ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

Indoor Positioning System using Wireless LAN

นางสาวหนึ่งฤทัย พูนขุนทด

นางสาวกรรณิการ์ พลเดช

นางสาวจารุวรรณ ภีสระ

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

แขนงวิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2556

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

Indoor Positioning System using Wireless LAN

นางสาวหนึ่งฤทัย พูนขุนทด

นางสาวกรรณิการ์ พลเดช

นางสาวจารุวรรณ ภีสระ

โครงงานวิศวกรรมนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

แขนงวิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2556

หัวข้อโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม

เรื่อง ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

โดย นางสาวหนึ่งฤทัย พูนขุนทด

นางสาวกรรณิการ์ พลเดช

นางสาวจารุวรรณ ภีสระ

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญไชย ไทยเจียม

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยณรงค์ คล้ายมณี

อาจารย์ ดร.กำพล วีรดิษฐ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อนุมัติให้นับโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้าโทรคนาคม เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.เวคิน ปิยรัตน์)

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นำคุณ ศรีสนิท)

..... กรรมการ

(อาจารย์สุนิศา คุณารักษ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์พิชญา ชัยปัญญา)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญไชย ไทยเจียม)

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย
ปีการศึกษา 2556

โดย
นางสาวหนึ่งฤทัย พูนขุนทด
นางสาวกรรณิการ์ พลเดช
นางสาวจารุวรรณ ภีสระ

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญไชย ไทยเจียม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยณรงค์ คล้ายมณี
อาจารย์ ดร.กำพล วรดิษฐ์

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีจุดประสงค์เพื่อระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยใช้เครือข่ายไร้สาย โดยโปรแกรมจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ โปรแกรมส่วนที่ทำการค้นหาความแรงของสัญญาณและโปรแกรมส่วนที่แสดงผลในรูปแบบแผนที่ โดยโปรแกรมส่วนที่ทำการค้นหาความแรงของสัญญาณ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการรับค่าความแรงของสัญญาณ จะทำการเก็บค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของตัวอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณตัวนั้น ๆ ไว้ในฐานข้อมูล โปรแกรมส่วนที่แสดงผลในรูปแบบแผนที่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ค้นหาค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณในตำแหน่งที่อยู่มาประมวลผล แล้วนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลสถานที่ แล้วแสดงผลออกมาในรูปแผนที่ จากการทดลองโปรแกรมสามารถระบุตำแหน่งที่ถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 87.53

คำสำคัญ : ค่าความแรงของสัญญาณ / เครือข่ายไร้สาย / การระบุตำแหน่ง

Indoor Positioning System using Wireless LAN

Academic Year 2013

By

Miss. Nuengluthai Phoonkhuntod

Miss. Kannikar Paladech

Miss. Charuwan Peesara

Advisor

Asst. Prof. Dr. Chanchai Thaijeam

Co-Advisor

Asst. Prof. Chainarong Klimanee

Dr. Kampol Woradist

ABSTRACT

This Project is to present how to develop computer Software for Positioning via Wireless LAN. There are two parts developed in the program. The program is firstly used for searching signal strength and then can show positions on The map.

In general process, the program is used for searching signal strength. Then, collecting measured signal strength is evaluated by comparing with signal strength via each access point in database.

The program is employed to show details and positions on the map. Searching signal strength at a current position for processing is evaluated. From cur experiment, the developed can program show details and positions on the map with 83.74% success.

Key word : Signal Strength / Wireless LAN / Positioning

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญไชย ไทยเจียม อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาในระหว่างการดำเนินงาน การแก้ไขปัญหาในเวลาที่ประสบปัญหา ให้คำแนะนำ แนวคิด เทคนิควิธีการต่าง ๆ รวมไปถึงการแก้ไขข้อบกพร่องจนโครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์อย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.กำพล วรดิษฐิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยณรงค์ คล้ายมณี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์สุนิศา คุณารักษ์ ที่คอยให้คำปรึกษา วิธีการแก้ไขปัญหา และเทคนิควิธีการต่างๆ ในการดำเนินโครงงานครั้งนี้ ตลอดจนคณาจารย์ทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการประสิทธิประสาทวิชาความรู้มาให้จนถึงทุกวันนี้

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำเนิด เลี้ยงดูด้วยความรัก อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี สนับสนุนทุนทรัพย์และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและผู้ใหญ่ทุกท่านที่สละเวลาให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกต่างๆในการทำโครงงาน

ขอบใจเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าโทรคมนาคมทุกคน ที่เป็นมิตรที่ดีให้ความช่วยเหลือทั้งด้านแรงกาย กำลังสมอง และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การระบุตำแหน่งโดยเสาสัญญาณ	3
2.2 เครือข่ายไร้สาย	4
2.3 หลักการของการบริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่ง	10
2.4 การตรวจจับสัญญาณเพื่อหาตำแหน่ง	12
2.5 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ	13
2.6 ชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ	13
2.7 ระยะทางแบบยุคลิด	14
บทที่ 3 หลักการออกแบบและโครงสร้างโครงงาน	15
3.1 แนวคิดการทำงานของระบบ	15
3.2 การทำงานโดยรวมของระบบ	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
3.3 การเก็บค่าความแรงจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ	17
3.4 การใช้แผนที่	21
3.5 การพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย	22
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	26
4.1 การทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณ	26
4.2 การทดลองพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย	38
บทที่ 5 สรุปการทดลองและข้อเสนอแนะ	49
5.1 สรุปผลการดำเนินการ	49
5.2 อุปสรรคและปัญหา	50
5.3 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	54
ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
ตารางที่ 5.2.1.1 การทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณ	50
ตารางที่ 5.2.1.2 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม	50
ตารางที่ 5.2.1.3 ระยะทางที่ได้จากการคำนวณสมการยูคลิเดียน	50

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้าที่
รูปที่ 2.1 รูปแบบเครือข่ายของระบบเครือข่ายไร้สาย	4
รูปที่ 2.2 แลนการ์ดแบบพีซีไอ (Wireless PCI Card)	5
รูปที่ 2.3 แลนการ์ดแบบพีซีเอ็มซีไอเอ (Wireless PCMCIA Card)	5
รูปที่ 2.4 แลนการ์ดแบบยูเอสบี (Wireless USB Card)	6
รูปที่ 2.5 แลนการ์ดแบบซีเอฟ (Wireless CF Card)	6
รูปที่ 2.6 อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ	7
รูปที่ 2.7 ตัวแยกสัญญาณพีโออี (Power Over Ethernet Adapter)	8
รูปที่ 2.8 สายอากาศ	8
รูปที่ 2.9 การทำงานของโปรโตคอล CSMA / CD	9
รูปที่ 2.10 ขอบเขตพื้นที่ให้บริการเครือข่ายระบบเครือข่ายไร้สาย	10
รูปที่ 2.11 การวัดระยะทางระหว่าฐาน 2 อัน	11
รูปที่ 2.12 แสดงระยะห่างผู้ใช้บริการโทรศัพท์กับสถานีฐานแต่ละอัน	11
รูปที่ 2.13 แสดงการคำนวณหาตำแหน่ง	12
รูปที่ 3.1 แนวคิดการออกแบบการระบุตำแหน่งจากแนวคิดจากการใช้งานอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ	15
รูปที่ 3.2 ภาพแสดงกระบวนการทำงานโดยรวมของระบบระบุตำแหน่ง	16
รูปที่ 3.3 โปรแกรม Vistumbler V.10.5 ใช้ในการเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ	18
รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงพื้นที่ชั้น 2 ภายในอาคาร	20
รูปที่ 3.5 แผนผังแสดงพื้นที่ชั้น 3 ภายในอาคาร	20
รูปที่ 3.6 การทำแผนที่ที่ใช้งานใน http://www.roomstyler.com/	21
รูปที่ 3.7 หน้าโปรแกรม Position WIFI	22
รูปที่ 3.8 ผังแสดงการทำงานโดยรวม	23
รูปที่ 3.9 ผังแสดงการทำงานของ SSIR	24

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
รูปที่ 3.10 ผังแสดงการทำงานของ Position	25
รูปที่ 4.1 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Vistumbler	26
รูปที่ 4.2 แสดงการกดปุ่ม “ Scan Aps ”	27
รูปที่ 4.3 ค่าอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทุกตัว ที่ตรวจพบ	27
รูปที่ 4.4 ผังแสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 3 ทุกๆ 1เมตร x 1เมตร	28
รูปที่ 4.5 แสดงการเก็บค่าความแรงของสัญญาณลงในโปรแกรม Microsoft Excel	29
รูปที่ 4.6 ผังแสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 2 ทุก ๆ 1เมตร x 1เมตร	29
รูปที่ 4.7 แสดงการเก็บค่าความแรงของสัญญาณลงในโปรแกรม Microsoft Excel	30
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_00 Wifi ”	31
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_01 Wifi ”	32
รูปที่ 4.10 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ”	32
รูปที่ 4.11 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ”	33
รูปที่ 4.12 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_05 Wifi ”	33
รูปที่ 4.13 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ linksys_SES_20502 ”	34
รูปที่ 4.14 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Dlink ”	34

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้าที่

รูปที่ 4.15 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_00 Wifi ” 35

รูปที่ 4.16 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_01 Wifi ” 35

รูปที่ 4.17 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ” 36

รูปที่ 4.18 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ” 36

รูปที่ 4.19 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_05 Wifi ” 37

รูปที่ 4.20 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณ 37

รูปที่ 4.21 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ“ Dlink ” 38

รูปที่ 4.22 สัญลักษณ์ของโปรแกรม MATLAB 38

รูปที่ 4.23 แสดงการเลือก posittionwifi.m ในโปรแกรม MATLAB 39

รูปที่ 4.24 แสดงการกด Run บนหน้าต่าง posittionwifi.m ในโปรแกรม MATLAB 39

รูปที่ 4.25 หน้าต่างของโปรแกรมที่ปรากฏขึ้นหลังจากกดปุ่ม “ RUN ” 40

รูปที่ 4.26 แสดงการกด “ Signal All ” บนโปรแกรม 41

รูปที่ 4.27 ชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณและค่าความแรงของสัญญาณที่พบ ณ ตำแหน่งนั้นๆ 41

รูปที่ 4.28 แสดงการกดปุ่ม “ RSSI ” บนโปรแกรม 42

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
รูปที่ 4.29 ค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่ติดตั้งภายในอาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า	43
รูปที่ 4.30 แสดงการกดปุ่ม “ Position ” เพื่อทำการระบุตำแหน่ง	43
รูปที่ 4.31 แผนที่ พร้อมรายระเอียดของตำแหน่ง	44
รูปที่ 4.32 แสดงการกดปุ่ม “ Clear all ” บนโปรแกรม	44
รูปที่ 4.33 หน้าโปรแกรมพร้อมสำหรับการทำงานครั้งใหม่	45
รูปที่ 4.34 แสดงการปิดการทำงานโปรแกรม	45
รูปที่ 4.35 ผลการทดลองการระบุตำแหน่งชั้น 2	47
รูปที่ 4.36 แผนผังอาคารชั้น 2	47
รูปที่ 4.37 ผลการทดลองการระบุตำแหน่งชั้น 3	48
รูปที่ 4.38 แผนผังอาคารชั้น 3	48

ภาคผนวก ก

ก1 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_00 Wifi ”	56
ก2 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_01 Wifi ”	56
ก3 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ”	57
ก4 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ”	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้าที่
ก5 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_05 Wifi ”	58
ก6 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ linksys_SES_20502 ”	58
ก7 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Dlink ”	59
ก8 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_00 Wifi ”	60
ก9 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_01 Wifi ”	60
ก10 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ”	61
ก11 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ”	61
ก12 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_05 Wifi ”	62
ก13 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ linksys_SES_20502 ”	62
ก14 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Dlink ”	63

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันมีระบบระบุตำแหน่งที่เห็นได้ชัดคือ ระบบจีพีเอส (Global Positioning System) แต่ระบบจีพีเอสนั้นสามารถระบุตำแหน่งได้เฉพาะในพื้นที่โล่งเท่านั้น เนื่องจากระบบจีพีเอสใช้การวัดเวลาในการส่งข้อมูลระหว่างดาวเทียมกับวัตถุด้วยความเร็วแสง เมื่อใช้ในอาคารหรือสถานที่ที่มีการกีดขวางสัญญาณดาวเทียมจะทำให้ไม่สามารถคำนวณหาตำแหน่งได้ ประกอบกับในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายได้มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย มีคุณภาพสูงและมีราคาถูก สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลายด้าน จึงเกิดแนวความคิดในการระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สายขึ้น

ระบบระบุตำแหน่งได้รับความนิยมเป็นอย่างสูงมากในปัจจุบัน เพราะสามารถอำนวยความสะดวกให้กับการใช้ชีวิตประจำวัน รวมถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การระบุตำแหน่งผู้ป่วยที่ต้องดูแลเป็นพิเศษในโรงพยาบาล การระบุตำแหน่งสินค้าที่มีราคาสูงภายในโรงงาน การระบุตำแหน่งเด็กเมื่อพลัดหลงในห้างสรรพสินค้า เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ระบบระบุตำแหน่งวัตถุภายในอาคารจึงได้ถูกนำมาพิจารณาประกอบกัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อทดสอบการระบุตำแหน่งภายในอาคาร โดยการวัดค่าความแรงของสัญญาณเครือข่ายไร้สาย

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างระบบที่สามารถระบุบตำแหน่งของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้โดยใช้เครือข่ายไร้สายภายในอาคาร

1.2.3 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทราบบริเวณตำแหน่งของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โดยแสดงผลผ่านแผนที่

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 โปรแกรมจะสามารถทำการค้นหาตำแหน่งของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ภายในอาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

1.3.2 ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ในการเก็บค่าความแรงสัญญาณ ยี่ห้อ Apple รุ่น MacBook Pro จำนวน 1 เครื่อง

1.3.3 การแสดงผลของโปรแกรมจะอยู่ในรูปแบบของแผนที่และรายละเอียดของสถานที่นั้น ๆ

1.3.4 การแสดงผลของโปรแกรมจะสามารถทำได้ก็ต่อเมื่อค่าความแรงของสัญญาณที่รับได้ในบริเวณนั้นมีค่าตรงกับข้อมูลอ้างอิงที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

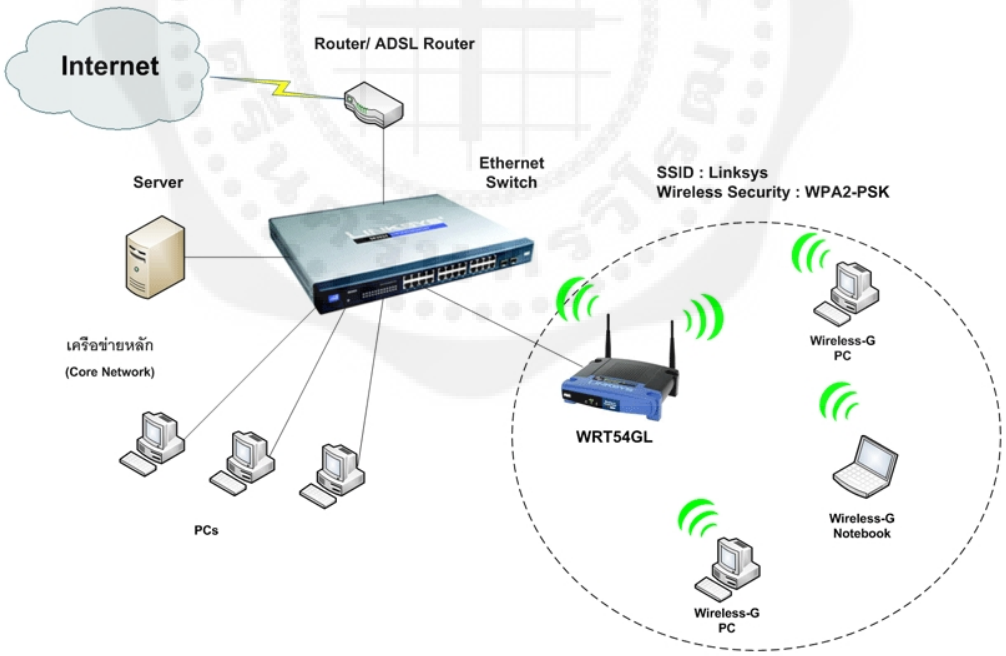
2.1 การระบุตำแหน่งโดยเสาสัญญาณ

การที่จะสามารถระบุตำแหน่งได้นั้นต้องอาศัยข้อมูลหลายข้อมูล เพื่อจะรู้ถึงตำแหน่งที่อยู่ของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แต่ข้อมูลที่สำคัญคือสัญญาณจากเครื่องส่งสัญญาณ ซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีการรับส่งสัญญาณ เพื่อสามารถระบุตำแหน่งและต้องมีการคำนวณหาว่าบุคคลอยู่ในตำแหน่งใด จึงต้องมีการติดตั้งเสาสัญญาณหลักและจะต้องมีอุปกรณ์ที่จะเป็นตัวรับส่งสัญญาณจากบุคคลนั้น โดยการติดตั้งเสาสัญญาณจะต้องติดตั้งให้ครอบคลุม เพื่อที่ตัวรับสัญญาณจะสามารถรับสัญญาณจากตัวส่งและสามารถคำนวณหาค่าตำแหน่งได้ การคำนวณเพื่อให้ใกล้เคียงกับตำแหน่งที่อยู่จริง ในการคำนวณจะใช้หลักการของการบริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่ง (Location Based Service) เป็นหลักการของการหาตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งหลักการนี้ใช้การทับกันของสัญญาณที่ส่งจากเสาส่งสัญญาณ เมื่อตัวบุคคลอยู่ก็จะได้รับสัญญาณจากเสาส่งสัญญาณประมาณสามเสา โดยจะคำนวณระยะทางจากเสาส่งสัญญาณแต่ละเสากับตัวบุคคล เมื่อได้ค่าระยะทางของแต่ละเสาส่งสัญญาณแล้ว จะนำค่าระยะทางมาคำนวณหาทิศทางของสัญญาณนั้นเพื่อที่จะระบุตำแหน่งของบุคคลนั้นและแสดงออกมาได้อย่างถูกต้อง แต่ในการคำนวณหาตำแหน่งภายในอาคารนั้น ไม่สามารถใช้เสาส่งสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้จึงต้องใช้สัญญาณที่สามารถส่งได้ภายในอาคาร และมีจำนวนเสาส่งพอสำหรับการคำนวณหาตำแหน่งได้และต้องสามารถติดต่อกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ จึงมีเครือข่ายการเชื่อมต่อที่น่าสนใจก็คือ ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN) เนื่องจากว่าเป็นเครือข่ายที่ติดตั้งภายในอาคารได้และมีการรับส่งข้อมูลเป็นสัญญาณไร้สาย จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำสัญญาณของระบบเครือข่ายไร้สาย มาคำนวณระบุตำแหน่งของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้

2.2 เครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN ; Wireless Local Area Network)

ระบบเครือข่ายไร้สาย คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีความคล่องตัวมาก ซึ่งอาจจะนำมาใช้ทดแทนหรือเพิ่มต่อกับระบบเครือข่ายและใช้สายแบบดั้งเดิม โดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุ (RF ; Radio frequency)ในย่านวิทยุ และคลื่นอินฟราเรด ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องสามารถผ่านอากาศ ทะลุกำแพง เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ โดยปราศจากความต้องการของการเดินสาย นอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับระบบเครือข่ายแบบใช้สาย

การทำงานของระบบไร้สายนั้นใช้เทคโนโลยี IEEE 802.11b จะมีอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณ และกระจายสัญญาณ (Access Point) และมีพีซีการ์ด (PC Card) ที่เป็นแลนด์การ์ด (LAN Card) สำหรับในการเชื่อมกับอุปกรณ์การส่งและกระจายสัญญาณ โดยเฉพาะการทำงานจะใช้คลื่นวิทยุเป็นการรับส่งสัญญาณ โดยมีให้เลือกใช้ตั้งแต่ 2.4 - 2.4897 GHz และสามารถเลือก Config ในระบบเครือข่ายไร้สาย (ภายในระบบเครือข่ายไร้สายควรเลือกช่องสัญญาณเดียวกัน)



รูปที่ 2.1 รูปแบบเครือข่ายของระบบเครือข่ายไร้สาย (ที่มา : http://www.sys2u.com/ 2556)

2.2.1อุปกรณ์สำหรับการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายไร้สาย

2.2.1.1 แลนการ์ดไร้สาย (Wireless LAN Card)

ทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลดิจิตอล ที่ได้จากการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นคลื่นวิทยุแล้วส่งผ่านสายอากาศให้กระจายออกไป และทำหน้าที่ในการรับเอาคลื่นวิทยุที่แพร่กระจายแปลงเป็น ข้อมูลดิจิตอล ส่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล Wireless LAN ที่ผลิตออกมาจำหน่าย มีหลายรูปแบบแบ่งตามลักษณะช่องเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ได้ดังนี้

2.2.1.1.1 แลนการ์ดแบบพีซีไอ (Wireless PCI Card)

รูปที่ 2.2 แลนการ์ดแบบพีซีไอ (Wireless PCI Card) (ที่มา : ปันปัน 2556)

2.2.1.1.2 แลนการ์ดแบบพีซีเอ็มซีไอเอ (Wireless PCMCIA Card)

รูปที่ 2.3 แลนการ์ดแบบพีซีเอ็มซีไอเอ (Wireless PCMCIA Card) (ที่มา : ปันปัน 2556)

2.2.1.1.3 แลนการ์ดแบบยูเอสบี (Wireless USB Card)

รูปที่ 2.4 แลนการ์ดแบบยูเอสบี (Wireless USB Card) (ที่มา : ปันปัน 2556)

2.2.1.1.4 แลนการ์ดแบบซีเอฟ (Wireless CF Card)

รูปที่ 2.5 แลนการ์ดแบบซีเอฟ (Wireless CF Card) (ที่มา : ปันปัน 2556)

2.2.1.2 สะพานเชื่อมโยงไร้สาย (Wireless Bridge)

ทำหน้าที่เป็นตัวกลางเชื่อมโยงระบบเครือข่ายอีเทอร์เน็ต (Ethernet) ตั้งแต่สองระบบขึ้นไปเข้าด้วยกันแทนการใช้สายสัญญาณ ข้อมูลที่สื่อสารระหว่างเครือข่ายอีเทอร์เน็ต จะถูกแปลงเป็นคลื่นวิทยุแล้วถูกแปลงไปยังปลายทาง

2.2.1.3 Wireless Broadband Router

ทำหน้าที่ในการต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงผ่านคู่สายโทรศัพท์ (ADSL) หรือเคเบิลทีวี (UBC) ด้วยเทคโนโลยี Broadband Router ซึ่งมีฟังชันการทำงานเป็นตัวค้นหาเส้นทาง NAT (Network Address Translation) ไฟร์วอลล์ (Firewall) วีพีเอ็น (VPN) ฯลฯ มาผสมผสานเข้ากับอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ทำให้ผู้ใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายสามารถสื่อสารข้อมูลไปยังระบบอินเทอร์เน็ต

2.2.1.4 อุปกรณ์เข้าใช้งานเครือข่ายไร้สาย (Wireless Access Point)

ทำหน้าที่เสมือนฮับ (HUB) เชื่อมเครื่องคอมพิวเตอร์ไร้สายและอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน อีกทั้งเป็นสะพานเชื่อมต่อเครื่องเครือข่ายไร้สายแบบเข้ากับเครื่องเครือข่ายอีเทอร์เน็ต ทำให้ระบบทั้งสองสามารถสื่อสารกันได้

รูปที่ 2.6 อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ (ที่มา : ปันปัน 2556)

2.2.1.5 ตัวแยกสัญญาณพีโออี (Power Over Ethernet Adapter)

ทำหน้าที่แยกสายยูทีพี (UTP) ที่มีสายทองแดงตีเกลียวอยู่ข้างใน 4 คู่โดยสายทองแดงสำหรับใช้สื่อสารข้อมูลใช้เพียง 2 คู่เท่านั้น ส่วนสายทองแดงอีก 2 คู่สามารถใช้อุปกรณ์ตัวนี้นำมาใช้เป็นเส้นทางสำหรับส่งแรงดันไฟฟ้าไปให้กับตัวอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณได้

รูปที่ 2.7 ตัวแยกสัญญาณพีโออี (Power Over Ethernet Adapter) (ที่มา : ปันปัน 2556)

2.2.1.6 สายอากาศ (Antenna)

ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อมูลในรูปของกระแสไฟฟ้าที่ส่งออกมาจากภาคส่งของอุปกรณ์เครือข่ายไร้สายให้กลายเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแพร่กระจายออกไปในอากาศและสายอากาศยังทำหน้าที่รับเอาคลื่นที่อุปกรณ์เครือข่ายไร้สายเครื่องอื่น ๆ ส่งออกมาแปลงกลับให้อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้าส่งให้ภาครับต่อไป

รูปที่ 2.8 สายอากาศ (ที่มา : ปันปัน 2556)

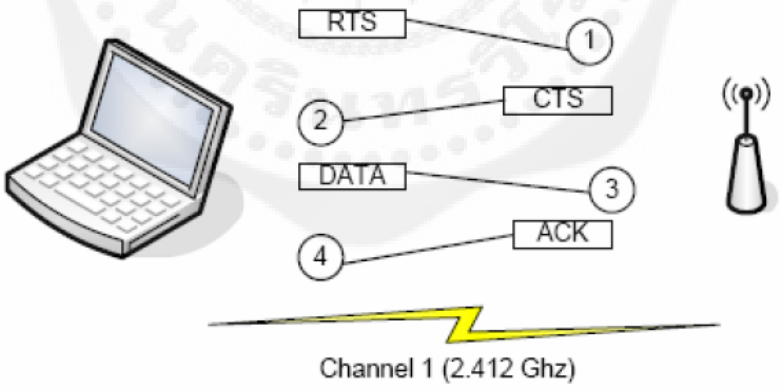
2.2.2 ค่า Throughput ของระบบเครือข่ายไร้สาย

ในการรับ-ส่งสัญญาณของระบบเครือข่ายไร้สายนั้นจะใช้ความถี่เดียวกัน ซึ่งอุปกรณ์ทุก ๆ ตัวไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ (Wireless LAN Card) ก็จะรับและส่งข้อมูลที่ความถี่นี้และจะผลัดกันรับ-ส่งข้อมูล ไม่สามารถส่งข้อมูลพร้อมกันได้ มิเช่นนั้นจะเกิด

การชนกันของข้อมูลในอากาศ ซึ่งการส่งแบบนี้ก็คือ การส่งกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex Mode) คล้ายกับวิทยุตำรวจที่ผู้ส่งจะต้องกดปุ่มที่วิทยุเพื่อพูด เมื่อพูดก็จะไม่ได้ยินเสียงอะไร ดังนั้นเมื่อฝ่ายหนึ่งพูดอีกฝ่ายก็ต้องฟัง

โปรโตคอลที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลของระบบเครือข่ายไร้สายก็คือ CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) ก็มีส่วนทำให้ส่งข้อมูลได้ช้าเช่นกัน โปรโตคอลนี้จะทำหน้าที่คอยหลีกเลี่ยง ไม่ให้เกิดการชนกันของข้อมูลในอากาศ โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อผู้ส่งต้องการข้อมูลก็จะมีการส่งสัญญาณร้องขอ (Request To Send) ฝ่ายรับก็ต้องตรวจสอบช่องสัญญาณว่าว่างพร้อมจะส่งหรือไม่ แล้วตอบกลับด้วยสัญญาณที่ชัดเจนในการส่ง (Clear To Send) จากนั้นก็เริ่มส่งข้อมูล เมื่อฝ่ายรับได้รับข้อมูลครบก็ตอบกลับว่าได้รับข้อมูลแล้วด้วยสัญญาณตอบรับ (Acknowledge)

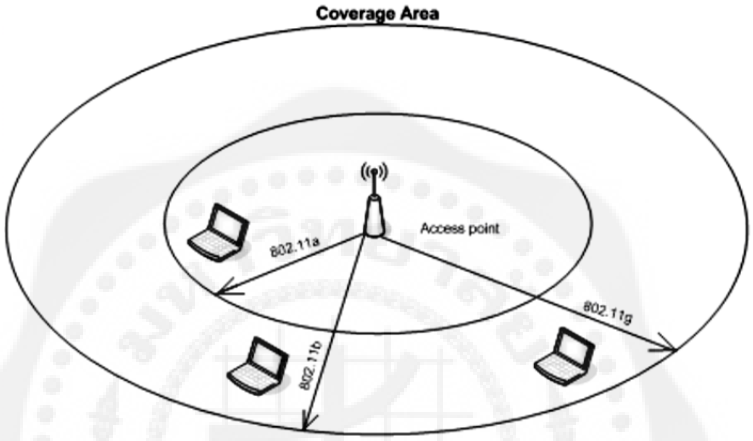
จะสังเกตเห็นว่าระบบเครือข่ายไร้สายนั้นใช้ช่องสัญญาณเดียวทั้งรับและส่ง กว่าจะส่งข้อมูลได้ก็ต้องมีการร้องขอและตอบกลับหลายครั้งจึงทำให้ความเร็วของระบบเครือข่ายไร้สาย ที่แท้จริงจะต่ำกว่าสเปคที่กำหนดไว้กว่าครึ่งหนึ่ง ตัวอย่างเช่น มาตรฐาน 802.11b ที่ระบุว่ามีความเร็ว 11 Mbps ความเร็วจริงของ ระบบจะมีค่าประมาณ 4-6 Mbps ส่วนมาตรฐาน 802.11a/g ที่ระบุว่ามีความเร็ว 54 Mbps ความเร็วจริงของ ระบบจะมีค่าประมาณ 24-27 Mbps เท่านั้นเอง



รูปที่ 2.9 การทำงานของโปรโตคอล CSMA / CD (ที่มา : ทศพล 2551)

2.2.3 ระยะทางกับค่า Throughput ของเครือข่ายระบบเครือข่ายไร้สาย

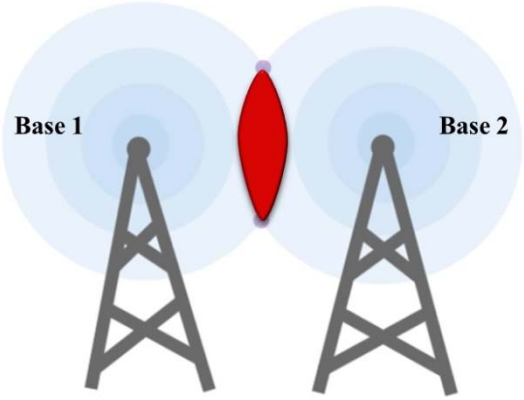
ค่า Throughput และระยะทางการสื่อสารข้อมูลของเครือข่ายระบบเครือข่ายไร้สายจะขึ้นอยู่กับ ค่าเฉลี่ย (Verhead) กำลังส่งสัญญาณ อัตราขยาย (Gain) ของสายอากาศ ฯลฯ และอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อมของสถานที่ติดตั้งใช้งานระบบ



รูปที่ 2.10 ขอบเขตพื้นที่ให้บริการเครือข่ายระบบเครือข่ายไร้สาย (ที่มา : ทศพล 2551)

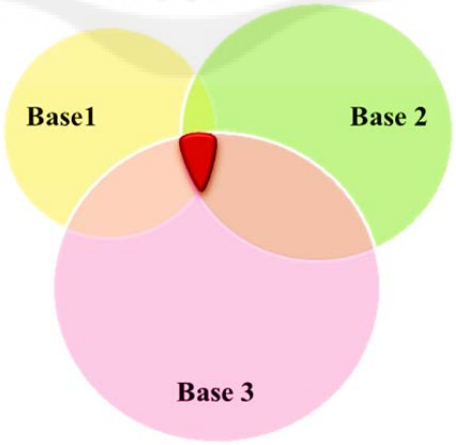
2.3 หลักการของ การบริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่ง (Location Based Service)

เป็นการบริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่งให้กับผู้ใช้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile User : MU's) การระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีขั้นตอนการใช้งาน ดังนี้ คือ เมื่อฐาน (Base) ตัวแรกตรวจพบผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่และเนื่องจากมีการทับกันของสัญญาณทำให้ฐาน อีกตัวก็ตรวจพบผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้นด้วย ซึ่งแต่ละฐานจะรับสัญญาณได้ไม่เท่ากัน ทำให้สามารถที่จะรู้ตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยให้ฐานแต่ละตัวนำเอาค่าสัญญาณที่รับมาคำนวณหาตำแหน่งที่อยู่และจุดตัดของตำแหน่งที่คำนวณได้จากฐานแต่ละตัว ก็คือตำแหน่งของผู้ใช้งานโทรศัพท์มือถือนั้นเอง



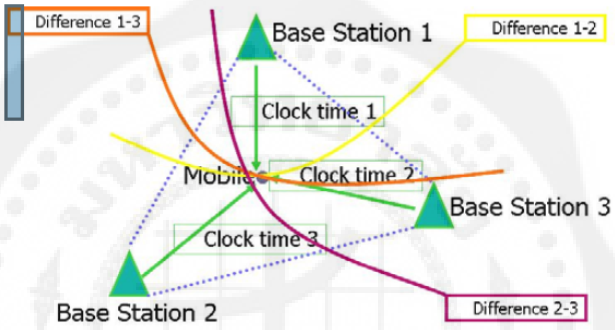
รูปที่ 2.11 การวัดระยะทางระหว่างฐาน 2 อัน

การที่จะสามารถรู้ตำแหน่งของผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้นั้น จะต้องทำการหาจากสถานีฐาน (Base Station) อย่างน้อย 3 ตัว ซึ่งจะทำให้ได้ตำแหน่งที่แน่นอนขึ้น ตัวผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่จะได้รับสัญญาณจากสถานีฐาน แต่ละตัวสัญญาณที่ได้รับจากสถานีฐาน แต่ละตัวไม่เท่ากัน ซึ่งแต่ละสถานีฐานจะทราบระยะห่างจากสถานีฐานถึงผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่จากการคำนวณ จากรูปที่ 2.12 นั้น สถานีฐาน 1 จะอยู่ห่างจากตัวผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่ไม่มากนักเมื่อเทียบกับสถานีฐาน 2 และสถานีฐาน 3 และตัวที่อยู่ไกลจากผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่มากที่สุดก็คือสถานีฐาน 3



รูปที่ 2.12 แสดงระยะห่างผู้ใช้บริการโทรศัพท์กับสถานีฐานแต่ละอัน

เมื่อทราบระยะทางของแต่ละสถานีฐานแล้วก็จะได้ค่าระยะทาง (Distance) มา 3 ค่า ซึ่งจะเป็นค่าที่คำนวณได้จากแต่ละสถานีฐาน จากนั้นก็นำค่าที่ได้มาหาค่าความต่างระหว่างสถานีฐานโดยที่จะหาเป็นคู่ ดังเช่นในรูปที่ 2.13 โดยเอาสถานีฐาน 1 กับสถานีฐาน 2 มาทำการหาค่าความแตกต่างระหว่างกัน ก็จะได้เส้นโค้งที่ตัวผู้ใช้งานโทรศัพท์เคลื่อนที่น่าจะอยู่ แล้วก็คำนวณหาสถานีฐาน 2 กับ 3 และสถานีฐาน 3 กับ 1 ก็จะได้เส้นค่าความต่างมา แล้วก็จะได้จุดตัดซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ในตำแหน่งภูมิศาสตร์



รูปที่ 2.13 แสดงการคำนวณหาตำแหน่ง (ที่มา : ทศพล 2551)

จากหลักการที่ได้กล่าวมานั้นเป็นการระบุตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ จึงทำให้เกิดความคิดที่จะนำหลักการนี้มาใช้ในการระบุตำแหน่งบุคคลเพื่อที่จะได้นำมาใช้ในบริเวณที่แคบลงมา อย่างเช่นภายในอาคาร เพื่อที่จะได้รู้ว่าอยู่ในตำแหน่งใดของอาคาร

2.4 การตรวจจับสัญญาณเพื่อหาตำแหน่ง

จากการที่ได้ทำการวัดสัญญาณที่ส่งมาจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณแล้วพบว่าสัญญาณที่วัดจากที่เดิมในแต่ละครั้งจะแตกต่างกัน โดยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น สัญญาณรบกวน หรือการหันเสาสัญญาณของเครื่องรับที่เปลี่ยนแปลง แสดงถึงค่าความเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างมาก ทำให้ได้ค่าที่ไม่แน่นอนและมีโอกาสที่จะผิดพลาดสูง จึงได้เปลี่ยนแปลงวิธีการจากการ

คำนวณแบบการบริการเกี่ยวกับการระบุตำแหน่ง ไปเป็นการตรวจสอบตรวจอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณแทน

วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ นั้นจะอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ที่จะเจอในบริเวณนั้น เพราะในเวลาที่อยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่งในอาคาร จะตรวจพบสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณหลายตัว ซึ่งอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่อยู่ใกล้ที่สุดนั้น จะมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานสูงกว่าและก็จะอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณอื่นที่มีเปอร์เซ็นต์การใช้งานรองลงมา โดยแต่ละที่ภายในอาคารจะมีการรับสัญญาณไม่เท่ากัน

ซึ่งการบอกตำแหน่งที่อยู่จึงบอกเป็นบริเวณหรือห้อง ซึ่งจะต้องทำการเก็บสัญญาณมาจากแต่ละห้อง เพื่อที่จะทราบได้ว่าการค้นหาอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ในแต่ละห้องพบอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณตัวใดบ้าง โดยค่าที่ได้ทั้งหมดจะเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลเพื่อที่จะบอกได้ว่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์อยู่ที่ห้องใดในอาคาร

2.5 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ (RSSI ; Received Signal Strength Indication RSSI)

ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ เป็นค่าที่ใช้บอกความแรงของสัญญาณวิทยุที่ได้รับในเทอมของพลังงานมีหน่วยเป็น dBm (decibels milliwatt) โดยค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ จะแปรผันตรงกับความแรงของสัญญาณ นั่นคือ ถ้าค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับมีค่ามาก แสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงสูง นั่นคือ ตัวส่งและตัวรับอยู่ใกล้กัน และในทางกลับกันหากค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับ มีค่าน้อยแสดงว่าสัญญาณที่ได้รับมีความแรงต่ำ ตัวส่งและตัวรับอยู่ไกลกัน

2.6 ชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ (SSID ; Service Set Identifier)

ชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ เป็นชื่อที่ตั้งขึ้นเพื่อใช้เรียกอุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบไร้สาย IEEE 802.11b เพื่อให้ผู้ใช้ที่ต้องการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายรู้และทำการเลือก หรือกำหนดให้ตรงกันเพื่อทำเชื่อมต่อปกติแล้วชื่อของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ จะถูกส่งแบบบรอดคาสต์ตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อให้ทุกอุปกรณ์ทราบถึงชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณของเครือข่ายนั้น

2.7 ระยะทางแบบยุคลิเดียน (Euclidean distance, Euclidean metric)

ระยะทางปกติระหว่างจุดสองจุดในแนวเส้นตรง มาจากทฤษฎีบทพีทาโกรัส (Pythagorean) เป็นการวัดระยะทางในปริภูมิแบบยุคลิเดียน (หรือแม้แต่ปริภูมิผลคูณภายใน) คือไม่มีความโค้งและไม่สามารถทำให้โค้งงอ และการใช้สูตรนี้วัดระยะทางทำให้กลายเป็นปริภูมิอิงระยะทางได้

ระยะทางแบบยุคลิดระหว่างจุดสองจุด p และ q คือ ความยาวของส่วนของเส้นตรง pq ถ้า p = (p1, p2, …, pn) และ q = (q1, q2, …, qn) ในระบบพิกัดคาร์ทีเซียน เป็นจุดสองจุดบนปริภูมิ ยุคลิเดียน n มิติ ระยะทางระหว่างจุด p กับ q คำนวณได้จาก

$$d_{(p,q)} = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2 + \cdots + (p_n - q_n)^2}$$

$$= \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(p_i - q_i)^2} \quad \text{..... (2.7.1)}$$

<u>กรณีพิเศษ</u>

ในหนึ่งมิติ ระยะทางระหว่างจุดสองจุดบนเส้นจำนวนจริง คือ ค่าสัมบูรณ์ (Absolute) ของผลต่างของสองค่านั้น ดังนั้นถ้าให้ p และ q เป็นจุดสองจุด (หรือจำนวนสองจำนวน) บนเส้นจำนวนจริงแล้ว ระยะทางระหว่าง p และ q จึงคำนวณได้จาก

$$d_{(p,q)} = \sqrt{(p-q)^2} = |p-q| \quad \text{..... (2.7.2)}$$

ในสองมิติแบบยุคลิเดียน ถ้า p = (p1, p2) และ q = (q1, q2) แล้ว ระยะทางระหว่าง p และ q สามารถคำนวณได้ดังนี้ ซึ่งมีสูตรเหมือนกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส

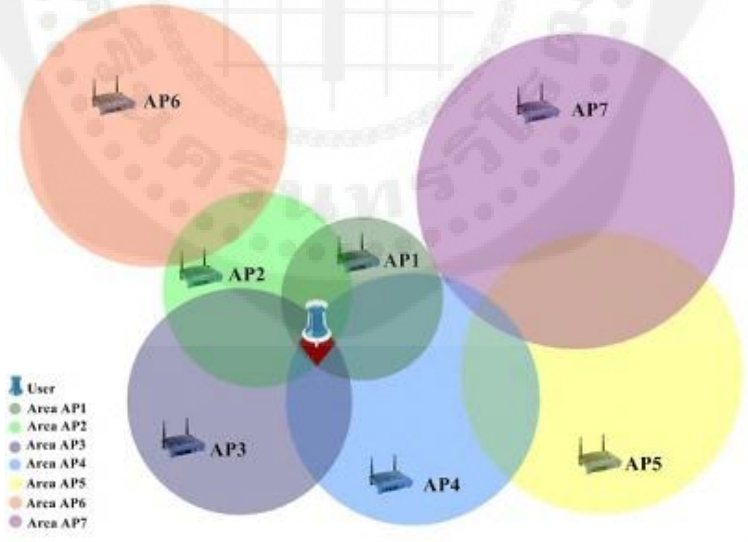
$$d_{(p,q)} = \sqrt{(p_1 - q_1)^2 + (p_2 - q_2)^2} \quad \text{.....(2.7.3)}$$

บทที่ 3

หลักการออกแบบและโครงสร้างโครงงาน

3.1 แนวคิดการทำงานของระบบ

ระบบของเครือข่ายไร้สายจะพบการจัดตำแหน่งต่าง ๆ ของการวางอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ จะมีการคลุม (Cover) ในแต่ละจุดที่อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ในแต่ละตัวได้มีการแพร่กระจายคลื่นออกมา จะมีบางสถานที่ที่เกิดการทับซ้อน (Overlap) กัน ซึ่งจะบอกตำแหน่งคร่าวๆ ได้ เช่น AP1 ดังในภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการทับซ้อนกันของ AP2 AP3 AP4 อีก แต่ก็จะมีจุดที่ได้รับ AP1 ตัวเดียวเท่านั้นด้วย ดังรูปที่ 3.1

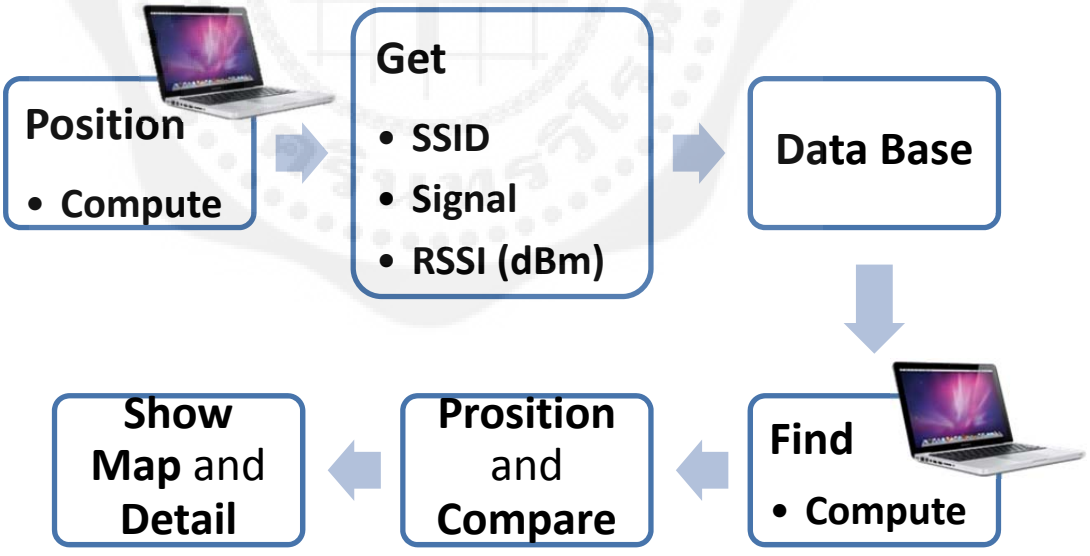


รูปที่ 3.1 แนวคิดการออกแบบการระบุตำแหน่งจากแนวคิดจากการใช้งานอุปกรณ์ในกาส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ

ซึ่งจากแนวคิดนี้และคุณสมบัติต่าง ๆ ของตัวอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่มีการกระจายของสัญญาณและการใช้งานของโปรแกรม ที่บอกได้ว่าได้รับค่าความแรงของสัญญาณ RSSI(dBm) สัญญาณ (Signal) เท่าใด จากตัวอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณตัวใดมีชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ (SSID) เป็นอะไร

3.2 การทำงานโดยรวมของระบบ

ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย (Indoor Positioning System using Wireless LAN) เป็นระบบที่สามารถระบุตำแหน่งของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายไร้สายได้ โดยโปรแกรมจะแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ โปรแกรมส่วนที่ทำการค้นหาความแรงของสัญญาณ และโปรแกรมส่วนที่แสดงผลในรูปแบบแผนที่ โดยโปรแกรมส่วนที่ทำการค้นหาความแรงของสัญญาณ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการรับค่าความแรงของสัญญาณจะทำการเก็บค่าคุณสมบัติต่าง ๆ ของตัวอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณตัวนั้น ๆ ไว้ในฐานข้อมูล



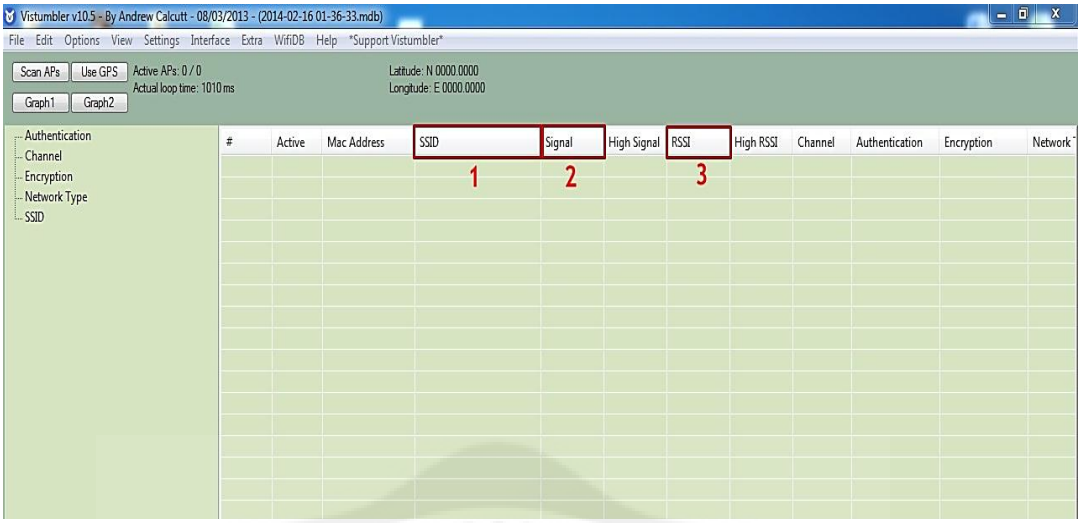
รูปที่ 3.2 ผังแสดงกระบวนการทำงานโดยรวมของระบบระบุตำแหน่ง

โปรแกรมส่วนที่แสดงผลในรูปแบบแผนที่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ค้นหาค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณในตำแหน่งที่อยู่มาประมวลผลแล้วนำค่าที่ประมวลผลแล้ว มาเปรียบเทียบกับข้อมูลสถานที่ที่ได้ทำไว้โดยการเก็บเป็นสถิติเป็นค่าอ้างอิงของสถานที่นั้น ๆ แล้วแสดงผลออกมาในรูปแผนที่พร้อมทั้งรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานที่นั้น ๆ โดยหลักการทำงานโดยรวมมีกระบวนการทำงานดังนี้

3.3 การเก็บค่าความแรงจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ

การเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณในแต่ละตัวนั้น ใช้โปรแกรมที่มีอยู่แล้วคือ โปรแกรม Vistumbler V.10.5 ซึ่งจะทำการเก็บค่าอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่พบในบริเวณอาคารปฏิบัติการภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พร้อมทั้งระบุค่าความแรงของสัญญาณและค่าสัญญาณ ซึ่งพบทั้งหมด 7 เครื่อง ได้แก่

1. Electrical_00 Wifi
2. Electrical_01 Wifi
3. EE_Fl3
4. Electrical_04 Wifi
5. Electrical_05 Wifi
6. linksys_SES_20502
7. Dlink



รูปที่ 3.3 โปรแกรม Vistumbler V.10.5 ใช้ในการเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ

3.3.1 หมายเลข 1 “ SSID ” โปรแกรมจะบอกชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่พบบริเวณนั้น

3.3.2 หมายเลข 2 “ Signal ” โปรแกรมบอกค่าความแรงของสัญญาณเป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

3.3.3 หมายเลข 3 “ RSSI ” โปรแกรมบอกค่าความแรงของสัญญาณเป็นหน่วย dBm

3.3.4 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

3.3.4.1 นำคอมพิวเตอร์เก็บค่าความแรงของสัญญาณโดยใช้โปรแกรม Vistumbler V.10.5 เก็บค่าความแรงของสัญญาณเป็นตำแหน่ง ตำแหน่งละ 1 ตารางเมตร ทั้งหมด 2 ชั้น แบ่งเป็น 1. ชั้น 2 จำนวน 14 ห้อง 1050 ตำแหน่ง

1.1 ห้องชมรมเครื่องบินเล็ก (ห้อง204/1) จำนวน 60 ตำแหน่ง

1.2 ห้องดิจิตอลและไมโครโปรเซสเซอร์ (ห้อง204/2) จำนวน 72 ตำแหน่ง

1.3 ห้องพักอาจารย์ชั้น 2/1 (ห้อง203/1) จำนวน 60 ตำแหน่ง

1.4 ห้องพักอาจารย์ชั้น 2/2 (ห้อง203/2) จำนวน 72 ตำแหน่ง

1.5 ห้องประชุมชั้น 2 (ห้อง202) จำนวน 60 ตำแหน่ง

1.6 ห้องธุรการ (ห้อง201) จำนวน 50 ตำแหน่ง

1.7 ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 1 (ห้อง205/2) จำนวน 170 ตำแหน่ง

1.8 ห้องเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (ห้อง205/1) จำนวน 40 ตำแหน่ง

1.9 ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ 2 (ห้อง206) จำนวน 165 ตำแหน่ง

1.10 ห้องเก็บของ จำนวน 24 ตำแหน่ง

1.11 ห้องน้ำชาย จำนวน 24 ตำแหน่ง

1.12 ห้องน้ำอาจารย์ชาย 6 ตำแหน่ง

1.13 ห้องน้ำอาจารย์หญิง 6 ตำแหน่ง

1.14 ห้องน้ำหญิง จำนวน 18 ตำแหน่ง

1.15 บริเวณทางเดิน จำนวน 223 ตำแหน่ง

2. ชั้น 3 จำนวน 14 ห้อง 1050 ตำแหน่ง

2.1 ห้องโปรเจก (ห้อง304/1) จำนวน 84 ตำแหน่ง

2.2 ห้องเก็บของ 1 (ห้อง304/2) จำนวน 72 ตำแหน่ง

2.3 ห้องพักอาจารย์ชั้น 3 (ห้อง304/3) จำนวน 48 ตำแหน่ง

2.4 ห้องปฏิบัติการโทรคมนาคม 1 (ห้อง303) จำนวน 60 ตำแหน่ง

2.5 ห้องปฏิบัติการโทรคมนาคม 2 (ห้อง302) จำนวน 60 ตำแหน่ง

2.6 ห้องพักอาจารย์ (ห้อง301) จำนวน 50 ตำแหน่ง

2.7 ห้องปฏิบัติการเส้นใยแก้วนำแสง (ห้อง305) จำนวน 165 ตำแหน่ง

2.8 ห้องปฏิบัติการอิเล็กทรอนิกส์ (ห้อง306/2) จำนวน 165 ตำแหน่ง

2.9 ห้องพักอาจารย์ (ห้อง306/1) จำนวน 45 ตำแหน่ง

2.10 ห้องเก็บของ 2 จำนวน 24 ตำแหน่ง

2.11 ห้องน้ำชาย จำนวน 24 ตำแหน่ง

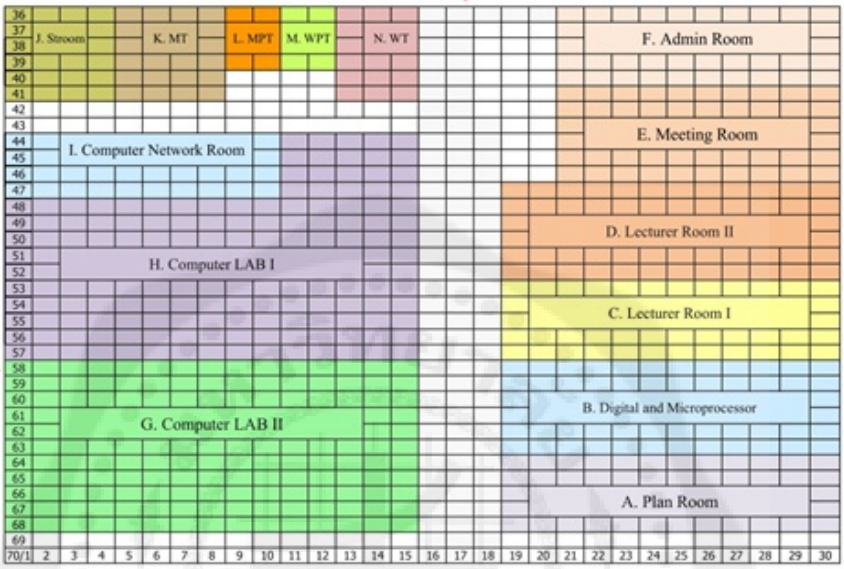
2.12 ห้องน้ำอาจารย์ชาย จำนวน 6 ตำแหน่ง

2.13 ห้องน้ำอาจารย์หญิง จำนวน 6 ตำแหน่ง

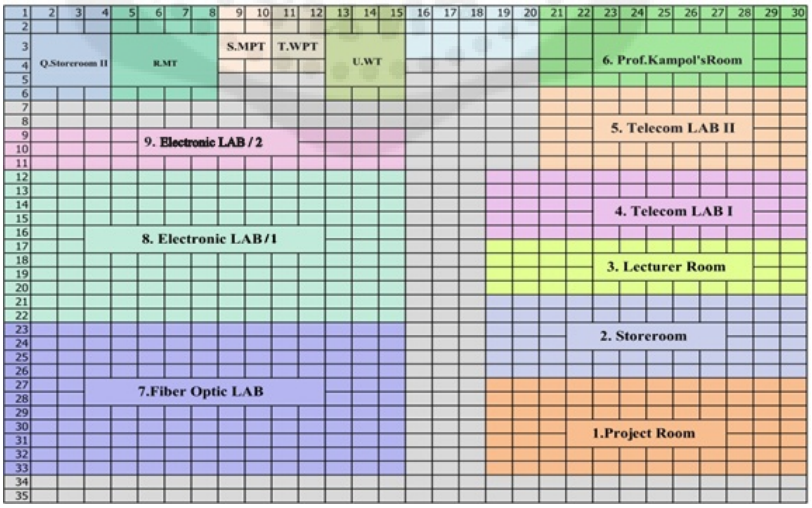
2.14 ห้องน้ำหญิง จำนวน 18 ตำแหน่ง

2.15 บริเวณทางเดิน จำนวน 223 ตำแหน่ง

3.3.4.2 นำค่าความแรงของสัญญาณทุกตำแหน่ง มาเก็บเป็นฐานข้อมูลในโปรแกรม Microsoft Excel ตามแผนผังของแต่ละชั้นภายในอาคารพื้นที่ชั้น 2 และ 3 ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ



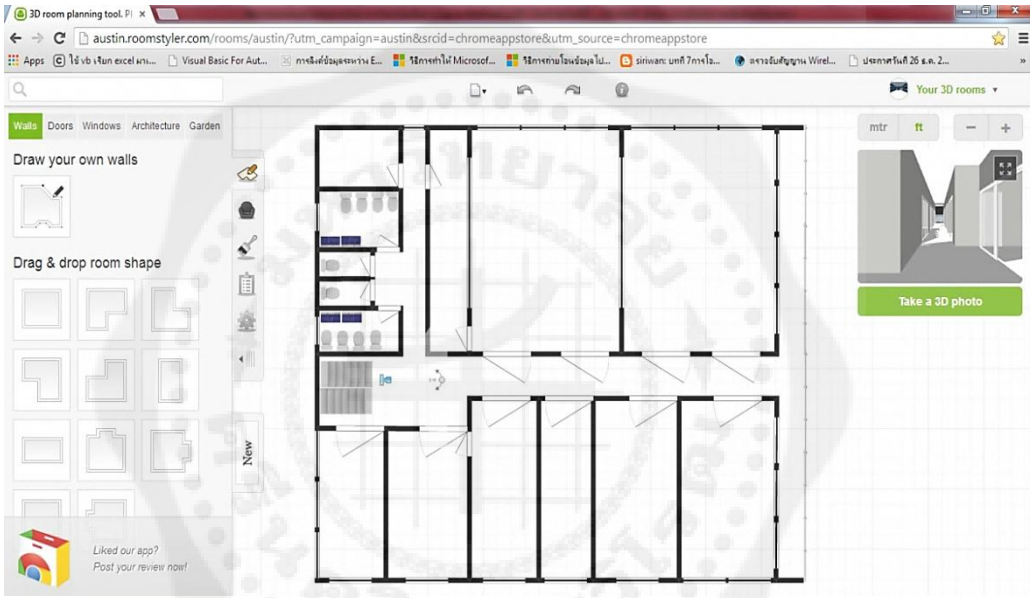
รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงพื้นที่ชั้น 2 ภายในอาคาร



รูปที่ 3.5 แผนผังแสดงพื้นที่ชั้น 3 ภายในอาคาร

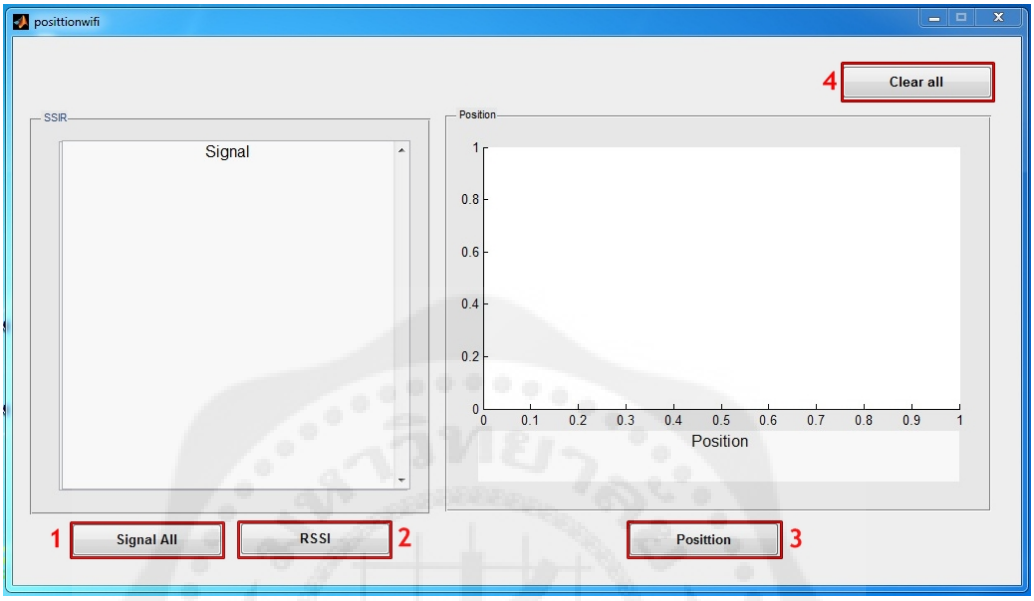
3.4 การใช้แผนที่

การทำแผนที่ ทำในเวปบนอินเตอร์เน็ตที่เปิดให้บริการฟรี คือ http://www.roomstyler.com/ ซึ่งเปิดให้ผู้ใช้บริการออกแบบ ตกแต่ง ห้อง บ้าน อาคาร ภายในและภายนอก ทั้งในรูปแบบแผนที่สองมิติและแบบจำลองสามมิติ แผนที่ที่ได้จะเป็นภาพ JPEG โดยทำแผนที่ทั้งชั้น 2 และชั้น 3 อาคารปฏิบัติการภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



รูปที่ 3.6 การทำแผนที่ที่ใช้งานใน http://www.roomstyler.com/

3.5 ระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย



รูปที่ 3.7 หน้าโปรแกรม Position WIFI

3.5.1 หมายเลข 1 “ Signal All ” โปรแกรมจะแสดงอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทุกตัวที่พบในบริเวณนั้นๆ

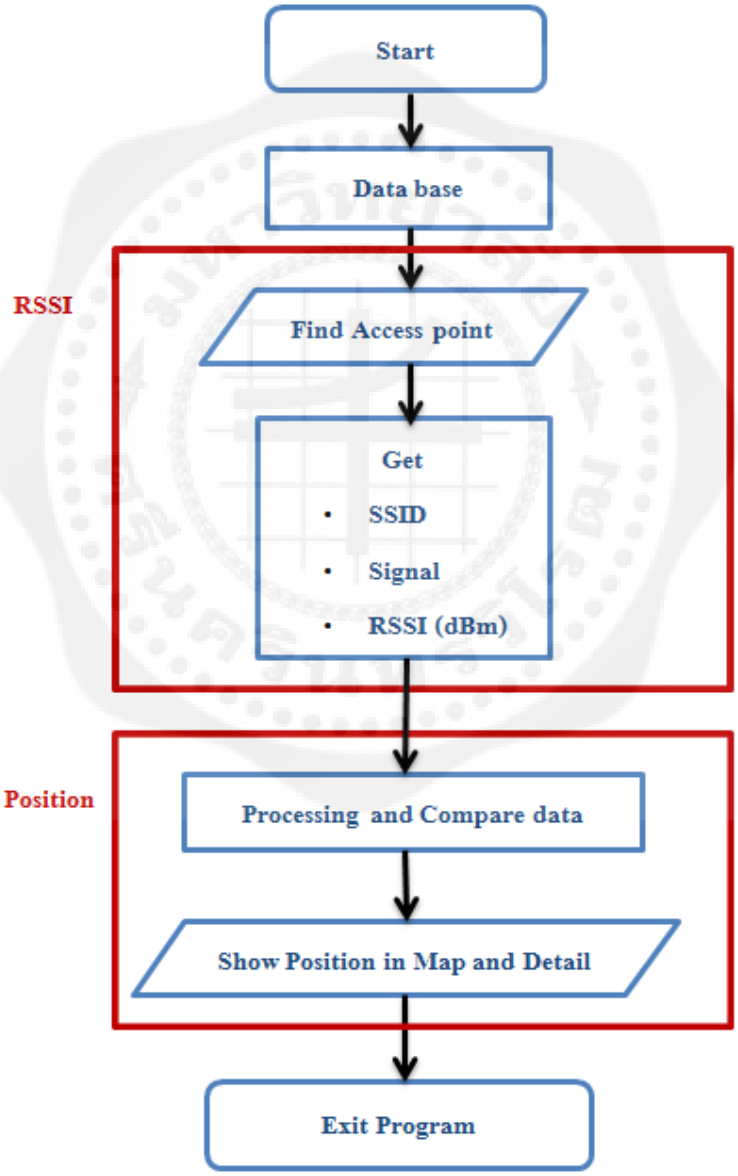
3.5.2 หมายเลข 2 “ RSSI ” โปรแกรมจะทำการคัดกรองอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ และจะแสดงอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณเฉพาะที่พบในบริเวณอาคารปฏิบัติการภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พร้อมทั้งระบุค่าความแรงของสัญญาณและค่าสัญญาณ ซึ่งพบทั้งหมด 7 เครื่อง ได้แก่

1. Electrical_00 WIfi
2. Electrical_01 Wifi
3. EE_Fl3
4. Electrical_04 WIfi
5. Electrical_05 WIfi
6. linksys_SES_20502
7. dlink

3.5.3 หมายเลข 3 “ Position ” โปรแกรมจะประมวลผลและระบุตำแหน่งในรูปแบบแผนที่พร้อมกับระบุรายละเอียด

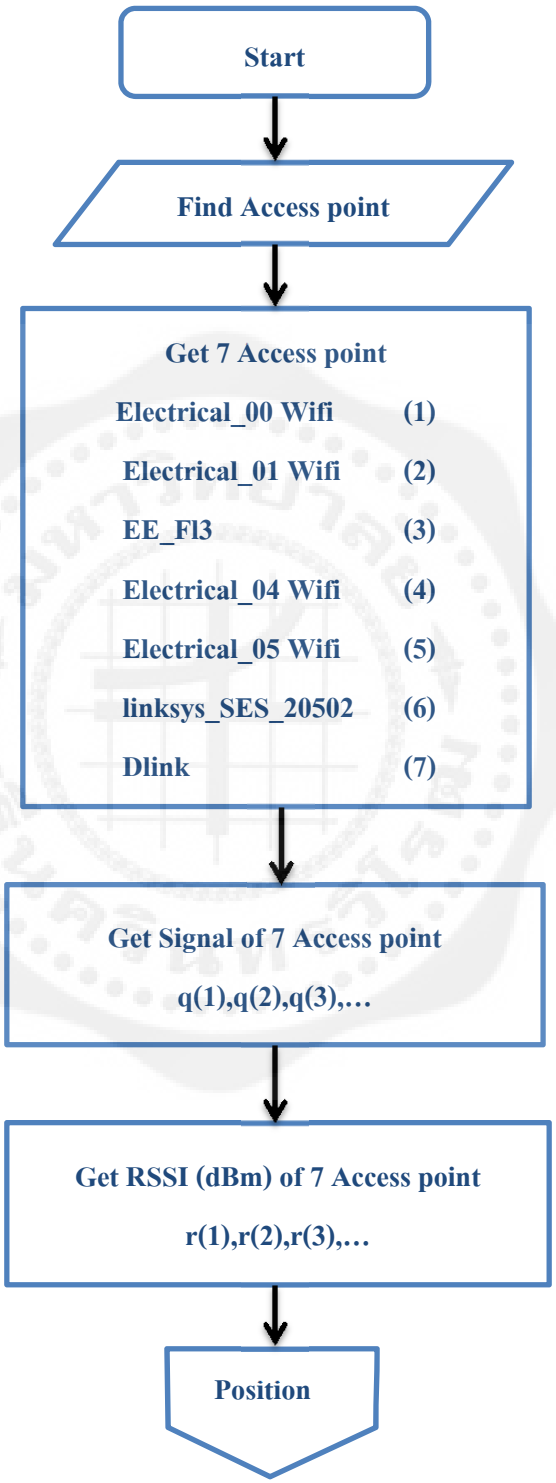
3.5.4 หมายเลข 4 “ Clear all ” โปรแกรมจะทำการล้างข้อมูลทั้งหมด เพื่อการใช้งานในครั้งถัดไป

การทำงานโดยรวม



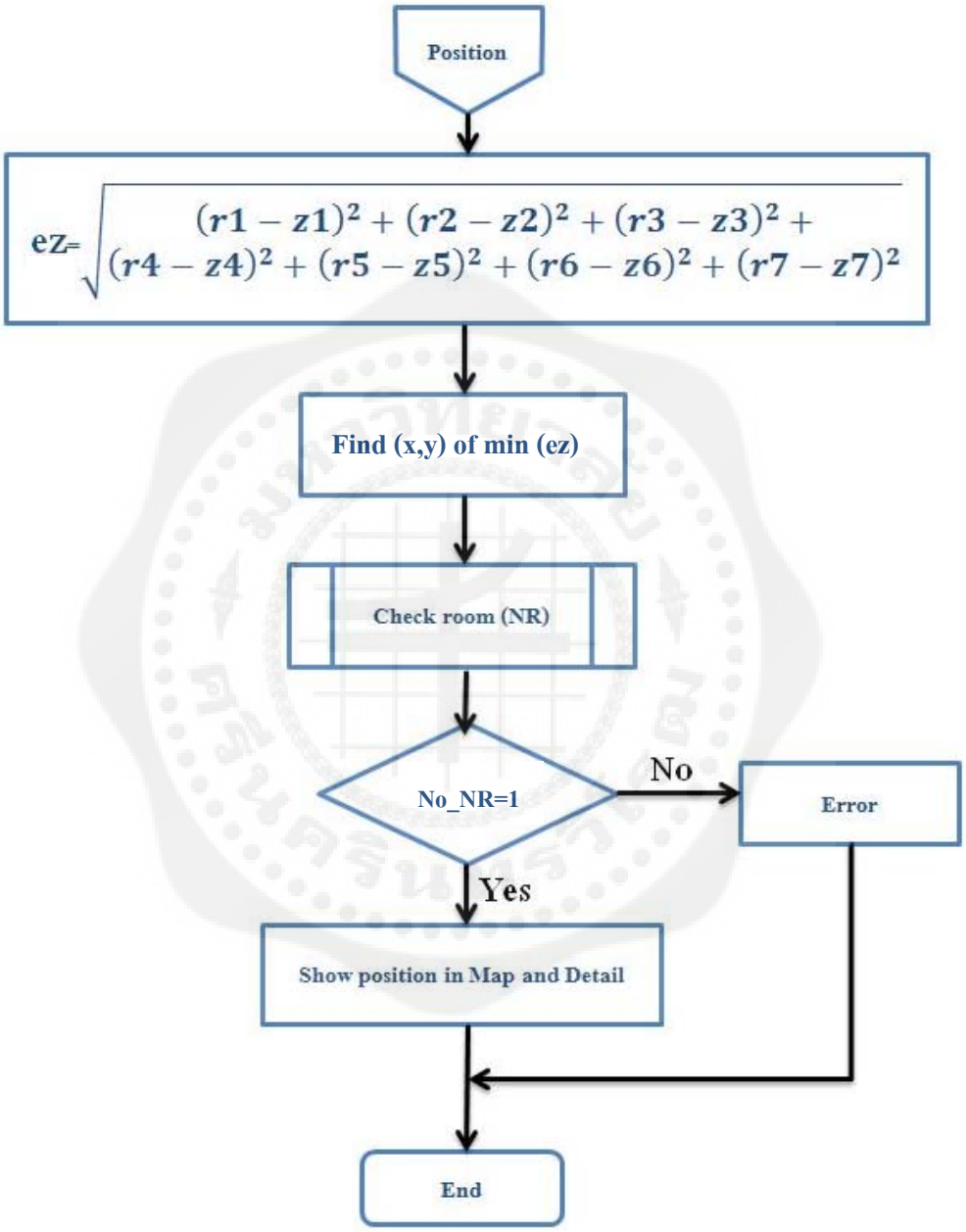
รูปที่ 3.8 ผังแสดงการทำงานโดยรวม

RSSI



รูปที่ 3.9 ผังแสดงการทำงานของ RSSI

Position



รูปที่ 3.10 ผังแสดงการทำงานของ Position

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทที่ 4 นี้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนคือ การเก็บค่าความแรงของสัญญาณและการระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

4.1 การทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณ

การเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณในแต่ละเครื่องนั้น จะใช้โปรแกรมที่มีอยู่แล้วคือ โปรแกรม Vistumbler V.10.5 ซึ่งจะทำการเก็บค่าเฉพาะอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ที่พบในบริเวณอาคารปฏิบัติการภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พร้อมทั้งระบุค่าความแรงของสัญญาณและค่าสัญญาณ ซึ่งพบทั้งหมด 7 เครื่อง ได้แก่

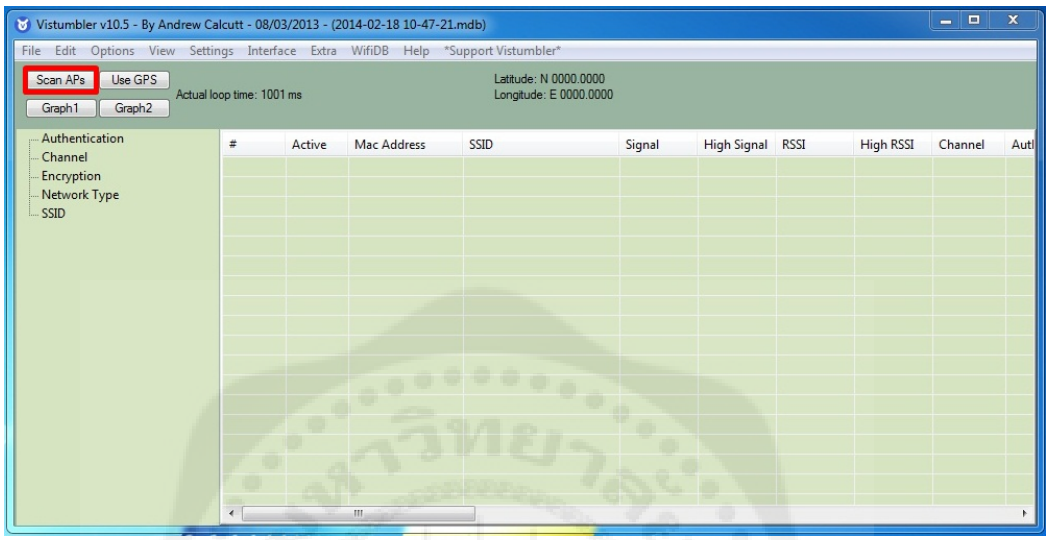
1. Electrical_00 Wifi
2. Electrical_01 Wifi
3. EE_Fl3
4. Electrical_04 Wifi
5. Electrical_05 Wifi
6. linksys_SES_20502
7. Dlink

4.1.1 ขั้นตอนและวิธีการใช้งานโปรแกรม Vistumbler เก็บค่าความแรงของสัญญาณลงในฐานข้อมูล

ขั้นที่ 1 เปิดโปรแกรม Vistumbler โดยกดสัญลักษณ์ ดังรูปที่ 4.1

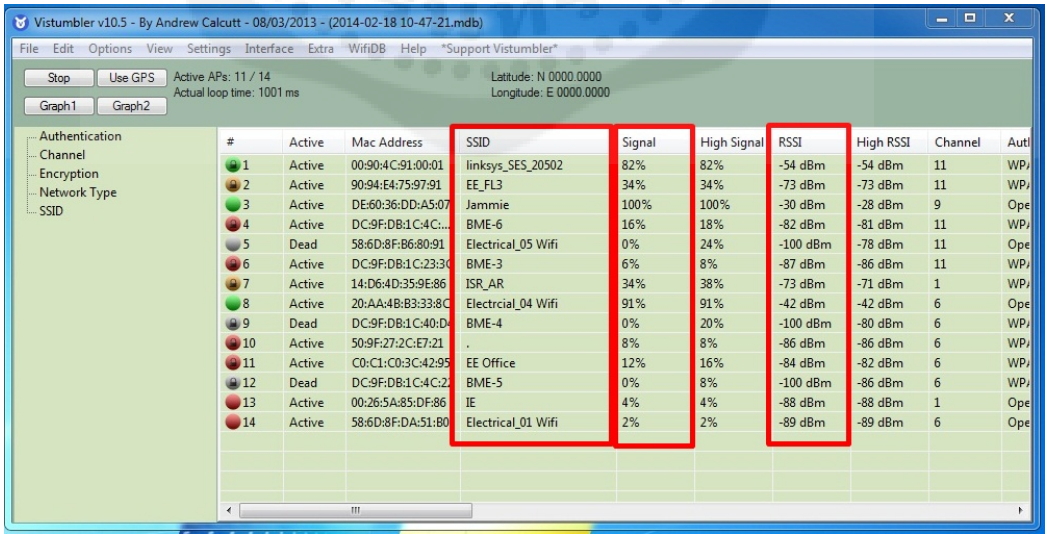
รูปที่ 4.1 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Vistumbler

ขั้นที่ 2 เมื่อเปิดโปรแกรม Vistumbler แล้วให้กดปุ่ม Scan Aps ค้นหาสัญญาณ



รูปที่ 4.2 แสดงการกดปุ่ม “ Scan Aps ”

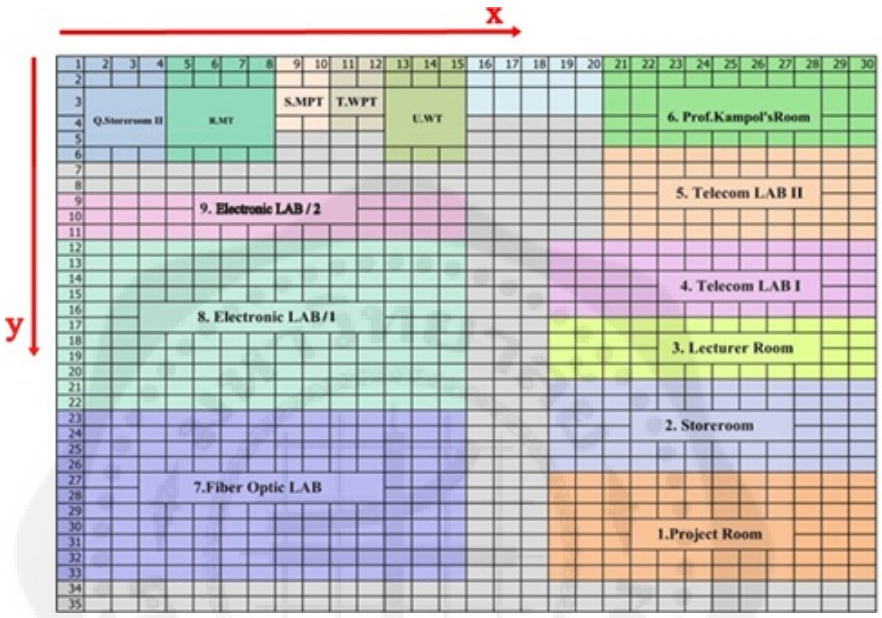
จะปรากฏค่าอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทุกตัว ที่สามารถตรวจพบได้บริเวณนั้น



รูปที่ 4.3 ค่าอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทุกตัว ที่ตรวจพบ

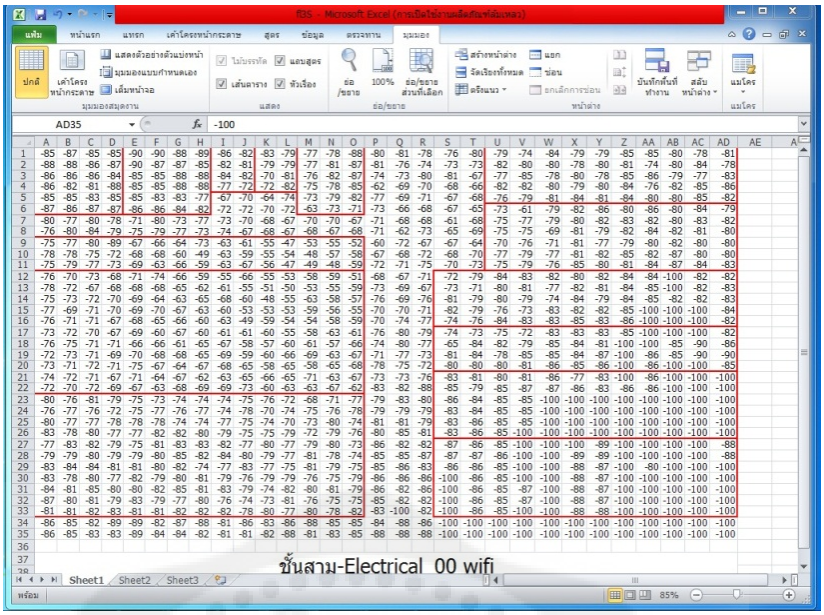
4.1.2 ขั้นตอนการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณเก็บลงในฐานข้อมูล

ขั้นที่ 1 ทำการแบ่งพื้นที่ชั้น3 อาคารปฏิบัติการภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกๆ $1m \times 1m$ ดังรูป 4.4



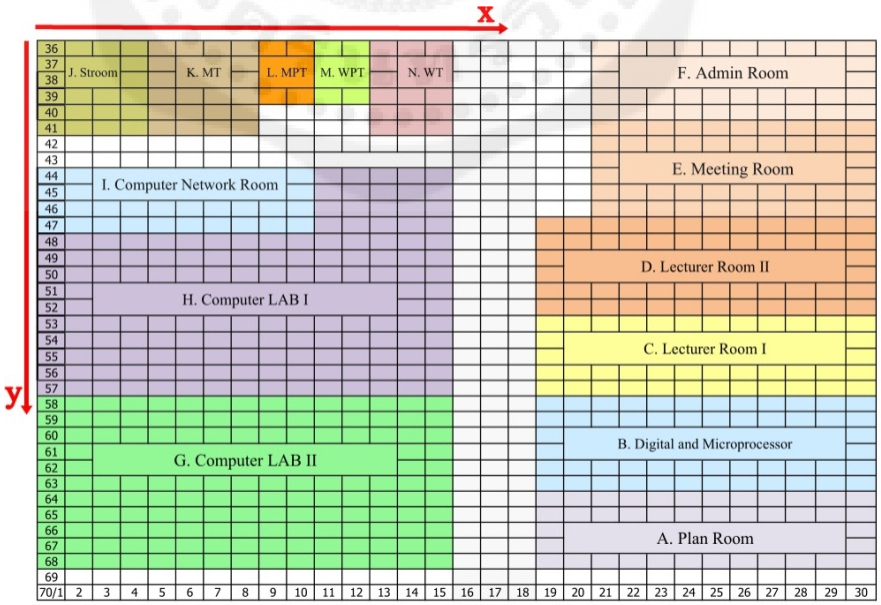
รูปที่ 4.4 ผังแสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 3 ทุกๆ 1m x 1m

ขั้นที่ 2 เก็บค่าความแรงของสัญญาณทุกๆตำแหน่งบนชั้น 3 ตามตำแหน่ง (x,y) ที่กำหนดในรูป ลงในโปรแกรม Microsoft Excel ทีละอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล



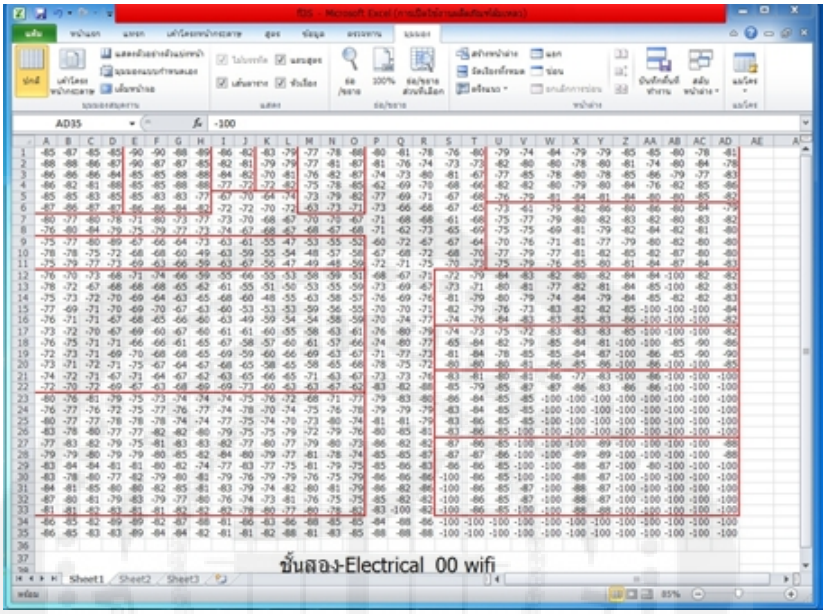
รูปที่ 4.5 แสดงการเก็บค่าความแรงของสัญญาณลงในโปรแกรม Microsoft Excel

ขั้นที่ 3 ทำการแบ่งพื้นที่ชั้น 2 อาคารปฏิบัติการภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ขนาดทุกๆ $1\text{m} \times 1\text{m}$ เหมือนขั้นที่ 1 แต่แกน y เริ่มที่ 36-70 (ต่อจากผังชั้น 3)



รูปที่ 4.6 ผังแสดงการแบ่งพื้นที่ชั้น 2 ทุกๆ 1m x 1m

ขั้นที่ 4 เก็บค่าความแรงของสัญญาณทุกๆตำแหน่งบนชั้น 2 ตามตำแหน่ง (x,y) ที่กำหนดในรูป ลงในโปรแกรม Microsoft Excel ทีละอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณเพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูล



รูปที่ 4.7 แสดงการเก็บค่าความแรงของสัญญาณลงในโปรแกรม Microsoft Excel

4.1.3 การทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณ

เก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่พบในอาคารปฏิบัติการภาควิชาไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ทั้งหมด 7 เครื่อง ได้แก่

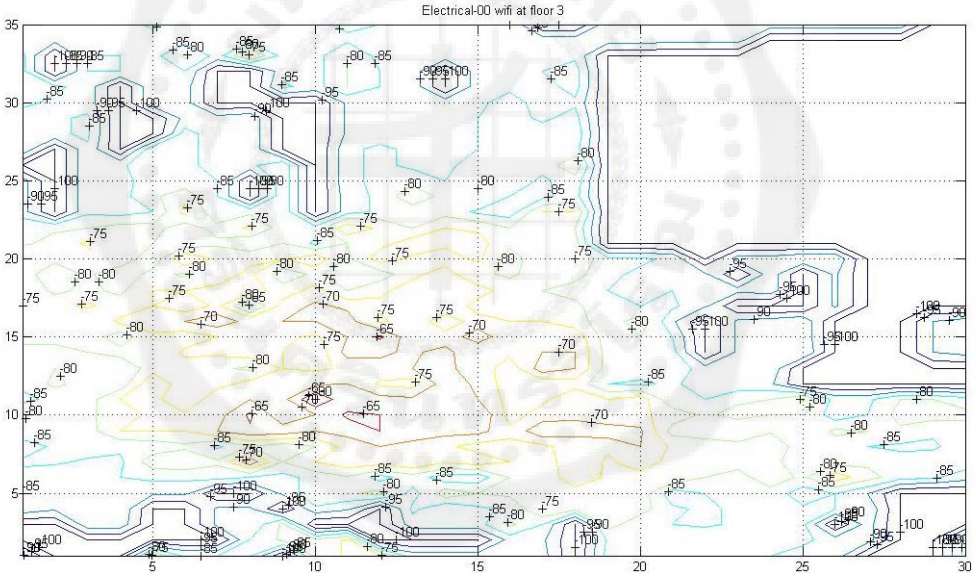
1. Electrical_00 Wifi
2. Electrical_01 Wifi
3. EE_Fl3
4. Electrical_04 Wifi
5. Electrical_05 Wifi

6. linksys_SES_20502

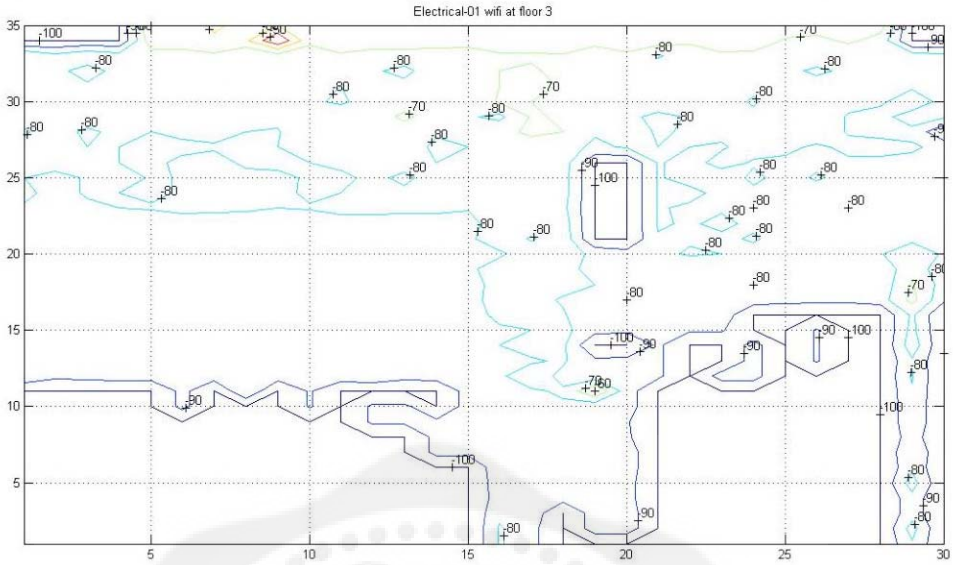
7. Dlink

นำค่าความแรงของสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ทำคอนทัวร์พอตท์ (Contour Plot) ในโปรแกรม MATLAB เพื่อให้ทราบถึงลักษณะของการกระจายค่าความแรงของสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ

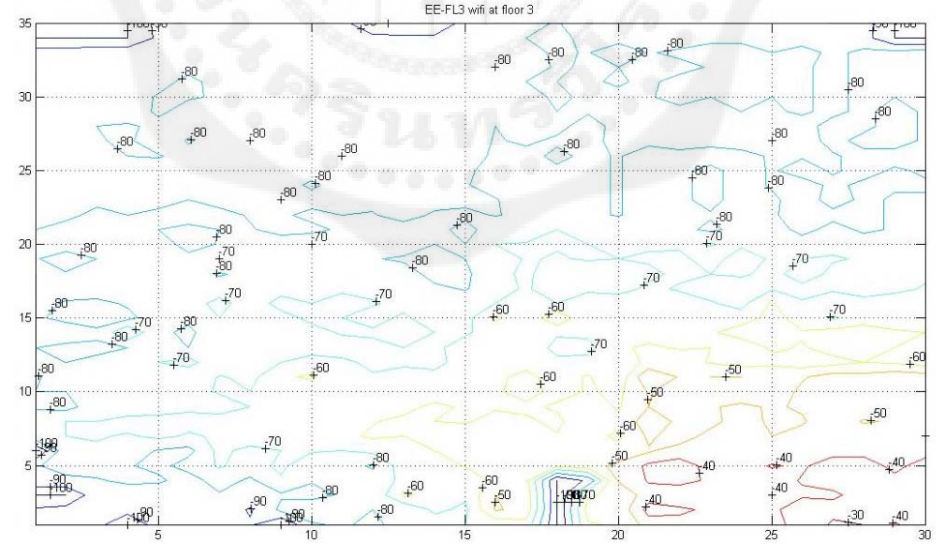
การทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณชั้น 3



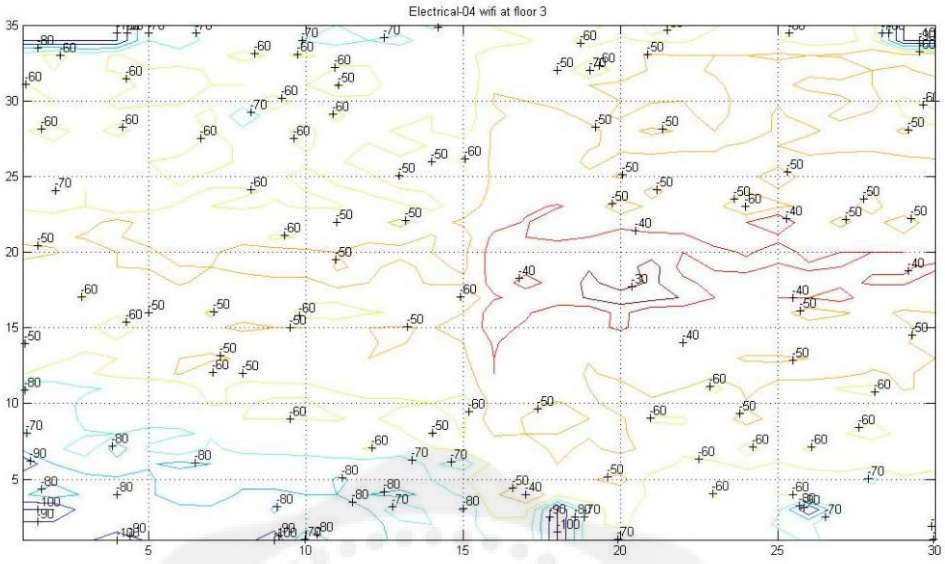
รูปที่ 4.8 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_00 Wifi ”



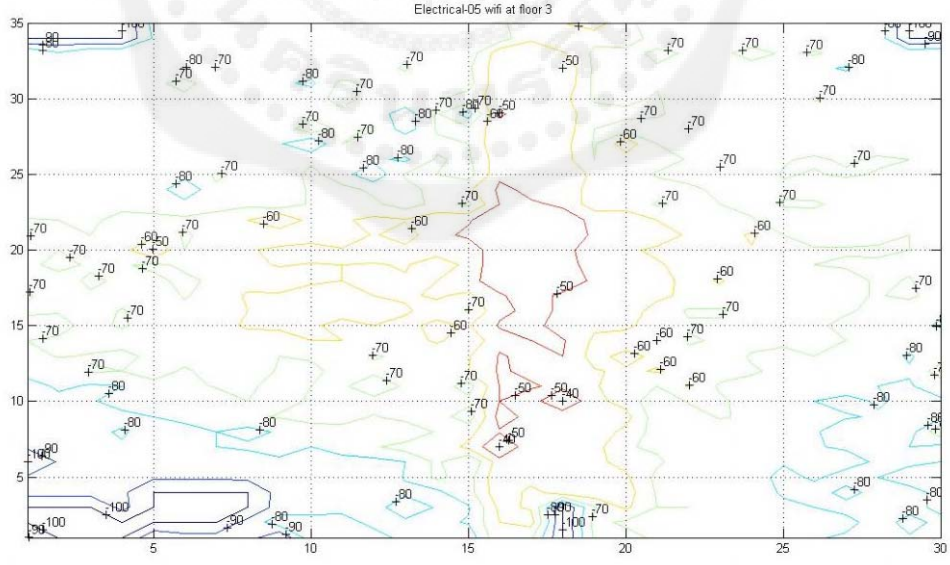
รูปที่ 4.9 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_01 Wifi ”



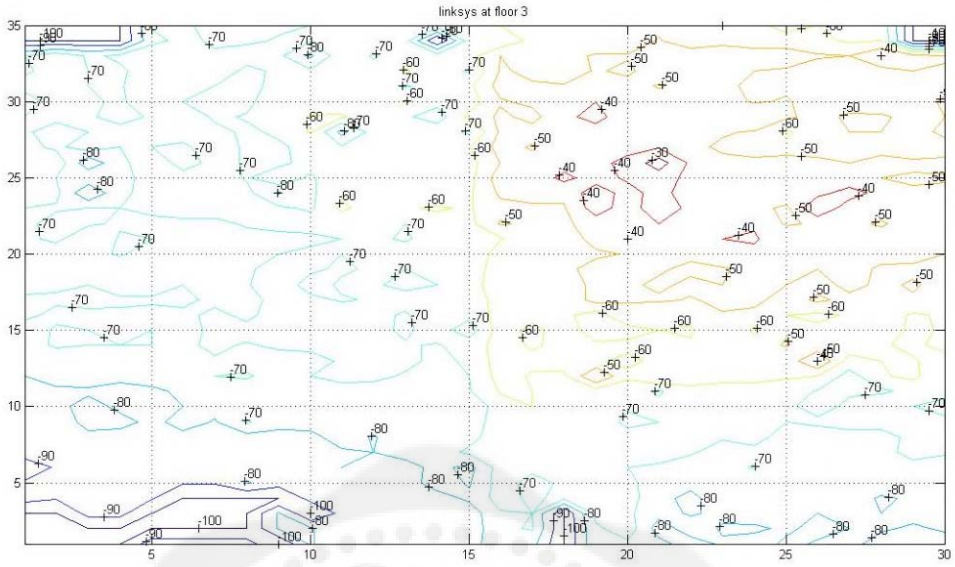
รูปที่ 4.10 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ”



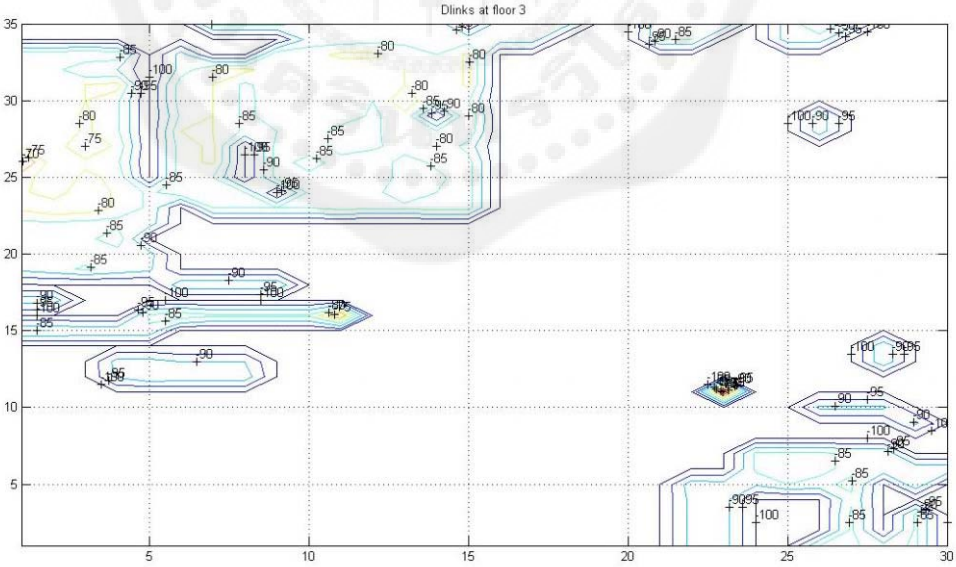
รูปที่ 4.11 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ”



รูปที่ 4.12 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_05 Wifi ”

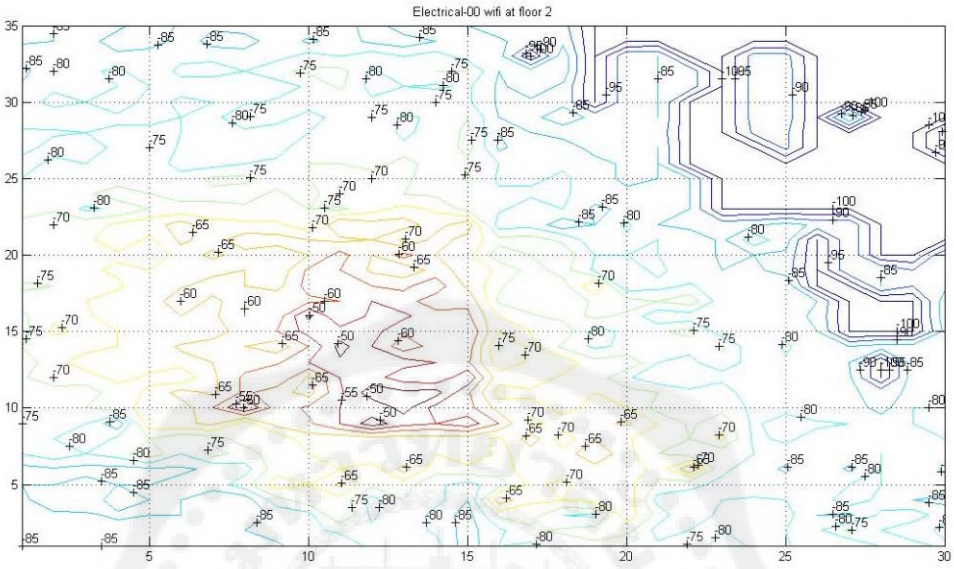


รูปที่ 4.13 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ linksys_SES_20502 ”

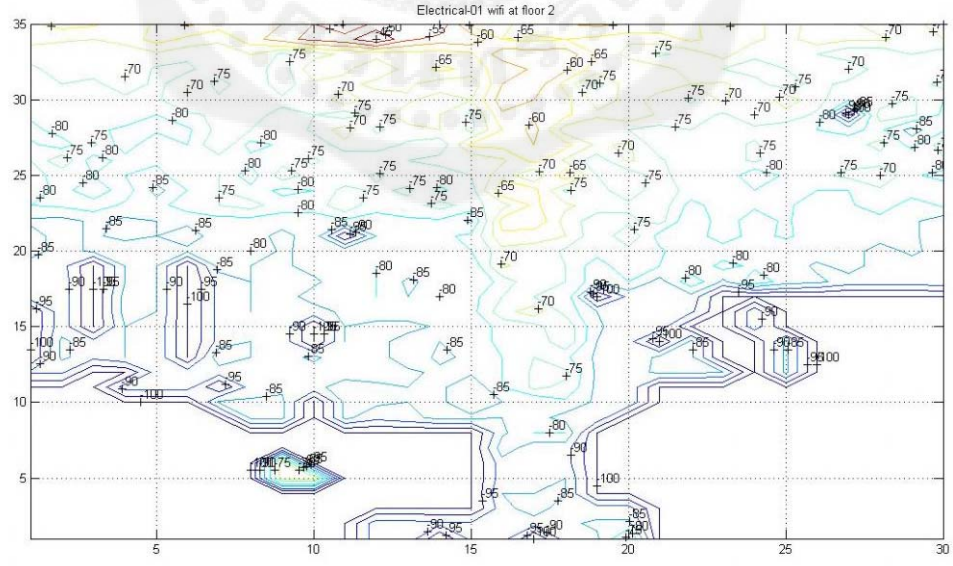


รูปที่ 4.14 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Dlink ”

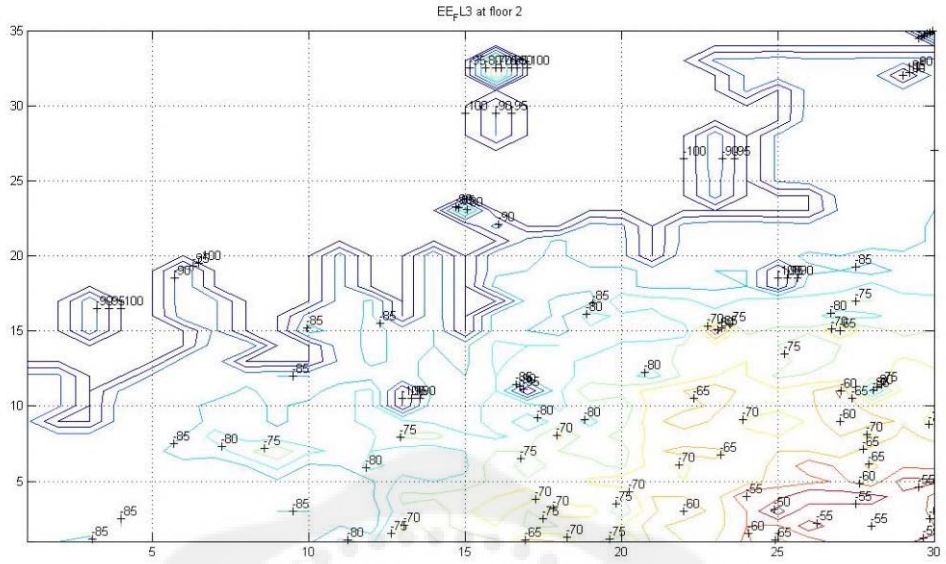
ผลการทดลอง การทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณชั้น 2



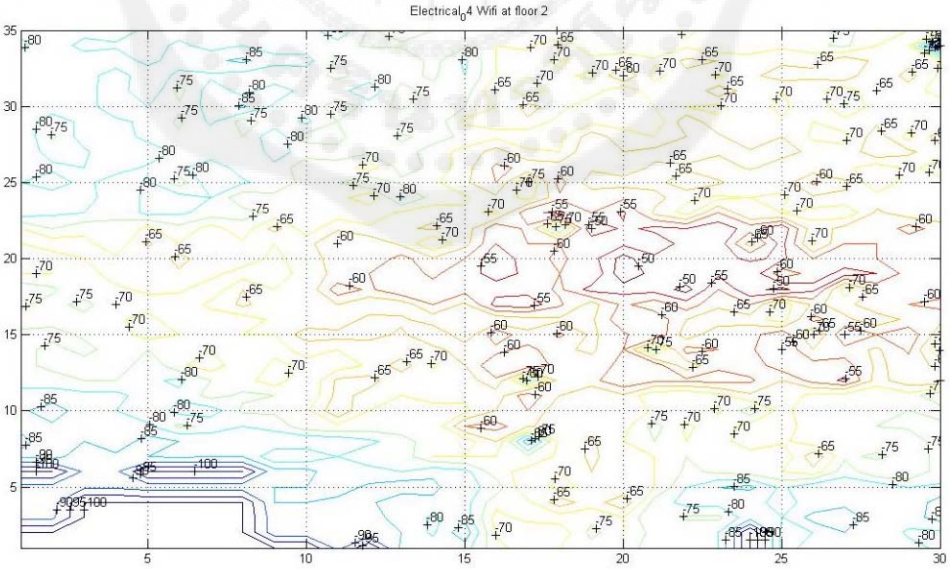
รูปที่ 4.15 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_00 Wifi ”



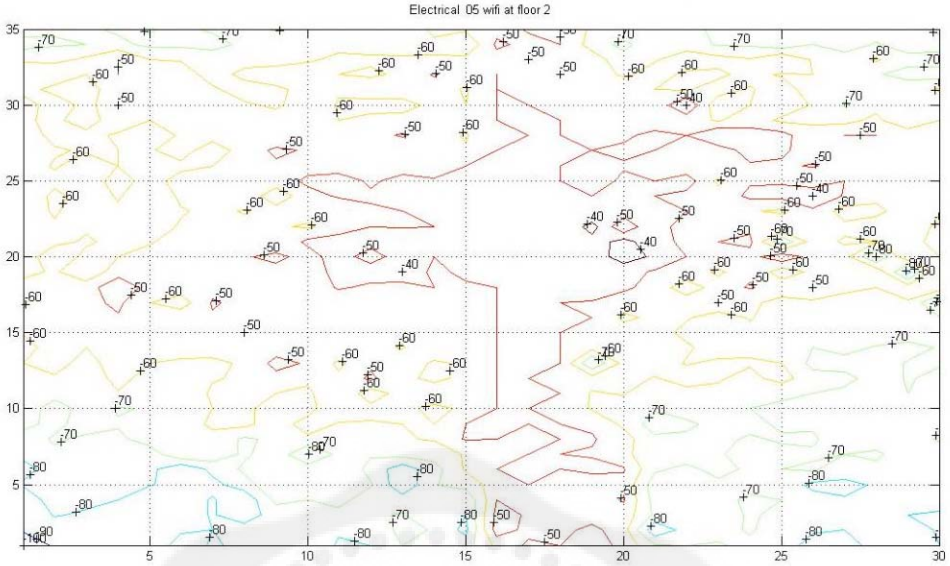
รูปที่ 4.16 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_01 Wifi ”



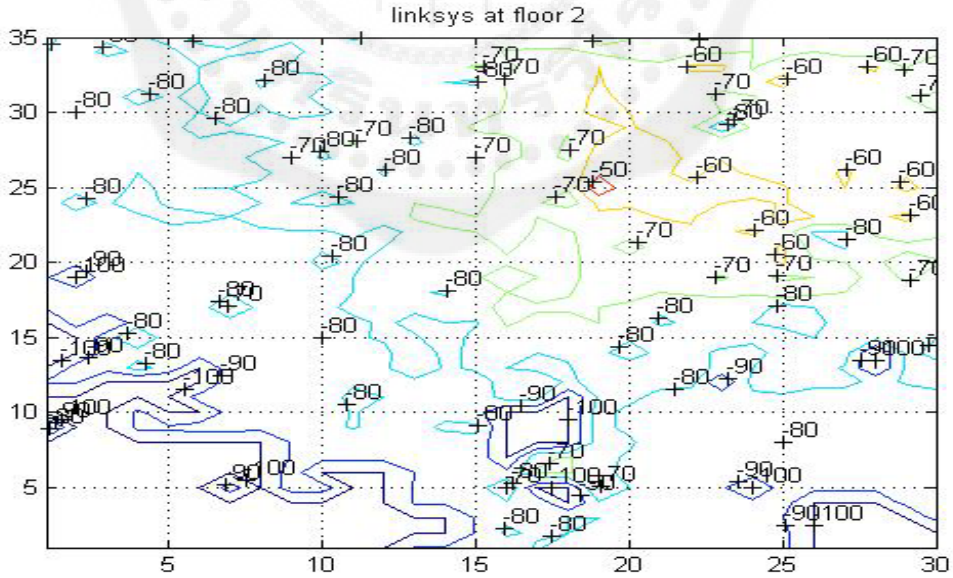
รูปที่ 4.17 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ”



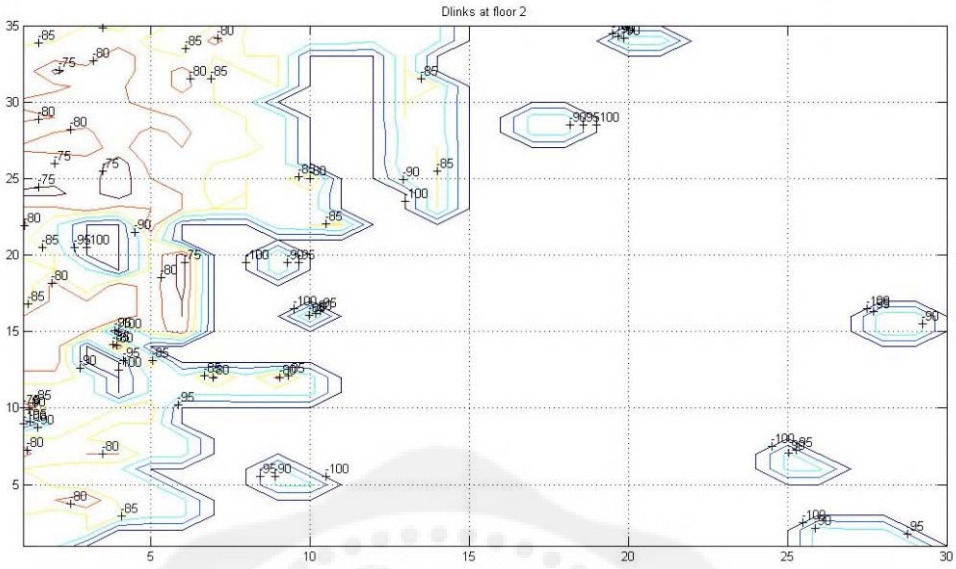
รูปที่ 4.18 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ”



รูปที่ 4.19 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_05 Wifi ”



รูปที่ 4.20 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ“ linksys_SES_20502 ”



รูปที่ 4.21 ผลการทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ“ Dlink ”

4.2 การทดลองระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

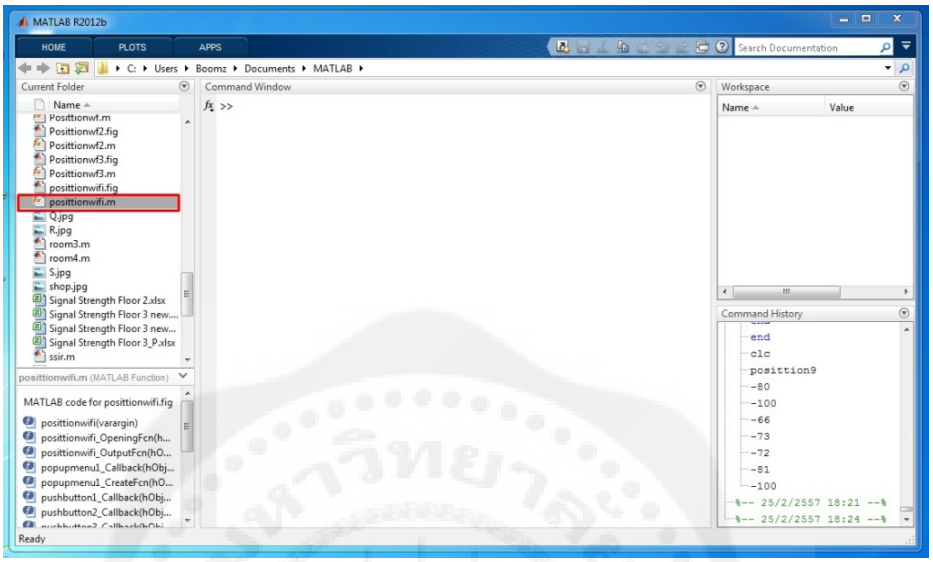
การทำงานของระบบเริ่มต้นจากการค้นหาค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทั้ง 7 เครื่อง (Electrical_00 Wifi , Electrical_01 Wifi , EE_Fl3 , Electrical_04 Wifi , Electrical_05 Wifi , linksys_SES_20502 , dlink) ที่พบ ณ ตำแหน่งนั้น แล้วนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลเพื่อระบุตำแหน่งและทำการแสดงผลบนแผนที่

4.2.1 ขั้นตอนและวิธีการใช้งานโปรแกรมการระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

ขั้นที่ 1 เปิดโปรแกรม MATLAB โดยกดสัญลักษณ์ดังรูปที่ 4.22

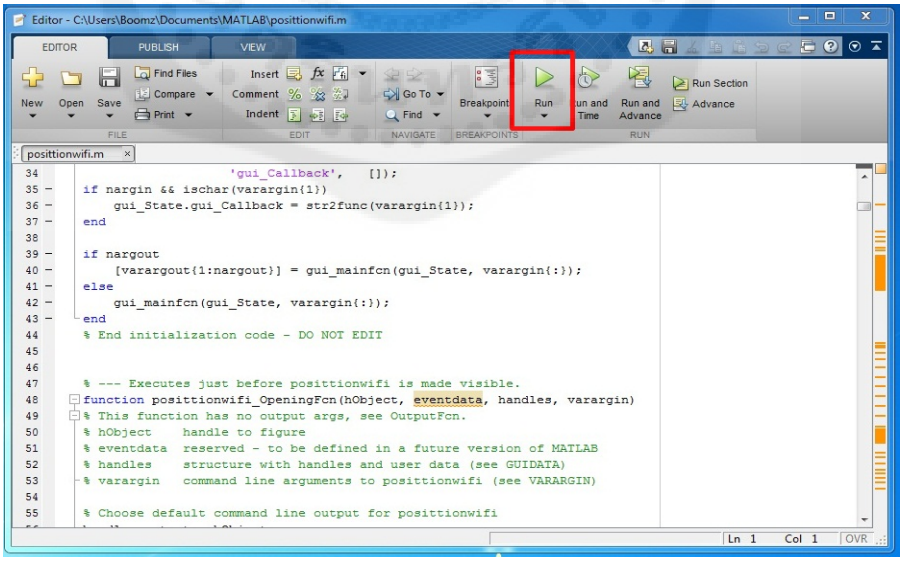
รูปที่ 4.22 สัญลักษณ์ของโปรแกรม MATLAB

ขั้นที่ 2 เมื่อเปิดโปรแกรม MATLAB แล้วให้เลือก posittionwifi.m บนหน้าต่างด้านซ้าย



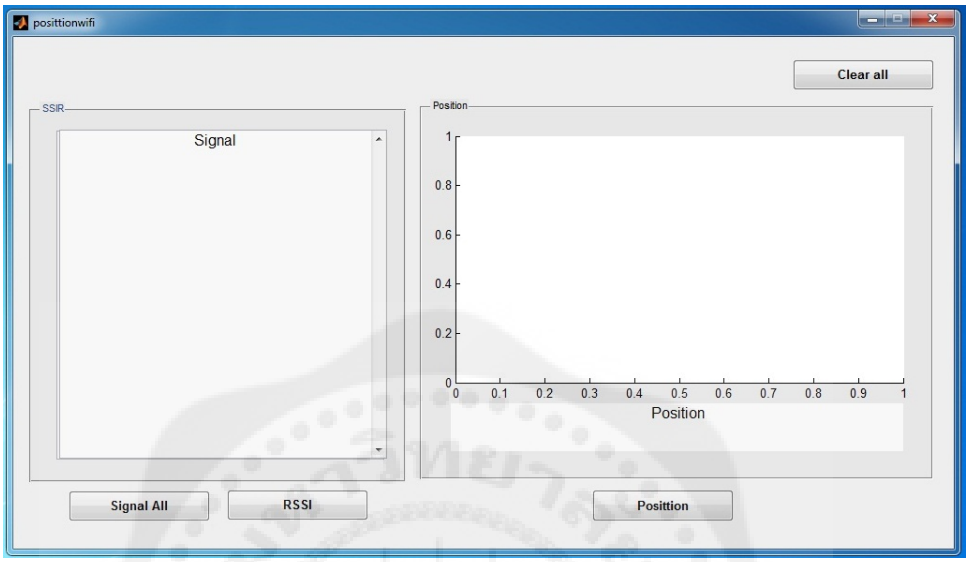
รูปที่ 4.23 แสดงการเลือก posittionwifi.m ในโปรแกรม MATLAB

ขั้นที่ 3 กด “ Run ” โปรแกรมบนหน้าต่างของ posittionwifi.m



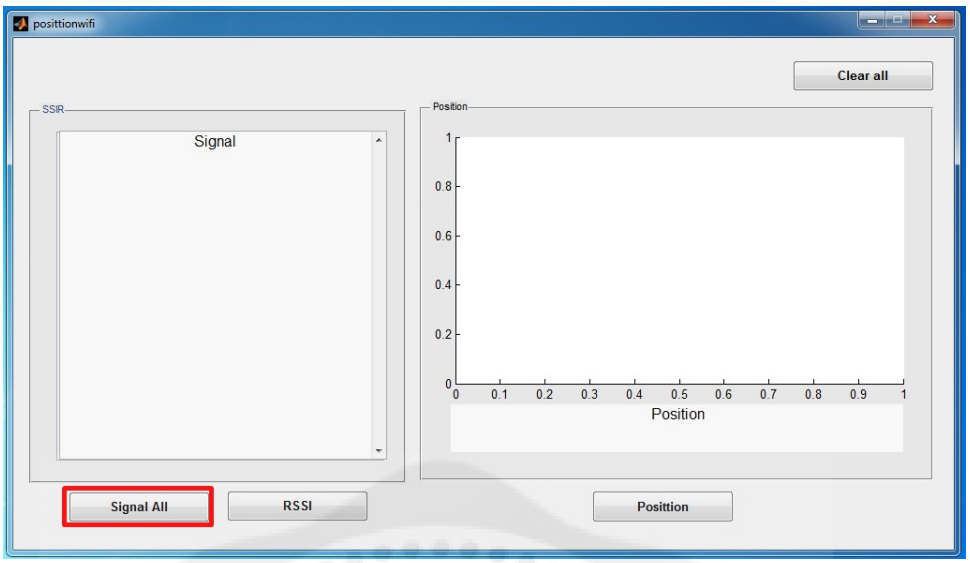
รูปที่ 4.24 แสดงการกด Run บนหน้าต่าง posittionwifi.m ในโปรแกรม MATLAB

จากนั้นหน้าต่างของโปรแกรมจะปรากฏขึ้น ดังรูปที่ 4.25



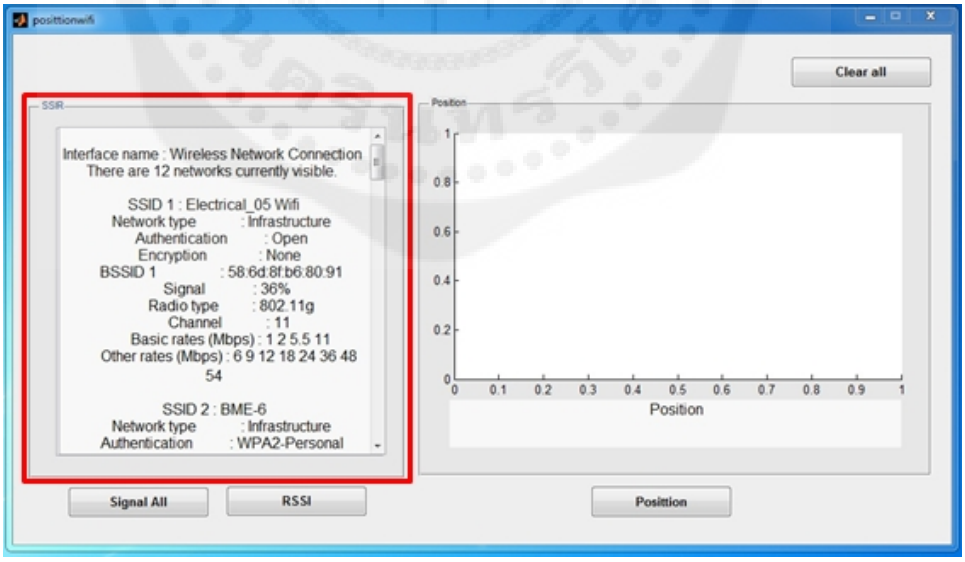
รูปที่ 4.25 หน้าต่างของโปรแกรมที่ปรากฏขึ้นหลังจากกดปุ่ม “ RUN ”

4.2.2 ขั้นตอนการทดลองโปรแกรมการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สายขั้นที่ 1 กดปุ่ม “ Signal All ” เพื่อหาค่าความแรงของสัญญาณจากทุกๆ อุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่พบ ณ ตำแหน่งนั้น



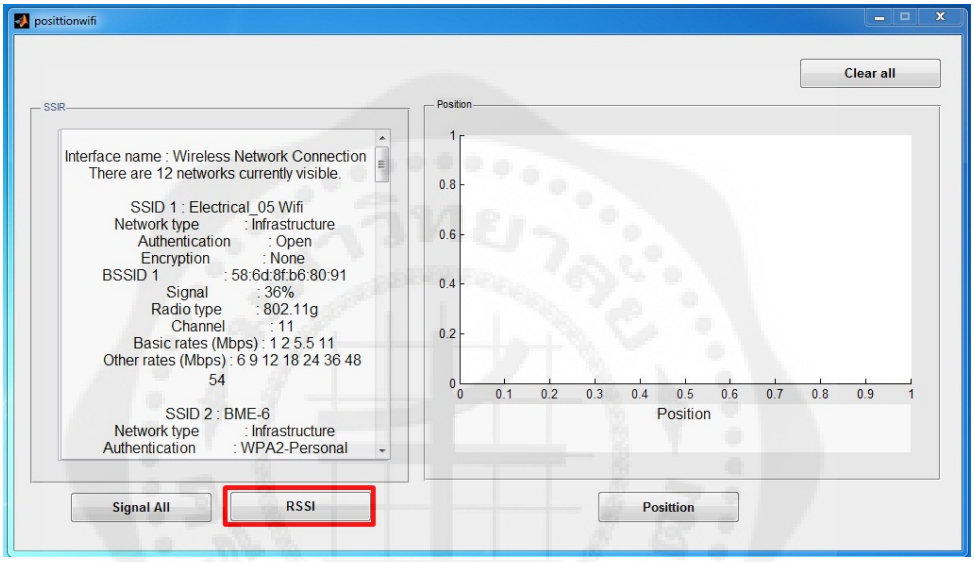
รูปที่ 4.26 แสดงการกด “ Signal All ” บนโปรแกรม

จากนั้น ชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณและค่าความแรงของสัญญาณ ที่พบ ณ ตำแหน่งนั้นจะปรากฏบนช่อง SSIR ดังรูปที่ 4.27



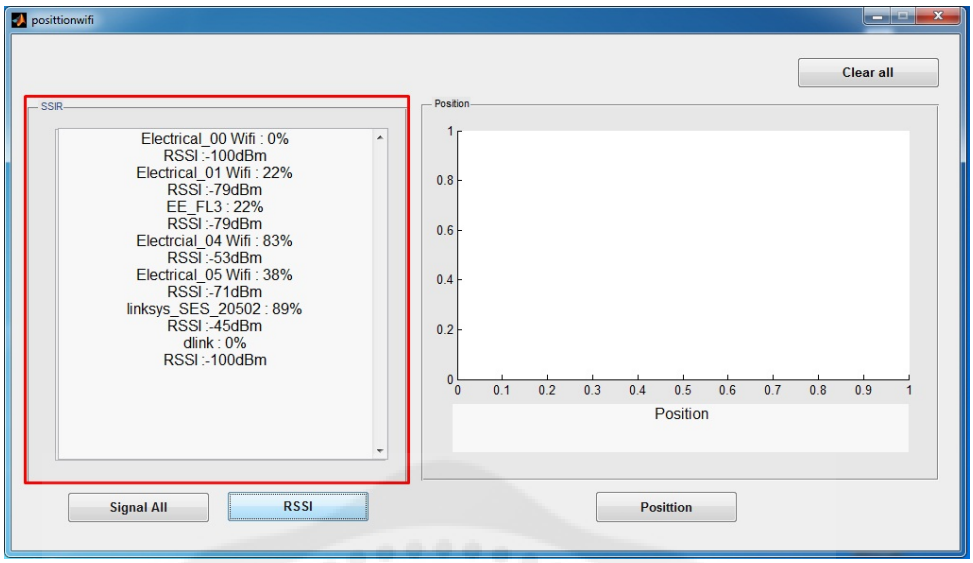
รูปที่ 4.27 ชื่ออุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณและค่าความแรงของสัญญาณ ที่พบ ณ ตำแหน่งนั้นๆ

ขั้นที่ 2 กดปุ่ม “RSSI” เพื่อแสดงเฉพาะค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่ติดตั้งภายในอาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทั้ง 7 เครื่อง (Electrical_00 Wifi , Electrical_01 Wifi , EE_Fl3 , Electrical_04 Wifi , Electrical_05 Wifi , linksys_SES_20502 , dlink)



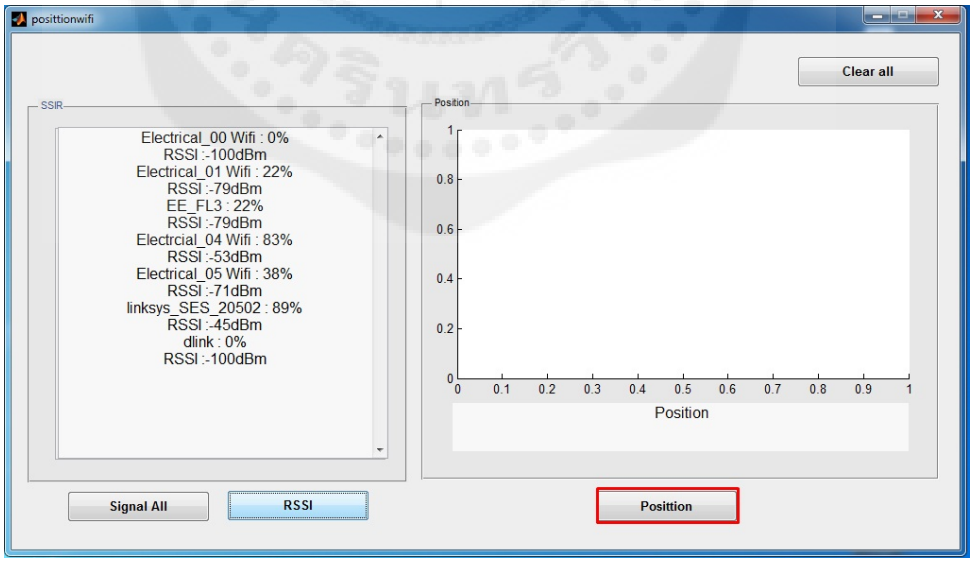
รูปที่ 4.28 แสดงการกดปุ่ม “ RSSI ” บนโปรแกรม

จากนั้นค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่ติดตั้งภายในอาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จะปรากฏขึ้นบนช่อง SSIR



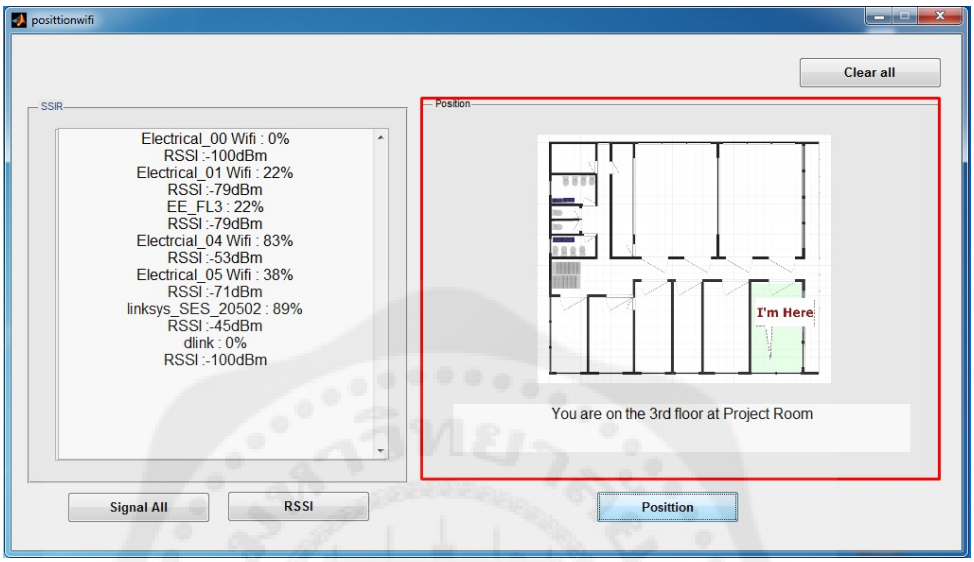
รูปที่ 4.29 ค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่ติดตั้งภายในอาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 กดปุ่ม Position เพื่อทำการระบุตำแหน่ง



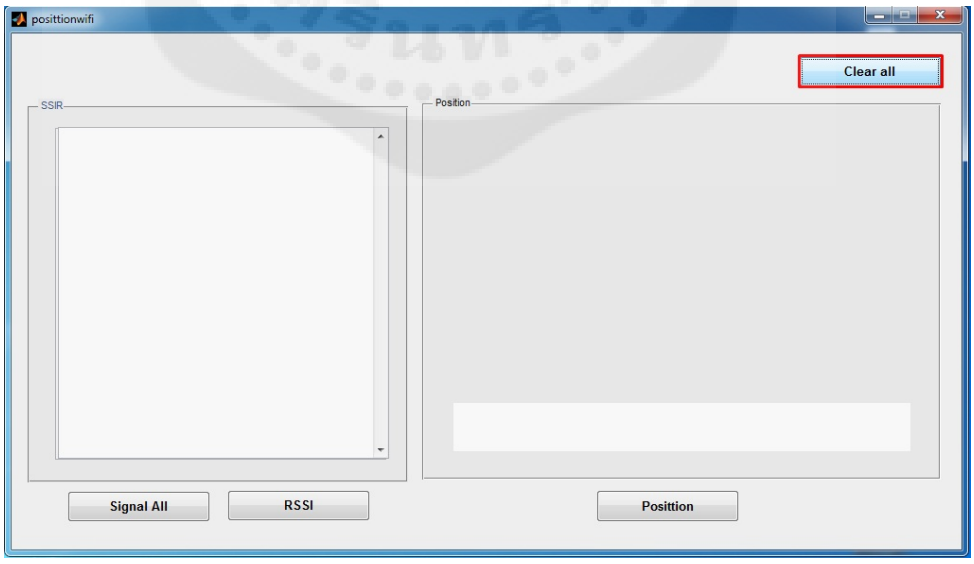
รูปที่ 4.30 แสดงการกดปุ่ม “ Position ” เพื่อทำการระบุตำแหน่ง

จากนั้น โปรแกรมจะแสดงตำแหน่งในรูปแบบแผนที่พร้อมรายระเอียด บนช่อง Position ดังรูปที่ 4.30



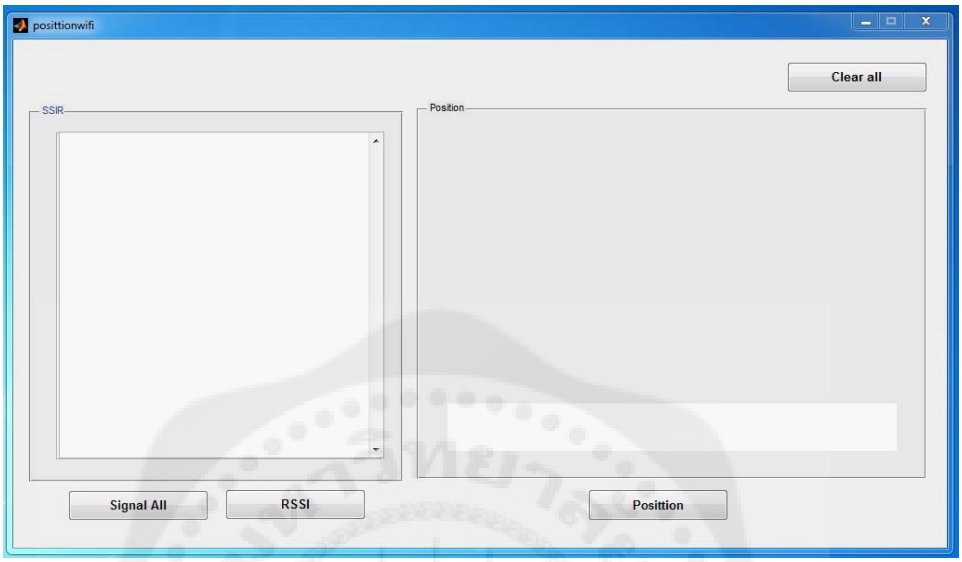
รูปที่ 4.31 แผนที่ พร้อมรายระเอียดของตำแหน่ง

ขั้นที่ 4 เมื่อต้องการทดลองโปรแกรมอีกครั้งหรือต้องการทดลองในตำแหน่งใหม่ กดปุ่ม “ Clear all ” โปรแกรมจะทำการล้างข้อมูล และพร้อมที่จะทำการทดลองในครั้งถัดไป



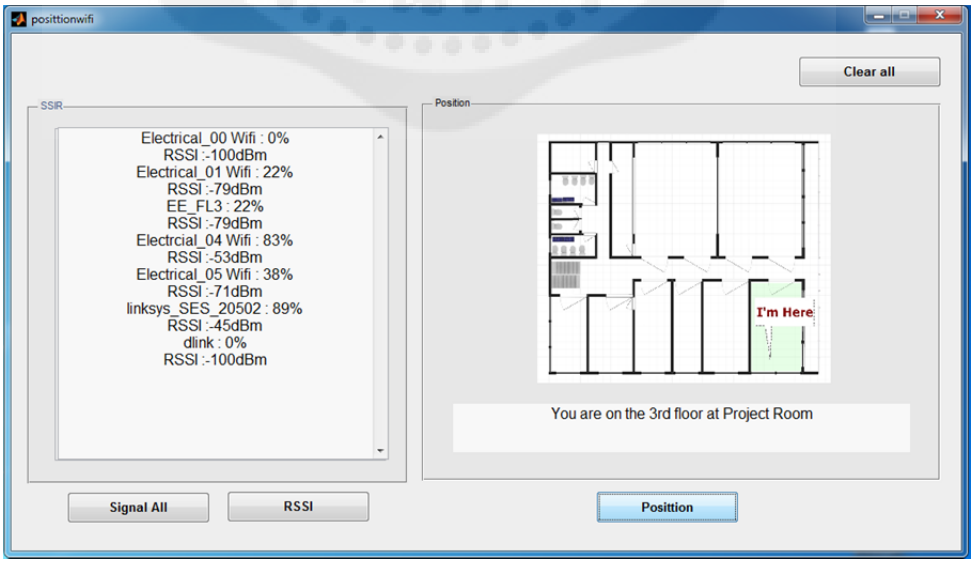
รูปที่ 4.32 แสดงการกดปุ่ม “ Clear all ” บนโปรแกรม

จากนั้น สามารถทำการทดลองโปรแกรมครั้งใหม่ได้ โดยเริ่มทดลองตามขั้นตอนที่ 1-3



รูปที่ 4.33 หน้าโปรแกรมพร้อมสำหรับการทำงานครั้งใหม่

ขั้นที่ 5 หากต้องการหยุดการทำงานของโปรแกรม สามารถปิดโปรแกรมได้ที่เครื่องหมายกากบาทมุมบนขวาสุดของโปรแกรม

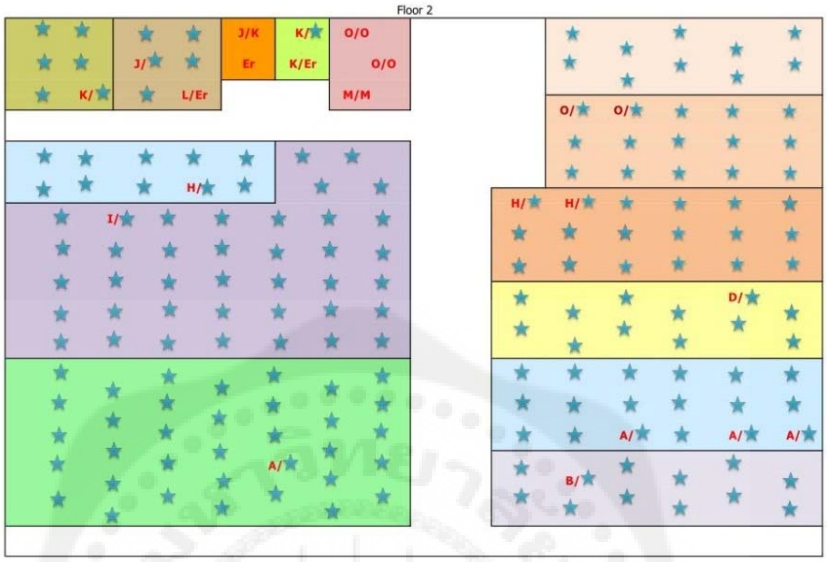


รูปที่ 4.34 แสดงการปิดการทำงานโปรแกรม

4.2.3 ผลการทดลองโปรแกรมการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย

จากการทดลองโปรแกรมการพัฒนาระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย ภายในอาคารภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 โดยทำการทดลองทุก ๆ ห้อง ที่ตำแหน่งทุก ๆ $2\ m \times 2\ m$ (กำหนดค่าการคำนวณในโปรแกรมทุก ๆ $2\ m \times 2\ m$ แม้ว่าการเก็บข้อมูลจริงจะมีขนาด $1\ m \times 1\ m$ เนื่องจากผลการเก็บค่าข้อมูล แสดงให้เห็นว่าที่ระยะ $2\ m \times 2\ m$ เป็นระยะที่มีความละเอียดเพียงพอต่อการคำนวณและวิเคราะห์ในโปรแกรมแล้ว)

4.2.3.1 ผลการทดลองชั้น 2

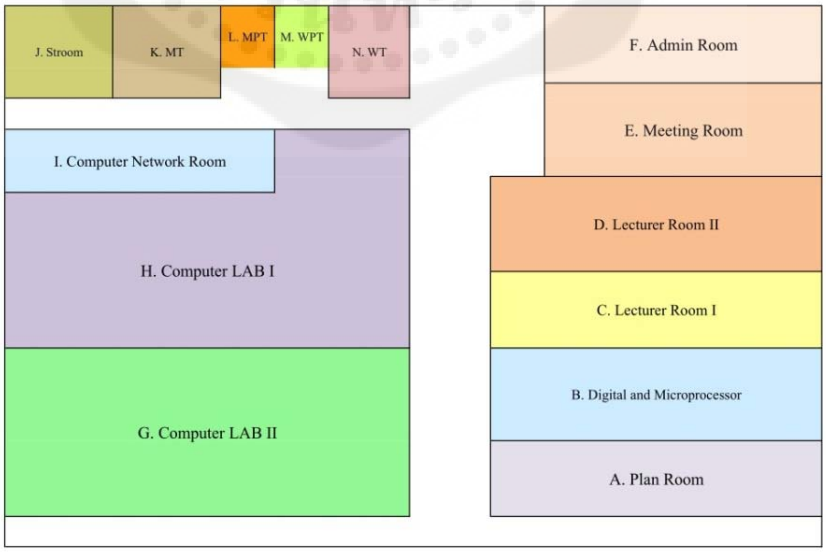


รูปที่ 4.35 ผลการทดลองการระบุตำแหน่งชั้น 2

***หมายเหตุ : ★ แสดงการระบุตำแหน่งที่ถูกต้อง

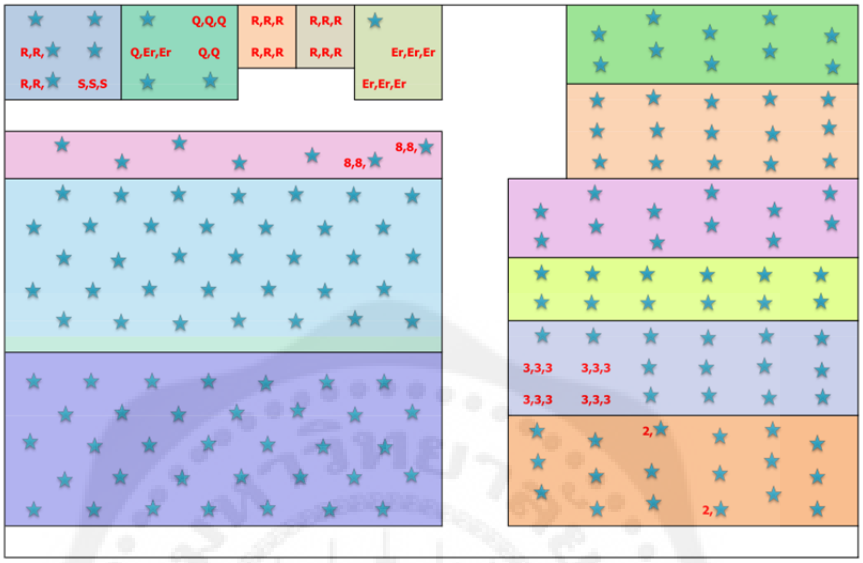
ตัวอักษรสีแดง แสดงการระบุตำแหน่งที่ไม่ตรงกับตำแหน่งจริงที่ทดลอง

คิดเป็นร้อยละความผิดพลาด = $\frac{22}{188} \times 100\% = 11.70\%$



รูปที่ 4.36 แผนผังอาคาร

4.2.3.2 ผลการทดลองชั้น 3

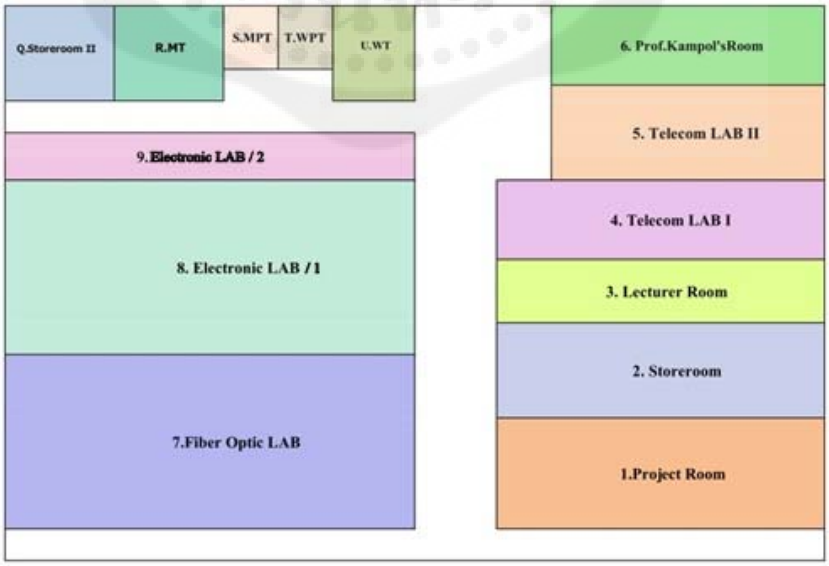


รูปที่ 4.37 ผลการทดลองการระบุตำแหน่งชั้น 3

***หมายเหตุ : ★ แสดงการระบุตำแหน่งที่ถูกต้อง

ตัวอักษรสีแดง แสดงการระบุตำแหน่งที่ไม่ตรงกับตำแหน่งจริงที่ทดลอง

คิดเป็นร้อยละความผิดพลาด = $\frac{24}{181} \times 100\%$ = 13.26%



รูปที่ 4.38 แผนผังอาคารชั้น 3

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินการ

จากผลการทดลองโปรแกรมระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สายภายในอาคารปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 โดยทำการทดลองทุก ๆ ห้อง ที่ตำแหน่งทุก ๆ $2\text{m} \times 2\text{m}$ เป็นจำนวนทั้งหมด 369 ตำแหน่ง แบ่งเป็นชั้น 2 จำนวน 188 ตำแหน่ง และชั้น 3 จำนวน 181 ตำแหน่ง ผลการทดลองพบว่าโปรแกรมแสดงผลไม่ตรงกับตำแหน่งจริง 60 ตำแหน่ง แบ่งเป็นชั้น 2 จำนวน 30 ตำแหน่ง และชั้น 3 จำนวน 30 ตำแหน่ง คิดเป็นร้อยละของความผิดพลาดของโปรแกรม $\frac{46}{369} \times 100\%$ เท่ากับร้อยละ 12.47

จากผลการทดลองโปรแกรมที่แสดงผลไม่ตรงกับตำแหน่งจริง จะสังเกตได้ว่าพบบริเวณที่โปรแกรมแสดงผลผิดพลาดเป็นบริเวณที่เป็นจุดอับของสัญญาณ เช่น ห้องน้ำ ห้องเก็บของ พบค่าความแรงของสัญญาณจากอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณได้เพียงบางตัว และเป็นค่าความแรงของสัญญาณที่อ่อนมากจึงไม่สามารถระบุตำแหน่งที่ถูกต้องได้

การทดลองโปรแกรมระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สายจะใช้งานได้ผลดี เมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณให้คลอบคลุมพื้นที่ที่ใช้งาน และยิ่งมีอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณมากเท่าไร โปรแกรมระบบระบุตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สายก็จะสามารถระบุตำแหน่งได้มากขึ้นและถูกต้องมากขึ้นเท่านั้น

5.2 อุปสรรคและปัญหา

5.2.1 การระบุตำแหน่งผิดพลาด โดยได้จากการคำนวณสมการยูคลิเดียน

ตารางที่ 5.2.1.1 การทดลองเก็บค่าความแรงของสัญญาณ

ตำแหน่ง	ค่าความแรงของสัญญาณของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทั้ง 7 ตัว (dBm)						
	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	เครื่องที่ 6	เครื่องที่ 7
A	-100	-100	-75	-84	-88	-86	-100

ตารางที่ 5.2.1.2 ค่าความแรงของสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรม

ตำแหน่งที่ได้	ค่าความแรงของสัญญาณของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทั้ง 7 ตัว (dBm)						
	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3	เครื่องที่ 4	เครื่องที่ 5	เครื่องที่ 6	เครื่องที่ 7
A	-100	-100	-78	-82	-100	-79	-100
B	-100	-100	-71	-82	-86	-100	-100

ตารางที่ 5.2.1.3 ระยะทางที่ได้จากการคำนวณสมการยูคลิเดียน

ตำแหน่งที่ได้	ระยะทางที่ได้จากการคำนวณสมการยูคลิเดียนของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทั้ง 7 ตัว							
	เครื่องที่1	เครื่องที่2	เครื่องที่3	เครื่องที่4	เครื่องที่5	เครื่องที่6	เครื่องที่7	รวม
A	0	0	3	2	12	7	0	24
B	0	0	4	2	2	16	0	24

จากตารางข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าความแรงของสัญญาณที่ทดลองนั้นมีค่าความแรงของสัญญาณค่อนข้างต่ำและใกล้เคียงกันมาก เนื่องจากการติดตั้งอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณไม่ครอบคลุมกับพื้นที่ ซึ่งจะมีความแปรปรวนในการวัดค่า เมื่อทำการทดลองโปรแกรม ปรากฏว่าตำแหน่งที่มีระยะทางยูคลิเดียนต่ำสุดมีมากกว่าหนึ่งจุด คือ จุดA และ จุดB ซึ่งมีค่าผลรวมจากสมการยูคลิเดียนของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณทั้ง 7 เครื่องเท่ากัน จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการระบุตำแหน่งได้

5.2.2 การเกิดคลื่นหลายวิถี (Multipath) ที่ทำให้ค่าของความแรงของสัญญาณมีค่าไม่คงที่ (ถ้าสัญญาณมีเฟสตรงกันจะสูงกว่าปกติ และหากมีเฟสต่างกันจะต่ำกว่าปกติ) จึงทำให้เกิดการระบุตำแหน่งผิดพลาด

5.2.3 การปล่อยค่าสัญญาณของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ที่มีค่าไม่คงที่ อาจมีระดับความแรงสัญญาณเพิ่มขึ้น ลดลง หรือขาดหายไปได้ตลอดเวลา

5.2.4 จากสิ่งกีดขวางสัญญาณต่าง ๆ เช่น สิ่งของ บุคคล ปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้มีผลกระทบต่อค่าความแรงของสัญญาณ

5.2.5 การติดตั้งอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ที่ไม่ครอบคลุมกับพื้นที่ที่ใช้งานภายในอาคาร ทำให้ไม่พบอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ในบางตำแหน่ง (จุดอับของสัญญาณ)

5.2.6 บริเวณที่มีการกั้นห้องด้วยวัสดุที่เป็น กระจก ประตูอะลูมิเนียม แผ่นยิปซั่ม จะมีผลต่อการกระจายสัญญาณของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ ทำให้ค่าความแรงของสัญญาณระหว่างห้องทั้งสอง มีค่าความแรงของสัญญาณใกล้เคียงกัน จึงไม่สามารถระบุตำแหน่งที่ถูกต้องได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 เพิ่มมิติของการเปรียบเทียบระยะทางยูคลิเดียนด้วยการใช้แสง เพื่อแยกแยะความกำกวมในกรณีที่ห้องกั้นด้วยผนังที่คลื่นวิทยุทะลุผ่านได้ดี

5.3.2 ปรับปรุงโปรแกรมที่ใช้ในการระบุตำแหน่งให้เก็บค่าความแรงของสัญญาณอัตโนมัติ

5.3.3 มีการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่ใช้งาน เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เช่น การลดจุดอับของสัญญาณ

5.3.4 เพิ่มส่วนที่สามารถทำให้ PDA หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ให้สามารถใช้งานร่วมกับระบบได้

5.3.5 กรณีที่เป็นพื้นที่โล่งบริเวณกว้างๆให้กำหนดเป็นค่าตำแหน่ง (x,y) ในการระบุตำแหน่ง

5.3.6 กรณีที่สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลง เช่น ผนังกั้นห้องมีการลื้อถอน หรือมีการต่อเติมอาคาร ย่อมมีผลทำให้การวัดค่าความแรงของสัญญาณเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปได้ เนื่องจากความแรงของสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามีการลดทอนสัญญาณเมื่อผ่านผนังกั้นห้องเหล่านั้น

บรรณานุกรม

ทศพล ลิ้มทอง , บัณฑิต ท่าดี , และออมสิน ศรีสุรินทร์. (2551). **ระบบระบุตำแหน่งอุปกรณ์คอมพิมเตอร์ภายในอาคารโดยใช้เครือข่ายไร้สาย.** ปริญญานิพนธ์. วศ.บ. (วิศวกรรมไฟฟ้า). กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

มนัส สังวรศิลป์. และวรรัตน์ ภัทรอมรกุล. (2554). **คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.

ปริญญา สงวนสัตย์. (2556). **คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์.** นนทบุรี : ไอดีซีพรีเมียร์.

กลุ่มภารกิจบริการเครือข่ายคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร. **ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานกับเครือข่ายไร้สาย**. http://network.kku.ac.th/ . 23 ธันวาคม 2556.

นูรุดดีน. **ตรวจจับสัญญาณ Wireless ด้วยโปรแกรม insider และโปรแกรม Xirrus Wi-Fi Inspector.** http://www.gotoknow.org/posts/483925**.** 7 มกราคม 2557.

ปันปัน. **ระบบเครือข่ายไร้สาย Wireless LAN**. http://blog.eduzones.com/banny/3481. 23 ธันวาคม 2556.

ระยะทางยูคลิด. http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A2%E0%B8%B0%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%A2%E0%B8%B8%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%94**.** 15 กุมภาพันธ์ 2556.

Wireless LAN. http://center.finansalife.com/qagt/wirelesslan.htm. 25 ธันวาคม 2556.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ค่าความแรงของสัญญาณที่เก็บในฐานข้อมูล

ค่าความแรงของสัญญาณที่เก็บในฐานข้อมูล บริเวณชั้น 2

ก1 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ " Electrical_00 Wifi "

floor2-Electrical_00Wifi

-85	-87	-85	-85	-90	-90	-88	-89	-86	-82	-83	-79	-77	-78	-88	-80	-81	-78	-76	-80	-79	-74	-84	-79	-79	-85	-85	-80	-78	-81
-88	-88	-86	-87	-90	-87	-87	-85	-82	-81	-79	-79	-77	-81	-87	-81	-76	-74	-73	-73	-82	-80	-80	-78	-80	-81	-74	-80	-84	-78
-86	-86	-86	-84	-85	-85	-88	-88	-84	-82	-70	-81	-76	-82	-87	-74	-73	-80	-81	-67	-77	-85	-78	-80	-78	-85	-86	-79	-77	-83
-86	-82	-81	-88	-85	-85	-88	-88	-77	-72	-72	-82	-75	-78	-85	-62	-69	-70	-68	-66	-82	-82	-80	-79	-80	-84	-76	-82	-85	-86
-85	-85	-83	-85	-85	-83	-83	-77	-67	-70	-64	-74	-73	-79	-82	-77	-69	-71	-67	-68	-76	-79	-81	-84	-81	-84	-80	-80	-85	-82
-87	-86	-87	-87	-86	-86	-84	-82	-72	-72	-70	-72	-63	-73	-71	-73	-66	-68	-67	-65	-73	-61	-79	-82	-86	-80	-86	-80	-84	-79
-80	-77	-80	-78	-71	-80	-73	-77	-73	-70	-68	-67	-70	-70	-67	-71	-68	-68	-61	-68	-75	-77	-79	-80	-82	-83	-82	-80	-83	-82
-76	-80	-84	-79	-75	-79	-77	-73	-74	-67	-68	-67	-68	-67	-68	-71	-62	-73	-65	-69	-75	-75	-69	-81	-79	-82	-84	-82	-81	-80
-75	-77	-80	-89	-67	-66	-64	-73	-63	-61	-55	-47	-53	-55	-52	-60	-72	-67	-67	-64	-70	-76	-71	-81	-77	-79	-80	-82	-80	-80
-78	-78	-75	-72	-68	-68	-60	-49	-63	-59	-55	-54	-48	-57	-58	-67	-68	-72	-68	-70	-77	-79	-77	-81	-82	-85	-82	-87	-80	-80
-75	-79	-77	-73	-69	-63	-66	-59	-63	-67	-56	-47	-49	-48	-59	-72	-71	-75	-70	-73	-75	-79	-76	-85	-80	-81	-84	-87	-84	-83
-76	-70	-73	-68	-71	-74	-66	-59	-55	-66	-55	-53	-58	-59	-51	-68	-67	-71	-72	-79	-84	-83	-82	-80	-82	-84	-84	##	-82	-82
-78	-72	-67	-68	-68	-68	-65	-62	-61	-55	-51	-50	-53	-55	-59	-73	-69	-67	-73	-71	-80	-81	-77	-82	-81	-84	-85	##	-82	-83
-75	-73	-72	-70	-69	-64	-63	-65	-68	-60	-48	-55	-63	-58	-57	-76	-69	-76	-81	-79	-80	-79	-74	-84	-79	-84	-85	-82	-82	-83
-77	-69	-71	-70	-69	-70	-67	-63	-60	-53	-53	-53	-59	-56	-55	-70	-70	-71	-82	-79	-76	-73	-83	-82	-82	-85	##	##	##	-84
-76	-71	-71	-67	-68	-65	-66	-60	-63	-49	-59	-54	-54	-58	-59	-70	-74	-77	-74	-76	-84	-83	-83	-85	-83	-86	##	##	##	-82
-73	-72	-70	-67	-69	-60	-67	-60	-61	-61	-60	-55	-58	-63	-61	-76	-80	-79	-74	-73	-75	-72	-83	-83	-83	-85	##	##	##	-82
-76	-75	-71	-71	-66	-66	-61	-65	-67	-58	-57	-60	-61	-57	-66	-74	-80	-77	-65	-84	-82	-79	-85	-84	-81	##	##	-85	-90	-86
-72	-73	-71	-69	-70	-68	-68	-65	-69	-59	-60	-66	-69	-63	-67	-71	-77	-73	-81	-84	-78	-85	-85	-84	-87	##	-86	-85	-90	-90
-73	-71	-72	-71	-75	-67	-64	-67	-68	-65	-58	-65	-58	-65	-68	-78	-75	-72	-80	-80	-80	-81	-86	-85	-86	##	-86	##	##	-85
-74	-72	-71	-67	-71	-64	-67	-62	-63	-65	-66	-65	-71	-63	-67	-73	-73	-76	-83	-81	-80	-81	-86	-77	-83	##	-86	##	##	##
-72	-70	-72	-69	-67	-63	-68	-69	-69	-73	-60	-63	-63	-67	-62	-83	-82	-88	-85	-79	-85	-87	-87	-86	-83	-86	-86	##	##	##
-80	-76	-81	-79	-75	-73	-74	-74	-74	-75	-76	-72	-68	-71	-77	-79	-83	-80	-86	-84	-85	-85	##	##	##	##	##	##	##	##
-76	-77	-76	-72	-75	-77	-76	-77	-74	-78	-70	-74	-75	-76	-78	-79	-79	-79	-83	-84	-85	-85	##	##	##	##	##	##	##	##
-80	-77	-77	-78	-78	-78	-74	-74	-77	-75	-74	-70	-73	-80	-74	-81	-81	-79	-83	-86	-85	-85	##	##	##	##	##	##	##	##
-83	-78	-80	-77	-77	-82	-82	-80	-79	-75	-75	-79	-72	-79	-76	-80	-85	-81	-83	-86	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-77	-83	-82	-79	-75	-81	-83	-83	-82	-77	-80	-77	-79	-80	-73	-86	-82	-82	-87	-86	-85	##	##	##	-89	##	##	##	##	-88
-79	-79	-80	-79	-79	-80	-85	-82	-84	-80	-79	-77	-81	-78	-74	-85	-85	-87	-87	-87	-86	##	##	-89	-89	##	##	##	##	-88
-83	-84	-84	-81	-81	-80	-82	-74	-77	-83	-77	-75	-81	-79	-75	-85	-86	-83	-86	-86	-85	##	##	-88	-87	##	-80	##	##	##
-83	-78	-80	-77	-82	-79	-80	-81	-79	-76	-79	-79	-76	-75	-79	-86	-86	-86	##	-86	-85	##	##	-88	-87	##	##	##	##	##
-84	-81	-85	-80	-80	-82	-85	-81	-83	-79	-74	-82	-80	-81	-79	-86	-82	-86	##	-86	-85	-87	##	-88	-87	##	##	##	##	##
-87	-80	-81	-79	-83	-79	-77	-80	-76	-74	-73	-81	-76	-75	-75	-85	-82	-82	##	-86	-85	-87	##	-88	-87	##	##	##	##	##
-81	-81	-82	-83	-81	-81	-82	-82	-82	-78	-80	-77	-80	-78	-82	-83	##	-82	##	-86	-85	##	##	-88	-88	##	##	##	##	##
-86	-85	-82	-89	-89	-82	-87	-88	-81	-86	-83	-86	-88	-85	-85	-84	-88	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-86	-85	-83	-83	-89	-84	-84	-82	-81	-81	-82	-88	-81	-83	-85	-88	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##

ก2 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ " Electrical_01 Wifi "

floor2-Electrical_01Wifi

##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	##	-89	-88	##	-88	-86	-73	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	-89	-89	-85	-88	-86	-84	-84	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-82	-88	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-85	-85	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	-67	-67	##	##	##	##	##	-87	-87	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	-67	##	##	##	##	##	##	-87	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-82	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-86	-80	-80	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	-84	-84	##	-84	-88	-86	-84	-84	-85	-83	-87	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	-84	-84	-84	##	-84	-84	-85	-84	-89	-85	-85	-81	-86	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	-88	-88	-88	##	-88	-86	-87	-82	-84	-85	-84	-89	-80	-74	-76	-86	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-89	-89	##	##	-88	-88	-88	-88	-86	-87	-88	-87	-86	-84	-84	-80	-74	-74	-86	-87	-84	-84	-85	##	-84	##	##	##	##	##
##	-84	-88	-85	-86	##	-81	-85	-87	-84	-88	-87	-82	-86	-84	-80	-75	-79	-86	-88	-84	-84	##	##	-84	##	##	##	##	##
##	-84	-88	-85	-86	##	-88	-85	-87	##	-85	-87	-82	-85	-84	-78	-79	-71	-85	-88	##	-84	##	##	-84	##	##	##	##	##
##	-87	##	-85	-86	##	-88	-86	-87	##	-85	-87	-87	-84	-84	-78	-77	-71	-84	-89	-87	##	##	-87	##	##	##	##	##	##
##	-87	##	-83	-85	##	-88	-85	-87	-84	-82	-82	-84	-82	-72	-67	-77	-85	-89	-87	-89	##	-87	##	##	##	##	##	##	##
-87	-87	##	-83	-85	##	-88	-85	-87	-83	-82	-80	-85	-80	-82	-75	-75	-76	##	-89	-87	-87	##	##	##	##	##	##	##	##
-87	-87	##	-85	-85	##	-88	-85	-86	-86	-82	-80	-86	-83	-85	-78	-71	-75	-83	-80	-87	-76	-86	-77	-82	-84	-87	-87	-87	-86
-87	-88	##	-85	-85	##	-83	-85	-86	-83	-82	-80	-81	-85	-84	-69	-73	-75	-83	-76	-80	-85	-78	-81	-82	-86	-83	-87	-87	-87
-83	-87	-84	-81	-85	-84	-83	-80	-86	-83	-82	-85	-81	-81	-80	-72	-71	-76	-78	-77	-79	-85	-83	-81	-84	-82	-83	-87	-84	-87
-83	-87	-84	-87	-85	-87	-83	-82	-87	-82	##	-85	-81	-81	-79	-66	-69	-70	-79	-71	-82	-83	-77	-82	-79	-83	-83	-84	-88	
-86	-87	-84	-86	-85	-84	-82	-82	-82	-82	-81	-81	-81	-81	-86	-63	-60	-72	-78	-76	-73	-85	-77	-83	-79	-84	-84	-83	-84	-88
-80	-79	-77	-81	-82	-77	-75	-73	-78	-78	-71	-79	-77	-73	-77	-72	-64	-69	-72	-74	-72	-82	-77	-79	-79	-83	-81	-76	-84	-79
-83	-78	-84	-77	-87	-80	-75	-78	-81	-80	-73	-76	-74	-81	-77	-61	-63	-76	-73	-78	-72	-77	-76	-80	-78	-80	-80	-76	-76	-77
-81	-79	-80	-80	-82	-76	-75	-83	-72	-77	-79	-74	-78	-78	75	-67	-75	-61	-75	-78	-73	-79	-76	-84	-79	-76	-74	-70	-79	-82
-80	-71	-83	-78	-79	-80	-78	-78	-77	-74	-79	-79	-75	-73	-74	-71	-63	-71	-78	-69	-74	-80	-78	-74	-79	-79	-77	-78	-75	-76
-79	-83	-74	-83	-76	-80	-70	-82	-79	-78	-72	-72	-76	-79	-64	-63	-60	-63	-71	-69	-79	-77	-78	-74	-80	-76	-78	-73	-82	-72
-82	-77	-78	-82	-81	-81	-73	-75	-79	-74	-67	-76	-72	-70	-76	-65	-58	-73	-74	-75	-77	-75	-76	-77	-78	-80	-81	-79	-87	-81
-79	-77	-80	-75	-80	-76	-74	-74	-76	75	-78	-73	-67	-70	-76	-61	-61	-64	-69	-66	-71	-72	-76	-70	-72	-76	##	-72	-74	-81
-77	-78	-79	-77	-76	-70	-74	-74	-74	-75	-66	-74	-71	-67	-70	-57	-60	-63	-72	-69	-71	-76	-69	-75	-67	-73	-80	-79	-74	-80
-77	-75	-77	-70	-77	-70	-77	-71	-78	-71	-72	-68	-69	-73	-74	-60	-56	-67	-77	-67	-69	-70	-69	-73	-78	-73	-77	-76	-78	-73
-76	-73	-72	-70	-76	-76	-72	-72	-78	-66	-69	-74	-68	-64	-66	-64	-59	-59	-68	-66	-68	-72	-75	-77	-75	-73	-70	-78	-78	-80
-73	-74	-73	-73	-71	-74	-73	-70	-76	-72	-69	-68	-67	-68	-66	-57	-57	-57	-65	-72	-76	-73	-68	-74	-73	-75	-79	-80	-75	-78
-68	-69	-70	-68	-63	-66	-69	-62	-57	-53	-52	-45	-54	-57	-56	-65	-66	-65	-66	-69	-67	-64	-67	-69	-72	-67	-69	-69	-72	-70
-66	-63	-64	-69	-64	-59	-62	-65	-60	-55	-61	-53	-52	-50	-67	-67	-61	-60	-59	-60	-62	-63	-71	-69	-72	-68	-69	-73	-73	-65

ก3 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ”

floor2-Electrical_FL3Wifi

-85	-85	-84	-89	-90	-90	-88	-88	-87	-86	-79	-81	-71	-74	-80	-76	-63	-65	-74	-78	-64	-65	-65	-59	-66	-63	-58	-57	-57	-51
-86	-87	-87	-85	-90	-90	-86	-87	-87	-87	-85	-89	-69	-79	-71	-70	-76	-75	-75	-69	-63	-68	-67	-60	-61	-52	-58	-55	-57	-60
-86	-87	-87	-85	-89	-89	-87	-86	-85	-85	-90	-88	-76	-79	-71	-66	-75	-67	-67	-79	-66	-60	-67	-60	-47	-60	-57	-56	-57	-61
-86	-88	-86	-86	-89	-89	-87	-86	-86	-86	-86	-86	-74	-74	-71	-70	-66	-74	-75	-75	-65	-65	-67	-55	-57	-50	-53	-54	-56	-61
-88	-88	-87	-85	-89	-89	-86	-86	-86	-88	-86	-86	-78	-80	-79	-73	-74	-75	-69	-67	-68	-70	-66	-68	-62	-62	-59	-63	-53	-54
-87	-87	-86	-86	-89	-89	-88	-85	-78	-86	-85	-78	-83	-81	-81	-71	-78	-73	-74	-76	-68	-71	-66	-67	-64	-57	-61	-66	-61	-61
-87	-87	-88	-86	-88	-80	-83	-76	-71	-79	-81	-80	-83	-84	-80	-75	-75	-75	-76	-78	-66	-63	-64	-67	-65	-65	-68	-62	-65	-62
-85	-88	-88	-86	-87	-85	-78	-82	-83	-82	-81	-81	-74	-73	-79	-81	-78	-69	-78	-73	-69	-69	-69	-69	-70	-67	-65	-72	-63	-67
-89	##	##	-87	-87	-88	-83	-83	-86	-83	-81	-79	-79	-81	-84	-76	-84	-78	-81	-77	-67	-61	-66	-71	-75	-69	-60	-62	-66	-72
-89	-89	##	-87	-87	-87	-83	-83	-86	-83	-81	-79	##	-81	-84	-76	-76	-81	-77	-79	-68	-67	-64	-67	-67	-66	-61	-68	-70	-70
-89	-89	##	-89	-89	-88	-88	-84	-87	-88	-81	-79	##	-84	-83	-80	##	-81	-71	-73	-68	-65	-61	-67	-69	-66	-59	-87	-69	-68
-89	-89	##	##	-89	-89	-88	-87	-85	-85	-89	-87	-86	-84	-85	-80	-84	-82	-78	-78	-82	-74	-70	-70	-76	-74	-75	-74	-67	-69
##	##	##	##	##	-87	-87	##	##	##	-89	-84	-86	-84	-86	-79	-82	-82	-78	-78	-78	-73	-71	-70	-72	-79	-74	-73	-69	-71
##	##	##	##	##	##	-87	-85	##	##	-87	-84	-86	-85	-86	-79	-80	-80	-84	-79	-79	-74	-71	-72	-75	-80	-75	-73	-73	-74
##	##	-87	##	##	##	-89	##	##	-83	-87	-84	-86	-85	##	-82	-85	-87	-81	-83	-82	-84	-57	-76	-74	-74	-65	-73	-76	-75
##	##	-87	##	##	-87	-89	##	##	-88	-88	-84	##	-86	##	-82	-82	-86	-78	-81	-82	-76	-78	-76	-78	-78	-83	-81	-78	-78
##	##	-87	##	##	-86	-89	##	##	##	-88	-84	##	-86	##	##	-83	-86	-87	-76	-78	-79	-82	-79	-76	-79	-75	-75	-77	-77
##	##	##	##	##	-86	##	##	##	##	-88	##	##	-86	##	-83	-83	-83	-84	-84	-86	-86	-86	85	##	-82	-83	-78	-83	-84
##	##	##	##	##	-86	##	##	##	##	-88	##	##	-86	##	-86	-85	-83	-84	-84	-86	-86	-85	-85	##	-86	-85	-87	-84	-84
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	##	##	-86	##	-86	-86	-84	-88	-88	##	-86	-88	-87	-87	-84	-85	-83	-83	-83
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-84	-88	-88	##	-88	-86	-87	-87	-88	-88	-87	-90	-83
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	##	##	-88	-89	##	-88	-86	-86	-87	-88	-88	-87	-90	-83
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-76	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-88	-87	-85
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	##	##	##	##	-88	-87	-87
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	##	-89	-88	-89	-89	-86	-87	-88
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	##	-89	-88	-89	-88	-86	-88	-88
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	##	-89	-88	-89	-88	-86	-86	-85
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-90	##	##	##	##	##	##	-87	##	-89	-88	-88	-86	-88	-86	-86
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-90	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-89	-89	-89	-89	-89
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-90	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-89	-89	-89	-89	-89
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	##	-88	-89	-89	-89	-86
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-87	-88	-89	-88	##	-89
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-70	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-87	-89	-89	-88	-88	-89
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-70	##	##	##	##	##	##	-89	-89	-87	-89	-89	-88	-88	-89	
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-72

ก4 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ”

floor2-Electrical_04Wifi

##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	##	-84	-84	-82	-72	-67	-70	-72	-73	-77	-79	-80	##	-79	-81	-81	-85	-82	-79
##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	-86	-86	-85	-79	-89	-69	-66	-66	-77	-70	-77	-80	-80	##	-79	-80	-85	-85	-79	-79
-89	-89	##	##	##	##	##	##	-87	-87	-86	-86	-84	-79	-83	-68	-72	-73	-73	-70	-80	-74	-74	-83	-80	-87	-87	-83	-83	-87
-89	-88	##	##	##	##	##	##	-85	-85	-86	-86	-81	-84	-82	-72	-71	-62	-68	-61	-77	-82	-82	-81	-79	-81	-84	-83	-82	-87
-88	-88	-89	-89	-87	-87	-87	-87	-85	-85	-83	-86	-88	-86	-82	-78	-65	-72	-68	-69	-70	-80	-85	-86	-79	-84	-84	-84	-80	-81
##	##	-89	-89	##	##	##	##	-87	-87	-81	-82	-80	-84	-82	-72	-68	-70	-65	-69	-70	-76	-74	-73	-70	-67	-78	-70	-71	-77
-84	-83	-88	-86	-85	-84	-85	-85	-76	-76	-80	-77	-78	-70	-70	-70	-74	-69	-64	-68	-70	-75	-73	-73	-75	-61	-74	-76	-73	-76
-86	-83	-85	-82	-87	-85	-85	-82	-84	-84	-84	-81	-78	71	-73	-65	-89	-69	-64	-70	-75	-70	-73	-66	-69	-73	-74	-72	-71	-78
-84	-84	-82	-81	-81	-74	-76	-80	-78	-72	-71	-72	-71	-74	-60	-58	-64	-69	-68	-68	-77	-69	-73	-68	-68	-72	-70	-75	-76	-77
-84	-88	-82	-80	-76	-82	-83	-74	-74	-71	-61	-70	-72	-74	-71	-65	-60	-69	-67	-66	-71	-73	-69	-78	-68	-74	-74	-71	-75	-72
-84	-82	-82	-82	-77	-79	-73	-76	-75	-75	-63	-67	-70	-66	-69	-68	-56	-65	-70	-66	-74	-75	-72	-66	-66	-72	-73	-75	-72	-80
-76	-78	-75	-75	-79	-81	-75	-72	-67	-75	-64	-63	-69	-66	-68	-61	-81	-63	-62	-55	-59	-59	-58	-59	-65	-58	-54	-67	-62	-60
-77	-73	-72	-71	-79	-71	-67	-74	-69	-71	-73	-69	-62	-71	-65	-55	-56	-62	-62	-59	-57	-68	-61	-63	-57	-58	-58	-66	-63	-66
-77	-73	-77	-72	-75	-72	-70	-71	-71	-69	-70	-69	-69	-67	-62	-62	-58	-64	-66	-60	-77	-58	-60	-61	-55	-65	-62	-66	-59	-76
-77	-77	-74	-72	-68	-70	-73	-70	-70	-62	-63	-63	-66	-60	-69	-56	-64	-59	-66	-61	-55	-68	-61	-62	-56	-71	-55	-60	-56	-68
-72	-73	-73	-71	-68	-74	-72	-73	-69	-69	-69	-63	-64	-68	-66	-69	-67	-66	-66	-56	-56	-65	-68	-67	-73	-58	-64	-68	-64	-64
-76	-73	-77	-70	-72	-73	-69	-64	-68	-66	-65	-69	-68	-60	-66	-53	-52	-59	-67	-59	-63	-57	-64	-60	-73	-64	-67	-61	-60	-58
-78	-76	-70	-71	-69	-69	-74	-65	-70	-69	-57	-61	-55	-58	-58	-57	-57	-61	-53	-53	-53	-48	-60	-51	-49	-53	-73	-63	-64	-64
-70	-70	-73	-67	-67	-66	-68	-73	-74	-67	-64	-60	-57	-61	-57	-53	-56	-60	-60	-46	-52	-55	-54	-51	-63	-58	-53	-55	-62	-63
-73	-73	-70	-69	-70	-63	-69	-66	-72	-66	-64	-64	-58	-64	-60	-51	-58	-61	-57	-48	-54	-50	-53	-56	-54	-60	-58	-60	-61	-61
-70	-67	-68	-74	-64	-70	-69	-69	-70	-67	-60	-61	-66	-75	-67	-55	-60	-60	-60	-56	-58	-53	-52	-67	-53	-71	-60	-60	-63	-65
-70	-75	-72	-73	-69	-73	-68	-73	-63	-73	-66	-69	-66	-64	-68	-56	-61	-80	-50	-56	-54	-55	-52	-57	-51	-68	-63	-64	-58	-62
-83	-81	-80	-77	-81	-81	-78	-77	-74	-70	-73	-74	-69	-67	-69	-71	-56	-54	-60	-54	-66	-72	-60	-70	-70	-72	-74	-64	-68	-70
-83	-83	-82	-77	-81	-83	-80	-71	-74	-75	-72	-66	-81	-73	-71	-66	-72	-61	-61	-61	-63	-69	-71	-70	-71	-66	-66	-68	-65	-68
-80	-77	-82	-76	-81	-72	-84	-81	-77	-74	-75	-80	-74	-71	-66	-60	-76	-58	-68	-67	-67	-61	-64	-70	-68	-59	-64	-74	-68	-69
-83	-81	-80	-83	-79	-79	-84	-77	-79	-71	-74	-67	-77	-74	-67	-59	-61	-62	-64	-62	-66	-66	-69	-64	-69	-69	-69	-73	-69	-72
-83	-78	-79	-85	-85	-78	-76	-76	-82	-78	-76	-76	-77	-73	-68	-63	-69	-70	-60	-65	-63	-61	-64	-64	-62	-67	-69	-61	-64	-68
-85	-74	-83	-85	-77	-76	-77	-75	-84	-73	-74	-78	-74	-77	-74	-71	-74	-71	-62	-68	-70	-65	-64	-70	-65	-71	-71	-62	-72	-62
-82	-78	-81	-81	-79	-74	-81	-73	-77	-81	-75	-79	-79	-79	-69	-69	-66	-72	-71	-72	-74	-61	-69	-66	-69	-70	-68	-66	-68	-68
-82	-82	-82	-77	-80	-76	-82	-86	-79	-79	-72	-77	-74	-78	-75	-70	-63	-68	-74	-71	-70	-70	-71	-66	-72	-65	-76	-67	-66	-67
-84	-82	-82	-77	-85	-73	-83	-78	-83	-78	-78	-84	-73	-77	-78	-64	-75	-66	-67	-75	-66	-70	-62	-67	-70	-68	-73	-65	-68	-72
-81	-82	-83	-76	-85	-78	-79	-78	-76	-77	-74	-77	-77	-74	-80	-70	-70	-69	-71	-60	-72	-66	-71	-66	-63	-64	-62	-70	-63	-71
-82	-80	-83	-84	-78	-83	-84	-86	-82	-82	-74	-80	-80	-73	-81	-70	-68	-71	-68	-67	-69	-64	-65	-66	-66	-66	-62	-66	-67	-70
-79	-83	-78	-79	-78	-81	-78	-80	-77	-77	-77	-74	-74	-75	-74	-70	-71	-64	-75	-73	-74	-71	-75	-75	-71	-74	-76	-70	-70	##
-81	-81	-82	-84	-78	-78	-78	-80	-77	-77	-85	-74	-79	-75	-74	-74	-71	-76	-71	-70	-72	-69	-72	-75	-70	-71	-76	-73	-70	-69

ก5 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ " Electrical_05 Wifi "

floor2-Electrical_05Wifi

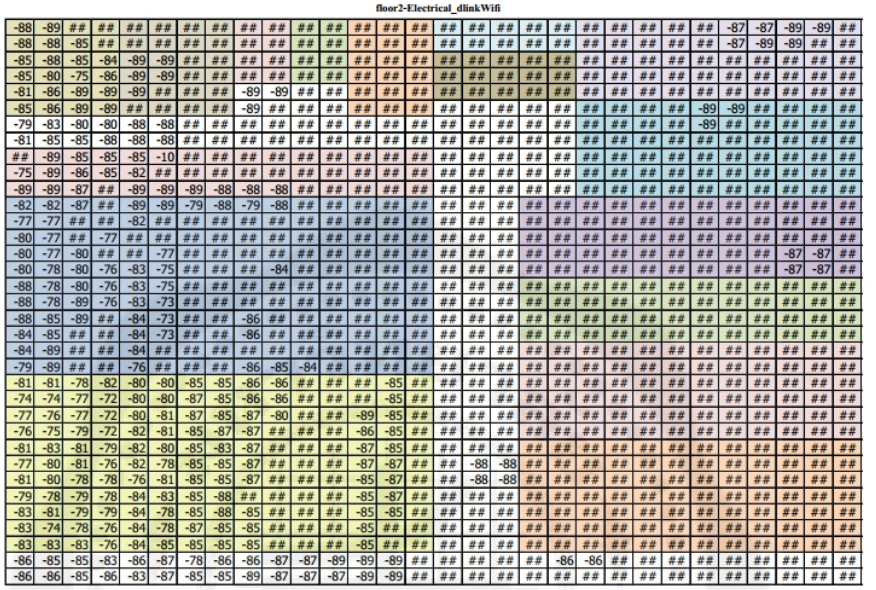
##	-88	-89	-89	-86	-76	-81	-78	-78	-75	-81	-80	-70	-75	-74	-58	-48	-50	-46	-52	-69	-70	-68	-74	-75	-84	-84	-77	-74	##
-88	-88	-85	-85	-85	-81	-80	-74	-78	-73	-79	-80	-66	-71	-83	-45	-53	-53	-47	-56	-88	-76	-77	-68	-79	-79	-80	-80	-76	-81
-88	-79	-82	-88	-88	-85	-79	-87	-74	-71	-73	-72	-69	-79	-80	-47	-51	-52	-55	-54	-72	-72	-74	-69	-72	-77	-76	-75	-80	-81
-89	-73	-77	-80	-88	-85	-79	-87	-68	-70	-67	-75	-76	-75	-79	-50	-56	-52	-56	-49	-74	-77	-75	-67	-70	-77	-79	-78	-73	-77
-79	-72	-80	-80	-79	-85	-83	-75	-61	-66	-62	-69	-88	-71	-65	-56	-50	-53	-57	-53	-76	-73	-73	-75	-75	-82	-83	-79	-78	-78
-83	-76	-76	-78	-77	-89	-77	-68	-63	-65	-62	-73	-86	-74	-59	-50	-50	-50	-47	-49	-68	-73	-66	-72	-70	-69	-74	-73	-74	-72
-78	-73	-72	-72	-75	-61	-63	-72	-63	-81	-67	-69	-67	-66	-59	-53	-50	-50	-51	-56	-70	-64	-69	-74	-74	-71	-70	-68	-76	-75
-77	-68	-73	-72	-66	-67	-63	-72	-67	-62	-63	-67	-61	-59	-49	-50	-53	-50	-49	-56	-68	-67	-66	-72	-68	-69	-74	-76	-74	-69
-65	-75	-62	-69	-62	-65	-58	-57	-66	-55	-61	-61	-60	-60	-50	-50	-50	-50	-52	-62	-75	-73	-65	-65	-73	-71	-77	-72	-72	-71
-62	-77	-64	-71	-69	-61	-60	-59	-62	-64	-51	-57	-57	-63	-58	-50	-50	-51	-61	-67	-69	-63	-67	-70	-71	-77	-74	-73	-73	-73
-70	-65	-60	-61	-64	-69	-58	-59	-60	-62	-51	-66	-55	-53	-60	-50	-50	-50	-61	-59	-69	-66	-62	-69	-69	-70	-73	-80	-70	-73
-70	-62	-69	-55	-66	-67	-61	-58	-53	-58	-58	-48	-58	-62	-58	-50	-50	-56	-55	-55	-61	-53	-59	-63	56	-66	-66	-76	-69	-73
-60	-54	-66	-52	-60	-63	-63	-58	-47	-51	-62	-52	-52	-62	-58	-50	-50	-50	-80	-57	-53	-61	-57	-59	-60	-73	-75	-76	-69	-69
-66	-53	-60	-55	-51	-52	-55	-54	-54	-58	-51	-56	-61	-51	-60	-50	-50	-50	-58	-58	-53	-58	-67	-62	-61	-70	-66	-71	-75	-69
-59	-53	-56	-55	-57	-54	-59	-50	-56	-52	-53	-51	-57	-53	-55	-50	-50	-50	-58	-55	-55	-63	-65	-63	-63	-67	-63	-65	-62	-70
-58	-53	-55	-51	-53	-53	-51	-60	-55	-58	-55	-55	-57	-60	-57	-50	-50	-50	-50	-62	-58	-59	-66	-59	-67	-70	-63	-69	-66	-70
-61	-54	-53	-48	-60	-65	-49	-53	-53	-57	-54	-54	-54	-56	-50	-50	-50	-51	-56	-56	-54	-50	-58	-63	-62	-68	-62	-61	-83	
-57	-54	-56	-40	-55	-55	-54	-51	-55	-55	-49	-52	-55	-50	-52	-50	-50	-50	-43	-48	-54	-66	-55	-49	-55	-50	-55	-60	-55	-54
-62	-59	-66	-56	-52	-52	-52	-53	-54	-53	-48	-44	-40	-53	-47	-50	-50	-50	-50	-47	-51	-53	-62	-52	-65	-58	-52	-53	-83	-51
-64	-55	-62	-60	-56	-55	-52	-51	-47	-54	-45	-55	-44	-50	-50	-50	-50	-50	-46	-35	-42	-50	-53	-53	-44	-53	-56	-81	-52	-60
-63	-62	-59	-62	-61	-56	-57	-58	-59	-48	-44	-46	-40	-50	-44	-50	-50	-50	-44	-37	-45	-53	-50	-48	-78	-56	-61	-60	-59	-61
-64	-61	-61	-62	-64	-59	-54	-57	-59	-61	-57	-50	-51	-50	-43	-50	-50	-50	-36	-58	-41	-59	-59	-52	-51	-56	-58	-58	-55	-62
-64	-59	-65	-62	-61	-61	-57	-61	-55	-57	-59	-52	-50	-43	-44	-50	-50	-50	-50	-44	-50	-50	-51	-59	-62	-53	-64	-61	-58	-56
-70	-57	-66	-59	-68	-58	-60	-52	-67	-53	-49	-48	-44	-46	-45	-50	-50	-50	-50	-46	-50	-53	-56	-48	-47	-40	-51	-59	-60	-57
-67	-63	-64	-57	-63	-57	-55	-52	-55	-48	-44	-52	-46	-49	-50	-50	-50	-50	-55	-48	-50	-45	-62	-51	-51	-58	-50	-53	-59	-53
-64	-59	-65	-60	-70	-62	-60	-57	-52	-54	-56	-51	-56	-55	-50	-50	-50	-50	-58	-51	-54	-57	-50	-51	-52	-49	-55	-54	-52	-53
-65	-61	-59	-60	-61	-56	-65	-56	-48	-51	-52	-56	-58	-58	-59	-50	-50	-50	-48	-50	-51	-55	-46	-48	-55	-53	-52	-56	-56	
-65	-57	-56	-62	-64	-59	-56	-54	-59	-55	-60	-53	-49	-55	-61	-51	-50	-50	-51	-52	-47	-50	-40	-46	-46	-58	-50	-50	-55	-56
-62	-57	-67	-51	-60	-55	-60	-57	-55	-54	-60	-58	-57	-58	-58	-50	-50	-56	-56	-56	-56	-61	-54	-62	-61	-63	-58	-67	-60	
-67	-53	-64	-50	-60	-53	-57	-58	-62	-54	-61	-63	-63	-58	-60	-50	-50	-53	-55	-56	-57	-40	-68	-60	-53	-61	-71	-63	-64	-69
-55	-64	-62	-57	-60	-53	-58	-66	-62	-57	-59	-56	-56	-55	-61	-50	-53	-56	-58	-51	-60	-61	-55	-61	-55	-65	-67	-70	-63	-59
-55	-52	-60	-50	-60	-54	-65	-57	-55	-52	-60	-61	-59	-49	-58	-50	-54	-50	-53	-62	-56	-62	-62	-57	-61	-60	-61	-69	-74	-75
-61	-63	-58	-50	-60	-61	-62	-64	-64	-62	-57	-59	-58	-59	-57	-54	-50	-56	-55	-66	-61	-54	-57	-59	-51	-61	-64	-59	-66	-65
-74	-71	-70	-67	-73	-72	-75	-67	-64	-70	-64	-62	-67	-62	-69	-48	-53	-50	-64	-73	-62	-65	-71	-72	-76	-70	-76	-69	-76	-75
-66	-69	-68	-72	-69	-73	-68	-67	-71	-67	-69	-68	-66	-58	-58	-54	-49	-50	-62	-63	-68	-66	-73	-72	-74	-74	-76	-75	-75	-67

ก6 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ " linksys_SES_20502 "

floor2-Electrical_linksysWifi

##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-89	-89	-84	-79	-85	-87	-82	-86	-86	-89	-89	-87	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-79	-81	-80	-83	-85	-86	-88	-88	-89	-87	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-81	-84	-80	-80	-84	-88	-88	-87	-90	-90	##	##	##	##	-87
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-89	-85	-81	-83	##	-81	-81	-86	-89	-87	-88	-86	##	##	##	-87	-87
##	##	##	##	##	##	-86	##	-85	-85	##	##	-89	-89	-85	-69	##	##	-68	-80	-87	-87	-88	##	-86	-88	-88	-88	-88	-88
##	##	##	##	##	##	##	##	-85	##	##	##	-90	-90	-85	69	-69	-69	-76	-83	-83	-86	-82	-86	-86	-86	-84	-87	-83	-83
##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-87	-87	-87	-88	-88	-83	##	-73	-69	-76	-82	-83	-83	-85	-85	-85	-81	-84	-83	-83	-83
##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-89	-87	-87	-88	-86	-84	##	##	##	-75	-78	-87	-85	-86	-85	-80	-85	-82	-85	-86	-87
-75	##	##	-88	-88	-86	-86	-88	-88	-84	-79	-85	-84	-78	-78	##	##	##	-76	-83	-81	-87	-83	-81	-83	-81	-82	-85	-84	-87
##	##	##	-88	##	##	-86	-88	-88	-88	-79	-85	-87	-83	-86	##	##	##	-76	-83	-81	-81	-81	-82	-82	-84	-85	-83	-87	-86
##	##	##	##	##	-86	-86	-86	-85	-86	-77	-80	-81	-81	-86	-76	-76	##	-78	-77	-83	-85	-83	-82	-83	-86	-86	-87	-87	-81
-89	-89	##	##	##	##	-86	-89	-85	-86	-82	-82	-82	-83	-84	-76	-76	-81	-78	-74	-77	-77	##	-77	-72	-76	-76	-83	-79	-79
##	-86	-86	-77	-84	##	-85	-83	-87	-83	-85	-81	-75	-81	-79	-80	-81	-81	-74	-74	-78	-77	-82	-80	-79	-76	-81	##	-79	-79
##	##	-86	-83	-84	-85	-85	-83	-87	-81	-85	-82	-75	-82	-78	-75	-80	-78	-76	-88	-75	-77	-82	-83	-77	-76	-76	##	-79	-81
##	##	-83	-71	-86	-85	-85	-84	-87	-80	-81	-79	-79	-84	-77	-73	-78	-76	-76	-77	-76	-79	-75	-78	-77	-80	-77	-78	-78	-80
##	-86	##	-85	-82	-82	-85	-87	-87	-81	-83	-78	-83	-80	-81	-69	-72	-74	-70	-75	-81	-79	-75	-80	-82	-82	-77	-78	-78	-75
-89	-86	-83	-85	-84	-85	-68	-85	-87	-83	-77	-80	-78	-75	-71	-69	-69	-68	-70	-72	-79	-79	-79	-75	-83	-80	-78	-78	-75	-75
-89	-86	-83	-85	-84	-85	-82	-85	-86	-81	-80	-75	-79	-81	-72	-70	-72	-71	-64	-67	-70	-68	-66	-69	-63	-68	-70	-74	-74	-73
-89	##	-83	-86	-84	-85	-86	-83	-83	-83	-80	-76	-78	-72	-71	-66	-70	-74	-64	-68	-68	-68	-71	-66	-72	-70	-63	-76	-68	-74
-84	-87	-86	-86	87	-85	-83	-86	-86	-77	-82	-76	-78	-71	-77	-71	-73	-76	-61	-65	-66	-61	-61	-63	-59	-69	-70	-72	-65	-69
-84	-87	-86	-85	-87	-84	-83	-83	-86	-81	-82	-80	-74	-76	-73	-69	-72	-72	-66	-74	-66	-69	-68	-64	-59	-74	-81	-73	-72	-73
-84	-87	-85	-85	-87	-84	-83	-83	-81	-81	-78	-83	-78	-73	-70	-66	-71	-72	-63	-67	-69	-61	-61	-59	-64	-81	-81	-69	-66	-68
-84	-83	-83	-83	-75	-78	-80	-74	-71	-72	-77	-76	-69	-64	-70	-65	-70	-60	-62	-67	-59	-59	-65	-64	-58	-60	-61	-62	-58	-65
-84	-76	-82	-72	-83	-84	-81	-80	-80	-83	-80	-78	-70	-76	-71	-68	-69	-76	-57	-57	-60	-59	-60	-63	-59	-67	-68	-62	-68	-64
-84	-83	-86	-77	-83	-80	-80	-78	-79	-79	-71	-77	-72	-74	-76	-66	-63	-68	-40	-59	-58	-59	-56	-52	-59	-66	-60	-65	-58	-63
-87	-85	-81	-80	-84	-83	-85	-82	-76	-73	-73	-81	-73	-79	-76	-66	-69	-66	-53	-59	-59	-62	-57	-62	-67	-66	-58	-66	-61	-68
-82	-83	-83	-83	-82	-81	-83	-77	-70	-82	-75	-78	-73	-78	-70	-72	-68	-71	-54	-57	-58	-61	-61	-61	-65	-69	-66	-63	-66	-62
-83	-81	-85	-84	-83	-82	-82	-83	-79	-79	-69	-73	-82	-75	-77	-74	-66	-71	-59	-57	-58	-65	-63	-68	-69	-67	-66	-62	-67	-64
-83	-82	-85	-82	-83	-76	-79	-76	-73	-71	-74	-78	-78	-79	-67	-66	-66	-69	-67	-59	-64	-68	-88	-68	-65	##	-67	-64	-67	-68
-86	-80	-83	-83	-82	-80	-86	-78	-85	-82	-76	-72	-72	-77	-79	-68	-70	-66	-55	-60	-69	-64	-70	-64	-62	-66	-65	-68	-69	-70
-85	-83	-83	-77	-81	-78	-84	-82	-84	-77	-73	-77	-79	-76	-75	-70	-70	-69	-56	-65	-67	-66	-72	-71	-64	-67	-61	-64	-70	-73
-86	-82	-84	-83	-82	-80	-86	-79	-83	-81	-78	-75	-80	-80	-81	-69	-67	-70	-59	-65	-68	-65	-67	-63	-57	-69	-67	-63	-68	-63
-86	-83	-85	-81	-83	-80	-85	-84	-79	-79	-77	-73	-76	-73	-69	-71	-68	-70	-60	-61	-69	-58	-58	-71	-63	NaN	-61	-59	-71	-62
-80	-84	-78	-81	-82	-76	-78	-80	-82	-77	-76	-78	-77	-76	-76	-69	-69	-68	-72	-79	-72	-73	-71	-70	-73	-70	-74	-73	-79	-71
-78	-83	-81	-81	-77	-83	-85	-80	-79	-78	-81	-79	-75	-75	-76	-77	-74	-76	-67	-68	-77	-69	-71	-70	-76	-71	-74	-76	-76	-71

ก7 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 2 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Dlink ”



floor2-Electrical_dlinkWifi

-88	-89	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	-89	-89	##
-88	-88	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-89	-89	##	##
-85	-88	-85	-84	-89	-89	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-85	-80	-75	-86	-89	-89	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-81	-86	-89	-89	-89	##	##	##	-89	-89	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-85	-86	-89	-89	##	##	##	##	-89	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-89	##	##	##
-79	-83	-80	-80	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	##	##	##	##
-81	-85	-85	-88	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	-89	-85	-85	-85	-10	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-75	-89	-86	-85	-82	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-89	-89	-87	##	-89	-89	-89	-88	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-82	-82	-87	##	-89	-89	-79	-88	-79	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-77	-77	##	##	-82	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-80	-77	##	-77	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-80	-77	-80	##	##	-77	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	##
-80	-78	-80	-76	-83	-75	##	##	##	-84	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	##
-88	-78	-80	-76	-83	-75	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-88	-78	-89	-76	-83	-73	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-88	-85	-89	##	-84	-73	##	##	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-84	-85	##	##	-84	-73	##	##	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-84	-89	##	##	-84	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-79	-89	##	##	-76	##	##	##	-86	-85	-84	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-81	-81	-78	-82	-80	-80	-85	-85	-86	-86	##	##	##	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-74	-74	-77	-72	-80	-80	-87	-85	-86	-86	##	##	##	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-77	-76	-77	-72	-80	-81	-87	-85	-87	-80	##	##	-89	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-76	-75	-79	-72	-82	-81	-85	-87	-87	##	##	##	-86	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-81	-83	-81	-79	-82	-80	-85	-83	-87	##	##	##	-87	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-77	-80	-81	-76	-82	-78	-85	-85	-87	##	##	##	-87	-87	##	##	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-81	-80	-78	-78	-76	-81	-85	-85	-87	##	##	##	-85	-87	##	##	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-79	-78	-79	-78	-84	-83	-85	-88	##	##	##	##	-85	-87	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-83	-81	-79	-79	-84	-78	-85	-88	-85	##	##	##	-85	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-83	-74	-78	-76	-84	-78	-87	-85	-85	##	##	##	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-83	-83	-83	-76	-84	-85	-85	-85	-85	##	##	##	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-86	-85	-85	-83	-86	-87	-78	-86	-86	-87	-87	-89	-89	-89	##	##	##	##	##	-86	-86	##	##	##	##	##	##
-86	-86	-85	-86	-83	-87	-85	-85	-89	-87	-87	-87	-89	-89	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##

***หมายเหตุ : ## ในตารางมีค่าเท่ากับ 100

ค่าความแรงของสัญญาณที่เก็บในฐานข้อมูล บริเวณชั้น 3

ก8 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_00 Wifi ”

floor3-Electrical_00Wifi

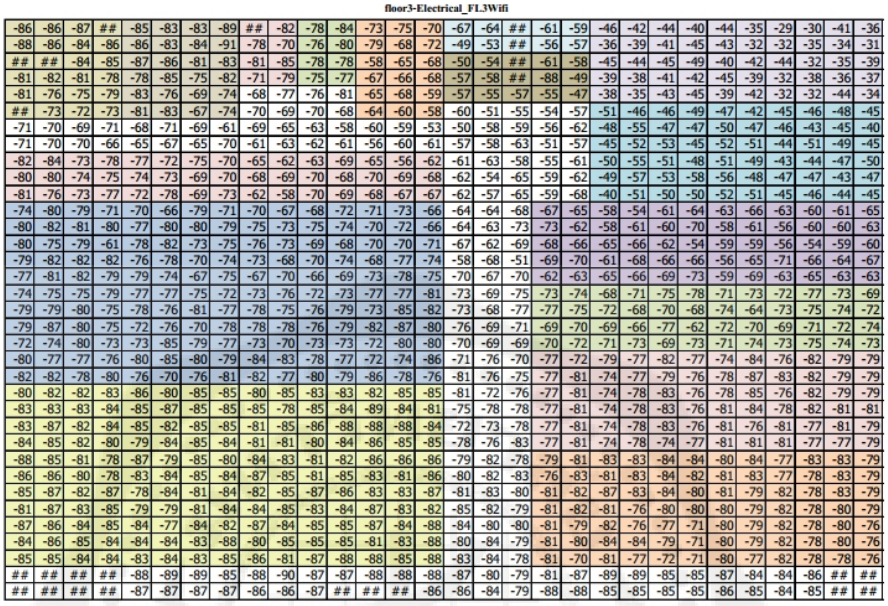
-89	##	##	##	-74	-85	-85	-85	##	-79	-74	-74	-87	-87	-87	-88	-88	##	-83	-83	-85	-85	-83	-85	-87	-87	##	##	##	-83
##	##	##	##	##	##	##	-85	-79	-79	-74	##	##	##	##	-88	-89	##	-84	-81	-85	-80	-83	-83	-84	-87	-88	##	##	-83
##	##	-87	-87	##	##	-89	-89	-79	##	##	##	-87	-87	-87	-79	-85	##	-78	-83	-85	-86	-84	-85	-84	##	-88	##	##	##
-87	-89	-88	-86	##	##	-89	-89	##	-86	-89	##	-84	-89	-86	-84	-75	-79	-76	-78	-84	-86	-84	-85	-84	-85	-86	##	##	##
-85	-86	-86	-86	-89	-89	##	##	-89	-81	-81	-78	-87	-77	-80	-79	-79	-78	-78	-77	-88	-85	-85	-82	-88	-85	-90	##	##	##
-87	-89	-89	-85	-84	-84	-83	-85	-87	-83	-81	-87	-82	-88	-88	-80	-79	-71	-76	-77	-76	-80	-82	-77	-81	-72	-78	-83	-84	-88
-84	-84	-86	-86	-77	-76	-79	-67	-80	-75	-72	-72	-71	-74	-72	-75	-79	-70	-76	-72	-77	-75	-78	-79	-82	-82	-81	-83	-82	-82
-88	-84	-82	-84	-83	-81	-86	-80	-83	-80	-73	-70	-72	-74	-77	-76	-76	-73	-74	-70	-76	-78	-78	-75	-84	-82	-85	-86	-86	-82
-81	-84	-82	-75	-75	-75	-70	-66	-67	-70	-68	-65	-66	-68	-68	-74	-66	-68	-67	-69	-82	-82	-85	-81	-84	-79	-80	-81	-84	-84
-79	-84	-81	-77	-74	-74	-72	-64	-74	-70	-64	-65	-68	-66	-65	-77	-73	-71	-74	-74	-77	-81	-78	-80	-80	-88	-85	-78	-78	-78
-87	-83	-82	-75	-73	-80	-71	-70	-72	-60	-69	-68	-69	-68	-70	-77	-76	-71	-75	-72	-84	-85	-81	-80	-74	-87	-86	-80	-80	-83
-83	-79	-82	-83	-71	-78	-77	-73	-75	-71	-70	-76	-77	-67	-71	-78	-79	-77	-85	-86	-84	-88	-88	-89	##	##	##	##	##	##
-84	-80	-85	-85	-77	-78	-79	-81	-75	-76	-74	-72	-70	-69	-72	-78	-67	-70	-82	-82	-81	-88	-89	-86	##	##	##	##	##	##
-82	-82	-80	-78	-79	-74	-74	-72	-75	-79	-68	-69	-71	-68	-75	-74	-70	-70	-82	-80	-83	##	-89	-86	-85	##	##	##	-90	-88
-78	-78	-77	-83	-76	-78	-75	-72	-74	-76	-70	-64	-74	-73	-67	-74	-74	-71	-83	-80	-85	##	-89	-88	-86	##	##	##	-90	-88
-79	-79	-80	-74	-72	-70	-67	-72	-70	-70	-68	-76	-72	-78	-73	-75	-75	-78	-83	-77	-89	##	-89	-88	-86	##	##	##	-90	-88
-75	-77	-74	-78	-75	-78	-74	-86	-73	-69	-71	-74	-70	-71	-77	-77	-77	-79	-83	-85	-84	-89	##	##	##	-89	##	##	##	##
-77	-81	-79	-81	-75	-75	-74	-72	-78	-73	-80	-76	-73	-73	-73	-77	-80	-82	-85	-86	-85	-89	-88	-87	##	-89	##	##	##	##
-78	-83	-79	-84	-78	-81	-77	-74	-83	-79	-83	-83	-76	-73	-79	-81	-77	-78	-84	-86	-86	-89	##	-87	##	-89	##	##	##	##
-75	-79	-79	-76	-84	-70	-76	-76	-75	-71	-81	-72	-76	-77	-74	-82	-77	-75	-84	-84	-86	##	-88	-88	-86	-86	##	##	##	##
-81	-78	-74	-80	-80	-83	-81	-84	-80	-86	-80	-77	-72	-74	-73	-79	-77	-78	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-81	-81	-80	-78	-78	-83	-78	-74	-83	-83	-71	-76	-80	-75	-76	-80	-77	-80	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-88	##	-86	-87	-85	-73	-85	-81	-81	##	-87	-84	-83	-82	-86	-88	-75	-75	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-88	##	-86	-87	-81	-77	-85	##	-81	##	-87	-84	-76	-82	-80	-85	-86	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-88	##	-86	-88	-81	-83	-85	##	-81	##	-86	-84	-82	-85	-80	-82	-86	-82	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	-86	-86	-81	-83	-88	-86	-81	##	-86	-84	-86	-87	-81	-83	-83	-76	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-86	##	-86	##	-81	-83	-88	-86	##	##	-86	-84	-86	-87	-85	-83	-83	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-87	-86	-84	##	##	-83	-88	-86	##	##	-89	-87	-86	-87	-85	-83	-82	-81	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-87	-86	-84	##	##	-88	-88	-86	##	##	-89	-87	-86	-87	-85	-83	-86	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-84	-86	-87	##	-86	-88	##	##	##	##	-89	##	##	##	-86	-82	-86	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-84	-84	-87	##	-86	-88	##	##	-84	-87	-80	-85	-87	##	-87	-86	-87	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-84	##	-85	-85	-87	-85	##	##	-87	-87	-80	-85	-87	##	-87	-88	-85	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-84	##	-85	-85	-87	-79	-87	-74	-87	-87	-80	-87	-87	-87	-87	-86	-86	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-88	-88	-89	-89	-88	-87	-87	-87	-86	-86	-86	-86	-90	-86	-86	-87	-87	-87	-87	-87	-88	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##
-88	-88	-87	-87	-84	-88	-88	-86	-86	-86	-84	-85	-86	-86	-86	-85	##	##	-87	-87	-87	-87	-87	-87	-87	-87	-87	##	##	

ก9 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น 3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_01 Wifi ”

floor3-Electrical_01Wifi

##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-79	-87	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-81	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-79	-87	##	-85	-84	##	##	##	##	##	##	-76	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-82	-84	##	-85	-84	##	##	##	##	##	##	-84	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-85	-85	-86	-88	-86	##	##	##	##	##	##	-84	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-84	-85	-86	-85	-86	##	##	##	##	##	##	-75	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-83	-87	-86	-85	-84	##	##	##	##	##	##	-82	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	-82	-86	-86	-85	-84	##	##	##	##	##	-80	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-87	-83	-83	-83	-87	-88	##	##	##	##	##	-85	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-88	-88	-88	-82	-83	-83	-88	-89	##	##	##	##	##	-82	##
##	##	##	##	##	-87	##	##	##	-89	##	-88	-88	##	-86	-81	-85	-81	-89	-85	##	##	##	##	##	##	-82	##
##	##	##	##	##	-87	##	-81	##	-89	##	##	##	##	-86	-82	-81	-79	-59	-85	##	##	##	##	##	##	-81	##
-83	-88	-87	-85	-85	-86	-86	-86	-86	-86	-84	-83	-87	-86	-86	-81	-76	-82	-88	-87	-88	##	-86	-86	##	##	##	-79	##
-87	-87	-88	-85	-85	-86	-86	-88	-85	-85	-84	-85	-85	-86	-86	-81	-81	-79	-88	-87	-88	##	##	-86	##	-89	##	-81	##
-87	-88	-88	-88	-87	-87	-88	-89	-89	-84	-86	-88	-84	-84	-86	-80	-77	-78	##	##	-88	##	##	-86	##	-89	##	##	-74	##
-87	-87	-87	-87	-86	-87	-87	-81	-84	-85	-87	-84	-87	-84	-88	-82	-80	-77	-87	-88	-88	-89	-89	##	##	-89	##	##	-77	##
-84	-84	-87	-86	-81	-87	-85	-83	-87	-85	-86	-86	-86	-88	-85	-77	-79	-79	-87	-88	-88	-89	-84	##	##	##	##	##	-78	##
-85	-85	-86	-86	-85	-87	-85	-84	-85	-82	-84	-84	-85	-83	-84	-75	-77	-81	-81	-80	-84	-84	-87	-85	-86	-87	-87	-85	-67	-88
-87	-86	-86	-86	-84	-88	-88	-88	-87	-87	-82	-84	-84	-86	-85	-75	-77	-76	-80	-84	-88	-84	-83	-80	-84	-86	-87	-87	-69	-84
-86	-87	-84	-87	-85	-89	-89	-83	-87	-85	-83	-83	-86	-81	-83	-73	-74	-75	-85	-83	-82	-86	-89	-82	-83	-85	-86	-87	-73	-87
-84	-86	-86	-84	-84	-86	-86	-86	-83	-84	-86	-83	-82	-81	-84	-82	-73	-76	-82	-85	-82	-79	-80	-83	-82	-81	-81	-81	-70	-82
-82	-84	-86	-86	-87	-87	-87	-88	-88	-83	-86	-84	-81	-82	-74	-81	-74	##	##	-81	-81	-82	-79	-84	-84	-85	-85	-84	-84	
-83	-83	-84	-85	-87	-87	-87	-87	-87	-88	-84	-83	-85	-84	-85	-72	-75	-75	##	##	-79	-81	-78	-82	-84	-84	-85	-85	-84	-84
-81	-81	-82	-80	-79	-76	-77	-78	-80	-79	-77	-78	-77	-78	-79	-75	-77	-77	##	##	-79	-82	-81	-80	-84	-84	-80	-81	-84	-83
-78	-83	-79	-80	-82	-79	-78	-76	-77	-82	-80	-78	-79	-80	-73	-73	-79	-76	##	##	-79	-77	-83	-82	-84	-84	-83	-81	-84	-83
-80	-83	-79	-71	-82	-79	-80	-77	-78	-81	-81	-79	-81	-78	-78	-77	-77	-76	##	##	-79	-84	-86	-78	-83	-79	-83	-82	-83	-80
-80	-76	-80	-80	-81	-79	-76	-82	-82	-80	-79	-78	-78	-80	-77	-70	-76	-75	##	##	-79	-84	-76	-81	-83	-82	-82	-82	-82	-81
-78	-76	-80	-80	-81	-81	-81	-83	-80	-77	-80	-76	-75	-82	-80	-72	-75	-76	-82	-79	-80	-80	-81	-76	-77	-82	-77	-77	-79	-82
-81	-76	-82	-77	-80	-79	-77	-80	-81	-71	-79	-77	-77	-79	-80	-73	-68	-70	-79	-76	-81	-79	-78	-75	-79	-73	-81	-82	-82	##
-77	-78	-75	-78	-75	-79	-76	-80	-77	-74	-76	-77	-67	-77	-79	-82	-69	-71	-71	-77	-83	-79	-77	-78	-75	-73	-81	-82	-77	-78
-78	-76	-76	-79	-74	-77	-80	-76	-80	-79	-81	-77	-76	-77	-77	-69	-70	-72	-79	-77	-72	-77	-76	-81	-75	-73	-77	-79	-84	-78
-76	-76	-78	-78	-75	-75	-77	-73	-78	-75	-80	-72	-78	-77	-80	-70	-67	-71	-77	-77	-76	-77	-78	-78	-75	-73	-77	-75	-79	-78
-76	-76	-86	-75	-76	-76	-72	-72	-78	-76	-80	-79	-82	-75	-77	-70	-69	-72	-78	-80	-76	-77	-77	-76	-76	-83	-77	-75	-79	-78
-72	-78	-70	-75	-75	-77	-72	-79	-75	-76	-72	-75	-76	-78	-78	-71	-71	-71	-76	-72	-81	-75	-72	-73	-73	-71	-77	-76	-76	-78
##	##	##	##	-64	-61	-62	-62	-40	-67	-61	-63	-62	-62	-64	-65	-66	-64	-66	-63	-65	-68	-64	-64	-71	-73	-68	-74	##	##
##	##	##	##	-60	-65	-58	-64	-60	-66	-62	-63	-64	-61	-61	-61	-67	-64	-63	-62	-62	-63	-65	-67	-64	-64	-68	-66	##	##

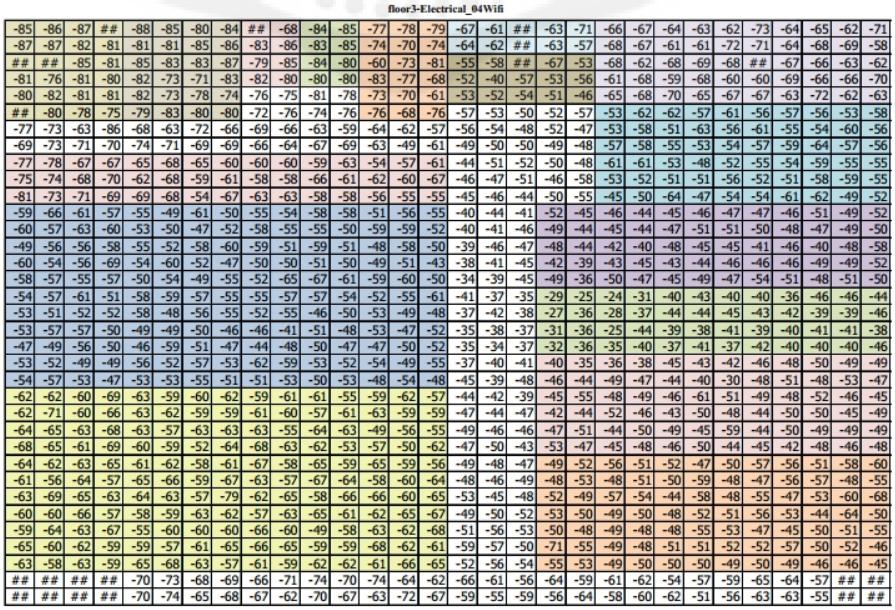
ก10 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ EE_Fl3 ”



floor3-Electrical_FL3Wifi

-86	-86	-87	##	-85	-83	-83	-89	##	-82	-78	-84	-73	-75	-70	-67	-64	##	-61	-59	-46	-42	-44	-40	-44	-35	-29	-30	-41	-36
-88	-86	-84	-86	-86	-83	-84	-91	-78	-70	-76	-80	-79	-68	-72	-49	-53	##	-56	-57	-36	-39	-41	-45	-43	-32	-32	-35	-34	-31
##	##	-84	-85	-87	-86	-81	-83	-81	-85	-78	-78	-58	-65	-68	-50	-54	##	-61	-58	-45	-44	-45	-49	-40	-42	-44	-32	-35	-39
-81	-82	-81	-78	-78	-85	-75	-82	-71	-79	-75	-77	-67	-66	-68	-57	-58	##	-88	-49	-39	-38	-41	-42	-45	-39	-32	-38	-36	-37
-81	-76	-75	-79	-83	-76	-69	-74	-68	-77	-76	-81	-65	-68	-59	-57	-55	-57	-55	-47	-38	-35	-43	-45	-39	-42	-32	-32	-44	-34
##	-73	-72	-73	-81	-83	-67	-74	-70	-69	-70	-68	-64	-60	-58	-60	-51	-55	-54	-57	-51	-46	-46	-49	-47	-42	-45	-46	-48	-45
-71	-70	-69	-71	-68	-71	-69	-61	-69	-65	-63	-58	-60	-59	-53	-50	-58	-59	-56	-62	-48	-55	-47	-47	-50	-47	-46	-43	-45	-40
-71	-70	-70	-66	-65	-67	-65	-70	-61	-63	-62	-61	-56	-60	-61	-57	-58	-63	-51	-57	-45	-52	-53	-45	-52	-51	-44	-51	-49	-45
-82	-84	-73	-78	-77	-72	-75	-70	-65	-62	-63	-69	-65	-56	-62	-61	-63	-58	-55	-61	-50	-55	-51	-48	-51	-49	-43	-44	-47	-50
-80	-80	-74	-75	-74	-73	-69	-70	-68	-69	-70	-68	-70	-69	-68	-62	-54	-65	-59	-62	-49	-57	-53	-58	-56	-48	-47	-47	-43	-47
-81	-76	-73	-77	-72	-78	-69	-73	-62	-58	-70	-69	-68	-67	-67	-62	-57	-65	-59	-68	-40	-51	-50	-50	-52	-51	-45	-46	-44	-45
-74	-80	-79	-71	-70	-66	-79	-71	-70	-67	-68	-72	-71	-73	-66	-64	-64	-68	-67	-65	-58	-54	-61	-64	-63	-66	-63	-60	-61	-65
-80	-82	-81	-80	-77	-80	-80	-79	-75	-73	-75	-74	-70	-72	-66	-64	-63	-73	-73	-62	-58	-61	-60	-70	-58	-61	-56	-60	-60	-63
-80	-75	-79	-61	-78	-82	-73	-75	-76	-73	-69	-68	-70	-70	-71	-67	-62	-69	-68	-66	-65	-66	-62	-54	-59	-59	-56	-54	-59	-60
-79	-82	-82	-82	-76	-78	-70	-74	-73	-68	-70	-74	-68	-77	-74	-58	-68	-51	-69	-70	-61	-68	-66	-66	-56	-65	-71	-66	-64	-67
-77	-81	-82	-79	-79	-74	-67	-75	-67	-70	-66	-69	-73	-78	-75	-70	-67	-70	-62	-63	-65	-66	-69	-73	-59	-69	-63	-65	-63	-63
-74	-75	-75	-79	-77	-77	-75	-72	-73	-76	-72	-73	-77	-77	-81	-73	-69	-75	-73	-74	-68	-71	-75	-78	-71	-73	-72	-77	-73	-69
-79	-79	-80	-75	-78	-76	-81	-77	-78	-75	-76	-79	-73	-85	-82	-73	-68	-77	-77	-75	-72	-68	-70	-68	-74	-64	-73	-75	-74	-72
-79	-87	-80	-75	-72	-76	-70	-78	-78	-78	-76	-79	-82	-87	-80	-76	-69	-71	-69	-70	-69	-66	-77	-62	-72	-70	-69	-71	-72	-74
-72	-74	-80	-73	-73	-85	-79	-77	-73	-70	-73	-73	-72	-80	-80	-70	-69	-69	-70	-72	-71	-73	-69	-73	-71	-74	-73	-75	-74	-73
-80	-77	-77	-76	-80	-85	-80	-79	-84	-83	-78	-77	-72	-74	-86	-71	-76	-70	-77	-72	-79	-77	-82	-77	-74	-84	-76	-82	-79	-79
-82	-82	-78	-80	-76	-70	-76	-81	-82	-77	-80	-79	-86	-78	-76	-81	-76	-75	-77	-81	-74	-77	-79	-76	-78	-87	-83	-82	-79	-79
-80	-82	-82	-83	-86	-80	-85	-85	-80	-85	-83	-83	-82	-85	-85	-81	-72	-76	-77	-81	-74	-78	-83	-76	-78	-85	-76	-82	-79	-79
-83	-83	-83	-84	-85	-87	-85	-85	-85	-78	-85	-84	-89	-84	-81	-75	-78	-78	-77	-81	-74	-78	-83	-76	-81	-84	-78	-82	-81	-81
-83	-87	-82	-84	-85	-82	-85	-85	-81	-85	-86	-88	-88	-88	-84	-72	-73	-78	-77	-81	-74	-78	-83	-76	-81	-76	-81	-77	-81	-79
-84	-85	-82	-80	-79	-84	-85	-84	-81	-81	-80	-84	-86	-85	-85	-78	-76	-83	-77	-81	-74	-78	-74	-77	-81	-81	-81	-77	-77	-79
-88	-85	-81	-78	-87	-79	-85	-80	-84	-83	-81	-82	-86	-86	-86	-79	-82	-78	-79	-81	-83	-83	-84	-84	-80	-84	-77	-83	-83	-79
-86	-86	-80	-78	-83	-84	-85	-84	-87	-85	-81	-85	-83	-81	-86	-80	-82	-83	-76	-83	-81	-83	-84	-82	-81	-83	-77	-78	-83	-79
-85	-87	-82	-87	-78	-84	-81	-84	-82	-85	-87	-86	-83	-83	-87	-81	-83	-80	-81	-82	-87	-83	-84	-80	-81	-79	-82	-78	-83	-79
-81	-87	-83	-85	-79	-79	-81	-84	-84	-85	-83	-84	-87	-83	-82	-85	-82	-79	-81	-82	-81	-76	-80	-80	-80	-79	-82	-78	-80	-79
-87	-86	-84	-85	-84	-77	-84	-82	-87	-84	-85	-85	-87	-84	-88	-84	-80	-80	-81	-79	-82	-76	-77	-71	-80	-79	-82	-78	-80	-76
-84	-86	-85	-84	-84	-84	-83	-88	-80	-85	-85	-85	-81	-83	-88	-80	-84	-79	-81	-80	-84	-84	-79	-71	-80	-79	-82	-78	-80	-76
-85	-85	-84	-84	-83	-84	-83	-85	-86	-81	-87	-88	-88	-85	-88	-83	-84	-78	-81	-70	-81	-77	-72	-71	-80	-77	-82	-78	-78	-76
##	##	##	##	-88	-89	-89	-85	-88	-90	-87	-87	-88	-88	-88	-87	-80	-79	-81	-87	-89	-89	-85	-85	-87	-84	-84	-86	##	##
##	##	##	##	-87	-87	-87	-87	-86	-86	-87	##	##	##	-86	-86	-84	-79	-88	-88	-85	-85	-85	-85	-86	-85	-84	-85	##	##

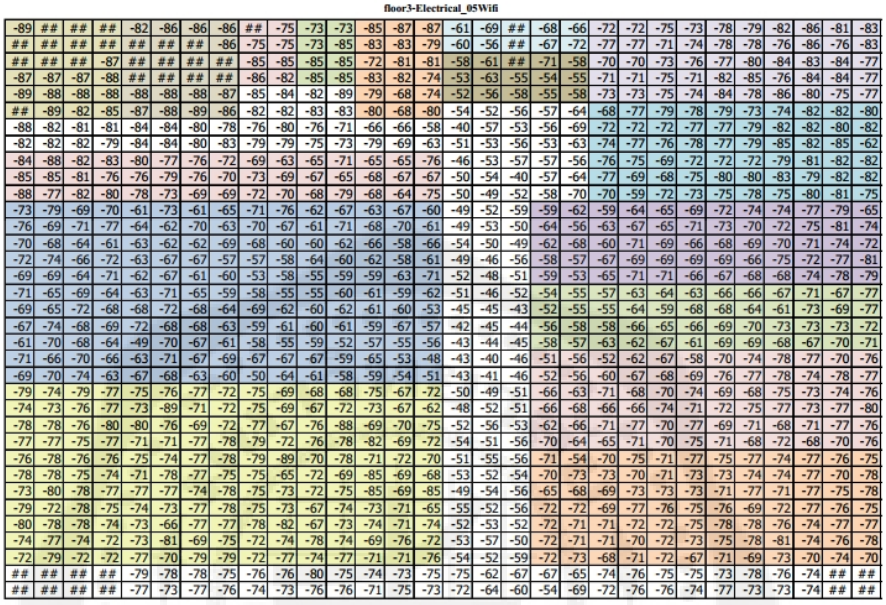
ก11 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_04 Wifi ”



floor3-Electrical_04Wifi

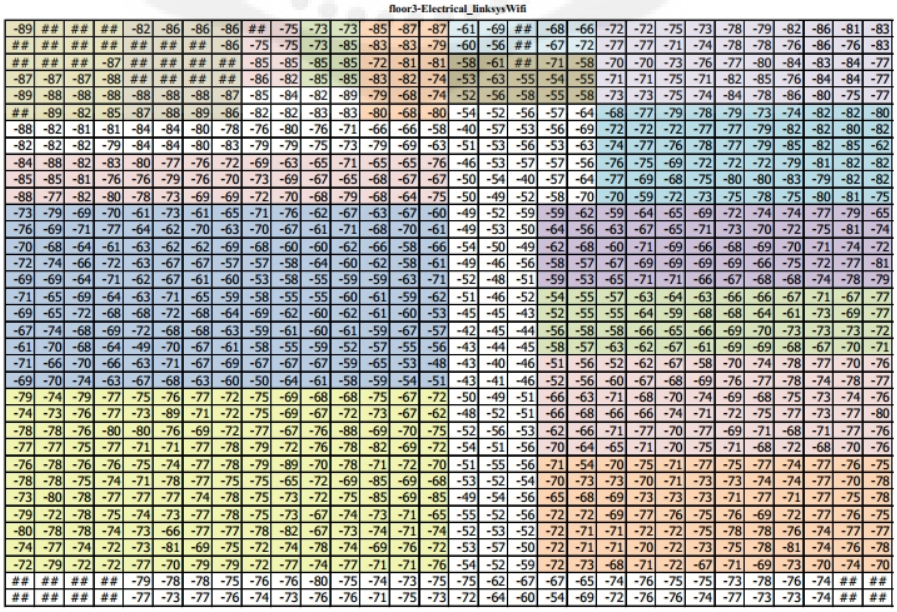
-85	-86	-87	##	-88	-85	-80	-84	##	-68	-84	-85	-77	-78	-79	-67	-61	##	-63	-71	-66	-67	-64	-63	-62	-73	-64	-65	-62	-71
-87	-87	-82	-81	-81	-81	-85	-86	-83	-86	-83	-85	-74	-70	-74	-64	-62	##	-63	-57	-68	-67	-61	-61	-72	-71	-64	-68	-69	-58
##	##	-85	-81	-85	-83	-83	-87	-79	-85	-84	-80	-60	-73	-81	-55	-58	##	-67	-53	-68	-62	-68	-69	-68	##	-67	-66	-63	-62
-81	-76	-81	-80	-82	-73	-71	-83	-82	-80	-80	-80	-83	-77	-68	-52	-40	-57	-53	-56	-61	-68	-59	-68	-60	-60	-69	-66	-66	-70
-80	-82	-81	-81	-82	-73	-78	-74	-76	-75	-81	-78	-73	-70	-61	-53	-52	-54	-51	-46	-65	-68	-70	-65	-67	-67	-63	-72	-62	-63
##	-80	-78	-75	-79	-83	-80	-80	-72	-76	-74	-76	-76	-68	-76	-57	-53	-50	-52	-57	-53	-62	-62	-57	-61	-56	-57	-56	-53	-58
-77	-73	-63	-86	-68	-63	-72	-66	-69	-66	-63	-59	-64	-62	-57	-56	-54	-48	-52	-47	-53	-58	-51	-63	-56	-61	-55	-54	-60	-56
-69	-73	-71	-70	-74	-71	-69	-69	-66	-64	-67	-69	-63	-49	-61	-49	-50	-50	-49	-48	-57	-58	-55	-53	-54	-57	-59	-64	-57	-56
-77	-78	-67	-67	-65	-68	-65	-60	-60	-60	-59	-63	-54	-57	-61	-44	-51	-52	-50	-48	-61	-61	-53	-48	-52	-55	-54	-59	-55	-55
-75	-74	-68	-70	-62	-68	-59	-61	-58	-58	-66	-61	-62	-60	-67	-46	-47	-51	-46	-58	-53	-52	-51	-51	-56	-52	-51	-58	-59	-55
-81	-73	-71	-69	-69	-68	-54	-67	-63	-63	-58	-58	-56	-55	-55	-45	-46	-44	-50	-55	-45	-50	-64	-47	-54	-54	-61	-62	-49	-52
-59	-66	-61	-57	-55	-49	-61	-50	-55	-54	-58	-58	-51	-56	-55	-40	-44	-41	-52	-45	-46	-44	-45	-46	-47	-47	-46	-51	-49	-52
-60	-57	-63	-60	-53	-50	-47	-52	-58	-55	-55	-50	-59	-59	-52	-40	-41	-46	-49	-44	-45	-44	-47	-51	-51	-50	-48	-47	-49	-50
-49	-56	-56	-58	-55	-52	-58	-60	-59	-51	-59	-51	-48	-58	-50	-39	-46	-47	-48	-44	-42	-40	-48	-45	-45	-41	-46	-40	-48	-58
-60	-54	-56	-69	-54	-60	-52	-47	-50	-50	-51	-50	-49	-51	-43	-38	-41	-45	-42	-39	-43	-45	-43	-44	-46	-46	-46	-49	-49	-52
-58	-57	-55	-57	-50	-54	-49	-55	-52	-65	-67	-61	-59	-60	-50	-34	-39	-45	-49	-36	-50	-47	-45	-49	-47	-54	-51	-48	-51	-50
-54	-57	-61	-51	-58	-59	-57	-55	-55	-57	-57	-54	-52	-55	-61	-41	-37	-35	-29	-25	-24	-31	-40	-43	-40	-40	-36	-46	-46	-44
-53	-51	-52	-52	-58	-48	-56	-55	-52	-55	-46	-50	-53	-49	-48	-37	-42	-38	-27	-36	-28	-37	-44	-44	-45	-43	-42	-39	-39	-46
-53	-57	-57	-50	-49	-49	-50	-46	-46	-41	-51	-48	-53	-47	-52	-35	-38	-37	-31	-36	-25	-44	-39	-38	-41	-39	-40	-41	-41	-38
-47	-49	-56	-50	-46	-59	-51	-47	-44	-48	-50	-47	-47	-50	-52	-35	-34	-37	-32	-36	-35	-40	-37	-41	-37	-42	-40	-40	-40	-46
-53	-52	-49	-49	-56	-52	-57	-53	-62	-59	-53	-52	-54	-49	-55	-37	-40	-41	-40	-35	-36	-38	-45	-43	-42	-46	-48	-50	-49	-49
-54	-57	-53	-47	-53	-53	-55	-51	-51	-53	-50	-53	-48	-54	-48	-45	-39	-48	-46	-44	-49	-47	-44	-40	-30	-48	-51	-48	-53	-47
-62	-62	-60	-69	-63	-59	-60	-62	-59	-61	-61	-55	-59	-62	-57	-44	-42	-39	-45	-55	-48	-49	-46	-61	-51	-49	-48	-52	-46	-45
-62	-71	-60	-66	-63	-62	-59	-59	-61	-60	-57	-61	-63	-59	-59	-47	-44	-47	-42	-44	-52	-46	-43	-50	-48	-44	-50	-50	-45	-49
-64	-65	-63	-68	-63	-57	-63	-63	-63	-55	-64	-63	-49	-56	-55	-49	-46	-46	-47	-51	-44	-50	-49	-45	-59	-44	-50	-49	-49	-49
-68	-65	-61	-69	-60	-59	-52	-64	-68	-63	-62	-53	-57	-50	-62	-47	-50	-43	-53	-47	-45	-48	-46	-50	-44	-45	-42	-48	-46	-48
-64	-62	-63	-65	-61	-62	-58	-61	-67	-58	-65	-59	-65	-59	-56	-49	-48	-47	-49	-52	-56	-51	-52	-47	-50	-57	-56	-51	-58	-60
-61	-56	-64	-57	-65	-66	-59	-67	-63	-57	-67	-64	-58	-60	-64	-48	-46	-49	-48	-53	-48	-51	-50	-59	-48	-47	-56	-57	-48	-55
-63	-69	-65	-63	-64	-63	-57	-79	-62	-65	-58	-66	-66	-60	-65	-53	-45	-48	-52	-49	-57	-54	-44	-58	-48	-55	-47	-53	-60	-68
-60	-60	-66	-57	-58	-59	-63	-62	-57	-63	-65	-61	-62	-65	-67	-49	-50	-52	-53	-50	-49	-50	-48	-52	-51	-56	-53	-44	-64	-50
-59	-64	-63	-67	-55	-60	-60	-60	-66	-60	-49	-58	-63	-62	-68	-51	-56	-53	-50	-48	-49	-48	-48	-55	-53	-47	-45	-50	-51	-55
-65	-60	-62	-59	-59	-57	-61	-65	-66	-65	-59	-59	-68	-62	-61	-59	-57	-50	-71	-55	-49	-48	-51	-51	-52	-52	-57	-50	-52	-46
-63	-58	-63	-59	-65	-68	-63	-57	-61	-59	-62	-62	-61	-66	-65	-52	-56	-54	-55	-53	-49	-50	-50	-49	-50	-49	-46	-46	-46	-45
##	##	##	##	-70	-73	-68	-69	-66	-71	-74	-70	-74	-64	-62	-66	-61	-56	-64	-59	-61	-62	-54	-57	-59	-65	-64	-57	##	##
##	##	##	##	-70	-74	-65	-68	-67	-62	-70	-67	-63	-72	-67	-59	-55	-59	-56	-64	-58	-60	-62	-51	-56	-63	-63	-55	##	##

ก12 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Electrical_05 Wifi ”



-89	##	##	##	-82	-86	-86	-86	##	-75	-73	-73	-85	-87	-87	-61	-69	##	-68	-66	-72	-72	-75	-73	-78	-79	-82	-86	-81	-83
##	##	##	##	##	##	##	-86	-75	-75	-73	-85	-83	-83	-79	-60	-56	##	-67	-72	-77	-77	-71	-74	-78	-78	-76	-86	-76	-83
##	##	##	-87	##	##	##	##	-85	-85	-85	-85	-72	-81	-81	-58	-61	##	-71	-58	-70	-70	-73	-76	-77	-80	-84	-83	-84	-77
-87	-87	-87	-88	##	##	##	##	-86	-82	-85	-85	-83	-82	-74	-53	-63	-55	-54	-55	-71	-71	-75	-71	-82	-85	-76	-84	-84	-77
-89	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-87	-85	-84	-82	-89	-79	-68	-74	-52	-56	-58	-55	-58	-73	-73	-75	-74	-84	-78	-86	-80	-75	-77
##	-89	-82	-85	-87	-88	-89	-86	-82	-82	-83	-83	-80	-68	-80	-54	-52	-56	-57	-64	-68	-77	-79	-78	-79	-73	-74	-82	-82	-80
-88	-82	-81	-81	-84	-84	-80	-78	-76	-80	-76	-71	-66	-66	-58	-40	-57	-53	-56	-69	-72	-72	-72	-77	-77	-79	-82	-82	-80	-82
-82	-82	-82	-79	-84	-84	-80	-83	-79	-79	-75	-73	-79	-69	-63	-51	-53	-56	-53	-63	-74	-77	-76	-78	-77	-79	-85	-82	-85	-62
-84	-88	-82	-83	-80	-77	-76	-72	-69	-63	-65	-71	-65	-65	-76	-46	-53	-57	-57	-56	-76	-75	-69	-72	-72	-72	-79	-81	-82	-82
-85	-85	-81	-76	-76	-79	-76	-70	-73	-69	-67	-65	-68	-67	-67	-50	-54	-40	-57	-64	-77	-69	-68	-75	-80	-80	-83	-79	-82	-82
-88	-77	-82	-80	-78	-73	-69	-69	-72	-70	-68	-79	-68	-64	-75	-50	-49	-52	-58	-70	-70	-59	-72	-73	-75	-78	-75	-80	-81	-75
-73	-79	-69	-70	-61	-73	-61	-65	-71	-76	-62	-67	-63	-67	-60	-49	-52	-59	-59	-62	-59	-64	-65	-69	-72	-74	-74	-77	-79	-65
-76	-69	-71	-77	-64	-62	-70	-63	-70	-67	-61	-71	-68	-70	-61	-49	-53	-50	-64	-56	-63	-67	-65	-71	-73	-70	-72	-75	-81	-74
-70	-68	-64	-61	-63	-62	-62	-69	-68	-60	-60	-62	-66	-58	-66	-54	-50	-49	-62	-68	-60	-71	-69	-66	-68	-69	-70	-71	-74	-72
-72	-74	-66	-72	-63	-67	-67	-57	-57	-58	-64	-60	-62	-58	-61	-49	-46	-56	-58	-57	-67	-69	-69	-69	-69	-66	-75	-72	-77	-81
-69	-69	-64	-71	-62	-67	-61	-60	-53	-58	-55	-59	-59	-63	-71	-52	-48	-51	-59	-53	-65	-71	-71	-66	-67	-68	-68	-74	-78	-69
-71	-65	-69	-64	-63	-71	-65	-59	-58	-55	-55	-60	-61	-59	-62	-51	-46	-52	-54	-55	-57	-63	-64	-63	-66	-66	-67	-71	-67	-77
-69	-65	-72	-68	-68	-72	-68	-64	-69	-62	-60	-62	-61	-60	-53	-45	-45	-43	-52	-55	-55	-64	-59	-68	-68	-64	-61	-73	-69	-77
-67	-74	-68	-69	-72	-68	-68	-63	-59	-61	-60	-61	-59	-67	-57	-42	-45	-44	-56	-58	-58	-66	-65	-66	-69	-70	-73	-73	-73	-72
-61	-70	-68	-64	-49	-70	-67	-61	-58	-55	-59	-52	-57	-55	-56	-43	-44	-45	-58	-57	-63	-62	-67	-61	-69	-69	-68	-67	-70	-71
-71	-66	-70	-66	-63	-71	-67	-69	-67	-67	-67	-59	-65	-53	-48	-43	-40	-46	-51	-56	-52	-62	-67	-58	-70	-74	-78	-77	-70	-76
-69	-70	-74	-63	-67	-68	-63	-60	-50	-64	-61	-58	-59	-54	-51	-43	-41	-46	-52	-56	-60	-67	-68	-69	-76	-77	-78	-74	-78	-77
-79	-74	-79	-77	-75	-76	-77	-72	-75	-69	-68	-68	-75	-67	-72	-50	-49	-51	-66	-63	-71	-68	-70	-74	-69	-68	-75	-73	-74	-76
-74	-73	-76	-77	-73	-89	-71	-72	-75	-69	-67	-72	-73	-67	-62	-48	-52	-51	-66	-68	-66	-66	-74	-71	-72	-75	-77	-73	-77	-80
-78	-78	-76	-80	-80	-76	-69	-72	-77	-67	-76	-88	-69	-70	-75	-52	-56	-53	-62	-66	-71	-77	-70	-77	-69	-71	-68	-71	-77	-76
-77	-77	-75	-77	-71	-71	-77	-78	-79	-72	-76	-78	-82	-69	-72	-54	-51	-56	-70	-64	-65	-71	-70	-75	-71	-68	-72	-68	-70	-76
-76	-78	-76	-76	-75	-74	-77	-78	-79	-89	-70	-78	-71	-72	-70	-51	-55	-56	-71	-54	-70	-75	-71	-77	-75	-77	-74	-77	-76	-75
-78	-78	-75	-74	-71	-78	-77	-75	-75	-65	-72	-69	-85	-69	-68	-53	-52	-54	-70	-73	-73	-70	-71	-73	-73	-74	-74	-77	-70	-78
-73	-80	-78	-77	-77	-77	-74	-78	-75	-73	-72	-75	-85	-69	-85	-49	-54	-56	-65	-68	-69	-73	-73	-73	-71	-77	-71	-77	-75	-78
-79	-72	-78	-75	-74	-73	-77	-78	-75	-73	-67	-74	-73	-71	-65	-55	-52	-56	-72	-72	-69	-77	-76	-75	-76	-69	-72	-77	-76	-75
-80	-78	-78	-74	-73	-66	-77	-77	-78	-82	-67	-73	-74	-71	-74	-52	-53	-52	-72	-71	-71	-72	-72	-75	-78	-78	-76	-74	-77	-77
-74	-77	-74	-72	-73	-81	-69	-75	-72	-74	-78	-74	-69	-76	-72	-53	-57	-50	-72	-71	-71	-70	-72	-73	-75	-78	-81	-74	-76	-78
-72	-79	-72	-72	-77	-70	-79	-79	-72	-77	-74	-77	-71	-71	-76	-54	-52	-59	-72	-73	-68	-71	-72	-67	-71	-69	-73	-70	-74	-70
##	##	##	##	-79	-78	-78	-75	-76	-76	-80	-75	-74	-73	-75	-75	-62	-67	-67	-65	-74	-76	-75	-75	-73	-78	-76	-74	##	##
##	##	##	##	-77	-73	-77	-76	-74	-73	-76	-76	-71	-75	-73	-72	-64	-60	-54	-69	-72	-76	-76	-74	-77	-73	-73	-74	##	##

ก13 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ linksys_SES_20502 ”



-89	##	##	##	-82	-86	-86	-86	##	-75	-73	-73	-85	-87	-87	-61	-69	##	-68	-66	-72	-72	-75	-73	-78	-79	-82	-86	-81	-83
##	##	##	##	##	##	##	-86	-75	-75	-73	-85	-83	-83	-79	-60	-56	##	-67	-72	-77	-77	-71	-74	-78	-78	-76	-86	-76	-83
##	##	##	-87	##	##	##	##	-85	-85	-85	-85	-72	-81	-81	-58	-61	##	-71	-58	-70	-70	-73	-76	-77	-80	-84	-83	-84	-77
-87	-87	-87	-88	##	##	##	##	-86	-82	-85	-85	-83	-82	-74	-53	-63	-55	-54	-55	-71	-71	-75	-71	-82	-85	-76	-84	-84	-77
-89	-88	-88	-88	-88	-88	-88	-87	-85	-84	-82	-89	-79	-68	-74	-52	-56	-58	-55	-58	-73	-73	-75	-74	-84	-78	-86	-80	-75	-77
##	-89	-82	-85	-87	-88	-89	-86	-82	-82	-83	-83	-80	-68	-80	-54	-52	-56	-57	-64	-68	-77	-79	-78	-79	-73	-74	-82	-82	-80
-88	-82	-81	-81	-84	-84	-80	-78	-76	-80	-76	-71	-66	-66	-58	-40	-57	-53	-56	-69	-72	-72	-72	-77	-77	-79	-82	-82	-80	-82
-82	-82	-82	-79	-84	-84	-80	-83	-79	-79	-75	-73	-79	-69	-63	-51	-53	-56	-53	-63	-74	-77	-76	-78	-77	-79	-85	-82	-85	-62
-84	-88	-82	-83	-80	-77	-76	-72	-69	-63	-65	-71	-65	-65	-76	-46	-53	-57	-57	-56	-76	-75	-69	-72	-72	-72	-79	-81	-82	-82
-85	-85	-81	-76	-76	-79	-76	-70	-73	-69	-67	-65	-68	-67	-67	-50	-54	-40	-57	-64	-77	-69	-68	-75	-80	-80	-83	-79	-82	-82
-88	-77	-82	-80	-78	-73	-69	-69	-72	-70	-68	-79	-68	-64	-75	-50	-49	-52	-58	-70	-70	-59	-72	-73	-75	-78	-75	-80	-81	-75
-73	-79	-69	-70	-61	-73	-61	-65	-71	-76	-62	-67	-63	-67	-60	-49	-52	-59	-59	-62	-59	-64	-65	-69	-72	-74	-74	-77	-79	-65
-76	-69	-71	-77	-64	-62	-70	-63	-70	-67	-61	-71	-68	-70	-61	-49	-53	-50	-64	-56	-63	-67	-65	-71	-73	-70	-72	-75	-81	-74
-70	-68	-64	-61	-63	-62	-62	-69	-68	-60	-60	-62	-66	-58	-66	-54	-50	-49	-62	-68	-60	-71	-69	-66	-68	-69	-70	-71	-74	-72
-72	-74	-66	-72	-63	-67	-67	-57	-57	-58	-64	-60	-62	-58	-61	-49	-46	-56	-58	-57	-67	-69	-69	-69	-69	-66	-75	-72	-77	-81
-69	-69	-64	-71	-62	-67	-61	-60	-53	-58	-55	-59	-59	-63	-71	-52	-48	-51	-59	-53	-65	-71	-71	-66	-67	-68	-68	-74	-78	-79
-71	-65	-69	-64	-63	-71	-65	-59	-58	-55	-55	-60	-61	-59	-62	-51	-46	-52	-54	-55	-57	-63	-64	-63	-66	-66	-67	-71	-67	-77
-69	-65	-72	-68	-68	-72	-68	-64	-69	-62	-60	-62	-61	-60	-53	-45	-45	-43	-52	-55	-55	-64	-59	-68	-68	-64	-61	-73	-69	-77
-67	-74	-68	-69	-72	-68	-68	-63	-59	-61	-60	-61	-59	-67	-57	-42	-45	-44	-56	-58	-58	-66	-65	-66	-69	-70	-73	-73	-73	-72
-61	-70	-68	-64	-49	-70	-67	-61	-58	-55	-59	-52	-57	-55	-56	-43	-44	-45	-58	-57	-63	-62	-67	-61	-69	-69	-68	-67	-70	-71
-71	-66	-70	-66	-63	-71	-67	-69	-67	-67	-67	-59	-65	-53	-48	-43	-40	-46	-51	-56	-52	-62	-67	-58	-70	-74	-78	-77	-70	-76
-69	-70	-74	-63	-67	-68	-63	-60	-50	-64	-61	-58	-59	-54	-51	-43	-41	-46	-52	-56	-60	-67	-68	-69	-76	-77	-78	-74	-78	-77
-79	-74	-79	-77	-75	-76	-77	-72	-75	-69	-68	-68	-75	-67	-72	-50	-49	-51	-66	-63	-71	-68	-70	-74	-69	-68	-75	-73	-74	-76
-74	-73	-76	-77	-73	-89	-71	-72	-75	-69	-67	-72	-73	-67	-62	-48	-52	-51	-66	-68	-66	-66	-74	-71	-72	-75	-77	-73	-77	-80
-78	-78	-76	-80	-80	-76	-69	-72	-77	-67	-76	-88	-69	-70	-75	-52	-56	-53	-62	-66	-71	-77	-70	-77	-69	-71	-68	-71	-77	-76
-77	-77	-75	-77	-71	-71	-77	-78	-79	-72	-76	-78	-82	-69	-72	-54	-51	-56	-70	-64	-65	-71	-70	-75	-71	-68	-72	-68	-70	-76
-76	-78	-76	-76	-75	-74	-77	-78	-79	-89	-70	-78	-71	-72	-70	-51	-55	-56	-71	-54	-70	-75	-71	-77	-75	-77	-74	-77	-76	-75
-78	-78	-75	-74	-71	-78	-77	-75	-75	-65	-72	-69	-85	-69	-68	-53	-52	-54	-70	-73	-73	-70	-71	-73	-73	-74	-74	-77	-70	-78
-73	-80	-78	-77	-77	-77	-74	-78	-75	-73	-72	-75	-85	-69	-85	-49	-54	-56	-65	-68	-69	-73	-73	-73	-71	-77	-71	-77	-75	-78
-79	-72	-78	-75	-74	-73	-77	-78	-75	-73	-67	-74	-73	-71	-65	-55	-52	-56	-72	-72	-69	-77	-76	-75	-76	-69	-72	-77	-76	-75
-80	-78	-78	-74	-73	-66	-77	-77	-78	-82	-67	-73	-74	-71	-74	-52	-53	-52	-72	-71	-71	-72	-72	-75	-78	-78	-76	-74	-77	-77
-74	-77	-74	-72	-73	-81	-69	-75	-72	-74	-78	-74	-69	-76	-72	-53	-57	-50	-72	-71	-71	-70	-72	-73	-75	-78	-81	-74	-76	-78
-72	-79	-72	-72	-77	-70	-79	-79	-72	-77	-74	-77	-71	-71	-76	-54	-52	-59	-72	-73	-68	-71	-72	-67	-71	-69	-73	-70	-74	-70
##	##	##	##	-79	-78	-78	-75	-76	-76	-80	-75	-74	-73	-75	-75	-62	-67	-67	-65	-74	-76	-75	-75	-73	-78	-76	-74	##	##
##	##	##	##	-77	-73	-77	-76	-74	-73	-76	-76	-71	-75	-73	-72	-64	-60	-54	-69	-72	-76	-76	-74	-77	-73	-73	-74	##	##

ก14 รูป ค่าความแรงของสัญญาณบริเวณชั้น3 ของอุปกรณ์ในการส่งสัญญาณและกระจายสัญญาณ “ Dlink ”

floor3-Electrical_dlinkWifi

##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-88	##	##	-85	-84	-88	-84	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-88	##	##	##	-84	##	-84	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-88	##	##	##	-84	##	-84	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-88	##	##	##	-86	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	-88	-89	-85	-86	-84	##	-86	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-84	-84	-84	-86	-86	-86	-86
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-84	-84	-84	-86	-86	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-89	-89	-89	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-64	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	-89	-86	-87	-87	-87	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	-88	-88	-90	-90	-90	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-86	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-86	##	##
-85	-85	-86	-86	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	-84	-81	-84	-84	-84	-84	-70	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-87	-87	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	-86	-86	-86	-86	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-89	-87	-84	-87	-89	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-89	-87	-88	-88	-88	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-86	-86	-87	-81	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-86	-86	-87	-87	-87	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-79	-76	-76	-81	-86	##	-85	-85	-85	-85	-83	-84	-84	-83	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-79	-83	-76	-81	-86	-82	-85	-85	##	-84	-83	-84	-87	-85	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-78	-83	-79	-81	##	-82	-85	##	-83	-84	-85	-82	-87	-86	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-69	-83	-81	-84	##	-82	-79	##	-83	-87	-83	-82	-87	-84	-83	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-80	-83	-75	-81	##	-82	-79	##	-83	-82	-87	-86	-83	-80	-87	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-82	-85	-79	-84	##	-80	-80	-86	-85	-82	-87	-86	-82	-85	-81	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	##	##	##	##
-84	-85	-79	-84	##	-84	-80	-86	-83	-82	-82	-86	-82	##	-80	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	-87	##	##	##	##
-82	-85	-80	-84	##	-82	-80	-86	-83	-82	-81	-85	-76	-85	-85	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-82	-83	-80	-78	##	-82	-80	-86	-82	-82	-83	-83	-80	-85	-79	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-82	-83	-90	-90	##	-88	-80	-79	-82	-82	-83	-83	-80	-85	-79	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
-82	-82	-80	-82	##	-88	##	##	-82	-82	-79	-79	-82	-85	-79	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##	##
##	##	##	##	##	##	##	##	##	-88	-88	-87	-87	-87	-87	-87	-87	##	##	##	-85	-85	##	##	-87	-87	##	##	##
##	##	##	##	##	##	-84	-84	-84	-85	-87	-87	-86	-87	##	-87	-87	-87	##	##	-86	-86	-86	##	-87	-81	-87	##	##	##

***หมายเหตุ : ## ในตารางมีค่าเท่ากับ 100

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล	นางสาวหนึ่งฤทัย พูนขุนทด
วัน เดือน ปี	22 กุมภาพันธ์ 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดกาญจนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	8/14 หมู่8 ตำบลแก่งเสี้ยน อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี 71000
โทรศัพท์	081-736-2310
E-mail	Korawaw_55@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี
พ.ศ.2550	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จ พระศรีนครินทร์ กาญจนบุรี
พ.ศ.2553	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกรรณิการ์ พลเดช
วัน เดือน ปี	14 มิถุนายน 2534
สถานที่เกิด	จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	3 หมู่14 หมู่บ้านชิดชล ตำบลเกิ้ง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
โทรศัพท์	083-356-0939
E-mail	Ar_KP_HP@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ.2550	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม
พ.ศ.2553	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติย่อนิสิตผู้ทำโครงงาน

ชื่อ-สกุล	นางสาวจารุวรรณ ภีสระ
วัน เดือน ปี	30 มีนาคม 2535
สถานที่เกิด	จังหวัดขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	641/223 หมู่1 ตำบลในเมือง อำเภอบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น 40110
โทรศัพท์	085-948-7841
E-mail	Garuwan_boom@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2547	ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2550	ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น
พ.ศ.2553	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ