สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

# ระบบวิทยุอินเทอร์เน็ต

# INTERNET-RADIO SYSTEM

T117562

สถาพร จันทมงคล
สมพงษ์ โตวัฒนกิจ
สรวิศ สุวรรณพงษ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 117562
วัน,เดือน,ปี - 5 ส.ค. 2554

b. 12/12/15
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2553

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบวิทยุอินเทอร์เน็ต

INTERNET-RADIO SYSTEM


ผู้จัดทำ

1. นายสถาพร จันทมงคล รหัสนักศึกษา 50011612
2. นายสมพงษ์ โตวัฒนกิจ รหัสนักศึกษา 50011627
3. นายสรวิศ สุวรรณพงษ์ รหัสนักศึกษา 50011642

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.อภิเนตร อูนากูล)


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบวิทยุอินเทอร์เน็ต


| | | |
|---|---|---|
| นายสถาพร | จันทมงคล | 50011612 |
| นายสมพงษ์ | โตวัฒนกิจ | 50011627 |
| นายสรวิศ | สุวรรณพงษ์ | 50011642 |
| ผศ.อภิเนตร | อูนากูล | อาจารย์ที่ปรึกษา |

ปีการศึกษา 2553



**บทคัดย่อ**

ในอดีต การฟังเพลงหรือฟังวิทยุจะใช้เทคโนโลยีการส่งสัญญาณแบบแอนะล็อก ทำให้สถานีมีจำนวนจำกัด และการส่งสัญญาณก็มีระยะจำกัดด้วย ส่งผลให้ส่วนใหญ่แล้ว จะสามารถฟังเพลงหรือวิทยุสถานีต่างๆ ได้เฉพาะสถานีท้องถิ่น และสถานีภายในประเทศเท่านั้น

นอกเหนือจากการรับฟัง ยังมีอีกหนึ่งปัญหานั่นคือการควบคุมเครื่องรับสัญญาณ จากเดิมที่ผู้ใช้จะสามารถควบคุมเครื่องเล่นได้จากปุ่มหรือจอสัมผัสบนตัวเครื่องเท่านั้น ทำให้โอกาสที่ผู้ใช้คนอื่นในบริเวณนั้นสามารถควบคุม เช่น การเปลี่ยนสถานี หรือเพิ่มลดเสียง ถูกจำกัดจากผู้ใช้เพียงไม่กี่คนเท่านั้น

เราสามารถนำเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบันมาช่วยเพิ่มความหลากหลายของการรับฟังและการควบคุมเครื่องเล่นวิทยุได้ นั่นคือ เทคโนโลยีสตรีมมิ่ง และเทคโนโลยีเว็บแอพพลิเคชัน

เทคโนโลยีสตรีมมิ่ง เป็นการใช้ประโยชน์จากอินเทอร์เน็ตไร้สายความเร็วสูง มาให้บริการฟังเพลงหรือรายการวิทยุด้วยระบบดิจิตอล

เทคโนโลยีเว็บแอพพลิเคชัน เป็นการใช้ประโยชน์ของเว็บไซต์มาใช้ควบคุมเครื่องเล่นวิทยุโดยส่งคำสั่งผ่านอินเทอร์เน็ตทั้งหมด

เมื่อนำทั้งสองเทคโนโลยีมารวมกับการออกแบบวิธีการใช้งานแนวใหม่ จะได้วิธีการรับฟังและการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ฟังวิทยุในลักษณะที่เพิ่มความสะดวกสบาย และความหลากหลายให้แก่ผู้ใช้มากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Internet-Radio System


| | | |
|---|---|---|
| Mr.Sathaporn | Juntamongkol | 50011612 |
| Mr.Somphong | Towatthanakit | 50011627 |
| Mr.Sorawit | Suwannapong | 50011642 |
| Ass.Prof.Apinetr | Unakul | Advisor |

Academic Year 2010



## ABSTRACT

In the past, listening to music or radio could be successfully done by using analog signal. Thus, the number of station was determined by the limit of the channel used in this signal transmitting and signal range is also limited. As a result, we could listen to music or radio only from local or domestic stations.

Apart from that limitation, the way to control the signal receiver was also a problem. In order to control or handle this receiver such as changing channels or lowering the volume, we had to press the buttons on the receiver itself. This creates the problem because it limits the using of the receiver only to those who are closed to it.

The problems mentioned could be solved by using today's widely-used technologies which are called Streaming and Web Application.

Streaming is the technology that requires wireless and high-speed internet to provide music or radio via digital process.

As for Web Application, it utilizes website to control radio receiver by sending instructions entirely through the internet.

If those two methods mentioned are to be combined with the new and various ways to use it, surely, we would have a more convenient and diverse gadget that reaches every users' satisfaction.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.อภิเนตร อูนากูล ที่ให้ความช่วยเหลือ คำชี้แนะ ช่วยแก้ไขปัญหา ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ผู้จัดทำ

ขอขอบคุณผู้ปกครองที่เป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุน และให้คำแนะนำเป็นอย่างดี

ขอบคุณเพื่อนๆนักศึกษาทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือผู้จัดทำในการหาข้อมูลต่างๆ คำปรึกษา และความช่วยเหลือทุกอย่างให้ปริญญานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สถาพร จันทมงคล

สมพงษ์ โตวัฒนกิจ

สรวิศ สุวรรณพงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... II

กิตติกรรมประกาศ ..... III

สารบัญ ..... IV

สารบัญตาราง ..... VI

สารบัญภาพ ..... VII

บทที่ 1 บทนำ ..... 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน ..... 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน ..... 2

1.5 ข้อจำกัดของระบบ ..... 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง ..... 3

2.1 ระบบปฏิบัติการฝังตัวลินุกซ์ ..... 3

2.2 ทฤษฎีสตรีมมิ่ง ..... 3

2.3 โปรโตคอลที่เกี่ยวข้อง ..... 5

2.3 เทคโนโลยีสำหรับเว็บแอพพลิเคชัน ..... 7

2.4 TCP/IP Programming ..... 15

2.5 บลูทูธ ..... 15

2.6 มิวสิคเพลย์เยอร์เดมอน ..... 22

2.7 รูปแบบการให้บริการ ..... 22

2.8 แนวโน้มและค่านิยมของการฟังวิทยุ ..... 24

บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนา ..... 34

3.1 ภาพรวมของระบบ ..... 34

3.2 UML ..... 35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


3.3 ฐานข้อมูล ..... 37
3.4 เว็บแอพพลิเคชัน ..... 40
3.5 โปรโตคอลสำหรับควบคุม ..... 47
3.6 กระบวนการพัฒนาเครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ต ..... 48
3.7 กระบวนการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน ..... 58

บทที่ 4 การทดลอง ..... 59
4.1 การทดลองฟังวิทยุ ..... 59
4.2 การทดลองควบคุมเครื่องเล่นวิทยุ ..... 61

บทที่ 5 สรุป ..... 64
5.1 สรุป ..... 64
5.2 ปัญหาและอุปสรรค ..... 64
5.3 แนวทางการแก้ไข ..... 65
5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ ..... 65

บรรณานุกรม ..... 66

ภาคผนวก ก ..... 70
ภาคผนวก ข ..... 73



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

2.1 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้บริการรายเดือนและรายปี ..... 23
2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องรับวิทยุประเภทต่างๆ ..... 27
3.1 ฐานข้อมูลของผู้ใช้งาน (User table) ..... 38
3.2 ฐานข้อมูลของของอุปกรณ์รับวิทยุ (Radio device table) ..... 39
3.3 ฐานข้อมูลของสถานี (Station table) ..... 39

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป


รูป หน้า

2.1 การทำงานของอแจ็กซ์ ..... 14
2.2 เปรียบเทียบระหว่างเว็บที่ใช้อแจกซ์กับไม่ใช้ ..... 14
2.3 โครงสร้างชุดข้อมูลของบลูทูธ ..... 17
2.4 รูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูล ..... 18
2.5 การส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุโดยเปลี่ยนความถี่ไปมา ..... 19
2.6 รูปแบบการส่งสัญญาณค้นหาอุปกรณ์ ..... 19
2.7 รูปแบบการสื่อสาร ..... 20
2.8 เหตุผลที่ผู้ฟังเลือกวิทยุอินเทอร์เน็ต ..... 28
2.9 รายได้ของตลาดสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ตในอเมริกา ..... 28
2.10 สัดส่วนของผู้ฟังแบ่งตามประเภทรายการ ..... 29
2.11 สัดส่วนของผู้ฟังแบ่งตามประเภทของวิทยุ ..... 30
2.12 สัดส่วนของผู้ฟังแบ่งตามประเภทของสถานที่ฟัง ..... 30
2.13 อัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตในยุโรป ..... 31
3.1 ภาพรวมของระบบ ..... 34
3.2 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับภาพรวมของระบบ ..... 35
3.3 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการใช้งานอุปกรณ์รับวิทยุ ..... 35
3.4 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการใช้งานอุปกรณ์รับวิทยุ ..... 36
3.5 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการใช้งานผ่านเว็บแอพพลิเคชัน ..... 36
3.6 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี ..... 37
3.7 หน้าแรกสำหรับเว็บแอพพลิเคชันสำหรับคอมพิวเตอร์ ..... 40
3.8 หน้าเว็บแอพพลิเคชันสำหรับ ไดอะล็อกการเข้าสู่ระบบหลังจากกดปุ่ม Sign in ..... 41
3.9 หน้าหลักสำหรับการฟังวิทยุผ่านผู้ให้บริการ (Now Playing) ..... 41
3.10 หน้าเว็บสำหรับการจัดการสถานีต่างๆ สำหรับผู้ใช้บริการ (Library) ..... 42
3.11 หน้าเว็บสำหรับการเลือกแนวเพลงที่ผู้ใช้บริการต้องการ (Genre) ..... 42
3.12 หน้าเว็บสำหรับผู้ใช้บริการที่ต้องการฟังสถานีวิทยุที่ถูกจัดลำดับไว้แล้ว (Categories) ..... 43
3.13 หน้าเว็บสำหรับผู้ใช้บริการเมื่อต้องการเพิ่มหมวดหมู่ของสถานีวิทยุ (Add categories) ..... 43
3.14 หน้าเว็บสำหรับการจัดการข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้บริการ (Profile) ..... 44
3.15 หน้าเว็บสำหรับการตั้งค่าต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขค่าต่าง ๆ (Settings) ..... 44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

3.16 หน้าเว็บสำหรับการออกจากระบบ (Log out) ..... 45
3.17 หน้าเว็บสำหรับการเข้าสู่ระบบของเว็บแอพพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา (Log in) ..... 45
3.18 หน้าเว็บสำหรับการเลือกอุปกรณ์ที่เคยเชื่อมต่อ ..... 46
3.19 หน้าเว็บสำหรับการเพิ่มอุปกรณ์รับวิทยุ ..... 46
3.20 หน้าเว็บสำหรับการจับคู่ระหว่างอุปกรณ์ควบคุมกับอุปกรณ์รับวิทยุ ..... 46
3.21 หน้าเว็บหลักสำหรับการควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุ ..... 47
3.22 แพ็กเก็จภายในโปรโตคอล ..... 47
3.23 บอร์ดระบบฝังตัวเมื่อทำการเปิดฝาครอบออกมา ..... 49
3.24 หัวซีเรียลสำหรับการเชื่อมต่อ ..... 50
3.25 หัวต่อสำหรับเชื่อมไปยังซีเรียลของบอร์ดระบบฝังตัว ..... 50
3.26 วงจรเชื่อมต่อระหว่างพอร์ตซีเรียลบนบอร์ดฝังตัวกับ FTDI-232-3V3 USB to serial ..... 51
3.27 การเชื่อมต่อกับบอร์ดระบบฝังตัว ..... 51
3.28 ข้อความเมื่อเชื่อมต่อสำเร็จ ..... 52
3.29 การตั้งค่าเบื้องต้นของ OpenWRT ..... 52
3.30 หน้าต่างเมื่อทำการติดตั้ง OpenWRT เรียบร้อย ..... 53
3.31 วงจรการแสดงผลผ่านไมโครคอนโทลเลอร์ ..... 56
3.32 การแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดี ..... 56
3.33 แผงวงจรสำหรับปุ่มเปลี่ยนสถานี ..... 57
3.34 หน้าตาของเว็บแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์ ..... 58
4.1 ปุ่มกดบนเครื่องเล่นวิทยุ ..... 59
4.2 หน้าจอแสดงผลบนเครื่องเล่นวิทยุ ..... 60
ข.1 ซอสโค้ดภายใน directory kamikaze ..... 74
ข.2 menuconfig ..... 74
ข.3 Kernel modules ..... 75
ข.4 ไฟล์ .config ..... 75
ข.4 ผลลัพธ์คำสั่ง make ..... 76
ข.4 ไฟล์ hellomips ..... 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีการสื่อสารในปัจจุบันทำให้อินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทต่อการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น และวิวัฒนาการของการสื่อสาร ทำให้มนุษย์มีช่องทางรับสื่อต่างๆ ได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น เช่น จากอดีตที่เคยต้องส่งจดหมายหากันผ่านไปรษณีย์ แต่ในสมัยนี้เราส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์หากัน จากอดีตที่เคยต้องฟังเพลงผ่านวิทยุทรานซิสเตอร์เท่านั้น แต่สมัยนี้เรามีสถานีเพลงทางอินเทอร์เน็ต

เครื่องรับวิทยุในรถยนต์ และตามบ้านเรือนในปัจจุบันมีขอบเขตของการรับสัญญาณที่จำกัด ทั้งรัศมีในการรับสัญญาณและจำนวนช่องสัญญาณ จึงจำเป็นต้องเพิ่มช่องทางการในการรับฟังวิทยุแบบใหม่โดยใช้อินเทอร์เน็ตเข้าช่วย

ปัญหาอีกประการคือเรื่องของการควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุ เนื่องจากบนตัวเครื่องมีปุ่มอยู่ไม่มากนัก ทำให้การควบคุมถูกจำกัดไปด้วย ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการนั่งที่เบาะหลังแต่ยังคงต้องการที่จะควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุอยู่ มีอุปกรณ์เพียงบางยี่ห้อเท่านั้นที่มีรีโมทมาให้ด้วย นี่จึงเห็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ควรจะต้องมีอุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เสมือนรีโมทไว้คอยควบคุม

ปัญหาประการสุดท้าย สมัยก่อน เจ้าของรถส่วนใหญ่จะฟังซีดีเพลงแล้วเก็บไว้บนรถ ถ้าเปลี่ยนไปขึ้นรถของคนอื่น ก็มักจะไม่ได้นำซีดีเพลงเหล่านั้นติดตัวไปด้วย แต่ถ้าหากต้องการที่จะฟังเพลงที่อยู่ในซีดีตัวเอง มีทางเดียวก็คือ ต้องนำซีดีเหล่านั้น หรือไม่ก็ต้องถามเจ้าของรถคันใหม่ว่ามีเพลงที่ตัวเองต้องการฟังหรือไม่

เพลงและรายการวิทยุซึ่งมีอยู่มากมายบนอินเทอร์เน็ต หากนำมาประยุกต์ใช้ในพาหนะเคลื่อนที่แล้วมีอุปกรณ์ควบคุมซึ่งเลือกได้ว่าจะใช้ชื่อของผู้ใช้คนไหนเข้าใช้งาน ด้วยเครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ตเพียงเครื่องเดียวก็สามารถที่จะตอบสนองความต้องการอันหลากหลายของผู้ใช้ทุกคนได้เป็นอย่างดี

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) พิสูจน์แนวความคิดวิธีควบคุมและฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตในอนาคตในพาหนะเคลื่อนที่
2) สร้างต้นแบบอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตโดยใช้อุปกรณ์ฝังตัวลินุกซ์
3) สร้างเว็บแอพพลิเคชันเพื่อควบคุมวิทยุอินเทอร์เน็ต โดยใช้โทรศัพท์เป็นเครื่องมือควบคุม
4) จำลองสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ตเพื่อนำมาใช้ทดสอบระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) การเข้าถึงสถานีวิทยุบนอินเทอร์เน็ตที่มีอยู่มากมายทั่วโลกในพาหนะเคลื่อนที่
2) ความสะดวกสบายในการควบคุมอุปกรณ์วิทยุในพาหนะเคลื่อนที่ รวมทั้งสามารถนำแนวความคิดเดียวกันนี้ไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ประเภทอื่น
3) นำอุปกรณ์ฝังตัวที่มีอยู่ทั่วไปตามท้องตลาดมาประยุกต์ใช้งานได้

## 1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1) ปรับแต่งอุปกรณ์ฝังตัวลินุกซ์ให้สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเพื่อรับฟังวิทยุออนไลน์ได้
2) ปรับแต่งอุปกรณ์ฝังตัวลินุกซ์ให้สามารถรับคำสั่งควบคุมจาก
3) จำลองเซิร์ฟเวอร์สำหรับทำการเก็บข้อมูลการใช้งานบริการวิทยุออนไลน์
4) สร้างเว็บแอพพลิเคชันสำหรับจัดการข้อมูลและรายการวิทยุอินเทอร์เน็ตของผู้ใช้
5) สร้างเว็บแอพพลิเคชันสำหรับโทรศัพท์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ฝังตัวลินุกซ์ที่ใช้เป็นวิทยุอินเทอร์เน็ต โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการสื่อสาร

## 1.5 ข้อจำกัดของระบบ

1) ความเร็วของการเชื่อมต่อ และการควบคุม เนื่องจากความเร็วของอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายที่แพงมาก จึงทดลองได้เพียงความเร็วระดับปานกลาง ส่งผลให้อาจจะมีความหน่วงขณะระบบกำลังทำงานอยู่ให้เห็น
2) ในขณะที่กำลังใช้งานวิทยุอินเทอร์เน็ต ถ้าพาหนะที่กำลังเคลื่อนที่มีการเปลี่ยนเสาสัญญาณแล้วทำให้ไอพีแอดเดรส (IP address) เปลี่ยน จะส่งผลให้ระบบทำงานผิดพลาดได้ชั่วขณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ระบบปฏิบัติการฝังตัวลินุกซ์

สาเหตุที่เลือกใช้เพราะว่าความประหยัด และการเจริญเติบโตของการลินุกซ์ฝังตัวมาใช้สำหรับอุปกรณ์แบบสมองกลฝังตัว ซึ่งเป็นแนวทางของการตลาดและเทคโนโลยีอย่างแท้จริง ลินุกซ์ก็เลยกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ต่างๆไปทั่วโลก ลินุกซ์ถูกนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของแอปพลิเคชั่น บนมือถือ เช่น แอนดรอยด์ โนเกีย ปริ้นเตอร์ สวิตซ์ เราท์เตอร์ และผลิตภัณฑ์อีกหลายตัว ดังจะเห็นจากตัวอย่างที่ยกมาจะเห็นได้ว่าลินุกซ์ฝังตัว ได้ถูกนำมาใช้งานเยอะมากในปัจจุบัน จากการสำรวจพบว่ามีการให้ มากกว่า 18% ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดในปัจจุบัน

### 2.1.1 OpenWRT Linux Distribution

OpenWrt เป็นระบบปฏิบัติการลินุกซ์รุ่นที่ถูกสร้างมาเพื่อแจกจ่าย เพื่อนำมาใช้ในอุปกรณ์ฝังตัว ตัวอย่างเช่น ไวล์เลสเราท์เตอร์รุ่นต่างๆ ในปัจจุบันที่รองรับระบบปฏิบัติการลินุกซ์ฝังตัว เช่น เราท์เตอร์รุ่นแรกที่รองรับคือ Linksys WRT54G โดยรุ่นล่าสุดเป็นรุ่น 10.03 มีรหัสชื่อว่า backfire

## 2.2 ทฤษฎีสตรีมมิ่ง

### 2.2.1 สตรีมมิ่งมีเดีย (Streaming media)

สตรีมมิ่งมีเดีย เป็นมัลติมีเดียที่มีการรับส่งกันอย่างต่อเนื่อง และปกติแล้วจะส่งไปยังผู้ใช้สื่อปลายทาง (End user) ซึ่งในขณะที่ผู้รับปลายทางได้รับข้อมูลจากผู้ให้บริการ กระบวนการนี้จะถูกเรียกว่า "Presented" คือการนำเสนอมัลติมีเดียสู่ผู้ใช้ปลายทาง ซึ่งคำว่า Presented ส่วนใหญ่จะครอบคลุมไปถึงเรื่องของการแสดงเสียงหรือวีดีโอ ซึ่งส่วนใหญ่การส่งข้อมูลจะส่งผ่านเครือข่ายของการสื่อสารโทรคมนาคม ซึ่งระบบเครือข่ายนี้เราสามารถส่งข้อมูลที่เป็นทั้งข้อมูลที่ต่อเนื่อง (streaming) เช่น วิทยุ โทรทัศน์ และข้อมูลที่ไม่ต่อเนื่อง (non-streaming) เช่น หนังสือ เทปวีดีโอ แผ่นเสียง คำกิริยา "to stream" ซึ่งหมายถึงการส่งสื่อด้วยวิธีการต่างๆผ่านตัวกลาง โทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตเป็นการส่งข้อมูลแบบ Live Streaming ซึ่งจะนำวีดีโอและทำการกระจายไปบนอินเทอร์เน็ต การะบวนการที่เกี่ยวข้องกับภาพ จะถูกเข้ารหัสเพื่อแปลงเป็นข้อมูลดิจิตอล และผู้เผยแพร่วีดีโอจะส่งข้อมูลไปยัง URL ปลายทาง ซึ่ง URL จะถูกดูได้จากผู้ใช้ปลายทาง คำว่า “Streaming” จะถูกนำไปใช้ในกรณีที่เปิดไฟล์ มัลติมีเดียบนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องมีการดาวน์โหลดจากอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการดาวน์โหลดไฟล์มัลติมีเดียทั้งไฟล์จะใช้เวลาค่อนข้างมาก ดังนั้น การเล่นไฟล์มัลติมีเดียเช่น คลิปวีดีโอจากอินเทอร์เน็ตด้วยเทคนิคสตรีมมิ่งจะทำให้สามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงผลข้อมูลได้ก่อนที่ไฟล์ทั้งหมดจะถูกส่งผ่านเข้ามายัง เครื่องคอมพิวเตอร์นั่นเอง ตัวอย่างการใช้เทคนิคสตรีมมิ่ง เช่น ในเว็บไซต์ที่ให้บริการฟังเพลง หรือชมคลิปวิดีโอและมัลติมีเดียต่างๆ ในการทำให้เทคนิคสตรีมมิ่งสามารถเล่นไฟล์มัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องมีการประมวลผลที่เร็วพอ เนื่องจาก ข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามายังเครื่องจะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำบัฟเฟอร์ และยังต้องมีการแปลงข้อมูลเหล่านั้น เพื่อนำไปแสดงผลในรูปแบบของเสียง หรือวิดีโอ ซึ่งถ้าขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งล่าช้า คุณก็จะสังเกตเห็นได้ทันทีว่า เสียง หรือคลิปวิดีโอที่กำลังชมอยู่จะมีการกระตุก หรือหยุดนิ่งเป็นระยะ และในเวลาต่อมาคือระบบรักษาความปลอดภัยของระบบสตรีมมิ่งมีเดียจะถูกท้าทายมากในเรื่องของการส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่งอย่างไรก็ตาม DRM systems เป็นหนทางที่ดีที่สุดในการรักษาความปลอดภัยเกี่ยวข้อมูล

**2.2.2 ประวัติความเป็นมาของสตรีมมิ่งมีเดีย**

ความพยายามที่จะใช้ระบบสตรีมมิ่งเกิดขึ้นประมาณช่วงกลางศตวรรษที่ 20 อย่างไรก็ตามในอดีตระบบนี้มีความคืบหน้าน้อยมากเนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องงบประมาณและเทคโนโลยี ซึ่งข้อจำกัดทางเทคโนโลยีก็คือหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงความเร็วอินเทอร์เน็ตและความสามารถของคอมพิวเตอร์ภายในสมัยนั้น จากปี 1980 ถึงปี 1990 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมีประสิทธิภาพมากขึ้นมีความสามารถในการแสดงผลสื่อได้อย่างพอเพียง การทำสตรีมมิ่งจะมีปัญหาหลักๆคือ จะต้องมี CPU power และแบนด์วิดท์ที่เพียงพอ เพื่อรองรับความต้องการของอัตราการส่งข้อมูล เพื่อทำให้เกิดทำหน่วงที่น้อยที่สุด เพื่อเข้าไปยังบัฟเฟอร์ของระบบปฏิบัติการ

อย่างไรก็ตาม ในอดีตระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ยังคงถูกจำกัด แล้วการส่งผ่านสื่อมีเดียยังคงใช้ช่องทางแบบ Non-streaming เช่นการดาวน์โหลดไฟล์ที่เป็นดิจิตอลจากเซิร์ฟเวอร์แล้วบันทึกไปยังพื้นที่เก็บข้อมูลของผู้ใช้ปลายทาง หรือเก็บในรูปแบบของซีดีรอม

ต่อมาช่วงปลายปี 1990 ถึงช่วงต้นปี 2000 ผู้ใช้อินเทอร์เน็ต ได้เห็นการพัฒนาของระบบเครือข่ายที่ดีขึ้นมาก มีการเข้าถึงระบบเครือข่ายที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น มีการกำหนดโปรโตคอลต่างๆ ที่เป็นมาตรฐานและฟอร์แมตต่างๆ อาทิเช่น TCP/IP, HTTP และ HTML สำหรับการติดต่อผ่านอินเทอร์เน็ต ความก้าวหน้าเหล่านี้ในส่วนของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ รวมกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลตามบ้านเรือนที่มีความสามารถเพิ่มขึ้น มีระบบปฏิบัติการสมัยใหม่ ทำให้การทำสตรีมมิ่งเป็นไปได้และเกิดขึ้นได้จริง

โดยทั่วไปแล้วสื่อมัลติมีเดียมีจำนวนมากมีขนาดข้อมูลที่ใหญ่และความต้องการส่งผ่านข้อมูลนั้นมีความสำคัญ เพื่อที่ส่งไปยังผู้ใช้ปลายทาง การส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่งจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลทั้งขนาดและรูปแบบของการส่ง

การเพิ่มขึ้นของผู้บริโภคที่ใช้การดูสตรีมมิ่งที่มีรายละเอียดสูง (High Definition) ซึ่งต่างจากการส่งข้อมูลผ่านสตรีมมิ่งแบบเดิมที่เป็นรายละเอียดมาตรฐาน (Standard Definition) โดยการรับชมสื่อประเภทนี้ต้องมีการติดตั้งระบบเครือข่ายที่มีความเร็วสูง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเพิ่มขึ้นของผู้ใช้ Live streaming ทำให้มีการบริการของ Youtube เพิ่มเข้ามาบนโลกของอินเทอร์เน็ตเพื่อบริการให้แก้ผู้ใช้งาน

Media stream สามารถส่งผ่านแบบ Live streaming หรือ On-demand ซึ่ง Live streaming หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า True streaming จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ที่อยู่ปลายทางโดยไม่ทำการบันทึกลงบนฮาร์ดดิสก์ของผู้ใช้บริการ ส่วน On-demand จะทำการส่งมีเดียไปยังไปปลายทางโดยการทำ Progressive streaming หรือ Progressive download ซึ่งไฟล์จะถูกบันทึกลงไปยังฮาร์ดดิสก์และทำการเล่นจากที่นั่น

**2.2.3 การคำนวณส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่ง และขนาดของข้อมูล**

ขนาดของสตรีมมิ่งมีเดีย (โดยปกติแล้ว จะเก็บอยู่ในหน่วยของ เมกกะไบต์, กิ๊กกะไบต์, เทระไบต์ และอื่นๆ) ซึ่งคำนวณจากการส่งสตรีมมิ่งผ่านแบนด์วิดท์ และขนาดความยาวของมีเดียซึ่งเป็นไปตามสมการสูตรการคำนวณ

ขนาดข้อมูล = ความยาว × บิตเรต / (8 × 1024 × 1024)

ขนาดข้อมูล มีหน่วยเป็น เมกกะไบต์

ความยาว มีหน่วยเป็น วินาที

บิตเรท มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที

8 × 1024 × 1024 คือ หนึ่งเมกกะไบต์

ตัวอย่างเช่น วีดีโอหนึ่งชั่วโมงจะถูกเข้ารหัสที่ 300 kbit/s (ซึ่งในปี 2005 มักจะเข้ารหัสที่ความละเอียดที่ 320x240) ซึ่งจะมีขนาดมีเดียวเป็น (3,600 s × 300,000 bit/s) / (8×1024×1024) ซึ่งจะให้ค่าขนาด 128 MB ของพื้นที่เก็บ แล้วถ้าไฟล์ถูกเก็บอยู่บนเซิฟเวอร์ On demand และ stream นี้มีผู้ชม 1,000 คนในเวลาเดียวกัน โดยใช้ Unicast Protocol จะต้องการแบนด์วิดท์ขนาด 300 kbit/s × 1,000 = 300,000 kbit/s = 300 Mbit/s ซึ่งเท่ากับขนาดคือ 135 GB ต่อชั่วโมง แน่นอนว่าการใช้ Multicast Protocol จะทำการส่งเพียงสตรีมเดียวไปให้ทุกคนแทน โดยจะใช้แบนด์วิดท์เพียง 300 kbit/s แต่ก็ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ฟังในระบบด้วย

สำหรับการส่งสตรีมแบบสด ก็มีสมมติฐานที่คล้ายกันคือถ้าความเร็วในการเข้ารหัสคือ 500kbps มีความยาว 3 ชั่วโมงด้วยผู้ชม 3,000 คน การคำนวณคือ

จำนวนของ MB ที่ถูกส่ง = ความเร็วในการเข้ารหัส (in kbps) * จำนวนความยาวของสตรีมมิ่งที่ส่ง (ในหน่วยวินาที) * จำนวนของผู้ฟัง/(8*1024) จำนวนของ MB ที่ทำการส่ง = 500 (kbps) * 3*3600 ( = 3 ชั่วโมง)*3000 (จำนวนของผู้ฟัง)/(8*1024) = 1977539 MB

## 2.3 โปรโตคอลที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบโปรโตคอลสำหรับการทำสตรีมมิ่ง จะต้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.3.1 Datagram protocols**

ทำการส่งมีเดียสตรีมเป็นแพคเก็ต (Packet) เล็กๆเรียงต่อกัน เป็นการส่งที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการส่งด้วยวิธีนี้จะไม่มีกระบวนการรับประกันความถูกต้องของข้อมูล จะขึ้นอยู่กับผู้รับแพคเก็ตปลายทางจะพบว่าข้อมูลที่ส่งมาสูญหายหรือเกิดข้อผิดพลาด และจะทำการให้ต้นทางส่งแพคเกตมาจากปลายทางใหม่อีกครั้ง โดยการใช้เทคนิค Error detection และถ้าแพคเก็ตเกิดการสูญหาย สตรีมนั้นก็จะทิ้งแพคเก็ตนี้ไปเลย

**2.3.2 The Real-time Streaming Protocol (RTSP), Real-time Transport Protocol (RTP) and the Real-time Transport Control Protocol (RTCP)**

ออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่งมีเดียบนระบบเครือข่าย The Real-time Streaming Protocol (RTSP) สามารถใช้อยู่บนระบบเครือข่ายที่หลากหลายบนชั้นทรานสปอร์ต ขณะที่ Real-time Transport Protocol (RTP) and the Real-time Transport Control Protocol (RTCP) จะอยู่ในส่วนบทของแพคเกจ UDP

นอกจากนี้ยังมีการรวมโปรโตคอลต่างๆนี้เข้าด้วยกัน โดยใช้ประโยชน์ของโปรโตคอลมาตรฐานของเว็บ ซึ่งสามารถที่จะสตรีมมิ่งผ่าน HTTP ได้ โดยที่ HTTP จะทำการปรับค่าบิตเรทสตรีมให้เหมือนกับกระบวนการดาวน์โหลดข้อมูลจากเว็บไซต์ แต่เป็นการดาวน์โหลดไฟล์เล็กๆที่เรียงต่อกันเป็น “Live Content”

**2.3.3 Reliable protocols**

จะรับประกันความถูกต้องในการส่งข้อมูลในแต่ละบิตของสตรีมมิ่งมีเดีย อย่างไรก็ตามการส่งแบบนี้จะทำให้เกิดไทม์เอ้า (Timeout) หรือการล่าช้าของข้อมูล เพราะการส่งแบบนี้มีกระบวนการที่ซับซ้อน เพราะถ้าเกิดการสูญหายของข้อมูลจะทำการส่งใหม่ ทำให้สตรีมมิ่งมีเดียเกิดการหยุดนิ่งเพื่อรอข้อมูลที่ถูกต้อง ทำให้จำเป็นต้องมีบัฟเฟอร์ในการเก็บข้อมูลระหว่างการส่งข้อมูลจากต้นทางไปยังไปปลายทาง

**2.3.4 Unicast protocols**

จะทำการส่งมีเดียสตรีมที่ถูกคัดลอกแล้วไปยังแต่ละเครื่องของผู้รับ ซึ่งยูนิคาสต์เป็นการส่งที่มีใช้กันมากที่สุดในโลกของอินเทอร์เน็ต แต่มีข้อเสียถ้าหากมีผู้เชื่อมต่อสตรีมมิ่งมีเดียเป็นจำนวนมากในโปรแกรมเดียวกัน

**2.3.5 Multicast protocols**

ถูกพัฒนามาเพื่อลดโหลดทางด้านระบบเครือข่ายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการส่งข้อมูลแบบยูนิคาสต์ โดยที่ยูนิคาสต์มีความอิสระในการรับมีเดียจากทางสตรีมมิ่งเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งโปรโตคอลมัลติคาสต์จะทำการส่งแพคเก็ตเดียวไปยังกลุ่มของเครื่องรับปลายทาง ซึ่งจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างและชนิดของระบบเครือข่าย การส่งข้อมูลแบบมัลติคาสต์อาจจะเหมาะสมหรือไม่ก็ได้ แต่ที่เป็นข้อเสียของโปรโตคอลนี้คือความสามารถในการรับชมวิดีโอแบบตามความต้องการ อาจจะเกิดการสูญหายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล และถ้าเป็นสตรีมมิ่งแบบต่อเนื่องเช่นวิทยุหรือโทรทัศน์จะไม่สามารถให้ผู้รับทำการควบคุมการเล่นได้ อย่างไรก็ตามปัญหาพวกนี้สามารถทำให้แก้ไขโดยการใช้แคชชิ่งเซิร์ฟเวอร์เช่น แคชชิ่งเซิร์ฟเวอร์(Caching Server), บัฟเฟอร์มีเดียเพลย์เยอร์ (Buffed Media Player)

**2.3.6 IP Multicast**

ดูแลเรื่องของการส่งมีเดียสตรีมไปยังกลุ่มของผู้รับชมบนระบบเน็ทเวิร์ค คือมัลติคาสต์โปรโตคอล และมักจะใช้ IGMP เพื่อจัดการเกี่ยวกับการส่งข้อมูลแบบมัลติคาสต์ไปยังกลุ่มต่างๆ บนระบบแลนสิ่งเป็นปัญหาต่อมาหลังจากการส่งข้อมูลไปแล้วก็คือไฟล์วอลล์ระหว่างอุปกรณ์ทางด้านระบบเครือข่าย โดยไฟล์วอลล์จะต้องอนุญาตให้แพคเก็ตเหล่านี้ผ่านไปยังกลุ่มของมัลติคาสต์ ถ้าองค์กรที่บริการเรื่องคอนเทนต์ขณะต้องควบคุมข้อมูลที่ส่งผ่านระหว่างเซิร์ฟเวอร์ไปยังผู้รับ เช่นระบบการศึกษา ระบบของรัฐบาล และระบบภายในบริษัท ซึ่งโปรโตคอลที่ใช้สำหรับทำการเราท์ (Routing Protocol) ที่ใช้คือ PIM สามารถที่จะส่งสตรีมไปยังกลุ่มของระบบแลนตามส่วนต่างๆ ได้

**2.3.7 Peer-to-peer (P2P) protocols**

จัดการเกี่ยวกับการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน ซึ่งสามารถแก้ปัญหาการติดขัดของระบบเน็ทเวิร์ค (Bottom neck) ได้ ซึ่งการส่งแบบนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งข้อมูล ทั้งด้านเทคนิค คุณภาพ และลักษณะทางธุรกิจ

## 2.3 เทคโนโลยีสำหรับเว็บแอพพลิเคชัน

**2.3.1 เว็บแอพพลิเคชัน (Web Application)**

เราสามารถแบ่งประเภทของการให้บริการเว็บออกเป็น 3 แบบใหญ่ๆ คือการให้บริการเว็บปกติ การให้บริการเว็บแบบโต้ตอบ และการให้บริการเว็บแอพพลิเคชัน ซึ่งความแตกต่างระหว่างการให้บริการเว็บปกติกับเว็บแอพพลิเคชันนั้นมีความแตกต่างน้อยมาก และบางทีเราก็สามารถที่จะรวมเป็นประเภทเดียวกันได้ โดยความแตกต่างระหว่างการให้บริการเว็บปกติกับเว็บแอพพลิเคชันก็คือ เว็บแอพพลิเคชัน(และเว็บแบบโต้ตอบได้) จะมีการรับอินพุทจากผู้ใช้มาสำหรับการประมวลผล หรือบันทึกไว้เพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ หรือเราอาจจะกล่าวว่าในเว็บแอพพลิเคชันนั้น ผู้ใช้โปรแกรมเว็บบราวเซอร์จะส่งข้อมูลมาเรียกใช้ระบบงานทางธุรกิจที่มีอยู่บนเว็บไซต์

เว็บแบบโต้ตอบได้และเว็บแอพพลิเคชันนั้นได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้นจากการให้บริการเว็บปกติ โดยการใช้เทคโนโลยีสนับสนุนในการส่งข้อมูลไม่ว่าจะเป็น Common Gateway Interface (CGI) หรือเทคโนโลยีในการสื่อสารข้อมูลเฉพาะอื่นๆ เช่น RMI หรือการสื่อสารข้อมูลผ่านซ็อกเก็ต (Socket) ของ TCP เทคโนโลยีเหล่านี้ทำให้ผู้ใช้สามารถส่งข้อมูลกลับมายังเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อประมวลผลได้ ตัวอย่างของเว็บแบบโต้ตอบได้นั้นได้แก่ เซิร์ชเอ็นจิน หรือเว็บบอร์ดต่างๆ ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของเว็บแอพพลิเคชันนั้นก็คือ เว็บไซต์สำหรับซื้อขายสินค้า เว็บแอพพลิเคชันสำหรับอินทราเน็ต หรือเว็บแอพพลิเคชันสำหรับโปรแกรมออนไลน์ (Cloud-based) เป็นต้น

ส่วนประกอบที่สำคัญของการให้บริการเว็บคือ เว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและแอพพลิเคชันที่จะให้บริการ ซึ่งก็แล้วแต่สถาปัตยกรรมของเว็บไซต์ว่าจะเป็นแบบใด

**2.3.2 การจัดการเซสชัน (Session Management)**

โพรโตคอลสำหรับเว็บคือ HTTP นั้นมีการทำงานเป็นแบบ Connectionless ส่งผลให้การสื่อสารระหว่างไคลเอ็นต์กับเซิร์ฟเวอร์นั้นไม่ได้มีการเชื่อมต่อกันอยู่ตลอดเวลา การที่จะให้เซิร์ฟเวอร์ทำการติดตามสถานะของไคลเอ็นต์อยู่ตลอดเวลาจึงเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก

คำว่าเซสชัน (Session) นั้นหมายถึงความสัมพันธ์ระหว่างไคลเอ็นต์กับเซิร์ฟเวอร์ตลอดช่วงเวลาของการทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง โดยทั่วไปแล้วภายในเซสชันหนึ่งๆ ผู้ใช้อาจจะเรียกใช้เว็บเพจหรือมีการติดต่อกับการทำงานทางธุรกิจบนแอพพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์หลายครั้ง ซึ่งก็แล้วแต่กรณีการใช้งานของบริการที่ผู้ใช้เรียกใช้งานว่าจะต้องดำเนินกระบวนการผ่านหน้าจอใดบ้างเป็นจำนวนเท่าใด ด้วยสาเหตุที่ในหนึ่งเซสชันนั้นผู้ใช้และเซิร์ฟเวอร์จะสื่อสารผ่านหน้าจอของเว็บเพจหลายๆเพจ ส่งผลให้เซิร์ฟเวอร์มีความจำเป็นที่จะต้องเก็บสถานะต่างๆของไคลเอ็นต์ไว้ ดังเช่นหน้าจอปัจจุบันของไคลเอ็นต์เป็นต้น

ตัวอย่างของงานที่จำเป็นต้องมีการเก็บสถานของเซสชันของไคลเอ็นต์ไว้บนเซิร์ฟเวอร์ก็คือการให้บริการรถเข็นสินค้า (Shopping Cart) บนเว็บไซต์ที่ให้บริการจำหน่ายสินค้าออนไลน์ ในรถเข็นสินค้าที่ผู้ใช้สร้างขึ้นนั้นจำเป็นจะต้องมีการเก็บสถานะไว้ว่าผู้ใช้ได้เลือกสินค้าชิ้นใดจากรายการสินค้าที่มีจำหน่ายไว้บ้างแล้ว และมีค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นอย่างไร ด้วยความต้องการนี้ทำให้เซิร์ฟเวอร์จำเป็นต้องมีการเก็บสถานะของสินค้าที่ลูกค้าแต่ละคนได้เลือกไว้แล้วที่เซิร์ฟเวอร์ พร้อมทั้งจะต้องสามารถแสดงกลับไปให้ลูกค้าทราบด้วยถ้าต้องการ

**2.3.3 HTML5**

HTML5 เป็นมาตรฐานตัวต่อไปของ HTML ที่อยู่ในระหว่างการพัฒนา โดยมีลักษณะเหมือนมาตรฐานตัวก่อนหน้าทั้ง HTML 4.01 และXHTML 1.1 ที่ใช้ในการจัดโครงสร้างและการแสดงผลของเนื้อหาสำหรับเวิลด์ไวด์เว็บ มาตรฐานใหม่จะมีคุณลักษณะเด่นที่สำคัญได้แก่ การใช้งานวิดีโอ การแสดงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ การเก็บไฟล์ในลักษณะออฟไลน์ และ การแสดงกราฟิกส์ โดยคุณสมบัติเด่นหลายอย่างไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่ม เช่น เกียรส์ แฟลช หรือซิลเวอร์ไลต์ เหมือนที่ผ่านมาในการใช้งาน HTML4

HTML5 ได้มีการแนะนำ เอเลเมนต์ใหม่หลายตัวเพื่อตอบสนองการใช้งานของเว็บไซต์รุ่นใหม่ โดยเอเลเมนต์ใหม่ส่วนหนึ่งเป็นซีแมนติกทดแทนการใช้งานของบล็อกทั่วไป ( ) และเอเลเมนต์อินไลน์ () ยกตัวอย่างเช่น <nav> (บล็อกสำหรับเมนูบอกทาง) และ <footer> (ส่วนด้านล่างของเว็บเพจ) เอเลเมนต์ส่วนอื่นแสดงถึงการใช้งาน เช่น เอเลเมนต์ทางด้านสื่อ

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง หรือจำหน่ายเพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<audio> และ <video>[1][2][3] เอเลเมนต์บางตัวที่ตกรุ่นสำหรับ HTML 4.01 ได้ถูกยกเลิก เช่น <font> และ  ซึ่งถูกทดแทนด้วยการทำงานผ่านซีเอสเอส

**2.3.4 CSS**

เป็นภาษาที่มีรูปแบบการเขียน Syntax ที่เฉพาะ และถูกกำหนดมาตรฐานโดย W3C เช่นเดียวกับ HTML และ XHTML ใช้สำหรับตกแต่งเอกสาร HTML หรือ XHTML หรือ XML ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง ฯลฯ อย่างที่เราต้องการ

จริงๆ แล้วเราสามารถตกแต่งเอกสาร HTML ด้วยภาษา HTML เอง ซึ่งบางครั้งอาจสะดวกและแสดงผลได้เร็วกว่าการใช้ CSS เสียอีก แต่การใช้ CSS ช่วยในการจัดรูปแบบการแสดงผล จะช่วยลดการใช้ภาษา HTML ในการตกแต่งเอกสารเว็บเพจ ทำให้ code ภายในเอกสาร HTML เหลือเพียงส่วนเนื้อหา ทำให้เข้าใจง่ายขึ้น การแก้ไขเอกสารก็ทำได้ง่ายและรวดเร็ว

นอกจากนี้เราสามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลจากคำสั่งสไตล์ชีตชุดเดียวกัน ให้มีผลกับเอกสาร HTML ทั้งหน้า หรือทุกหน้าได้ ทำให้เวลาแก้ไขหรือปรับปรุงทำได้ง่าย ไม่ต้องไล่ตามแก้ที่ HTML tag ต่างๆ ทั่วทั้งเอกสาร

CSS กับ HTML / XHTML นั้นทำหน้าที่คนละอย่างกัน โดย HTML /XHTML จะทำหน้าที่ในการวางโครงร่างเอกสารอย่างเป็นรูปแบบถูกต้อง เข้าใจง่าย ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล ส่วน CSS จะทำหน้าที่ในการตกแต่งเอกสารให้สวยงาม

เนื่องจากมีการนำ HTML มาใช้ผิด ๆ กันมาก โดยเฉพาะการนำแท็กอย่างแท็ก <font>, <b>, <i>, <u>, <big>, <small> และแอททริบิวต์อย่างเช่น align, bgcolor, background, border ฯลฯ ซึ่งถูกใช้ไปในการตกแต่งเอกสาร ทำให้เอกสาร HTML มีความซับซ้อนมาก ใช้เวลามากในการเขียนหรือออกแบบ จึงได้มีการแนะนำภาษาใหม่ที่เรียกว่า CSS นี้ขึ้นมา หน้าที่ของภาษานี้ก็คือ การตกแต่งเอกสารของ HTMLหรือ XHTML หรือ XML ให้มีหน้าตา สีสัน ตัวอักษร เส้นขอบ พื้นหลัง ระยะห่าง ฯลฯ อย่างที่เราต้องการ ทั้งนี้ทั้งนั้นก็เพื่อลดการใช้ภาษา HTML ในการตกแต่งเอกสาร เพื่อให้เอกสาร HTML สะอาดขึ้น เข้าใจง่ายขึ้น แก้ไขง่ายและใช้เวลาน้อย CSS กับ HTML หรือ XHTML นั้นจะทำหน้าที่คนละอย่างกัน พร้อมกัน แต่ไม่รบกวนซึ่งกันและกันและแยกจากกันอย่างเด็ดขาด นั่นคือ HTML หรือ XHTML จะทำหน้าที่ในการวางโครงร่างเอกสารอย่างเป็นรูปแบบถูกต้อง เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ไม่มีการใช้แท็กผิดความหมาย ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล และ CSS จะทำหน้าที่ในการตกแต่งเอกสารให้สวยงาม CSS นั้นพัฒนาไปมากแล้ว สามารถทำได้ถึงขั้นที่ว่าวางวัตถุซ้อนกันได้ กำหนดความโปร่งใสได้ หมุนตัวอักษรตามองศาที่เรากำหนดได้ ตอนนี้เรามี CSS 3.0 แล้ว แต่ว่าบราวเซอร์ส่วนใหญ่ยังไม่สนับสนุน

CSS 2.0 นั้นเป็นตัวที่เราใช้ในปัจจุบัน ข้อดีของ CSS อีกอย่างหนึ่งก็คือ มันสามารถกำหนดการแสดงผลให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ด้วย เช่น เราอาจต้องการให้แสดงผลในจอคอมพิวเตอร์อย่างหนึ่ง แสดงผลเวลาสั่งพิมพ์อีกอย่างหนึ่ง แสดงผลในโทรศัพท์มือถืออีกอย่างหนึ่ง แสดงผลใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทีวีอีกอย่างหนึ่ง แสดงผลในอักษรเบลล์อย่างหนึ่ง หรืออาจจะกำหนดให้โปรแกรมสังเคราะห์เสียงอ่านข้อความต่าง ๆ ด้วยน้ำเสียงที่ต่างกันได้โดยใช้น้ำเสียงต่าง ๆ เช่น ตกใจ ดีใจ เสียใจ ได้ กำหนดความดังเสียงได้ ฯลฯ จะเห็นได้ว่ามันจะทำให้ง่ายต่อการใช้งานกับอุปกรณ์ต่าง ๆ นั่นเอง อย่างเช่น จอโทรศัพท์มือถือมีขนาดเล็ก เราอาจจะใช้ CSS สั่งให้ซ่อนส่วนที่ไม่จำเป็นหรือลดขนาดตัวอักษรลง หรือเปลี่ยนการแสดงผลไปเลยก็ได้ คนพิการได้รับประโยชน์จาก CSS และ XHTML ตรงที่ว่าเขาสามารถเข้าใจเอกสารได้ดีมากขึ้น เนื่องจากว่าเนื้อหากับการแสดงผลถูกแยกออกจากกันอย่างเด็ดขาด ทำให้ไม่สับสน ผู้พิการบางคนมองไม่เห็น จึงไม่จำเป็นต้องเห็นความสวยงามในเว็บ แต่ต้องการข้อมูลที่เข้าถึงได้ ไม่ซับซ้อน นั่นหมายถึงเขาสามารถเลือกบริโภคเฉพาะเนื้อหาได้โดยที่ไม่มีเรื่องการแสดงผลมารบกวนเลย

โดยในปัจจุบันเว็บไซต์ส่วนใหญ่จะนิยมใช้งาน CSS กันเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจาก CSS มีความสามารถในการตบแต่งการแสดงผลข้อมูลหน้าเว็บเพจที่เหนือกว่า HTML โดยปรกติอยู่มาก บางเว็บไซต์ที่เราเห็นกันในอินเทอร์เน็ตแทบจะเรียกได้ว่าใช้ CSS ทั้งสิ้น ในการออกแบบเลยเอาท์หน้าเว็บเพจเลยทีเดียว

**2.3.5 JavaScript**

เป็นภาษสคริปต์ที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุด และเป็นภาษาที่บราวเซอร์ส่วนใหญ่ยอมรับ เช่น Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Netscape หรือ Google Chrome

JavaScript คือ ภาษาประมวลผล (Programming Language) ต่างจาก HTML และ CSS ที่เป็นภาษาแสดงผล (Markup language) ภาษาประมวลผลจะสามารถคำนวณมีตัวแปร หาค่าบวก ลบ คูณ หาร ได้ ซึ่งเหล่านี้ไม่มีในภาษา HTML จึงต้องมีจาวาสคริปต์เพิ่มขึ้นมา

จาวาสคริปต์จะเป็นโปรแกรมย่อยเล็ก ๆ ที่สามารถแทรกรวมอยู่ในโค๊ด HTML ได้

จาวาสคริปต์ไม่ใช่จาวา เพราะทั้งสองไม่ได้มาจากผู้ผลิตรายเดียวกัน

จาวา ผลิตมาจากบริษัท Sun Microsystems ตั้งปี พ.ศ. 2534 เป็นภาษาที่ต้องมีตัวแปรภาษา (Compiler) แปลโค๊ดที่เขียนเป็นภาษาเครื่อง ส่วนที่ถูกแปลออกมาโดยตัวแปลภาษาสามารถนำไปแสดงหรือทำงานบนเว็บได้

นอกจากนี้จาวา ยังสามารถสร้างแอพพลิเคชันที่ทำงานบนวินโดวส์ได้เหมือนภาษา C หรือ VB แต่จาวาสคริปต์ ทำได้แค่เป็นสคริปต์ฝังในหน้าเว็บหนึ่ง ๆ เท่านั่น

จาวาสคริปต์ผลิตมาจากบริษัท Netscape Communications ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 ตอนแรกชื่อส่า Mocha และ LiveScript ตามลำดับ ต่อมาเมื่อจับมือกับกับบริษัท Sun Microsystems ร่วมกันสร้างบราวเซอร์ Netscape Navigator 2.0 ซึ่งบราวเซอร์นี้สามารถมช้งานจาวาได้ ทำให้ทางบริษัท Netscape ได้ทำการเปลี่ยนชื่อจาก LiveScript เป็น JavaScript เพื่อให้สอดคล้องกับภาษาจาวาของ Sun Microsystems และใช้ชื่อนี้มายังปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่คนส่วนใหญ่เข้าใจผิดว่าจาวา กับ จาวาสคริปต์คือตัวเดียวกันก็เพราะว่าสับสนในเรื่องของชื่อประการที่หนึ่ง และอีกประการหนึ่งโครงสร้างของภาษาทั้งสองใกล้เคียงกันมาก เพราะทั้งสองภาษายึดโครงสร้างการพัฒนามาจากภาษา C ตัวเดียวกันก็คือทั้งสองภาษากำเนิดมาจากจุดเริ่มต้นเดียวกันจึงเหมือนกัน

จาวาสคริปต์เป็นภาษาประเภทแปลไปทำงานไปเหมือนกับใช้ล่าม (Interpreter) พูดไปแปลไป ซึ่งการใช้อินเตอร์พรีทเตอร์จะทำการแปลใหม่ทุกครั้งมีทำงาน ต่างจากการใช้คอมไพเลอร์ที่จะแปลเพียงครั้งเดียว และสามารถทำงานกี่ครั้งก็ได้ โดยไม่ต้องแปลใหม่ทุกครั้งเหมือนอินเตอร์พรีทเตอร์

จาวา จะมีขีดความสามารถสูงกว่าจาวาสคริปต์ แต่จาวาสคริปต์จะใช้กับงานบนหน้าเว็บได้ง่ายกว่าเพราะเราเพียงพิมพ์โค้ดจาวาสคริปต์ ลงไปในหน้าเว็บก็สามารถเรียกดูผลลัพธ์ได้ ต่างจากจาวาที่ต้องใช้คอมไพเลอร์แปลเป็นภาษาเครื่องก่อน แล้วจึงเพิ่มโค้ดในหน้าเว็บและทำการเรียกไฟล์ภาษาเครื่องนั้น จากนั้นจึงสามารถเรียกดูผลลัพธ์ได้

**2.3.6 PHP**

PHP เป็นภาษาสคริปต์สำหรับการสร้างเพจ HTML ที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ซึ่งได้รับความนิยมมากภาษาหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจาก PHP มีความสามารถที่เหมาะสมกับความต้องการของนักพัฒนาเว็บที่ต้องการสร้างให้เว็บของตนแสดงผลข้อมูลได้อย่างยืดหยุ่น ภาษา PHP นั้นได้รับการคิดค้นและพัฒนาขึ้นโดย Rasmus Lerdorf ซึ่งในขณะนั้นเป็นเพียงโครงการส่วนตัว ต่อมาเมื่อมีการเผยแพร่ภาษา PHP ก็ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว โดยสาเหตุหนึ่งก็เนื่องจากตัวภาษานั้นเป็นภาษาที่มีให้ดาวน์โหลดใช้งานฟรี และสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มของคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย

ภาษา PHP นั้นได้รวมความสามารถของภาษา Perl, Java และ C โดยโครงสร้างของไวยากรณ์นั้นส่วนใหญ่จะคล้ายคลึงกับภาษา C ดังนั้นจึงทำให้โปรแกรมเมอร์ที่คุ้นเคยกับภาษา C หรือระบบปฏิบัติการยูนิกซ์สามารถเริ่มต้นและใช้งานภาษา PHP ได้ง่าย ภาษา PHP เองนั้นมีการสนับสนุนสำหรับฟังก์ชันการทำงานที่จำเป็น เช่น ฟังก์ชันการคำนวณทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมต่อและการใช้ข้อมูลของระบบเน็ตเวิร์ก ความสามารถในการทำงานร่วมกับเมล์ และการตีความข้อมูลชนิดข้อความ และคุณสมบัติที่โดดเด่นของ PHP มากที่สุดคือการทำงานร่วมกับระบบฐานข้อมูล ซึ่งโดยทั่วไปการเขียนโปรแกรมสำหรับเว็บให้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลนั้นเป็นเรื่องที่ไม่ง่ายนัก แต่ภาษา PHP ทำให้งานในการเชื่อมต่อนี้สามารถทำได้ง่ายด้วยการเขียนโปรแกรมเพียงไม่กี่บรรทัด และตัวภาษาเองก็สนับสนุนระบบฐานข้อมูลซึ่งได้รับความนิยมอยู่ในปัจจุบัน เช่น Oracle, Sybase, mSQL, Genric ODBC และ PostgreSQL รวมถึงระบบฐานข้อมูลที่มีให้ใช้งานฟรีอย่าง MySQL ด้วย

สำหรับรูปแบบการใช้งานและเขียนโปรแกรมของภาษา PHP นั้นคล้ายคลึงกับ JSP และ ASP นั่นคือ บนเซิร์ฟเวอร์จะต้องมีส่วนสำหรับทำหน้าที่แปลงหน้า HTML ที่มีโค้ดของภาษา PHP ฝังอยู่ให้กลายเป็นเฉพาะโค้ด HTML ซึ่งมีข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการแล้วจึงส่งเพจ HTML นั้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับโปรแกรมเว็บบราวเซอร์ ของผู้ใช้อีกทีหนึ่ง โดยทั่วไปส่วนสำหรับแปลงโค้ด PHP นั้นจะมีให้ใช้งานบนระบบปฏิบัติการยูนิกซ์ แต่ในปัจจุบันก็มีให้เลือกใช้งานทั้งบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และอื่นๆด้วย

**2.3.7 XML**

HTML นั้นเป็นภาษาที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการแสดงผลโดยเฉพาะ ซึ่งการแสดงผลนั้นก็จะมีข้อมูลที่ฝังอยู่ภายใน แต่เมื่อข้อมูลและการแสดงผลมีความซับซ้อนขึ้นก็ส่งผลให้การฝังข้อมูลไว้กับการแสดงผลเริ่มก่อให้เกิดผลเสีย นั่นคือ ในการเพิ่มหรือแก้ไขข้อมูลภายใต้การแสดงผลเดียวกันนั้นทำได้ยาก หรือแม้แต่การเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงการแสดงผลก็จำเป็นต้องกระทบต่อข้อมูลที่อยู่ภายในด้วย ปัญหานี้เป็นปัญหาเดียวที่เกิดขึ้นกับการประมวลผลเว็บที่จำเป็นต้องมีการแยกส่วนของข้อมูลออกจากส่วนแสดงผล ซึ่งในระดับของภาษา HTML เองก็มีการแบ่งส่วนของข้อมูลออกจากส่วนแสดงผล โดยส่วนสำหรับเก็บข้อมูลนั้นเรียกว่าภาษา XML

ภาษา XML เป็นภาษาย่อยที่ได้รับการกำหนดขึ้นมาจาก Standard Generalized Markup Language (SGML) ซึ่งเป็นภาษาที่ได้รับการกำหนดโดยมาตรฐาน ISO 8879:7986 ภาษา XML นั้นได้รับการออกแบบมาเพื่อให้ระบบข้อมูลต่างๆ บนอินเทอร์เน็ตสามารถแลกเปลี่ยนเอกสารระหว่างกันได้ง่ายขึ้น โดยส่วนของข้อมูลนั้นจะอยู่ภายในแท็กเปิดและแท็กปิด หรือที่เรียกว่าอีลีเมนต์ (Element) ซึ่งจะบ่งบอกถึงโครงสร้างข้อมูล ซึ่งโครงสร้างนี้จะถูกนำไปใช้เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนเอกสาร เอกสาร XML นั้นสามารถกำหนดให้กลายเป็นทรัพยากรตัวหนึ่งที่สามารถอ้างอิงได้ผ่าน URL ส่งผลให้การใช้งานภาษา XML สามารถทำได้บนพื้นฐานของ HTTP

ตัวเอกสาร XML เองนั้นมีรูปแบบของข้อมูลที่เก็บเป็นแบบข้อความเหมือนกับภาษา HTML ทั้งนี้ก็เพื่อให้สามารถใช้งานเอกสารได้จากแพลตฟอร์มของคอมพิวเตอร์ที่หลากหลาย ในเอกสาร XML จะมีการกำหนดบทบาทของแต่ละอีลีเมนต์ในรูปแบบที่เป็นโครงสร้าง ซึ่งเราเรียกโครงสร้างของเอกสาร XML ว่า Document Type Definition (DTD) โดยผู้ใช้เอกสาร XML จำเป็นต้องรู้โครงสร้างนี้เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลในแต่ละอีลีเมนต์ของเอกสารไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง

โดยปกติแล้วตัวเอกสาร XML นั้นจะมีโครงสร้างที่อยู่ใน DTD แต่เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งาน บางครั้งเอกสาร XML จึงไม่จำเป็นต้องขึ้นอยู่กับ DTD ใดเสมอ ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้เราสามารถแบ่งประเภทเอกสาร XML ออกได้เป็น 2 ประเภท คือเอกสารที่ถูกสร้างขึ้นถูกต้องตามไวยากรณ์ของภาษา XML เราเรียกเอกสารแบบนี้ว่า Well Formed XML ส่วนเอกสาร XML ที่ได้รับการสร้างขึ้นมาให้ตรงตาม DTD และไวยากรณ์ของภาษา XML ซึ่งเราเรียกเอกสาร XML แบบนี้ว่า Valid XML

ถึงแม้ว่าภาษา XML จะมีรูปแบบและโครงสร้างเหมือนกับภาษา HTML แต่ภาษาทั้งสองก็มีความแตกต่างกันคือ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ในภาษา XML นั้น ผู้สร้างสามารถกำหนดโครงสร้างของเอกสาร พร้อมทั้งแท็กที่จะใช้บอกบทบาทของข้อมูลได้ตามที่ต้องการ
2) โครงสร้างของเอกสาร XML นั้น ผู้สร้างสามารถกำหนดให้มีลำดับชั้นของความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (ซึ่งคล้ายกับโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้) จำนวนหลายๆ ชั้น ซึ่งมีความซับซ้อนมากกว่าเอกสาร HTML ได้
3) ตัว XML นั้น สามารถกำหนดโครงสร้างของเอกสารเอาไว้ภายนอกได้ ทำให้ผู้ใช้เอกสารสามารถนำโครงสร้างไปใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารได้ในภายหลัง

ถึงแม้ว่าภาษา XML จะมีข้อดีเหนือกว่าภาษา HTML อยู่หลายประการ แต่จุดประสงค์ของ XML เองนั้นก็ไม่ได้จะมาแทนที่ภาษา HTML ทั้งนี้ภาษา XML จะใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นหลัก แต่ภาษา HTML ยังคงใช้ในการนำเสนอข้อมูลต่อผู้ใช้ผ่านโปรแกรมอย่างเว็บบราวเซอร์

ด้วยการใช้เอกสาร XML ร่วมกับเอกสาร HTML ทำให้มีการแบ่งส่วนของการแสดงผลและส่วนในการเก็บข้อมูลออกจากกันอย่างชัดเจน ซึ่งข้อดีก็คือ ทำให้ผู้พัฒนาเว็บสามารถสร้างเฉพาะข้อมูล จากนั้นเมื่อมีผู้ใช้ต้องการใช้ข้อมูล ก็จะนำเอาข้อมูลซึ่งเก็บอยู่ในเอกสาร XML มาใส่เข้าไปในเท็มเพลต HTML ที่ได้สร้างไว้ก่อนแล้ว ด้วยวิธีนี้ทำให้ผู้พัฒนาสามารถแก้ไขข้อมูล หรือส่วนแสดงผลได้โดยที่ไม่กระทบระหว่างกัน นอกจากนั้นผู้พัฒนาเว็บอาจจะใช้เอกสาร XML เป็นเอกสารมาตรฐานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างผู้ให้บริการเว็บก็ได้ ทั้งนี้จำเป็นจะต้องมีการกำหนดโครงสร้างของเอกสารกลางขึ้นมา ซึ่งก็เป็นความสามารถที่ XML สามารถทำได้ดีอยู่แล้ว

**2.3.8 AJAX**

อแจ็กซ์ (AJAX - Asynchronous JavaScript and XML) เป็นกลุ่มของเทคนิคในการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันเพื่อให้ความสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้ดีขึ้น โดยการรับส่งข้อมูลในฉากหลัง ทำให้ทั้งหน้าไม่ต้องโหลดใหม่ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วยทำให้เพิ่มการตอบสนองความรวดเร็ว และการใช้งานโดยรวม

อแจ็กซ์นั้นไม่ใช่เทคโนโลยีใหม่ แต่เป็นเทคนิคที่ได้ใช้เทคโนโลยีหลายอย่างที่มีอยู่แล้วรวมกันดังต่อไปนี้

XHTML (หรือ HTML) และ CSS ใช้ในการแสดงผลลัพธ์และรูปแบบข้อมูล

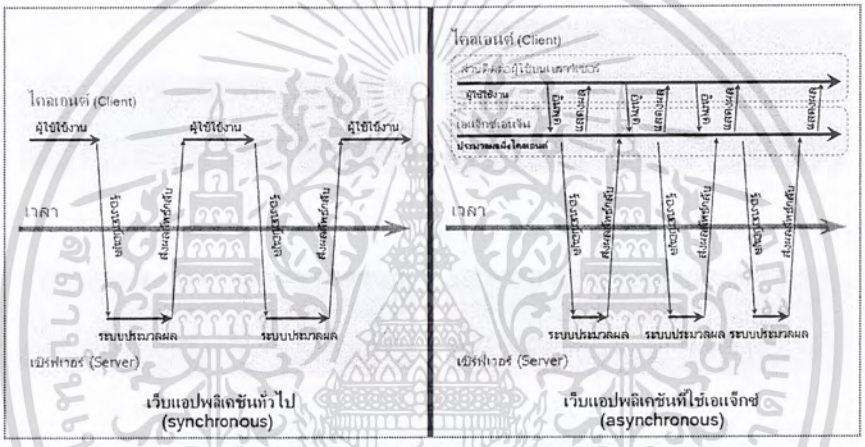
ECMAScript เช่นจาวาสคริปต์ ในการเข้าถึง Document Object Model (DOM) เพื่อใช้ในการแสดงข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือโต้ตอบกับผู้ใช้

XMLHttpRequest ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล asynchronously กับเว็บเซิร์ฟเวอร์

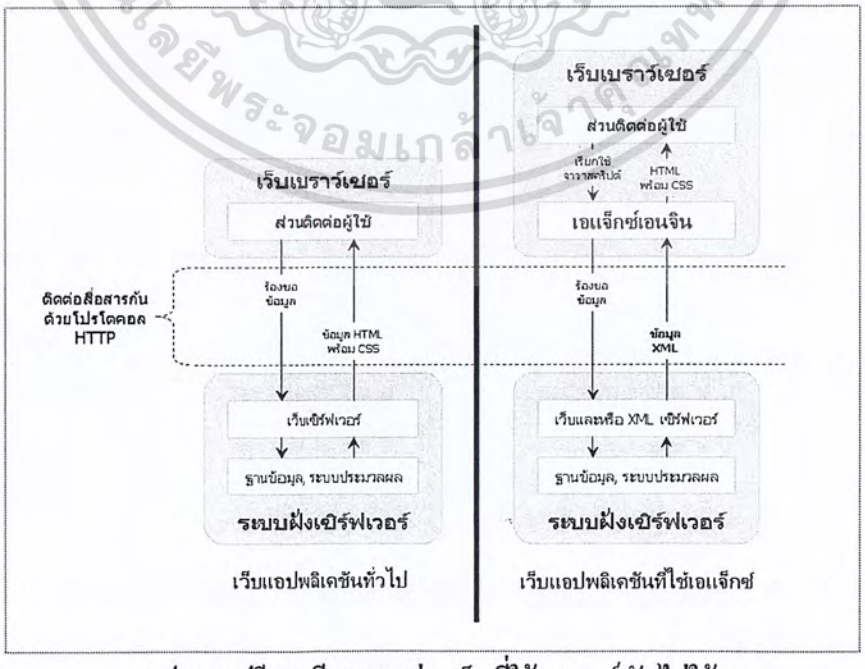
XML ใช้เป็นรูปแบบข้อมูลในการแลกเปลี่ยน ซึ่งรูปแบบอื่นก็สามารถใช้ได้เช่นกันไม่ว่าจะเป็น HTML, JSON, EBML, หรือเพลนเท็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำงานของเว็บแอพพลิเคชันแบบดังเดิมนั้น โดยปกติแล้วเมื่อผู้ใช้ทำการร้องขอข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ ตัวเว็บเบราว์เซอร์จะทำการส่งข้อมูลการร้องขอโดยใช้โพรโทคอล HTTP เพื่อติดต่อกับเว็บเซิร์ฟเวอร์ และที่เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการประมวลผลจากการร้องขอที่ได้รับ และส่งผลลัพธ์เป็นหน้า HTML กลับไปให้ผู้ใช้ วิธีการข้างต้นเป็นวิธีการแบบการร้องขอและการตอบรับ (Request and Response) ซึ่งผู้ใช้จะต้องรอระหว่างที่เซิร์ฟเวอร์ประมวลผลอยู่ ซึ่งเป็นหลักการทำงานแบบ Synchronous แต่การทำงานของเว็บแอพพลิเคชันที่ใช้เทคนิคอแจ็กซ์จะเป็นการทำงานแบบ Asynchronous หรือการติดต่อสื่อสารแบบไม่ต่อเนื่อง โดยเซิร์ฟเวอร์จะทำการส่งผลลัพธ์เป็นเว็บเพจให้ผู้ใช้ทันทีโดยไม่ต้องรอให้ประมวลผลเสร็จก่อน หลังจากนั้นเว็บเพจที่ผู้ใช้ได้รับจะทำการดึงข้อมูลในส่วนต่างๆทีหลัง หรือจะดึงข้อมูลก็ต่อเมื่อผู้ใช้ต้องการเท่านั้น (ทำงานอยู่เบื้องหลัง)




**รูป 2.1 การทำงานของอแจ็กซ์**




**รูป 2.2 เปรียบเทียบระหว่างเว็บที่ใช้อแจกซ์กับไม่ใช้**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 TCP/IP Programming

### 2.4.1 ซ็อกเก็ต (Socket)

ซ็อกเก็ตประกอบด้วยฟังก์ชันที่จะส่งข้อมูลที่เข้ามาในเครื่องผ่านทาง IP Address และพอร์ตมายังโพรเซสที่เป็นเจ้าของซ็อกเก็ตนั้นหรือจะส่งข้อมูลออกไปยัง IP Address และพอร์ตปลายทาง เช่น 158.108.33.3:3000 โดย 158.108.33.3 คือไอพี และ 3000 คือหมายเลขพอร์ต

### 2.4.2 โปรโตคอล (Protocol)

โปรโตคอล คือระเบียบพิธีการในการติดต่อสื่อสารเมื่อมาใช้กับเทคโนโลยีสื่อสารโทรคมนาคม จึงหมายถึงขั้นตอนการติดต่อสื่อสาร ซึ่งรวมถึง กฎ ระเบียบ และข้อกำหนดต่าง ๆ รวมถึงมาตรฐานที่ใช้ เพื่อให้ตัวรับและตัวส่งสามารถดำเนินกิจกรรมทางด้านสื่อสารได้สำเร็จ

### 2.4.3 โปรโตคอลชั้นเน็ทเวิร์ค (Network Protocol)

ในระดับสามนี้ทำหน้าที่เชื่องโยงระหว่างเครือข่ายย่อย เราอาจเรียกโปรโตคอลนี้ว่า เราท์ติ้งโปรโตคอล (Routing Protocol) การกำหนดเส้นทางนี้จะต้องวางมาตรฐานกลางสำหรับการเชื่อมโยงอุปกรณ์ ซึ่งมาจากระดับล่างหลาย ๆ มาตรฐาน วิธีการหนึ่งที่นิยมคือ การกำหนดแอดเดรสของอุปกรณ์ระดับล่างใหม่ และให้แอดเดรสเป็นมาตรฐานกลาง เช่น การใช้โปรโตคอลอินเทอร์เน็ต (IP) ทุกอุปกรณ์มีแอดเดรสของตนเองมีการสร้างรูปแบบฟอร์แมตข้อมูลใหม่ที่เรียกว่าแพ็กเก็จ (Packet) ดังนั้น โปรโตคอลในระดับนี้จึงรับส่งข้อมูลกันเป็นแพ็กเก็ต ทุกแพ็กเก็ตมีการกำหนดแอดเดรสต้นทางและปลายทางโดยไม่ต้องคำนึงว่าระดับล่างที่ใช้นั้นคืออะไร

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับส่งและรับรู้โปรโตคอลในระดับเน็ตเวิร์คนี้จะทำหน้าที่เป็นแปลงแพ็กเก็ตให้เข้าสู่เฟรมข้อมูลในระดับสอง และรับเฟรมข้อมูลระดับสองเปลี่ยนมาเป็นแพ็กเก็ตในระดับสามเช่นกัน ข้อเด่นในที่นี้ คือ ทำให้สามารถเชื่อม LAN ทุกมาตรฐานเข้าด้วยกันได้ ในระดับนี้ยังมีมาตรฐานโปรโตคอลอื่น ๆ เช่น IPX ของบริษัทแน็ตแวร์ เป็นต้น

ในระดับ 4 ก็มีแอดเดรสแยกอีก แต่คราวนี้เราเรียกว่า "หมายเลขพอร์ต" ซึ่งจะทำให้ตัวรับและตัวส่ง ทั้งฝ่ายไคลแอนต์และเซิร์ฟเวอร์ติดต่อ IP address เดียวกัน แต่แยกกันด้วยโปรโตคอลระดับ 4 ในกรณีของอินเทอร์เน็ตจึงมีโปรโตคอล TCP (Transmission Control Protocol) เป็นตัวแยกที่ทำให้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งสามารถติดต่อกับเครื่องอื่นได้หลาย ๆ งานพร้อมกันการแบ่งแยกกลุ่มโปรโตคอลนี้เป็นหนทางอันชาญฉลาดของผู้ออกแบบที่ทำให้ระบบสื่อสารข้อมูลดำเนินไปอย่างมีระบบ จนสามารถประยุกต์ใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

## 2.5 บลูทูธ

บลูทูธ คือ ระบบการสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็คโทรนิกแบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ โดยที่บลูทูธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นไม่จำเป็นเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัยนั้น ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังเพื่อศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับเฮดเซ็ตบนโทรศัพท์มือถือด้วย

**2.5.1 หลักการพื้นฐานของบลูทูธ**

เทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายบลูทูธ ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน เนื่องจากไม่จำกัดพื้นที่ มิต้องใช้อุปกรณ์ที่เป็นสายสัญญาณสามารถเชื่อมต่อได้ไกล เช่น การส่งข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่เครื่องหนึ่งไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่อีกเครื่องหนึ่ง หากส่งผ่านสายสัญญาณ จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เสริมเพื่อทำให้อุปกรณ์ทั้งสองเชื่อมต่อกันได้ แต่เทคโนโลยีบลูทูธ ช่วยให้การส่งข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งสองสะดวกขึ้น โดยการส่งผ่านคลื่นวิทยุ

ระบบเครือข่ายไร้สายส่วนบุคคลที่ใช้เชื่อมต่อ โดยตรงระหว่างอุปกรณ์ที่อยู่ใกล้กันชนิดนี้ ในแต่ละเครือข่าย จะมีอุปกรณ์ตัวหนึ่ง เรียกว่า มาสเตอร์ (Master) หรือตัวแม่ข่าย ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและประสานงานให้กับอุปกรณ์ตัวอื่นๆในเครือข่ายเดียวกัน ส่วนอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อตัวอื่นๆ เรียกว่า สลาฟ(Slave) หรือตัวลูกข่าย ซึ่งโครงสร้างการทำงานของบลูทูธนี้คล้ายกับระบบบัสอนุกรมแบบใช้ร่วมร่วม (universal serial bus : USB) ที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วๆไป แต่ต่างกันในส่วนของการเชื่อมต่อ โดยอุปกรณ์บลูทูธส่วนใหญ่สามารถทำหน้าที่ได้ทั้งมาสเตอร์หรือสลาฟตามความเหมาะสม ซึ่งภายในเครือข่ายจะมีการจัดการกันเองโดยอัตโนมัติด้วย โพรโทคอลมาตรฐาน

อุปกรณ์บลูทูธแต่ละตัวจะมีแอดเดรส (Address) หรือการระบุตำแหน่ง ซึ่งเป็นรหัสประจำตัวที่ไม่ซ้ำกับอุปกรณ์ตัวอื่น มีความยาวขนาด 48 บิต เรียกว่า บีดี แอดเดอ (BD_ADDR) ใช้ในการจำแนกอุปกรณ์แต่ละตัวและใช้ในการระบุความถี่ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ตัวนั้นๆ ด้วย

**2.5.1.1 ความถี่คลื่นวิทยุ**

ความถี่มาตรฐานสำหรับเทคโนโลยีบลูทูธประมาณ 2.4 – 2.483 กิกะเฮิรตซ์ (GHz) ซึ่งช่วงความถี่ที่ใช้งานอาจแตกต่างกันบ้างในบางประเทศ เนื่องจากความถี่ที่ใช้สำหรับบลูทูธ เป็นความถี่สาธารณะ (Unlicensed frequency) ไม่ต้องขออนุญาตการใช้งานความถี่ดังกล่าวจากหน่วยงานกำหนดหรือจัดสรรความถี่ของประเทศนั้นๆ ทำให้การใช้งานความถี่นี้แออัด อาจถูกรบกวนจากสิ่งต่าง ๆ เช่น คลื่นสัญญาณรบกวนจากเครือข่าย ที่อยู่ใกล้กันได้ง่าย ดังนั้นประสิทธิภาพของการใช้งานบลูทูธจึงขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์ จำนวนหรือความหนาแน่นของการใช้งานด้วย

**2.5.1.2 ระยะเชื่อมต่อของบลูทูธ**

อุปกรณ์บลูทูธถูกแบ่งออกเป็นสามระดับ ตามความสามารถในการส่งข้อมูล ดังนี้

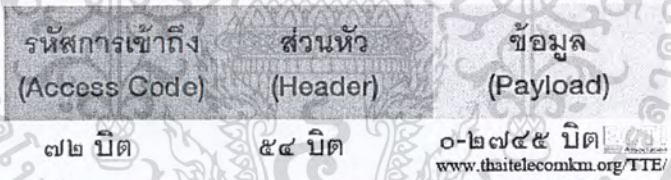
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ระดับหนึ่ง (Class 1) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 100 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 100 มิลลิวัตต์
2) ระดับสอง (Class 2) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 10 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 2.5 มิลลิวัตต์
3) ระดับสาม (Class 3) สามารถรับส่งข้อมูลในรัศมี 1 เมตร ใช้พลังงานประมาณ 1 มิลลิวัตต์

**2.5.1.3 ส่วนประกอบของชุดข้อมูล**

ข้อมูลที่รับส่งอยู่ในเครือข่ายบลูทูธ ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียกว่า พีดียู (Packet Data Unit: PDU) ซึ่งประกอบไปด้วย

1) รหัสการเข้าถึง (Access Code) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลหมายเลขเครือข่ายและแอดเดรสหรือตำแหน่งของอุปกรณ์ต้นและปลายทาง มีขนาดยาว 72 บิต
2) ส่วนหัว (Header) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูล มีขนาดยาว 54 บิต
3) ข้อมูล (Payload) คือข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังปลายทาง มีขนาดระหว่าง 0 - 2,745 บิต ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังรูป 2.3




**รูป 2.3 โครงสร้างชุดข้อมูลของบลูทูธ**

**2.5.1.4 เครือข่ายขนาดย่อม (Piconet)**

เครือข่ายขนาดย่อมหรือเรียกว่า พิโคเน็ต (Piconet) เป็นเครือข่ายที่เกิดขึ้นระหว่างการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์บลูทูธ ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป แต่ไม่เกิน 8 ตัว ซึ่งจะแบ่งช่องสัญญาณออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อวินาที ทำให้แต่ละพิโคเน็ตสามารถทำงานในพื้นที่เดียวกันได้ โดยโอกาสในการถูกรบกวนจากเครือข่ายอื่นที่อยู่ใกล้มีเพียงร้อยละ 1.5 ทั้งนี้เครือข่ายบลูทูธได้ออกแบบให้เครื่องที่เป็นตัวแม่ข่ายมีหน้าที่ในการจัดการควบคุมลำดับการส่งข้อมูลของอุปกรณ์แต่ละตัว เพื่อป้องกันการเกิดการชนกันของข้อมูลอันเนื่องมาจากการส่งข้อมูลพร้อมกันบนช่องสัญญาณเดียวกัน

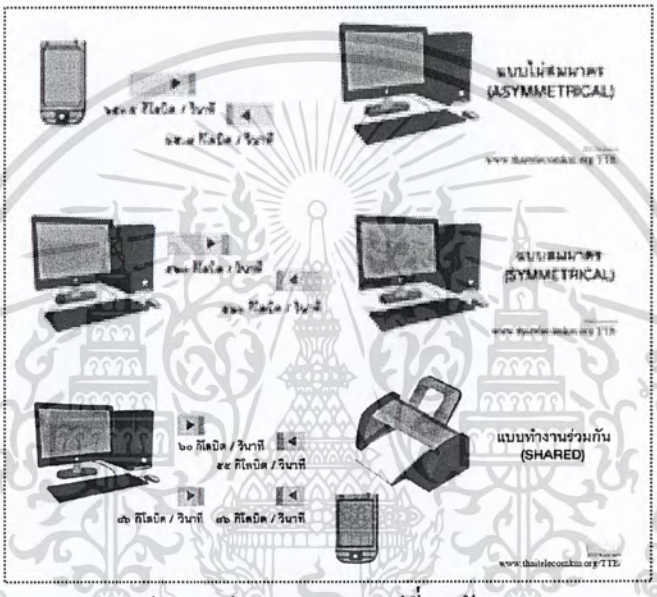
นอกจากนี้ในแต่ละพิโคเน็ตสามารถเชื่อมต่อข้ามเครือข่ายกัน เกิดเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ขึ้นเรียกว่า สแคทเทอร์เน็ต (Scatternet) แต่การเชื่อมต่อแบบนี้จะต้องมีการจัดลำดับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
117562

บนเครือข่ายที่ยุ่งยากขึ้นและต้องแบ่งความสามารถในการส่งข้อมูลกัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบลดลง

**2.5.1.5 อัตราเร็วในการแลกเปลี่ยนข้อมูล**

ความเร็วสูงสุดพื้นฐานในการส่งข้อมูลของแต่ละช่องสัญญาณประมาณ 1 เมกกะบิตต่อวินาที (Mbps) ทั้งนี้ความเร็วที่ส่งได้จริงอาจน้อยกว่า เนื่องจากความเร็วบางส่วนจะเสียไปจากการควบคุมและจัดการการส่งข้อมูล นอกจากนี้ผู้ใช้ในแต่ละพิโคเน็ต คงต้องแบ่งความสามารถในการส่งข้อมูลกันด้วย ทำให้ความสามารถในการส่งข้อมูลลดลง




**รูป 2.4 รูปแบบการแลกเปลี่ยนข้อมูล**

รูป 2.4 แสดงความแตกต่างในการส่งข้อมูล ซึ่งความสามารถในการส่งข้อมูลจะต่างกันไปตามรูปแบบของการส่ง ดังรูป 2.4 ก. การส่งข้อมูลแบบไม่สมมาตร ความสามารถในการส่งข้อมูลไปและกลับจะไม่เท่ากัน เหมาะกับการส่งข้อมูลขนาดใหญ่ รูป 2.4 ข. การส่งข้อมูลแบบสมมาตร ความสามารถในการส่งข้อมูลไปและกลับเท่ากัน และรูป 2.4 ค. การส่งข้อมูลแบบทำงานร่วมกันหลายอุปกรณ์ แต่ละอุปกรณ์จะแบ่งความสามารถในการส่งข้อมูลกัน ทำให้ความสามารถในการส่งข้อมูลลดลง

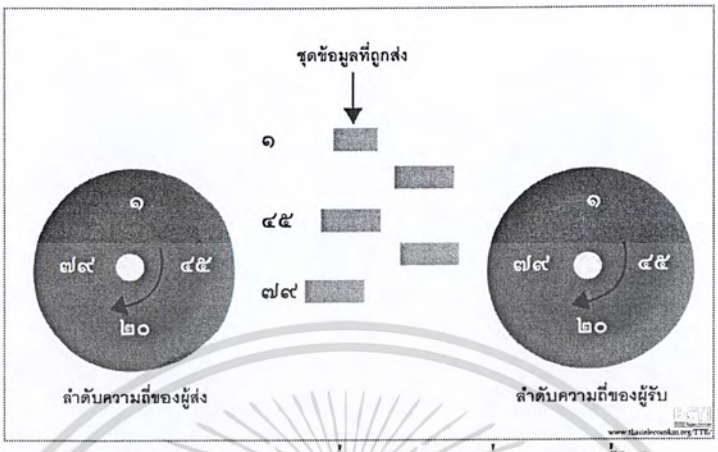
**2.5.2 พื้นฐานเทคโนโลยีที่ใช้ในบลูทูธ**

**2.5.2.1 การส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุด้วยการแผ่สเปกตรัม**

กระบวนการส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ ผู้ส่งจะส่งข้อมูลบนความถี่ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ โดยส่งข้อมูลไปบนช่องสัญญาณที่เปลี่ยนไปมาอย่างต่อเนื่องตามลำดับที่ได้กำหนดไว้ ผู้รับก็ต้องรับข้อมูลด้วยลำดับความถี่ที่เปลี่ยนแปลงตามความถี่ของช่องสัญญาณที่ผู้ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

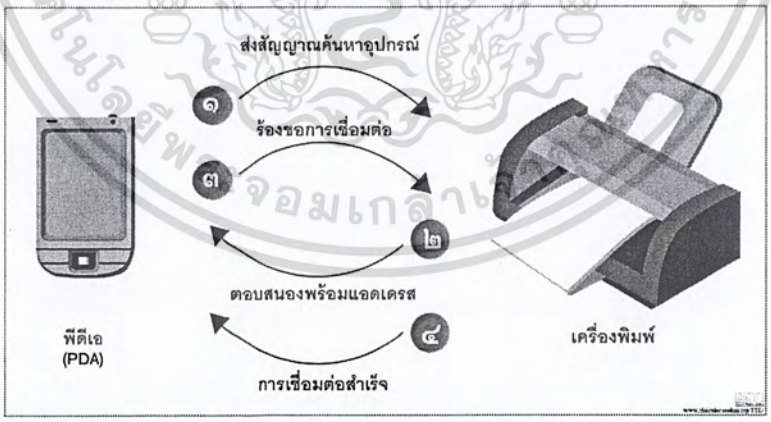
ส่งมาในเวลาเดียวกัน ดังรูป 2.5 ทั้งนี้เพื่อป้องกันการดักจับข้อมูลจากผู้ใช้อื่น เนื่องจากลำดับความถี่ที่ส่งจะเข้าใจกันระหว่างผู้รับและผู้ส่งเท่านั้น




**รูป 2.5 การส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุโดยเปลี่ยนความถี่ไปมา**

**2.5.2.2 รูปแบบสัญญาณค้นหาอุปกรณ์**

รูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการค้นหาอุปกรณ์ บลูทูธที่อยู่ใกล้เคียงกัน ซึ่งกระบวนการนี้ เริ่มจากอุปกรณ์บลูทูธส่งสัญญาณซึ่งมีรูปแบบที่เข้ากันใจระหว่างอุปกรณ์บลูทูธ เมื่ออุปกรณ์บลูทูธอื่น พบคลื่นสัญญาณนี้ ก็จะตอบสนองกลับมา โดยส่งแอดเดรสประจำเครื่อง กลับมาด้วยทำให้อุปกรณ์ทั้งสองสามารถเชื่อมต่อกันได้ในขั้นตอนต่อไป




**รูป 2.6 รูปแบบการส่งสัญญาณค้นหาอุปกรณ์**

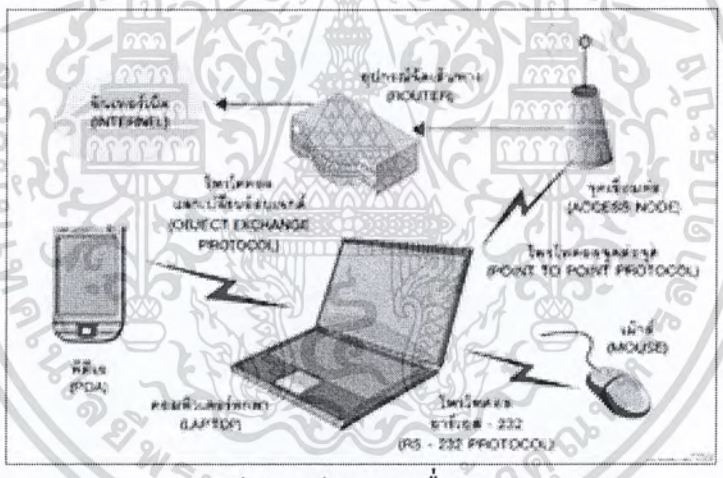
รูป 2.6 แสดงตัวอย่างกระบวนการในการค้นหาอุปกรณ์ของเครื่องพีดีเอ เริ่มจากเครื่องพีดีเอส่งสัญญาณเพื่อตรวจหาอุปกรณ์ใกล้เคียง เมื่อเครื่องพิมพ์ตรวจพบก็จะตอบสนองการทำงานโดยระบุเลขแอดเดรสของตัวเองกลับมายังเครื่องพีดีเอ หลังจากนั้นเครื่องพีดีเอร้องขอการเชื่อมต่อไปยังเครื่องพิมพ์ เมื่อเครื่องพิมพ์ตอบรับการเชื่อมต่อ เครื่องพีดีเอก็จะสามารถใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องพิมพ์ผ่านเครือข่ายบลูทูธได้ ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับซอฟต์แวร์และเงื่อนไขเฉพาะอื่นๆ ของอุปกรณ์ทั้งสองด้วย

**2.5.2.3 รูปแบบการสื่อสาร**

คำสั่งหรือกระบวนการที่ถูกใช้โดยโปรแกรมประยุกต์ เพื่อกำหนดขั้นตอนกระบวนการในการรับและส่งข้อมูล ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีความเป็นอิสระ โดยเทคโนโลยีหรือโปรแกรมประยุกต์ทั่วไปสามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งระบบบลูทูธได้นำเอาโพรโทคอลเหล่านี้มาใช้งานในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์การสื่อสารชนิดต่างๆ เนื่องจากรูปแบบการสื่อสารจะแตกต่างกันเช่น การเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายบลูทูธระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาและเมาส์ ใช้โพรโทคอลอาร์เอส - 232 (RS-232) การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาและเครื่องพีดีเอใช้โพรโทคอลแลกเปลี่ยนอ็อบเจกต์ (Object exchange : OBEX) และการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์พกพาผ่านจุดเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์จัดเส้นทาง (router) ใช้โพรโทคอลจุดต่อจุด (Point to Point protocol : PPP) ดังรูป 2.7




**รูป 2.7 รูปแบบการสื่อสาร**

**2.5.3 มาตรฐานของบลูทูธ**

เทคโนโลยีบลูทูธได้กำหนดมาตรฐานหรือรุ่นของระบบการทำงานโดยได้มีการพัฒนาประสิทธิภาพขึ้นเรื่อยๆ ดังนี้

**2.5.3.1 บลูทูธ 1.0 และบลูทูธ 1.0B**

เป็นบลูทูธรุ่นแรกซึ่งได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2542 แต่ยังคงมีปัญหาอยู่มาก

**2.5.3.2 บลูทูธ 1.1**

ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2544 โดยได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากบลูทูธรุ่นก่อนทำให้บลูทูธรุ่นนี้ทำงานได้ดีขึ้น ใช้มาตรฐาน IEEE Standard 802.15.1 รองรับช่องสัญญาณที่ไม่มีการเข้ารหัส และมีเครื่องมือบอกระดับความแรงของสัญญาณด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5.3.3 บลูทูธ 1.2**

ได้รับการพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2546 สามารถทำงานร่วมกับบลูทูธ 1.1 ได้ ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญของบลูทูธรุ่นนี้ได้แก่ การค้นหาสัญญาณและการเชื่อมต่อที่เร็วขึ้น ปรับปรุงความสามารถในการส่งข้อมูลโดยลดสัญญาณรบกวน นอกจากนี้เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูล ระบบก็จะส่งข้อมูลนั้นใหม่อีกครั้ง

**2.5.3.4 บลูทูธ 2.0 + EDR**

บลูทูธรุ่นนี้สามารถทำงานร่วมกับบลูทูธ 1.1 ได้เช่นกัน ถูกพัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2547 คุณสมบัติสำคัญเน้นในเรื่องของความเร็วในการรับ – ส่งข้อมูล ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้เร็วถึง 2.1 เมกกะบิตต่อวินาที ด้วยความเร็วสูงสุดของช่องสัญญาณ 3.0 เมกกะบิตต่อวินาที

**2.5.4 ข้อดีของบลูทูธ**

1) ใช้บลูทูธในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ต่างๆ เช่นพริ้นเตอร์ เมาส์ ลำโพง แทนสายเคเบิ้ล
2) ใช้บลูทูธในการสร้างระบบเครือข่ายขนาดเล็กที่เรียกว่า Pico-Network หรือ PAN (Personal Area Network) มีอุปกรณ์ที่ติดต่อสื่อสารกันได้ไม่เกิน 7 เครื่อง ภายในรัศมี 10 เมตร และอุปกรณ์เหล่านี้สามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยใช้ Pico-Network ที่สร้างขึ้น
3) ใช้บลูทูธเป็นช่องทางในการเข้าถึงข้อมูลในระบบเครือข่ายหลัก ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ตตามที่ต่างๆ ที่มีบลูทูธอยู่ (Hotspots)
4) ใช้บลูทูธเชื่อมต่อ โทรศัพท์มือถือ กับ ชุดหูฟัง
5) ใช้บลูทูธรับส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือ ไม่ว่าจะเป็นไฟล์ ภาพ, เสียง หรือ วิดีโอ

**2.5.5 ข้อจำกัดของบลูทูธ**

เนื่องจากอุปกรณ์บลูทูธถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้กับเครือข่ายขนาดเล็ก ดังนั้นข้อเสียหลักๆ ก็คือระยะการใช้งาน โดยระยะที่ใช้ได้ไกลสุดของย่านความถี่ 2.4 GHz คือ 10 เมตร และข้อเสียที่สำคัญอีกข้อก็คือสามารถส่งผ่านด้วยความเร็วไม่สูงมาก กล่าวคือจะส่งผ่านข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดไม่เกิน 500kbps และอาจรบกวนกับระบบไวล์เลสแลนซึ่งใช้ย่านความถี่อยู่ที่ 2.4 GHz เหมือนกัน ซึ่งรวมไปถึงการรบกวนระบบโทรศัพท์มือถือ หรือการถูกรบกวนโดยเตาอบไมโครเวฟด้วย แต่ก็ถือว่าดีกว่าระบบเครือข่ายขนาดเล็กคือ Infrared มาก ซึ่งมีข้อเสียหลักคือสัญญาณไม่สามารถหักเลี้ยวหรือหลบสิ่งกีดขวางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 มิวสิคเพลย์เยอร์เดมอน

มิวสิคเพลย์เยอร์เดมอน (Music Player Daemon หรือ MPD) เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับการเล่นเพลง ที่เล่นเพลงหรือสถานีจากรายชื่อที่ผู้ใช้ใส่เข้าไป ซึ่งจำเป็นต้องมีเครื่องลูก (Client) เข้ามาควบคุมการใช้งาน โดยเครื่องลูกสามารถที่จะเล่นเพลง เลือกรายชื่อเพลงหรือสถานี และจัดการข้อมูลภายในฐานข้อมูลของเอ็มพีดีได้

การทำงานของเอ็มพีดีจะใช้ฐานข้อมูลโดยเก็บไปยังหน่วยความจำของระบบและทำการค้นหาไฟล์จากที่นั้น โดยปกติไฟล์เพลงจะถูกจัดเก็บที่รูทไดเร็กทอรี่ (root-directory) และฐานข้อมูลจะถูกอัพเดตเมื่อมีคำสั่งส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ การควบคุมการเล่นเพลงสามารถทำได้โดยเครื่องลูก โดยเครื่องลูกไม่จำเป็นต้องอยู่ในเครือข่ายเดียวกันกับเซิร์ฟเวอร์ สามารถควบคุมได้จากนอกเครือข่ายกับเซิร์ฟเวอร์ การควบคุมเอ็มพีดีสามารถทำได้โดยการเชื่อมต่อผ่านยูนิกซ์โดเมนซ็อคเก็ต (Unix Domain Socket)

สถาปัตยกรรมทางระบบเครือข่ายของเอ็มพีดีเป็นสถาปัตยกรรมแบบเครื่องแม่เครื่องลูก (client/server architecture) ซึ่งมีข้อดีหลายประการคือ เครื่องลูกสามารถเข้ามาควบคุมจากภายใน (Intranet) และจากภายนอก (Internet) ได้ และเครื่องลูกไม่ต้องรับภาระหนักในการต้องมีไฟล์เพลงเป็นของตัวเอง สามารถที่จะควบคุมระยะไกลเข้ามาจัดการกับเอ็มพีดีเซิร์ฟเวอร์ได้ โดยเครื่องลูกสามารถใช้งานฐานข้อมูลตัวเดียวกันได้

ลักษณะเด่นของเอ็มพีดี คือ

1) เป็นเซิร์ฟเวอร์สำหรับเล่นเพลง
2) มีคิวสำหรับจัดการและควบคุมการเล่นเพลง โดยสามารถควบคุมผ่านเครื่องลูกได้
3) รองรับได้ทั้งไฟล์เพลงและที่อยู่ของสถานีเพลง
4) ติดตั้งง่ายมีขนาดเล็ก
5) บันทึก, โหลด, จัดการระบบรายการเพลงหรือสถานีได้
6) ใช้ความสามารถของฮาร์ดแวร์ค่อยข้างต่ำ
7) ทำงานได้บนหลายระบบปฏิบัติการ

## 2.7 รูปแบบการให้บริการ

ตัวอย่างของเว็บที่ให้บริการฟังเพลงผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น last.fm, Pandora.com, rdio.com, grooveshark.com, spotify.com, deezer.com, slacker.com เป็นต้น

### 2.7.1 การซื้อเพลง

ที่ผ่านมาวิธีการเป็นเจ้าของเพลงจะเป็นได้โดยการ ซื้อเทป ซื้อซีดี เหล่านี้ล้วนแล้วแต่สามารถจับต้องได้ หรือถ้าเป็นในรูปแบบดิจิตอลก็เช่นการซื้อจาก iTunes เป็นต้น ซึ่งไม่สามารถจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องได้โดยตรง และยังติดเรื่องของลิขสิทธิ์ที่ไม่สามารถนำไปแจกจ่ายให้คนอื่นฟังได้ ซึ่งวิธีการจำกัดจะมีวิธีต่างๆกันไป แล้วแต่ผู้ค้า

**2.7.2 การซื้อสิทธิ์ในการฟังเพลง**

คือการสมัครเป็นสมาชิก แล้วสามารถฟังเพลงใดๆก็ตามที่ผู้ให้บริการนั้นๆเปิด โดยอาจจะฟังฟรีแต่มีโฆษณาประกอบด้วย หรือจะเป็นการคิดค่าบริการรายเดือน หรือรายปี ยกตัวอย่างเช่นในตาราง 2.1

**ตาราง 2.1 เปรียบเทียบอัตราค่าใช้บริการรายเดือนและรายปี**

| ผู้ให้บริการ | ค่าบริการต่อเดือน | ค่าบริการต่อปี |
|---|---|---|
| **Cost per Year** | $4.99 | $47.88 |
| **Grooveshark.com** | $3.00 | $30.00 |
| **Last.fm** | $3.00 | - |
| **Pandora.com** | $0.99 | - |

เหล่านี้คือค่าบริการที่ต้องจ่าย ส่วนจะมีสิทธิพิเศษอะไรบ้างนั้นขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการ แต่สิ่งหนึ่งที่เหมือนกันคือ ผู้ที่ซื้อบริการสามารถฟังเพลงได้ทุกเพลงมากเท่าที่เว็บนั้นๆมีให้ฟัง

ปัจจุบัน เพลงดิจิตอลในกลุ่ม "Non-Interactive Streaming" ยังไม่สามารถทำรายได้ได้มากนัก จากการเปิดให้ฟังเพลง "ฟรี" แต่จะต้องไปหา "โฆษณา" มาช่วยสนับสนุนกิจการ ขณะเดียวกัน ฝ่ายผู้จัดทำเว็บไซต์ก็ต้องไปเจรจา-ทำข้อตกลงกับทางค่ายเพลง ศิลปิน รวมถึงบริษัทนายหน้าพ่อค้าคนกลางที่ดูแลเรื่องลิขสิทธิ์ เพื่อจัดสรรส่วนแบ่งผลประโยชน์ให้ลงตัว ซึ่งมีขั้นตอนยุบยิบยุ่งยากพอสมควร! แตกต่างจากกลุ่มแรกที่มองเห็นชิ้นเนื้อรายได้ชัดเจน ยกตัวอย่างเมื่อปีก่อน นิตยสารเกาะติดอุตสาหกรรมเพลง "บิลบอร์ด" รายงานว่า มีศิลปินอเมริกันอย่างน้อยๆ 13 ราย ทำเงินจากการขายเพลงดิจิตอลเกิน 200,000 ดอลลาร์ (6.4 ล้านบาท) อีก 26 ราย กวาดเงินเกิน 100,000 ดอลลาร์ (3.2 ล้านบาท) และในกรณีอัลบั้มชุด This Is It ของนักร้องระดับตำนานอย่าง "ไมเคิล แจ็กสัน" กวาดเงินไปถึง 800,000 ดอลลาร์ (25.6 ล้านบาท) ส่วนยอดขายเพลงดิจิตอลผ่านเว็บดัง Napster ก็พบว่าศิลปินเบอร์ใหญ่ๆ ทั้ง เทย์เลอร์ สวิฟต์, นิกเคิลแบ็ก, และ ไมเคิล แจ็กสัน ก็ทำรายได้เกิน 500,000 ดอลลาร์ (16 ล้านบาท) โดยถ้วนหน้ายังมีรายงานอีกหลายฉบับที่บ่งชี้ว่าแนวโน้มของ Streaming Music นั้นจะทำหมางเมินไม่ได้ เพราะมีมากมายมหาศาลนับไม่ถ้วน ข้อมูลจากวารสารธุรกิจดนตรีของ "วิทยาลัยดนตรีเบิร์กลีย์" บอกว่า ประเด็นที่ผู้เชี่ยวชาญธุรกิจเพลงดิจิตอลหลายคนเริ่มทยอยออกมาตั้งข้อสังเกตชวนคิดเอาไว้ ก็คือ แม้ช่องทางจัดจำหน่ายเพลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดิจิตอลผ่านอินเทอร์เน็ตจะมีสัดส่วนดีขึ้นตามลำดับ แต่ "ยอดผู้ใช้งาน" หรือ "ยอดสมาชิก" ของเว็บไซต์ในกลุ่ม Streaming Music นั้นจะทำหมางเมินไม่ได้ เพราะมีมากมายมหาศาลนับไม่ถ้วน

นอกจากนี้ ผลวิจัยโดยบริษัทไลต์สปีด รีเสิร์ช สหรัฐ เมื่อไม่นานมานี้ยังพบว่า โมเดลหารายได้จาก Streaming Music มีโอกาสลดปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์ประเภทดาวน์โหลดเพลงเถื่อนผ่านโปรแกรม "บิตทอร์เรนต์" "จากผลสำรวจชี้ว่า ทุกวันนี้มีผู้เข้าไปใช้บริการ Streaming Music 33 ล้านราย ส่วนใหญ่ระบุว่าพร้อมจ่ายเงินดาวน์โหลดเพลงถูกกฎหมาย ขณะที่กลุ่มผู้ใช้งานบิตทอร์เรนต์มีประมาณ 29 ล้านราย" รายละเอียดการวิจัยของไลต์สปีดทำกันอย่างไร และพอถึงเวลาเอาเข้าจริง นักท่องเน็ตทั้งหลายจะยอมควักกระเป๋าเหมือนที่พูดหรือไม่นั้นข่าวไม่ได้แจ้ง แต่ถ้าลองพิจารณาดูจากความนิยมของเว็บไซต์ที่เปิดให้ฟังเพลงฟรี ก็จะพบว่ามีคนเข้ามาสมัครเป็นสมาชิกมโหฬารจริงๆ ดังนั้นถ้าฝ่ายนายทุนดนตรี ตัวศิลปินเอง รวมถึงผู้จัดทำเว็บไซต์ดังกล่าว สามารถตกลงกำหนดผลตอบแทนที่ลงตัว และตั้ง "แพ็กเกจ" คิดสนนราคาค่าบริการไม่แพงโอเวอร์ จนเกินไป แนวโน้มอนาคตการ "แจ้งเกิด" ของธุรกิจ Streaming Music ก็น่าจะสดใส ทั้งยังเป็นช่องทางจัดจำหน่ายที่เพิ่มขึ้น และสอดรับพฤติกรรมผู้บริโภคยุคดิจิตอลอีกด้วย

## 2.8 แนวโน้มและค่านิยมของการฟังวิทยุ

ในอดีต ผู้คนนิยมฟังเพลงผ่านแผ่นไวนิล (Vinyl), เทป (Tape) หรือ CD ซึ่งต้องการมีการพกพาเครื่องเล่น หรือว่าแผ่นเสียงเหล่านี้ติดตัวไปด้วยเสมอ หากต้องการฟัง หรือถ้าฟังวิทยุ ก็สามารถฟังได้แค่ในรัศมีที่จำกัดเท่านั้น และได้เฉพาะภายในประเทศ

ปัจจุบัน นอกเหนือจากการซื้อซีดี หรือซื้อเพลงดิจิตอล หรือวิทยุแล้ว ยังมีอีกวิธีที่กำลังได้รับความนิยม นั่นคือการฟังเพลงผ่านอินเทอร์เน็ตแบบสตรีมมิ่ง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1) กลุ่ม Interactive Streaming หรือ On-Demand Streaming หมายถึง เว็บไซต์ที่เปิดให้นักท่องอินเทอร์เน็ตเข้าไปเลือกฟังเพลงที่ต้องการได้ฟรี เช่น myspace, MOG, imeem, lala, grooveshark
2) กลุ่ม Non-Interactive Streaming ได้แก่ เว็บไซต์จำพวกสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะกำหนดชุดของเพลงหลากหลายรูปแบบให้กับผู้ฟัง อาทิ we7, Slacker, Last.fm, tun3r.com, Pandora.com

ข้อดีของการฟังเพลงผ่านอินเทอร์เน็ตคือ เราสามารถจะฟังเพลงได้จากทั่วโลก

ทุกวันนี้ พฤติกรรมของผู้บริโภคในยุคดิจิตอลเปลี่ยนแปลงไปมาก อินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นดูหนัง ฟังเพลง หรือดูรายการโทรทัศน์ย้อนหลัง ซึ่งเหล่านี้ที่กล่าวมาล้วนเป็นสิ่งที่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้เป็นอย่างดี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการฟังเพลงในรูปแบบดิจิตอล ซึ่งเป็นการได้มาหรือรับฟังเพลงผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นที่นิยมและมีคนรู้จักมาก โดยมีเว็บไซต์ที่ให้บริการเพลงดิจิตอลมากมาย มีทั้งถูกกฎหมาย

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผิดกฎหมาย ไม่ว่าจะเป็นเว็บ kzshare, 4shared, mp3zeed, 108mp3, imeem, myspace, MOG, Lala , we7, Slacker และ Last.fm เป็นต้น ส่วนใหญ่เว็บไซน์ประเภทนี้จะเปิดให้บริการฟรี ไม่คิดค่าใช้จ่าย โดยทางเว็บจะมีรายได้จากสปอนเซอร์โฆษณาต่างๆ ซึ่งนับว่าเป็นรายได้ที่มากมายกับธุรกิจประเภทนี้ โดยการที่ให้นักท่องอินเทอร์เน็ตได้ดาวน์โหลดเพลงกันโดยไม่มีค่าใช้จ่าย ซึ่งวิธีการดาวน์โหลดนี้ เป็นวิธีการที่นิยมมากเพราะ นอกจากจะได้รับความบันเทิงแล้ว ยังสามารถเก็บไฟล์ที่ดาวน์โหลดมาไว้ในฮาร์ดดิสก์ของผู้ใช้เอง และยังสามารถนำไฟล์ไปใช้ต่อได้

ในทำนองเดียวกัน การฟังเพลงแบบ On-Demand Streaming ที่เป็นการฟังเพลงออนไลน์ ซึ่งมีเว็บไซต์ ที่เน้นการให้บริการทางด้านเสียงเพลง ซึ่งจะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถทำการอัพโหลดไฟล์เพลงเพื่อแชร์ร่วมกับเพื่อนๆได้ หรือที่มีชื่อเรียกว่า บริการ Streaming music ซึ่งไม่มีค่าใช้จ่ายในการให้บริการประเภทนี้ ไม่เป็นที่นิยมและทำรายได้ไม่มากมายเท่ากับการ ให้ User เข้ามา Download ไฟล์เพลง อาจจะเป็นเพราะเทคนิค Streaming จะสามารถเล่นไฟล์มัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์นั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องมีการประมวลผลที่เร็วพอ เนื่องจากข้อมูลที่ถูกส่งเข้ามายังเครื่องจะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำบัฟเฟอร์ และยังต้องมีการแปลงข้อมูลเหล่านั้น เพื่อนำไปแสดงผลในรูปแบบของเสียงหรือวิดีโอ ซึ่งถ้าขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งล่าช้า User ก็จะสังเกตเห็นได้ทันทีว่า เสียงหรือคลิปวิดีโอที่กำลังชมอยู่จะมีการกระตุก หรือหยุดนิ่งเป็นระยะ ซึ่งสิ่งนี้สร้างความรำคาญใจให้กับผู้ใช้เป็นอันมาก

จากข้อมูลผลการสำรวจที่ในบทความอ้างถึง แสดงให้เห็นว่ามีคนจำนวนไม่น้อย ใช้งาน Streaming music เพื่อความบันเทิง หากกลุ่มทุนในแวดวงเพลงหรือกลุ่มทุนอื่นๆ ต้องการจะลงทุนกับเว็บไซต์ Streaming music โดยเรียกเก็บเงินจาก User ก็เป็นธุรกิจที่น่าลงทุน โดยเว็บไซต์ Streaming music นั้น หากมองในแง่ดี ก็ช่วยลดปัญหาการละเมิดลิขสิทธิ์ เพราะคนส่วนหนึ่งที่ใช้ Streaming music นั้นก็ไม่อยากมีปัญหาเรื่องการละเมิดลิขสิทธิ์ และหากพูดถึงการเกาะกระแสความนิยม Social Network ในสมัยนี้อย่าง เช่น MySpace.com, FaceBook.com, Orkut.com, Hi5.com, Vkontakte.ru, Friendster.com, SkyRock.com, PerfSpot.comม Bebo.com คงมีน้อยคนที่ไม่รู้จัก โดยเฉพาะ Hi5 กับ Facebook เป็น Social Network ที่เป็นที่นิยมกันในหมู่คนไทย และเป็นไปได้ที่กลุ่มผู้ที่คลั่งไคล้ Social Network นั้น จะชอบตบแต่งและUpdate Profile ของตน โดยนำ CODE เพลงจากเว็บไซต์ Streaming มาลงในหน้า Profile page ซึ่งคนกลุ่มนี้ก็จะเป็นกลุ่มเป้าหมายหนึ่งของธุรกิจด้วย

ถึงอย่างไรก็ดี การจัดทำเว็บไซต์ Streaming music ในเชิงการค้ากับผู้ใช้ก็มีความยุ่งยากมากมาย ทั้งในเรื่องผลประโยชน์เป็นทอดๆ ตั้งแต่ ค่ายเพลง ตัวนักร้อง หรือแม้กระทั่ง ผู้จัดจำหน่าย แต่ก็นับว่าคุ้มกับช่องทางธุรกิจนี้ เนื่องมาจาก อินเทอร์เน็ต เข้ามามีบทบาทอย่างมากในโลกยุคนี้ ดังนั้นจึงถูกนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มช่องทางในการขาย โดยไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของ เวลา ระยะทาง หรือสถานที่ และถือเป็นการเพิ่มมูลค่าของเพลงที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์และผลกำไรได้

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ imeem.com เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการประเภท Social network ซึ่งโดยปกติแล้ว จะเปิดให้บริการฟรี ไม่คิดค่าใช้จ่าย ซึ่ง imeem มีจุดมุ่งหมายหลัก เพื่อให้เป็นเว็บไซต์ที่เน้นการให้บริการทางด้านเสียงเพลง ซึ่งจะอนุญาตให้ผู้ใช้สามารถทำการอัพโหลดไฟล์เพลงเพื่อแชร์ร่วมกับเพื่อนๆได้ หรือที่มีชื่อเรียกว่า บริการ Streaming music ซึ่งไม่คิดค่าบริการ แต่ล่าสุดนี้ ทาง imeem ได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการให้บริการใหม่ ซึ่งส่งผลให้เริ่มมีการเรียกเก็บค่าธรรมเนียมในการอัพโหลดไฟล์กับผู้ใช้ที่ใช้บริการอัพโหลดไฟล์เพลงเกินกว่า 100 เพลง และไฟล์วีดีโอเกินกว่า 10 ไฟล์ โดยจะต้องเสียค่าธรรมเนียมในอัตรา 29.99 USD

โดยทั่วไป เว็บไซต์ต้องการสร้างชุมชนเพื่อที่จะดึงดูดผู้เข้าชม ผลที่ตามมาก็คือ การโฆษณาและการค้า ซึ่งอาจจะถือได้ว่าเป็นเป้าหมายปลายทางของทุกเว็บไซต์ แต่การดาวน์โหลดเพลงหรือ Streaming music นอกจากจะช่วยเพิ่มในด้านของยอดขายในกรณีที่ไม่ได้ละเมิดลิขสิทธิ์ ให้กับหลายๆฝ่ายแล้ว ยังเป็นการตอบสนองพฤติกรรมของผู้บริโภคในยุคดิจิตอลอีกด้วย

ในอนาคต บริษัทใหญ่ๆกำลังให้ความสนใจกับการฟังเพลงแบบสตรีมมิ่งเป็นอย่างมาก เช่น บริษัท Pioneer ตั้งใจจะนำเอาบริการของ Pandora.com เข้าไปไว้ในรถยนต์ หรือ BMW ต้องการที่จะทำให้รถของตัวเองสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา

สิ่งที่มีคนคาดการณ์ไว้ว่าในอนาคตสิ่งที่จะต้องเกิดขึ้นคือ

1) Labels Will Get Smart คือ การเชื่อมโยงไปยังข้อมูล หรือสิ่งที่เกี่ยวข้องได้ง่ายและแม่นยำ
2) Physical CD Sales Will Continue to Decline คือ ยอดขาดของซีดีจะลดลงเรื่อยๆ
3) Release Strategies Will Evolve คือ การตลาดของการวางขายเพลงจะต้องเปลี่ยนไป
4) Music Will Live Legitimately in the Cloud คือ เพลงจะเข้าถึงได้จากอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.8.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกอุปกรณ์รับฟัง**

**2.8.1.1 ข้อดีและข้อเสียระหว่างวิทยุกับวิทยุประเภทอื่น**

**ตาราง 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องรับวิทยุประเภทต่างๆ**

| | วิทยุอินเทอร์เน็ต | วิทยุแอนะล็อก | วิทยุดิจิตอล |
|---|---|---|---|
| **จำนวนสถานี** | 10,000+ | ปานกลาง | 35 (ค่าเฉลี่ย) |
| **รองรับทั่วโลก** | รองรับ | ไม่รองรับ | ไม่รองรับ |
| **ระยะสัญญาณ** | ไกล | ไลกมาก | ใกล้ |
| **คุณภาพเสียง** | ยอดเยี่ยม | ดี | ยอดเยี่ยม |
| **ออนดีมานด์** | รองรับ | ไม่รองรับ | ไม่รองรับ |
| **ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้** | รองรับ | ไม่รองรับ | ไม่รองรับ |
| **ภาพ/วีดีโอ/ข้อความ** | รองรับ(ไม่จำกัด) | ไม่รองรับ | รองรับ(จำกัด) |
| **ต้นทุนการผลิต** | สูง | ต่ำ | สูง |
| **ความหน่วง(ปัจจุบัน)** | ต่ำ | ต่ำมาก | ต่ำ |

จากตาราง 2.2 จะเห็นได้ว่า ข้อได้เปรียบของวิทยุแอนะล็อกที่มีเหนือวิทยุประเภทอื่นๆคือ ระยะรับสัญญาณ ต้นทุนการผลิต และความหน่วง แต่ข้อได้เปรียบเหล่านี้กำลังถูกท้าทายมากขึ้นเรื่อยๆ ด้วยเทคโนโลยีที่มีในปัจจุบัน อีกทั้งตลาดของวิทยุยังคงได้รับความสนใจอยู่ ทำให้อีกไม่นานวิทยุอินเทอร์เน็ตจะได้รับความนิยมมากกว่าวิทยุแอนะล็อก อีกประการ อย่างไรก็ตามแต่วิทยุแอนะล็อกจะยังคงได้รับการใช้งานอีกนานหลายปี เนื่องด้วยความต้องการของระบบที่ต่ำ และการพัฒนาใช้งานมาอย่างยาวนาน

**2.8.1.2 ปัจจัยอื่นๆ**

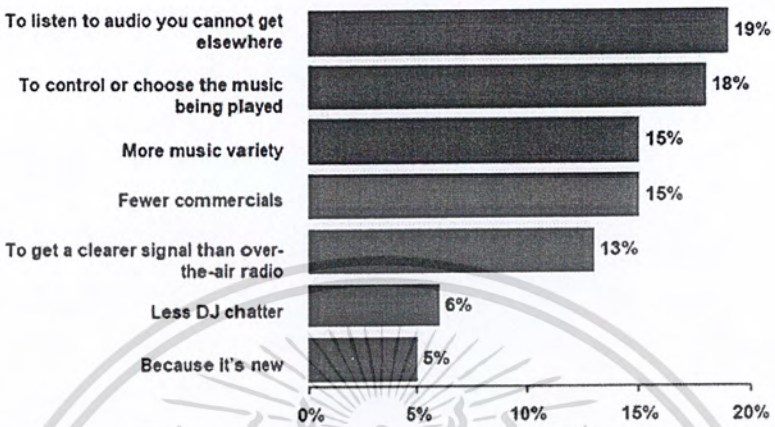
เหตุผลที่คนตัดสินใจหันไปฟังวิทยุผ่านทางอินเทอร์เน็ตมากเป็นพิเศษคือ ความหลากหลาย เพราะด้วยความที่อินเทอร์เน็ตสามารถเข้าถึงได้จากทุกที่ทั่วโลก นั่นหมายความว่าผู้ที่มีรสนิยมในการฟังเพลงหรือฟังข่าวประเภทเดียวกันสามารถมาพบเจอกันได้ง่าย เลือกฟังได้ทุกเวลา ถ้าเปรียบเทียบกับวิทยุแอนะล็อกแล้ว สถานีหนึ่งสามารถฟังได้แค่บางพื้นที่เท่านั้น หรือบางพื้นที่ก็เลือกเปิดข่าวหรือแนวเพลงเพื่อหวังเอาเรทติ้งอย่างเดียว จึงเป็นเหตุผลหลักที่ผู้ฟังหันมาให้ความสนใจวิทยุอินเทอร์เน็ตมากขึ้น

เหตุผลอีกประการหนึ่งคือ การควบคุม หมายถึงในกรณีของฟังเพลงแบบสตรีมมิ่ง เพราะผู้ฟังสามารถเลือกได้ว่าจะฟังเพลงที่ช่วงใด หรือจะข้ามไปฟังเพลงอื่นได้ในทันทีถ้าต้องการ หรือจะเลือกหยุดเพลงไว้ก่อนแล้วจึงกลับมาเล่นทีหลัง ผิดกับการฟังวิทยุแบบเก่าที่เราต้องรอให้เล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จนจบ (ถ้าผู้ฟังไม่เปลี่ยนสถานี) ถึงจะได้ฟังเพลงต่อไป หรือรายการต่อไปของสถานีนั้นๆ บ่อยครั้งที่ผู้ฟังไม่ต้องการเสียเวลาไปกับสิ่งที่ตนไม่สามารถกำหนดได้

ปัจจัยอื่นๆที่ผู้ฟังตัดสินใจเลือกวิทยุอินเทอร์เน็ต ดูรูป 2.3




**รูป 2.8 เหตุผลที่ผู้ฟังเลือกวิทยุอินเทอร์เน็ต**

**2.8.2 แนวโน้มของตลาด**

จากความเร็วของอินเทอร์เน็ตในปัจจุบันที่นับวันยิ่งเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้จำนวนของสถานีวิทยุทางอินเทอร์เน็ตเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะผู้ฟังได้รับคุณภาพเสียงที่ดีขึ้น พร้อมทั้งสามารถเลือกรับฟังวิทยุได้หลากหลายประเภทมากขึ้น จึงถือเป็นโอกาสอันดีของผู้เป็นเจ้าของสถานีที่จะเปิดให้บริการสถานีวิทยุในลักษณะนี้

ในประเทศสหรัฐอเมริกา รายได้ของตลาดสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ตกำลังเติบโตเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆทุกปี ดูรูป 2.4

**รูป 2.9 รายได้ของตลาดสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ตในอเมริกา**

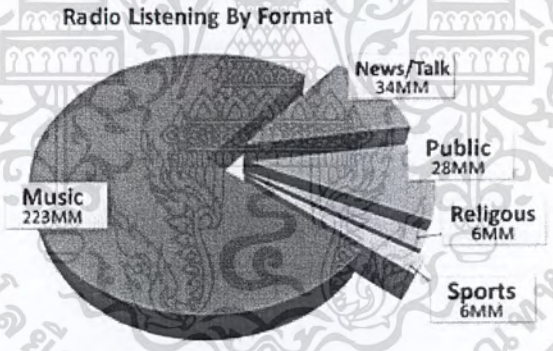
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมทั้งผลการสำรวจจากบริษัทหลายๆแห่งก็เป็นไปในทำนองเดียวกันคือ รายได้จากสื่อทางอินเทอร์เน็ตมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นทุกปี จึงถือว่าวิทยุอินเทอร์เน็ตเป็นสิ่งที่ผู้ให้บริการทุกรายต้องปรับเปลี่ยนตัวเองเพื่อมารองรับการบริโภคจากสื่อประเภทนี้มากขึ้น แม้ว่าในบางช่วงเวลาหรือบางกรณีจำนวนผู้ฟังอาจจะไม่มากนัก แต่ปฏิเสธไม่ได้ว่า ถ้าหากไม่ตามกระแสของผู้บริโภคอาจจะทำให้ธุรกิจของตัวเองได้รับความนิยมลดน้อยลงไป

นอกเหนือจากบริษัทใหญ่ๆ อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางให้ผู้ใช้ตามบ้านเปิดสถานีวิทยุของตัวเองได้ นั่นยิ่งทำให้สถานีวิทยุมีความหลากหลายมากขึ้น อาจจะใช้เป็นสถานีสำหรับเปิดเพลงหรือเปิดสถานีข่าวท้องถิ่นที่ไม่ต้องเช่าคลื่นความถี่อีกต่อไป เพราะใครก็สามารถรับฟังผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

**2.8.2.1 แบ่งตามประเภทของรายการ**

ผลการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริการายการที่ได้รับความนิยมสูงที่สุดเป็นรายการเกี่ยวกับเพลงซึ่งมากกว่าครึ่งของผลสำรวจ รองลงมาเป็นข่าว รายการสาธารณะ กีฬา และศาสนาตามลำดับ ดูรูป 2.5 ประกอบ



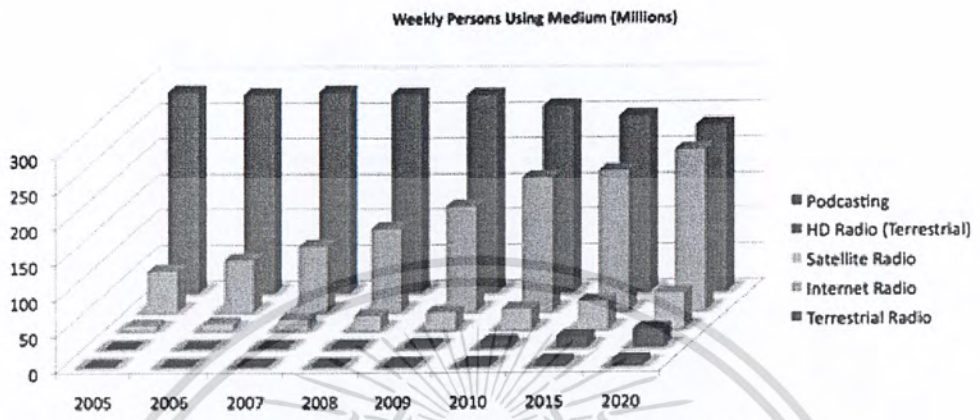

**รูป 2.10 สัดส่วนของผู้ฟังแบ่งตามประเภทรายการ**

**2.8.2.2 แบ่งตามสถานที่และอุปกรณ์รับฟัง**

เพลง รายการวิทยุ หรือบทสัมภาษณ์มีช่องทางให้ผู้ฟังเข้าถึงได้หลากหลาย เช่น พ็อดคาสต์ วิทยุดาวเทียม วิทยุแอนะล็อก และวิทยุอินเทอร์เน็ต ในรูป 2.6 แสดงให้ถึงแนวโน้มช่องทางการบริโภคสื่อเหล่านั้นว่าไปในทิศทางใด วิทยุแอนะล็อกมีจำนวนที่เหลือน้อยมากอีกอนาคตข้างหน้า พ็อดคาสต์จากที่เคยเยอะอยู่แล้ว จะค่อยๆลดลงอย่างช้าๆ แต่ยังคงได้รับความนิยมอยู่ เพราะพ็อดคาสต์เป็นช่องทางกระจายข่าวสารที่ถ้าผู้เป็นเจ้าคนได้รับความนิยมแล้ว จะมีฐานผู้ฟังที่เหนียวแน่นเป็นอย่างมาก

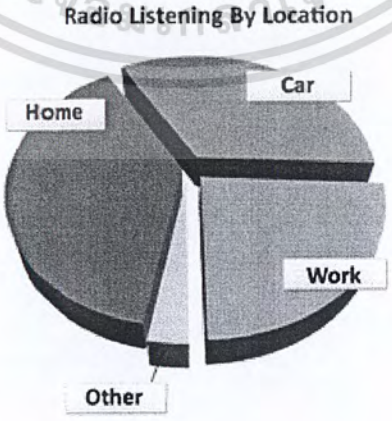
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่น่าสนใจคือวิทยุอินเทอร์เน็ตซึ่งมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ยิ่งอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงมีความแพร่หลายไปทุกพื้นที่มากเท่าไหร่ ความนิยมของวิทยุอินเทอร์เน็ตจะยิ่งเพิ่มมากขึ้นตาม




**รูป 2.11 สัดส่วนของผู้ฟังแบ่งตามประเภทของวิทยุ**

สถานที่ที่คนนิยมฟังวิทยุมากที่สุดจากการสำรวจในประเทศสหรัฐอเมริกาคือ ในบ้าน รองลงมาคือในรถยนต์ สถิติชุดนี้วัดเฉพาะการฟังวิทยุแอนะล็อกเท่านั้น เนื่องจากยังคงมีความแพร่หลายมากกว่าในปัจจุบัน แต่มิได้หมายความว่าคนที่ฟังวิทยุแอนะล็อกจะไม่ได้ฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตด้วย จะเห็นความน่าสนใจของสถิติชุดนี้ว่านอกจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในบ้านซึ่งสามารถฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตได้อยู่แล้ว ควรจะทำให้วิทยุอินเทอร์เน็ตสามารถฟังได้ภายในรถยนต์ให้ได้ไวที่สุด เพราะสัดส่วนของผู้ฟังมีจำนวนมาก ย่อมหมายถึงการตลาดที่ใหญ่ตามไปด้วย ดูรูป 2.7 ประกอบ



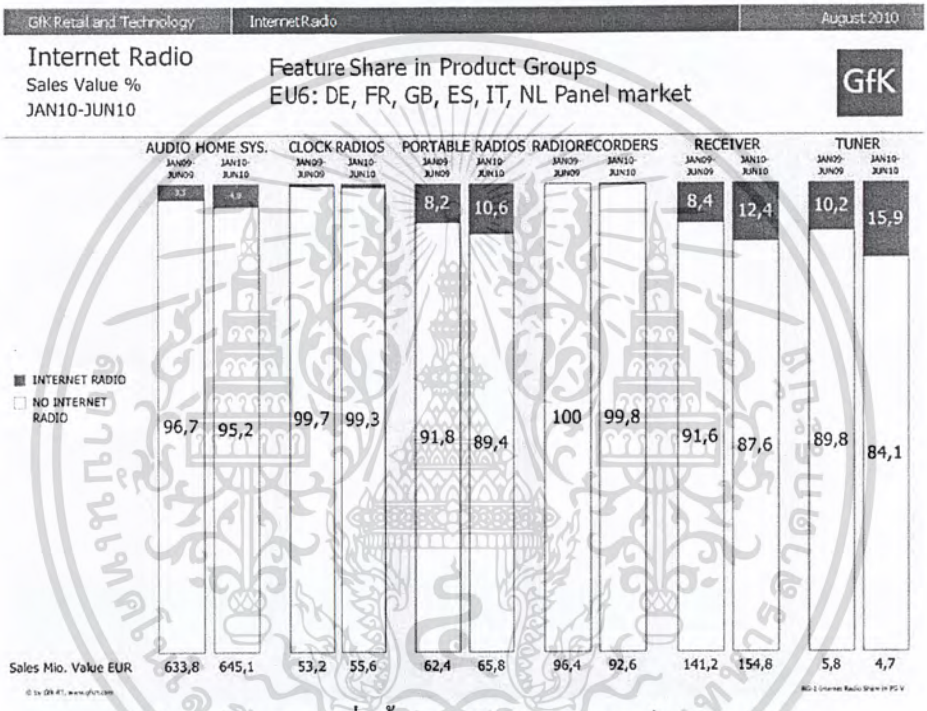

**รูป 2.12 สัดส่วนของผู้ฟังแบ่งตามประเภทของสถานที่ฟัง**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.8.2.3 เปรียบเทียบระหว่างวิทยุกับวิทยุอินเทอร์เน็ต**

ถึงแม้ว่าเทคโนโลยีสตรีมมิ่งจะมีอายุมากกว่าสิบปี แต่ในยุโรปอัตราส่วนระหว่างผู้ใช้งานวิทยุจะมีมากกว่าวิทยุอินเทอร์เน็ตค่อนข้างมาก ดูรูป 2.13 แต่ในเดือนเดียวกันของแต่ละปีจะเห็นได้ว่าแนวโน้มของผู้ที่ใช้วิทยุอินเทอร์เน็ตมีสัดส่วนที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

ด้วยตัวเลขอัตราการเติบโตที่เพิ่มมากขึ้นถึง 33.9% ในยุโรป 6 ประเทศ ระหว่างเดือนมกราคมถึงมิถุนายนปีเดียวกัน วิทยุอินเทอร์เน็ตยังคงเป็นส่วนเติบโตได้เร็วที่สุดในหมวดอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับเสียง




**รูป 2.13 อัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตในยุโรป**

**2.8.3 วิทยุอินเทอร์เน็ตจะชนะวิทยุแอนะล็อกเพราะอะไร**

**2.8.3.1 วิทยุแอนะล็อกขาดอะไร**

**2.8.3.1.1 อินเทอร์เน็ตโปรแกรมมิ่ง (Internet Programming)**

ผู้ให้บริการบางรายยังยึดติดกับการให้บริการแบบเก่า บางรายบอกว่าไม่สนใจทำตลาดผ่านอินเทอร์เน็ตเพราะเห็นว่ามีอัตราการเพิ่มขึ้นของผู้ฟังเพียง 3-4% (ตัวเลขเก่า) เพราะการตลาดแบบเก่าเป็นการขายหรือเช่าเวลาออกอากาศของสถานี แต่สำหรับวิทยุดิจิตอลซึ่งใช้อินเทอร์เน็ตแล้วจะมีรายเดือนเข้ามาทุกเดือนและจากคนทั่วโลก อีกประเด็นก็คือ ความสามารถในการเปิดสถานีให้ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง เนื่องจากผังรายการและเนื้อหาทั้งหมดถูกจัดแจงด้วยคอมพิวเตอร์ แทนที่จะจัดรายการโดยต้องคำนึงถึงผู้ฟังส่วนใหญ่ อินเทอร์เน็ตสามารถทำให้เราจัดรายการโดยคำนึงถึงเนื้อหาอย่างเดียวได้ เพราะมีกลุ่มผู้ฟังจากหลากหลายที่ทั่วโลกอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.8.3.1.2 พ็อดคาสต์ (Podcasting)**

วิทยุแบบเก่าขาดความสามารถในการรองรับบริการประเภทพ็อดคาสต์ ซึ่งถือว่าเป็นบริการรูปแบบหนึ่งของวิทยุอินเทอร์เน็ต หรือจะเรียกว่า การกระจายไฟล์เสียงและภาพวิดีโอผ่านทางอินเทอร์เน็ต เพื่อให้เราชมและฟังโดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์พกพาต่างๆ เป็นหลักการเดียวกับการแพร่ภาพและเสียงของโทรทัศน์และวิทยุที่มีมานานหลายปี นอกจากนี้พ็อดคาสต์ยังสามารถดาวน์โหลดโดยอัตโนมัติ โดยมีซอฟต์แวร์พิเศษที่สามารถอ่านและส่งข้อมูลจากเว็บไซต์มายังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่เรียกว่า RSS feeds ซึ่งมีความสำคัญต่อกลไกการทำงานของพ็อดคาสต์ ทำให้เว็บไซต์ส่งเนื้อหาใหม่ๆ เช่น รายงานข่าวหรือรายการต่างๆ ของพ็อดคาสต์มายังคอมพิวเตอร์ด้วยความเร็วสูงอัตโนมัติ ด้วยความสามารถเหล่านี้ ผู้บริโภคมีช่องทางเลือกรับฟังได้มากขึ้น อย่างไรก็ตาม การรับฟังข่าวสารด้วยวิธีนี้ ไม่ถือว่าเป็นการฟังแบบสตรีมมิ่งโดยตรง เพราะต้องดาวโหลดไฟล์มาให้ครบเสียก่อน แต่ก็ตอบสนองผู้บริโภคมากพอที่จะทำให้ลดความสนใจในวิทยุแอนะล็อกไปได้

**2.8.3.1.3 Ringback Tones**

วิทยุแอนะล็อกขาดความสามารถในการขายสินค้าคือเพลง เพราะไม่สามารถแสดงได้ว่าขณะนี้กำลังเล่นเพลงอะไรอยู่ เวลาที่ผู้ฟังต้องการเพลงนั้นต้องรอให้ผู้จัดการรายการบอกชื่อเพลง หลายครั้งที่ไม่ได้มีการแจ้งชื่อเพลงให้ทราบ โอกาสในการขายสินค้าจึงลดลงไป แต่กับวิทยุดิจิตอลหรือรายการวิทยุแบบสตรีมมิ่งซึ่งรับฟังได้หลายช่องทาง สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ฟังในส่วนนี้ได้มากกว่า เพราะบอกได้เลยว่าขณะนี้กำลังเล่นเพลงอะไร รวมทั้งยังมีช่องแสดงข้อความโฆษณาบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้ด้วย เหล่านี้เป็นประโยชน์โดยตรงต่อผู้จัดรายการหรือเจ้าของสถานี สำหรับผู้ฟัง แม้ข้อความโฆษณาอาจจะไม่ใช่สิ่งที่ต้องการจะเห็นนัก แต่ก็ไม่ได้สามารถความรำคาญจนต้องเลิกเปิดหน้าเว็บของสถานีนั้นๆ เพราะถือว่ายังมีส่วนอื่นที่น่าสนใจกว่า โดยรวมแล้วถือว่าได้ประโยชน์ทั้งสองฝ่าย

**2.8.3.1.4 เครือข่ายสังคม (Social Networking)**

ผู้ที่ฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตด้วยคอมพิวเตอร์มีโอกาสที่จะได้ฟังรายการใหม่ๆ หรือเพลงใหม่ๆได้มากกว่า เพราะในอินเทอร์เน็ตมักมีกลุ่มผู้ฟังที่รวมกลุ่มกันเป็นชุมชนที่ชอบฟังรายการในลักษณะเดียวกัน ชุมชนเหล่านี้จะช่วยกันแนะนำรายการใหม่ๆ และด้วยความเร็วของอินเทอร์เน็ต ประกอบกับความง่ายของการใช้งานเว็บไซต์ ทำให้ผู้ฟังเข้าถึงชุมชนเหล่านี้ได้ง่าย

**2.8.3.1.5 อุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Devices)**

ด้วยความที่วิทยุอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อแบบดิจิตอล อุปกรณ์เคลื่อนที่ทุกชนิดที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตและมีโปรแกรมรองรับ สามารถฟังรายการวิทยุอินเทอร์เน็ตได้ทันที ช่องทางการรับฟังสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ตต่างๆจึงมีเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่าโทรศัพท์เคลื่อนที่สมัยใหม่สามารถต่ออินเทอร์เน็ต และเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมได้เป็นส่วนใหญ่แล้ว ถือเป็นแนวโน้มที่ดีว่า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแลกเปลี่ยนสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ตที่ตัวเองรู้จักให้กับบุคคลอื่นจะมีมากขึ้นตามลำดับไปด้วย และนั่นย่อมหมายถึงผู้คนจะนิยมฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตมากขึ้นด้วยเช่นกัน

**2.8.3.2 การเจาะจงติดตามรายการ**

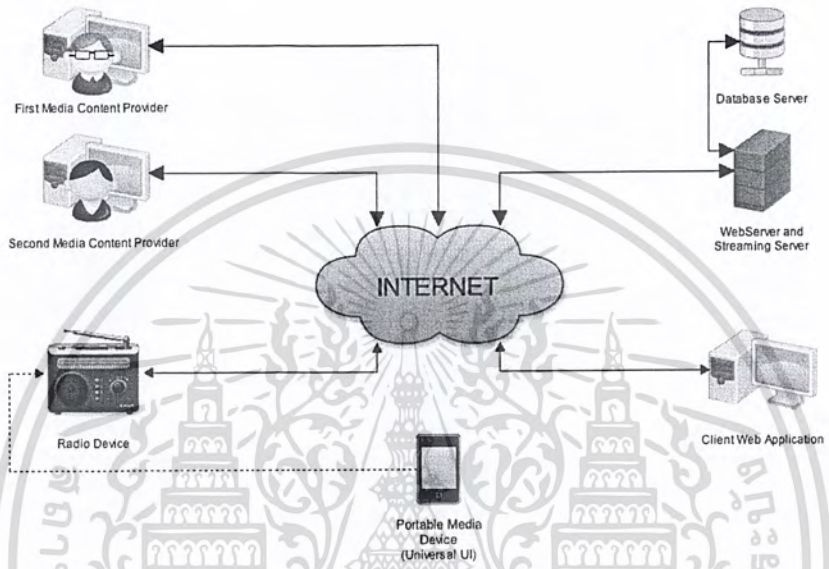
ด้วยการที่ผู้ฟังสามารถพาอุปกรณ์วิทยุอินเทอร์เน็ตไปไว้ที่ไหนก็ได้ ถ้าต้องการใช้งานก็เพียงต้องการการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ความต้องการนี้ในปัจจุบันอาจจะยังเป็นข้อจำกัดอยู่บ้าง แต่ในอนาคตปัญหาเหล่านี้จะเหลือน้อยมากเนื่องจากสัญญาณอินเทอร์เน็ตจะกระจายไปทุกพื้นที่

เมื่อเป็นเช่นนั้นแล้ว ผู้ฟังสามารถเลือกได้ว่าจะฟังสถานีของศิลปินที่ตนชื่นชอบเท่านั้น เช่น บริการของ last.fm ที่ทำให้เลือกรับฟังเฉพาะเพลงของศิลปินคนใดคนหนึ่งได้ หรือแนวเพลงเดียวกันได้จากทุกที่ ทุกเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# การออกแบบและพัฒนา

## 3.1 ภาพรวมของระบบ




**รูป 3.1 ภาพรวมของระบบ**

สำหรับภาพรวมของระบบการฟังวิทยุผ่านอินเทอร์เน็ตโดยควบคุมผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ จะแบ่งส่วนการทำงานออกเป็นส่วนย่อยๆ 3 ส่วนดังนี้

### 3.1.1 เซิร์ฟเวอร์ (Server)

ทำหน้าที่เป็นส่วนจัดเก็บฐานข้อมูลของอินเทอร์เน็ตเรดิโอ รายชื่อ ที่อยู่สถานีวิทยุต่างๆ และฐานข้อมูลเกี่ยวกับผู้ใช้งาน รวมไปถึงฐานข้อมูลของอุปกรณ์รับวิทยุผ่านอินเทอร์เน็ต โดยเซิร์ฟเวอร์ของระบบจะแย่งออกเป็นเซิร์ฟเวอร์ของฐานข้อมูลและเซิร์ฟเวอร์ของเว็บไซต์ แบ่งออกเป็นเว็บไซต์สำหรับคอมพิวเตอร์ทั่วไป และเว็บไซต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ โดยผู้ใช้บริการสามารถฟังวิทยุได้จากเว็บแอพพลิเคชันที่ผู้ให้บริการพัฒนาขึ้นมา และสามารถจัดการเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว สถานีวิทยุของผู้ใช้บริการแต่ละคนได้ เพื่อความสะดวกในการใช้บริการ โดยสามารถโอนถ่ายสถานีวิทยุไปยังอุปกรณ์เคลื่อนที่เพื่อควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุในสถานที่ต่าง ๆ ได้

### 3.1.2 อุปกรณ์สำหรับฟังวิทยุ (Radio Device)

อุปกรณ์นี้ถูกผลิตขึ้นเพื่อเปิดช่องทางในการรับฟังวิทยุให้แก่ผู้ใช้บริการมากขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องรับวิทยุที่อยู่ในยานพาหนะ เครื่องรับวิทยุที่เคลื่อนที่ได้ โดยเครื่องรับวิทยุนี้สามารถถูกควบคุมได้จากอุปกรณ์พกพาอื่นได้เช่น โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์พกพา เป็นต้น

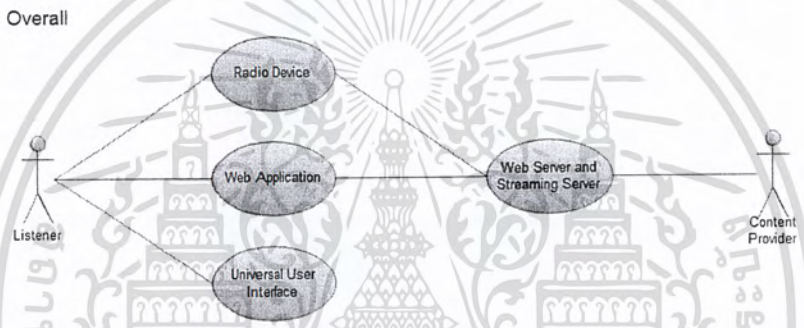
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 อุปกรณ์พกพาสำหรับควบคุมจากระยะไกล

อุปกรณ์พกพาสำหรับควบคุมจากระยะไกลระหว่างเครื่องรับสัญญาณวิทยุกับอุปกรณ์พกพา ซึ่งอุปกรณ์พกพาสามารถที่จะควบคุมการเล่นของเครื่องรับวิทยุ สามารถที่จะเลือกสถานี เพิ่มเสียงลดเสียง โดยไม่ต้องควบคุมผ่านทางหน้าเครื่องรับวิทยุ และสามารถควบคุได้จากทุกที่ที่มีอินเทอร์เน็ต

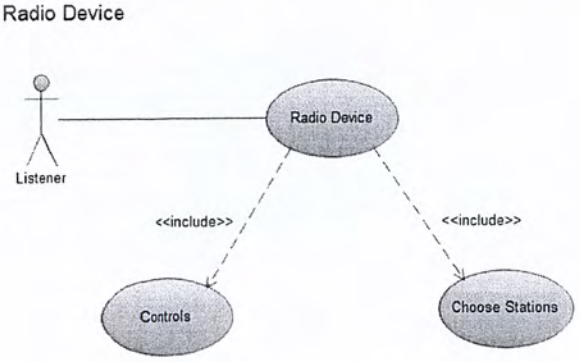
## 3.2 UML

แผนภาพยูเอ็มแอลสำหรับยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ของระบบฟังวิทยุผ่านอินเทอร์เน็ตที่ทางสมาชิกกลุ่มพัฒนาขึ้น แบ่งออกเป็นสี่ส่วนหลักๆ ดังต่อไปนี้




**รูป 3.2 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับภาพรวมของระบบ**

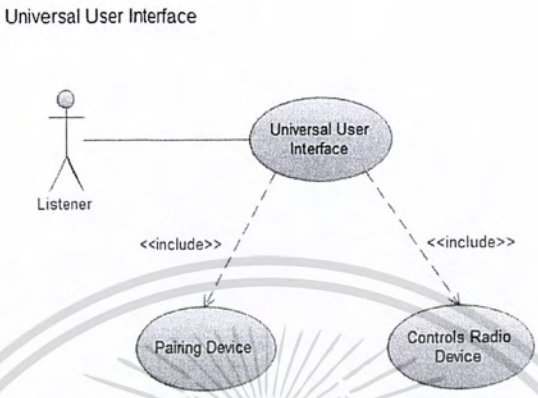
การแบ่งสิทธิ์การใช้งานของระบบ จะแบ่งออกเป็นผู้ใช้บริการกับผู้เปิดสถานีวิทยุหรือผู้ให้บริการ โดยผู้ใช้ระบบการสามารถที่จะรับฟังได้จากสองช่องทางคืออุปกรณ์สำหรับรับวิทยุที่ทางสมาชิกกลุ่มผลิตขึ้นมา และผ่านทางเว็บแอพพลิเคชัน โดยสามารถควบคุมการฟังวิทยุของอุปกรณ์รับวิทยุผ่านทางอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ โดยสถานีวิทยุถูกจัดเก็บอยู่ที่ระบบฐานข้อมูล และผู้ให้บริการสามารถฝากสถานีวิทยุของตัวเองผ่านทางเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้




**รูป 3.3 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการใช้งานอุปกรณ์รับวิทยุ**

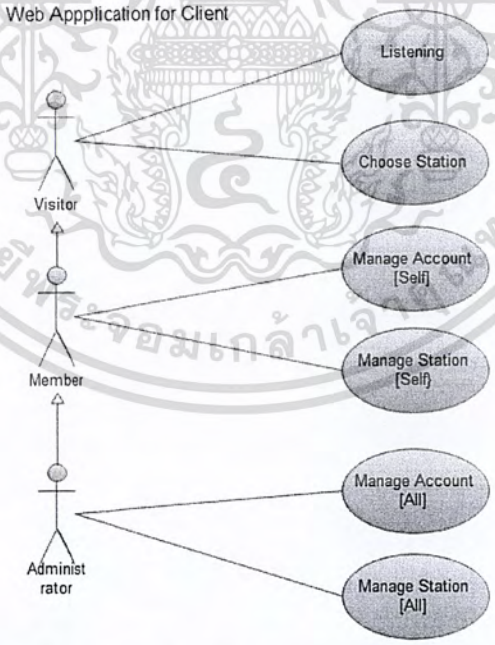
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเข้าถึงการใช้งานของอุปกรณ์รับวิทยุ เมื่อต้องการใช้งานผู้ใช้งานจำเป็นต้องทำการจับคู่อุปกรณ์ก่อน การใช้งานหลักมีสองส่วนคือ ส่วนของการควบคุมการฟังวิทยุและส่วนของการเลือกสถานีเพื่อฟังวิทยุสถานีต่างๆ




**รูป 3.4 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการใช้งานอุปกรณ์รับวิทยุ**

การใช้งานอุปกรณ์พกพาสำหรับควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุ ผู้ใช้งานจำเป็นต้องจับคู่อุปกรณ์กันระหว่างอุปกรณ์พกพากับอุปกรณ์รับวิทยุ เพื่อที่จะควบคุมระยะไกลผ่านอุปกรณ์พกพาได้




**รูป 3.5 ยูสเคสไดอะแกรมสำหรับการใช้งานผ่านเว็บแอพพลิเคชัน**

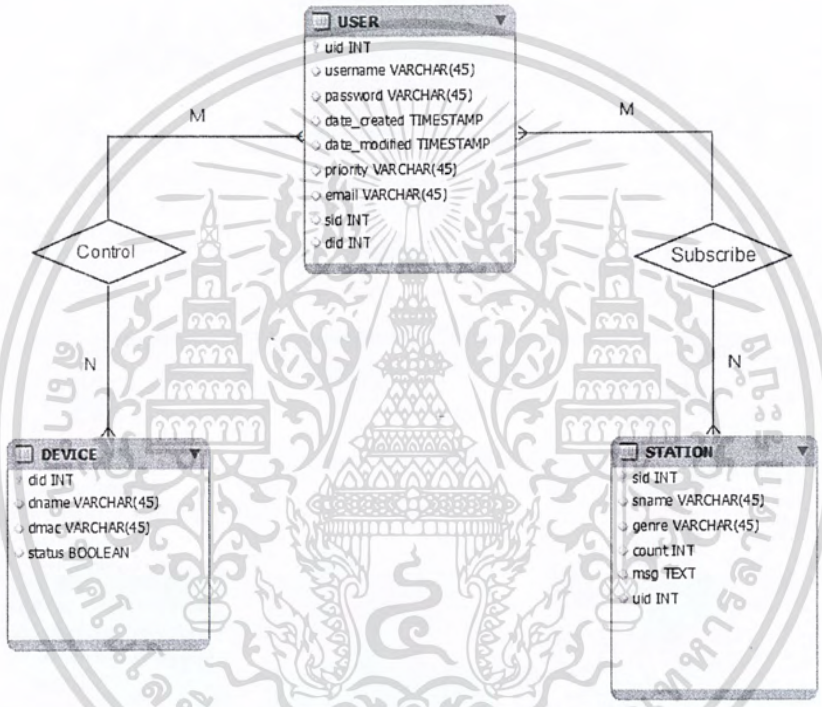
การใช้งานเว็บแอพพลิเคชันจะถูกแบ่งสิทธิ์การใช้งานออกเป็นสามสิทธิ์ในการเข้าถึงโดยผู้ใช้งานทั่วไปสามารถฟังและเลือกสถานีที่ต้องการฟังได้ โดยต้องเป็นสถานีวิทยุที่ทางผู้ให้บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดไว้ให้แล้ว ส่วนต่อมาคือสมาชิกสามารถที่จะจัดการสถานีวิทยุและข้อมูลส่วนตัวของสมาชิกได้ และสิทธิ์ในการเข้าถึงของผู้ดูแลระบบสามารถที่จะจัดการระบบบัญชีและระบบสถานีวิทยุได้ผ่านเว็บแอพพลิเคชัน

## 3.3 ฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลสำหรับระบบฟังวิทยุผ่านอินเทอร์เน็ตแบ่งออกเป็น 3 ตารางโดยมีแบบจำลองความสัมพันธ์เอนทิตีดังรูป 3.6




**รูป 3.6 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี**

โดยมีตารางระบบฐานข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1 ตารางของผู้ใช้งาน (User table)

**ตาราง 3.1 ฐานข้อมูลของผู้ใช้งาน (User table)**

| Field | Type | Null | Extra | Collation |
|---|---|---|---|---|
| **uid** | integer(32) | No | Auto increment | |
| **username** | varchar(45) | No | | utf8_general_ci |
| **password** | varchar(45) | No | | utf8_general_ci |
| **email** | varchar(45) | No | | utf8_general_ci |
| **date_created** | timestamp | No | | |
| **date_modified** | timestamp | No | | |
| **priority** | varchar(45) | No | | utf8_general_ci |
| **sid(FK)** | integer(32) | No | | |
| **did(FK)** | integer(32) | No | | |

รายละเอียดตาราง 3.1

uid คือ หมายเลขของผู้ใช้งานแต่ละคน ซึ่งจะเพิ่มขึ้นโดยอัตโนมัติเมื่อมีผู้ใช้งานเพิ่มขึ้น (Primary key)

username คือ ชื่อในการเข้าสู่ระบบของสมาชิก

password คือ รหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของสมาชิก

email คือ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ของสมาชิก

date_created คือ วันเวลาการเข้ามาเป็นสมาชิกของผู้ใช้งาน

date_modified คือ วันเวลาที่สมาชิกมีการเปลี่ยนแปลงของสมาชิก

priority คือ ลำดับความสำคัญของสมาชิก สำหรับผู้ดูแลระบบ หรือ ผู้ใช้งานปกติ

sid คือ หมายเลขของสถานีวิทยุที่สมาชิกเลือกฟัง (Foreign key)

did คือ หมายเลขของอุปกรณ์ที่สมาชิกเคยเชื่อมต่อ (Foreign key)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 ตารางของอุปกรณ์รับวิทยุ (Radio device table)

**ตาราง 3.2 ฐานข้อมูลของของอุปกรณ์รับวิทยุ (Radio device table)**

| Field | Type | Null | Extra | Collation |
|---|---|---|---|---|
| **did** | integer(32) | No | Auto increment | |
| **dname** | varchar(45) | No | | utf8_general_ci |
| **dmac** | text | No | | utf8_general_ci |
| **status** | bool | No | | |

รายละเอียดของตาราง 3.2

did คือ หมายเลขของอุปกรณ์ที่สมาชิกเคยเชื่อมต่อ (Primary key)

dname คือ ชื่อของอุปกรณ์

dmac คือ หมายเลขของแมคแอดเดรสของอุปกรณ์รับวิทยุ

status คือ สถานะในการเชื่อมต่อ

### 3.3.3 ตารางของสถานีวิทยุ (Station table)

**ตาราง 3.3 ฐานข้อมูลของสถานี (Station table)**

| Field | Type | Null | Extra | Collation |
|---|---|---|---|---|
| **sid** | integer(32) | No | Auto increment | |
| **sname** | varchar(45) | No | | utf8_general_ci |
| **url** | text | No | | |
| **genre** | varchar(45) | No | | utf8_general_ci |
| **count** | integer(32) | No | | |
| **msg** | text | No | | |

รายละเอียดของตาราง 3.3

sid คือ หมายเลขของสถานีวิทยุ

sname คือ ชื่อของสถานีวิทยุ

url คือ ที่อยู่ในอินเทอร์เน็ตของสถานีวิทยุ

genre คือ หมวดของรายการวิทยุ

count คือ จำนวนของผู้ใช้งานเข้าถึงสถานีวิทยุสถานีนี้

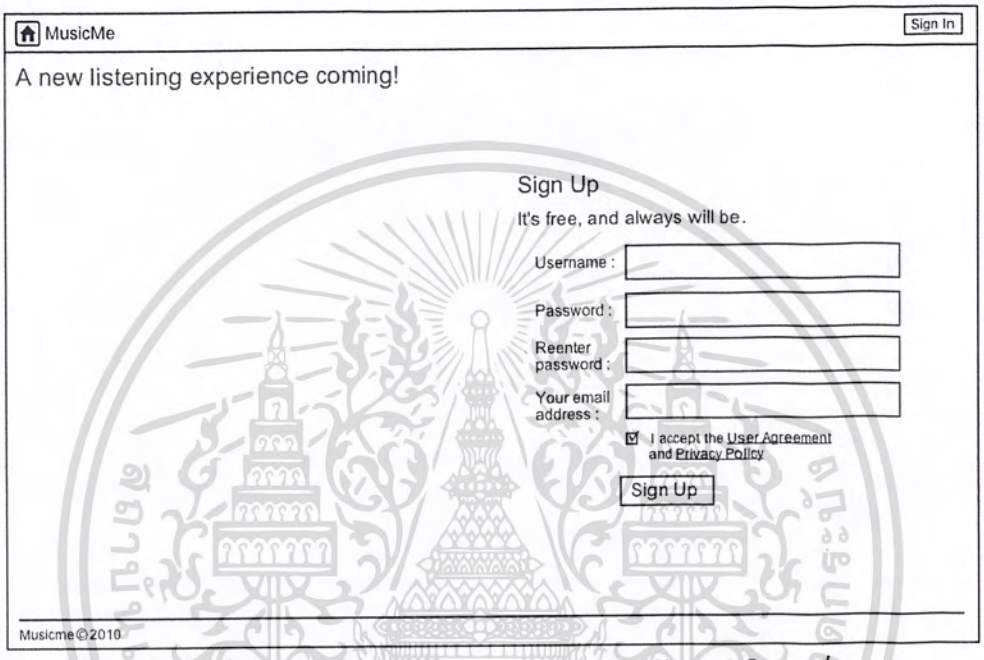
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.4 เว็บแอพพลิเคชัน

ระบบการฟังวิทยุผ่านอินเทอร์เน็ตแบ่งการใช้งานเว็บแอพพลิเคชันออกเป็น 2 ส่วนคือ เว็บแอพพลิเคชันสำหรับคอมพิวเตอร์ (Desktop) และ เว็บแอพพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่

### 3.4.1 เว็บแอพพลิเคชันสำหรับคอมพิวเตอร์ (Desktop)

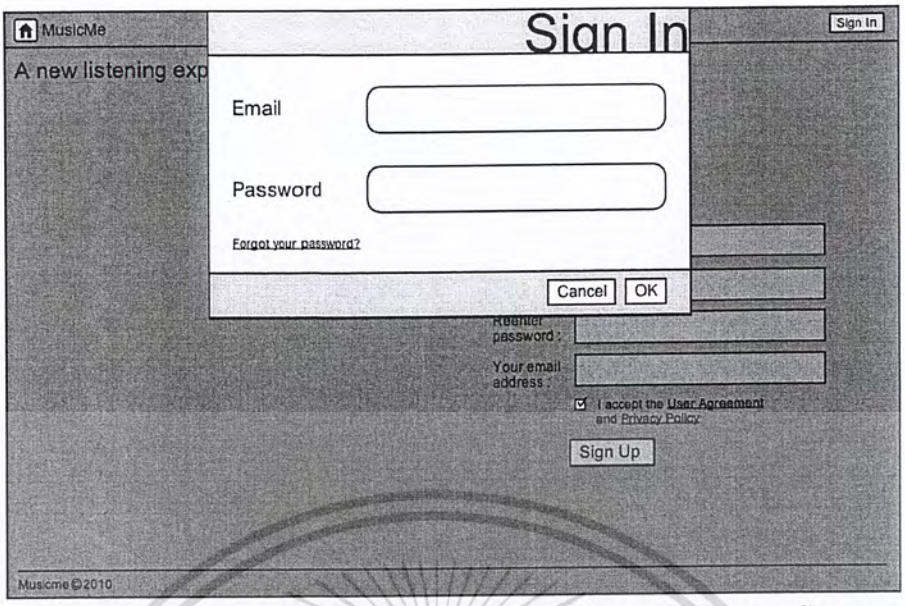
ดูรูป 3.7 ประกอบ



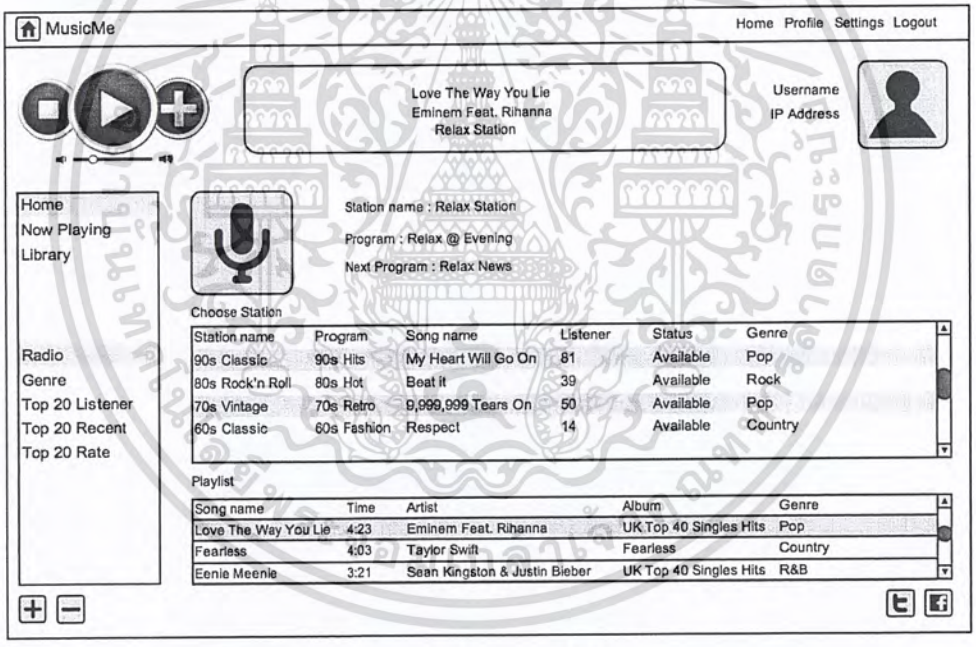

**รูป 3.7 หน้าแรกสำหรับเว็บแอพพลิเคชันสำหรับคอมพิวเตอร์**

หน้าแรกของเว็บแอพพลิเคชันสำหรับการเข้าสู่ระบบและสมัครสมาชิก โดยส่วนประกอบของหน้าแรกจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือระบบการสมัครสมาชิกโดยผู้ใช้งานที่ไม่ได้เป็นสมาชิก จำเป็นต้องกรอกรายละเอียดตามที่ผู้ให้บริการกำหนด คือ ชื่อในการเข้าสู่ระบบ (Username) รหัสผ่านและการยืนยันรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่ระบบ อีเมล์สำหรับใช้ในการเข้าสู่ระบบ และจำเป็นต้องยอมรับข้อกำหนดตามที่ผู้ให้บริการได้กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



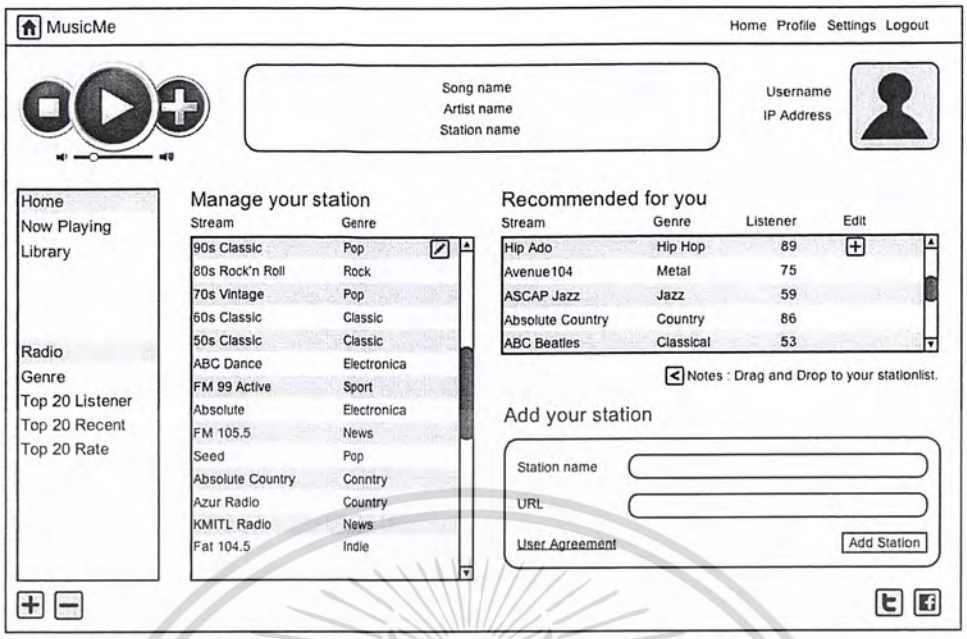

**รูป 3.8 หน้าเว็บแอพพลิเคชันสำหรับไดอะล็อกการเข้าสู่ระบบหลังจากกดปุ่ม Sign in**




**รูป 3.9 หน้าหลักสำหรับการฟังวิทยุผ่านผู้ให้บริการ (Now Playing)**

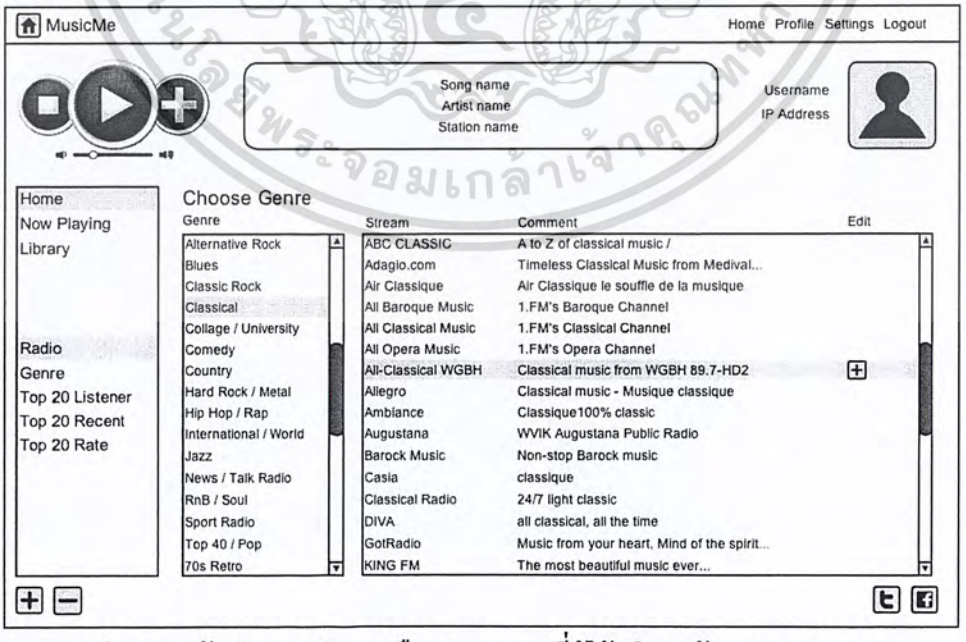
ในหน้าเว็บนี้ผู้ใช้งานสามารถที่เลือกสถานีเพลงที่อยู่ในรายชื่อสถานีของผู้ใช้งานได้ สามารถที่ดูรายชื่อเพลง รายชื่อรายการต่าง ๆ ของแต่ละสถานี สามารถที่จะเลือกเมนูต่าง ๆ ที่ปรากฏอยู่บนหน้าเว็บเพจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



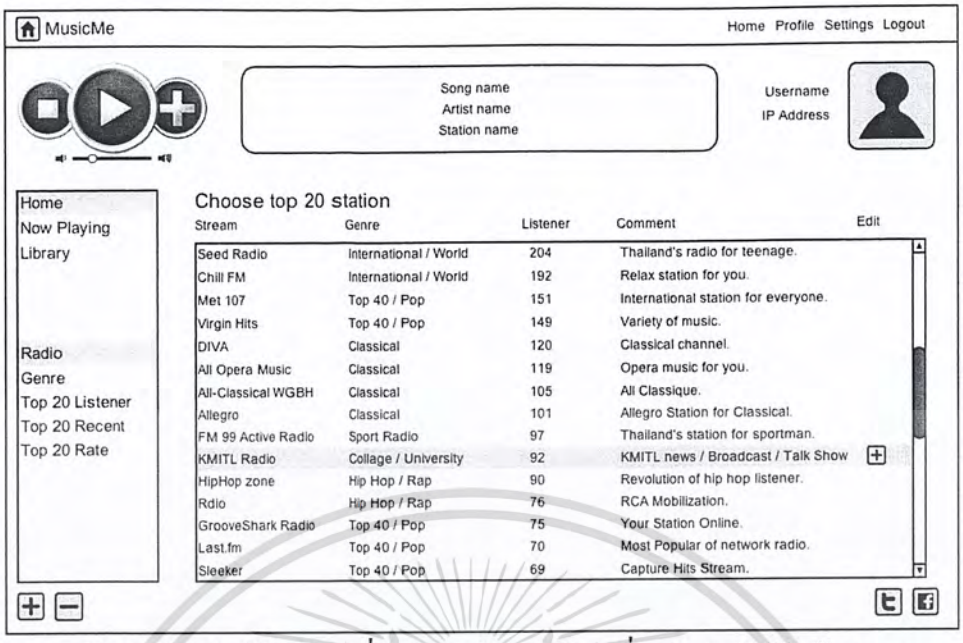

**รูป 3.10 หน้าเว็บสำหรับการจัดการสถานีต่างๆ สำหรับผู้ใช้บริการ (Library)**

สำหรับหน้าเว็บการจัดการเกี่ยวกับสถานีที่ผู้ใช้งานต้องการฟัง ผู้ใช้งานสามารถที่จะลบเพิ่มสถานีโดยผ่านส่วนที่ควบคุมต่าง ๆ ภายในหน้าเว็บเพจนี้ การใช้งานเบื้องต้นผู้ใช้งานสามารถเลือกสถานีเพลงได้จากหัวข้อแนะนำสถานีได้ และหากผู้ใช้งานต้องการที่จะเพิ่มสถานีเข้าไปยังรายชื่อสถานีส่วนตัวแล้วสามารถที่จะลากและวางได้ทันที และหากผู้ใช้งานต้องการเพิ่มสถานีของตัวเองหรือ สถานีที่ไม่มีอยู่ในเว็บสามารถเพิ่มสถานีโดยผ่านแบบฟอร์มข้างล่างขวาได้

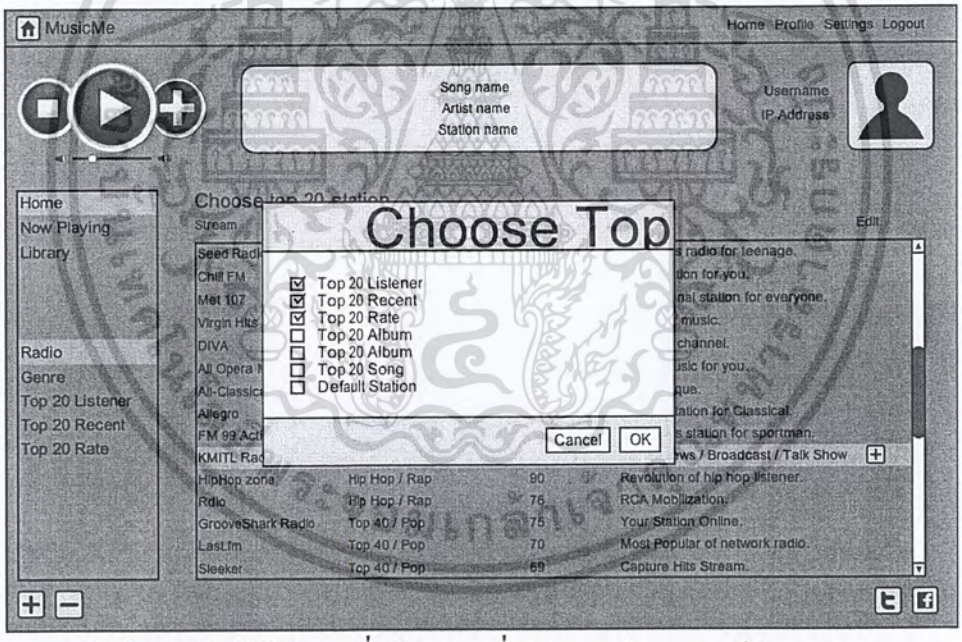



**รูป 3.11 หน้าเว็บสำหรับการเลือกแนวเพลงที่ผู้ใช้บริการต้องการ (Genre)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

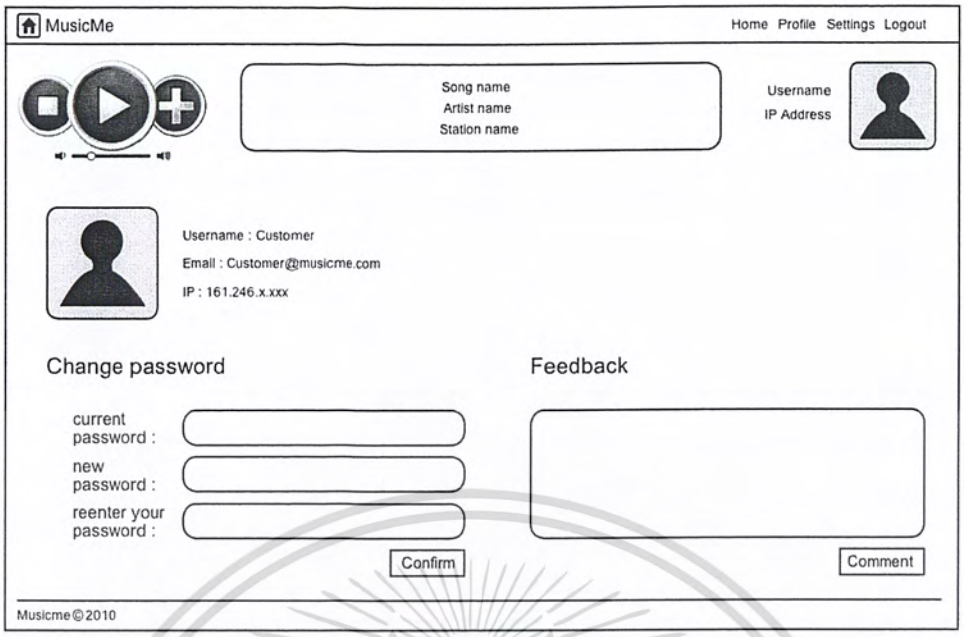



**รูป 3.12 หน้าเว็บสำหรับผู้ใช้บริการที่ต้องการฟังสถานีวิทยุที่ถูกจัดลำดับไว้แล้ว (Categories)**



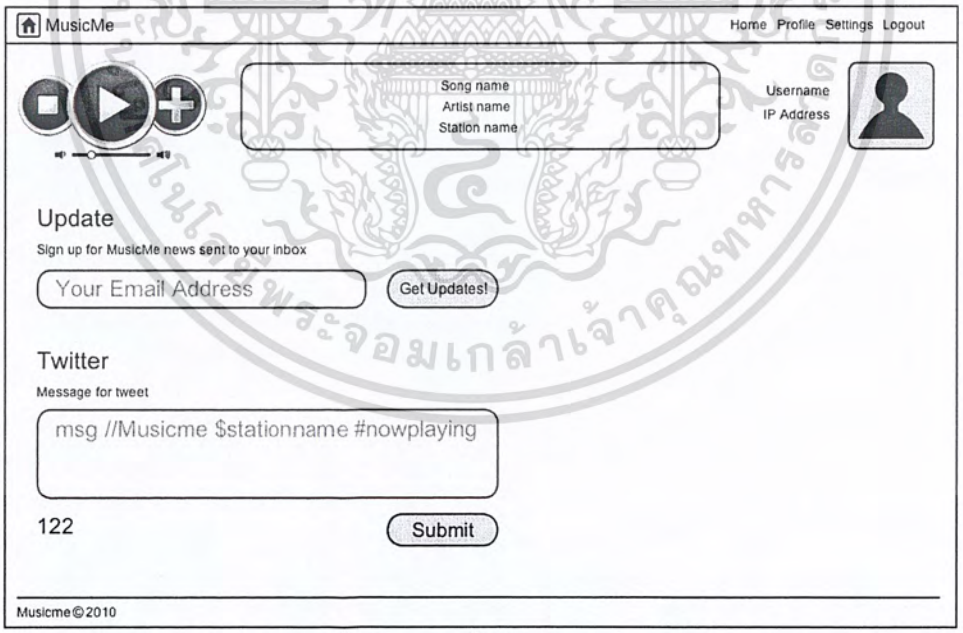

**รูป 3.13 หน้าเว็บสำหรับผู้ใช้บริการเมื่อต้องการเพิ่มหมวดหมู่ของสถานีวิทยุ (Add categories)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป 3.14 หน้าเว็บสำหรับการจัดการข้อมูลส่วนตัวของผู้ใช้บริการ (Profile)**

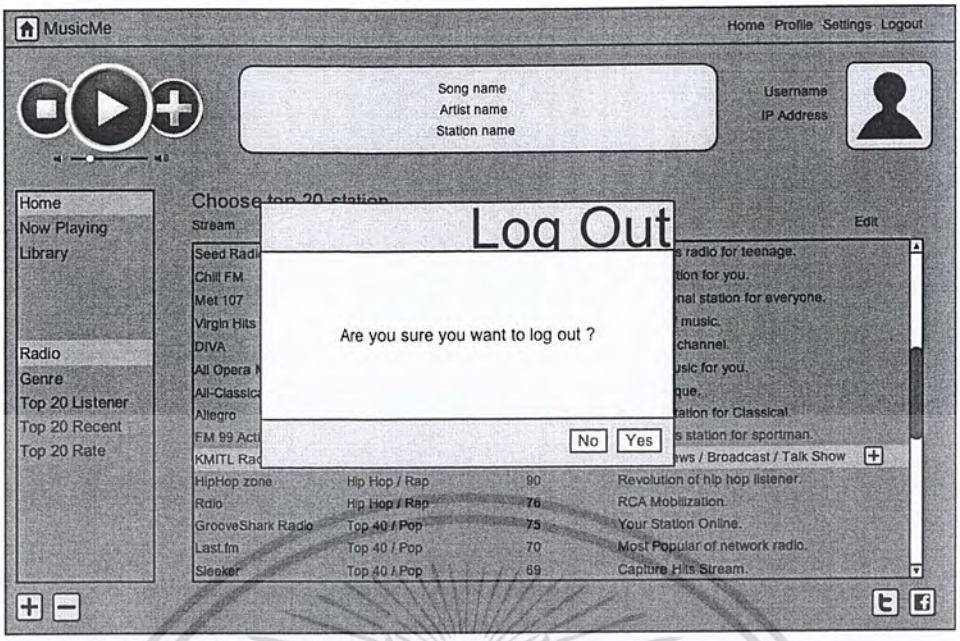
โดยผู้ใช้บริการสามารถเปลี่ยนรหัสผ่านของผู้ใช้บริการ รวมถึงสามารถฝากความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้บริการได้ผ่านกล่องรับความคิดเห็นที่ผู้ให้บริการจัดไว้ให้




**รูป 3.15 หน้าเว็บสำหรับการตั้งค่าต่าง ๆ ที่ผู้ใช้งานสามารถแก้ไขค่าต่าง ๆ (Settings)**

โดยในส่วนของการตั้งค่าผู้ใช้สามารถตั้งค่าการรับข่าวสารทางอีเมล์ที่ผู้ใช้งานทำการสมัครไว้ และสามารถเปลี่ยนข้อความที่ถูกทวีตผ่านทวิตเตอร์ได้

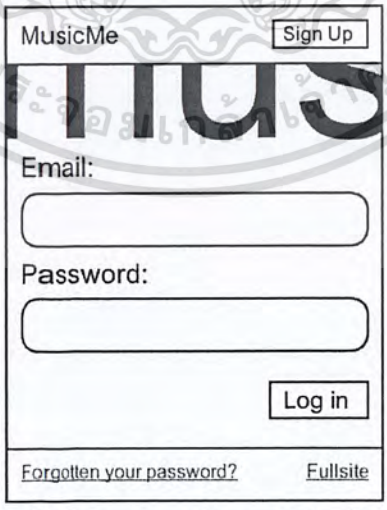
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป 3.16 หน้าเว็บสำหรับการออกจากระบบ (Log out)**

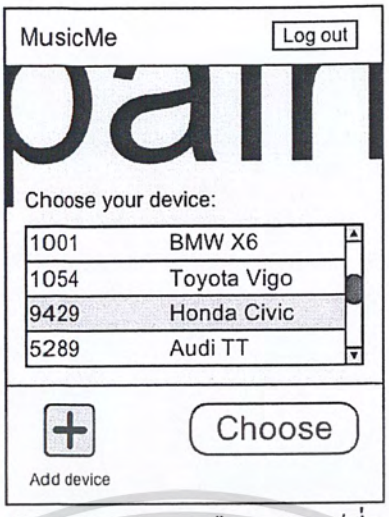
### 3.4.2 เว็บพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่

สำหรับเว็บแอพพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ สามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุที่สมาชิกกลุ่มได้ผลิตขึ้นมาโดยสามารถควบคุมระยะไกลได้จากโทรศัพท์มือถือของผู้ใช้งาน สามารถที่จะเลือกสถานีวิทยุบนโทรศัพท์มือถือและสามารถเพิ่มเสียงลดเสียง โดยก่อนการใช้งานเว็บแอพพลิเคชันจำเป็นต้องทำการเข้าสู่ระบบเพื่อจับคู่ระหว่างอุปกรณ์ที่เราต้องการควบคุมกับโทรศัพท์มือถือของเรา โดยมีหน้าตาเว็บแอพพลิเคชันดังนี้

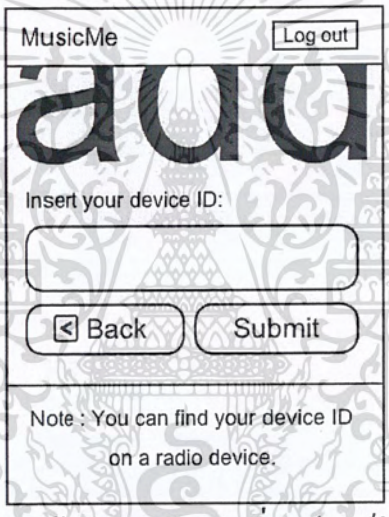



**รูป 3.17 หน้าเว็บสำหรับการเข้าสู่ระบบของเว็บแอพพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพา (Log in)**

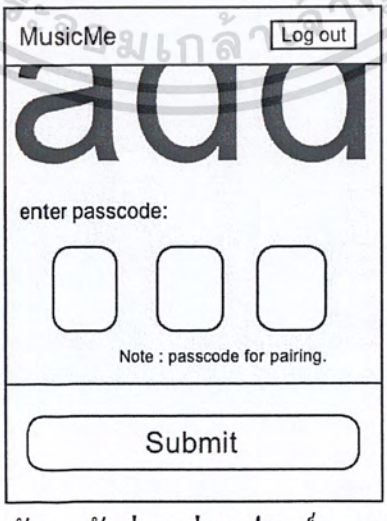
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป 3.18 หน้าเว็บสำหรับการเลือกอุปกรณ์ที่เคยเชื่อมต่อ**

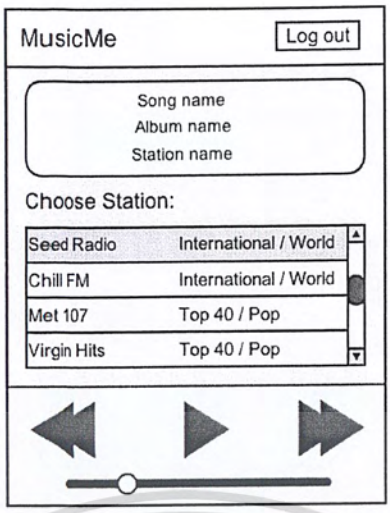



**รูป 3.19 หน้าเว็บสำหรับการเพิ่มอุปกรณ์รับวิทยุ**



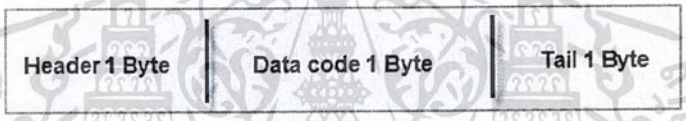

**รูป 3.20 หน้าเว็บสำหรับการจับคู่ระหว่างอุปกรณ์ควบคุมกับอุปกรณ์รับวิทยุ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูป 3.21 หน้าเว็บหลักสำหรับการควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุ

## 3.5 โปรโตคอลสำหรับควบคุม




รูป 3.22 แพ็กเก็จภายในโปรโตคอล

### 3.5.1 เฮดเดอร์ (Header)

มีขนาด 1 byte เพื่อเป็นตัวเริ่มของแพ็กเก็จซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่าแพ็กเก็จที่เข้ามานั้นจะเป็น request หรือ respond package โดยมีการกำหนดดังนี้

'R' เป็น request package

'P' เป็น respond package

### 3.5.2 เทล (Tail)

จะมีขนาด 1 byte เพื่อเป็นตัวบอกว่าสินสุดของแพ็กเก็จ

### 3.5.3 ดาตาโค้ด (Data code)

มีขนาด 1 byte จะเป็นตัวกำหนด รูปแบบคำสั่งการตั้งค่าเป็นดังนี้

กรณีเฮดเดอร์เป็น 'R' Request package Datacode จะมีความหมายดังนี้

code '1' pairing

code '2' volune up

code '3' volume down

code '4' station foward

code '5' station backward

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีเฮดเดอร์เป็น 'P' Respond package Data code จะมีความหมายคือค่าที่อยู่ในช่วง 0-512 เป็นค่าที่ดีไวซ์จะตอบกลับไปที่ mobile โดยการสุ่มเพื่อเป็นการยืนยันการจับคู่

## 3.6 กระบวนการพัฒนาเครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ต

### 3.6.1 ความต้องการสำหรับเครื่องวิทยุอินเทอร์เน็ต

อุปกรณ์ที่จะนำมาเป็นวิทยุอินเทอร์เน็ต จำเป็นต้องมีความสามารถดังต่อไปนี้

1) ต้องเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไร้สายได้
2) มีระบบเสียงสำหรับเอาต์พุต โดยให้ความถี่ที่ 44 กิโลเฮิรตซ์และมี 16 บิต สเตอริโอ
3) มีเครื่องขยายเสียงและลำโพง
4) รองรับการเข้ารหัสของเชาว์คาซท์และฟอร์แมทเอ็มพีทรีได้
5) ให้บริการสถานีวิทยุได้
6) มีการแสดงผลของสถานีและเพลงที่เล่นอยู่ขณะนั้นได้
7) มีการใช้งานที่ง่าย และมีการควบคุมที่เป็นมาตรฐานสำหรับการรับฟังวิทยุ เช่นการปรับระดับเสียง การเปลี่ยนสถานี เป็นต้น
8) ใช้ไฟกระแสสลับ 220 โวล์ต

นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ข้างต้น ความต้องการเพิ่มเติมของเครื่องวิทยุอินเทอร์เน็ต คือ

1) มีพอร์ตเอาต์พุตสำหรับเครื่องขยายเสียง
2) มีเว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับการตั้งค่า และจัดการต่างๆ
3) สามารถเล่นไฟล์ผ่านแฟลชไดร์ฟ หรือไอทูนส์ (iTunes Server) ได้

### 3.6.2 เลือกอุปกรณ์มาทำเป็นเครื่องวิทยุอินเทอร์เน็ต

จากความต้องการพื้นฐานของวิทยุอินเทอร์เน็ตที่ได้กล่าวไปแล้ว อุปกรณ์ที่จะมาใช้สามารถหาได้ตามท้องตลาด แต่เราควรหาอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและมีขนาดที่เล็ก สามารถพกพาได้ ดังนั้นทางกลุ่มของข้าพเจ้าจึงมีความเห็นว่า ทางกลุ่มจะนำอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้ว และมีความต้องการพื้นฐานของระบบที่เพียงพอต่อการนำมาพัฒนาอุปกรณ์วิทยุอินเทอร์เน็ต ซึ่งอุปกรณ์นั้นคือ เราท์เตอร์ยี่ห้อ แอซซุส WL520GU เนื่องจาก

1) มีอุปกรณ์รับอินเทอร์เน็ต ทั้งแบบมีสายและไร้สาย
2) สามารถนำอุปกรณ์อื่นมาเชื่อมต่อผ่านพอร์ตยูเอสบีได้
3) มีประสิทธิภาพที่เพียงพอต่อการใช้งาน ทั้งความเร็วซีพียู หน่วยความจำ
4) มีราคาที่ต่ำ
5) มีขนาดเล็ก
6) ง่ายต่อการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราท์เตอร์ ASUS WL520GL สามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการ OpenWRT ได้เนื่องจากเป็นบอร์ดระบบฝังตัวลีนุกซ์ และเนื่องจากบอร์ดที่นำมาใช้มีพอร์ตยูเอสบี สามารถที่นำอุปกรณ์แปลงสัญญานจากพอร์ตยูเอสบีเป็นสัญญานเสียงได้ (USB to Audio) แต่บอร์ดนี้รองรับเพียงยูเอสบีเวอร์ชัน 1.1 เท่านั้นแต่ก็เพียงพอสำหรับการใช้งานเป็นวิทยุอินเทอร์เน็ต โดยมีข้อมูลทางเชิงเทคนิคดังต่อไปนี้

1) หน่วยประมวลผล Broadcom BCM5354 240 เมกกะเฮิรตซ์
2) หน่วยความจำสำหรับแฟรชขนาด 4 เมกกะไบต์
3) หน่วยความจำของเอสแรมมีขนาด 16 เมกกะไบต์
4) เป็นบอร์ดระบบฝังตัวลินุกซ์ที่สามารถลงระบบปฏิบัติการ OpenWRT ได้
5) มียูเอสบีสำหรับการเชื่อมต่อไปยังเครื่องขยายเสียงหรือลำโพงต่อไปได้

**3.6.3 อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาวิทยุอินเทอร์เน็ต**

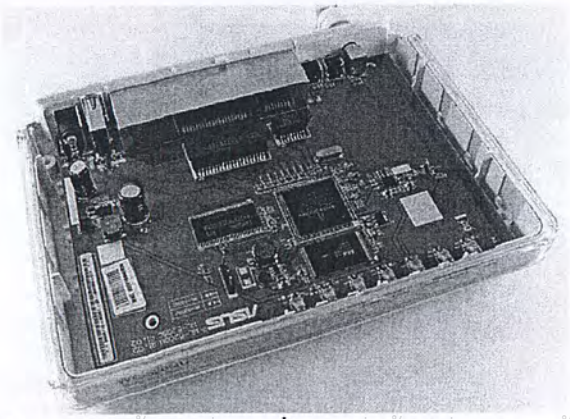
1) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับตั้งค่า และจัดการระบบ ที่มีพอร์ยูเอสบีและพอร์ตอีเทอร์เน็ต
2) อุปกรณ์ระบบฝังตัวลีนุกซ์ ที่ทางกลุ่มเลือกใช้คือ ASUS WL520GU
3) สายซีเรียลสำหรับการตั้งค่าผ่านเทอร์มินอล ทั้งตัวผู้และตัวเมีย โดยจะนำไปใช้กับยูเอสบีทูซีเรียล (USB to Serial) ทั้งตัวผู้และตัวเมีย
4) อุปกรณ์แปลงจากสัญญาณจากยูเอสบีเป็นสัญญานซีเรียล (FTDI-232-3V3 USB to serial adapter cable)

**3.6.4 เริ่มต้นพัฒนา**

ขั้นตอนการทำอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตมี 10 ขั้นตอนดังนี้

**3.6.4.1 เปิดฝาเราท์เตอร์**

เราสามารถทำได้โดยถอดเสาอากาศ แล้วนำไขควงไขน็อต ที่อยู่บริเวณหลังเราท์เตอร์จำนวน 4 ตัว เพื่อจะเปิดฝาออกมา ดูรูป 3.23 ประกอบ

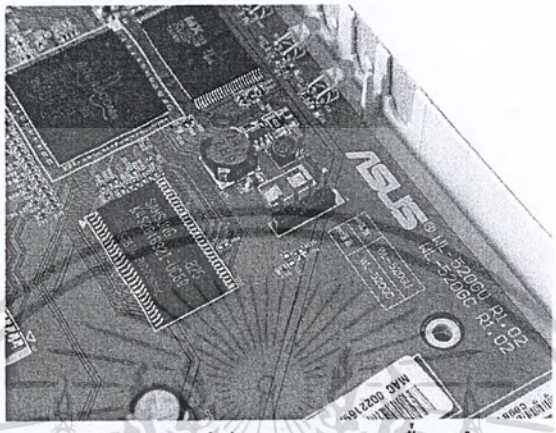


**รูป 3.23 บอร์ดระบบฝังตัวเมื่อทำการเปิดฝาครอบออกมา**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.6.4.2 เพิ่มหัวของพอร์ตซีเรียล**

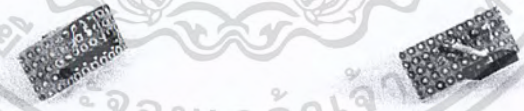
หลังจากเราเปิดฝาเราท์เตอร์ได้แล้ว เราจะสังเกตเห็นหัวจำนวน 4 พินอยู่ใกล้บริเวณของตราสินค้าแอซซุส โดยถ้ามองจากภาพ จากตำแหน่งซ้ายไปขวาจะพบว่าฟังก์ชันของพินคือ GND | TX | RX | 3.3V ดูรูป 3.24 ประกอบ



**รูป 3.24 หัวซีเรียลสำหรับการเชื่อมต่อ**

**3.6.4.3 เชื่อมต่อไปยังคอมพิวเตอร์**

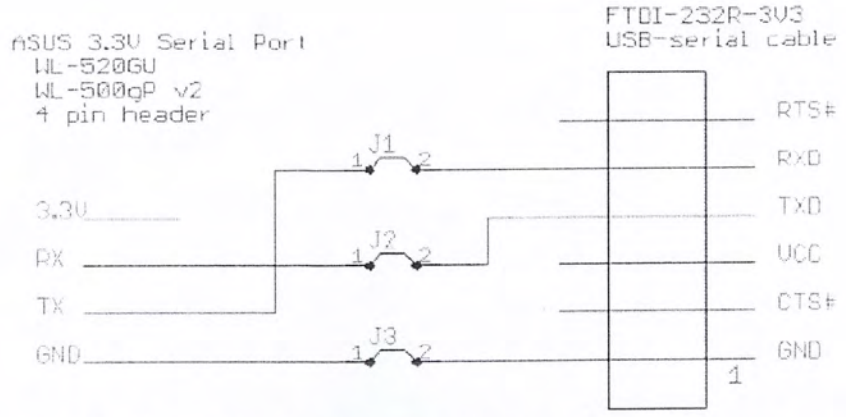
หลังจากนั้นนำอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากยูเอสบีไปยังสัญญาณซีเรียล ซึ่งเราจะต้องทำแผงวงจรสำหรับการเชื่อมต่อไปยังพอร์ตซีเรียลบนบอร์ดระบบฝังตัวโดยแผงวงจรที่ทำขึ้นจะมีลักษณะดังในรูป 3.25



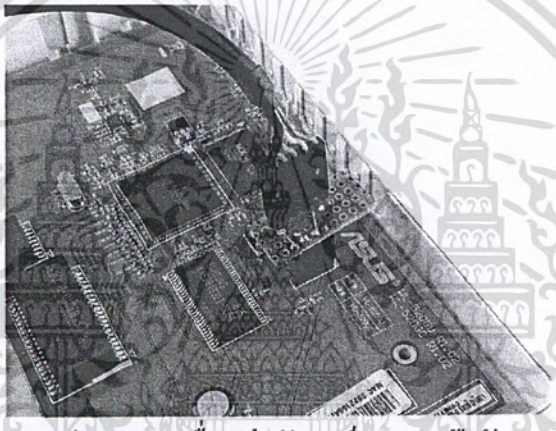
**รูป 3.25 หัวต่อสำหรับเชื่อมไปยังซีเรียลของบอร์ดระบบฝังตัว**

เมื่อเราทำแผงวงจรสำหรับการเชื่อต่อแบบซีเรียลแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเชื่อมไปยังอุปกรณ์แปลงสัญญาณจากยูเอสบีไปยังสัญญาณซีเรียล โดยมีแผงวงจรสำหรับการเชื่อมต่อดังในรูป 3.26 และรูป 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป 3.26 วงจรเชื่อมต่อระหว่างพอร์ตซีเรียลบนบอร์ดฝังตัวกับ FTDI-232-3V3 USB to serial**



**รูป 3.27 การเชื่อมต่อกับบอร์ดระบบฝังตัว**

**3.6.4.4 ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับบอร์ดระบบฝังตัว**

เราสามารถทดสอบการเชื่อมต่อโดยใช้ HyperTerminal หรือ Zterm ซึ่งเป็นโปรแกรมเทอร์มิเนลสำหรับตั้งค่าในการเชื่อมต่อ ถ้าบนวินโดวส์ ตั้งค่าตัวเลือกเป็น 115200 baud, และ 8N1แต่ถ้าเป็นบนเมคอินทอชจะต้องตั้งค่าเป็น usbserial-FTDQ23LB หรือ COM3 เมื่อเชื่อมต่อได้แล้ว ทำการเชื่อมเสาสัญญาณและเปิดบอร์ดระบบฝังตัว จะเห็นการแสดงผลดังในรูป 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Decompressing.....done

CFE version 1.0.37 for BCM947XX (32bit,SP,LE)

Build Date: Thu Mar  6 10:05:04 CST 2008 (root@localhost.localdomain)

Copyright (C) 2000,2001,2002,2003 Broadcom Corporation.

Initializing Arena

Initializing Devices.

Boot partition size = 131072(0x20000)

et0: Broadcom BCM47xx 10/100 Mbps Ethernet Controller 4.130.31.0

Total memory: 16384 KBytes


CPU type 0x29029: 240MHz
```

**รูป 3.28 ข้อความเมื่อเชื่อมต่อสำเร็จ**

ถ้าแสดงผลตามข้อความข้างต้นแสดงว่าเชื่อมต่อสำเร็จ ข้อความที่ปรากฏคือข้อความเริ่มต้นสำหรับการบูตเราท์เตอร์จากเฟิร์มแวร์ที่อยู่บนระบบฝังตัวของแอซซุส

**3.6.4.5 ติดตั้งระบบปฏิบัติการ OpenWRT**

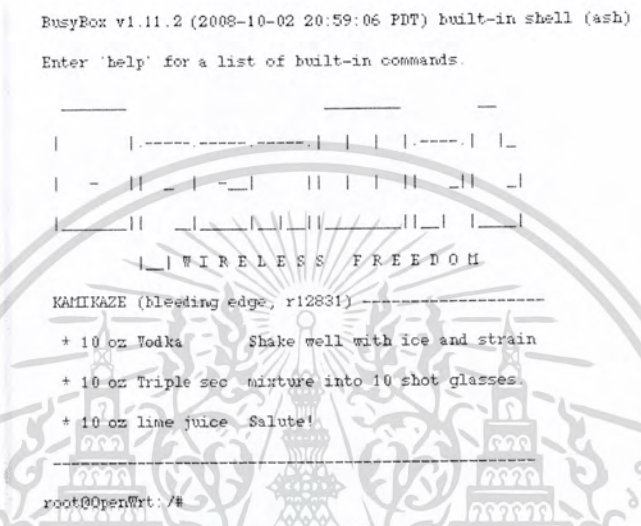
เมื่อเราสามารถติดต่อเราท์เตอร์ผ่านทางซีเรียลได้แล้ว ต่อไปคือการติดตั้งระบบปฏิบัติการ OpenWRT ลงบนเราท์เตอร์ โดยสามารถทำผ่านเทอร์มิเนลได้ ซึ่ง OpenWRT สามารถดาวน์โหลดไฟล์อิมเมจได้จากเว็บ www.openwrt.org และนำมาตั้งค่าเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยตั้งค่าดังในรูป 3.29

```
» Target System (Broadcom BCM947xx/953xx [2.4])
» Target Profile (Generic, Broadcom WiFi (default))
» Select all packages by default
» Image configuration --->
  » Base system (Added 12/18/08 to support part six)
    » busybox (press enter to open hidden menu)
      » Configuration
        » Coreutils
          » stty
  » Kernel modules
    » Sound support
      » kmod-sound-core
    » USB support
      » kmod-usb-core
      » kmod-usb-ohci
      » kmod-usb-audio
  » Sound
    » mpd
    » mpc
    » madplay
```

**รูป 3.29 การตั้งค่าเบื้องต้นของ OpenWRT**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากตั้งค่าแล้ว ทำการสร้างไฟล์อิมเมจสำหรับการแฟลชลงบนเราท์เตอร์ โดยคำสั่ง make และเมื่อสร้างไฟล์อิมเมจเสร็จแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการติดตั้งอิมเมจลงบนเราท์เตอร์ โดยมีขั้นตอนการติดตั้งดังต่อไปนี้ เชื่อมต่อพอร์ต LAN1 ที่เราท์เตอร์กับคอมพิวเตอร์ และเข้าไปยังเฟิร์มแวร์ของเราท์เตอร์ เพื่อทำการอัพเดตเฟิร์มแวร์จากอิมเมจที่เราสร้างขึ้น หลังจากนั้นเมื่อติดตั้งได้สำเร็จ เมื่อเทอร์มิเนลเข้าไป จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลดังในภาพ




**รูป 3.30 หน้าต่างเมื่อทำการติดตั้ง OpenWRT เรียบร้อย**

**3.6.4.6 การตั้งค่าระบบปฏิบัติการ OpenWRT**

เราสามารถตั้งค่าอินเทอร์เน็ตแอดเดรสได้โดย

ถ้าเป็นระบบไวเลสแลน เราตั้งค่าผ่านคำสั่ง

**คำสั่ง 3.1 ตั้งค่าอินเทอร์เน็ตแอดเดรส ระบบไวเลสแลน**

```
root@OpenWrt:~# vi /etc/config/wireless
```

ถ้าเป็นระบบแลน เราตั้งค่าผ่านคำสั่ง

**คำสั่ง 3.2 ตั้งค่าอินเทอร์เน็ตแอดเดรส ระบบแลน**

```
root@OpenWrt:~# vi /etc/config/network
```

หลังจากทำการตั้งค่าแล้ว เราต้องทำการรีสตาร์ตเราท์เตอร์เพื่อให้ระบบทำการตั้งค่าใหม่ เราสามารถทดสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้โดยใช้คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**คำสั่ง 3.3 ทดสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต**

```
root@OpenWrt:/# ping www.google.com
```

ถ้าปรากฏข้อความตามตัวอย่าง 3.1 แสดงว่าสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้

**ตัวอย่าง 3.1 ข้อความแสดงว่าใช้งานอินเทอร์เน็ตได้**

```
PING www.google.com (74.125.19.104): 56 data bytes
64 bytes from 74.125.19.104: seq=0 ttl=240 time=20.1 ms
```

**3.6.4.7 ติดตั้งโมดูล หรือซอร์ฟแวร์แพ็กเก็จเพิ่มเติม**

หลังจากสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้แล้ว เราสามารถที่จะดาวน์โหลดซอฟต์แวร์เพิ่มที่นำมาใช้ในการทำงานของวิทยุอินเทอร์เน็ตผ่านคำสั่ง okpg โดยเราจำเป็นต้องอัพเดต okpg ก่อนแล้วดาวน์โหลดซอร์ฟแวร์เพิ่มเติมลงไปได้ เมื่อทำการดาวน์โหลดแล้วเราควรที่จะรีบูตเราท์เตอร์อีกครั้ง เพื่อใช้งานต่อไป ซอฟต์แวร์ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานคือ Music Player Daemon, Music Player Control, kmod-usb-audio และ kmod-usb-ohci

หลังจากทำการรีบูตแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการตั้งค่าโมดูลมิวสิคเพลย์เยอร์เดมอน (mpd) และมิวสิคคอนโทล (mpc) สำหรับการตั้งค่า มิวสิคเพลย์เยอร์เดมอน(mpd) สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง

**คำสั่ง 3.4 ตั้งค่าโมดูลของ mpd**

```
root@OpenWrt:~# vi /etc/mpd.conf
```

เมื่อตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการฟังวิทยุจากอินเทอร์เน็ตโดยผ่าน มิวสิคเพลย์เยอร์เดมอน (mpd) และใช้มิวสิคเพลย์เยอร์คอนโทล(mpc) เข้าควบคุม โดยคำสั่งพื้นฐานสามารถศึกษาได้จากคู่มือของมิวสิคเพลย์เยอร์คอนโทล (mpc) เมื่อเราสามารถทำให้เราท์เตอร์ของเราเล่นวิทยุจากอินเทอร์เน็ตได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการแสดงชื่อสถานีและชื่อเพลงที่กำลังเล่นอยู่ผ่านออกทางหน้าจอของแอลซีดีของไมโครคอนโทลเลอร์

**3.6.4.8 การแสดงผลผ่านแอลซีดีสำหรับชื่อสถานีและชื่อเพลง**

ในขั้นตอนนี้เราจะนำข้อมูลสถานีที่เราท์เตอร์หรือวิทยุอินเทอร์เน็ตเล่นอยู่ โดยตัดให้เหลือเพียงชื่อสถานีและเพลงที่อยู่บนเชาว์คาซท์ ให้ขึ้นมาแสดงผลผ่านหน้าจอแอลซีดีของไมโครคอนโทลเลอร์ที่เราจะพัฒนาขึ้นมาในขั้นตอนนี้ เราสามารถทราบข้อมูลสถานีได้จากการเทล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เน็ต (telnet) เข้าไปยังวิทยุอินเทอร์เน็ต และเราสามารถทราบข้อมูลที่เราต้องการคือชื่อสถานี ชื่อเพลงที่กำลังเล่นอยู่ได้จากคำสั่ง 3.5

**คำสั่ง 3.5 แสดงข้อมูลของสถานีเพลง**

```
root@OpenWrt:~# echo "currentsong" | nc localhost 6600
| grep -e "^Title: " -e "^Name: "
```

เมื่อเราใช้คำสั่ง 3.5 แล้ว ข้อความที่ปรากฏ คือ ดูตัวอย่าง 3.2

**ตัวอย่าง 3.2 ข้อความแสดงรายข้อมูลของสถานีวิทยุที่กำลังฟัง**

```
Name: SLAY Radio
Title: Jogeir Liljedahl - Terra Cresta
```

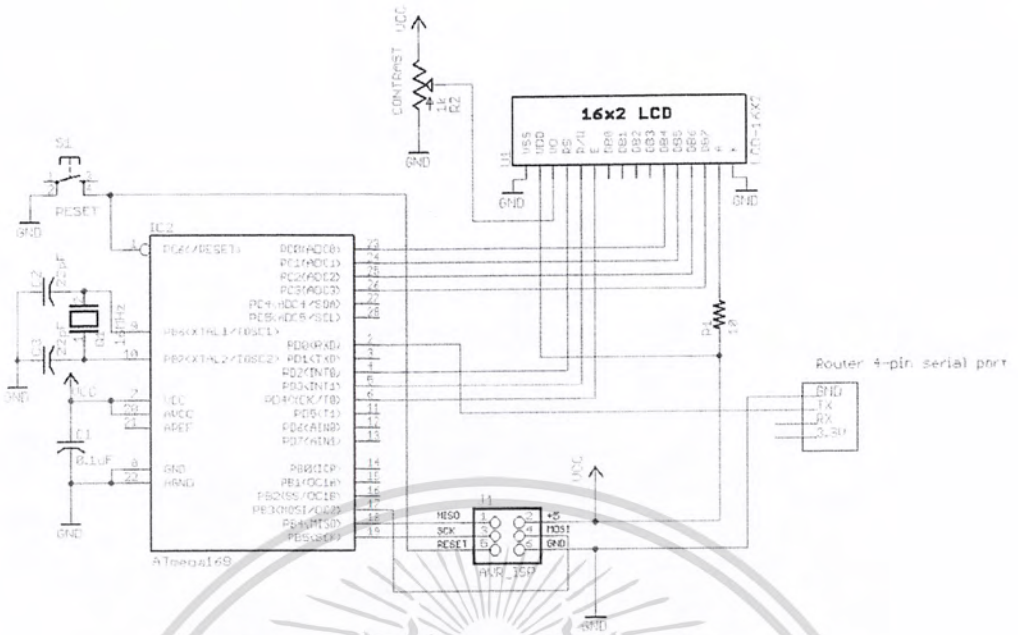
เมื่อเราแสดงผลชื่อสถานีกับชื่อเพลงตามที่ต้องการได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปเราจำเป็นต้องให้ข้อความตัวอย่างข้างบนแสดงผ่านบนแอลซีดี ที่จะนำมาใช้งาน โดยเราจะนำข้อความที่ได้ส่งต่อ (Redirect) ไปยังซีเรียลพอร์ตของเราท์เตอร์ (/dev/tts/0) โดยใช้คำสั่ง 3.6

**คำสั่ง 3.6 ส่งต่อข้อความไปแสดงต่อที่แอลซีดี**

```
root@OpenWrt:~# echo "currentsong" | nc localhost 6600
| grep -e "^Title: "-e "^Name: " > /dev/tts/0
```

หลังจากนั้นเราจะต้องทำการเขียนเชลล์สคริปต์เพื่อทำการวนลูปในการดึงข้อมูลชื่อสถานีและชื่อเพลง เพื่อส่งต่อไปยังซีเรียลพอร์ตต่อไป ขั้นตอนต่อไปคือการทำวงจรแอลซีดีขึ้นมาเพื่อใช้งานในการแสดงผล เราจะใช้ไมโครคอนโทลเลอร์คือ แอทเมล เอวีอาร์ เอทเมก้า 168 (Atmel ATmega168 AVR microcontroller) เนื่องจากมีสามารถเพียงพอกับความต้องการ และมีขั้นตอนการเขียนโปรแกรมที่ไม่มาก รวมทั้งมีบทเรียนช่วยสอนในอินเทอร์เน็ตค่อนข้างมาก ก่อนอื่นเราจำเป็นต้องลงโปรแกรมสำหรับเขียนและพอร์ตไปยังไมโครคอนโทลเลอร์ สำหรับโปรแกรมที่เราจะใช้งานคือโปรแกรมที่ติดต่อและแสดงผลไปยังแอลซีดีได้ ดูรูป 3.31 ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป 3.31 วงจรการแสดงผลผ่านไมโครคอนโทลเลอร์**

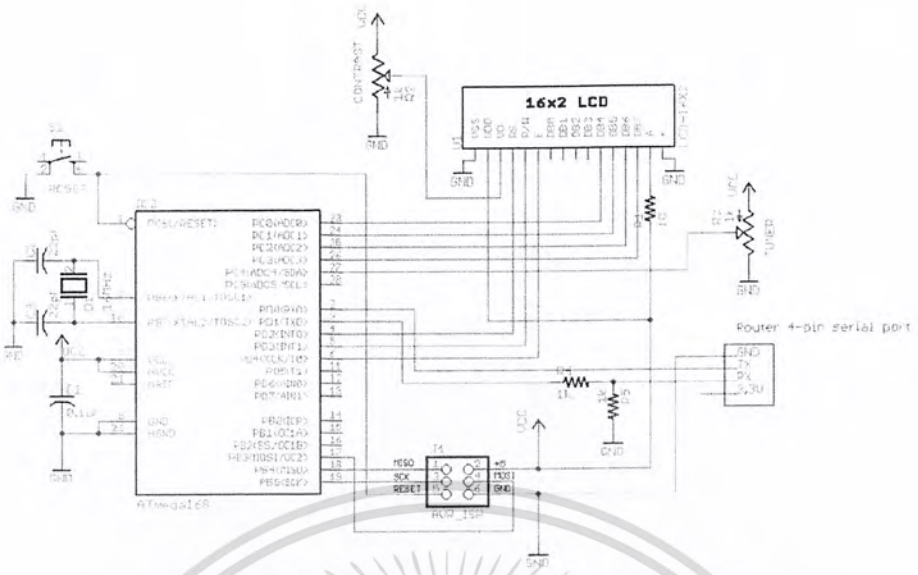
หลังจากต่อวงจรและเขียนโปรแกรม ขั้นตอนต่อไปคือการแฟลชส่งไปยังไมโครคอนโทลเลอร์และทดสอบการทำงานของโปรแกรม ผลการทดลองนี้จะแสดงให้เห็นว่าตัวหนังสือที่อยู่บนหน้าจอแอลซีดีจะแสดงผล โดยจะสลับชื่อสถานีและชื่อเพลงที่กำลังเล่นอยู่ และถ้าหน้าจอของแอลซีดีแสดงผลไม่พอตัวหนังสือจะทำการเลื่อนให้โดยอัตโนมัติ ดูรูป 3.32 ประกอบ

**รูป 3.32 การแสดงผลบนหน้าจอแอลซีดี**

**3.6.4.9 ปุ่มสำหรับการเปลี่ยนสถานี**

หลังจากที่เราแสดงผลชื่อสถานีและชื่อเพลงที่เล่นอยู่ของสถานีได้แล้ว ขั้นตอนนี้เราจะทำการนำอุปกรณ์เข้ามาควบคุมการเปลี่ยนสถานีของวิทยุอินเทอร์เน็ต โดยสามารถพัฒนาได้จากวงจรในรูป 3.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป 3.33 แผงวงจรสำหรับปุ่มเปลี่ยนสถานี**

เมื่อทำตามวงจรดังภาพ เราสามารถที่จะเปลี่ยนสถานีไปยังสถานีถัดไป หรือสถานีก่อนหน้านี้ ตามที่เราได้บันทึกไว้ในรายชื่อสถานีภายในมิวสิคเพลย์เยอร์เดมอน (music player daemon)

**3.6.4.10 ทำวงจรสำหรับการจับคู่เพื่อทำการตั้งค่าผ่านบลูทูธ**

เมื่อเราทำวงจรการแสดงผลผ่านแอลซีดีและการควบคุมพื้นฐานสำหรับวิทยุอินเทอร์เน็ตได้แล้ว ขั้นตอนนี้คือการตั้งค่าวิทยุอินเทอร์เน็ตกรณีเริ่มต้นใช้งาน โดยเราสามารถนำมือถือที่มีฟังก์ชันบลูทูธ เข้าจับคู่กับอุปกรณ์วิทยุอินเทอร์เน็ต เพื่อเข้าไปตั้งค่าเกี่ยวกับระบบเครือข่ายไร้สายตัวอย่างเช่น ชื่อของแอซเซสพอยต์ SSID (Service Set Identifier), รหัสผ่านของแต่ละเครือข่าย เป็นต้น อุปกรณ์ที่ต้องการคือ อุปกรณ์บลูทูธสำหรับไมโครคอนโทลเลอร์ และ อุปกรณ์เคลื่อนที่ ที่มีอุปกรณ์บูลทูธภายใน

วงจรที่ใช้สำหรับการนำอุปกรณ์บลูทูธมาใช้งานกับไมโครคอนโทลเลอร์

เมื่อเราสามารถต่อวงจรได้แล้ว เราจะต้องโปรแกรมการใช้งานบลูทูธเข้าไปยังไมโครคอนโทลเลอร์และเขียนเชลล์สคริปต์เข้าไปยังวิทยุอินเทอร์เน็ต เพื่อที่จะจับคู่กับอุปกรณ์เคลื่อนที่ และสามารถเข้าไปตั้งค่าวิทยุอินเทอร์เน็ตได้

ทั้งหมดที่กล่าวมีคือขั้นตอนการพัฒนาและติดตั้งเพื่อให้เราท์เตอร์เปลี่ยนเป็นอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตที่สามารถเล่นวิทยุจากสถานีต่างๆ ได้จากทั่วโลก และนอกจากที่เราสามารถควบคุมผ่านไมโครคอนโทลเลอร์ได้แล้ส เรายังสามารถควบคุมผ่านอุปกรณ์ต่างๆ ได้ เช่น ไอโฟน, แอนดรอยด์, วินโดวส์โฟน, หรือระบบปฏิบัติการต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3.7 กระบวนการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน

### 3.7.1 เตรียมอุปกรณ์ให้พร้อม

โทรศัพท์มือถือที่จะนำมาทดลองจะต้องเป็นโทรศัพท์ที่รองรับการใช้งานเว็บบราวเซอร์ (Web Browser) เช่น โทรศัพท์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ iOS หรือ Android เป็นต้น

ในการทดลองนี้จะเลือกนำเอาโทรศัพท์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android มาใช้อ้างอิงเป็นหลัก เพราะสามารถหาเครื่องมือพัฒนาได้ง่ายกว่า ด้วยความที่โปรแกรมส่วนใหญ่เป็นแบบเปิดเผยซอร์สโค้ด ทำให้หาตัวอย่างการพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก

### 3.7.2 เริ่มต้นพัฒนา

การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันพัฒนาโดยใช้ไลบราลีของโมดูลเอ็มพีดี และภาษาพีเอชพี (PHP) และอาแจ็กซ์ (AJAX) ซึ่งการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันจะมีฟังก์ชันพื้นฐานดังนี้

1) ควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตได้ สามารถที่จะสั่งงานผ่านเว็บแอพพลิเคชันโดยมีการสั่งให้เล่น/หยุด ไปยังสถานีถัดไปหรือก่อนหน้านี้ได้ เพิ่ม/ลดระดับเสียงได้
2) เข้าใช้งานได้จากภายนอกและภายในเครือข่ายของอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ต
3) จัดการ/ตั้งค่าการฟังสถานีต่างๆ ได้
4) จัดการรายชื่อสถานีได้

เราจำเป็นต้องมีเว็บเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้เครื่องลูกที่ต้องการใช้งานอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตเข้าไปใช้งาน หลังจากเรามีเว็บเซิร์ฟเวอร์แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน โดยเราสามารถใช้ภาษาพีเอชพีร่วมกับสคริปต์ที่เป็นอาแจ็กซ์ เนื่องจากการส่งคำสั่งไปยังเอ็มพีดีเป็นการส่งข้อมูลที่เป็นยูทีเอฟ-8 ผ่านไปยังโปรโตคอลของเอ็มพีดี โดยใช้ยูนิคโดเมนซ็อคเก็ต เว็บแอพพลิเคชันจำเป็นต้องส่งคำสั่งผ่านทางซ็อคเก็ตไปยังเอ็มพีดีเซิร์ฟเวอร์ โดยการเรียกใช้งานจากไลบราลี่ของเอ็มพีดี และสำหรับการใช้งานอาแจ็กซ์เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในส่วนของการแสดงผลบนหน้าเว็บแอพพลิเคชัน เนื่องจากการแสดงผลจะต้องเปลี่ยนข้อมูลเรื่องระยะเวลาที่กำลังฟัง รวมถึงชื่อเพลงและสถานีที่ฟัง จึงจำเป็นที่ต้องใช้อาแจ็กซ์เข้ามาช่วยในส่วนนี้ หน้าตาของเว็บแอพพลิเคชันที่ใช้งานแสดงดังรูป 3.34

**รูป 3.34 หน้าตาของเว็บแอพพลิเคชันบนโทรศัพท์**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4

# การทดลอง

## 4.1 การทดลองฟังวิทยุ

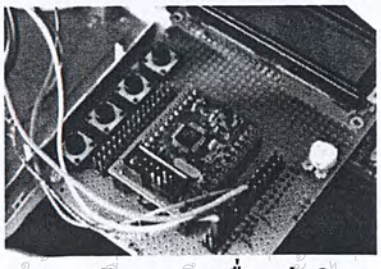
การทดลองฟังวิทยุของเราจะแบ่งออกเป็นการทดสอบในเรื่องของการควบคุมโดยไม่ใช้โทรศัพท์มือถือ การทดลองไฟล์เพลงหรือไฟล์จากสถานีที่รองรับได้ และทดสอบคุณภาพเสียง โดยลำโพงที่ใช้จะเป็นลำโพงที่ต่อออกผ่านอุปกรณ์ USB-to-Audio ซึ่งการคาดหวังขั้นต้นของเราคือ ถ้าหากว่าได้ยินเสียงเพลงต่อเนื่องให้ถือว่าเครื่องเล่นวิทยุอินเทอร์เน็ตใช้งานได้ในขั้นต้น สำหรับการควบคุมให้ใช้ปุ่มควบคุมบนตัวเครื่องก่อน

ที่อยู่ของสถานีวิทยุในการทดลองนี้ได้ถูกเก็บไว้ในเครื่องเล่นวิทยุเพื่อการทดสอบอยู่ก่อนแล้ว โดยลักษณะของที่อยู่จะเป็นในรูปแบบของ URL เช่น

1) http://122.155.13.99:8733/ คือ Music2u.in.th
2) http://202.183.164.198:9160/ คือ FM 88.5 ลูกทุ่งไทยแลนด์
3) http://203.150.224.142:8003/ คือ Cool93 Fahrenhiet
4) http://203.170.193.101:8440/ คือ ลูกทุ่งไทยเอฟเอ็ม 95.75 MHz.
5) http://202.57.162.45:9042/ คือ Sport Radio
6) http://203.146.251.62:8002/ คือ Trinity Radio 98.75 FM.
7) http://202.170.122.148:8057/ คือ CiTy Radio 90.25FM Pattaya
8) http://202.44.54.186:8955/ คือ Virgin Hitz 95.5MHz
9) http://202.44.54.186:8105/ คือ Easy FM 105.5MHz
10) http://tuner.hit104.com/ คือ iHit104

### 4.1.1 การควบคุม

เราจะทดลองใช้ปุ่มบนเครื่องเล่นวิทยุควบคุมการทำงานก่อน โดยหน้าตาของปุ่มกดจะเป็นดังรูป 4.1 ซึ่งฟังก์ชันการทำงานจะเป็นรูปแบบของคำสั่งพื้นฐานทั้งหมด ได้แก่ เล่น หยุด เปลี่ยนสถานีไปข้างหน้าหรือไปข้างหลัง และปุ่มเพิ่มลดเสียง



**รูป 4.1 ปุ่มกดบนเครื่องเล่นวิทยุ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบปุ่มกดของเราจะทดสอบว่ามีความหน่วงของคำสั่งหลังจากกดไปแล้วมากน้อยเพียงใด โดยการแสดงผลจะออกที่หน้าจอดังในรูป 4.2

1) ปุ่มเล่นสถานี เมื่อกดแล้วส่งคำส่งทันที แต่ต้องรอโหลดข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตมาเล็กน้อย โดยความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่ทดลองใช้มีความเร็วในการดาวน์โหลดมากกว่า 5Mbps ผลที่ได้คือ หลังจากกดเล่นสถานีแล้ว โดยเฉลี่ยจะรอไม่เกิน 2 วินาที (ทั้งสถานีในประเทศ และต่างประเทศ) ทดสอบจากทั้งหมด 20 สถานี
2) ปุ่มหยุด เมื่อกดแล้วส่งคำสั่งทันที ถ้าหากจะเล่นสถานีเดิมก็ต้องดาวน์โหลดข้อมูลมาใหม่
3) ปุ่มเปลี่ยนสถานีไปข้างหน้าหรือไปข้างหลัง เมื่อกดแล้วส่งคำสั่งทันที โดยขั้นตอนการทำงานคือหยุดสถานีที่กำลังเล่นอยู่ แล้วจึงโหลดสถานีในลำดับถัดไปขึ้นมา โดยเฉลี่ยนจะรอไม่เกิน 2 วินาที (ทั้งสถานีในประเทศ และต่างประเทศ)
4) ปุ่มเพิ่มลดเสียง เมื่อกดแล้วส่งคำสั่งทันทีโดยผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความหน่วงมากจนเป็นที่สังเกต

**รูป 4.2 หน้าจอแสดงผลบนเครื่องเล่นวิทยุ**

### 4.1.2 ทดลองไฟล์ที่รองรับ

ไฟล์ที่ผู้ให้บริการสถานีวิทยุเปิดแล้วเครื่องเล่นวิทยุอินเทอร์เน็ตสามารถเล่นได้ถูกทำรายการไว้ด้านล่าง โดยไฟล์เหล่านี้จะเป็นไฟล์เพลง หรือถ้าต้องการทำรายการสดก็ให้ใช้โปรแกรม Shoutcast การเล่นเพลงทั้งหมดจะทำงานผ่านการสตรีมมิ่งเท่านั้น จากการทดลองไฟล์ที่เหมาะสมสำหรับการเปิดสถานีวิทยุคือ

1) mp3
2) wma
3) m4a/aac
4) ogg
5) flac
6) wav

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.1.3 คุณภาพเสียง**

จากผลการทดลองจากไฟล์ที่เครื่องเล่นวิทยุรองรับทุกไฟล์ ผลที่ได้คือ เมื่อเปิดที่บิตเรทเท่ากันคือประมาณ 32 ถึง 64 กิโลบิต เสียงที่ได้มีคุณภาพและความชัดเจนเท่ากันหมดทุกประเภท เมื่อทดลองฟังโดยใช้หูคนเท่านั้น

ถ้าให้บริการสถานีวิทยุที่บิตเรทตั้งแต่ 128 กิโลบิต ขึ้นไป คุณภาพเสียงที่ได้ยังคงเท่ากันอยู่ แต่สิ่งที่แตกต่างกันคือความต่อเนื่องของการเล่นสถานี ทั้งนี้มิได้ขึ้นอยู่กับไฟล์ที่ผู้ให้บริการสถานีเปิด แต่ขึ้นอยู่กับความเร็วของอินเทอร์เน็ตทั้งของเครื่องเล่นวิทยุและของผู้ให้บริการด้วย

ความเร็วดาวน์โหลดของอินเทอร์เน็ตสำหรับเครื่องเล่นวิทยุควรมีความเร็วไม่น้อยกว่า 2Mbps เพื่อความต่อเนื่องของการฟัง โดยบิตเรทที่แนะนำคือตั้งแต่ 32 ถึง 128 กิโลบิต ทั้งสถานีในประเทศและต่างประเทศ

ความเร็วอัพโหลดของอินเทอร์เน็ตสำหรับผู้ให้บริการสถานีวิทยุ ควรจะมีแบนด์วิดธ์ไม่น้อยกว่า 1Mb/s สำหรับบิตเรท 32 ถึง 128 กิโลบิต รองรับผู้ฟังได้ประมาณ 10 คน

**4.1.4 ผลการทดลอง**

จากการทดลองพบว่าการรับฟังรายการสถานีวิทยุผ่านอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตสามารถฟังได้อย่างต่อเนื่องในกรณีที่สถานีวิทยุกระจายเสียงด้วยบิตเรทที่ต่ำระหว่าง 32 ถึง 64 กิโลบิต แต่เมื่อฟังวิทยุจากสถานีที่ปล่อยบิตเรทมากกว่า 128 กิโลบิต บัฟเฟอร์หรือหน่วยความจำบนอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตมีขนาดไม่พอ จึงทำให้เสียงที่ออกมามีการกระตุกบ้าง หลังจากฟังไปได้ประมาณ 8-10 นาที

การใช้งานฟังก์ชันพื้นฐานในการฟังวิทยุสามารถทำงานได้ดี โดยทดสอบจากการควบคุมผ่านระยะไกลทั้งในภายในเครือข่ายและภายนอกเครือข่าย โดยใช้เครื่องลูกที่เป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่รองรับการใช้งานผ่านทางเว็บแอพพลิเคชันสามารถที่จะเปลี่ยนสถานี เพิ่ม/ลดเสียง เล่นหรือหยุดเพลงได้ อาจจะมีการล่าช้าของการสั่งงานอยู่บ้างแต่ไม่ถึงกับล่าช้าจนเกินไป

## 4.2 การทดลองควบคุมเครื่องเล่นวิทยุ

การทดลองควบคุมเครื่องเล่นวิทยุ ใช้เว็บบราวเซอร์จากโทรศัพท์มือถือเข้าไปที่ URL ของเว็บเซิร์ฟเวอร์ เพื่อใช้งานเว็บแอพพลิเคชัน แล้วลองควบคุมเครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ต ความคาดหวังขั้นต้นคือถ้าหากว่าสามารถควบคุมได้เช่นเดียวกับปุ่มบนตัวเครื่อง ก็ให้ถือว่าการควบคุมเครื่องเล่นวิทยุด้วยโทรศัพท์ใช้งานได้

**4.2.1 การจับคู่ระหว่างโทรศัพท์กับเครื่องเล่นวิทยุ**

การจับคู่ระหว่างโทรศัพท์มือถือกับเครื่องเล่นวิทยุ ในขั้นต้นเราจะต้องจับคู่ด้วยบลูทูธก่อน ด้วยเหตุผลว่า เราท์เตอร์ก่อนเริ่มใช้งานจะไม่มีการตั้งค่าใดๆไว้เลย เราจึงจำเป็นต้องใช้การสื่อสารระยะใกล้เท่านั้นเพื่อทำการตั้งค่าก่อน ด้วยเหตุนี้เราจึงนำบลูทูธมาทดลองใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองนี้ได้ใช้โทรศัพท์มือถือยี่ห้อโนเกียเพื่อการตั้งค่า มีขั้นตอนดังนี้

1) เปิดเครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ต
2) เครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ตจะทำการตรวจสถานะการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ข้อความที่แสดงบนหน้าจอแอลซีดีจะแสดงสถานะดังนี้

   Internet On แสดงว่าเครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ตสามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้

   Internet Down แสดงเครื่องรับวิทยุอินเทอร์เน็ตไม่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ จำเป็นต้องมีการตั้งค่าผ่านระบบบลูทูธ
3) หลังจากที่เราตรวจสอบสถานะแล้ว เมื่อเครื่องรับวิทยุไม่สามารถเชื่อมอินเทอร์เน็ตได้ ผู้ใช้ต้องใส่รหัสผ่านในการเข้าไปตั้งค่าวิทยุอินเทอร์เน็ต แล้วเมื่อใส่รหัสผ่านถูกจะทำการตั้งค่าต่อไป
4) หลังจากนั้น ผู้ใช้งานต้องตั้งค่า SSID ผ่านระบบบลูทูธ โดยการกรอก SSID ระบบจะป็อปอัพกล่องข้อความสำหรับกรอกข้อมูล
5) หลังจากการที่เรากรอก SSID แล้วต่อไปเราจะตรวจสอบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตอีกครั้ง ถ้าอินเทอร์เน็ตไร้สายบริเวณนั้นถูกเข้ารหัส เราจะเป็นต้องตั้งค่าของการเข้ารหัส ว่าอินเทอร์เน็ตที่ใช้อยู่เป็นแบบ WEP,WPA หรือ WPA2
6) หลังจากที่เรากรอกการเข้ารหัสของอินเทอร์เน็ตไร้สายแล้ว ต่อไปคือการกรอกรหัสผ่านของการเข้ารหัส เพื่อเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต
7) เมื่อสถานะของเครื่องรับวิทยุเชื่อมอินเทอร์เน็ตได้แล้ว ผู้ใช้งานสามารถที่จะรับฟังวิทยุได้

หลังจากที่เราจับคู่ด้วยขั้นตอนที่กล่าวมาข้างต้นนี้เรียบร้อยแล้ว ต่อไปจะเป็นขั้นตอนของการควบคุม

**4.2.2 การควบคุม**

การควบคุมเครื่องเล่นวิทยุด้วยโทรศัพท์มือถือแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ใช้เนทีฟแอพพลิเคชัน และใช้เว็บแอพพลิเคชัน

**4.2.2.1 เนทีฟแอพพลิเคชัน (Native application)**

ในการทดลองนี้ใช้โทรศัพท์มือถือที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และระบบปฏิบัติการไอโอเอสเป็นหลัก มีขั้นตอนการใช้งานซึ่งเหมือนกันดังนี้

1) ตั้งค่าไอพีให้อยู่ในเน็ทเวิร์คเดียวกับเครื่องเล่นวิทยุอินเทอร์เน็ต
2) ตั้งรหัสผ่าน (ถ้ามี)
3) เมื่อเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ได้แล้ว ให้เลือกสถานี/จัดการสถานี
4) ควบคุมเครื่องเล่นวิทยุอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบคือฟังก์ชันการควบคุมพื้นฐานทำงานได้ครบ ได้แก่ เล่น หยุด เปลี่ยนสถานีไปข้างหน้าหรือข้างหลัง และเพิ่มลดเสียง โดยมีความหน่วงไม่เกิน 1 วินาที เนื่องจากการเชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายเดียวกัน

**4.2.2.2 เว็บแอพพลิเคชัน (Web application)**

ในการทดลองนี้ได้ใช้โทรศัพท์มือถือที่มีเว็บบราวเซอร์คือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ และระบบปฏิบัติการไอโอเอสเป็นหลัก มีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1) เข้าไปยังเว็บเอ็มพีดีเซิร์ฟเวอร์ซึ่งติดตั้งอยู่บนเราท์เตอร์ โดยตั้งค่าไอพีให้อยู่ในเน็ทเวิร์คเดียวกับเครื่องเล่นวิทยุอินเทอร์เน็ต
2) ตั้งรหัสผ่าน (ถ้ามี)
3) เมื่อเชื่อมต่อเซิร์ฟเวอร์ได้แล้ว ให้เลือกสถานี/จัดการสถานี
4) ควบคุมเครื่องเล่นวิทยุอินเทอร์เน็ต

ผลการทดสอบคือฟังก์ชันการควบคุมพื้นฐานทำงานได้ครบเช่นเดียวกับเนทีฟแอพพลิเคชัน การแสดงผลบนหน้าจอตรงกับหน้าจอของเครื่องเล่นวิทยุ ความหน่วงในการรับส่งคำสั่งไม่เกิน 1 วินาที ที่น่าสังเกตคือการแสดงผลบนหน้าจอโทรศัพท์บางรุ่นอาจแสดงผลช้า เนื่องมาจากประสิทธิภาพของเครื่องโดยตรง โดยที่เห็นได้ชัดคือโทรศัพท์ไอโฟนรุ่นแรก ที่จะแสดงผลช้ากว่าโทรศัพท์รุ่นใหม่กว่าประมาณ 1 วินาที

**4.2.3 ผลการทดลอง**

การควบคุมอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตผ่านไมโครคอนโทลเลอร์ที่เราพัฒนาขึ้นสามารถสั่งงานบอร์ดระบบฝังตัวผ่านเชลล์สคริปต์ได้ดี สามารถที่จะเพิ่ม/ลดเสียง และเปลี่ยนสถานีได้ รวมถึงการแสดงชื่อของสถานีวิทยุและเพลงที่กำลังเล่นอยู่ ณ ขณะนั้นได้ผ่านทางแอลซีดีบนไมโครคอนโทลเลอร์

การตั้งค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งาน การจับคู่ผ่านระบบบลูทูธที่เราพัฒนาขึ้นสามารถใช้กับโทรศัพท์มือถือที่มีบลูทูธ สำหรับการทดลองการจับคู่ระหว่างอุปกรณ์รับวิทยุอินเทอร์เน็ตกับโทรศัพท์มือถือสามารถทำงานได้ดีเหมือนการจับคู่อุปกรณ์ทั่วไป และหลังจากการจับคู่อุปกรณ์ได้แล้ว เราสามารถตั้งค่าต่างๆ เช่นการตั้งชื่อแอซเซสพอยต์ รูปแบบการเข้ารหัส และรหัสผ่านของเราท์เตอร์ได้ แต่ติดปัญหาคือ ณ ตอนนี้ ระบบของเราใช้ได้กับโทรศัพท์มือถือบางรุ่นเท่านั้น และยังไม่สามารถเปลี่ยนบัญชีผู้ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 5
# สรุป

## 5.1 สรุป

จากผลสำรวจจำนวนผู้บริโภคสื่อผ่านอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน ซึ่งกำลังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ เป็นสัญญาณบอกว่าผู้ใช้กำลังผูกพันธ์กับอินเทอร์เน็ตมากขึ้น ส่งผลให้อุปกรณ์ใดๆก็ตาม ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่ออินเทอร์จะได้รับความสนใจจากผู้บริโภคตามไปด้วย

การฟังวิทยุอินเทอร์เน็ตถ้าไม่ติดปัญหาความช้าของอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน ที่ทำให้เวลาเปลี่ยนสถานีแต่ละครั้งต้องรอดาวน์โหลดข้อมูลก่อนเล็กน้อย หรือบางครั้งความเร็วของอินเทอร์เน็ตตกลงไปทำให้สัญญาณขาดช่วง นับว่าน่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะความหลากหลายของสถานีวิทยุที่มีอยู่บนอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้ใช้มีอิสระในการจัดการสิ่งที่ตัวเองต้องการฟังได้ง่ายมากขึ้น

วิธีการจับคู่ และควบคุมเครื่องเล่นวิทยุในโครงงานนี้ เป็นแนวทางที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง ซึ่งเราจำเป็นต้องจัดให้มีกล่องอุปกรณ์กล่องหนึ่งที่เป็นสื่อกลางสำหรับให้เครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆก็ตามต่อเข้ากับกล่องนี้ หลังจากตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว เมื่อนั้นเราก็จะได้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกควบคุมด้วยโทรศัพท์มือถือผ่านอินเทอร์เน็ตได้ทันที ซึ่งเป็นอุปกรณ์เสริมที่อำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างยิ่ง

สิทธิ์ของผู้ใช้เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญ แต่จากการทดลองได้ทำการสร้างส่วนควบคุมโดยที่ยังไม่มีบัญชีผู้ใช้ก่อน เพื่อทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม ซึ่งผลการทดสอบเป็นไปตามที่คาดหวังไว้ ดังนั้นจึงสรุปว่า ระบบที่สร้างขึ้นมานี้สามารถใช้งานได้จริงตามที่ออกแบบไว้ตั้งแต่เริ่มต้นโครงงาน

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1) อินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการทดลองมีความเร็วต่ำ ก่อให้เกิดความล่าช้าในการส่งข้อมูล
2) อุปกรณ์ฝังตัวที่นำมาทดลองมีหน่วยความจำน้อย ก่อให้เกิดปัญหาคือ ไม่สามารถลงโปรแกรมขนาดใหญ่ได้ และในบางครั้งโปรแกรมทำงานช้า
3) ความสามารถในการรองรับระบบสตรีมมิ่งของเว็บบราวเซอร์แต่ละโปรแกรมแตกต่างกัน ทำให้โปรแกรมที่เขียนสำหรับบราวเซอร์หนึ่ง ไม่สามารถทำงานได้บนอีกบราวเซอร์
4) การแสดงผลหน้าเว็บไซต์และเว็บแอพพลิเคชันบนบราวเซอร์แต่ละโปรแกรมแตกต่างกัน ทำให้การแสดงผลผิดเพี้ยนไป
5) การพัฒนาอินเทอร์เน็ตซ็อกเก็ตสำหรับสื่อสารระหว่างอุปกรณ์วิทยุอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นกับอุปกรณ์ควบคุมมีความซับซ้อนค่อนข้างสูง ต้องใช้เวลาในการศึกษานาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ต้องการลดเวลาการพัฒนาแอพพลิเคชันให้เหลือน้อยที่สุด

## 5.3 แนวทางการแก้ไข

1) ปัญหาความเร็วของอินเทอร์เน็ตและความล่าช้า สามารถแก้ได้โดยใช้ระบบเครือข่ายในเครือเดียวกัน หรือวงของระบบเครือข่ายเดียวกัน ทำให้ลดปัญหาความล่าช้าของอินเทอร์เน็ตได้
2) ปัญหาหน่วยความจำของอุปกรณ์ฝังตัวมีขนาดจำกัด สามารถแก้ได้โดยปรับปรุงระบบปฏิบัติการให้มีขนาดเล็กลง ตัดส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งาน ฟังก์ชันใดไม่ได้ใช้ให้ตัดออก
3) ปัญหาการรองรับระบบสตรีมมิ่งของแต่ละบราวเซอร์สามารถแก้ไขโดยใช้จาวาสคริปที่สามารถใช้งานได้กับทุกบราวเซอร์ แต่ยังคงอาศัยปลั๊กอินของบราวเซอร์เพื่อเชื่อมต่อกับระบบสตรีมมิ่ง เพื่อให้แต่ละบราวเซอร์สามารถฟังวิทยุด้วยวิธีการสตรีมมิ่งได้
4) ปัญหาสำหรับการแสดงผลของแต่ละบราวเซอร์ สามารถแก้ไขโดยเขียนสไตล์ชีตแยกเป็นหลายไฟล์ให้รองรับแต่ละบราวเซอร์ เพื่อให้แสดงผลได้ตรงกันตามที่ต้องการ
5) ปัญหาของการส่งข้อมูลผ่านซ็อกเก็ต ต้องเริ่มจากการศึกษาการส่งข้อมูลอย่างง่ายก่อน แล้วค่อยเพิ่มขนาดของการรับส่งข้อมูลมากขึ้น เพื่อการประยุกต์ใช้งานต่อไป
6) ตัดสินใจเลือกแพลตฟอร์มแอนดรอยด์ (Android Platform) เพื่อพัฒนาเป็นเนทีฟแอพพลิเคชัน (Native Application) ช่วยลดเวลาการพัฒนาโดยต้องคำนึงถึงความเข้ากันได้ของทุกแพลตฟอร์มลงไป

## 5.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

1) ประยุกต์แนวความคิดอุปกรณ์ควบคุมวิทยุอินเทอร์เน็ตไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นๆ
2) ประยุกต์แนวความคิดจากอุปกรณ์ควบคุม ไปใช้เป็นกระเป๋าเงินในรูปของโทรศัพท์ อาจจะนำไปใช้ควบคู่กับ NFC (Near Field Communication) ก็ได้เช่นกัน
3) หาอุปกรณ์สำหรับนำมาใช้เป็นวิทยุอินเทอร์เน็ตที่มีราคาถูกลง แต่ง่ายต่อการพัฒนาโปรแกรม และเพิ่มฟังก์ชันการทำงานต่างๆ
4) วิทยุอินเทอร์เน็ตจะไม่มีความสามารถแค่รับสัญญาณเสียงได้เท่านั้น แต่อาจจะเพิ่มความสามารถให้เล่นวีดีโอสตรีมมิ่งได้
5) เพิ่มวิธีหารายได้เข้าไปในระบบ เช่น การคิดค่าบริการรายปี หรือการโฆษณาโดยมีข้อความปรากฏอยู่บนหน้าจอของเครื่องวิทยุอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


อภิเนตร อูนากูล. 2546. **กระบวนการและวิธีการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชันโดยใช้ UML.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศุภางค์ นันตา. 2552. **หลักการวิทยุกระจายเสียง และวิทยุโทรทัศน์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภางค์ นันตา. 2552. **การผลิตรายการวิทยุกระจายเสียงเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ โชคชัยชุติกุล. 2552. **Insight PHP ฉบับสมบูรณ์.** พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : บริษัท โปรวิชั่น จำกัด.

Amino, M. D'Cruz, C. Ethier, K. and Thomas, M. 2006. **XML Problem – Design – Solution.** Indianapolis : Wiley Publishing, Inc.

Coulouris, G. Dollimore, J. and Kindberg, T. 2005. **Distributed Systems : Concepts and Design** Fourth edition. Harlow : Pearson Education Limited.

Holzner, S. 2006. **Ajax: Your visual blueprint for creating rich Internet applications.** Hoboken : Wiley Publishing, Inc.

Matthew, N. Stones, R. and Cox, A. 2008. **Beginning Linux Programming.** 4th ed. Indianapolis : Wiley Publishing, Inc.

Raghavan, P. Lad, A. and Neelakandan, S. 2006. **Embedded Linux System Design and Development.** Boca Raton : Auerbach Publications.

ยืน ภู่วรวรรณ. **LAN โปรโตคอล.** [Online] Available : http://web.ku.ac.th/schoolnet/snet1/network/lan_potocal.htm.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compare Broadband. 2008. **Digital Radio Australia.** [Online]

Available : http://www.comparebroadband.com.au/article_127_Digital-Radio.htm.

Radio News. 2010. **Streaming Radio Growth Charts.** [Online]

Available : http://www.radiostreamingnews.com/2010/02/streaming-radio-growth-charts.html.

Radio News. 2009. **More Infinite Dial 2009 Statistics.** [Online]

Available : http://www.radiostreamingnews.com/2009/05/more-infinite-dial-2009-statistics.html.

PCWorld. 2009. **Digital radio buying guide.** [Online]

Available : http://www.pcworld.idg.com.au/article/299126/digital_radio_buying_guide/.

eHow. 2010. **Analog Radio vs. Digital.** [Online]

Available : http://www.ehow.com/facts_5997079_analog-radio-vs_-digital.html.

Digitalradiotech. **Broadband Internet Radio.** [Online]

Available : http://www.digitalradiotech.co.uk/broadband_internet_radio.htm.

Digitalradiotech. **Analogue Radio vs. Digital Radio.** [Online]

Available : http://www.digitalradiotech.co.uk/analog_vs_digital.htm.

Suite101. **Digital Radio vs. Analog Radio.** [Online]

Available : http://www.suite101.com/article.cfm/consumer_electronics/58618.

ReadWriteWeb. 2008. **Statistics: Online Music Apps.** [Online]

Available : http://www.readwriteweb.com/archives/statistics_online_music_apps.php.

Traditional Fine Arts Organization, Inc. 2008. **Online Video – Usage trends and changing behavior.** [Online]

Available : http://www.tfaoi.com/aa/5aa/5aa128g.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abrahams, M. 2010. **Top Reasons Why You Should Add Audio Streaming To Your Website And Explode Your Profits**. [Online]
Available : http://bit.ly/bRyerR.

MobileBehavior. 2009. **2010 Trend to Watch: "Anywhere Access" of Music through Mobile Streaming.** [Online]
Available : http://bit.ly/6VeUgb.

Synovate. 2010. **Global survey reveals music trends rocking fans across the world.** [Online]
Available : http://www.synovate.com/news/article/2010/01/global-survey-reveals-music-trends-rocking-fans-across-the-world.html.

Invro. **Forms of Radio Broadcasting.** [Online]
Available : http://www.invroradio.com/think-forms.html.

O'Kennon, C. 2007. **Streaming Media Market Trends.** [Online]
Available : http://www.faulkner.com/freereport/streamingmedia.htm.

Federal Communications Commission. 2009. **Digital Radio - The Sound of the Future.** [Online]
Available : http://www.fcc.gov/cgb/consumerfacts/digitalradio.html.

Investigative Reporting Workshop. 2010. **Digital technology could save radio – is anyone listening?** [Online]
Available : http://bit.ly/by5pKw /.

Inside Radio. **Study: Web radio in five million cars by 2015.** [Online]
Available : http://www.insideradio.com/Article.asp?id=1892723&spid=36034.

Inside Music Media. 2009. **7 Trends Radio Missed.** [Online]
Available : http://insidemusicmedia.blogspot.com/2009/04/7-trends-radio-missed.html.

Lewin, J. 2008. **Radio Survey Finds Audience For Podcasting Up 87%.** [Online]
Available : http://www.podcastingnews.com/2008/04/21/radio-survey-finds-audience-podcasting-87/.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wikipedia. **Internet radio audience measurement.** [Online]

Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Internet_Radio_Audience_Measurement.

Jeff. 2008. **Building a Wifi Radio.** [Online]

Available : http://mightyohm.com/blog/2008/11/building-a-wifi-radio-part-5-lets-make-some-noise/

สันทบ บัวแก้ว. **Bluetooth Technology.** [Online]

Available : http://www.thaitelecomkm.org/TTE/topic/attach/Bluetooth_Technology



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ก

# การให้บริการสถานีวิทยุอินเทอร์เน็ตโดยใช้ SHOUTcast

## ก.1 ความต้องการ

ก่อนอื่นจะต้องเตรียมอุปกรณ์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ ดังต่อไปนี้

### ก.1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

ใช้เป็นอุปกรณ์หลักในการแปลงสัญญาณเสียงและส่งขึ้นไปยัง Streaming Server

ความต้องการขั้นต่ำคือ CPU: Intel Pentium III RAM: 128 MB OS: Windows XP

อุปกรณ์เพิ่มเติม: Sound Card, Microphone

Modem แบบ Dial-up (56kbps) หรือ ADSL Modem Router (128kbps - 1Mbps)

### ก.1.2 บัญชีใช้งานระบบอินเทอร์เน็ต

สำหรับเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ต ความเร็วขั้นต่ำ 56Kbps สำหรับการถ่ายทอดเสียงที่มีความละเอียดต่ำกว่า 32kbps หากความละเอียดสูงกว่านี้ ขอแนะนำให้ท่านใช้บัญชีอินเทอร์เน็ตแบบ ADSL ที่มีความเร็วสูงตั้งแต่ 128Kbps ขึ้นไป

### ก.1.3 โปรแกรมที่จำเป็นต้องติดตั้งในเครื่องคอมพิวเตอร์

1) โปรแกรม Winamp (โปรแกรมหลักสำหรับเปิดเพลง)
2) SHOUTcast DSP Plug-in (สำหรับแปลงสัญญาณเสียงและส่งไปที่เซิร์ฟเวอร์)
3) SHOUTcast Streaming Server (สำหรับเซิร์ฟเวอร์ในการส่งสตรีมมิ่ง)
4) หมายเลข Server IP, Server Port และ รหัสผ่าน

## ก.2 ขั้นตอนการติดตั้งและใช้งาน SHOUTcast

สำหรับการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านเข้ากับ Multimedia Streaming Server

1) หลังจากที่ท่านได้ทำการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม Winamp และ SHOUTcast DSP Plug-in เรียบร้อยแล้ว (ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรมเหมือนกับโปรแกรมโดยทั่วไป จึงไม่ขออธิบายในที่นี้) ให้เปิดโปรแกรม Winamp โดยดับเบิ้ลคลิกที่ไอคอนที่อยู่บน Desktop จะพบกับหน้าจอดังต่อไปนี้ (รูปแบบอาจแตกต่างกับตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับ Version และ Skin ของโปรแกรม Winamp)
2) คลิกที่เมนู Options --> Preferences
3) จะพบกับหน้าต่าง Winamp Preferences ให้ท่านคลิกเลือกคำสั่ง DSP/Effect ในหน้าต่างด้านซ้าย จากนั้นคลิกเลือก Nullsoft SHOUTcast Source DSP ในหน้าต่างด้านขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) โปรแกรม Winamp จะทำการเปิดหน้าต่าง SHOUTcast Source ขึ้นมาใหม่ ให้ท่านคลิกเลือกที่แท็ป Output ในช่อง Address ให้ท่านกรอก หมายเลข IP หรือ URL (ที่ได้รับจากทางทีมงาน) ในช่อง Port ให้ท่านกรอก หมายเลข Port (ที่ได้รับจากทางทีมงาน) ในช่อง Password ให้ท่านกรอก รหัสผ่าน สำหรับเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านเข้ากับ Multimedia Streaming Server
5) จากนั้นให้คลิ๊กที่แท็ป Encoder ในช่อง Encoder Type ให้ท่านเลือก MP3 Encoder ในช่อง Encoder setting ให้ท่านเลือก ความละเอียดของเสียง (Bit rate), ความถี่ (KHz) และระบบเสียง (Mono/Stereo) หมายเหตุ: ท่านจะต้องระบุรายละเอียดให้ตรงตามที่ท่านได้สมัครใช้บริการไว้แล้วเท่านั้น ซึ่งท่านสามารถเลือก Bit rate ที่ต่ำกว่าที่สมัครไว้ได้ แต่ไม่สามารถเลือก Bit rate ที่สูงกว่า เพราะจะทำให้ระบบการถ่ายทอดเสียงเกิดปัญหา และอาจจะทำให้ผู้ฟังของท่านไม่ได้ยินเสียงที่ท่านต้องการออกอากาศ
6) จากนั้นให้คลิ๊กเลือกที่แท็ป Input ในช่อง Input Device ให้ท่านเลือก Soundcard Input ในช่อง Input Setting ให้ท่านปล่อยไว้โดยใช้ค่า Default ของโปรแกรม ในช่อง Mic Input ให้ท่านคลิกเลือก Microphone
7) ให้ท่านคลิ๊กกลับมาที่แท็ป Output อีกครั้ง จากนั้นคลิกที่ปุ่ม Connect เพื่อเริ่มต้นออกอากาศ โปรแกรมจะทำการเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านเข้ากับ Multimedia Streaming Server ในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านสามารถเชื่อมต่อกับ Multimedia Streaming Server ได้เรียบร้อยแล้ว จะสังเกตเห็นว่าตรงบริเวณ Status จะมีตัวเลขวิ่ง หมายเหตุ: หากพบปัญหาในการเชื่อมต่อ กรุณาตรวจสอบ IP Address, หมายเลข Port และรหัสผ่าน อีกครั้ง หากยังคงไม่สามารถเชื่อมต่อได้ กรุณาติดต่อฝ่ายบริการลูกค้า
8) หลังจากที่ท่านสามารถเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของท่านเข้ากับ Multimedia Streaming Server ได้เรียบร้อยแล้ว (ตามขั้นตอนที่ 7) ให้ท่านปิดหน้าต่าง SHOUTcast Source และกลับมาที่หน้าต่างหลักของโปรแกรม Winamp เพื่อทำการเปิดเพลง หรือ Spot โฆษณาที่ท่านได้จัดเตรียมเอาไว้แล้ว
9) ในกรณีที่ท่านต้องการพูดออกอากาศ ให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ คลิกที่ Icon SHOUTcast ซึ่งอยู่ตาง Taskbar ด้านล่าง-ขวามือ ขอจอภาพ จะพบกับหน้าต่าง SHOUTcast Source คลิกเลือกที่แท็ป Input คลิกปุ่ม Push to talk ค้างไว้ในขณะที่พูด เสียงเพลงจะเบาลง หากต้องการพูดต่อเนื่องให้คลิกที่ปุ่ม Lock หมายเหตุ: สามารถปรับแต่ง Soundcard Mixer ได้ในขณะที่พูด โดยเลื่อนแถบ Slide ตรง Music Level, BG Music Level, Mic Level และ Fade Time
10) วิธีการรับฟังสถานีวิทยุออนไลน์ ผู้ฟัง สามารถรับฟังวิทยุออนไลน์ ได้ 4 ช่องทาง ดังต่อไปนี้ (xxxx คือหมายเลข IP, pppp คือหมายเลข PORT) ผ่านโปรแกรม Winamp หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RealPlayer: http://xxx.xxx.xxx.xxx:pppp/listen.pls ผ่านโปรแกรม Windows Media Player หรือ RealPlayer: mms://xxx.xxx.xxx.xxx:pppp เข้าฟังผ่านทางเว็บไซต์: http://yourname.myonlineradio.com เข้าฟังที่เว็บไซต์ (ต้องมีเว็บไซต์และโดเมนเนม): http://www.yourdomain.com/radio.html โดยท่านจะต้องนำ HTML code นี้ไปใส่ไว้ในหน้า radio.html หรือ หน้าอื่นๆ ที่ท่านต้องการด้วย อย่าลืมแก้ไข CODE ตรง value="http://xxx.xxx.xxx.xxx:pppp" เป็น หมายเลข IP และ หมายเลข PORT ที่เราส่งไปให้ อนึ่ง สำหรับตัวอย่างสคริปต์ ที่ใช้ในการแสดง สถานะของสถานี (Online/Offline), จำนวนผู้ฟัง (Online User), สถิติผู้ฟังสูงสุด และ รายชื่อเพลงที่กำลังเปิด ทางทีมงานจะจัดส่ง Download Link ไปให้ท่าน พร้อมกับ หมายเลข IP, หมายเลข Port และ Password

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ภาคผนวก ข

# การคอมไพล์เคอร์เนล OpenWRT

## ข.1 การติดตั้ง

ติดตั้งโปรแกรม(ซึ่งในกรณี Ubuntu จะเรียกว่า Packages) ที่จำเป็นในการคอมไพล์เคอร์เนล และสร้าง Image file สำหรับเราท์เตอร์ของเราด้วยคำสั่งใน Console ดังนี้

**คำสั่ง ข.1 สร้าง Image file**

```
$ sudo apt-get install build-essential
$ sudo apt-get install libncurses5-dev
$ sudo apt-get install libz-dev
$ sudo apt-get install gawk
$ sudo apt-get install flex
```

ตามด้วยการติดตั้งโปรแกรม Subversion (โปรแกรมนี้ใช้ในการบริหารจัดการซอสโค้ด อาทิ เช่น อัพเดทไฟล์ที่อยู่บนเครื่องเราเมื่อมีการอัพเดทซอสโคดที่อยู่บน อินเตอร์เน็ท)

**คำสั่ง ข.2 ติดตั้ง Subversion**

```
$ sudo apt-get install subversion
```

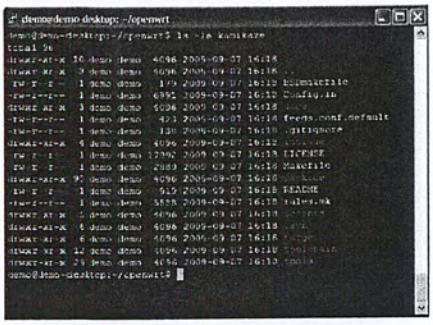
สร้าง directory ชื่อ openwrt แล้วเข้าเพื่อทำการดึงซอสโค้ดล่าสุดด้วยคำสั่ง svn checkout

**คำสั่ง ข.3 สร้าง Directoroy ชื่อ openwrt แล้วดึงซอสโค้ด**

```
$ mkdir openwrt
$ cd openwrt
$ svn checkout svn://svn.openwrt.org/openwrt/trunk
kamikaze
$ cd ~/openwrt/kamikaze
$ ./scripts/feeds update -a
$ ./scripts/feeds install madplay mpc mpd
$ make prereq
```

โปรแกรม svn จะทำการดึงซอสไฟล์เอามาไว้ภายใต้ directory ที่ชื่อ kamikaze ดังรูป ข.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

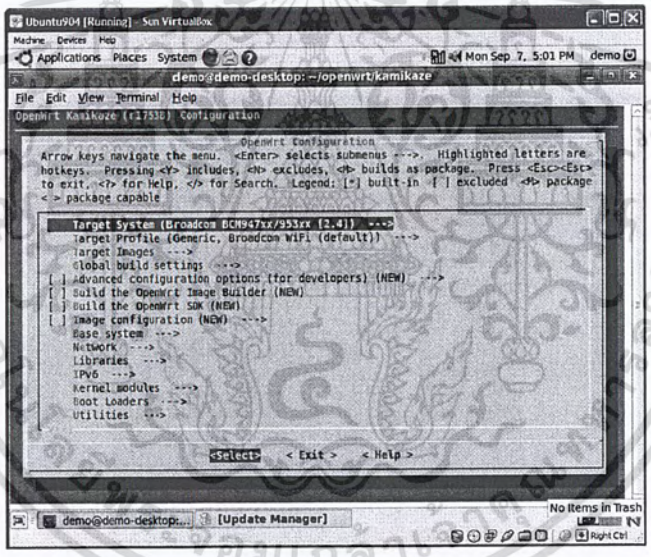


**รูป ข.1 ซอสโค้ดภายใน directory kamikaze**

เริ่มต้น config ด้วยคำสั่งตามคำสั่ง ข.4

**คำสั่ง ข.4 Menu configurations**

```
$ make menuconfig
```

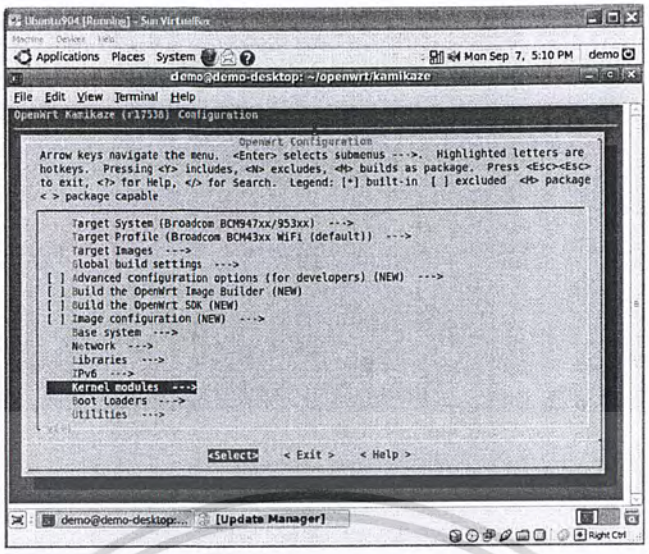



**รูป ข.2 menuconfig**

โดย Default แล้ว config จะถูกตั้งค่าไว้ให้สร้าง Kernel version 2.4

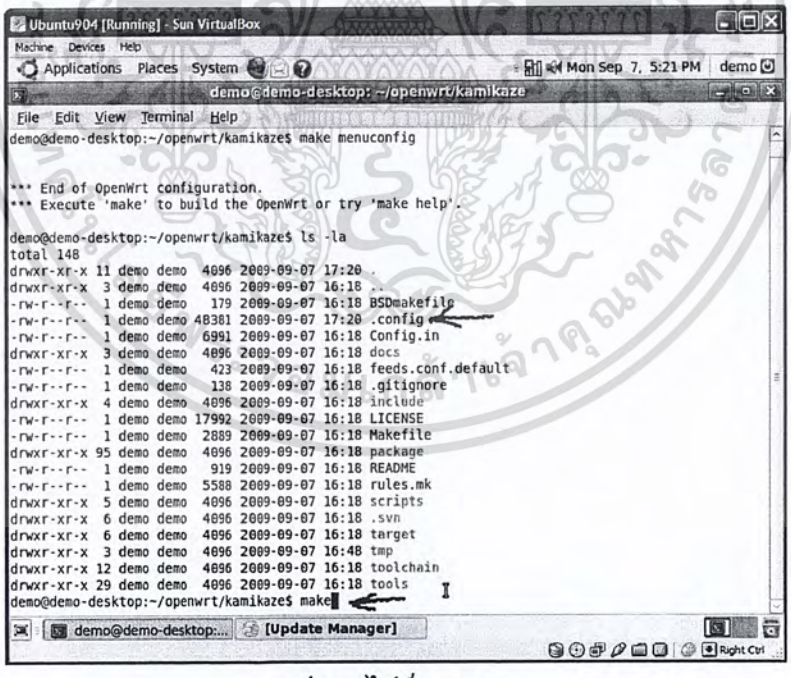
เลื่อนหัวลูกศรมาตรง Kernel modules แล้วกด Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป ข.3 Kernel modules**

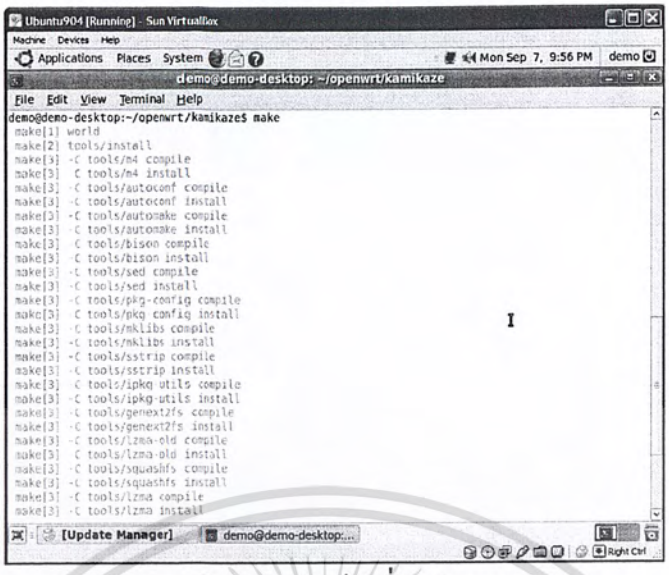
จากนั้นเลื่อนหัวลูกศรมายัง Exit แล้วกด Enter ทำซ้ำๆจนกระทั่งโปรแกรมถามว่าจะ Save OpenWrt configuration หรือเปล่าให้ตอบ Yes โปแกรมก็จะสร้างไฟล์ .config เพื่อเก็บ Configuration ที่เราได้แก้ไขไว้เพื่อเป็นสูตรในการสร้าง Kernel ของเรา




**รูป ข.4 ไฟล์ .config**

คอมไพล์เคอร์เนล และสร้าง Image file ที่จะใช้ Flash Router ด้วยการพิมพ์คำสั่ง make แล้ว Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป ข.4 ผลลัพธ์คำสั่ง make**

## ข.2 การครอสคอมไพล์ (Cross-compile)

ติดตั้ง Cross Tool Chain เพื่อนำมาคอมไพล์ code สำหรับ embedded router

### ข.2.1 เพิ่ม Directory

เพิ่ม Directory ที่มี cross tool chain เข้าไปใน PATH ด้วยคำสั่ง ข.5

**คำสั่ง ข.5 เพิ่ม Directory**

```
Export
PATH=$PATH:/home/demo/openwrt/kamikaze/staging_dir/tool
chain-mipsel_gcc-3.4.6_uClibc-0.9.30.1/usr/bin
```

### ข.2.2 เรียกใช้โปรแกรม Cross Compiler

หลังจากมี PATH แล้วก็สามารถเรียกใช้โปรแกรม Cross Compiler สำหรับ MIPS ดังนี้

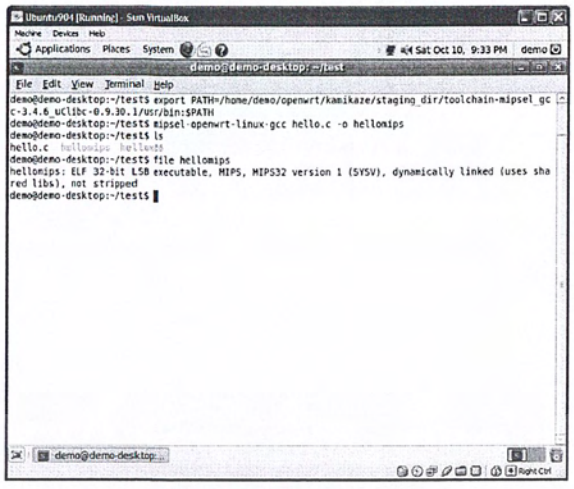
**คำสั่ง ข.6 เพิ่ม Directory**

```
mipsel-openwrt-linux-gcc hello.c -o hellomips
```

### ข.2.3 ตรวจสอบชนิดของไฟล์

เมื่อตรวจสอบชนิดของไฟล์ จะเห็นว่า hellomips จะเป็น executable file ของ MIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**รูป ข.4 ไฟล์ hellomips**

### ข.2.4 ขั้นตอนสุดท้าย

นำไฟล์ที่ได้ไปรันในลินุกซ์ฝังตัวได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้