2dBm$$

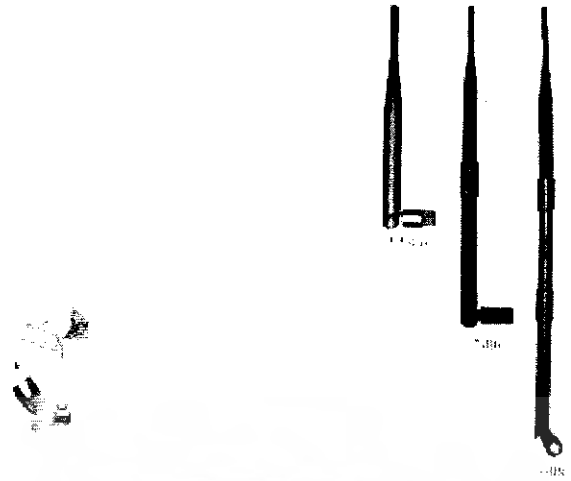
2.6 สายอากาศ (Antenna)

อุปกรณ์ Wireless LAN ทุกๆ เครื่องจะมีสายอากาศ (Antenna) ไม่ว่าจะเป็นแบบติดตั้งไว้ภายนอกตัวอุปกรณ์หรือแบบซ่อนไว้ภายใน ซึ่งสายอากาศจะทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลในรูปของกระแสไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากภาคส่งของอุปกรณ์ Wireless LAN ให้กลายเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไปในอากาศ และสายอากาศยังทำหน้าที่รับเอาคลื่นที่อุปกรณ์ Wireless LAN เครื่องอื่นๆ ส่งออกมาแปลงกลับให้อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้าส่งให้ภาครับต่อไป ทิศทาง (Direction) และรูปแบบ (Pattern) การแพร่กระจายคลื่นของอุปกรณ์ Wireless LAN ถูกกำหนดโดยชนิดของสายอากาศดังนี้

2.6.1 สายอากาศ Om-ni Directional Antenna

อุปกรณ์ Wireless LAN ไม่ว่าจะเป็น Access Point หรือ LAN Card ไร้สายชนิดต่างๆ ถูกออกแบบให้ติดตั้งสายอากาศแบบ Om-ni Directional มาจากโรงงาน สายอากาศแบบ Om-ni นี้มีคุณสมบัติที่สามารถแพร่กระจายและรับคลื่นได้ทิศทางรอบตัวสายอากาศเนื่องจากผู้ออกแบบอุปกรณ์ Wireless LAN ต้องการให้ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมโยงและสื่อสารข้อมูลถึงกันจากทิศทางใดก็ได้โดยอิสระ ไม่จำเป็นต้องเป็นแนวเส้นตรงจากทิศทางใดทิศทางหนึ่งหนึ่ง (Peer to Peer) เหมือนกับการสื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยี Infrared (Ir) หรือ Bluetooth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 สายอากาศแบบ Om-ni Directional

2.6.2 สายอากาศแบบ Directional Antenna

สายอากาศแบบ Directional Antenna เป็นสายอากาศที่มีคุณสมบัติแพร่กระจายและรับคลื่นได้ทิศทางใดทิศทางหนึ่งในลักษณะแนวเส้นตรงทำให้ได้ระยะทางการเชื่อมโยงระบบไกลมากขึ้น สัญญาณรบกวนในทิศทางอื่นๆ ไม่สามารถเข้ามารบกวนข้อมูลที่กำลังสื่อสารกันได้และผู้ใช้งานสามารถบังคับทิศทางการสื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์ได้ตามที่ต้องการ สายอากาศชนิดนี้ส่วนใหญ่จะนำไปติดตั้งเข้ากับอุปกรณ์ Wireless Bridge สำหรับเชื่อมโยงระบบระยะไกลแบบ Peer to Peer

รูปที่ 2.13 สายอากาศแบบ Om-ni Directional

สายอากาศนอกจากทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แพร่กระจายและรับคลื่นแล้ว สายอากาศยังช่วยเพิ่มระยะทางการเชื่อมโยงให้กว้างไกลมากขึ้น โดยการเปลี่ยนสายอากาศเดิมของอุปกรณ์ Wireless LAN ให้เป็นสายอากาศเกนสูงหรือที่เรียกว่า สายอากาศ High Gain สายอากาศประเภทนี้จะมีเกนการขยายสัญญาณที่สูงกว่าสายอากาศที่ติดตั้งมากับอุปกรณ์ Wireless LAN ค่าของเกนสายอากาศจะอยู่ประมาณ 5.2, 8, 8.5, 12, 14, 22 dBi หรือสูงกว่ารายละเอียดของสายอากาศประเภทต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 สัญญาณรบกวน (Noise)

สัญญาณที่ไม่พึงประสงค์ที่เขามารวมกับสัญญาณเอาท์พุตทำให้ค่าที่ได้เปลี่ยนแปลงไป โดยทั่วไปสัญญาณรบกวนมีหลายชนิดเกิดจากหลายสาเหตุแต่ในวงจรชักตัวอย่างและคงค่าที่อาศัยเทคนิคแบบเกตลอยพบสัญญาณรบกวน 2 ชนิด คือ สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุณหภูมิ (Thermal noise) เกิดขึ้นมาเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบสุ่มตามอุณหภูมิของอิเล็กตรอนที่ วิ่งผ่านตัวนำที่มีความต้านทานภายในวงจร โดยสเปคตรัมกำลัง(Power Spectrum)ของสัญญาณรบกวนนี้จะมีลักษณะที่ เรียบ หรือกล่าวได้ว่าทุกๆ ฮาโมนิกของสัญญาณรบกวนจะมีค่าพลังงานเท่ากันอย่างต่อเนื่องตลอด ย่านสเปคตรัม บางครั้งจะเรียกสัญญาณรบกวนประเภทนี้ว่า สัญญาณ รบกวนขาว (white noise) สัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่งคือ สัญญาณรบกวนฟลิกเกอร์ (Flicker noise) หรือ สัญญาณรบกวน 1 / f(1/f Noise) จะให้ระดับสัญญาณรบกวนเป็นเส้นกราฟที่มีความชัน 1/f ซึ่งจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่อความถี่เพิ่มมากขึ้นระดับของสัญญาณรบกวนนี้ขึ้น อยู่กับคุณภาพ ในกระบวนการผลิต เราสามารถแบ่งนอยส์ออกได้ 4 ชนิดดังนี้

2.7.1 นอยส์บรรยากาศ

เกิดขึ้นจากความแปรปรวนของอากาศที่ห่อหุ้มโลก เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ก่อให้เกิดคลื่นวิทยุแผ่กระจายออกไปรอบโลก นอยส์บรรยากาศสามารถที่จะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาแม้จะไม่มีฝนฟ้าคะนองก็ตาม

2.7.2 นอยส์จากอวกาศ

เกิดจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์นับล้านดวงในจักรวาล ดวงอาทิตย์จะแผ่พลังงานออกมาโดยมีสเปกตรัมมีความถี่กว้างมาก พลังงานนั้นปรากฏออกมาเป็นนอยส์คงที่ อย่างไรก็ตามที่ผิวดวงอาทิตย์ยังมีความแปรปรวนอื่นๆอีก เช่นจุดบนดวงอาทิตย์การลุกโชติช่วง ซึ่งก่อให้เกิดนอยส์ขึ้นอีกนอกจากนี้ดวงอาทิตย์บางดวงที่ไกลออกไปจากระบบสุริยะจักรวาล ก็สามารถ ทำให้เกิดนอยส์มายังโลกได้

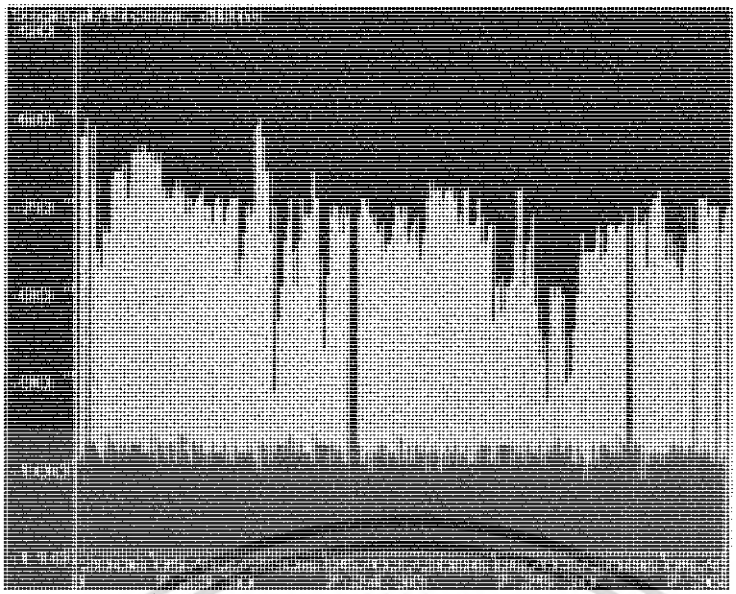
2.7.3 นอยส์ที่เกิดจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น

ได้แก่ นอยส์ที่เกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้าเช่น พัดลม ที่เป่าผมเครื่องดูดฝุ่น นอกจากนี้ยังมีนอยส์จากระบบจุดระเบิดของรถยนต์ การรั่วของสายไฟแรงสูงหลอดไฟฟลูออเรสเซนส์

2.7.4 นอยส์ภายในตัวอุปกรณ์ในเครื่องรับ

แยกเป็น 2 ประเภท คือ นอยส์อุณหภูมิ (Thermal noise) และ ช็อตนอยส์ (Shot noise) นอยส์อุณหภูมิเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวอุปกรณ์ บางครั้งเรียกว่าจอห์นสันนอยส์(Johnson noise) ส่วนช็อตนอยส์เกิดขึ้นใน อุปกรณ์แอกตีฟ(Active device)ทุกชนิด เนื่องจากการรวมตัวของอิเล็กตรอนกับโฮล (hole)เช่นในทรานซิสเตอร์ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
71979



รูปที่ 2.14 สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณรบกวนที่อาจจะพบได้ในช่วงความถี่ Wireless LAN

2.7.5 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio)

อัตราความแรงของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนนั้นเป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นตัวบอกถึงคุณภาพของสัญญาณในระบบสื่อสารว่าดีเพียงใด หากสัญญาณข้อมูลมีความแรงมากกว่าสัญญาณรบกวนเราก็จะได้ยินเสียงชัดเจน แต่ถ้าสัญญาณข้อมูลมีความแรงต่ำกว่าสัญญาณรบกวนแล้วเราก็จะไม่สามารถแยกแยะสัญญาณข้อมูลออกมาได้ หน่วยที่ใช้วัดค่านี้จะมีหน่อยเป็น "เดซิเบล (Decibel)" ซึ่งมีสมการคือสมการที่ 2.4

$$SNR_{dB} = 10Log\frac{Signal}{Noise} \qquad (2.4)$$

ในการคำนวณหากมีการคิดว่าความแรงของสัญญาณในหน่วยเดซิเบลแล้วก็สามารถนำค่านั้นมาลบกันได้ ซึ่งก็ตรงตามสูตรสมการที่ 2.5

$$SNR_{dB} = Signal_{dB} - Noise_{dB} \qquad (2.5)$$

2.7.6 สัญญาณรบกวนที่เกิดจากระบบสื่อสารรบกวนกันเอง

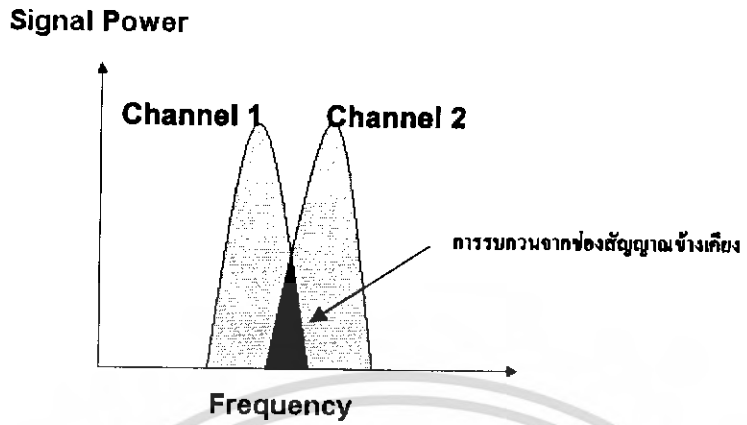
สัญญาณรบกวนบางประเภทก็เกิดจากระบบสื่อสารกันเอง โดยคลื่นเหล่านี้แพร่กระจายออกมาทำให้สัญญาณที่รับได้ด้อยคุณภาพลงไป มีทั้งที่เกิดขึ้นแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจ ส่วนมากจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงและการรบกวนจากช่องสัญญาณเดียวกัน

2.7.7 การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง

การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง (Adjacent Channel Interference) เกิดขึ้นจากการออกอากาศสัญญาณวิทยุนั้นจะเกิดความถี่อื่นๆ รอบความถี่หลัก แม้ว่าความถี่นี้จะมีความแรงของสัญญาณไม่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

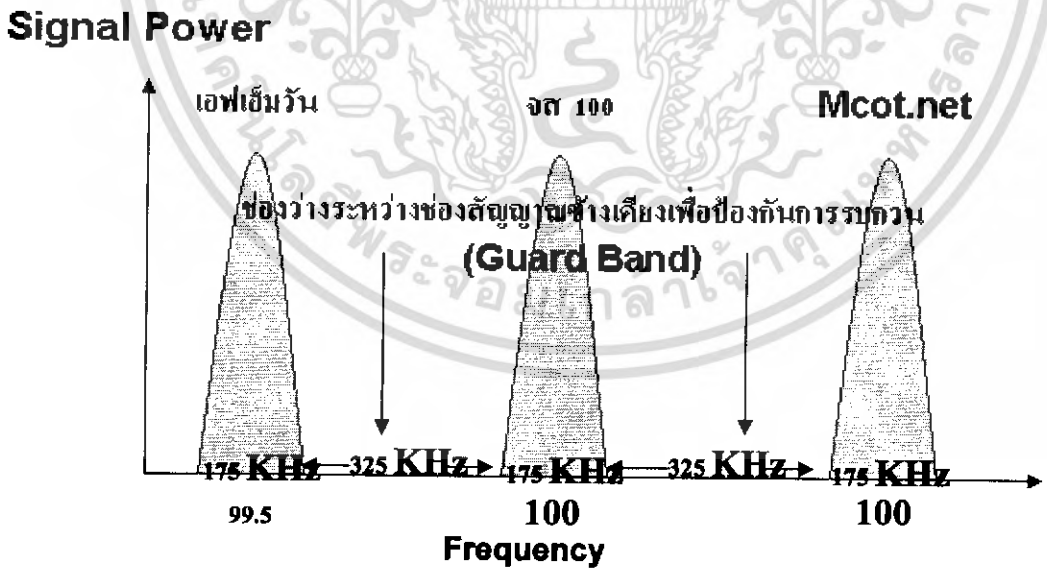
แต่เมื่อความถี่ของช่องสัญญาณทั้งสองนี้อยู่ใกล้กันมากก็จะเกิดการรบกวนกันได้ข้อมูลที่อยู่ในช่วงสเปกตรัมของสัญญาณช่วงที่จะเกิดการรบกวนกันขึ้นนั้นจะไม่สามารถแยกแยะออกมาได้



รูปที่ 2.15 การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงเมื่อช่องทั้งสองมีความถี่ใกล้เคียงกันมาก

2.7.8 เทคนิคการป้องกันการรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง

เคล็ดลับง่ายๆ สำหรับการป้องกันสัญญาณรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงทำได้โดยการกำหนดช่องว่างระหว่างช่องสัญญาณข้างเคียงเพื่อป้องกันการรบกวน (Guard Band) ตัวอย่างของการกำหนดช่องว่างของช่องสัญญาณจะเห็นได้ชัดในระบบวิทยุ FM นั้นแต่ละช่องสัญญาณจะมีระยะห่างกัน 0.5 เมกะเฮิตร์ เช่น คลื่นของ จส 100 ที่มีความถี่ 100 MHz จะห่างกับช่องข้างเคียงคือ คลื่นเอฟเอ็มวันที่มีความถี่ 99.5 MHz และคลื่น Mcot.net ที่มีความถี่ 100.5 MHz



รูปที่ 2.16 การป้องกันการรบกวนระหว่างช่องสัญญาณข้างเคียงด้วย Guard Band ในวิทยุระบบ FM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.9 การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน

การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน (Co-Channel Interference) เป็นการรบกวนที่เกิดขึ้นเมื่อมีเครื่องส่ง 2 เครื่องส่งสัญญาณออกอากาศที่ความถี่เดียวกัน และเครื่องรับอยู่ในบริเวณที่สามารถรับสัญญาณจากเครื่องส่งทั้งสองได้ คลื่นจากสถานีทั้งสองจะรบกวนกันเอง โดยคุณจะรับสัญญาณได้ขาดๆ หายๆ บางครั้งก็รับสัญญาณได้จากเครื่องส่งเครื่องแรก หรือบางครั้งก็รับสัญญาณได้จากเครื่องส่งเครื่องที่สองขึ้นอยู่กับว่าบริเวณที่คุณอยู่และกำลังส่งของสถานีนั้นว่าใครจะแรงมากกว่ากัน ตัวอย่างของการรบกวนประเภทนี้ที่ชัดเจนก็คือ สถานีวิทยุกระจายเสียงในกรุงเทพกับต่างจังหวัด ทั้งสองมักจะใช้ความถี่เดียวกันแต่ก็มีที่ตั้งห่างกันเป็นร้อยกิโล ถ้าเราอยู่ในกรุงเทพก็จะรับสัญญาณได้ชัด แต่เมื่อเดินทางไปต่างจังหวัดซึ่งอยู่ในบริเวณคาบเกี่ยวกับสถานีทั้งสองนี้จะประสบปัญหาการรบกวนประเภทนี้ หากสถานีใดมีกำลังส่งแรงกว่าเราก็จะสามารถรับสัญญาณได้จากสถานีนี้

2.8 วิธีคำนวณระยะทางใช้งานสูงสุดของระบบ Wireless LAN

ในการออกแบบระบบสื่อสารไร้สายทั่วไป ผู้ออกแบบส่วนใหญ่มักจะต้องการให้สัญญาณเดินทางไปได้ไกลๆ และต้องการให้สัญญาณมีความคมชัด นั่นหมายความว่าจะต้องส่งสัญญาณให้มีความแรงมากพอที่จะเดินทางไปถึงปลายทางโดยจะต้องคำนวณเผื่อถึงอัตราสูญเสียประเภทต่างๆ ด้วย ยิ่งเป็นความถี่ย่านไมโครเวฟที่อุปกรณ์ Wireless LAN ใช้งานอยู่ก็จะมีอัตราการสูญเสียค่อนข้างสูง และอ่อนไหวจากผลกระทบรอบข้างได้มาก เมื่อออกแบบระบบสื่อสารไร้สายจึงต้องเผื่อค่าความแรงสัญญาณให้มากพอที่เครื่องรับวิทยุจะทำงานได้ เพื่อให้เข้าใจมากขึ้นเราจะทำความเข้าใจกับอุปสรรคที่ทำให้คลื่นมีความแรงลดลงดังต่อไปนี้

2.8.1 การลดทอนสัญญาณของคลื่นตามระยะทาง

การลดทอนนี้เกิดจากความแรงของสัญญาณที่ลดลงซึ่งแปรผันกับระยะทาง ที่เกิดขึ้นในสภาวะสุญญากาศ โดยไม่มีตัวแปรอื่นๆ มาเกี่ยวข้องในสภาวะนี้จะไม่มีสิ่งกีดขวางมาเกี่ยวข้อง เราเรียกค่านี้ว่า "อัตราลดทอนในสภาวะสุญญากาศ (Free Space Loss)"

2.8.2 การลดทอนของคลื่นที่เดินทางผ่านตัวกลาง

ที่มีความสามารถดูดซับสัญญาณได้ เช่น ต้นไม้ ผนัง หน้าต่าง กระจก หรือพื้นอาคาร อัตราการลดทอนนั้นจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของวัตถุ ยิ่งวัตถุมีความหนาก็จะมีอัตราลดทอนที่สูง โดยทั่วไปจะมีค่าดังต่อไปนี้

- ต้นไม้ มีอัตราการลดทอนอยู่ระหว่าง 10-20 dB โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของต้นไม้ที่มีใบมากจะมีอัตราการลดทอนที่สูง
- ผนัง มีอัตราการลดทอนอยู่ระหว่าง 10-15 dB โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาและวัสดุที่ใช้ ถ้าเป็นผนังยิปซัมเบาก็จะมีอัตราการลดทอนน้อยกว่าผนังปูนและอิฐ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พื้นอาคาร มีอัตราการลดทอนระหว่าง 12-27 dB โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาและวัสดุที่ใช้ หากเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวนมาก จะมีอัตราการลดทอนที่สูงกว่าปกติและถ้าเป็นพื้นไม้จะมีอัตราการลดทอนที่ต่ำกว่ามาก
- กระจก มีอัตราการลดทอนไม่มาก แต่ถ้าเป็นกระจกเคลือบปรอทป้องกันความร้อนจะมีอัตราการลดทอนที่สูงกว่า

2.8.3 การกระจายของสัญญาณอันเกิดจากเครื่องรับและส่งไม่ได้อยู่ในระยะสายตา

คลื่นก็จะเดินทางผ่านวัตถุมากมายเกิดการตกระทบแล้วสะท้อนกระจายเป็นคลื่นต่างๆ ที่มาจากหลายทิศทางทำให้เกิดปัญหาสัญญาณเพี้ยน จึงยากต่อการทำงานของภาครับวิทยุที่จะนำสัญญาณที่ต้องการมาใช้งานได้

2.8.4 การคำนวณความแรงสัญญาณระหว่างภาครับและภาคส่ง (Link Margin)

การคำนวณค่าความแรงของสัญญาณที่เชื่อมต่อกันระหว่างภาครับและภาคส่ง (Link Margin) นั้นให้ประเมินว่าในระหว่างภาครับและภาคส่งมีความแรงของสัญญาณดีเพียงใด หากค่านี้มีค่าน้อยเมื่อมีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบสื่อสารก็จะทาให้การสื่อสารล้มเหลวลงได้ หากค่านี้มีค่ามากก็แสดงถึงโอกาสที่จะรับสัญญาณได้ชัดเจนมีมากขึ้น และมีโอกาสที่คลื่นเดินทางได้ไกลขึ้น ค่านี้มีตัวแปรที่มีผลกระทบดังต่อไปนี้

- กำลังส่งของคลื่นวิทยุ (Transmit Power)
- อัตราขยายของเสาอากาศภาคส่ง (Transmit antenna gain)
- อัตราการลดทอนของสายนำสัญญาณภาคส่ง (Transmit cable loss)
- อัตราขยายของเสาอากาศภาครับ (Receive antenna gain)
- ความแรงของสัญญาณต่ำสุดที่ภาครับจะทำงานได้ (Minimum received signal Level)
- อัตราการลดทอนของสายนำสัญญาณภาครับ (Receive cable loss)

รูปแบบการคำนวณค่าความแรงของสัญญาณวิทยุส่วนใหญ่จะใช้หน่อยเป็นเดซิเบล (Decibel) เพราะว่าสะดวกกว่าวิธีอื่น หากต้องคำนวณด้วยตัวเลขธรรมดาคงต้องเป็นค่าจุดทศนิยมและมีสูตรต่างๆ ตามมาอยู่มากมาย ดังนั้น ก่อนทำการคำนวณจึงต้องแปลงค่าต่างๆ ให้อยู่ในรูปแบบเดซิเบลก่อน

ตัวอย่างต่อไปนี้เป็นการคำนวณค่าความแรงสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างภาครับและส่งของ Access Point กับ Wireless LAN Card ที่ภาครับมีความไวที่ -83 dBm ทั้งสองใช้เสาอากาศที่มีอัตราขยายเท่ากับ 2.2 dBi และต่อสายนำสัญญาณย่อย (Pigtail Cable) ก่อนจึงต่อสายนำสัญญาณหลัก (Main Cable) ไปสู่เสาอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คำนวณค่าความแรงสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างภาครับและส่ง (Lind Margin)

กำลังส่ง (Tx Power)		**15 dBm**
อัตราลดทอนสายนำสัญญาณย่อย (Pigtail loss)		**-3 dB**
อัตราลดทอนสายนำสัญญาณหลัก (Main Cable loss)		**-0.5 dB**
อัตราขยายเสาอากาศภาคส่ง (Tx Antenna gain)		**2.2 dBi**
ค่าอัตราส่งประสิทธิผล (EIRP)	**Sub Total**	**13.7 dBm**
อัตราขยายเสาอากาศภาครับ (Rx antenna gain)		**2.2 dBi**
อัตราลดทอนสายนำสัญญาณหลัก (Main Cable loss)		**-0.5 dB**
อัตราลดทอนสายนำสัญญาณย่อย (Pigtail loss)		**-3 dB**
ความแรงของสัญญาณต่ำสุดที่ภาครับจะทำงานได้ (Rx sensitivity)		**-83 dBm**
Link Margin	**Total**	**95.4 dB**

2.8.5 การคำนวณระยะทางสูงสุดที่จะใช้งานได้

ในการคำนวณระยะทางสูงสุดที่จะใช้งานระบบ Wireless LAN นั้นจะต้องป้อนค่าตัวแปรอื่นๆ เพิ่มเข้ามาไปด้วย เพราะการคำนวณเฉพาะค่าอัตราลดทอนในสภาวะสุญญากาศ (Free Space Loss) นั้นไม่เพียงพอ เพราะในสภาวะปกติ คลื่นของระบบ Wireless LAN นั้นจะมีอัตราการลดทอนค่อนข้างสูงกว่าคลื่นทั่วไป คลื่นนี้มีผลกระทบจากสภาพแวดล้อมต่างๆ มาก ดังนั้นในการคำนวณจึงต้องป้อนตัวแปรเกี่ยวกับอัตราการสูญเสียในสภาวะแวดล้อม (Allowed Loss) และค่าการกระจายของสัญญาณ (Scattering Exponent) หลังจากนั้นก็นำค่า Link Margin ที่คำนวณได้ก่อนหน้านั้นมาแทนค่าในสมการที่ 2.6

$$LinkMargin(dB) = 40 + 10 * n * \log(r) + L_{allowedLoss} \quad (2.6)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตัวแปรสำหรับแทนค่าเพื่อคำนวณหาระยะทางสูงสุดที่จะใช้งานได้

ลักษณะการใช้งาน	ค่าอัตราสูญเสีย (Allowed Loss)	ค่าการกระจายของสัญญาณ (Scattering Exponent)	ตัวอย่าง
สภาวะสุญญากาศไม่มีสิ่งกีดขวาง	0	2	อวกาศ
ใช้งานภายนอก ที่โล่งแจ้ง	0	2.5 ที่ 200 เมตร 3 ที่ 400 เมตร 3.5 ที่ 500 เมตร	พื้นที่โล่งไม่มีต้นไม้ ทะเล
ใช้งานภายนอก มีต้นไม้	10-20	3-4	สวนสาธารณะ
ใช้งานภายนอก มีอาคาร	12-22	2	บริเวณตึกแถว
ในอาคาร ไม่มีสิ่งกีดขวาง	0	2.5	ห้องโถง ห้องสัมมนา
ในอาคาร มีพาร์ติชัน มีผนังกั้น	10-15	3.5	ออฟฟิศ
ในอาคาร มีผนัง พื้น	12-27 (พื้น)	4-5	คอนโดมิเนียม
	10-15 (ผนัง)		อพาร์ตเมนท์

ตัวอย่างในการคำนวณระยะทางการใช้งานสูงสุด เมื่อนำ Access Point กับ Wireless LAN Card ไปใช้ในบริเวณสำนักงานที่มีผนังกั้นและมีพาร์ติชัน จะมีระยะใช้งานสูงสุดเท่าใด

$$LinkMargin(dB) = 40 + 10 * n * \log(r) + L_{allowedLoss}$$

$$85.4 = 40 + 10 * 3.5 * \log(r) + 0$$

$$r = 19.83 \quad \text{เมตร}$$

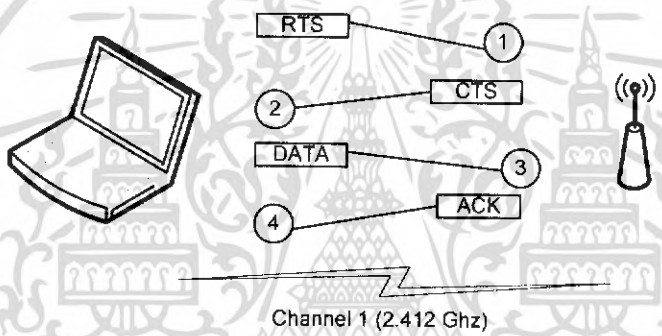
2.9 ค่า Throughput ของระบบ Wireless LAN

ในการรับ-ส่งสัญญาณของระบบ Wireless LAN นั้นจะใช้ความถี่เดียวกัน ซึ่งอุปกรณ์ทุกๆ ตัวไม่ว่าจะเป็น Access Point หรือ Wireless LAN Card ก็จะรับและส่งข้อมูลที่ความถี่นี้ และจะผลัดกันรับ-ส่งข้อมูล ไม่สามารถส่งข้อมูลพร้อมกันได้ มิเช่นนั้นจะเกิดการชนกันของข้อมูลในอากาศ ซึ่งการส่งแบบนี้ก็คือ Half-Duplex Mode คล้ายกับวิทยุตำรวจที่ผู้ส่งจะต้องกดปุ่มที่วิทยุเพื่อพูด เมื่อพูดก็จะไม่ได้ยินเสียงอะไร ดังนั้นเมื่อฝ่ายหนึ่งพูดอีกฝ่ายก็ต้องฟัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอลที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลของ Wireless LAN ก็คือ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) ก็มีส่วนทำให้ส่งข้อมูลได้ช้าเช่นกัน โปรโตคอลนี้จะทำหน้าที่คอยหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการชนกันของข้อมูลในอากาศ โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ส่งต้องการข้อมูลก็จะมีการส่งสัญญาณร้องขอ (Request To Send) ฝ่ายรับก็ต้องตรวจสอบช่องสัญญาณว่าว่างพร้อมจะส่งหรือไม่ แล้วตอบกลับด้วยสัญญาณ Clear To Send จากนั้นก็เริ่มส่งข้อมูล เมื่อฝ่ายรับได้รับข้อมูลครบก็ตอบกลับว่าได้รับข้อมูลแล้วด้วยสัญญาณ Acknowledge

จะสังเกตเห็นว่าระบบ Wireless LAN นั้นใช้ช่องสัญญาณเดียวทั้งรับและส่ง กว่าจะส่งข้อมูลได้ก็ต้องมีการร้องขอและตอบกลับหลายครั้งจึงทำให้ความเร็วของระบบ Wireless LAN ที่แท้จริงจะต่ำกว่าสเปคที่กำหนดไว้กว่าครึ่งหนึ่ง ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน 802.11b ที่ระบุว่ามีความเร็ว 11 Mbps ความเร็วจริงของระบบจะมีค่าประมาณ 4-6 Mbps ส่วนมาตรฐาน 802.11a/g ที่ระบุว่ามีความเร็ว 54 Mbps ความเร็วจริงของระบบจะมีค่าประมาณ 24-27 Mbps เท่านั้นเอง

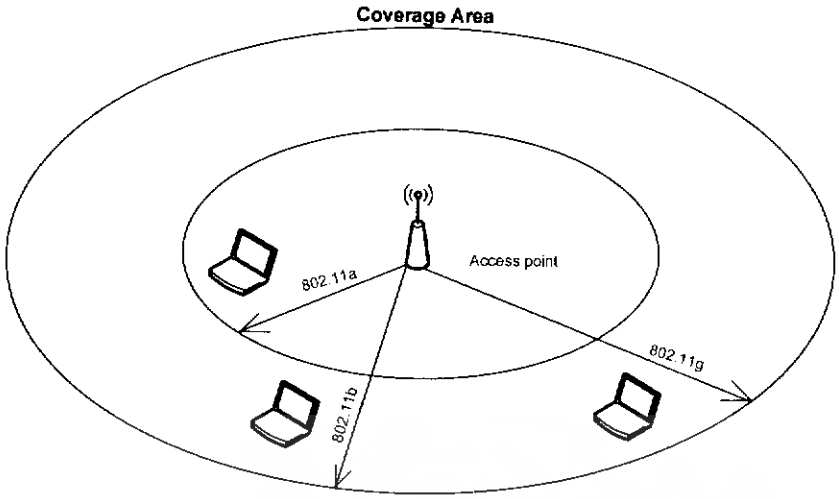


รูปที่ 2.17 การทำงานของโปรโตคอล CSMA / CD

2.9.1 ระยะทางกับค่า Throughput ของเครือข่าย Wireless LAN

ค่า Throughput และระยะทางการสื่อสารข้อมูลของเครือข่าย Wireless LAN จะขึ้นอยู่กับ Overhead, กำลังส่งสัญญาณ, อัตราขยาย (Gain) ของสายอากาศ ฯลฯ และอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อมของสถานที่ติดตั้งใช้งานระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



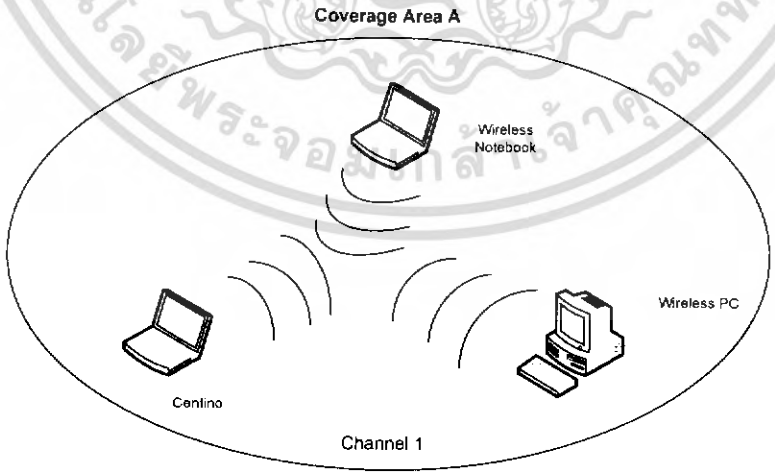
รูปที่ 2.18 ขอบเขตพื้นที่ให้บริการเครือข่าย Wireless LAN

2.10 Service ของเครือข่าย Wireless LAN

ก่อนอื่นต้องทำความรู้จักศัพท์เทคนิคคำว่า Service Set ก่อน Service Set คือกลุ่มของอุปกรณ์ Wireless LAN ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปอยู่ในขอบเขตพื้นที่ให้บริการ (Coverage Area) ที่ใช้ช่องสัญญาณ (Channel) สื่อสารข้อมูลช่องเดียวกันและอยู่ในรัศมีสามารถแพร่กระจายคลื่นถึงกันได้

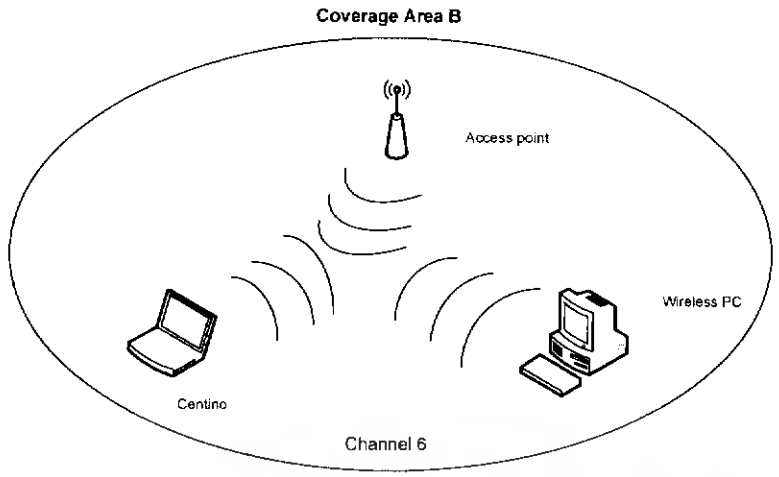
2.10.1 Basic Service Set (BSS)

Basic Service Set (BSS) หมายถึงบริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 Wireless LAN ที่มีสถานีแม่ข่าย 1 สถานี ซึ่งสถานีผู้ใช้ภายในขอบเขตของ BSS นี้ทุกสถานีจะต้องสื่อสารข้อมูลผ่านสถานีแม่ข่ายดังกล่าวเท่านั้น

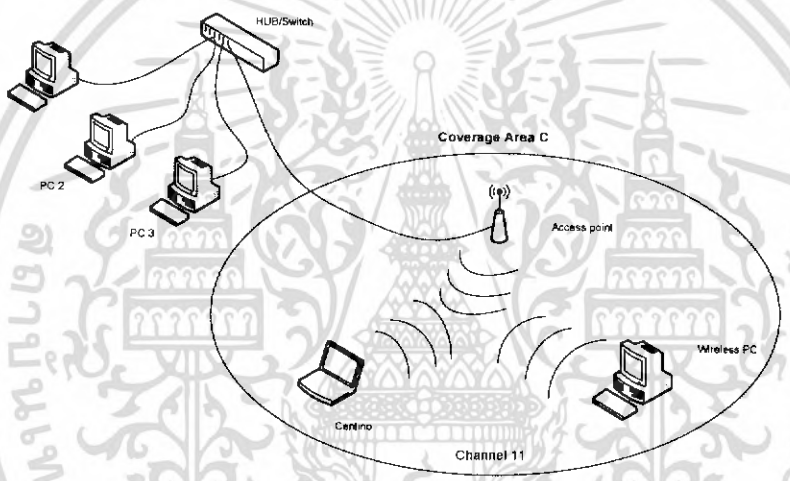


รูปที่ 2.19 โครงสร้าง BSS แบบ Ad-Hoc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 โครงสร้าง Independent Basic Service Set ที่มี Access Point เป็นศูนย์กลาง



รูปที่ 2.21 โครงสร้าง BSS แบบ Infrastructure

2.10.2 Extended Service Set (ESS)

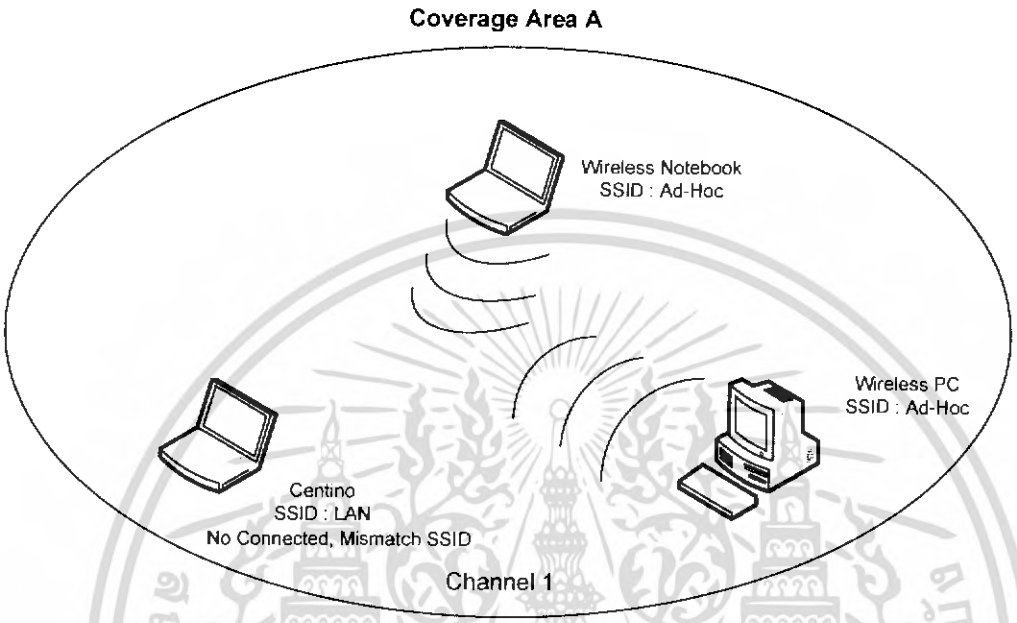
Extended Service Set (ESS) หมายถึงบริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 Wireless LAN ที่ประกอบด้วย BSS มากกว่า 1 BSS ซึ่งได้รับการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน สถานีผู้ใช้สามารถเคลื่อนย้ายจาก BSS หนึ่งไปอยู่ในอีก BSS หนึ่งได้โดย BSS เหล่านี้จะทำการ Roaming หรือติดต่อสื่อสารกันเพื่อทำการโอนย้ายการให้บริการสำหรับสถานีผู้ใช้ดังกล่าว

2.10.3 Service Set Identifier (SSID)

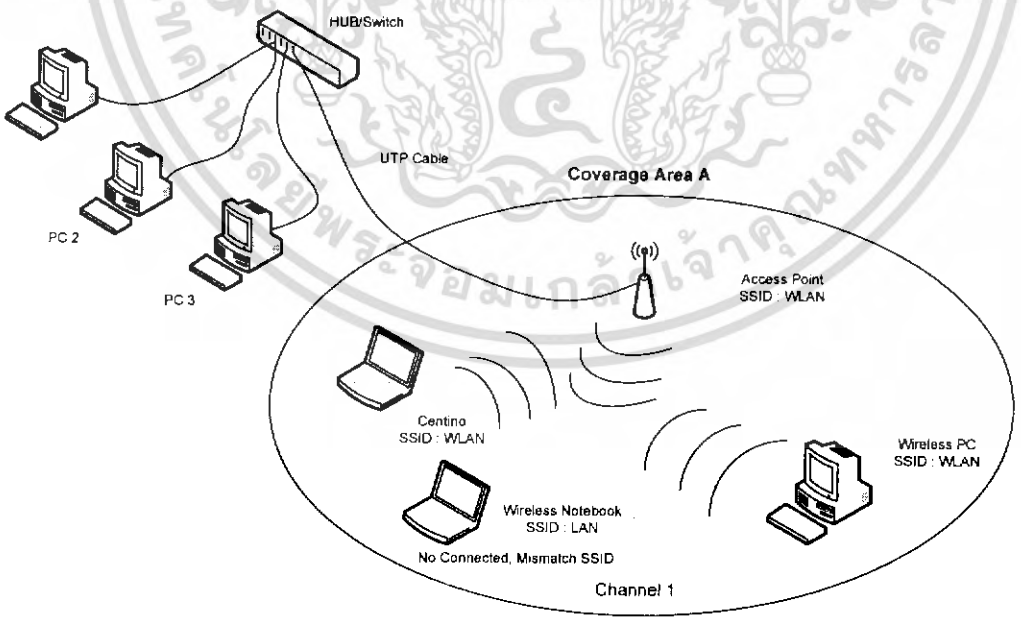
Service Set Identifier เป็นกลุ่มตัวอักษรที่มีขนาดความยาวไม่เกิน 32 ตัวอักษร ใช้เป็นชื่ออ้างอิง Service Set ของเครือข่าย Wireless LAN อุปกรณ์ Wireless LAN ทุกเครื่องที่ต้องการสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างกันบนเครือข่าย Wireless LAN Ad-Hoc หรือต้องการเชื่อมโยงเข้าเครือข่าย Wireless LAN Infrastructure ผ่าน Access Point ที่อยู่ในพื้นที่ให้บริการนั้นๆ จะต้องระบุ Service Set ID ของตนเป็นชื่อเดียวกันกับชื่อ Serviee Set ID ของพื้นที่ให้บริการ หากอุปกรณ์ Wireless ที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ให้บริการเดียวกันแต่ระบุ Service Set ID แตกต่างกันแล้ว อุปกรณ์ก็จะไม่สามารถสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้



รูปที่ 2.22 การกำหนดชื่อ SSID ของอุปกรณ์บนเครือข่าย Wireless LAN



รูปที่ 2.23 การกำหนดชื่อ SSID ของอุปกรณ์บนเครือข่าย Wireless LAN Infrastructure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.4 การเชื่อมโยงระบบแบบ Ad-Hoc (Peer to Peer)

โครงสร้างการเชื่อมโยงระบบแบบ Ad-Hoc หรือ Peer to Peer เป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ต่างๆ ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป โดยที่ไม่มีศูนย์กลางควบคุม อุปกรณ์ทุกเครื่องสามมารถสื่อสารข้อมูลกันเองได้ ตัวส่งจะใช้วิธีการแพร่กระจายคลื่นออกไปยังทุกทิศทางโดยไม่ทราบจุดหมายปลายทางของตัวรับว่าอยู่ที่ใด ซึ่งตัวรับจะต้องอยู่ในขอบเขตพื้นที่ให้บริการที่คลื่นนั้นสามารถเดินทางมาถึงและคอบเช็คข้อมูลว่าใช่ของตนเองหรือไม่ ด้วยการตรวจสอบค่า MAC Address ผู้รับปลายทางในเฟรมข้อมูลที่แพร่กระจายออกมา ถ้าใช่ข้อมูลของตนเองก็จะนำข้อมูลเหล่านั้นไปประมวลผลต่อไป

2.10.5 การเชื่อมโยงระบบแบบ Infrastructure (Client/Server)

โครงสร้างการเชื่อมโยงระบบแบบ Infrastructure หรือ Client / Server มีข้อพิเศษกว่าระบบแบบ Ad-Hoc ตรงที่มี Access Point เป็นศูนย์กลางเชื่อมโยง (ทำหน้าที่คล้าย HUB) และเป็นสะพานเชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายอุปกรณ์ Wireless LAN เข้าสู่เครือข่าย Ethernet Backbone รวมถึงควบคุมการสื่อสารข้อมูลของอุปกรณ์ Wireless LAN

2.10.6 กลไกการสื่อสารข้อมูลของเครือข่าย Wireless LAN

บนเครือข่าย Wireless LAN ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย เช่น Access Point, Wireless Printer Server, Wireless Bridge และ เครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สาย อุปกรณ์เหล่านี้สื่อสารข้อมูลถึงกันผ่านสื่อกลาง (Media) ที่เป็นอากาศ โดยอุปกรณ์ทุกเครื่องมีสิทธิครอบครองและเข้าใช้งานสื่อกลางสำหรับสื่อสารข้อมูลเท่าเทียมกัน หากไม่มีกลไกคอยควบคุม ต่างคนต่างส่งข้อมูลโดยไม่ตรวจเช็คก่อนว่าขณะนั้นมีคนอื่นกำลังใช้สื่อกลางส่งข้อมูลอยู่หรือไม่ ผลที่ตามมาก็คือ การสื่อสารข้อมูลบนเครือข่าย Wireless LAN อาจจะล้มเหลวอันเนื่องจากเกิดการชนกันของข้อมูลในระหว่างการส่ง (Collision) มาตรฐาน IEEE802.11 จึงได้มีการกำหนดกลไกขึ้นมาสำหรับควบคุม

2.10.7 ควบคุมการใช้งานสื่อกลางด้วยกลไก CSMA / CA

บทบาทหนึ่งของ MAC Layer ในมาตรฐาน IEEE 802.11 คือการจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณซึ่งแต่ละสถานีใน BSS หรือ IBSS จะต้องแบ่งกันใช้ช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดมาสำหรับใช้งานร่วมกันอย่างเป็นธรรม มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้ใช้กลไก CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) เพื่อจัดสรรการใช้ช่องสัญญาณร่วมกันดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **CSMA with Random Back-Off**

กลไก CSMA (Carrier Sense Multiple Access) with Random Back-Off เป็นเทคนิคอย่างง่ายสำหรับจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณของผู้ใช้แต่ละคน (ซึ่งจะต้องแบ่งกันใช้ช่องสัญญาณร่วมนี้) อย่างยุติธรรม กลไกนี้เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ในมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet LAN หลักการทำงานของกลไก CSMA คือ เมื่อสถานีหนึ่งต้องการเข้าใช้ช่องสัญญาณ สถานีดังกล่าวจะต้องตรวจสอบช่องสัญญาณก่อนว่ามีสถานีอื่นทำการรับส่งสัญญาณข้อมูลอยู่หรือ ไม่และรอจนกว่าช่องสัญญาณจะว่าง เมื่อช่องสัญญาณว่างแล้วสถานีที่ต้องการเข้าใช้ช่องสัญญาณจะต้องรอต่อไปอีกระยะหนึ่ง (Random Back-Off) ซึ่งแต่ละสถานีได้กำหนดระยะเวลาในการรอดังกล่าวไว้แล้วด้วยการสุ่มค่าหลังจากเสร็จการใช้ช่องสัญญาณครั้งก่อน สถานีที่สุ่มได้ค่าระยะเวลาในการรอน้อยกว่าก็จะมีสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณก่อน แต่อย่างไรก็ตามในบางกรณีกลไกดังกล่าวอาจจะกำหนดให้สถานีมากกว่าหนึ่งสถานีส่งข้อมูลในเวลาพร้อมๆ กันซึ่งจะทำให้เกิดการชนกันของสัญญาณได้ ซึ่งหากเกิดการชนกันของสัญญาณขึ้นจะต้องมีการส่งสัญญาณข้อมูลเดิมซ้ำอีกครั้งด้วยกลไกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

- **CSMA / CD**

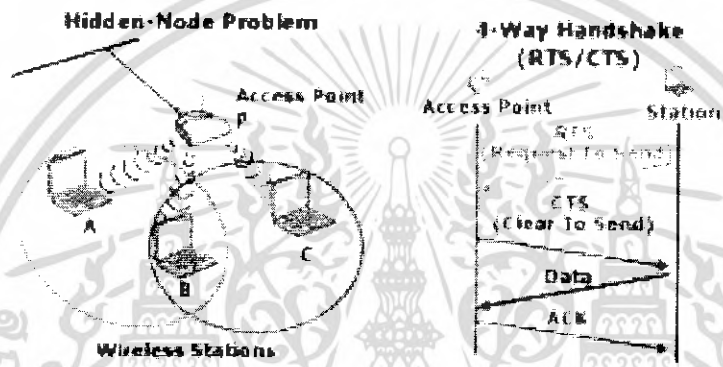
กลไก CSMA/CD (Collision Detection) เป็นเทคนิคที่รู้จักกันดีซึ่งถูกนำมาใช้ในมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet LAN ซึ่งการทำงานกลไก CSMA/CD โดยหลักแล้วเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในส่วนของ CSMA with Random Back-Off แต่จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตรวจสอบว่าเกิดการชนกันของสัญญาณหรือไม่ ในกรณีนี้สถานีที่กำลังทำการส่งสัญญาณข้อมูลอยู่จะต้องคอยตรวจสอบด้วยว่ามีการชนกันของสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่ (ในขณะเดียวกันกับที่ทำการส่งสัญญาณข้อมูล) โดยการตรวจวัดระดับ voltage ของสัญญาณในสายสัญญาณว่ามีค่าสูงกว่าปกติหรือไม่ ซึ่งหากระดับ voltage ของสัญญาณในสายสัญญาณในสายสัญญาณมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดแสดงว่าเกิดการชนกันของสัญญาณขึ้น ในกรณีดังกล่าวสถานีที่กำลังส่งสัญญาณข้อมูลอยู่จะต้องยกเลิกการส่งสัญญาณทันทีและจะปฏิบัติตามกลไกที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเพื่อทำการส่งข้อมูลเดิมซ้ำอีกต่อไป

- **CSMA/CA with Acknowledgement**

เป็นที่ควรสังเกตว่าเทคนิค CSMA/CD ไม่สามารถนำมาใช้กับ Wireless LAN ซึ่งใช้การสื่อสารแบบไร้สายได้ สาเหตุหลักๆ ก็คือการตรวจสอบการชนกันของสัญญาณในระหว่างที่ทำการส่งสัญญาณจะต้องใช้อุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่เป็น Full Duplex (สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกันได้) ซึ่งจะมีราคาแพงกว่าอุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่ไม่สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้แต่ละสถานีใน BSS หรือ IBSS อาจไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นทุกสถานีหรือปัญหาที่เรียกว่า Hidden Node Problem (ดังในรูปที่ 3: สถานี A ได้ยินสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย (Access Point) แต่ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานี C และในทางกลับกันสถานี C ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานี A แต่ได้ยินสัญญาณจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีแม่ข่าย ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวนี้เป็นสถานการณ์เกิดขึ้นใน Wireless LAN โดยทั่วไป) ดังนั้นการตรวจสอบการชนกันของสัญญาณโดยตรงเป็นไปได้ยากหรือเป็นไปไม่ได้เลย มาตรฐาน IEEE 802.11 จึงได้กำหนดให้ใช้เทคนิค CSMA/CA with Acknowledgement สำหรับการจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณของแต่ละสถานีเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ซึ่งการทำงานของกลไก CSMA/CA โดยหลักแล้วเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในส่วนของ CSMA with Random Back-Off แต่จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณและเทคนิคสำหรับการตรวจสอบว่าเกิดการชนของสัญญาณหรือไม่แบบเป็นนัย โดยสถานีผู้ส่งสัญญาณข้อมูลจะต้องรอรับ Acknowledgement จากสถานีที่ส่งข้อมูลไปให้ หากไม่ได้รับ Acknowledgement กลับมาภายในเวลาที่กำหนดจะถือว่าเกิดการชนของสัญญาณขึ้นและต้องทำการส่งข้อมูลเดิมซ้ำอีกต่อไป



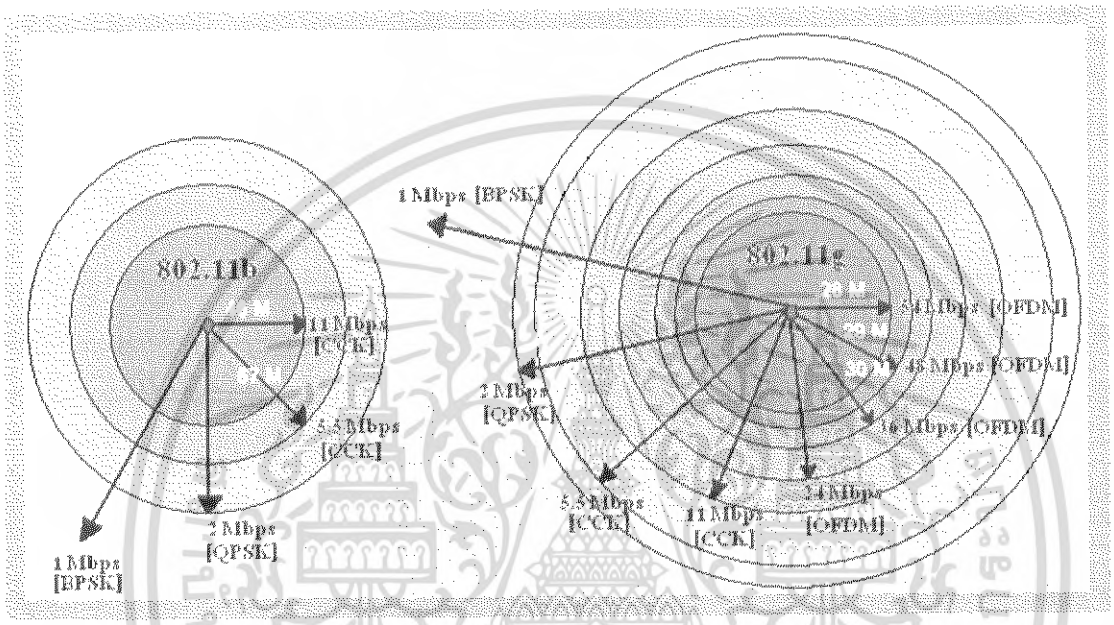
รูปที่ 2.24 แสดง Hidden Node Problem และกลไก RTS/CTS Handshake

สำหรับการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณนั้น มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้ใช้กลไกที่เรียกว่า Virtual Carrier Sense เพื่อแก้ไขปัญหาที่แต่ละสถานีใน BSS หรือ IBSS อาจไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นบางสถานี (Hidden Node Problem) กลไกดังกล่าวมีการทำงานดังนี้ เมื่อสถานีที่ต้องการจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลได้รับสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณแล้วจะทำการส่งแพ็กเก็ตสั้นๆ ที่เรียกว่า RTS (Request To Send) เพื่อเป็นการจองช่องสัญญาณ ก่อนที่จะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลจริง ซึ่งแพ็กเก็ต RTS ประกอบไปด้วยระยะเวลาที่คาดว่าใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ (Duration ID) รวมถึง Address ของสถานีผู้ส่งและผู้รับ เมื่อสถานีผู้รับได้ยินสัญญาณ RTS ก็จะตอบรับกลับมาด้วยการส่งสัญญาณ CTS (Clear To Send) ซึ่งจะบ่งบอกข้อมูลระยะเวลาที่คาดว่าสถานีที่กำลังจะทำการส่งข้อมูลนั้นจะใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ หลักการก็คือทุกๆสถานีใน BSS หรือ IBSS ควรจะได้ยินสัญญาณ RTS หรือไม่ก็ CTS อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง เมื่อได้รับ RTS หรือ CTS ทุกๆสถานีจะทราบถึงว่าช่วงเวลาที่ระบุไว้ใน Duration ID ซึ่งช่องสัญญาณจะถูกใช้และทุกสถานีที่ยังไม่ได้รับสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณจะตั้งค่า NAV (Network Allocation Vector) ให้เท่ากับ Duration ID ซึ่งแสดงถึงช่วงเวลาที่ยังไม่สามารถเข้าใช้ช่องสัญญาณได้ ทุกๆสถานีจะใช้กลไก Virtual Carrier Sense ดังกล่าวผนวกกับการฟังสัญญาณในช่องสัญญาณจริงๆ ในการตรวจสอบว่าช่องสัญญาณว่างอยู่หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 ความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลกับความแรงของสัญญาณ

ความเร็วในการรับ-ส่งของเครือข่าย Wireless LAN นั้นจะแปรผันกับความแรงของสัญญาณวิทยุนั่นหมายความว่าเมื่อสัญญาณวิทยุมีความแรงก็จะส่งข้อมูลได้เร็ว แต่เมื่อสัญญาณวิทยุอ่อนแรงลง ก็จะส่งข้อมูลได้ช้าลง ที่เป็นเช่นนี้เพราะระบบ Wireless LAN จะเลือกวิธีการโมดูเลทให้เหมาะกับความแรงของสัญญาณ ตามมาตรฐาน 802.11b จะมีความเร็วในการทำงาน 4 ระดับคือ 11, 5.5, 2 และ 1 Mbps และ 802.11g จะมีความเร็วในการทำงาน 8 ระดับ คือ 54, 48, 36, 24, 11, 5.5, 2 และ 1 Mbps



รูปที่ 2.25 ระยะทางมีผลกระทบเรื่องความเร็วในระบบ Wireless LAN 802.11b และ 802.11g

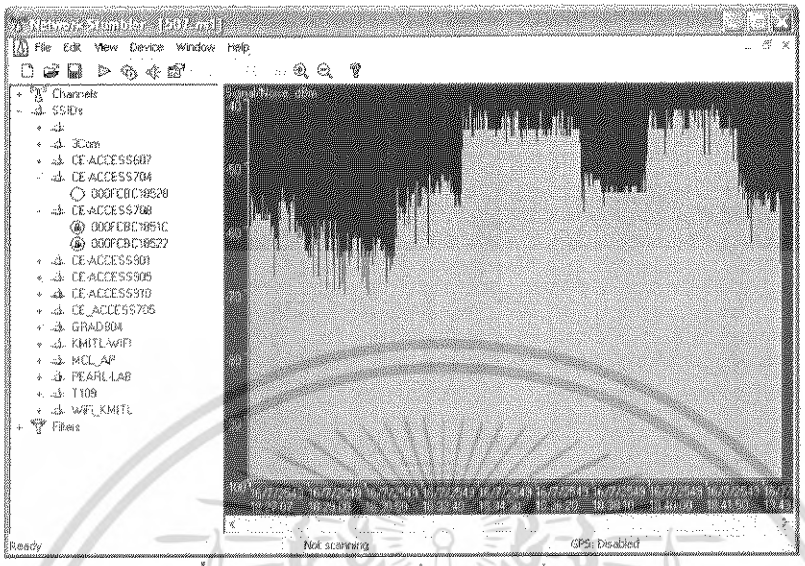
จากรูปที่ 2.25 จะเห็นได้ว่าเมื่ออยู่ห่างจาก Access Point ไม่มาก มาตรฐาน 802.11g จะมีความเร็วสูงมากแต่เมื่อออกห่างออกไปก็จะมีความเร็วลดลงใกล้เคียงกับมาตรฐาน 802.11b ที่เป็นเช่นนี้เพราะมาตรฐาน 802.11g ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตามมาตรฐาน 802.11b มาตรฐานตัวใหม่นี้จึงสามารถใช้การโมดูเลทวิธีเดียวกับของ 802.11b โดเมื่อ Wireless Card อยู่ใกล้กับ Access Point ก็จะใช้การโมดูเลทแบบ OFDM แบบใหม่ แต่เมื่ออยู่ห่างออกไปก็จะใช้การโมดูเลทแบบเดิมตามมาตรฐาน 802.11b นั่งก็เป็นสาเหตุว่าทำไมมาตรฐานทั้งสองถึงมีระยะการทำงานและความเร็วที่ใกล้เคียงกันเมื่อมีระยะห่างออกไป

2.12 การตรวจจับสัญญาณเพื่อหาทิศตำแหน่ง

จากการที่ได้ทำการวัดสัญญาณที่ส่งมาจาก Access Point แล้วพบว่า สัญญาณที่วัดจากที่เดิมในแต่ละครั้งจะแตกต่างกัน โดยองค์ประกอบต่างๆ ที่เกิดขึ้น เช่น สัญญาณรบกวน หรือการหันเสาสัญญาณของเครื่องรับที่เปลี่ยนแปลง ในรูปที่ 2.26 แสดงถึงค่าความเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนทิศทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างมาก ทำให้ได้ค่าที่ไม่แน่นอนและมีโอกาสที่จะผิด พลาดสูง จึงได้เปลี่ยนแปลงวิธีการจากการคำนวณแบบ Location-Base-Service ไปเป็นการตรวจสอบตรวจ Access Point แทน



รูปที่ 2.26 ค่าสัญญาณที่มีความเปลี่ยนแปลง

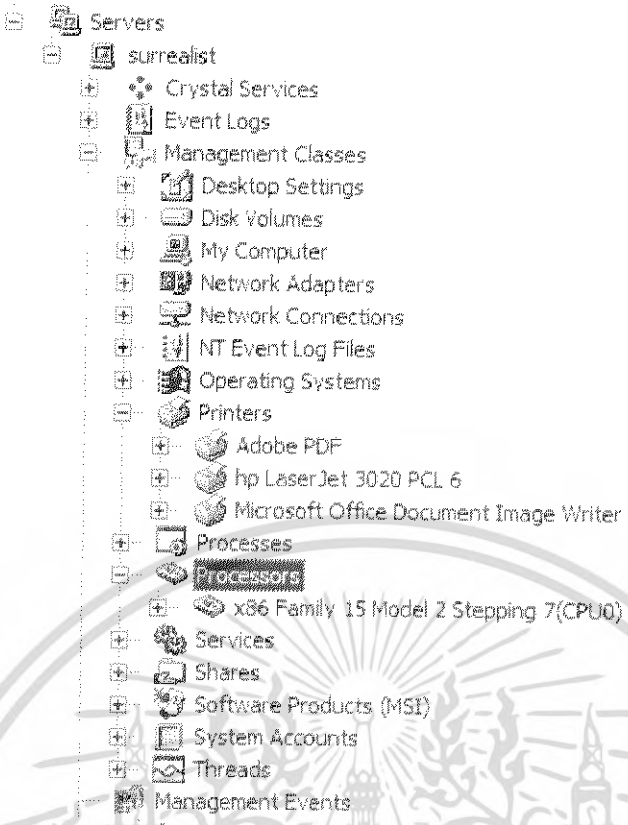
วิธีการตรวจสอบ Access Point นั้นจะตรวจหา Access Point ที่จะเจอในบริเวณนั้น เพราะในเวลาที่เราอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่งในอาคาร เราจะตรวจพบสัญญาณจะ Access Point หลายตัวซึ่ง Access Point ที่อยู่ใกล้ที่สุดนั้นจะมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานสูงกว่า และก็จะมี Access Point อื่นที่มีเปอร์เซ็นต์การใช้งานรองลงมา โดยแต่ละที่ภายในอาคารจะมีการรับสัญญาณไม่เท่ากัน

ซึ่งการบอกตำแหน่งที่อยู่จึงบอกเป็นบริเวณหรือห้อง ซึ่งจะต้องทำการเก็บสัญญาณมาจากแต่ละห้อง เพื่อที่จะทราบได้ว่าการค้นหา Access Point ในแต่ละห้องพบ Access Point ตัวใดบ้าง โดยค่าที่ได้ทั้งหมดจะเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลเพื่อที่จะบอกได้ว่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์อยู่ที่ห้องใดในอาคาร

2.13 Windows Management Instrumentation

Windows Management Instrumentation (WMI) เป็นชุดคอมโพเนนต์ที่ช่วยให้เราจัดการสิ่งต่างๆ โดยติดต่อกับ operating system ได้ในหลายๆ เรื่องอย่างน่าสนใจทีเดียว เช่นเรื่องที่เกี่ยวกับการจับข้อมูลการ Print ออก Printer ของระบบเน็ตเวิร์คก็อาจจะใช้ WMI จัดการได้ WMI เกี่ยวข้องกับเรื่องอะไรบ้าง ดูจากภาพนี้ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



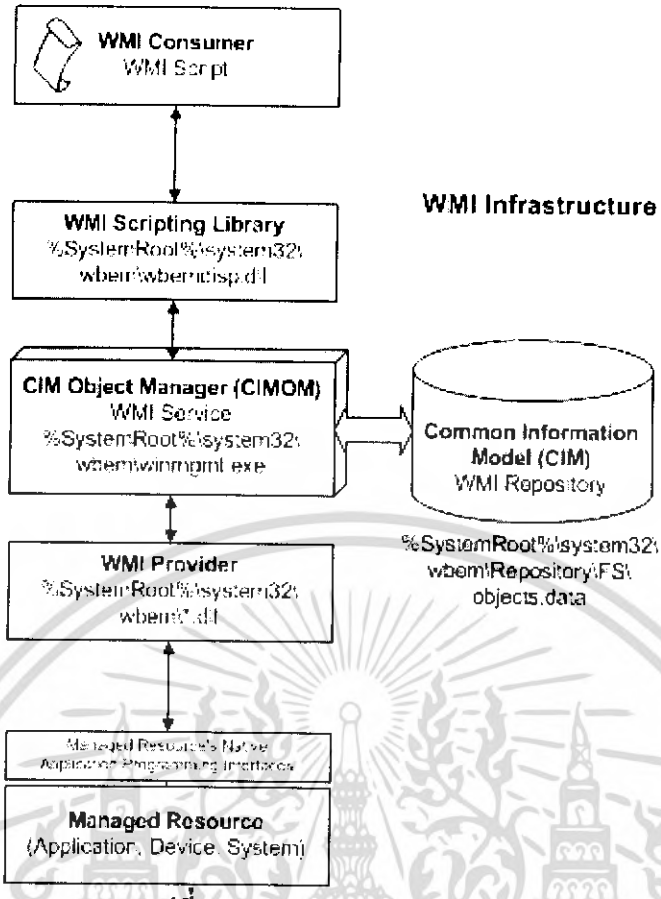
รูปที่ 2.27 อุปกรณ์ที่ติดต่อกับ WMI

รูปที่ 2.27 ได้จากการติดตั้ง WMI extension ของ Visual Studio .Net จะเพิ่มโหนด Management Classes และ Management Events ในวินโดว์ Server Explorer ถึงไม่ได้ติดตั้ง WMI Extension ก็สามารถใช้ WMI ได้ปกติ ใน .Net framework จะเป็นคลาสต่างๆ ที่อยู่ใน Namespace System.Management

ตัว Extension จะช่วยสร้างคลาส wrapper ให้เราเขียนโปรแกรมกับ WMI ได้เหมือนโค้ด .Net ทั่วไป แต่เท่าที่ทดลองแล้ว ช้ากว่ากันพอสมควร

ส่วนของการทำงานโดยการจัดการกับการทำงานต่างๆของ Windows ที่มีอยู่ภายในซึ่งก็รวมถึงฐานข้อมูลของ Windows ที่ได้มีการใช้งานอยู่ซึ่งก็จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 การทำงานของ WMI

ตัวอย่างที่ 1 โค้ดเพื่อให้แสดงชื่อ printer ที่ติดตั้งในเครื่อง

```
Imports System.Management
Class Form1: Inherits ...
        Sub ListPrinter()
         Dim AllPrinters As New ManagementObjectSearcher("SELECT * FROM
Win32_Printer")
         Dim obj As ManagementObject
                  For Each obj In AllPrinters.Get()
                      ListBox1.Items.Add(obj("Name").ToString)
                  Next
        End Sub
End Class
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่ 2 ใช้ Managed class ของ WMI extension

1. คลิกขวาที่โหนด Printers แล้วเลือกเมนู Generate Managed Class จะได้ไฟล์ root.CIMV2.W32_Printer.vb มา ข้างในมีคลาสอยู่หลายคลาส ตัวหลักคือคลาส Printer

2. เขียนโค้ดเพื่อใช้งานคลาสดังกล่าว เช่น

```
Sub ListPrintersB()
    Dim AllPrinters As New ROOT.CIMV2.Printer
    Dim Printer As ROOT.CIMV2.Printer
    Dim s As String
    For Each Printer In AllPrinters.GetInstances
        s = String.Format("{0} (Status: {1}, Jobs: {2})", _
            Printer.Name, _
            Printer.Status, _
            Printer.JobCountSinceLastReset)
        ListBox1.Items.Add(s)
    Next
End Sub
```

และอื่นๆ อีกมากที่ยังเล่นได้จาก WMI เช่นการอ่าน Processor ID จาก CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการพัฒนา

3.1 บทนำ

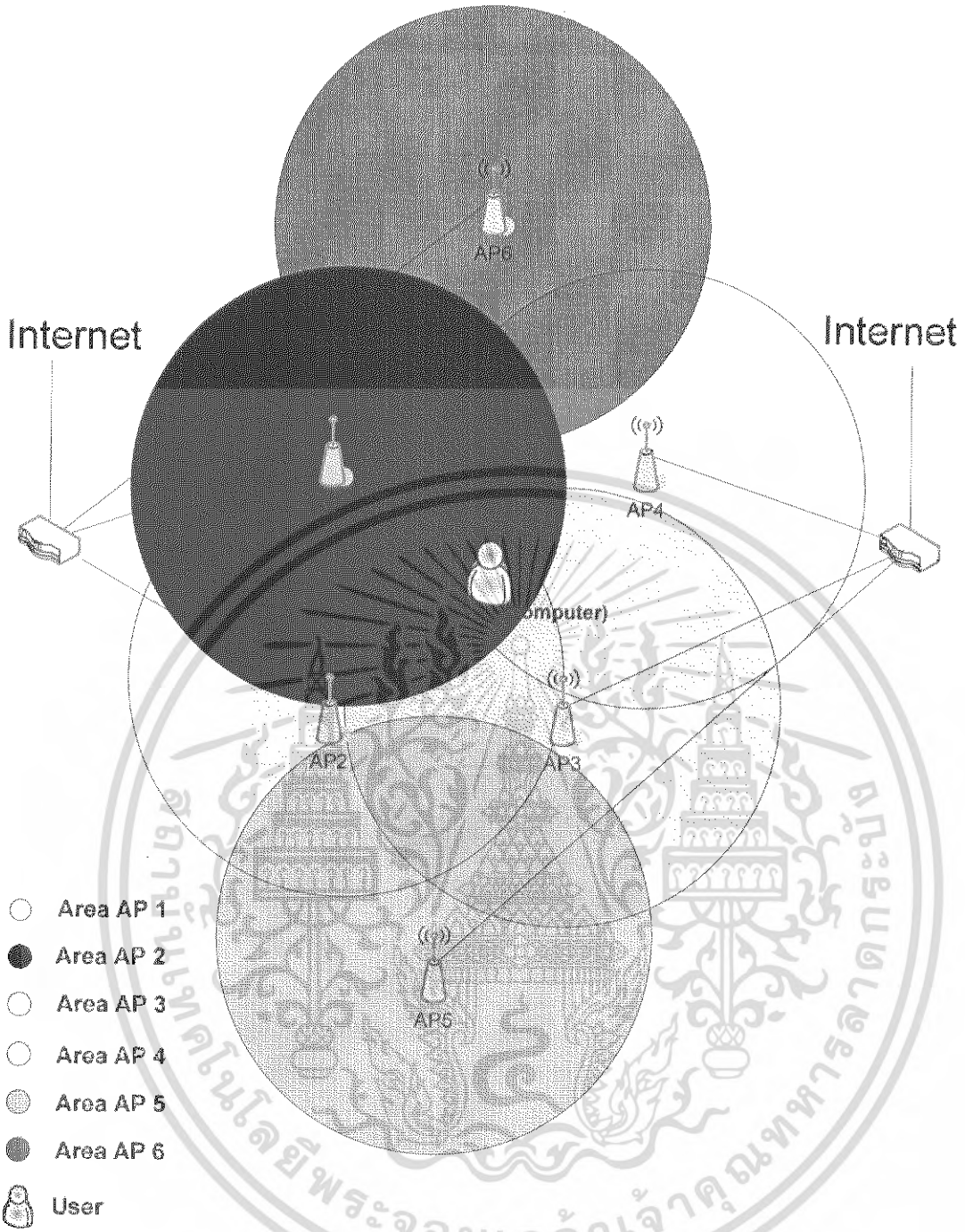
ระบบระบุพิกัดภายในอาคาร (GPS For Computer Device Using Wireless LAN) จะเป็นระบบที่ทำการระบุพิกัดของอุปกรณ์ Computer ที่สามารถรับและติดต่อกับ ผู้ใช้งานของระบบได้เช่น Computer Note Book หรือ PDA ที่สามารถรับสัญญาณ Wireless LAN ที่ได้กระจายคลื่นสัญญาณจากตัวของ Access Point ก็จะทำให้อุปกรณ์ Computer เครื่องนั้น สามารถที่จะติดต่อกับระบบได้ ซึ่งระบบก็จะทำการเก็บค่าของการติดต่อไว้เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการเก็บสถิติและนำส่วนของการรับค่าต่างๆ ของทางอุปกรณ์ชิ้นนั้นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในระบบ มาทำการเก็บค่าเพื่อคำนวณหรือประมวลผลในด้านโปรแกรมต่างๆ อีก และนำการเปลี่ยนแปลงมาคิดหาค่าหรือคำนวณเพิ่มเมื่อผู้ใช้ยังติดต่อและใช้งานกับระบบอยู่ โดยการนำค่าใหม่มาคำนวณนั้นจะเริ่มนับเวลาต่อไปเรื่อยๆ หลังจากที่ ผู้ใช้งานระบบนั้นได้เข้าสู่ระบบเป็นเวลาที่ 45 วินาทีต่อหนึ่งครั้ง เพื่อให้ผู้ที่เป็นผู้ใช้งานของเครื่องนั้น สามารถรับรู้ถึงการเดินทางของตนได้โดยดูจาก Monitor ที่ได้ทำการแสดงผล บนแผนที่ที่ได้จัดทำขึ้นมา

3.2 แนวคิดและการพัฒนา

จากรูปที่ 3.1 จะเป็นเห็นได้ว่าจากตำแหน่งต่างๆของการวาง Access Point จะมีการ Cover ในแต่ละจุดที่ Access Point ในแต่ละตัวได้มีการแพร่กระจายคลื่นออกมา ซึ่งก็จะมีบางสถานที่ที่เกิดการ

Overlap กัน ซึ่งก็จะสามารถทำให้เกิดการบอกถึงตำแหน่งหรือสถานที่คร่าวๆได้ เช่น AP1 ดังในภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการ Overlap กัน AP อื่นๆ อีกแต่ก็จะมีจุดที่ได้รับ AP1 ตัวเดียวเท่านั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

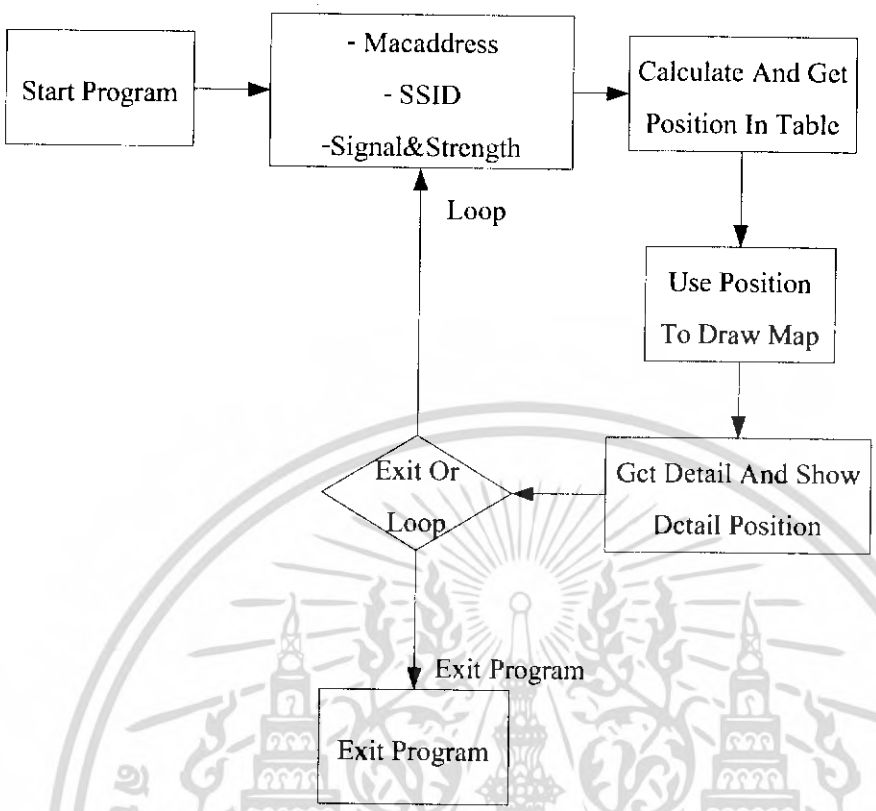


รูปที่ 3.1 เป็นการออกแบบการระบุพิกัดจากแนวคิดจากการใช้งาน Wireless LAN ระบุพิกัดของอุปกรณ์

ซึ่งจากแนวคิดนี้และคุณสมบัติต่างๆ ของตัวของ Access Point ที่มีการกระจายสัญญาณ และการใช้งานของ Wireless LAN ที่บอกได้ว่าได้รับสัญญาณเท่าใด ได้รับ จากตัว Access Point ตัวใด มี SSID เป็นอะไร แล้วยังรวมถึงบอกได้ว่าเป็นลักษณะการติดต่อแบบใด (Ad-HOC หรือ Client/User ธรรมดา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 Model การออกแบบโดยรวม



รูปที่ 3.2 ส่วนต่างๆ ของการทำงานโดยรวมของระบบ

ส่วนของการรับสัญญาณต่างๆได้มีการออกแบบโดยการ ใช้งาน API หรือการใช้งาน WMI ในการเข้ามาใช้งานต่างๆ เพื่อให้สามารถที่จะหาค่าของ คุณสมบัติต่างๆ ของตัวของ Access Point ตัวนั้นๆ ที่สามารถรับได้ ณ สถานที่นั้นๆ แล้วนำมา เข้าสู่ Functions ต่างๆที่ได้มีการ Set และค้นหาค่าต่างๆ ของสถานที่ โดยการออกแบบจากข้อมูลของสถานที่ โดยการเก็บเป็นสถิติ แล้วนำค่าออกมาให้อยู่ในรูปของความเป็นไปได้ ซึ่ง หลังจากได้ส่วนนี้ออกมาก็จะเข้าสู่การใช้งาน Map โดยพร้อมกันกับการค้นหารายละเอียดของสถานที่ต่างๆ โดย ก็เป็นข้อมูลที่ได้เตรียมเอาไว้ใช้งาน

ซึ่งได้มีการออกแบบ Model ต่างๆ ดังนี้

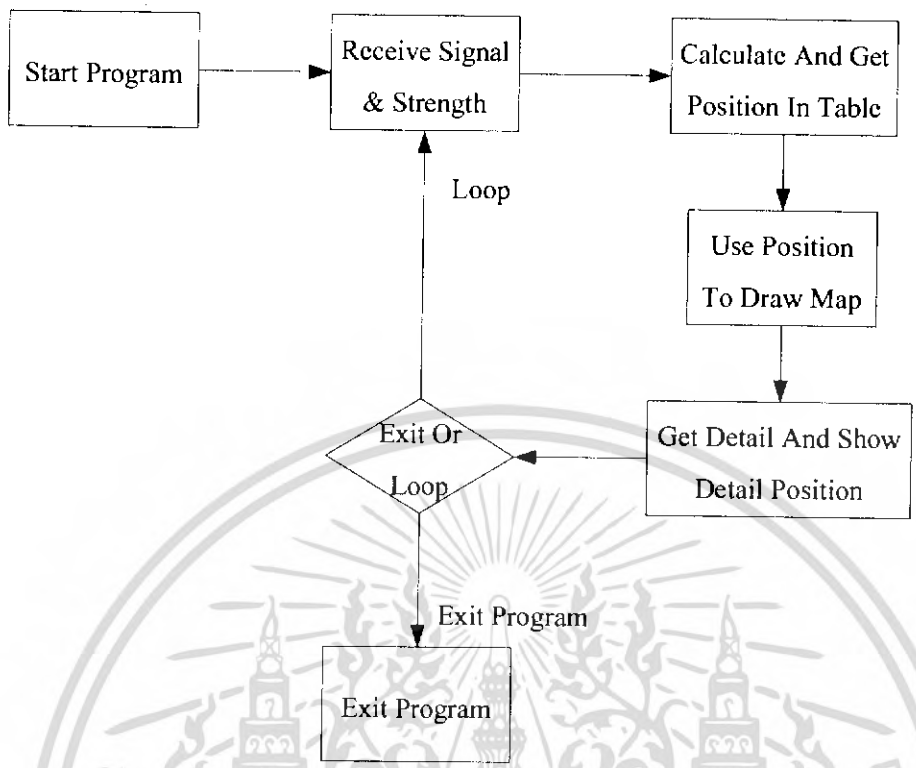
3.3.1 การค้นหาสถานที่โดยใช้ Signal Strength

3.3.2 การค้นหาสถานที่โดยใช้ SSID

3.3.3 การค้นหาสถานที่โดยใช้ Mac address ของ Access Point ของแต่ละ Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Model ออกแบบการทำงานของระบบโดยใช้ Signal Strength



รูปที่ 3.3 การออกแบบการทำงานของ แต่ละส่วนที่จะทำการระบุพิกัด ออกมา โดยใช้ Signal Strength

จากรูปที่ 3.3 จะเห็นถึงการที่จะต้องออกแบบเป็นส่วนๆ และทำการใช้งาน ส่วนต่างๆ ดังนี้

3.4.1 ส่วนของการเริ่มต้น Program ซึ่งจะออกแบบให้เกิดการ Support กับตัวของ การใช้งานเครื่องอื่นๆ และทำการค้นหาการติดต่อกับ API ต่างๆ ที่ต้องใช้งานและทำการออกแบบ ส่วนของ Buffer ที่จะนำมาใช้งานเพื่อให้เกิดการ เพียงพอต่อการใช้งานระบบ

3.4.2 ส่วนของการรับค่าสัญญาณ และทำการเก็บค่าสัญญาณเพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงค่าสถานที่ต่างๆ และออกแบบตามการใช้งานแต่ละสถานที่เพื่อรอรับการทำงานต่างสถานที่ด้วย

3.4.3 ส่วนของการวิเคราะห์และใช้งานส่วนของการทำงานให้เครื่องสามารถที่จะ Return พิกัดต่างๆให้ออกมาโดยแม่นยำ

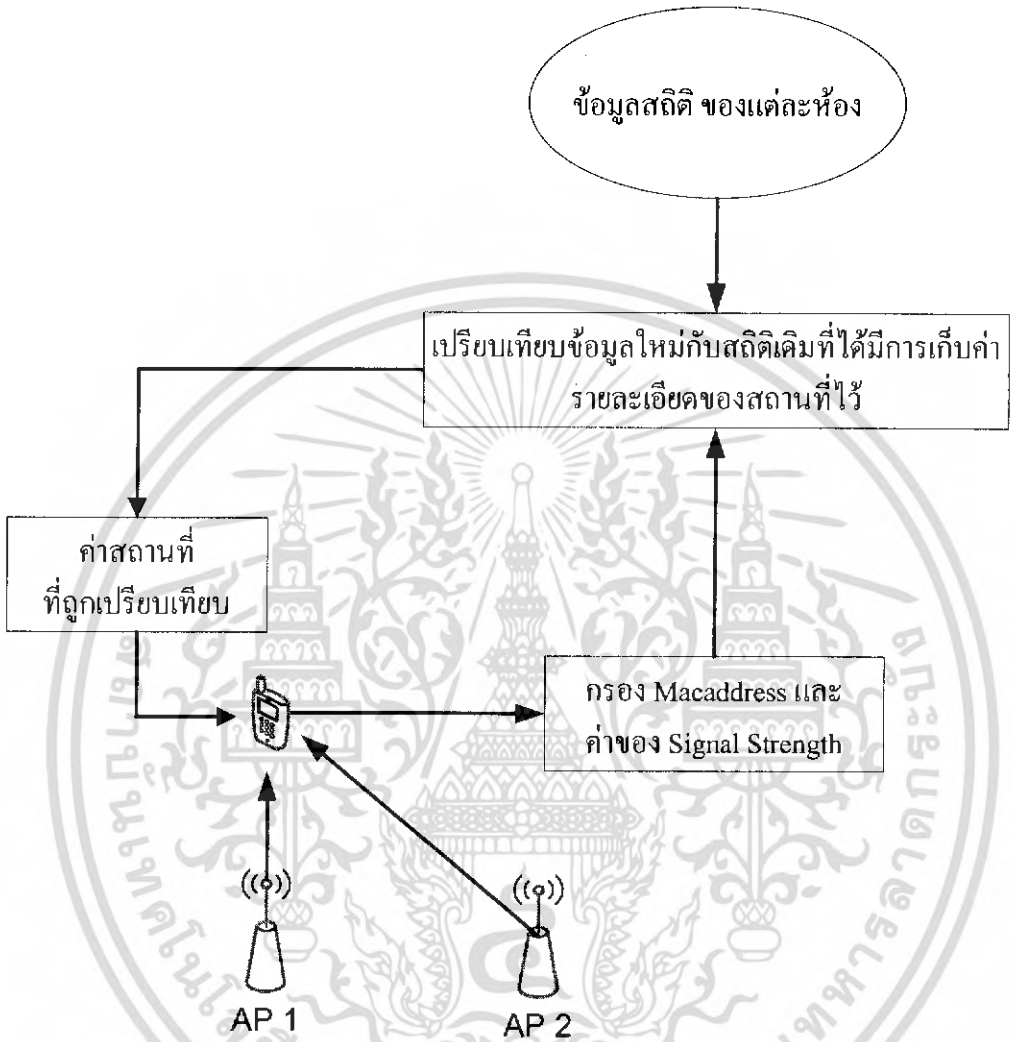
3.4.4 ส่วนของการ Draw Position เข้าสู่แผนที่ หรือการปรับค่า Accuracy ให้เพิ่มขึ้นก่อนการ Draw Map

3.4.5 การนำค่า Return เข้าสู่การเขียนถึงรายละเอียดของสถานที่ต่างๆ เช่น ห้องใดมีอะไรและมีข้อมูลอย่างไร

3.4.6 ก็จะเป็นส่วนของการ Exit Program หรือยุติการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก Model นี้ จะเป็นการใช้ค่าของ Signal Strength เพื่อระบุตำแหน่งออกมาอยู่ในรูปแบบจากสถิติ ซึ่งแสดงออกมาในลักษณะการทำงานให้เห็นดังรูปที่ 3.4



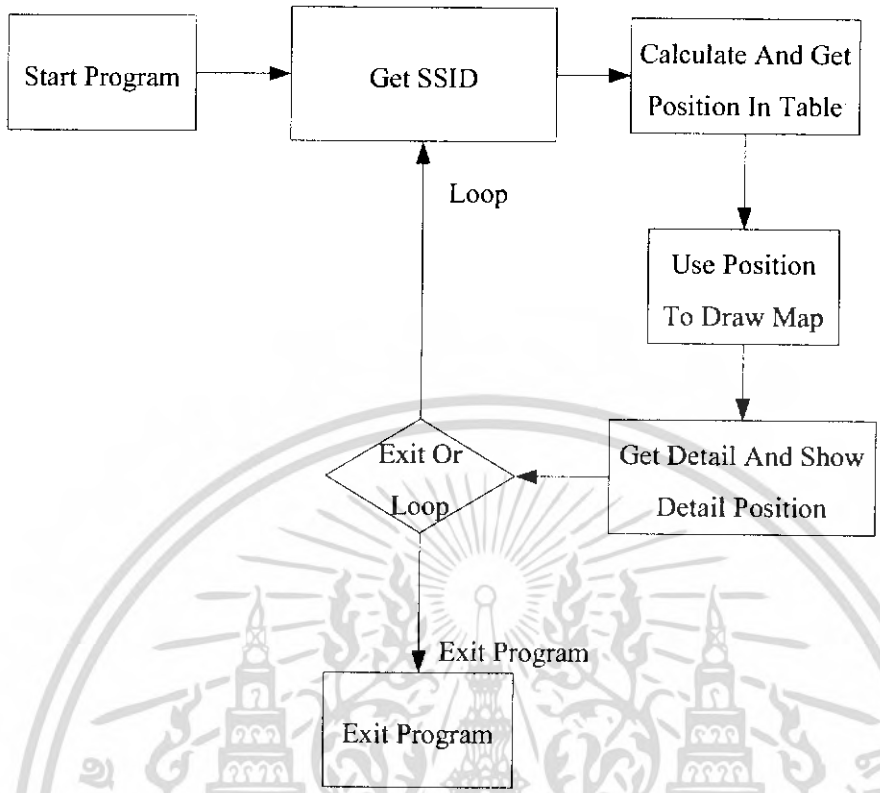
รูปที่ 3.4 การออกแบบในการใช้งานของ Model ที่ 1

การออกแบบชนิดนี้จะมีข้อมูลที่เยอะมากที่เก็บในรูปแบบสถิติ แต่ก็จะมีข้อมูลที่ได้รับมาผิดพลาดสูงตามมาด้วยเช่นกันเนื่องจากการรบกวนจากสิ่งต่างๆ ซึ่งมีผลมาก เช่น การถูกบดบังของสัญญาณ เส้นทางหรือทิศทางการรับสัญญาณ เป็นต้น สามารถค้นคว้าเพิ่มเติมในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการถูกรบกวนของคลื่นวิทยุ (Noise) และเรื่องของเสาสัญญาณ (Antenna) ซึ่งก็เป็นผลกระทบอย่างมาก

จึงเกิด Model ที่ 2 ขึ้นมาคือ การใช้งานของ SSID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Model ออกแบบการทำงานของระบบโดยใช้ SSID



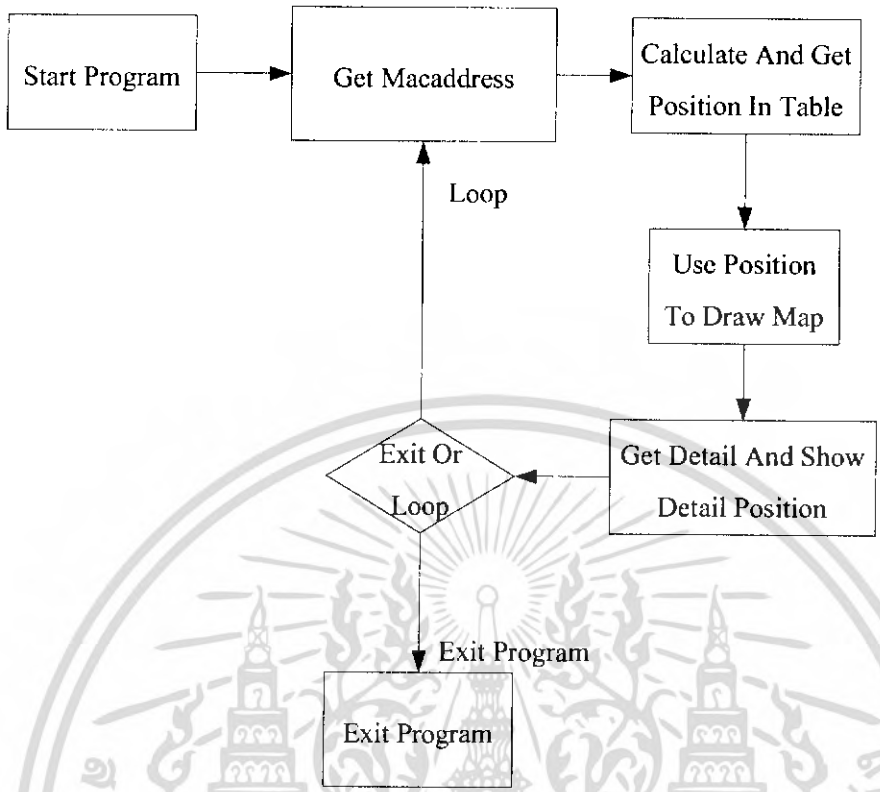
รูปที่ 3.5 การออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบโดยใช้ SSID

จากรูปที่ 3.5 จะเห็นถึงการออกแบบโดยใช้ SSID (Service Set Identifier) ซึ่งเป็นการค้นหาจากวง Network ที่รับได้ ซึ่งขั้นตอน จะคล้ายคลึงกับวิธีของการทำงานของ Model ที่ 1 ซึ่งจะแตกต่างเพียงการใช้งานตัวของการวิเคราะห์สถานที่โดยใช้ SSID แทนค่าของ Signal Strength ซึ่งการออกแบบวิธีนี้จะทำให้ประหยัดพื้นที่ในการเก็บข้อมูลของสถิติลงไปมาและส่วนของการใช้งานก็จะได้พื้นที่กว้างขึ้น แต่ก็เกิดปัญหาต่างๆตามขึ้นมาเพราะเนื่องจากการที่ Access Point สามารถ Set SSDI ให้มีชื่อตรงกันได้เพื่อที่จะให้เห็นเป็น Network วงเดียวกัน จึงทำให้หากมีการ Set SSID ที่เหมือนกันมากกว่า 1 ตัวก็จะทำให้เกิด ปัญหาด้านการระบุพื้นที่ขึ้นมามากขึ้นก็จะกลายเป็นการระบุพื้นที่ที่ใหญ่ขึ้นมาอีก

จึงได้มีการออกแบบและพัฒนาเพื่อให้ใช้ พื้นที่ในการเก็บข้อมูลและ ข้อมูลที่ใกล้เคียงหรือสามารถที่จะระบุถึงตำแหน่งของ ณ จุดที่สามารถรับสัญญาณ นั้นๆได้ จึงมี Model ที่ 3 เกิดขึ้นมาคือ Model ของการพัฒนาโดยการใช้งานของ Mac Address ซึ่งจะแสดงดังรูปของ Model ด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 Model ออกแบบการทำงานของระบบโดยใช้ Mac Address



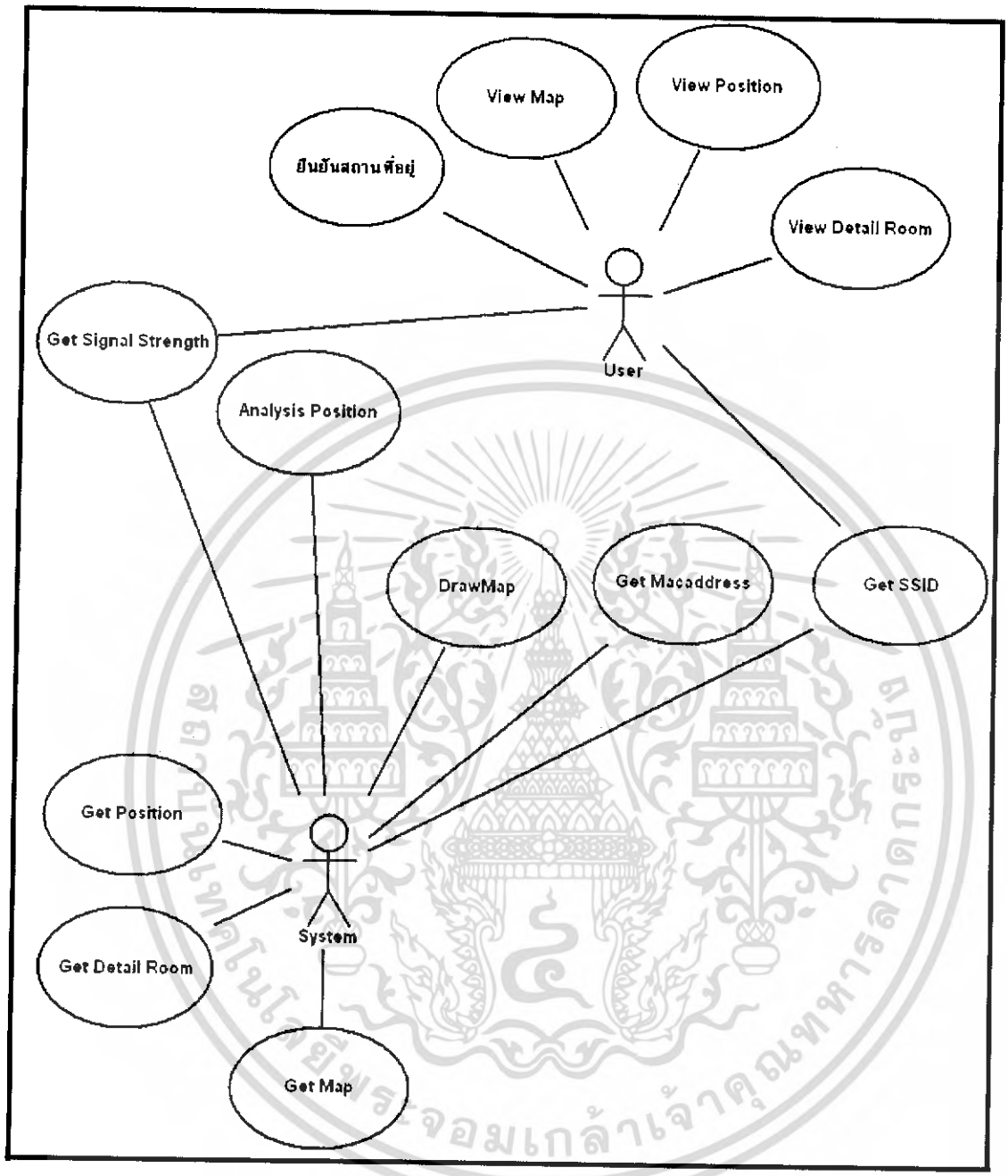
รูปที่ 3.6 แสดงการออกแบบขั้นตอนทำงานของ Model ที่ 3

Model นี้จะมีการทำงานที่คล้ายคลึงกับ Model ที่ 1 และ 2 แต่จะต่างกันก็คือตัวที่ใช้วิเคราะห์ถึงสถานที่อยู่คือการใช้ Mac Address ซึ่งก็จะเป็นการแก้ปัญหาของการใช้งานพื้นที่การเก็บข้อมูลและ การระบุถึงพื้นที่ที่กว้างเกินไปและยังช่วยในการที่จะสามารถใช้บุคคลวิเคราะห์ได้ โดยไม่จำเป็นถึงการใช้งานระบบ AI เข้ามาเหมือนดังวิธีแรกและไม่กำกวมถึงขนาดส่วนที่เป็นดังวิธีที่ 2

ซึ่งจาก 3 ลักษณะที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าส่วนที่ทำงานหลักคือการ รับค่าสัญญาณ การวิเคราะห์สัญญาณ การยืนยันสถานที่ การ Set ถึงระบบ ที่เป็นส่วนของการใช้งานตัวของ Driver ซึ่งจากส่วนต่างๆ นี้ก็จะมีการศึกษาและค้นคว้า Tool หรือ file Dll หรือ Library เข้ามาเพื่อช่วยหรือการหาตัวอย่างที่เขียนขึ้นเองซึ่งแต่ละวิธีที่ใช้ก็จะต้องทำการทดลองและทดสอบผลการทำงานและหาข้อสรุปต่างๆ ของตัวการใช้งานด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ส่วนของการออกแบบ Use Case Diagram



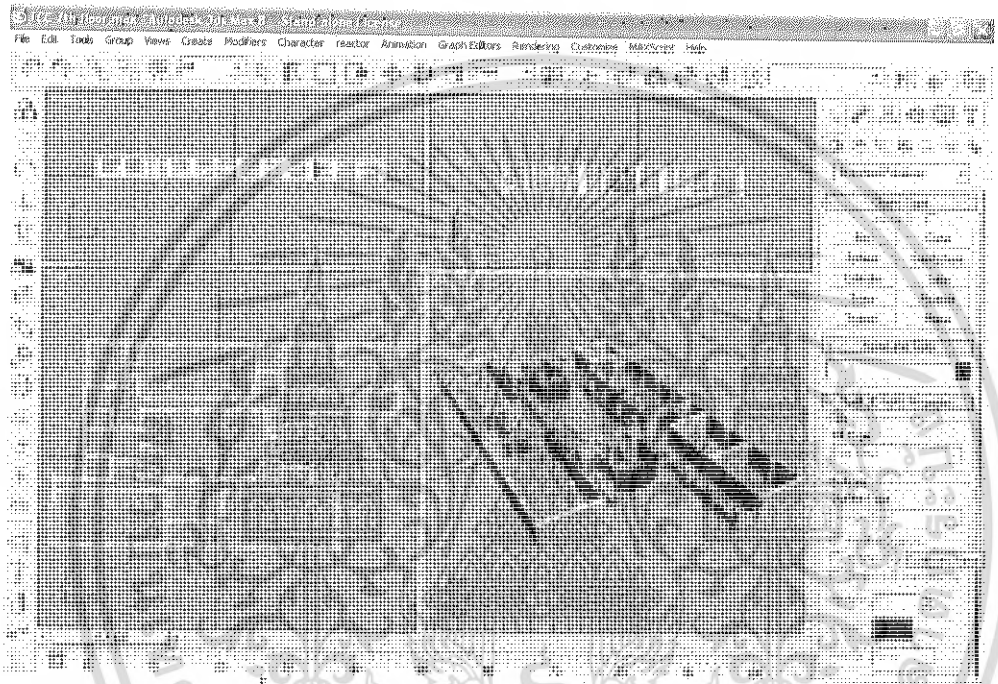
รูปที่ 3.7 การออกแบบส่วนที่เป็น Use Case

จากรูปที่ 3.7 มีการออกแบบ 2 ส่วนคือส่วนของระบบที่จะได้จัดทำและส่วนของการที่ User เป็นผู้ติดต่อใช้งาน Program ในด้านต่างๆ

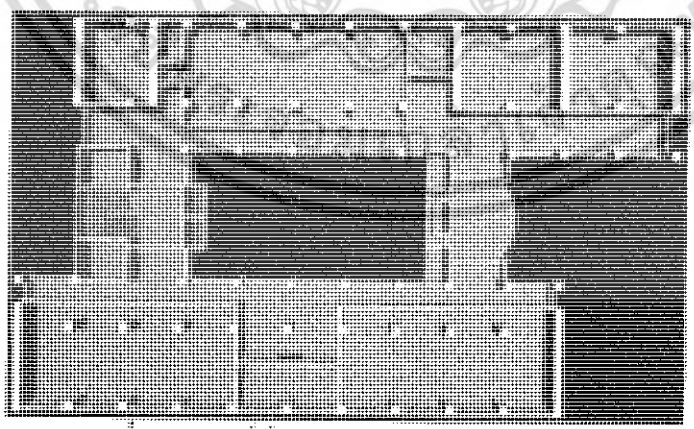
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การใช้งานแผนที่

ในส่วนของแผนที่นั้นให้มีการจะมีอยู่แล้วในโปรแกรม ซึ่งเขียนขึ้นมาตามอาคารที่ใช้งาน และในตัวของแผนที่จะถูกทำขึ้นจากโปรแกรม 3Ds-Max หรือโปรแกรมวาดแผนที่ก็ได้ และนำมาทำเป็นภาพ Jpeg นอกจากนั้นเพื่อที่จะสามารถแบ่งแสดงส่วนที่มีอุปกรณ์อยู่บนแผนที่และแสดงเส้นทางภายในอาคาร และเพื่อให้ได้ความง่ายในการ Access กับแผนที่ได้โดยตรงและทำให้เกิดความสะดวกในการเรียกใช้งานในบาง Component

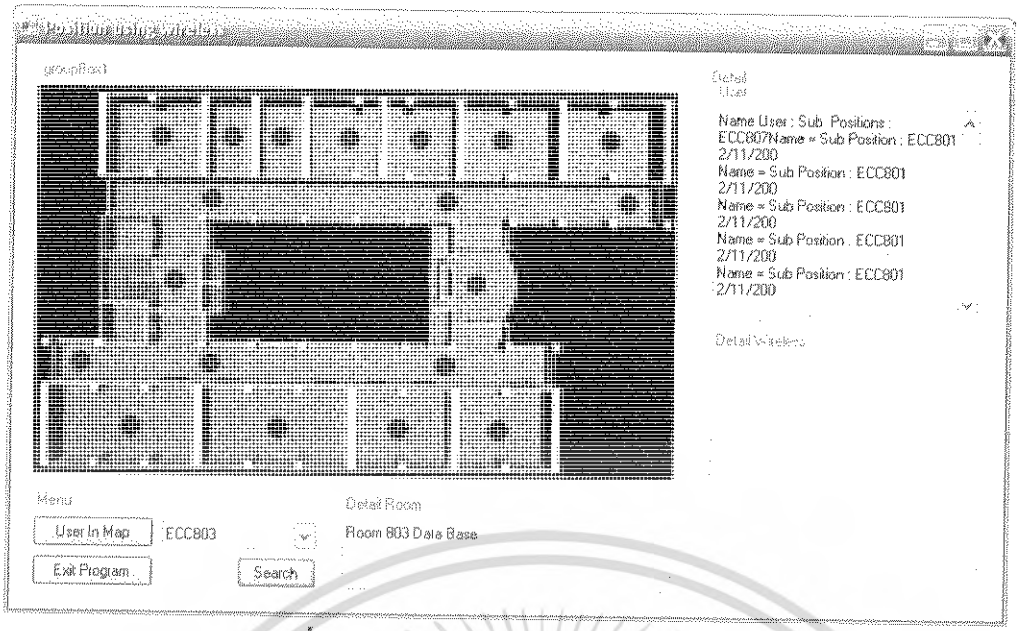


รูปที่ 3.8 ภาพการออกแบบแผนที่ในมุมมองต่างๆ



รูปที่ 3.9 แผนที่ที่ได้จากการสร้างเรียบร้อยแล้ว

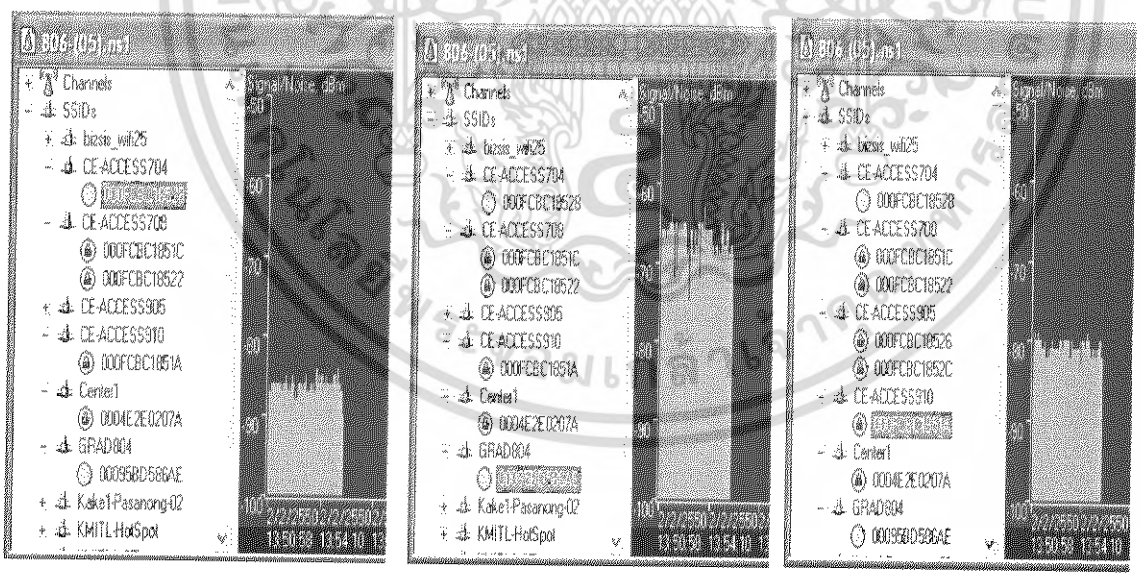
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ภาพแผนที่ที่นำมาแสดงบนโปรแกรม

3.9 การค้นหา Access Point

จะทำการค้นหา Access Point ที่พบและสามารถที่จะติดต่อด้วยได้ โดยจะรับค่าข้อมูลของ Access Point แต่ละตัวมาเก็บไว้ เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ค่าที่ได้แต่ละอันจะมีค่า MAC Address, SSID และค่าสัญญาณเฉลี่ยแสดงอยู่



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 3.11 การวัดสัญญาณ Wireless LAN โดยใช้โปรแกรม Network Stumbler

จากรูปที่ 3.11 เป็นอัตราเฉลี่ยของสัญญาณ Wireless LAN การวัดสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806 ซึ่งแต่ละอันที่แสดงอยู่ เป็นเวลาเดียวกัน โดยรูป (ก) จะเป็น Access Point ที่อยู่ชั้น 7, รูป (ข) เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Access Point ที่อยู่ชั้น 8 และรูป (ค) เป็น Access Point ที่อยู่ชั้น 9 จะเห็นได้ว่าสัญญาณที่ได้จากชั้น 8 จะมีอัตราเฉลี่ย มากกว่าชั้นอื่น เพราะเป็น Access Point ที่อยู่ใกล้ที่สุด ส่วน Access Point ที่อยู่ชั้น 7 และ 9 จะมีอัตราเฉลี่ยรองลง และหากดูจากตำแหน่งที่อยู่ของ Access Point แต่ละอัน ก็จะสามารถรู้คราวๆ ได้ว่าอยู่ที่บริเวณห้องใด

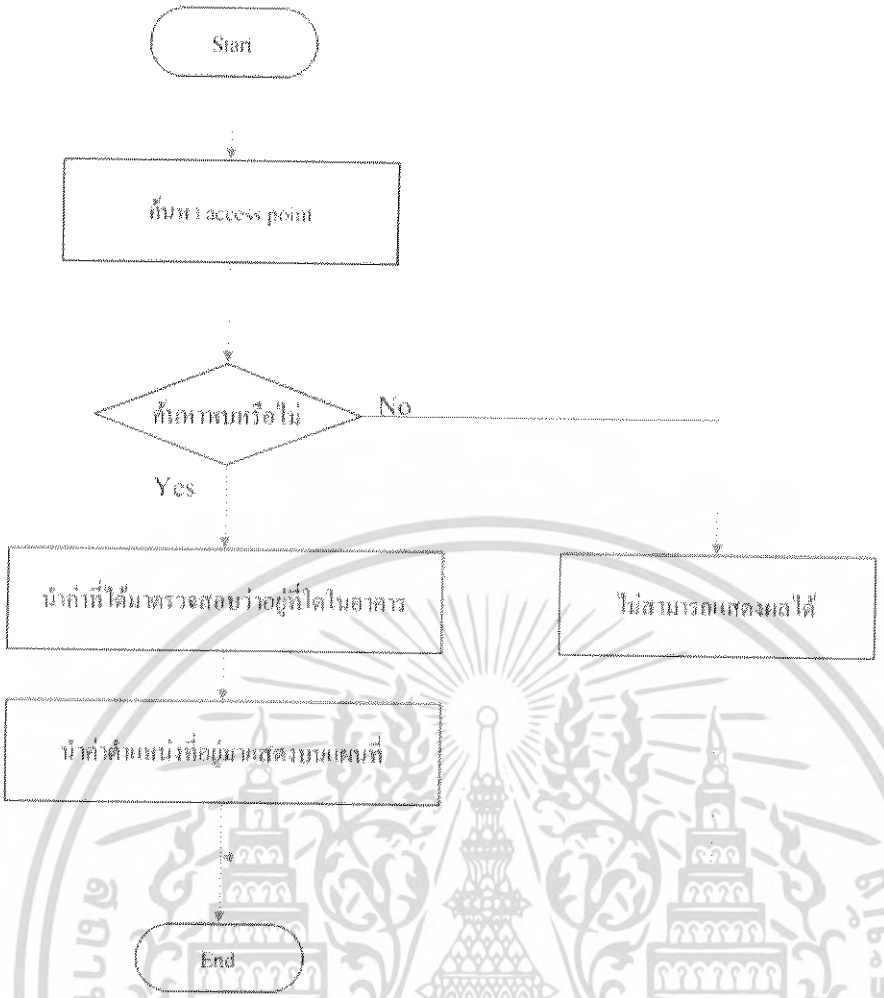
ซึ่งในตัวโปรแกรมก็จะมีการค้นหา Access Point ที่สามารถติดต่อได้ เพื่อนำมาหาตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์เช่นกันดังรูปที่ 3.12 ก็จะนำข้อมูลที่ได้จากตรงนี้มาใช้บอกบริเวณที่อยู่ได้

รูปที่ 3.12 การรับค่าจาก Access Point

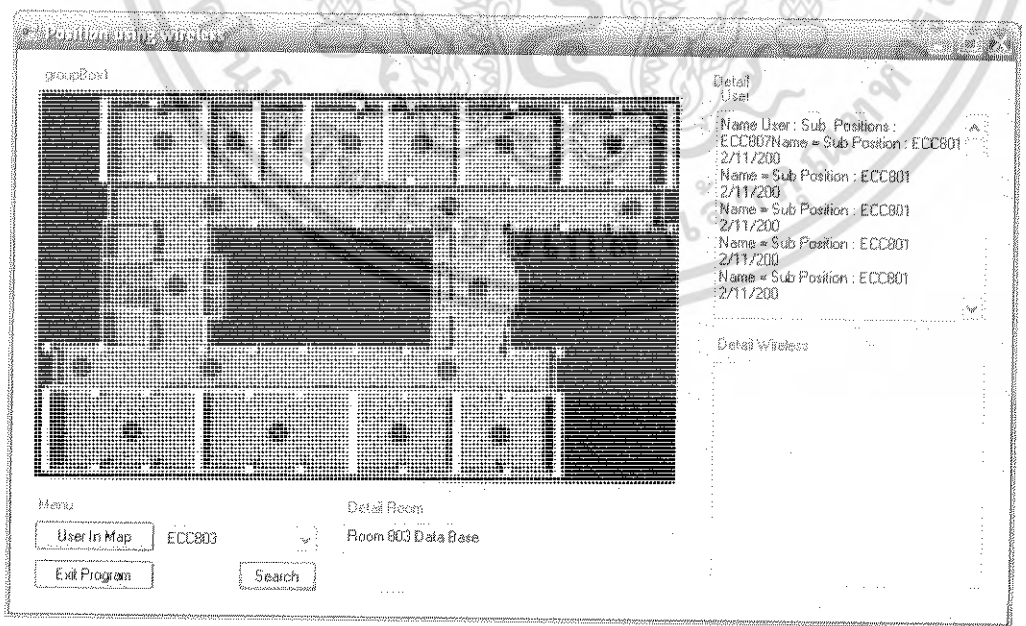
3.10 การคำนวณพิกัด

อุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานระบบใช้อยู่จะมีการวนการรับสัญญาณทุก 30 วินาทีเพื่อเป็นการปรับปรุงสถานะที่อยู่ ภายในแผนที่ที่ได้มีการแสดงอยู่และการคำนวณพิกัดมีการคำนวณคือ การที่รับค่าของ Mac Address ตัวใดได้บ้าง ณ จุดที่ได้ทำการวนหาสัญญาณอยู่และค่าของสถานะที่อยู่เดิม และความแรงของสัญญาณซึ่ง ณ จุดนี้จะทราบได้ในระดับหนึ่งว่าอยู่ใกล้เคียง ณ จุดใดและ จากการผนวกเข้ากับตัวของแผนที่ที่เป็น Block ก็จะทำให้เกิดการแสดงผลที่ออกมาอยู่ในรูปของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ซึ่งหากได้การผิดเพี้ยนของสถานที่ก็จะได้ไม่ห่างไกลจากจุดที่ทำการค้นหาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ภาพการทำงานของระบบในส่วนของการคำนวณพิกัด



รูปที่ 3.14 แสดงตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

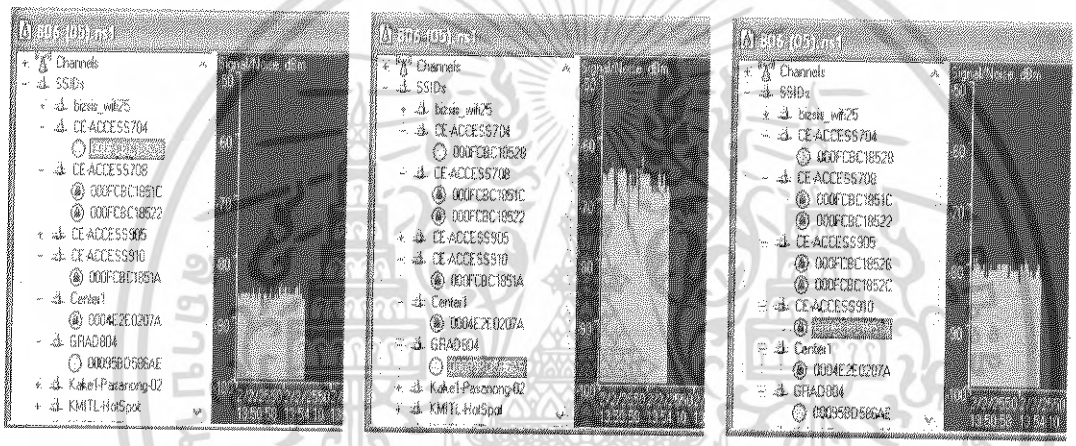
บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทที่ 4 นี้ประกอบไปด้วยเนื้อหา 2 ส่วนคือ ผลการทดลองการเก็บค่าสัญญาณ และผลการทดลองการตรวจสอบตำแหน่งจากระบบ โดยเนื้อหาแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองการเก็บสัญญาณ

ในการทดลองได้ทำการตรวจสอบค่าสัญญาณที่อยู่ภายในอาคารเพื่อที่จะนำมาเป็นข้อมูลในการแสดงตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในรูปที่ 4.1



(ก) (ข) (ค)

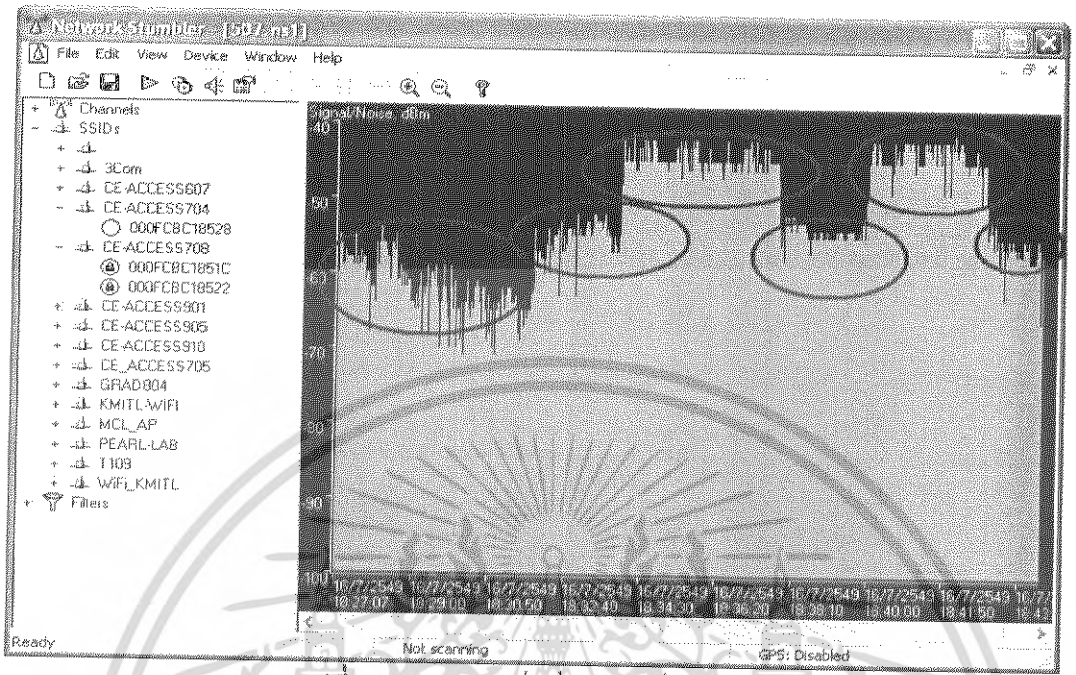
รูปที่ 4.1 การวัดสัญญาณ wireless LAN โดยใช้โปรแกรม Network Stumbler

จากรูปที่ 4.1 เป็นอัตราเฉลี่ยของสัญญาณ Wireless LAN การวัดสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806 ซึ่งแต่ละอันที่แสดงอยู่ ณ เวลาเดียวกัน โดยรูป (ก) จะเป็น Access Point ที่อยู่ชั้น 7, รูป (ข) เป็น Access Point ทีอยู่ชั้น 8 และรูป (ค) เป็น Access Point ที่อยู่ชั้น 9 จะเห็นได้ว่าสัญญาณที่ได้จากชั้น 8 จะมีอัตราเฉลี่ย มากกว่าชั้นอื่น เพราะเป็น Access Point ที่อยู่ใกล้ที่สุด ส่วน Access Point ที่อยู่ชั้น 7 และ 9 จะมีอัตราเฉลี่ยรองลงมา

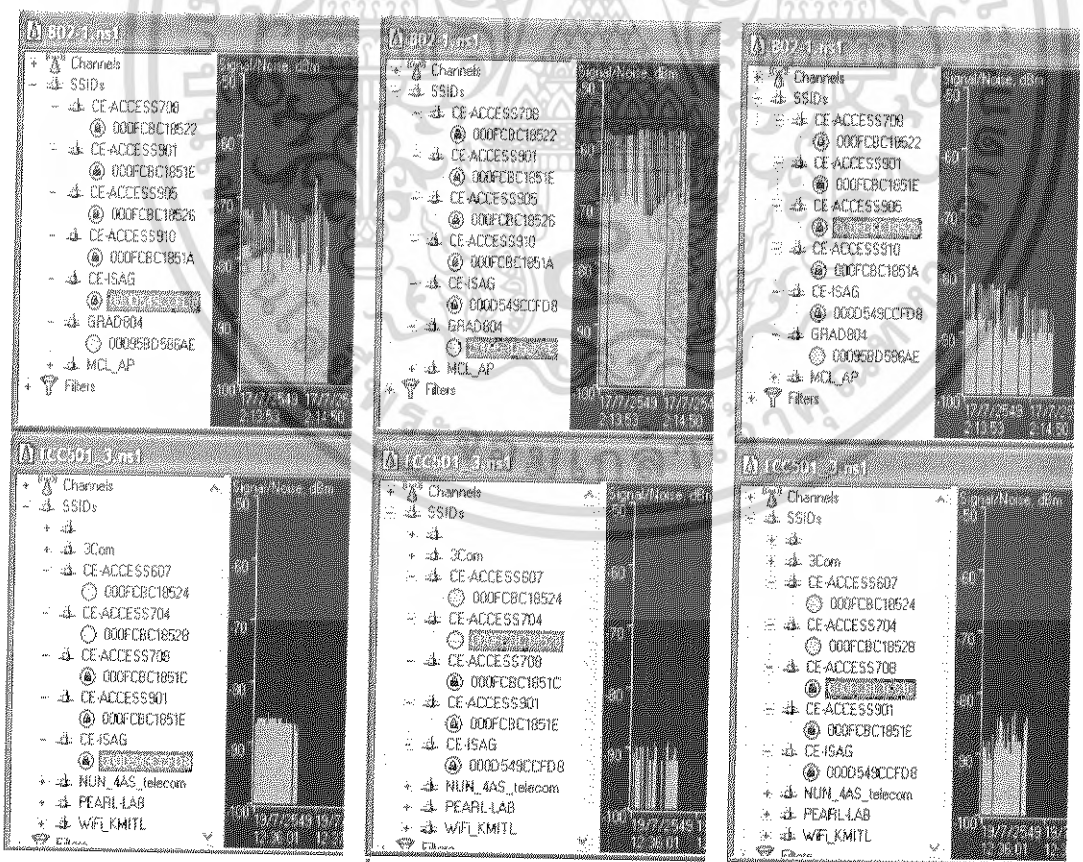
ปัญหาที่พบในการค้นหาสัญญาณแต่ละครั้ง คือการที่ค่าของสัญญาณ Wireless LAN นั้นไม่คงที่และมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาในการระบุตำแหน่งที่ผิดพลาด รูปที่ 4.2 เป็นการค้นหาค่าสัญญาณจาก จุดเดียวกันแต่ทำการหมุนเครื่องรับไปในทิศทางอื่นจะพบว่าอัตราค่าเฉลี่ยของสัญญาณนั้นจะเปลี่ยนแปลง ดังในรูปที่ 4.2 และใน รูปที่ 4.3 เป็นการค้นหาสัญญาณ ณ ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกัน แต่สัญญาณที่ได้รับขาดหายไป ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดความผิดพลาดในการระบุตำแหน่ง

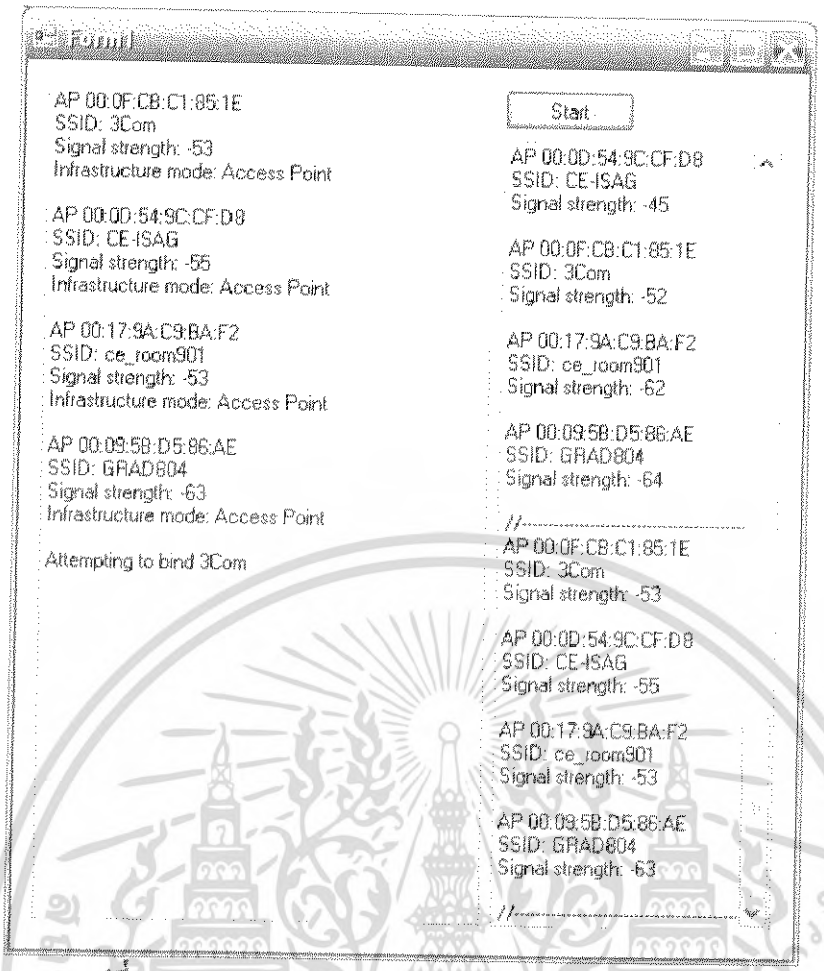


รูปที่ 4.2 ค่าอัตราเฉลี่ยที่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 4.3 อัตราเฉลี่ยของสัญญาณที่มีปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

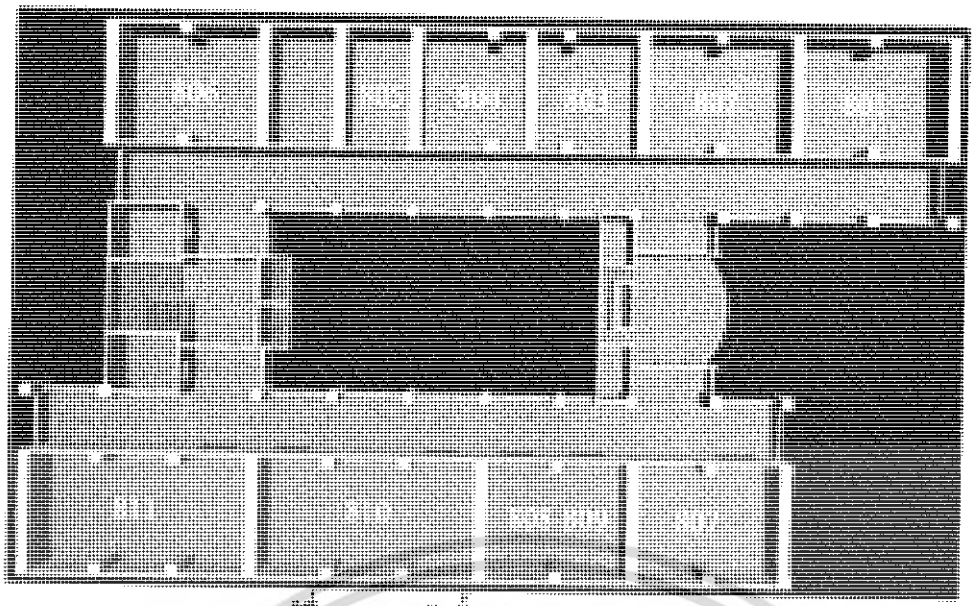


รูปที่ 4.4 ผลของการทดลองการค้นหาของ Wireless LAN

จากปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้ทำการเปลี่ยนวิธีการ เพื่อที่จะสามารถระบุพิกัดโดยใช้รูปแบบของข้อมูล ของ Access Point ที่สามารถค้นหาได้ ณ ตำแหน่งนั้น จึงทำการค้นหาสัญญาณในที่ต่างๆ ให้ได้ครอบคลุมทั้งแผนที่ แล้วนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาเก็บไว้เป็นข้อมูลอ้างอิง สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบกับรูปแบบข้อมูล Access Point เพื่อค้นหาตำแหน่ง โดยการทดสอบระบบที่สร้างขึ้น 2 ครั้ง ทดลองใช้ระบุตำแหน่ง 100 และ 250 ครั้ง และข้อมูลที่ได้จากการเก็บสัญญาณก็จะแสดงอยู่ดังตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.9

จากนั้นทำการทดลองบันทึกค่าที่ได้จากการค้นหา Access Point ในห้องต่างๆ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอ้างอิง โดยสถานที่ทดลองจะอยู่ในชั้น 8 ของอาคาร ECC ซึ่งแผนผังของชั้น 8 อยู่ในรูปที่ 4.5 และผลของการของการค้นหา Access Point แสดงในตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนผังชั้น 8 ของอาคาร ECC

ตารางที่ 4.1 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 801

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	46	47	48	49	50	ค้นหา/ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ในการค้นหา
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-58	-58	-58	-59	-65	-64	-66	-70	-67	50	100
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-80	-79	-79	-80	-72	-72	-72	-72	-73	50	100
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-74	-63	-63	-64	-61	-62	-60	-60	-62	50	100
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-75	-75	-77	-78	-71	-75	-74	-71	-71	50	100
KMITL-WIFI 00:18:6E:2A:F5:00	-96	-	-96	-	-	-	-96	-95	-94	6	12
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 802

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	50	51	52	53	54	ค้นหา/ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ในการค้นหา
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-72	-72	-72	-75	-77	-79	-79	-77	-80	53	98.14
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-65	-55	-54	-54	-62	-65	-67	-65	-76	53	98.14
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-65	-70	-69	-69	-68	-68	-68	-63	-70	54	100
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-82	-78	-80	-80	-81	-85	-85	-85	-84	49	90.74
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-91	-90	-89	-89	-88	-92	-92	-87	-90	51	94.44
KMITL-WIFI 00:18:6E:2ª:F5:00	-94	-	-92	-93	-	-	-	-	-	10	18.51
SMC 00:0A:E9:0F:FF:E9	-93	-	-94	-92	-	-	-	-	-	5	9.25
3Com 00:18:6E:2B:9F:00	-	-	-92	-	-	-	-	-	-	3	5.55
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-	-	-	-	-	-87	-87	-86	-84	25	46.29
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-	-	-	-	-	-	-	-86	-88	13	24.07
3Com 00:18:6E:2B:3C:80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.85
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.85
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.40
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-	-	-	-	-	-91	-91	-	-	2	3.70
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-	-	-	-	-	-	-	-86	-90	2	3.70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 803

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	28	29	30	31	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ในการค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-55	-56	-56	-56	-50	-51	-52	-51	31	100
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-75	-77	-70	-72	-76	-80	-	-78	30	96.77
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-89	-89	-87	-87	-80	-78	-79	-76	31	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-86	-85	-83	-83	-66	-67	-66	-69	31	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-85	-81	-83	-83	-75	-75	-76	-77	31	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-90	-89	-85	-88	-85	-84	-85	-85	31	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-85	-83	-83	-86	-85	-87	-85	-85	25	80.65
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-88	-	-86	-87	-86	-85	-86	-86	29	93.55
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-90	-89	-	-	-	-	-	-92	9	29.03
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-88	-87	-87	-83	-83	-83	-84	30	96.77
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-	-	-	-93	-	-	-	-	5	16.13
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3.226

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 804

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	37	38	39	40	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ใน การค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-44	-42	-48	-43	-42	-43	-41	-45	40	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-80	-78	-80	-82	-85	-84	-85	-84	40	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-66	-63	-56	-55	-69	-70	-67	-84	40	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-75	-72	-75	-74	-82	-81	-82	-81	40	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-80	-81	-79	-78	-79	-81	-80	-79	40	100
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-84	-84	-83	-81	-86	-88	-90	-88	27	67.5
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-79	-83	-77	-77	-73	-73	-73	-74	38	95
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-88	-	-	-	-	-	-	-	2	5
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-89	-87	-84	-86	-85	-86	-86	39	97.5
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-81	-79	-	-	-	-	-	-	14	35
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-	-	-84	-	-93	-94	-94	-93	19	47.5
KMITL-WIFI 00:18:6E:2A:F5:00	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12.5
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	17	18	19	20	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-75	-77	-76	-74	-73	-73	-72	-71	20	100
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-64	-71	-61	-61	-63	-63	-72	-69	20	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-79	-79	-79	-78	-82	-83	-81	-81	20	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-84	-82	-83	-82	-83	-84	-85	-83	20	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-88	-86	-86	-85	-84	-87	-84	-84	18	90
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-87	-87	-87	-87	-88	-89	-87	-86	20	100
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-	-92	-92	-92	-	-89	-88	-87	18	90
KMITL-Hotspot 00:18:39:BC:C4:28	-	-	-	-	-	-92	-	-	5	25
KMITL-Hotspot 00:18:39:BC:C4:22	-	-	-	-	-	-	-	-93	7	35
bizsis_wifi25 00:18:39:C9:0F:65	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-	-	-	-	-	-	-	3	15
KMITL-Hotspot 00:18:39:BC:C4:25	-	-	-	-	-88	-92	-91	-	3	15
KMITL-WIFI 00:0D:88:9A:16:95	-	-	-	-	-93	-	-	-	1	5
KMITL-WIFI 00:0D:88:9A:12:39	-	-	-	-	-92	-	-	-	1	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 807

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	27	28	29	30	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-66	-62	-	-87	-88	-87	-87	-88	19	63.33
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-82	-82	-	-	-	-	-91	-91	7	23.33
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-72	-59	-86	-85	-89	-	-	-89	26	86.67
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-66	-67	-	-	-	-83	-83	-82	13	43.33
Dep_Head 00:13:46:33:FD:FA	-91	-	-	-	-	-	-	-	1	3.333
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-83	-	-	-83	-87	-75	-75	-81	27	90
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-87	-	-	-89	-93	-92	-	-90	18	60
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-83	-	-	-84	-89	-80	-86	-	23	76.67
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-87	-	-	-87	-	-90	-89	-89	20	66.67
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-93	-	-	-91	-	-90	-90	-	18	60
default5 00:03:2F:23:9C:30	-85	-	-	-	-	-91	-	-	15	50
KMITL-WIFI 00:18:6E:2B:C1:00	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.667

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 808

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	17	18	19	20	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-67	-67	-67	-67	-63	-64	-64	-64	20	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-67	-70	-68	-69	-71	-67	-70	-68	20	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-79	-78	-77	-78	-75	-74	-73	-73	20	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-66	-66	-66	-66	-65	-64	-64	-64	20	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-80	-80	-81	-80	-82	-80	-80	-81	20	100
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-66	-66	-66	-66	-73	-71	-72	-71	20	100
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-82	-81	-82	-83	-79	-79	-79	-79	20	100
default5 00:03:2F:23:9C:30	-91	-91	-	-	-93	-89	-92	-92	12	60
Lan-KMITLCS 00:18:39:60:1B:BB	-96	-	-	-	-	-	-	-	1	5
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-	-	-	-	-	-95	-95	-	2	10
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-	-	-	-	-	-90	-	-	1	5

ตารางที่ 4.8 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 810

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	21	22	23	24	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ใน การค้นหา
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-50	-50	-49	-49	-47	-45	-46	-51	24	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-54	-55	-54	-54	-57	-58	-49	-46	24	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-57	-58	-58	-57	-57	-60	-59	-59	24	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-	-58	-57	-57	-58	-57	-57	-58	20	83.33
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-60	-57	-59	-58	-	-	-	-58	14	58.33
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-	-	-	-	-62	-62	-64	-	11	45.83
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-62	-62	-62	-63	-62	-62	-60	-60	24	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 811

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	57	58	59	60	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-74	-67	-63	-65	-75	-75	-72	-72	60	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-83	-89	-89	-87	-91	-	-92	-	56	93.33333
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-67	-90	-	-	-	-	-	-	16	26.66667
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-53	-88	-	-	-	-	-	-	26	43.33333
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-81	-	-	-	-	-	-	-	1	1.666667
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-83	-82	-83	-85	-89	-88	-	-88	48	80
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-77	-	-	-	-	-	-	-	11	18.33333
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-88	-	-	-	-	-	-	-	1	1.666667
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-89	-	-	-	-	-	-	-	1	1.666667
SMC 00:0A:E9:0F:FF:E9	-84	-84	-85	-87	-89	-83	-84	-85	54	90
KMITL-Hotspot 00:18:39:BC:C4:22	-	-	-	-85	-	-	-	-	19	31.66667
default5 00:03:2F:23:9C:30	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8.333333
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-	-	-	-	-	-	-	10	16.66667
KMITL-Hotspot 00:18:39:BC:C4:28	-	-	-	-	-	-	-	-86	28	46.66667
KMITL-WIFI 00:0D:88:9A:12:39	-	-	-	-	-93	-	-	-	5	8.333333

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ตารางเทียบการค้นหา Access Point

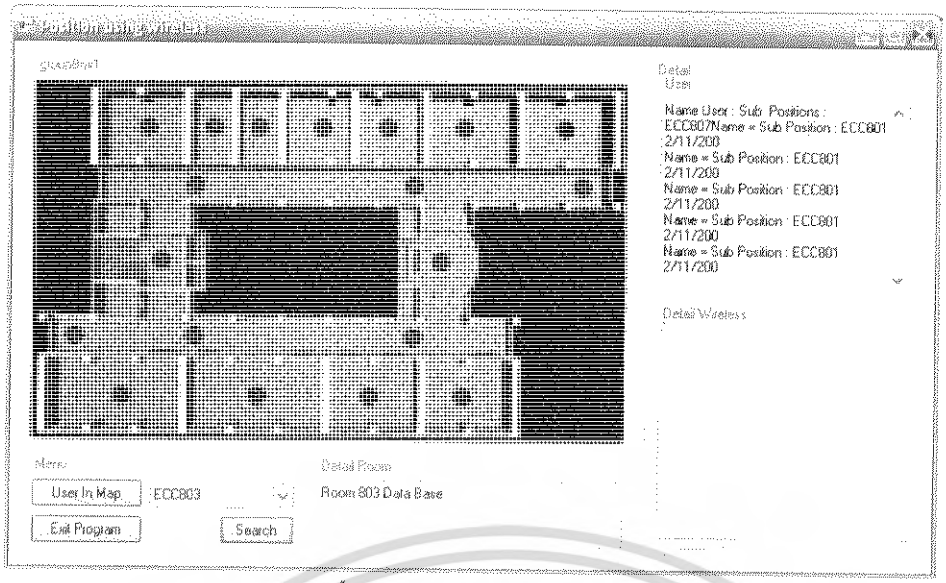
Access Point / Room	CE-ISAG	GRAD804	ce_room901	3COM (1E)	CE-ACCESS704	CE-ACCESS910	CE-ACCESS905 (26)	CE-ACCESS905(2C)	Center1	3com (1C)	SMC	CE-ACCESS708
801	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
802	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
803	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
804	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
806	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1
807	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
808	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
810	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
811	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0

จากตารางที่ 4.10 เป็นตารางแสดง Access Point ที่พบในแต่ละห้อง เป็นการเปรียบเทียบให้เห็นว่าในแต่ละห้องจะพบ Access Point ไม่เหมือนกัน ในส่วนที่แสดงเป็น "1" หมายถึง Access Point ที่สามารถติดต่อได้ตลอด ส่วนที่เป็นเป็น "0" หมายถึง Access Point นั้นไม่สามารถติดต่อได้ ซึ่งจากตารางจะเห็นได้ว่าแต่ละห้องจะเห็น Access Point ที่อยู่ใกล้ห้องนั้น ซึ่งทำให้แต่ละห้องไม่มีความซ้ำกัน จึงทำให้เราสามารถที่จะบ่งบอกได้ว่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เครื่องนั้นอยู่ที่ห้องใด

4.2 ผลการทดลองการตรวจสอบตำแหน่ง

การทำงานของระบบจะเริ่มต้นจากการค้นหา รูปแบบ Access Point ณ ตำแหน่งใดๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งของอุปกรณ์ แล้วทำการแสดงผลบนแผนที่ เพื่อให้ทราบว่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์อยู่ที่ใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 รูปแบบของโปรแกรม

ผลที่ได้จากการทดลองค้นหาสัญญาณในแต่ละห้อง ในชั้น 8 ตึก ECC ห้องละ 100 และ 250 ครั้งจะแสดงไว้ในตารางที่ 4.11 ถึง 4.14 โดยในตารางที่ 4.11 ในแนวตั้งคือห้องที่ทำการวัดสัญญาณ Access Point และบันทึกผล ในแนวนอนคือ ห้องที่แสดงออกมาโดยระบบ เช่น ห้องที่ทำการวัดคือ 801 ปรากฏการระบุว่าเป็น 801 79 ครั้ง 802 16 ครั้ง 803 2 ครั้ง และ 807 3 ครั้ง และในตารางที่ 4.12 ก็จะเป็นการแสดงให้อยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องจากข้อมูลในตารางที่ 4.11 และตารางที่ 4.13 ก็จะมีวิธีการแสดงข้อมูลเหมือนตารางที่ 4.11 และในตารางที่ 4.14 ก็จะมีวิธีแสดงข้อมูลที่เหมือนกับตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.11 ตารางผลการทดลองในแต่ละห้องจากการค้นหา 100 ครั้ง

ห้องที่วัดห้องที่รับได้	801	802	803	804	805	806	807	808	810	811
801	79	16	2	-	-	-	3	-	-	-
802	12	82	3	1	-	-	-	-	-	-
803	12	6	67	6	3	-	-	6	7	-
804	-	-	9	83	6	-	-	2	-	-
805	-	-	-	17	67	3	-	-	7	6
806	-	-	-	-	1	85	-	-	5	9
807	6	-	-	-	-	-	94	-	-	-
808	-	12	23	-	-	-	-	36	29	-
810	-	-	11	-	-	23	-	5	42	19
811	-	-	-	7	13	19	-	-	6	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ตารางเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแต่ละห้องจากการค้นหา 100 ครั้ง

ห้องที่วัด/ห้องที่รับได้	801	802	803	804	805	806	807	808	810	811	ใน 100 ครั้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
801	79%	16%	2%	-	-	-	3%	-	-	-	79%
802	22%	62%	9%	7%	-	-	-	-	-	-	62%
803	12%	9%	62%	6%	-	-	-	4%	7%	-	62%
804	-	-	9%	83%	6%	-	-	2%	-	-	83%
805	-	-	-	17%	67%	3%	-	-	7%	6%	67%
806	-	-	-	-	1%	82%	-	-	5%	2%	82%
807	6%	-	-	-	-	-	94%	-	-	-	94%
808	-	12%	23%	-	-	-	-	36%	29%	-	36%
810	-	-	11%	-	-	23%	-	5%	42%	19%	42%
811	-	-	-	7%	13%	19%	-	-	6%	57%	57%
											สรุปเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยรวม 66.4%

ตารางที่ 4.13 ตารางผลการทดลองในแต่ละห้องจากการค้นหา 250 ครั้ง

ห้องที่วัด/ห้องที่รับได้	801	802	803	804	805	806	807	808	810	811
801	187	42	13	1	-	-	7	-	-	-
802	48	163	21	12	2	-	-	3	1	-
803	39	22	158	10	3	-	-	9	9	-
804	-	7	29	177	27	-	-	8	2	-
805	-	-	9	20	176	9	-	6	16	14
806	-	1	7	2	13	181	-	-	29	17
807	11	3	-	-	-	-	236	-	-	-
808	-	24	46	7	3	-	-	102	68	-
810	-	-	21	5	12	35	-	10	146	21
811	-	-	-	19	24	32	-	2	19	154

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ตารางเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในแต่ละห้องจากการค้นหา 250 ครั้ง

ห้องที่วัด/ ห้องที่รับได้	801	802	803	804	805	806	807	808	810	811	ใน 250 ครั้งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
801	75%	17%	5%	0.40%	-	-	3%	-	-	-	74.8%
802	19%	65%	8%	5%	0.80%	-	-	1.20%	0.40%	-	65.2%
803	16%	9%	63%	4%	1%	-	-	4%	4%	-	63.2%
804	-	3%	12%	71%	11%	-	-	3%	1%	-	70.8%
805	-	-	4%	8%	70%	4%	-	2%	6%	6%	70.4%
806	-	0%	3%	1%	5%	72%	-	-	12%	7%	72.4%
807	4%	1%	-	-	-	-	94%	-	-	-	94.4%
808	-	10%	18%	3%	1%	-	-	41%	27%	-	40.8%
810	-	-	8%	2%	5%	14%	-	4%	58%	8%	58.4%
811	-	-	-	8%	10%	13%	-	1%	8%	62%	61.6%
											สรุปเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยรวม 67.2%

แต่ในบางครั้ง การค้นหาตำแหน่งที่อยู่ในช่วงกลางระหว่าง Access Point หลายๆ ตัว ทำให้ในบางครั้งอาจพบ Access Point ที่อยู่นอกเหนือจากที่ควรจะปรากฏในห้องนั้น ซึ่งทำให้ผลที่ได้ไปตรงกับห้องอื่นและเป็นสาเหตุให้ระบบระบุพิกัดผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 บทสรุป

จากการทดลองที่ได้ผ่านมานั้น ได้ใช้วิธีการเปรียบเทียบรูปแบบของ Access Point ที่อยู่ในฐานข้อมูลกับรูปแบบข้อมูลที่ได้จากการทำการค้นหา ณ เวลานั้น โดยเริ่มจากการค้นหารูปแบบของ Access Point ของสถานที่ในห้องต่างๆ ณ ชั้น 8 ของ ตึก ECC ซึ่งจะทำการค้นหารูปแบบ Access Point จากแต่ละห้อง ห้องละ 5 จุด จุดละ 50 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาเป็นรูปแบบ Access Point ที่จะใช้นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลในภายหลัง (ข้อมูล ณ ช่วงเวลาที่ทดลอง) เก็บเข้าสู่ฐานข้อมูล และขั้นตอนต่อไปคือการทดลองวัดผลที่ได้ โดยการค้นหารูปแบบสัญญาณของแต่ละห้องหลังจากที่ทำการสร้างระบบขึ้นมา จากนั้นจึงนำข้อมูลมาเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ผลออกมาในลักษณะที่เป็นสถานที่ใดสถานที่หนึ่ง แล้วทำการแสดงผลลงบนแผนที่ที่ได้จัดเตรียมไว้

และผลการทดลองการเก็บข้อมูลเข้ามาเปรียบเทียบกับรูปแบบของ Access Point ในแต่ละสถานที่ โดยทดลองจากห้องทั้งหมด 10 ห้อง จากสถานที่เดียวกันกับการเก็บรูปแบบสำหรับนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิง และทำการเก็บข้อมูลห้องละ 100 ครั้ง และ 250 ครั้ง เพื่อเข้ามาเปรียบเทียบกับรูปแบบที่ได้มีการเก็บไว้ก็จะมีค่าความถูกต้องที่ได้จากการทดลองในการวัดคือ 66.4% และ 67.2% ตามลำดับ จากการทดลองทำให้ทราบถึงปัจจัยที่ทำให้ระบบเกิดความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งของระบบที่ได้มีการออกแบบ ได้แก่ ทิศทางการรับสัญญาณ อุปกรณ์การรับสัญญาณ ตำแหน่งของจุดรับสัญญาณ การถูกบดบังสัญญาณทั้งจากวัตถุต่างๆ หรือบุคคลก็ตาม ก็จะทำให้เกิดความผิดพลาดของการระบุตำแหน่งขึ้นได้ จึงควรศึกษาวิธีการต่างๆ เพื่อที่จะนำแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นต่อไป

5.2 อุปสรรคและปัญหา

5.2.1 การรับค่า Mac address ที่มีปัญหาเช่นการเกิดการที่มากกว่าปกติที่ควรจะได้รับแล้วไปแสดงผลที่ห้องอื่น

5.2.2 ความแม่นยำของ Algorithm ที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของสถานที่ยังมีความผิดพลาดที่สูง

5.2.3 ข้อมูลที่ได้รับมาในแต่ละครั้งไม่ตรงกันจึงหาจุดที่จะนานอนไม่ได้

5.2.4 ข้อมูลที่เก็บยังน้อยเกินไปและยังตรวจสอบความถูกต้องได้ยาก ว่าเมื่อเวลาผ่านไปแล้วตัวแปรในการค้นหาก็ได้ค่าไม่คงที่กลับมา

5.2.5 ตัวของ DLL ที่มีการใช้งานอยู่มีความช้าในขั้นตอนการค้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.6 ในการยืนยันสถานที่ความถูกต้องหาผิดพลาดตั้งแต่เริ่มจะทำให้ได้ค่าที่ผิดพลาดมากขึ้นไปอีก

5.2.7 การใช้งาน DLL ยังมีเรื่องขนาดของ Buffer ที่เป็นปัญหาอยู่คือเมื่อทำงานไปขนาดของ buffer ก็อาจจะไม่พอหากมีการรับค่าของสัญญาณหรือ Access Point ที่มากได้

5.3 แนวทางการพัฒนา

5.3.1 ออกแบบ Algorithm ให้มีความแม่นยำเพิ่มขึ้น

5.3.2 ใช้ AI เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับมาในแต่ละครั้ง

5.3.3 การค้นคว้าศึกษาตัว DLL เพื่อความเพิ่มความเร็วในการใช้งานให้มากขึ้น

5.3.4 การเพิ่มส่วนที่ทำ Client/Server เพิ่มขึ้น

5.3.5 การออกแบบในส่วนที่สามารถที่เพิ่มตัวของการใช้งานในสถานที่ต่างๆเพิ่มขึ้น

5.3.6 เพิ่มส่วนที่สามารถทำให้ตัวของ PDA หรืออุปกรณ์อื่นๆ สามารถใช้งานร่วมกับระบบได้

5.3.7 การอกแบบ Buffer ให้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Texas Instruments. "GreatFrinds.Biz" [Online].
Available : http://greatfriends.biz/webboards/msg.asp?id=6112. 2006.

[2] Texas Instruments. "Robotics4.NET - ManageWiFi" [Online].
Available : http://www.robotics4.net/Software/ManagedWiFi.aspx. 2006.

[3] Texas Instruments. "ThaiCERT: Thai Computer Emergency Response Team" [Online].
Available : http://www.thaicert.nectec.or.th/paper/wireless/IEEE80211_1.php. 2546.

[4] Texas Instruments. "The UofO LOTOS Research Group Presentations" [Online].
Available :http://cserg0.site.uottawa.ca/ftp/pub/Presentations/SITE_LBS.ppt. 2003.

[5] กิตติ ภักดีวัฒนะกุล, พนิดา พานิชกุล **คัมภีร์ การพัฒนาระบบเชิงวัตถุด้วย UML และ JAVA** สำนักพิมพ์เคทีพี กรุงเทพฯ

[6] ศุภชัย สมพานิช 2546 **คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual C# .NET ฉบับโปรแกรมเมอร์** บริษัท ด่าน สุทธาการพิมพ์ จำกัด กรุงเทพฯ

[7] อำนาจ มีมงคล, อรรณพ ขันธิกุล 2547 **ออกแบบและติดตั้งเครือข่าย Wireless LAN** บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด จ.นนทบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

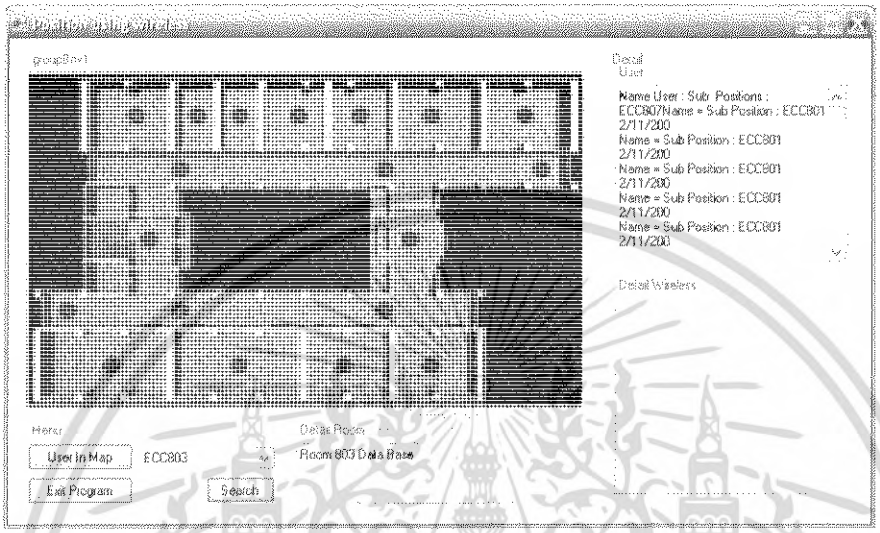
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

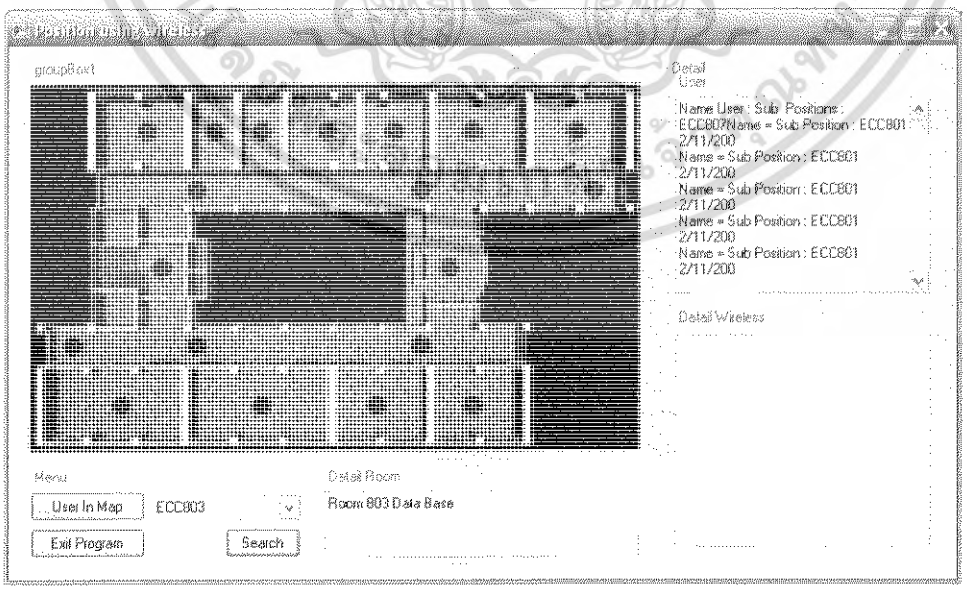
การใช้งานโปรแกรม

- การใช้งานโปรแกรมนั้นเมื่อเริ่มเปิดโปรแกรมมา จะขึ้นหน้าจอดังรูปที่



รูปที่ ก-1 รูปแบบของโปรแกรม

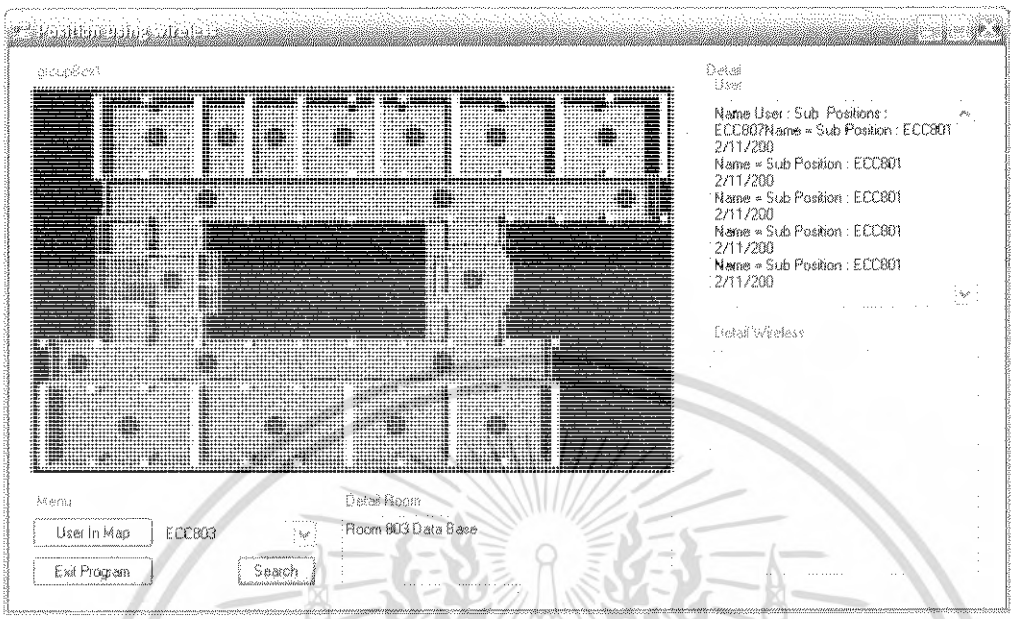
- เมื่อเริ่มโปรแกรมแล้ว โปรแกรมก็จะทำการค้นหาตำแหน่งให้ทันที และแสดงตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์บนแผนที่ที่แสดงอยู่ นอกจากนั้นยังมีส่วนรายละเอียดสถานะของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แสดงให้ดูอีกด้วย



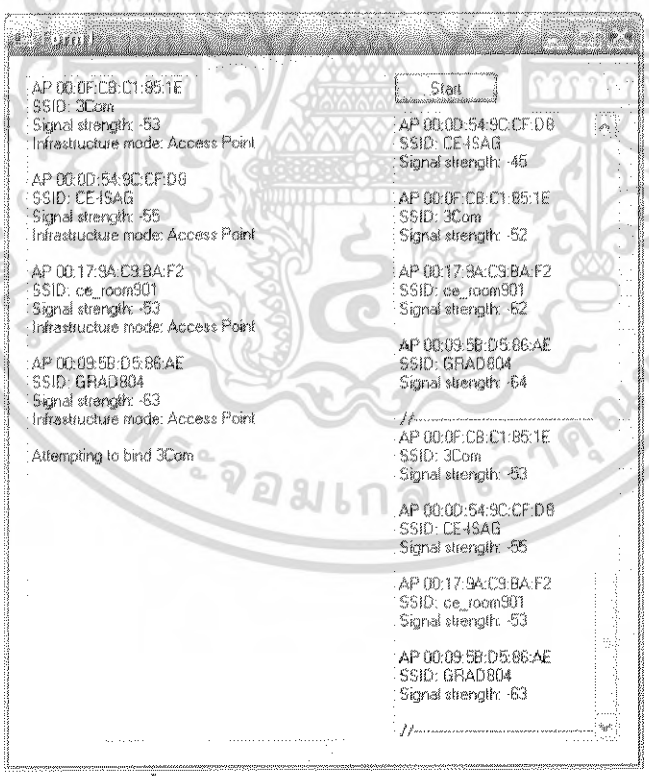
รูปที่ ก-2 แสดงตำแหน่งที่อยู่ปัจจุบันและแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการตรวจสอบ Access Point ก็สามารถที่จะทำได้โดยการ เลือกที่ Detail Wireless ก็จะแสดงข้อมูลของ Access Point ที่ตรวจพบขึ้นมา



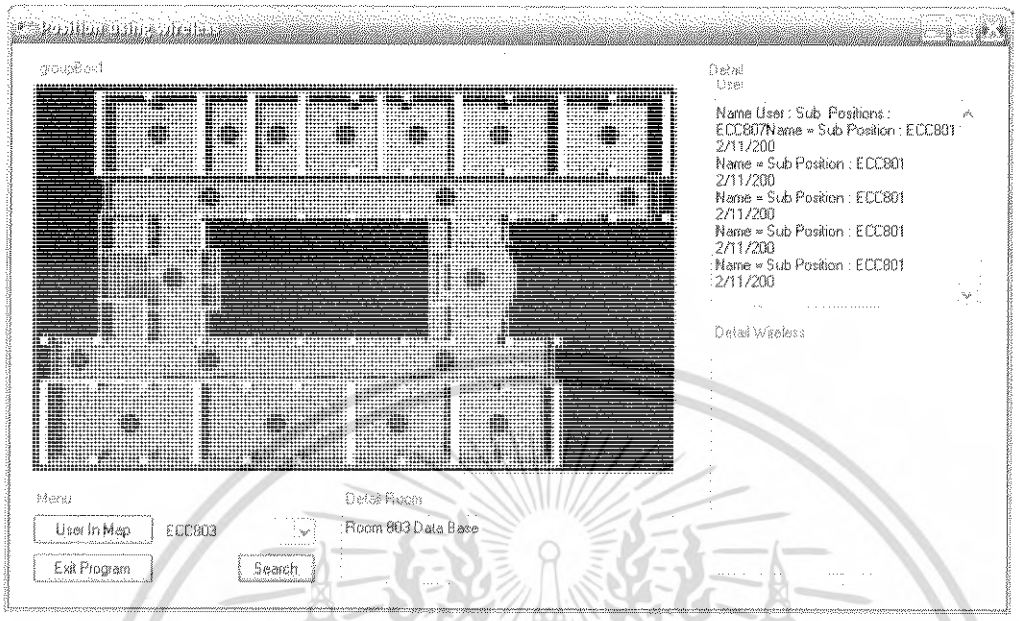
รูปที่ ก-3 การแสดงรายละเอียดของ Access Point ที่ตรวจพบ



รูปที่ ก-4 รายละเอียดของ Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการค้นหาสถานที่ก็สามารถทำได้โดย เลือกสถานที่ที่ต้องการที่ Search โปรแกรมก็จะแสดงตำแหน่งของสถานที่นั้นและรายละเอียดของสถานที่



รูปที่ ค-5 การค้นหาสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การทดลองค้นหาสัญญาณ

ผลการค้นหาจากห้อง 801

ชุดที่ 1

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:2B:3C:80
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -96
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG

Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:2B:3C:80
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -96
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -59
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -59
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5D:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: 68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access Point

จุดที่ 2

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -52
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -67

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2

SSID: ce_room901
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26

SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -90
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -60
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -60
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -59
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -52
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -54
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -53
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:2B:B4:40
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -53
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -53
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -52
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -53
Infrastructure mode: Access Point

ชุดที่ 3

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -60
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:2B:B1:00
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -96
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -60
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:2B:B1:00
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -95
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:2B:B1:00
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -57
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -57
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -59
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -57
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -57
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -57
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2

SSID: ce_room901
Signal strength: -57
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -57
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการค้นหาจากห้อง 804

จุดที่ 1

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -44
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -42
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -89
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -48
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -56
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -43
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -45
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -72

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -42
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -60
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -76

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -45
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -61
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -82

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -36
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:18:6E:2A:F5:00
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -36

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -36

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -51
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -36
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -49
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SSID: Center1
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -44
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -58
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -71
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -42
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -55
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -40
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -53
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -79

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -39
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -54
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -34
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -63

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -33
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -64

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:25:B0:C0
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -95
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -34
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -72
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:18:6E:25:B0:C0
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:18:6E:25:B0:C0
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -33
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:18:6E:25:B0:C0
SSID: KMITL-WIFI
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access
Point

จุดที่ 2

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -44
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -90
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -43
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -65
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access
Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -38
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -46
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0D:54:9C:CF:D8
SSID: CE-ISAG
Signal strength: -90
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -90
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -45
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -69
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -90
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -34
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -67

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -34
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -75
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -66

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -34
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -75

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -66
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -87
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:F0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -95
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -46
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -64
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -83
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E
SSID: 3Com
Signal strength: -89
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -77
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -90
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -43
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -62
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2
SSID: ce_room901
Signal strength: -92
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -42
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -63
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -82
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -78
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -76
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -91
Infrastructure mode: Access
Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AP 00:09:5B:D5:86:AE

SSID: GRAD804

Signal strength: -40

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -79

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -63

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A

SSID: CE-ACCESS910

Signal strength: -83

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22

SSID: CE-ACCESS708

Signal strength: -77

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C

SSID: 3Com

Signal strength: -84

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28

SSID: CE-ACCESS704

Signal strength: -76

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E

SSID: 3Com

Signal strength: -86

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:17:9A:C9:BA:F2

SSID: ce_room901

Signal strength: -92

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE

SSID: GRAD804

Signal strength: -42

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -79

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -63

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A

SSID: CE-ACCESS910

Signal strength: -82

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22

SSID: CE-ACCESS708

Signal strength: -78

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C

SSID: 3Com

Signal strength: -84

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28

SSID: CE-ACCESS704

Signal strength: -76

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE

SSID: GRAD804

Signal strength: -43

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -86

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -71

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A

SSID: CE-ACCESS910

Signal strength: -83

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22

SSID: CE-ACCESS708

Signal strength: -74

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C

SSID: 3Com

Signal strength: -87

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28

SSID: CE-ACCESS704

Signal strength: -82

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1E

SSID: 3Com

Signal strength: -88

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24

SSID: CE-ACCESS607

Signal strength: -91

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE

SSID: GRAD804

Signal strength: -42

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -85

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26

SSID: CE-ACCESS905

Signal strength: -69

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A

SSID: CE-ACCESS910

Signal strength: -82

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22

SSID: CE-ACCESS708

Signal strength: -73

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28

SSID: CE-ACCESS704

Signal strength: -79

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C

SSID: 3Com

Signal strength: -86

Infrastructure mode: Access Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24

SSID: CE-ACCESS607

Signal strength: -86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -43
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -84
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -70
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -81

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -41
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -85
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -67
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -82

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -73
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -80
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -90
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -94
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:09:5B:D5:86:AE
SSID: GRAD804
Signal strength: -45
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:2C
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -84

Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:26
SSID: CE-ACCESS905
Signal strength: -68
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1A
SSID: CE-ACCESS910
Signal strength: -81
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:22
SSID: CE-ACCESS708
Signal strength: -74
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:28
SSID: CE-ACCESS704
Signal strength: -79
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:0F:CB:C1:85:1C
SSID: 3Com
Signal strength: -86
Infrastructure mode: Access
Point

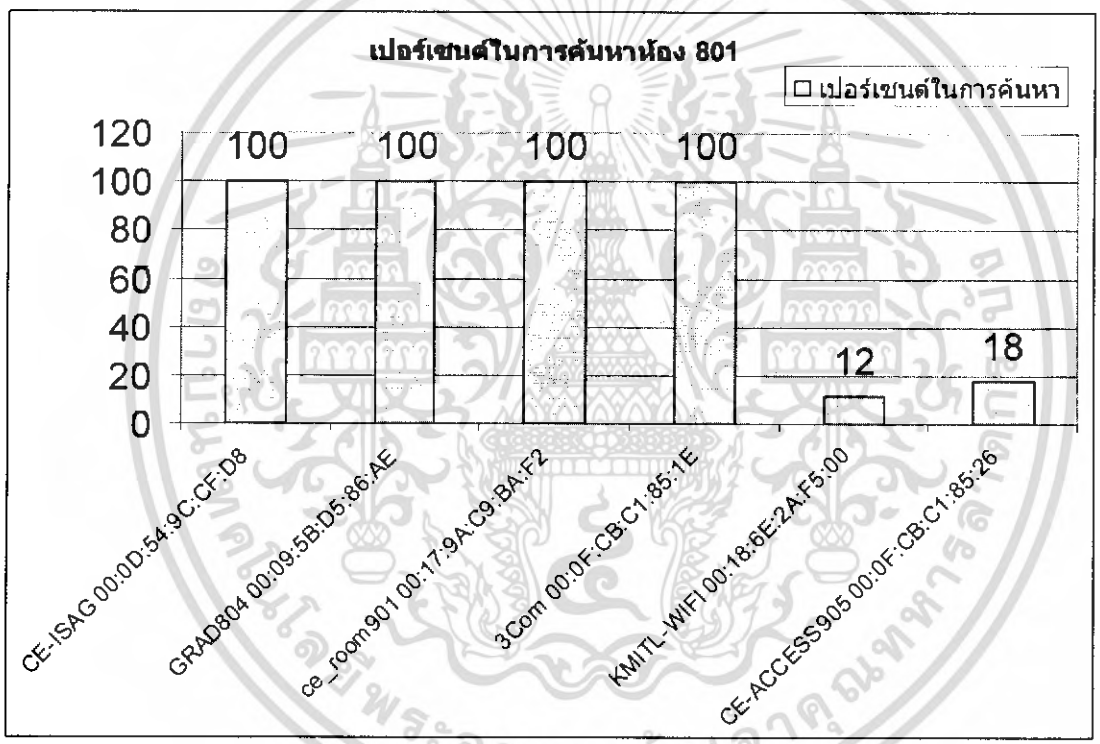
AP 00:0F:CB:C1:85:24
SSID: CE-ACCESS607
Signal strength: -88
Infrastructure mode: Access
Point

AP 00:04:E2:E0:20:7A
SSID: Center1
Signal strength: -93
Infrastructure mode: Access
Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 801

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	46	47	48	49	50	ค้นหา/ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ในการค้นหา
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-58	-58	-58	-59	-65	-64	-66	-70	-67	50	100
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-80	-79	-79	-80	-72	-72	-72	-72	-73	50	100
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-74	-63	-63	-64	-61	-62	-60	-60	-62	50	100
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-75	-75	-77	-78	-71	-75	-74	-71	-71	50	100
KMITL-WIFI 00:18:6E:2A:F5:00	-96	-	-96	-	-	-	-96	-95	-94	6	12
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	18

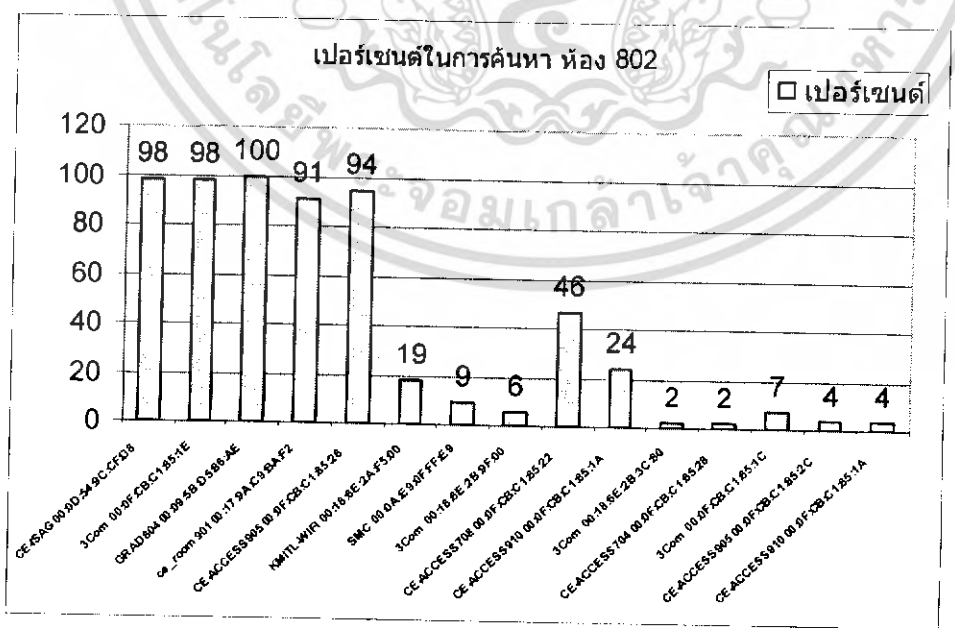


รูปที่ ข-1 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 801

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-2 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 802

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	50	51	52	53	54	ค้นหา/ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ในการค้นหา
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-72	-72	-72	-75	-77	-79	-79	-77	-80	53	98.14814815
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-65	-55	-54	-54	-62	-65	-67	-65	-76	53	98.14814815
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-65	-70	-69	-69	-68	-68	-68	-63	-70	54	100
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-82	-78	-80	-80	-81	-85	-85	-85	-84	49	90.74074074
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-91	-90	-89	-89	-88	-92	-92	-87	-90	51	94.44444444
KMITL-WIFI 00:18:6E:2ª:F5:00	-94	-	-92	-93	-	-	-	-	-	10	18.51851852
SMC 00:0A:E9:0F:FF:E9	-93	-	-94	-92	-	-	-	-	-	5	9.259259259
3Com 00:18:6E:2B:9F:00	-	-	-92	-	-	-	-	-	-	3	5.555555556
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-	-	-	-	-	-87	-87	-86	-84	25	46.2962963
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-	-	-	-	-	-	-	-86	-88	13	24.07407407
3Com 00:18:6E:2B:3C:80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.851851852
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1.851851852
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7.407407407
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-	-	-	-	-	-91	-91	-	-	2	3.703703704
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-	-	-	-	-	-	-	-86	-90	2	3.703703704

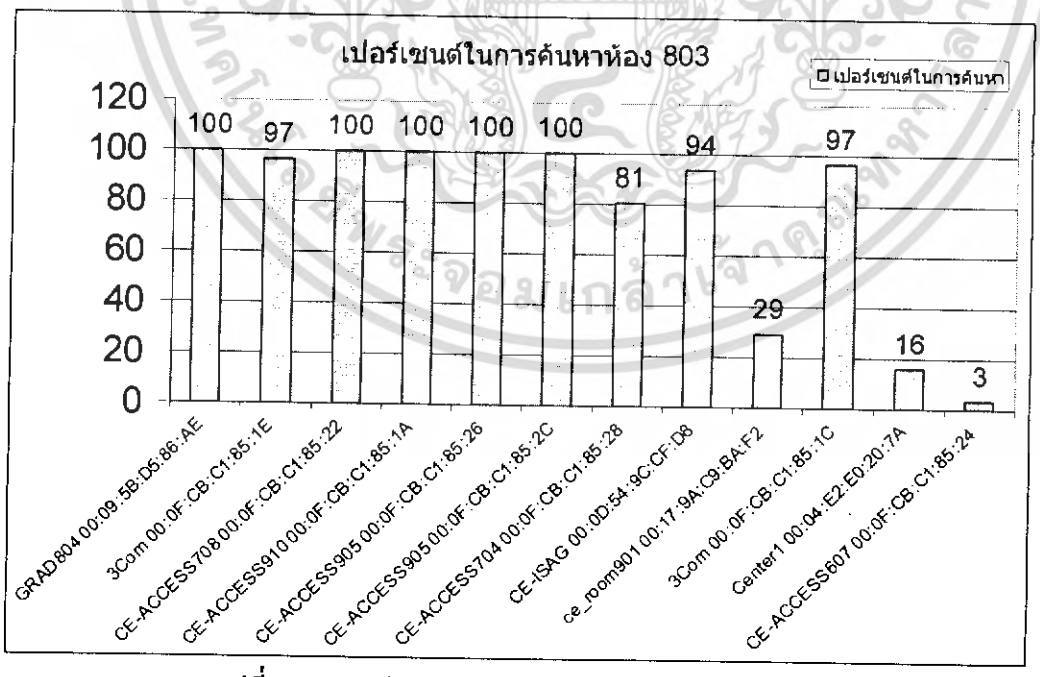


รูปที่ ข-2 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 802

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-3 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 803

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	28	29	30	31	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ใน การค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-55	-56	-56	-56	-50	-51	-52	-51	31	100
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-75	-77	-70	-72	-76	-80	-	-78	30	96.77
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-89	-89	-87	-87	-80	-78	-79	-76	31	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-86	-85	-83	-83	-66	-67	-66	-69	31	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-85	-81	-83	-83	-75	-75	-76	-77	31	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-90	-89	-85	-88	-85	-84	-85	-85	31	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-85	-83	-83	-86	-85	-87	-85	-85	25	80.65
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-88	-	-86	-87	-86	-85	-86	-86	29	93.55
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-90	-89	-	-	-	-	-	-92	9	29.03
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-88	-87	-87	-83	-83	-83	-84	30	96.77
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-	-	-	-93	-	-	-	-	5	16.13
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3.226

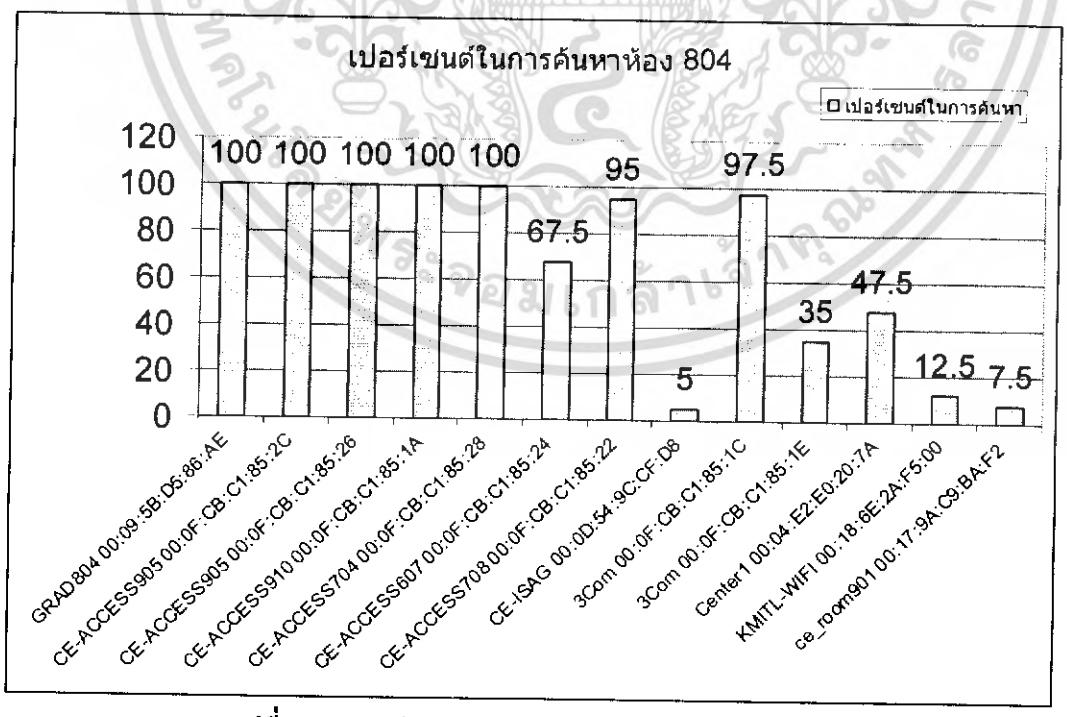


รูปที่ ข-3 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 803

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-4 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 804

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	37	38	39	40	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ใน การค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-44	-42	-48	-43	-42	-43	-41	-45	40	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-80	-78	-80	-82	-85	-84	-85	-84	40	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-66	-63	-56	-55	-69	-70	-67	-84	40	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-75	-72	-75	-74	-82	-81	-82	-81	40	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-80	-81	-79	-78	-79	-81	-80	-79	40	100
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-84	-84	-83	-81	-86	-88	-90	-88	27	67.5
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-79	-83	-77	-77	-73	-73	-73	-74	38	95
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-88	-	-	-	-	-	-	-	2	5
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-89	-87	-84	-86	-85	-86	-86	39	97.5
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-81	-79	-	-	-	-	-	-	14	35
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-	-	-84	-	-93	-94	-94	-93	19	47.5
KMITL-WIFI 00:18:6E:2A:F5:00	-	-	-	-	-	-	-	-	5	12.5
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7.5

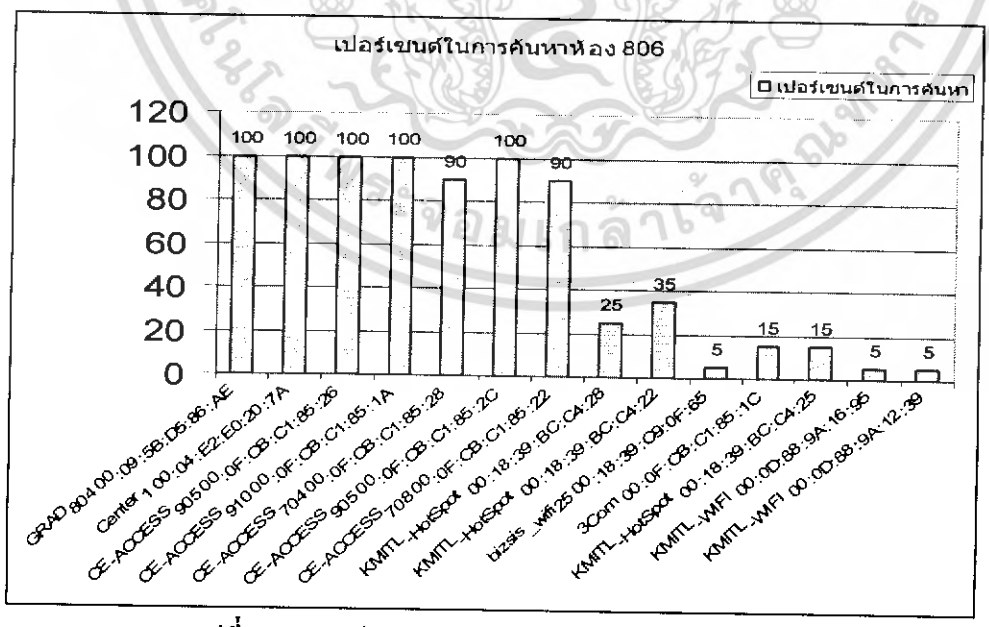


รูปที่ ข-4 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 804

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-5 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	17	18	19	20	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-75	-77	-76	-74	-73	-73	-72	-71	20	100
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-64	-71	-61	-61	-63	-63	-72	-69	20	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-79	-79	-79	-78	-82	-83	-81	-81	20	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-84	-82	-83	-82	-83	-84	-85	-83	20	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-88	-86	-86	-85	-84	-87	-84	-84	18	90
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-87	-87	-87	-87	-88	-89	-87	-86	20	100
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-	-92	-92	-92	-	-89	-88	-87	18	90
KMITL-HotSpot 00:18:39:BC:C4:28	-	-	-	-	-	-92	-	-	5	25
KMITL-HotSpot 00:18:39:BC:C4:22	-	-	-	-	-	-	-	-93	7	35
bizsis_wifi25 00:18:39:C9:0F:65	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-	-	-	-	-	-	-	3	15
KMITL-HotSpot 00:18:39:BC:C4:25	-	-	-	-	-88	-92	-91	-	3	15
KMITL-WIFI 00:0D:88:9A:16:95	-	-	-	-	-93	-	-	-	1	5
KMITL-WIFI 00:0D:88:9A:12:39	-	-	-	-	-92	-	-	-	1	5

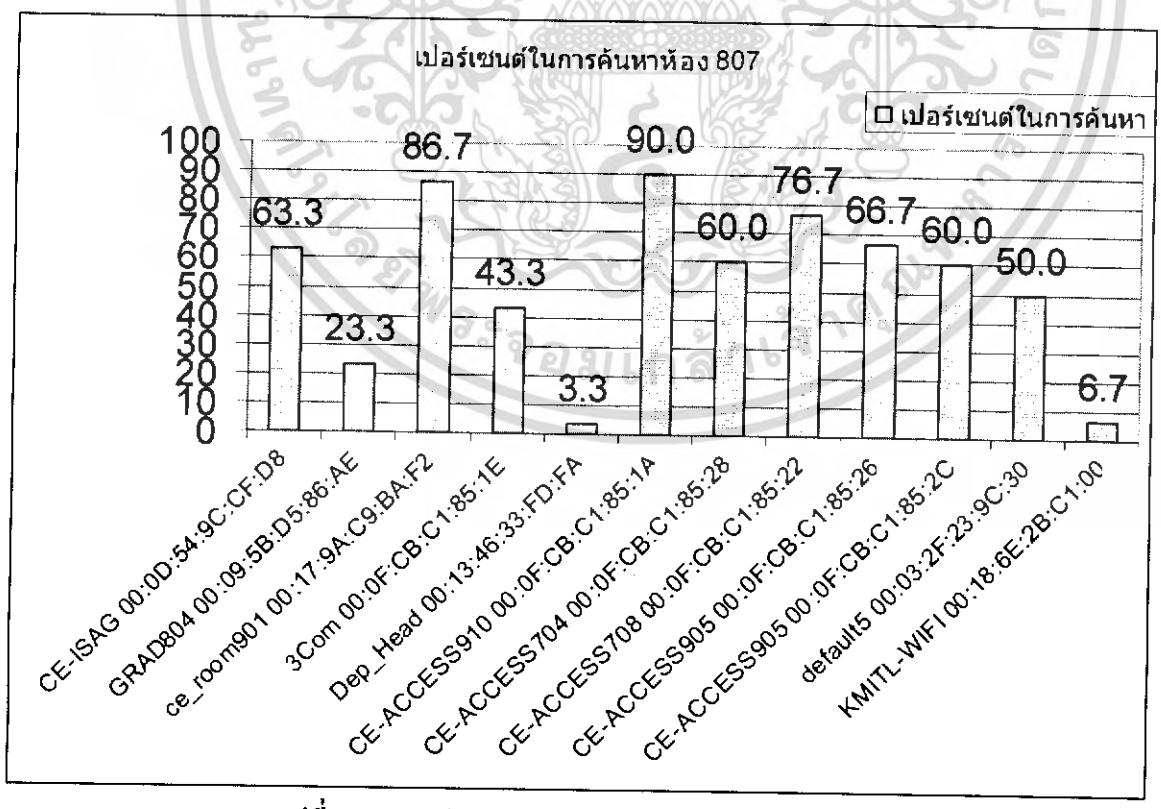


รูปที่ ข-5 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 806

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-6 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 807

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	27	28	29	30	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-66	-62	-	-87	-88	-87	-87	-88	19	63.33
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-82	-82	-	-	-	-	-91	-91	7	23.33
ce_room901 00:17:9A:C9:BA:F2	-72	-59	-86	-85	-89	-	-	-89	26	86.67
3Com 00:0F:CB:C1:85:1E	-66	-67	-	-	-	-83	-83	-82	13	43.33
Dep_Head 00:13:46:33:FD:FA	-91	-	-	-	-	-	-	-	1	3.333
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-83	-	-	-83	-87	-75	-75	-81	27	90
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-87	-	-	-89	-93	-92	-	-90	18	60
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-83	-	-	-84	-89	-80	-86	-	23	76.67
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-87	-	-	-87	-	-90	-89	-89	20	66.67
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-93	-	-	-91	-	-90	-90	-	18	60
default5 00:03:2F:23:9C:30	-85	-	-	-	-	-91	-	-	15	50
KMITL-WIFI 00:18:6E:2B:C1:00	-	-	-	-	-	-	-	-	2	6.667

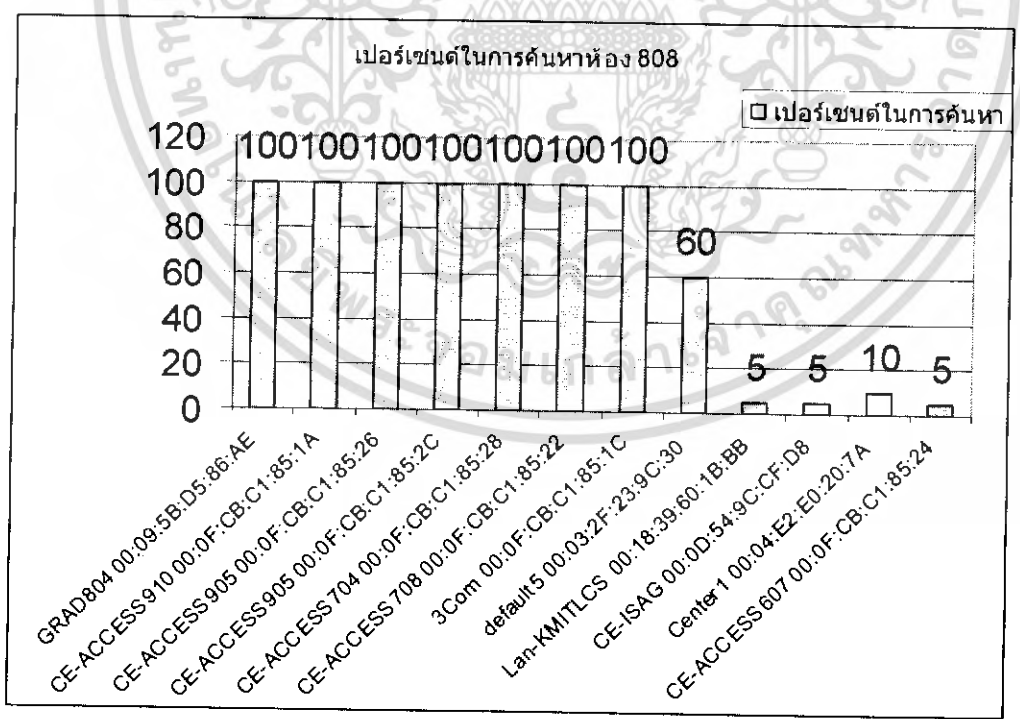


รูปที่ ข-6 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 807

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-7 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 808

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	17	18	19	20	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-67	-67	-67	-67	-63	-64	-64	-64	20	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-67	-70	-68	-69	-71	-67	-70	-68	20	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-79	-78	-77	-78	-75	-74	-73	-73	20	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-66	-66	-66	-66	-65	-64	-64	-64	20	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-80	-80	-81	-80	-82	-80	-80	-81	20	100
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-66	-66	-66	-66	-73	-71	-72	-71	20	100
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-82	-81	-82	-83	-79	-79	-79	-79	20	100
default5 00:03:2F:23:9C:30	-91	-91	-	-	-93	-89	-92	-92	12	60
Lan-KMITLCS 00:18:39:60:1B:BB	-96	-	-	-	-	-	-	-	1	5
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5
Center1 00:04:E2:E0:20:7A	-	-	-	-	-	-95	-95	-	2	10
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-	-	-	-	-	-90	-	-	1	5

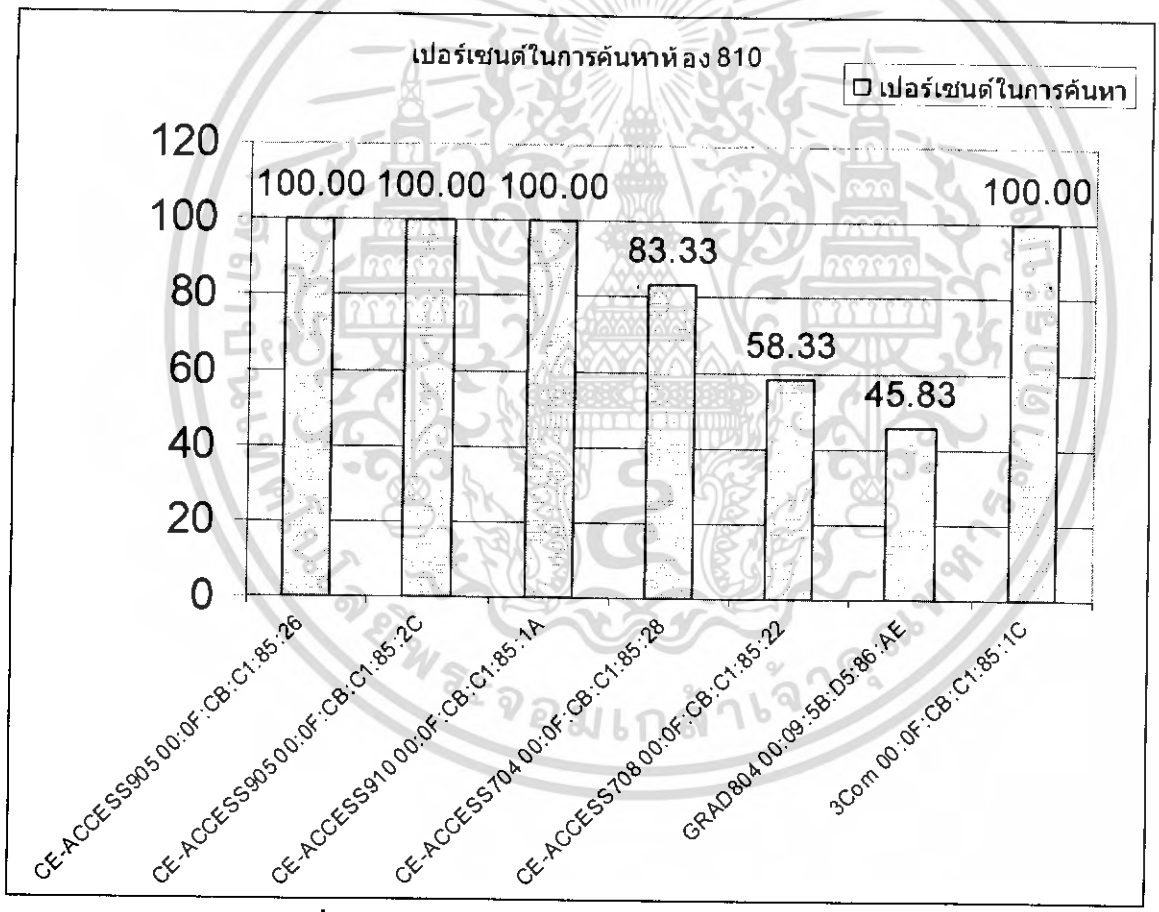


รูปที่ ข-7 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 808

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-8 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 810

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	21	22	23	24	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ในการค้นหา
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-50	-50	-49	-49	-47	-45	-46	-51	24	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-54	-55	-54	-54	-57	-58	-49	-46	24	100
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-57	-58	-58	-57	-57	-60	-59	-59	24	100
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-	-58	-57	-57	-58	-57	-57	-58	20	83.33
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-60	-57	-59	-58	-	-	-	-58	14	58.33
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-	-	-	-	-62	-62	-64	-	11	45.83
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-62	-62	-62	-63	-62	-62	-60	-60	24	100

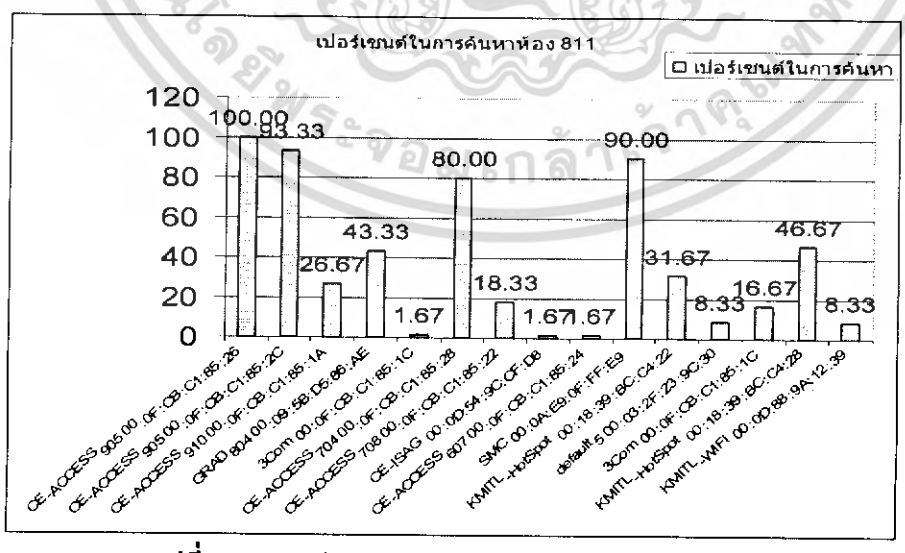


รูปที่ ข-8 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 810

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-9 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 811

Access Point\ครั้ง	01	02	03	04	57	58	59	60	ค้นหา /ครั้ง	เปอร์เซ็นต์ ในการค้นหา
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:26	-74	-67	-63	-65	-75	-75	-72	-72	60	100
CE-ACCESS905 00:0F:CB:C1:85:2C	-83	-89	-89	-87	-91	-	-92	-	56	93.33333
CE-ACCESS910 00:0F:CB:C1:85:1A	-67	-90	-	-	-	-	-	-	16	26.66667
GRAD804 00:09:5B:D5:86:AE	-53	-88	-	-	-	-	-	-	26	43.33333
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-81	-	-	-	-	-	-	-	1	1.666667
CE-ACCESS704 00:0F:CB:C1:85:28	-83	-82	-83	-85	-89	-88	-	-88	48	80
CE-ACCESS708 00:0F:CB:C1:85:22	-77	-	-	-	-	-	-	-	11	18.33333
CE-ISAG 00:0D:54:9C:CF:D8	-88	-	-	-	-	-	-	-	1	1.666667
CE-ACCESS607 00:0F:CB:C1:85:24	-89	-	-	-	-	-	-	-	1	1.666667
SMC 00:0A:E9:0F:FF:E9	-84	-84	-85	-87	-89	-83	-84	-85	54	90
KMITL-HotSpot 00:18:39:BC:C4:22	-	-	-	-85	-	-	-	-	19	31.66667
default5 00:03:2F:23:9C:30	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8.333333
3Com 00:0F:CB:C1:85:1C	-	-	-	-	-	-	-	-	10	16.66667
KMITL-HotSpot 00:18:39:BC:C4:28	-	-	-	-	-	-	-	-86	28	46.66667
KMITL-WIFI 00:0D:88:9A:12:39	-	-	-	-	-93	-	-	-	5	8.333333

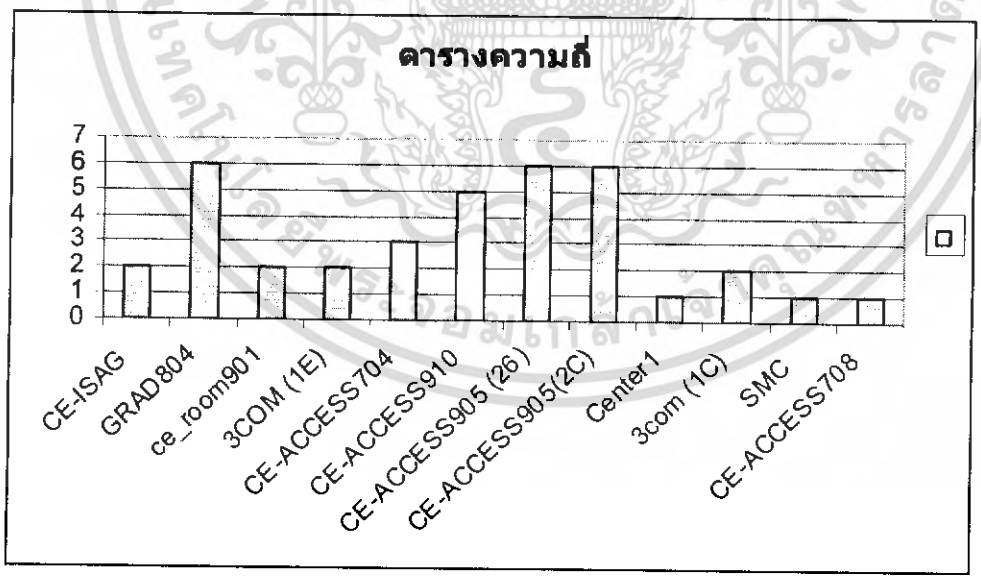


รูปที่ ข-9 การค้นหาสัญญาณในอาคาร ECC ห้อง 811

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-10 ตารางเทียบการค้นหา Access Point

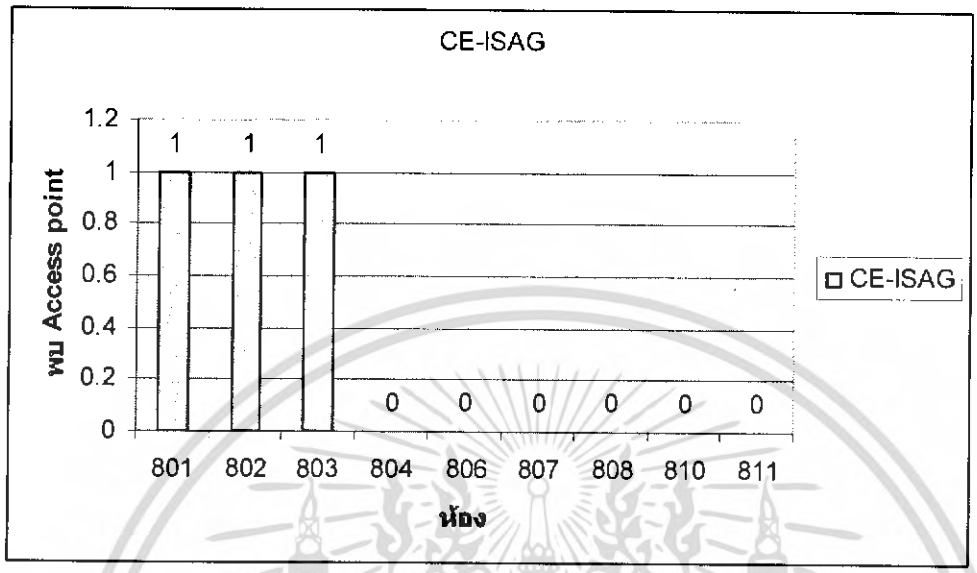
Access Point / Room	CE-ISAG	GRAD804	ce_room901	3COM (1E)	CE-ACCESS704	CE-ACCESS910	CE-ACCESS905 (26)	CE-ACCESS905(2C)	Center1	3com (1C)	SMC	CE-ACCESS708
801	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
802	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
803	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
804	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
806	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1
807	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
808	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
810	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0
811	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0



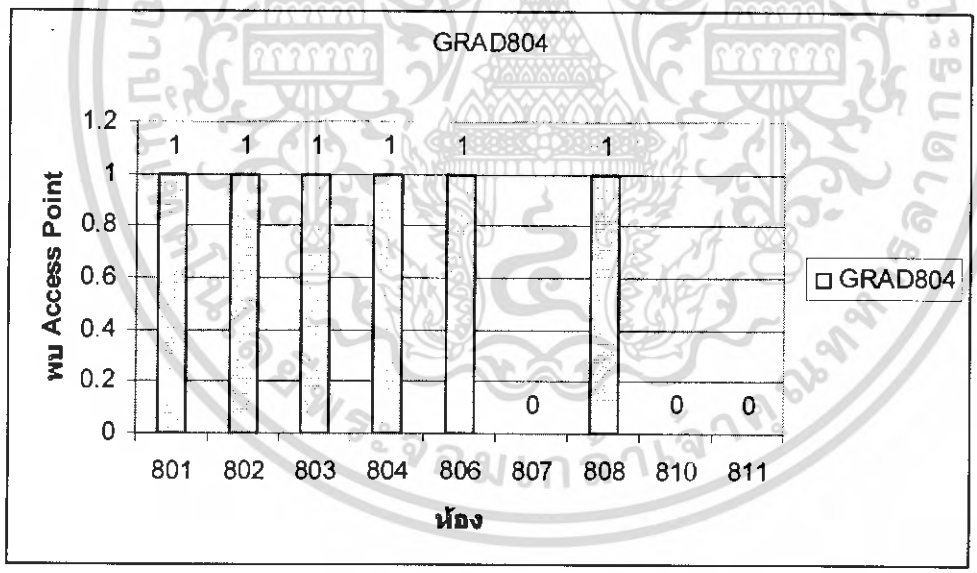
รูปที่ ข-10 ความถี่การค้นหา Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กราฟแสดง Access Point ว่าสามารถรับที่ห้องใดได้บ้าง โดยหากมีการพบสัญญาณในห้องนั้นจะมีค่าเป็น '1' แต่หากไม่พบสัญญาณในห้องนั้นจะมีค่าเป็น '0'

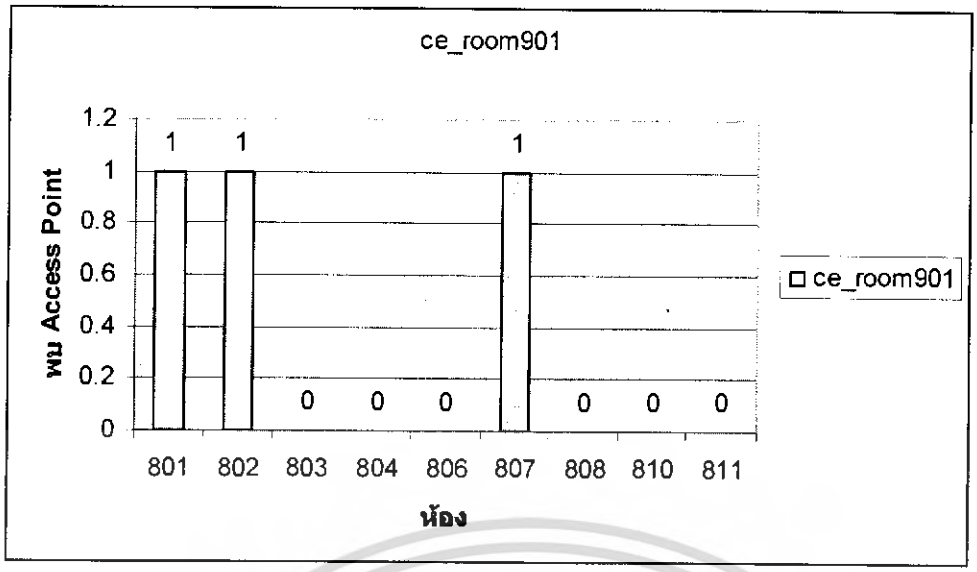


รูปที่ ข-11 Access Point CE-ISAG

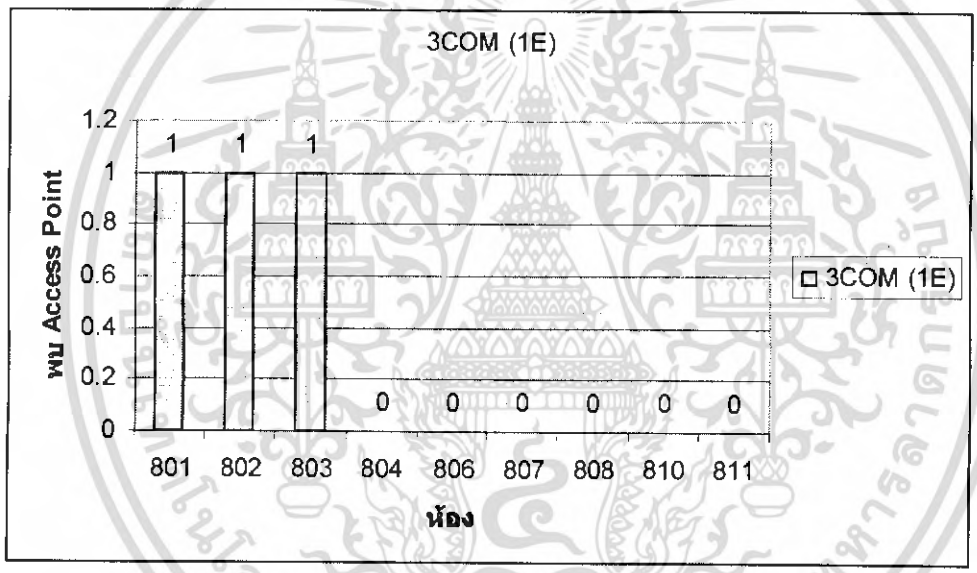


รูปที่ ข-12 Access Point GRAD804

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

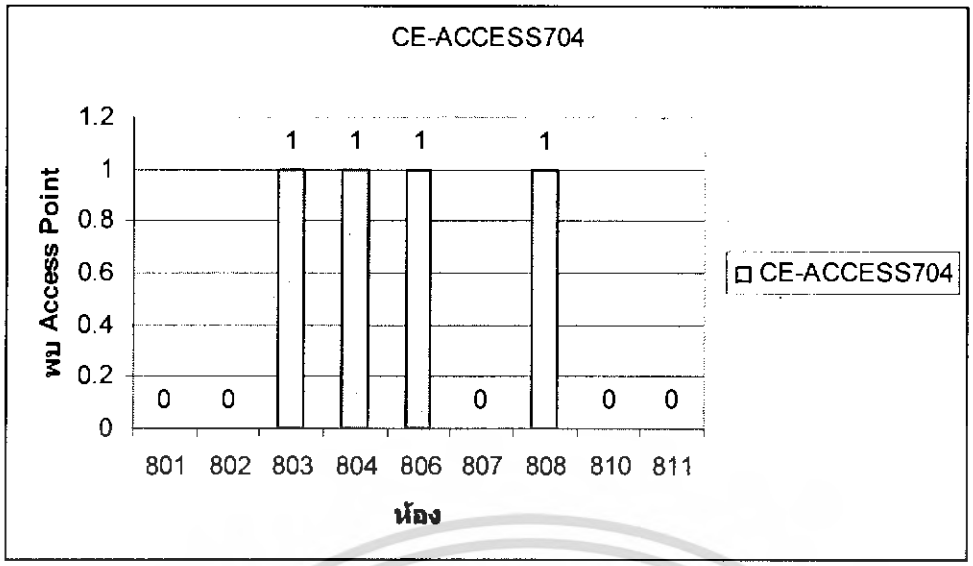


รูปที่ ข-13 Access Point ce_room901

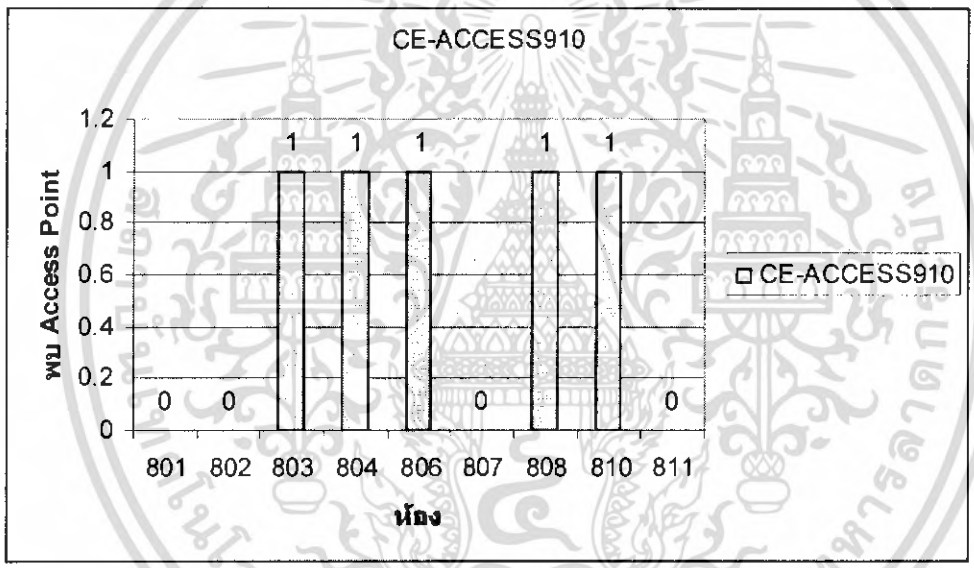


รูปที่ ข-14 Access Point 3COM (1E)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

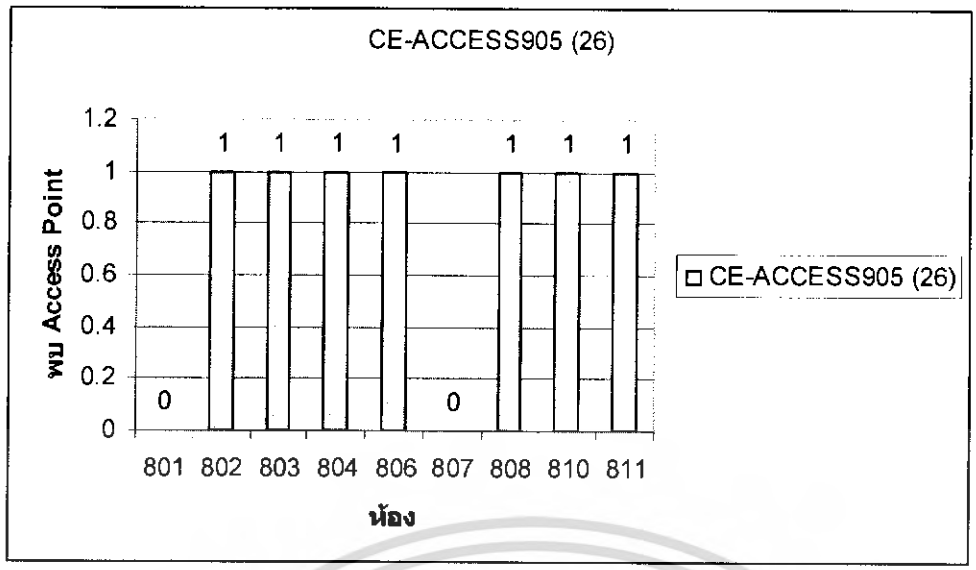


รูปที่ ข-15 Access Point CE-ACCESS704

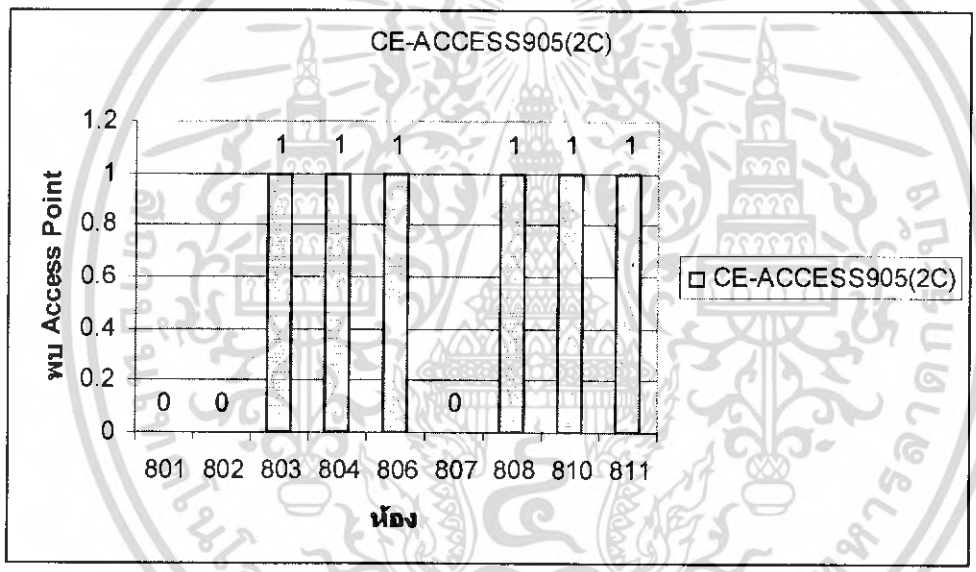


รูปที่ ข-16 Access Point CE-ACCESS910

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

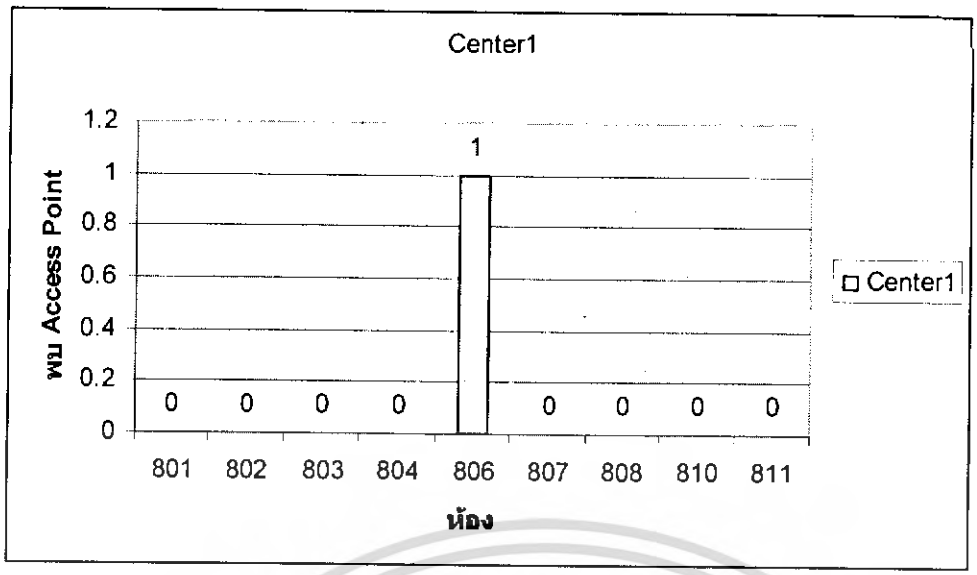


รูปที่ ข-17 Access Point CE-ACCESS905 (26)

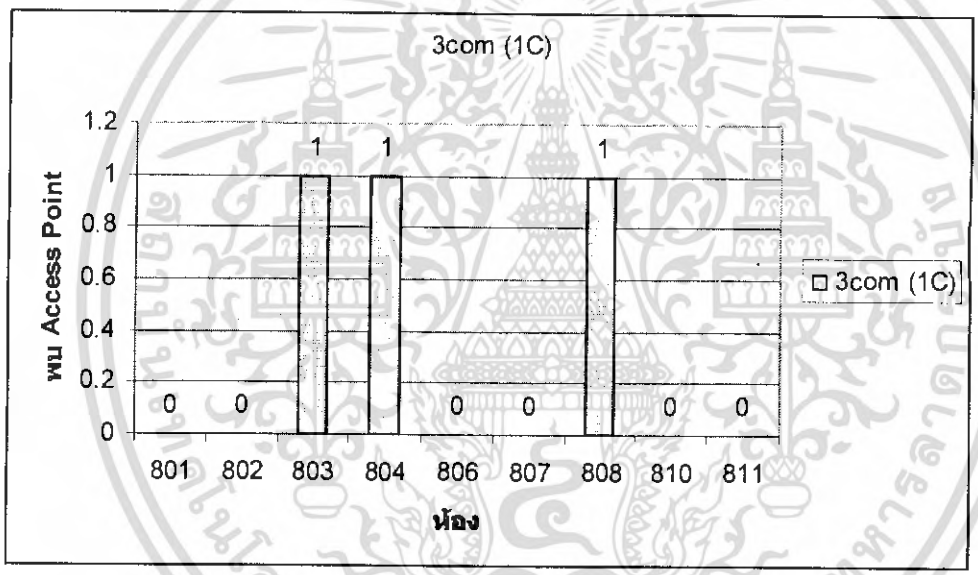


รูปที่ ข-18 Access Point CE-ACCESS905 (2C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

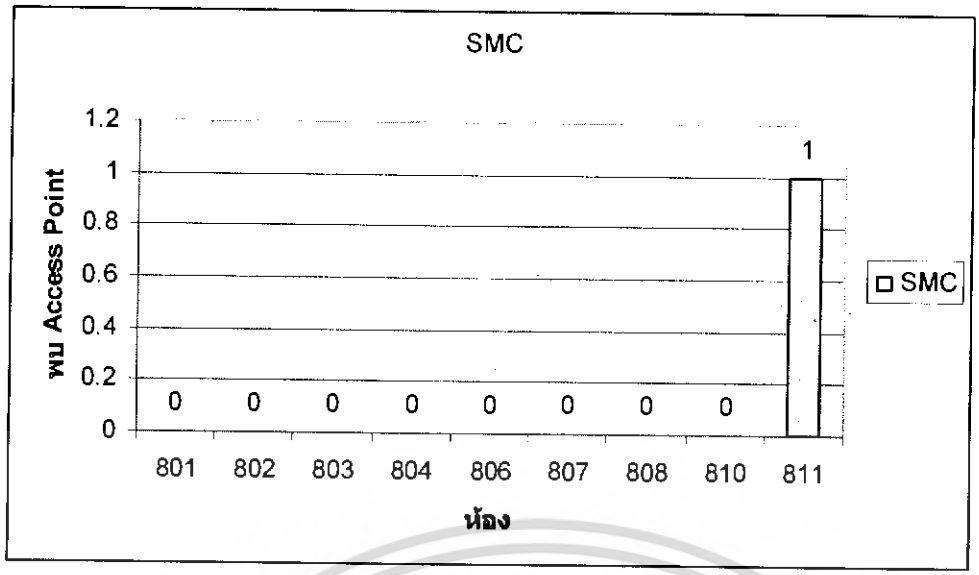


รูปที่ ข-19 Access Point Center1

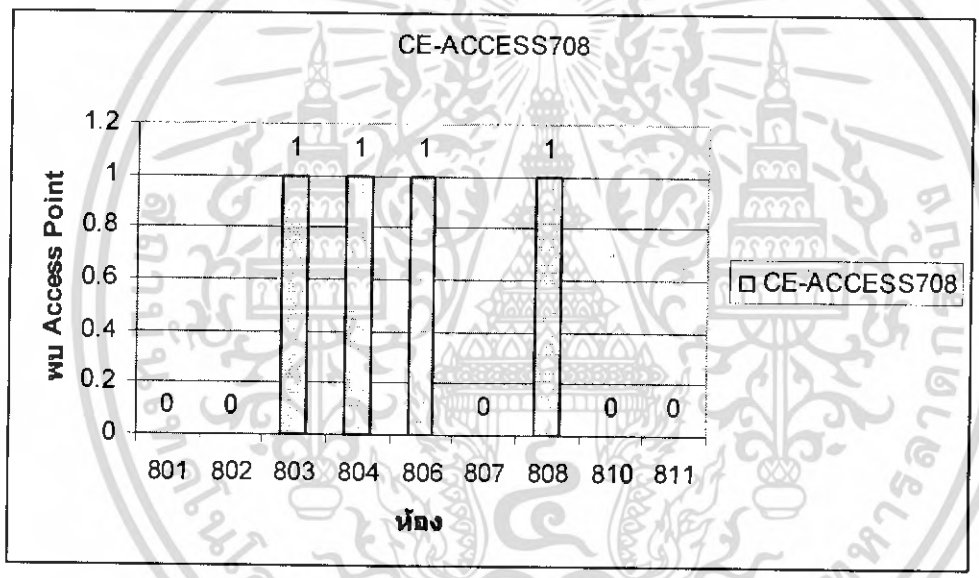


รูปที่ ข-20 Access Point 3COM (1C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

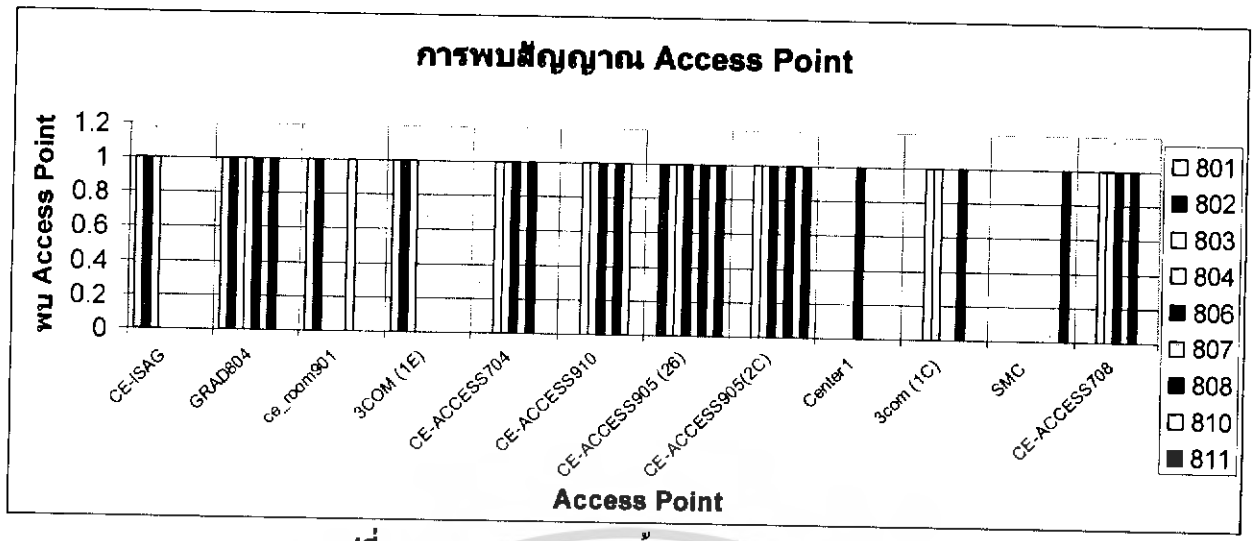


รูปที่ ข-21 Access Point SMC



รูปที่ ข-22 Access Point CE-ACCESS708

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข-23 การสัญญาณในชั้น 8 อาคาร ECC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้