แหล่งกำเนิดข้อมูลเสียงสำหรับลำโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้าน
IP LOUDSPEAKERS SYSTEM FOR HOME USE .. DATA SOURCE

วัชรพงศ์ วันทา
WATCHARAPONG WANTHA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แหล่งกำเนิดข้อมูลเสียงสำหรับลำโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้าน

IP LOUDSPEKERS SYSTEM FOR HOME USE .. DATA SOURCE

วัชรพงศ์ วันทา

WATCHARAPONG WANTHA

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 149413
วัน.เดือน.ปี 7 ส.ค. 2561

b 12885472
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP LOUDSPEKERS SYSTEM FOR HOME USE .. DATA SOURCE

WATCHARAPONG WANTHA

THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แหล่งกำเนิดข้อมูลเสียงสำหรับลำโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้าน
Thesis Title	IP LOUDSPEAKER SYSTEM FOR HOME USE .. DATA SOURCE
ชื่อนักศึกษา	นายวัชรพงศ์ วันทา รหัสนักศึกษา 56011102
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2559

(.....)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดลชัย สุขเจริญผล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	แหล่งกำเนิดข้อมูลเสียงสำหรับลำโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้าน
Thesis Title	IP LOUDSPEAKER SYSTEM FOR HOME USE .. DATA SOURCE
ชื่อนักศึกษา	นายวัชรพงศ์ วันทา รหัสนักศึกษา 56011102
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.ดลชัย สุขเจริญผล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการออกแบบแหล่งกำเนิดข้อมูลเสียงสำหรับลำโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้าน การทำงานของแหล่งกำเนิดข้อมูลเสียงสำหรับลำโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้านนั้น เริ่มแรกจะทำการรับเสียงมาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณ เช่น NAS Server หรือสมาร์ทโฟน เป็นต้น และทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ส่งสัญญาณเสียง หลังจากนั้นทำการตั้งค่า IP Address ส่งต่อไปยังอุปกรณ์ตัวรับ Raspberry Pi เพื่อส่งสัญญาณเสียงออกไปตามเครื่องขยายเสียงเป็นลำดับต่อไป ซึ่งโครงงานนี้ยังได้ทำการศึกษาและทำการออกแบบระบบการส่งสัญญาณเสียงของอุปกรณ์ Raspberry Pi เพื่อที่จะส่งเสียงไปสู่เครื่องขยายเสียงอย่างไพเราะและทำการสร้างสรรค์อีกมิติหนึ่งของการฟังเพลง เพื่อในอนาคตนั้นจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในขนาดขององค์กรที่ใหญ่ขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	IP LOUDSPEAKER SYSTEM FOR HOME USE .. DATA SOURCE
Student	Mr.Watcharapong Wantha Student ID. 56011102
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Information Engineering
Department	Computer Engineering
Academic Year	2016
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dolchai Sookcharoenphol

ABSTRACT

This thesis is designed digital sound source interfacing to an IP loudspeaker system for home entertainment. First of all, a Raspberry Pi will receive digital data from a personal music player by NAS server or smart phone on WAN, then, fixed the IP address between a transmitter and a Raspberry Pi receiver. Last step, the receiver will sending the music data to an active loudspeaker system. Therefore, this project have learned a Raspberry Pi receiver and implemented an IP loudspeaker system for send data source of music to an active loudspeaker with both good performance of wireless communication and sound hearing quality. The proposed project will be make a new dimension of music's listening in personally space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้สามารถทำสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องมาจากได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วน โดยในส่วนแรกต้องขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดลชัย สุขเจริญผล ที่คอยให้คำปรึกษาในด้านการทำปริญญานิพนธ์และคอยแนะนำวิธีในการจัดการกับปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงานซึ่งมีส่วนช่วยให้งานสำเร็จลุล่วงผ่านไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดามารดาและญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยอบรมดูแลและให้การสนับสนุนในด้านการศึกษานอกจากนี้ยังคอยเป็นกำลังใจให้ในยามเหนื่อยท้อแท้หมดกำลังทำให้งานทุกอย่าง สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกคนที่คอยดูแลสถานที่และความปลอดภัยให้กับนักศึกษาทุกคนนอกจากนี้ยังคอย เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานในครั้งนี้

สุดท้ายก็ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ ทุกคนในภาควิศวกรรมสารสนเทศที่คอยให้คำปรึกษาต่างๆ คอยให้กำลังใจ ซึ่งถือได้ว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งเช่นกันที่มาเติมเต็มให้การทำโครงงานครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

วัชรพงศ์ วันทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญรูป.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและแนวคิดของโครงงาน.....1

1.2 จุดประสงค์.....2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้.....2

1.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware).....2

1.5.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....3

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 คอมพิวเตอร์จิ๋ว (Raspberry Pi 3).....6

2.1.1 ข้อมูลจำเพาะ (Specifications).....6

2.1.2 ส่วนประกอบ Raspberry Pi 3.....6

2.2 เครื่องเสียง.....8

2.2.1 ประเภทของเครื่องเสียง.....8

2.3 ภาษาไพทอน (Python Programming Language).....9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.1 จุดเด่นของภาษาไพทอน 9
2.3.2 ไพทอนในแพลตฟอร์มต่าง ๆ 9
2.3.3 ไลบรารีในไพทอน 10
2.3.4 การนำไปใช้งาน 10
2.4 มาตรฐานของระบบเสียง 12
2.4.1 ระบบเสียงแบบสเตอริโอ (Stereo) 12
2.4.2 ระบบเสียงแบบรอบทิศทาง (Surround) 13
2.5 เครือข่ายคอมพิวเตอร์ 15
2.5.1 การเชื่อมโยงเครือข่าย 15
2.5.2 ชนิดของเครือข่าย 18
2.5.3 อุปกรณ์เครือข่าย 18
2.5.4 โพรโทคอลการสื่อสาร 19
2.5.5 ขอบเขตของเครือข่าย 21
2.5.6 รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่าย 22
2.6 โพรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสาร 23
2.6.1 บลูทูธ (Bluetooth) 23
2.6.2 Secure Shell 24
2.6.3 UPnP 24
2.6.4 TCP 24
2.7 เทคโนโลยี DLNA 25
2.8 ไวไฟ (Wi-Fi) 28
2.8.1 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ 29
2.8.2 กลไกรักษาความปลอดภัย 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.8.3 ข้อดีและข้อจำกัด 30
2.8.4 ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูล 31
2.8.5 การรบกวน 31

บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ 32
3.1 ภาพรวมของระบบ 32
3.2 การออกแบบ 33
3.2.1 แหล่งกำเนิดเสียง 33
3.2.2 เครื่องเล่นเสียง 37
3.2.3 การเชื่อมต่อเครื่องเล่นเสียงเข้ากับอุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูล 39
3.2.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูล 40
3.2.5 สื่อกลางที่ใช้ส่งสัญญาณข้อมูลไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณข้อมูล 41

บทที่ 4 ผลการทดลอง 42
4.1 อุปกรณ์เบื้องต้น 42
4.2 เตรียมซอฟต์แวร์สำหรับติดตั้งระบบ Linux ลงบนบอร์ด Raspberry Pi 44
4.3 ขั้นตอนการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian ให้กับบอร์ด Raspberry Pi 45
4.4 การทดลองส่งสัญญาณเสียงผ่านระบบ Bluetooth 50
4.4.1 การทดลองส่งสัญญาณเสียงผ่านระบบ Bluetooth 50
4.4.2 แก้ไข กำหนดค่า และนำไปใช้ 50
4.4.3 การจับคู่และเชื่อมต่อ Bluetooth 52
4.4.4 สรุปผลการทดลอง 52
4.5 การทดลองส่งสัญญาณเสียงผ่านโปรโตคอล UPnP 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5.1 ขั้นตอนการเริ่มและการอัพเดต 52
4.5.2 ติดตั้ง GMediaRenderer 53
4.5.3 การเชื่อมต่อ Raspberry Pi และ Router ผ่านระบบ WLAN 54
4.5.4 การนำสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตมาใช้ในการควบคุม 55
4.5.5 สรุปผลการทดลอง 55
4.6 การทดลองส่งสัญญาณเสียงผ่านโปรโตคอล TCP/IP 55
4.6.1 เริ่มต้นการใช้งาน 55
4.6.2 การติดตั้งเซิฟเวอร์สำหรับแชร์ไฟล์เพลง 57
4.6.3 การเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi กับ Router แบบ WLAN 61
4.6.4 ซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับควบคุม 61
4.6.4 สรุปผลการทดลอง 62

บทที่ 5 สรุปผลโครงงาน อุปสรรค และข้อเสนอแนะ 63
5.1 สรุปผลโครงงาน 63
5.2 อุปสรรคและการแก้ไข 63
5.3 ข้อเสนอแนะ 63

เอกสารอ้างอิง 64

ภาคผนวก 65
ภาคผนวก ก Poster 66
ภาคผนวก ข ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม PuTTY 68
ภาคผนวก ค ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม Win32 Disk Imager 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของ Raspberry Pi 3 5
รูปที่ 2.2 ภาพรวมการนำไปใช้งานจริงของระบบ 5
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของ Raspberry Pi 3 6
รูปที่ 2.4 รายละเอียดจุดเชื่อมต่อ GPIO 7
รูปที่ 2.5 Raspberry Pi Camera Module 7
รูปที่ 2.6 สาย HDMI 7
รูปที่ 2.7 HDMI to VGA 8
รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ Dolby Lab 12
รูปที่ 2.9 ระบบเสียงแบบสเตอริโอ 12
รูปที่ 2.10 ระบบเสียงแบบสเตอริโอ 2.1 13
รูปที่ 2.11 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 4.1 13
รูปที่ 2.12 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 5.1 14
รูปที่ 2.13 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 6.1 14
รูปที่ 2.14 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 7.1 15
รูปที่ 2.15 DLNA Certified 25
รูปที่ 2.16 DLNA Smart Share 26
รูปที่ 2.17 ลักษณะการทำงานของ DLNA 27
รูปที่ 2.18 ลักษณะการทำไปใช้งานจริงของ DLNA 27
รูปที่ 2.19 รูปแบบการทำงานของ DLNA 28
รูปที่ 3.1 แผนภาพของระบบ 32
รูปที่ 3.2 ลักษณะการทำงานโดยรวมของระบบ 32
รูปที่ 3.3 แผ่นเสียง 33
รูปที่ 3.4 แผ่น CD VCD DVD 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.5 การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ 39
รูปที่ 3.6 การควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน 39
รูปที่ 3.7 การควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน iPeng 40
รูปที่ 3.8 อุปกรณ์รับส่งข้อมูล Raspberry Pi 40
รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ Raspberry Pi 42
รูปที่ 4.2 Micro SD Card 42
รูปที่ 4.3 สาย Micro USB และอุปกรณ์แปลงไฟ 43
รูปที่ 4.4 Router WiFi และ สาย LAN 43
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม SD Formatter Version 4.0 44
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Win32 Disk Imager 44
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างของไฟล์ Image (*img) ของระบบปฏิบัติการ Raspbian 45
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Win32 Disk Imager 45
รูปที่ 4.9 เสียบ Micro SD Card เข้ากับบอร์ด Raspberry Pi 46
รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi 46
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการตรวจสอบ IP Address ภายในเครือข่าย 46
รูปที่ 4.12 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม PuTTY Configuration 47
รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการกรอก IP Address หน้าต่างโปรแกรม PuTTY Configuration 47
รูปที่ 4.14 การ Login เข้าใช้งานระบบ Raspberry Pi 48
รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการพิมพ์คำสั่ง 48
รูปที่ 4.16 การตั้งค่าเบื้องต้น (1) 49
รูปที่ 4.17 การตั้งค่าเบื้องต้น (2) 49
รูปที่ 4.18 ค่าใหม่ที่ทำการเพิ่มเข้าไปใน audio.conf 50
รูปที่ 4.19 ค่าใหม่ที่ทำการเพิ่มเข้าไปใน daemon.conf 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.21 ค่าใหม่ที่ทำการเพิ่มเข้าไปใน 99-input.rules 51
รูปที่ 4.21 ขั้นตอนการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH (1) 52
รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH (2) 53
รูปที่ 4.23 ขั้นตอนการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH (3) 53
รูปที่ 4.24 การเชื่อมต่อ Raspberry Pi ผ่านระบบ WLAN 54
รูปที่ 4.25 Max2play 55
รูปที่ 4.26 พิมพ์ IP Adress ของบอร์ด Raspberry Pi 55
รูปที่ 4.27 แท็บ Audioplyer 56
รูปที่ 4.28 การเลือกเอาต์พุทพอร์ท 56
รูปที่ 4.29 ทำการเพิ่มส่วนขยาย Raspberry Settings 56
รูปที่ 4.30 การตั้งชื่อให้กับบอร์ด Raspberry Pi 57
รูปที่ 4.31 การตั้งค่า ALSA Parameter 57
รูปที่ 4.32 การติดตั้ง Squeezebox Server (1) 57
รูปที่ 4.33 การติดตั้ง Squeezebox Server (2) 58
รูปที่ 4.34 การติดตั้ง Squeezebox Server (3) 58
รูปที่ 4.35 หน้าต่างสำหรับการเข้าใช้งานเซิฟเวอร์ 58
รูปที่ 4.36 ขั้นตอนการนำเพลงเข้าสู่เซิฟเวอร์ (1) 59
รูปที่ 4.37 ขั้นตอนการนำเพลงเข้าสู่เซิฟเวอร์ (2) 59
รูปที่ 4.38 ขั้นตอนการเล่นเพลงจากคอมพิวเตอร์ (1) 60
รูปที่ 4.39 ขั้นตอนการเล่นเพลงจากคอมพิวเตอร์ (2) 60
รูปที่ 4.40 การเชื่อมต่อ Wi-Fi ของ Raspberry Pi (1) 61
รูปที่ 4.41 การเชื่อมต่อ Wi-Fi ของ Raspberry Pi (2) 61
รูปที่ 4.42 ขั้นตอนการเล่นเพลงจากสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการณ์ iOS 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.43 การควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน iPeng 62
รูปที่ ก.1 Poster IP Loudspeaker System for Home Use .. Data Source..... 67
รูปที่ ข.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม PuTTY 67
รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม SourceTree..... 67
รูปที่ ค.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม Win32 Disk Imager..... 67
รูปที่ ค.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม Win32 Disk Imager 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและแนวคิดของโครงงาน

"ชนใดไม่มีดนตรีกาล ในสันดานเป็นคนชอบกลนัก" พระราชนิพนธ์แปล ในรัชกาลที่ ๖ (จากต้นฉบับของ วิลเลี่ยม เช็กเปียร์)

"ชนใดไม่มีดนตรีกาล
ในสันดานเป็นคนชอบกลนัก
อีกใครฟังดนตรีไม่เห็นเพราะ
เขานั้นเหมาะคิดกบฏอัปลักษณ์
ฤๅอุบายเล่ห์ร้ายขมังนัก
มโนหนักมืดมัวเหมือนราตรี
อีกดวงใจย่อมดำสกปรก
ราวนรกเช่นกล่าวมานี่
ไม่ควรใครไว้ใจในโลกนี้
เจ้าจงฟังดนตรีเถิดชื่นใจ"

ดนตรีเป็นสิ่งที่ธรรมชาติให้มาพร้อมๆ กับชีวิตมนุษย์โดยที่มนุษย์เองไม่รู้ตัว ดนตรีเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์อย่างหนึ่งที่ช่วยให้มนุษย์มีความสุข สนุกสนานรื่นเริง ช่วยผ่อนคลายความเครียดทั้งทางตรงและทางอ้อม ดนตรีเป็นเครื่องกล่อมเกลาจิตใจของมนุษย์ให้มีความเบิกบานหรรษาให้เกิดความสงบและพักผ่อน กล่าวคือในการดำรงชีพของมนุษย์ตั้งแต่เกิดจนกระทั่งตายดนตรีมีความเกี่ยวข้องอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ดนตรี มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย จิตใจ และการทำงานของสมองในหลายๆ ด้าน จากการศึกษาวิจัยพบว่ามีผล ดังนี้ ผลของดนตรีต่อร่างกาย สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจ อัตราการเต้นของชีพจร ความดันโลหิต การตอบสนองของม่านตา ความตึงตัวของกล้ามเนื้อ และการไหลเวียนของเลือด ผลของดนตรีต่อจิตใจและสมอง สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ อารมณ์ สติสัมปชัญญะ จินตนาการ การรับรู้สภาพความเป็นจริง และการสื่อสารทางอวัจนะภาษา

อุปกรณ์เครื่องเล่นเพลงและดนตรีต่างๆ ที่สามารถอ่านและถ่ายทอดพลังเสียงออกมาให้เราได้ยินกันได้ ซึ่งในปัจจุบันถือได้ว่า เครื่องเล่นเพลงชนิดต่างๆ ได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งในการทำงานและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในชีวิตประจำวันของคนเราไปแล้ว และในปัจจุบันก็ได้มีบริษัทต่างๆ ที่ทำการผลิตเครื่องเล่นได้ทำการวิจัยและผลิตเครื่องเล่นรูปแบบใหม่ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ดังนั้นปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้จัดทำขึ้นมาเพื่อพัฒนาแหล่งกำเนิดข้อมูลเสียงลำโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้าน สิ่งที่ข้าพเจ้าจะพัฒนาคือ จะนำระบบไอพีแอดเดรส (IP Address) เข้ามาใช้ในลำโพงสำหรับใช้ในบ้านผ่านคอมพิวเตอร์จิ๋ว (Raspberry Pi 3)

1.2 จุดประสงค์

- ศึกษาเกี่ยวกับการนำระบบไอพีแอดเดรสมาใช้ในเครื่องเล่น และลำโพง
- ศึกษาเกี่ยวกับการการส่งสัญญาณเสียงในเครื่องเล่นแบบต่างๆ
- ศึกษาเกี่ยวกับการนำวงจรขยายความถี่เข้ามาใช้งานกับลำโพง
- ศึกษาเกี่ยวกับการนำวงจรกรองความถี่เข้ามาใช้งานกับลำโพง
- ศึกษาการเขียนภาษาคอมพิวเตอร์ (ไพทอน) เพื่อนำมาใช้กับเครื่องเล่น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

- ศึกษาและออกแบบลำโพงให้นำระบบไอพีแอดเดรสเข้ามาใช้ได้
- ศึกษาลักษณะการแผ่กระจายของเสียงจากลำโพง
- ศึกษาและออกแบบตัวกรองความถี่เพื่อนำมาใช้งานกับลำโพง
- ศึกษาและออกแบบโปรแกรมให้นำมาใช้กับเครื่องเล่น

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถนำมาใช้กับลำโพงได้จริง
- ทำให้ทราบลักษณะการแผ่กระจายเสียงจากลำโพง เพื่อที่จะพัฒนาลำโพงที่เหมาะสำหรับใช้ฟังที่บ้าน
- ระบบที่ทำการศึกษา สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้และต่อยอดได้

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- ลำโพงสเตอริโอ	จำนวน 1 ชุด
- อุปกรณ์สำหรับรับและแปลงข้อมูล	จำนวน 1 ชุด
- เครื่องขยายสัญญาณเสียง (Power Amplifier)	จำนวน 2 เครื่อง
- ออสซิโลสโคปและอุปกรณ์ต่อพ่วง	จำนวน 1 ชุด
- เครื่องกำเนิดความถี่ (Function Generator)	จำนวน 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องวัดความดังของเสียง (SPL Meter) จำนวน 1 เครื่อง
- คอมพิวเตอร์จิ๋ว (Raspberry Pi 3) จำนวน 1 เครื่อง
- Micro SD Card สำหรับติดตั้งระบบปฏิบัติการณ์ จำนวน 1 ชิ้น
- External Harddisk จำนวน 1 ชิ้น

1.5.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

- โปรแกรม MATLAB 7.1
- โปรแกรม NOOB
- โปรแกรม RASPBIAN
- โปรแกรม MAX2PLAY
- โปรแกรม SQUEEZEBOX SERVER
- โปรแกรม PuTTY Configuration
- โปรแกรม Win32 Disk Manager
- โปรแกรม SDFormatter V4.0
- แอพพลิเคชัน iPeng

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

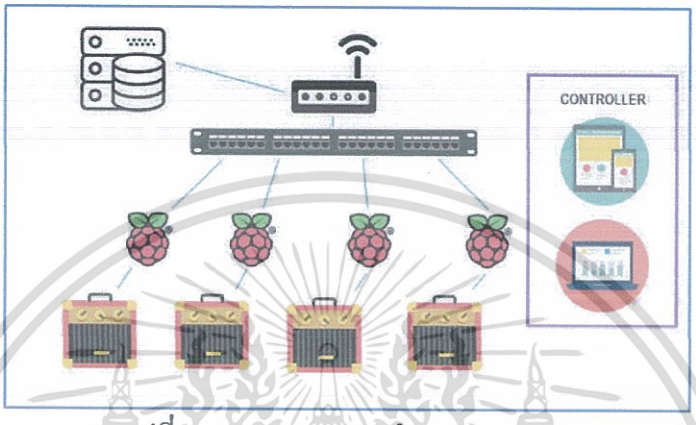
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอน	2559					2560				
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
วางแผนการดำเนินโครงการ		↔								
ศึกษาปัญหา เก็บรวบรวมและค้นคว้าข้อมูล		↔	→							
วิเคราะห์และออกแบบระบบ			↔	→						
ออกแบบวงจรการส่งและจัดเก็บสัญญาณเสียงบนเซิร์ฟเวอร์			↔	→						
ออกแบบระบบการส่งสัญญาณเสียงดิจิตอล				↔	→					
จัดเตรียม จัดซื้อ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน					↔					
ดำเนินการทำโครงงาน					↔	→	→			
ทดลองโครงงาน และแก้ไขปัญหา								↔		
จัดทำเอกสารปริญญานิพนธ์									↔	→

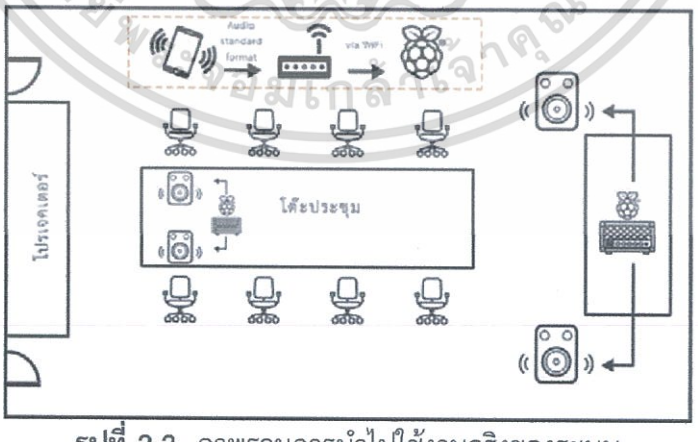
บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 2.1 ภาพรวมการทำงานของระบบ

ภาพรวมการทำงานคือ การเชื่อมต่อจากอุปกรณ์ต้นทางต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ โดยจะทำการควบคุมผ่าน Airplay (iOs) หรือแอปพลิเคชันสำหรับ Airplay (Android Os) เพื่อทำการสั่งงานเล่นเพลงจากอุปกรณ์ต้นทางและส่งสัญญาณเสียงจากอุปกรณ์ไปยังอุปกรณ์ปลายทาง (บอร์ด Raspberry Pi) จากนั้นส่งต่อเข้าสู่ลำโพงผ่านสายสัญญาณเสียง เพื่อขับเสียงออกมาแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.2 ภาพรวมการนำไปใช้งานจริงของระบบ

ภาพรวมการนำไปใช้งานจริงของระบบ โดยจำลองจากแผนภาพของห้องประชุม โดยทำการแบ่งห้องออกเป็น 2 โซน เพื่อเปรียบเสมือนห้อง 2 ห้อง คือ โซนหน้าห้องบริเวณโปรเจคเตอร์และโซนหลังห้อง เพื่อบ่งบอกถึงการเป็น IP Loudspeaker System for Multi-room แสดงดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

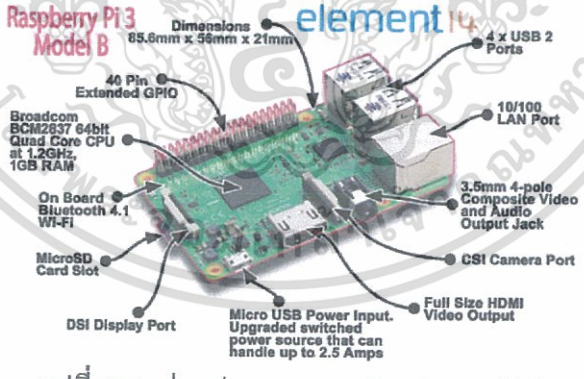
2.2 คอมพิวเตอร์จิ๋ว (Raspberry Pi 3)

Raspberry Pi คอมพิวเตอร์ขนาดเท่าบัตรเครดิต ราคาถูก ($35) ใช้ชิปของ Broadcom ออกแบบมาเพื่อใช้ในการศึกษา โดยมีระบบปฏิบัติการเป็นลินุกซ์ (Linux) เช่น Raspbian (Debian), Pidora (Fedora) และล่าสุด Windows 10

2.2.1 ข้อมูลจำเพาะ (Specifications)

1. Soc: Broadcom BCM2837
2. CPU: 4× ARM Cortex-A53, 1.2GHz
3. GPU: Broadcom VideoCore IV
4. RAM: 1GB LPDDR2 (900 MHz)
5. Networking: 10/100 Ethernet, 2.4GHz 802.11n wireless
6. Bluetooth: Bluetooth 4.1 Classic, Bluetooth Low Energy
7. Storage: microSD
8. GPIO: 40-pin header, populated
9. Ports: HDMI, 3.5mm analogue audio-video jack, 4x USB 2.0, Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface (DSI)

2.2.2 ส่วนประกอบ Raspberry Pi 3



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของ Raspberry Pi 3
(อ้างอิงโดย https://goo.gl/3mvadi)

1. จุดเชื่อต่อ GPIO (40 Pin Extended GPIO) รายละเอียดดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

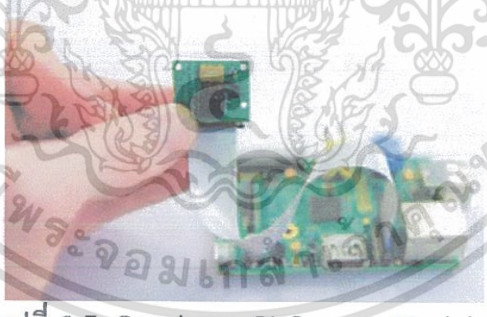
3.3V	1	2	5V
I2C1 SDA	3	4	5V
I2C1 SCL	5	6	GROUND
GPIO4	7	8	UART TXD
GROUND		10	UART RXD
GPIO 17	11	12	GPIO 18
GPIO 27	13	14	GROUND
GPIO 22	15	16	GPIO 23
3.3V	17	18	GPIO 24
SP10 MOSI	19	20	GROUND
SP10 MISO	21	22	GPIO 25
SP10 SCLK	23	24	SP10 CE0 N
GROUND	25	26	SP10 CE1 N

รูปที่ 2.4 รายละเอียดจุดเชื่อมต่อ GPIO

(อ้างอิงโดย http://www.hobbytronics.co.uk/raspberry-pi-gpio-pinout)

2. แผงวงจรขนาด 85.6 มม. x 56 มม. x 21 มม.
3. จุดเชื่อมต่อ USB 2.0 จำนวน 4 จุด
4. จุดเชื่อมต่อ RJ-45 Ethernet LAN 10/100 Mbps
5. จุดเชื่อมต่อสัญญาณเสียงขนาด 3.5 มิลลิเมตร
6. จุดเชื่อมต่อ CSI (Camera Serial Interface) สำหรับเชื่อมต่อโมดูลกล้องแสดง

ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 Raspberry Pi Camera Module

(อ้างอิงโดย https://goo.gl/dsrW9D)

รูปที่ 2.6 สาย HDMI

(อ้างอิงโดย https://goo.gl/CbrD9O)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. จุดเชื่อมต่อ HDMI สำหรับสัญญาณภาพและเสียง ตัวอย่างสาย HDMI ดังรูปที่ 2.6 และตัวแปลง HDMI to VGA แสดงดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 HDMI to VGA
(อ้างอิงโดย https://goo.gl/hDTdeO)

8. จุดเชื่อมต่อ Micro USB Power สำหรับเป็นไฟเลี้ยงวงจรบอร์ด Raspberry Pi

9. จุดเชื่อมต่อ DSI (Display Serial Interface) ใช้สำหรับต่อจอแสดงผล เช่น จอแสดงผลแบบ TFT Touch Screen เป็นต้น

10. ช่องเสียบ SD Card อยู่บริเวณด้านล่างของบอร์ด

11. On Board Bluetooth 4.1 Wi-Fi

12. หน่วยประมวลผล Broadcom BCM2837 64bit Quad Core CPU at 1.2GHz, 1GB RAM

2.2 เครื่องเสียง

เครื่องเสียง หมายถึง เครื่องใช้ไฟฟ้าหรือเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณเสียง หรือเกี่ยวข้องกับกระบวนการขยายเสียง ถ่ายทอดเสียง กระจายเสียง เป็นต้น ในภายหลังยังนิยมเรียกรวมถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับสัญญาณภาพด้วย

เมื่อพูดถึงเครื่องขยายเสียงหรือแอมพลิฟายเออร์ตามภาษาอังกฤษ พวกเรามักจะนึกถึงเครื่องเสียงเสตอริโอราคาเป็นหมื่นเป็นแสน หรือไม่ก็เครื่องดนตรีแสนแพง แต่ที่จริงแล้วเครื่องขยายเสียง มีอยู่ในวิทยุราคาตั้งแต่ 50 บาท จนถึงราคาเป็นหลักสิบล้านก็มี คุณสามารถได้ยินจากโทรทัศน์ลำโพงของเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องเล่นซีดีและอื่นๆ อีกมากมายที่สามารถให้เสียงออกมาได้

2.2.1 ประเภทของเครื่องเสียง

เครื่องเสียงนั้นมีด้วยกันหลายประเภท โดยอาจแบ่งตามลักษณะการทำงานได้ดังนี้

1. อุปกรณ์แหล่งสัญญาณ เป็นอุปกรณ์ต้นสัญญาณ โดยอาจเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณเอง หรือรับสัญญาณจากคลื่นวิทยุก็ได้ เช่น เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องเล่นเทปคาส-เซ็ต เครื่องเล่นซีดี เครื่องเล่นดีวีดี เครื่องรับวิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์ หรือเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์ปรับแต่งสัญญาณ ขยายสัญญาณ หรือแปลงสัญญาณ แล้วแต่การใช้งาน เช่น ปรีแอมปลิไฟเออร์, เพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์, อีควอไลเซอร์, มิกเซอร์, เซอราวด์ซาวด์โปรเซสเซอร์

3. อุปกรณ์กระจายเสียง เป็นส่วนท้ายสุดของระบบเครื่องเสียง เป็นตัวถ่ายทอดผลลัพธ์สุดท้ายออกมา ซึ่งก็คือ ลำโพง นั่นเอง อย่างไรก็ตาม ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบเครื่องเสียงอีกมากมาย เช่น ไมโครโฟน, สายเคเบิล, สายสัญญาณ เป็นต้น

2.3 ภาษาไพทอน (Python Programming Language)

เป็นภาษาโปรแกรมระดับสูง เพื่อใช้งานทั่วไปแบบอินเทอร์พรีเตอร์ ที่สร้างโดย กีโด ฟาน รอสซัม (Guido van Rossum) ใน พ.ศ. 2533 ปัจจุบันดูแลโดยมูลนิธิซอฟต์แวร์ไพทอน

2.3.1 จุดเด่นของภาษาไพทอน

2.3.1.2 ความเป็นภาษาสคริปต์ เนื่องจากไพทอนเป็นภาษาสคริปต์ ทำให้ใช้เวลาในการเขียนและคอมไพล์ไม่มาก ทำให้เหมาะกับงานด้านการดูแลระบบ(System administration) เป็นอย่างยิ่ง ได้มีการสนับสนุนภาษาไพทอนโดยเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการยูนิกซ์, ลินุกซ์ และสามารถติดตั้งให้ทำงานเป็นภาษาสคริปต์ของวินโดวส์ ผ่านระบบ en:Windows Script Host ได้อีกด้วย

2.3.1.3 ไวยากรณ์ที่อ่านง่าย ไวยากรณ์ของไพทอนได้กำจัดการใช้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแบ่งบล็อกของโปรแกรมและใช้การย่อหน้าแทน ทำให้สามารถอ่านโปรแกรมที่เขียนได้ง่าย นอกจากนั้นยังมีการสนับสนุนการเขียน docstring ซึ่งเป็นข้อความสั้นๆ ที่ใช้อธิบายการทำงานของฟังก์ชัน คลาส และโมดูลอีกด้วย

2.3.1.4 ความเป็นภาษากาว ไพทอนเป็นภาษากาว (Glue Language) ได้อย่างดี เนื่องจากสามารถเรียกใช้ภาษาโปรแกรมอื่นๆ ได้หลายภาษา ทำให้เหมาะที่จะใช้เขียนเพื่อประสานงานโปรแกรมที่เขียนในภาษาต่างกันได้

2.3.2 ไพทอนในแพลตฟอร์มต่าง ๆ

ผู้เขียนโปรแกรมภาษาไพทอนสามารถเลือกใช้แพลตฟอร์มได้ดังนี้

2.3.2.1 ซีไพทอน (CPython) คือแพลตฟอร์มภาษาไพทอนดั้งเดิม โปรแกรมอินเทอร์พรีเตอร์ถูกเขียนโดยภาษาซี ซึ่งคอมไพล์ใช้ได้บนหลายระบบปฏิบัติการณ์ เช่น วินโดวส์, ยูนิกซ์, ลินุกซ์ การใช้งานสามารถทำได้โดยการติดตั้งโปรแกรมอินเทอร์พรีเตอร์และแพ็คเกจที่จำเป็นต่าง ๆ

2.3.2.2 ไจทอน (Jython) เป็นแพลตฟอร์มภาษาไพทอนที่ถูกพัฒนาบนแพลตฟอร์มจาวา เพื่อเพิ่มอำนวยความสะดวกในการใช้ความสามารถภาษาสคริปต์ของไพทอนลงในซอฟต์แวร์จา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาอื่น ๆ การใช้งานสามารถทำได้โดยการติดตั้งจาวาและเรียกไลบรารีของไจทอนซึ่งมาในรูปไบนารี เพื่อใช้งาน

2.3.2.3 ไพทอนดอตเน็ต (Python.NET) เป็นการพัฒนาภาษาไพทอนให้สามารถทำงานบน .NET Framework ของไมโครซอฟท์ได้ โดยโปรแกรมที่ถูกเขียนจะถูกแปลงเป็น CLR ปัจจุบัน มีโครงการที่นำภาษาไพทอนมาใช้บน .NET Framework ของไมโครซอฟท์แล้วคือ โครงการ IronPython

2.3.3 ไลบรารีในไพทอน

การเขียนโปรแกรมในภาษาไพทอนโดยใช้ไลบรารีต่างๆ เป็นการลดภาระของโปรแกรมเมอร์ได้เป็นอย่างดี ทำให้โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องเสีย*เวลากับการเขียนคำสั่งที่ซ้ำๆ เช่นการแสดงผลข้อมูลสู่หน้าจอ หรือการรับค่าต่างๆ

ไพทอนมีชุดไลบรารีมาตรฐานมาให้ตั้งแต่ติดตั้งอินเตอร์พรีเตอร์ นอกจากนั้นยังมีผู้พัฒนาจากทั่วโลกดำเนินการพัฒนาไลบรารีซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ โดยจะเผยแพร่ในรูปแบบของแพ็คเกจต่าง ๆ ซึ่งสามารถติดตั้งเพิ่มเติมได้อีกด้วย

2.3.3.1 แพ็คเกจเพิ่มเติมที่น่าสนใจ

1. wxPython: อีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเขียนส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกส์ ซึ่งสามารถใช้ได้หลายระบบปฏิบัติการ
2. SciPy: รวมโครงสร้างข้อมูลและการคำนวณต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการเขียนโปรแกรมคำนวณทางวิทยาศาสตร์
3. py2exe: ใช้สำหรับแปลงโปรแกรมที่เขียนในภาษาไพทอนให้อยู่ในรูปแบบของในระบบปฏิบัติการวินโดวส์
4. PyWin32: ใช้สำหรับติดต่อเรียกใช้บริการบนระบบปฏิบัติการวินโดวส์และคลาสใน Microsoft Foundation Classes: MFC
5. MySQLdb: ใช้สำหรับติดต่อกับระบบฐานข้อมูล MySQL
6. psycopg2: ใช้สำหรับติดต่อกับระบบฐานข้อมูล โพสต์เกรสคิวเอล
7. PyGTK: GTK+ สำหรับ Python ใช้สำหรับสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกส์ ซึ่งสามารถใช้ได้หลายระบบปฏิบัติการ
8. PyQt: Qt สำหรับ Python ใช้สำหรับสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกส์ ซึ่งสามารถใช้ได้หลายระบบปฏิบัติการ

2.3.4 การนำไปใช้งาน

ด้วยความยืดหยุ่นของภาษาไพทอน และความเป็นภาษาสคริปต์ทำให้มีการใช้งานไพทอนอย่างกว้างขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.1 ตัวแก้ไขสำหรับไพทอน

ผู้ใช้สามารถใช้ตัวแก้ไขข้อความทั่วไปในการแก้ไขโปรแกรมภาษาไพทอน นอกจากนั้นยังมี Integrated Development Environmentอื่นๆ ให้เลือกใช้อีก อาทิ

1. PyScripter: เป็นชุดเครื่องมือสำหรับพัฒนาภาษาไพธอน บนระบบปฏิบัติการวินโดวน์ ที่ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ฟรี (open source)
2. Python IDLE: มีอยู่ในชุดอินเตอร์พรีเตอร์อยู่แล้ว สามารถเลือกติดตั้งได้
3. PythonWin: เป็นตัวแก้ไขในชุดของ PyWin32
4. ActivePython: จาก ActiveState (ล่าสุด รุ่น 2.5.1)
5. SPE (Stani's Python Editor) : เป็นตัวแก้ไขที่มาพร้อมกับตัวออกแบบยูสเซอร์อินเทอร์เฟส wxGlade และเครื่องมือสำหรับ Regular Expression มีระบบ Syntax Highlight และการจัดย่อหน้าตามวากยสัมพันธ์ของไพทอนให้อัตโนมัติพัฒนาขึ้นจากภาษาไพทอนดาวน์โหลดใช้งานได้ฟรีที่ http://spe.pycs.net
6. WingIDE: ตัวแก้ไขที่มีระบบ Syntax Highlight และการจัดย่อหน้าตามไวยกรณ์ของไพทอนให้อัตโนมัติ แต่ไม่ใช่ฟรีแวร์
7. Komodo: ตัวแก้ไขที่มีระบบ Syntax Highlight, การจัดย่อหน้าตามไวยกรณ์ของไพทอนให้อัตโนมัติและเติมคำอัตโนมัติ เป็นตัวแก้ไขจาก ActiveState อีกตัวหนึ่ง ไม่ใช่ฟรีแวร์
8. Pydev: เป็น Python IDE สำหรับ Eclipse สามารถใช้พัฒนา Python, Jython และ Ironpython
9. PyCharm: เป็น Python IDE ที่สร้างขึ้นโดยบริษัท JetBrains แบ่งออกเป็น 2 เวอร์ชัน ได้แก่ Community Edition (ใช้งานฟรี) และ Professional Edition (เสียเงินสามารถทดลองใช้ได้ 30 วัน) โดย Professional Edition จะเพิ่มความสามารถในการตรวจ syntax ของเฟรมเวิร์กที่ได้รับความนิยมที่ใช้งานร่วมกับภาษาไพทอน เช่น Django, Flask, Google App Engine เป็นต้น

2.3.4.2 องค์กรสำคัญที่ใช้ไพทอน

กูเกิล ใช้ภาษาไพทอนในบริการหลายอย่าง เช่น จีเมล กูเกิลโลคอล และกูเกิลแมพส์

2.3.4.3 ซอฟต์แวร์ที่เขียนด้วยไพทอน

1. บิตทอร์เรนต์ (BitTorrent)
2. Chandler โปรแกรมจัดการข้อมูลส่วนบุคคล
3. บางส่วนของ GNOME
4. บางส่วนของ Blender
5. Mailman โปรแกรมจัดการจดหมายกลุ่ม (เมลลิ่งลิสต์)
6. MoinMoin โปรแกรมวิกิ
7. Portage ส่วนจัดการแพกเกจของ Gentoo Linux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Zope แอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์
9. เทอร์โบเกียร์ กรอบงานขนาดใหญ่สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ
10. Django กรอบงานขนาดใหญ่สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ

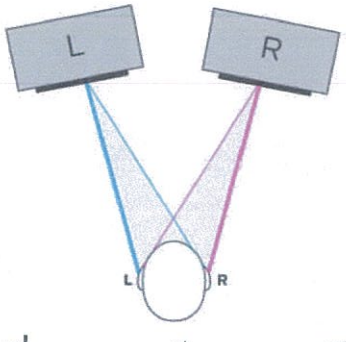
2.4 มาตรฐานของระบบเสียง

ระบบเสียงของลำโพงเป็นการกำหนดจำนวนและขนาดของลำโพงพร้อมด้วยตำแหน่งที่ควรจัดวางจะทำให้ระบบเสียงที่กระจายได้ในตำแหน่งเดียวกับเสียงภาพยนตร์และภาพจะทำงานอย่างสอดคล้องกัน อย่างเช่นเสียงเดินมาจากทางด้านซ้ายเสียงลำโพงด้านซ้ายทั้งหมดจะทำงานให้สอดคล้องกันเมื่อเข้าใกล้ก็จะมีความเข้มข้นของเสียงที่มากขึ้นด้วย ระบบลำโพงนอกจากรอบทิศทางแล้วยังพัฒนาให้มีเสียงทุ้มทำให้เสียงที่ได้ยินแยกอิสระต่อกันเสียงจะทุ้มนุ่มมากขึ้น โดยทาง Dolby Lab เป็นผู้คิดค้นและพัฒนาระบบเสียงที่เราใช้กันทั่วโลกระบบเสียงที่ว่านี้จะถูกตราสัญลักษณ์ไว้ข้างกล่องสินค้าที่ใช้ระบบเสียงนี้ทุกชนิด ซึ่งจะมีการรองรับที่ต่างกัน

รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์ Dolby Lab

2.4.1 ระบบเสียงแบบสเตอริโอ (Stereo)

ระบบเสียงแบบสเตอริโอ นี้จะมีรูปแบบการวางลำโพงสองด้าน คือ ด้านซ้ายและด้านขวา ทำให้เสียงที่ออกมานั้นมีมิติ เช่นเมื่อฟังเพลง อาจจะได้ยินเสียงนักร้อง เสียงกลอง อยู่ตรงกลาง และเสียงกีตาร์ เสียงเบส หรือเสียงเปียโน จะอยู่ทางด้านซ้ายหรือด้านขวา ตามที่ผู้บันทึกเสียงกำหนดจึงทำให้เสียงดนตรี มีมิติ และไพเราะมากขึ้น จึงถือว่าเป็นระบบเสียงที่ดีในระดับหนึ่งและใช้กันแพร่หลาย ในหมู่นักฟังเพลง แต่ไม่ได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเสียงในปัจจุบัน

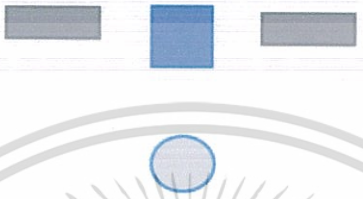


รูปที่ 2.9 ระบบเสียงแบบสเตอริโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 ระบบเสียงแบบสเตอริโอ 2.1

เป็นระบบเสียงที่มีลำโพง 3 ตัว โดยระบบเสียงรุ่นเดิมจะมีลำโพงแค่สองตัวในระบบสเตอริโอธรรมดาหากเป็น 2.1 จะมีลำโพงอีก 1 ตัว คือซับวูฟเฟอร์ โดยระบบ2.1จะดีกว่าระบบเดิมเพียงเล็กน้อย ตรงที่ลำโพงที่ให้จะเป็นเสียงทุ้มทำให้เสียงฟังสบายและแยกความแตกต่างของเสียงได้ชัดเจนขึ้น



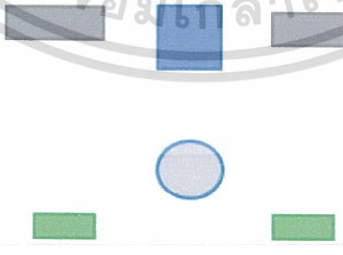
รูปที่ 2.10 ระบบเสียงแบบสเตอริโอ 2.1

2.4.2 ระบบเสียงแบบรอบทิศทาง (Surround)

ระบบเสียงแบบรอบทิศทาง เป็นระบบการใช้ช่องสัญญาณเสียงประกอบกันเป็นสัญญาณแผ่กระจาย รอบตัวผู้ฟังทำให้สามารถรับถึงมิติของเสียงได้ทุกทิศทางรอบตัวทำให้มีความสมจริงมากขึ้น ซึ่งเป็นที่นิยมมากในหมู่ผู้ชอบชมภาพยนตร์ ระบบเสียงแบบรอบทิศทาง นั้นมีหลายรูปแบบต่างๆ กัน ดังนี้

2.4.2.1 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 4.1

พัฒนามาจากระบบ 2.1 โดยจะมีการเพิ่มลำโพงด้านหลังอีก 2 ตัว เป็นลำลำโพงคู่หลังวางไว้ที่ข้างซ้ายและขวา ทำให้ได้รับเสียงระบบรอบทิศทางที่ดีขึ้น



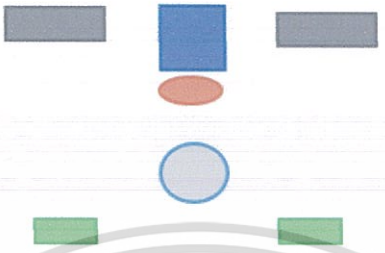
รูปที่ 2.11 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 4.1

2.4.2.2 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 5.1

ลำโพงในรูปแบบ 5.1 นี้ แตกต่างจากระบบเสียงรอบทิศทาง 4.1 ช่องคือ จะเพิ่มช่องสัญญาณขึ้นมาอีก 2 ช่อง ให้กับลำโพงตัวกลางและซับวูฟเฟอร์ซึ่งในรูปแบบนี้ ซับวูฟเฟอร์จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องสัญญาณเป็นของตัวเองแล้ว แต่ก็ยังนับเป็น x.1 อยู่เนื่องจากซับวูฟเฟอร์ยังขับเสียงในช่วงความถี่ต่ำเช่นเดิมเสียงที่ออกมาจะเป็นในรูปแบบคลื่นสั่นสะเทือน จึงไม่สามารถให้มิติของเสียงได้ โดยในรูปแบบ 5.1 ช่อง สามารถรองรับระบบดอลบี้ดิจิตอล (Dolby Digital) พบได้ในโรงภาพยนตร์ทั่วไป



รูปที่ 2.12 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 5.1

2.4.2.3 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 6.1

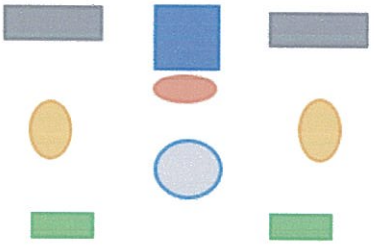
เป็นการเพิ่มลำโพงด้านหลังตรงกลางอีกหนึ่งตัว รองรับระบบ Dolby Digital EX หรือ DTS ES แต่เป็นระบบที่ไม่ค่อยได้รับความนิยมส่วนมากจึงเลือกที่จะใช้ระบบ 7.1

รูปที่ 2.13 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 6.1

2.4.2.4 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 7.1

เป็นระบบที่ได้พัฒนามาสูงที่สุดในปัจจุบัน จะมีการเพิ่มลำโพงสองตัว ตรงกลางซ้าย ขวา โดยไม่มีลำโพงด้านหลังกลางเหมือนกัน 6.1 แต่ก็ต้องใช้งานร่วมกับการ์ดเสียงที่รองรับระบบนี้ด้วย ทำให้ได้รับเสียงจากภาพยนตร์ที่สมจริงมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ระบบเสียงรอบทิศทางแบบ 7.1

2.5 เครือข่ายคอมพิวเตอร์

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือ คอมพิวเตอร์เน็ตเวิร์ก (อังกฤษ: computer network; ศัพท์บัญญัติว่า *ข่ายงานคอมพิวเตอร์*) คือเครือข่ายการสื่อสารโทรคมนาคมระหว่างคอมพิวเตอร์จำนวนตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ ในเครือข่าย (โหนดเครือข่าย) จะใช้สื่อที่เป็นสายเคเบิลหรือสื่อไร้สาย เครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่รู้จักกันดีคือ อินเทอร์เน็ต

การที่ระบบเครือข่ายมีบทบาทสำคัญมากขึ้นในปัจจุบัน เพราะมีการใช้งานคอมพิวเตอร์อย่างแพร่หลาย จึงเกิดความต้องการที่จะเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เหล่านั้นถึงกัน เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบให้สูงขึ้น และลดต้นทุนของระบบโดยรวมลง

การโอนย้ายข้อมูลระหว่างกันในเครือข่าย ทำให้ระบบมีขีดความสามารถเพิ่มมากขึ้น การแบ่งการใช้ทรัพยากร เช่น หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยจัดเก็บข้อมูล โปรแกรมคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีราคาแพงและไม่สามารถจัดหามาให้ทุกคนได้ เช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องกราดภาพ (scanner) ทำให้ลดต้นทุนของระบบลงได้

อุปกรณ์เครือข่ายที่สร้างข้อมูล ส่งมาตามเส้นทางและบรรจบข้อมูลจะเรียกว่าโหนดเครือข่าย โหนดประกอบด้วยโฮสต์เช่นเซิร์ฟเวอร์ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลและฮาร์ดแวร์ของระบบเครือข่าย อุปกรณ์สองตัวจะกล่าวว่าเป็นเครือข่ายได้ก็ต่อเมื่อกระบวนการในเครื่องหนึ่งสามารถที่จะแลกเปลี่ยนข้อมูลกับกระบวนการในอีกอุปกรณ์หนึ่งได้

เครือข่ายจะสนับสนุนแอปพลิเคชันเช่นการเข้าถึงเวิลด์ไวด์เว็บ การใช้งานร่วมกันของแอปพลิเคชัน การใช้เซิร์ฟเวอร์สำหรับเก็บข้อมูลร่วมกัน การใช้เครื่องพิมพ์และเครื่องแฟ็กซ์ร่วมกัน และการใช้อีเมลและโปรแกรมส่งข้อความโต้ตอบแบบทันทีร่วมกัน

2.5.1 การเชื่อมโยงเครือข่าย

สื่อกลางการสื่อสารที่ใช้ในการเชื่อมโยงอุปกรณ์เพื่อสร้างเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยสายเคเบิลไฟฟ้า (HomePNA, สายไฟฟ้าสื่อสาร, G.hn), ใยแก้วนำแสง และคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(เครือข่ายไร้สาย) ในโมเดล OSI สื่อเหล่านี้จะถูกกำหนดให้อยู่ในเลเยอร์ที่ 1 และที่ 2 หรือชั้นกายภาพและชั้นเชื่อมโยงข้อมูล

ครอบครัวของสื่อการสื่อสารที่ถูกพัฒนาอย่างกว้างขวางและถูกนำมาใช้ในเทคโนโลยีเครือข่ายท้องถิ่น (LAN) เรียกว่า อีเธอร์เน็ต มาตรฐานของสื่อกลางและของโพรโทคอลที่ช่วยในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ในเครือข่ายอีเธอร์เน็ตถูกกำหนดโดยมาตรฐาน IEEE 802. อีเธอร์เน็ตในโลกไซเบอร์มีทั้งเทคโนโลยีของ LAN แบบใช้สายและแบบไร้สาย อุปกรณ์ของ LAN แบบใช้สายจะส่งสัญญาณผ่านสื่อกลางที่เป็นสายเคเบิล อุปกรณ์ LAN ไร้สายใช้คลื่นวิทยุหรือสัญญาณอินฟราเรดเป็นสื่อกลางในการส่งผ่านสัญญาณ

2.4.2.1 เทคโนโลยีแบบใช้สาย

เทคโนโลยีแบบใช้สายต่อไปนี้เรียงลำดับตามความเร็วจากช้าไปเร็วอย่างหยาบๆ

1. สายคู่บิด เป็นสื่อที่ใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุดสำหรับการสื่อสารโทรคมนาคมทั้งหมด สายคู่บิดประกอบด้วยกลุ่มของสายทองแดงหุ้มฉนวนที่มีการบิดเป็นคู่ๆ สายโทรศัพท์ธรรมดาที่ใช้ภายในบ้านทั่วไปประกอบด้วยสายทองแดงหุ้มฉนวนเพียงสองสายบิดเป็นคู่ สายเคเบิลเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (แบบใช้สายอีเธอร์เน็ตตามที่กำหนดโดยมาตรฐาน IEEE 802.3) จะเป็นสายคู่บิดจำนวน 4 คู่สายทองแดงที่สามารถใช้สำหรับการส่งทั้งเสียงและข้อมูล การใช้สายไฟสองเส้นบิดเป็นเกลียวจะช่วยลด crosstalk และการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าระหว่างสายภายในเคเบิลชุดเดียวกัน ความเร็วในการส่งอยู่ในช่วง 2 ล้านบิตต่อวินาทีถึง 10 พันล้านบิตต่อวินาที สายคู่บิดมาในสองรูปแบบคือคู่บิดไม่มีตัวนำป้องกัน(การรบกวนจากการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าภายนอก) (unshielded twisted pair หรือ UTP) และคู่บิดมีตัวนำป้องกัน (shielded twisted pair หรือ STP) แต่ละรูปแบบออกแบบมาหลายอัตราความเร็วในการใช้งานในสถานการณ์ต่างกัน

2. สายโคแอคเชียล ถูกใช้อย่างแพร่หลายสำหรับระบบเคเบิลทีวี, ในอาคารสำนักงานและสถานที่ทำงานอื่นๆ ในเครือข่ายท้องถิ่น สายโคแอคประกอบด้วยลวดทองแดงหรืออะลูมิเนียมเส้นเดี่ยวที่ล้อมรอบด้วยชั้นฉนวน (โดยปกติจะเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นกับไดอิเล็กทริกคงที่สูง) และล้อมรอบทั้งหมดด้วยตัวนำอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าจากภายนอก ฉนวนไดอิเล็กทริกจะช่วยลดสัญญาณรบกวนและความผิดเพี้ยน ความเร็วในการส่งข้อมูลอยู่ในช่วง 200 ล้านบิตต่อวินาทีจนถึงมากกว่า 500 ล้านบิตต่อวินาที '*ITU-T G.hn* เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สายไฟที่มีอยู่ในบ้าน (สายโคแอค, สายโทรศัพท์และสายไฟฟ้า) เพื่อสร้างเครือข่ายท้องถิ่นความเร็วสูง (ถึง 1 Gb/s)

3. ใยแก้วนำแสง เป็นแก้วไฟเบอร์ จะใช้พัลส์ของแสงในการส่งข้อมูล ข้อดีบางประการของเส้นใยแสงที่เหนือกว่าสายโลหะก็คือมีการสูญเสียในการส่งน้อยและมีอิสรภาพจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีความเร็วในการส่งรวดเร็วมากถึงล้านล้านบิตต่อวินาที เราสามารถใช้ความยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คลื่นที่แตกต่างของแสงที่จะเพิ่มจำนวนของข้อความที่ถูกส่งผ่านสายเคเบิลใยแก้วนำแสงพร้อมกันในเส้นเดียวกัน

2.4.2.2 เทคโนโลยีไร้สาย

1. ไมโครเวฟบนผิวโลก การสื่อสารไมโครเวฟบนผิวโลกจะใช้เครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณจากสถานีบนผิวโลกที่มีลักษณะคล้ายจานดาวเทียม ไมโครเวฟภาคพื้นดินอยู่ในช่วงกิกะเฮิรตซ์ที่ต่ำ ซึ่งจำกัดการสื่อสารทั้งหมดด้วยเส้นสายตาเท่านั้น สถานีทวนสัญญาณมีระยะห่างประมาณ 48 กิโลเมตร (30 ไมล์)

2. ดาวเทียมสื่อสาร การสื่อสารดาวเทียมผ่านทางคลื่นวิทยุไมโครเวฟที่ไม่ได้เบี่ยงเบนโดยชั้นบรรยากาศของโลก ดาวเทียมจะถูกส่งไปประจำการในอวกาศ ที่มักจะอยู่ในวงโคจร geosynchronous ที่ 35,400 กิโลเมตร (22,000 ไมล์) เหนือเส้นศูนย์สูตร ระบบการโคจรของโลกนี้มีความสามารถในการรับและถ่ายทอดสัญญาณเสียง ข้อมูลและทีวี

3. ระบบเซลลูลาร์และ PCS ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารวิทยุหลายเทคโนโลยี ระบบแบ่งภูมิภาคที่ครอบคลุมออกเป็นพื้นที่ทางภูมิศาสตร์หลายพื้นที่ แต่ละพื้นที่มีเครื่องส่งหรืออุปกรณ์เสาอากาศถ่ายทอดสัญญาณวิทยุพลังงานต่ำเพื่อถ่ายทอดสัญญาณเรียกจากพื้นที่หนึ่งไปยังอีกพื้นที่หนึ่งข้างหน้า

4. เทคโนโลยีวิทยุและการแพร่กระจายสเปกตรัม เครือข่ายท้องถิ่นไร้สายจะใช้เทคโนโลยีวิทยุความถี่สูงคล้ายกับโทรศัพท์มือถือดิจิทัลและเทคโนโลยีวิทยุความถี่ต่ำ LAN ไร้สายใช้เทคโนโลยีการแพร่กระจายคลื่นความถี่เพื่อการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์หลายชนิดในพื้นที่จำกัด IEEE 802.11 กำหนดคุณสมบัติทั่วไปของเทคโนโลยีคลื่นวิทยุไร้สายมาตรฐานเปิดที่รู้จักกันคือ Wi-Fi

5. การสื่อสารอินฟราเรด สามารถส่งสัญญาณระยะทางสั้นๆ มักไม่เกิน 10 เมตร ในหลายกรณีส่วนใหญ่ การส่งแสงจะใช้แบบเส้นสายตา ซึ่งจำกัดตำแหน่งการติดตั้งของอุปกรณ์การสื่อสาร

6. เครือข่ายทั่วโลก (global area network หรือ GAN) เป็นเครือข่ายที่ใช้สำหรับการสนับสนุนการใช้งานมือถือข้ามหลายๆ LAN ไร้สาย หรือในพื้นที่ที่ดาวเทียมครอบคลุมถึง ฯลฯ ความท้าทายที่สำคัญในการสื่อสารเคลื่อนที่คือการส่งมอบการสื่อสารของผู้ใช้จากพื้นที่หนึ่งไปอีกพื้นที่หนึ่ง ใน IEEE 802 การส่งมอบนี้เกี่ยวข้องกับความต่อเนื่องของ LAN ไร้สายบนผิวโลก

2.4.2.3 เทคโนโลยีที่แปลกใหม่

มีความพยายามต่างๆที่ขนส่งข้อมูลผ่านสื่อที่แปลกใหม่ ได้แก่

1. IP over Avian Carriers เป็นอารมณ์ขันของ April's fool เป็น RFC 1149 มันถูกนำมาใช้ในชีวิตจริงในปี 2001

2. ขยายอินเทอร์เน็ตเพื่อมิติอวกาศผ่านทางคลื่นวิทยุ

ทั้งสองกรณีมีการหน่วงเวลาสูงอันเนื่องมาจากสัญญาณต้องเดินทางไปกลับ ซึ่งจะทำให้การสื่อสารสองทางล่าช้ามาก แต่ก็ไม่ได้ขัดขวางการส่งข้อมูลจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ชนิดของเครือข่าย

ระบบเครือข่ายจะถูกแบ่งออกตามขนาดของเครือข่าย ซึ่งปัจจุบันเครือข่ายที่รู้จักกันดีมีอยู่ 6 แบบ ได้แก่

1. เครือข่ายภายใน หรือ แลน (Local Area Network: LAN) เป็นเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมโยงกันในพื้นที่ใกล้เคียงกัน เช่นอยู่ในห้อง หรือภายในอาคารเดียวกัน

2. เครือข่ายวงกว้าง หรือ แวน (Wide Area Network: WAN) เป็นเครือข่ายที่ใช้ในการเชื่อมโยงกัน ในระยะทางที่ห่างไกล อาจจะเป็น กิโลเมตร หรือ หลาย ๆ กิโลเมตร

3. เครือข่ายงานบริเวณนครหลวง หรือ แมน (Metropolitan area network : MAN)

4. เครือข่ายของการติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ แคน (Controller area network) : CAN) เป็นเครือข่ายที่ใช้ติดต่อกันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller unit: MCU)

5. เครือข่ายส่วนบุคคล หรือ แพน (Personal area network) : PAN) เป็นเครือข่ายระหว่างอุปกรณ์เคลื่อนที่ส่วนบุคคล เช่น โน้ตบุ๊ก มือถือ อาจมีสายหรือไร้สายก็ได้

6. เครือข่ายข้อมูล หรือ แซน (Storage area network) : SAN) เป็นเครือข่าย (หรือเครือข่ายย่อย) ความเร็วสูงวัตถุประสงค์เฉพาะที่เชื่อมต่อภายในกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลชนิดต่างกันด้วยแม่ข่ายข้อมูลสัมพันธ์กันบนคัวแทนเครือข่ายขนาดใหญ่ของผู้ใช้

2.5.3 อุปกรณ์เครือข่าย

1. เซิร์ฟเวอร์ (Server) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องแม่ข่าย เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หลักในเครือข่าย ที่ทำหน้าที่จัดเก็บและให้บริการไฟล์ข้อมูลและทรัพยากรอื่นๆ กับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ใน เครือข่าย โดยปกติคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้เป็นเซิร์ฟเวอร์มักจะเป็นเครื่องที่มีสมรรถนะสูงและมีฮาร์ดดิสก์ความจำสูงกว่าคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ ในเครือข่าย

2. ไคลเอนต์ (Client) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เครื่องลูกข่าย เป็นคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายที่ร้องขอ บริการและเข้าถึงไฟล์ข้อมูลที่จัดเก็บในเซิร์ฟเวอร์ หรือพูดง่ายๆ ก็คือ ไคลเอนต์ เป็นคอมพิวเตอร์ ของผู้ใช้แต่ละคนในระบบเครือข่าย

3. ฮับ (HUB) หรือ เรียก รีพีตเตอร์ (Repeater) คืออุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อกลุ่มคอมพิวเตอร์ ฮับ มีหน้าที่รับส่งเฟรมข้อมูลทุกเฟรมที่ได้รับจากพอร์ตใดพอร์ตหนึ่ง ไปยังพอร์ตที่เหลือ คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับฮับจะแชร์แบนด์วิธหรืออัตราข้อมูลของเครือข่าย เพราะฉะนั้นถ้ามีคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อมากจะทำให้อัตราการส่งข้อมูลลดลง

4. เน็ทเวิร์ก สวิตช์ (Switch) คืออุปกรณ์เครือข่ายที่ทำหน้าที่ในเลเยอร์ที่ 2 และทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่ได้รับมาจากพอร์ตหนึ่งไปยังพอร์ตเฉพาะที่เป็นปลายทางเท่านั้น และทำให้คอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อกับพอร์ตที่เหลือส่งข้อมูลถึงกันในเวลาเดียวกัน ดังนั้น อัตราการรับส่งข้อมูลหรือแบนด์วิธจึงไม่ขึ้นอยู่กับคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันนิยมเชื่อมต่อแบบนี้มากกว่าฮับเพราะลดปัญหาการชนกันของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เราต์เตอร์ (Router)เป็นอุปรณ์ที่ทำหน้าที่ในเลเยอร์ที่ 3 เราท์เตอร์จะอ่านที่อยู่ (Address) ของสถานีปลายทางที่ส่วนหัว (Header) ข้อแพ็กเก็ตข้อมูล เพื่อที่จะกำหนดและส่งแพ็กเก็ตต่อไป เราท์เตอร์จะมีตัวจัดเส้นทางในแพ็กเก็ต เรียกว่า เราติ้งเทเบิ้ล (Routing Table) หรือตารางจัดเส้นทางนอกจากนี้ยังส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายที่ให้โพรโทคอลต่างกันได้ เช่น IP (Internet Protocol), IPX (Internet Package Exchange) และ AppleTalk นอกจากนี้ยังเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. บริดจ์ (Bridge) เป็นอุปกรณ์ที่มักจะใช้ในการเชื่อมต่อวงแลน (LAN Segments) เข้าด้วยกัน ทำให้สามารถขยายขอบเขตของ LAN ออกไปได้เรื่อยๆ โดยที่ประสิทธิภาพรวมของระบบ ไม่ลดลงมากนัก เนื่องจากการติดต่อของเครื่องที่อยู่ในเซกเมนต์เดียวกันจะไม่ถูกส่งผ่าน ไปรบกวนการจราจรของเซกเมนต์อื่น และเนื่องจากบริดจ์เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานอยู่ในระดับ Data Link Layer จึงทำให้สามารถใช้ในการเชื่อมต่อเครือข่ายที่แตกต่างกันในระดับ Physical และ Data Link ได้ เช่น ระหว่าง Eternet กับ Token Ring เป็นต้น บริดจ์ มักจะถูกใช้ในการเชื่อมเครือข่ายย่อยๆ ในองค์กรเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายใหญ่ เพียงเครือข่ายเดียว เพื่อให้เครือข่ายย่อยๆ เหล่านั้นสามารถติดต่อกับเครือข่ายย่อยอื่นๆ ได้

7. เกตเวย์ (Gateway) เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายต่างประเภทเข้าด้วยกัน เช่น การใช้เกตเวย์ในการเชื่อมต่อเครือข่าย ที่เป็นคอมพิวเตอร์ประเภทพีซี (PC) เข้ากับคอมพิวเตอร์ประเภทแมคอินทอช (MAC) เป็นต้น

2.5.4 โพรโทคอลการสื่อสาร

คือชุดของกฎหรือข้อกำหนดต่างๆสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลในเครือข่าย ในโพรโทคอลสแต็ค (ระดับชั้นของโพรโทคอล ดูแบบจำลอง OSI) แต่ละโพรโทคอลยกระดับการให้บริการของโพรโทคอลที่อยู่ในชั้นล่าง ตัวอย่างที่สำคัญในโพรโทคอลสแต็คได้แก่ HTTP ที่ทำงานบน TCP over IP ผ่านข้อกำหนด IEEE 802.11 (TCP และ IP ที่เป็นสมาชิกของชุดโปรโตคอลอินเทอร์เน็ต IEEE 802.11 เป็นสมาชิกของชุดอีเธอร์เน็ตโพรโทคอล) สแต็คนี้จะถูกใช้ระหว่างเราต์เตอร์ไร้สายกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของผู้ใช้ตามบ้านเมื่อผู้ใช้จะท่องเว็บ

โพรโทคอลการสื่อสารมีลักษณะต่างๆกัน ซึ่งอาจจะเชื่อมต่อแบบ connection หรือ connectionless หรืออาจจะใช้ circuit mode หรือแพ็กเกตสวิตชิง หรืออาจใช้การ addressing ตามลำดับชั้นหรือแบบ flat

มีโพรโทคอลการสื่อสารมากมาย บางส่วนได้อธิบายไว้ด้านล่างนี้

1. อีเทอร์เน็ต เป็นครอบครัวของโพรโทคอลที่ใช้ในระบบ LAN, ตามที่อธิบายอยู่ในชุดของมาตรฐานที่เรียกว่า IEEE 802 เผยแพร่โดยสถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีวิธีการ addressing แบบ flat และจะดำเนินการส่วนใหญ่ที่ระดับ 1 และ 2 ของแบบจำลอง OSI สำหรับผู้ใช้ที่บ้านในวันนี้ สมาชิกส่วนใหญ่ของครอบครัวของโปรโตคอลที่รู้จักกันดีนี้คือ IEEE 802.11 หรือที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า Wireless LAN (WLAN) IEEE 802 โพรโทคอลชุดสมบูรณ์จัดให้มีความหลากหลายของความสามารถเครือข่าย ตัวอย่างเช่น MAC bridging (IEEE 802.1D) ทำงานเกี่ยวกับการ forwarding ของแพ็กเกตอีเธอร์เน็ตโดยใช้โพรโทคอล Spanning tree และ IEEE 802.1Q อธิบาย VLANs และ IEEE 802.1X กำหนดโพรโทคอลที่ใช้ควบคุมการเข้าถึงเครือข่ายแบบพอร์ตซึ่งฟอร์มตัวเป็นพื้นฐานสำหรับกลไกการตรวจสอบที่ใช้ใน VLANs (แต่ก็ยังพบในเครือข่าย WLANs อีกด้วย) ซึ่งมันเป็นสิ่งที่ผู้ใช้ตามบ้านเห็นเมื่อผู้ใช้จะต้องใส่ "wireless access key"

2. Internet Protocol Suite หรือที่เรียกว่า TCP / IP, เป็นรากฐานของระบบการเชื่อมโยงเครือข่ายที่ทันสมัย ทำให้มีการเชื่อมต่อแบบ connection-less เช่นเดียวกับ connection-oriented ผ่านเครือข่ายที่ไม่น่าเชื่อถือโดยการส่งดาต้าแกรม(ข้อมูลที่ถูกแบ่งเป็นชิ้นเล็กๆ)ที่เลเยอร์โปรโตคอลอินเทอร์เน็ต (IP) ที่แกนกลางของมัน ชุดโพรโทคอลกำหนด address, การระบุตัวตน, และคุณสมบัติของการเราต์ติงสำหรับ Internet Protocol Version 4 (IPv4) และ IPv6 ซึ่งรุ่นต่อไปที่มีความสามารถในการขยายระบบ addressing อย่างมาก

3. Synchronous optical networking (SONET) และ Synchronous Digital Hierarchy (SDH) เป็นโพรโทคอลมาตรฐานสำหรับการ multiplexing ที่ทำการถ่ายโอนกระแสบิตดิจิตอลที่หลากหลายผ่านใยแก้วนำแสง. พวกมันแต่เดิมถูกออกแบบมาเพื่อการขนส่งในการสื่อสารแบบ circuit mode จากแหล่งที่มาที่หลากหลายแตกต่างกัน, เบื้องต้นเพื่อสนับสนุนระบบเสียงที่เป็น circuit switched ที่เข้ารหัสในรูปแบบ PCM (Pulse-Code Modulation) ที่เป็น real-time และถูกบีบอัด. อย่างไรก็ตามเนื่องจากความเป็นกลางและคุณสมบัติที่เป็น transport-oriented, SONET/SDH ยังเป็นตัวเลือกที่ชัดเจนสำหรับการขนส่งเฟรมของ Asynchronous Transfer Mode (ATM)

4. Asynchronous Transfer Mode เป็นเทคนิคการ switching สำหรับเครือข่ายการสื่อสารโทรคมนาคม ที่ใช้ asynchronous time-division multiplexing ATM จะเข้ารหัสข้อมูลที่เป็นเซลล์ขนาดเล็กคงที่ วิธีนี้จะแตกต่างจากโพรโทคอลอื่น ๆ เช่น Internet Protocol สวิทหรืออีเธอร์เน็ตที่ใช้แพ็กเกตหลายขนาด ATM มีความคล้ายคลึงกันกับ circuit switched และ packet switched networking ATM จึงเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับเครือข่ายที่ต้องจัดการทั้งแบบการจราจรที่มีข้อมูล throughput สูงแบบดั้งเดิมและแบบเนื้อหา real-time ความล่าช้าแฝงต่ำเช่นเสียงและวิดีโอ. ATM ใช้รูปแบบการเชื่อมต่อแบบ connection-oriented model ในที่ซึ่งวงจรเสมือนจะต้องจัดตั้งขึ้นระหว่างจุดสิ้นสุดสองจุดก่อนที่การแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงจะเริ่มขึ้น ในขณะที่บทบาทของ ATM จะลดน้อยลงเนื่องจากความโปรดปรานของเครือข่ายรุ่นต่อไป มันยังคงมีบทบาทในการเป็นไมล์สุดท้ายซึ่งคือการเชื่อมต่อระหว่างผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตและผู้ใช้ตามบ้าน สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมของเทคโนโลยีและโพรโตคอลการสื่อสาร โปรดอ่านเพิ่มเติมในหัวข้อข้างท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 ขอบเขตของเครือข่าย

เครือข่ายโดยทั่วไปถูกจัดการโดยองค์กรที่เป็นเจ้าของ เครือข่ายองค์กรเอกชนอาจจะใช้รวมกันทั้งอินทราเน็ตและเอ็กซ์ทราเน็ต และยังอาจจัดให้มีการเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งไม่มีเจ้าของเดียวและให้การเชื่อมต่อทั่วโลกแทบไม่จำกัด

2.5.5.1 อินทราเน็ตและเอ็กซ์ทราเน็ต

อินทราเน็ตและเอ็กซ์ทราเน็ตเป็นส่วนหนึ่งหรือส่วนขยายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มักจะเป็น LAN

1. อินทราเน็ต เป็นชุดของเครือข่ายที่อยู่ภายใต้การควบคุมของหน่วยการบริหารเดียว อินทราเน็ตใช้โพรโตคอล IP และเครื่องมือที่เป็น IP-based เช่นเว็บเบราเซอร์และโปรแกรมการถ่ายโอนไฟล์ หน่วยการบริหารจำกัดการใช้อินทราเน็ตเฉพาะผู้ได้รับอนุญาตเท่านั้น ส่วนใหญ่แล้วอินทราเน็ตจะเป็นเครือข่ายภายในองค์กร อินทราเน็ตขนาดใหญ่มักจะมีเว็บเซิร์ฟเวอร์อย่างน้อยหนึ่งตัวเพื่อให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลขององค์กรเอง

2. เอ็กซ์ทราเน็ต เป็นเครือข่ายที่ยังอยู่ภายใต้การควบคุมของผู้ดูแลระบบขององค์กรเดียว แต่สนับสนุนการเชื่อมต่อที่จำกัดเฉพาะเครือข่ายภายนอกที่เฉพาะเจาะจง ตัวอย่างเช่นองค์กรอาจจัดให้มีการเข้าถึงบางแง่มุมของอินทราเน็ตของบริษัทเพื่อแชร์ข้อมูลร่วมกับคู่ค้าทางธุรกิจหรือลูกค้า หน่วยงานอื่นๆ เหล่านี้ไม่จำเป็นต้องได้รับความเชื่อถือจากมุมมองของการรักษาความปลอดภัย การเชื่อมต่อเครือข่ายเอ็กซ์ทราเน็ตมักจะเป็น แต่ไม่เสมอไป การดำเนินการผ่านทาง WAN เทคโนโลยี

2.5.5.2 Internetwork

Internetwork คือการเชื่อมต่อของหลายเครือข่ายคอมพิวเตอร์ผ่านทางเทคโนโลยีการกำหนดเส้นทางร่วมกันโดยใช้เราต์เตอร์

2.5.5.3 อินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นตัวอย่างที่ใหญ่ที่สุดของ Internetwork มันเป็นระบบที่เชื่อมต่อกันทั่วโลกของภาครัฐ นักวิชาการ องค์กรของรัฐและเอกชน และเครือข่ายคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มันขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีระบบเครือข่ายของ Internet Protocol Suite ซึ่งสืบทอดมาจากโครงการวิจัยขั้นสูงของหน่วยงานเครือข่าย (ARPANET) พัฒนาโดย DARPA ของกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา อินเทอร์เน็ตยังเป็นแกนนำการสื่อสารพื้นฐานเวิลด์ไวด์เว็บ (WWW)

ผู้เข้าร่วมใน Internet ใช้ความหลากหลายของวิธีการหลายร้อยโพรโทคอลที่ถูกทำเป็นเอกสารและเป็นมาตรฐานไว้แล้ว โพรโทคอลดังกล่าวมักจะเข้ากันได้ดีกับ Internet Protocol Suite และระบบ addressing (ที่อยู่ IP) ที่ถูกบริหารงานโดยหน่วยงานกำหนดหมายเลขอินเทอร์เน็ตและทะเบียน address ผู้ให้บริการและองค์กรขนาดใหญ่ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่ที่เป็น address ของพวกเขาผ่าน Border Gateway Protocol (BGP) ทำให้เป็นเส้นทางการส่งที่ซ้ำซ้อนของตาข่ายทั่วโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6 รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่าย

รูปแบบการเชื่อมต่อเครือข่ายเป็นรูปแบบหรือลำดับชั้นของโหนดที่เชื่อมต่อกันของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

2.5.6.1 รูปแบบสามัญ

1. เครือข่ายแบบบัส: ทุกโหนดจะถูกเชื่อมต่อกับสื่อกลางไปตลอดทั้งตัวสื่อนี้ รูปแบบนี้ใช้ในต้นฉบับอีเธอร์เน็ตที่เรียกว่า 10BASE5 และ 10BASE2

2. เครือข่ายรูปดาว: ทุกโหนดจะเชื่อมต่อกับโหนดกลางพิเศษ รูปแบบนี้พบโดยทั่วไปใน LAN ไร้สายที่ลูกค้าแต่ละรายเชื่อมต่อแบบไร้สายกับจุดการเข้าถึง (Wireless access point)

3. เครือข่ายวงแหวน: แต่ละโหนดมีการเชื่อมต่อไปยังโหนดข้างเคียงด้านซ้ายและด้านขวา เพื่อที่ว่าทุกโหนดมีการเชื่อมต่อและแต่ละโหนดสามารถเข้าถึงโหนดอื่น โดยเข้าหาทางโหนดด้านซ้ายหรือโหนดด้านขวาก็ได้ ไฟเบอร์การเชื่อมต่อข้อมูลแบบกระจาย (Fiber Distributed Data Interface หรือ FDDI) ใช้โทโพโลยีแบบนี้

4. เครือข่ายตาข่าย: แต่ละโหนดจะเชื่อมต่อกับโหนดอื่นๆได้เกือบทั้งหมดในลักษณะที่มีอยู่อย่างน้อยหนึ่งเส้นทางไปยังโหนดใดๆ แต่อาจต้องผ่านโหนดอื่นไป

5. เครือข่ายที่เชื่อมต่ออย่างเต็มที่: ในแต่ละโหนดจะเชื่อมต่อกับทุกโหนดอื่น ๆ ในเครือข่าย

6. ต้นไม้: ในกรณีนี้โหนดทั้งหมดมีการจัดลำดับชั้น

2.5.6.2 เครือข่ายซ้อนทับ

เครือข่ายซ้อนทับเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์เสมือนที่ถูกสร้างขึ้นทับบนเครือข่ายอื่น โหนดในเครือข่ายซ้อนทับจะถูกลิงค์เข้าด้วยกันแบบเสมือนหรือแบบลอจิก ที่ซึ่งแต่ละลิงค์จะสอดคล้องกับเส้นทางในเครือข่ายหลักด้านล่าง ที่อาจจะผ่านการลิงค์ทางกายภาพหลายลิงค์ โทโพโลยีของเครือข่ายซ้อนทับอาจ (และมักจะ) แตกต่างจากของเครือข่ายด้านล่าง เช่น เครือข่ายแบบ peer-to-peer หลายเครือข่ายเป็นเครือข่ายซ้อนทับ พวกมันจะถูกจัดให้เป็นโหนดของระบบเสมือนจริงของลิงค์ที่ทำงานบนอินเทอร์เน็ต อินเทอร์เน็ตถูกสร้างขึ้นครั้งแรกเป็นภาพซ้อนทับบนเครือข่ายโทรศัพท์

ตัวอย่างที่โดดเด่นที่สุดของเครือข่ายซ้อนทับคือระบบของ Internet เอง. ที่เลเยอร์เครือข่ายแต่ละโหนดสามารถเข้าถึงโหนดอื่นๆ โดยการเชื่อมต่อโดยตรงไปยัง IP address ที่ต้องการ ทำให้เกิดการสร้างเครือข่ายที่ถูกเชื่อมต่ออย่างเต็มที่ อย่างไรก็ตาม เครือข่ายด้านล่างจะประกอบด้วยการเชื่อมต่อภายในเหมือนตาข่ายของเครือข่ายย่อยที่มี รูปแบบการเชื่อมต่อและเทคโนโลยี ที่แตกต่างกัน การจำแนก address และการเราต์ติงค์เป็นวิธีที่ใช้ในการทำ mapping ของเครือข่ายซ้อนทับ (แบบ IP ที่ถูกเชื่อมต่ออย่างเต็มที่)ข้างบนกับเครือข่ายที่อยู่ข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครือข่ายซ้อนทับเกิดขึ้นตั้งแต่มีการสร้างเครือข่ายเมื่อระบบคอมพิวเตอร์ถูกเชื่อมต่อผ่านสายโทรศัพท์โดยใช้โมเด็ม และเกิดขึ้นก่อนที่จะมีเครือข่ายข้อมูลเสียอีก

อีกตัวอย่างของเครือข่ายซ้อนทับก็คือ ตารางแฮชกระจายซึ่ง map คีย์ (keys) ไปยังโหนดในเครือข่าย ในกรณีนี้เครือข่ายข้างใต้เป็นเครือข่าย IP และเครือข่ายทับซ้อนเป็นตาราง (ที่จริงเป็นแผนที่) ที่ถูกทำดัชนีโดยคีย์

เครือข่ายซ้อนทับยังได้รับการเสนอให้เป็นวิธีการปรับปรุงการเราต์ติงค์ในอินเทอร์เน็ต เช่นการเราต์โดยการรับประกันคุณภาพการให้บริการเพื่อให้ได้สื่อกลางสตรีมมิ่งที่มีคุณภาพสูง ข้อเสนอก่อนหน้านี้เช่น IntServ DiffServ และ IP Multicast ไม่ได้เห็นการยอมรับอย่างกว้างขวางเพราะข้อเสนอเหล่านี้จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนของเราต์เตอร์ทั้งหมดในเครือข่าย ในขณะที่เครือข่ายทับซ้อนถูกนำไปใช้งานเพิ่มขึ้นบน end-hosts ที่ run ซอฟแวร์โปรโตคอลทับซ้อนโดยไม่ต้องรับความร่วมมือจากผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต เครือข่ายซ้อนทับไม่มีการควบคุมวิธีการที่แพ็คเก็ตจะถูกเราต์ในเครือข่ายข้างล่างระหว่างสองโหนดที่ซ้อนทับกัน แต่มันสามารถควบคุม ตัวอย่างเช่น ลำดับของโหนดซ้อนทับที่ข้อความจะลัดเลาะไปก่อนที่จะถึงปลายทาง

ตัวอย่างเช่น Akamai เทคโนโลยีทำการบริหารจัดการเครือข่ายซ้อนทับที่ดำเนินการจัดส่งเนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ (ชนิดหนึ่งของ multicast) งานวิจัยที่เป็นวิชาการรวมถึงการ multicast ระบบปลาย การเราต์ติงค์ที่มีความยืดหยุ่นและการศึกษาเรื่องคุณภาพของบริการ (quality of service) ระหว่างเครือข่ายซ้อนทับอื่นๆ

2.6 โพรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสาร

2.6.1 บลูทูธ (Bluetooth)

เป็นโพรโทคอลที่ใช้คลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz ในการรับส่งข้อมูล คล้ายกับแลนไร้สายตามมาตรฐาน IEEE 802.15 มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งาน คอมพิวเตอร์สามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ต่อพ่วงไร้สายอื่นๆ เช่นเครื่องพิมพ์ เมาส์ คีย์บอร์ด ได้ โดยมาตรฐาน บลูทธสามารถส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วมากกว่า 3 Mbps

ที่มาของชื่อ Bluetooth นั้นนำมาจากพระนามพระเจ้าฮาราลด์ บลูทูท (King Harald Bluetooth) ของประเทศเดนมาร์ก เพื่อเป็นการรำลึกถึงกษัตริย์ Bluetooth ผู้ปกครองประเทศกลุ่มสแกนดิเนเวีย ในปัจจุบันเป็นกลุ่มผู้นำในด้านการผลิตโทรศัพท์มือถือป้อนสู่ตลาดโลก และระบบ Bluetooth นี้ ก็ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้กับโทรศัพท์มือถือ และเริ่มต้นจากประเทศในแถบนี้ด้วยเช่นกัน

Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz แต่จะแยกย่อยออกไป ตามแต่ละประเทศ อย่างในแถบยุโรปและอเมริกา จะใช้ช่วง 2.400 ถึง 2.4835 GHz แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งนี้ เพื่อส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที ส่วนที่ญี่ปุ่นจะใช้ความถี่ 2.402 ถึง 2.480 GHz แบ่งออกเป็น 23 ช่อง ระยะทำการของ Bluetooth จะอยู่ที่ 5-100 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น โดยหลัก ของบลูทูธจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ เสียง แอปพลิเคชันต่างๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-100 เมตร) นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อยๆ ด้วย

2.6.2 Secure Shell

Secure Shell หรือ SSH คือ Network Protocol ที่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยช่องทางที่ปลอยภัย (Secure Channel) ระหว่างอุปกรณ์เครือข่ายสองตัว ใช้ Linux หรือ Unix เป็นระบบปฏิบัตการพื้นฐานในการเข้าถึงบัญชีผู้ใช้ (Shell Accounts) ซึ่ง SSH ได้รับการออกแบบให้มาแทนการ Telnet, Rlogin, RSH (The remote shell) ด้วยเหตุผลทางด้านความปลอดภัย การส่งข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบตัวอักษร (Plaintext) ที่มีการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) เพื่อให้ข้อมูลเป็นความลับ และให้สามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet ได้อย่างสมบูรณ์ สามารถใช้งาน SSH ผ่านโปรแกรมประยุกต์ (Applications) ได้มากมายบนระบบปฏิบัติการ UNIX, Microsoft Windows, Apple Mac และ Linux โปรแกรมประยุกต์ (Applications)

พอร์ตมาตรฐานของ SSH คือ พอร์ต 22 นอกจากนี้ SSH ยังเป็นพื้นฐานของการสื่อสารอื่นๆ เช่น SFTP หรือ SCP

2.6.3 UPnP

UPnP หรือชื่อเต็มคือ Universal Plug and Play คือ function ที่รองรับการตั้งค่าหรือการดูข้อมูล ค่าต่างๆ ของตัวเราเตอร์ สามารถทำงานได้แม้ไม่ต้อง login ผ่านหน้าเว็บไซต์หรือ telnet เพียงแค่เปิดฟังก์ชันนี้ไว้เพียงเราต่อสายแลนก็จะสามารถตั้งค่าการใช้งานบางค่าได้เลย ยกตัวอย่างเช่น Username และ Password ของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตเป็นต้น ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ด้วยว่าฟังก์ชัน UPnP ยอมให้ทำการตั้งค่าหรือดูค่าต่างๆ ได้แค่ไหน เพราะในบางรุ่นอาจทำได้แค่การดูข้อมูลต่างๆ เพียงเท่านั้น

2.6.4 TCP

เกณฑ์วิธีควบคุมการขนส่งข้อมูล หรือ ทีซีพี (อังกฤษ: Transmission Control Protocol: TCP) เป็นหนึ่งในโพรโทคอลหลักในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หน้าที่หลักของทีซีพี คือ ควบคุมการรับส่งข้อมูลระหว่างแม่ข่ายถึงแม่ข่ายนเครือข่าย เพื่อใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน โดยตัวโพรโทคอลจะรับประกันความถูกต้อง และลำดับของข้อมูลที่ส่งผ่านระบบเครือข่าย นอกจากนั้นทีซีพียังช่วยจำแนกข้อมูลให้ส่งผ่านไปยังแอปพลิเคชัน ที่ทำงานอยู่บนแม่ข่ายเดียวกันให้ถูกต้องด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานหลักที่สำคัญของทีซีพีอีกงานหนึ่งคือ เป็นโพรโทคอลที่ขั้นกลางระหว่างแอปพลิเคชันและเครือข่ายไอพี ทำให้แอปพลิเคชันจากแม่ข่ายหนึ่ง สามารถส่งข้อมูลออกยังอีกแม่ข่ายหนึ่งผ่านเครือข่ายเปรียบเสมือนมีท่อส่งข้อมูลระหว่างกัน

ขั้นตอนการรับส่งข้อมูลจะเริ่มต้นจากโปรแกรมประยุกต์จะส่งผ่านข้อมูลซึ่งก็คือโพรโทคอลที่ตนใช้งานเช่น HTTP หรือ SMTP ผ่านไปยังลำดับชั้นต่างๆ ของ โครงสร้างแบบ TCP/IP เริ่มต้นที่ชั้นขนส่ง (Transport Layer) ซึ่งโปรแกรมประยุกต์จะต้องกำหนดหมายเลขท่า (Port Number) ของตนว่าจะใช้หมายเลขใด เพื่อให้ข้อมูลที่ใช้รับส่งสามารถส่งถึงโปรแกรมประยุกต์ที่เรียกใช้งานได้ถูกต้อง ที่ชั้นนี้ข้อมูลจะถูกแบ่งเป็นส่วนๆ เรียกว่า Segment จากนั้นจะส่งผ่านไปยังชั้นเครือข่าย (Internetwork Layer) โดยในชั้นนี้จะมีหมายเลขไอพี (IP address) เป็นที่อยู่ของอุปกรณ์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานโปรแกรมประยุกต์อยู่ ข้อมูลจาก Segment จะถูกห่อหุ้มและส่งในรูปแบบของ Packet โดยที่ Packetต่างๆ จะถูกกำหนดเส้นทางที่จะเริ่มต้นส่งออกไปยังระบบเครือข่าย ซึ่งข้อมูลนี้จะถูกกำหนดอยู่ในส่วนหัวของ Packet เรียกว่า Packet Header สุดท้ายข้อมูลจะถูกส่งไปชั้นสุดท้ายคือชั้นการเชื่อมต่อ ซึ่งหมายถึงการเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์ต่างๆ ภายในเครือข่าย โดยแต่ละจุดเชื่อมต่อจะเรียกว่าโหนด (node) ข้อมูลจะถูกส่งไปยังโหนดต่างๆ ที่มีการเชื่อมต่อจากโหนดเริ่มต้นไปยังโหนดต่อไปและต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงโหนดปลายทาง

ทีซีพี เป็นโพรโทคอลที่ได้รับความนิยมที่สุดในโลกของอินเทอร์เน็ต มีแอปพลิเคชันจำนวนมากที่ใช้โพรโทคอลทีซีพีเป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อ เช่น เวิลด์ไวด์เว็บ เป็นต้น

2.7 เทคโนโลยี DLNA

DLNA มาจากคำว่า Digital Living Network Alliance ซึ่งถ้าจะให้แปลเป็นไทยแบบเข้าใจง่ายก็คือ "พันธมิตรเครือข่ายระบบดิจิตอลภายในที่พักอาศัย" โดยจะใช้งานได้นั้นอุปกรณ์จะต้องมีเครื่องหมาย DLNA ติดอยู่เพื่อระบุว่าสามารถใช้งานเทคโนโลยีนี้ได้

รูปที่ 2.15 DLNA Certified

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยี DLNA นี้ เกิดขึ้นเมื่อปี 2003 ก่อตั้งโดยค่าย SONY ปัจจุบันนี้มีสมาชิก 245 ราย รวมทั้งแบรนด์ดังหลายแบรนด์ เช่น ACCESS, AT&T Labs, Awox, Broadcom, Cisco Systems, Comcast, DIRECTV, Dolby Laboratories, Ericsson, Hewlett-Packard, Huawei, Intel, LG Electronics, Microsoft, Motorola, Nokia, Panasonic, Promise Technology, Qualcomm, Samsung Electronics, Sharp Corporation, Sony Electronics, Technicolor, and Verizon และอีกหลายราย ซึ่งทีวีสมัยใหม่และอุปกรณ์อื่นๆ เช่น คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ กล้องดิจิตอล กล้องวีดีโอ ในสเปคกลางถึงสูง ก็จะมีเทคโนโลยีนี้ติดตัวมาด้วยทั้งนั้น ซึ่งก็รวมถึง Samsung ที่ใช้ชื่อว่า Allshare และ LG ก็ใช้อีกชื่อคือ Smart Share เป็นเทคโนโลยีเดียวกันกับมาตรฐานกลางคือ DLNA แม้จะคนละแบรนด์ แต่ก็ยังสามารถส่งถึงกันได้

ประโยชน์ของ DLNA นี้คือสามารถส่งภาพ ส่งวีดีโอขึ้นทีวีสำหรับการนำเสนอได้ง่ายๆผ่านทาง Wi-Fi ได้เลย ไม่ต้องต่อสายพวก VGA ติดกับคอม หรือสาย Analog เชื่อมกับตัวเครื่องเล่นให้วุ่นวาย และทำให้รกรุงรัง แน่นอนว่าทำให้การสร้าง home network ทำได้ง่ายดาย หลายๆ คนก็นำมาทำเป็น media center โดยใช้คอมพิวเตอร์ส่งภาพ วีดีโอ หรือดูหนังได้บนจอทีวีใหญ่ๆ ผ่านทาง DLNA นี้ แต่ถ้าเราจะได้ใช้เทคโนโลยี DLNA Smart TV และ มือถือ หรืออุปกรณ์ที่ต้องการจะส่งภาพส่งวีดีโอขึ้นทีวี แบบไร้สายนี้ จะต้องรองรับเทคโนโลยี DLNA ด้วยกัน โดยวิธีสังเกตอย่างง่ายๆ คือดูที่กล่องหรือตัวเครื่องว่ามีสัญลักษณ์ DLNA หรือไม่ และ ทั้ง Smart TV และมือถือ หรือ Tablet หรือคอมพิวเตอร์นั้นๆ จะต้องเชื่อมต่ออยู่ในวง Wi-Fi เดียวกันกับทีวีด้วย

รูปที่ 2.16 DLNA Smart Share

อุปกรณ์ที่รองรับ DLNA มีสองโหมด คือ โหมดสำหรับเป็น Server ให้ อุปกรณ์ชิ้นอื่น ๆ เล่นไฟล์จากตัวเรา กับอีกโหมดคือเอาอุปกรณ์ที่ถืออยู่เล่นไฟล์จากเครื่องอื่นๆ คือการเป็นผู้เล่น หรือเป็นผู้แชร์นั่นเอง และสามารถเป็นตัวควบคุมให้อุปกรณ์อีกตัวเล่นไฟล์ที่อยู่บนอุปกรณ์อื่นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 ลักษณะการทำงานของ DLNA

ซึ่งพบว่าอุปกรณ์ส่วนใหญ่จะทำตัวเองเป็นได้ทั้งตัวเล่นไฟล์และตัวแชร์ไฟล์ เช่น TV สามารถเลือกไฟล์หนังจาก Network Storage มาเล่นได้ ในขณะเดียวกัน TV เองก็สามารถแชร์ไฟล์รายการที่อัดไว้ (ถ้ามี) ให้กับโน้ตบุ๊กหรือมือถือเอาไปเล่นต่อได้เช่นกัน

รูปที่ 2.18 ลักษณะการทำไปใช้งานจริงของ DLNA

ตามทฤษฎี DLNA สามารถเป็นได้ 4 โหมด คือ

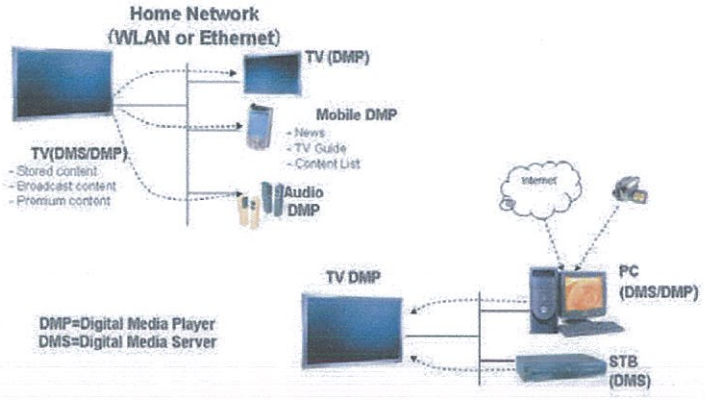
1. DMC (Digital Media Controllers) คือ อุปกรณ์ควบคุมการเล่นและดึงไฟล์ Media จาก Server (DMS)

2. DMS (Digital Media Servers) คือ การทำอุปกรณ์ของตัวเองเป็นที่เก็บไฟล์ต่างๆ ให้อุปกรณ์ตัวอื่นดึงไฟล์ของเราไปใช้งานได้

3. DMR (Digital Media Renderers) คือ การมีอุปกรณ์ (DMC) มาควบคุมเราในการใช้งาน ตัวอย่างเช่น ทีวี, รับเสียง / วิดีโอแสดงภาพและลำโพงระยะไกล สำหรับการฟังเพลง

4. DMP (Digital Media Players) คือ การที่อุปกรณ์ของเราเป็นตัวดึงข้อมูลจาก Server (DMS) เพื่อมาแสดงผลได้แก่ โทรทัศน์ สเตอริโอ home theater จอภาพแบบไร้สาย และเกมคอนโซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 รูปแบบการทำงานของ DLNA

2.8 ไวไฟ (Wi-Fi)

ไวไฟ (Wi-Fi หรือ WiFi) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมที่ช่วยให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุคำ ๆ นี้เป็นเครื่องหมายการค้าของ Wi-Fi Alliance ที่ได้ให้คำนิยามของไวไฟว่าหมายถึง "ชุดผลิตภัณฑ์ใด ๆ ที่สามารถทำงานได้ตามมาตรฐานเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย (แลนไร้สาย) ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11" อย่างไรก็ตามเนื่องจากแลนไร้สายที่ทันสมัยส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับมาตรฐานเหล่านี้ คำว่า "ไวไฟ" จึงนำมาใช้ในภาษาอังกฤษทั่วไปโดยเป็นคำพ้องสำหรับ "แลนไร้สาย" เดิมทีไวไฟออกแบบมาใช้สำหรับอุปกรณ์พกพาต่างๆ และใช้เครือข่าย LAN เท่านั้น แต่ปัจจุบันนิยมใช้ไวไฟเพื่อต่อกับอินเทอร์เน็ต โดยอุปกรณ์พกพาต่างๆ เช่นคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เครื่องเล่นเกมส์ โทรศัพท์สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต กล้องดิจิทัลและเครื่องเสียงดิจิทัล สามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตได้ผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่าแอคเซสพอยต์หรือฮอตสปอตและบริเวณที่ระยะทำการของแอคเซสพอยต์ครอบคลุมอยู่ที่ประมาณ 20 เมตรในอาคาร แต่ระยะนี้จะไกลกว่าถ้าเป็นที่โล่งแจ้ง

ไวไฟมีความปลอดภัยน้อยกว่าการเชื่อมต่อแบบมีสาย (เช่น Ethernet) เพราะผู้บุกรุกไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อทางกายภาพ หน้าเว็บที่ใช้ SSL มีความปลอดภัย แต่การใช้อินเทอร์เน็ตที่ไม่ได้เข้ารหัสสามารถจะตรวจพบโดยผู้บุกรุก ด้วยเหตุนี้ไวไฟได้พัฒนาเทคโนโลยีการเข้ารหัสต่างๆ มากมาย WEP เป็นการเข้ารหัสรุ่นแรกๆ พิสูจน์แล้วว่าง่ายต่อการบุกรุก โพรโทคอลที่มีคุณภาพสูงกว่าได้แก่ WPA, WPA2 มีเพิ่มขึ้นมาในภายหลัง คุณลักษณะตัวเลือกที่เพิ่มเข้ามาในปี 2007 ที่เรียกว่า Wi-Fi Protected Setup (WPS) มีข้อบกพร่องร้ายแรงที่ยอมให้ผู้โจมตีสามารถกู้คืนรหัสผ่านของเราเตอร์ได้ Wi-Fi Alliance ได้ทำการปรับปรุงแผนการทดสอบและโปรแกรมการรับรองตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาเพื่อให้แน่ใจว่า อุปกรณ์ที่ได้รับการรับรองใหม่ทั้งหมดสามารถต่อต้านการโจมตีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

ไวไฟได้กำหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่ายแลน ไว้ 2 ลักษณะคือโหมด Infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

1. โหมด Infrastructure โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่ายไวไฟ จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน LAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Desktop, แล็ปท็อป, หรือ PDA ต่างๆ) ที่มีอุปกรณ์ Client Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่านไวไฟ และสถานีแม่ข่าย ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการ แก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้ รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

2. โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เครือข่ายไวไฟในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่ายไวไฟในโหมด Ad-Hoc จะเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆ ในเซต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆ ได้

2.8.2 กลไกรักษาความปลอดภัย

ไวไฟได้กำหนดให้มีทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่ายแลนแบบไร้สาย ด้วยกลไกซึ่งมีชื่อเรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) ซึ่งออกแบบมาเพื่อเพิ่มความปลอดภัยกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายให้ใกล้เคียงกับความปลอดภัยของเครือข่ายแบบที่ใช้สายนำสัญญาณ (IEEE 802.3 Ethernet) บทบาทของ WEP แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และ การตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication)

1. การเข้าและถอดรหัสข้อมูล (WEP Encryption/Decryption) ใช้หลักการในการเข้าและถอดรหัสข้อมูลที่เป็นแบบ symmetrical (นั่นคือรหัสที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลจะเป็นตัวเดียวกันกับรหัสที่ใช้ สำหรับการถอดรหัสข้อมูล)

2. การตรวจสอบผู้ใช้ สำหรับเครือข่ายไวไฟ ผู้ใช้ (เครื่องลูกข่าย) จะมีสิทธิในการรับส่งสัญญาณข้อมูลในเครือข่ายได้ก็ต่อเมื่อได้รับการตรวจสอบ แล้วได้รับอนุญาต ซึ่งมาตรฐานไวไฟได้กำหนดให้มีกลไกสำหรับการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) ใน 2 ลักษณะคือ Open System Authentication และ Shared Key Authentication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 ข้อดีและข้อจำกัด

1. ข้อดี ไวไฟช่วยให้การใช้งานของเครือข่ายท้องถิ่น (LANs) มีราคาถูกลง นอกจากนี้ยังมีบริเวณที่ไม่สามารถวางสายเคเบิลได้ เช่น พื้นที่กลางแจ้งและอาคารประวัติศาสตร์ เราจะสามารถให้บริการเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบไร้สายได้

ผู้ผลิตสามารถสร้างอะแดปเตอร์เครือข่ายไร้สายในแล็ปท็อปได้ ส่วนใหญ่ราคาของชิปเซ็ตสำหรับไวไฟยังคงลดลงเรื่อยๆ ทำให้มีตัวเลือกที่เป็นเครือข่ายประหยัดรวมอยู่ในอุปกรณ์ต่างๆ ได้มากขึ้น

หลายๆ แบรนด์ในการแข่งขันที่แตกต่างกันของ AP กับตัวเชื่อมต่อเครื่องลูกข่ายสามารถประสานทำงานกันได้ดีในระดับพื้นฐานของการให้บริการ ผลิตภัณฑ์ทั้งหลายที่ "รองรับไวไฟ" ที่ออกโดย Wi-Fi Alliance สามารถเข้ากันได้แบบย้อนหลัง ซึ่งแตกต่างจากโทรศัพท์มือถือ ที่อุปกรณ์ที่มีมาตรฐานไส้ไฟใ ๆ สามารถที่จะทำงานร่วมกันได้ที่ใดๆ ก็ได้ในโลกนี้

การเข้ารหัสของไวไฟแบบ Wi-Fi Protected Access (WPA2) ถือได้ว่ามีความปลอดภัยโดยการใช้รหัสผ่านที่แข็งแกร่ง โพรโทคอลใหม่สำหรับคุณภาพของการให้บริการที่เรียกว่า Wireless Multimedia (WMM) ทำให้ไวไฟมีความเหมาะสมมากขึ้นสำหรับการใช้งานที่มี ความละเอียดอ่อนต่อเวลาแฝง (เช่นเสียงและวิดีโอ) กลไกการประหยัดพลังงานของ WMM ช่วยยืดอายุแบตเตอรี่

2. ข้อจำกัด การกำหนดคลื่นความถี่และข้อจำกัดในการดำเนินงานไม่สม่ำเสมอทั่วโลก เช่นที่ออสเตรเลียและยุโรป ได้อนุญาตให้มีอีกสองช่องสัญญาณเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่ได้รับอนุญาตในสหรัฐอเมริกาสำหรับแถบความถี่ 2.4 GHz (แชนแนล 1 ถึง 13 เทียบกับ 1 ถึง 11) ในขณะที่ประเทศญี่ปุ่นมีมากขึ้นอีกหนึ่ง (1 ถึง 14)

สัญญาณ Wi-Fi กินพื้นที่ห้าช่องสัญญาณในแถบความถี่ 2.4 GHz ตัวเลขของช่องสัญญาณใดๆ สองช่องสัญญาณที่แตกต่างกันห้าตัวเลขหรือมากกว่า เช่นช่องสัญญาณ 2 และ 7 จะใช้คลื่นความถี่ที่ไม่ทับซ้อนกัน เพราะฉะนั้น ความเชื่อเดิมๆ ที่ว่า ช่องสัญญาณที่ 1, 6 , และ 11 เท่านั้นที่เป็นช่องสัญญาณที่ไม่ทับซ้อนกันจึงไม่ถูกต้อง ช่องสัญญาณที่ 1, 6, และ 11 เป็นกลุ่มของสามช่องสัญญาณที่ไม่ทับซ้อนกันในทวีปอเมริกาเหนือและสหราชอาณาจักร ในยุโรปและญี่ปุ่นจะแนะนำให้ใช้ ช่อง 1, 5, 9, และ 13 สำหรับ 802.11g และ 802.11n

ค่าการส่งพลังงานที่เรียกว่า Equivalent Isotropically Radiated Power (EIRP) ในสหภาพยุโรปจะจำกัดที่ 20 dBm (100 mW)

ปัจจุบัน 802.11n ปรกติที่เร็วที่สุด จะใช้สเปกตรัมวิทยุ/แบนด์วิดธ์เป็นสองเท่า (40 MHz) เมื่อเทียบกับ 802.11a หรือ 802.11g (20 MHz) ซึ่งหมายความว่า จะมี เพียงหนึ่งเครือข่าย 802.11n เท่านั้นในแถบความถี่ 2.4 GHz ณ สถานที่ที่กำหนด โดยไม่มีการรบกวนไปยัง/จากการจราจร WLAN อื่นๆ นอกจากนี้ 802.11n ยังสามารถตั้งค่าการใช้แบนด์วิดธ์ที่ 20 MHz เพียงเพื่อที่จะป้องกันการรบกวนในชุมชนหนาแน่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.4 ความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของข้อมูล

มาตรฐานการเข้ารหัสแบบไร้สายที่พบมากที่สุดคือ Wired Equivalent Privacy (WEP) พบว่าเปราะบางง่ายแม้ว่าจะคอนฟิคอย่างถูกต้องก็ตาม การเข้ารหัส Wi-Fi Protected Access (WPA และ WPA2) ซึ่งมีอยู่ในอุปกรณ์ปี 2003 มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหานี้ Wi-Fi AP โดยปกติจะเริ่มต้นเป็นโหมดไม่เข้ารหัส (เปิด) มือใหม่จะได้ประโยชน์จากอุปกรณ์ที่กำหนดค่าเป็นศูนย์ที่ทำงานตอนแกะกล่อง แต่การเริ่มต้นนี้ไม่ได้ช่วยการรักษาความปลอดภัยไร้สายใดๆ แต่เปิดให้เชื่อมต่อไร้สายเข้ากับ LAN ในการเปิดการรักษาความปลอดภัย ผู้ใช้ต้องคอนฟิคอุปกรณ์ที่กำลังเชื่อมต่อ สามารถตรวจสอบและบันทึกข้อมูล (รวมถึงข้อมูลส่วนบุคคล) ได้ เครือข่ายดังกล่าวสามารถจะได้รับการป้องกันความปลอดภัย โดยการใช้วิธีการอื่น เช่น VPN หรือ Hypertext Transfer Protocol (HTTPS) over Transport Layer Security ที่ปลอดภัยเท่านั้น

2.8.5 การรบกวน

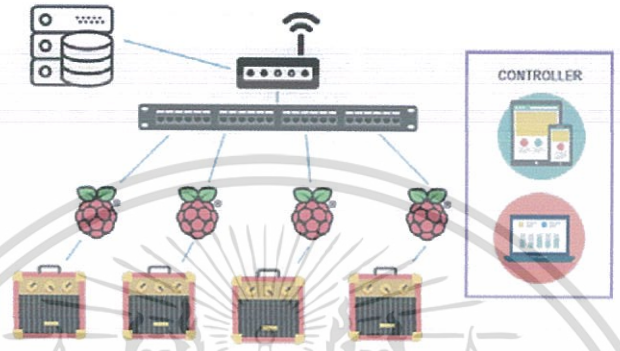
การเชื่อมต่อ Wi-Fi สามารถจะหยุดชะงักหรืออินเทอร์เน็ตมีความเร็วลดลงอันเนื่องมาจากอุปกรณ์อื่นๆ ในพื้นที่เดียวกัน หลายๆ AP ที่ใช้มาตรฐาน 802.11b และ 802.11g ที่ 2.4 GHz มีค่า default ในการเริ่มต้นที่เป็นช่องสัญญาณเดียวกัน นำไปสู่ความแออัดในบางช่องสัญญาณไวไฟขยะหรือจำนวน AP ที่มากเกินไปในพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแชนแนลข้างเคียง สามารถกีดขวางการเข้าถึงและแทรกแซงการใช้ AP ของอุปกรณ์อื่นๆ สาเหตุจากการซ้อนทับกันของช่องสัญญาณ ในแถบความถี่ของ 802.11g/b รวมทั้งมีการลดลงของอัตราส่วนสัญญาณต่อคลื่นรบกวน SNR ระหว่าง AP ด้วยกัน สิ่งนี้จะกลายเป็นปัญหาในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง เช่น อพาร์ตเมนต์คอมเพล็กซ์ หรืออาคารสำนักงานขนาดใหญ่ที่มีหลาย Wi-Fi AP

นอกจากนี้ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้แถบความถี่ 2.4 GHz เช่นเตาอบไมโครเวฟ อุปกรณ์ ISM กล้องรักษาความปลอดภัย อุปกรณ์ ZigBee อุปกรณ์ บลูทูธ ผู้ส่ง วิดีโอ โทรศัพท์ไร้สาย เครื่องมอนิเตอร์ทารก และ (ในบางประเทศ) วิทยุสมัครเล่น ทั้งหมดที่สามารถก่อให้เกิดการรบกวนเพิ่มเติมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังเป็นปัญหาเมื่อหลายๆ เทศบาลหรือหลายๆ องค์กรขนาดใหญ่อื่นๆ (เช่น มหาวิทยาลัย) พยายามที่จะให้ครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่และเกิดการทับซ้อนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

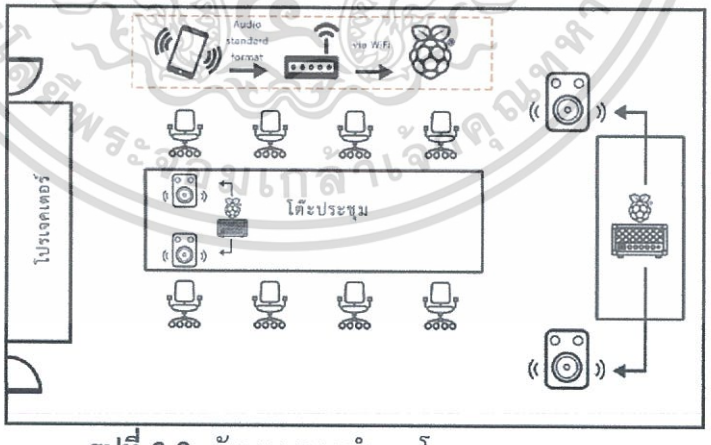
บทที่ 3
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

3.1 ภาพรวมของระบบ



รูปที่ 3.1 แผนภาพของระบบ

จากรูปที่ 3.1 ทำการติดตั้งระบบ Squeezebox Server และ Max2play ลงไปยัง Raspberry Pi แต่ละตัว จากนั้นทำการตั้งค่าเบื้องต้นต่างๆ และตั้งชื่อตามห้องที่ต้องการนำไปใช้ จากนั้นนำไปติดตั้งตามห้อง และทำการเพิ่มเพลงเข้าไปในเครือข่าย และสั่งเล่นจากอุปกรณ์ที่ต้องการได้ทันที



รูปที่ 3.2 ลักษณะการทำงานโดยรวมของระบบ

ภาพรวมการนำไปใช้งานจริงของระบบ โดยจำลองจากแผนภาพของห้องประชุม โดยทำการแบ่งห้องออกเป็น 2 โซน เพื่อเปรียบเสมือนห้อง 2 ห้อง คือ โซนหน้าห้องบริเวณโปรเจคเตอร์และโซนหลังห้อง เพื่อบ่งบอกถึงการเป็น IP Loudspeaker System for Multi-room แสดงดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบ

3.2.1 แหล่งกำเนิดเสียง

3.2.1.1 แผ่นเสียง

รูปที่ 3.3 แผ่นเสียง

(อ้างอิงโดย https://goo.gl/VNsX8j)

แผ่นเสียงแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. แผ่นครั่ง โดยทั่วไปมีขนาด 10-12 นิ้ว ลักษณะจะเป็นแผ่นที่มีความหนาประมาณ 3-4 มิลลิเมตร มีน้ำหนักมาก แตกง่าย คล้ายเครื่องกระเบื้องเซรามิก แผ่นครั่งมีมาตั้งแตปี 1910 ในไทยเองสมัยรัชกาลที่ 5 ไว้สำหรับบันทึกเสียงวงปี่พาทย์ สมัยก่อนเรียกกันว่า “จานเสียง” ยุคหลังๆ จะเห็นได้จากแผ่นเพลงลูกทุ่งและลูกกรุงยุคแรกๆ แผ่นครั่งจะเล่นด้วยเครื่องเล่นที่มีความเร็วในการหมุน 78 รอบต่อนาที (RPM - round per minuet) ในสมัยก่อนก็เป็นประเภทเครื่องเล่นแผ่นเสียงโบราณที่ใช้ไขลาน ที่เห็นเป็นแบบปากแตร ปัจจุบัน เครื่องเล่นแผ่นเสียงส่วนใหญ่ไม่สามารถเล่นในสปีด78 รอบต่อนาทีได้ ยกเว้นบางรุ่นที่ทำมาพิเศษเพื่อรองรับแผ่นเสียงรุ่นเก่ารุ่นสะสมโดยเฉพาะ

2. แผ่น single เป็นแผ่นเสียงที่ทำจากไวนีล (ชื่อพลาสติกชนิดหนึ่ง) ขนาด 7 นิ้ว เริ่มผลิตขึ้นในช่วงปี 1949 จะเล่นด้วยเครื่องเล่นที่มีความเร็วในการหมุน 45 รอบต่อนาที (RPM) ที่เรียกว่าแผ่น single เป็นเพราะ ค่ายเพลงจะเลือกเอาเพลงบางเพลงจากอัลบัมเต็ม มาทำแผ่น single นี้ซึ่งอาจจะเล่นได้เพียงหน้าละ 1 เพลง เพื่อใช้สำหรับ แจกจ่ายไปตามสถานีวิทยุ เพื่อโปรโมทเพลงนั้นๆ ก่อนที่จะออกแผ่นอัลบัมเต็ม (longplay) ต่อไป

3. แผ่น Longplay (LP) เป็นแผ่นเสียงที่มีขนาด 12 นิ้ว ส่วนใหญ่ไว้สำหรับขายเป็นอัลบัมเต็มของศิลปิน ทำจากไวนีลเช่นกัน เริ่มผลิตขึ้นในช่วงปี 1948 จะเล่นด้วยเครื่องเล่นที่มีความเร็วในการหมุน 33 1/3 รอบต่อนาที (RPM) หน้านึงจะเล่นได้ประมาณ 5-7 เพลง หรือประมาณ 20นาทีเศษๆ

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 แผ่น CD VCD DVD

รูปที่ 3.4 แผ่น CD VCD DVD
(อ้างอิงโดย https://goo.gl/kx0i2U)

จำแนกได้ดังนี้

1. แผ่นซีดี ย่อมาจาก คอมแพ็กดิสก์ (compact disc) คือแผ่นออฟติคอลเก็บข้อมูลดิจิทัลต่างๆ ซึ่งเดิมพัฒนาสำหรับเก็บเสียงดิจิทัล ซีดีคือมาตราฐานรูปแบบการบันทึกเสียงทางการค้าในปัจจุบัน

ในช่วงทศวรรษปี ค.ศ. 1970 (ตรงกับ พ.ศ. 2513 ถึง 2522) นักวิจัยของบริษัทฟิลิปส์ ได้ใช้เทคโนโลยีของแผ่นเลเซอร์ดิสก์ มาทดลองสร้างแผ่นออฟติคอลสำหรับเก็บเสียงแต่เพียงอย่างเดียว โดยเริ่มแรกใช้วิธีการเข้ารหัสเสียงแบบ wideband FM และแบบ PCM ในระบบดิจิทัลในเวลาต่อมา ช่วงปลายทศวรรษ ฟิลิปส์ โซนี่ และบริษัทอื่นๆ แสดงต้นแบบของแผ่นดิสก์ระบบเสียงดิจิตอล

ในปี พ.ศ. 2522 ฟิลิปส์ และ โซนี่ ตัดสินใจร่วมมือกัน จัดตั้งทีมวิศวกรร่วมซึ่งมีภารกิจออกแบบแผ่นดิสก์ระบบเสียงดิจิตอลแบบใหม่ สมาชิกที่สำคัญของทีมคือ Kees Immink และ Toshitada Doi หลังจากทดลองและถกเถียงกันหนึ่งปี ทีมงานได้ออกมาตรฐานเรดบุ๊ค ซึ่งเป็นมาตรฐานของคอมแพ็กดิสก์ ฝ่ายฟิลิปส์สนับสนุนในเรื่องกระบวนการผลิต โดยอาศัยเทคโนโลยีการผลิตเลเซอร์ดิสก์ ฟิลิปส์ยังสนับสนุนวิธีการมอดูเลตแบบ EFM ซึ่งสามารถบันทึกเสียงได้มาก และทนต่อรอยขูดขีด หรือรอยนิ้วมือ ขณะที่โซนี่สนับสนุนวิธีรหัสแก้ข้อผิดพลาด (error correction) CIRC ในเอกสาร Compact Disc Story ที่บอกเล่าโดยสมาชิกหนึ่งของทีม ให้ข้อมูลถึงที่มาของการตัดสินใจทางเทคนิคจำนวนมาก รวมถึงการเลือกของความถี่การสุ่ม ระยะเวลาในการเล่น และเส้นผ่าศูนย์กลางแผ่นดิสก์ ฟิลิปส์ได้บรรยายไว้ว่า คอมแพ็กดิสก์ "ถูกประดิษฐ์ร่วมกันโดยกลุ่มคนมากมายทำงานร่วมกันเป็นทีม" ("invented collectively by a large group of people working as a team.")

คอมแพ็กดิสก์ออกวางตลาดในปลายปี พ.ศ. 2525 ในเอเชีย และต้นปีถัดมาในที่อื่นๆ เหตุการณ์นี้มักถูกมองว่าเป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิวัติเสียงดิจิตอล แผ่นดิสก์เสียงแบบใหม่นี้ได้รับการยอมรับและคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่นชมในคุณภาพเสียง จากเดิมที่ประดิษฐ์ขึ้นสำหรับบันทึกเสียง การใช้คอมแพ็กดิสก์ได้ขยายไปยังด้านอื่นๆ สองปีต่อมา ใน พ.ศ. 2527 มีการออก แผ่นซีดีรอม (หน่วยความจำอ่านได้อย่างเดียว) ด้วยแผ่นแบบนี้เราสามารถเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์จำนวนมากได้ แผ่นซีดีที่ผู้ใช้สามารถเขียนเองได้ หรือแผ่นซีดีอาร์ (CD-R) ก็ได้ปรากฏสู่สายตาต่อมาประมาณปี พ.ศ. 2533 และกลายเป็นมาตรฐานในการแลกเปลี่ยน จัดเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์และเพลงในปัจจุบัน ซีดีแบบต่างๆ ประสบความสำเร็จมาก โดยภายในปี พ.ศ. 2547 เพียงปีเดียวมีการจำหน่ายแผ่นซีดีเพลง ซีดีรอม ซีดีอาร์ ทั่วโลกกว่าสามหมื่นล้านแผ่น

แผ่นซีดีจะทำจากพลาสติกโพลีคาร์บอเนตที่มีความหนา 1.2 มิลลิเมตร (0.047 นิ้ว) และมีน้ำหนัก 15-20 กรัม

ซีดีเสียง หรือ ซีดีเพลง หรือ ออดิโอซีดี (audio CD) เก็บสัญญาณเสียงในรูปแบบที่เป็นไปตามมาตรฐานเรดบุ๊ค (red book) ซีดีเสียงประกอบด้วยแทร็คสเตอริโอหลายแทร็ค ที่เก็บโดยการเข้ารหัสแบบ PCM ขนาด 16 บิตด้วยอัตราการสุ่มตัวอย่าง 44.1 kHz

คอมแพ็กดิสก์มาตรฐานมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 120 มิลลิเมตร แต่มีรุ่นขนาด 80 มิลลิเมตรอยู่ในรูปการ์ดขนาดเท่านามบัตรหรือเป็นรูปวงกลม แผ่นดิสค์ขนาด 120 มิลลิเมตร สามารถบันทึกเสียงได้ 74 นาที แต่มีรุ่นที่สามารถบันทึก 80 หรือ 90 นาทีด้วย แผ่นดิสค์ขนาด 80 มิลลิเมตร ใช้เป็นแผ่นซีดีซิงเกิล หรือใช้เป็นนามบัตรประชาสัมพันธ์ เก็บเสียงใช้เพียงแค่ 20 นาที

เทคโนโลยีคอมแพ็กดิสก์ ต่อมาปรับปรุงเป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เราเรียกว่าแผ่นซีดีรอม

ภายในซีดีรอมจะแบ่งเป็นแทร็กและเซ็กเตอร์เหมือนกับแผ่นดิสก์ แต่เซ็กเตอร์ในซีดีรอมจะมีขนาดเท่ากันทุกเซ็กเตอร์ ทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้มากขึ้น เมื่อไดรฟ์ซีดีรอมเริ่มทำงาน มอเตอร์จะเริ่มหมุนด้วยความเร็วหลายค่า ทั้งนี้เพื่อให้อัตราเร็วในการอ่านข้อมูลจากซีดีรอมคงที่สม่ำเสมอทุกเซ็กเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นเซ็กเตอร์ที่อยู่รอบนอกวงในก็ตาม จากนั้นแสงเลเซอร์จะฉายลงซีดีรอม โดยลำแสงจะถูกโฟกัสด้วยเลนส์ที่เคลื่อนตำแหน่งได้ โดยการทำงานของขดลวด ลำแสงเลเซอร์จะทะลุผ่านไปที่ซีดีรอมแล้วถูกสะท้อนกลับ ที่ผิวหน้าของซีดีรอมจะเป็น หลุมเป็นบ่อ ส่วนที่เป็นหลุมลงไปเรียก พิต สำหรับบริเวณที่ไม่มีการเจาะลึกลงไปเรียก "แลนด์" ผิวสองรูปแบบนี้เราใช้แทนการเก็บข้อมูลในรูปแบบของ 1 และ 0 แสงเมื่อถูกพิตจะกระจายไปไม่สะท้อนกลับ แต่เมื่อแสงถูกแลนด์จะสะท้อนกลับ ผ่านแท่งปริซึม จากนั้นหักเหผ่านแท่งปริซึมไปยังตัวตรวจจับแสงอีกทีทุกๆ ช่วงของลำแสงที่กระทบตัวตรวจจับแสงจะกำเนิดแรงดันไฟฟ้า หรือเกิด 1 และ 0 ที่ทำให้คอมพิวเตอร์ สามารถเข้าใจได้ ส่วนการบันทึกข้อมูลลงแผ่นซีดีรอมนั้นต้องใช้แสงเลเซอร์เช่นกัน โดยมีลำแสงเลเซอร์จากหัวบันทึกของเครื่อง บันทึกข้อมูลส่องไปกระทบพื้นผิวหน้าของแผ่น ถ้าส่องไปกระทบบริเวณใดจะทำให้บริเวณนั้นเป็นหลุมขนาดเล็ก บริเวณที่ไม่ถูกบันทึกจะมีลักษณะเป็นพื้นเรียบสลับกันไปเรื่อยๆ ตลอดทั้งแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นซีดีรอมเป็นสื่อในการเก็บข้อมูลแบบออฟติคอล (Optical Storage) ใช้ลำแสงเลเซอร์ในการอ่านข้อมูล แผ่นซีดีรอม ทำมาจากแผ่นพลาสติกเคลือบด้วยอะลูมิเนียม เพื่อสะท้อนแสงเลเซอร์ที่ยิงมา เมื่อแสงเลเซอร์ที่ยิงมาสะท้อนกลับไป ที่ตัวอ่านข้อมูลที่เรียกว่า Photo Detector ก็อ่านข้อมูลที่ได้รับกลับมาว่าเป็นอะไร และส่งค่า 0 และ 1 กลับไปให้ซีพียู เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป

2. วีซีดี หรือ วิดีโอซีดี (VCD หรือ Video CD) เป็นรูปแบบมาตรฐานในการจัดเก็บภาพเคลื่อนไหวลงในแผ่นซีดี รูปลักษณ์ของแผ่นวีซีดีเหมือนกับแผ่นซีดี สามารถเล่นได้กับเครื่องเล่นเฉพาะ เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัว เครื่องเล่นดีวีดี (DVD) เป็นต้น รูปแบบวีซีดีมาตรฐานถูกสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1993 โดย บริษัท โซนี่ บริษัท ฟิลิปส์ บริษัท มัทซูชิตะ และ บริษัท เจวีซี ซึ่งได้อ้างอิงไว้ในหนังสือชื่อ ไวต์บุ๊ก (White Book)

ธุรกิจวีซีดีเจริญรุ่งเรืองมากในแถบเอเชีย เพราะว่าเครื่องเล่นนั้นมีราคาถูก

การพัฒนาจากมาตรฐานสูงขึ้นทำให้เกิด SVCD โดยใช้ MPEG-2 ในการบีบอัด และกำหนดมาตรฐานคุณภาพให้สูงขึ้น. อีกชนิดหนึ่งคือ KVCD ซึ่งจัดมาตรฐานของ MPEG-1 และ MPEG-2 ใหม่ ทำให้สามารถบันทึกลงในแผ่นซีดีได้นานถึง 120 นาที ใกล้เคียงมาตรฐาน DVD และอีกแบบคือ DVCD หรือ Double VCD สามารถเขียนลงในแผ่นซีดีได้นานถึง 100 นาที

ในต้นปี 1970 ฟิลิปส์และเอ็มพัฒนา เลเซอร์ดิสก์ . ที่กลางแสงคือ 30 ซม. ในเส้นผ่าศูนย์กลางและถือชั่วโมงของวิดีโออนาล็อก (พร้อมกับเสียงทั้งในแบบอนาล็อกหรือดิจิทัล) ทั้งสองฟาก แม้ว่าพวกเขาจะให้คุณภาพของภาพที่เหนือกว่าและไม่ได้ทำให้เกือบมากเมื่อเวลาผ่านไป Laserdiscs ถูกบดบังเสมอโดย VHS เพราะราคาสูงของพวกเขาและการขาดความสามารถในการบันทึก ใกล้ถึงจุดสิ้นสุดของปี 1970 ฟิลิปส์สร้างรุ่นขนาดเล็กของเลเซอร์ดิสก์ แผ่นคือ 120 มม. และเป็นด้านเดียว ขนานนาม คอมแพคดิสก์ หรือซีดีรูปแบบที่ถูกออกแบบมาเพื่อเก็บเสียงดิจิทัลและพิสูจน์ให้เห็นว่าจะประสบความสำเร็จในวงการเพลง ไม่กี่ปีต่อมาฟิลิปส์ตัดสินใจที่จะให้ซีดีสามารถในการผลิตวิดีโอเช่นเดียวกับคู่ของ 12 นิ้ว นี้จะนำไปสู่การสร้างวิดีโอซีดี (CD-V) ในปี 1987 อย่างไรก็ตามขนาดของแผ่นดิสก์ขนาดเล็กอย่างมีนัยสำคัญขัดขวางความสามารถในการจัดเก็บวิดีโอแบบอะนาล็อกจึงเพียง 5 นาทีจากข้อมูลภาพได้พอดีบนพื้นผิวของแผ่นดิสก์ (แม้จะมีความจริงที่ว่าเสียงเป็นดิจิทัล) ดังนั้นกระจาย CD-V ถูก จำกัด ให้มีมิวสิควิดีโอ โดยต้นปี 1990 วิศวกรสามารถรูปแบบดิจิทัลสัญญาณวิดีโออย่างมากการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเก็บ เพราะรูปแบบใหม่นี้สามารถถือ 83 นาทีของเสียงและวิดีโอปล่อยภาพยนตร์บนแผ่นดิสก์ในที่สุดก็กลายเป็นความจริง ความสามารถพิเศษที่ได้รับด้วยการเสียสละแก้ไขข้อผิดพลาด (ก็เชื่อว่าข้อผิดพลาดเล็กน้อยใน datastream จะไปสังเกตโดยดู) รูปแบบนี้เป็นชื่อวิดีโอ CD หรือ VCD VCD ความสุขในช่วงเวลาสั้นของความสำเร็จที่มีไม่กี่ภาพยนตร์สารคดีที่สำคัญได้รับการปล่อยตัวในรูปแบบ (มักจะเป็นซีดีชุด 2) แต่แนะนำที่ดิสก์ CD-R และบันทึกที่เกี่ยวข้องหยุดการเปิดตัวของภาพยนตร์สารคดีในเพลงของพวกเพราะรูปแบบ VCD ไม่ได้

หมายความว่าไม่มีการป้องกันการสำเนา (และสมบูรณ์) ไม่ได้รับอนุญาตจากการทำ อย่างไรก็ตามวีซีดี
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังคงถูกปล่อยออกมาในเอเชีย แต่พวกเขาเพิ่งมีวิธีการป้องกันการคัดลอก การพัฒนาของความซับซ้อนมากขึ้นความจุที่สูงขึ้นแสงรูปแบบแผ่นดิสก์ให้ผล ดีวีดี รูปแบบการปล่อยตัวเพียงไม่กี่ปีต่อมากับกลไกการป้องกันการคัดลอก เครื่องเล่น DVD ใช้เลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าที่ใช้ในแผ่นซีดีที่ช่วยให้การบันทึกหลุมจะมีขนาดเล็กเพื่อให้ข้อมูลเพิ่มเติมสามารถเก็บไว้ ดีวีดีจนประสบความสำเร็จในท้ายที่สุดว่ามันผลัก VHS ออกจากตลาดวิดีโอบันทึกครั้งเดียวที่เหมาะสมกลายเป็นใช้ได้อย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามวีซีดีทำ inroads มากในประเทศกำลังพัฒนาที่พวกเขายังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน

3. ดีวีดี (อังกฤษ: Digital Versatile Disc; ชื่อย่อ DVD) เป็นแผ่นข้อมูลแบบบันทึกด้วยแสง (optical disc) ที่ใช้บันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น ภาพยนตร์ โดยให้คุณภาพของภาพและเสียงที่ดี ดีวีดีถูกพัฒนามาใช้แทนซีดีรอม โดยใช้แผ่นที่มีขนาดเดียวกัน (เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร) แต่ว่าใช้การบันทึกข้อมูลที่แตกต่างกัน และความละเอียดในการบันทึกที่หนาแน่นกว่า

เดิมทีดีวีดีมาจากชื่อย่อว่า digital video disc แต่ในภายหลังผู้ผลิตบางรายเห็นว่าควรเปลี่ยนชื่อเป็น digital versatile disc ปัจจุบันตามคำนิยามอย่างเป็นทางการแล้ว DVD ไม่ได้ย่อมาจากชื่อเต็มแต่อย่างใด

ความเร็วในการเขียนแผ่นดีวีดี 1x มีค่าเท่ากับ 10.5 Mb/s หรือราวๆ 1.32 MB/s

เครื่องเขียนแผ่นดีวีดี (DVD Writer) คือ เครื่องสำหรับการบันทึกข้อมูลลงบนแผ่นดีวีดี

3.2.2 เครื่องเล่นเสียง

1. สมาร์ทโฟนคือโทรศัพท์มือถือที่นอกเหนือจากใช้โทรออก-รับสายแล้วยังมีแอพพลิเคชั่นให้ใช้งานมากมาย สามารถรองรับการใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่าน 3G, Wi-Fi และสามารถใช้งานโซเชียลเน็ตเวิร์กและแอปพลิเคชันสนทนาชั้นนำ เช่น LINE, Youtube, Facebook, Twitter ฯลฯ โดยที่ผู้ใช้สามารถปรับแต่งลูกเล่นการใช้งานสมาร์ทโฟนให้ตรงกับความต้องการได้มากกว่ามือถือธรรมดา ผู้ผลิตสมาร์ทโฟนรุ่นใหม่ๆ นิยมผลิตสมาร์ทโฟนที่มีหน้าจอระบบสัมผัส ใส่กล้องถ่ายรูปที่มีความละเอียดสูง ออกแบบดีไซน์ให้สวยงามทันสมัย มีแอพพลิเคชั่นและลูกเล่นที่น่าสนใจ

แม้ว่าในปัจจุบันจะไม่มีการกำหนดมาตรฐานของ "สมาร์ทโฟน" ออกมาอย่างชัดเจน แต่แนวโน้มในภาคอุตสาหกรรมตลาดมือถือก็ได้ปรับตัวเข้าหาผู้บริโภคมากขึ้นและเรียนรู้ว่าอะไรคือสิ่งที่ผู้ใช้งานสมาร์ทโฟนต้องการ โดยสิ่งที่จำเป็นต้องมีอยู่ในสมาร์ทโฟนนั้นได้แก่ ระบบปฏิบัติการณ์ แอปพลิเคชัน การท่องเว็บไซต์ แป้นพิมพ์ QWERTY และการส่งข้อความ

2. External Harddisk คือ อุปกรณ์เก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถพกพาหรือนำติดตัวไปยังสถานที่ต่างๆ เป็น Harddisk แบบเดียว Harddisk ในเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ต่างกันตรงที่ External Harddisk นี้ใช้เชื่อมต่อภายนอกเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วน Harddisk ทั่วไปนั้น อยู่ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้ Harddisk ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ มาติดตั้งในกล่องสำหรับใส่ Harddisk โดยจะมีแผงวงจรควบคุมการทำงานของ Harddisk ที่ติดตั้งอยู่ในกล่อง โดยคุณสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกขนาดความจุของ Harddisk มาติดตั้งในกล่องนี้ได้ตามความต้องการ และชนิดของ Harddisk ที่จะนำมาติดตั้งในกล่องนี้ ต้องเลือกให้ถูกต้องกับประเภทของกล่องซึ่งจะมีอยู่ สองแบบ โดยทั่วไป คือ IDE และ SATA แต่เดี๋ยวนี้ก็เริ่มจะมีทั้ง e-SATA เข้ามาบ้างแล้ว รวมถึงเทคโนโลยีการถ่ายโอนข้อมูลล่าสุด USB 3.0 ที่เพิ่งจะเปิดตัวไปเมื่อไม่นานมานี้

ประโยชน์ของ External Harddisk นี้นอกจากเป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูลที่มีความจุสูง สามารถเก็บข้อมูลได้เยอะแล้ว ยังใช้เป็นฮาร์ดดิสก์เสริมให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย เนื่องจากว่า External Harddisk ก็เสมือนเป็นฮาร์ดดิสก์อีกตัวหนึ่ง เพราะสามารถติดตั้งระบบปฏิบัติการลงใน External Harddisk นี้ได้ อย่างในฮาร์ดดิสหลักที่ใกล้เต็มแล้วทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ช้าลง ก็สามารถย้ายข้อมูลมาที่ External Harddisk ได้ ทำให้ปัญหาเครื่องช้าลดลง หรือเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ 32 bit แต่ต้องการใช้ โปรแกรมแบบ 64 bit ก็สามารถใช้ฮาร์ดดิสก์ตัวนี้เสริมเข้าไป โดยให้โปรแกรมแบบ 64 bit ที่ต้องการรันบน External Harddisk แทนก็จะสามารถใช้ โปรแกรมแบบ 64 bit ได้แล้ว โดยไม่ต้องซื้อคอมพิวเตอร์เครื่องใหม่

3. NAS หรือ Network Attached Storage นั้น เป็นอุปกรณ์ที่มีระบบต่างๆ เพิ่มเข้ามาจากเดิมที่มีแค่สายยูเอสบี หรือไฟร์ไวร์ ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง แต่ NAS มีสายแลนหรืออาจเป็นสัญญาณไวไฟเป็นตัวเชื่อมต่อ ประโยชน์คือสามารถใช้งานร่วมกันหลายๆ คนได้ทันที ไม่จำเป็นต้องเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ทิ้งไว้เพื่อแชร์ข้อมูล (เปลืองไฟ) เปิดแค่ NAS ทิ้งไว้เท่านั้น ซึ่งประหยัดไฟกว่ามาก

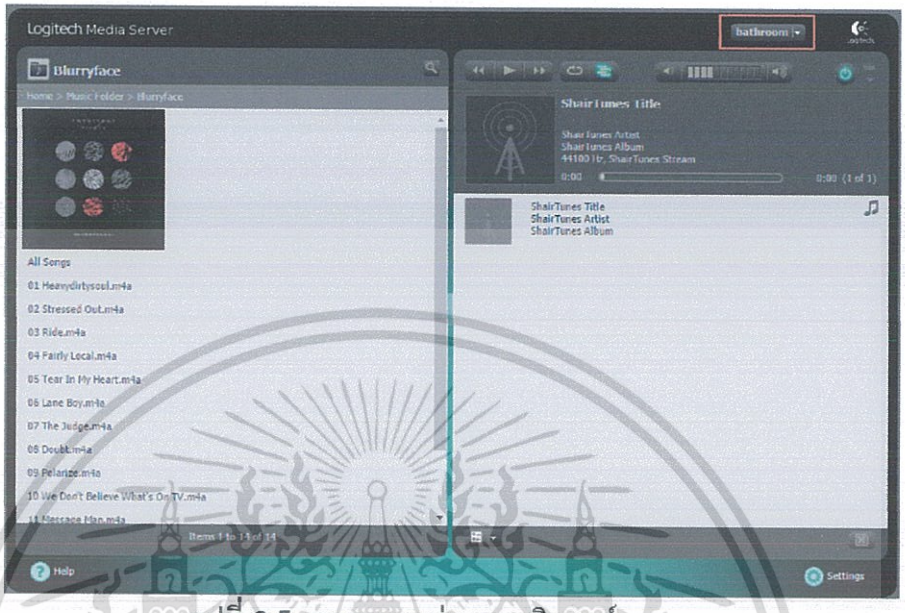
NAS นั้นเปรียบเสมือนกับว่าเป็นระบบไฟล์เซิร์ฟเวอร์ขนาดใหญ่ มีการเข้าถึงทำงานแบบไฟล์บนเซิร์ฟเวอร์โดยไคลเอ็นต์ หรือเวิร์กสเตชันผ่านทางเน็ตเวิร์กโพรโตคอลเช่น TCP/IP และผ่านทางแอพพลิเคชันเช่น NFS (Network File System) หรือ CIFS (Common Internet File System) ทำให้ไคลเอ็นต์ที่เชื่อมต่ออยู่บนระบบเน็ตเวิร์กสามารถแลกเปลี่ยนไฟล์กันได้ และการเข้าถึงไฟล์ข้อมูลนั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการเชื่อมต่อซึ่งมีอยู่ภายในไคลเอ็นต์อยู่แล้ว โดยโครงสร้างของ NAS นั้นเน้นการให้บริการด้านไฟล์ ดังนั้นจึงช่วยให้การจัดการเข้าถึงไฟล์สามารถทำได้ด้วยความรวดเร็ว และนอกจากนี้ผู้ใช้สามารถตั้งโปรแกรมให้ NAS แบ็กอัพไดเรกทอรีหรือฮาร์ดดิสก์ของไคลเอ็นต์ได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีอย่างหนึ่งที่ช่วยในการสำรองข้อมูลที่ลดความเสี่ยงในการสูญเสียข้อมูลให้น้อยลง

NAS นั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการแชร์ไฟล์ เช่น NFS ในยูนิกซ์ หรือ CIFS ในวินโดวส์ เอ็นที โดยสามารถส่งไฟล์ข้อมูลไปให้กับหลายๆ ไคลเอ็นต์ โดยที่มีการป้องกันในเรื่องความปลอดภัยได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของแอพพลิเคชันที่ควรใช้ NAS เพื่อประสิทธิภาพการทำงานมี 2 แอพพลิเคชันคือ ระบบไดเรกทอรี่และเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยทั้งสองแอพพลิเคชันนี้มีการดึงข้อมูลเพื่อนำไปใช้ แจกจ่าย หรือไปสร้างเว็บเพจนั้นเองและสำหรับในองค์กรที่มีการใช้ฐานข้อมูล มีการเข้าถึงข้อมูลแบบอ่านอย่างเดียว (จำกัดสิทธิ์) มีผู้ใช้งานน้อย ระบบ NAS จะสามารถช่วยการลดค่าใช้จ่ายขององค์กรแบบนี้ลงได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การเชื่อมต่อเครื่องเล่นเสียงเข้ากับอุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูล

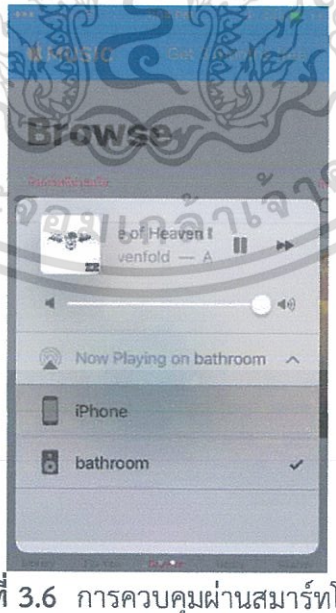
1. ควบคุมผ่านระบบ IP Address ผ่านคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.5 การควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์

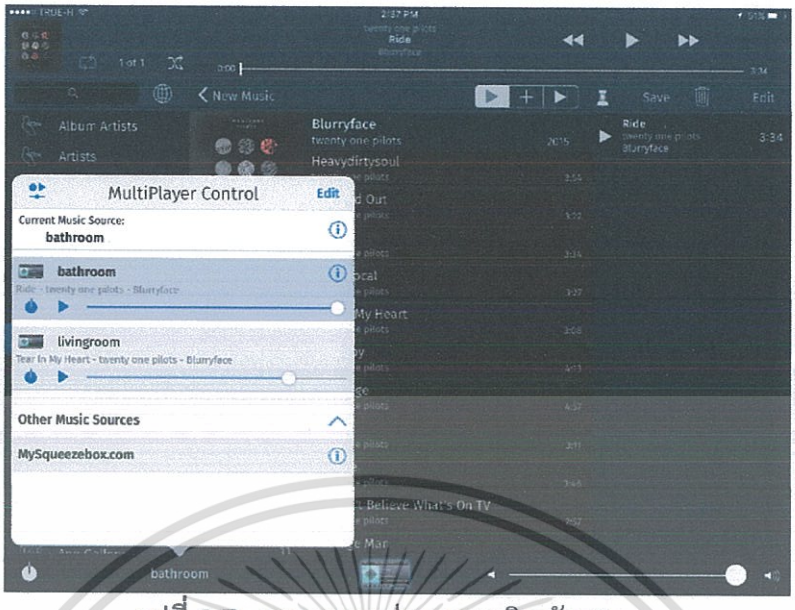
2. ควบคุมผ่านระบบ IP Address ผ่านสมาร์ทโฟน

ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเสียงระหว่าง Smart Phone และ Raspberry Pi แสดงดังรูปที่ 3.7



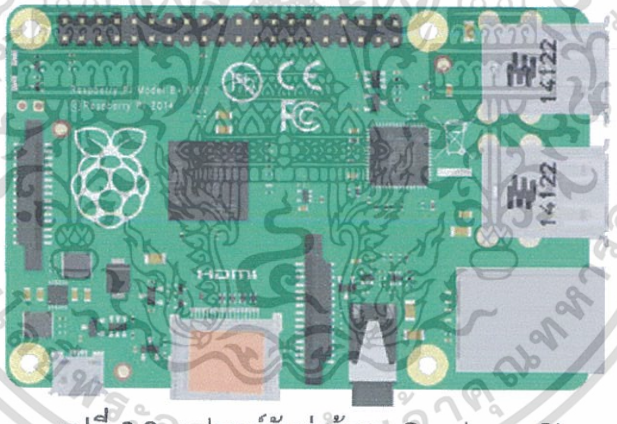
รูปที่ 3.6 การควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 การควบคุมผ่านแอพพลิเคชัน iPeng

3.2.4 อุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูล



รูปที่ 3.8 อุปกรณ์รับส่งข้อมูล Raspberry Pi
(อ้างอิงโดย https://goo.gl/dK9oy4)

จากรูปที่ 3.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ส่งสัญญาณข้อมูลคือ เราจะทำการรับอินพุทจากเครื่องเล่นเสียงชนิดต่างๆ ผ่านทาง Port USB หรือ Bluetooth แล้วทำการส่งสัญญาณเสียงออกไปให้ตรงกับ IP Address ของอุปกรณ์รับสัญญาณ ไม่ว่าจะเป็นทาง WLAN หรือ LAN ก็ตาม พอได้ข้อมูลมาแล้วก็จะทำการส่งต่อไปที่ Audio Output เพื่อนำสัญญาณเสียงเข้าเครื่องขยายเสียงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 สื่อกลางที่ใช้ส่งสัญญาณข้อมูลไปยังอุปกรณ์รับสัญญาณข้อมูล

1. Router Wi-Fi
2. LAN
3. WLAN
4. Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 อุปกรณ์เบื้องต้น

ในการเริ่มต้นการใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องมีอุปกรณ์ Raspberry Pi สำหรับการใช้งานแสดงดังรูปที่ 4.1 ซึ่งซึ่งเป็นอุปกรณ์หลักของการทำระบบแหล่งกาเนิดข้อมูลเสียงสาหรับลาโพงระบบไอพีสำหรับใช้ในบ้าน

รูปที่ 4.1 อุปกรณ์รับส่งข้อมูล Raspberry Pi

เมื่อมีตัวอุปกรณ์ Raspberry Pi แล้ว ต้อทำการใช้ตัวอุปกรณ์คู่กับ Micro SD Card แสดงดังรูปที่ 4.2 เพื่อให้ตัวอุปกรณ์ Raspberry Pi สามารถติดตั้งซอฟต์แวร์ได้

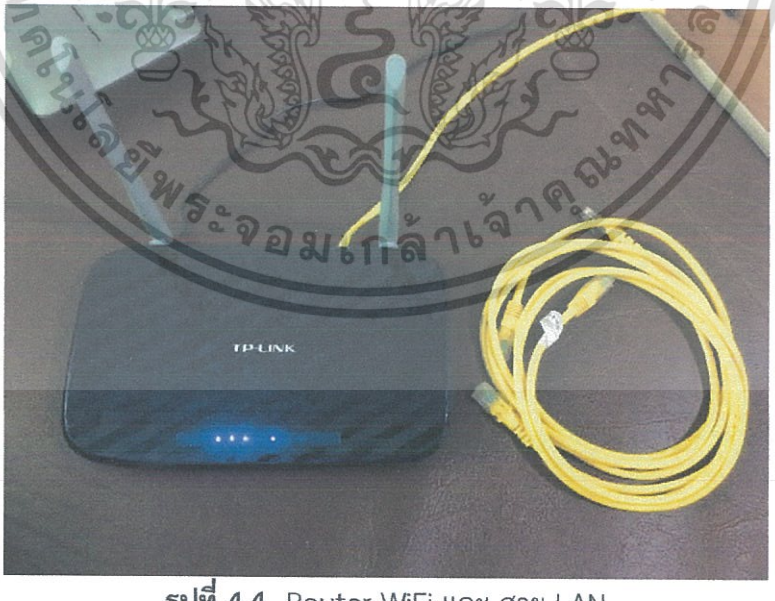
รูปที่ 4.2 Micro SD Card

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในลำดับต่อมาต้องใช้ Micro USB และอุปกรณ์แปลงไฟสำหรับอุปกรณ์ Raspberry Pi แสดงดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 สาย Micro USB และอุปกรณ์แปลงไฟ

ในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเชื่อมภายในเครือข่ายนั้นมี Router WiFi และ สาย LAN ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.4



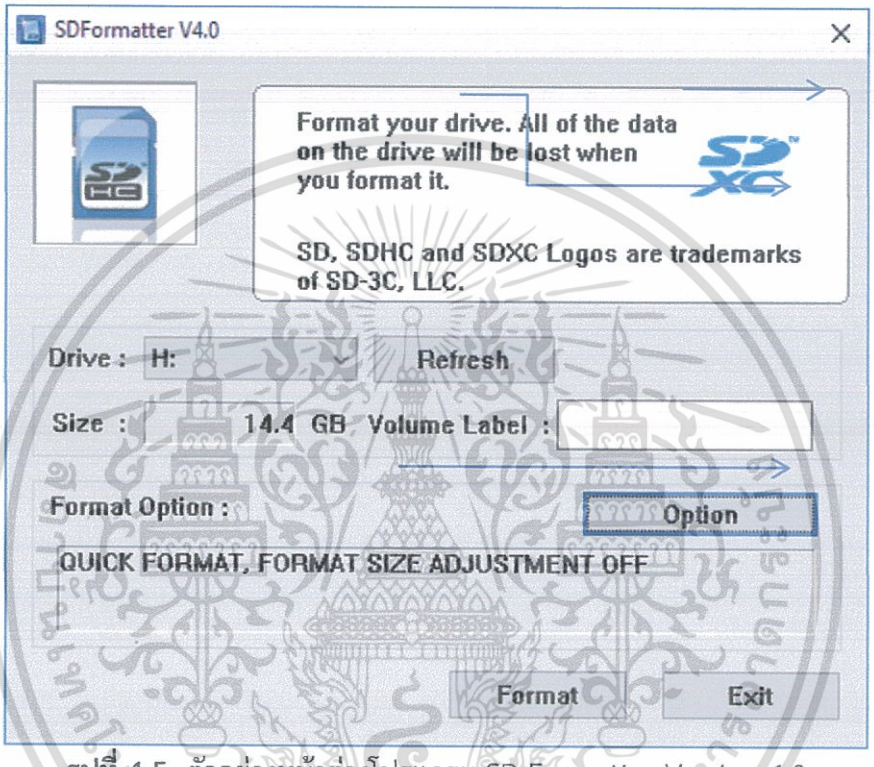
รูปที่ 4.4 Router WiFi และ สาย LAN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เตรียมซอฟต์แวร์สำหรับติดตั้งระบบ Linux ลงบนบอร์ด Raspberry Pi

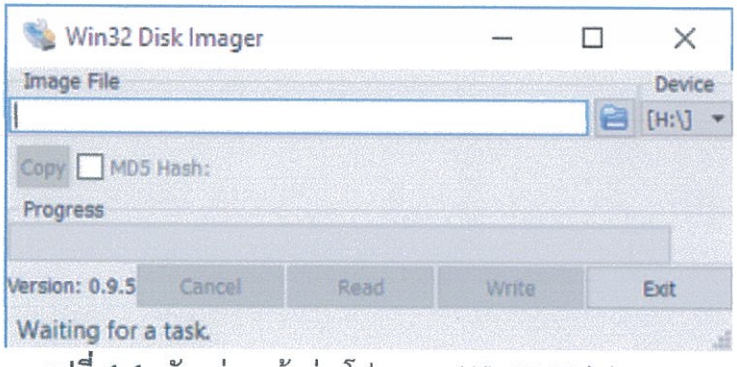
ก่อนเริ่มต้นการใช้งานบอร์ด Raspberry Pi จำเป็นที่จะต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการให้กับบอร์ดก่อนเนื่องจากบอร์ดไม่มีหน่วยความจำแบบแฟลชเมมโมรี่มาบนบอร์ดด้วย

ติดตั้งโปรแกรม SD Formatter 4.0 ลงบนคอมพิวเตอร์เพื่อทำการ Format SD Card ให้อยู่ในรูปแบบที่ใช้กับบอร์ด Raspberry Pi ได้ แสดงดังรูป 4.5



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม SD Formatter Version 4.0

ทำการติดตั้งโปรแกรม Win32 Disk Imager ซึ่งใช้สำหรับเขียนไฟล์ระบบปฏิบัติการณ์ที่เป็นไฟล์ Image (*.img) ลงบน Micro SD Card แสดงดังรูป 4.6



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Win32 Disk Imager

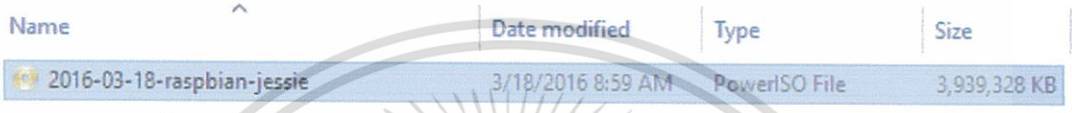
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดาวน์โหลดระบบปฏิบัติการ Debian Wheezy ที่ถูกปรับแต่งให้ใช้สำหรับบอร์ด Raspberry Pi โดยเฉพาะ เป็น Linux ที่ให้ใช้งานได้ฟรี ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ของ Raspberry Pi

4.3 ขั้นตอนการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspbian ให้กับบอร์ด Raspberry Pi

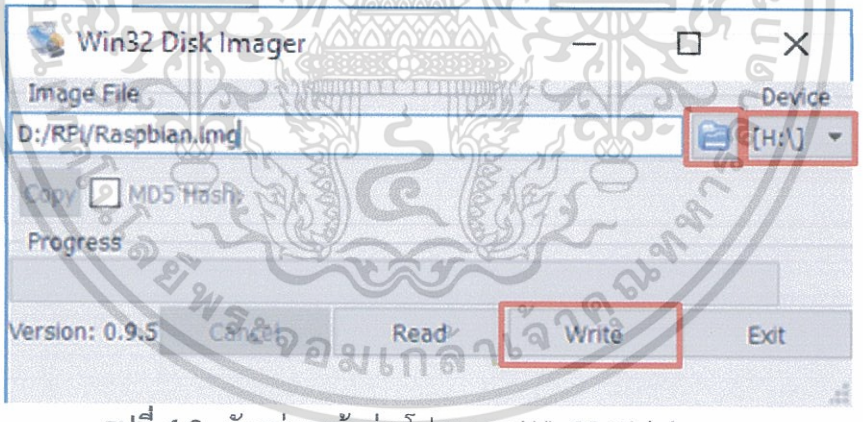
1. ทำการ Format Micro SD Card ด้วยโปรแกรม SD Formatter 4.0

2. เมื่อดาวน์โหลดไฟล์ระบบปฏิบัติการ Raspbian มาแล้วจะได้เป็นไฟล์ Zip ให้แตกไฟล์จะได้เป็นไฟล์ Image (*img) มาแสดงดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ตัวอย่างของไฟล์ Image (*img) ของระบบปฏิบัติการ Raspbian

3. ทำการเปิดใช้โปรแกรม Win32 Disk Imager ให้ Browse ไฟล์ Image ระบบปฏิบัติการ Raspbain (*img) และเลือก Device ให้ถูกต้อง แล้วคลิกปุ่ม Write แสดงดังรูป และจะปรากฏหน้าต่างยืนยัน ให้คลิกปุ่ม Yes แสดงดังรูปที่ 4.8

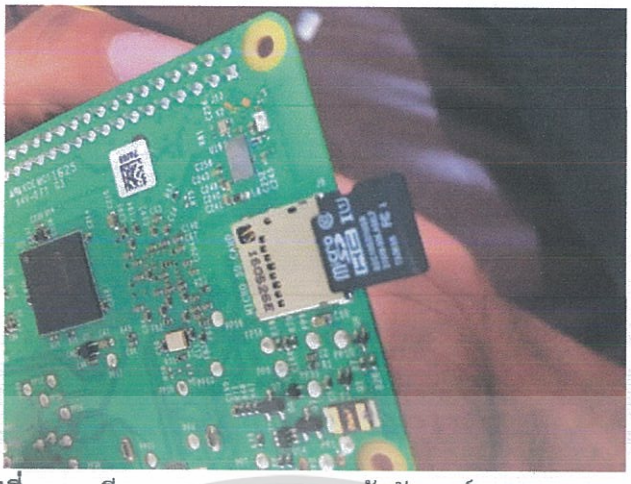


รูปที่ 4.8 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม Win32 Disk Imager

4. รอจนกว่า Progress Bar ครบ 100% และปรากฏหน้าต่างแสดงดังรูป แล้วให้กดปุ่ม OK และ Exit

5. ถอด Micro SD Card ออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วนำไปเสียบเข้ากับบอร์ด Raspberry Pi แสดงดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

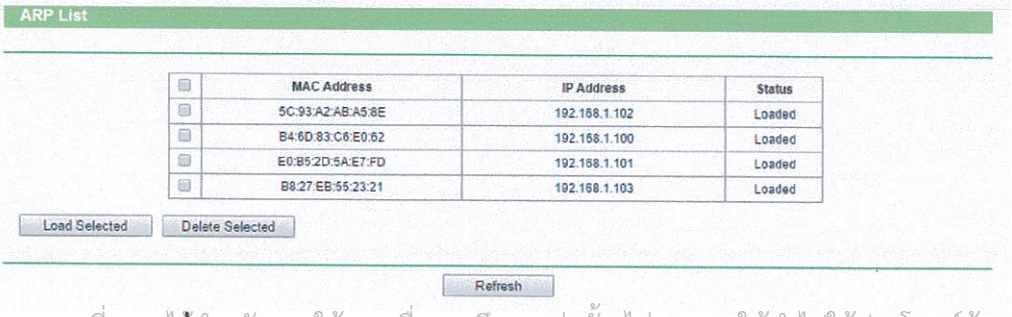


รูปที่ 4.9 เสียบ Micro SD Card เข้ากับบอร์ด Raspberry Pi

6. ทำการเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi เข้ากับ Router WiFi และอุปกรณ์จ่ายไฟ แสดงดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการเชื่อมต่อบอร์ด Raspberry Pi

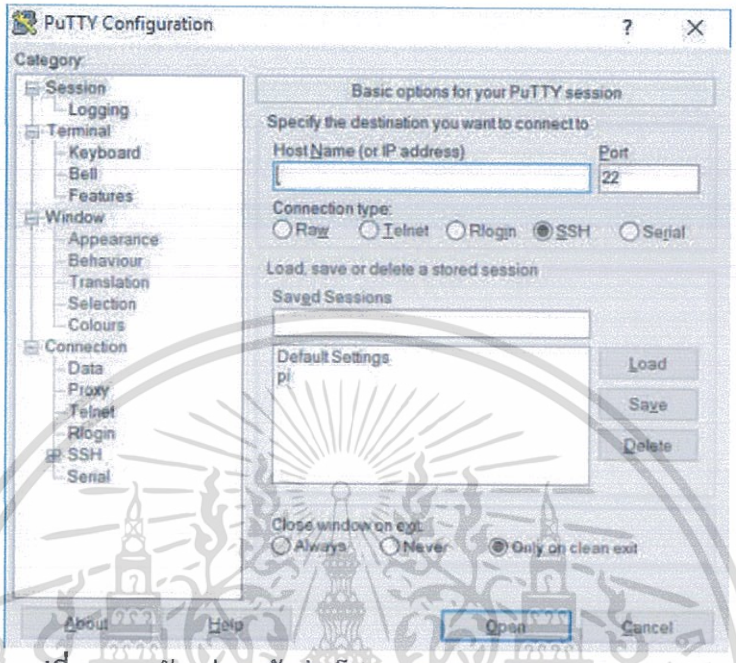
7. ทำการเช็ค IP Address ของบอร์ด Raspberry Pi จาก Router แสดงดังรูป 4.11



รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการตรวจสอบ IP Address ภายในเครือข่าย

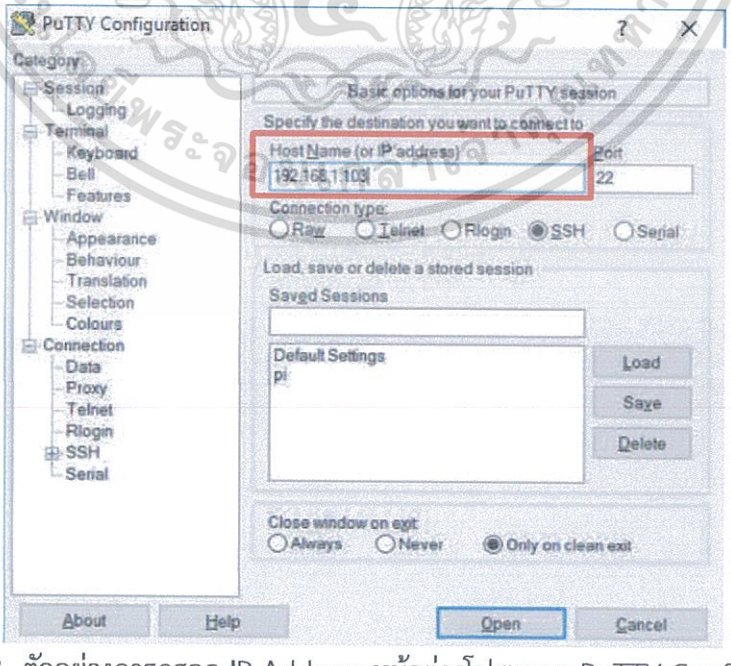
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ทำการติดตั้งโปรแกรม PuTTY Configuration เพื่อใช้สำหรับควบคุมบอร์ด Raspberry Pi ผ่านคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรม PuTTY Configuration

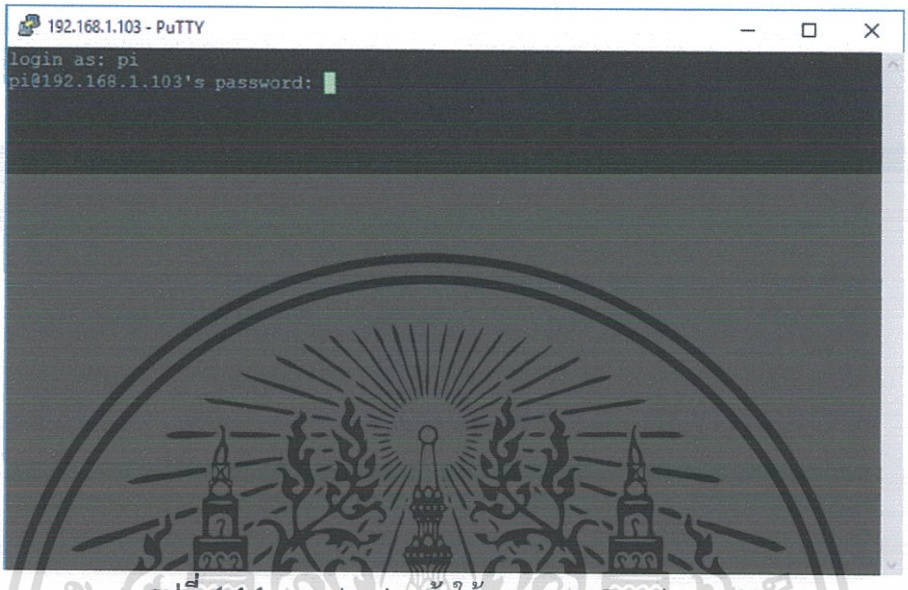
9. นำ IP Address ของบอร์ด Raspberry Pi เข้าไปใส่ในโปรแกรม PuTTY Configuration แสดงดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการกรอก IP Address หน้าต่างโปรแกรม PuTTY Configuration

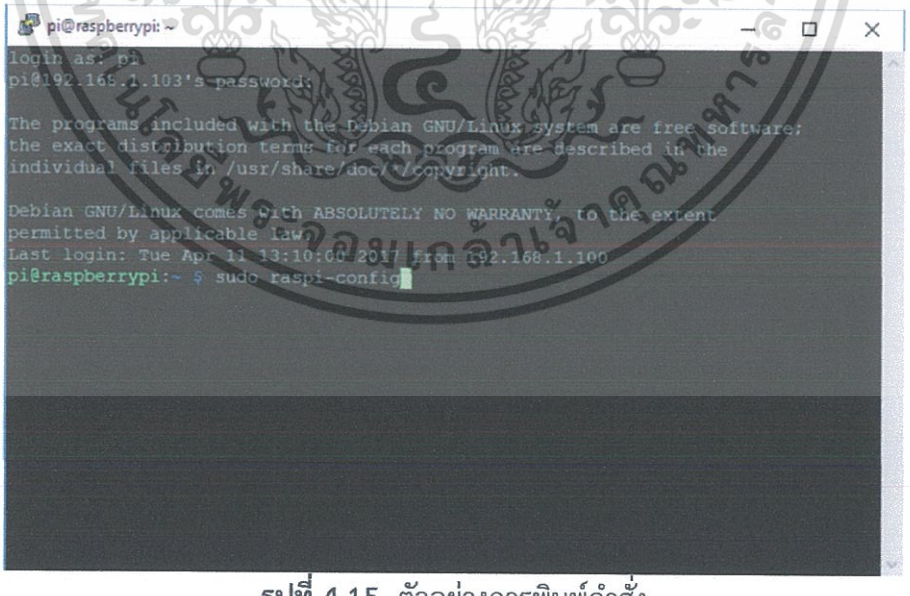
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ทำการ Login เข้าไปยังบอร์ด Raspberry Pi โดยใช้ ID : pi และ Password : raspberry แสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 การ Login เข้าใช้งานระบบ Raspberry Pi

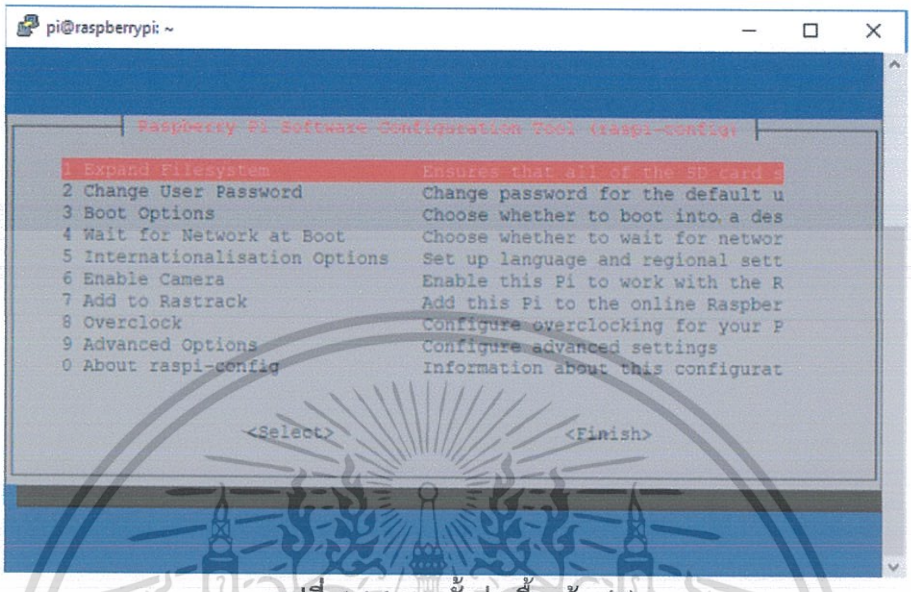
11. ทำการตั้งค่าเบื้องต้นโดยใช้คำสั่ง sudo raspi-config แสดงดังรูป 4.15



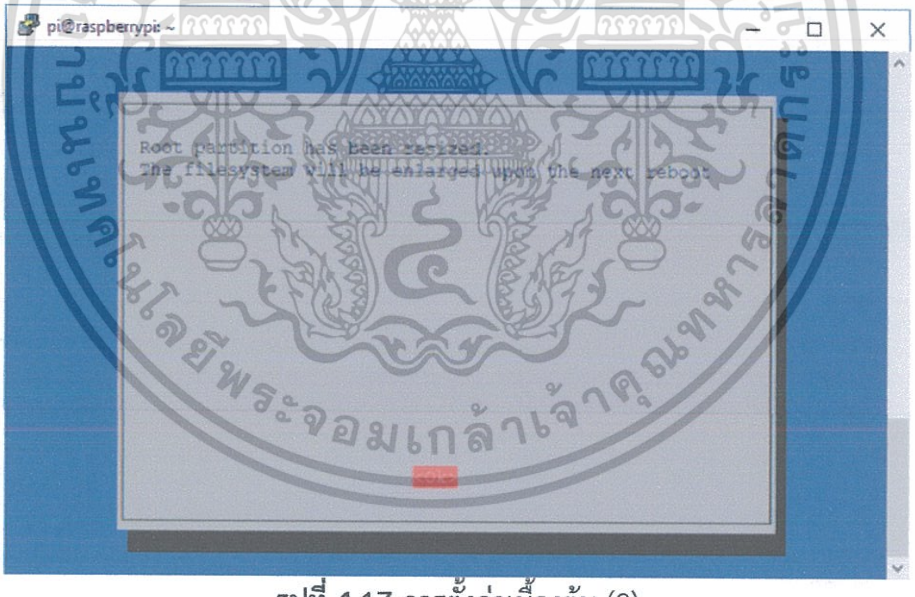
รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการพิมพ์คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. ทำการเลือก Expand Filesystem เพื่อขยายพื้นที่ของ Micro SD Card ให้ใช้งานได้เต็มความจุ แล้วทำการ Reboot บอร์ด Raspberry Pi เป็นอันเสร็จสิ้น แสดงดังรูป 4.15 และ 4.16



รูปที่ 4.16 การตั้งค่าเบื้องต้น (1)



รูปที่ 4.17 การตั้งค่าเบื้องต้น (2)

13. หลังจากทำการเริ่มระบบของ Raspberry Pi ขึ้นมาใหม่แล้วนั้น ให้ใช้คำสั่ง sudo apt-get update และ sudo apt-get upgrade ตามลำดับเพื่อทำให้ระบบปฏิบัติการของ Raspberry Pi เป็นเวอร์ชันล่าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองส่งสัญญาณเสียงผ่านระบบ Bluetooth

4.4.1 ดาวน์โหลดและติดตั้งแพ็คเกจที่จำเป็น

ระบบนี้จะทำงานอยู่บน Pulseaudio ดังนั้นทำการติดตั้งแพ็คเกจของข้อมูล เพื่อให้รองรับความต้องการของระบบ ซึ่งเป็นการอัพเดตระบบปฏิบัติการณ์และทำการติดตั้งโมดูล Pulseaudio ซึ่งใช้สำหรับเล่นเสียงในระบบ Raspbian โดยพิมพ์คำสั่ง sudo apt-get update && sudo apt-get install bluez pulseaudio-module-bluetooth python-gobject python-gobject-2 bluez-tools udev และ sudo rpi-update

4.4.2 แก้ไข กำหนดค่า และนำไปใช้

ทำการเพิ่ม username ชื่อ pi เข้าไปใน pulseaudio โดยพิมพ์คำสั่ง sudo usermod -a -G lp pi

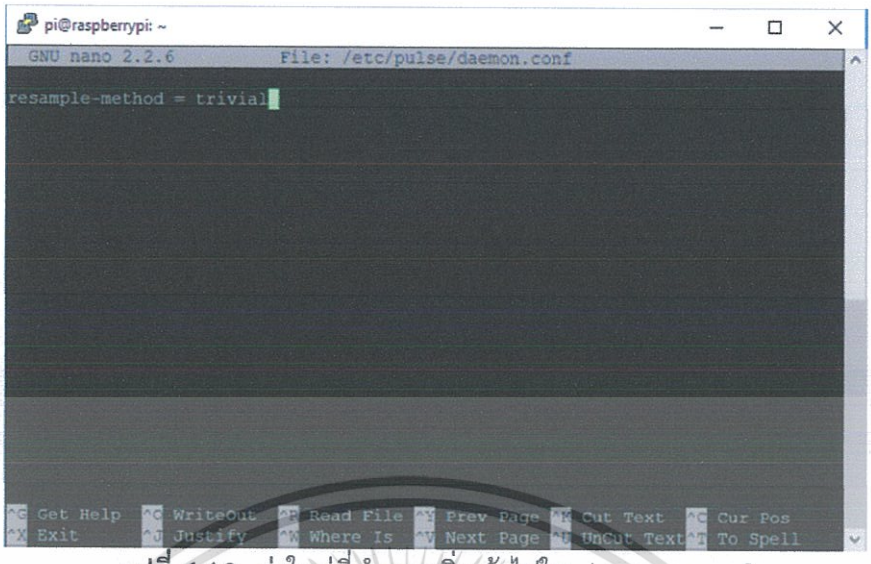
กำหนดค่าขึ้นมาใหม่ใน audio.conf โดยพิมพ์คำสั่ง sudo nano /etc/Bluetooth/audio.conf โดยใส่ข้อมูลดังรูปที่แสดง

รูปที่ 4.18 ค่าใหม่ที่ทำการเพิ่มเข้าไปใน audio.conf

ทำการตั้งค่า Bluetooth Class โดยพิมคำสั่ง sudo nano /etc/bluetooth/main.conf โดยตั้งค่า Bluetooth Class เป็น Class = 0x00041C ซึ่งหมายความว่าระบบนั้นรองรับโปรโตคอล A2DP

ทำการเพิ่มและแก้ไขไฟล์ daemon. conf โดยใช้คำสั่ง sudo nano /etc/pulsedaemon.conf โดยใส่ข้อมูลดังรูปที่แสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ค่าใหม่ที่ทำการเพิ่มเข้าไปใน daemon.conf

ทำการนำสคริปต์ ragusa87 มาใช้เพื่อทำให้ระบบ Bluetooth มีการเปิดการใช้งานแบบอัตโนมัติ โดยทำการใช้คำสั่ง sudo nano /etc/udev/rules.d/99.input.rules แล้วเพิ่มข้อมูลดังรูปที่แสดง

รูปที่ 4.20 ค่าใหม่ที่ทำการเพิ่มเข้าไปใน 99-input.rules

ทำการเพิ่มโฟลเดอร์ udev เข้าไปใน /use/lib โดยใช้คำสั่ง sudo mkdir /usr/lib/udev && cd /usr/lib/dev

หลังจากนั้นทำการทดสอบระบบเสียงโดยใช้คำสั่ง aplay /usr/share/sounds/alsa/Front_Center.wav

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการตั้งค่าเริ่มต้นของปลายทางโดยใช้คำสั่ง sudo amixer cset numid=3 n โดยที่ n คือ 0 = อัตโนมัติ, 1 = jack 3.5, 2 = HDMI

4.4.3 การจับคู่และเชื่อมต่อ Bluetooth

พิมพ์คำสั่ง bluetoothctl และทำการเปิดใช้งาน Bluetooth โดยใช้คำสั่ง power on และ agent on ตามลำดับ หลังจากนั้นใช้คำสั่ง discoverable on; pairable on เพื่อทำให้อุปกรณ์ภายนอกสามารถตรวจจับและจับคู่เข้ากับบอร์ด Raspberry Pi เพื่อเล่นเพลงผ่าน Bluetooth ได้

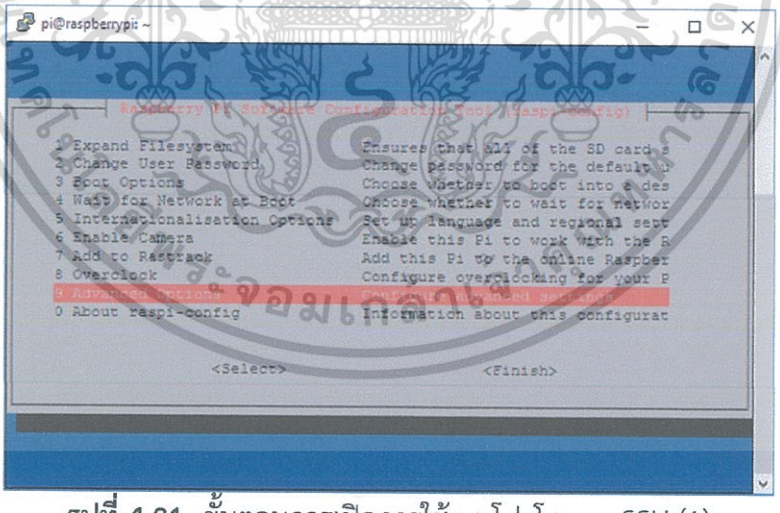
4.4.4 สรุปผลการทดลอง

หลังจากที่ได้ทำการทดลองพบว่า คุณภาพเสียงนั้นยังไม่ดีพอรวมทั้งมีอาการค้างระหว่างการเล่นเพลง จึงไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาประยุกต์ใช้ในโครงงาน

4.5 การทดลองส่งสัญญาณเสียงผ่านโปรโตคอล UPnP

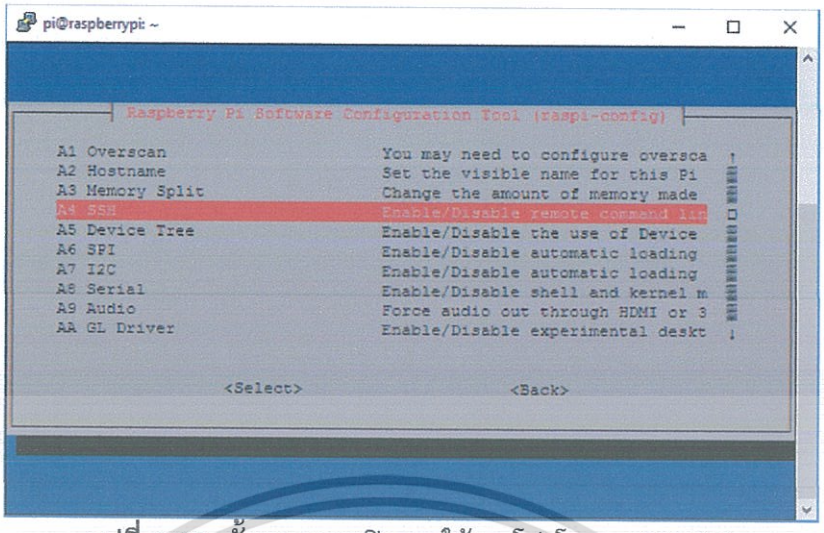
4.5.1 ขั้นตอนการเริ่มและการอัพเดต

เริ่มด้วยการเข้าไปเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH โดยใช้คำสั่ง sudo raspi-config หลังจากนั้นทำการ reboot แสดงดังรูปที่ 4.20 4.21 และ 4.22



รูปที่ 4.21 ขั้นตอนการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH (2)

รูปที่ 4.23 ขั้นตอนการเปิดการใช้งานโปรโตคอล SSH (3)

ขั้นตอนต่อมาทำการอัพเดตเฟิร์มแวร์ให้เป็นเวอร์ชันล่าสุด โดยใช้คำสั่ง sudo apt-get install rpi-update และ sudor pi-update หลังจากเสร็จสิ้นทำการ reboot โดยใช้คำสั่ง sudo reboot เมื่อเปิดระบบขึ้นมาใหม่ ทำการอัพเดตซอฟต์แวร์ โดยใช้คำสั่ง sudo apt-get update และ sudo apt-get upgrade ตามลำดับ หลังจากนั้นทำการ Reboot โดยใช้คำสั่ง sudo reboot

4.5.2 ติดตั้ง GMediaRenderer

ใช้คำสั่ง cd เพื่อทำให้แน่ใจว่าได้อยู่หน้าแรกสุดของระบบแล้ว หลังจากนั้นใช้คำสั่ง got clone https://github.com/hzeller/gmrender-resurrect.git เพื่อดึงไฟล์จาก Github มาใช้งาน ต่อมาใช้คำสั่ง cd gmrender-resurrect เพื่อเข้าสู่ที่อยู่ของไฟล์ เมื่อเข้ามายังที่อยู่ของ gmrender-resurrect ได้แล้วนั้น ให้ใช้คำสั่ง sudo apt-get install autoconf automake libtool และ sudo

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

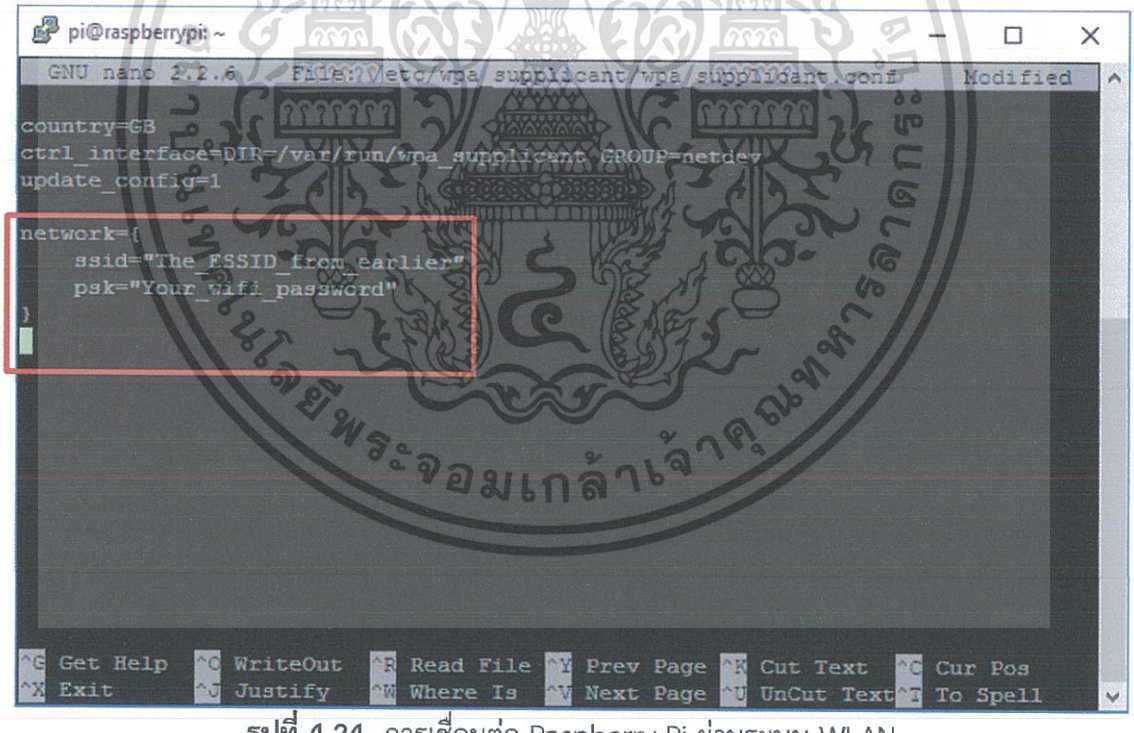
apt-get install libupnp-dev libgstreamer0.10-dev เมื่อติดตั้งส่วนขยายให้พร้อมสำหรับการใช้งาน และพิมพ์คำสั่งดังต่อไปนี้ ./autogen.sh และ ./configure ต่อมาใช้คำสั่ง make และ sudo make install เพื่อติดตั้ง และใช้คำสั่ง sudo cp scripts/init.d/gmediarenderer etc/init.d เพื่อทำการคัดลอกไฟล์ gmediarenderer ไปยัง /etc/init.d เพื่อเป็นสคริปต์ที่ใช้ในการเริ่มและหยุดเพลง

ในขั้นตอนต่อมาต้องทำให้ระบบนั้นสามารถเรียกใช้สคริปต์ได้อย่างถูกต้องเราจึงต้องพิมพ์คำสั่งดังต่อไปนี้ sudo update-rc.d gmediarenderer defaults และ sudo reboot ตามลำดับ แล้วทำการตรวจสอบว่าเสียงจะไปออกที่ไหนโดยใช้คำสั่ง ps aux|grep gmedia

เมื่อเสร็จขั้นตอนทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว นำบอร์ด Raspberry Pi ไปต่อเข้ากับลำโพงที่มีช่องเสียบขนาด 3.5 มม. เพื่อนำไปใช้งานต่อไป

4.5.3 การเชื่อมต่อ Raspberry Pi และ Router ผ่านระบบ WLAN

ทำการพิมพ์คำสั่ง sudo nano /etc/wpa_supplicant/wpa_supplicant.conf เพื่อเข้าไปแก้ไขรายละเอียดของไฟล์ wpa_supplicant หลังจากนั้นเพิ่มรายละเอียดดังรูปที่แสดงที่ 4.23



รูปที่ 4.24 การเชื่อมต่อ Raspberry Pi ผ่านระบบ WLAN

เมื่อเพิ่มส่วนขยายเข้าไปดังรูปแล้ว กด Ctrl+o เพื่อทำการบันทึก กด Enter หลังจากนั้นกด Ctrl+x เพื่อใช้งานในขั้นตอนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.4 การนำสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตมาใช้ในการควบคุม

ในส่วนของระบบ iOS นั้นสามารถควบคุมผ่านระบบ Airplay ได้เลย ส่วนระบบ Android นั้นจำเป็นต้องติดตั้งแอปพลิเคชันเสริมเข้ามาช่วย โดยแอปพลิเคชันที่แนะนำคือแอปพลิเคชั่น BubbleUPnP ซึ่งสามารถเข้ามาช่วยในการจัดการและควบคุมได้

4.5.4 สรุปผลการทดลอง

การทำระบบ Gmedia renderer เข้ามาใช้นั้นสามารถขับเสียงออกมาได้ดี แต่มีตัวระบบนั้นจะไม่มีความปลอดภัยที่มากพอ เพราะหากมีอุปกรณ์อื่นสั่งเล่นเข้ามาในบอร์ด Raspberry Pi ตัวเดียวกัน ระบบจะทำการเล่นไฟล์เสียงสองไฟล์พร้อมกันออกมา

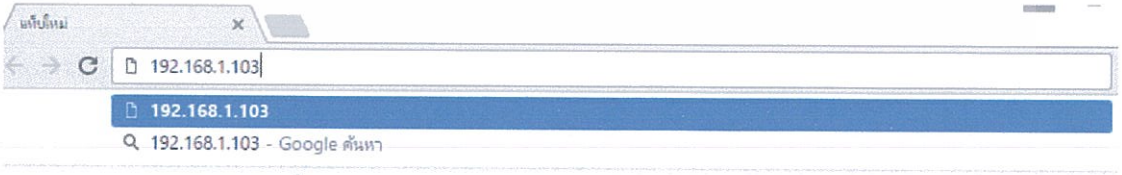
4.6 การทดลองส่งสัญญาณเสียงผ่านโปรโตคอล TCP/IP

4.6.1 เริ่มต้นการใช้งาน

ในการเริ่มต้นการใช้งานจะทำการนำระบบ Max2play มาใช้ ซึ่งระบบนั้นจะเข้ามาช่วยในเรื่องของการจัดการการเล่นเพลง แสดงดังรูปที่ 4.24

รูปที่ 4.25 Max2play

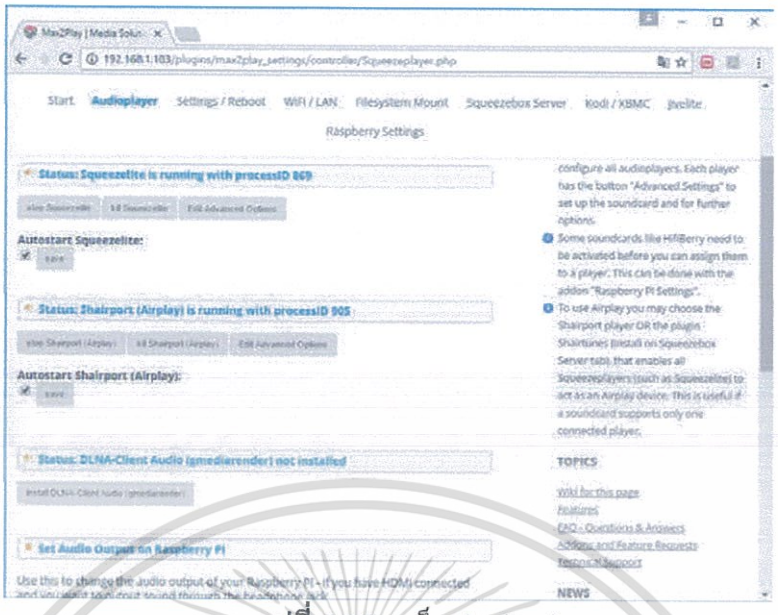
โดยทำการติดตั้งระบบขั้นตอนเดียวกันกับการติดตั้งระบบ Raspbian คือการนำ Micro SD Card มาติดตั้งระบบในคอม จากนั้นนำไปต่อกับบอร์ด Raspberry Pi เพื่อทำการเริ่มต้นการใช้งานและติดตั้งระบบ เมื่อติดตั้งระบบนี้เสร็จแล้ว ให้ทำการพิมพ์ IP Address ของบอร์ด Raspberry Pi ลงบนหน้าเว็บบราวเซอร์เพื่อทำการตั้งค่าต่อไป แสดงดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.26 พิมพ์ IP Address ของบอร์ด Raspberry Pi

เมื่อเข้ามาจะพบแท็บต่าง ๆ ที่ใช้ในการกำหนดค่าต่าง ๆ ของอุปกรณ์ แท็บ Audioplayer ช่วยให้เข้าถึงตัวเลือกของไคลเอ็นท์ เช่น Squeezelite, Airplay (Shairport), DLNA และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

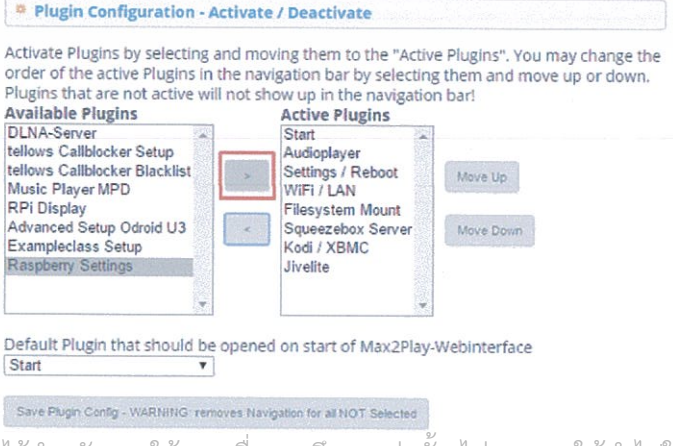


รูปที่ 4.27 แท็บ Audioplayer

สามารถเลือกเอาต์พุทได้ และสามารถติดตั้งเพิ่มเติมตามอุปกรณ์ที่เราต้องการได้ แสดงดังรูปที่ 4.27

รูปที่ 4.28 การเลือกเอาต์พุทพอร์ท

เปิดการใช้งานส่วนขยาย Raspberry Settings โดยคลิกที่ปุ่มที่แสดงดังรูปเพื่อย้ายส่วนขยายไปยังส่วนขยายที่ต้องการใช้งาน



รูปที่ 4.29 ทำการเพิ่มส่วนขยาย Raspberry Settings

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าใช้งานแท็บ Settings / Reboot เพื่อทำการตั้งชื่อให้กับบอร์ด Raspberry Pi แสดงดังรูป

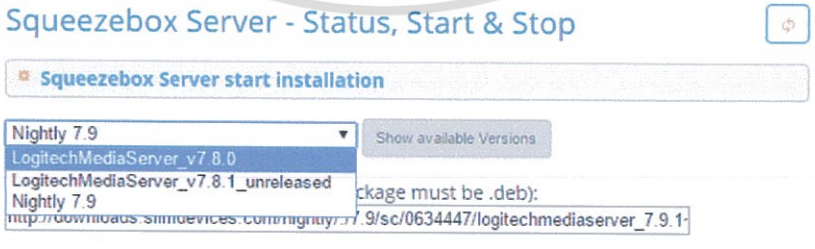
รูปที่ 4.30 การตั้งชื่อให้กับบอร์ด Raspberry Pi

จากนั้นคลิกที่ Edit Advanced Option เพื่อทำการตั้งค่า ALSA Parameter โดยจะทำการตั้งค่าไว้ว่า 4000:4:: เพื่อทำให้มีแคช 4000 ms เพื่อป้องกันและหลีกเลี่ยงปัญหาการส่งสัญญาณเสียงที่ขาดตอน

รูปที่ 4.31 การตั้งค่า ALSA Parameter

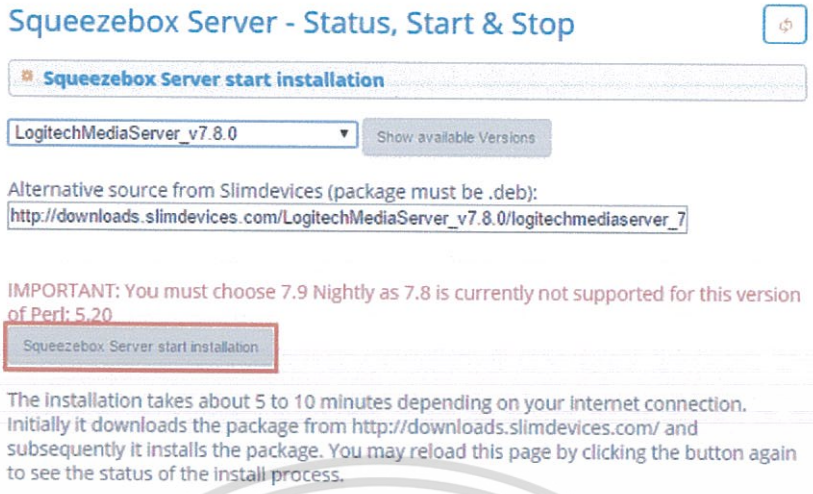
4.6.2 การติดตั้งเซิฟเวอร์สำหรับแชร์ไฟล์เพลง

ไปที่แท็บ Squeezebox Server หลังจากนั้นเลือกลงระบบเซิฟเวอร์ตัวที่เสถียรที่สุด แสดงดังรูปที่ 4.31

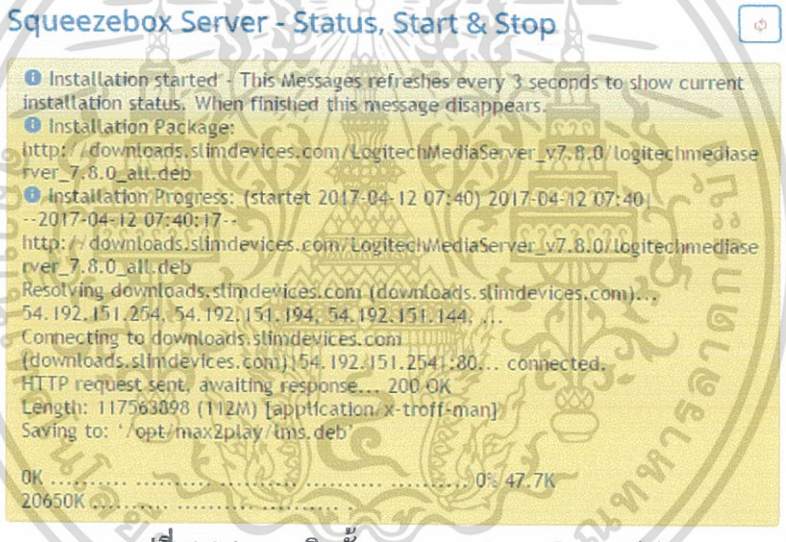


รูปที่ 4.32 การติดตั้ง Squeezebox Server (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.33 การติดตั้ง Squeezebox Server (2)



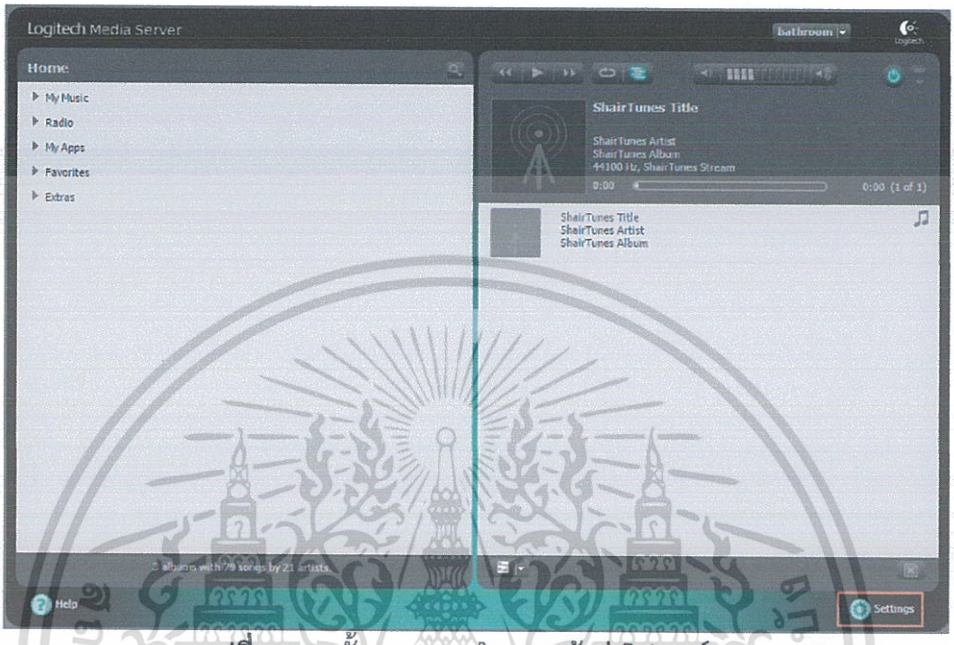
รูปที่ 4.34 การติดตั้ง Squeezebox Server (3)

เมื่อติดตั้งเสร็จแล้วทำการ Reboot ระบบ จากนั้นจะได้ปุ่มไว้สำหรับเปิดเซิฟเวอร์ขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 4.34

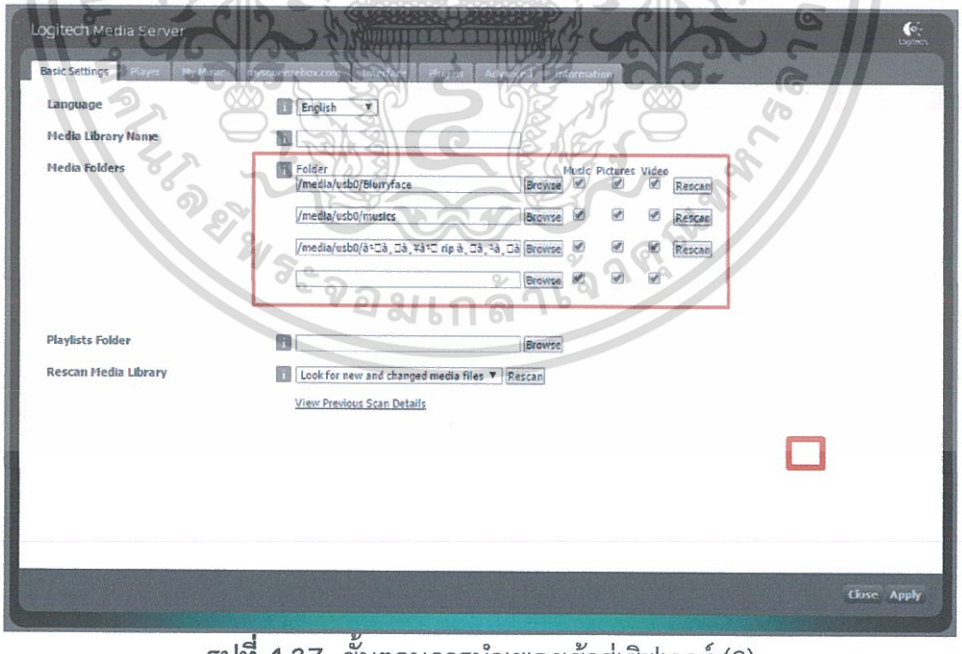
รูปที่ 4.35 หน้าต่างสำหรับการเข้าใช้งานเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเซิร์ฟเวอร์ขึ้นมาแล้ว เราสามารถนำเพลงจาก External HDD เข้าไปยังเซิร์ฟเวอร์ได้เลย เพียงนำไปต่อกับบอร์ด Raspberry Pi แล้วทำการนำเพลงเข้ามาได้เลย แสดงดังรูป 4.35 4.36 4.37 และ 4.38

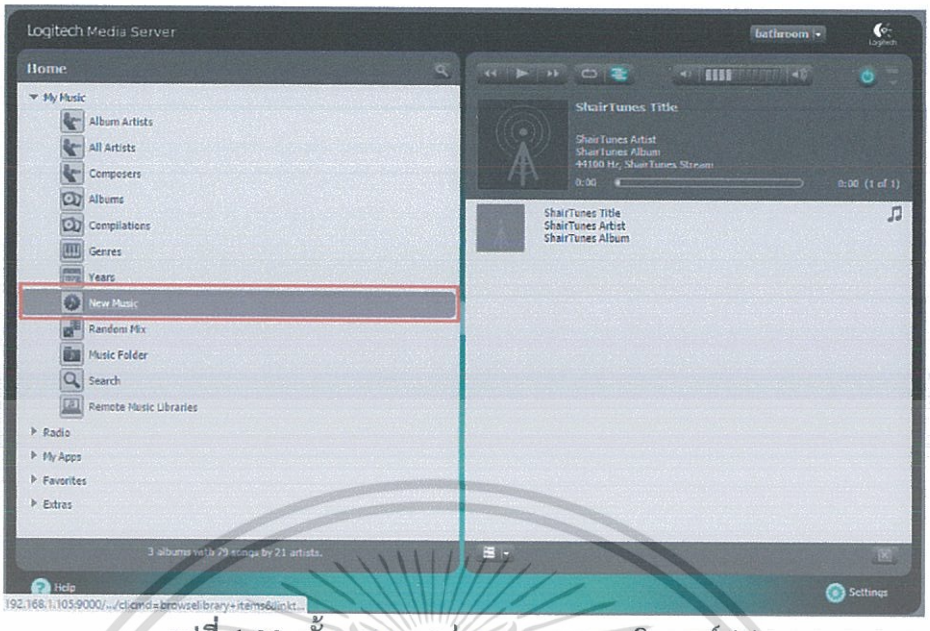


รูปที่ 4.36 ขั้นตอนการนำเพลงเข้าสู่เซิฟเวอร์ (1)

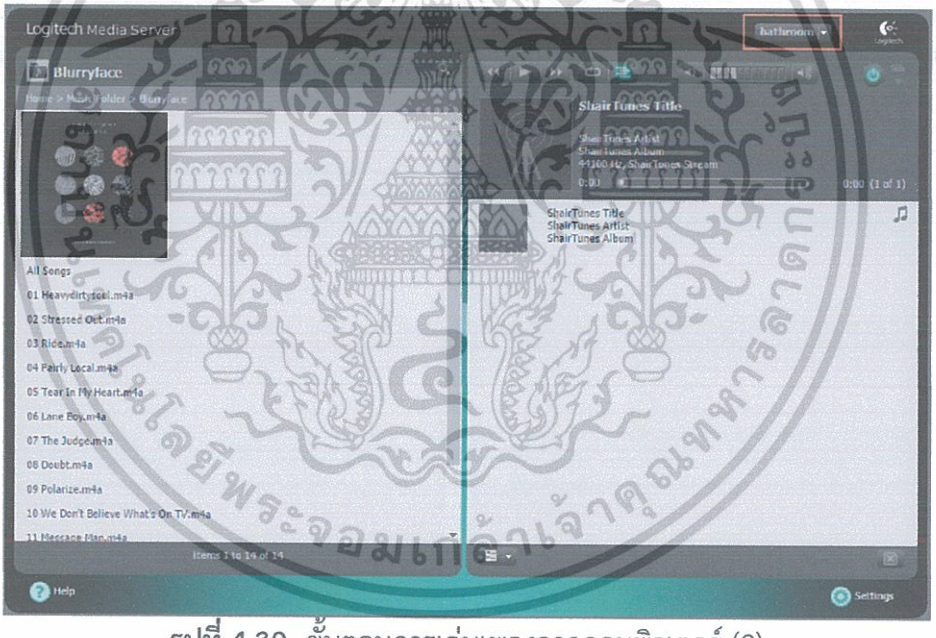


รูปที่ 4.37 ขั้นตอนการนำเพลงเข้าสู่เซิฟเวอร์ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.38 ขั้นตอนการเล่นเพลงจากคอมพิวเตอร์ (1)

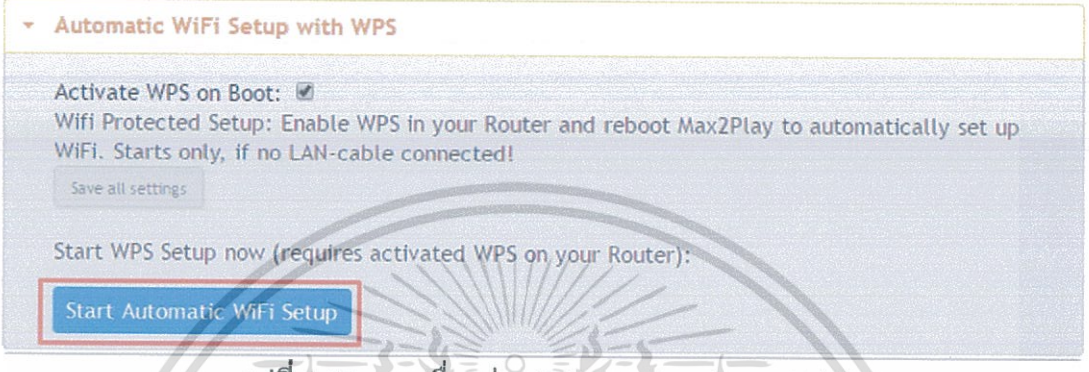


รูปที่ 4.39 ขั้นตอนการเล่นเพลงจากคอมพิวเตอร์ (2)

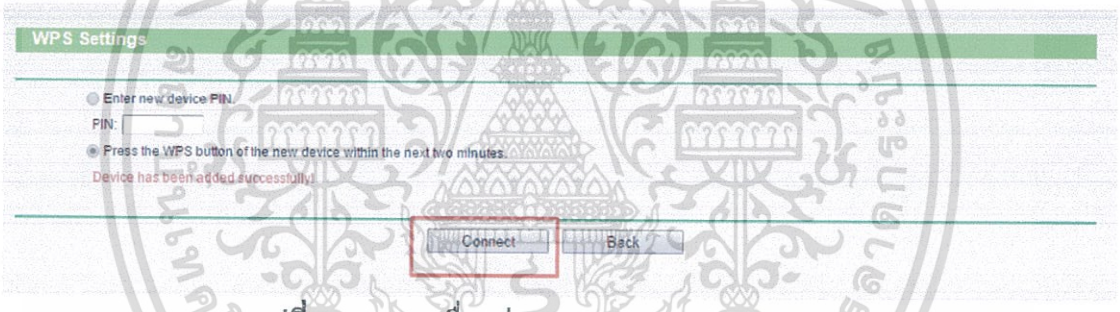
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.3 การเชื่อมต่อระหว่าง Raspberry Pi กับ Router แบบ WLAN

หลังจากที่ทำการตั้งค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ทำการเชื่อมต่อ Raspberry Pi กับเราท์เตอร์แบบไร้สาย โดยเชื่อมต่อผ่านระบบความปลอดภัยแบบ WPS โดยวิธีการเชื่อมต่อต้องทำการเปิดใช้ระบบความปลอดภัย WPS ทั้งสองฝั่ง เพื่อการเข้าใช้งาน WiFi แสดงดังรูปที่ 4.39 และ 4.40



รูปที่ 4.40 การเชื่อมต่อ Wi-Fi ของ Raspberry Pi (1)



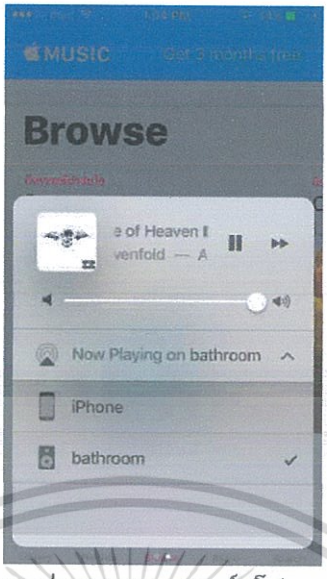
รูปที่ 4.41 การเชื่อมต่อ Wi-Fi ของ Raspberry Pi (2)

4.6.4 ซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับควบคุม

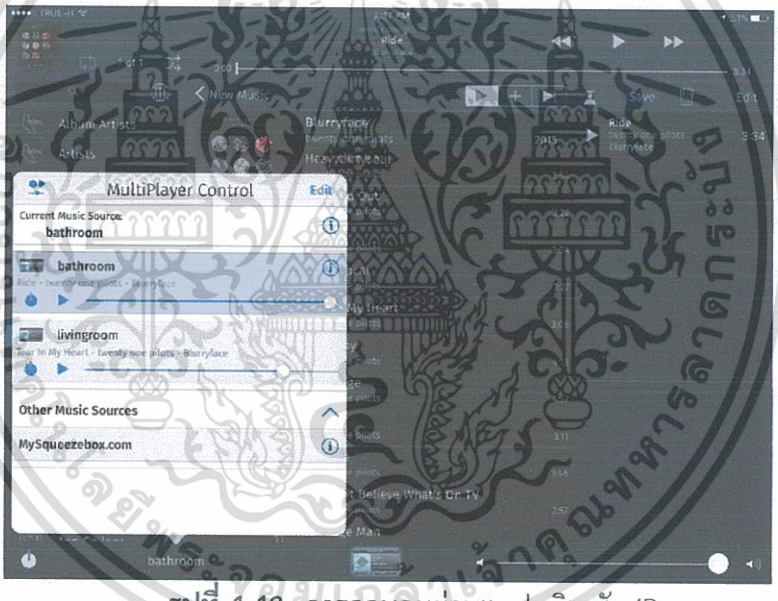
ในส่วนของการควบคุมนั้น สามารถทำได้หลายวิธี สำหรับระบบปฏิบัติการ iOS นั้นเราสามารถสั่งเล่นจากระบบ Airplay ของเครื่องได้เลย เนื่องจากเราได้ทำการติดตั้ง Shairport ซึ่งเป็นเทคโนโลยีสำหรับ Airplay ไปแล้วในตอนต้น และในระบบปฏิบัติการ Android นั้น มีแอปพลิเคชันที่รองรับการเล่นเพลงบนระบบ Airplay หรือ DLNA

แอปพลิเคชันที่เราเลือกใช้ในการจัดการระบบคือแอปพลิเคชัน iPeng ซึ่งสามารถเข้ามาจัดการบอร์ด Raspberry Pi ได้หลายชิ้น ผ่านแอปพลิเคชันเดียว ซึ่งทำให้สะดวกสบายมากกว่าการควบคุมผ่านเว็บบราวเซอร์เป็นอย่างมาก แสดงดังรูปที่ 4.41 และ 4.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.42 ขั้นตอนการเล่นเพลงจากสมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการณ์ iOS



รูปที่ 4.43 การควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน iPeng

4.6.5 สรุปผลการทดลอง

ระบบ Squeezebox Server ที่ทำงานบนโปรโตคอล TCP นั้น สามารถจัดการเสียงได้ดี และติดตั้งเครื่องเล่นได้หลายชิ้นและหลายตำแหน่ง ทำให้สามารถนำไปใช้กับระบบสมาร์ทโฮมได้เป็นอย่างดี รวมทั้งยังมีระดับความปลอดภัยและการป้องการแทรกสอดสัญญาณได้ดีอีกด้วย เหมาะสำหรับการนำไปใช้ร่วมกับระบบสมาร์ทโฮม และเหมาะสำหรับการพัฒนาเพื่อนำไปต่อยอด ในการใช้ร่วมกับประเภทงานที่ใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลโครงงาน อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน

สามารถทำการควบคุมระบบเสียงตามจุดต่างๆ ภายในบ้านได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องขยายเสียงที่มีอยู่แล้วหรือสร้างขึ้นมาใหม่ก็ตาม ทั้งยังสามารถควบคุมผ่านทั้งเครือข่าย WAN และ LAN เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้เป็นอย่างดี โดยการนำเอาไปใช้งานจริงนั้น จะขึ้นตามรูปแบบบ้านของแต่ละบ้าน รวมไปถึงความต้องการในคุณภาพเสียงที่สอดคล้องกับงบประมาณที่ตั้งไว้ด้วย ซึ่งถือเป็นก้าวแรกของการนำไปสู่การพัฒนาเพื่อรองรับระบบขององค์กรที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

5.2 อุปสรรคและการแก้ไข

1. การส่งสัญญาณเสียงออกไปยังเครื่องขยายเสียงนั้นทำได้ไม่ดีพอ เนื่องจากเลือกใช้โพรโทคอลที่ไม่เหมาะสม โดยเริ่มทำการทดลองใช้ตั้งแต่ Bluetooth, SSH (Secure Shell) และ UPnP (Universal Plug and Play) ทำการแก้ไขปัญหาเรื่องระบบเสียงและการส่งสัญญาณเสียง กระทั่งมาพบการใช้ TCP (Transmission Control Protocol) ซึ่งช่วยเข้ามาจัดการและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี

2. การศึกษาเรื่องการส่งสัญญาณเสียงและการขยายเสียงผ่านอุปกรณ์ Raspberry Pi เนื่องจากผู้วิจัยขาดความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับอุปกรณ์ Raspberry Pi อีกทั้งการศึกษาวิธีใช้อุปกรณ์ Raspberry Pi ในประเทศไทยนั้นหาได้ค่อนข้างยาก จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติมจากอินเทอร์เน็ต เช่น การศึกษาจากเว็บบอร์ดจากต่างประเทศ รวมทั้งการสอบถามจากกลุ่มคนที่เคยได้ใช้อุปกรณ์ชนิดนี้เช่นกัน เพื่อให้ทำการออกแบบและดำเนินการในแต่ละขั้นตอนเป็นไปอย่างถูกต้องและสอดคล้องกับทฤษฎี

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การนำไปปรับใช้เพื่อผลประโยชน์ในองค์กรที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากอุปกรณ์และผู้วิจัยไม่มีรองรับมากเพียงพอสำหรับระบบงานที่ใหญ่ขึ้น ทำให้ไม่สามารถทำเป็นระบบที่ใหญ่และมีความปลอดภัยสูงได้ ทั้งยังขาดอุปกรณ์เพิ่มเติมต่างๆ ที่จะทำให้ระบบนั้นเหมาะสมและปลอดภัยสำหรับขนาดขององค์กรที่ใหญ่ขึ้น

2. การพัฒนาโปรแกรมให้ใช้งานง่ายและรองรับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ดียิ่งขึ้น เช่น การจัดการระบบเสียงบนสมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ตที่ดีและหลากหลายมากขึ้นในรูปแบบแอปลิเคชัน ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปเข้าถึงได้ง่าย ทั้งยังเป็นระบบเปิดที่ให้ผู้สนใจสามารถนำไปพัฒนาต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ลำโพง. https://th.wikipedia.org/wiki/ลำโพง.

[2] ดอกลำโพงประเภทต่างๆ. 27 กรกฎาคม 2558. http://car.kapook.com/view125221.html.

[3] Subwoofer Enclosures Orders. http://carwirefire.com/subwoofer_enclosures.html.

[4] มาตราฐานและระบบเสียง. http://www.thaiwebsocial.com/2015/08/มาตราฐานและระบบเสียง/.

[5] ตัวขยายสัญญาณ. https://th.wikipedia.org/wiki/ตัวขยายสัญญาณ/.

[6] ไอพีแอดเดรสคืออะไร. http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2071-ip-address-คืออะไร.html.

[7] Raspberry Pi3. https://www.techtalkthai.com/raspberry-pi-3-with-bluetooth-and-wi-fi/.

[8] ภาษาไพทอน. https://th.wikipedia.org/wiki/ภาษาไพทอน.

[9] POWER AMPLIIFIER. http://www.winnerintegrator.com/สาระน่ารู้/Class-ของ-Power-Amplifier.html.

[10] Raspberry Pi. http://raspberrypi.stackexchange.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

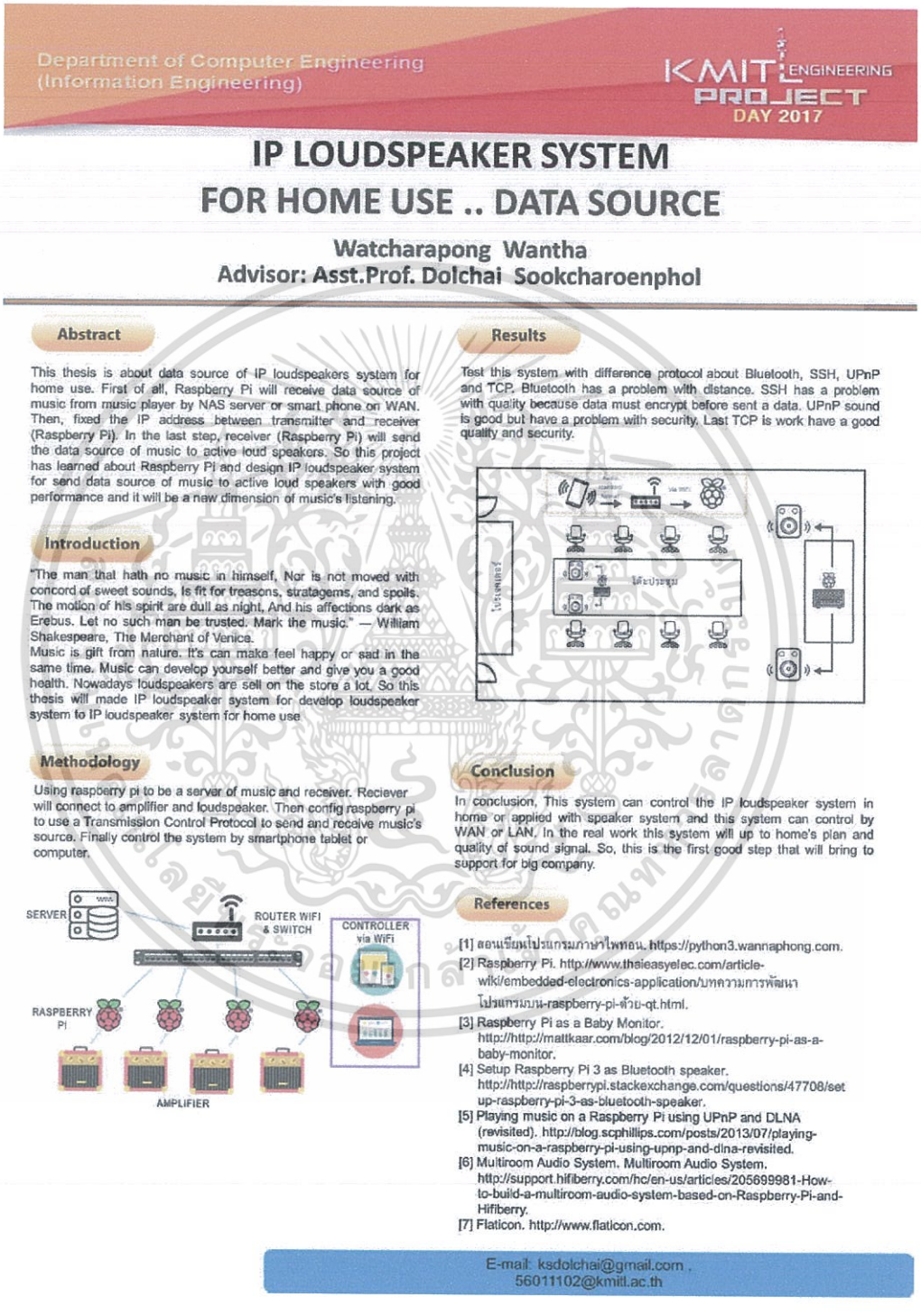
ภาคผนวก ก

Poster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Poster



รูปที่ ก.1 Poster IP Loudspeaker System for Home Use .. Data Source

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม PuTTy

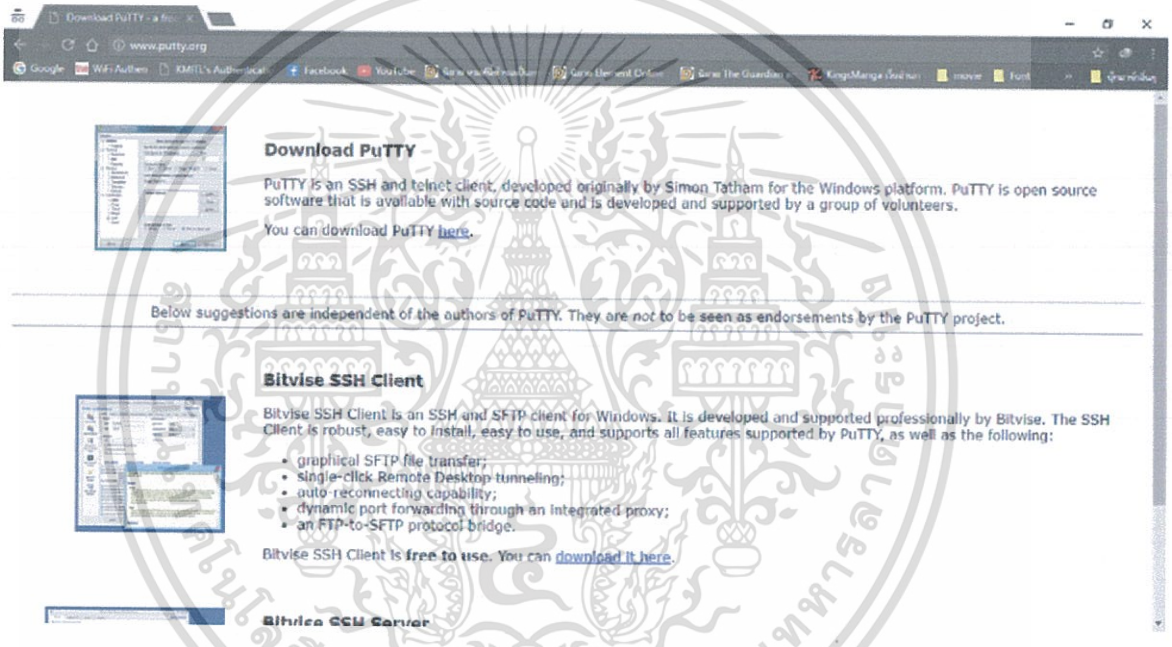
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม PuTTY

ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม PuTTY

โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สามารถอธิบายได้ดังนี้

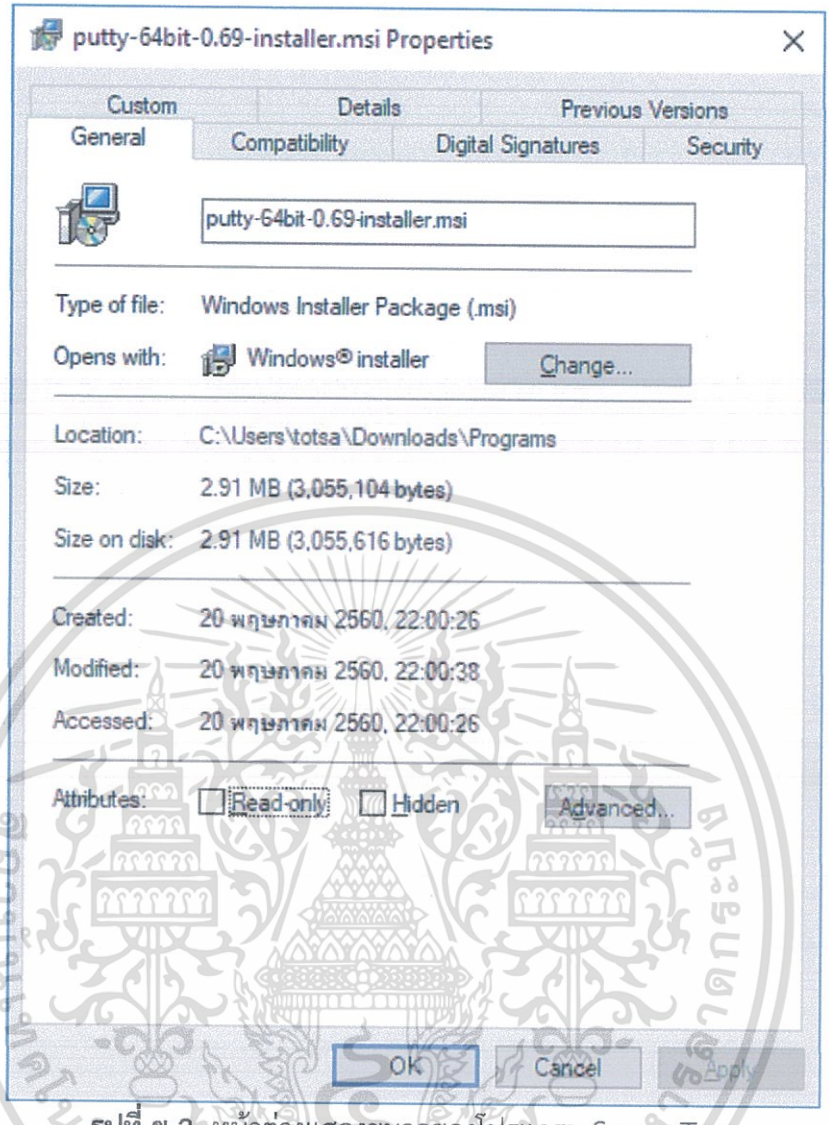
1. สามารถเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรมได้จาก www.putty.org แล้วเลือก You can download PuTTY สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows ดังรูปที่ ข.1



รูปที่ ข.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม PuTTY

2. เมื่อทำการดาวน์โหลด putty-64bit-0.69-installer.msi เรียบร้อย ตัวไฟล์จะมีขนาดและฟอร์แมตไฟล์ดังรูปที่ ข.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม SourceTree

3. Double-click ไฟล์ putty-64bit-0.69-installer.msi เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม Win32 Disk Imager

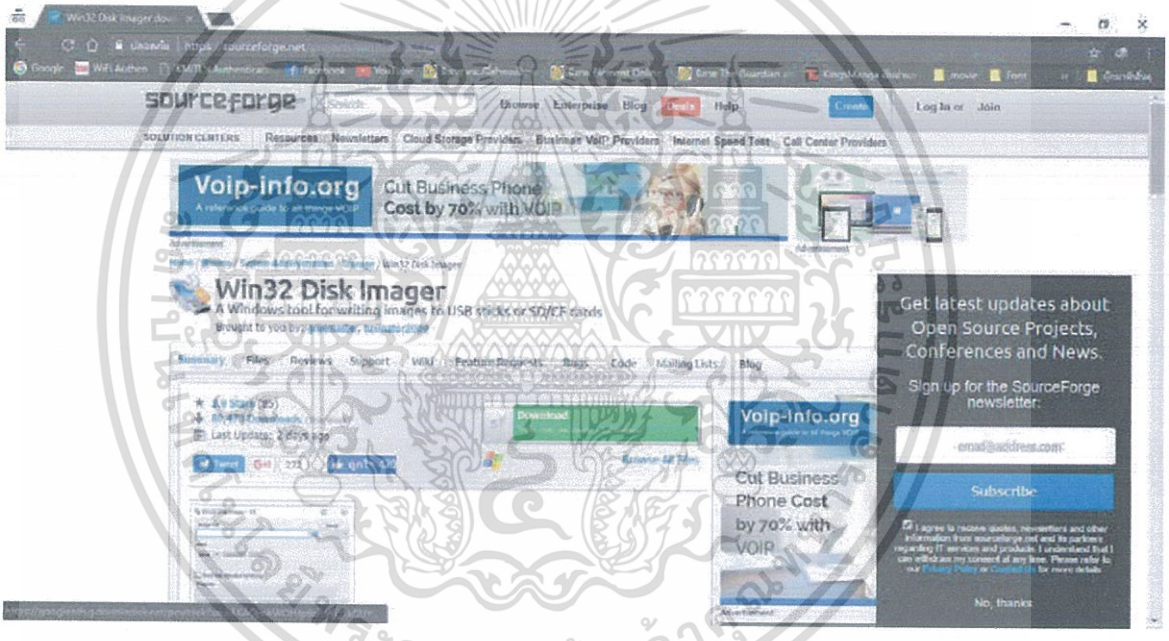
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ตัวอย่าง การติดตั้งโปรแกรม Win32 Disk Imager

การติดตั้งโปรแกรม Win32 Disk Imager

โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ Windows สามารถอธิบายได้ดังนี้

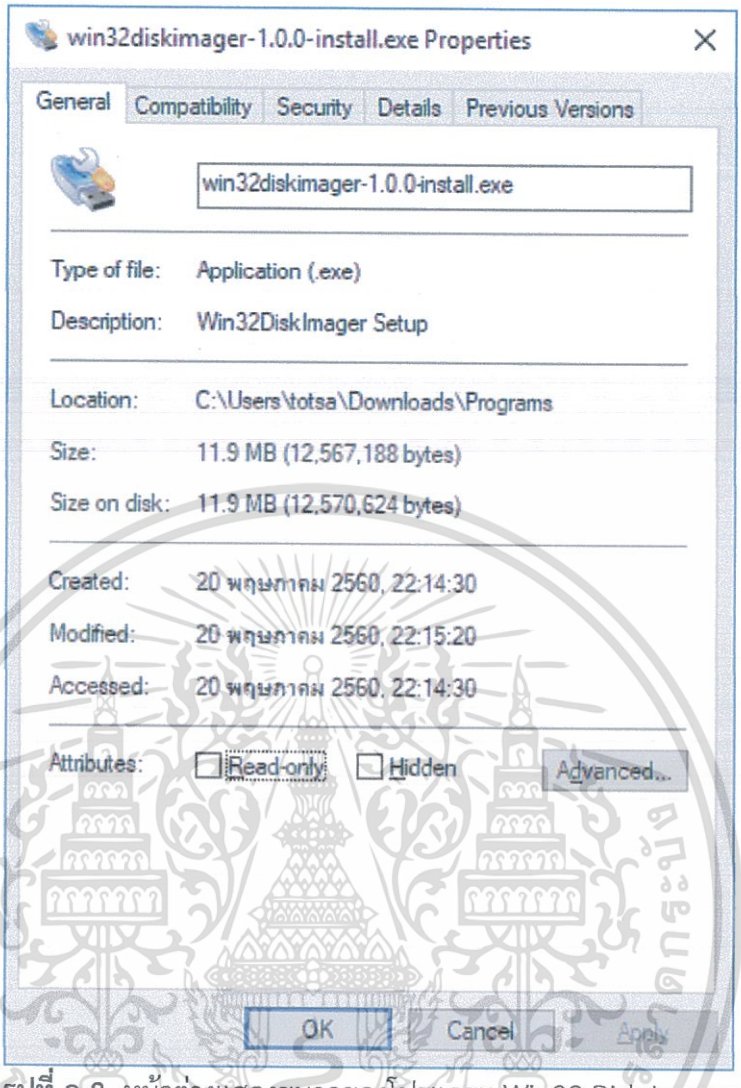
1. สามารถเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรมได้จาก https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/ เลื่อนหน้าเว็บลงมาด้านล่าง แล้วเลือกดาวน์โหลดโปรแกรมสำหรับระบบปฏิบัติการ Windows ดังรูปที่ ค.1



รูปที่ ค.1 หน้าเว็บไซต์แสดงขั้นตอนการเข้าไปดาวน์โหลดโปรแกรม Win32 Disk Imager

2. เมื่อทำการดาวน์โหลด win32diskimager-1.0.0-install.exe เรียบร้อย ตัวไฟล์จะมีขนาดและฟอร์แมตไฟล์ดังรูปที่ ค.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 หน้าต่างแสดงขนาดของโปรแกรม Win32 Disk Imager

3. Double-click ไฟล์ win32diskimager-1.0.0-install.exe เพื่อเริ่มต้นติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้