สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การกำหนดจุดติดตั้งแอคเซสพ้อยท์ในเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย

ACCESS POINT LOCATION DETERMINATION IN WIRELESS LAN

กรวิก สุริยา

อภิรัฐ อนุสรณัฐพงศ์

วพ.
ก 1827
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....82045
วัน,เดือน,ปี.....-4 ก.ค. 2551

.b.....1197315
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การกำหนดจุดติดตั้งแอคเซสพ้อยท์ในเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย

ACCESS POINT LOCATION DETERMINATION IN WIRELESS LAN

ผู้จัดทำ

1. นายกรวิก สุริยา รหัสนักศึกษา 48015324

2. นายอภิรัฐ อนุสรณัฐพงศ์ รหัสนักศึกษา 48015364

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์อำนาจ ขาวเน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดจุดติดตั้งแอคเซสพ้อยท์ในเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย

นายกรวิก สุริยา 48015324
นายอภิรัฐ อนุสรณัฐพงศ์ 48015364
อาจารย์อำนาจ ขาวเน อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ เป็นการนำเสนอการติดตั้ง Wireless Access Point ซึ่งเป็นปัญหาในปัจจุบันที่การติดตั้งตัว Wireless Access Point ยังไม่มีประสิทธิภาพที่ดีพอกับความสามารถที่ควรจะเป็นหรือตามความเหมาะสมตามใช้งานขององค์กร ซึ่งส่งผลปัญหาในหลายด้านเช่น ปัญหาในการติดตั้งอุปกรณ์ใหม่เมื่อสัญญาณรับส่งไม่ดีพอหรือมีการรบกวนกันระหว่างอุปกรณ์ด้วยกัน จึงทำให้เสียเวลาในส่วนนั้น และปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายในการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเมื่อการบริการของอุปกรณ์ไม่ได้ประสิทธิภาพมากพอ ซึ่งในส่วนนี้เราสามารถวางแผนในการติดตั้งอุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้ โดยนำเสนอโปรแกรมที่เรียกว่า Wireless Access Point Simulator จะเป็นโปรแกรมที่จะใช้วางแผนการติดตั้งอุปกรณ์ Wireless Access Point และการสร้างความเสมือนขององค์กรในลักษณะของ 2 มิติ และสังเกตการณ์กระจายตัวของสัญญาณที่จะพิจารณาเรื่องของลดทอนของ Environment ต่างๆในมุมมองลักษณะ Top View และยังพิจารณาในเรื่อง Channel ที่ใช้ของช่องสัญญาณที่นำไปใช้ เพื่อป้องกันการ Co-Channel และสัญญาณข้างเคียงที่เกิดการรบกวนกันขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Access Point Location Determination in Wireless LAN

Mr. Korrawig	Suriya	48015324
Mr. Apirat	Anusornnattapong	48015364
Mr. Amnach	Khawne	Advisor

Academic Year 2007

ABSTRACT

This thesis presents a method of setting up the wireless access point. Which that became today problem. The way to set up wireless access point is not efficient enough for the organization as it suppose to be or suitable for using and it cause many problems; for example, the problem when we install the new access point is that the signal is not good at transmission and reception, or the signal is disturbed by the other access point, which waste of time and cause high payment to install the equipment when the equipment does not work well. In this case, we can plan to install the equipment for reduce the cost. We can solve this problems by present a program that called "Wireless Access Point Simulator", and this program will be use for install wireless access point and will create of the simulation as similar to situation environment on 2D in top view display of organize and also consider about the channel of signal for avoidance "Co-Channel Interface" and "Adjacent Channel Interference", which create the noise problems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อำนาจ ขาวเน ที่ให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงงานและชี้แนะปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านต่างๆ เพื่อหาวิธีการแก้ไขที่ดีที่สุดแก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณ ผศ. ธนา หงษ์สุวรรณ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ เกี่ยวกับทฤษฎีของ Wireless Access Point ในเรื่องของการรบกวนกันของสัญญาณและการทำ roaming ซึ่งส่งผลให้เข้าใจในการทำงานดังกล่าวจนสามารถทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ขึ้นได้

ขอขอบคุณ ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้กรุณาสถานที่และสละเวลา เพื่อการทดสอบค่าประสิทธิภาพของ Wireless Access Point

ขอขอบคุณ ห้องวิจัย Multimedia Laboratory ที่ให้คณะผู้จัดทำใช้สถานที่ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโครงงานมาโดยตลอด

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆและพี่ๆปริญญาโทของคณะผู้จัดทำ ซึ่งให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเรียนและให้กำลังใจโดยตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญานิพนธ์เล่มนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่เคารพยิ่ง ทั้งเรื่องค่าใช้จ่าย ความรู้ที่ดีต่างๆ และกำลังใจเกี่ยวกับเรื่องการเรียนมาโดยเสมอมา

นายกรวิก สุริยา

นายอภิรัฐ อนุสรณัฐพงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง..... X

สารบัญรูป.....XI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 แนะนำเทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย.....3

2.2 Wireless Application Protocol (WAP).....4

2.2.1 Application Layer.....4

2.2.1.1 Microbrowser.....4

2.2.1.2 Wireless Markup Language (WML).....4

2.2.1.3 WMScript.....4

2.2.1.4 Wireless Telephony Applications (WTA) 4

2.2.2 Session Layer.....5

2.2.3 Transaction Layer.....5

2.2.4 Security Layer.....5

2.2.5 Transport layer.....6

2.3 มาตรฐานต้นแบบ IEEE 802.11 LAN.....6

2.3.1 IEEE 802.11b.....6

2.3.2 IEEE802.11a.....7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.3 IEEE 802.11g....7

2.3.4 IEEE 802.11e....8

2.3.5 IEEE 802.11n....8

2.4 ทฤษฎีคลื่นวิทยุและการนำไปใช้งาน....9

2.4.1 การเกิดขึ้นของคลื่น....9

2.4.2 ความถี่ของคลื่น (Frequency)....9

2.4.3 ความแรงของคลื่น (Amplitude)....10

2.4.4 การทดทอนของคลื่น (Attenuation)....10

2.4.5 สิ่งกีดขวางมีผลต่อการรับสัญญาณคลื่น....10

2.4.6 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง....11

2.4.7 เครื่องส่งสัญญาณ (Transmitter)....12

2.4.8 เสาอากาศ (Antenna)....12

2.4.9 เครื่องรับสัญญาณวิทยุ (Receiver)....12

2.5 ทฤษฎีเสาอากาศเบื้องต้น....13

2.5.1 เสาอากาศแบบรอบตัว (omni Direction Antenna)....15

2.5.2 เสาอากาศแบบทิศทาง (Directional Antenna)....15

2.6 ค่าประสิทธิภาพการแพร่กระจายคลื่นของระบบส่ง....15

2.7 สัญญาณรบกวน (Noise)....16

2.7.1 สัญญาณรบกวนจากชั้นบรรยากาศ....16

2.7.2 สัญญาณรบกวนจากอวกาศ....16

2.7.3 สัญญาณรบกวนที่เกิดจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น....17

2.7.4 สัญญาณรบกวนภายในตัวอุปกรณ์ในเครื่องรับ....17

2.8 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio)....17

2.9 สัญญาณรบกวนที่เกิดจากระบบสื่อสารรบกวนกันเอง....18

2.9.1 การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง....18

2.9.2 เทคนิคการป้องกันการรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง....19

2.9.3 การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน....20

2.10 เทคนิคการ Modulation....20

2.10.1 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.10.2 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)..... 21

2.10.3 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex).....22

2.11 การแบ่งช่องสัญญาณและแบนด์วิธของระบบเครือข่ายไร้สาย.....22

2.12 การเลือกตำแหน่งในการติดตั้ง Access Point.....24

2.12.1 ติดตั้ง Access Point ห้อยไว้กับเพดา.....24

2.12.2 ติดตั้ง Access Point ไว้ข้างฝาผนัง.....24

2.12.3 ติดตั้งบนโต๊ะ.....24

2.13 โซลูชันการใช้งานเครือข่ายไร้สาย (Solution of Wireless LAN)..... 25

2.13.1 การติดตั้ง Ad-hoc Wireless LAN.....25

2.13.2 การติดตั้งแบบ Infrastructure.....26

2.14 ขยายพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย..... 27

2.14.1 เครือข่ายไร้สายแบบให้บริการ (Roaming)..... 27

2.14.2 ปรับเปลี่ยนสายอากาศของแอ็กเซสพอยน์ให้เป็นสายอากาศเกนสูง (High Gain Antenna).....28

2.14.3 เพิ่มกำลังวัตต์รับ-ส่งของ Access Point ด้วยอุปกรณ์ขยายสัญญาณ. (Signal Booster).....29

2.14.4 ขยายพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สายแบบ Infrastructure ด้วย Wireless Repeater.....29

2.15 ในการออกแบบเครือข่ายไร้สายทั่วไป.....30

2.15.I การเรียนรู้มาตรฐานระบบ Wireless LAN.....31

2.15.2 พื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย (Coverage Area).....31

2.15.3 ความจุของเครือข่าย (Capacity).....31

2.15.4 ความปลอดภัยกับเครือข่ายไร้สาย (Security).....31

2.16 ลักษณะการลดทอนของระบบเครือข่ายไร้สาย.....32

2.16.1 การลดทอนสัญญาณของคลื่นตามระยะทาง.....32

2.16.2 การลดทอนของคลื่นที่เดินทางผ่านตัวกลาง.....32

2.16.3 การกระจายของสัญญาณอันเกิดจากเครื่องรับและส่งไม่ได้อยู่ในระยะสายตา.....33

2.17 การคำนวณความแรงสัญญาณระหว่างภาครับและภาคส่ง (Link Margin).....33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ออกแบบและพัฒนาระบบ....36

3.1 การออกแบบโครงงานในลักษณะของ UML....36

3.1.1 การแยกส่วนระบบ (Sub Systems)....36

3.1.1.1 User Interface....36

3.1.1.2 Load File of .BMP .JPG, .SWLAN....37

3.1.1.3 Create, Edit Environment and AP....37

3.1.1.4 Calculator of Attenuations....37

3.1.1.5 Generate and Control Graphics....37

3.1.1.6 New, Open, Save, Print, Help....37

3.1.2 Use Case....38

3.1.2.1 User Requirement....38

3.1.2.2 System Requirement....39

3.1.3 Sequence Diagram....41

3.1.3.1 โหมดแสดงภาพแผนที่....41

3.1.3.2 โหมดจำลองสภาพแวดล้อม....41

3.1.3.3 แสดงการกระจายตัวของสัญญาณ....42

3.1.3.4 การบันทึกข้อมูล....43

3.1.3.5 การเปิดไฟล์ข้อมูล....43

3.1.3.6 การพิมพ์ข้อมูล....44

3.1.4 Class Diagram....45

3.1.4.1 Class AccessPoint....46

3.1.4.2 Class Environment....46

3.1.4.3 Class DatabaseManagement....47

3.1.4.4 Class SignalColor....47

3.1.4.5 Class Calculator....47

3.1.4.6 Class ChildForm....48

3.1.4.7 Class FormManagement....48

3.1.4.8 Class Save....49

3.1.4.9 Class Open....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.1.4.10 Class Print....49

3.1.5 UI (User Interface)....50

3.1.5.1 Menu Bar....50

3.2 สูตรที่ใช้ในการคำนวณต่างๆ....52

3.2.1 ค่าประสิทธิภาพการแพร่กระจายคลื่นของระบบส่ง (Effective Isotropic Radiated Power)....52

3.2.2 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio)....52

3.2.3 การคำนวณความแรงของสัญญาณระหว่างภาครับและภาคส่ง....52

บทที่ 4 ทดสอบและสรุปผลของโครงงาน....53

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ....53

4.2 การทดสอบวัดสัญญาณแบบต่างๆเพื่อเก็บรายละเอียดสำหรับโครงงาน....53

4.2.1 การวัดสัญญาณแบบ Free Space....53

4.2.2 สัญญาณที่ถูกลดทอนจาก Environment ต่างๆ....60

4.3 ส่วนของการทดสอบโปรแกรม....63

4.3.1 การทดสอบการทำงานของการเปิดโปรแกรมขึ้นใช้งาน....63

4.3.2 การทดสอบการทำงานของการสร้างการจำลองการกระจายตัวของ Access Point (โหมดที่ 1)....63

4.3.3 การทดสอบการทำงานของการสร้างการจำลองการกระจายตัวของ Access Point (โหมดที่ 2)....65

4.3.4 การทดสอบการทำงานของการบันทึกข้อมูล (โหมดที่ 1)....67

4.3.5 การทดสอบการทำงานของการบันทึกข้อมูล (โหมดที่ 2)....68

4.3.6 การทดสอบการทำงานของการเปิดไฟล์ (โหมดที่ 1)....69

4.3.7 การทดสอบการทำงานของการเปิดไฟล์ (โหมดที่ 2)....70

4.3.8 การทดสอบการกำหนดค่าของวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม....72

4.3.9 การทดสอบการดูผลก่อนพิมพ์และการพิมพ์....73

4.3.10 การทดสอบการกระจายตัวของสัญญาณ....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3.11 การทดสอบการเลือกตัว Access Point....75
4.4 ทดสอบโปรแกรมและเปรียบเทียบกับการวัดจริง.... 77

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป....82
5.1 บทวิจารณ์และสรุป....82
5.2 ปัญหาที่พบ....83
5.3 ข้อจำกัด....83
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ....84

บรรณานุกรม....85

ภาคผนวก....86
ภาคผนวก ก....86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงช่องความถี่ แบนด์วิธที่ใช้ และช่องชี้นี้อยู่ในชุดความถี่ใดของระบบ Wireless LAN....23
2.2 ใช้คำนวณค่าความแรงสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างภาครับและส่ง (Link Margin)....34
2.3 ตัวแปรสำหรับแทนค่าเพื่อคำนวณหาระยะทางสูงสุดที่จะใช้งานได้....35
4.1 แสดงถึงการวัดสัญญาณ โดยใช้โปรแกรม Network Strumbler....54
4.2 แสดงการคำนวณเพื่อหาค่าการลดทอนในระยะ Free Space....55
4.3 แสดงถึงรุ่น Access Point ต่างๆที่นำมาใช้โครงงาน....55
4.4 แสดงการคำนวณเพื่อหาระยะสูงสุดเพื่อพิสูจน์กับ Access Point ตัวอย่าง....56
4.5 แสดงถึงรายละเอียดจากการวัดสถานที่จริงและผลที่ได้จากการรันโปรแกรม....79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แสดงถึง ความเร็วและระยะทางของเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายประเภทต่างๆ..... 3
2.2 แสดงถึง เขตเงาสัญญาณที่เกิดขึ้นกับสัญญาณ Wireless..... 10
2.3 แสดงถึง การสะท้อนและการเดินของคลื่นจากหลายทิศทาง..... 11
2.4 แสดงถึง การแพร่กระจายคลื่นของเสาอากาศแบบไอโซโทรปิก ไดโพล และยากิ..... 14
2.5 แสดงถึง ทิศทางการแพร่กระจายคลื่นในแนวนอน (E-Plane) กับทิศทาง
การแพร่กระจายคลื่นในแนวตั้ง (H-Plane)..... 14
2.6 แสดงถึง สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณรบกวนที่อาจจะพบได้ในช่วงความถี่
Wireless LAN..... 17
2.7 แสดงถึง การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงเมื่อช่องทั้งสองมีความถี่
ใกล้เคียงกันมาก..... 19
2.8 แสดงถึง การป้องกันการรบกวนระหว่างช่องสัญญาณข้างเคียงด้วย Guard Band 19
2.9 แสดงถึง การรบกวนกันภายในช่องสัญญาณเดียวกัน..... 20
2.10 แสดงถึง ช่องสัญญาณของระบบเครือข่ายไร้สายที่ไม่ซ้อนทับกัน..... 22
2.11 แสดงถึง เครือข่ายไร้สายแบบ Ad-Hoc หรือ Peer to Peer..... 25
2.12 แสดงถึง เครือข่ายไร้สายแบบ Infrastructure หรือ Client/Server..... 27
2.13 แสดงถึง เครือข่ายไร้สายให้บริการแบบโรมมิ่ง (Roaming)..... 28
2.14 แสดงถึง แบบรัศมีการแพร่กระจายคลื่นของ Access Point ที่ใช้สายอากาศ
Omni Direction 2.2, 5.2dBi..... 29
2.15 แสดงถึง ขยายขอบเขตพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย Infrastructure ด้วย
Wireless LAN Repeater..... 30
2.16 แสดงถึง ขั้นตอนการศึกษาเพื่อออกแบบระบบเครือข่ายไร้สาย..... 31
3.1 แสดงถึงการแยกส่วนของโครงงานออกมาเพื่อง่ายต่อการออกแบบ..... 36
3.2 แสดงถึงโครงสร้างทั้งหมดของ Use Caseเรียกว่า“Use Case Diagram”..... 40
3.3 แสดงการเลือกโหมดแสดงภาพแผนที่..... 41
3.4 แสดงการเลือกโหมดจำลองสภาพแวดล้อม..... 42
3.5 แสดงการทำงานของการแสดงการกระจายตัวของสัญญาณ..... 42
3.6 แสดงการทำงานในส่วนของการบันทึกข้อมูล..... 43
3.7 แสดงการทำงานในส่วนของการเปิดไฟล์ข้อมูล..... 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.8 แสดงการทำงานในส่วนของการพิมพ์ข้อมูล....44

3.9 แสดงถึงโครงสร้างทั้งหมดของ Class Diagram ที่นำมาใช้กับโครงงานนี้....45

3.10 แสดงถึงคำสั่งต่างใน Menu bar ของตัวโครงงาน....50

3.11 แสดงถึง UI Dialog ของการ Create Environment....51

3.12 แสดงถึง UI Dialog ของการ Create Access Point....51

4.1 แสดงถึงสัญญาณที่ถูกทดสอบและจากการคำนวณ แสดงออกมาเป็นกราฟ....60

4.2 แสดงถึงค่าการลดทอนที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับตัวโครงงาน....61

4.3 แสดงถึงค่าการลดทอนที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับตัวโครงงาน....61

4.4 แสดงถึงค่าการลดทอนที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับตัวโครงงาน....62

4.5 แสดงกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟสของโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน....63

4.6 แสดงการสร้างการทำงานในโหมดที่ 1....64

4.7 แสดงกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟสในโหมดที่ 1....64

4.8 แสดงการสร้างวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม ในโหมดที่ 1....65

4.9 แสดงการสร้างการทำงานในโหมดที่ 2....66

4.10 แสดงการสร้างวัตถุ Access Point และการโหลดแผนผังโครงสร้างในโหมดที่ 2....66

4.11 แสดงการบันทึกวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมในโหมดที่ 1....67

4.12 แสดงไฟล์ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมโหมดที่ 1....67

4.13 แสดงการบันทึกข้อมูลรูปภาพ(.BMP, .JPG, .GIF) โหมดที่ 2....68

4.14 แสดงไฟล์ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลรูปภาพ(.BMP, .JPG , .GIF) โหมดที่ 2....68

4.15 แสดงการเปิดไฟล์นามสกุล .SWLAN ในโหมดที่ 1....69

4.16 แสดงวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมเมื่อเปิดไฟล์ .SWLAN ในโหมดที่ 1....70

4.17 แสดงการเปิดไฟล์นามสกุล .BMP ในโหมดที่ 1....70

4.18 แสดงการเปิดไฟล์นามสกุล .BMP (แผนผังโครงสร้าง) ในโหมดที่ 2....71

4.19 แสดงหน้ากำหนดค่าของวัตถุ Access Point....72

4.20 แสดงหน้ากำหนดค่าของวัตถุสภาพแวดล้อม....72

4.21 แสดงการดูผลก่อนพิมพ์....73

4.22 แสดงการทำงานของหน้าพิมพ์ข้อมูลภาพ....73

4.23 แสดงการกระจายตัวของสัญญาณในโหมดที่ 1....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.24 แสดงการกระจายตัวของสัญญาณในโหมดที่ 2 74
4.25 แสดงค่าความแรงของสัญญาณในกรณีที่เลือกดู Access Point ที่ SSID AP1 และ AP2 75
4.26 แสดงหน้าการกำหนดค่าการเลือกดัว Access Point 76
4.27 แสดงค่าความแรงของสัญญาณในกรณีที่เลือกดู Access Point ที่ SSID AP1 77
4.28 แสดงถึงรูปสถานที่ที่ได้ทำการวัดสัญญาณและนำมาใช้การเปรียบเทียบ 78
4.29 แสดงถึงผลที่ได้จากการรันจากโปรแกรมที่ได้พัฒนา 78
4.30 แสดงถึงแผนภูมิของสัญญาณที่วัดจากการทดสอบโปรแกรมกับการวัดจริง(Free Space) 80
4.31 แสดงถึงแผนภูมิของสัญญาณที่วัดจากทดสอบโปรแกรมกับการวัดจริง (Attenuation) 80
4.32 แสดงถึงแผนภูมิของสัญญาณที่วัดจากทดสอบโปรแกรมกับการวัดจริง (Attenuation) 81
ก.1 แสดงถึงหน้าต่างของ License Agreement 86
ก.2 แสดงถึงหน้าต่างของการเลือกรูปแบบในการติดตั้งโปรแกรม 87
ก.3 แสดงถึงหน้าต่างของการเลือกที่จัดเก็บของตัวโปรแกรม 87
ก.4 แสดงถึงหน้าต่างในการคัดลองไฟล์ของโปรแกรม 88
ก.5 แสดงถึงหน้าต่างของคู่มือการใช้โปรแกรม 88
ก.6 แสดงถึงขั้นตอนการกำหนด Interface ในการใช้งานกับ Access Point 89
ก.7 แสดงถึงโปรแกรมสามารถที่จะติดต่อกับ Access Point ตัวอื่นผ่าน 90
ก.8 แสดงถึงการเลือกสัญญาณที่เราต้องการตรวจวัด 90
ก.9 แสดงถึงค่าต่างๆที่ได้จาก Access Point ตัวที่ตรวจวัด 91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันนี้การที่จะตั้งระบบเครือข่าย Wireless LAN ขึ้นมาหนึ่งเครือข่ายนั้นทำได้โดยไม่ยาก แต่ในทางความเป็นจริงแล้วยังมีจุดที่จะต้องคำนึงและเป็นสิ่งที่ผู้ทำงานเกี่ยวกับ Design and Implement Network ควรจะเข้าใจและศึกษาการทำงานและระบบต่างๆของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับ Wireless LAN ว่ามีปัจจัยในการออกแบบอะไรบ้าง หรือสิ่งที่มีผลกระทบต่อระบบเครือข่าย Wireless LAN เช่น สภาพแวดล้อมต่างๆ หรือสิ่งที่จะต้องปรับใช้งาน เพื่อให้มีความสามารถสูงสุดต่อทรัพยากรที่ใช้

โดยในส่วนของรายงานและผลการทดลองในรายงานฉบับนี้จะพูดถึงเกี่ยวกับ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบเครือข่าย Wireless LAN การแพร่กระจายของสัญญาณ การลดทอนของสัญญาณ การหาขีดความสามารถในการติดตั้ง Access Point ให้มากที่สุด และการนำหลักการดังกล่าวนำไปใช้ ทำให้ได้ปัญหาหลักๆ ได้ดังนี้

1.1.1 จุดติดตั้ง Access Point ที่ไม่เหมาะสมในการให้บริการ

1.1.2 ความล่าช้าในการหาจุดติดตั้ง Access Point ที่เหมาะสมหรืออาจมีการปรับปรุงแก้ไขในภายหลัง

1.1.3 ทรัพยากรที่จำกัดและสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 ศึกษาการทำงานของ Access Point

1.2.2 ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Visual Studio C#

1.2.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรมด้าน Graphics

1.2.4 ศึกษาการออกแบบระบบด้วย UML (Unified Modeling Language)

1.2.5 พัฒนาโครงงานเพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการติดตั้ง Access Point

1.2.6 พัฒนาโครงงานเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการติดตั้ง Access Point

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Visual Studio C#

1.3.2 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของ Graphic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการวางแผนระบบด้วย UML

1.3.4 ทำให้เข้าใจระบบ Wireless LAN ซึ่งเป็นความรู้ที่นำไปใช้ Design and Implement Network ได้ง่ายขึ้นและได้ผลประสิทธิภาพสูงสุด

1.3.5 ทำให้หลีกเลี่ยงการลดทอนที่เกิดขึ้นจากสภาวะแวดล้อมต่างๆ ก่อนที่จะติดตั้งตัว Access Point จริง

1.3.6 ผู้ใช้สามารถเข้าใจและใช้โครงงานนี้ในการออกแบบ WLAN ได้ง่ายขึ้น

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ระบบสามารถทำงานได้ 2 รูปแบบ

- โหลดภาพแผนที่
- จำลองสภาพแวดล้อม

1.4.2 ระบบสามารถสร้าง Access Point และสภาพแวดล้อมจำลองขึ้นมาได้

1.4.3 สามารถกำหนดตำแหน่งของ Access Point และสภาพแวดล้อมจำลอง

1.4.4 กำหนดค่าความแรงของสัญญาณ Access Point จำลองได้ 2 แบบ

- เลือกจากที่ระบบมีให้
- กำหนดค่าเอง

1.4.5 กำหนดค่าความต้านทานของสภาพแวดล้อมจำลองได้ 2 แบบ

- เลือกจากที่ระบบมีให้
- กำหนดค่าเอง

1.4.6 โปรแกรมสามารถแสดงการกระจายตัวของสัญญาณ Access Point โดยใช้ Graphic ในการแสดงผล ในลักษณะ 2 มิติ

1.4.7 สามารถบันทึกผลการ Simulate ในรูปแบบไฟล์นามสกุล BMP, JPG , GIF, SWLAN

1.4.8 สามารถเลือกการแสดงข้อมูลว่าจะให้แสดงผลใน Access Point ตัวใด

1.4.9 สามารถ Print Preview โครงงาน ก่อนที่จะทำการ Print ออกมาจาก Printer จริง

1.4.10 การจำลองการกระจายตัวของสัญญาณไม่คิดถึงหลักการสะท้อน การดูดซับคลื่น การหักเห

1.4.11 โปรแกรมจะมีคู่มือการใช้งาน สำหรับให้ผู้ใช้ศึกษาก่อนใช้งานจริงหรือไม่เข้าใจในส่วนอื่น

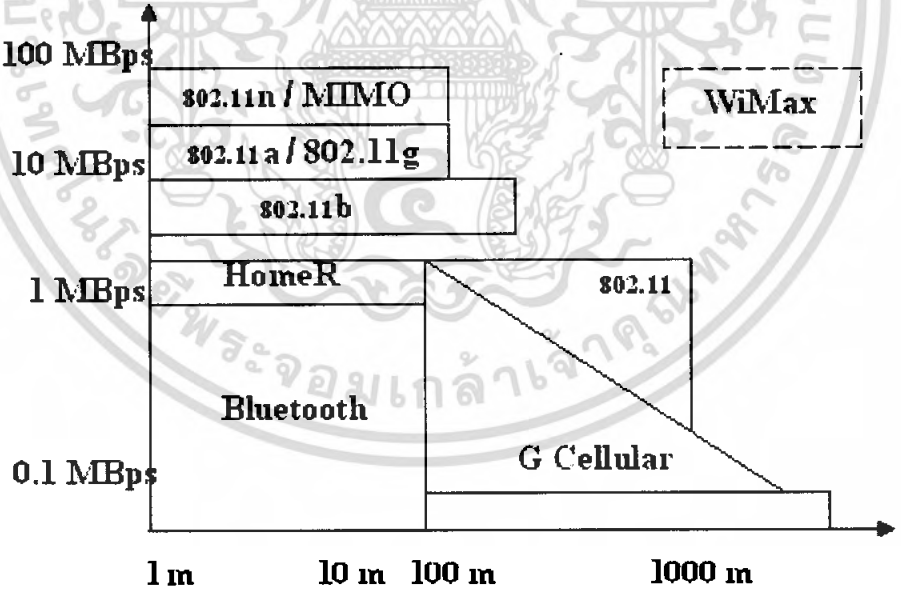
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนะนำเทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย

ปัจจุบันการสื่อสารไร้สายก็เข้ามาอยู่ในชีวิตประจำวันมากขึ้น อย่างเช่นเทคโนโลยีมือถือนั้นจะออกแบบมาเพื่อสื่อสารด้วยเสียง แต่ในด้านคอมพิวเตอร์แล้วการต้องการรับ-ส่งข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบดิจิตอล ซึ่งการสื่อสารประเภทนี้จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนมากกว่าแบบปกติมาก

ด้วยความเติบโตของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และความต้องการที่จะติดต่อสื่อสารกันได้ทุกที่ จึงมีผู้พัฒนาเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายมาเพื่อรับ-ส่งข้อมูลรูปแบบต่างๆ อยู่มาก แต่ละประเภทก็เหมาะสำหรับงานต่างๆ เช่น เครือข่ายบลูทูธ นั้นเหมาะสำหรับติดต่อสื่อสารกันใกล้ๆ ไม่ต้องการความเร็วมากต่างจากเครือข่าย Wireless LAN ที่ออกแบบมาเพื่อรับ-ส่ง ข้อมูลปริมาณมากๆ หรือเครือข่ายโทรศัพท์มือถือยุคที่ 2 และ 3 ก็ออกแบบมาเพื่อรับ – ส่งข้อมูลได้ระยะทางไกลๆ ได้ดีกว่าแบบอื่นๆ หรือ จะเป็นเครือข่าย WiMax ที่เป็นเครือข่ายสำหรับอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงแบบไร้สายที่ส่งได้ไกลและมีความเร็วสูง



รูปที่ 2.1 แสดงถึง ความเร็วและระยะทางของเทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายประเภทต่างๆ

สามารถใช้อุปกรณ์ Wireless เพื่อสร้างเครือข่ายไร้สายที่ใช้งานส่วนตัวได้ฟรี โดยไม่ต้องไปขออนุญาตกับหน่วยงานราชการดังเช่น เครือข่ายไร้สายอื่นๆ ที่จะต้องทำการเปิดให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์มือถือนั้นจะต้องมีการขอสัมปทานจากทางภาครัฐ เพื่อขอคลื่นความถี่มาใช้งาน ซึ่งก็ต้องจ่ายผลตอบแทนให้กับทางภาครัฐด้วย และนอกจากนี้เครือข่าย Wireless LAN ยังมีความเร็วในการทำงานค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับเทคโนโลยีอื่น ซึ่งก็ใกล้เคียงกับเครือข่าย LAN แล้ว การประยุกต์การใช้งานเครือข่ายไร้สายก็ทำได้มากกว่า นั้นก็เป็นประโยชน์อย่างมากจนในอนาคตอาจจะไม่มีใครอยากใช้เครือข่ายมีแบบสายต่อไป

2.2 Wireless Application Protocol (WAP)

ในส่วนนี้ครอบคลุมถึง สถาปัตยกรรม WAP เมื่อได้เปรียบเทียบกับ OSI และมีหลักการดังนี้

- ทุกชั้นจะแสดงหน้าที่อย่างเด่นชัด
- หน้าที่แต่ละชั้นควรที่ใกล้กับสิ่งที่เห็น และข้อตกลงมาตรฐานระหว่างประเทศ
- ขอบเขตลำดับชั้นควรถูกเลือกข้อมูลที่ต่ำสุดของการไหลข้ามการติดต่อ
- จำนวนชั้นควรมากพอที่แยกหน้าที่ และทำให้ระบบติดต่อเหมือนอยู่ในลำดับเดียวกัน และพอเพียงสำหรับสถาปัตยกรรมเพื่อที่จะไม่ถูกใช้อย่างไม่แพร่หลาย

ความไม่เหมือนกับ 7 Layer ของ OSI หรือ 4 ชั้นของ TCP/IP ซึ่ง WAP มี 5 ชั้น: Application Layer, Session Layer, Transaction Layer, Security Layer, และ Transport Layer

2.2.1 Application Layer

แอพพลิเคชั่น WAP บรรจุ Wireless Application Environment (WAE) ซึ่งรวมเข้ากันไว้ของภาษาที่พัฒนาเนื้อหา (WML และ WMLScript), Wireless Telephony APIs (WTA) สำหรับการเข้าใช้หน้าที่โทรศัพท์จากโปรแกรม WAE และมีรูปแบบของสมุดโทรศัพท์, ข้อมูลปฏิทิน, และกราฟิก WAE ประกอบด้วย

2.2.1.1 Micro browser กำหนด WML และ WMLScript ที่ตีความโดยอุปกรณ์ที่ทำ WAP จะนำเสนอให้กับผู้ใช้ได้

2.2.1.2 Wireless Markup Language (WML) เหมือนกับ HTML ที่กำหนดบน XML และรองรับ Wireless Bitmap Format (W.BMP) การใส่ข้อมูลผู้ใช้ แนวทางการใช้, หลากหลายภาษา และฟีเจอร์การจัดการเนื้อหา

2.2.1.3 WMScript เหมือน JavaScript ซึ่งรองรับการคำนวณ กับแอพพลิเคชั่นเป็นการเพิ่มความสามารถของ WML

2.2.1.4 Wireless Telephony Applications (WTA) หน้าที่ให้ผู้พัฒนาสามารถทำบราวเซอร์ขนาดเล็กในโทรศัพท์ และใช้ได้ทั้ง WML, WMLScript

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Session Layer

ในชั้นนี้บรรจุ Wireless Session Protocol (WSP) ซึ่งเหมือนกับ HTTP ที่ออกแบบมาสำหรับแบนด์วิดช์ต่ำ, ความล่าช้าสูง บนเครือข่ายไร้สาย ซึ่งมีการโอนถ่ายระหว่าง WAP Client กับ WAP gateways เป็นรูปแบบไบนารี่ หน้าที่เพิ่มคือการ Push และ รอ/เรียกคืน การเชื่อมต่อชั้น WSP รองรับการต่อเชื่อมกับ WAE ซึ่งมีสองชนิดคือ Connectionless กับ Connection Oriented ซึ่งมีดังนี้

- การสร้างการเชื่อมต่อ และการปลดจากลูกข่าย กับแม่ข่าย
- การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างลูกข่าย กับแม่ข่ายโดยกำหนดรูปแบบโค้ดที่ใช้กับข่าวสาร HTML ได้
- Session พัก และปลดระหว่างลูกข่าย และแม่ข่าย

2.2.3 Transaction Layer

ลำดับชั้นนี้รองรับ Wireless Transactional Protocol (WTP) ซึ่งมีหน้าที่เหมือน TCP/IP ในอินเตอร์เน็ตซึ่งจะอนุญาตให้มีการร้องขอ และการตอบกลับเป็น Transactions ซึ่งรองรับการผลักแบบไม่รับประกัน กับรับประกันWTP รองรับบริการ Transaction ไปที่ WAP ซึ่งรองรับการตอบกลับเพื่อให้ผู้ใช้สามารถพิจารณาการส่ง Transaction ที่สำเร็จ รองรับการส่งอีกครั้งถ้าการส่งไม่สำเร็จ WTP จัดการแบ่ง Transaction ที่แตกต่างของอุปกรณ์ WAP ซึ่งไม่น่าเชื่อถือที่เป็นทางเดียว น่าเชื่อถือในการร้องขอทางเดียว และความน่าเชื่อถือในการร้องของสองทิศทาง การร้องขอที่ไม่น่าเชื่อถือจากอุปกรณ์ WAP หมายถึงสิ่งที่ระวังเพื่อนำไปรับประกันการร้องขอข้อมูลที่ไปสู่เครื่องแม่ข่าย

2.2.4 Security Layer

ลำดับชั้น Wireless Transport Layer Security (WTLS) กำหนดพื้นฐาน Transport Layer Security (TLS รู้จักในชื่อ Secure Socket Layer หรือ SSL) และมีความเหมือนกับ HTTPS ในโลกอินเตอร์เน็ต ซึ่งรองรับความถูกต้องข้อมูล ความเป็นส่วนตัว การรับรอง และกลไกป้องกันการโจมตี ซึ่งการรับประกันความถูกต้องของข้อมูล ที่ให้ส่งข้อมูลเดียวกันกับผู้รับ บริการส่วนตัว WAP รับประกันให้ Transactions ทั้งหมดระหว่างอุปกรณ์ WAP และ Gateway ที่ถูกเข้ารหัส การรับประกันการรับรองของลูกข่ายกับเครื่องแม่ข่าย สุดท้ายก็จะป้องกันการโจมตี และปฏิเสธข้อมูลที่มาจากที่ไม่ได้รับการยืนยัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 Transport layer

ชั้นล่างสุด WAP รองรับ Wireless Datagram Protocol (WDP) ซึ่งรองรับกับการขนส่งรองรับ CDPD, GSM, iDEN, CDMA, TDMA, SMS, และโปรโตคอล FLEX WDP รองรับกับชั้นที่สูงของ WAP ซึ่งไม่สนใจแอพพลิเคชั่น Wireless ใดๆที่ทำงานอยู่ด้วยความสามารถอย่างไร WDP รองรับการตรวจสอบความผิดพลาดข้อมูลเป็นตัวกั้น หรือเครือข่ายการสื่อสาร Wireless ซึ่งชั้นต่ำสุดของ WAP ถูกออกแบบมารองรับเครือข่ายที่หลากหลาย รวมถึง SMS, การเชื่อมต่อ Circuit-Switched, และเครือข่าย Packet-Switch ทุกชนิดของเครือข่ายจะมีข้อดี และข้อเสีย ในประสิทธิภาพ ล่าช้า และความผิดพลาด

2.3 มาตรฐานต้นแบบ IEEE 802.11 LAN

IEEE 802.11 รองรับการส่งได้ 1 หรือ 2Mbps ซึ่งสื่อสารใน 2.4GHz ซึ่งใช้ในอุดสาหกรรม การแพทย์ วิทยาศาสตร์ โดยใช้ FHSS หรือ DSSS โดยการส่งคลื่นใช้ 802.11 ที่เป็น Phase Shift Keying (PSK) การติดตั้ง WLAN ซึ่ง Wireless Stations (STAs) มีส่วนช่วยกำกับจุด Access Point (AP) ซึ่งรองรับหน้าที่บริดช์ไปที่เครือข่ายสาย การรวมกันระหว่าง AP และ STA ที่เข้ามาช่วยทำให้อ้างถึง Basic Service Set (BSS) มาตรฐาน 802.11 จะถูกช่วยในระดับกลาง มีแอพพลิเคชั่นอัตราข้อมูลสูง ซึ่งเทคโนโลยีนี้สามารถถูกใช้ในพื้นที่ร้านค้าของโรงงาน หรือในองค์กรขนาดใหญ่ซึ่งต้องการจำกัดพื้นที่ และยอมรับความเร็วที่ 1 หรือ 2Mbps ได้ แต่ยังมีการใช้ในลักษณะอื่นๆเลือกตามมาตรฐานดังนี้

2.3.1 IEEE 802.11b

ในปี 1999 IEEE ได้เพิ่มความสามารถของ IEEE 802.11 ซึ่งเรียกว่า IEEE 802.11b ซึ่งเป็นมาตรฐานการส่ง WLANs ที่ 2.4Ghz มีการส่ง 1, 2, 5.5 และส่งได้สูงถึง 11Mbps ซึ่งในการวางระบบ 802.11b อนุญาตให้มีการส่งข้อมูลจากเครื่องลูกข่ายได้ช้าจากจุด Access Point และอนุญาตสื่อสารได้อย่างต่อเนื่องไม่ขาดจังหวะ ถึงแม้ว่าจะส่งได้ต่ำกว่า IEEE 802.11b มีการวางมาตรฐานการสื่อสาร ซึ่งมีจำนวนผู้ขายจำนวนมากที่ใช้ในธุรกิจ บางและสำนักงานขนาดเล็ก (SOHO) ซึ่งใช้ IEEE802.11b เหมือนกับ HomeRF และ Bluetooth ซึ่งใช้ย่านความถี่ 2.4GHz และใช้การส่งคลื่นแนวตรงเรียกว่า Complementary Code Keying (CCK) ซึ่งจะมีการเข้าโค้ดที่หลากหลายใน DSSS

มาตรฐาน 802.11 เรียกว่า Wi-Fi ซึ่งรองรับ 802.11 ในการส่งเดิมที่เป็น PSK แต่วิธีการส่งจะเลือกสำหรับ 802.11b ซึ่งจะเป็น CCK และส่งข้อมูลขนาดความเร็วสูงกว่าจุดอ่อนน้อยกว่าในการรบกวนของคลื่นที่แผ่มาหลายเส้นทาง อัตราข้อมูล 11Mbps ทำให้เทคโนโลยี Wireless มีการเข้าสู่องค์กร และมีการใช้เป็นมาตรฐานไปโดยปริยาย ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท้องตลาดจะนิยมใช้ 802.11b LAN ทำให้ผู้ขายหลายรายใช้ 802.11b ในติดต่อระหว่าง WLAN ที่เป็นองค์กรอิสระเรียกว่า Wireless Ethernet Compatibility Alliance (WECA) ซึ่งจะมีการกำหนดแบนด์เป็น Wi-Fi

2.3.2 IEEE802.11a

มาหลังจาก 802.11b ซึ่งได้ดูปัญหาจาก 802.11 และ 802.11b ทำให้มีการพัฒนาโดยใช้ความถี่ย่าน 5GHz และ 6GHz ซึ่งการส่งเป็นแบบ OFDM ทำให้การส่งทำได้ถึง 54Mbps (6, 12, 24Mbps)

ถ้าใช้จะสามารถที่ส่งได้ถึง 72Mbps เรียกว่าโหมด turbo โดยการทำงานอยู่ในช่วงความถี่ 5GHz ซึ่งมีการเข้าใช้กับ Bluetooth, Microwave, และโทรศัพท์ไร้สาย และรองรับการติดตั้งกับ 802.11b ซึ่งรองรับการทำงานเครื่องลูกข่ายพร้อมกันถึง 64เครื่อง และมีความปลอดภัยในการเข้ารหัส 64บิต, 128บิต, 152บิต ด้วย WEP และการกรอง MAC address หนึ่งในข้อดีของ 802.11a คือการใช้งานที่เงียบในหลายๆเครื่อง ซึ่งสิ่งที่คิดเกี่ยวกับ 802.11b และการลดจำนวนความหนาแน่นของ 802.11b โดยทำงานที่ 5GHz และใช้ OFDM ซึ่งทำให้ได้ดีกว่าเทคโนโลยี Spread Spectrum แม้ว่าจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ 802.11b บนสายและทำให้เข้ากันได้กับ 802.11a และหนีไม่พ้นปัญหาที่เด่นชัด หนึ่งคือการเริ่มวางระบบของมาตรฐานที่ไม่สามารถทำให้หน้าที่ของช่วงความถี่ และประสิทธิภาพตามที่สัญญาณทำงานได้ ซึ่งอุปสรรคแรกของธุรกิจ ผลิตภัณฑ์ 802.11a ลดช่วงที่ทำงานอัตราสูงสุด ทำให้ 802.11a ไม่เสถียรกว่าระบบ 802.11b เมื่อเป็นอย่างนี้ยังมีการวางระบบ และขยายระบบเก่าอยู่ ซึ่ง 802.11 ไม่สามารถที่เข้าไปใช้กับระบบเก่าที่มีอยู่ใน 802.11b ได้

2.3.3 IEEE 802.11g

เป็นมาตรฐานซึ่งเป็นการส่งความถี่ในระยะทางสั้นๆด้วยความเร็ว 20Mbps ถึง 54Mbps ซึ่งเทียบกับ 11Mbps ของมาตรฐาน 802.11b ก็เหมือนกับ 802.11b โดย 802.11g ทำงานในช่วง 2.4GHz ซึ่งรองรับกับ 802.11b แนะนำข้อดีบนมาตรฐาน 802.11a มาใช้ อย่างไรก็ตาม IEEE ได้ถูกแบ่งสำหรับการทำงานของเทคโนโลยีการเข้ารหัสที่ไปสู่มาตรฐานใหม่ มีรายงานว่าได้มีมาตรฐานใหม่โดยยืมจากการส่งคลื่น OFDM ของ Intersil ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ 802.11g ที่รู้จักใน Texas Instruments IEEE 802.11g ซึ่งใช้ OFDM และการส่งคลื่น CCK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 IEEE 802.11e

เป็นการกำหนดกราฟสำหรับเครือข่าย Wireless ซึ่งมุ่งเน้นการทำงานระหว่างธุรกิจ บ้าน และที่สาธารณะ เช่นสนามบิน และโรงแรม ไม่เหมือนกับระบบต้นๆ ซึ่งมาตรฐานที่ใช้ต้องตั้งใจที่กระจายไปถึงที่บ้าน และที่ทำงาน โดยมีฟีเจอร์ Qos และการรองรับมัลติมีเดีย และรองรับ 802.11b และ 802.11a ซึ่งต้องดูแลได้ทั้งระบบเก่า โดย Qos และมัลติมีเดียนี้จำเป็นที่จะทำให้เข้าถึงบ้านผู้อยู่อาศัยเช่น วีดีโอตามต้องการ, เสียงตามต้องการ, เสียงบน IP, และการใช้อินเตอร์เน็ตความเร็วสูง

2.3.5 IEEE 802.11n

ภายใต้มาตรฐาน IEEE 802.11n อุปกรณ์สื่อสารไร้สายต่างๆ จะสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยคาดว่าอัตราการโอนย้ายข้อมูลอย่างน้อยที่สุดภายใต้มาตรฐานใหม่คือ 100เมกะบิตต่อวินาที (Megabits per Second: Mbps) ซึ่งเป็นอัตราที่เร็วกว่ามาตรฐาน IEEE 802.11g (ที่เป็นมาตรฐานที่ใช้งานในอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน) ถึง 4 เท่า นอกจากนี้ยังขยายระยะรับสัญญาณของอุปกรณ์สื่อสารไร้สายที่อิงมาตรฐานนี้ไปไกลกว่ามาตรฐานเดิมอีกกว่าร้อยละ 50

เทคโนโลยีมาตรฐาน 802.11n คือเทคโนโลยี MIMO (ไมโม) หรือ "Multiple Input, Multiple Output" ซึ่งอุปกรณ์เลือกเส้นทางไร้สายชนิดวายฟาย (Wi-Fi routers) ที่ใช้เทคโนโลยีนี้จะประยุกต์ใช้วิทยุและเสาอากาศอัจฉริยะ (Smart Antennas) หลายๆ ตัว เพื่อรับและส่งสัญญาณอย่างต่อเนื่องด้วยเทคโนโลยี MIMO ซึ่งจะรับสัญญาณด้วยเสาอากาศหลายๆ ตัว และนำส่งสัญญาณเหล่านั้นสู่ขั้นตอนวิธีประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing Algorithms) เพื่อรวมสัญญาณหลายๆ สัญญาณให้เป็นสัญญาณเดียว ยิ่งไปกว่านั้นอุปกรณ์ที่อ้างอิงกับเทคโนโลยี MIMO สามารถจัดการกับการไหลของข้อมูลได้มากกว่าเทคโนโลยีไร้สายแบบที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน จึงทำให้ไม่เพียงแต่ช่วยให้การส่งข้อมูลทำได้รวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ยังช่วยเพิ่มความเสถียรของเครือข่าย (Network Reliability) และระยะรับสัญญาณด้วย ในทางทฤษฎีแล้ว ถึงแม้การใช้เสาอากาศจำนวนมากในอุปกรณ์เลือกเส้นทาง (Router) ทำให้สามารถโอนถ่ายข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น โดยจะสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้ในอัตราความเร็ว 100Mbps แต่ในการปฏิบัติจริงแล้วการโอนถ่ายข้อมูลเกิดในอัตราที่น้อยกว่านี้มาก เนื่องจากการส่งข้อมูลนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์รับสัญญาณเพียงอย่างเดียว แต่ก็ขึ้นอยู่กับทรัพยากรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการรับส่งสัญญาณ/ข้อมูลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี MIMO จะเป็นประโยชน์ อย่างยิ่งสำหรับผู้ใช้หรือองค์กรที่การเชื่อมต่อไม่แน่นอนหรือ ไม่มีความเสถียร หรือในบริเวณจุดที่อับสัญญาณสำหรับอุปกรณ์สื่อสารไร้สายแบบที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน อีกทั้งมีการพัฒนาเพื่อใช้งานภายในบ้านแบบดิจิทัล เช่น การใช้เครือข่ายไร้สายเพื่อรับชมวิดีโอผ่านทางเครือข่ายได้ทั่วทุกมุมทุกห้องของบ้านได้อย่างต่อเนื่อง หรือหากโทรทัศน์ในอนาคตมีสมบัติที่เชื่อมต่อแบบไร้สายได้แล้วอาจจะประยุกต์ใช้เทคโนโลยี MIMO ในการดาวน์โหลดข้อมูลจากกล้องวีดีโอแบบดิจิตอลมายังโทรทัศน์ หรือดึงข้อมูลจากเครื่องเล่นวีดีโอมายังโทรทัศน์ได้ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมผลิตอุปกรณ์มือถือแบบไร้สายก็มีการพัฒนาอุปกรณ์โดยใช้เทคโนโลยี MIMO และอิงมาตรฐาน 802.11n เพื่อให้โทรศัพท์ที่ใช้เทคโนโลยี Voice-over Internet Protocol (VoIP) สามารถใช้งานได้อย่างราบรื่นยิ่งขึ้น

2.4 ทฤษฎีคลื่นและการนำไปใช้งาน

2.4.1 การเกิดขึ้นของคลื่น

ที่ได้สังเกตเห็นได้อย่างง่ายๆคือ คลื่นน้ำ โดยเมื่อโยนหินลงไป แล้วจะเห็นคลื่นกระจายออกไปเป็นวงกลมหลายๆ วงเรียงกันไป เมื่อคลื่นนี้ไปกระทบกับใบไม้ ขอนไม้ในน้ำก็จะทำให้วัตถุลอยขึ้น-ลงเป็นจังหวะ ยิ่งคลื่นลูกใหญ่ก็จะทำให้วัตถุนี้สั่นไหวได้มากขึ้น นั่นหมายความว่าคลื่นที่เดินทางไปนี้ก็มีพลังงานติดตัวไปด้วย

2.4.2 ความถี่ของคลื่น (Frequency)

ลักษณะคลื่นชนิดอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจะคล้ายกับคลื่นน้ำเช่นกัน้ หากมองดูภาพตัดขวางก็จะพบว่าคลื่นมีลักษณะเป็นลอนๆ คล้ายกระเบื้องมุงหลังคาบ้าน วิธีที่จะนับจำนวนลูกคลื่นก็คือ การนับจากจุดสูงสุดของคลื่นลูกหนึ่งไปยังจุดสูงสุดของอีกลูกหนึ่งก่อนที่ลูกคลื่นจะมีรูปร่างซ้ำกัน และตัวแปรที่ใช้บอกว่าคลื่นนี้เกิดขึ้นกี่ลูกในหนึ่งวินาทีก็คือ ความถี่ มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าคลื่นนี้เกิดขึ้น 2 ลูก ใน 1 วินาที คลื่นนี้ก็จะมีความถี่เท่ากับ 2 เฮิรตซ์ ถ้าคลื่นนี้เกิดขึ้น 10 ลูกต่อวินาทีก็คือ คลื่นมีความถี่เท่ากับ 10 เฮิรตซ์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ความแรงของคลื่น (Amplitude)

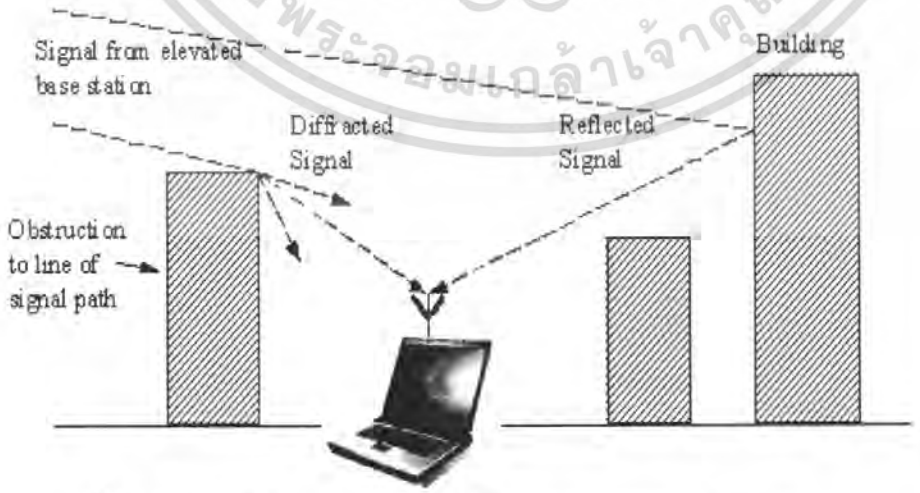
ตัวแปรที่ใช้บ่งบอกว่าคลื่นนี้มีความแรงเท่าไรก็คือ แอมพริจูด การวัดนี้ทำได้โดยการวัดจากจุดสูงที่สุดไปยังกึ่งกลางระหว่างจุดที่สูงที่สุดและต่ำที่สุด ยิ่งคลื่นมีความแรงมากเท่าไรก็จะมีพลังงานสูงมากเท่านั้นไปด้วย คล้ายๆ กับคลื่นน้ำที่มีความสูงมาก

2.4.4 การทดทอนของคลื่น (Attenuation)

การแพร่กระจายของคลื่นวิทยุก็มีลักษณะคล้ายกับแสง เพราะคลื่นวิทยุก็เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ความแรงของสัญญาณวิทยุก็จะลดลงตามระยะห่างจากต้นกำเนิดเป็นอัตราส่วนผกผันกำลังสอง คือ ยิ่งอยู่ห่างจากต้นกำเนิดแสงมากเท่าไหร่ ความแรงของสัญญาณก็จะยิ่งลดลงมากเป็นทวีคูณ ตามสมการความเข้มของสัญญาณของ Friis

2.4.5 สิ่งกีดขวางมีผลต่อการรับสัญญาณคลื่นวิทยุ

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



รูปที่ 2.2 แสดงถึง เขตเงาสัญญาณที่เกิดขึ้นกับสัญญาณ Wireless

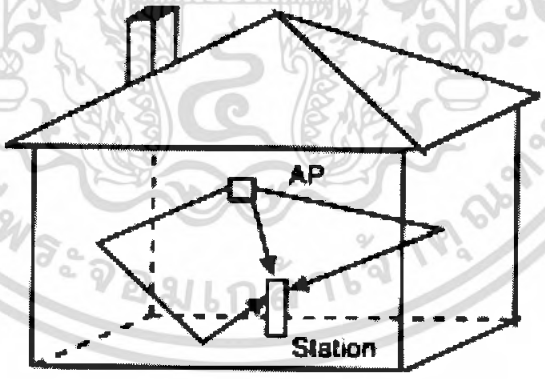
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของสิ่งกีดขวางอีกประการหนึ่งก็คือ การบังคลื่นของสิ่งกีดขวางใหญ่ทำให้เกิดเขตเงา (Shadow) อาการนี้มักจะเกิดขึ้นเมื่ออยู่หลังอาคารสูงๆ หรือภูเขา ยิ่งอยู่ในเขตอาคารสูงมากๆ หรืออาศัยอยู่ในอาคารพาณิชย์หรือตึกแถว อาจจะพบกับปัญหา ตัวอย่างเช่น เมื่ออยู่ในสำนักงานจะใช้สัญญาณ Wireless ได้อย่างไม่มีปัญหาแต่พอออกไปยังข้างนอก จะใช้งานไม่ค่อยได้เนื่องจากเกิดการลดทอนของคลื่น เนื่องจากความหนาของผนังคอนกรีตของสำนักงาน

คลื่นความถี่ที่ใช้ในระบบ Wireless LAN นั้นมีความถี่ที่ 2.4 GHz ซึ่งความถี่นี้ก็จัดว่าเป็นความถี่ที่สูง มักจะเดินทางได้ไม่ไกล แต่นั่นกลับไม่ใช่ข้อเสียแต่กลับเป็นผลดีด้วยซ้ำไป เนื่องจากการเดินทางได้ไม่ไกลทำให้สามารถควบคุมระยะทางการแพร่กระจายคลื่นได้ง่ายขึ้น ทำให้ลดปัญหาคลื่นเดินทางไปรบกวนกับเครือข่ายข้างเคียงได้ง่ายขึ้น

2.4.6 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง

นอกเหนือจากสมบัติการลดทอนแล้ว คลื่นยังมีสมบัติการสะท้อนจากวัสดุต่างๆ ได้ เมื่อส่งสัญญาณวิทยุออกอากาศมา คลื่นก็จะเดินทางมาถึงจากหลายทิศทาง เพราะเกิดจากการสะท้อนจากวัตถุหลายๆ อย่างรอบตัว ซึ่งเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “การเดินทางของคลื่นมาจากหลายทิศทาง (Multipart)” ปรากฏการณ์นี้มีทั้งข้อดีและข้อเสีย



รูปที่ 2.3 แสดงถึง การสะท้อนและการเดินของคลื่นจากหลายทิศทาง

ข้อดีก็คือ การสะท้อนของคลื่นจากหลายทิศทาง ทำให้สามารถรับสัญญาณได้แม้ว่าจะอยู่หลังอาคารสูงๆ หรือในหุบเขา คลื่นที่เดินทางมาก็จะสะท้อนกับวัตถุรอบกายจนเดินทางมาถึงตัวได้ โดยไม่จำเป็นว่าต้องอยู่ในระยะสายตากับเครื่องส่งคลื่นนั้น แต่บางครั้งก็กลายเป็นข้อเสีย ทำให้รูปร่างสัญญาณที่มาถึงยังเครื่องรับมีรูปร่างผิดเพี้ยนไป เครื่องรับก็จะรับสัญญาณได้ไม่ชัดเจนนี่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องรับมากที่สุด ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เห็นได้ชัดก็คือ เมื่อตั้งเครื่องรับวิทยุไว้บางจุดก็จะรับสัญญาณไม่ชัด แต่เมื่อเปลี่ยนที่ตั้งก็จะรับสัญญาณได้ชัดเจนขึ้น

2.4.7 เครื่องส่งสัญญาณ (Transmitter)

เมื่อต้องการจะส่งข้อมูลไม่ว่าจะเป็นสัญญาณเสียง เพลง หรือข้อมูลที่เป็นดิจิตอลก็ต้องป้อนข้อมูลนี้ให้กับเครื่องส่งสัญญาณ หลังจากนั้นข้อมูลก็จะถูกมอดูเลทเข้ากับคลื่นพาหะซึ่งเป็นคลื่นที่ใช้สำหรับนำพาข้อมูลจากต้นทางไปยังปลายทาง หลังจากมอดูเลทเสร็จก็จะได้สัญญาณ ซึ่งก็จะนำไปผ่านวงจรขยายเพื่อเร่งความแรงสัญญาณเพื่อให้ส่งออกอากาศได้ในระยะทางไกลๆ สัญญาณวิทยุก็จะถูกส่งไปยังเสาอากาศ โดยผ่านสายนำสัญญาณเพื่อออกอากาศต่อไป

2.4.8 เสาอากาศ (Antenna)

หน้าที่หลักของเสาอากาศก็คือ การแปลงสัญญาณวิทยุไปเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อส่งออกอากาศยังภาคส่งคลื่น และทำหน้าที่ในการแปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อยู่ในอากาศไปเป็นสัญญาณวิทยุ เพื่อส่งให้ภาครับทำการดีมอดูเลทข้อมูลออกจากสัญญาณต่อไป

เสาอากาศจัดเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญมาก ถ้าเสาอากาศไม่มีภาพก็จะส่งสัญญาณไม่ออก หรือไม่สามารถรับสัญญาณได้เลย ซึ่งมีตัวแปรหลายๆ ค่าที่ใช้บอกสมบัติของเสาอากาศ เช่น เกน (Gain) หรืออัตราขยายเป็นตัวบอกว่าเสาอากาศนี้มีสมบัติในการแปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามาเป็นสัญญาณไฟฟ้าได้ดีเพียงใด ค่าบีมวิธ (Beam width) ซึ่งบอกรูปร่างลักษณะการกระจายคลื่นว่าเป็นรูปแบบไหน การเลือกใช้เสาอากาศที่มีทิศทางจะช่วยกำหนดรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นได้ดีกว่า และค่า SWR เป็นตัวเลขที่บอกถึงคลื่นที่สะท้อนกลับมาเมื่อส่งสัญญาณออกอากาศไป หากว่า SWR นี้มีสูงมากๆ ก็อาจจะทำให้เครื่องส่งพังได้

2.4.9 เครื่องรับสัญญาณวิทยุ (Receiver)

หลังจากมีสัญญาณออกอากาศมาก็จะมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากระจายออกไป ในระบบเครื่องรับก็จะใช้เสาอากาศในการเปลี่ยนแปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้มาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หลังจากนั้นก็จะทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงขึ้นสัญญาณนี้ก็จะถูกทำการ Demodulate ข้อมูลออกจากคลื่นพาหะ ข้อมูลที่ได้ก็จะถูกเอาไปใช้งาน นั่นเป็นการสิ้นสุดกระบวนการรับและส่งคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ทฤษฎีเสาอากาศเบื้องต้น

เสาอากาศเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญตัวหนึ่งในระบบสื่อสารไร้สายทำหน้าที่แพร่กระจายและรับสัญญาณที่แพร่กระจายออกมาจากเสาอากาศต้นอื่น ถ้าใช้เสาอากาศที่มีประสิทธิภาพต่ำก็จะไม่สามารถรับสัญญาณหรือส่งสัญญาณวิทยุออกไปได้เลย เพื่อเป็นการวัดประสิทธิภาพการทำงานของเสาอากาศจึงได้มีการกำหนดเสาอากาศในทางทฤษฎีขึ้นมา เรียกว่า เสาอากาศแบบไอโซโทรปิก (Isotropic Antenna) เสาอากาศนี้มีการแพร่กระจายคลื่นเป็นรูปทรงกลมคล้ายลูกโป่ง นั่นหมายถึงว่าไม่ว่าจะอยู่บริเวณใดของเสาอากาศนี้ก็จะสามารถรับสัญญาณได้ดี

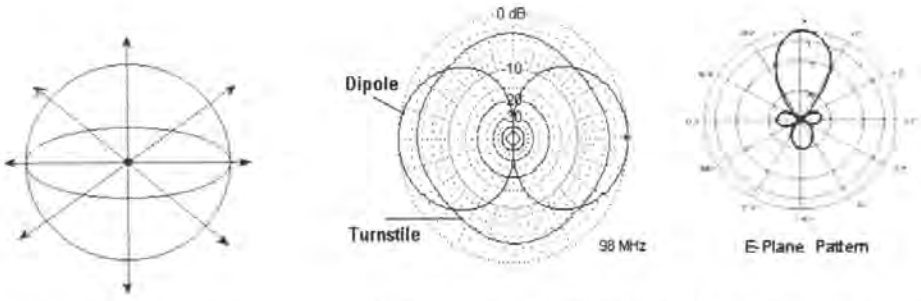
เทคนิคที่ใช้เพิ่มอัตราขยายของเสาอากาศ (Antenna Gain) ทำได้โดยการกำหนดรูปแบบการแพร่กระจายคลื่นนี้ใหม่ คล้ายกับการบีบลูกโป่ง ซึ่งทำให้การแพร่กระจายของคลื่นเปลี่ยนไป การบีบลูกโป่งจากด้านบนจะทำให้ลูกโป่งขยายออกในแนวนอน นั่นก็หมายถึงทิศทางการแพร่กระจายคลื่นก็จะดีในแนวนอน นั่นก็หมายถึงทิศทางการแพร่กระจายคลื่นก็จะดีในแนวนอน และการกระจายคลื่นในแนวตั้งก็จะลดลง นั่นก็เป็นรูปแบบการกระจายคลื่นที่ต้องการเนื่องจากการเพิ่มระยะการรับ-ส่งคลื่นที่ต้องการ เพิ่มระยะทางในแนวนอนมากกว่าแนวดิ่ง

อัตราขยายของเสาอากาศนั้นจะวัดจากค่าพลังในทิศทางที่ต้องการสูงสุด เมื่อเทียบกับพลังที่แพร่กระจายมาจากเสาอากาศในทางทฤษฎีแบบไอโซโทรปิก หากเสาอากาศนี้มีอัตราขยายสูงๆ ก็คล้ายกับการบีบลูกทรงกลมนี้ออกเป็นรูปต่างๆ นั่นก็จะทำให้เกิดผลกระทบด้านพื้นที่ให้ครอบคลุมและองศาการกระจายคลื่นลดลง ตัวอย่างเช่น เสาอากาศแบบไดโพล (Dipole Antenna) จะมีรูปร่างการกระจายคลื่นคล้ายรูป โดนัท นั่นหมายถึง กำลังใช้มือบีบลูกโป่งตรงกลาง สองข้างจะมีรูปร่างคล้ายโดนัท นี้ก็ทำให้การแพร่กระจายของคลื่นในตรงกลางของโดนัทลดลงแต่จะไปเพิ่มการแพร่กระจายด้านแนวนอนทั้งสองข้าง

สูตรที่ (2.1) ใช้คำนวณอัตราขยายของเสาอากาศ G เมื่อเทียบกับเสาอากาศแบบไอโซโทรปิก

$$G = \frac{P_{directional}}{P_{isotropic}} \tag{2.1}$$

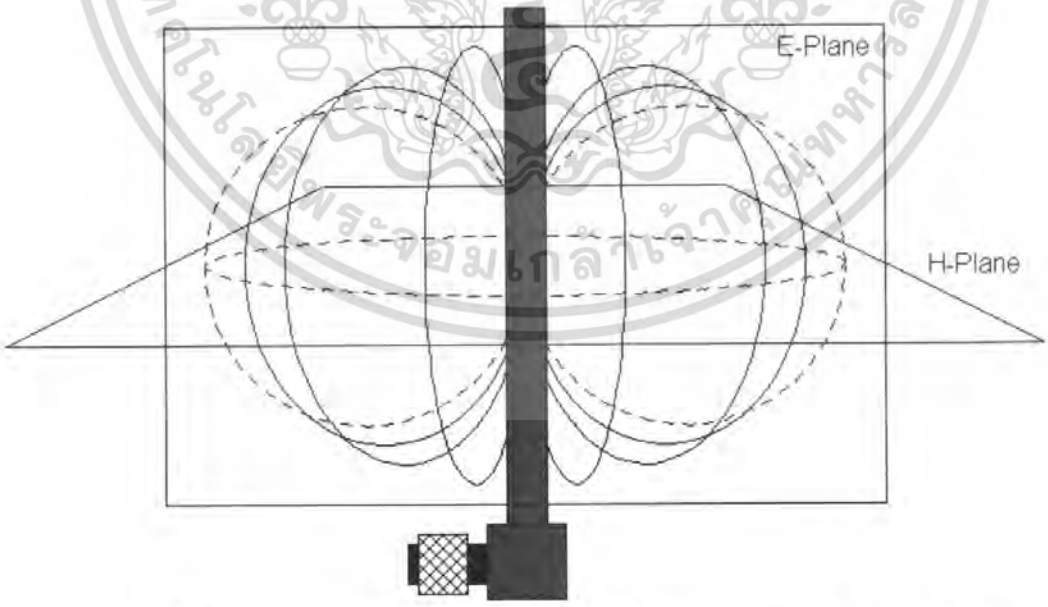
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Isotropic Antenna **Dipole Omni Antenna** **Yagi directional Antenna**

รูปที่ 2.4 แสดงถึง การแพร่กระจายคลื่นของเสาอากาศแบบไอโซโทรปิก ไดโพล และยากิ

ในการแพร่กระจายของสัญญาณวิทยุจะเป็นรูปแบบ 3 มิติ ดังนั้นจะต้องมีการวัดการกระจายคลื่น จากแนวนอน (E-Plane) และแนวตั้ง (H-Plane) รูปต่อไปนี้คือ รูปแบบการแพร่กระจายคลื่นของเสาอากาศรอบทิศทางแบบไดโพล (Dipole–Plane) ที่มีทิศทางการแพร่กระจายคลื่นคล้ายรูปโดนัท หากมองจากแนวนอนก็จะเห็นคล้ายรูปโดนัทผ่าครึ่ง แต่ถ้ามองจากแนวตั้งจะเห็นว่าเป็นรูปทรงกลมประโยชน์จากรูปแบบการกระจายคลื่นแบบนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้กับอาคารสูงๆ ที่มีอุปกรณ์ Wireless LAN มากๆ หากใช้เสาอากาศแบบนี้คลื่นก็จะแพร่กระจายไปในแนวนอนได้ดี นั่นหมายถึงในชั้นเดียวกันสามารับสัญญาณได้ดี แต่ในแนวตั้งจะแพร่กระจายคลื่นไม่ดี ซึ่งจะช่วยป้องกันไม่ให้คลื่นเดินทางไปรบกวนชั้นบนและล่างได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.5 แสดงถึง ทิศทางการแพร่กระจายคลื่นในแนวนอน (H-Plane) กับทิศทางแพร่กระจายคลื่นในแนวตั้ง (E-Plane)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของเสาอากาศสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ จากรูปแบบกระจายของคลื่นคือ

2.5.1 เสาอากาศแบบรอบตัว (Omni Direction Antenna)

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

2.5.2 เสาอากาศแบบทิศทาง (Directional Antenna)

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

2.6 ค่าประสิทธิภาพการแพร่กระจายคลื่นของระบบส่ง (Effective Isotropic Radiated Power)

ในระบบส่งสัญญาณวิทยุ หากใช้ค่ากำลังส่งของเครื่องส่งอย่างเดียวเป็นตัวบอกว่า คลื่นกระจายออกมาได้ดีเพียงใด ก็จะบอกค่าได้ไม่เที่ยงตรง จึงต้องมีการนำเอาตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบส่งสัญญาณมาเกี่ยวข้องด้วย เช่น อัตราขยายของเสาอากาศ (Antenna Gain) จะเป็นส่วนที่เพิ่มความแรงสัญญาณได้ ส่วนอัตราการสูญเสียของสายนำสัญญาณ (Cable Loss) เป็นค่าที่ทำให้สัญญาณมีความแรงลดลง เมื่อนำค่าเหล่านี้มารวมกันก็สามารถบอกถึงประสิทธิภาพในการแพร่กระจายคลื่นที่แท้จริง โดยมีชื่อว่า "EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)" มีหน่วยเป็นเดซิเบล (Decibel) และสามารถคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$EIRP_{db} = TransmitterPower_{db} + AntennaGain_{db} - CableLoss_{db} \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$EIRP_{db} = 20 + 2.2 - 1 = 21.2dBm \qquad \text{(จาก 2.2)}$$

2.7 สัญญาณรบกวน (Noise)

สัญญาณที่ไม่พึงประสงค์ที่เข้ามารวมกับสัญญาณเอาท์พุตทำให้ค่าที่ ได้ เปลี่ยนแปลงไป โดยทั่วไปสัญญาณรบกวนมีหลายชนิดเกิดจากหลายสาเหตุ สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นภายในมี 2 ชนิด คือ สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุณหภูมิ (Thermal Noise) เกิดขึ้นมาเนื่องจากการเคลื่อนที่แบบสุ่มตามอุณหภูมิของอิเล็กตรอนที่ วิ่งผ่านตัวนำที่มีความต้านทานภายในวงจรโดยสเปคตรัมกำลัง (Power Spectrum) ของสัญญาณรบกวนนี้จะมีลักษณะที่ เรียบ หรือกล่าวได้ว่าทุกๆ ฮาโมนิกของสัญญาณรบกวนจะมีค่าพลังงานเท่ากันอย่างต่อเนื่องตลอด ย่านสเปคตรัม บางครั้งจะเรียก สัญญาณรบกวนประเภทนี้ว่า สัญญาณ รบกวนขาว (White Noise) สัญญาณรบกวนอีกชนิดหนึ่งคือ สัญญาณรบกวนฟลิกเกอร์ (Flicker Noise) หรือ สัญญาณรบกวน 1/f (1/f Noise) จะให้ระดับสัญญาณรบกวนเป็นเส้นกราฟที่มีความชัน 1/f ซึ่งจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ เมื่อความถี่เพิ่มมากขึ้นระดับของสัญญาณรบกวนนี้ขึ้น อยู่กับภาพ ในกระบวนการผลิต สามารถแบ่งสัญญาณรบกวนออกได้ 4 ชนิด ดังนี้

2.7.1 สัญญาณรบกวนจากชั้นบรรยากาศ

เกิดขึ้นจากความแปรปรวนของอากาศที่ห่อหุ้มโลก เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ก่อให้เกิดคลื่นวิทยุแผ่กระจายออกไปรอบโลก สัญญาณรบกวนจากชั้นบรรยากาศสามารถที่จะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาแม้จะไม่มีฝนฟ้าคะนองก็ตาม

2.7.2 สัญญาณรบกวนจากอวกาศ

เกิดจากดวงอาทิตย์และดวงจันทร์นับล้านดวงในจักรวาล ดวงอาทิตย์จะแผ่พลังงานออกมาโดยมีสเปกตรัมมีความถี่กว้างมาก พลังงานนั้นปรากฏออกมาเป็นสัญญาณรบกวนคงที่ อย่างไรก็ตามที่ผิวดวงอาทิตย์ยังมีความแปรปรวนอื่นๆอีก เช่นจุดระเบิดบนดวงอาทิตย์ การลุกโชติช่วง ซึ่งก่อให้เกิดสัญญาณรบกวนขึ้นอีกนอกจากนี้ดวงอาทิตย์บางดวงที่ไกลออกไปจากระบบสุริยะจักรวาล ก็สามารถ ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนมาจากการช๊อตมายังโลกได้

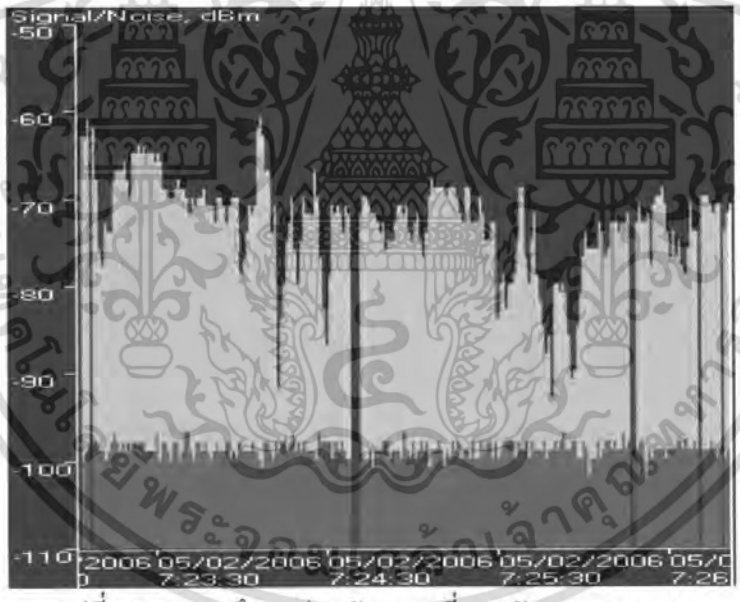
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 สัญญาณรบกวนที่เกิดจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น

ได้แก่ สัญญาณรบกวนที่เกิดจากมอเตอร์ไฟฟ้าเช่น พัดลม ที่เป่าผม เครื่องดูดฝุ่น นอกจากนี้ยังมีสัญญาณรบกวนจากระบบจุดระเบิดของรถยนต์ การรั่วของสายไฟแรงสูง หลอดไฟฟลูออเรสเซนส์

2.7.4 สัญญาณรบกวนจากภายในตัวอุปกรณ์ในเครื่องรับ

แยกเป็น 2 ประเภท คือ สัญญาณรบกวนที่มาจากอุณหภูมิ (Thermal Noise) และสัญญาณรบกวนมาจากการช็อต (Shot Noise) สัญญาณรบกวนที่มาจากอุณหภูมิเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวอุปกรณ์ บางครั้งเรียกว่าจอห์นสันนอยส์ (Johnson Noise) สัญญาณรบกวนมาจากการช็อต เกิดขึ้นในอุปกรณ์แอกตีฟ (Active Device) ทุกชนิด เนื่องจากการรวมตัวของอิเล็กตรอนกับโฮล (hole) เช่นในทรานซิสเตอร์ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่อาจจะพบได้ในช่วงความถี่ Wireless LAN



รูปที่ 2.6 แสดงถึง สเปกตรัมความถี่ของสัญญาณรบกวน

2.8 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio)

อัตราความแรงของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวนนั้นเป็นส่วนที่มีความสำคัญมาก เพราะเป็นตัวบอกถึงภาพของสัญญาณในระบบสื่อสารว่าดีเพียงใด หากสัญญาณข้อมูลมีความแรงมากกว่าสัญญาณรบกวนก็จะได้ยินเสียงชัดเจน แต่ถ้าสัญญาณข้อมูลมีความแรงต่ำกว่าสัญญาณรบกวนแล้วก็จะไม่สามารถแยกแยะสัญญาณข้อมูลออกมาได้ หน่วยที่ใช้วัดค่านี้จะมีหน่อยเป็น "เดซิเบล (Decibel)" ซึ่งมีสูตรคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
82045

$$SNR_{dB} = 10Log\frac{Signal}{Noise} \quad (2.3)$$

ในการคำนวณหากมีการคิดว่าความแรงของสัญญาณในหน่วยเดซิเบลแล้วก็สามารถนำค่านั้นมาลบกันได้ ซึ่งก็ตรงตามสูตรคณิตศาสตร์ที่ว่า

$$SNR_{dB} = Signal_{dB} - Noise_{dB} \quad (2.4)$$

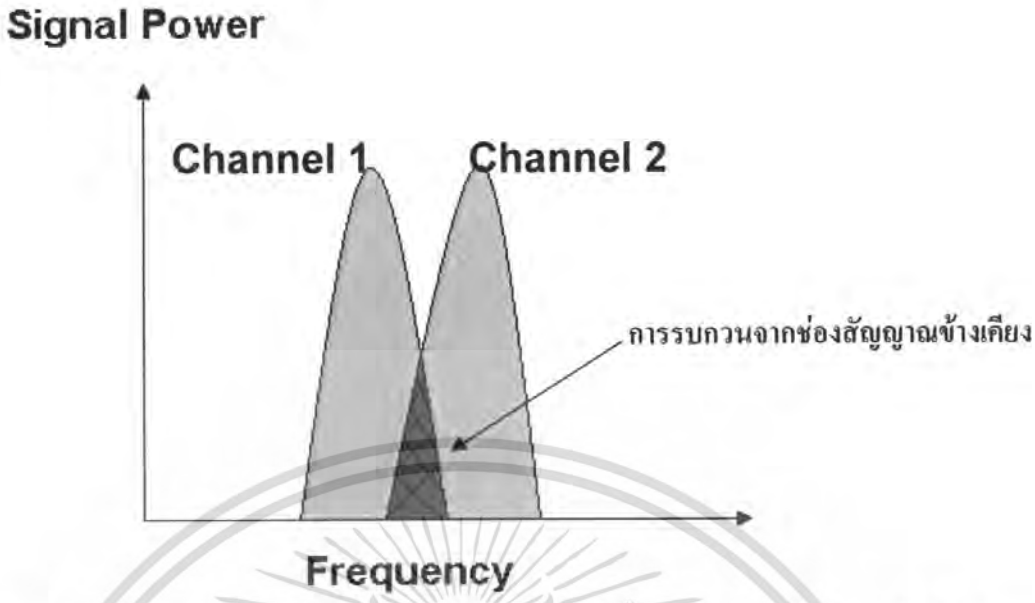
2.9 สัญญาณรบกวนที่เกิดจากระบบสื่อสารรบกวนกันเอง

สัญญาณรบกวนบางประเภทก็เกิดจากระบบสื่อสารกันเอง โดยคลื่นเหล่านี้แพร่กระจายออกมาทำให้สัญญาณที่รับได้ด้อยภาพลงไป มีทั้งที่เกิดขึ้นแบบตั้งใจและไม่ตั้งใจ ส่วนมากจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงและการรบกวนจากช่องสัญญาณเดียวกัน

2.9.1 การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง

การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง (Adjacent Channel Interference) เกิดขึ้นจากการออกอากาศ สัญญาณวิทยุนั้นจะเกิดความถี่อื่นๆ รอบความถี่หลัก แม้ว่าความถี่นี้จะมีความแรงของสัญญาณไม่มากแต่เมื่อความถี่ของช่องสัญญาณทั้งสองนี้อยู่ใกล้กันมากก็จะเกิดการรบกวนกันได้ข้อมูลที่อยู่ในช่วงสเปกตรัมของสัญญาณช่วงที่จะเกิดการรบกวนกันขึ้นนั้นจะไม่สามารถแยกแยะออกมาได้

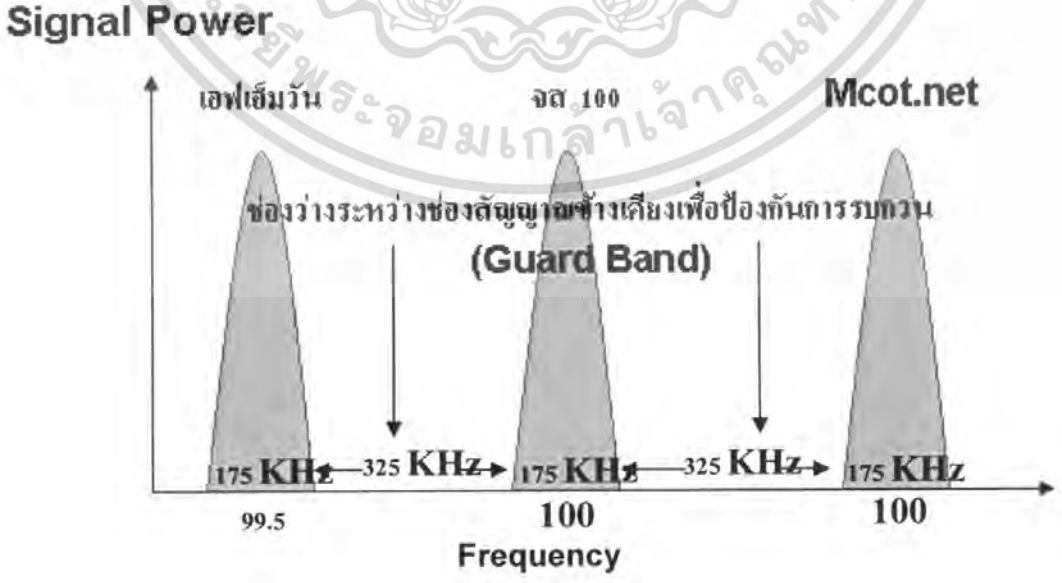
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงถึง การรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียงเมื่อช่องทั้งสองมีความถี่ใกล้เคียงกันมาก

2.9.2 เทคนิคการป้องกันการรบกวนจากช่องสัญญาณข้างเคียง

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

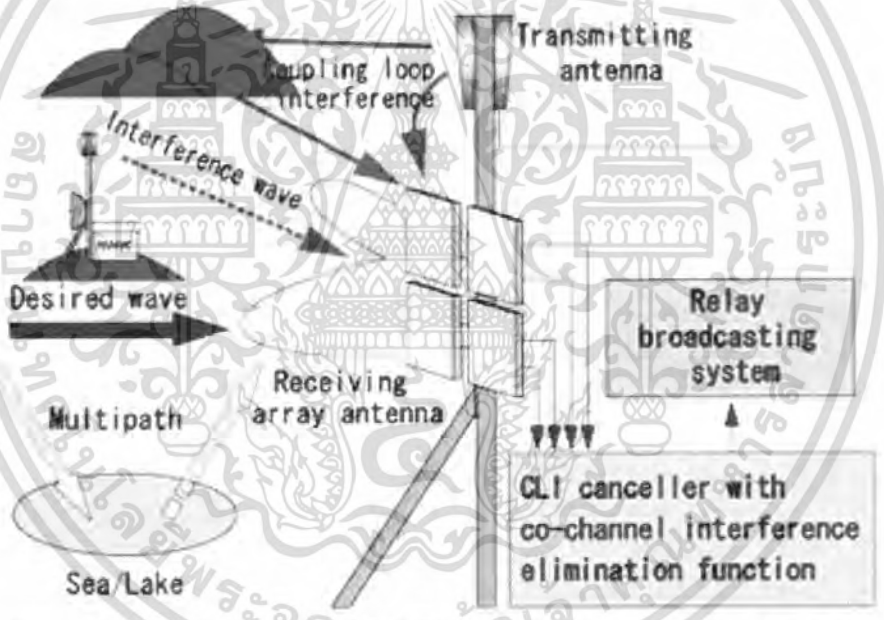


รูปที่ 2.8 แสดงถึง การป้องกันการรบกวนระหว่างช่องสัญญาณข้างเคียง(Guard Band)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน

การรบกวนในช่องสัญญาณเดียวกัน (Co-Channel Interference) เป็นการรบกวนที่เกิดขึ้นเมื่อมีเครื่องส่ง 2 เครื่องส่งสัญญาณออกอากาศที่ความถี่เดียวกัน และเครื่องรับอยู่ในบริเวณที่สามารถรับสัญญาณจากเครื่องส่งทั้งสองได้ คลื่นจากสถานีทั้งสองจะรบกวนกันเอง โดยจะรับสัญญาณได้ขาดๆ หายๆ บางครั้งก็รับสัญญาณได้จากเครื่องส่งเครื่องแรก หรือบางครั้งก็รับสัญญาณได้จากเครื่องส่งเครื่องที่สองขึ้นอยู่กับว่าบริเวณที่อยู่และกำลังส่งของสถานีนั้นว่าใครจะแรงกว่ากัน ตัวอย่างของการรบกวนประเภทนี้ที่ชัดเจนก็คือ สถานีวิทยุกระจายเสียงในกรุงเทพ กับต่างจังหวัด ทั้งสองมักจะใช้ความถี่เดียวกันแต่ก็มีที่ตั้งห่างกันเป็นร้อยกิโล ถ้าอยู่ในกรุงเทพ ก็จะรับสัญญาณได้ชัด แต่เมื่อเดินทางไปต่างจังหวัดซึ่งอยู่ในบริเวณคาบเกี่ยวกับสถานีทั้งสองนี้จะประสบปัญหาการรบกวนประเภทนี้ หากสถานีใดมีกำลังส่งแรงกว่าก็จะสามารถรับสัญญาณได้จากสถานีนี้



รูปที่ 2.9 แสดงถึง การรบกวนกันภายในช่องสัญญาณเดียวกัน

2.10 เทคนิคการ Modulation

ปัญหาการรบกวนกันในช่องสัญญาณเดียวกัน (Co Channel Interference) ก็เป็นปัญหาหนึ่งที่พบได้ในระบบ Wireless LAN ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะไม่มีการติดตั้ง Access Point 2 ตัวที่ใช้ช่องความถี่เดียวกันในบริเวณใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันปัญหาสัญญาณจาก Access Point ตัวหนึ่งไปรบกวนการทำงานของ Access Point อีกตัวหนึ่ง ซึ่งถ้าใช้ Channel เดียวกันก็จะทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกวนกันทั้งๆที่อยู่คนละเครือข่ายกัน ซึ่งถ้าใช้บริการแล้ว Access Point ตัวไหนมีความแรงในการส่งมากกว่ากันก็ได้รับบริการ Access Point ของตัวนั้นไป

เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นนี้ ก็ไม่ควรเลือกใช้ช่องความถี่เดียวกันสำหรับ Access Point ที่อยู่บริเวณเดียวกัน ถึงจะใช้ช่องสัญญาณแต่ละช่องความถี่ต่างกัน แต่ก็ยังมีช่องแบนด์วิธที่กว้างและมีการซ้อนทับกัน หากเลือกไม่เหมาะสมก็จะเกิดการซ้อนทับกันได้อีก นั่นคือสิ่งที่จะต้องมาศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการโมดูเลชันที่ได้รับ-ส่งข้อมูลในระบบ Wireless LAN

ในช่วงความถี่ 2.4 GHz นี้ได้กำหนดเป็นความถี่มาตรฐานที่เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปสามารถใช้งานได้ โดยไม่ผิดกฎหมาย และสาเหตุที่เปิดใช้ได้อย่างอิสระจึงทำให้เกิดการรบกวนกันเองสูง ดังนั้นก็ต้องมีการแก้ไข ทำได้โดยใช้เทคนิคการโมดูเลชันแบบ Spread Spectrum ที่จะมีการกระจายข้อมูลออกไปในช่วงต่างๆ ของย่านความถี่นี้ หากมีสัญญาณใดมารบกวนที่ความถี่หนึ่งๆ ก็จะเป็นจุดเล็กๆ เท่านั้น ไม่ได้ทำให้การสื่อสารนี้ถูกตัดขาดลงไป เนื่องจากยังมีข้อมูลอื่นๆ ที่เหลืออยู่ในช่วงที่ส่งสัญญาณนี้ เมื่อผู้รับได้รับข้อมูลก็จะใช้ข้อมูลที่เหลือกู้ข้อมูลที่สูญหายไปได้

เทคนิคการมอดูเลทชันแบบนี้ทำให้มีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนในรูปแบบต่างๆได้ดี ไม่ว่าจะเป็นสัญญาณคลื่นสะท้อน (Multipart Interference) การรบกวนจากการใช้ช่องความถี่เดียวกันของอุปกรณ์ Wireless โดยเทคนิคที่นิยมกันมี 3 รูปแบบคือ

2.10.1 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

เป็นเทคนิคที่มีการแบ่งช่วงความถี่ออกเป็นช่องสัญญาณย่อยๆ แล้วมีการย้ายความถี่ไปเรื่อยๆ เป็นจังหวะที่ผู้รับและส่งทราบว่าความถี่ถัดไปนี้คือความถี่อะไร การย้ายความถี่ไปเรื่อยๆ นี้ช่วยลดปัญหาสัญญาณรบกวนได้ เนื่องจากเมื่อมีสัญญาณรบกวนที่ความถี่หนึ่งๆก็ไม่สามารถรบกวนความถี่ที่เหลือได้ การสื่อสารจึงไม่ถูกตัดขาดลง ต่างจากวิธีแบบเดิมที่ใช้ความถี่เดียวในการรับ-ส่งข้อมูล เมื่อถูกรบกวนที่ความถี่นี้ก็จะไม่ติดต่อกันได้เลย

2.10.2 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

เป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาอีกขั้นหนึ่งและนิยมใช้กันมากในระบบ Wireless ตามมาตรฐาน 802.11b เนื่องจากรับ-ส่งข้อมูลได้เร็วกว่าระบบ FHSS และ ยังมีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนมากกว่า เคล็ดลับการทำงานของวิธีนี้ก็คือ การใช้ Chip Code ซึ่งเป็นบิตจำนวนมากว่าบิตข้อมูลจริง เมื่อส่งออกอากาศไปก็จะกระจายอยู่ในช่วงความถี่นั้นๆ หายถูกสัญญาณรบกวน บิตข้อมูลก็จะเสียไป หายมีจำนวนไม่มากก็สามารถกู้ข้อมูลจาก Chip Code ที่เหลือมาได้ นั่นก็ทำให้การมอดูเลทชันแบบนี้มีความเร็วและมีความทนทานต่อสัญญาณรบกวนสูงกว่า แต่ก็มีข้อเสียคือ กินช่วงแบนด์วิธค่อนข้างกว้างแบบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

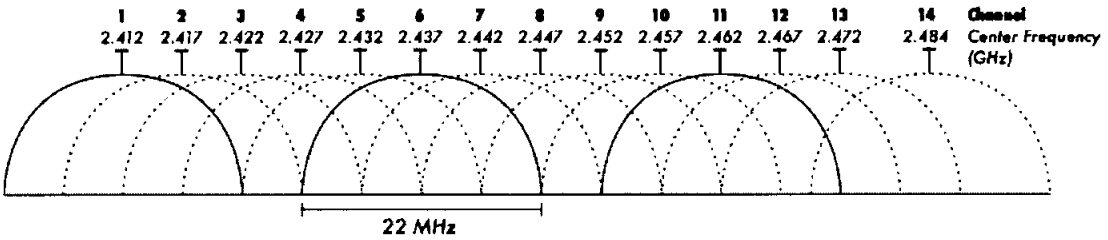
2.10.3 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

เป็นเทคนิคการมอดูเลชันแบบหลายคลื่นพาห์ (Multiple Carrier Modulation) ซึ่งเป็นรูปแบบของการสื่อสารแบบขนานนั่นเอง (ในอดีตส่วนใหญ่การสื่อสารเป็นแบบอนุกรม) OFDM ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานสำหรับระบบสื่อสารไร้สายแบบเคลื่อนที่แบนด์กว้าง (Broad Band) มีอัตราการส่งข้อมูลสูงๆ เช่น ระบบ LAN แบบไร้สาย (Wireless LAN) ระบบอินเตอร์เน็ตความเร็วสูงแบบไร้สาย (Wireless High Speed Internet) ระบบกระจายเสียงแบบดิจิตอล (Digital Audio Broadcasting) หรือ DAB และระบบกระจายสัญญาณโทรทัศน์แบบดิจิตอล (Digital Television) หรือ DTV เป็นต้น

เนื่องจากการสื่อสารแบบไร้สายมักจะประสบกับปัญหาการจางหายของสัญญาณ (Fading) อันมีสาเหตุมาจากการแพร่กระจายคลื่นสัญญาณเป็นหลายวิถี (Multipath Propagation) นอกจากนั้นคลื่นหลายวิถียังทำให้เกิดการรบกวนแบบแทรกสอดระหว่างสัญลักษณ์ (Inter Symbol Interference) หรือ ISI ของสัญญาณข้อมูลขึ้นที่เครื่องรับอีกด้วย ซึ่งถ้าเป็นระบบการมอดูเลตและส่งสัญญาณแบบเก่าๆ (การส่งข้อมูลแบบอนุกรม) จะแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะเมื่อเป็นการสื่อสารที่มีอัตราการส่งข้อมูลสูงๆ แต่สำหรับ OFDM แล้วปัญหาเหล่านี้สามารถแก้ไขได้ง่ายกว่าและยังสามารถส่งข้อมูลที่มีอัตราสูงๆ ได้อย่างสบาย เนื่องจากในระบบ OFDM ข้อมูลที่เป็นอนุกรมความเร็วสูงจะถูกแปลงให้เป็นข้อมูลแบบขนานความเร็วต่ำเสียก่อน แล้วจึงส่งออกไปยังเครื่องรับพร้อมๆ กัน ซึ่งสามารถลดปัญหาเหล่านี้ลงได้

2.11 การแบ่งช่องสัญญาณและแบนด์วิธของระบบเครือข่ายไร้สาย

ด้วยเทคนิคการมอดูเลทชันแบบ DSSS ทำให้สัญญาณที่ได้หลังจากมอดูเลทใช้ความกว้างแบนด์วิธสูงถึง 22 MHz แต่ในย่าน 2.4 GHz นั้นมีแบนด์วิธเพียง 83 MHz เท่านั้น ทำให้แบ่งช่องสัญญาณเป็นช่องที่ไม่ซ้อนทับกันได้เพียง 3 ช่อง ส่วนแบนด์วิธที่เหลือระหว่างช่องจะเป็น Guard Band เพื่อป้องกันการรบกวนกันระหว่างช่องสัญญาณต่างๆ มักจะเรียกช่องความถี่ที่ไม่ซ้อนทับกันว่า "Non - Overlapping Channel"



รูปที่ 2.10 แสดงถึง ช่องสัญญาณของระบบเครือข่ายไร้สายที่ไม่ซ้อนทับกันในย่าน 2.4 GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกำหนดช่องสัญญาณของระบบ Wireless LAN จะกำหนดให้ช่องแรกเริ่มต้นที่ความถี่กลาง 2412 MHz และช่องถัดมาจะห่างกันช่องละ 5 MHz ซึ่งถ้านับก็จะมีค่าเท่ากับ 13 ช่อง แต่สามารถใช้งานได้เพียง 3 ช่องเท่านั้น จึงจะไม่มีการซ้อนทับกันระหว่างช่องการใช้ Non-Overlapping Channel จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการรบกวนกันของระบบ Wireless LAN ซึ่งสามารถแบ่งความถี่ออกเป็นชุดที่ไม่ซ้อนทับกัน ชุดแรกคือ ช่อง 1,6,11 ชุดที่สองคือ 2, 7, 12 ชุดที่ 3 คือ 3, 8, 13 ชุดที่ 4 คือ 4, 9 ชุดที่ 5 คือ 5, 10 ในการใช้งานควรจะเลือกใช้ชุดความถี่ชุดใดชุดหนึ่งเท่านั้น ไม่ควรเลือกใช้ช่องความถี่ที่อยู่ในชุดต่างกันเพราะจะทำให้เกิดปัญหาการรบกวนกันได้

ตารางที่ 2.1 แสดงช่องความถี่ แบนด์วิธที่ใช้ และช่องชี้นี้อยู่ในชุดความถี่ใดของระบบ Wireless LAN

ช่อง	ความถี่กลาง	ช่วงสเปกตรัมที่ใช้งาน	อยู่ในชุดความถี่ที่
1	2412 MHz	2401-2423 MHz	1
2	2417 MHz	2406-2418 MHz	2
3	2422 MHz	2411-2433 MHz	3
4	2427 MHz	2416-2438 MHz	4
5	2432 MHz	2421-2443 MHz	5
6	2437 MHz	2426-2448 MHz	1
7	2442 MHz	2431-2453 MHz	2
8	2447 MHz	2436-2458 MHz	3
9	2452 MHz	2441-2463 MHz	4
10	2457 MHz	2446-2468 MHz	5
11	2462 MHz	2451-2473 MHz	1
12	24167 MHz	2456-2478 MHz	2
13	2472 MHz	2461-2483 MHz	3

ในการกำหนดช่องความถี่ของเครือข่าย Wireless LAN นั้นสามารถทำได้โดยกำหนดความถี่ และชื่อ SSID ของ Access Point ตัวนี้ เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบ Wireless สแกนหาเครือข่ายที่ให้บริการในบริเวณนี้ ก็จะปรากฏชื่อ SSID ของ Access Point ตัวใด การ์ด Wireless ในเครื่องของผู้ใช้ก็จะเปลี่ยนมาใช้ช่องความถี่ที่ถูกกำหนดไว้ใน Access Point ตัวนั้นโดยอัตโนมัติ นั่นเป็นกระบวนการกำหนดความถี่ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตามค่าของ Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 การเลือกตำแหน่งในการติดตั้ง Access Point

การเลือกตำแหน่งการติดตั้ง Access Point นั้นมีความสำคัญมาก เป็นตัวแปรหลักที่จะบอกว่าบริเวณไหนของสำนักงาน หรือตามบ้านทั่วไป จะใช้เครือข่าย Wireless LAN ได้หรือไม่ ก็ระบบ Wireless LAN อยู่ในย่านของไมโครเวฟที่มีอัตราการลดทอนเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง การเลือกตำแหน่งติดตั้งที่ถูกต้องจะช่วยให้สัญญาณวิทยุเดินทางไกลออกไป โดยมีหลักการง่ายๆ คือ ตำแหน่งที่ติดตั้งของ Access Point ควรจะเป็นจุดที่อยู่ในระยะสายตาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการใช้ระบบ Wireless LAN

การที่ Access Point อยู่ในระยะสายตานั้นหมายความว่า คลื่นสามารถเดินทางได้ตรงจาก Access Point มายัง Wireless LAN การ์ดในเครื่องได้โดยไม่ปะทะกับสิ่งกีดขวางก่อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นตำแหน่งที่สูงกว่าพื้นดินขึ้นไป โดยทั่วไปแล้วจะมีลักษณะการติดตั้ง Access Point ไว้ในตำแหน่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.12.1 ติดตั้ง Access Point ห้อยไว้กับเพดาน วิธีนี้จะค่อนข้างวุ่นวายเพราะต้องเดินสายไฟไปเลี้ยง Access Point นี้ และหม้อแปลงไฟฟ้าของ Access Point ก็มีน้ำหนักทำให้ยึดติดเพดานลำบาก โดยถ้าจะติดบนเพดานก็ต้องมีอุปกรณ์สำหรับมายึดติดกับเพดานทั้งตัว Access Point และหม้อแปลงด้วย เพื่อป้องกันการหล่นลงมา ซึ่งวิธีนี้มีข้อดีตรงที่ไม่มีวัตถุใดมากีดขวางมากนัก ซึ่งวิธีควรจะนึกถึงเป็นอันดับแรกในการออกแบบ ถ้าไม่ได้ก็หาวิธีการติดตั้งแบบอื่นๆ

2.12.2 ติดตั้ง Access Point ไว้ข้างฝาผนัง ถ้าจะให้ติดตั้ง Access Point ห้อยไว้กับเพดานนั้นจะยากเพราะมีทั้งแบบซีเมนต์ ทำให้การเจาะยึดอุปกรณ์ทำได้ลำบากหรือจะเป็นแบบทีบาร์ที่อยู่ในสำนักงานทั่วไปซึ่งรับน้ำหนักได้ไม่มาก การติดตั้งไว้กับฝาผนังจึงเป็นทางออกที่ดีกว่า เพราะจะสะดวกกับการเจาะยึดอุปกรณ์กว่าฝ้าเพดาน ติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าง่ายกว่าไม่ต้องกังวลว่าอุปกรณ์จะหล่นลงมา แต่ก็มีข้อเสียคือ การส่งสัญญาณจะมีส่งได้น้อยกว่าเดิมมาก และอยู่ติดผนังทำให้ฝั่งที่อยู่ด้านผนังลดทอนสัญญาณไป

2.12.3 ติดตั้งบนโต๊ะ เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เหมาะสำหรับสำนักงานและความสะดวกในการติดตั้งนี้เองอาจจะทำให้เกิดปัญหาไปสะดุดปลั๊กไฟ หรือเสี่ยงต่อการที่มีบุคคลทั้งภายในหรือภายนอกเห็นตัว Access Point ก็จะถูกขโมยได้ และเรื่องของสัญญาณก็ไม่ดีเท่าที่ควรเพราะในมุมมองระดับโต๊ะมีสิ่งกีดขวางมากมาย ซึ่งถ้าจะใช้วิธีนี้ก็ต้องพิจารณาตำแหน่งในการติดตั้งเป็นพิเศษเพื่อให้ได้ที่เหมาะสมด้วย

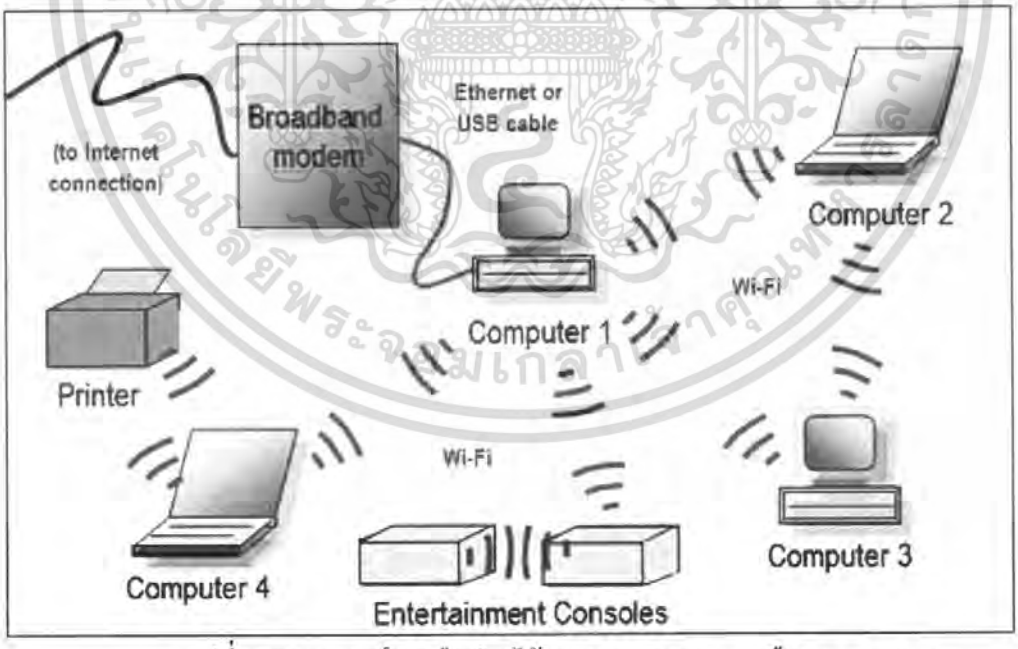
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากการเลือกตำแหน่งจุดศูนย์กลางของ Access Point ในสำนักงานแล้ว สิ่งที่ควรคำนึงถึงอีกประการหนึ่งก็คือ บริเวณที่มักจะมีการใช้งานของผู้ใช้เครือไร้สาย ตัวอย่างเช่น ติดตั้ง Access Point ไม่ดี หลุดๆ ติดๆ บ่อยครั้ง นี่ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ควรคำนึงถึงเหมือนกัน เพราะการติดตั้ง Access Point ไว้ใกล้ๆกับจุดที่มีผู้ใช้จำนวนมากๆจะทำให้สัญญาณดี และยังมีความเร็วในการใช้งานสูง

2.13 โซลูชันการใช้งานเครือข่ายไร้สาย (Solution of Wireless LAN)

2.13.1 การติดตั้ง Ad-Hoc Wireless LAN

รูปแบบการติดตั้งเครือข่ายแบบนี้ มีความพิเศษตรงที่เครือข่ายนี้ไม่ต้องการตัวกลางเชื่อมโยงระบบและสายสัญญาณเลย เครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ Wireless LAN สามารถส่งข้อมูลจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้โดยตรง ซึ่งเรียกว่าเป็นการสื่อสารข้อมูลลักษณะ Peer to Peer สมบัติของเครือข่าย Wireless LAN แบบ Ad-Hoc หรือ Peer to Peer เป็นเครือข่ายที่สร้างได้รวดเร็วสามารถรองรับเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ Wireless ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไป (แต่ไม่ควรเกิน 10-15 เครื่อง) เหมาะสำหรับใช้งานในบ้าน สำนักงานขนาดเล็กหรือสำนักงานภาคสนามที่ต้องมีการเคลื่อนย้ายบ่อยๆ



รูปที่ 2.11 แสดงถึง เครือข่ายไร้สายแบบ Ad-Hoc หรือ Peer to Peer

การสร้างเครือข่าย Wireless LAN แบบ Ad-Hoc ก็ทำได้ง่ายๆ เพียงแค่ติดตั้งการ์ดไร้สายบนเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่ต้องการเชื่อมโยงถึงกันเป็นเครือข่าย ลงไดร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

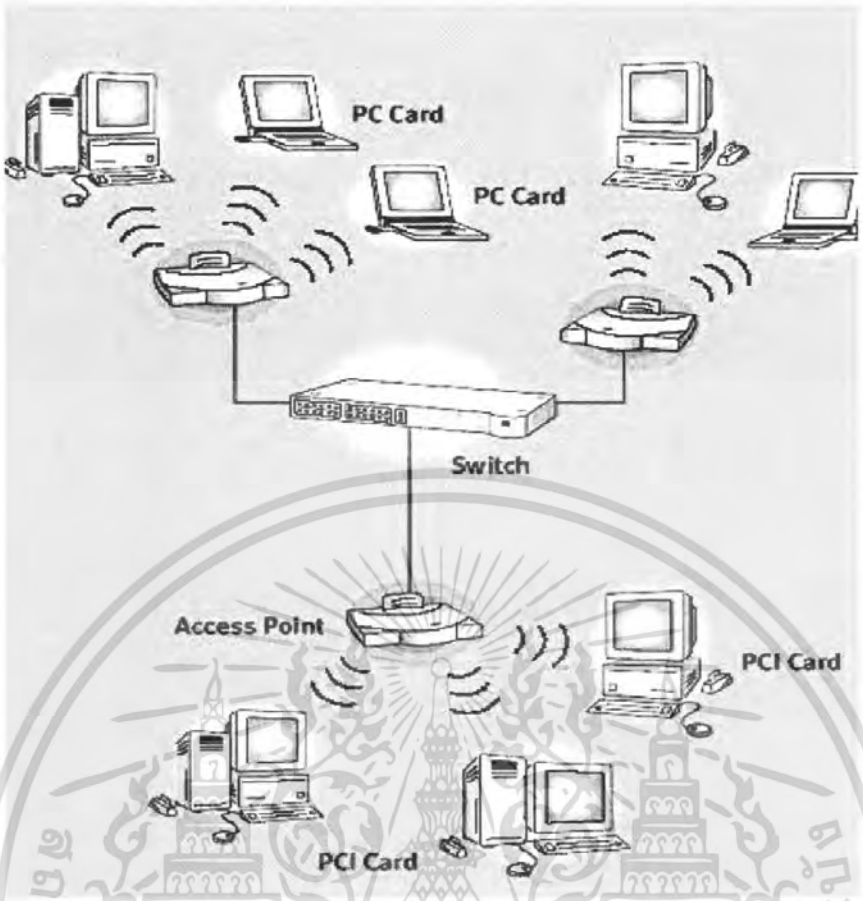
เวอร์และโปรแกรม Configuration Utility จากนั้นทำการปรับแต่งค่าเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ Wireless โดยกำหนดโหมดการทำงานเป็น Ad-Hoc ระบุชื่อ BSSID และ Channel (ช่องความถี่สื่อสาร) เมื่อนำเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ Wireless ที่ปรับแต่งค่าเสร็จแล้วมาตั้งใช้งานในขอบเขตพื้นที่ให้บริการที่ อุปกรณ์แต่ละเครื่องสามารถแพร่กระจายคลื่นถึงกัน เท่านี้ก็ได้เครือข่าย Wireless LAN แบบ Ad-Hoc แล้ว

2.13.2 การติดตั้งแบบ Infrastructure

โดยองค์กรส่วนใหญ่มักจะมีการใช้ Ethernet LAN เป็นเครือข่ายหลักรองรับการสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว การติดตั้ง Wireless LAN เพิ่มเข้ามาไปเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งานสามารถเชื่อมโยงเข้าเครือข่ายหลักจากพื้นที่ใดก็ได้อย่างอิสระ ช่วยให้การทำงานคล่องตัวมากขึ้น อีกทั้งยังช่วยแก้ไขปัญหาสำหรับบางพื้นที่ไม่สามารถเดินสายสัญญาณทำได้ยากลำบาก สามารถใช้โซลูชันเครือข่าย Wireless LAN แบบ Infrastructure ที่อาศัย Access Point เป็นศูนย์กลางและเป็นสะพานเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ Wireless เข้ากับ Ethernet LAN ได้

บนตัว Access Point จะมีพอร์ต RJ-45 สำหรับใช้ต่อสายสัญญาณ UTP ความยาวไม่เกิน 100 เมตรไปยังฮับ (HUB) หรือสวิตซ์ (Switch) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งLAN การ์ดไร้สายรวมทั้งอุปกรณ์ Wireless จะสื่อสารข้อมูลผ่าน Access Point ไปยัง Ethernet LAN และในทางกลับกันเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บน Ethernet LAN ก็สามารถสื่อสารข้อมูลยังเครือข่าย Wireless LAN โดยผ่าน Access Point ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงถึง เครือข่ายไร้สายแบบ Infrastructure หรือ Client/Server

การ Configure เครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ Wireless LAN ให้สื่อสารกับ Access Point จะต้องกำหนดโหมดการทำงานเป็น Infrastructure และระบุชื่อ BSSID ให้ตรงกับชื่อ BSSID ของ Access Point ส่วนช่องความถี่สื่อสารไม่จำเป็นต้องระบุ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์ Wireless จะค้นหาและเชื่อมโยงเข้ากับ Access Point อัตโนมัติตามช่องความถี่กำหนดไว้ในตัว Access Point

2.14 ขยายพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย

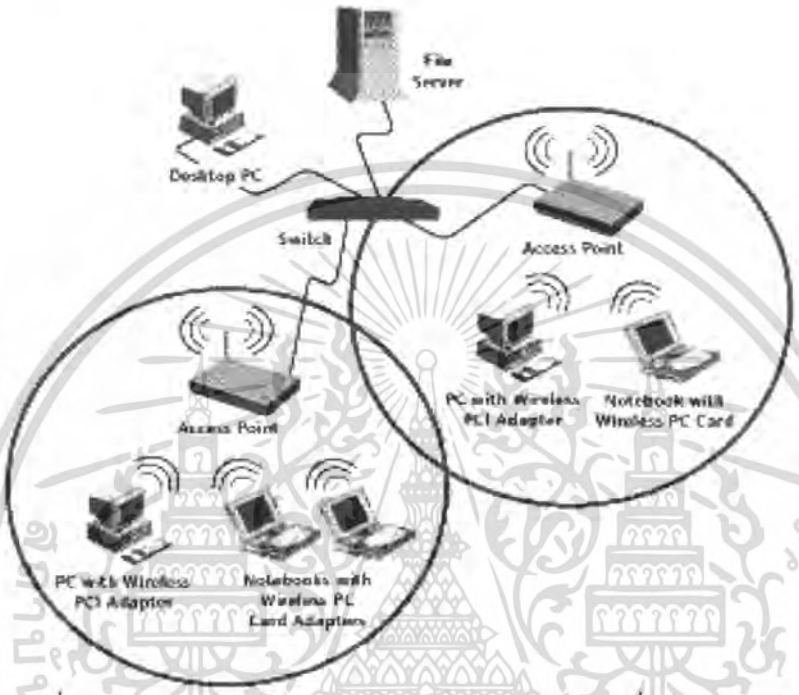
วิธีการขยายพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย ให้ครอบคลุมพื้นที่กว้างไกลสามารถทำได้ 4 วิธี ดังนี้

2.14.1 เครือข่ายไร้สายแบบให้บริการ (Roaming)

วิธีการขยายพื้นที่ให้บริการด้วยการโรมมิ่ง (Roaming) นั้นทำได้ โดยการติดตั้ง Access Point เพิ่มเข้าไปในจุดบอดสัญญาณ และให้รัศมีการแพร่กระจายคลื่นของ Access Point ที่ติดตั้งเพิ่มมีส่วนคาบเกี่ยวกัน ลักษณะของเครือข่ายนี้จะเหมือนกับระบบเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรศัพท์มือถือแบบเซลลูลาร์ (การทำ Roaming เป็นการนำเอาสมบัติของระบบแบบ Infrastructure มาประยุกต์ใช้) ผู้ใช้สามารถเคลื่อนย้ายไปทำงานยังพื้นที่ใดๆ ก็ได้ที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ให้บริการของ Access Point แต่ละตัว ซึ่งการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายกับเครือข่ายจะไม่ขาดช่วง



รูปที่ 2.13 แสดงถึง เครือข่ายไร้สายให้บริการแบบโรมมิ่ง (Roaming)

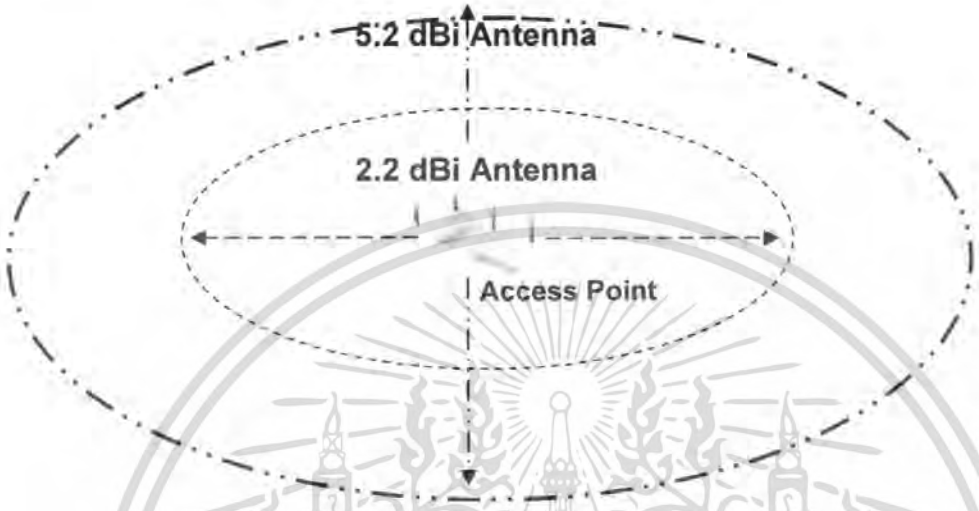
การติดตั้ง Access Point เครื่องใหม่เข้าไปในพื้นที่จุดบอดสัญญาณเพื่อทำ Roaming ต้องกำหนดชื่อ BSSID ของ Access Point เครื่องอื่นๆ บนเครือข่ายจากนั้นนำ Access Point เชื่อมโยงสายสัญญาณ UTP CAT 5 ความยาวไม่เกิน 100 เมตร เข้ากับ Ethernet LAN ผ่านฮับหรือสวิตช์ หาก Access Point เดิมบนเครือข่ายมีการใช้งานฟังก์ชันความปลอดภัย เช่น WEP, MAC Filtering หรือ WPA ก็ต้องปรับแต่งค่า Access Point เครื่องใหม่ การใช้งานฟังก์ชันความปลอดภัยและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ก็ต้องกำหนดเหมือนกันด้วย

2.14.2 ปรับเปลี่ยนสายอากาศของแอ็กเซสพอยน์ให้เป็นสายอากาศเกนสูง (High Gain Antenna)

การขยายพื้นที่ให้บริการเครือข่าย Wireless LAN โดยการปรับเปลี่ยนสายอากาศ Omni Directional เดิมของ Access Point 2.2 dBi ให้เป็นสายอากาศ Omni Directional เกนสูง 5.2 dBi – 12 dBi วิธีนี้จะช่วยให้ Access Point มีประสิทธิภาพรับ-ส่งคลื่นดีขึ้น ทำให้สามารถแพร่กระจายคลื่นออกไปในทิศทางต่างๆ ได้ไกลมากขึ้น การปรับเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายอากาศสามารถทำได้กับ Access Point บางรุ่นบางยี่ห้อเท่านั้นหากต้องการ Access Point ที่สามารถเปลี่ยนสายอากาศเพื่อรองรับการขยายพื้นที่ให้บริการในอนาคตควรตรวจสอบสมบัติของ Access Point ก่อนซื้อหรือสอบถามข้อมูลจากตัวแทนจำหน่าย



รูปที่ 2.14 แสดงถึง แบบรัศมีการแพร่กระจายคลื่นของ Access Pointที่ใช้สายอากาศ Omni Direction 2.2, 5.2dBi

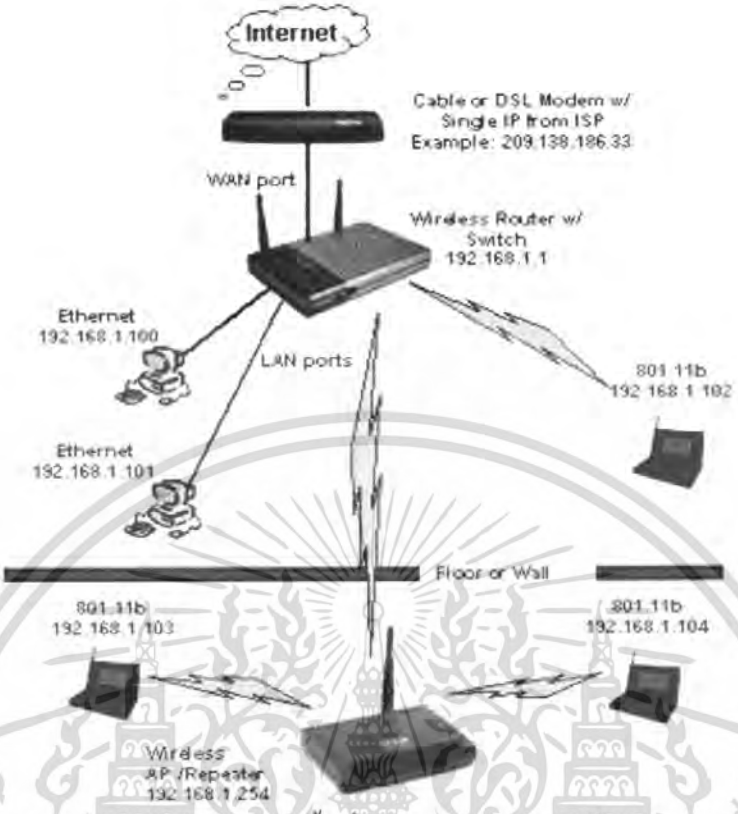
2.14.3 เพิ่มกำลังวัตต์รับ-ส่งของ Access Point ด้วยอุปกรณ์ขยายสัญญาณ (Signal Booster)

การเพิ่มกำลังวัตต์รับ-ส่งของ Access Point เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถขยายพื้นที่ให้บริการเครือข่าย Wireless โดยอาศัยอุปกรณ์ Signal Booster หรือในบางครั้งเรียกว่า "Amplifier" Signal Booster จะทำหน้าที่เพิ่มขยายกำลังวัตต์ (Watt) รับ-ส่งสัญญาณให้กับ Access Point ซึ่งปกติอยู่ที่ 30-50 มิลลิวัตต์ (mW) ให้สูงขึ้นเป็น 100 มิลลิวัตต์ ทำให้ Access Point แพร่กระจายคลื่นออกไปได้ไกลมากขึ้นกว่าเดิม

2.14.4 ขยายพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สายแบบ Infrastructure ด้วย Wireless Repeater

นอกจาก 3 วิธีข้างต้นแล้วยังมีอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ขยายพื้นที่บริการเครือข่าย Wireless LAN ให้ครบคุมบริเวณต่างๆ ด้วยการติดตั้ง Wireless Repeater จะทำหน้าที่ทวนสัญญาณให้กับ Access Point และรองรับการเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ติดตั้ง Wireless Repeater เสมือนว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายได้เชื่อมโยงเข้าสู่ Access Point โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



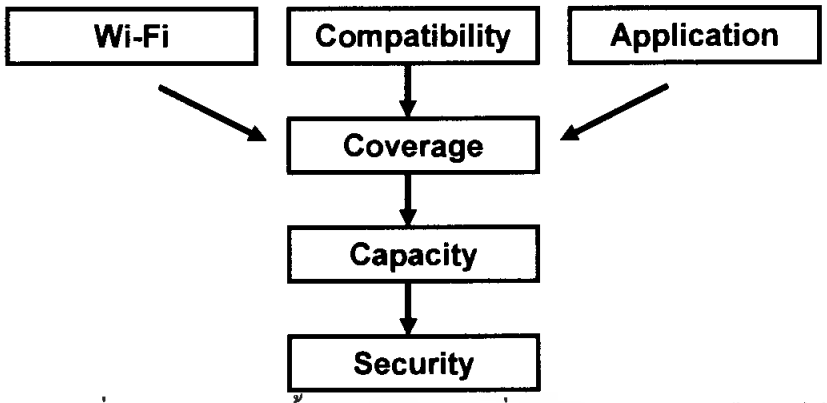
รูปที่ 2.15 แสดงถึง ขยายขอบเขตพื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย Infrastructure ด้วย Wireless LAN Repeater

2.15 ในการออกแบบเครือข่ายไร้สายทั่วไป

โดยถ้าไม่มีประสบการณ์มากหนัก ก็จะคำนึงถึงเรื่องพื้นที่ให้บริการของ Access Point มากกว่าเรื่องความจุของเครือข่าย (Capacity) ที่จะให้บริการได้ เมื่อยามที่มีผู้มาใช้บริการเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีการรับ-ส่งไฟล์ ที่มากขึ้น จึงต้องมีการศึกษาเรื่องการให้บริการเกี่ยวกับ Capacity จึงทำให้ออกแบบเครือข่ายได้ดี

โดยจะต้องคำนึงถึงเรื่อง ความจุของเครือข่าย และเรื่องการรักษาความปลอดภัยเครือข่าย ทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่ไม่ควรละเว้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงถึง ขั้นตอนการศึกษาเพื่อออกแบบระบบเครือข่ายไร้สาย

2.15.1 การเรียนรู้มาตรฐานระบบ Wireless LAN

ให้ทราบว่าแต่ละมาตรฐานมีลักษณะเด่นอย่างไรจะเลือกใช้มาตรฐานใด เพื่อให้เครือข่ายสามารถเข้ากันได้กับอุปกรณ์ Wireless ทุกตัวที่จะนำมาเชื่อมต่อด้วย และทำความเข้าใจกับลักษณะการใช้งานของผู้ใช้แต่ละประเภทให้ดี เช่น ถ้ามีผู้ใช้ตามบ้านก็จะต้องให้มีการใช้งานที่ครอบคลุมทุกพื้นที่ และง่ายต่อการติดตั้ง ส่วนผู้ใช้ตามสำนักงานก็จะต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยและความเร็วของการใช้งาน เมื่อเข้าใจถึงมาตรฐานที่นำมาใช้แต่ละประเภทก็จะทำกระบวนการขั้นตอนต่อไป

2.15.2 พื้นที่ให้บริการเครือข่ายไร้สาย (Coverage Area)

จะเป็นสิ่งแรกที่ผู้ใช้จะถามว่าบริเวณนี้ใช้ Wireless ได้หรือไม่ โดยจะนำ Wireless นำไปใช้ในพื้นที่ต่างๆ แล้วแต่จะบริการ เช่น ใช้ในห้องนั่งเล่น หรือห้องห้องเก็บของ โดยการแพร่กระจายของคลื่นที่ออกมาจาก Access Point ก็จะมีจุดที่สามารถเป็นพื้นที่อับสัญญาณได้ จึงทำให้การออกแบบย่อมมีความเข้าใจในจุดนี้มากขึ้นด้วย

2.15.3 ความจุของเครือข่าย (Capacity)

จะเป็นปัญหาที่ผู้ออกแบบจะพบ เมื่อสำนักงานมีผู้ใช้บริการมากขึ้น จะมีผลทำให้เกิดปัญหาเรื่องความจุของเครือข่ายในบริเวณต่างๆ ของสำนักงานที่ไม่เท่ากัน และจุดเหล่านี้ผู้ออกแบบควรแก้ไขปัญหาได้โดยเร็ว ปัญหานี้เกิดขึ้นบ่อยโดยพื้นที่มีลักษณะเดียวกัน แต่ทำไมแต่ละบริเวณไม่มีความเร็วเหมือนกัน

2.15.4 ความปลอดภัยกับเครือข่ายไร้สาย (Security)

เป็นสิ่งที่ละเลยไม่ได้เพราะในการรับ-ส่ง จะใช้คลื่นวิทยุซึ่งสามารถแพร่กระจายคลื่นไปได้ทั่วทุกทิศทาง นั่นก็จะทำให้เกิดปัญหาว่าอาจจะมีใครมาดักฟังสัญญาณวิทยุได้ ซึ่งก็ง่ายกว่าการดักฟังสัญญาณที่วิ่งในสายมาก การควบคุมทิศทางการแพร่กระจายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นก็จะทำให้เครือข่ายปลอดภัยมากขึ้น เพราะอาคารสำนักงานเช่าส่วนใหญ่จะมีผู้เช่าอยู่หลายราย ที่ใช้ Wireless LAN เพราะสะดวก แต่ในความเป็นจริงแล้วทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการทำธุรกิจขึ้นได้ เพราะถึง Wireless ได้มีการเข้ารหัสเพียงใด ก็จะมีการดักจับ packet เพื่อนำมาทำความเข้าใจ สิ่งที่เข้ารหัสได้ ถ้าจะพยายามแกะจริงๆ

2.16 ลักษณะการลดทอนของระบบเครือข่ายไร้สาย

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

2.16.1 การลดทอนสัญญาณของคลื่นตามระยะทาง

การลดทอนนี้เกิดจากความแรงของสัญญาณที่ลดลงซึ่งแปรผันกับระยะทาง ที่เกิดขึ้นในสภาวะสุญญากาศ โดยไม่มีตัวแปรอื่นๆ มาเกี่ยวข้องในสภาวะนี้จะไม่มีสิ่งกีดขวางมาเกี่ยวข้อง เรียกค่านี้ว่า “อัตราลดทอนในสภาวะไร้สิ่งกีดขวาง (Free Space Loss)”

2.16.2 การลดทอนของคลื่นที่เดินทางผ่านตัวกลาง

ที่มีความสามารถดูดซับสัญญาณได้ เช่น ต้นไม้ ผนัง หน้าต่าง กระจก หรือพื้นอาคาร อัตราการลดทอนนั้นจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของวัตถุ ยิ่งวัตถุมีความหนาก็จะมีอัตราลดทอนที่สูง โดยทั่วไปจะมีค่าดังต่อไปนี้

2.16.2.1 ต้นไม้ มีอัตราการลดทอนอยู่ระหว่าง 10-20 dB โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของต้นไม้ ที่มีใบมากจะมีอัตราการลดทอนที่สูง

2.16.2.2 ผนัง มีอัตราการลดทอนอยู่ระหว่าง 10-15 dB โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาและวัสดุที่ใช้ ถ้าเป็นผนังยิปซัมเบาก็จะมีอัตราการลดทอนน้อยกว่าผนังปูนและอิฐ

2.16.2.3 พื้นอาคาร มีอัตราการลดทอนระหว่าง 12-27 dB โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาและวัสดุที่ใช้ หากเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวนมาก จะมีอัตราการลดทอนที่สูงกว่าปกติและถ้าเป็นพื้นไม้จะมีอัตราการลดทอนที่ต่ำกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16.2.4 กระจก มีอัตราการลดทอนไม่มาก แต่ถ้าเป็นกระจกเคลือบปรอทป้องกันความร้อนจะมีอัตราการลดทอนที่สูงกว่า

2.16.3 การกระจายของสัญญาณอันเกิดจากเครื่องรับและส่งไม่ได้อยู่ในระยะสายตา

คลื่นก็จะเดินทางผ่านวัตถุมากมายเกิดการตกระทบแล้วสะท้อนกระจายเป็นคลื่นต่างๆ ที่มาจากหลายทิศทาง ทำให้เกิดปัญหาสัญญาณเพี้ยน ยากต่อการทำงานของภาครับวิทยุที่จะนำสัญญาณที่ต้องการมาใช้งานได้

2.17 การคำนวณความแรงสัญญาณระหว่างภาครับและภาคส่ง (Link Margin)

การคำนวณค่าความแรงของสัญญาณที่เชื่อมต่อกันระหว่างภาครับและภาคส่ง (Link Margin) นั้นให้ประเมินว่าในระหว่างภาครับและภาคส่งมีความแรงของสัญญาณดีเพียงใด หากค่านี้มีค่าน้อยเมื่อมีสัญญาณรบกวนเข้ามาในระบบสื่อสารก็จะทำให้การสื่อสารล้มเหลวลงได้ หากค่านี้มีค่ามากก็แสดงถึงโอกาสที่จะรับสัญญาณได้ชัดเจนก็มีมากขึ้น 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)

รูปแบบการคำนวณค่าความแรงของสัญญาณวิทยุส่วนใหญ่จะใช้หน่วยเป็นเดซิเบล (Decibel) เพราะว่าสะดวกกว่าวิธีอื่น หากต้องคำนวณด้วยตัวเลขธรรมดาคงต้องเป็นค่าจุดทศนิยมและมีสูตรต่างๆตามมาอยู่มากมาย 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 2.2 ใช้คำนวณค่าความแรงสัญญาณที่เชื่อมต่อระหว่างภาครับและส่ง (Link 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	**95.4 dB**

การคำนวณระยะทางสูงสุดที่จะใช้งานได้

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

$$LinkMargin(dB) = 40 + 10 * n * \log(r) + L_{allowedLoss} \qquad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ตัวแปรสำหรับแทนค่าเพื่อคำนวณหาระยะทางสูงสุดที่จะใช้งานได้

ลักษณะการใช้งาน	ค่าอัตราสูญเสีย (Allowed Loss)	ค่าการกระจายของสัญญาณ (Scattering Exponent)	ตัวอย่าง
สภาวะสุญญากาศไม่มีสิ่งกีดขวาง	0	2	อวกาศ
ใช้งานภายนอก ที่โล่งแจ้ง	2	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	สำนักงาน
ในอาคาร มีผนัง พื้น	12-27 (พื้น)	4-5	คอนโดมิเนียม
	10-15 (ผนัง)		อพาร์ตเมนท์

ตัวอย่างในการคำนวณระยะทางการใช้งานสูงสุด เมื่อนำ Access Point กับ Wireless LAN Card ไปใช้ในบริเวณสำนักงานที่มีผนังกั้นและมีพาร์ติชัน จะมีระยะใช้งานสูงสุดเท่าใด

$$LinkMargin(dB) = 40 + 10 * n * \log(r) + L_{allowedLoss} \quad \text{(จาก 2.5)}$$

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

$$r = 19.83 \quad \text{เมตร}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

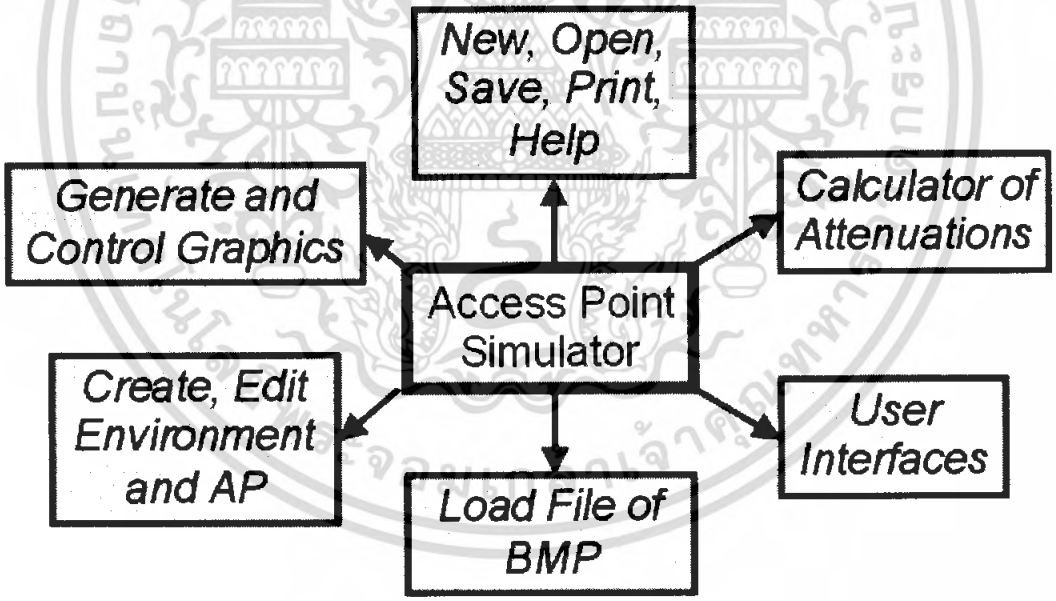
บทที่ 3
ออกแบบและพัฒนาระบบ

จะเป็นขั้นตอนต่างๆที่นำมาสู่โครงงาน ซึ่งได้ออกแบบการทำงานต่างๆ เป็นหมวดหมู่ เช่น หมวดหมู่ของการออกแบบตัวโครงงานในลักษณะของ UML และหมวดหมู่ในการคำนวณโดยอธิบายสูตรต่างๆ ว่านำไปใช้ในส่วนใด

3.1 การออกแบบโครงงานในลักษณะของ UML

3.1.1 การแยกส่วนระบบ (Sub Systems)

ในการแยกส่วนของระบบ ได้ทำการแยกส่วนของระบบออกมาได้ 6 ส่วนหลักๆ เพื่อง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรมและอธิบายให้เข้าใจในส่วนต่างๆ ได้อย่างไม่ยากเมื่อทำการ Present หรือผู้ที่สนใจจะเข้าใจได้โดยง่ายทั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 6 ส่วนดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงถึงการแยกส่วนของโครงงานออกมาเพื่อง่ายต่อการออกแบบ

3.1.1.1 User Interface

จะเป็นส่วนที่ผู้ใช้ทุกคนจะต้องเข้ามาใช้งานในส่วนนี้เป็นอันดับแรก เพราะเป็นส่วนที่จะติดต่อระหว่างความต้องการของ User ว่าจะทำอะไร โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะเป็นการสร้าง Object และสามารถกำหนดค่า Parameter ต่างๆ ซึ่งจะกระทำผ่านในส่วนนี้

3.1.1.2 Load File of .BMP .JPG, .SWLAN

จะเป็นการโหลดภาพจากภายนอกโปรแกรมเข้ามา เพื่อมาทำงานในโปรแกรม ซึ่งจะเป็นนามสกุล .BMP จากนั้นก็ใช้ AP มาวางเพื่อสังเกตการณ์กระจายตัวของ AP ว่ากระจายไปในทิศทางใด รูปแบบที่ใช้จะเป็นแบบ Free Space ไม่มีการลดทอนจากส่วนอื่น มีแต่ลดทอนตามระยะทาง

3.1.1.3 Create, Edit Environment and AP

จะเป็นส่วนในการสร้าง Environment ต่างๆขึ้นมาและการใส่ค่า Parameter ต่างๆ ซึ่งจะมีวัสดุดังนี้ Partition (Office), Glass, Wood, Wall ซึ่งจะเป็นสิ่งที่จะมาลดทอนการกระจายของตัว Access Point แล้วค่าที่ลดลงก็จะเป็นอีกส่วนในการคำนวณซึ่งจะอยู่ในหัวข้อต่อไป และ AP ที่เพิ่มลงไปในงานก็จะเป็นทั้งแบบที่มีใช้กันทั่วไปและสามารถสร้างขึ้นเองก็ได้โดยมี Parameter ที่จำเป็นต่างๆที่จะต้องใช้

3.1.1.4 Calculator of Attenuations

จะเป็นส่วนที่จะเอาค่าต่างที่ได้ใส่ในวัสดุต่างๆ มาทำการคำนวณกับ AP ที่กระจายออกมาว่าจะให้ลดทอนเป็นเท่าใด

3.1.1.5 Generate and Control Graphics

จะเป็นการวาดสีที่กระจายออกไปจาก AP โดยค่าสีจะสัมพันธ์กับค่าที่คำนวณออกมา (เมื่อเกิดการลดทอนของสัญญาณสีจะเปลี่ยนแปลง) ทั้งที่ผ่านในวัสดุหรือค่าที่เป็น Free Space

3.1.1.6 New, Open, Save, Print, Help

จะเป็นส่วนที่สร้างงานขึ้นมาใหม่ หรือจะเปิดงาน เซฟงาน พริ้น หรือจะอ่านการทำงานใน UI เมื่อไม่เข้าใจว่ามีการทำงานอะไรบ้าง ช่วยให้ User สามารถใช้งานได้ตัวเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 Use Case

3.1.2.1 User Requirement

Functional

1. สามารถโหลดภาพ MAP ที่เป็นไฟล์รูปภาพนามสกุล ..BMP, ..JPG
2. สามารถลากวัตถุมาสร้างเป็น MAP โดยที่วัตถุนี้สามารถกำหนดค่าความลดทอนของวัสดุนั้นๆ ได้ โดยเลือกประเภทวัสดุตามที่ต้องการ
3. ผู้ใช้สามารถลากตัว Access Point วางไว้จุดใดของแผนภาพที่ สร้างขึ้นมาได้
4. ผู้ใช้สามารถสั่ง Run โปรแกรมเพื่อดูการกระจายสัญญาณของตัว Access Point ที่แสดงสัญญาณเป็นสีที่ต่างกันออกมาทำให้แสดงถึงความเข้มสัญญาณที่เกิดการลดทอนออกไป
5. เมื่อผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนตำแหน่ง Access Point ใน MAP จะต้องหยุดการกระจายคลื่นหรือเมนู RUN เสียก่อน
6. ผู้ใช้สามารถบันทึกการทำงานได้ (บันทึกเป็นไฟล์รูปภาพที่เป็นไฟล์ .SWLAN)
7. ผู้ใช้ต้องสามารถมองภาพโดยรวมของโครงงานได้ เช่น การ Print Preview หรือจะ Print ออกมาทางเครื่อง Printer ได้
8. ผู้ใช้สามารถเปิดคู่มือ ในการใช้งานตัวโปรแกรมและขั้นตอนต่างๆที่จำเป็นในการใช้งาน เช่น เมนู หรือคำสั่งต่างๆ

Non Functional

1. โดยรูปที่โหลดมานั้นจะไม่สามารถแก้ไขในส่วนที่เป็นรายละเอียด ทำได้เพียงนำ Access Point มาตั้งแล้วแสดงผลการกระจายออกไปในโหมด Free Space
2. ถ้าเป็น Access Point ในรุ่นที่ไม่มีในโปรแกรม ก็จะต้องให้ทำการ Assign ค่าต่างๆ ที่ต้องการลงไปเอง
3. ไฟล์ที่ save จะสามารถที่จะ open มาอีกครั้งแล้ว จะแก้ไขได้ จะเป็นลักษณะที่เป็น Dynamic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 Systems Requirement

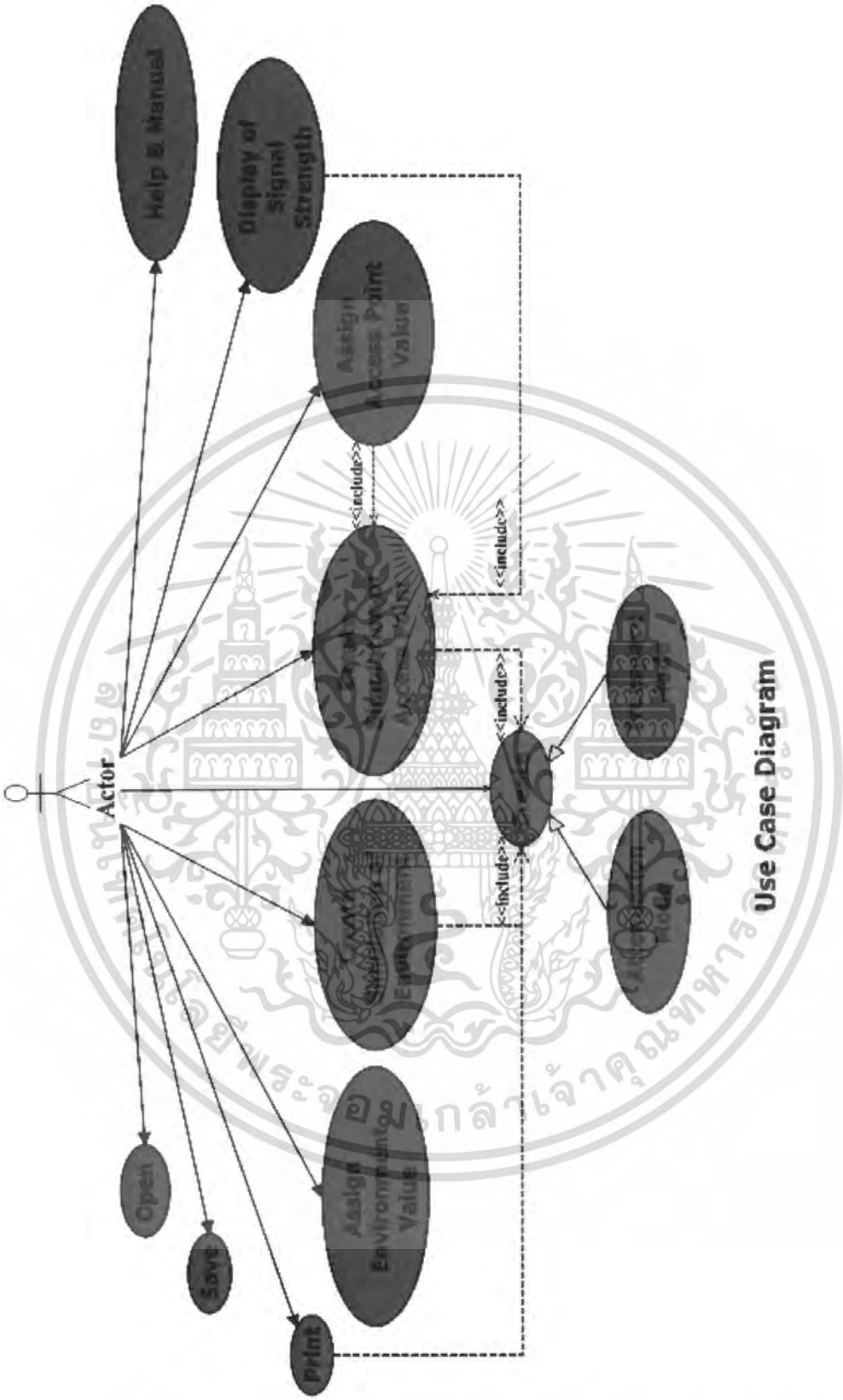
Functional

1. สามารถ Run ในเครื่องที่มี CPU 1 GHz ขึ้นไป
2. Main Memory 256 MB ขึ้นไป
3. ระบบปฏิบัติการWindows XP , 2000 หรือ 2003

Non Functional

1. โปรแกรมที่พัฒนานั้นต้องอาศัย โปรแกรมของ C# ในการพัฒนา
2. ใช้ความรู้ของเทคโนโลยีของ Library Graphic มีส่วนร่วมในการพัฒนา
3. ต้องมีการตรวจสอบการกระจายคลื่นและการการลดทอน ให้มีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด
4. ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับ Internet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



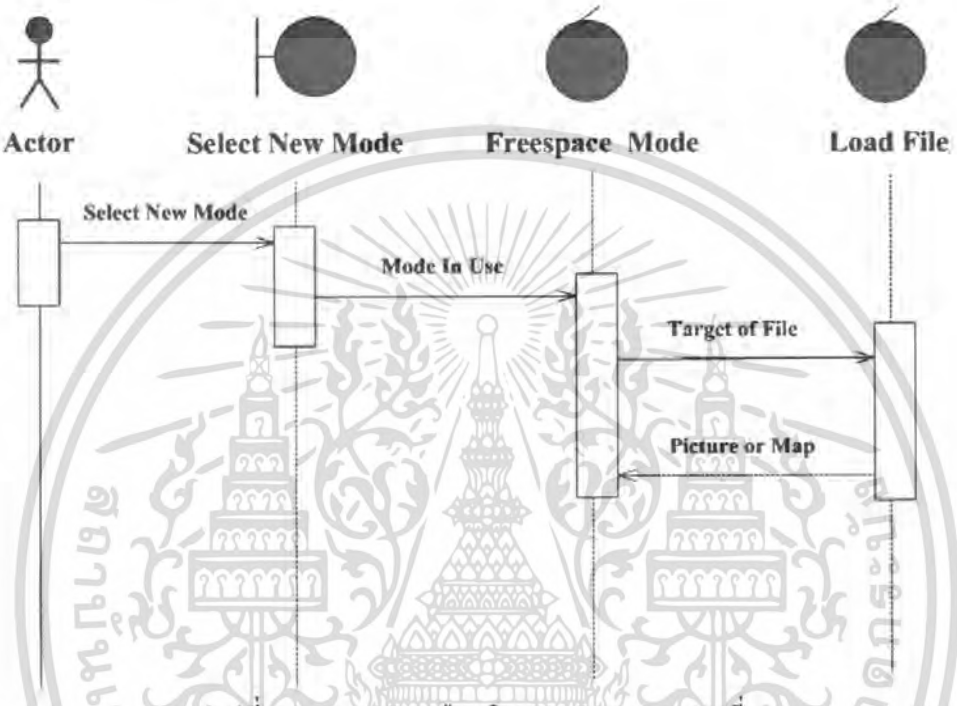
รูปที่ 3.2 แสดงถึงโครงสร้างทั้งหมดของ Use Caseเรียกว่า**"Use Case Diagram"**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 Sequence Diagram

3.1.3.1 โหมดแสดงภาพแผนที่

เป็นโหมดที่ใช้แสดงภาพแผนที่ที่จำลองขึ้นมาตามสถานที่จะทำการติดตั้ง Access Point

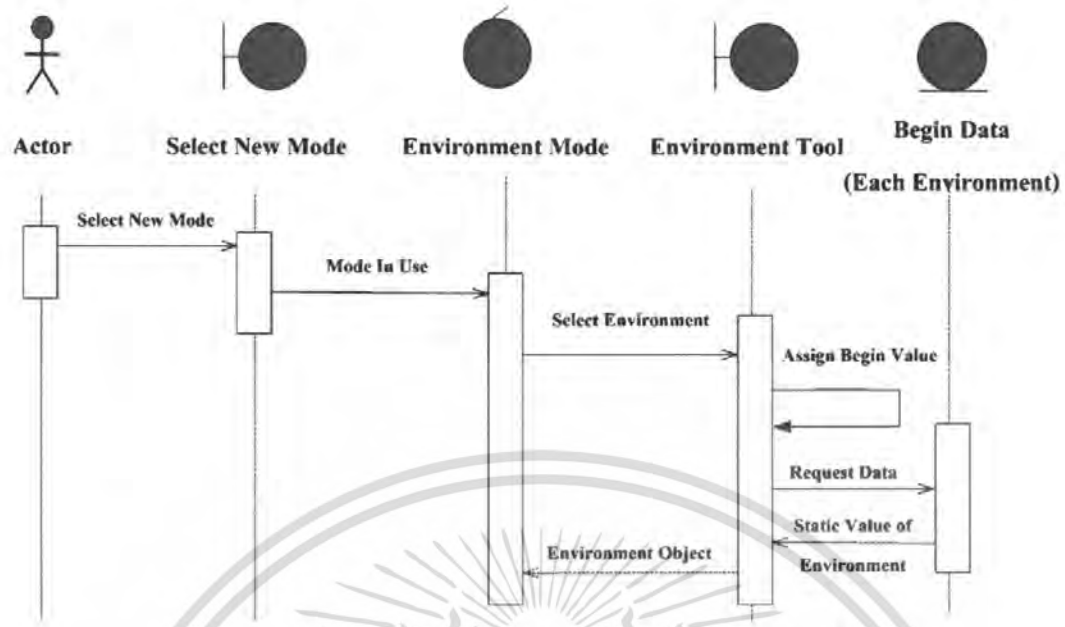


รูปที่ 3.3 แสดงการเลือกโหมดแสดงภาพแผนที่

3.1.3.2 โหมดจำลองสภาพแวดล้อม

เป็นโหมดที่เลือก Environment ต่างๆ เพื่อจำลองให้เหมือนกับสถานที่จริงเช่น กำแพง, กระจก , หรือประตู

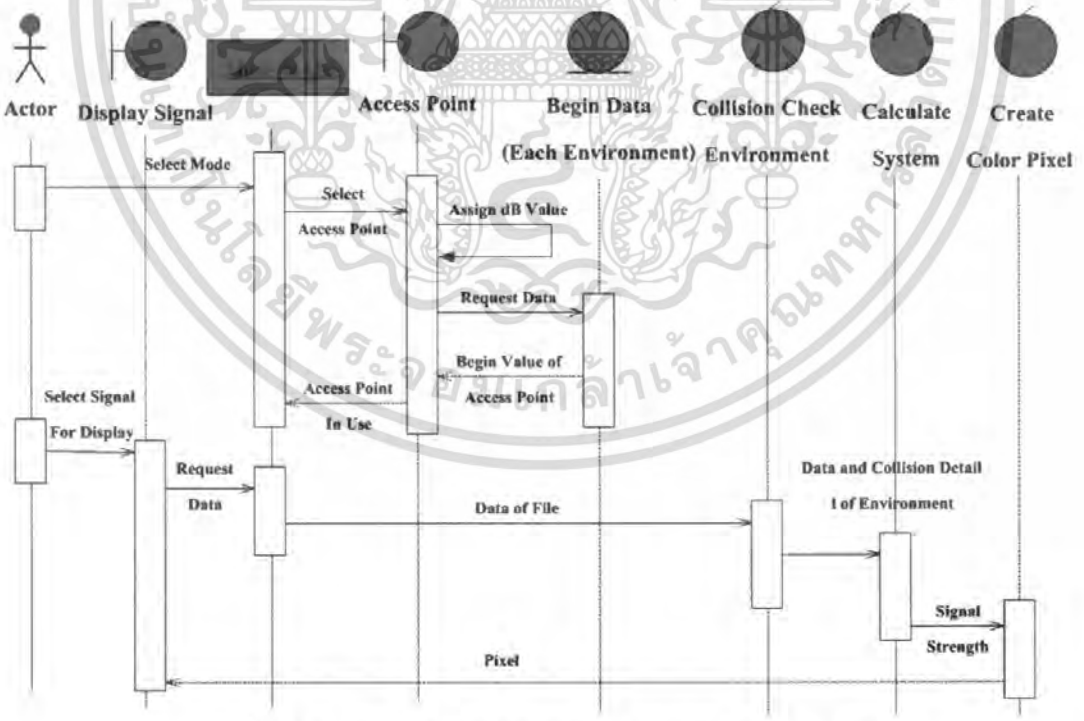
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงการเลือกโหมดจำลองสภาพแวดล้อม

3.1.3.3 แสดงการกระจายตัวของสัญญาณ

เป็นส่วนที่แสดงถึงการทำงานของการกระจายตัวของสัญญาณ

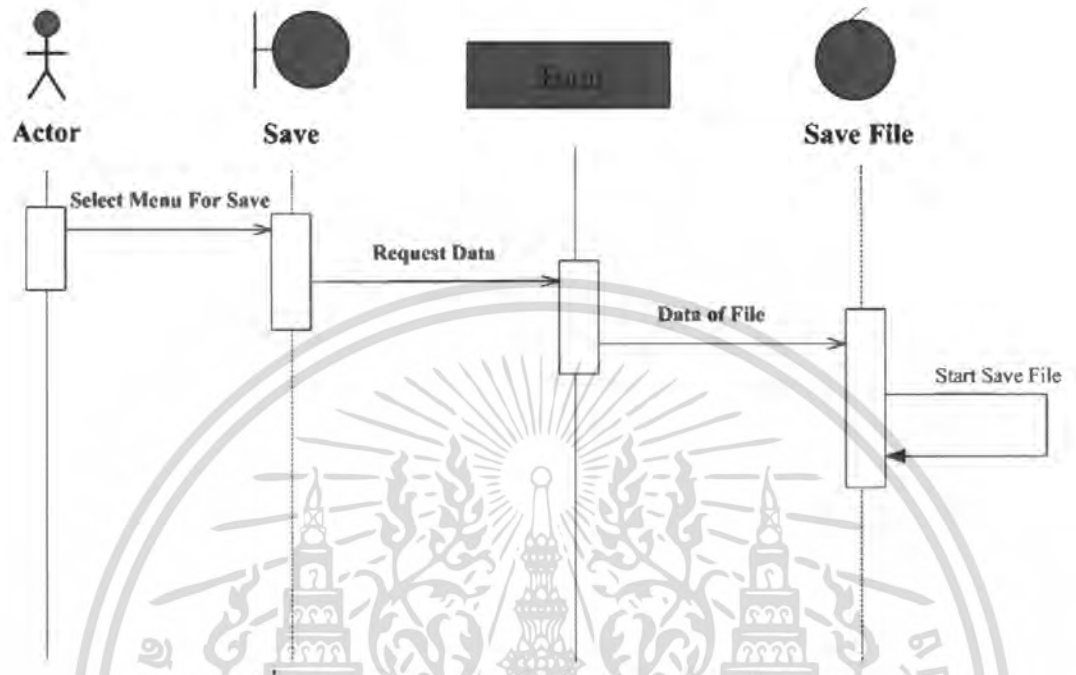


รูปที่ 3.5 แสดงการทำงานของการแสดงการกระจายตัวของสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.4 การบันทึกข้อมูล

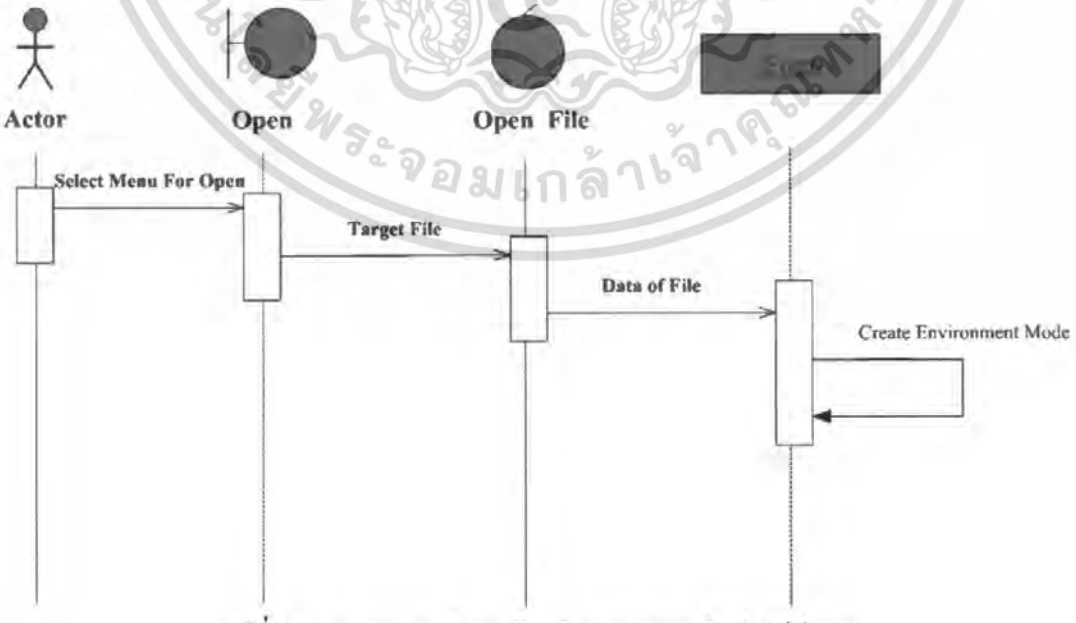
เป็นส่วนที่แสดงถึงการทำงานในส่วนของการบันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.6 แสดงการทำงานในส่วนของการบันทึกข้อมูล

3.1.3.5 การเปิดไฟล์ข้อมูล

เป็นส่วนที่แสดงถึงการทำงานในส่วนของการเปิดไฟล์ข้อมูล

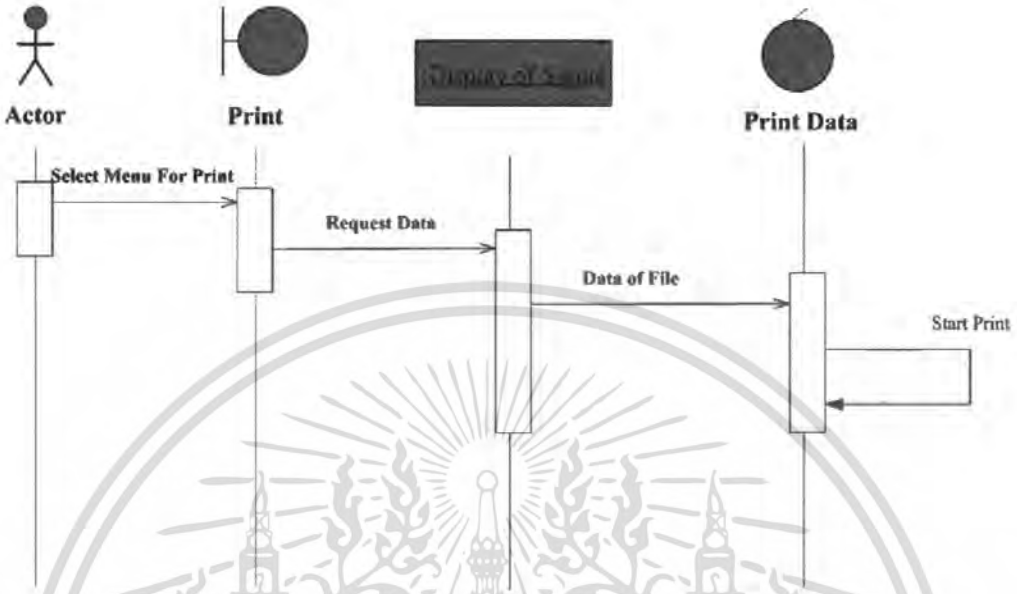


รูปที่ 3.7 แสดงการทำงานในส่วนของการเปิดไฟล์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.6 การพิมพ์ข้อมูล

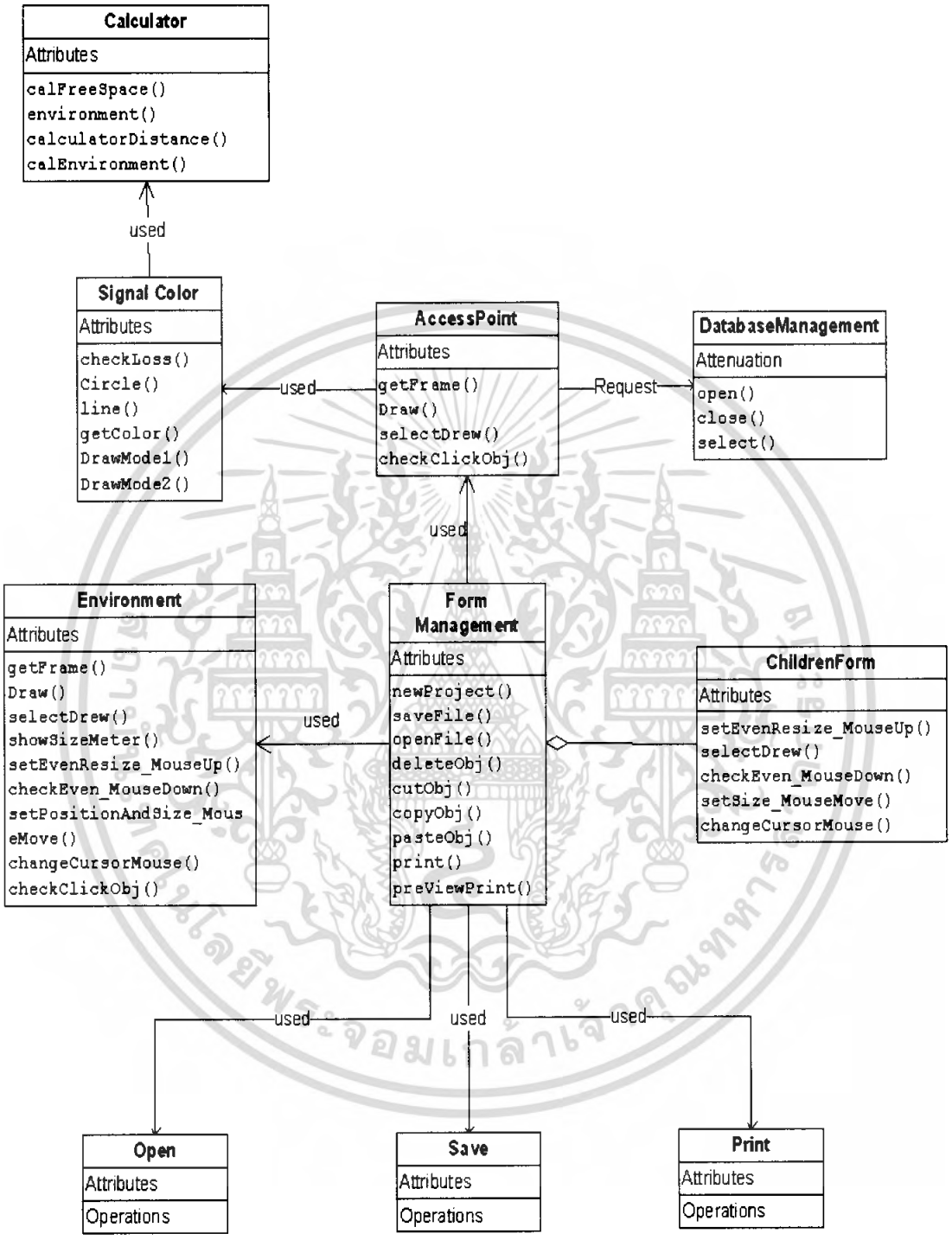
เป็นส่วนที่แสดงถึงการทำงานในส่วนของการพิมพ์ข้อมูล



รูปที่ 3.8 แสดงการทำงานในส่วนของการพิมพ์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

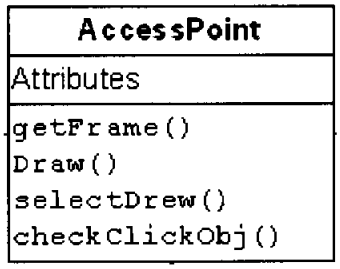
3.1.4 Class Diagram



รูปที่ 3.9 แสดงถึงโครงสร้างทั้งหมดของ Class Diagram ที่นำมาใช้กับโครงงานนี้

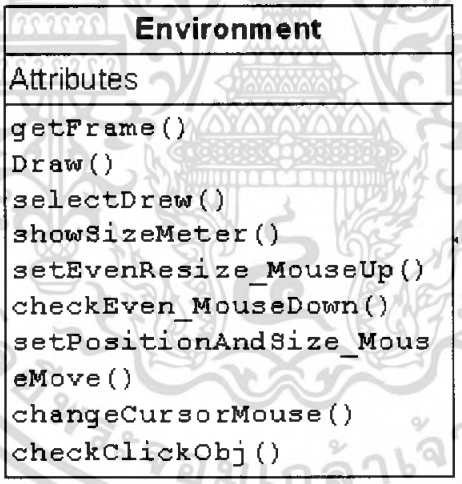
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.1 Class AccessPoint



Class Access Point เป็น class ที่ใช้สร้างหรือจำลอง Access Point ขึ้นมา และตัว Object Access Point ที่สร้างขึ้นมานั้นจะมีข้อมูลประจำ Object ที่แตกต่างกันแล้วแต่กำหนดหรือเลือกค่าที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลมาใช้ ซึ่งค่าที่เก็บในฐานข้อมูลจะเป็นค่าพื้นฐานของตัว Access Point ในแต่ละยี่ห้อที่มีอยู่จริง

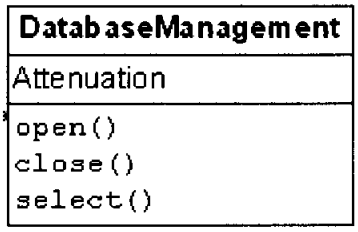
3.1.4.2 Class Environment



Class Environment เป็น class ที่ใช้จำลอง Environment ขึ้นมาให้ใกล้เคียงกับสถานที่จริงโดย class นี้จะสร้าง object ตามที่ผู้ใช้งานต้องการอาจเป็นกำแพง หน้าต่าง หรือ กระจก ฯลฯ โดยที่ข้อมูลใน Object Environment ที่สร้างขึ้นมาจะแตกต่างกันไปตามที่ผู้ใช้งานกำหนดค่าหรือถ้าไม่มีการกำหนดค่าข้อมูลจากผู้ใช้งานก็จะเซ็ตเป็นค่าเริ่มต้น

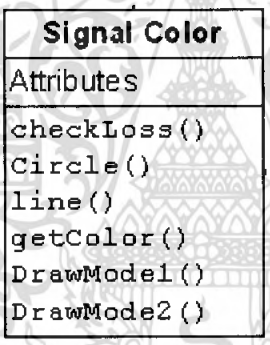
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.3 Class DatadaseManagement



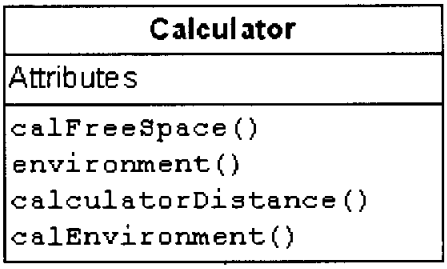
Class DatadaseManagement เป็น class ที่ใช้ในการติดต่อฐานข้อมูลที่เก็บค่าต่างๆของตัว Access point โดยค่าที่เก็บในฐานข้อมูลนั้นจะนำมาใช้ในตัว Access point ได้เลยโดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องกำหนดค่าใดๆ เพิ่มเติม

3.1.4.4 Class SignalColor



Class SignalColor เป็น class ที่ใช้สร้างเม็ดสีเพื่อจำลองการกระจายสัญญาณของตัว AccessPoint ซึ่งมีหลายสีแล้วแต่ค่าความแรงของสัญญาณและแต่ละสีมีความหมายแตกต่างกันซึ่งสีเข้มมีความหมายว่ามีความแรงของสัญญาณมาก แต่เมื่อความแรงของสัญญาณลดลงเม็ดสีที่ใช้แสดงก็จะสีอ่อนลงไปด้วย

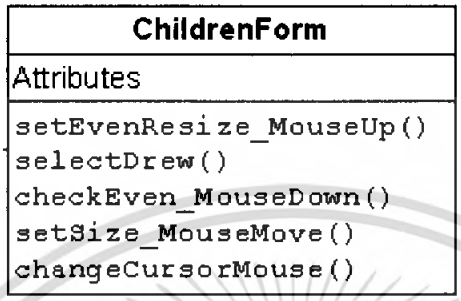
3.1.4.5 Class Calculator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Class Calculator เป็น class ที่ไว้ใช้คำนวณการลดทอนของสัญญาณทุกรูปแบบ การคำนวณทุกอย่างที่เกิดขึ้นในโปรแกรมนี้ก็จะอยู่ใน class นี้ทั้งหมด

3.1.4.6 Class ChildrenForm



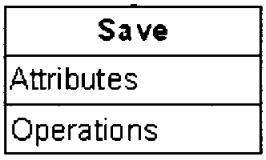
Class ChildrenForm เป็นส่วนที่สร้างพื้นที่ของการแสดงการกระจายตัวของ สัญญาณ Access Point โดยจะถูกควบคุมโดย class FormManagement อีกที และในส่วนนี้ก็จะสามารถที่จะสร้างวัตถุ Access Point และวัตถุสิ่งแวดล้อม (กำแพง ,กระจก,ฯลฯ)

3.1.4.7 Class FormManagement

Class FormManagement เป็นส่วนที่จัดการการทำงานของพื้นที่ ChildrenForm โดยสามารถที่จะกำหนดให้พื้นที่นั้นจะมีอะไรประกอบอยู่บ้างตามที่ผู้ใช้ต้องการเช่น ผู้ใช้อาจเลือกกำแพงมาใส่หรือ Access Point มาใส่เพื่อดูการกระจายตัวของสัญญาณ class นี้จะจัดการทั้งหมดรวมถึงการดึงเม็ดสีมาใช้ด้วย

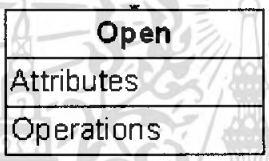
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4.8 Class Save



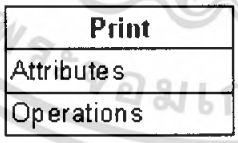
Class Save เป็นส่วนที่ใช้บันทึกข้อมูลที่อยู่บนฟอร์มนั้นๆ ในโหมดที่ 1จะเก็บข้อมูลทุกอย่างที่ผู้ใช้งานสร้างขึ้นมาในฟอร์มนั้น ส่วนในโหมดที่ 2 จะสามารถบันทึกข้อมูลเป็นไฟล์รูปภาพได้เท่านั้น

3.1.4.9 Class Open



Class Open เป็นส่วนที่ทำการเปิดไฟล์โดยไฟล์ที่เปิดก็คือไฟล์ที่ได้บันทึกจากโปรแกรม (ในโหมดที่ 1 จะบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล ..SWLAN และในโหมดที่ 2 จะบันทึกเป็นนามสกุล BMP, JPG, GIF) เมื่อเปิดไฟล์ขึ้นมาค่าต่างๆ จะถูกกำหนดค่าให้เป็นเหมือนเดิมตามที่ได้ทำการบันทึกไป

3.1.4.10 Class Print

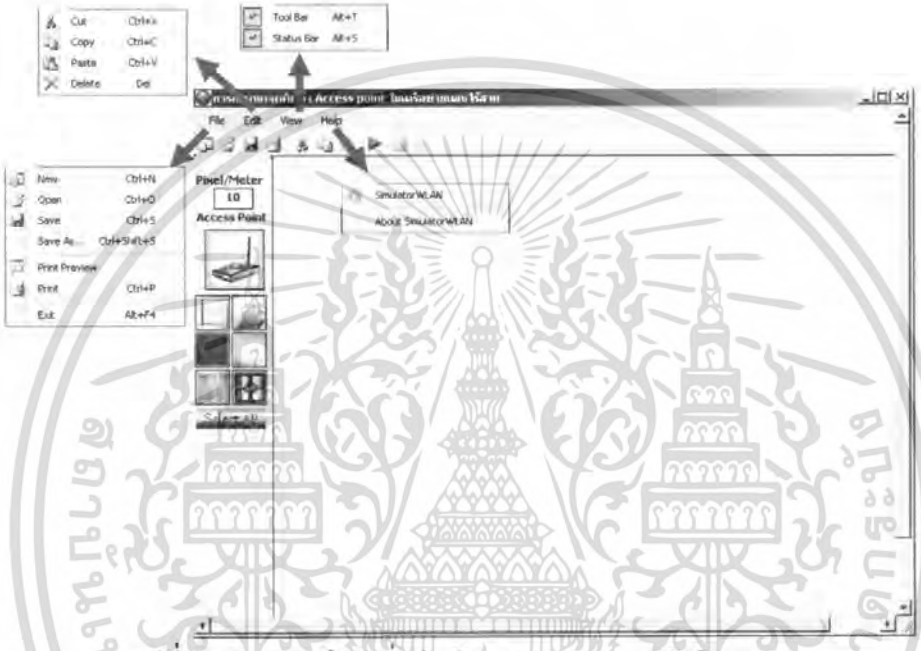


Class Print เป็นส่วนที่นำข้อมูลจากฟอร์มที่ผู้ใช้ได้ทำการสร้างการกระจายตัวของสัญญาณ โดยจะทำการพิมพ์ข้อมูลที่อยู่บนฟอร์มที่ผู้ใช้งานได้สร้างขึ้นมาทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 UI (User Interface)

เป็นส่วนติดต่อระหว่าง User กับการทำงานทั้งหมดในส่วนต่างๆ กับระบบที่จะใช้ โดยในการสร้างส่วน UI นี้ได้พัฒนาโดยใช้ภาษา C# ในการพัฒนา ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนหลักๆ ที่เห็นได้ชัดเมื่อเริ่มใช้งานโปรแกรมคือ เมนูบาร์, ไอคอนบาร์, Tool Button, Access Point, Color of Signal, Edit Area, Task List โดยจะอธิบายการทำงานในแต่ละส่วนว่าเป็นอย่างไรดังนี้



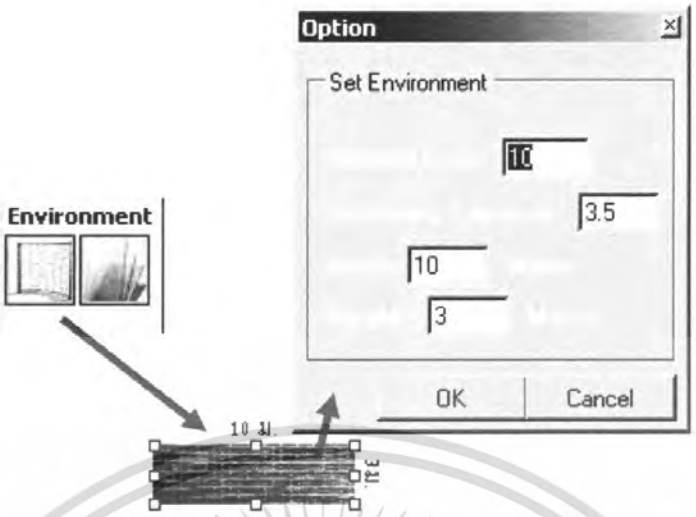
รูปที่ 3.10 แสดงถึงคำสั่งต่างใน Menu Bar ของตัวโครงงาน

3.1.5.1 Menu Bar

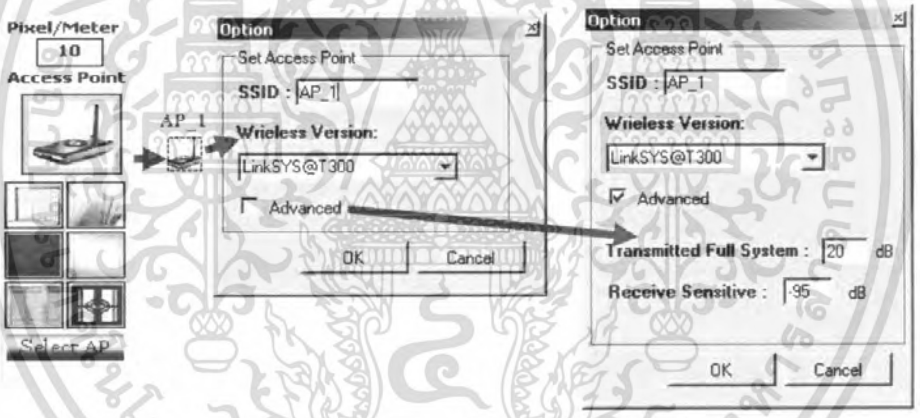
จะเป็นส่วนบนสุดของตัวโปรแกรม ที่จะเห็นได้เหมือนโปรแกรมทั่วๆไป ที่จะประกอบไปด้วย

File	Edit	View	Help
New	Cut	Tool Bar	SimulatorWLAN
Open	Copy	Status Bar	About SimulatorWLAN
Save	Paste		
Save As	Delete		
Print Preview			
Print			
Exit			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงถึง UI Dialog ของการ Create Environment



รูปที่ 3.12 แสดงถึง UI Dialog ของการ Create Access Point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สูตรที่ใช้ในการคำนวณต่างๆ

เป็นการเก็บข้อมูลของสูตรคำนวณ เช่น การลดทอนของคลื่น การหาค่าประสิทธิภาพการแพร่กระจายคลื่นของระบบส่ง ทั้งยังสูตรการคำนวณระยะทางสูงสุดที่จะใช้งาน Access point ได้

3.2.1 ค่าประสิทธิภาพการแพร่กระจายคลื่นของระบบส่ง (Effective Isotropic Radiated Power)

$$EIRP_{dB} = Transmitter\,power_{dB} + AntennaGain_{dB} - Cableloss_{dB} \quad \text{(จาก 2.2)}$$

โดย

EIRP คือ ค่าที่ใช้ควบคุมกำลังส่งของอุปกรณ์ไร้สายแบบต่างๆ เพราะหากค่านี้สูงเกินไปก็หมายความว่า คลื่นเดินทางได้ไกลกว่าปกติ ซึ่งอาจจะไปรบกวนบริเวณข้างเคียงได้

Transmitter Power คือ กำลังส่งของสถานีส่งสัญญาณ

Antenna Gain คือ อัตราขยายของเสาอากาศ เป็นส่วนที่เพิ่มความแรงของสัญญาณ

Cable Loss คือ ค่าอัตราการสูญเสียของสายนำสัญญาณ

3.2.2 อัตราส่วนสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน(Signal to Noise Ratio)

$$SNR_{dB} = 10Log\frac{Signal}{Noise} \quad \text{(จาก 2.3)}$$

หรือ

$$SNR_{dB} = Signal_{dB} - Noise_{dB} \quad \text{(จาก 2.4)}$$

3.2.3 การคำนวณความแรงของสัญญาณระหว่างภาครับและภาคส่ง

$$LinkMargin(dB) = 40 + 10 * n * \log(r) + L_{allowedLoss} \quad \text{(จาก 2.5)}$$

n คือค่าการกระจายของสัญญาณ (Scattering Exponent)

L คือค่าอัตราการสูญเสีย

r คือระยะทางการใช้งานสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ทดสอบและสรุปผลของโครงงาน

ในบทนี้เนื้อหาจะประกอบไปด้วยการทดสอบตั้งแต่เก็บรายละเอียดต่างๆ จนกระทั่งโครงงานเสร็จสมบูรณ์ เพื่อประเมินโครงงาน ว่าตัวโครงงานสามารถที่จะทำงานตามวัตถุประสงค์ของโครงงานที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ โดยที่ตัวโครงงานได้ตั้งวัตถุประสงค์ของการทดสอบโครงงานไว้ดังนี้

4.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ

4.1.1 เพื่อให้สามารถรู้ว่าตัวโปรแกรมทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่

4.1.2 เพื่อแสดงถึงการนำโครงงานนี้ไปใช้ได้จริง

4.1.3 เพื่อดูว่าการจำลองการกระจายตัวของสัญญาณ Wireless Access Point นั้นสามารถที่จะกระจายตัวได้ใกล้เคียงกับการวัดสัญญาณจริง

4.2 การทดสอบวัดสัญญาณแบบต่างๆเพื่อเก็บรายละเอียดสำหรับโครงงาน

4.2.1 การวัดสัญญาณแบบ Free Space

โดยในการทดสอบจะต้องคำนึงถึงพื้นที่ ที่เป็นลานกว้างเนื่องจากต้องการให้มีการสะท้อนให้น้อยที่สุด และบริเวณนั้นจะต้องมีปราศจากสัญญาณที่รบกวนใดๆ โดยในการทดสอบนี้จึงเลือก สนามฟุตบอล เพราะเป็นพื้นที่บริเวณกว้างและการรบกวนของสัญญาณรบกวนนั้นไม่มากนัก และChannel ที่มาทำการทดสอบคือ Channel 11 และความถี่ที่ใช้คือในย่าน 2.462 GHz และใช้โปรแกรม Network Strumbler มาช่วยในการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงถึงการวัดสัญญาณโดยใช้โปรแกรม Network Strumbler

ระยะทาง(Distance)/เมตร	SNR	Signal+
0	74 dB	-26 dB
0.5	70 dB	-30 dB
1	65-66 dB	-35,-34 dB
2	60-61 dB	-40,-39 dB
3	58 0.dB	-42 dB
4	49 dB	-51 dB
5	46 dB	-54 dB
6	46 dB	-54 dB
7	44-45 dB	-56,-55 dB
8	43 dB	-57 dB
9	40 dB	-60 dB
10	38dB	-62 dB

จะสังเกตได้ว่าสัญญาณจะมีการลดและเพิ่มอย่างไม่เป็น Linear เพราะเนื่องจากอาจมีเหตุการณ์ของการสะท้อนของสัญญาณจากต้นไม้รอบข้างหรือสายอากาศของ Laptop จับสัญญาณที่อยู่ส่วนท้ายของสัญญาณที่แพร่ออกจาก Access Point หรือด้านหน้าของ Access Point

แต่เมื่อได้ทำการเอาสูตรมาคำนวณก็จะได้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งสูตรที่ใช้คำนวณนั้นจะลดลงเป็น Linear โดยจะเป็นค่า Loss ใน Free Space โดยสูตรที่นำมาใช้คิดจะเป็นดังนี้

$$L_{(fsl)} = 40 + 20\log(r) \qquad (4.1)$$

$L_{(fsl)}$ คือค่า Loss ที่เกิดขึ้นในระดับ Free Space

R คือค่า ระยะห่างจากตัว Access point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการคำนวณเพื่อหาค่าการลดทอนในระยะ Free space

ระยะทาง(Distance)/เมตร	$L_{(fsl)}$	SNR
0.5	33.97 dB	66.03 dB
1	40 dB	60 dB
1.5	44 dB	56 dB
2	46.02 dB	53.08 dB
2.5	47.95 dB	52.05 dB
3	49.54 dB	50.06 dB
4	52.04 dB	47.96 dB
5	53.97 dB	46.03 dB
6	55.56 dB	44.44 dB
7	56.9 dB	43.1 dB
8	58 dB	42 dB
9	59.08 dB	40.92 dB
10	60 dB	40 dB

ตารางที่ 4.3 แสดงถึงรุ่น Access Point ต่างๆที่นำมาใช้โครงงาน

รุ่นของ Access Point	Transmitted Full System of Type 11b	Transmitted Full System of Type 11g	Receive Sensitive of Type 11b	Receive Sensitive of Type 11g
Linksys WRT54G	20 dB	20 dB	-73 dBm	-73 dBm
Linksys WRVS 4400N	21 dB	18 dB	-88 dBm	-73 dBm
Linksys WRT54GC	18.5 dB	15.5 dB	-90 dBm	-65 dBm
3Com 8760 Dual-Radio	20 dB	18 dB	-95 dBm	-95 dBm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3(ต่อ) แสดงถึงรุ่น Access Point ต่างๆที่นำมาใช้โครงงาน

รุ่นของ Access Point	Transmitted Full System of Type 11b	Transmitted Full System of Type 11g	Receive Sensitive of Type 11b	Receive Sensitive of Type 11g
3Com 7760	20 dB	18 dB	-95 dBm	-95 dBm
Cisco Aironet 1250 (Rugged)	23 dB	20 dB	-90 dBm	-87 dBm
Cisco Aironet 1240 AG	-	20 dB	-	-96 dBm
Cisco 3750	22 dB	20dB	-92 dBm	-90 dBm

สมมติเอา Access Point ของ Cisco 3750 มาใช้ในการทดสอบผ่านกระบวนการใช้สูตรในการคำนวณ และนำค่าตารางด้านบนทั้งการส่งและการรับสัญญาณมาคำนวณให้ได้ระยะทางต่อเมตรดังตารางนี้

ตารางที่ 4.4 แสดงการคำนวณเพื่อหาระยะสูงสุดเพื่อพิสูจน์กับ Access Point ตัวอย่าง

ระยะทาง(Distance)/เมตร	$L_{(fsl)}$	Signal of Access Point
0.1	20.00 dB	00.00 dB
0.5	33.97 dB	-12.97 dB
1	40.00 dB	-19.00 dB
2	46.02 dB	-25.02 dB
3	49.54 dB	-28.54 dB
4	52.04 dB	31.04 dB
5	53.97 dB	-32.97 dB
6	55.56 dB	-34,56 dB
7	56.90 dB	-35.90 dB
8	58.00 dB	-37.00 dB
9	59.08 dB	-38.08 dB
10	60.00 dB	-39.00 dB
12	61.58 dB	-40.58 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4(ต่อ) แสดงการคำนวณเพื่อหาระยะสูงสุดเพื่อพิสูจน์กับ Access Point ตัวอย่าง

ระยะทาง(Distance)/เมตร	$L_{(fsl)}$	Signal of Access Point
14	62.92 dB	-41.92 dB
16	64.08 dB	-43.08 dB
18	65.10 dB	-44.10 dB
20	66.02 dB	-45.02 dB
22	66.84 dB	-45.84 dB
24	67.60 dB	-46.60 dB
26	68.29 dB	-47.29 dB
28	68.94 dB	-47.94 dB
30	69.54 dB	-48.54 dB
32	70.10 dB	-49.10 dB
36	71.12 dB	-50.12 dB
38	71.59 dB	-50.59 dB
40	72.04 dB	-51.04 dB
42	72.46 dB	-51.46 dB
44	72.86 dB	-51.86 dB
46	73.25 dB	-52.25 dB
48	73.62 dB	-52.62 dB
50	73.97 dB	-52.97 dB
52	74.32 dB	-53.32 dB
54	74.64 dB	-53.64 dB
56	74.96 dB	-53.96 dB
58	75.26 dB	-54.26 dB
60	75.56 dB	-54.56 dB
62	75.84 dB	-54.84 dB
64	76.12 dB	-55.12 dB
66	76.39 dB	-55.39 dB
68	76.65 dB	-55.65 dB
70	76.90 dB	-55.90 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4(ต่อ) แสดงการคำนวณเพื่อหาระยะสูงสุดเพื่อพิสูจน์กับ Access Point ตัวอย่าง

ระยะทาง(Distance)/เมตร	$L_{(fsl)}$	Signal of Access Point
72	77.14 dB	-56.14 dB
74	77.38 dB	-56.38 dB
76	77.61 dB	-56.61 dB
78	77.84 dB	-56.84 dB
80	78.06 dB	-57.06 dB
82	78.27 dB	-57.27 dB
84	78.48 dB	-57.48 dB
86	78.68 dB	-57.68 dB
88	78.88 dB	-57.88 dB
90	79.08 dB	-58.08 dB
92	79.27 dB	-58.27 dB
94	79.46 dB	-58.46 dB
96	79.64 dB	-58.64 dB
98	79.82 dB	-58.82 dB
100	80.00 dB	-59.00 dB
105	80.42 dB	-59.42 dB
110	80.82 dB	-59.82 dB
115	81.21 dB	-60.21 dB
120	81.58 dB	-60.58 dB
125	81.93 dB	-60.93 dB
130	82.27 dB	-61.27 dB
135	82.60 dB	-61.60 dB
140	82.92 dB	-61.92 dB
145	83.22 dB	-62.22 dB
150	83.52 dB	-62.52 dB
155	83.80 dB	-62.80 dB
160	84.08 dB	-63.08 dB
165	84.34 dB	-63.34 dB

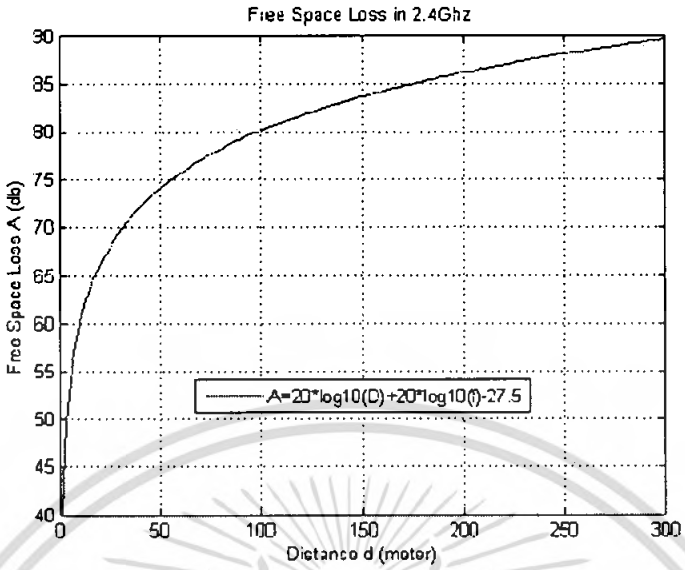
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4(ต่อ) แสดงการคำนวณเพื่อหาระยะสูงสุดเพื่อพิสูจน์กับ Access Point ตัวอย่าง

ระยะทาง(Distance)/เมตร	$L_{(fsl)}$	Signal of Access Point
170	84.60 dB	-63.60 dB
175	84.86 dB	-63.86 dB
180	85.10 dB	-64.10 dB
185	85.34 dB	-64.31 dB
190	85.57 dB	-64.57 dB
195	85.80 dB	-64.80 dB
200	86.02 dB	-65.02 dB
210	86.44 dB	-65.44 dB
220	86.84 dB	-65.84 dB
230	87.23 dB	-66.23 dB
240	87.60 dB	-66.60 dB
250	87.95 dB	-66.95 dB
260	88.29 dB	-67.29 dB
270	88.62 dB	-67.62 dB
280	88.94 dB	-67.94 dB
290	89.24 dB	-68.24 dB
300	89.54 dB	-68.54 dB
350	90.88 dB	-69.88 dB
400	92.04 dB	-71.04 dB
450	93.06 dB	-72.06 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

viewdata of free space loss in 2.4 GHz:



รูปที่ 4.1 แสดงถึงสัญญาณที่ถูกทดสอบและจากการคำนวณ แสดงออกมาเป็นกราฟ

จากด้านบนจึงสรุปได้ว่าทุกๆระยะจะมีการลดทอนใน Free Space ไม่เป็นที่แน่นอนซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า เมื่อระยะทางยิ่งไกลออกไปอัตราที่ $L_{(fsl)}$ นั้น จะไม่ลดลงมากนัก เหมือนในระยะแรกๆ จึงสรุปในระยะทางต่างๆ ได้ว่า

ทุกๆ 1 เมตร ของ 1-10 เมตร จะมี $L_{(fsl)}$ เฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 2 dB

ทุกๆ 2 เมตร ของ 10-40 เมตร จะมี $L_{(fsl)}$ เฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 0.8 dB

ทุกๆ 5 เมตร ของ 100-200 เมตร จะมี $L_{(fsl)}$ เฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 0.35 dB

ทุกๆ 10 เมตร ของ 200-300 เมตร จะมี $L_{(fsl)}$ เฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 0.35 dB

ทุกๆ 50 เมตร ของ 300-450 เมตร จะมี $L_{(fsl)}$ เฉลี่ยแล้วมีค่าเท่ากับ 0.88 dB

4.2.2 สัญญาณที่ถูกลดทอนจาก Environment ต่างๆ

$$L_{(dB)} = 40 + 10 * n * \log(r) + L_{(allowed)} \qquad \text{(จาก 2.5)}$$

สูตรด้านบนจะเป็นสูตรที่ใช้ในการหาสัญญาณที่ผ่าน Environment ต่างๆ และค่าของ n และค่าของ Allow Loss จะหาได้จากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตามแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่ได้ทำการตรวจสอบ Environment ต่างๆมาเรียบร้อยแล้ว ส่วนค่า r จะเป็นระยะทางที่ใช้นับตั้งแต่จุดที่วัดจนถึงจุดที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1. Application Dependent Environment Parameters

Application	Allowed Loss (dB)	Scattering Exponent	Example
Outdoor free space	0	2	
Outdoor, no barriers	0	2.5 at 200m 3 at 400m 3.5 > 500m	Marina
Outdoor with trees	10 to 20	3 to 4	Park
Outdoor buildings	0	4	Urban café
Indoor - no barriers	0	2.5	Conference room
Indoor partitions	0	3.5	Office cubicles
Indoor walls & floors	12 to 27 (floors) 10 to 15 (walls)	4 to 5	Condo, apartment

รูปที่ 4.2 แสดงถึงค่าการลดทอนที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับตัวโครงงาน

Obstruction	Additional Loss (dB)	Effective Range
Open space	0	100%
Window (nonmetallic tint)	3	70%
Window (metallic tint)	5–8	50%
Light wall (dry wall)	5–8	50%
Medium wall (wood)	10	30%
Heavy wall (15 cm solid core)	15–20	15%
Very heavy wall (30 cm solid core)	20–25	10%
Floor/ceiling (solid core)	15–20	15%
Floor/ceiling (heavy solid core)	20–25	10%

Signal Loss for Obstacle Types

รูปที่ 4.3 แสดงถึงค่าการลดทอนที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับตัวโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1: Attenuation Properties of Common Building Materials

BUILDING MATERIAL	5GHZ ATTENUATION (dBi)	2.4GHZ ATTENUATION (dBi)
Solid Wood Door 1.75"	10	6
Hollow Wood Door 1.75"	7	4
Interior Office Door w/Window 1.75"/0.5"	6	4
Steel Fire/Exit Door 1.75"	25	13
Steel Fire/Exit Door 2.5"	32	19
Steel Rollup Door 1.5"	19	11
Brick 3.5"	10	6
Concrete Wall 18"	30	18
Cubical Wall (Fabric) 2.25"	30	18
Exterior Concrete Wall 27"	45	53
Glass Divider 0.5"	8	12
Interior Hollow Wall 4"	3	5
Interior Hollow Wall 6"	4	9
Interior Solid Wall 5"	16	14
Marble 2"	10	6
Bullet-Proof Glass 1"	20	10
Exterior Double Pane Coated Glass 1"	20	13
Exterior Single Pane Window 0.5"	6	7
Interior Office Window 1"	6	3
Safety Glass-Wire 0.25"	2	3
Safety Glass-Wire 1.0"	18	13

รูปที่ 4.4 แสดงถึงค่าการลดทอนที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับตัวโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ส่วนของการทดสอบโปรแกรม

4.3.1 การทดสอบการทำงานของการเปิดโปรแกรมขึ้นใช้งาน

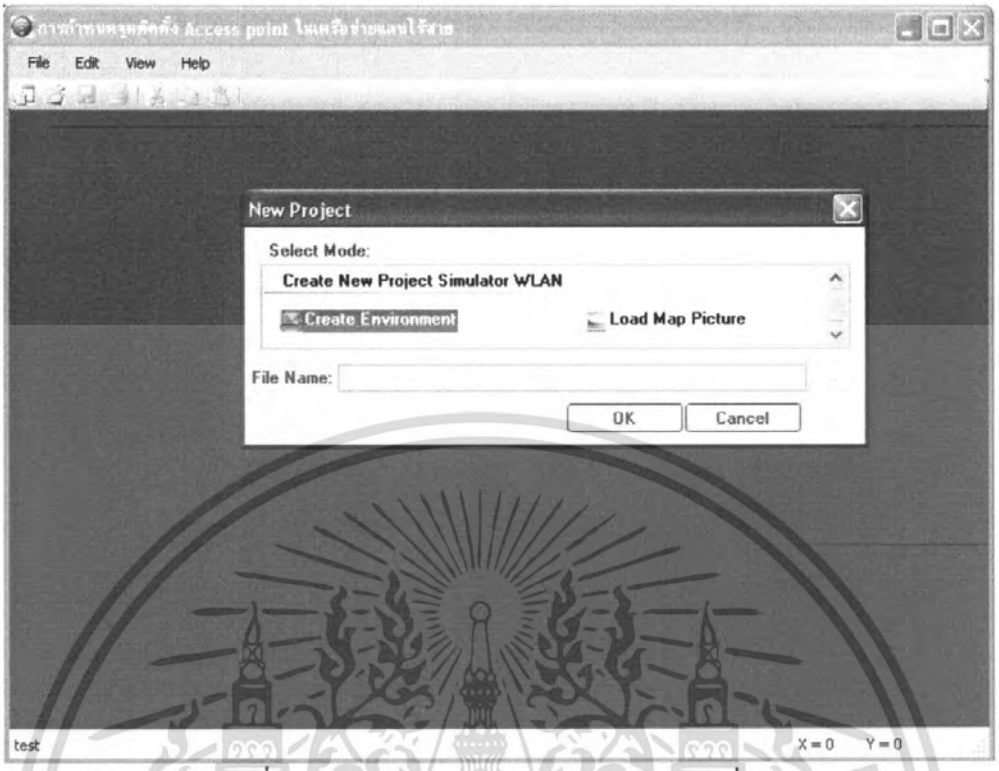
กราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟสเมื่อทำการเปิดการใช้งานโปรแกรม

รูปที่ 4.5 แสดงกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟสของโปรแกรมเมื่อเปิดใช้งาน

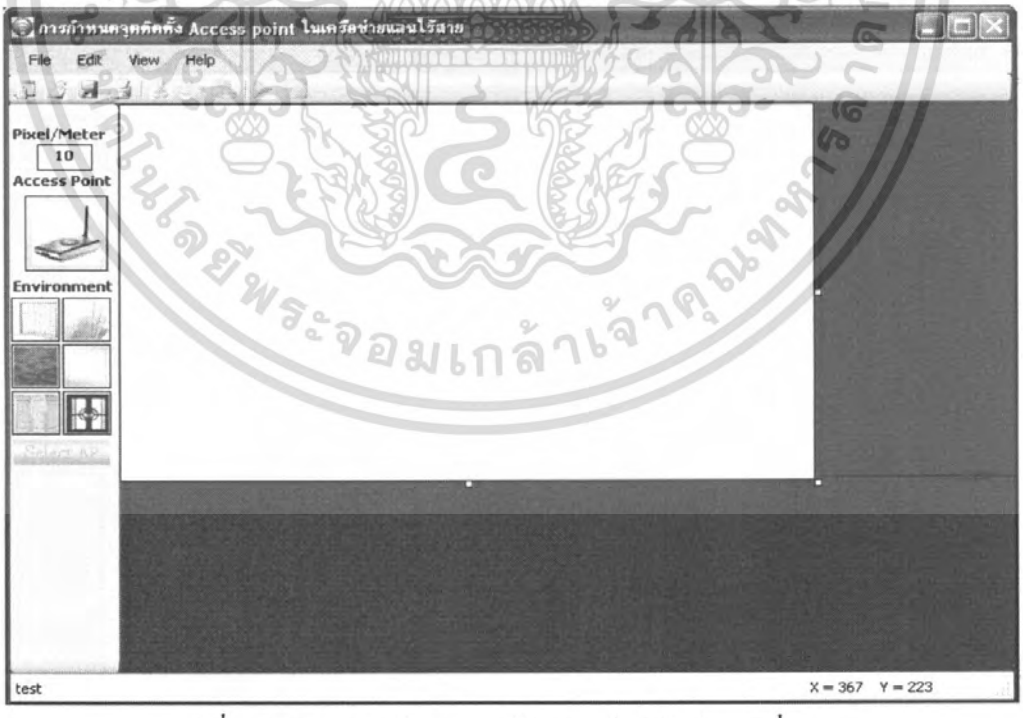
4.3.2 การทดสอบการทำงานของการสร้างการจำลองการกระจายตัวของ Access Point (โหมดที่ 1)

เป็นการทดสอบการทำงานในโหมดที่ 1 โดยโหมดนี้สามารถที่จะสร้างวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



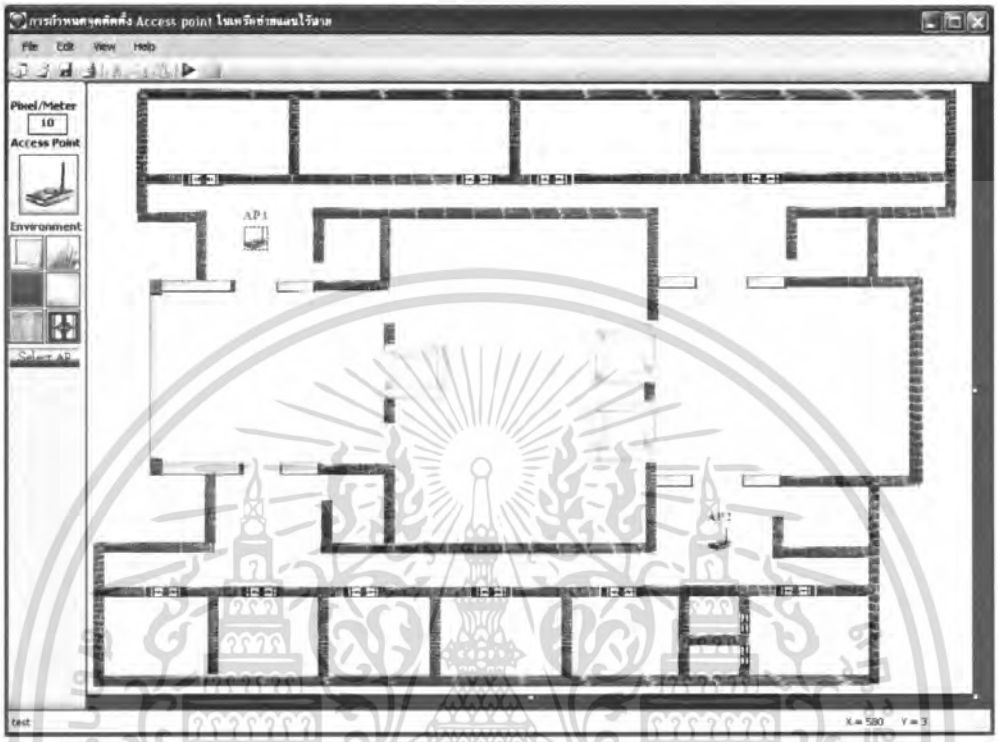
รูปที่ 4.6 แสดงการสร้างการทำงานในโหมดที่ 1



รูปที่ 4.7 แสดงกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟสในโหมดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสร้างวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม ในโหมดที่ 1 โดยสร้างตามโครงสร้างของตึก ECC ชั้น 8

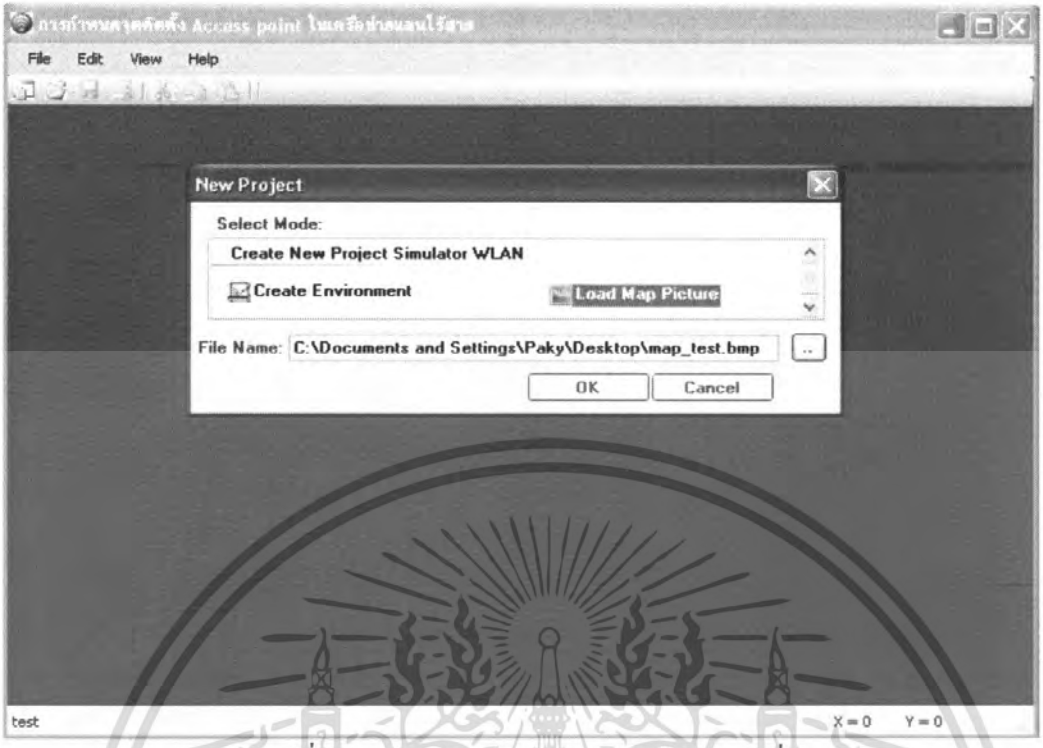


รูปที่ 4.8 แสดงการสร้างวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม ในโหมดที่ 1

4.3.3 การทดสอบการทำงานของการสร้างการจำลองการกระจายตัวของ Access Point (โหมดที่ 2)

เป็นการทดสอบการทำงานในโหมดที่ 2 โดยโหมดนี้ไม่สามารถที่จะสร้างวัตถุสภาพแวดล้อมได้ แต่จะเป็นการโหลดแผนผังโครงสร้างของจุดที่จะไปติดตั้ง Access Point และในโหมดนี้สามารถที่จะสร้างวัตถุ Access Point ได้เหมือนกับโหมดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงการสร้างการทำงานในโหมดที่ 2

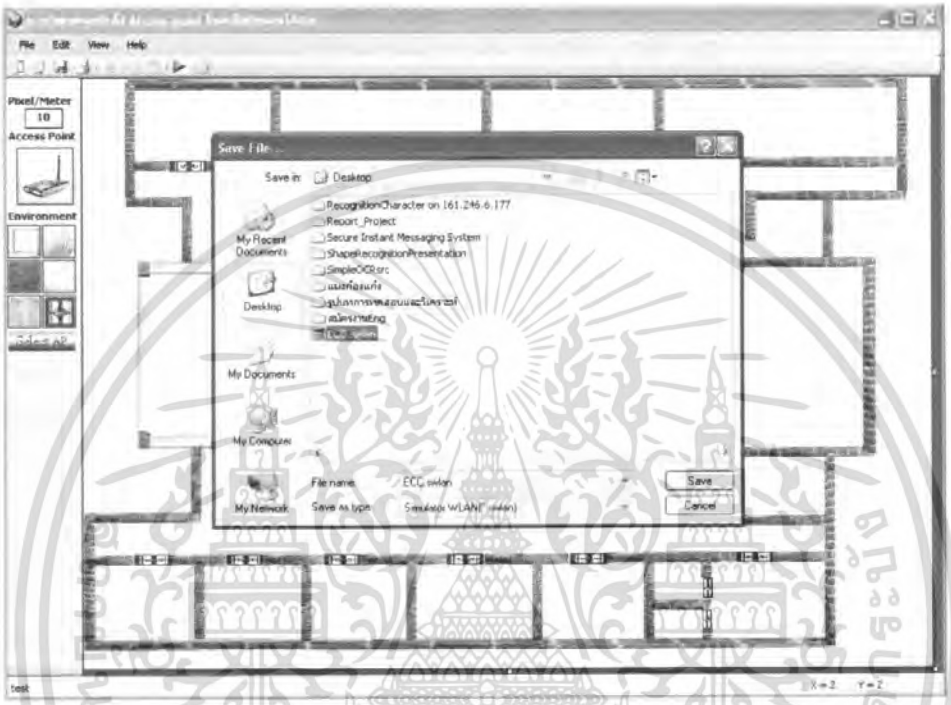
การสร้างวัตถุ Access Point และการโหลดแผนผังโครงสร้างของจุดที่จะติดตั้ง Access Point ในโหมดที่ 2

รูปที่ 4.10 แสดงการสร้างวัตถุ Access Point และการโหลดแผนผังโครงสร้างในโหมดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

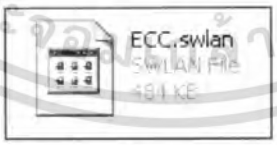
4.3.4 การทดสอบการทำงานของการบันทึกข้อมูล (โหมดที่ 1)

ทดสอบการบันทึกข้อมูลลงฮาร์ดดิสก์ในโหมดที่ 1 นั้นจะบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล.SWLAN ได้อย่างเดียว เป็นการบันทึกวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม ทั้งหมดที่สร้างมาลงไฟล์ทั้งหมด



รูปที่ 4.11 แสดงการบันทึกวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมในโหมดที่ 1

เป็นไฟล์ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมทั้งหมดลงฮาร์ดดิสก์

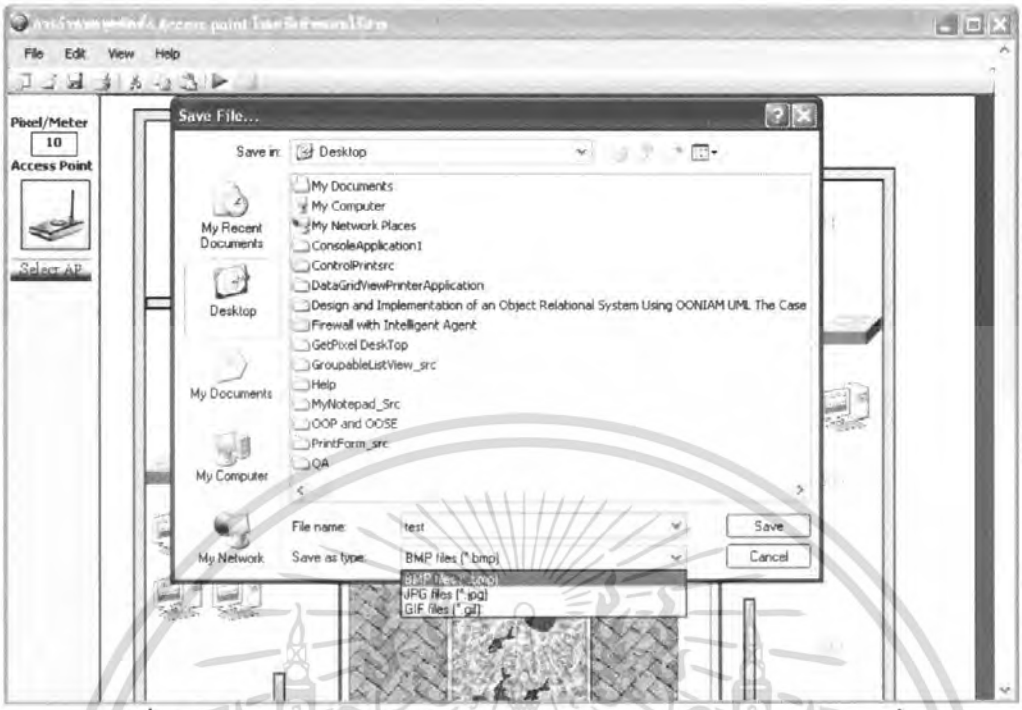


รูปที่ 4.12 แสดงไฟล์ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมโหมดที่ 1

4.3.5 การทดสอบการทำงานของการบันทึกข้อมูล (โหมดที่ 2)

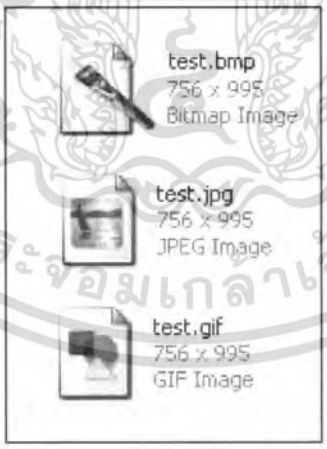
ทดสอบการบันทึกข้อมูลลงฮาร์ดดิสก์ในโหมดที่ 2 นั้นจะแตกต่างจากโหมดที่ 1 โดยที่จะบันทึกเป็นไฟล์นามสกุล .BMP, .JPG, .GIF โหมดที่ 2 บันทึกได้เป็นรูปภาพได้อย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงการบันทึกข้อมูลรูปภาพ(.BMP , .JPG , .GIF)โหมดที่ 2

เป็นไฟล์ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลรูปภาพ(.BMP, .JPG, .GIF) ทั้งหมดลงฮาร์ดดิสก์

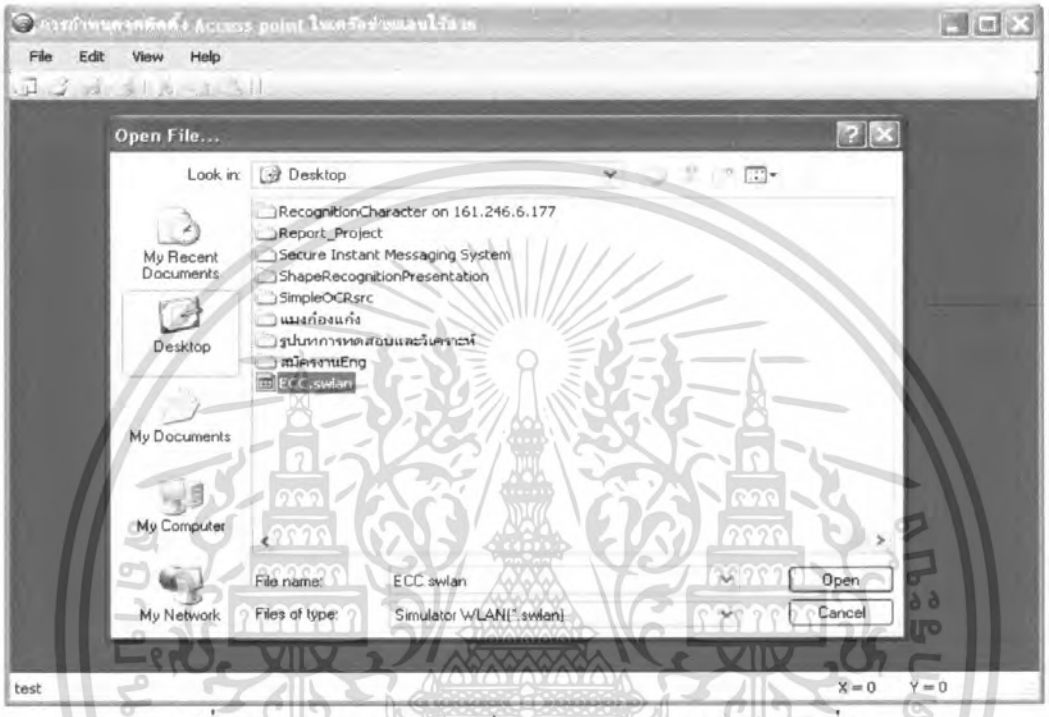


รูปที่ 4.14 แสดงไฟล์ที่ได้จากการบันทึกข้อมูลรูปภาพ(.BMP, .JPG, .GIF) โหมดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.6 การทดสอบการทำงานของการเปิดไฟล์ (โหมดที่ 1)

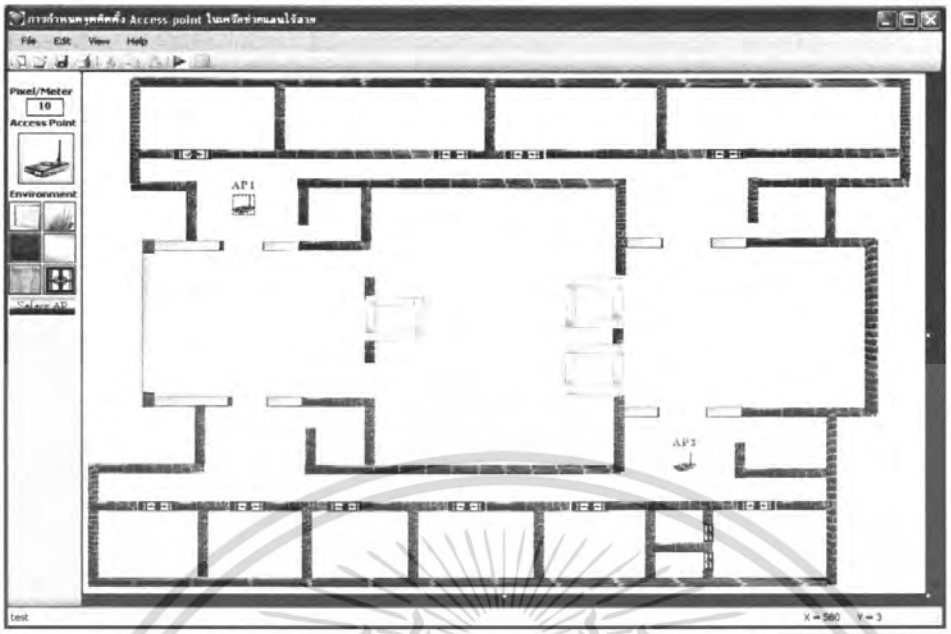
เป็นการทดสอบการเปิดไฟล์ที่ได้บันทึกไป คือไฟล์นามสกุล SWLAN เมื่อเปิดไฟล์นามสกุล SWLAN ต้องมีข้อมูลที่ผู้ใช้บันทึกไปทั้งหมดคือวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม



รูปที่ 4.15 แสดงการเปิดไฟล์นามสกุล .SWLAN ในโหมดที่ 1

เมื่อเปิดไฟล์ .SWLAN วัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมทั้งหมดที่ได้สร้างไปต้องแสดงออกมาทั้งหมด

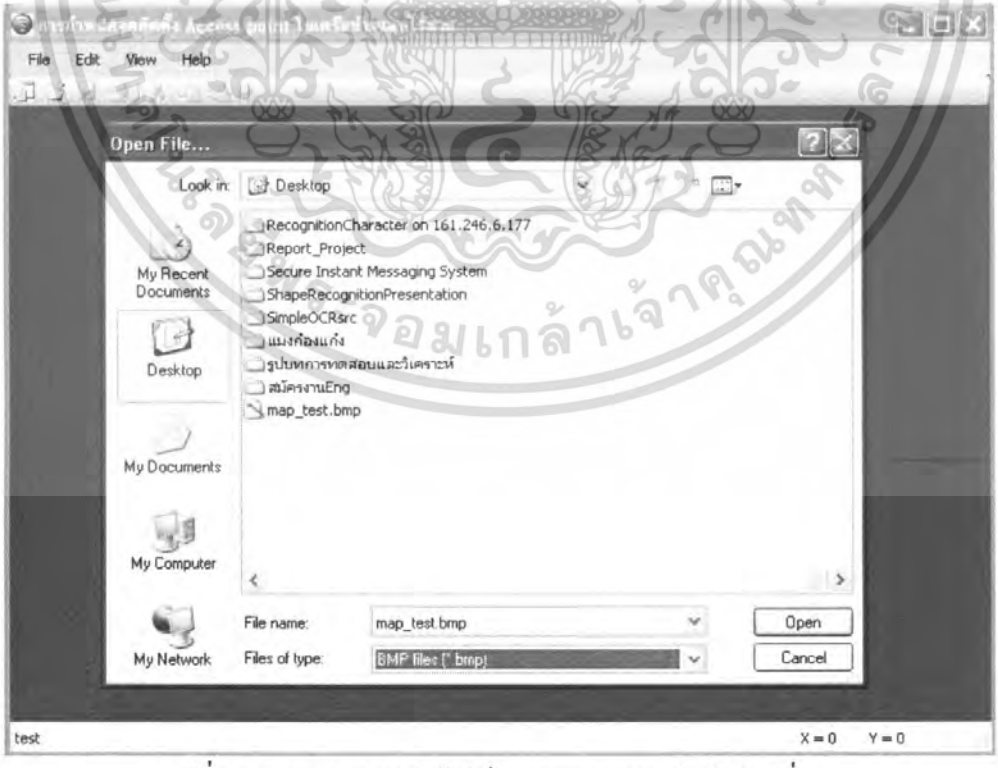
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมเมื่อเปิดไฟล์ .SWLAN ในโหมดที่ 1

4.3.7 การทดสอบการทำงานของการเปิดไฟล์ (โหมดที่ 2)

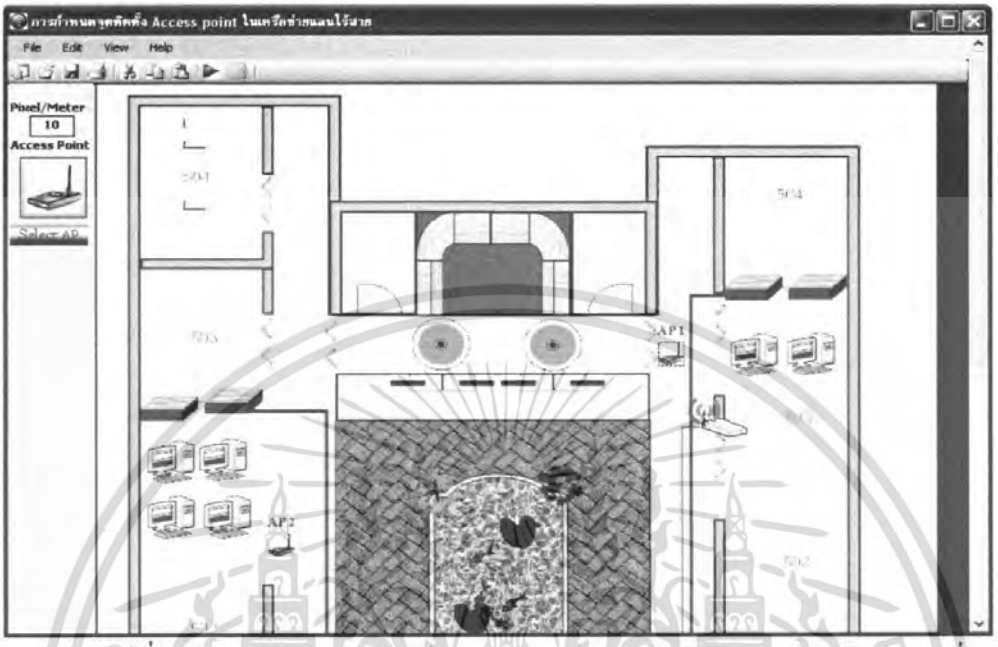
ในโหมดที่2 นี้จะมีความแตกต่างกับโหมดที่ 1 ก็คือเปิดไฟล์ นามสกุล .BMP, .JPG, .GIF ได้อย่างเดียว



รูปที่ 4.17 แสดงการเปิดไฟล์นามสกุล .BMP ในโหมดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเปิดไฟล์ .BMP จะเหมือนกับการสร้างการจำลองการกระจายตัวของ Access Point ในโหมดที่ 2

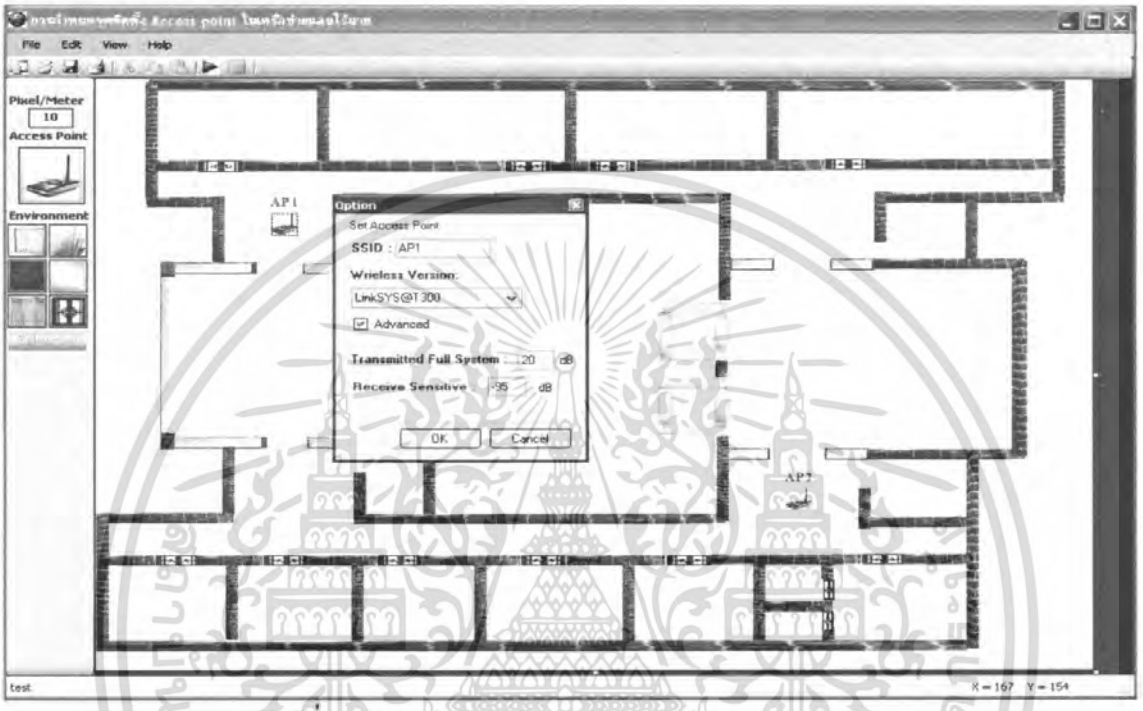


รูปที่ 4.18 แสดงการเปิดไฟล์นามสกุล .BMP (แผนผังโครงสร้าง) ในโหมดที่ 2

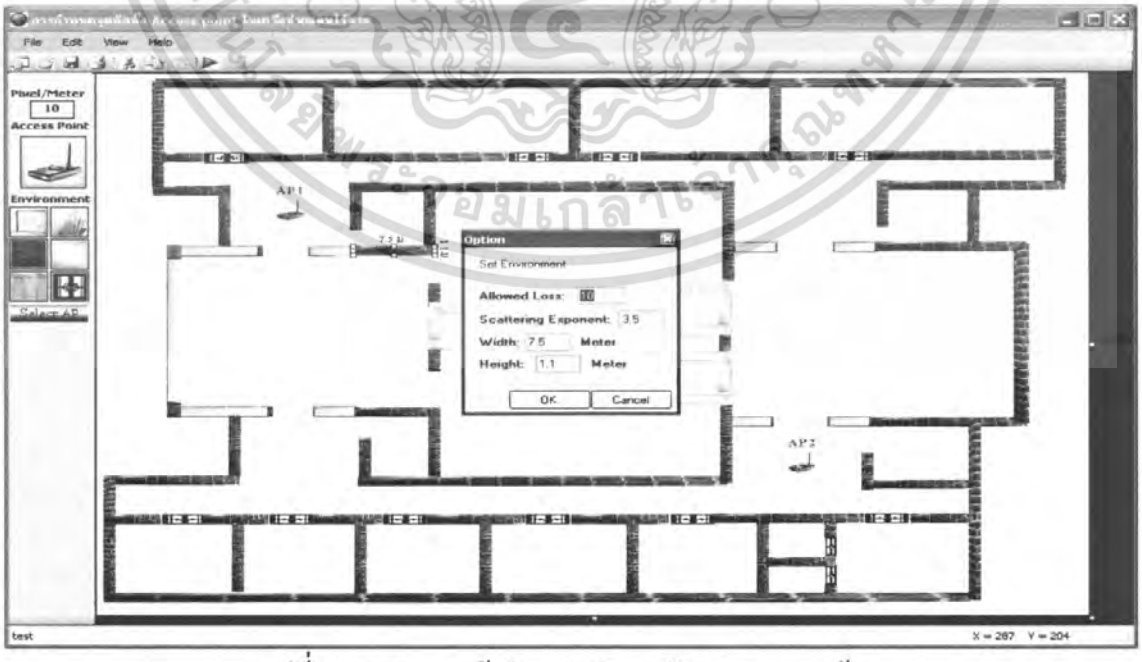
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.8 การทดสอบการกำหนดค่าของวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม

เป็นการทดสอบการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อม เมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้ว ค่าทั้งหมดจะทำการเก็บไว้ในตัวแปรของวัตถุ Access Point หรือวัตถุสภาพแวดล้อม ตามที่เลือกกำหนดค่า



รูปที่ 4.19 แสดงหน้ากำหนดค่าของวัตถุ Access Point

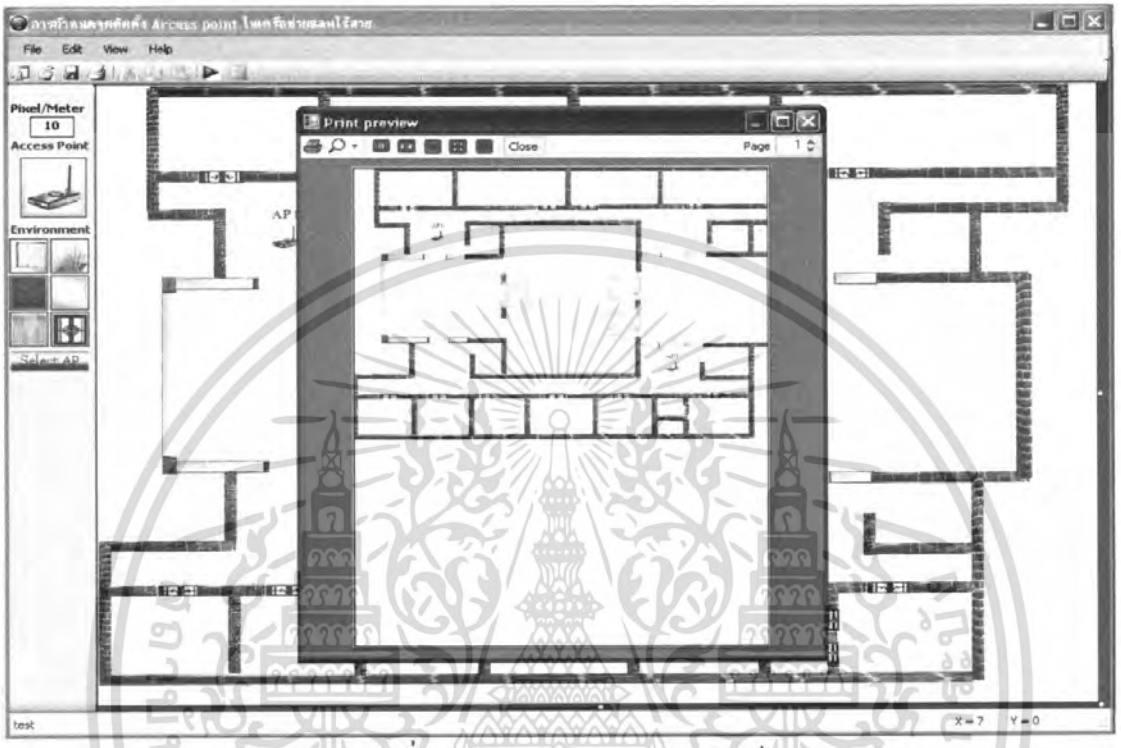


รูปที่ 4.20 แสดงหน้ากำหนดค่าของวัตถุสภาพแวดล้อม

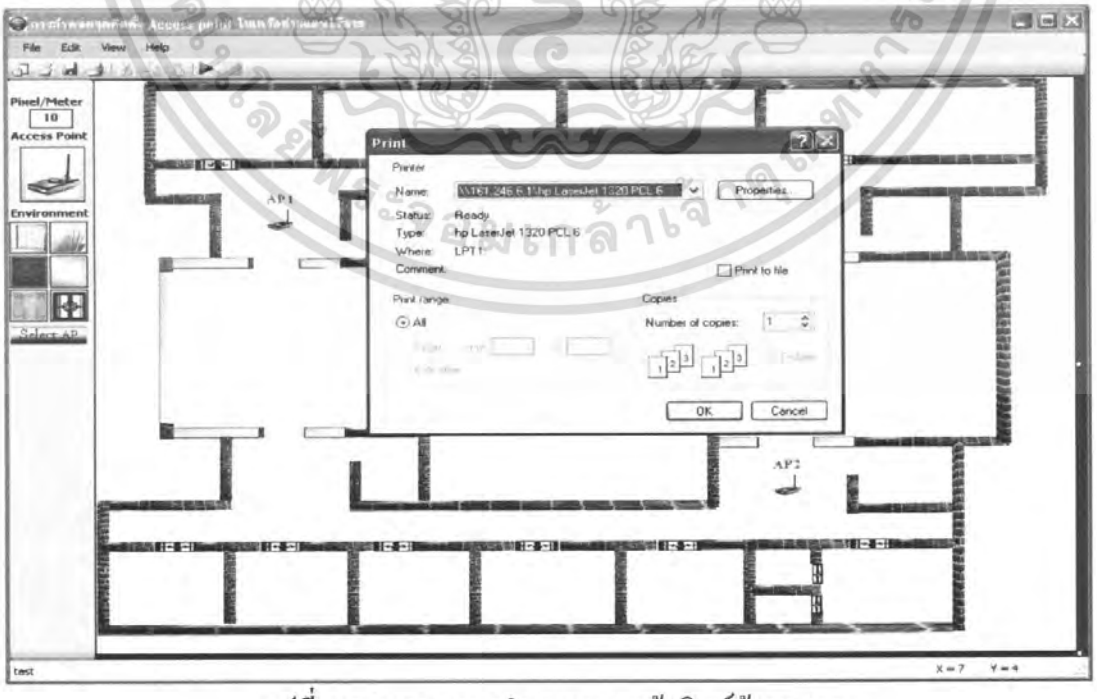
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.9 การทดสอบการดูผลก่อนพิมพ์และการพิมพ์

ทดสอบการทำงานการดูผลก่อนพิมพ์และการพิมพ์ว่าใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยการพิมพ์จะได้ข้อมูลภาพออกมา



รูปที่ 4.21 แสดงการดูผลก่อนพิมพ์

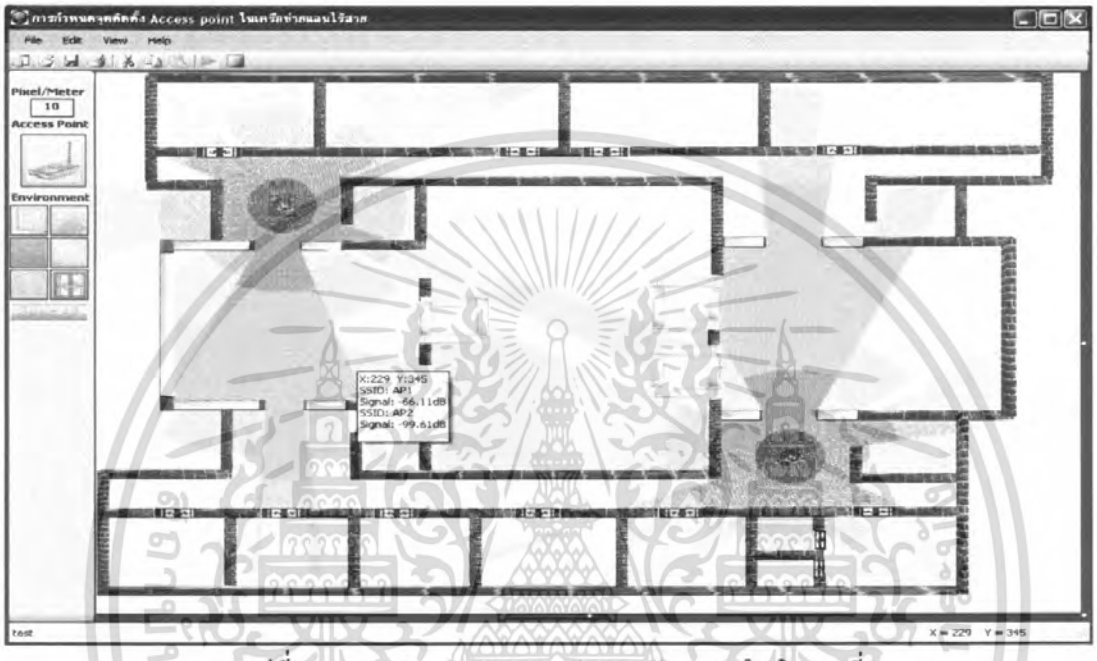


รูปที่ 4.22 แสดงการทำงานของหน้าพิมพ์ข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.10 การทดสอบการกระจายตัวของสัญญาณ

เป็นการทดสอบการกระจายตัวของสัญญาณทั้ง 2 โหมด โดยที่จะมีลักษณะการคำนวณที่แตกต่างกันคือโหมดที่ 1 จะคิดค่าอัตราการสูญเสียของสัญญาณหรือค่าความต้านทานทั้งหมดทั้งกำแพง กระจก ฯลฯ แต่ในโหมดที่ 2 จะคิดแค่ค่าอัตราการสูญเสียของสัญญาณหรือค่าความต้านทานแค่อากาศเท่านั้น



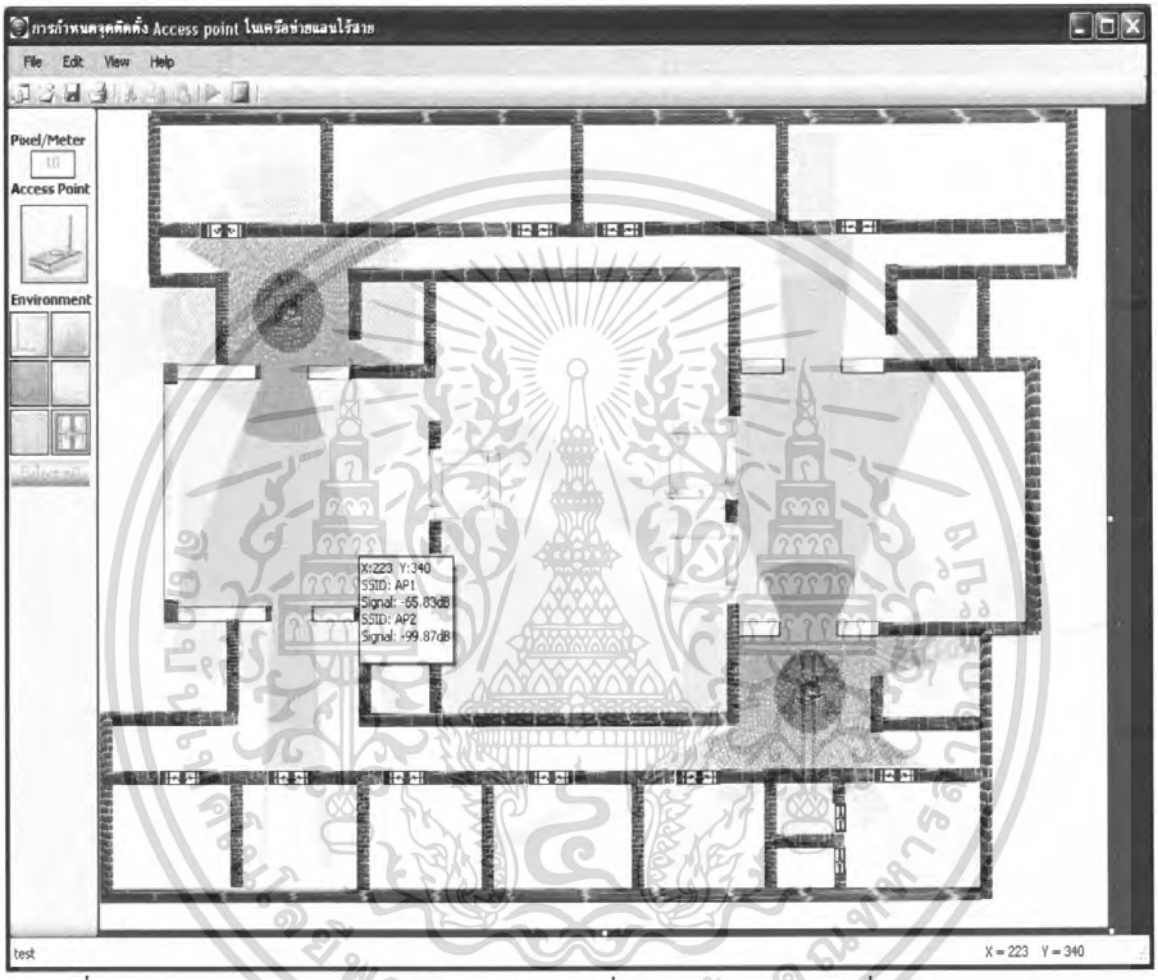
รูปที่ 4.23 แสดงการกระจายตัวของสัญญาณในโหมดที่ 1

รูปที่ 4.24 แสดงการกระจายตัวของสัญญาณในโหมดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.11 การทดสอบการเลือกตัว Access Point

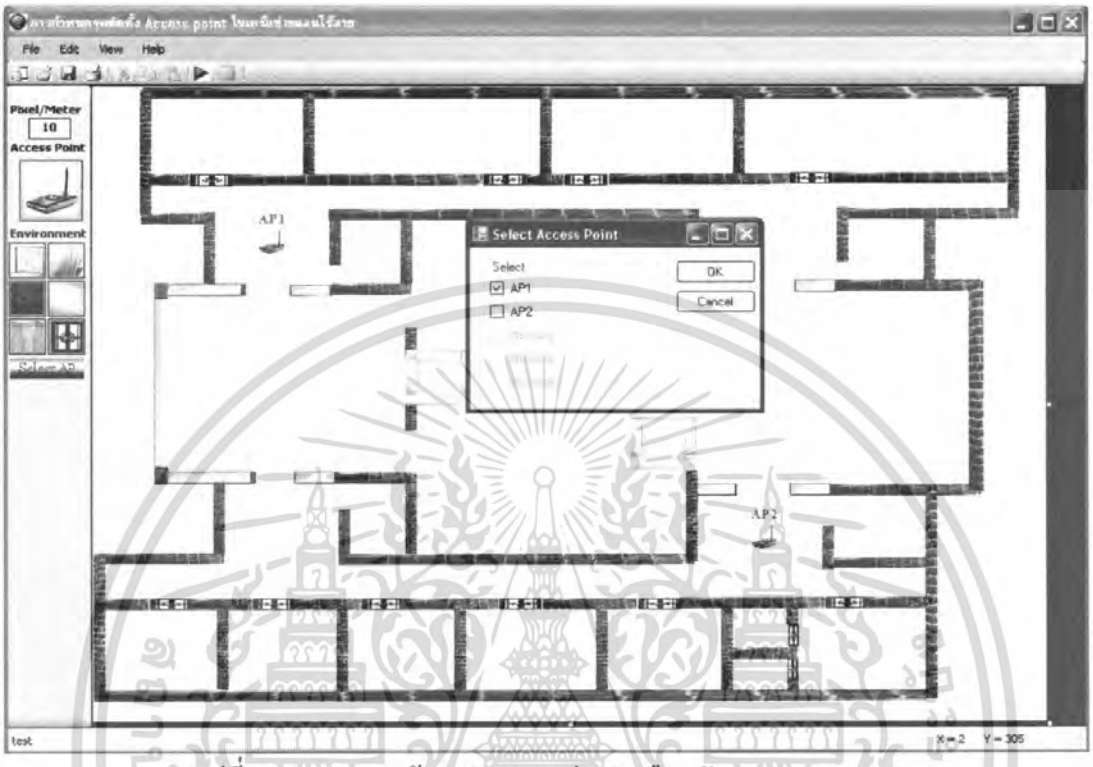
ทดสอบการกำหนดค่าการเลือกตัว Access Point เพื่อดูค่าความแรงของสัญญาณ ในกรณีที่มี Access Point หลายๆ ตัว ผู้ใช้เลือกได้ว่าจะดูค่าความแรงของสัญญาณของ Access Point



รูปที่ 4.25 แสดงค่าความแรงของสัญญาณในกรณีที่เลือกดู Access Point ที่ SSID AP1 และ AP2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

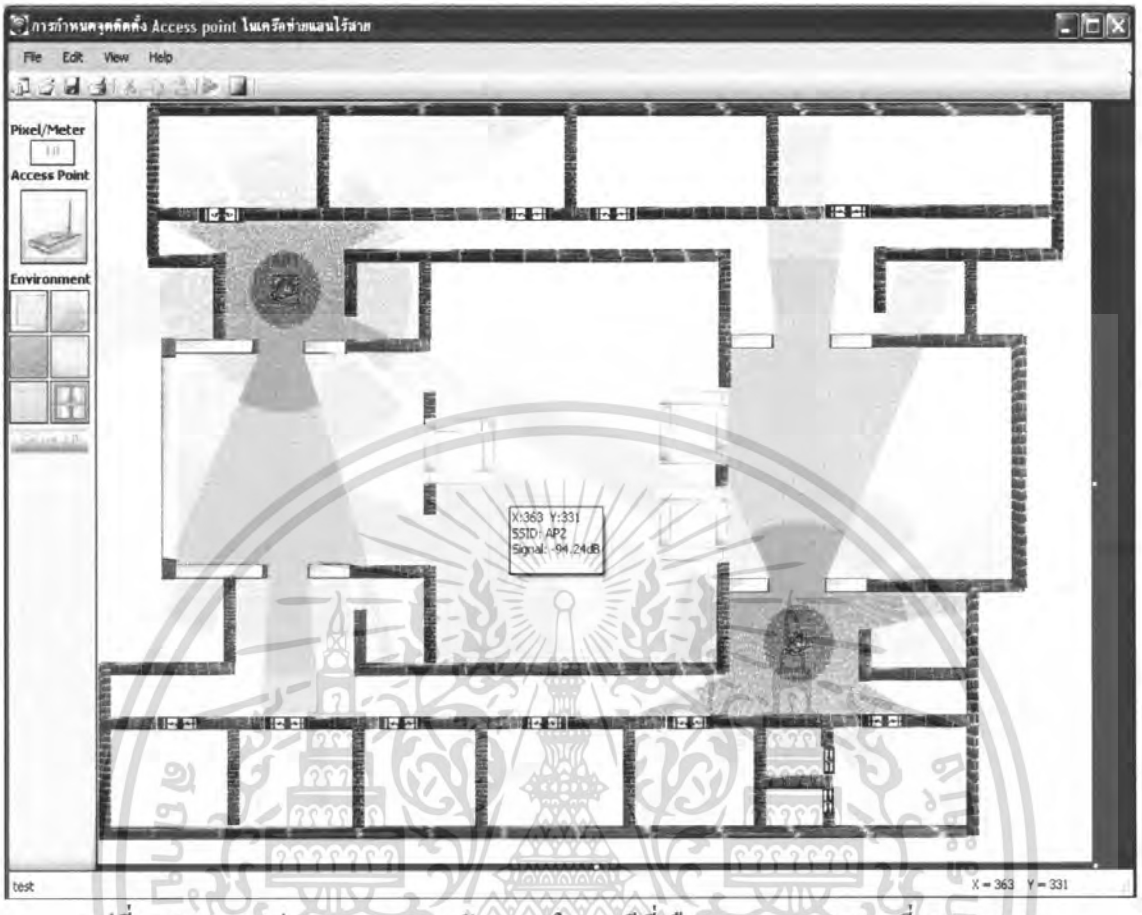
เมื่อทำการกำหนดค่าการเลือกตัว Access Point เลือกให้แสดงเฉพาะ Access Point ที่ SSID AP1



รูปที่ 4.26 แสดงหน้าการกำหนดค่าการเลือกตัว Access Point

เมื่อกำหนดค่าเสร็จผลที่ได้คือจะแสดงค่าความแรงของสัญญาณเฉพาะ Access Point ที่ SSID AP1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

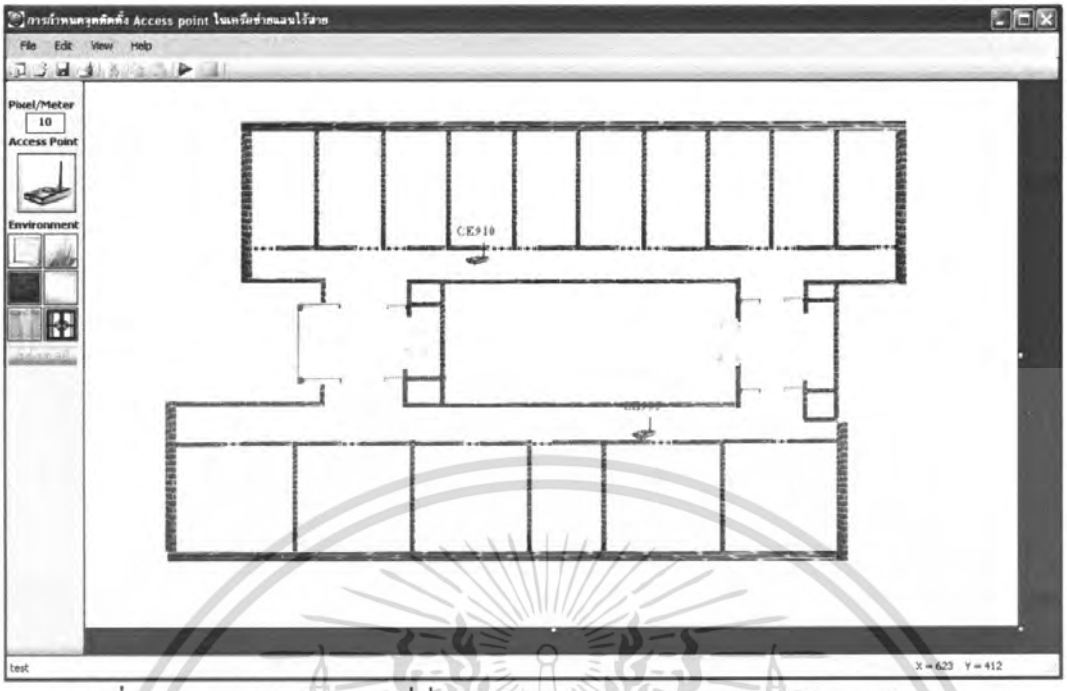


รูปที่ 4.27 แสดงค่าความแรงของสัญญาณในกรณีที่เลือกดู Access Point ที่ SSID AP1

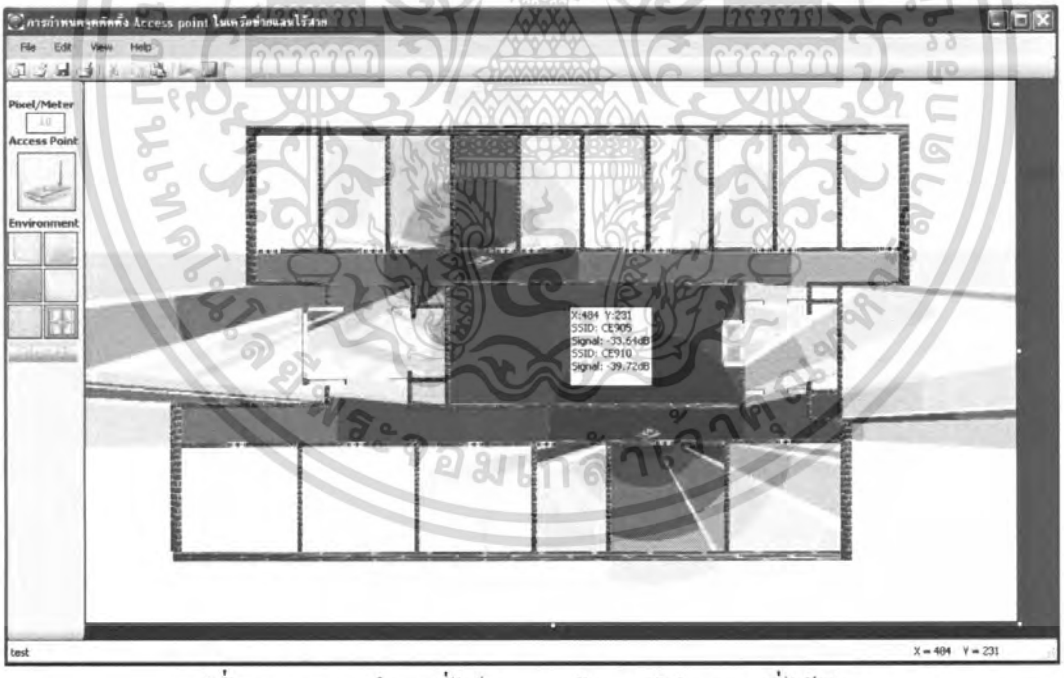
4.4 ทดสอบโปรแกรมและเปรียบเทียบกับการวัดจริง

เมื่อได้ผ่านการพัฒนาโปรแกรมจนถึง การรวมโมดูลและทดสอบโดยคร่าวๆแล้ว ต่อจากนี้จะเป็นการวัดสถานที่ตัวอย่างและนำค่าที่วัดได้ยังจุดต่างๆมาทำการเทียบกับโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมา โดยเริ่มแรกจะเป็นการสร้าง Environment ที่จะให้เหมือนจริงตามสภาพแวดล้อมที่จะไปทำการทดสอบ จากนั้นเมื่อสร้างเสร็จแล้ว ก็ให้ทดสอบเก็บรายละเอียดจากสถานที่จริงว่ามีค่าของสัญญาณเท่าใดบ้าง โดยในที่นี้ได้บันทึกรายละเอียดตามระเบียงของตึก ECC ชั้น 9 โดยจะนำโปรแกรม Network Strumbler ในการทดสอบความแรงของสัญญาณ เมื่อเก็บรายละเอียดแล้วก็จะทำการ เปิดโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแล้ววาง Access Point ตามที่ต้องการทดสอบให้เหมือนกับที่ได้ติดตั้งไว้ จากนั้นก็ให้รันโปรแกรมแล้วสังเกตค่าที่เกิดขึ้น จึงทำให้ผลการทดลองดังตารางด้านล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แสดงถึงรูปสถานที่ที่ได้ทำการวัดสัญญาณและนำมาใช้การเปรียบเทียบ



รูปที่ 4.29 แสดงถึงผลที่ได้จากการรันจากโปรแกรมที่ได้พัฒนา

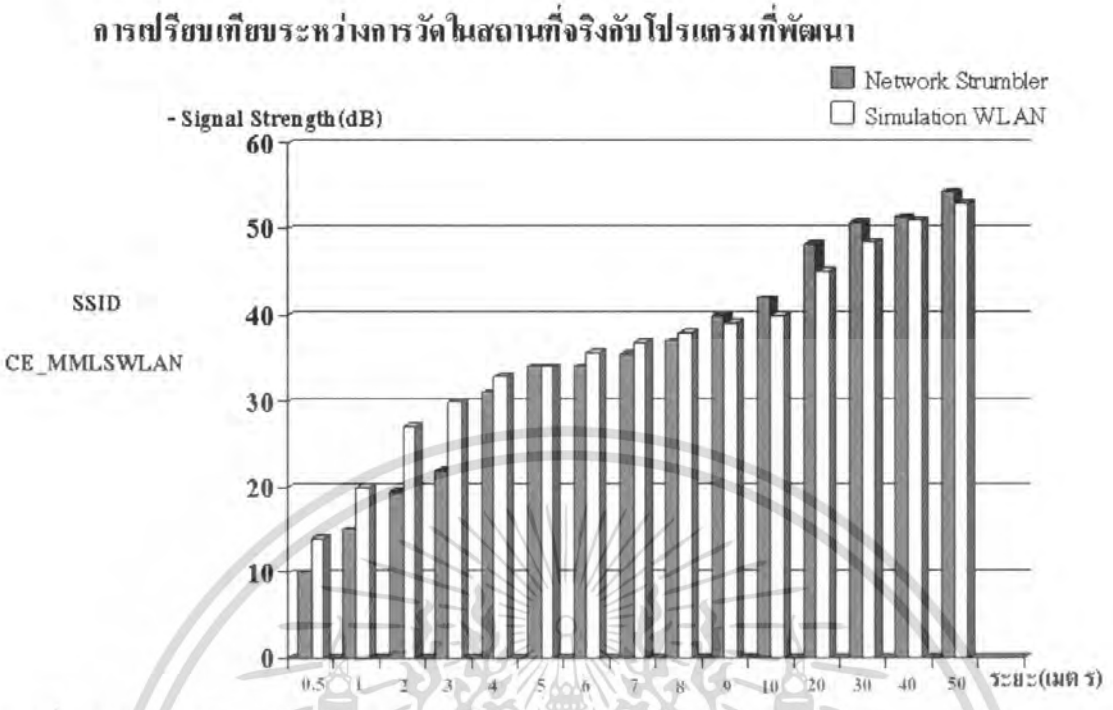
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงถึงรายละเอียดจากการวัดสถานที่จริงและผลที่ได้จากการรันโปรแกรม

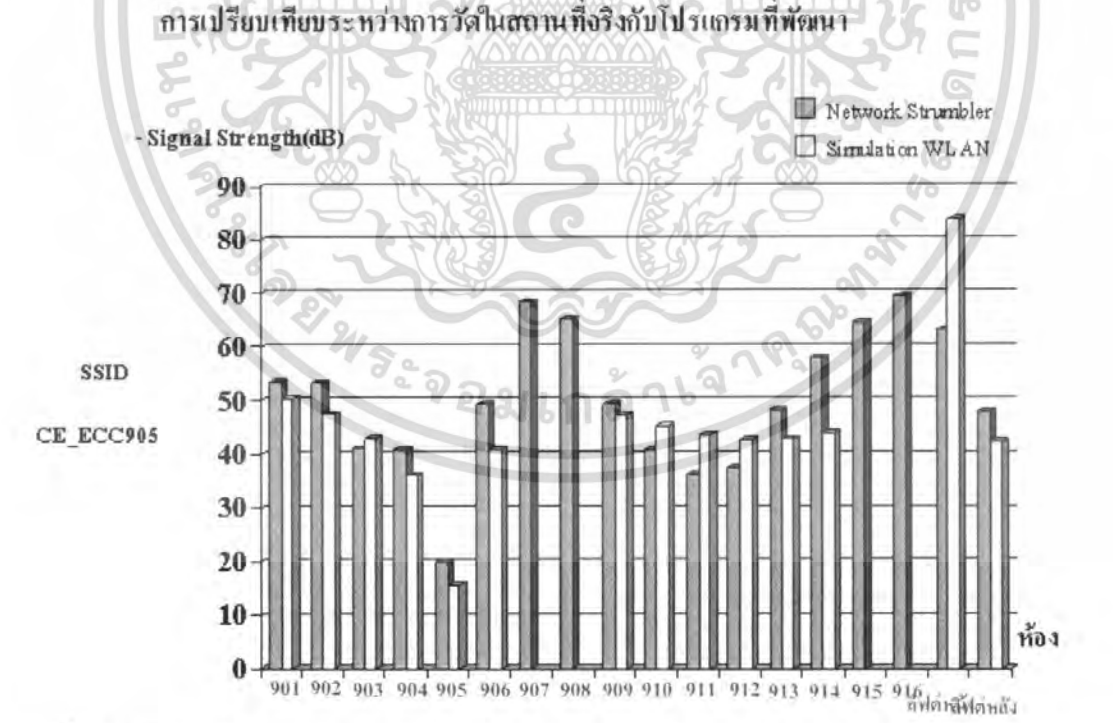
Room	SSID			
	ผลจากการวัดสถานที่จริง		ผลที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนา	
	CE-ACC905	CE-ACC910	CE-ACC905	CE-ACC910
901	- 49dB	- 68dB	- 42.00dB	-
902	- 55dB	- 61dB	- 45.25dB	-
903	- 39dB	- 33dB	- 34.62dB	- 69.22dB
904	- 35dB	- 30dB	- 28.74dB	- 70.91dB
905	- 17dB	- 36dB	- 15.87dB	- 74.85dB
906	- 43dB	- 57dB	- 32.02dB	- 81.26dB
907	- 66dB	- 46dB	- 76.37dB	- 45.98dB
908	- 65dB	- 40dB	- 72.77dB	- 42.03dB
909	- 48dB	- 37dB	- 68.72dB	- 35.44dB
910	- 40dB	- 22dB	- 64.42dB	- 26.85dB
911	- 37dB	- 39dB	- 61.69dB	- 36.73dB
912	- 34dB	- 43dB	- 59.30dB	- 43.18dB
913	- 45dB	- 45dB	- 59.10dB	- 64.03dB
914	- 58dB	- 54dB	- 61.89dB	- 48.66dB
915	- 64dB	- 56dB	-	- 50.64dB
916	- 70dB	- 56dB	-	- 52.11dB
ลิฟต์ด้านหน้า	- 68dB	- 39dB	-	- 71.01dB
ลิฟต์ด้านหลัง	- 45dB	- 63dB	- 58.82dB	-

จากที่ได้เปรียบเทียบค่าการกระจายอาจจะไม่ตรงกันเลยทีเดียว เนื่องจากการแผ่กระจายคลื่นจากโปรแกรมและการทดสอบวัดจริง จะมีหลักการไม่เหมือนกัน เพราะไม่จากโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบคลื่นอื่นๆได้ทั้งหมด เพราะโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้น ไม่ได้คำนึงการสะท้อนที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าที่ได้จากโปรแกรมอาจจะไม่พบ Access Point ที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับการวัดในสภาวะจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



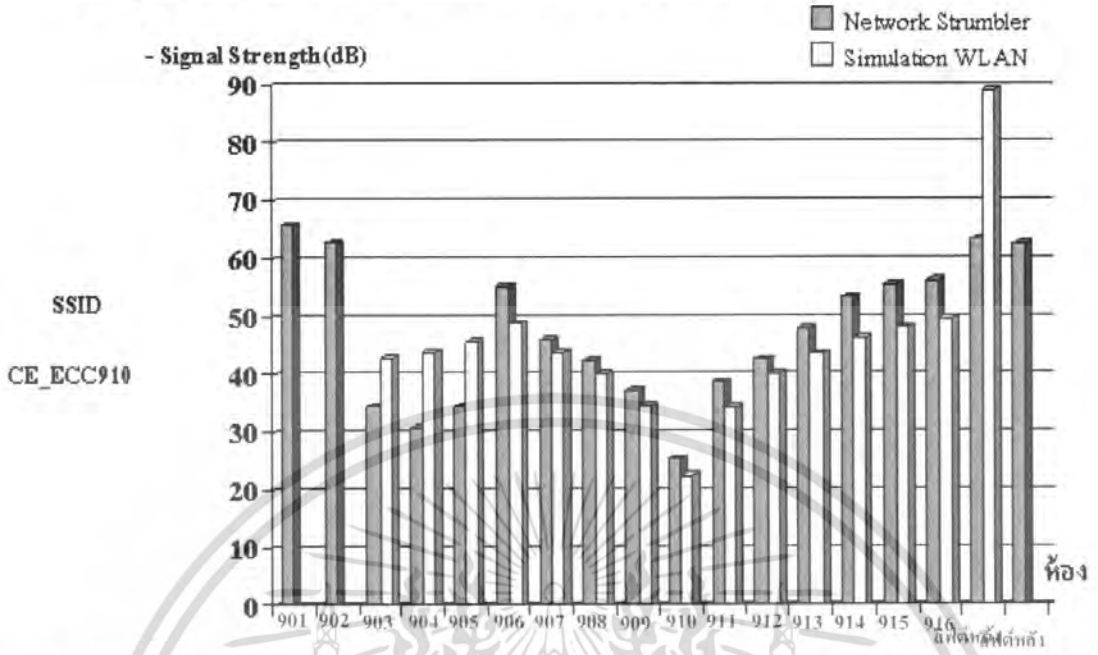
รูปที่ 4.30 แสดงถึงแผนภูมิของสัญญาณที่วัดจากการทดสอบโปรแกรมกับการวัดจริง(Free Space)



รูปที่ 4.31 แสดงถึงแผนภูมิของสัญญาณที่วัดจากทดสอบโปรแกรมกับการวัดจริง (Attenuation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบระหว่างการวัดในสถานที่จริงกับโปรแกรมที่พัฒนา



รูปที่ 4.32 แสดงถึงแผนภูมิของสัญญาณที่วัดจากทดสอบโปรแกรมกับการวัดจริง (Attenuation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 บทวิจารณ์และสรุป

การกำหนดจุดติดตั้ง Access Point ในเครือข่ายแลนไร้สายนั้นสามารถให้ผู้ใช้งานจำลองพื้นที่ในการติดตั้ง Access Point แล้วแสดงผลกระจายตัวของ Access Point เพื่อให้ผู้ใช้สามารถรู้ว่าการกระจายตัวของสัญญาณครอบคลุมถึงจุดไหนบ้างภายในตึกหรืออาคาร ที่ต้องการติดตั้ง Access Point และผู้ใช้งานสามารถที่จะปรับค่าภายในของวัตถุ Access Point หรือวัตถุสภาพแวดล้อม (กำแพง, ประตู, ฯลฯ) ได้

โดยที่ตัววัตถุ Access Point สามารถปรับค่า Transmitted Full System ได้และวัตถุสภาพแวดล้อมนั้นสามารถปรับค่าความกว้าง ยาว ของวัตถุ ทั้งยังสามารถที่จะปรับค่า Allowed loss กับ Scattering Exponent ได้ ค่าทั้งหมดนั้นจะนำมาเป็นส่วนในการคำนวณหาความแรงของสัญญาณของ Access Point และใช้สีในการแสดงการกระจายตัวของสัญญาณ โดยสมมติสีที่ใกล้กับตัว Access Point จะมีความเข้มของสีที่มาก และเมื่อระยะห่างจาก Access Point สีที่ให้แสดงผลจะมีความเข้มของสีที่ลดลง และตัวโปรแกรมก็จะสามารถ Open โครงงานเดิมขึ้นมาใช้งานต่อได้ หรือแม้ว่าจะ Save ในนามสกุล .BMP, .JPG, .SWLAN จึงทำให้ผู้ใช้สามารถแก้ไขงานเก่าได้ โดยไม่ต้องจดจำหรือเริ่มสร้างโครงงานขึ้นมาใหม่ พร้อมด้วยการรีวิวโครงงานทั้งหมด (Print Preview) ทำให้ผู้ใช้มองภาพโดยรวมทั้งหมดได้แม้ว่าโครงงานขนาดใหญ่หรือก่อนที่จะพิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ก็ตาม และยังมีส่วนที่สนับสนุนผู้ใช้ เมื่อไม่เข้าใจส่วนใดส่วนหนึ่งของโปรแกรม ก็จะสามารถเข้าไปยังในส่วนของ Helpได้ ซึ่งจะประกอบไปด้วยคู่มือการใช้งานโปรแกรม จุดประสงค์ของโปรแกรม ขอบเขตของโปรแกรม และรายเอียดอื่นๆ

ดังนั้นโปรแกรมหรือโครงงานที่ได้พัฒนาขึ้น เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องของตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ Access Point เพื่อให้อยู่ในตำแหน่ง ที่ให้บริการแก่ผู้ใช้ได้มากที่สุด และแก้ปัญหาเรื่องเวลาที่จะต้องสูญเสียไปในการติดตั้ง รวมถึงค่าใช้จ่ายต่างๆในจัดซื้ออุปกรณ์และการดำเนินงานในแต่ละครั้ง โปรแกรมที่พัฒนานี้เหมาะสำหรับการใช้งานที่ระดับไม่ใหญ่มากนักและไม่ต้องความละเอียดสูงมาก เพราะโปรแกรมที่พัฒนายังคงส่วนที่ต้องแก้ไขเพิ่มเติมอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบ

5.2.1 การสร้างวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมนั้น เมื่อสร้างวัตถุมากขึ้นจะทำให้การทำงานช้าลง เนื่องจากการเรียก method paint ของฟอร์มจะทำการวาดรูปวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมทั้งหมด

5.2.2 เมื่อวัตถุสภาพแวดล้อมที่สร้างมาเกิดนำมาวางซ้อนกันหรือเมื่อนำมาต่อกันโดยที่วัตถุซ้อนกันอยู่โดยที่ผู้ใช้งานไม่รู้ตัวมันจะคิดค่าความต้านทานรวมไปด้วย ทำให้การคำนวณคลาดเคลื่อน แล้วยังส่งผลไปถึงการแสดงการกระจายตัวของสัญญาณที่คลาดเคลื่อนไปด้วย

5.2.3 การแผ่กระจายคลื่นจากโปรแกรมและการทดสอบวัดจริง จะมีหลักการไม่เหมือนกัน เพราะไม่จากโปรแกรมไม่สามารถตรวจสอบคลื่นอื่นๆได้ทั้งหมด เพราะโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานั้น ไม่ได้คำนึงการสะท้อนที่เกิดขึ้น ทำให้ค่าที่ได้จากโปรแกรมอาจจะไม่พบ Access Point ที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับการวัดในสภาวะจริง

5.2.4 การพิมพ์ข้อมูลภาพการกระจายตัวของสัญญาณนั้นสามารถที่จะพิมพ์ได้เท่ากับกระดาษ A4 ในแนวตั้งเท่านั้นไม่สามารถที่จะพิมพ์ในแนวนอนหรือเพิ่มขนาดจาก A4 ไปเป็น A3 ไม่ได้

5.2.5 การนำโปรแกรมไปใช้บนระบบปฏิบัติการอื่นนอกเหนือจากระบบปฏิบัติการวินโดว์นั้นยังมีปัญหาอยู่ เนื่องจาก C#.net นั้นสามารถที่จะทำงานข้ามระบบระบบปฏิบัติการอื่นได้ โดยที่จะต้องใช้ Mono (.Net Framework บนระบบปฏิบัติการอื่นที่ไม่ใช่ระบบปฏิบัติการวินโดว์) แทนการใช้งาน .Net Framework ที่อยู่ในระบบปฏิบัติการวินโดว์ แต่ตัว Mono นั้นไม่สามารถที่จะรองรับการทำงานไลเบอรี่บางตัวได้ จึงไม่สามารถที่จะนำไปใช้งานบนระบบระบบปฏิบัติการอื่นได้

5.3 ข้อจำกัด

5.3.1 สามารถที่จะสร้างวัตถุ Access Point ได้สูงสุด 5 ตัวเท่านั้น เนื่องจากการทำงานที่ล่าช้าในการประมวลผล

5.3.2 ไม่สามารถพิมพ์ข้อมูลภาพการกระจายตัวของสัญญาณ Access Point ได้เกินขนาด A4

5.3.3 ไม่สามารถที่จะนำโปรแกรมไปนำไปใช้งานบนระบบระบบปฏิบัติการอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อ

5.4.1 ปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมให้ทำงานเร็วขึ้น เพื่อรองรับการจำลองการกระจายสัญญาณ Wireless Access Point ที่มีระยะทางไกลๆ

5.4.2 ปรับปรุงรูปแบบการพิมพ์ข้อมูลภาพการกระจายตัวของสัญญาณ Wireless Access Point ให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้

5.4.3 ควรพัฒนาการสร้างวัตถุสภาพแวดล้อมให้มีความหลากหลายมากกว่านี้เช่น ทำให้มีการหมุนวัตถุได้ หรือสามารถสร้างวัตถุให้มีส่วนเว้าส่วนโค้งได้ และมุมมองการสร้างการวัตถุ Access Point และวัตถุสภาพแวดล้อมนั้นควรที่จะมีมุมมองที่หลากหลาย โดยการพัฒนามุมมองเช่น การย่อขยายภาพเข้าออกได้ การตีเส้นตารางเพื่อง่ายต่อการย่อขยายวัตถุสภาพแวดล้อม ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล และกิตติพงษ์ กลมกล่อม. 2548. **คัมภีร์การวิเคราะห์และการออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML**. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.

บัญชา ปะสีละเตสัง. 2546. **คู่มือการเขียนโปรแกรมด้วย Microsoft Visual C# .net ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ยุทธนา ลีลาศวัฒนากุล. 2545. **คู่มือการเขียนโปรแกรม Visual C# .NET ฉบับวินโดร์ฟอร์ม.** กรุงเทพฯ: ดวงกมลสมัย.

อำนาจ มีมงคล และอรรณพ ขันธิกุล. 2547. **ออกแบบและติดตั้งเครือข่าย Wireless LAN.** นนทบุรี: ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์.

Sputnik. 2006. **Attenuation.** [Online].Available : http://www.sputnik.com/rf_propagation_basics.pdf.

Cisco Systems. 2006. **Building Cisco Multilayer Switched Networks.** 3rd ed. n.p.

Answers. 2006. **Signal Noise Ratio.** [Online].Available : http://www.answers.com/topic/signal-to-noise-ratio.

W3C 2006. **Simulate.** [Online].Available : http://db.osoal.org.nz/link-margin-calculator.html.

Itmelody. 2007. **UML (Unified Modeling Language).** [Online].Available : http://www.itmelody.com/tu/umlI.html.

Thelordofwiless. 2007. **Web broad.** [Online].Available : http://www.thelordofwireless.com/modules.php.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คู่มือการใช้ Network Stumbler

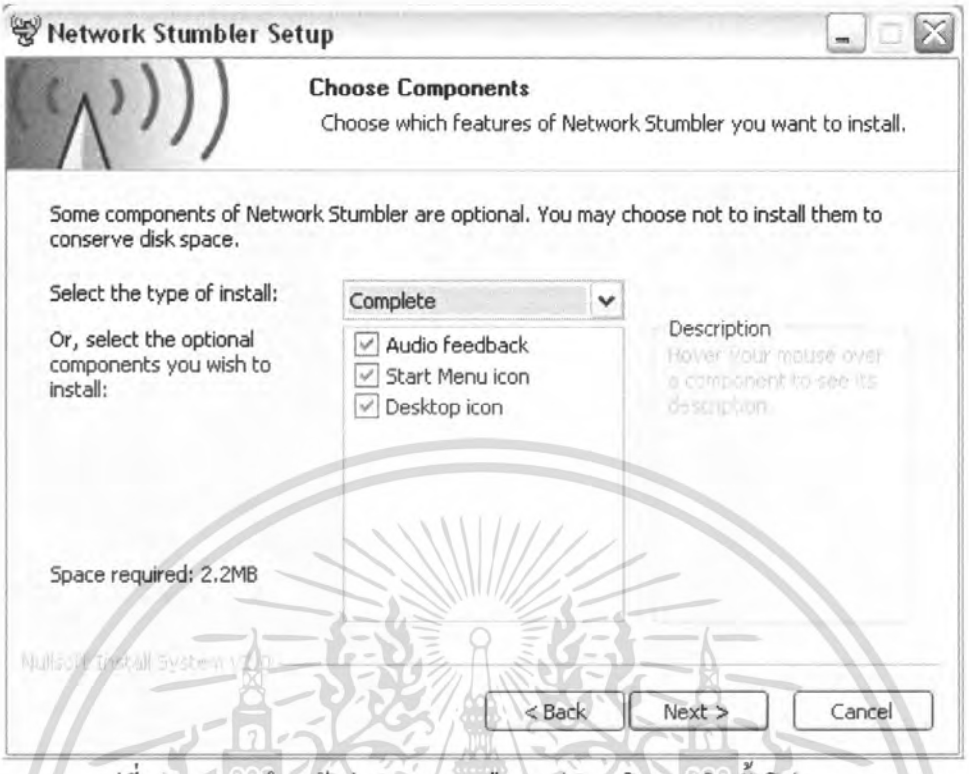
1 การติดตั้งโปรแกรม Network Stumbler

1.1 รันตัว setup ของโปรแกรม จากนั้นเมื่อเข้าสู่หน้า License Agreement จากนั้นคลิก I Agree

รูปที่ ก.1แสดงถึงหน้าต่างของ License Agreement

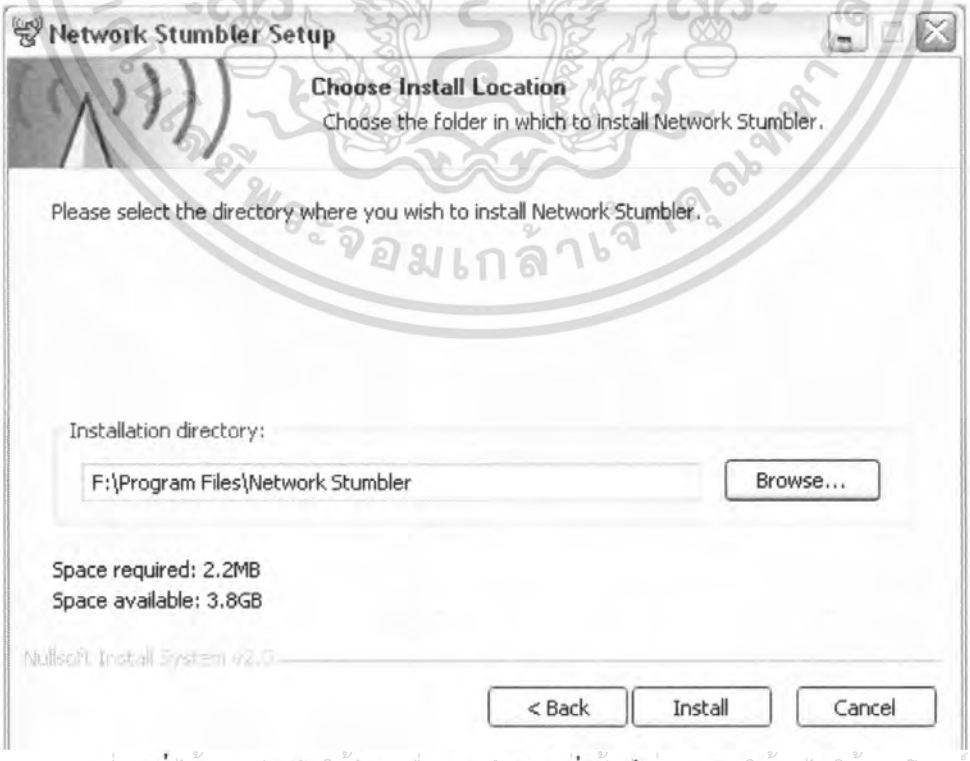
1.2 เลือกรูปแบบในการติดตั้งโปรแกรม ให้เลือกติดตั้งแบบ Complete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2แสดงถึงหน้าต่างของการเลือกรูปแบบในการติดตั้งโปรแกรม

1.3 เลือกให้เป็นที่เก็บข้อมูลของโปรแกรมโดยถ้าไม่อยากเปลี่ยนแปลงก็ให้กด Install แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนที่อยู่ของโปรแกรมก็ให้เลือกคำว่า Browse



รูปที่ ก.3แสดงถึงหน้าต่างของการเลือกที่จัดเก็บของตัวโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 เมื่อได้กดปุ่ม Install ไปแล้วโปรแกรมก็จะคัดลอกไฟล์จนเสร็จ หลังจากนั้นก็ให้กดปุ่ม Close เพื่อยืนยันการลงโปรแกรม

รูปที่ ก.4แสดงถึงหน้าต่างในการคัดลองไฟล์ของโปรแกรม

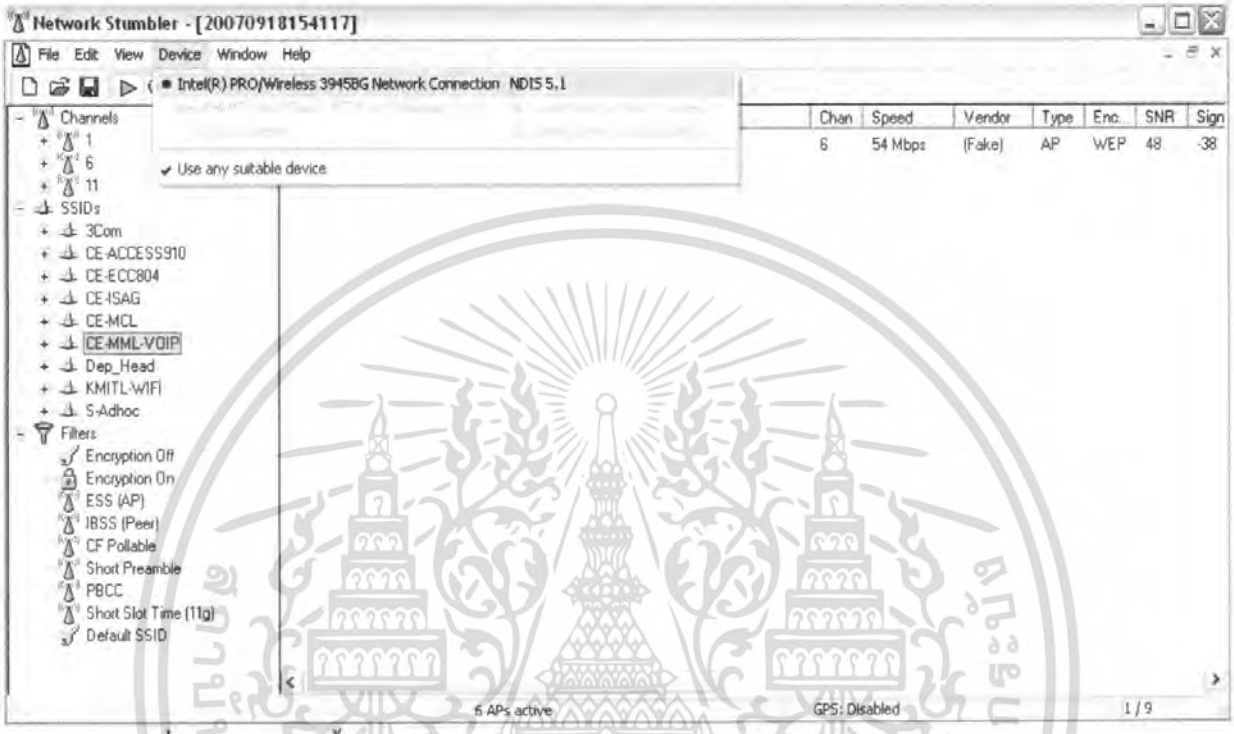
1.5 เมื่อได้กดปุ่ม Close ไปแล้วจะมีหน้าตาที่จะเป็นคู่มือในการใช้โปรแกรม สำหรับผู้ที่ใช้งานครั้งแรก

รูปที่ ก.5แสดงถึงหน้าต่างของคู่มือการใช้โปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การใช้งานโปรแกรม Network Stumbler

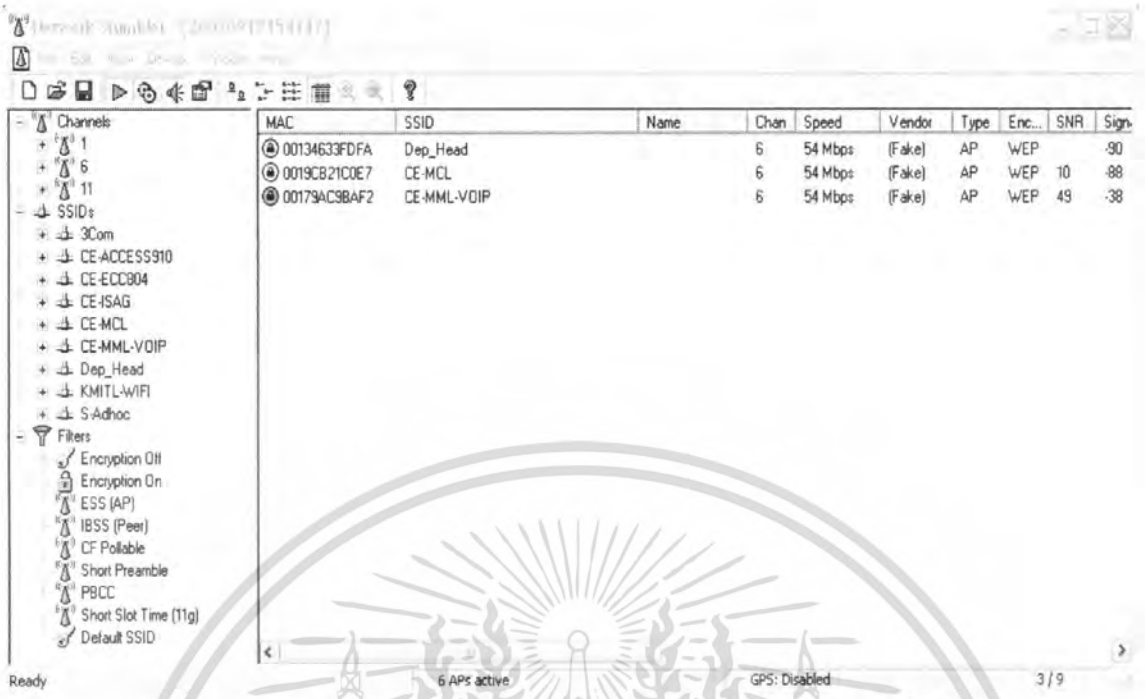
2.1 เมื่อเริ่มรันโปรแกรม Network Stumbler ขั้นต่อมาก็จะต้องมีการกำหนด Interface ในการรับสัญญาณกับ Access Point อื่นๆ



รูปที่ ก.6แสดงถึงขั้นตอนการกำหนด Interface ในการใช้งานกับ Access Point

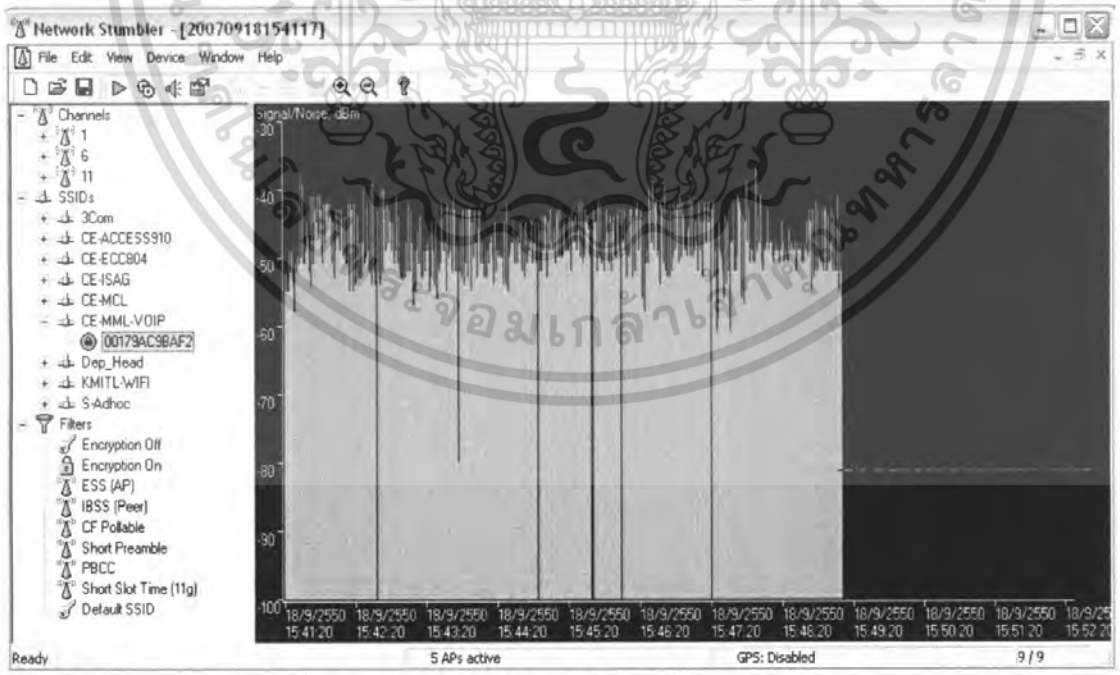
2.2 เมื่อกำหนด Interface ให้กับโปรแกรมแล้วก็กดปุ่มรันเพื่อให้โปรแกรมนั้นตรวจสอบตัว Access Point ต่างๆ แต่โดยปกติแล้วโปรแกรมจะมีการกดปุ่มรันโดยตลอดอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7แสดงถึงโปรแกรมสามารถที่จะติดต่อกับ Access Point ตัวอื่นผ่าน

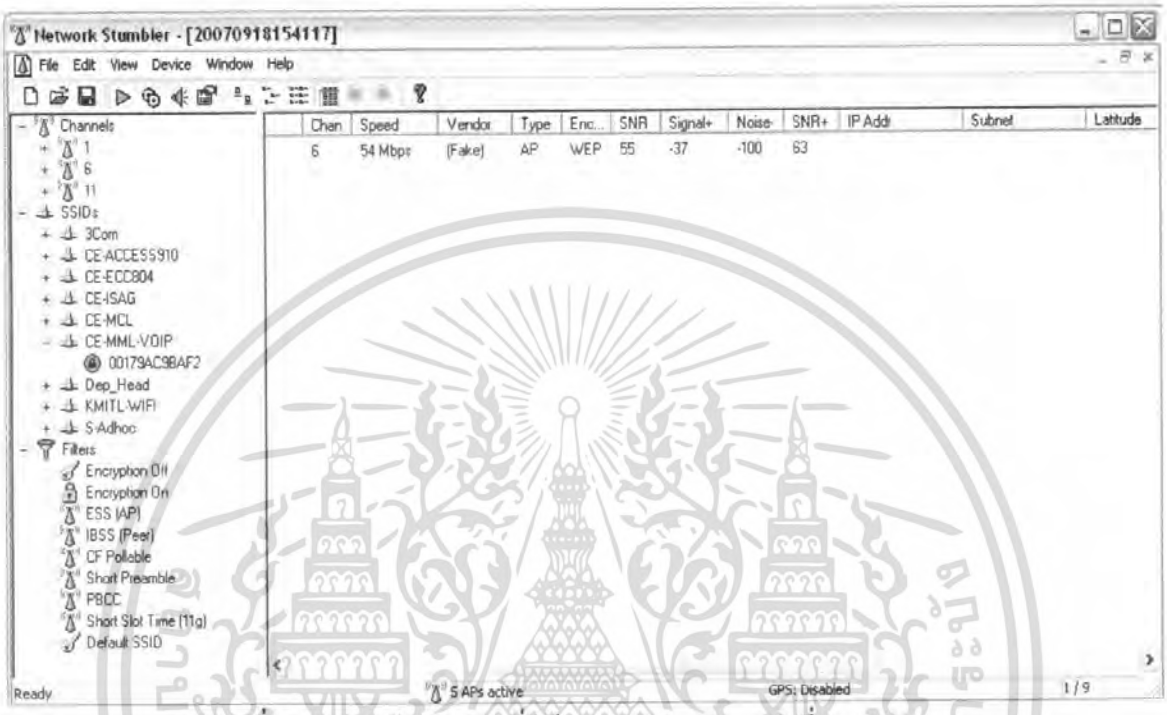
2.3 จากข้อด้านบนก็จะมีการติดต่อกับอุปกรณ์ แล้วให้ทำการเลือกตัว Access Point ที่ต้องการ โดยโปรแกรมก็จะประมวลผลและแสดงค่า และวาดภาพระดับสัญญาณเรื่อยๆ



รูปที่ ก.8แสดงถึงการเลือกสัญญาณที่ต้องการตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เมื่อดูระดับสัญญาณแล้ว ยังสามารถที่จะมาดูค่าที่ Access Point ติดต่อกับ Interface ซึ่งสิ่งที่จะสังเกตคือ SNR (Signal to Noise Ratio) โดยค่านี้จะแปรผันไปเรื่อยๆไม่มีความคงที่ จะต้องรอให้อยู่ในระดับที่คงที่พอที่จะเป็นค่าที่ต้องนำไปบันทึกเก็บรายละเอียด



รูปที่ ก.9แสดงถึงค่าต่างๆที่ได้จาก Access Point ตัวที่ตรวจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้