การหาตำแหน่งผู้ใช้งานด้วยระบบ Wireless LAN โดยใช้ความแรงของสัญญาณ
WLAN Positioning System Using Signal Strength Approach

โดย

นางสาวกิตติพี ชาญสำเร็จ รหัสนักศึกษา 4836503

นางสาวพัชรวรรณ เปี่ยมบุญ รหัสนักศึกษา 4836948

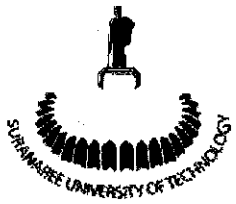
รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา ปรากฏการณ์และการสื่อสารไร้สาย

ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2550

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2545

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

CONTRIBUTION



การหาตำแหน่งผู้ใช้งานในระบบ Wireless LAN โดยใช้ความแรงของสัญญาณ

WLAN Positioning System Using Signal Strength Approach

โดย

นางสาววิลาสินี ธนะสำเริง รหัสนักศึกษา B4703983

นางสาวพัชจุฑา เป้าพุดา รหัสนักศึกษา B4709848

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 427499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม

ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2550

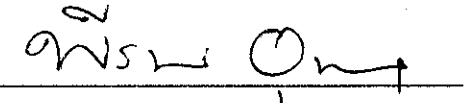
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2545

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การหาตำแหน่งผู้ใช้งานในระบบ Wireless LAN โดยใช้ความแรงของสัญญาณ

คณะกรรมการสอบโครงงาน



(อาจารย์ ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล)
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุติมา พรหมมาก)
กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ร. อ.ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์)
กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงงานฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม วิชา 427 499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม ประจำปีการศึกษา 2550

โครงงาน	การหาตำแหน่งผู้ใช้งานในระบบ Wireless LAN โดยใช้ความแรงของสัญญาณ
โดย	นางสาว วิลาสินี ธนะสำเริง
	นางสาว พัชจุฑา เป้าพุดา
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.พีระพงษ์ อุฑารสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษาที่	3/2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เสนอแนวคิดที่จะนำสัญญาณ Wireless LAN ที่ใช้อยู่ภายในอาคารมาหาตำแหน่งของผู้ใช้งาน Wireless LAN โดยจับความแรงของสัญญาณที่รับได้จาก Access Point แต่ละตัวจากนั้นนำมาแปลงเป็นระยะทางเพื่อหาพื้นที่ที่เกิดการซ้อนทับกันของสัญญาณและระบุตำแหน่งของผู้ใช้งาน

จากการทดสอบที่ได้จากการหาตำแหน่งผู้ใช้งานในระบบ Wireless LAN โดยใช้ความแรงของสัญญาณจะพบว่าสามารถทำการวิเคราะห์หาตำแหน่งของผู้ใช้งาน Wireless LAN ภายในอาคารได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง สำหรับบุคคล และกลุ่มบุคคลต่างๆ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ และด้านการดำเนินงาน ดังนี้

- อ.ดร. พีระพงษ์ อุฑารสกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานชิ้นนี้ ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และ สนับสนุนการดำเนินงานมาโดยตลอด
- บุคลากรสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ซึ่งสนับสนุนการดำเนินงาน
- เหล่าคณาจารย์ ซึ่งได้ประสิทธ์ประสาทวิชาความรู้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การเลี้ยงดูอบรมและส่งเสริมการศึกษาเป็นอย่างดี ตลอดมา จนทำให้ผู้จัดทำประสบความสำเร็จในทุกวันนี้

นางสาว วิลาสินี ธนะสำเริง

นางสาว พัชจุฑา เป้าพุดา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.2.1เพื่อให้ผู้ใช้งานในระบบWLANสามารถทราบตำแหน่งของตนเองได้ว่าอยู่บริเวณใด	2
1.2.2 เพื่อนำเทคโนโลยีไร้สายเข้ามาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม	2
1.2.3 เพื่อลดปัญหาการหลงทางและช่วยปัญหาความไม่คุ้นเคยกับสถานที่	2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	
1.3.1โปรแกรมจะทำการค้นหาตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งานภายในอาคาร	2
1.3.2ผู้ใช้งานระบบสามารถที่จะทราบถึงตำแหน่งของตนเองในสถานที่ที่อยู่ได้โดยผ่านทางหน้าจอ Interface	2
1.3.3โปรแกรมที่ทำขึ้นสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่แสดงผลผ่านทางหน้าจอ (Monitor) เช่นNotebook หรือ Pocket PC	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	
1.4.1 ค้นคว้าข้อมูลเรื่อง Wireless LAN	2
1.4.2 ศึกษาการใช้โปรแกรม Visual C#	2
1.4.3 ทดลองเขียนโปรแกรมเบื้องต้น	2
1.4.4 เริ่มเขียนโปรแกรมให้ทำการแสดงค่าความแรงของสัญญาณที่สามารถรับได้	2
1.4.5เขียนโปรแกรมในส่วนของการแปลงความแรงของสัญญาณที่รับได้ให้เป็นระยะทาง	2
1.4.6 เขียนโปรแกรมเพื่อหาตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์	2
1.4.7 ทำส่วนกราฟิกของโปรแกรม	2
1.4.8 ทำการทดสอบโปรแกรมรวมถึงประเมินผลและปรับแต่งโปรแกรม	2
1.4.9 วิเคราะห์ผลการทดสอบโปรแกรมในเชิงข้อมูลและสถิติ	2

1.4.10 สรุปผลการทำงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้รับความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม 3

1.5.2 ได้รับความรู้ความเข้าใจระบบการทำงานของอุปกรณ์ไร้สาย 3

1.5.3 สามารถออกแบบการทำงานของโปรแกรมและระบบได้ 3

1.5.4 สามารถสร้างโปรแกรมที่ระบุตำแหน่งบุคคลที่อยู่ภายในอาคารได้ 3

1.5.5 สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อประโยชน์ในอนาคต 3

บทที่ 2

ทฤษฎีระบบเครือข่ายไร้สาย 4

2.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย 4

2.2 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย 4

2.3 Access Point 7

2.4 สิ่งกีดขวางมีผลต่อการรับสัญญาณคลื่นวิทยุ 9

2.5 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง 10

2.6วิธีคำนวณระยะทางใช้งานสูงสุดของระบบ Wireless LAN 10

2.6.1 การลดทอนสัญญาณของคลื่นตามระยะทาง 11

2.6.2 การลดทอนของคลื่นที่เดินทางผ่านตัวกลาง 11

2.7 ประโยชน์ของระบบเครือข่ายไร้สาย 12

2.7.1. Mobility improves productivity & service 12

2.7.2. Installation speed and simplicity 12

2.7.3. Installation flexibility 12

2.7.4. Reduced cost- of-ownership 12

2.7.5. Scalability 12

2.8 ทฤษฎีการระบุพิกัดจากแนวคิดจากการใช้งาน Wireless LAN 13

บทที่ 3

การออกแบบโปรแกรม 14

3.1 ความน่าสนใจของโครงงาน 14

3.2 โครงสร้างของโปรแกรม 14

3.3 การทำงานด้าน Graphics ของตัวโปรแกรมที่เขียนโดย Visual C# 15

3.4 สมการที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ในตัวโปรแกรม 15

3.5 วิธีการใช้งานโปรแกรม 21

บทที่4
การทำงานของโปรแกรมและผลการทดลอง 25
4.1 การทดสอบโปรแกรม 26
บทที่5
สรุปและข้อเสนอแนะ 69
5.1 สรุป 69
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 70
5.3 ขีดจำกัดของโครงงาน 70
5.4 ข้อเสนอแนะ 71

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดและค่าพารามิเตอร์ของ Access Point ภายในบริเวณอาคารวิชาการชั้นที่ 4	8
ตารางที่ 3.1 แสดงย่านความถี่ที่ใช้งานในมาตรฐานต่าง ๆ	17
ตารางที่ 3.2 แสดงค่าการลดทอนเนื่องจากสิ่งกีดขวาง	19
ตารางที่4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่1	29
ตารางที่4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่2	32
ตารางที่4.3 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่3	35
ตารางที่4.4 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่4	38
ตารางที่4.5 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่5	41
ตารางที่4.6 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่6	44
ตารางที่4.7 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่7	47
ตารางที่4.8 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่8	50
ตารางที่4.9 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่9	53
ตารางที่4.10 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่10	56
ตารางที่4.11 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่11	59
ตารางที่4.12 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่12	62
ตารางที่4.13 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่13	65
ตารางที่4.14 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่14	68

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer	4
รูปที่ 2.2 ระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client / server หรือ Infrastructure mode	5
รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Access Point	6
รูปที่ 2.4 การใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ Access Point	6
รูปที่2.5 ระบบแลนไร้สาย	7
รูปที่ 2.6 ตัวอุปกรณ์ Access Point	8
รูปที่ 2.7 เขตเงาสัญญาณที่เกิดขึ้นกับสัญญาณ Wireless	9
รูปที่2.8 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง	10
รูปที่ 2.9 การออกแบบการระบุพิกัดจากแนวคิดจากการใช้งาน Wireless LAN ระบุพิกัดของอุปกรณ์	13
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของโปรแกรม	14
รูปที่ 3.2 แสดง Algorithm ในการวนหาตำแหน่งของกำแพงและเก็บค่า Attenuation ของกำแพง	18
รูปที่ 3.3 แสดงการหาค่าผลรวมของลดทอนในแต่ละทิศทาง	18
รูปที่3.4 แสดงการหาจุดกึ่งกลางของสามเหลี่ยม	19
รูปที่3.6 แสดงการหาจุดกึ่งกลางของสี่เหลี่ยม	20
รูปที่ 3.7 โปรแกรมการหาตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้สัญญาณ Wireless LAN	21
รูปที่3.8 แสดงตำแหน่งปุ่มต่างๆบนโปรแกรม	21
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างการเลือกเปิด File แผนที่	22
รูปที่ 3.10แผนที่อาคารวิชาการ ชั้นที่4	23
รูปที่ 3.11 เลือกตำแหน่งที่ต้องการทดสอบ	23
รูปที่ 3.12 ปุ่มกด RUN Program	24
รูปที่ 3.13 แสดงการประมวลผลของโปรแกรม	24
รูปที่4.1 แผนที่ของอาคารวิชาการชั้นที่ 4	26
รูปที่4.2 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่1	27
รูปที่4.3 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่2	27
รูปที่4.4 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่3	28
รูปที่4.5 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่4	28
รูปที่4.6 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่1	30
รูปที่4.7 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่2	30
รูปที่4.8 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่3	31
รูปที่4.9 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่4	31

รูปที่4.10 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่1.....33
รูปที่4.11 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่2.....33
รูปที่4.12 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่3.....34
รูปที่4.13 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่4.....34
รูปที่4.14 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่1.....36
รูปที่4.15 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่2.....36
รูปที่4.16 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่3.....37
รูปที่4.17 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่4.....37
รูปที่4.18 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่1.....39
รูปที่4.19 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่2.....39
รูปที่4.20 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่3.....40
รูปที่4.21 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่4.....40
รูปที่4.22 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่1.....42
รูปที่4.23 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่2.....42
รูปที่4.24 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่3.....43
รูปที่4.25 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่4.....43
รูปที่4.26 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่1.....45
รูปที่4.27 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่2.....45
รูปที่4.28 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่3.....46
รูปที่4.29 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่4.....46
รูปที่4.30 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่1.....48
รูปที่4.31 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่2.....48
รูปที่4.32 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่3.....49
รูปที่4.33 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่4.....49
รูปที่4.34 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่1.....51
รูปที่4.35 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่2.....51
รูปที่4.36 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่3.....52
รูปที่4.37 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่4.....52
รูปที่4.38 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่1.....54
รูปที่4.39 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่2.....54
รูปที่4.40 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่3.....55
รูปที่4.41 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่4.....55

รูปที่4.42 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่1.....57
รูปที่4.43 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่2.....57
รูปที่4.44 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่3.....58
รูปที่4.45 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่4.....58
รูปที่4.46 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่1.....60
รูปที่4.47 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่2.....60
รูปที่4.48 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่3.....61
รูปที่4.49 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่4.....61
รูปที่4.50 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่1.....63
รูปที่4.51 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่2.....63
รูปที่4.52 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่3.....64
รูปที่4.53 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่4.....64
รูปที่4.54 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่1.....66
รูปที่4.55 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่2.....66
รูปที่4.56 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่3.....67
รูปที่4.57 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่4.....67

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

จากที่ได้ทราบกันว่า GPS (Global Positioning System) เป็นระบบเดียวในปัจจุบันที่สามารถแสดงตำแหน่งที่อยู่ที่แน่นอนว่าอยู่ ณ ตำแหน่งใด บนพื้นโลกได้ทุกเวลา ทุกสภาพอากาศนั้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ว่าไม่สามารถที่จะแสดงตำแหน่งที่อยู่ภายในอาคารได้แล้วเราหาตำแหน่งได้อย่างไร ดังนั้นจึงเกิดแนวคิดที่จะนำสัญญาณ Wireless LAN ที่ใช้อยู่ภายในอาคารมาหาตำแหน่งของผู้ใช้งาน Wireless LAN โดยจับความแรงของสัญญาณที่รับได้จาก Access Point แต่ละตัวจากนั้นนำมาแปลงเป็นระยะทางและหาจุดตัดเพื่อระบุตำแหน่งของผู้ใช้งานการหาตำแหน่งผู้ใช้งานในระบบ Wireless LAN โดยใช้ความแรงขอสัญญาณเป็นระบบที่ทำการระบุพิกัดของอุปกรณ์ Computer ที่สามารถรับและติดต่อกับผู้ใช้งานของระบบได้เช่นComputer Note Book หรือ PDA ที่สามารถรับสัญญาณ Wireless LAN ได้ จากการกระจายคลื่นสัญญาณของAccess Point ก็จะทำให้อุปกรณ์ Computer เครื่องนั้นสามารถที่จะติดต่อกับระบบได้ โดยระบบจะทำการวัดความแรงของสัญญาณที่รับได้จาก Access Point และนำไปเปลี่ยนเป็นระยะทางจากนั้นก็จะนำไปคำนวณหาระยะการแพร่กระจ่ายคลื่น จากรูปจะเห็นได้ว่าจากตำแหน่งต่างๆของการวาง Access Point จะมีการ Cover ในแต่ละจุดที่ Access Point แต่ละตัวได้มีการแพร่กระจายคลื่นออกมา ซึ่งก็จะมีบางสถานที่ที่เกิดการ Overlap กัน ซึ่งก็จะสามารถทำให้เกิดการบอกถึงตำแหน่งหรือสถานที่คร่าวๆได้

การสร้างระบบที่สามารถตรวจสอบได้ว่าบุคคลอยู่ที่ใด และแสดงแผนที่ภายในอาคาร โดยแสดง ผลออกมาในโปรแกรมระบบระบุพิกัดตำแหน่งภายในอาคาร นับเป็นเทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการนัดหมายในสถานที่ที่ไม่คุ้นเคย และปัญหาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้ในการระบุตำแหน่ง เพื่อให้ตัวรับสัญญาณนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณเพื่อระบุตำแหน่งของเครื่องส่งสัญญาณนั้นๆ ได้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อให้ผู้ใช้งานในระบบWLANสามารถทราบตำแหน่งของตนเองได้ว่าอยู่บริเวณใด

1.2.2 เพื่อนำเทคโนโลยีไร้สายเข้ามาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

1.2.3 เพื่อลดปัญหาการหลงทางและช่วยปัญหาความไม่คุ้นเคยกับสถานที่

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1โปรแกรมจะทำการค้นหาตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งานภายในอาคาร

1.3.2ผู้ใช้งานระบบสามารถที่จะทราบถึงตำแหน่งของตนเองในสถานที่ที่อยู่ได้โดยผ่านทางหน้าจอ Interface

1.3.3โปรแกรมที่ทำขึ้นสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่แสดงผลผ่านทางหน้าจอ (Monitor) เช่น Notebook หรือ Pocket PC

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ค้นคว้าข้อมูลเรื่อง Wireless LAN

1.4.2 ศึกษาการใช้โปรแกรม Visual C#

1.4.3 ทดลองเขียนโปรแกรมเบื้องต้น

1.4.4 เริ่มเขียนโปรแกรมให้ทำการแสดงค่าความแรงของสัญญาณที่สามารถรับได้

1.4.5 เขียนโปรแกรมในส่วนของการแปลงความแรงของสัญญาณที่รับได้ให้เป็นระยะทาง

1.4.6 เขียนโปรแกรมเพื่อหาตำแหน่งของเครื่องคอมพิวเตอร์

1.4.7 ทำส่วนกราฟิกของโปรแกรม

1.4.8 ทำการทดสอบโปรแกรมรวมถึงประเมินผลและปรับแต่งโปรแกรม

1.4.9 วิเคราะห์ผลการทดสอบโปรแกรมในเชิงข้อมูลและสถิติ

1.4.10 สรุปผลการทำงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้รับความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม

1.5.2 ได้รับความรู้ความเข้าใจระบบการทำงานของอุปกรณ์ไร้สาย

1.5.3 สามารถออกแบบการทำงานของโปรแกรมและระบบได้

1.5.4 สามารถสร้างโปรแกรมที่ระบุตำแหน่งบุคคลที่อยู่ภายในอาคารได้

1.5.5 สามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อประโยชน์ในอนาคต

บทที่ 2
ทฤษฎีระบบเครือข่ายไร้สาย

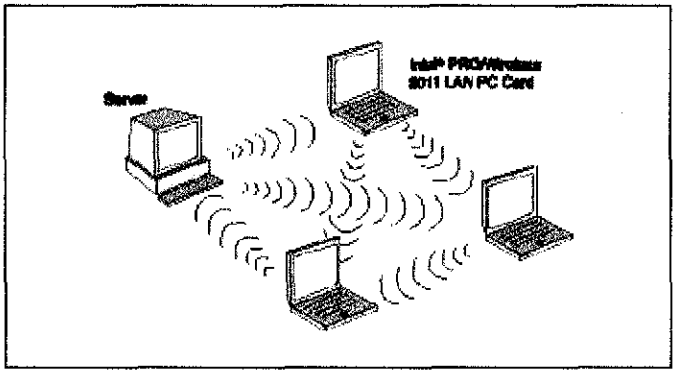
2.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย

ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LANs) เกิดขึ้นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1971 บนเกาะฮาวาย โดยโปรเจค ของนักศึกษาของมหาวิทยาลัยฮาวาย ที่ชื่อว่า "ALOHNET" ขณะนั้นลักษณะการส่งข้อมูลเป็นแบบ Bi-directional ส่งไป-กลับง่ายๆ ผ่านคลื่นวิทยุ สื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์ 7 เครื่อง ซึ่งตั้งอยู่บนเกาะ 4 เกาะโดยรอบ และมีศูนย์กลางการเชื่อมต่ออยู่ที่เกาะๆหนึ่ง ที่ชื่อว่า Oahu

ระบบเครือข่ายไร้สาย (WLAN = Wireless Local Area Network) คือ ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีความคล่องตัวมาก ซึ่งอาจจะนำมาใช้ทดแทนหรือเพิ่มต่อกับระบบเครือข่ายแลนใช้สายแบบดั้งเดิม โดยใช้การส่งคลื่นความถี่วิทยุในย่านวิทยุ RF และ คลื่นอินฟราเรด ในการรับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง ผ่านอากาศ, ทะลุกำแพง, เพดานหรือสิ่งก่อสร้างอื่นๆ โดยปราศจากความต้องการของการเดินสายนอกจากนั้นระบบเครือข่ายไร้สายก็ยังมีคุณสมบัติครอบคลุมทุกอย่างเหมือนกับระบบ LAN แบบใช้สาย ที่สำคัญก็คือ การที่มันไม่ต้องใช้สายทำให้การเคลื่อนย้ายการใช้งานทำได้โดยสะดวก ไม่เหมือนระบบ LAN แบบใช้สาย ที่ต้องใช้เวลาและการลงทุนในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการใช้งานเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2 รูปแบบการเชื่อมต่อของระบบเครือข่ายไร้สาย

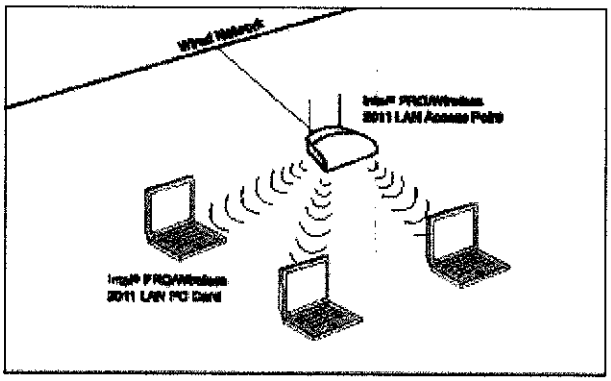
- **Peer-to-peer (ad hoc mode)**



รูปที่ 2.1 ระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer

การเชื่อมต่อระบบแลนไร้สายแบบ Peer to Peer เป็นลักษณะ การเชื่อมต่อแบบโครงข่ายโดยตรงระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่องหรือมากกว่านั้น เป็นการใช้งานร่วมกันของ wireless adapter cards โดยไม่ได้มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายแบบใช้สายเลย โดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องจะมีความเท่าเทียมกันสามารถทำงานของตนเองได้และขอใช้บริการเครื่องอื่นได้ เหมาะสำหรับการนำมาใช้งานเพื่อจุดประสงค์ในด้านความรวดเร็วหรือติดตั้งได้โดยง่ายเมื่อไม่มีโครงสร้างพื้นฐานที่จะรองรับ ยกตัวอย่างเช่น ในศูนย์ประชุม, หรือการประชุมที่จัดขึ้นนอกสถานที่

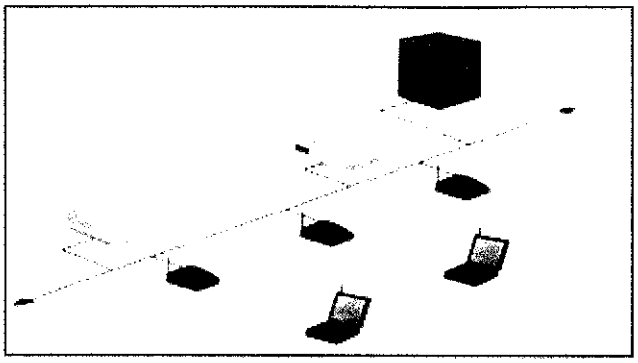
- **Client/server (Infrastructure mode)**



รูปที่ 2.2 ระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client / server หรือ Infrastructure mode

ระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Client / server หรือ Infrastructure mode เป็นลักษณะการรับส่งข้อมูลโดยอาศัย Access Point (AP) หรือเรียกว่า "Hot spot" ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายแบบใช้สายกับเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (client) โดยจะกระจายสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อ รับ-ส่งข้อมูลเป็นรัศมีโดยรอบ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในรัศมีของ AP จะกลายเป็น เครือข่ายกลุ่มเดียวกันทันที โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะสามารถติดต่อกัน หรือติดต่อกับ Server เพื่อแลกเปลี่ยนและค้นหาข้อมูลได้ โดยต้องติดต่อผ่านAP เท่านั้น ซึ่ง AP 1 จุด สามารถให้บริการเครื่องลูกข่ายได้ถึง 15-50 อุปกรณ์ ของเครื่องลูกข่าย เหมาะสำหรับการนำไปขยายเครือข่ายหรือใช้ร่วมกับระบบเครือข่ายแบบใช้สายเดิมใน ออฟฟิต, ห้องสมุด หรือในห้องประชุม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้มากขึ้น

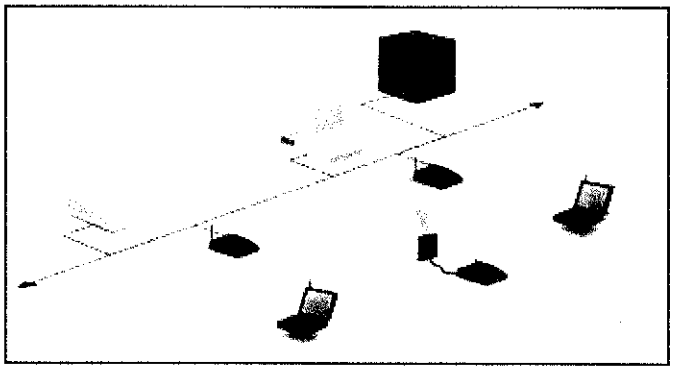
- **Multiple access points and roaming**



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Access Point

โดยทั่วไปแล้ว การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ Access Point ของเครือข่ายไร้สายจะอยู่ในรัศมีประมาณ 500 ฟุต ภายในอาคาร และ 1000 ฟุต ภายนอกอาคาร หากสถานที่ที่ติดตั้งมีขนาดกว้าง มากๆ เช่นคลังสินค้า บริเวณภายในมหาวิทยาลัย สนามบิน จะต้องมีการเพิ่มจุดการติดตั้ง AP ให้มากขึ้น เพื่อให้การรับส่งสัญญาณในบริเวณของเครือข่ายขนาดใหญ่เป็นไปอย่างครอบคลุมทั่วถึง

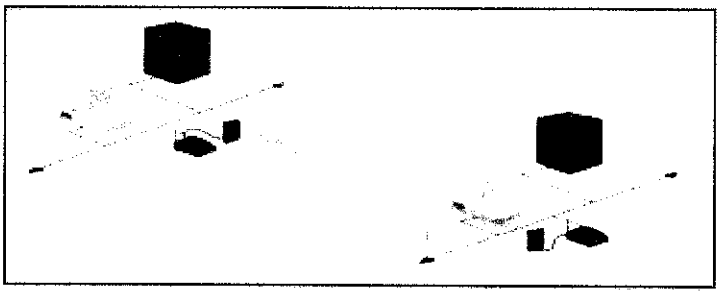
- **Use of an Extension Point**



รูปที่ 2.4 การใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ Access Point

กรณีที่โครงสร้างของสถานที่ติดตั้งเครือข่ายแบบไร้สายมีปัญหาผู้ออกแบบระบบอาจจะใช้ Extension Points ที่มีคุณสมบัติเหมือนกับ Access Point แต่ไม่ต้องผูกติดไว้กับเครือข่ายไร้สาย เป็นส่วนที่ใช้เพิ่มเติมในการรับส่งสัญญาณ

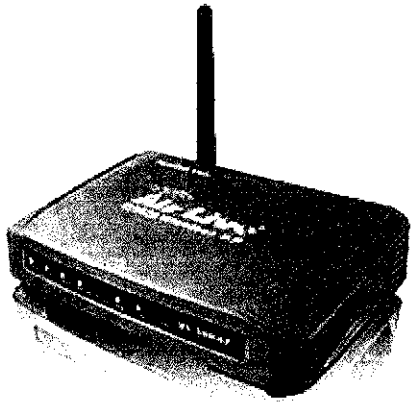
- **The Use of Directional Antennas**



รูปที่2.5 ระบบแลนไร้สาย

ระบบแลนไร้สายแบบนี้เป็นแบบใช้เสาอากาศในการรับส่งสัญญาณระหว่างอาคารที่อยู่ห่างกัน โดยการติดตั้งเสาอากาศที่แต่ละอาคาร เพื่อส่งและรับสัญญาณระหว่างกัน

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



รูปที่ 2.6 ตัวอุปกรณ์ Access Point

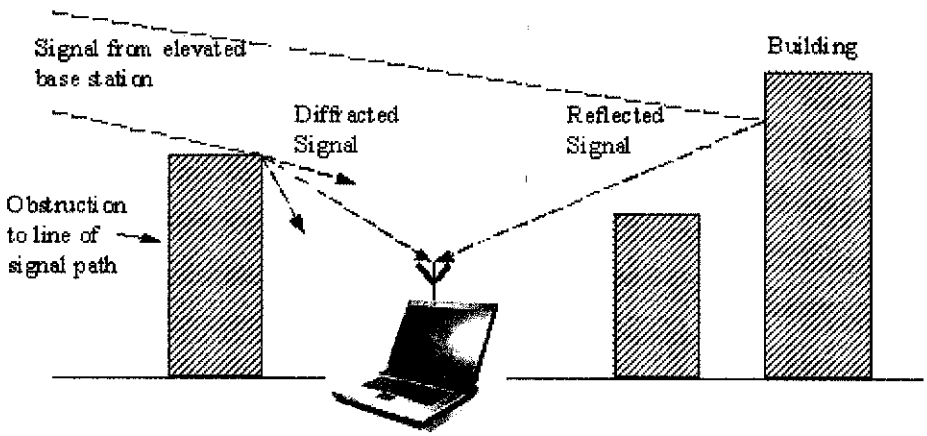
ตารางที่ 2.1 แสดงชนิดและค่าพารามิเตอร์ของ Access Point ภายในบริเวณอาคารวิชาการชั้นที่ 4

มาตรฐาน	IEEE 802.11g 2.4-2.5 GHz, Channel 1 (2.412GHz)
กำลังส่ง	18 dBm
Gain สายอากาศภาคส่ง	2.2 dBi
Gain สายอากาศภาครับ(เครื่องที่ใช้วัดสัญญาณ)	2.2 dBi
Mac Address (WLAN-G-OUT-41)	00:1B:D4:F5:15:70
Mac Address (WLAN-G-OUT-42)	00:1B:D4:F5:16:90
Mac Address (WLAN-G-OUT-43)	00:1B:D4:F5:18:50
Mac Address (WLAN-G-OUT-44)	00:1B:D4:F5:17:10
SSID	SUTWiFi

2.4 สิ่งกีดขวางมีผลต่อการรับสัญญาณคลื่นวิทยุ

ในสภาวะการใช้งานทั่วไป คงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะมีสิ่งกีดขวางต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอาคาร ต้นไม้เสาไฟฟ้า ผนังห้อง หรือกระจก สิ่งเหล่านี้อาจจะมีคุณสมบัติในการลดทอนและการดูดซับคลื่น ซึ่งวัสดุที่มีผลต่อคลื่นวิทยุที่สำคัญก็คือ โลหะ ซึ่งสามารถสังเกตได้ง่ายๆ ว่าเมื่อที่อยู่ในลิฟต์โทรศัพท์มือถือมักจะรับสัญญาณไม่ได้ หรือสายมักจะหลุดบ่อย ประการที่สองก็คือ ผนังคอนกรีตจะมีอัตราการลดทอนสัญญาณสูงเมื่อ

คลื่นวิทยุปะทะกับผนังคอนกรีตก็จะผ่านไปไม่ได้ ดังจะสังเกตได้จากการเดินเข้าไปในอาคารจอดรถชั้นใต้ดิน ซึ่งมักจะมีผนังคอนกรีตหนาๆ กันอยู่วัสดุเหล่านี้จะป้องกันไม่ให้คลื่นผ่านได้ทำให้รับสัญญาณไม่ได้

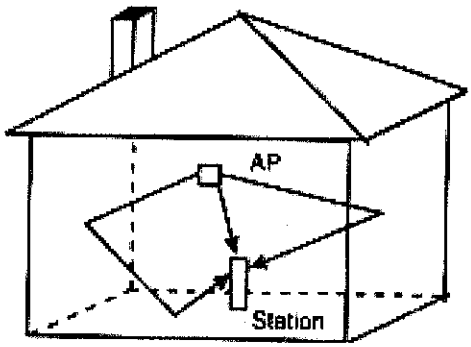


รูปที่ 2.7 เขตเงาสัญญาณที่เกิดขึ้นกับสัญญาณ Wireless

ลักษณะของสิ่งกีดขวางอีกประการหนึ่งก็คือ การบังคลื่นของสิ่งกีดขวางขนาดใหญ่ทำให้เกิดเขตเงา (Shadow) อาการนี้มักจะเกิดขึ้นเมื่ออยู่หลังอาคารสูงๆ หรือภูเขา หากยิ่งอยู่ในเขตอาคารสูงมากๆ หรืออาศัยอยู่ในอาคารพาณิชย์หรือตึกแถวอาจจะพบกับปัญหา ตัวอย่างเช่น เมื่ออยู่ในออฟฟิตจะใช้สัญญาณ Wireless ได้อย่างไม่มีปัญหาแต่พออกไปยังข้างนอก จะใช้งานไม่ค่อยได้ เนื่องจากเกิดการลดทอนของคลื่น เนื่องจากความหนาของผนังคอนกรีตของสำนักงาน
คลื่นความถี่ที่ใช้ในระบบ Wireless LAN นั้นมีความถี่ที่ 2.4 GHz ซึ่งความถี่นี้ก็จัดว่าเป็นความถี่ที่สูง มักจะเดินทางได้ไม่ไกล แต่นั่นกลับไม่ใช่ข้อเสียแต่กลับเป็นผลดีด้วยซ้ำไป เนื่องจากเดินทางได้ไม่ไกลทำให้สามารถควบคุมระยะทางการแพร่กระจายคลื่นได้ง่ายขึ้น ทำให้ลดปัญหาคลื่นเดินทางไปรบกวนกับเครือข่ายข้างเคียงได้ง่ายขึ้น

2.5 การสะท้อนและการเดินทางของคลื่นจากหลายทิศทาง

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



รูปที่ 2.8 การสะท้อนและการเดินของคลื่นจากหลายทิศทาง

ข้อดีก็คือ การสะท้อนของคลื่นจากหลายทิศทางทำให้สามารถรับสัญญาณได้ แม้ว่าจะอยู่หลังอาคารสูงๆ หรือในหุบเขา คลื่นที่เดินมาทางก็จะสะท้อนกับวัตถุรอบด้านจนเดินทางมาถึงตัวรับได้ โดยไม่จำเป็นว่าต้องอยู่ในระยะกับเครื่องส่งคลื่นนั้น แต่บางครั้งก็กลายเป็นข้อเสีย ทำให้รูปร่างสัญญาณที่มาถึงยังเครื่องรับมีรูปร่างผิดเพี้ยนไป เครื่องรับก็จะรับสัญญาณได้ไม่ชัดเจนนี่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่อง รับมากที่สุด ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดก็คือ เมื่อตั้งเครื่องรับวิทยุไว้บางจุดก็จะรับสัญญาณไม่ชัด แต่เมื่อเปลี่ยนที่ตั้งก็จะรับสัญญาณได้ชัดเจนขึ้น

2.6 วิธีคำนวณระยะทางใช้งานสูงสุดของระบบ Wireless LAN

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

2.6.1 การลดทอนสัญญาณของคลื่นตามระยะทาง

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

2.6.2 การลดทอนของคลื่นที่เดินทางผ่านตัวกลาง

ที่มีความสามารถดูดซับสัญญาณได้ เช่น ต้นไม้ ผนัง หน้าต่าง กระจก หรือพื้นอาคาร อัตราการลดทอนนั้นจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างของวัตถุ ยิ่งวัตถุมีความหนาก็จะมีอัตราลดทอนที่สูง โดยทั่วไปจะมีค่าดังต่อไปนี้

- ต้นไม้ มีอัตราการลดทอนอยู่ระหว่าง 10-20 dB โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดและประเภทของต้นไม้ ที่มีใบมากจะมีอัตราการลดทอนที่สูง
- ผนัง มีอัตราการลดทอนอยู่ระหว่าง 10-15 dB โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาและวัสดุที่ใช้ ถ้าเป็นผนังยิปซัมเบาก็จะมีอัตราการลดทอนน้อยกว่าผนังปูนและอิฐ
- พื้นอาคาร มีอัตราการลดทอนระหว่าง 12-27 dB โดยจะขึ้นอยู่กับความหนาและวัสดุที่ใช้ หากเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวนมาก จะมีอัตราการลดทอนที่สูงกว่าปกติและถ้าเป็นพื้นไม้จะมีอัตราการลดทอนที่ต่ำกว่ามาก
- กระจก มีอัตราการลดทอนไม่มาก แต่ถ้าเป็นกระจกเคลือบปรอทป้องกันความร้อนจะมีอัตราการลดทอนที่สูงกว่า

2.7 ประโยชน์ของระบบเครือข่ายไร้สาย

2.7.1. Mobility improves productivity & service มีความคล่องตัวสูง ดังนั้นไม่ว่าเราจะเคลื่อนที่ไปที่ไหน หรือเคลื่อนย้ายคอมพิวเตอร์ไปตำแหน่งใด ก็ยังมีการเชื่อมต่อ กับเครือข่ายตลอดเวลาตราบใดที่ยังอยู่ในระยะการส่งข้อมูล

2.7.2. Installation speed and simplicity สามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะไม่ต้องเสียเวลาติดตั้งสายเคเบิล และไม่รกรุงรัง

2.7.3. Installation flexibility สามารถขยายระบบเครือข่ายได้ง่าย เพราะเพียงแค่มี พีซีการ์ดมาต่อเข้ากับโน้ตบุ๊ก หรือพีซี ก็เข้าสู่เครือข่ายได้ทันที

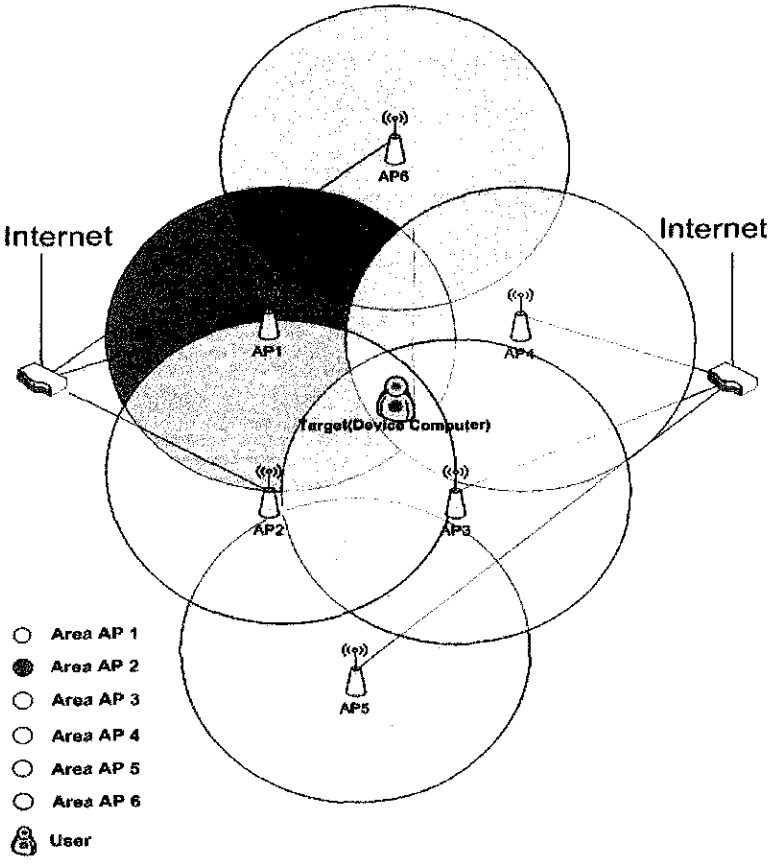
2.7.4. Reduced cost- of-ownership ลดค่าใช้จ่ายโดยรวม ที่ผู้ลงทุนต้องลงทุน ซึ่งมีราคาสูง เพราะในระยะยาวแล้ว ระบบเครือข่ายไร้สายไม่จำเป็นต้องเสียค่าบำรุงรักษา และการขยายเครือข่ายก็ลงทุนน้อยกว่าเดิมหลายเท่า เนื่องด้วยความง่ายในการติดตั้ง

2.7.5. Scalability เครือข่ายไร้สายทำให้องค์กรสามารถปรับขนาดและความเหมาะสมได้ง่ายไม่ยุ่งยาก เพราะสามารถโยกย้ายตำแหน่งการใช้งาน โดยเฉพาะระบบที่มีการเชื่อมระหว่างจุดต่อจุด เช่น ระหว่างตึก

ระบบเครือข่ายไร้สาย เป็นระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ไม่มากนัก และมักจำกัดอยู่ในอาคารหลังเดียวหรืออาคารในละแวกเดียวกัน การใช้งานที่น่าสนใจที่สุดของเครือข่ายไร้สายก็คือ ความสะดวกสบายที่ไม่ต้องติดอยู่กับที่ ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้โดยที่ยังสื่อสารอยู่ในระบบเครือข่าย

2.8 ทฤษฎีการระบุพิกัดจากแนวคิดจากการใช้งาน Wireless LAN

จะเห็นได้ว่าจากตำแหน่งต่างๆของการวาง Access Point จะมีการ Cover ในแต่ละจุดที่ Access Point ในแต่ละตัวได้มีการแพร่กระจายคลื่นออกมา ซึ่งก็จะมีบางสถานที่ที่เกิดการ Overlap กัน ซึ่งก็จะสามารถทำให้เกิดการบอกถึงตำแหน่งหรือสถานที่คร่าวๆได้ เช่น AP1 ดังในภาพ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีการ Overlap กัน AP อื่นๆ อีกแต่ก็จะมีจุดที่ได้รับ AP1 ตัวเดียวเท่านั้นด้วย



รูปที่ 2.9 การออกแบบการระบุพิกัดจากแนวคิดจากการใช้งาน Wireless LAN ระบุพิกัดของอุปกรณ์

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

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การออกแบบโปรแกรม

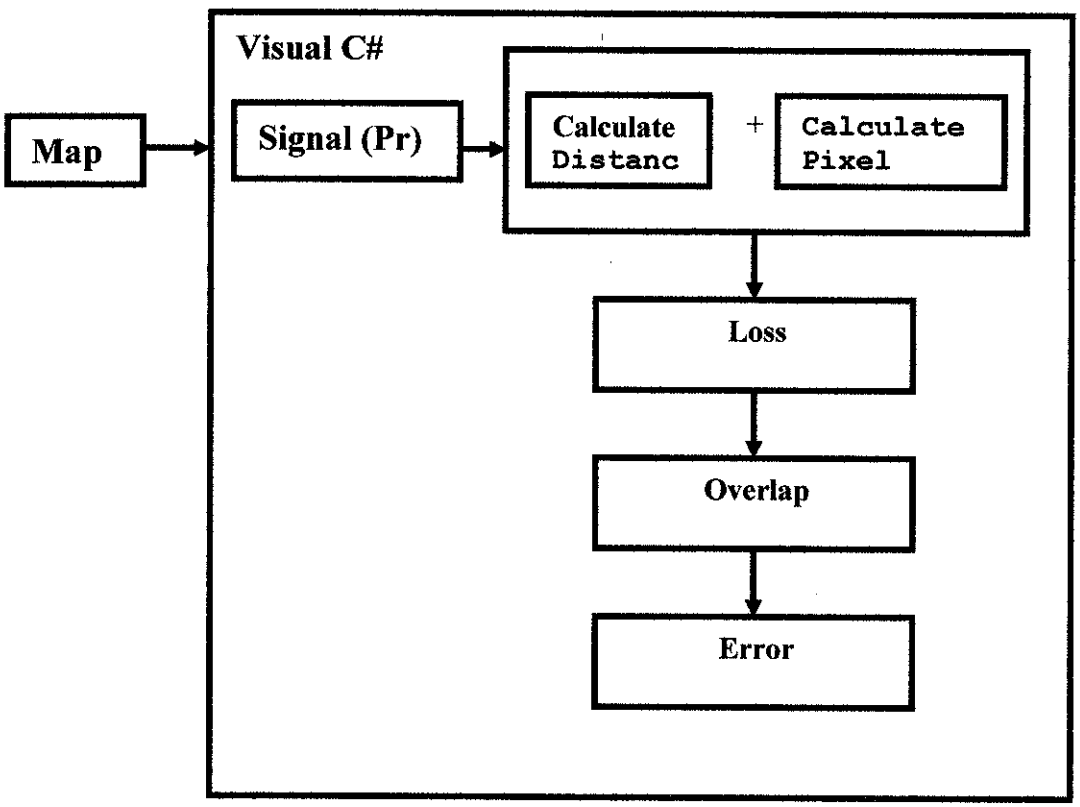
3.1 ปัญหาและความน่าสนใจของโครงงาน

1.โปรแกรมนี้สามารถทำการโหลดแผนที่มาลงในตัวโปรแกรมได้จริง และนำมาคำนวณได้โดยการนำโปรแกรม Visual C# มาใช้ในการคำนวณ

2. โปรแกรมนี้สามารถแสดงค่า SignalStrength, SSID และ MAC address

3. โปรแกรมนี้ยังสามารถระบุตำแหน่งของผู้ใช้งาน Wireless ลงในแผนที่ได้

3.2 โครงสร้างของโปรแกรม



รูปที่ 3.1 โครงสร้างของโปรแกรม

- Map เป็นส่วนที่ผู้ใช้งานจะออกแบบลักษณะพื้นที่ภายในอาคารและสิ่งกีดขวางต่างๆโดยใช้โปรแกรม Paint ในการออกแบบ
- Visual C# เป็นโปรแกรมที่ผู้จัดทำโครงงานเลือกมาใช้ในการวิเคราะห์สมการต่าง ๆ รวมไปถึงการทำ Graphics ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย
- Signal (Pr) เป็นความแรงของสัญญาณที่ผู้ใช้ Wireless รับได้จากAccess Point
- Calculate Distance เป็นการคำนวณหาระยะทางของผู้ใช้ Wireless กับ Access Point
- Calculate Pixel เป็นการนำระยะทางมาคำนวณให้มีหน่วยเป็น Pixel / m
- Loss เป็นการคำนวณระยะการลดทอนของสัญญาณ
- Overlap เป็นการหาตำแหน่งของผู้ใช้งาน Wireless
- Error เป็นการคำนวณระยะทางที่คลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง

3.3 การทำงานด้าน Graphics ของตัวโปรแกรมที่เขียนโดย Visual C#

การทำงานที่เกี่ยวกับด้าน Graphics ในตัวโปรแกรมที่เขียนด้วย Visual C# หรือที่เราเรียกกันว่า Graphics User Interface (GUI) นั้นจะใช้ในการโต้ตอบกับผู้ใช้โปรแกรมในรูปของ Object ต่าง ๆ ซึ่งเป็นการโปรแกรมเชิงวัตถุ หรือ OOP (Object Oriented Program) เช่น การสร้างปุ่มกด

3.4 สมการที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ในตัวโปรแกรม

- **สมการคำนวณหาค่ากำลังที่รับได้(Pr)จากตัว Access Point และ Interference ณ ตำแหน่งใด ๆ**

$$Pr = Pt - L_p$$

โดย

Pt	=	กำลังส่งของตัว Access Point
Pr	=	กำลังที่รับได้จากตัว Access Point ณ ตำแหน่งใด ๆ
L_p	=	ความสูญเสียที่เกิดจากระยะทางที่ระยะ d ที่คิดรวมการลดทอนเนื่องจากสิ่งกีดขวาง

- **Path-Loss Models Using Building Materials**

เป็นสมการที่ใช้ในการวิเคราะห์และคำนวณค่าของความสูญเสียอันเนื่องจากระยะทาง และการลดทอนของสิ่งกีดขวางแต่ละชนิดซึ่งมีค่าการลดทอนไม่เท่ากันซึ่งสมการนี้เราจะกำหนดค่าของ Path-Loss Gradient หรือค่า α ไว้ที่ 2 สำหรับการสูญเสียเนื่องจากอากาศว่าง ซึ่งทำให้ได้สมการออกมามีรูปแบบดังนี้

$$L_p = L_0 + 20 \log d + Loss$$

โดย

L_p = ความสูญเสียที่เกิดจากระยะทางที่ระยะ d ที่คิดรวมการลดทอนเนื่องจากสิ่งกีดขวาง

L_0 = ความสูญเสียที่เกิดจากระยะทางที่ระยะ 1 เมตร

d = ระยะทางระหว่างตัว Access Point ไปยังผู้ใช้งาน

Loss = เป็นผลรวมของจำนวนสิ่งกีดขวางที่นับจากตัว Access Point ไปยังจุดที่ทำการวัด

- **สมการในการวิเคราะห์ค่าความสูญเสียที่เกิดจากระยะทาง ที่ระยะ 1 เมตร (L_0)**

$$L_0 = 10 \log (\lambda / 4\prod)^2 + Gain$$

โดย

$$Gain = Gt + Gr$$

Gt = อัตราขยายของสายอากาศภาคส่งที่ขึ้นอยู่กับชนิดของตัว Access Point(มีหน่วยเป็น dB หรือ dBi)

Gr = อัตราขยายของสายอากาศภาครับของตัวรับที่ขึ้นอยู่กับชนิดของ WLAN Card (มีหน่วยเป็น dB หรือ dBi)

λ = ค่าความยาวคลื่นซึ่งสามารถคิดได้จากค่าความถี่ (f) ที่มาจากการเลือกมาตรฐานของ IEEE ของตัว Access Point แต่ละชนิดดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงย่านความถี่ที่ใช้งานในมาตรฐานต่าง ๆ

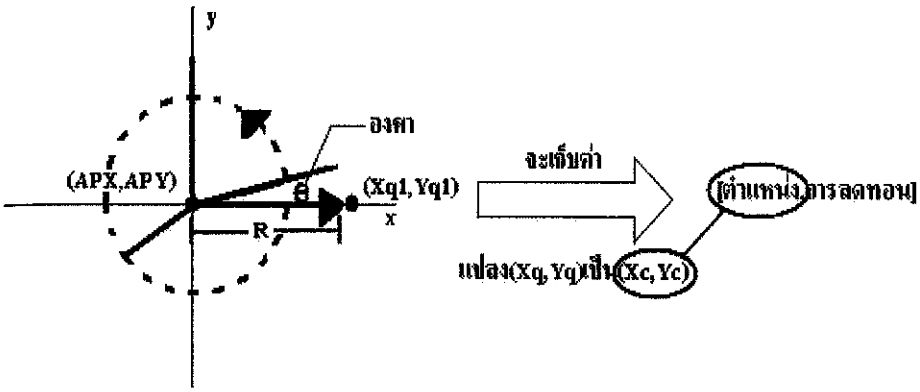
มาตรฐาน	ย่านความถี่ (f) ที่ใช้งาน
IEEE 802.11a	5.15 - 5.35 GHz
IEEE 802.11a	5.725 - 5.825 GHz
IEEE 802.11b	2.4 - 2.4835 GHz
IEEE 802.11g	2.4 - 2.4835 GHz

- **สมการคำนวณระยะทางจากความแรงของ Signal Strength**

$$d = 10^{\left[\frac{-P_r + P_t + G_r + G_t + 10\log\left(\frac{\lambda}{4\Pi}\right)^2 - \text{Loss}}{20}\right]}$$

การคำนวณหาตำแหน่งการลดทอน

การเก็บข้อมูลตำแหน่งต่าง ๆ ของแผนที่ในโปรแกรมนี้นั้นจะไล่เก็บไปทีละจุด โดยเริ่มเก็บจากตำแหน่งที่ 0 องศา และมีระยะ R เป็น 1 แล้ววน Loop ทำการเพิ่มค่า R ไปเรื่อย ๆ จนครบในแนวองศานั้น แล้วก็ทำการเพิ่มองศาขึ้นทีละ 5 องศาแล้วเพิ่มค่า R ขึ้นเหมือนเดิม ซึ่งเราจะทำการเขียน Loop ให้กับตัวโปรแกรมเช่นนี้ ไปจนกว่าโปรแกรมจะวนไปครบรอบ

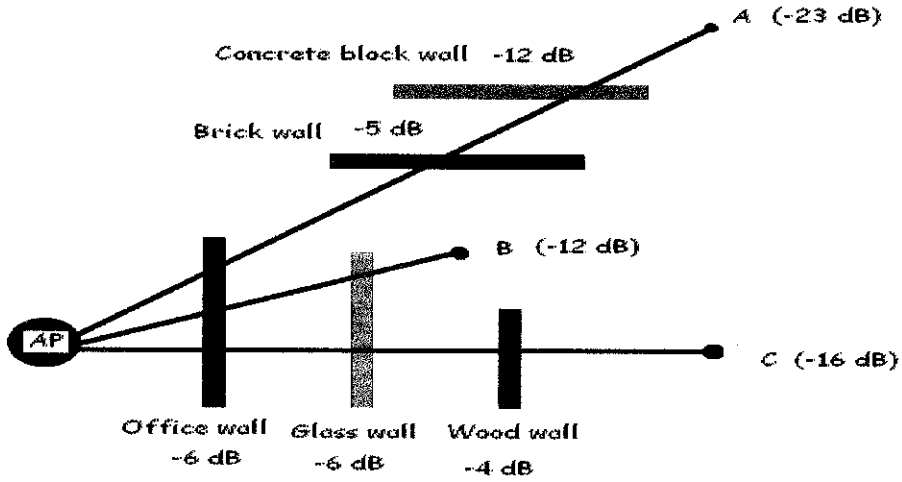


รูปที่ 3.2 แสดง Algorithm ในการวนหาตำแหน่งของกำแพงและเก็บค่า Attenuation ของกำแพง

จาก รูปที่ 3.2 เป็นการวนเก็บค่าลักษณะนี้เราจะทราบตำแหน่งจาก สมการพาราเมตริกซ์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะ R, θ, Xq, Yq ดังนี้

$$Xq = R \cos \theta$$
$$Yq = R \sin \theta$$

ค่าการลดทอนในวัสดุแต่ละชนิด



รูปที่ 3.3 แสดงการหาค่าผลรวมของลดทอนในแต่ละทิศทาง

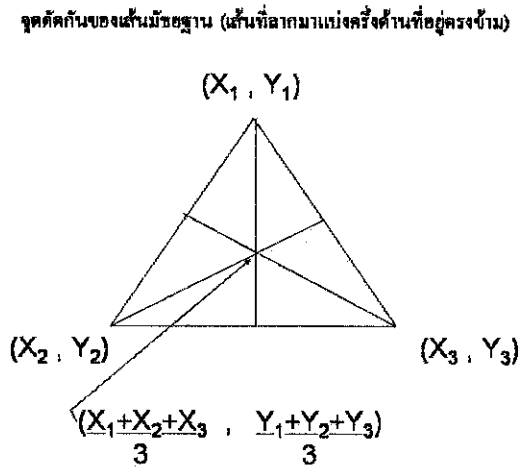
จาก รูปที่ 3.3 ทำให้เห็นได้ว่าที่ตำแหน่ง A, B และ C มีค่าการลดทอนเนื่องจากวัตถุหรือสิ่งกีดขวางเท่ากับ-23, -12, -16 dB ตามลำดับ

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าการลดทอนเนื่องจากสิ่งกีดขวาง

ชนิดของสิ่งกีดขวาง	ค่าการลดทอนวัดในหน่วย dB
Concrete block wall	12
Metal wall / door	12
Brick wall	5
Office wall	6
Wood wall	4
Glass wall	6

เนื่องจากสถานที่ทำการทดสอบโปรแกรมนี้มีสิ่งกีดขวางเป็น Office wall จึงใช้ค่าการลดทอน = 6 dB

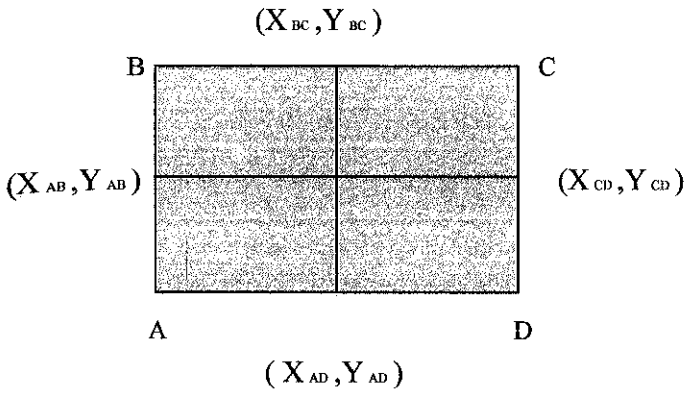
การหาจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่เกิดการซ้อนทับกันของสัญญาณเป็นรูปสามเหลี่ยม



รูปที่3.4 แสดงการหาจุดกึ่งกลางของสามเหลี่ยม

สูตร : $$(x, y) = \left(\frac{x_1 + x_2 + x_3}{3} \right), \left(\frac{y_1 + y_2 + y_3}{3} \right)$$

งกลางของพื้นที่ที่เกิดการซ้อนทับกันของสัญญาณเป็นรูปสี่เหลี่ยม



รูปที่3.5 แสดงการหาจุดกึ่งกลางของสี่เหลี่ยม

$$: (x, y) = \left(\frac{x_2 + x_1}{2}, \frac{y_2 + y_1}{2} \right)$$

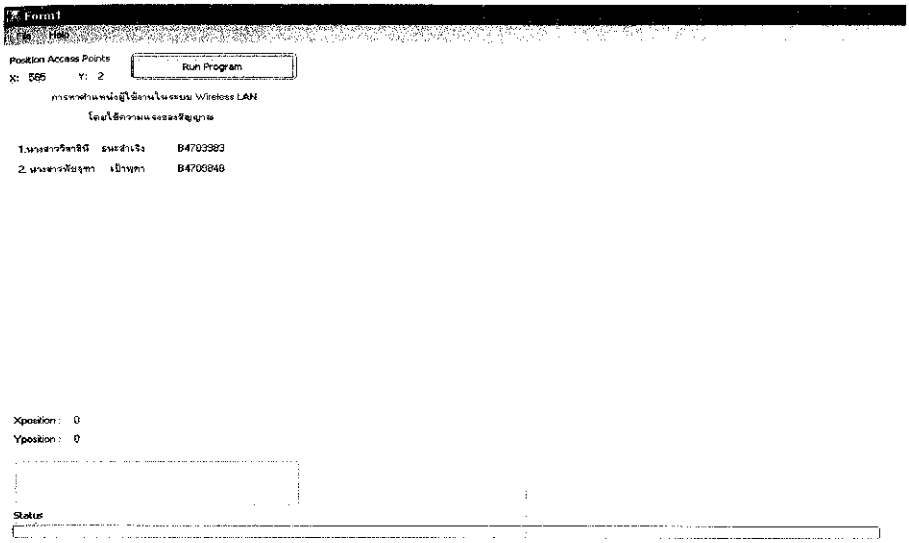
- **สมการที่ใช้สำหรับการหาระยะความคลาดเคลื่อนของผู้งาน Wireless LAN**

$$d = \sqrt{(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2}$$

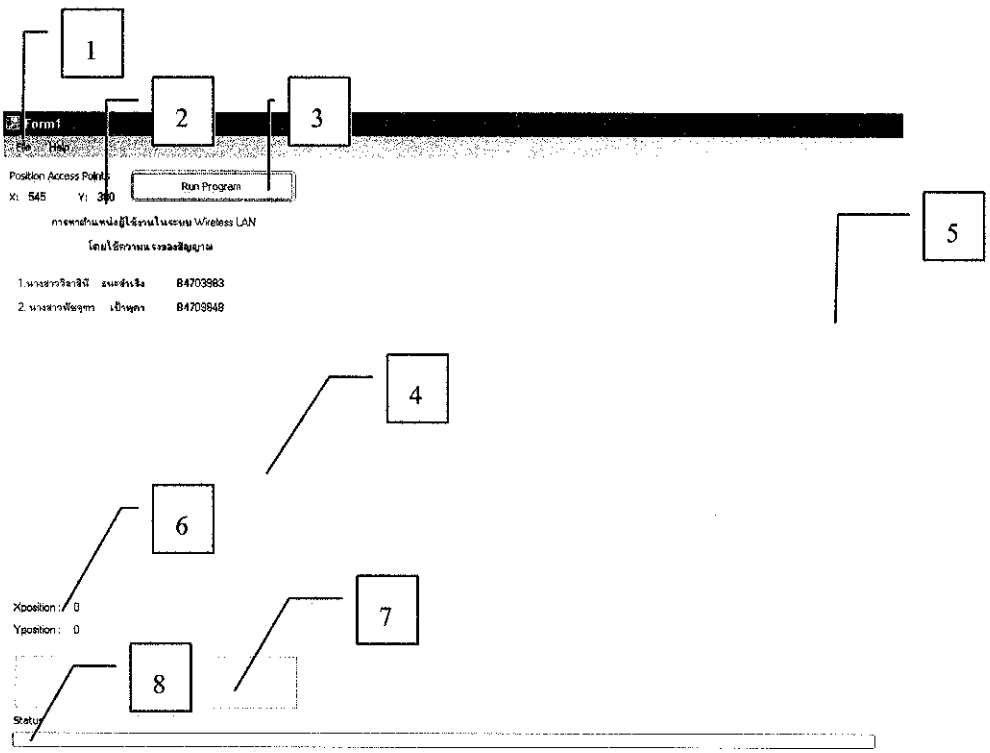
$_0, Y_0$) =ตำแหน่งที่โปรแกรมประมวลผลได้

X, Y) =ตำแหน่งผู้ใช้งาน

3.5 วิธีการใช้งานโปรแกรม



รูปที่ 3.6 โปรแกรมการหาตำแหน่งภายในอาคารโดยใช้สัญญาณ Wireless LAN



รูปที่3.7 แสดงตำแหน่งปุ่มต่างๆบนโปรแกรม

...ile ใช้สำหรับเปิดไฟล์แผนที่

...กัดของเมาส์บนแผนที่

...Program

...ารที่แสดงข้อมูลของ Access Point *เช่น* SignalStrength, SSID *และ* MAC

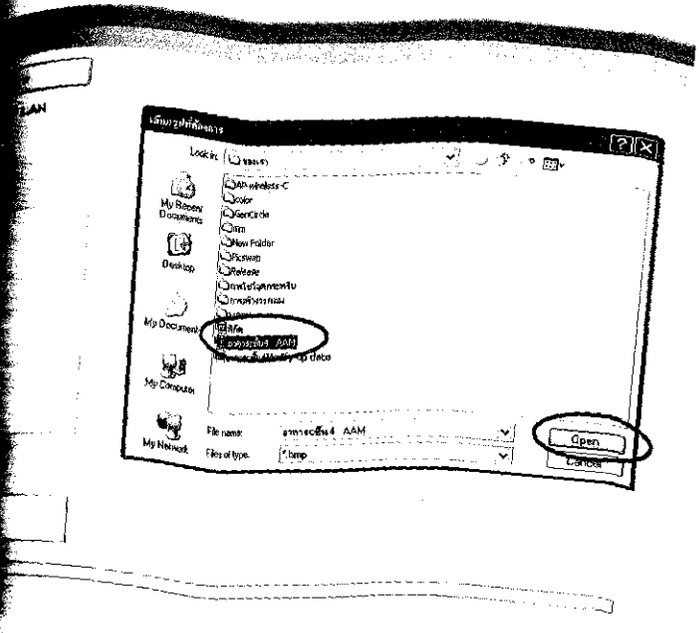
...แสดงแผ่นที่และตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งาน

...องผู้ใช้งานโปรแกรม

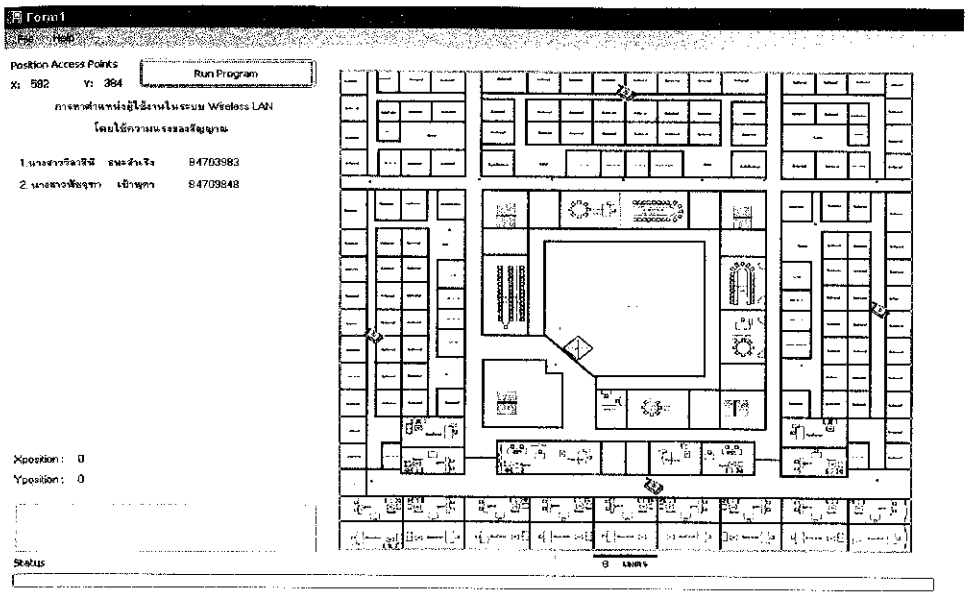
...แสดงระยะทางที่คลาดเคลื่อนจากพิกัดที่ ผู้ใช้งานอยู่

...งระยะเวลาในการประมวลผลของโปรแกรม

*...งรูปที่*3.8

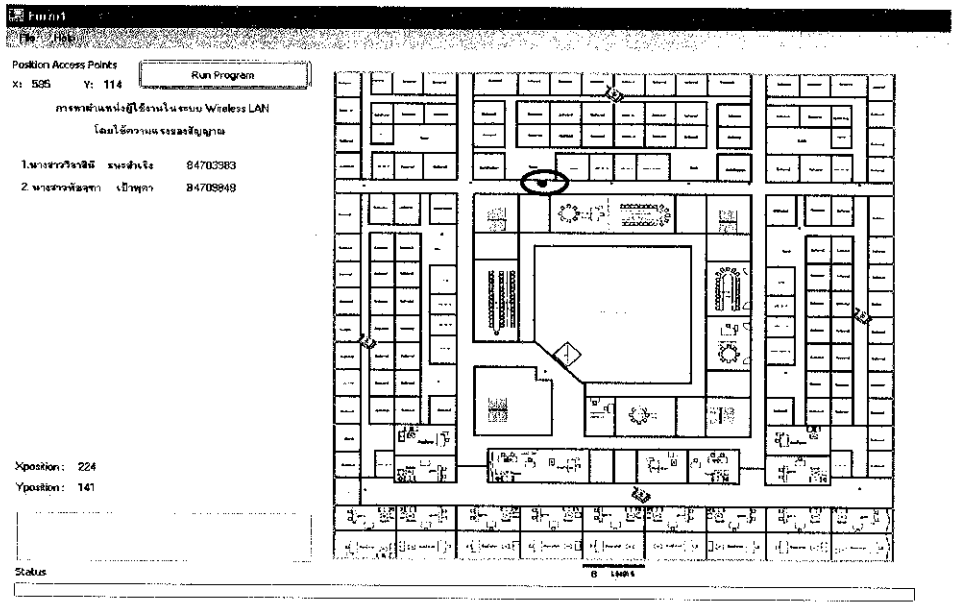


...3.8 ตัวอย่างการเลือกเปิด File แผนที่



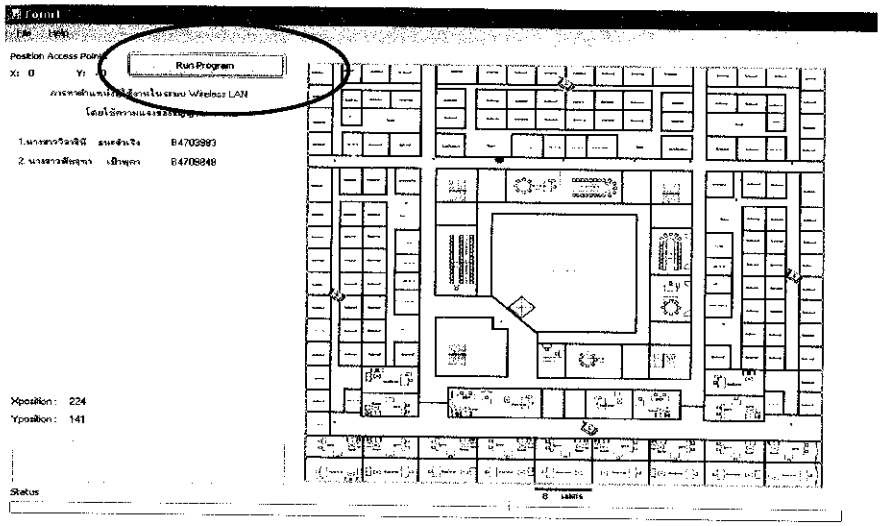
รูปที่ 3.9 แผนที่อาคารวิชาการ ชั้นที่4

2. กดตำแหน่งพิกัดที่อยู่ของผู้ใช้งานโปรแกรมในแผนที่แสดงดังรูปที่3.10



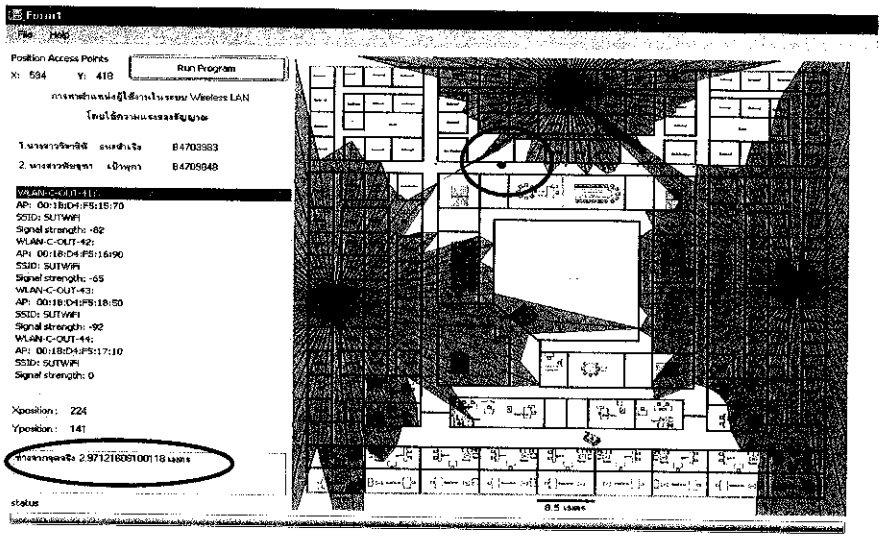
รูปที่ 3.10 เลือกตำแหน่งที่ต้องการทดสอบ

3. กด RUN Program



รูปที่ 3.11 ปุ่มกด RUN Program

4.โปรแกรมแสดง ค่า SSID, Signal Strength, MAC Address และระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง



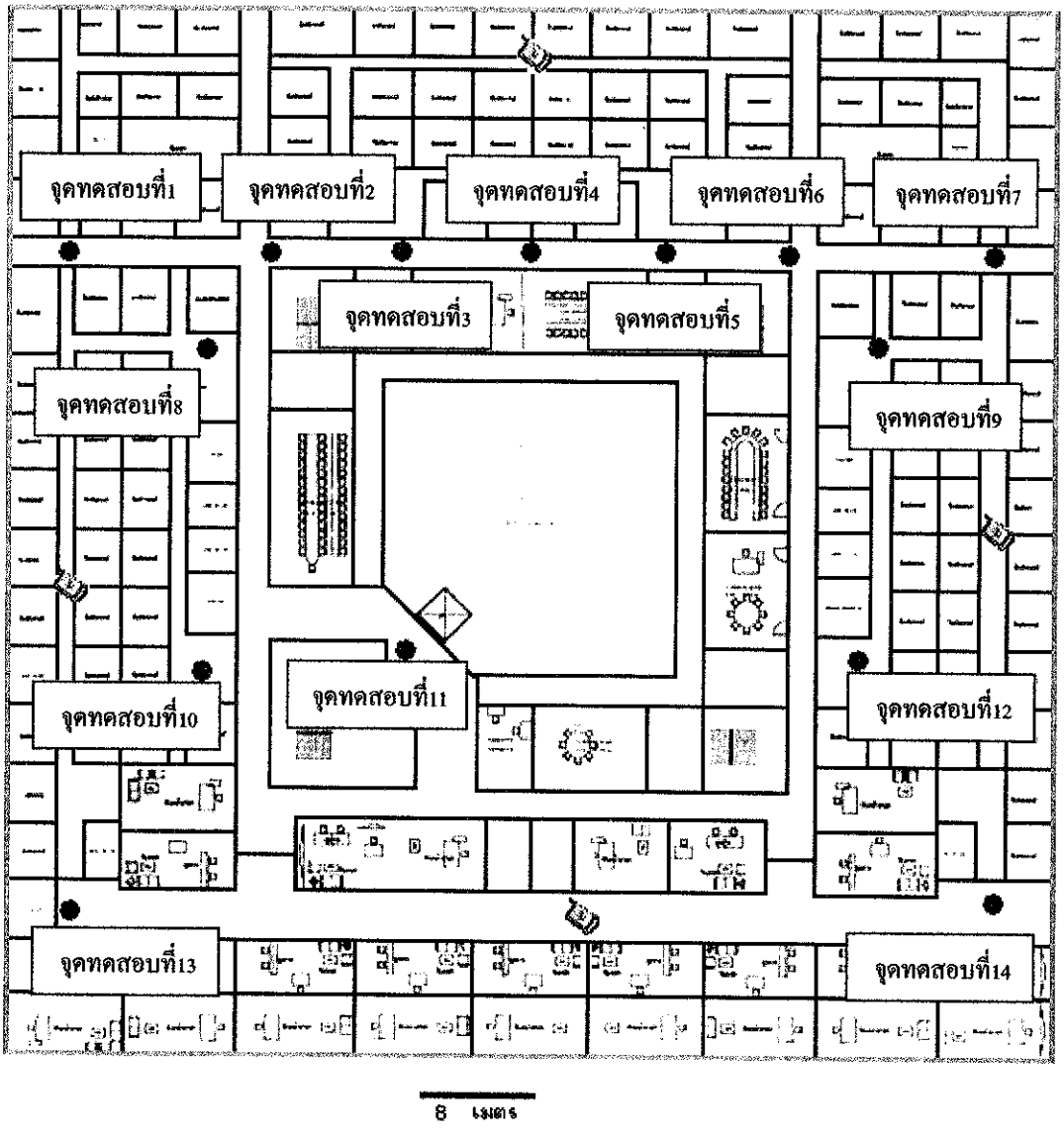
รูปที่ 3.12 แสดงการประมวลผลของโปรแกรม

บทที่4

การทำงานของโปรแกรมและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบโปรแกรม

ในการทดสอบโปรแกรมเบื้องต้นนั้นได้ทำการทดลองหาตำแหน่งที่อยู่ของผู้ใช้งานโปรแกรมภายในอาคารวิชาการ ชั้น4 รวมทั้งหมดจำนวน 14 ตำแหน่งด้วยกัน ดังนี้



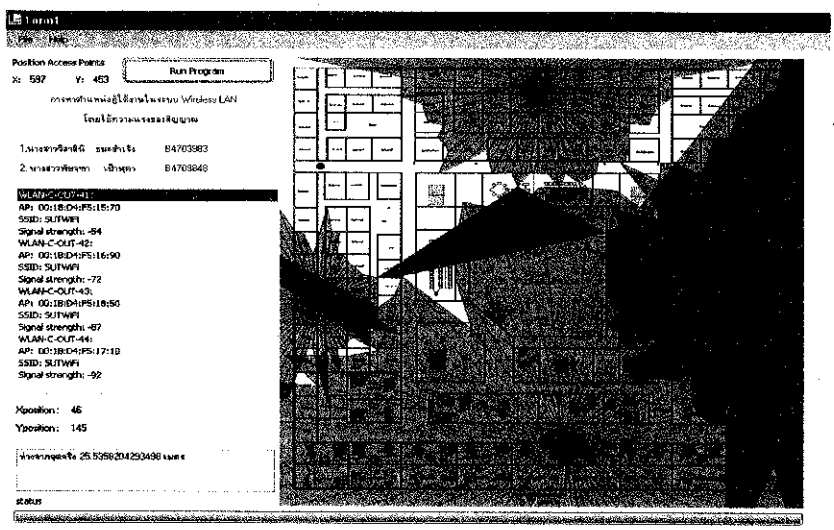
รูปที่4.1 แผนที่ของอาคารวิชาการชั้นที่ 4

ผลการทดสอบโปรแกรม

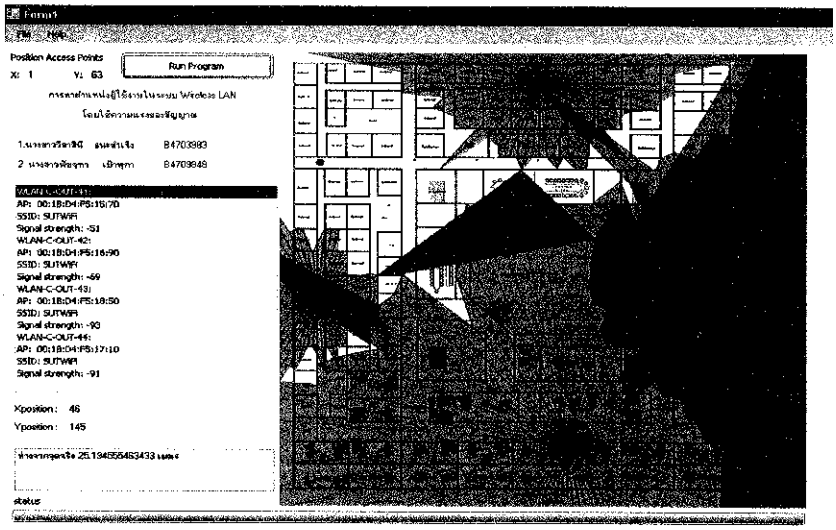
โดย

- = ตำแหน่งที่อยู่จริงของผู้ใช้งานโปรแกรม
- = ตำแหน่งที่โปรแกรมประมวลผลออกมา

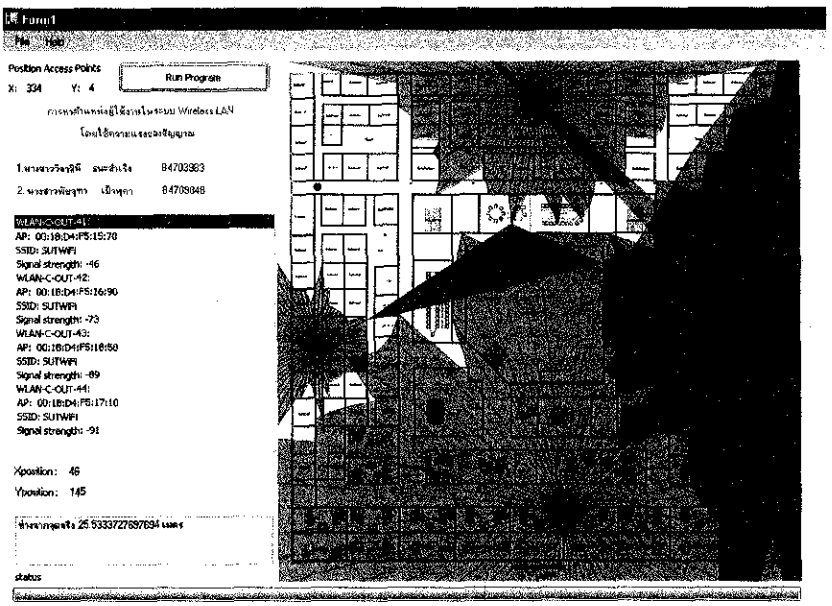
จุดทดสอบที่ 1



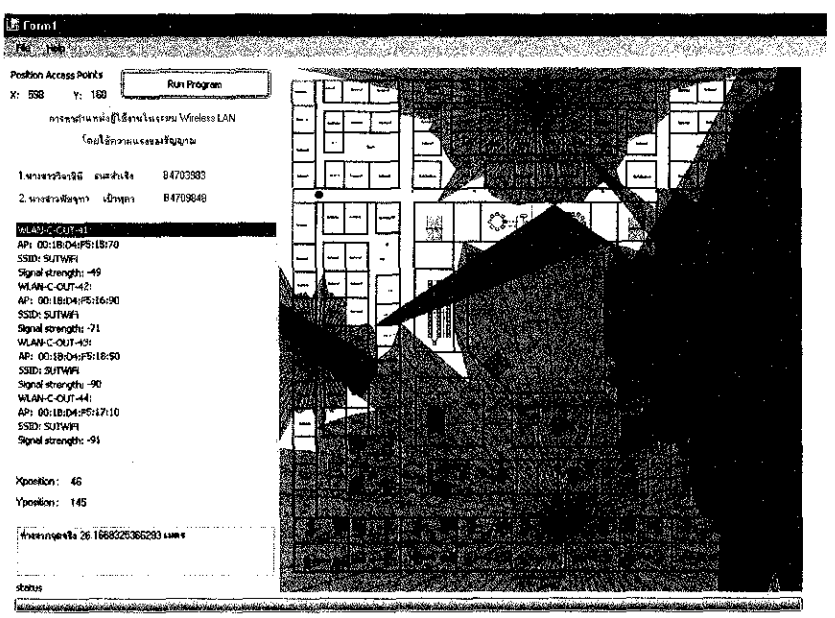
รูปที่4.2 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่1



รูปที่4.3 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่2



รูปที่4.4 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่3

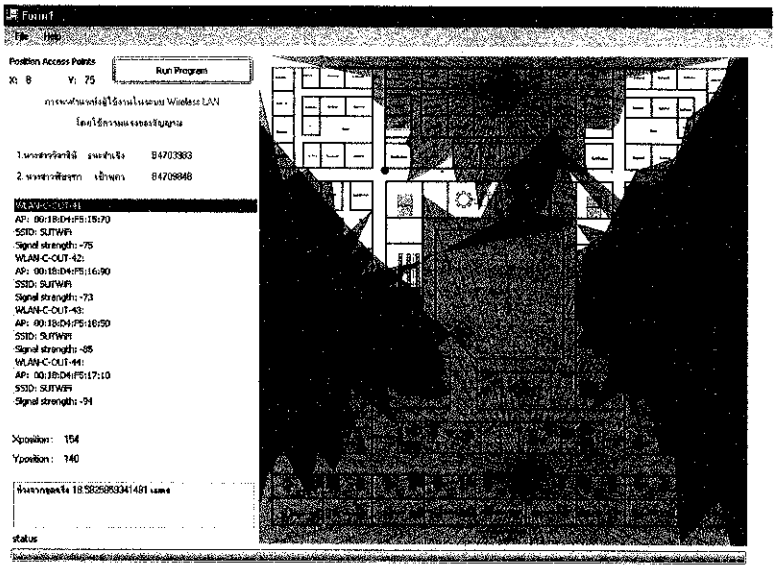


รูปที่4.5 จุดทดสอบที่ 1 ครั้งที่4

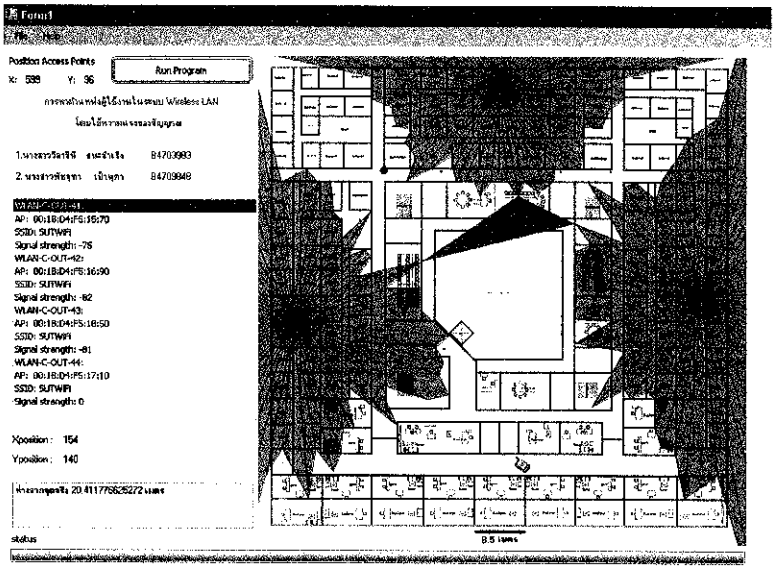
ตารางที่4.1 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่1

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
1 (รูปที่4.2)	00:1B:D4:F5:15:70	-54	25.54
	00:1B:D4:F5:16:90	-72	
	00:1B:D4:F5:18:50	-87	
	00:1B:D4:F5:17:10	-92	
1 (รูปที่4.3)	00:1B:D4:F5:15:70	-51	25.19
	00:1B:D4:F5:16:90	-69	
	00:1B:D4:F5:18:50	-93	
	00:1B:D4:F5:17:10	-91	
1 (รูปที่4.4)	00:1B:D4:F5:15:70	-46	25.53
	00:1B:D4:F5:16:90	-73	
	00:1B:D4:F5:18:50	-89	
	00:1B:D4:F5:17:10	-91	
1 (รูปที่4.5)	00:1B:D4:F5:15:70	-49	26.17
	00:1B:D4:F5:16:90	-71	
	00:1B:D4:F5:18:50	-90	
	00:1B:D4:F5:17:10	-91	

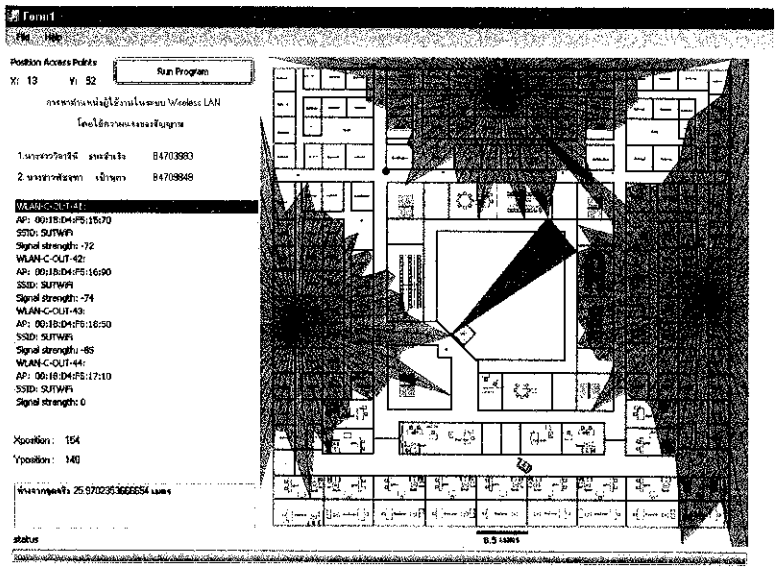
จุดทดสอบที่ 2



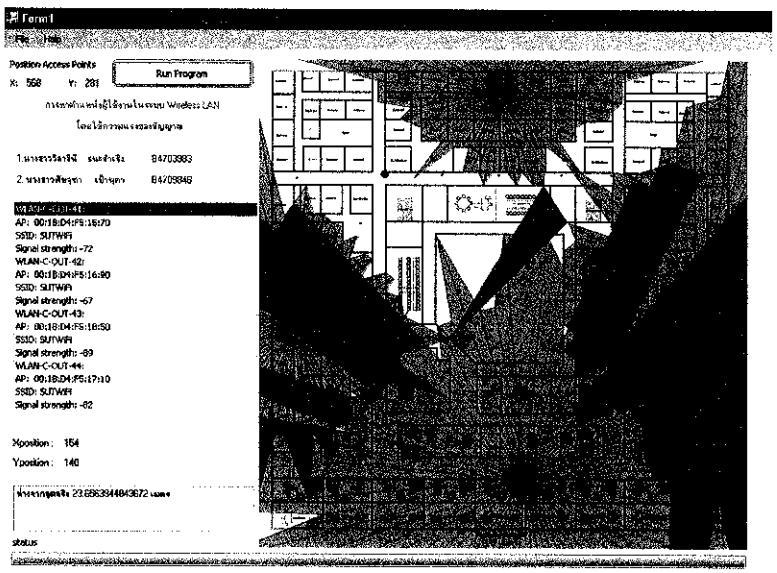
รูปที่4.6 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่1



รูปที่4.7 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่2



รูปที่4.8 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่3

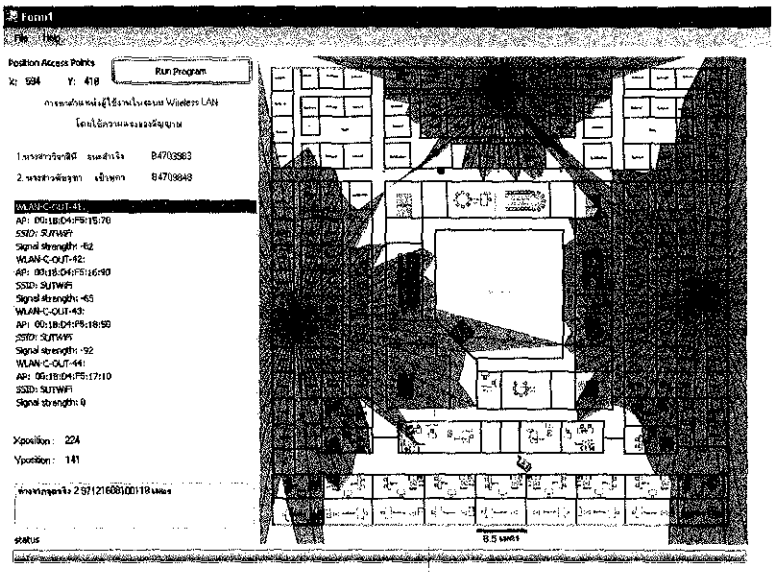


รูปที่4.9 จุดทดสอบที่ 2 ครั้งที่4

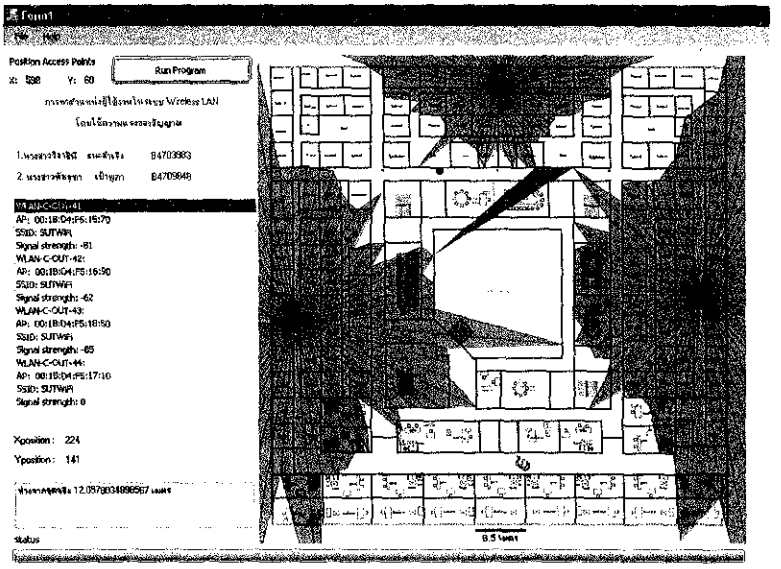
ตารางที่4.2 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่2

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
2 (รูปที่4.6)	00:1B:D4:F5:15:70	-75	18.58
	00:1B:D4:F5:16:90	-73	
	00:1B:D4:F5:18:50	-85	
	00:1B:D4:F5:17:10	-94	
2 (รูปที่4.7)	00:1B:D4:F5:15:70	-75	20.41
	00:1B:D4:F5:16:90	-82	
	00:1B:D4:F5:18:50	-81	
	00:1B:D4:F5:17:10	0	
2 (รูปที่4.8)	00:1B:D4:F5:15:70	-72	25.97
	00:1B:D4:F5:16:90	-74	
	00:1B:D4:F5:18:50	-85	
	00:1B:D4:F5:17:10	0	
2 (รูปที่4.9)	00:1B:D4:F5:15:70	-72	23.67
	00:1B:D4:F5:16:90	-67	
	00:1B:D4:F5:18:50	-89	
	00:1B:D4:F5:17:10	-82	

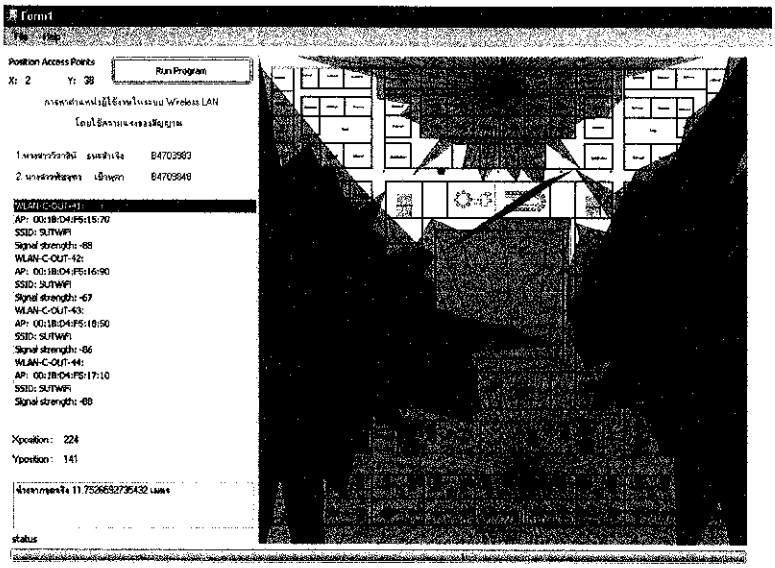
จุดทดสอบที่ 3



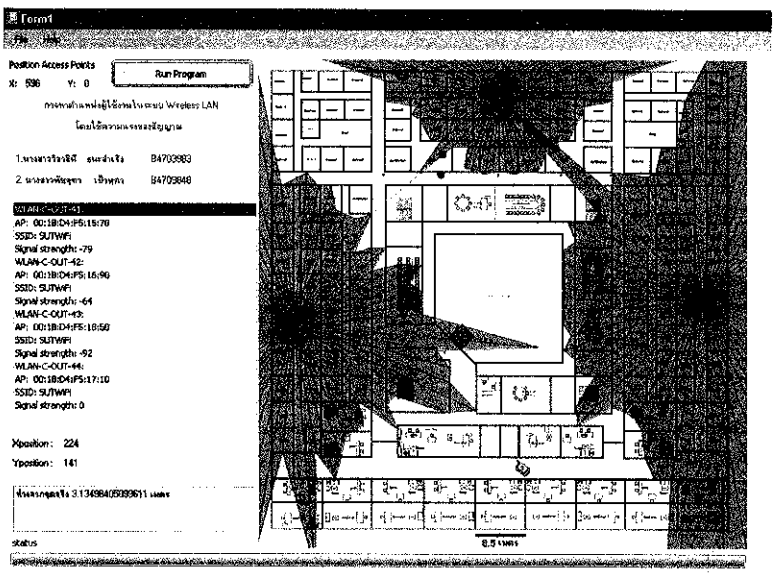
รูปที่4.10 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่1



รูปที่4.11 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่2



รูปที่4.12 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่3

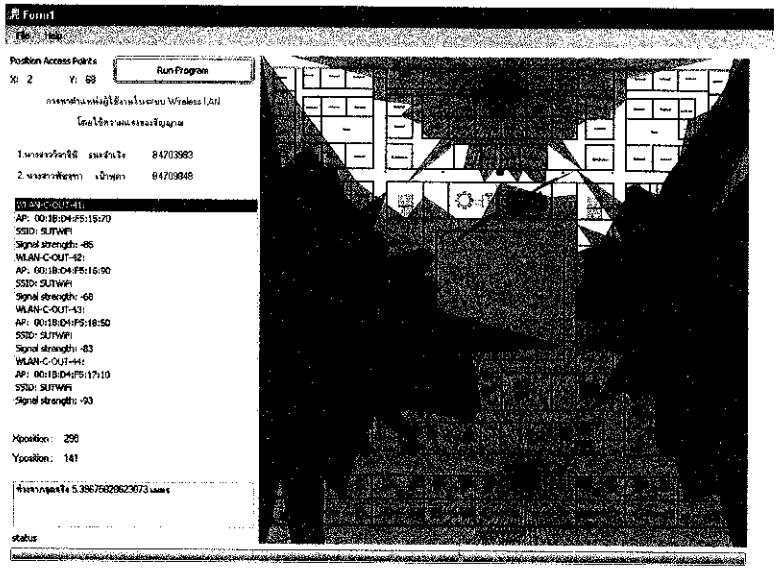


รูปที่4.13 จุดทดสอบที่ 3 ครั้งที่4

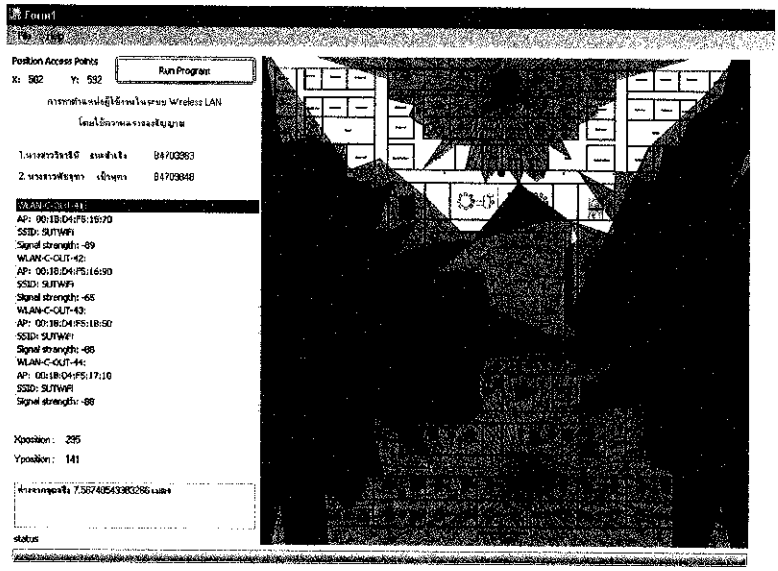
ตารางที่4.3 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่3

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
3 (รูปที่4.10)	00:1B:D4:F5:15:70	-82	2.97
	00:1B:D4:F5:16:90	-65	
	00:1B:D4:F5:18:50	-92	
	00:1B:D4:F5:17:10	0	
3 (รูปที่4.11)	00:1B:D4:F5:15:70	-81	12.06
	00:1B:D4:F5:16:90	-62	
	00:1B:D4:F5:18:50	-85	
	00:1B:D4:F5:17:10	0	
3 (รูปที่4.12)	00:1B:D4:F5:15:70	-85	11.75
	00:1B:D4:F5:16:90	-67	
	00:1B:D4:F5:18:50	-86	
	00:1B:D4:F5:17:10	-88	
3 (รูปที่4.13)	00:1B:D4:F5:15:70	-79	3.13
	00:1B:D4:F5:16:90	-64	
	00:1B:D4:F5:18:50	-92	
	00:1B:D4:F5:17:10	0	

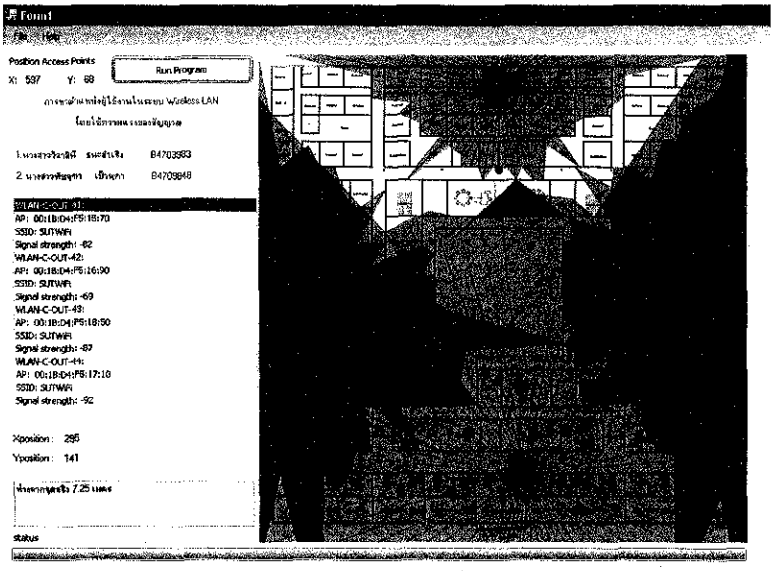
จุดทดสอบที่ 4



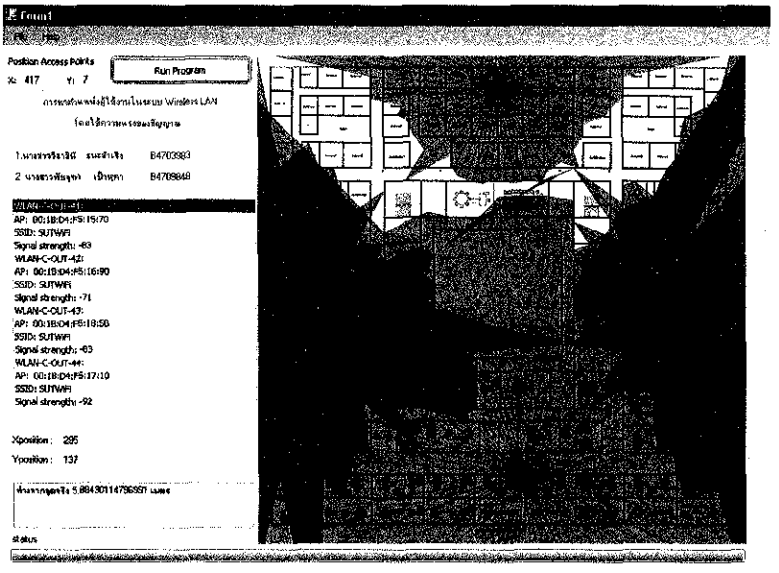
รูปที่4.14 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่1



รูปที่4.15 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่2



รูปที่4.16 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่3

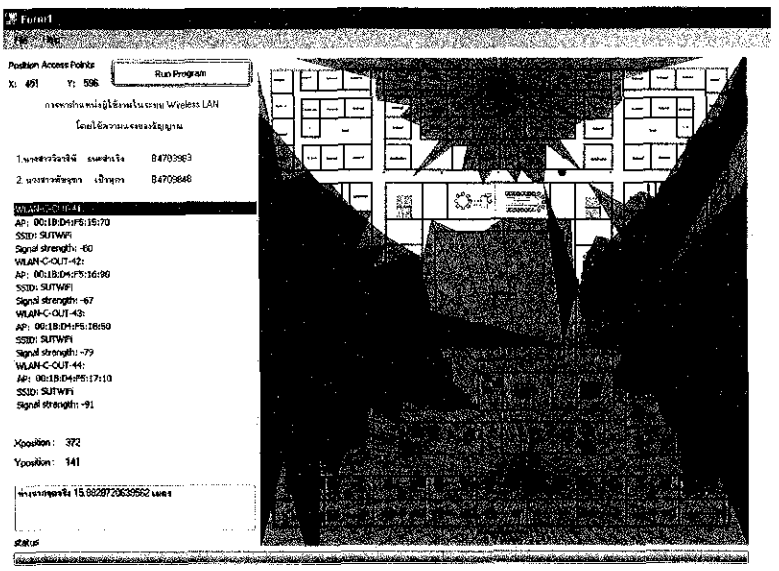


รูปที่4.17 จุดทดสอบที่ 4 ครั้งที่4

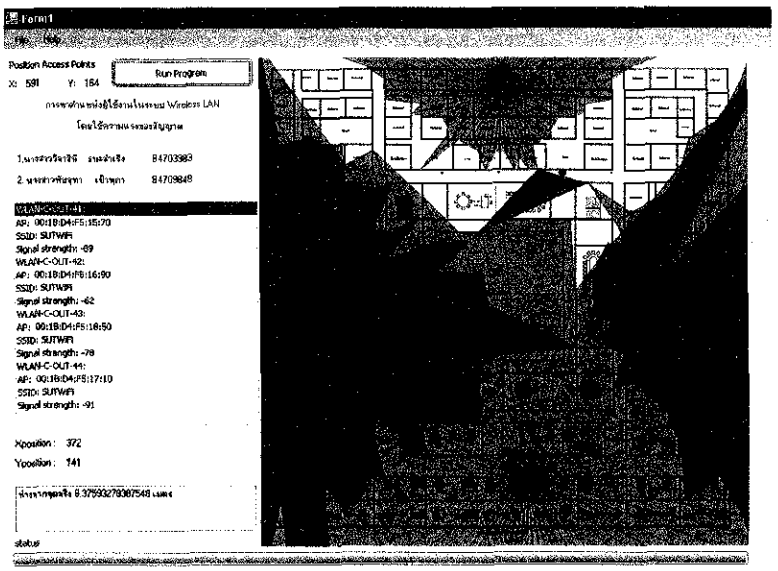
ตารางที่4.4 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่4

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
4 (รูปที่4.14)	00:1B:D4:F5:15:70	-85	5.40
	00:1B:D4:F5:16:90	-68	
	00:1B:D4:F5:18:50	-83	
	00:1B:D4:F5:17:10	-93	
4 (รูปที่4.15)	00:1B:D4:F5:15:70	-89	7.57
	00:1B:D4:F5:16:90	-65	
	00:1B:D4:F5:18:50	-88	
	00:1B:D4:F5:17:10	-88	
4 (รูปที่4.16)	00:1B:D4:F5:15:70	-82	7.25
	00:1B:D4:F5:16:90	-69	
	00:1B:D4:F5:18:50	-87	
	00:1B:D4:F5:17:10	-92	
4 (รูปที่4.17)	00:1B:D4:F5:15:70	-83	5.88
	00:1B:D4:F5:16:90	-71	
	00:1B:D4:F5:18:50	-83	
	00:1B:D4:F5:17:10	-92	

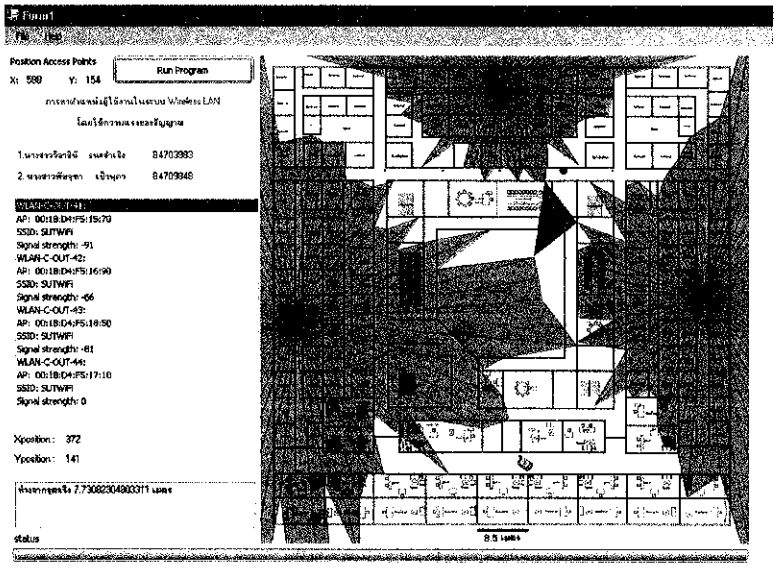
จุดทดสอบที่ 5



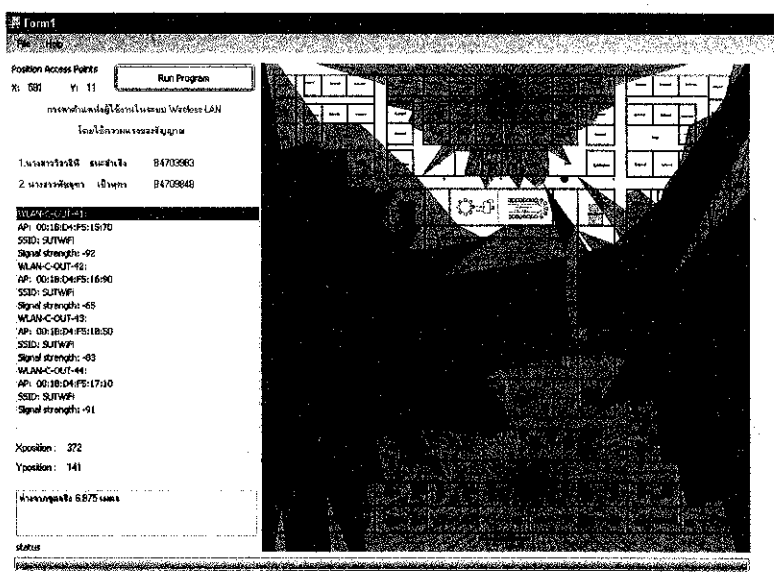
รูปที่4.18 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่1



รูปที่4.19 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่2



รูปที่4.20 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่3

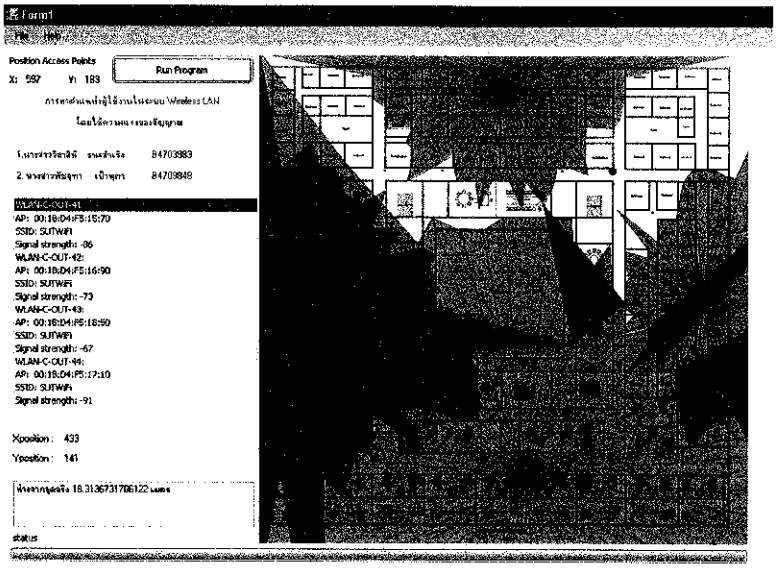


รูปที่4.21 จุดทดสอบที่ 5 ครั้งที่4

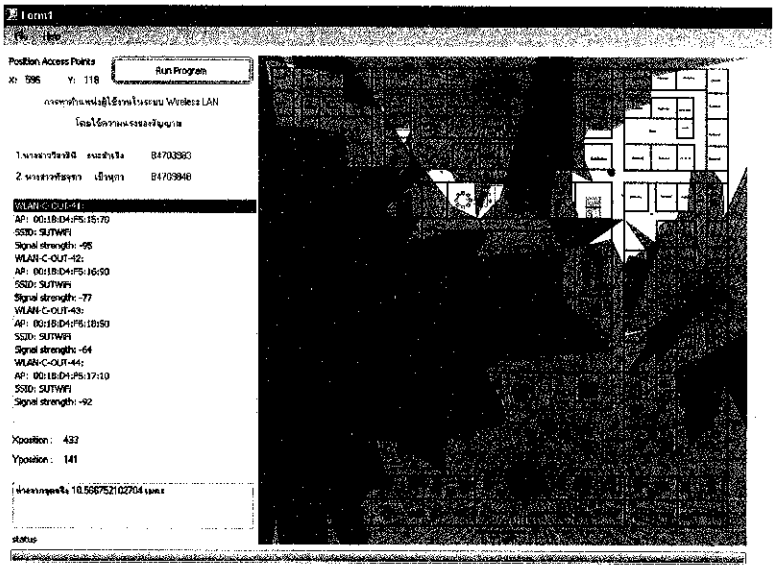
ตารางที่4.5 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่5

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
5 (รูปที่4.18)	00:1B:D4:F5:15:70	-80	15.88
	00:1B:D4:F5:16:90	-67	
	00:1B:D4:F5:18:50	-79	
	00:1B:D4:F5:17:10	-91	
5 (รูปที่4.19)	00:1B:D4:F5:15:70	-89	8.38
	00:1B:D4:F5:16:90	-62	
	00:1B:D4:F5:18:50	-78	
	00:1B:D4:F5:17:10	-91	
5 (รูปที่4.20)	00:1B:D4:F5:15:70	-91	7.73
	00:1B:D4:F5:16:90	-66	
	00:1B:D4:F5:18:50	-81	
	00:1B:D4:F5:17:10	0	
5 (รูปที่4.21)	00:1B:D4:F5:15:70	-92	6.88
	00:1B:D4:F5:16:90	-65	
	00:1B:D4:F5:18:50	-83	
	00:1B:D4:F5:17:10	-91	

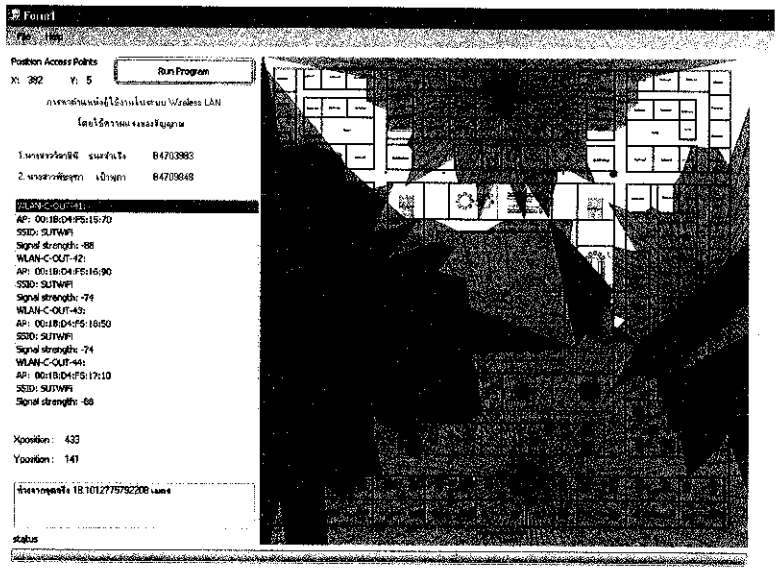
จุดทดสอบที่ 6



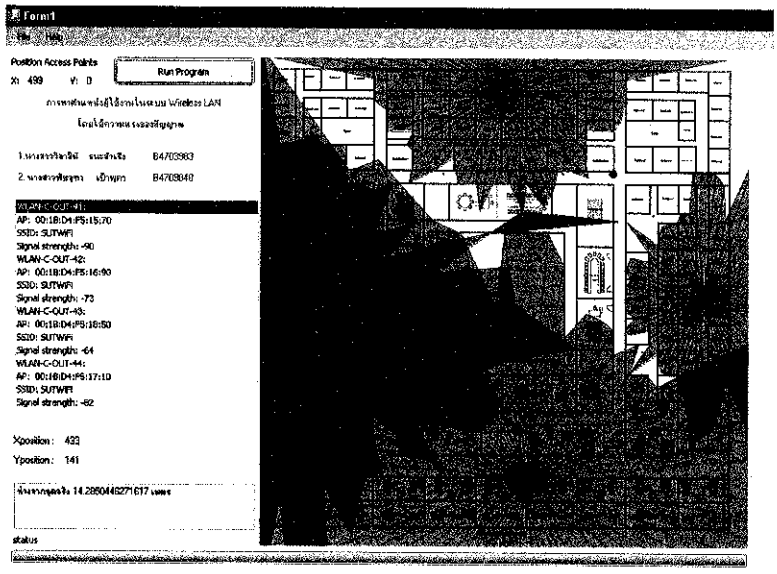
รูปที่4.22 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่1



รูปที่4.23 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่2



รูปที่4.24 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่3

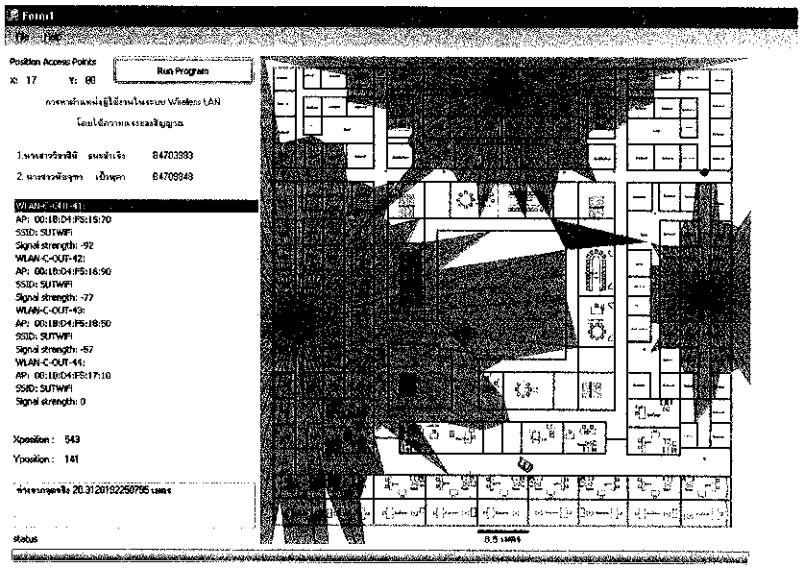


รูปที่4.25 จุดทดสอบที่ 6 ครั้งที่4

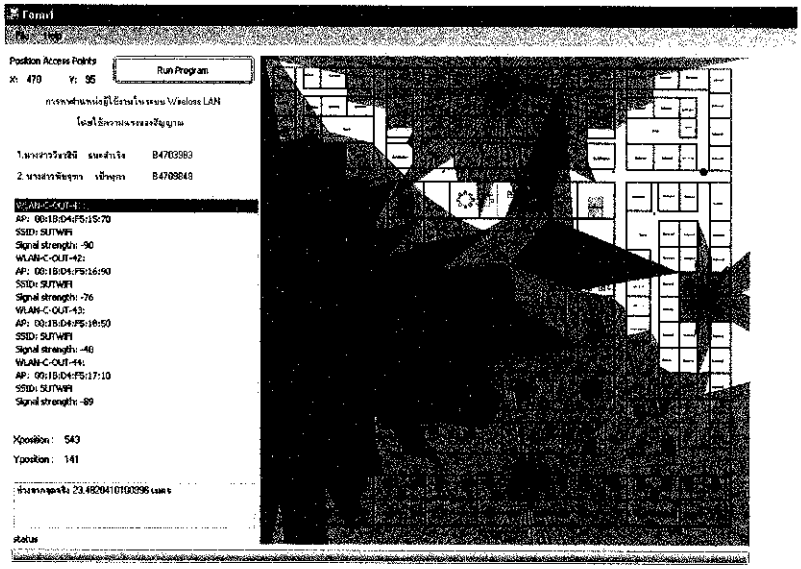
ตารางที่4.6 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่6

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
6 (รูปที่4.22)	00:1B:D4:F5:15:70	-86	18.31
	00:1B:D4:F5:16:90	-73	
	00:1B:D4:F5:18:50	-67	
	00:1B:D4:F5:17:10	-91	
6 (รูปที่4.23)	00:1B:D4:F5:15:70	-95	10.57
	00:1B:D4:F5:16:90	-77	
	00:1B:D4:F5:18:50	-64	
	00:1B:D4:F5:17:10	-92	
6 (รูปที่4.24)	00:1B:D4:F5:15:70	-88	18.1
	00:1B:D4:F5:16:90	-74	
	00:1B:D4:F5:18:50	-74	
	00:1B:D4:F5:17:10	-88	
6 (รูปที่4.25)	00:1B:D4:F5:15:70	-90	14.29
	00:1B:D4:F5:16:90	-73	
	00:1B:D4:F5:18:50	-64	
	00:1B:D4:F5:17:10	-82	

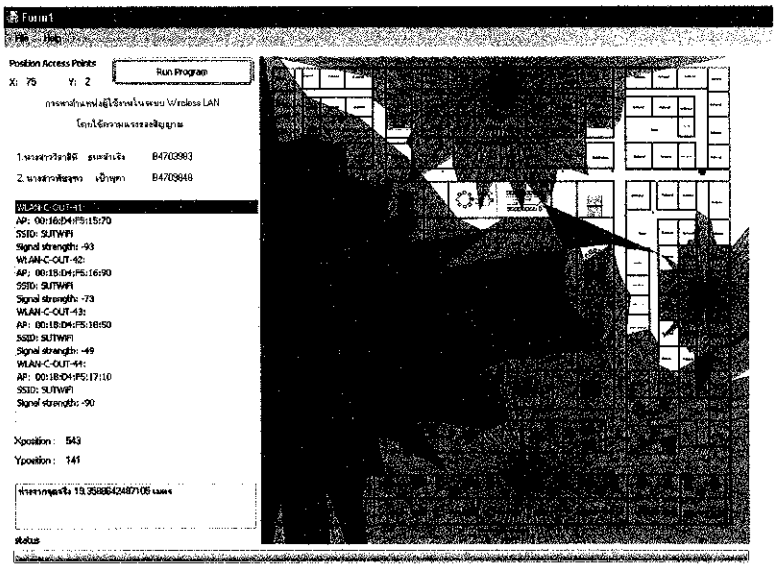
จุดทดสอบที่ 7



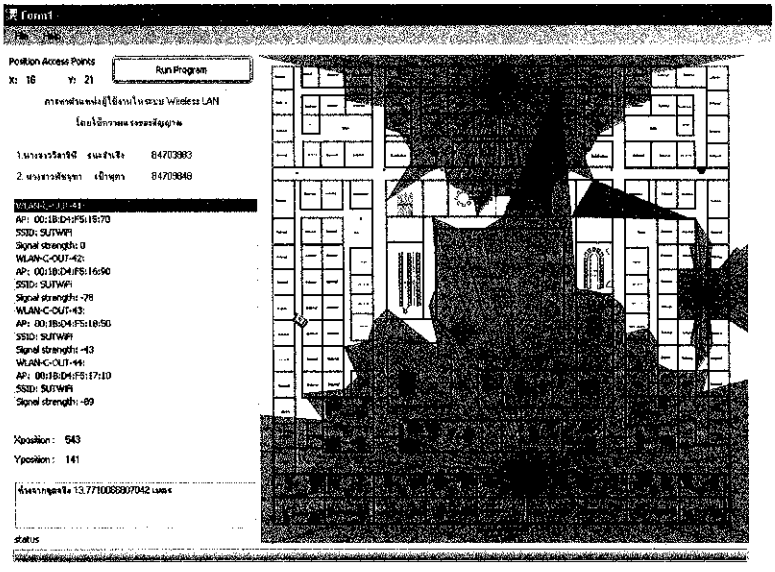
รูปที่4.26 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่1



รูปที่4.27 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่2



รูปที่4.28 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่3

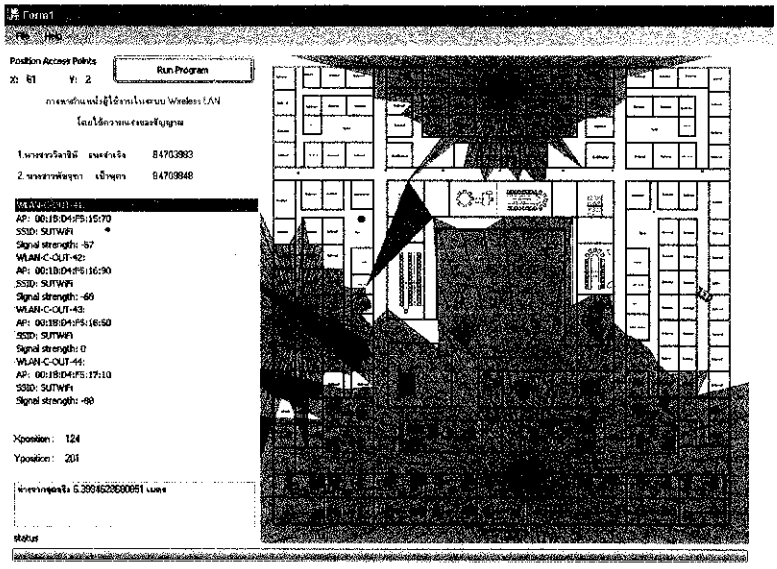


รูปที่4.29 จุดทดสอบที่ 7 ครั้งที่4

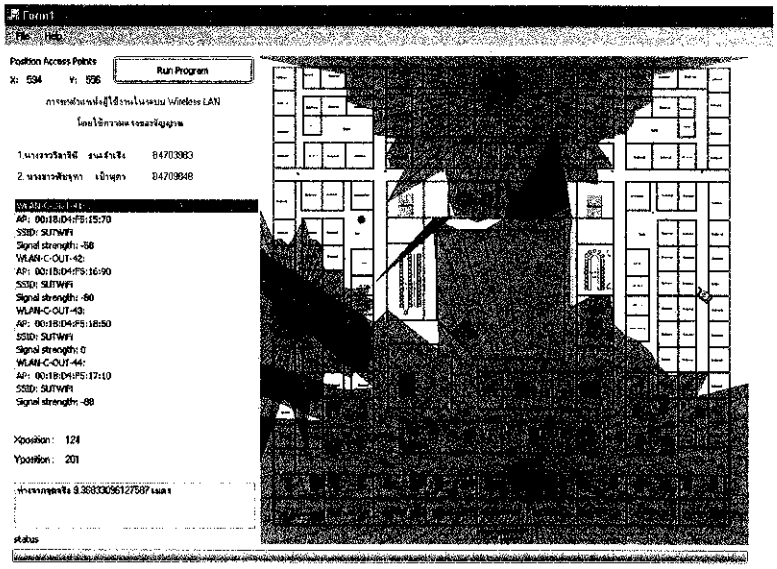
ตารางที่4.7 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่7

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
7 (รูปที่4.26)	00:1B:D4:F5:15:70	-92	20.31
	00:1B:D4:F5:16:90	-77	
	00:1B:D4:F5:18:50	-57	
	00:1B:D4:F5:17:10	0	
7 (รูปที่4.27)	00:1B:D4:F5:15:70	-90	23.48
	00:1B:D4:F5:16:90	-76	
	00:1B:D4:F5:18:50	-40	
	00:1B:D4:F5:17:10	-89	
7 (รูปที่4.28)	00:1B:D4:F5:15:70	-93	19.36
	00:1B:D4:F5:16:90	-73	
	00:1B:D4:F5:18:50	-49	
	00:1B:D4:F5:17:10	-90	
7 (รูปที่4.29)	00:1B:D4:F5:15:70	0	13.77
	00:1B:D4:F5:16:90	-78	
	00:1B:D4:F5:18:50	-43	
	00:1B:D4:F5:17:10	-89	

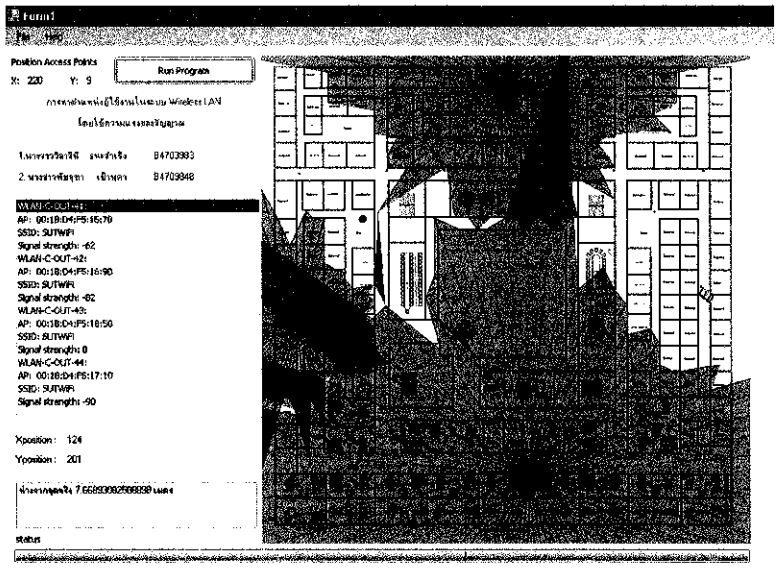
จุดทดสอบที่ 8



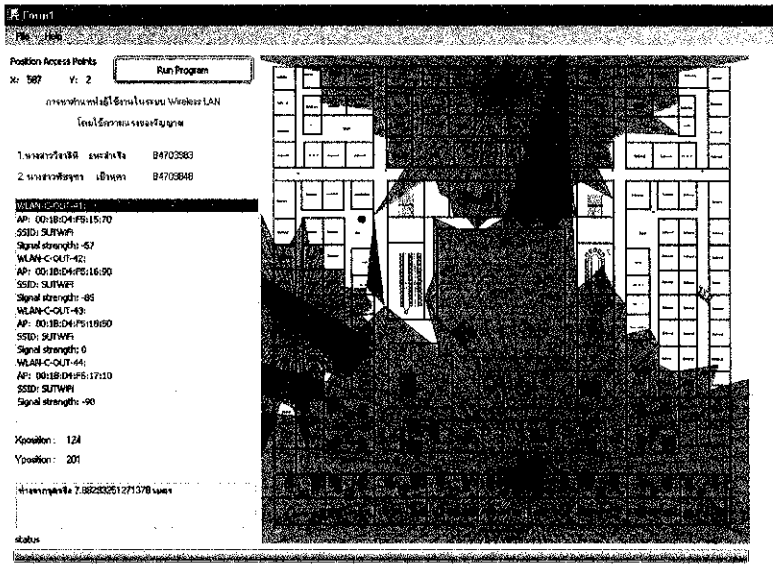
รูปที่4.30 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่1



รูปที่4.31 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่2



รูปที่4.32 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่3

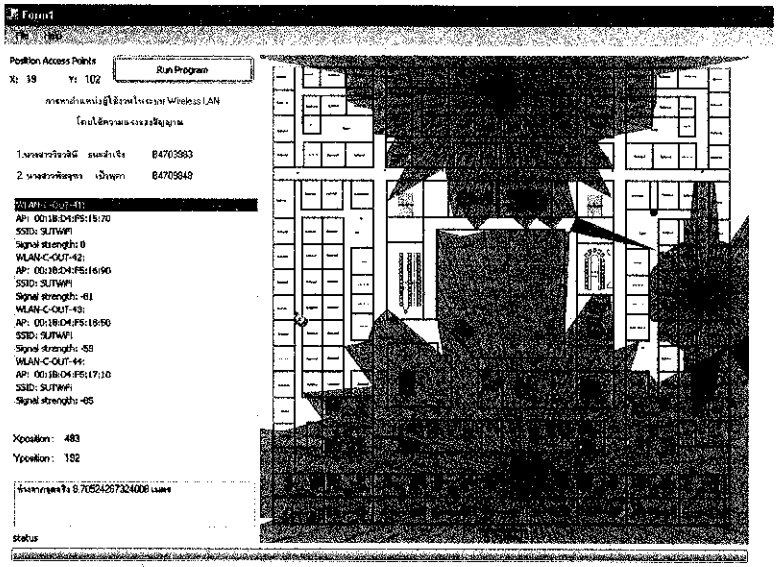


รูปที่4.33 จุดทดสอบที่ 8 ครั้งที่4

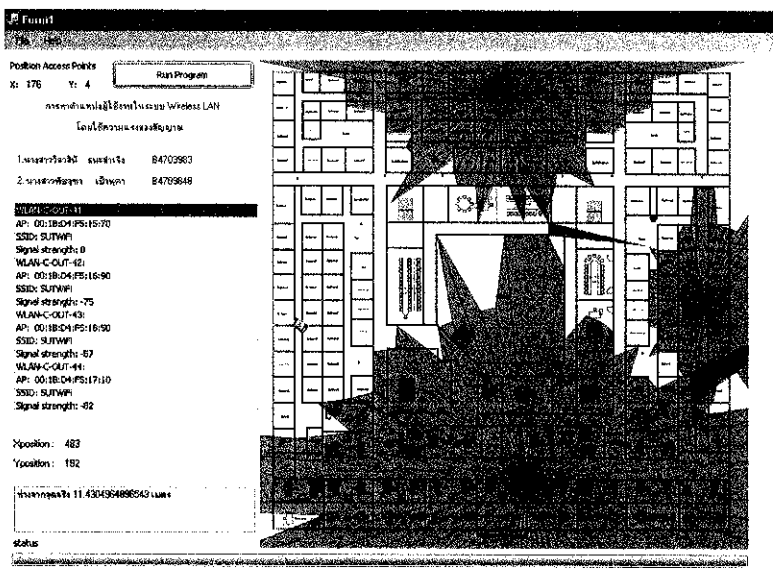
ตารางที่4.8 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่8

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
8 (รูปที่4.30)	00:1B:D4:F5:15:70	-57	6.40
	00:1B:D4:F5:16:90	-68	
	00:1B:D4:F5:18:50	0	
	00:1B:D4:F5:17:10	-88	
8 (รูปที่4.31)	00:1B:D4:F5:15:70	-58	9.37
	00:1B:D4:F5:16:90	-80	
	00:1B:D4:F5:18:50	0	
	00:1B:D4:F5:17:10	-88	
8 (รูปที่4.32)	00:1B:D4:F5:15:70	-62	7.67
	00:1B:D4:F5:16:90	-82	
	00:1B:D4:F5:18:50	0	
	00:1B:D4:F5:17:10	-90	
8 (รูปที่4.33)	00:1B:D4:F5:15:70	-57	7.88
	00:1B:D4:F5:16:90	-85	
	00:1B:D4:F5:18:50	0	
	00:1B:D4:F5:17:10	-90	

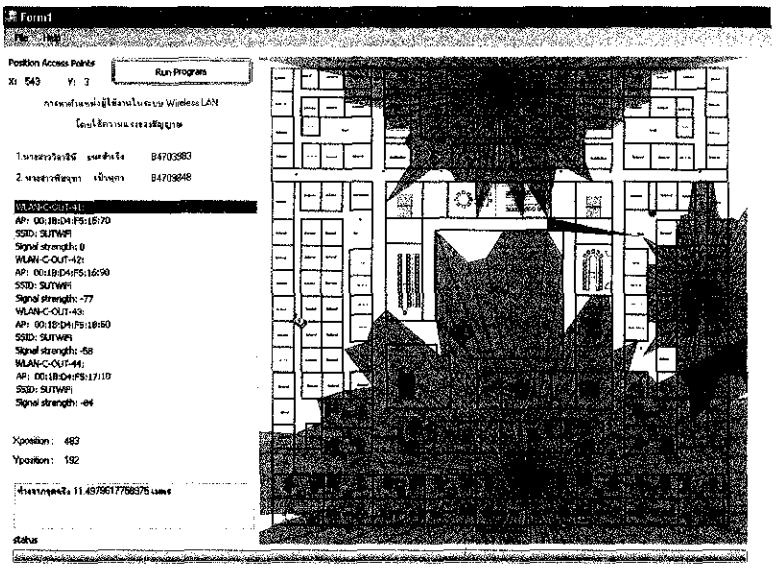
จุดทดสอบที่ 9



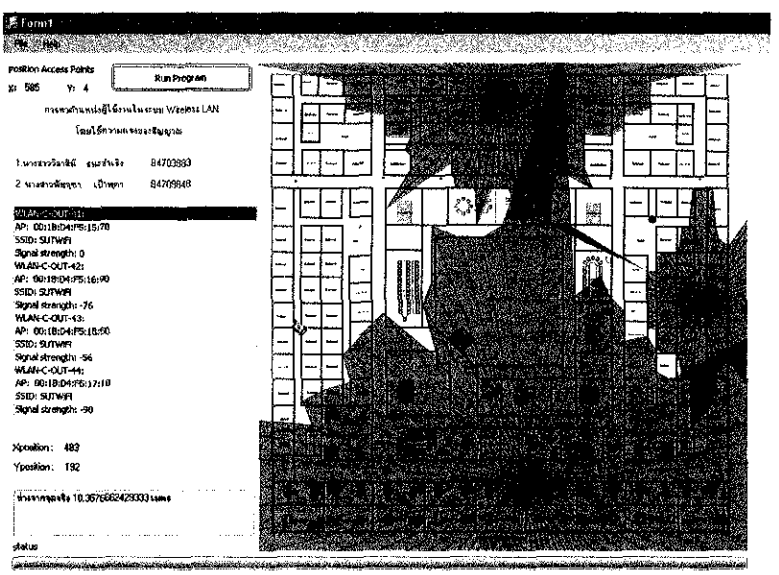
รูปที่4.34 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่1



รูปที่4.35 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่2



รูปที่4.36 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่3

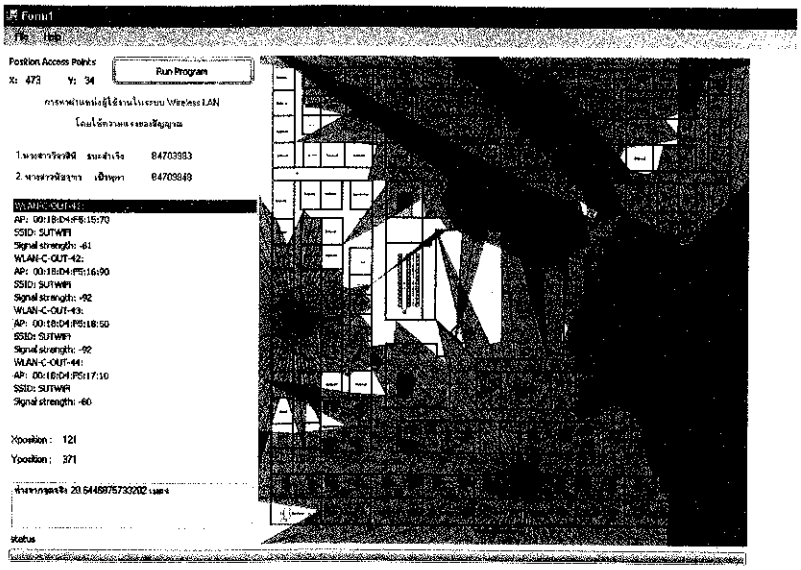


รูปที่4.37 จุดทดสอบที่ 9 ครั้งที่4

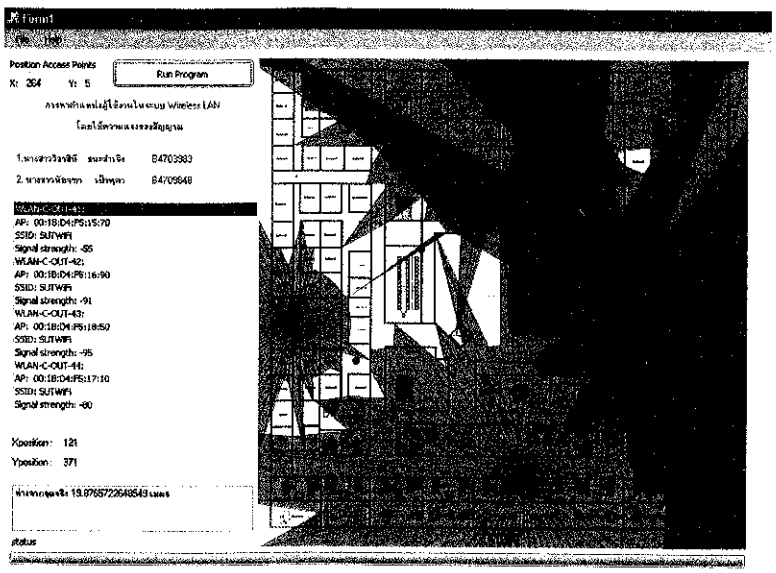
ตารางที่4.9 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่9

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
9 (รูปที่4.34)	00:1B:D4:F5:15:70	0	8.71
	00:1B:D4:F5:16:90	-81	
	00:1B:D4:F5:18:50	-55	
	00:1B:D4:F5:17:10	-85	
9 (รูปที่4.35)	00:1B:D4:F5:15:70	0	11.43
	00:1B:D4:F5:16:90	-75	
	00:1B:D4:F5:18:50	-57	
	00:1B:D4:F5:17:10	-82	
9 (รูปที่4.36)	00:1B:D4:F5:15:70	0	11.5
	00:1B:D4:F5:16:90	-77	
	00:1B:D4:F5:18:50	-58	
	00:1B:D4:F5:17:10	-84	
9 (รูปที่4.37)	00:1B:D4:F5:15:70	0	10.36
	00:1B:D4:F5:16:90	-76	
	00:1B:D4:F5:18:50	-56	
	00:1B:D4:F5:17:10	-90	

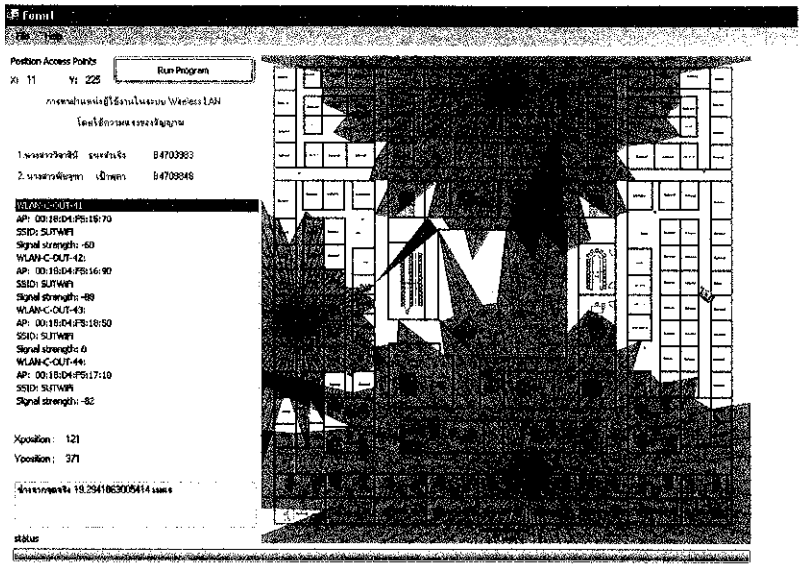
จุดทดสอบที่ 10



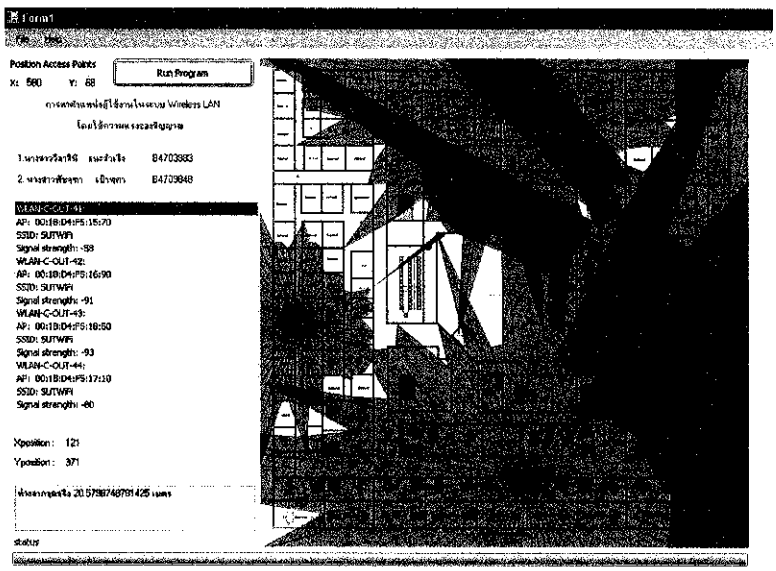
รูปที่4.38 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่1



รูปที่4.39 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่2



รูปที่4.40 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่3

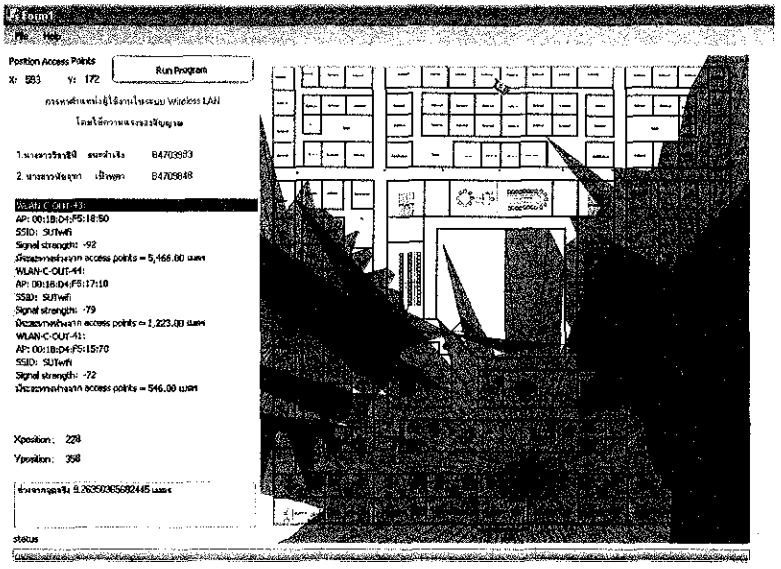


รูปที่4.41 จุดทดสอบที่ 10 ครั้งที่4

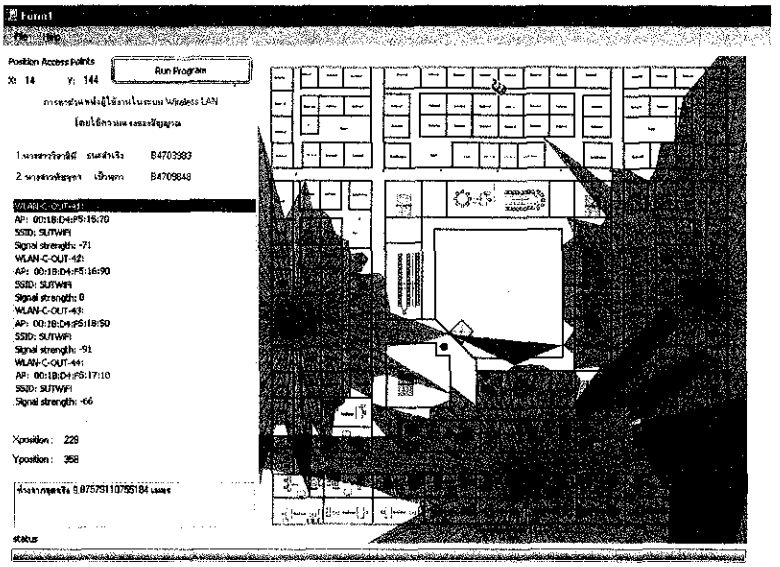
ตารางที่4.10 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่10

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
10 (รูปที่4.38)	00:1B:D4:F5:15:70	-61	20.64
	00:1B:D4:F5:16:90	-92	
	00:1B:D4:F5:18:50	-92	
	00:1B:D4:F5:17:10	-80	
10 (รูปที่4.39)	00:1B:D4:F5:15:70	-55	19.88
	00:1B:D4:F5:16:90	-91	
	00:1B:D4:F5:18:50	-95	
	00:1B:D4:F5:17:10	-80	
10 (รูปที่4.40)	00:1B:D4:F5:15:70	-60	19.29
	00:1B:D4:F5:16:90	-88	
	00:1B:D4:F5:18:50	0	
	00:1B:D4:F5:17:10	-82	
10 (รูปที่4.41)	00:1B:D4:F5:15:70	-58	20.58
	00:1B:D4:F5:16:90	-91	
	00:1B:D4:F5:18:50	-93	
	00:1B:D4:F5:17:10	-80	

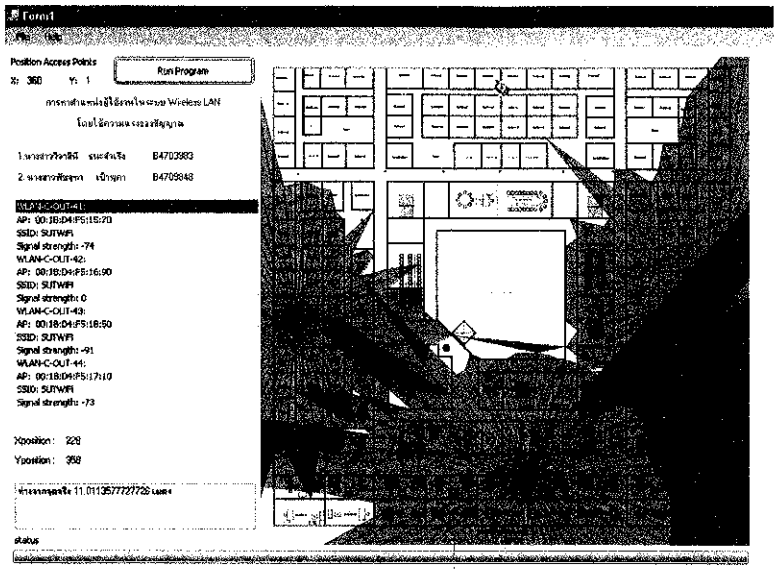
จุดทดสอบที่ 11



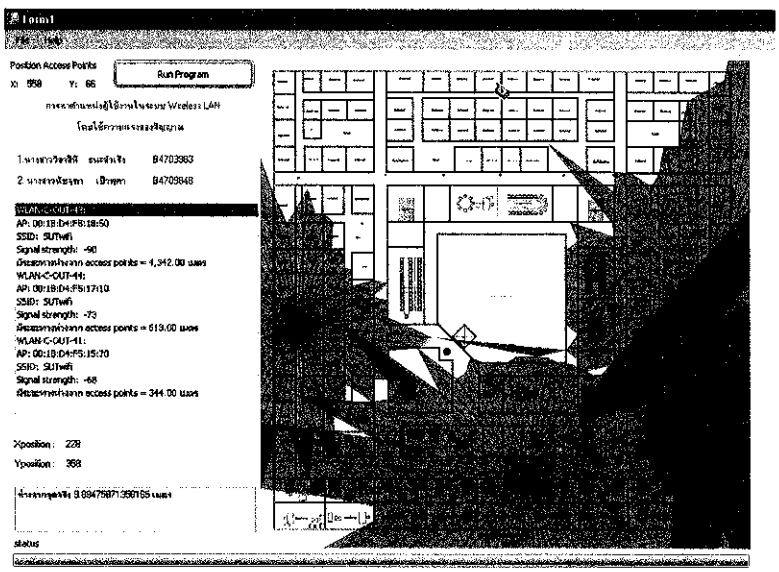
รูปที่4.42 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่1



รูปที่4.43 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่2



รูปที่4.44 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่3

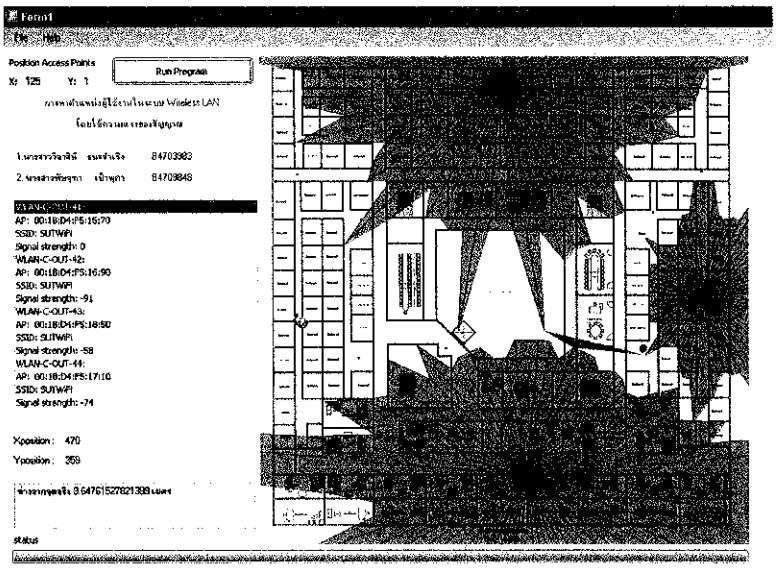


รูปที่4.45 จุดทดสอบที่ 11 ครั้งที่4

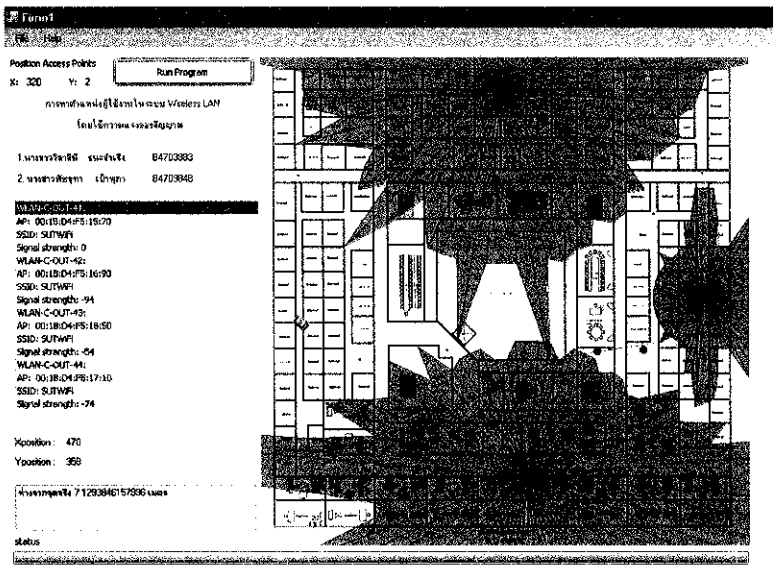
ตารางที่4.11 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่11

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
11 (รูปที่4.42)	00:1B:D4:F5:15:70	-72	9.26
	00:1B:D4:F5:16:90	0	
	00:1B:D4:F5:18:50	-92	
	00:1B:D4:F5:17:10	-79	
11 (รูปที่4.43)	00:1B:D4:F5:15:70	-71	9.88
	00:1B:D4:F5:16:90	0	
	00:1B:D4:F5:18:50	-91	
	00:1B:D4:F5:17:10	-66	
11 (รูปที่4.44)	00:1B:D4:F5:15:70	-74	11.05
	00:1B:D4:F5:16:90	0	
	00:1B:D4:F5:18:50	-91	
	00:1B:D4:F5:17:10	-73	
11 (รูปที่4.45)	00:1B:D4:F5:15:70	-68	9.89
	00:1B:D4:F5:16:90	0	
	00:1B:D4:F5:18:50	-90	
	00:1B:D4:F5:17:10	-73	

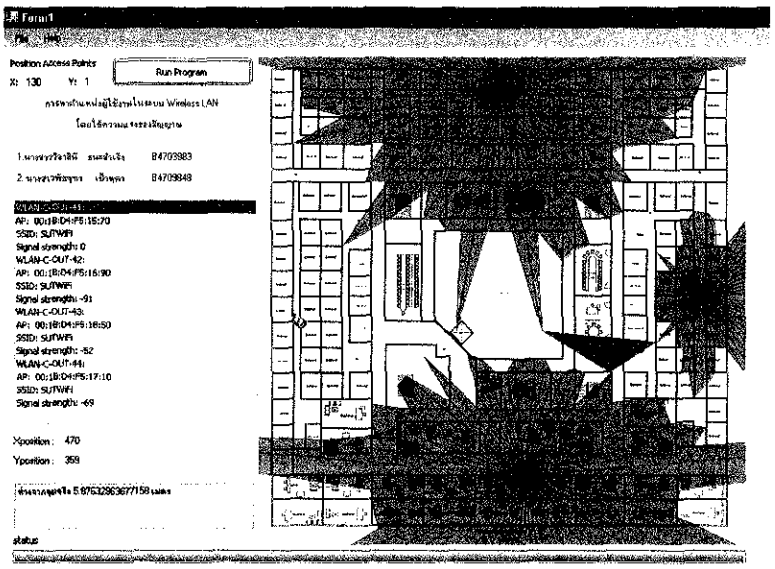
จุดทดสอบที่ 12



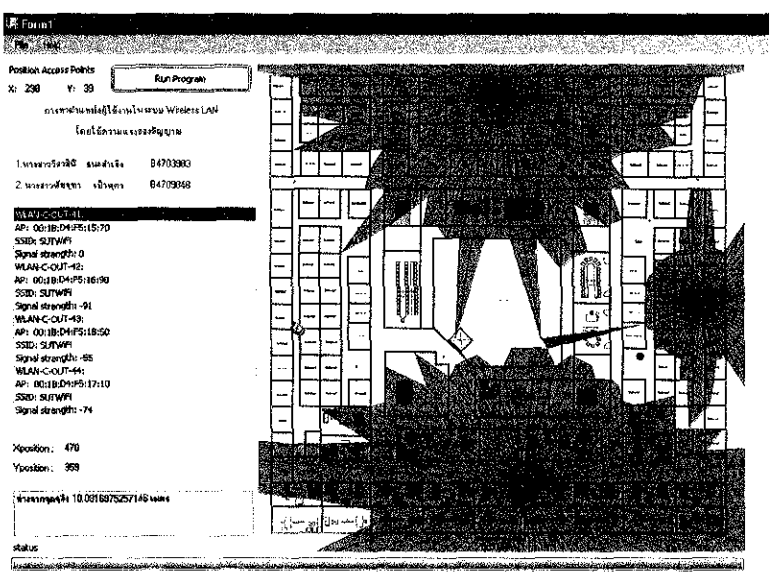
รูปที่4.46 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่1



รูปที่4.47 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่2



รูปที่4.48 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่3

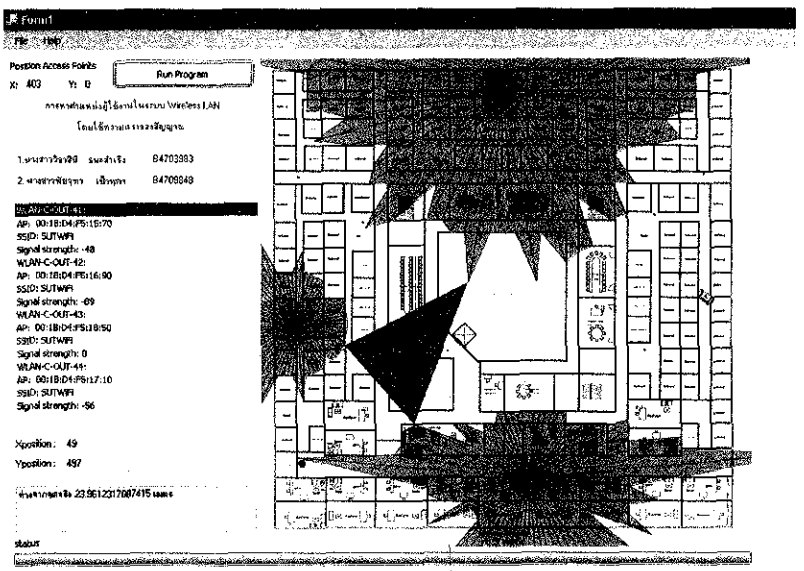


รูปที่4.49 จุดทดสอบที่ 12 ครั้งที่4

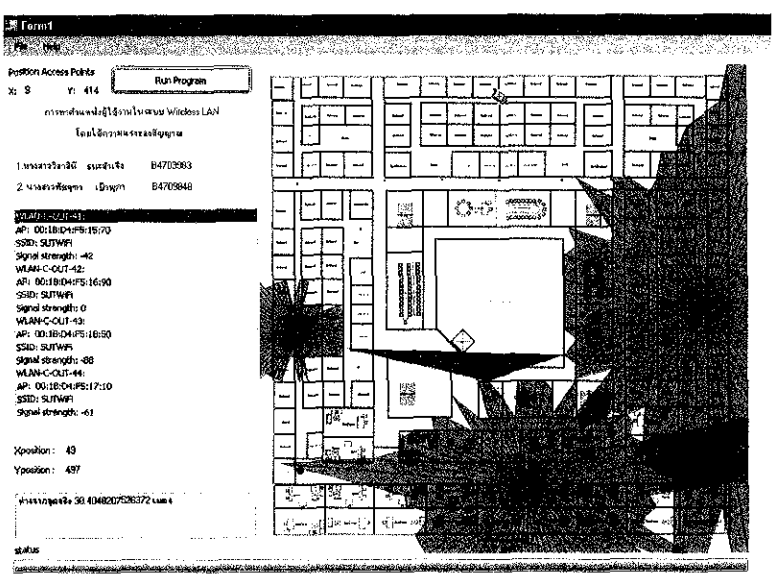
ตารางที่4.12 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่12

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
12 (รูปที่4.46)	00:1B:D4:F5:15:70	0	8.65
	00:1B:D4:F5:16:90	-91	
	00:1B:D4:F5:18:50	-58	
	00:1B:D4:F5:17:10	-74	
12 (รูปที่4.47)	00:1B:D4:F5:15:70	0	7.13
	00:1B:D4:F5:16:90	-94	
	00:1B:D4:F5:18:50	-54	
	00:1B:D4:F5:17:10	-74	
12 (รูปที่4.48)	00:1B:D4:F5:15:70	0	5.88
	00:1B:D4:F5:16:90	-91	
	00:1B:D4:F5:18:50	-52	
	00:1B:D4:F5:17:10	-69	
12 (รูปที่4.49)	00:1B:D4:F5:15:70	0	10.08
	00:1B:D4:F5:16:90	-91	
	00:1B:D4:F5:18:50	-55	
	00:1B:D4:F5:17:10	-74	

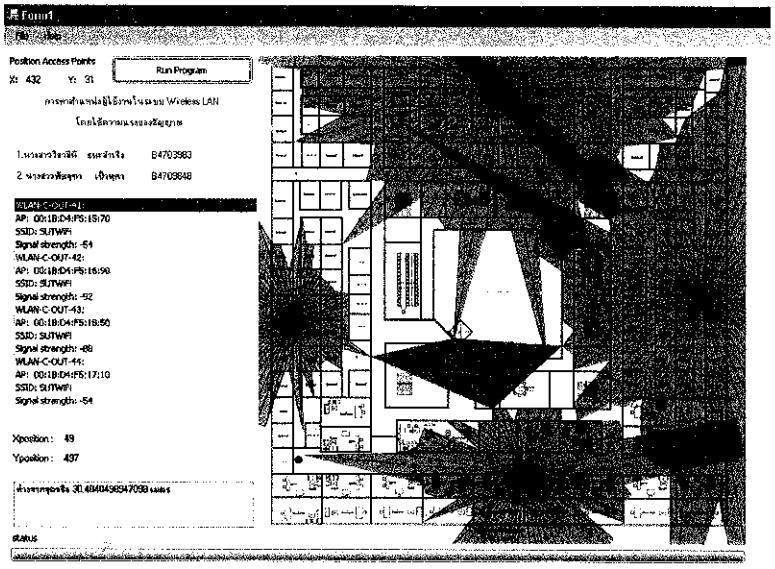
จุดทดสอบที่ 13



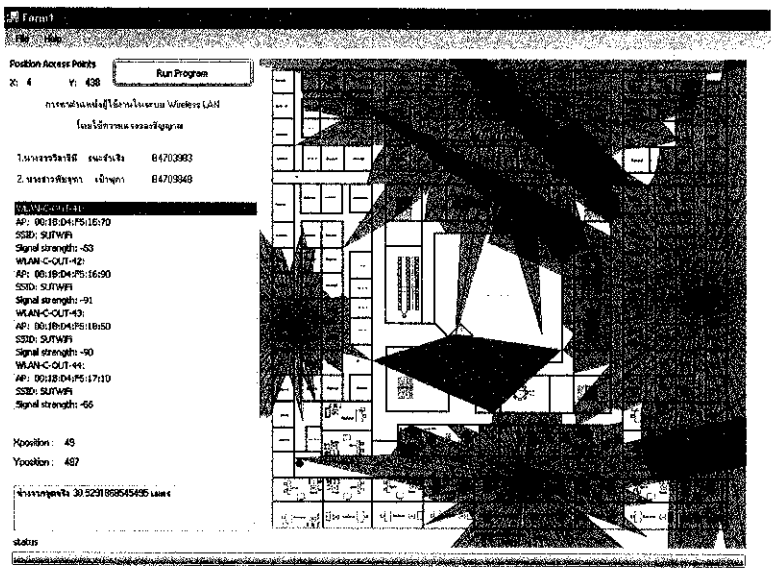
รูปที่4.50 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่1



รูปที่4.51 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่2



รูปที่4.52 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่3

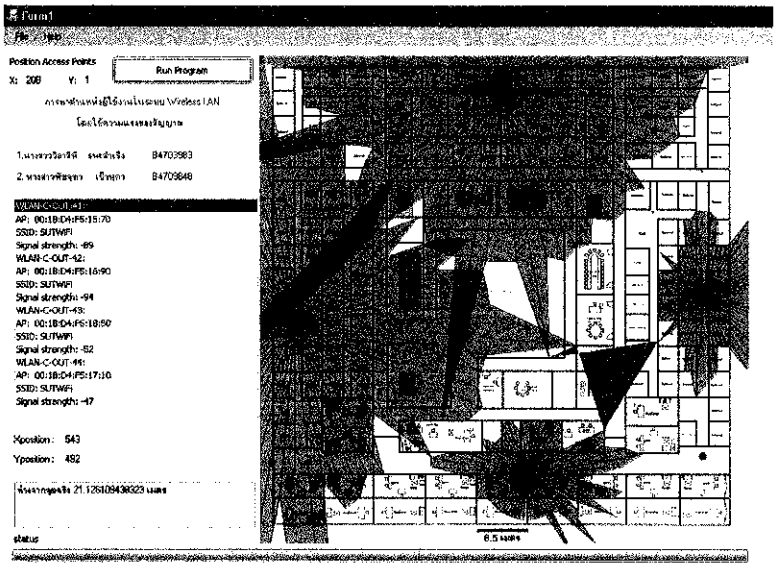


รูปที่4.53 จุดทดสอบที่ 13 ครั้งที่4

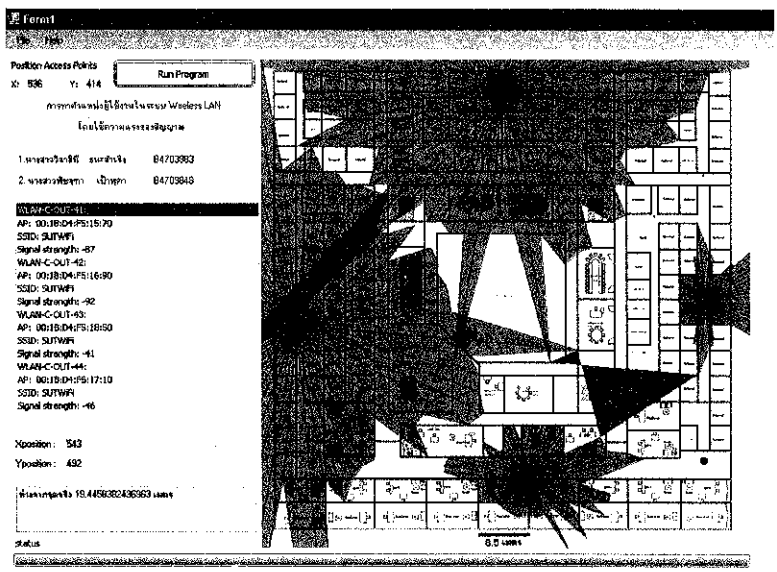
ตารางที่4.13 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่13

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
13 (รูปที่4.50)	00:1B:D4:F5:15:70	-48	23.96
	00:1B:D4:F5:16:90	-89	
	00:1B:D4:F5:18:50	0	
	00:1B:D4:F5:17:10	-56	
13 (รูปที่4.51)	00:1B:D4:F5:15:70	-42	30.40
	00:1B:D4:F5:16:90	0	
	00:1B:D4:F5:18:50	-88	
	00:1B:D4:F5:17:10	-61	
13 (รูปที่4.52)	00:1B:D4:F5:15:70	-54	30.40
	00:1B:D4:F5:16:90	-92	
	00:1B:D4:F5:18:50	-88	
	00:1B:D4:F5:17:10	-54	
13 (รูปที่4.53)	00:1B:D4:F5:15:70	-53	30.53
	00:1B:D4:F5:16:90	-91	
	00:1B:D4:F5:18:50	-90	
	00:1B:D4:F5:17:10	-56	

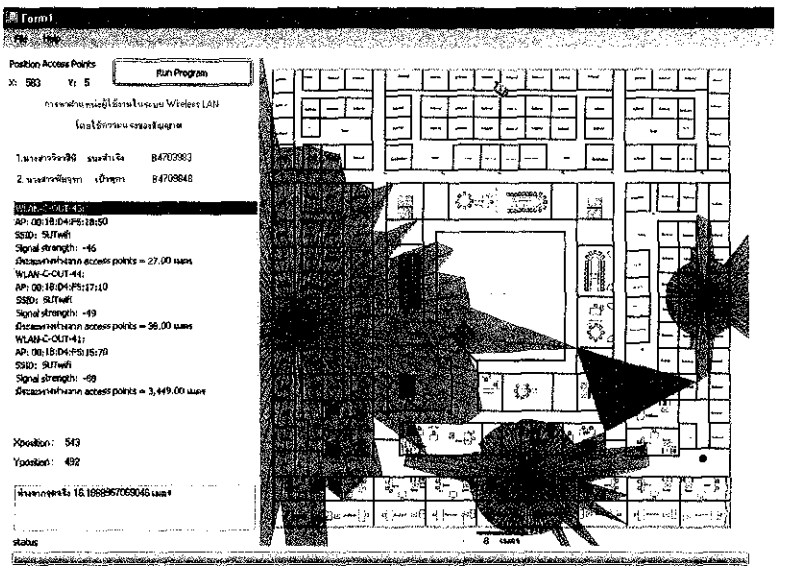
จุดทดสอบที่ 14



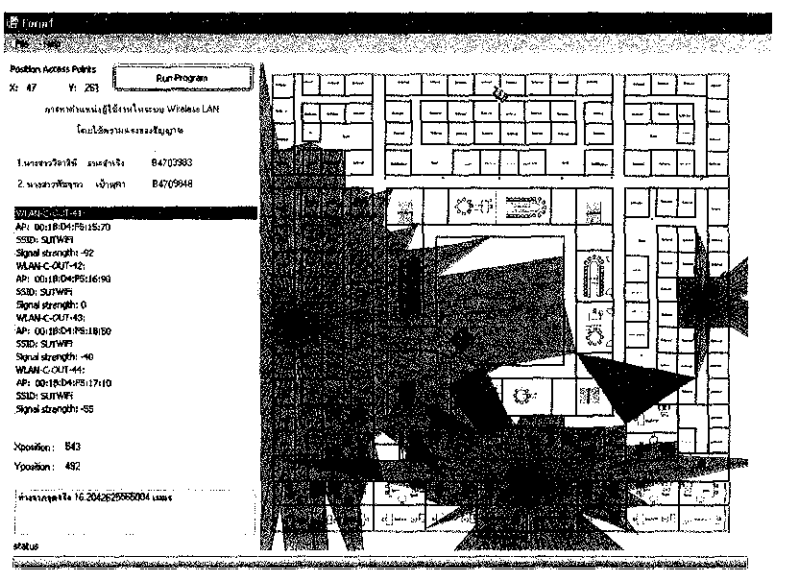
รูปที่4.54 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่1



รูปที่4.55 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่2



รูปที่4.56 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่3



รูปที่4.57 จุดทดสอบที่ 14 ครั้งที่4

ตารางที่4.14 ตารางแสดงผลการทดสอบโปรแกรมในจุดทดสอบที่14

จุดทดสอบที่	Mac Address	ค่า SignalStrength (dB)	ระยะทางคลาดเคลื่อนจากตำแหน่งจริง (เมตร)
14 (รูปที่4.54)	00:1B:D4:F5:15:70	-89	21.13
	00:1B:D4:F5:16:90	-94	
	00:1B:D4:F5:18:50	-52	
	00:1B:D4:F5:17:10	-47	
14 (รูปที่4.55)	00:1B:D4:F5:15:70	-87	19.45
	00:1B:D4:F5:16:90	-92	
	00:1B:D4:F5:18:50	-41	
	00:1B:D4:F5:17:10	-46	
14 (รูปที่4.56)	00:1B:D4:F5:15:70	-88	16.19
	00:1B:D4:F5:16:90	0	
	00:1B:D4:F5:18:50	-46	
	00:1B:D4:F5:17:10	-49	
14 (รูปที่4.57)	00:1B:D4:F5:15:70	-92	16.20
	00:1B:D4:F5:16:90	0	
	00:1B:D4:F5:18:50	-40	
	00:1B:D4:F5:17:10	-55	

Maximum = 25.19 เมตร

Minimum = 2.97 เมตร

Mean = 12.36 เมตร

บทที่5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การใช้งานเครือข่ายไร้สายมีอัตราการเติบโตเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วนับตั้งแต่มาตรฐาน IEEE 802.11 เกิดขึ้น เครือข่ายไร้สายก็ได้รับการปรับปรุงและพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งปัจจุบันเครือข่ายไร้สายสามารถใช้งานได้ด้วยความสะดวกและมีความปลอดภัยสูงขึ้นมาก นอกจากนั้นก็ยังมีการพัฒนาให้อัตราความเร็วของการสื่อสารที่เพิ่มสูงขึ้นจนสามารถตอบรับกับการใช้งานในด้านต่างๆ ได้อย่างดี แต่อย่างไรก็ดี ข้อจำกัดของการใช้งานเครือข่ายไร้สายคือต้องคำนึงถึงขอบเขตที่สัญญาณครอบคลุมถึงและความแรงของสัญญาณที่เกิดจากอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณหรือกำเนิดคลื่นความถี่นั้น ในแต่ละอาคารสถานที่หากใช้อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณตัวเดียวกัน ขอบเขตที่สัญญาณครอบคลุมถึงและความแรงของสัญญาณก็อาจจะแตกต่างกัน เพราะโครงสร้างและสิ่งแวดล้อมของแต่ละอาคารแตกต่างกัน ซึ่งบางอาคารอาจจะมีสัญญาณรบกวนมาจากเครือข่ายไร้สายอื่นหรืออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ช่องความถี่เดียวกัน ดังนั้นการที่เราสามารถรู้บริเวณที่สัญญาณครอบคลุมถึงและความแรงของสัญญาณที่ตัวกำเนิดสัญญาณส่งออกมาโดยพิจารณาสัญญาณรบกวน ณ บริเวณนั้นๆได้แล้ว จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงและพัฒนาเครือข่ายให้มีความสมบูรณ์ ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา วิเคราะห์ จำลองขอบเขตบริเวณที่สัญญาณครอบคลุมถึงอีกทั้งความแรงของสัญญาณ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ โดยพิจารณาถึงสัญญาณรบกวนด้วย ซึ่งจากการทำโครงงานสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. สามารถทำการวิเคราะห์ความแรงของสัญญาณ (Signal Strength) และตำแหน่งของผู้ใช้งาน Wireless LAN ภายในอาคารได้
2. สามารถนำ สมการที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ในตัวโปรแกรมมาทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์ให้เป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ของโครงงานและสามารถเขียนโปรแกรม Visual C# เพื่อทำการอินเตอร์เฟสตัวโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแรงของสัญญาณว่าผู้ใช้งาน Wireless LAN อยู่ตำแหน่งใดบนแผนที่ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ซึ่งสามารถเป็นไปตาม จุดประสงค์ของโครงงานนี้ เนื่องจากแบบจำลองที่ได้จากตัวโปรแกรมนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. เนื่องจากในช่วงเวลาของการทำโครงงานชิ้นนี้ ผู้จัดทำโครงงานมีภาระหน้าที่ที่ต้องเรียนหนังสืออยู่ด้วย รวมทั้งยังมีกิจกรรมที่ทางสาขาวิชาและทางมหาลัยมอบหมายให้ปฏิบัติ จึงทำให้การวิเคราะห์และการทดลองผลของโปรแกรมที่เขียนมีความไม่ต่อเนื่องและอาจล่าช้าไปบ้าง
2. เนื่องจากผู้จัดทำโครงงานไม่ค่อยมีความรู้พื้นฐานในการเขียนโปรแกรม Visual C# เท่าใดนัก จึงใช้เวลาศึกษาและทำความเข้าใจในการใช้คำสั่งต่างๆนานพอสมควร อีกทั้งเมื่อโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาผิด เมื่อแก้ปัญหาไม่ได้ก็ต้องไปปรึกษาผู้ชำนาญ ซึ่งก็ต้องใช้เวลาในการแก้ปัญหานานพอสมควร
3. ตำราที่ใช้ในการศึกษาในการเขียนโปรแกรม Visual C# ไม่มีรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆมากพอที่ใช้กับโครงงานชิ้นนี้ ผู้จัดทำจึงต้องค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากทางอื่นๆเช่น หาจากอินเตอร์เน็ต หาจากผู้ชำนาญ เพื่อมาประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรม
4. สัญญาณรบกวนที่ชั้น 4 ของอาคารวิชาการอาจทำให้ ข้อมูลที่ทำการวัดค่าสัญญาณเกิดความคลาดเคลื่อน

5.3 ขีดจำกัดของโครงงาน

1.ในการที่โปรแกรมจะสามารถทำงานได้นั้นจำเป็นที่จะต้องทราบ MAC address ของ Access Point แต่ละเครื่อง รวมถึงพิกัดของ Access Point บนแผนที่ด้วย
2.โปรแกรมจะทำการประมวลผลของกำแพงห้องซึ่งเป็นสิ่งกีดขวางจากค่าสีที่กำหนดลงบนแผนที่ดังนั้นแผนที่ที่จะนำมาใช้งานกับโปรแกรมนี้จะต้องมีความสอดคล้องกับสิ่งที่กำหนดไว้
3.โปรแกรมจะสามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่แสดงผลผ่านทางหน้าจอ (Monitor) เช่น Notebook หรือ Pocket PC ที่มีตัวรับสัญญาณ Wireless LAN เท่านั้น
4.เนื่องจากการหาตำแหน่งของผู้ใช้งานโปรแกรมใช้ความแรงของสัญญาณ Wireless LAN ในการระบุพิกัดของผู้ใช้งาน ดังนั้นสถานที่ที่ทำการสอบจะต้องมี Access Point ติดตั้งอยู่อย่างน้อย 3 ตัวขึ้นไปจึงจะสามารถระบุ ตำแหน่งของผู้ใช้งานได้

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ควรสามารถพัฒนาตัวโปรแกรมนี้เพื่อวิเคราะห์และคำนวณสัญญาณสำหรับระบบโทรศัพท์เซลลูลาร์ ที่ติดตั้งภายในอาคาร
2. ควรสามารถพัฒนาตัวโปรแกรมนี้ให้มีความเร็วในการประมวลผลและมีความแม่นยำมากขึ้น
3. ควรสามารถทำให้ตัวอุปกรณ์ใช้งานร่วมกับระบบใดก็ได้
4. ควรสามารถทำให้โปรแกรมประยุกต์ใช้ได้กับทุกสถานที่
5. ควรสามารถพัฒนาโปรแกรมให้ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ เช่น เป็นเครื่องระบุตำแหน่งแบบพกพา หรือ เครื่องติดตามตัว

รายการอ้างอิง

[1] บัญชา ปะสีละเตสัง, 2003, "คู่มือการเขียนโปรแกรม ฯ VISUAL C# .NET, http://www.se-ed.com

[2] Seidel SY, Rappaport TS (1992) 914MHz path loss prediction models for indoor wireless communication in multi-floored buildings, IEEE Transactions on Antenna and Propagation, 40: 207-217.

[3] Parsons JD , Gardingr JG (1989) Mobile Communication Systems , Halsted Press , New York , USA.

[4] Hjelm J (2002) Creating location services for the wireless web , Wiley , New York , USA , 15-40.

[5] Durgin G , rappaporp TS , Xu H (1998) Mesurements and nodelf for radio path loss and penetration loss in and around homes and trees at 5.85 GHz , IEEE Transactions on Communications , 46(11):1484-1496.

[6] อำนาจ มีมงคล, อรรณพ ขันธิกุล, 2005, "ออกแบบและติดตั้งเครือข่าย Wireless LAN, http://www.infopress.co.th

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี