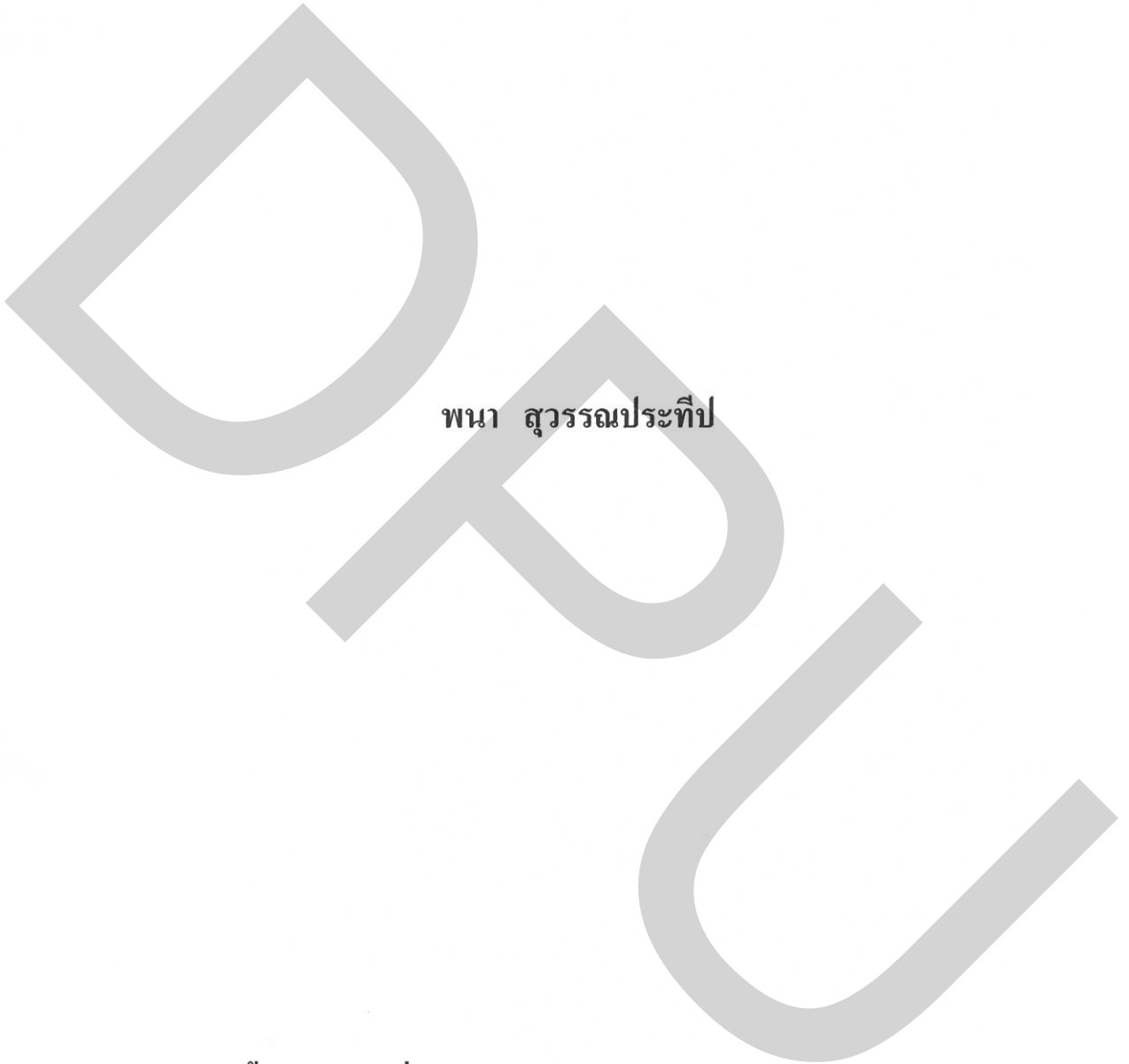




**กรณีศึกษา วิเคราะห์ระบบโทรทัศนผ่านอินเทอร์เน็ต**



**พนา สุวรรณประทีป**

**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการจัดการโทรคมนาคม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์**

**พ.ศ. 2553**

**Internet Protocol Television Analyzer Education**

**Pana Suwunprateep**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Science**

**Department of Telecommunications Management**

**Graduate School, Dhurakij Pundit University**

**2010**

เลขทะเบียน.....	0218616
วันลงทะเบียน.....	5 มี.ค. 2554
เลขเรียกหนังสือ.....	384.5501854679
	พ 1970
	[2553]
	ค 2

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิจัยเรื่องกรณีศึกษา วิเคราะห์ระบบ โทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ตนั้น ได้รับความกรุณาจากผู้ที่มีพระคุณหลาย ๆ ท่าน ซึ่งได้ทำให้กระผมสามารถทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี พร้อมทั้งให้การสนับสนุน ข้อเสนอแนะต่าง ๆ กระผมขอขอบขอบพระคุณ รศ.ดร.ชเนศ รัตนชัยรพันธ์ ซึ่งได้ให้เกียรติเป็นประธานกรรมการ การทำวิจัยครั้งนี้ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ ซึ่งได้ให้เกียรติเป็นกรรมการ การทำวิจัยครั้งนี้ รศ.ดร.ณรงค์ มั่งคั่ง ซึ่งได้ให้เกียรติเป็นที่ปรึกษา ร่วม น.อ.ดร.วิระชัย เขาว์กำเนิด ซึ่งได้ให้เกียรติเป็นที่ปรึกษางานวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ประณต บุญไชยอภิสิทธิ์ ซึ่งได้ให้เกียรติเป็นกรรมการ รวมทั้งบิดา มารดา ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิจัย พร้อมกับสนับสนุนงบประมาณการศึกษา ขอขอบคุณนายสมพร สุวรรณประทีป ซึ่งเป็นที่ปรึกษา อีกท่านหนึ่ง ที่คอยให้แนวคิดต่างๆ ขอขอบคุณ นางสาวอุษณีย์ โนน้อย ที่ช่วยทำให้กระผมมีความขยันที่จะทำวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จ

และยังมีผู้ที่มีพระคุณอีกหลาย ๆ ท่านที่มิได้เอ่ยนาม กระผมขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

พนา สุวรรณประทีป

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๖
กิตติกรรมประกาศ.....	๖
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญภาพ.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	3
1.5 เอกสารและผลงานวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ.....	4
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์.....	8
2.2 อุปกรณ์สำหรับเครือข่าย.....	21
2.3 โปรแกรมสำหรับเครือข่าย.....	36
2.4 ความหมายของโพรโตคอล.....	48
2.5 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล (Digital Television Transmission).....	51
2.6 ไอพีทีวี (Internet Protocol Television :IPTV) .....	54
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	56
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	56
3.2 ระเบียบวิธีวิจัย.....	57

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	59
4.1 วิเคราะห์ส่วนของเครือข่ายที่ใช้กับระบบ IPTV.....	59
4.2 วิเคราะห์คุณลักษณะเครื่องมือ และอุปกรณ์.....	60
4.3 วิเคราะห์สถานภาพโดยทั่วไปของ โครงสร้าง IPTV.....	64
4.4 วิเคราะห์ส่วนของรูปแบบของวิดีโอไฟล์ (Format Type) .....	68
4.5 วิเคราะห์ส่วนของขนาดของสัญญาณภาพ (Frame rate).....	69
4.6 วิเคราะห์การรับชมรายการ โทรทัศน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต.....	70
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	72
5.1 สรุปผลของการวิจัย.....	72
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	73
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	74
บรรณานุกรม.....	76
ประวัติผู้เขียน.....	79

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน.....	17
2.2 แสดงระบบเครือข่ายไร้สายและการทำงานแบบสัจจร.....	18
2.3 แสดงการแบ่งประเภทของการเชื่อมต่อโปรเซสเซอร์จำนวนหนึ่งเข้าด้วยกัน...	23
2.4 แสดงการให้บริการ 6 ชนิด.....	45
2.5 แสดงบริการพื้นฐาน 5 อย่างสำหรับการจัดตั้งสื่อสารที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ ตลอดเวลาแบบง่าย.....	46

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงระบบเครือข่ายที่ประกอบด้วยไคลเอนท์ 2 เครื่อง และเซิร์ฟเวอร์หนึ่งเครื่อง.....	10
2.2 แสดงระบบไคลเอนท์เซิร์ฟเวอร์ที่มีการสื่อสารระหว่างกัน.....	12
2.3 แสดงการสื่อสารแบบเพียร์ซึ่งไม่มีกำหนดบทบาทของไคลเอนท์ และเซิร์ฟเวอร์เอาไว้.....	15
2.4 แสดงระบบการกระจายข่าวสารสองแบบ (a) แบบบัส (b) แบบวงแหวน.....	24
2.5 แสดงระบบเครือข่ายในเขตปริมาตรเช่น ระบบเครือข่ายของโทรศัพท์ยูบีซี.....	26
2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโฮสบนเครือข่ายเฉพาะบริเวณ และระบบเครือข่ายย่อย.....	28
2.7 แสดงแถวของแพ็คเกจที่ถูกส่งจากโฮสผู้ส่ง ไปยังโฮสผู้รับ.....	29
2.8 (a) บลูทูธ (b) ระบบเครือข่ายไร้สาย.....	31
2.9 (a) ผู้ใช้สัญจรแต่ละคนใช้เครือข่ายไร้สายของตนเอง (b) ระบบเครือข่ายไร้สายบน เครื่องบิน.....	32
2.10 แสดงชั้นสื่อสาร โพรโตคอลและการเชื่อมต่อ.....	37
2.11 แสดงสถาปัตยกรรมที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างนักคิด คำถาม และเลขานุการ.....	39
2.12 แสดงตัวอย่างการไหลของข้อมูลที่สนับสนุนการสื่อสาร เสมือนในชั้นสื่อสารที่ 5 .....	41
2.13 แสดงขั้นตอนการสื่อสารระหว่างผู้ให้บริการกับผู้ให้บริการ.....	47
4.1 แสดงเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม IRD.....	60
4.2 แสดง Multiview ที่ใช้ในการ Monitor.....	61
4.3 แสดงอุปกรณ์ Wave form ที่ใช้วัดระดับของสัญญาณ.....	65
4.4 แสดงสถานภาพโดยทั่วไปของโครงสร้าง IPTV .....	64

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.5 แสดงรูปแบบ Transcode Manager และ Broadcast Manager .....	66
4.6 แสดงขนาดของสัญญาณภาพในระดับที่แตกต่างกัน.....	69



หัวข้อวิทยานิพนธ์

กรณีศึกษา วิเคราะห์ระบบโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต

ชื่อผู้เขียน

พนา สุวรรณประทีป

อาจารย์ที่ปรึกษา

น.อ.ดร.วีระชัย เขาว์กำเนิด

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

รศ.ดร.ณรงค์ มั่งคั่ง

สาขาวิชา

การจัดการโทรคมนาคม

ปีการศึกษา

2553

### บทคัดย่อ

IPTV : Internet Protocol Television เป็นการพัฒนาระบบการแพร่ภาพทางโทรทัศน์ด้วยการใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ทำให้อุปกรณ์ใดๆ ที่สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายไอพี ไม่ว่าจะเป็นแบบใช้สายหรือไร้สายสามารถรับชมรายการได้ มีลักษณะการทำงานที่หลากหลายได้แก่ การถ่ายทอดรายการสด การจัดเก็บรายการไว้รับชมเมื่อต้องการ การโต้ตอบกับผู้รับชมได้ และการบริหารจัดการสิทธิประโยชน์เชิงดิจิทัล ซึ่งรูปแบบไอพีทีวีนั้นขึ้นอยู่กับกรอบแบบระบบของผู้ให้บริการ อาจมีความแตกต่างกันบ้าง แต่ก็ไม่มากเท่าไรนัก ส่วนในเรื่องความยากในการใช้งาน ก็ไม่ยากเท่าไรเพราะเนื่องจาก เครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้มีการขยายเป็นวงกว้างมากขึ้น จึงสามารถเข้าสู่ผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

<b>Thesis Title</b>	Internet Protocol Television Analyzer Education
<b>Author</b>	Pana Suwunprateep
<b>Thesis Advisor</b>	Capt.Dr. Weerachai Chaokamnerd
<b>Co-Thesis Advisor</b>	Assoc.Prof.Dr. Narong Mungkung
<b>Department</b>	Telecommunication Management
<b>Academic Year</b>	2010

### **ABSTRACT**

IPTV : Internet Protocol Television be the development something broadcast way television system with using network the Internet in. Signaling television makes the equipment anything that can link up with the network coughs IP. Neither be like to use late or wireless can take see praise the list. There are work various characters for example relaying list fresh. The arrangement picks the list keeps to take see praise when want . A conversation and the receiver can see praise and the administration manages manner digital right. Which the format coughs IP. That television depends on designing system of the facilitator may have the difference But a few extremely the part in about story the difficulty in the usability as a result not difficult because of. Internet network has the expansion is the wide area more and more then can reach the user has more and more efficiently.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เมื่อเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีการพัฒนาระบบของการสื่อสาร เช่น คลื่นวิทยุ ไมโครเวฟ เรดาร์ ดาวเทียม อินเทอร์เน็ต รวมไปถึงการพัฒนาการสื่อสารในระบบใยแก้วนำแสง ซึ่งสามารถเชื่อมต่อข้อมูลได้ทั่วโลก และอาจมีการผสมผสานกัน จึงทำให้การสื่อสารมีการพัฒนาได้ไม่มีที่สิ้นสุด ในเมื่อจะกล่าวถึงเรื่องการชมรายการ โทรทัศน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต นั้นต้องรู้ถึงเรื่องระบบอินเทอร์เน็ตเสียก่อน

สำหรับประเทศไทย ได้เริ่มมีการติดต่อเชื่อมโยงเข้าสู่อินเทอร์เน็ตใน พ.ศ. 2535 โดยเริ่มที่สำนักวิทยุบริการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้เช่าวงจรสื่อสารความเร็ว 9600 บิตต่อวินาทีจากการสื่อสารแห่งประเทศไทย ต่อมาในปี พ.ศ.2536 เนคเทคได้เช่าวงจรสื่อสารความเร็ว 64 กิโลบิตต่อวินาที ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการขนถ่ายข้อมูล ทำให้ประเทศไทยมีวงจรสื่อสารระหว่างประเทศ 2 วงจร หน่วยงานต่าง ๆ ที่เข้าร่วมเชื่อมโยงเครือข่ายในระยะแรก ได้แก่ สถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ และต่อมาได้ขยายไปยังหน่วยงานราชการอื่น ๆ สำหรับภาคเอกชน ได้มีการก่อตั้งบริษัทสำหรับให้บริการอินเทอร์เน็ตแก่เอกชนและบุคคลทั่วไป ที่นิยมเรียกกันว่า ISP (Internet Service Providers) อินเทอร์เน็ต คือ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งเกิดจากระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายย่อย ๆ หลาย ๆ เครือข่ายรวมตัวกันเป็นระบบเครือข่ายขนาดใหญ่ ซึ่งขยายความได้ดังนี้ คือ การที่คอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป สามารถติดต่อสื่อสารซึ่งกันและกันได้ โดยผ่านสาย Cable หรือ สายโทรศัพท์ ดาวเทียม ฯลฯ การติดต่อนั้นจะเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกัน หรือใช้อุปกรณ์ร่วมกัน เช่น ใช้ Printer หรือ CD-Rom ร่วมกัน เราเรียกพฤติกรรมของคอมพิวเตอร์ลักษณะนี้ว่า เครือข่าย (Network) ซึ่งเมื่อมีจำนวนคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายมากขึ้น และมีการเชื่อมโยงกันไปทั่วโลก จนกลายเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ เราเรียกสิ่งนี้ว่า อินเทอร์เน็ต นั่นเอง

เทคโนโลยีของการชมรายการโทรทัศน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั้นหรือที่เรียกว่า IPTV (Internet Protocol Television) ยังไม่เป็นที่แพร่หลายสักเท่าไรนัก เพราะเนื่องจากมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้องด้วยกัน ในการให้บริการรายการโทรทัศน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น มีด้วยกันหลายรูปแบบเช่น รายการสด รายการทีวีย้อนหลัง อาจรวมไปถึงการชมภาพยนตร์ VOD (Video ON Demand) ซึ่งจะมีความซับซ้อนในการปฏิบัติการ ตั้งแต่ขั้นตอนแรก จนถึงผู้บริโภค การเผยแพร่เพื่อให้เข้าถึงผู้บริโภคนั้นจึงมีความยากลำบากมาก เนื่องจากถูกมีข้อกำหนดควบคุมไว้เช่น ความเร็วของอินเทอร์เน็ต ผู้ให้บริการเครือข่ายอินเทอร์เน็ต รายการทีวี ความสามารถในการวางโครงข่ายของระบบ

ดังนั้นจากที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นปัญหาที่สำคัญ สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานหรือสำหรับผู้ ที่สนใจในระบบ ในการแก้ปัญหาหรือว่าการปฏิบัติงานนั้น จำเป็นต้องมีความรู้และมีทักษะในรูปแบบของงานที่ได้รับมอบหมาย ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จึงกล่าวถึงการวางระบบ หรือการออกแบบเทคนิคต่าง ๆ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบของอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์
2. เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของเครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของสถานีที่ให้บริการ
4. เพื่อวิเคราะห์ระบบออกอากาศรายการโทรทัศน์
5. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การชมรายการโทรทัศน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ระบบ IPTV ในส่วนงานของการออกอากาศ
2. เป็นพนักงานของแผนกออกอากาศของบริษัท วิน มัลติมีเดีย จำกัด
3. วิเคราะห์รายการโทรทัศน์ส่วนที่เป็นรายการสด กับรายการโทรทัศน์ย้อนหลัง

## 1.4 วิธีดำเนินงานวิจัย

### 1. รูปแบบของการวิจัย

- เริ่มต้นจากการศึกษาระบบอินเทอร์เน็ตเน็ตก่อนว่า มีรายละเอียดอะไรบ้าง เช่น ความเร็วของอินเทอร์เน็ต เครื่องมือที่ใช้ในระบบเครือข่ายเท่านั้น

- ศึกษาแบบออกอากาศแบบที่ใช้ในปัจจุบัน ลักษณะของสัญญาณภาพ ลักษณะของสัญญาณเสียง และวิธีการออกอากาศ

- เมื่อได้ศึกษาระบบอินเทอร์เน็ต กับระบบออกอากาศแล้ว จะทำให้รู้ว่าคุณลักษณะพื้นฐานของทั้ง 2 ระบบ เป็นอย่างไร แล้วเมื่อนำทั้ง 2 ระบบผนวกเข้าด้วยกัน

### 2. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

- งานเอกสาร วารสาร หนังสือ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสามารถเชื่อถือได้

- แบบสัมภาษณ์ พนักงานที่ปฏิบัติงานในส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย หรือบางส่วนส่วนที่

เกี่ยวข้องกับระบบ IPTV

- เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบระบบ

### 3. การรวบรวมข้อมูล

- จากการทดลองของการวิเคราะห์ระบบในเชิงวิศวกรรม

- จากแบบสัมภาษณ์ของพนักงานที่ปฏิบัติงานในส่วนงานที่เกี่ยวข้อง

## 1.5 เอกสารและผลงานวิจัย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางผู้จัดทำวิจัยได้ศึกษาหนังสือที่เกี่ยวกับระบบอินเทอร์เน็ต ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อที่จะได้รู้ว่า วิวัฒนาการของการออกแบบระบบอินเทอร์เน็ต นั้นได้มีการพัฒนาไปอย่างไร และอีกเรื่องคือ เรื่องของสัญญาณทางโทรทัศน์ ซึ่งหาได้จาก เอกสาร ผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้ง ประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อนำมา ประกอบกับการออกแบบของการวิจัย

## 1.6 ประโยชน์ที่คิดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงปัจจัยที่มีผลกระทบ ต่อการออกแบบระบบ IPTV ในส่งงานของการอากาศ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปฏิบัติงานของพนักงานหรือผู้สนใจ
2. ได้ทราบถึงปัญหาว่ามีอะไรบ้างที่จะทำให้ สถานีโทรทัศน์ IPTV พบปัญหาได้น้อยที่สุด
3. ได้ทราบถึงการวางระบบของการชมรายการโทรทัศน์ในรูปแบบใหม่ซึ่งได้ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในระยะเวลาหลายร้อยปีที่ผ่านมา มนุษย์ชาติได้ประสบความสำเร็จในการพัฒนาเทคโนโลยีที่โดดเด่นขึ้นมาเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของแต่ละศตวรรษคือ ในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 18 ได้มีการพัฒนาเครื่องจักรกลไอน้ำ และในศตวรรษคือช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 19 เป็นยุคทองของเครื่องจักรไอน้ำ และในคริสต์ศตวรรษปัจจุบัน เป็นยุคทองของข้อมูลข่าวสารดังจะเห็นได้จากเครือข่ายโทรทัศน์ที่ได้รับความนิยมไปทั่วโลก รวมทั้งการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของเครื่องคอมพิวเตอร์และการใช้ดาวเทียมเพื่อการสื่อสารข้อมูล เป็นต้น

การพัฒนาเทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอและรวดเร็วทำให้การรวบรวมข้อมูล การสื่อสาร ข้อมูลการเก็บรักษาข้อมูล และการประมวลผล ได้เกิดเป็นกระบวนการที่ผสมผสานกลมกลืนกันจนไม่สามารถแยกแยะหรือเลือกพิจารณาเฉพาะบางส่วน ดังจะเห็นได้จากองค์กรจำนวนมากในสาขาอื่นๆ อาจอยู่ไกลออกไปนับเป็นระยะทางหลายร้อยหรือหลายพันกิโลเมตรศูนย์การบริหารส่วนกลาง (ที่สำนักงานใหญ่) ต้องสามารถเข้าไปดูและตรวจสอบข้อมูลตามสาขาต่างๆ ได้ทั้งหมดในขณะเดียวกันสาขาต่างๆก็มีความต้องการที่จะใช้ข้อมูลรวม โปรแกรมและอาจรวมไปถึงการใช้อุปกรณ์บางอย่าง (เช่นต้องการใช้การสื่อสารผ่านดาวเทียมติดต่อลูกข่ายต่างประเทศ) ที่เก็บรักษาไว้ที่ศูนย์การวางโครงสร้างระบบคอมพิวเตอร์จึงต้องพิจารณาในระดับองค์กรไม่ใช่ในระดับของแต่ละสาขาแม้ว่าปัจจุบัน ความสามารถในการรวบรวมข้อมูล การประมวลผล และการกระจายข่าวสาร ได้เพิ่มขีดความสามารถขึ้นอย่างรวดเร็วแต่ความต้องการในการใช้บริการเหล่านี้กลับเพิ่มมากขึ้นในอัตราสูงขึ้นอุตสาหกรรมทางด้านคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน นับว่าอยู่ในขั้นเริ่มต้นเมื่อเปรียบเทียบกับอุตสาหกรรมประเภทอื่นเช่นอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ แต่การพัฒนาเทคโนโลยีในวงการคอมพิวเตอร์กลับได้แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าอย่างยิ่งยวดในระยะเวลาอันสั้นในช่วงสอง ศตวรรษแรกระบบคอมพิวเตอร์มีโครงสร้างแบบรวมศูนย์ (centralized) โดยปกติจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ตั้งในห้องห้องหนึ่งและมีเครือข่ายเชื่อมโยงเครื่องเทอร์มินัลจำนวน

มากสำหรับการใช้งานในระบบนี้บริษัทกลางหรือสถาบันการศึกษาต่างๆ มักจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่เพียงหนึ่งถึงสองเครื่องเท่านั้นทั้งนี้นอกจากราคาที่สูงแล้ว การติดตั้งคอมพิวเตอร์ยังหมายถึงการสร้างห้องเก็บคอมพิวเตอร์สำหรับแต่ละเครื่องด้วยในยุคนั้น แนวความคิดที่จะมีโปรเซสเซอร์

ขนาดเท่าดวงตราไปรษณียากรอันจะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีขนาดเล็กมากพอที่จะวางไว้บนโต๊ะทำงานตัวหนึ่งจัดได้ว่าเป็นนิยายวิทยาศาสตร์เรื่องเยี่ยมที่เดียวการผสมผสานกลมกลืนระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และการสื่อสารข้อมูลในปัจจุบัน ได้รับอิทธิพลโดยตรงมาจากโครงสร้างของระบบคอมพิวเตอร์เองในยุคคอมพิวเตอร์แบบรวมศูนย์ผู้ใช้จะต้องนำข้อมูลติดตัวมาทำงานในศูนย์คอมพิวเตอร์ระบบคอมพิวเตอร์แบบนี้ประกอบด้วยเครื่องๆ และเทอร์มินัลซึ่งเครือข่ายสื่อสารเชื่อมต่อกันถึงกันปัจจุบันได้ผสมแนวความคิดนี้เข้ากับเทคโนโลยีสมัยใหม่ออกมาเป็นระบบคอมพิวเตอร์แบบการกระจายศูนย์ (distributed system) โดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหลายๆเครื่อง เชื่อมต่อกันด้วยระบบเครือข่ายสื่อสารศูนย์คอมพิวเตอร์จึงกลายสภาพมาเป็นศูนย์การสื่อสารของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์หนังสือเล่มนี้จะได้กล่าวถึงการออกแบบและการจัดโครงสร้างของระบบเครือข่ายนี้

คำว่าระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) หมายความว่าเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปที่เป็นอิสระต่อกันนำมาเชื่อมต่อกันได้โดยไม่คำนึงถึงระยะทางระหว่างเครื่องๆ ทั้งสองความหมายของการเชื่อมต่อกันนั้นก็ไม่ได้จำกัดไว้ว่าจะต้องใช้แบบใดไม่ว่าจะเป็นการเชื่อมต่อโดยใช้สายเคเบิลธรรมดา สายเคเบิลใยแก้ว แบบใช้คลื่นไมโครเวฟ หรือแบบใช้สัญญาณดาวเทียมส่วนความเป็นอิสระต่อกันนั้น หมายความว่าเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆเครื่องที่ทำงานร่วมกันผ่านระบบเซ็นเซอร์อยู่หลายตัวและมีการจัดโครงสร้างภายในเป็นการแบ่งงานกันอย่างเป็นระบบ

ความคล้ายคลึงกันระหว่างระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์กับระบบคอมพิวเตอร์แบบกระจายศูนย์นั้นอาจทำให้เกิดความสับสนขึ้นได้ จุดที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนคือในระบบแบบกระจายนั้นผู้ใช้จะไม่ทราบที่อยู่ของคอมพิวเตอร์ ไม่ทราบแม้กระทั่งว่ามีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ในระบบก็เครื่องการประมวลผลก็จะถูกควบคุมโดยระบบปฏิบัติการซึ่งจะประสานการทำงานทุกอย่างให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติผู้ใช้จะไม่มีส่วนร่วมในการกำหนดขั้นตอนหรือวิธีการทำงานต่าง ๆ



สำหรับผู้ใช้แล้วจะมองเห็นว่าการประมวลผลในทุกชั้นตอนเกิดขึ้นในเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ตนกำลังใช้งานอยู่เท่านั้น

ส่วนในระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้น ผู้ใช้จะต้องทราบว่าในระบบมีเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องซึ่งแต่ละเครื่องก็มีการกำหนดที่อยู่ของตนเองผู้ใช้สามารถในการกำหนดวิธีที่ชัดเจนแน่นอน ภาพรวมของระบบนี้จึงมีความคล้ายคลึงกับระบบโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผู้ใช้โทรศัพท์แต่ละคนมีอิสระในการใช้โทรศัพท์โทรไปหาผู้อื่นได้แต่จะต้องทราบหมายเลขโทรศัพท์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ผู้ใช้โทรศัพท์แต่ละคนมีอิสระในการใช้โทรศัพท์โทรไปหาผู้อื่นได้แต่จะต้องทราบหมายเลขโทรศัพท์ของเขาก่อนเสมอ

#### ความหมายของอินเทอร์เน็ต

คุณอาจเคยได้ยินคำว่า อินเทอร์เน็ตมาจากที่ต่างๆ มากมายไม่ว่าจะเป็นหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ หรือแม้แต่นิตยสารวารสารใดก็ตาม ทไวไลท์โชว์ โลกใบเล็ก เกมโชว์ไซเบอร์เกม E for Teen ฯลฯ ซึ่งไม่ว่าอินเทอร์เน็ตจะเป็นหรือไม่เป็นของใหม่สำหรับคุณ สิ่งที่คุณจะต้องรู้เกี่ยวกับอินเทอร์เน็ต ก็คือ

- อินเทอร์เน็ตเป็นเทคโนโลยีที่มีคอมพิวเตอร์ชนิดต่างๆ เชื่อมโยงต่อกันและกัน มีการติดต่อสื่อสาร แลกเปลี่ยนข้อมูลต่างๆ
- การใช้อินเทอร์เน็ต คุณจะต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า ไคลเอนต์ (Client) โดยไคลเอนต์ของคุณจะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ที่อยู่ห่างไกลที่เรียกว่าเซิร์ฟเวอร์ (Server) หรือโฮสต์ (Host) โดยเซิร์ฟเวอร์นั้นจะให้ข้อมูลที่คุณต้องการและส่งผ่านมายังไคลเอนต์ที่แสดงให้เห็นข้อมูลเหล่านั้นบนจอภาพของคุณ
- เครื่องมือของอินเทอร์เน็ตชิ้นหนึ่งที่เรียกว่า World-Wide-Web (หรือเวิร์ลไวด์เว็บเรียกสั้นๆ ว่าเว็บก็ได้) จะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการเข้าถึงทรัพยากรต่างๆ ของอินเทอร์เน็ตได้เต็มที่

การเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ดังที่กล่าวไว้ในข้างต้นว่า อินเทอร์เน็ต คือ อภินิยามเครือข่ายโลกที่มีคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกัน ซึ่งการเชื่อมต่อกันนั้น เปรียบเสมือนกับใยแมงมุม โดยจุดตัดของใยแมงมุมจะเสมือนเป็นคอมพิวเตอร์แต่ละตัวที่โยงใยกันเป็นเครือข่าย ซึ่งการเชื่อมต่อบนอินเทอร์เน็ตนั้นจะใช้มาตรการ การเชื่อมต่อที่เรียกว่า TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) โดย Transmission Control Protocol จะเป็นโพรโตคอลที่ใช้ในการ

ส่งผ่านข้อมูลบนสายต่างๆ เช่นสายโทรศัพท์ สายวงจรพิเศษ และ Internet Protocol ก็คือ โพรโทคอลที่ใช้ในการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ต และด้วยโพรโทคอล TCP/IP นี้เองที่ทำให้ อินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต ต่ออินเทอร์เน็ต ทั้งโลกนี้พูดเป็นภาษาเดียวกันก็คือ TCP/IP นั่นเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ต

ปกติแล้ว หากคุณต้องการข้อมูลใดๆ ก็ตามบนอินเทอร์เน็ต คุณจะต้องเข้าไปสืบค้น ข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ของคุณที่ใช้บริการจะเป็นไคลเอนต์ และเครื่องที่ ให้บริการในการสืบค้นหาเรียกว่า เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งระบบอินเทอร์เน็ตจริงๆ แล้ว ก็คือ ระบบไคลเอนต์ เซิร์ฟเวอร์ ( Client/Server ) นั่นเอง ดังนั้นในการใช้บริการอินเทอร์เน็ต ก็คือ การใช้บริการใน ลักษณะที่เป็นไคลเอนต์ เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตที่เป็นเวิร์ลด์ไวด์ เว็บ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตนั้น จะมีอยู่ตัวหนึ่งที่เรียกว่า เว็บเบราว์เซอร์ ( Web Browser ) ที่จะป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเลือกดูเอกสารในระบบอินเทอร์เน็ตที่เป็นเวิร์ลด์ ไวด์เว็บ ซึ่งเว็บเบราว์เซอร์นั้น จะต้องเชื่อมต่อไปที่ เว็บเซิร์ฟเวอร์ ( หรืออาจเรียกว่า โฮสต์ ) เพื่อขอ ข้อมูลในการใช้งานต่างๆ ข้อดีของเว็บเบราว์เซอร์ก็คือ สามารถดูเอกสารภายในเว็บเซิร์ฟเวอร์ได้ อย่างสวยงาม มีการแสดงข้อความ รูปภาพ และระบบมัลติมีเดียต่างๆ ทำให้การดูเอกสารบนเว็บนั้น น่าตื่นเต้นและสนุกสนาน และนี่ก็เป็นเหตุผลที่ทำให้อินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมเช่นกัน

## 2.1 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ( Computer Networks )

ก่อนที่จะกล่าวถึงรายละเอียดของการสื่อสารข้อมูลอันเป็นจุดประสงค์หลักของหนังสือ เล่มนี้สมควรที่จะกล่าวถึงเหตุผลฐานในมุมมองต่างๆ อันทำให้ผู้คนทั่วไปมีความสนใจในระบบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์เสียก่อน

### 2.1.1 งานประยุกต์ทางธุรกิจ

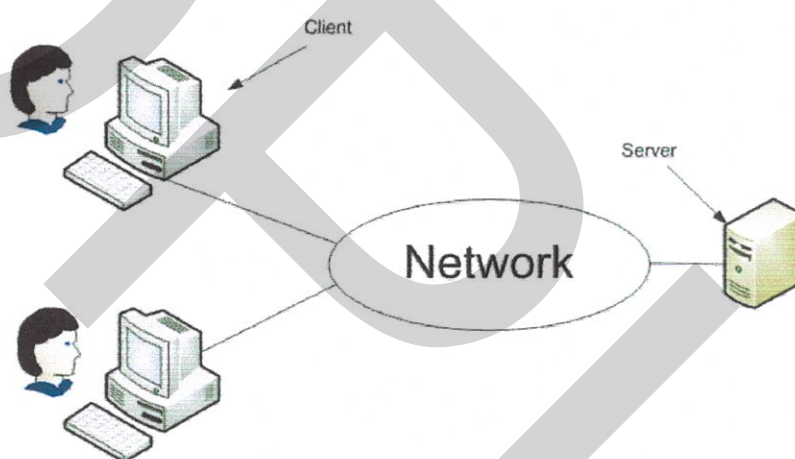
องค์กรต่างๆ ในปัจจุบันมีการนำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาใช้อย่างกว้างขวางและเป็น จำนวนมากส่วนใหญ่มักจะจัดไว้เป็นกลุ่มตามลักษณะกลุ่มผู้ทำงานขององค์กรนั้นๆ แต่ละกลุ่มก็จะอยู่ แยกจากกันตามลักษณะ โครงสร้างของอาคารเช่น ในห้องทำงาน ขนาดใหญ่อาจประกอบด้วยหลาย แผนกงานแยกกันอยู่เป็นสัดส่วน หรืออาจแยกให้แต่ละแผนกอยู่รวมกันในห้องทำงานขนาดเล็ก ใน

องค์กรขนาดกลางอาจจัดให้แต่ละชั้นของอาคารที่ทำการประกอบด้วยแผนกต่างๆรวมกันเป็นกลุ่มงานในระดับฝ่ายหลายๆชั้น หรือทั้งอาคารรวมกันเป็นบริษัท องค์กร ส่วนในองค์กรขนาดใหญ่อาจประกอบด้วยหลายสาขา แต่ละสาขที่ตั้งอยู่ในอาคารของตนเอง ทำหน้าที่ต่างกันออกไป แต่ละอาคารอาจตั้งอยู่ที่ติดกันหรืออยู่ห่างกันคนละภูมิภาคก็ได้ แรกทีเดียวแต่ละสาขาอาจแยกกันบริการ แต่ในที่สุดบริษัทแม้ก็จะต้องตัดสินใจเชื่อมต่อระบบคอมพิวเตอร์ของสาขาทั้งหมด เข้าด้วยกัน เพื่อประสิทธิภาพและความคล่องตัวในการบริหารข้อมูล

มองในภาพรวมจะพบว่า การเชื่อมต่อระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด ของบริษัทเข้าด้วยกัน มีวัตถุประสงค์หลักในการใช้ข้อมูลซึ่งหมายความว่ารวมไปถึง โปรแกรมและอุปกรณ์ต่างๆร่วมกัน (resource sharing) ทั้งนี้จะเกิดประโยชน์มหาศาล ดังเช่น สถานที่ทำงานจะไม่ใช่ปัญหา อีกต่อไป พนักงานแต่ละคนอาจมีโต๊ะทำงานอยู่ที่หนึ่ง แต่สามารถเลือกใช้โปรแกรมและข้อมูลจากที่ใดก็ได้ ในระบบซึ่งสถานที่ที่เก็บ โปรแกรมหรือข้อมูลนั้นอาจจะอยู่ห่างกันตั้งแต่หลายเมตรไปจนถึงอยู่ห่างกันคนละซีกโลกเลยก็ได้ พนักงานคนเดิมจะสามารถเดินทางไปตามสาขาต่างๆ และใช้โปรแกรมและข้อมูลเดิมที่เครื่องคอมพิวเตอร์ในสาขานั้น ได้เหมือนกับว่ายังคงนั่งอยู่ ณ โต๊ะทำงานของตนเอง ในทัศนะของผู้ใช้สถานที่ตั้งของอุปกรณ์ต่างๆในระบบจะ ไม่มีความสำคัญอีกต่อไป

อย่างไรก็ตาม สิ่งที่มีความสำคัญยิ่งกว่าการใช้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องพรีนเตอร์เครื่องกราฟภาพ หรือเครื่องบันทึกซีดีรอม ร่วมกัน คือการใช้ข่าวสารร่วมกัน (Information sharing) ในองค์กรขนาดใหญ่และขนาดกลางทุกแห่ง และองค์กรขนาดเล็กบางแห่ง นั้นมีการใช้งานข้อมูลคอมพิวเตอร์เป็นหลักสำคัญในการดำเนินกิจการ องค์กรส่วนใหญ่จะมีข้อมูลลูกค้า ข้อมูลสินค้าในคลัง ข้อมูลบัญชีรายรับ - รายจ่าย ข้อมูลบัญชีการเงิน ข้อมูลการเสียภาษี และอื่นๆ ที่ใช้และนำมาแบบออนไลน์ (on - line) ถ้าระบบคอมพิวเตอร์เสีย องค์กรเช่นธนาคารจะไม่สามารถดำเนินการได้อีกต่อไป โรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่ที่นำระบบคอมพิวเตอร์ มาใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต ก็จะต้องหยุดการดำเนินการในทันทีที่ระบบคอมพิวเตอร์เสีย แม้แต่กระทั่งสำนักงานท่องเที่ยวหรือสำนักงานกฎหมายที่อาจมีพนักงานทำงานเพียงแค่ 3 คน ในปัจจุบันส่วนแล้วแต่เป็นหน่วยงานที่มีความเกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์เป็นอย่างมากในการรวบรวม บันทึกหรือค้นหาข้อมูลข่าวสารที่จำเป็นต่อการดำเนินธุรกิจ

สำหรับองค์กรธุรกิจขนาดเล็ก เครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งหมดมักจะพบอยู่ในห้องทำงานเดียวกันหรืออย่างมากที่สุดก็อยู่ในภายในอาคารสำนักงานเดียวกัน แต่สำหรับองค์กรที่มีขนาดใหญ่กว่านี้ ทั้งพนักงานและคอมพิวเตอร์อาจจะกระจายกันอยู่ในห้องทำงานนับสิบห้องซึ่งอาจจะอยู่ในอาคารต่างๆ กันหรือแม้กระทั่งอยู่ในอาคารต่างๆ กันหรือแม้กระทั่งอยู่ในต่างประเทศ ในว่าจะเป็นอย่างใดก็ตาม พนักงานขายในนิวยอร์กอาจจะต้องการดูข้อมูลในระบบฐานข้อมูลคลังสินค้าที่เก็บอยู่ในประเทศไทย นั่นก็คือระยะทางที่อาจห่างกันนับหมื่นกิโลเมตรจะไม่สามารถเป็นกำแพงกันไม่ให้พนักงานขายสามารถดูข้อมูลที่จำเป็นได้ คือข้อมูลที่อาจอยู่ห่างออกไปไกลจะไม่มี ความแตกต่างอะไรกับข้อมูลที่อยู่กับตัว นั่นคือความสามารถของคอมพิวเตอร์จะไม่มีสภาพทางภูมิศาสตร์มาเป็นตัวขวางกั้นอีกต่อไป



ภาพที่ 2.1 แสดงระบบเครือข่ายที่ประกอบด้วยไคลเอนต์ 2 เครื่อง และเซิร์ฟเวอร์หนึ่งเครื่อง

ในรูปแบบที่ง่ายที่สุด ผู้อ่านสมมุติภาพระบบข่าวสารขององค์กรเป็นระบบที่ประกอบด้วยระบบฐานข้อมูลหนึ่งระบบหรือมากกว่านี้ ซึ่งมีพนักงานจำนวนหนึ่งต้องการนำข้อมูลในระบบฐานข้อมูลไปใช้งานจากระยะทางไกลในรูปแบบนี้ข้อมูลจะถูกเก็บอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงเรียกว่า ผู้ดูแลบริหารเซิร์ฟเวอร์ (Servers) ระบบนี้มักจะถูกเก็บอยู่ในส่วนกลางและมีผู้ดูแลเป็นการเฉพาะ เรียกว่า ผู้ดูแลบริหารระบบ (System administrator) ในขณะเดียวกันพนักงานจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบธรรมดาเรียกว่า เครื่องผู้ใช้บริการ หรือ ไคลเอนต์ (Client) ตั้งอยู่ที่โต๊ะทำงานของตนเองซึ่งสามารถนำมาใช้ในการดึงข้อมูลที่ต้องการจาก

ระยะทางที่อยู่ไกลออกไปได้ (บางครั้งก็นิยมเรียกผู้ใช้งานว่าไคลเอนต์ด้วยเหมือนกัน) เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และ ไคลเอนต์ถูกเชื่อมต่อกันด้วยระบบเครือข่าย (Network) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ซึ่งในที่นี้จะมองเห็นว่าระบบเครือข่ายเป็นเพียงรูปวงรีวงหนึ่งเท่านั้น สำหรับรายละเอียดใดๆ จะถูกกล่าวถึงในภายหลัง

รูปแบบที่แสดงในภาพที่ 2.1 นี้เรียกชื่อเฉพาะว่า ระบบผู้ใช้และผู้ให้บริการ หรือ ระบบไคลเอนต์ เซิร์ฟเวอร์ (Client/Server model) ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในฐานะรูปแบบพื้นฐานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระบบเช่นนี้สามารถนำมาใช้ได้ทั้งในกรณีที่ไคลเอนต์และเซิร์ฟเวอร์อยู่ในอาคารเดียวกัน หรืออาจอยู่ห่างจากกันมากก็ได้ เช่น ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการดูข้อมูลในเพจหนึ่งผ่านเครือข่าย www (World Wide Web) ก็สามารถใช้รูปแบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ได้เหมือนกัน โดยที่เครื่องผู้ให้บริการบน Web หมายถึง เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และผู้ใช้ที่บ้าน คือเครื่องไคลเอนต์ โดยทั่วไปแล้ว เซิร์ฟเวอร์เครื่องหนึ่งจะสามารถให้บริการแก่ไคลเอนต์หลายเครื่องได้ในเวลาเดียวกัน

เมื่อพิจารณารูปแบบไคลเอนต์ เซิร์ฟเวอร์ในรายละเอียดจะพบว่าประกอบด้วยโปรเซสจำนวน 2 โปรเซสที่ทำงานอยู่บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ โปรเซสหนึ่งและทำงานอยู่บนเครื่องไคลเอนต์อีก โปรเซสหนึ่งการสื่อสารเกิดขึ้นเมื่อ โปรเซสไคลเอนต์ส่งข่าวสารผ่านระบบเครือข่ายไปยัง โปรเซสเซิร์ฟเวอร์ และรอรับคำตอบ เมื่อ โปรเซสเซิร์ฟเวอร์ได้รับข่าวสารนั้นก็จัดการค้นหาข้อมูลที่ต้องการและส่งกลับไปให้ไคลเอนต์ ภาพที่ 2.2 แสดงการสื่อสารที่เกิดขึ้นนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่สองของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นเกี่ยวข้องกับคนมากกว่า ข่าวสารหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถทำหน้าที่เป็นสื่อตัวกลางสำหรับการสื่อสาร (Communication medium) ระหว่างพนักงานได้ องค์กรเกือบทุกแห่งที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่สองเครื่องขึ้นไปในปัจจุบันจะมีบริการ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ หรืออีเมลล์ (Electronic mail or e-mail) ซึ่งพนักงานมักจะใช้เป็นช่องทางการสื่อสารหลักในการทำงานประจำวัน



ภาพที่ 2.2 แสดงระบบไคลเอนต์เซิร์ฟเวอร์ที่มีการสื่อสารระหว่างกัน

อีเมลล์ไม่ใช่วิธีการเดียวที่ช่วยทำให้เกิดการสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่ายจะช่วยให้พนักงานตั้งแต่สองคนขึ้นไปที่อยู่ห่างจากกันสามารถทำงาน เช่น การเขียนรายงานร่วมกันได้เมื่อพนักงานผู้หนึ่งแก้ไขเปลี่ยนแปลงเอกสารที่ทำงานร่วมกันอยู่ ซึ่งเรียกว่า เอกสาร ออนไลน์ (Online Document) พนักงานอีกคนหนึ่ง (หรือหลายคน) จะสามารถมองเห็นเอกสารฉบับที่แก้ไขใหม่นั้นได้ทันทีที่ความเร็วที่เพิ่มขึ้นนี้ทำให้การร่วมมือกันทำงานของกลุ่มบุคคลที่อยู่ห่างไกลกันเป็นไปได้โดยง่ายซึ่งเป็นเรื่องที่เป็นไปไม่ได้ในยุคก่อนหน้า

อีกรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยคือ การประชุมด้วยระบบวิดีโอทัศน์ (Videoconferencing) การนำเทคโนโลยีนี้มาใช้จะช่วยให้พนักงานที่อยู่ในสถานที่ต่างๆ กันสามารถประชุมร่วมกันได้ สามารถมองเห็นซึ่งกันและกัน และสามารถพูดคุยกันได้ หรือแม้กระทั่งการเขียนหรือการชมภาพวิดีโอทัศน์ร่วมกันได้ การประชุมด้วยระบบวิดีโอทัศน์เป็นเครื่องมือที่มีความสามารถมากที่ช่วยขจัดค่าใช้จ่ายและเวลาที่เกิดขึ้นจากการเดินทางออกไปได้ บางครั้งมีคนเปรียบเทียบว่า พาหนะสำหรับการเดินทางและการสื่อสารนั้น กำลังแข่งขันกันอย่างดุเดือด ฝ่ายใดก็ตามที่ชนะจะทำให้อีกฝ่ายหนึ่งล้มสลายไปในทันที

วัตถุประสงค์ข้อที่สามคือการที่องค์กรต่างๆ ล้วนแล้วแต่ดำเนินธุรกิจกับองค์กรอื่นทางอิเล็กทรอนิกส์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกับผู้ส่งวัตถุดิบและลูกค้า ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตรถยนต์ โรงงานผลิตเครื่องบิน และ โรงงานผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ ต่างก็ซื้อวัตถุดิบและอุปกรณ์ชิ้นส่วนประกอบจากผู้ส่งวัตถุดิบเป็นจำนวนมากเพื่อนำมาประกอบเป็นสินค้า การนำระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งาน โรงงานผู้ผลิตสินค้าจะสามารถสั่งซื้อสินค้าทางอิเล็กทรอนิกส์ได้ในทันทีที่ต้องการซึ่งจะช่วยลดความต้องการคลังเก็บสินค้าขนาดใหญ่ และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ข้อที่สี่ คือการเริ่มต้นการธุรกิจกับลูกค้าผ่านระบบอินเทอร์เน็ต (Internet) บริษัทสายการบิน ร้านค้าหนังสือ และร้านค้าอื่นๆ ได้ค้นพบว่าลูกค้าจำนวนมากนำเสนอรายการสินค้าและบริการแบบออนไลน์รวมทั้งรับคำสั่งซื้อสินค้าแบบออนไลน์ด้วย วิธีดำเนินธุรกิจแบบนี้เรียกว่า การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic commerce or e-commerce) ซึ่งเป็นที่คาดหมายว่าจะได้รับความนิยมมากยิ่งขึ้นในอนาคต

### 2.1.2 เครื่องข่ายสำหรับคนทั่วไป

ในปี พ.ศ.2520 Ken Olsen ประธานบริษัท Digital Equipment Corporation ( DEC ) ซึ่งเป็นบริษัทคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับสองรองจากบริษัทไอบีเอ็ม ได้แสดงวิสัยทัศน์ต่อคำถามที่ว่าเหตุใดบริษัทของเขาจึงไม่หันไปสู่ตลาดเครื่องพีซีอย่างเต็มรูปแบบไว้ว่า “ไม่มีเหตุผลใดที่สนับสนุนให้ทุกจะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวไว้ที่บ้านของตนเอง” แต่ประวัติศาสตร์ได้แสดงให้เห็นในสิ่งที่ตรงกันข้ามและทำให้บริษัท DEC ล้มกิจการ ( ถูกซื้อกิจการ ) ไปในที่สุดเหตุใดผู้คนจึงต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นของตนเอง เหตุผลแรกๆ อาจจะมีไว้สำหรับการใช้โปรแกรมประมวลผลคำและการเล่นเกมส์ แต่ในเวลาต่อมารูปแบบการใช้งานคอมพิวเตอร์ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก บางทีอาจเป็นเพราะต้องการมีไว้สำหรับการเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตซึ่งมีรูปแบบการใช้งานทั่วไปดังนี้

- การติดต่อข้อมูลข่าวสารจากระยะไกล
- การสื่อสาร ระหว่าง บุคคล – ต่อ – บุคคล
- ความบันเทิงส่วนบุคคล
- การพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์

การติดต่อข้อมูลข่าวสารจากระยะไกลสามารถทำได้หลายรูปแบบ หนทางหนึ่งที่กระทำกันอยู่แล้วคือการติดต่อขอข้อมูลจากสถาบันทางการเงินต่างๆ ผู้คนจ่ายค่าสาธารณูปโภคบริหารเงินในบัญชีธนาคารและบริหารการลงทุนผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ การซื้อสินค้าโดยไม่ต้องออกจากบ้านก็กำลังเป็นสิ่งที่เริ่มเข้ามามีบทบาทมากขึ้น แล้วยังมีความสามารถในการเลือกดูสินค้านานาชนิดจากหลายๆ บริษัทรายการสินค้าต่างๆ เหล่านี้ผู้ซื้อจะสามารถดูภาพยนตร์โฆษณาได้ตลอดเวลาโดยใช้เพียงปลายนิ้วสัมผัส

ในไม่ช้าหนังสือพิมพ์จะอยู่ในรูปของหนังสือพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งผู้อ่านแต่ละคนสามารถแจ้งความต้องการของตนเองได้ เช่นต้องการข่าวการเมือง เศรษฐกิจ สังคม และเรื่องทั่วไป แต่ไม่ต้องการข่าวกีฬา เป็นต้น ทางสำนักพิมพ์ก็จะรวบรวมข่าวต่างๆไว้ตามปรารถนาของแต่ละคน ในตอนเช้าก็สมาชิกก็จะได้อ่านข่าวเฉพาะหัวข้อที่ตนเองสนใจ อันที่จริงบริการประเภทนี้มีให้บริการแล้วแต่ยังอยู่ในวงแคบ ในขั้นต่อไปเป็นการพัฒนาให้บริการห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ ที่สมาชิกสามารถค้นหาหนังสือที่ตนเองสนใจและเปิดอ่านได้จากทุกๆสถานที่ จนในที่สุด หนังสือต่างๆอาจเลิกใช้ไปโดยจะยังคงมีการเก็บรักษาไว้ตามพิพิธภัณฑ์เท่านั้น

การประยุกต์อีกทางหนึ่งคือการใช้งานห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ องค์กรธุรกิจมีอาชีพหลายแห่งเช่น ACM ( [www.acm.org](http://www.acm.org) ) หรือ IEEE Computer Society ( [www.computer.com](http://www.computer.com) ) ซึ่งเป็นองค์กรที่สนับสนุนการค้นคว้าวิจัยทางด้านคอมพิวเตอร์ได้จัดให้มีเอกสารเป็นรูปเล่มแบบเดิมนั้นถ้าสมัยและอาจเลิกใช้ไปในที่สุด

การประยุกต์ดังกล่าวถึงเป็นความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูลที่อยู่ไกลออกไป ในอีกด้านหนึ่งของการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์คือ บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ( email or electronic mail ) เป็นการสื่อสารโดยตรงระหว่าง บุคคล ต่อ บุคคล ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้กับระบบโทรศัพท์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งานตั้งแต่คริสต์ทศวรรษที่ 19 ในปัจจุบันมีคนหลายร้อยคนทั่วโลกที่ใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ในการรับ - ส่ง ข้อมูลอยู่เป็นประจำ และระบบนี้ได้ขยายขีดความสามารถให้รับส่งได้ทั้ง เอกสารรูปภาพ เสียง ตลอดจนวีดิทัศน์ต่างๆ ได้

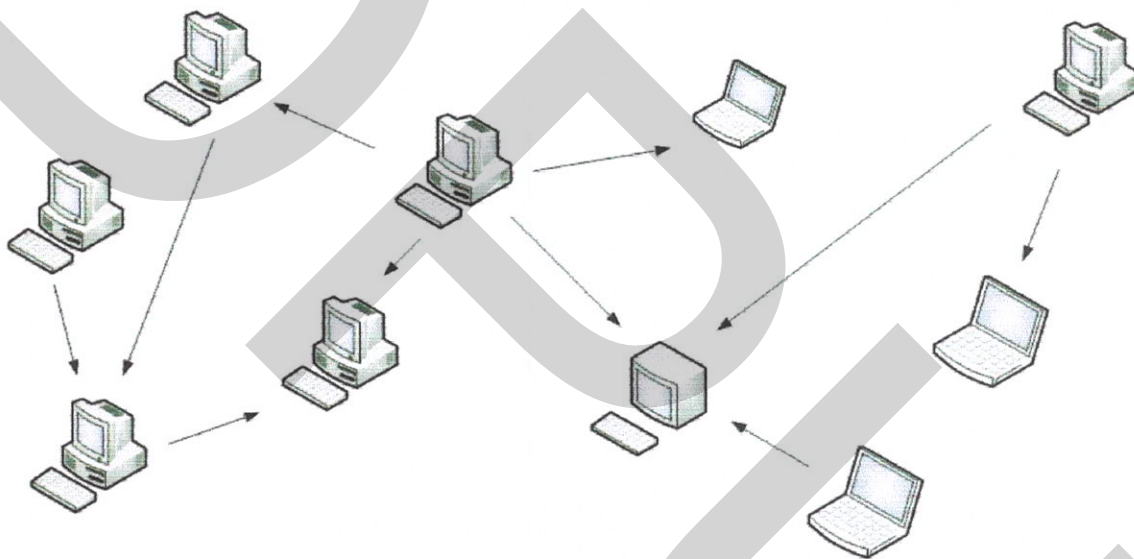
เด็กรุ่นสมัยใหม่มักจะติดการใช้ระบบข่าวสารแบบทันทีทันใด(Instance messaging) ถึงอำนวยความสะดวกนี้ได้รับการพัฒนามาจาก โปรแกรม Talk ที่มีใช้ในระบบปฏิบัติการยูนิกซ์มาตั้งแต่ พ.ศ.2523 ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกให้คนสองคนสามารถสื่อสารถึงกันได้ด้วยวิธีการพิมพ์ข้อความที่ต้องการสื่อสารลงบนหน้าจอของตนเองซึ่งจะไปปรากฏอยู่ที่หน้าจอของอีกฝ่ายหนึ่งด้วย แต่ในปัจจุบันนอกจากจะทำให้สะดวกมากขึ้นกว่าเดิมแล้วยังทำให้สามารถคุยกันได้หลายคนพร้อมกันด้วยซึ่งเรียกว่า chat room

นิวส์กรุป (Newsgroup) เป็นอีกบริการหนึ่งที่มีในปัจจุบันที่สนับสนุนให้สมาชิกจากทั่วโลกให้สามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันได้ บริการนี้แตกต่างจาก chat room เนื่องจากเป็นบริการ



ที่สามารถเก็บข้อความต่างๆ ไว้ เมื่อสมาชิกกลับมาใช้บริการอีกครั้งก็จะสามารถพบกับข้อความต่างๆที่เก็บรักษาไว้ได้และตอบสนองต่อข้อความนั้นๆ ซึ่งก็จะถูกส่งต่อไปให้กับสมาชิกผู้อื่น

การสื่อสารระหว่างบุคคลอีกอย่างหนึ่งคือการสื่อสารแบบเพียร์ (peer-to-peer communication) ซึ่งแตกต่างจากระบบไคลเอนท์-เซิร์ฟเวอร์ ที่ได้กล่าวไปแล้ว การสื่อสารในรูปแบบนี้กลุ่มบุคคลที่รวมตัวกันอย่างหลวมๆ สามารถสื่อสารกับผู้อื่นที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.3 โดยพื้นฐานแล้วทุกคนสามารถสื่อสารกับผู้อื่นก็คนที่ได้ซึ่งไม่มีการแบ่งหน้าที่การทำงานเป็นไคลเอนท์หรือเซิร์ฟเวอร์แต่อย่างใด



ภาพที่ 2.3 แสดงการสื่อสารแบบเพียร์ซึ่งไม่มีกำหนดบทบาทของไคลเอนท์และเซิร์ฟเวอร์เอาไว้

การสื่อสารแบบเพียร์ กำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในปัจจุบัน เช่นบริการเรียกว่า “Napster” ซึ่งมีสมาชิกจากทั่วโลกมากกว่า 50 ล้านคน ที่มาแลกเปลี่ยนเพิ่มข้อมูลเพลงระหว่างกัน (อาจจะเป็นกิจกรรมที่มีการละเมิดลิขสิทธิ์เพลงที่ใหญ่ที่สุดในโลกก็ได้) แนวความคิดในการทำงานนั้นเป็นแบบง่ายๆคือ สมาชิกจะลงทะเบียนชื่อเพิ่มข้อมูลเพลงของตนไว้ที่ฐานข้อมูลส่วนกลางที่บริหารจัดการโดยเซิร์ฟเวอร์ของ Napster สมาชิกคนใดที่ต้องการทำสำเนาเพลงก็จะทำการตรวจสอบว่าใครในบรรดาสมาชิกที่มีเพลงนั้นอยู่ แล้วจึงติดต่อโดยตรงไปยังคนผู้นั้น เนื่องจากเซิร์ฟเวอร์ไม่ได้เก็บ

ดำเนินาเพิ่มข้อมูลเพลงไว้ที่ตนเองจึงอ้างได้ว่าคนไม่ได้ละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้ใด อย่างไรก็ตาม เมื่อเกิดการฟ้องร้องกันขึ้นบริษัท Napster แพ้คดีและต้องปิดตัวเองลงไป

การสื่อสารระบบเพียร์ทูเพียร์ใหม่ได้จัดการใช้ข้อมูลส่วนกลางด้วยการให้ผู้ใช้แต่ละคนมีฐานข้อมูลเป็นของตนเองรวมทั้งจัดให้มีรายชื่อของสมาชิกคนอื่นๆ ที่มีฐานข้อมูลไว้ให้บริการสมาชิกรายใหม่จึงสามารถเข้าไปดูรายชื่อเพลงที่ต้องการได้โดยตรงรวมทั้งสามารถค้นหาจากสมาชิกคนอื่นจากรายชื่อที่มีอยู่ได้กระบวนการค้นหานี้อาจเกิดขึ้นได้ไม่รู้จบซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้รับมาสร้างเป็นฐานข้อมูลขนาดใหญ่ได้ซึ่งถ้าให้มนุษย์เป็นผู้ทำแล้วจะเป็นงานที่น่าเบื่อมากแต่จะเป็นงานที่เหมาะสมเป็นอย่างยิ่งที่จะให้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ทำแทน

งานประยุกต์สำหรับการสื่อสารแบบเพียร์ที่ถูกกฎหมายนั้นก็มียู่มากมายซึ่งมีประโยชน์เป็นอย่างมากเช่น งานประชาสัมพันธ์บทเพลงใหม่ๆ ที่มีเนื้อเพลงบางส่วนส่งไปให้ลูกค้าได้ทดลองฟัง หรือการนำเสนอตัวอย่างสินค้าใหม่ การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน หรือการเล่นเกมส์แบบออนไลน์ เป็นต้น อันที่จริงแล้ว หนึ่งในงานประยุกต์ในอินเทอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ อีเมลล์ นั้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารแบบเพียร์

ความบันเทิงส่วนบุคคลก็เป็นอีกประเด็นหนึ่งที่มีความสำคัญเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ งานประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้โดยตรงคือ วิดีทัศน์ตามความต้องการ (Video on demand) ในอนาคตอันใกล้นี้ อาจเป็นไปได้ว่าผู้คนสามารถเลือกภาพยนตร์รายการทีวีที่ถูกผลิตขึ้นในประเทศใดก็ได้เพื่อนำเอามาแสดงบนจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ใช้ได้ในทันทีที่ต้องการ ภาพยนตร์ยุคใหม่อาจเป็นแบบที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชมที่บ้าน เช่นผู้ชมอาจสอบถามข้อมูลเรื่องสั้นเกี่ยวกับภาพยนตร์ที่กำลังชมนั้น หรือการเลือกแนวทางการดำเนินเรื่องให้เป็นไปได้ไปในแนวทางที่ตนเองต้องการ การถ่ายทอดทีวีสดก็อาจเป็นไปได้โดยให้ผู้ชมเข้ามามีบทบาทโดยตรงกับรายการทีวีที่กำลังแสดง เช่น การให้ผู้ชมกลายเป็นผู้เล่นเกมส์โชว์คนหนึ่งด้วย

วัตถุประสงค์ประการสุดท้ายเป็นเรื่องเกี่ยวกับการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ การเลือกซื้อสินค้าจากที่บ้านของตนเองกำลังเป็นที่นิยมซึ่งให้ลูกค้าสามารถตรวจสอบรายการสินค้าออนไลน์จากบริษัทผู้ค้าหลายร้อยหลายพันแห่งจากทั่วโลก รายการสินค้าบางอย่างอาจมีภาพยนตร์วีดิทัศน์ประกอบการเชิญชวนให้ซื้อสินค้านั้นๆ

การนำระบบพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ในรูปแบบหนึ่งมาใช้คือการให้บริการธนาคารออนไลน์ผู้คนจำนวนมากสามารถชำระค่าบริการ จัดการบัญชีธนาคาร รวมถึงการจัดการลงทุนในรูปแบบต่างๆผ่านทางระบบอิเล็กทรอนิกส์ บริการในลักษณะนี้ก็ยังเติบโตขึ้นเมื่อระบบเครือข่ายการสื่อสารมีความปลอดภัยมากกว่านี้ ตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน

คำย่อ	คำเต็ม	ตัวอย่าง
B2C	Business-to-Consumer	การซื้อหนังสือออนไลน์
B2B	Business-to- Business	โรงงานอุตสาหกรรมสั่งซื้ออะไหล่จากผู้ผลิต
G2C	Government-to-Consumer	รัฐบาลจ่ายแบบฟอร์มการเสียภาษีแก่ประชาชน
C2C	Consumer-to-Consumer	การประมูลซื้อสินค้าออนไลน์
P2P	Peer-to-Peer	การใช้งานแฟ้มข้อมูลร่วมกัน

### 2.1.3 ผู้ใช้สัญจร

เครื่องคอมพิวเตอร์แบบสัญจร (mobile computer) เช่นเครื่อง โน้ตบุ๊ก และเครื่อง พีดีเอ (Personal Digital Assistant : PDA) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดที่มีกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก คนกลุ่มนี้ที่เป็นเจ้าของอุปกรณ์พวกนี้มักจะมีเครื่องพีซีอยู่ที่ทำงานและต้องการที่จะเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้านในระหว่างที่ออกมาข้างนอก เนื่องจากการเชื่อมต่อแบบไร้สายนั้นไม่สามารถนำมาใช้บนรถยนต์หรือเครื่องบินได้จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเชื่อมต่อแบบไร้สาย

เป็นไปได้ที่บางคนอาจสงสัยได้ว่ามีความจำเป็นอย่างไรที่ต้องการเชื่อมต่อแบบไร้สาย เหตุผลที่สำคัญก็คือการมีสถานที่ทำงานที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ คนที่มักจะเดินทางอยู่เสมอมีความต้องการที่จะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถนำติดตัวเพื่อการใช้ติดต่อการใช้โทรศัพท์ การรับ-ส่งอีเมลล์ การท่องเว็บ การเรียกใช้แฟ้มข้อมูลระยะไกล รวมทั้งการใช้งานระบบคอมพิวเตอร์อื่นที่อยู่ไกลออกไป ความต้องการนี้มักจะเกิดขึ้นในทุกสถานที่ไม่ว่าจะเป็นบนแผ่นดิน บนทะเล หรือแม้แต่ในอากาศ เช่น การจัดประชุมในปัจจุบัน ผู้จัดมักจัดเตรียมระบบไร้สายไว้ภายในบริเวณที่จัดงาน ผู้ที่มาเยี่ยมชมที่เครื่อง โน้ตบุ๊กและมีโมเด็มแบบไร้สายก็สามารถที่จะเปิดเครื่องเพื่อเชื่อมต่อเข้า

กับระบบเครือข่ายของงานนั้น ๆ ได้เช่นเดียวกับการเชื่อมต่อผ่านสายสื่อสารเพียงแต่มีความสะดวกมากกว่าในทำนองเดียวกัน สถานศึกษาบางแห่งอาจสร้างระบบเครือข่ายไร้สายเพื่อให้นักศึกษาของตนเองสามารถทำงานได้แม้ว่าจะนั่งอยู่ในสวนพักผ่อนที่ใด ๆ ในสถานศึกษานั้น

ระบบเครือข่ายไร้สายก็มีประโยชน์ทางทหารไม่แพ้พลเรือน หน่วยทหารจะสามารถรับและส่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการรบหรือแม้แต่กระทั่งข้อมูลอื่น ๆ ได้จากสถานที่ใด ๆ ก็ได้ ทำให้เกิดความคล่องตัวในการปฏิบัติเป็นอย่างมาก

แม้ว่าระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless network) และการทำงานแบบสัญญาณ (Mobile computing) มักจะเกี่ยวพันซึ่งกันและกันแต่ก็มีความหมายที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.2 ซึ่งจะเห็นข้อแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างระบบสื่อสารไร้สายแบบประจำอยู่กับที่ (fixed wireless) กับระบบสื่อสารไร้สายแบบสัญญาณ (mobile wireless) ในบางครั้งเครื่องโน้ตบุ๊กก็จำเป็นแบบมีสายได้ เช่น การที่ผู้ใช้เสียบสายเชื่อมต่อเครื่องโน้ตบุ๊กของตัวเองเข้ากับสายโทรศัพท์ในโรงแรมที่พัก จัดว่าเป็นความสามารถในการทำงานได้จากหลายสถานที่โดยไม่ได้ใช้เครือข่ายไร้สาย

ในทางกลับกัน การใช้ระบบเครือข่ายไร้สายบางอย่างก็ไม่สามารถทำงานเป็นแบบสัญญาณ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือการสร้างระบบเครือข่ายไร้สายขึ้นในอาคารรุ่นเก่าที่ไม่ได้มีการเดินสายสื่อสารไว้ล่วงหน้าหรืออาจอยู่ในสภาพที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเดินสายสัญญาณ การติดตั้งระบบเครือข่ายไร้สายนี้จึงไม่ใช่เครือข่ายสำหรับการใช้งานแบบสัญญาณ เพราะเป็นเพียงหนทางเลือกที่ดีกว่าที่จะต้องเจาะผนังตึกเพื่อเดินสายสัญญาณ

ตารางที่ 2.2 แสดงระบบเครือข่ายไร้สายและการทำงานแบบสัญญาณ

Wireless	Mobile	งานประยุกต์
ไม่ใช่	ไม่ใช่	เครื่องพีซีที่ทำงาน
ไม่ใช่	ใช่	การใช้เครื่องโน้ตบุ๊กในห้องพักในโรงแรม
ใช่	ไม่ใช่	ระบบเครือข่ายในอาคารรุ่นเก่าที่ไม่มีการเดินสายสื่อสารไว้
ใช่	ใช่	สำนักงานเคลื่อนที่, เครื่องพีดีเอสำหรับการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

สำหรับงานที่เป็นแบบสัญจรอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นงานประยุกต์ที่ต้องใช้ระบบเครือข่ายไร้สายนั้น ได้แก่ผู้ใช้ที่ต้องการมีสำนักงานในพื้นที่ที่สามารถเคลื่อนที่ไปยังทุกหนทุกแห่งที่เขาต้องการ หรือผู้ใช้ที่ทำงานอยู่ภายในโกดังเก็บสินค้าที่ต้องเดินตรวจสินค้าด้วยอุปกรณ์พีดีเอไปทั่วโรงงาน ตามสนามบินขนาดใหญ่ในต่างประเทศที่มีบริษัทให้เช่ารถยนต์ พนักงานรับรถจะมีอุปกรณ์ไร้สายที่มีเครื่องพรีนเตอร์อยู่ในตัวไว้ใช้งาน เมื่อลูกค้านำรถมาส่งคืน พนักงานก็เพียงพิมพ์หมายเลขทะเบียนรถนั้นเข้าสู่เครื่องพีดีเอ เครื่องฯ จะส่งข้อมูลดังกล่าวกลับไปสำนักงานซึ่งจะเป็นข้อมูลเกี่ยวกับการเช่ารถนั้นกลับมาที่เครื่องพีดีเอ ข้อมูลจะถูกพิมพ์ออกมาทางเครื่องพรีนเตอร์พีดีเอได้ในทันที ทำให้พนักงานมีข้อมูลเพียงพอที่จะรับรถคืน ชำระเงิน และอื่น ๆ ได้โดยไม่ต้องกลับมาที่สำนักงานเลย

อีกตัวอย่างหนึ่งเกี่ยวกับระบบสื่อสารไร้สายคือการรวมระบบโทรศัพท์มือถือเข้ากับพีดีเอไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์แบบไร้สาย ความพยายามครั้งแรกที่ประสบผลสำเร็จคือการสร้างพีดีเอขนาดเล็กที่สามารถแสดงข้อมูลเว็บเพจลงบนหน้าจอขนาดเล็ก ระบบนี้เรียกว่า wap 1.0 (wireless Application Protocol) แม้ว่าระบบนี้จะไม่ค่อยได้รับความนิยมมากนักเนื่องจากจอภาพที่มีขนาดเล็กมาก ช่องสัญญาณขนาดเล็ก และการให้บริการที่ไม่ดีนักแต่ก็เป็นที่คาดหวังว่าจะสามารถแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ในไม่ช้านี้

อุปกรณ์เรียกว่า ประเภทนี้อาจประสบความสำเร็จในการทำธุรกรรมประเภท M-commerce (Mobile commerce) ความต้องการที่เป็นตัวผลักดันที่สำคัญคือความต้องการขยายธุรกิจให้มีความสะดวกสบายแก่ลูกค้า การอนุญาตในการชำระค่าสินค้าและบริการ

#### 2.1.4 ผลกระทบทางสังคม

การนำเทคโนโลยีเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาใช้ก่อนเกิดปัญหารูปแบบใหม่ขึ้นในทางสังคม ศาสนา และ การเมือง ในระบบเครือข่ายทั่วไปการให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารในหมู่ผู้ใช้ เป็นการให้บริการมาตรฐานที่ทุกระบบจะพึงมี ครอบคลุมเท่าที่ข้อมูลที่แลกเปลี่ยนนั้นเป็นข้อมูลในเชิงสร้างสรรค์ที่ทุกฝ่ายยอมรับก็จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาใด ๆ ตามมา

ปัญหาจะเริ่มก่อตัวขึ้นถ้าข้อมูลเหล่านั้นทำให้เกิดความแตกแยกทางความคิดหรือมีความเข้าใจแตกต่างกันออกไปของคนกลุ่มต่าง ๆ ในสังคม เช่น ข้อมูลทางการเมือง ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับศาสนาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องทางเพศ เป็นต้น ข้อมูลของคนกลุ่มหนึ่งอาจไปกระทบ

หรือทำให้คนกลุ่มอื่นไม่เห็นด้วย ทำให้เกิดเป็นข้อโต้แย้งทางสังคมเกิดขึ้น เช่น การแลกเปลี่ยนข้อมูลที่เป็นภาพยนตร์เกี่ยวกับการค้าประเวณีบนระบบเครือข่ายยอมทำให้เกิดการโต้เถียงกันอย่างรุนแรงระหว่างฝ่ายที่เห็นด้วยกับฝ่ายที่ไม่เห็นด้วยอย่างแน่นอน

ในหลายครั้งหลายโอกาส ผู้คนบางส่วนหันมาฟ้องร้องผู้ที่ทำหน้าที่ให้บริการเครือข่ายเกี่ยวกับข้อมูลหลายๆ ประเภทที่คนกลุ่มนั้นเห็นว่าไม่สมควร โดยอ้างผู้ให้บริการฯ จะต้องมีความรับผิดชอบในข้อมูลทั้งหมดที่ส่งผ่านเครือข่าย เช่นเดียวกันกับบรรณาธิการหนังสือพิมพ์จะต้องรับผิดชอบต่อข่าวสารทั้งหมดที่ปรากฏอยู่บนสิ่งพิมพ์ของตนเอง ทางฝ่ายผู้ให้บริการฯ ได้โต้แย้งโดยได้อ้างตัวอย่างของการให้บริการประเภทอื่น เช่น โทรศัพท์ และการไปรษณีย์ ทั้งสองหน่วยงานนี้ส่วนใหญ่จะเป็นหน่วยงานของรัฐบาลที่ให้บริการแก่ประชาชนทั่วไป ประชาชนผู้ใช้บริการย่อมไม่ต้องการให้เจ้าหน้าที่ของรัฐบาลคอยดักฟังในขณะที่ตนเองกำลังใช้โทรศัพท์ หรือให้เจ้าหน้าที่ของรัฐบาลทำการอ่านจดหมายของตนเองก่อนที่จะนำส่งผู้รับ โดยความเป็นจริงแล้วการกระทำดังกล่าวเป็นการกระทำที่ผิดแย้งทั้งในแง่มุมมองของกฎหมายและในแง่มุมมองของจริยธรรม ดังนั้นจึงไม่เป็นการสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจสอบข้อมูลบนระบบเครือข่าย ในบางประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้มีการกำหนดไว้ในส่วนหนึ่งของกฎหมายรัฐธรรมนูญว่าประชาชนทุกคนมีสิทธิขั้นพื้นฐานในการเผยแพร่ความคิดของตนเอง (people's right to free speech) ผู้ให้บริการและประชาชนบางส่วนได้ตีความว่าการเผยแพร่ข่าวสารใดๆ บนระบบเครือข่ายก็เป็นส่วนหนึ่งของสิทธิที่กล่าวถึงนี้ ดังนั้นรัฐบาลจึงไม่มีสิทธิในการควบคุมแต่อย่างใด

ข้อถกเถียงอีกข้อหนึ่งที่ยังคงไม่มีข้อยุติคือ เรื่องของสิทธิของลูกจ้าง ลูกจ้างส่วนหนึ่งใช้การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เป็นประจำ ทั้งในทำงานและที่บ้าน ข้อมูลที่ส่งไปนั้นแม้ว่าส่วนใหญ่จะส่งให้กับพนักงานในบริษัทด้วยกัน แต่ก็มีส่วนที่เป็นลูกค้า (ซึ่งเป็นคนภายนอก) ฝ่ายนายจ้างได้อ้างว่าลูกจ้างได้ใช้ทรัพย์สินของทางบริษัท ดังนั้นนายจ้างจึงควรมีสิทธิในการตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด แต่ลูกจ้างได้อ้างสิทธิเหนือข้อความเหล่านั้นว่าเป็นข้อมูลส่วนบุคคล นายจ้างจึงไม่มีสิทธิเข้ามาตรวจสอบ เหตุการณ์ในทำนองเดียวกันนี้ได้ลูกกลามเข้าถึงในสถานศึกษา และกำลังมีแนวโน้มที่จะเข้าไปเกี่ยวข้องกับกระบวนการยุติธรรม

การคิดค้นและพัฒนาเครื่องพิมพ์ขึ้นมาใช้งานเมื่อประมาณ 500 ปีที่ ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งยิ่งใหญ่ขึ้นในประวัติศาสตร์โลก นั่นคือการเปิดโอกาสให้ทุกคนสามารถที่จะ

ตีพิมพ์เผยแพร่ผลงานของตนเองต่อสาธารณชนจำนวนมากได้ และในวันนี้โอกาสดังกล่าวได้เปิดกว้างขึ้นกว่าเดิม โดยการเผยแพร่ผลงานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำให้ผู้คนทั่วโลกได้มีโอกาสรับรู้รู้อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่กล่าวถึงอันมีผลกระทบทั้งทางด้านสังคม การเมือง และศีลธรรมนั้นยังคงเป็นปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้ในปัจจุบัน

## 2.2 อุปกรณ์สำหรับเครือข่าย (NETWORK HARDWARE)

เป็นที่ทราบกันดีว่ากฎเกณฑ์มาตรฐาน (taxonomy) ที่นำมาใช้ในการจัดประเภทหรือแบ่งชั้นระบบเครือข่ายนั้นไม่มี ที่มีใช้ก็อยู่ก็เพียงการแบ่งที่ไม่มีมาตรฐานใด ๆ มาเป็นเกณฑ์พิจารณา อย่างไรก็ตามเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าทุกระบบเครือข่ายจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจความตกลงในสองเรื่องคือเทคโนโลยีสำหรับการถ่ายทอดข้อมูล (transmission technology) และขนาดของเครือข่าย (scale) ทั้งนี้ก็เพื่อให้ระบบต่าง ๆ สามารถสื่อสารกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เทคโนโลยีสำหรับการถ่ายทอดข้อมูล แบ่งออกได้เป็นสองลักษณะคือ แบบการแพร่กระจาย (broadcast networks) และ แบบจุด-ต่อ-จุด (point-to-point networks) การถ่ายทอดข้อมูลแบบแพร่กระจายนั้น ประกอบด้วยช่องสื่อสารเพียงหนึ่งช่องซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในเครือข่ายนั้นจะใช้งานร่วมกัน ข่าวสารจะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบ “แพ็กเก็ต (packet)” ซึ่งเมื่อถูกส่งออกมาแล้วจะแพร่กระจายไปทั่วทั้งระบบ ใครก็ตามที่เชื่อมต่อกับเครือข่ายนี้จะสามารถรับแพ็กเก็ตนี้ไปใช้งานได้ ตามหลักการแล้วจะต้องมีการระบุชื่อผู้รับข่าวสารไว้ในทุกแพ็กเก็ตเสมอ ซึ่งผู้ที่รับข่าวสารทุกคนจะต้องตรวจสอบดู หากพบว่าเป็นข่าวสารของผู้อื่นก็จะไม่นำข่าวสารนั้นไปใช้ มิฉะนั้นก็จะดำเนินการนำข่าวสารไปใช้ต่อไป

ลักษณะการแพร่กระจายนี้เปรียบเทียบกับได้กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นปกติในห้องพักสำหรับคนไข้ที่นักรับการตรวจรักษาในสถานพยาบาลทั่วไป เจ้าหน้าที่ซึ่งโดยปกติก็จะเป็นพยาบาลหรือผู้ช่วยพยาบาลจะออกมาประกาศเรียกชื่อคนไข้ผู้ที่ได้รับการตรวจเป็นรายต่อไป คนไข้ทุกคน (รวมทั้งญาติคนไข้ที่นั่งอยู่ด้วย) จะได้ยินการขานชื่อเหมือนกันหมด แต่จะมีเพียงคนไข้ที่ถูกเรียกชื่อนั้นที่ จะตอบสนองโดยการเดินเข้าห้องตรวจโรค ส่วนคนอื่นแม้ว่าจะได้ยินแต่ก็ไม่แสดงอาการตอบสนองใด ๆ

การถ่ายทอดข้อมูลแบบแพร่กระจายยังมีลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งคือความสามารถในการส่งข่าวสารไปยังทุกคนในระบบฯ ซึ่งเรียกว่าการกระจายข่าว (broadcasting) วิธีการนี้จะใส่รหัสพิเศษไว้แทนตำแหน่งที่อยู่ของผู้รับข่าวสารในแพ็กเก็ต ใครก็ตามที่ได้รับแพ็กเก็ตนี้แม้จะทราบว่าที่อยู่ผู้รับไม่ใช่ที่อยู่ของตน แต่จากรหัสที่กำหนดให้ทุกคนสามารถนำข้อมูลนี้ไปใช้ได้

ในเครือข่ายแบบแพร่กระจายบางแห่งได้ปรับปรุงวิธีการกระจายข่าวให้มีความคล่องตัวมากขึ้นเรียกว่าการกระจายข่าวหลายกลุ่ม (multicasting) ในระบบเครือข่ายนี้จะแบ่งออกเป็นเครือข่ายกลุ่มย่อย (subnet) หลายกลุ่มซึ่งจะรู้จักกันเฉพาะภายในเครือข่ายนี้ สมาชิกในระบบฯ จะต้องเลือกหรืออาจจะถูกเลือกให้อยู่ในกลุ่มย่อยกลุ่มหนึ่งเมื่อต้องการส่งข่าวสารแบบกระจายข่าวหลายกลุ่มไปยังกลุ่มย่อยใดก็จะกำหนดหลายเลขกลุ่มย่อยนั้นเป็นที่อยู่ผู้รับ และยังสามารถกำหนดรหัสพิเศษเพื่อการกระจายข่าวไปยังกลุ่มย่อยหลาย ๆ กลุ่มพร้อม ๆ กันหรือทุกกลุ่มพร้อมกันก็ได้

เทคนิคการถ่ายทอดข้อมูลแบบ จุด-ต่อ-จุด เป็นการติดต่อโดยตรงระหว่างผู้ส่งข่าวกับผู้รับข่าว ข้อมูลที่อยู่ในแพ็กเก็ตจะต้องระบุที่อยู่ของผู้รับแล้วจึงส่งเข้าไปในเครือข่าย แพ็กเก็ตดังกล่าวจะได้รับการส่งต่อไปตาม อุปกรณ์เลือกทางเดินข้อมูล (router) ซึ่งเป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายกลุ่มต่างๆ เข้าด้วยกัน จนกระทั่งแพ็กเก็ตมาถึงผู้รับ ในระบบนี้การกำหนดเส้นทางเดินของข้อมูลจึงมีความสำคัญมาก เมื่อเปรียบเทียบกับช่างเทคนิคการถ่ายทอดข้อมูลทั้งสองแบบนี้ สามารถสรุปเป็นหลักพิจารณาทั่วไปได้คือ ในระบบเครือข่ายขนาดเล็กควรเลือกใช้การถ่ายทอดข้อมูลแบบแพร่กระจาย ส่วนเทคนิคแบบจุด-ต่อ-จุดนั้นมีความเหมาะสมกับเครือข่ายขนาดใหญ่มากกว่า การแพร่กระจายข่าวสารแบบจุด-ต่อ-จุดระหว่างผู้ส่งข่าวสารคนหนึ่งกับผู้รับข่าวสารอีกคนหนึ่งบางครั้งเรียกว่า "Unicasting"



ตารางที่ 2.3 แสดงการแบ่งประเภทของการเชื่อมต่อโปรเซสเซอร์จำนวนหนึ่งเข้าด้วยกัน

Interprocessor distance	Processors Located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	Local area network
100 m	Building	
1 km	Campus	
10 km	City	
100 km	Country	
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	

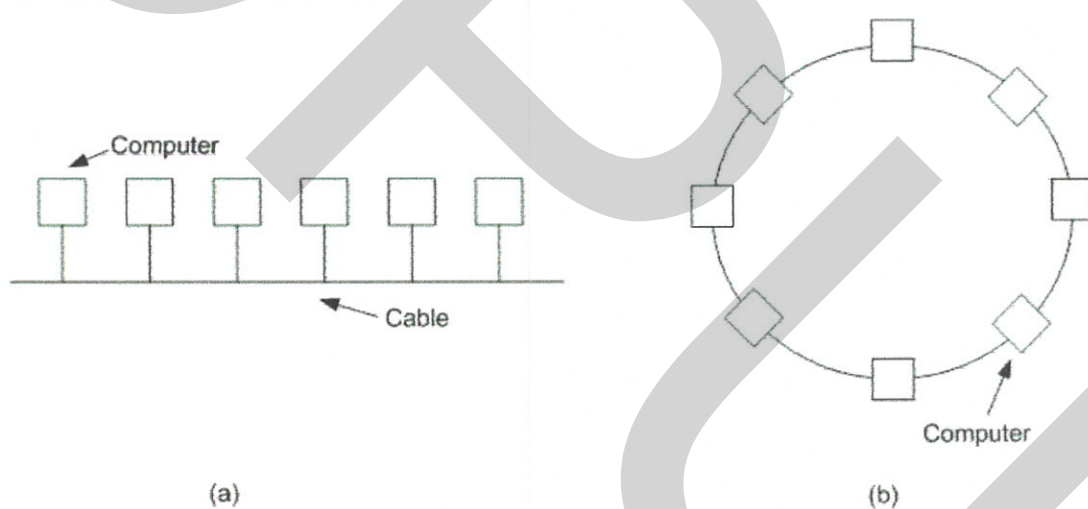
ทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับการจัดประเภทระบบเครือข่าย คือ การพิจารณาขนาดของเครือข่ายตามตารางที่ 2.3 แสดงให้เห็นถึงการกำหนดเครือข่ายตามขนาดทางกายภาพเป็นหลัก แถวบนสุดในตารางเรียกว่า Personal area networks ซึ่งเป็นระบบเครือข่ายที่มีไว้ใช้งานเฉพาะเพียงคนเดียว เช่น ระบบเครือข่ายไร้สายที่เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเมาส์ แป้นพิมพ์ หรือพริ้นเตอร์ หรือเครื่องพีดีเอที่ควบคุมอุปกรณ์ช่วยการฟังเสียง เป็นต้น ในลำดับถัดมาเป็นระบบเครือข่ายที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ได้แก่ เครือข่ายเฉพาะพื้นที่ (local area) เครือข่ายในเขตเมือง (metropolitan) และ เครือข่ายแบบวงกว้าง (wide area) ทำยที่สุดการเชื่อมต่อระหว่างระบบเครือข่ายตั้งแต่สองระบบขึ้นไปเข้าด้วยกันเรียกว่า internetwork ระบบ อินเทอร์เน็ตเป็นตัวอย่างที่ชัดเจนของ internetwork ระยะทางในการเชื่อมต่อเครือข่ายเข้าด้วยกันก็เป็นตัวประกอบอีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในการแยกประเภทระบบเครือข่ายออกจากกันเนื่องจากต้องใช้เทคนิคในการเชื่อมต่อที่แตกต่างกัน

### 2.2.1 เครือข่ายเฉพาะที่

เครือข่ายเฉพาะพื้นที่ (local area network : LAN) หมายถึง เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่เป็นของคนเฉพาะกลุ่ม ปกติจะเป็นเครือข่ายที่มีขอบเขตอยู่ภายในอาคาร หรือ กลุ่มอาคารที่

อยู่ติดกันมีระยะทางไม่เกิน 2-3 กิโลเมตร เหมาะสำหรับการใช้เชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กของพนักงานในองค์กรเข้าด้วยกัน โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การใช้อุปกรณ์ส่วนกลางร่วมกัน (เช่น เครื่องพิมพ์เลเซอร์สีขนาดใหญ่) การใช้โปรแกรมและข้อมูลร่วมกัน และการรับ-ส่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องข่ายเฉพาะพื้นที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากระบบอื่น ๆ 3 ประการคือ (1) ขนาด (2) เทคโนโลยีที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลและ (3) รูปแบบการจัดโครงสร้างของระบบ

เครือข่ายเฉพาะพื้นที่ถูกจำกัดด้วยขนาด ซึ่งหมายถึงจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ทั้งนี้ระบบที่มีการวางแผนอย่างดีนั้น เวลาที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลสามารถคำนวณได้ล่วงหน้าซึ่งจะใกล้เคียงกับความจริงมาก ความสามารถในการคำนวณได้ล่วงหน้านี้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งที่น่ามาใช้ในการออกแบบระบบงานให้มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังทำให้การบริหารเครือข่ายง่ายขึ้นด้วย



ภาพที่ 2.4 แสดงระบบการกระจายข่าวสารสองแบบ (a) แบบบัส (b) แบบวงแหวน

เทคโนโลยีที่ใช้ในการรับ-ส่งข้อมูลบนเครือข่ายเฉพาะพื้นที่ โดยปกติจะเป็นเพียงสายเคเบิลเส้นเดียวซึ่งจะเชื่อมต่อทั้งระบบเข้าด้วยกัน เครือข่ายปกติมีความเร็ว 10 mbps (ล้านบิตต่อวินาที) หรือ 100 msec (ส่วนล้านวินาที) และมีโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาดน้อยมาก

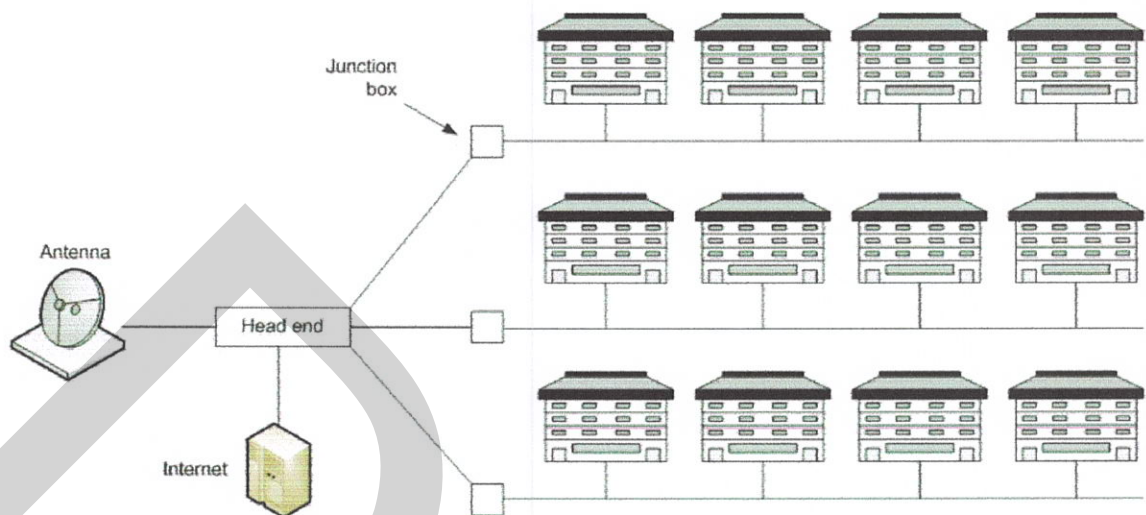
รูปแบบการจัดโครงสร้างสำหรับระบบเครือข่ายนั้นมีหลายแบบ ภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นโครงสร้างแบบที่นิยมใช้สองแบบคือ แบบบัส และ แบบวงแหวน โครงสร้างแบบบัส (bus network) นั้นยอมให้ผู้ใช้ส่งข้อมูลได้คราวละ 1 คนเท่านั้น ผู้ใช้คนอื่น ๆ ที่ต้องการส่งข้อมูล

จะต้องรองานกว่าสายเคเบิ้ลจะเกิดการรบกวนกันเองจนใช้งานไม่ได้ เมื่อผู้ส่งข้อมูลทั้งสองคน (หรือทั้งหมด) ตรวจพบความผิดปกตินี้ก็จะหยุดส่งข้อมูลแล้วรอเป็นระยะเวลาต่าง ๆ กัน จากนั้นจึงจะเริ่มพยายามส่งข้อมูลใหม่ การกำหนดระยะเวลาในการรอคอยสำหรับกรณีเช่นนี้ จะใช้วิธีการรวมศูนย์หรือแบบกระจายก็ได้ ตามมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet นั้นมีการจัดโครงสร้างแบบบัสซึ่งจะยอมให้ผู้ใช้ทุกคนยอมส่งข้อมูลได้ตลอดเวลาเมื่อเกิดการชนกันของข้อมูลทุกคนจะต้องหยุดการส่งข้อมูลทันที แล้วให้รอสักพักหนึ่งจึงจะสามารถเริ่มต้นส่งข้อมูลใหม่ได้ ระยะเวลาช่วงหนึ่งซึ่งได้มีการกำหนดไว้ล่วงหน้าแล้ว วิธีนี้สามารถรับประกันได้ว่าจะไม่เกิดการชนกันของข้อมูลจากผู้ส่งชุดเดิมอีกอย่างแน่นอน

การกระจายข่าวสารแบบที่สองเรียกว่า โครงสร้างแบบวงแหวน (Ring network) ข้อมูลแต่ละบิตภายในวงแหวนจะถูกส่งจนครบรอบวงโดยอิสระ คือไม่ต้องรอคอยข้อมูลบิตอื่น ๆ ในแพ็กเก็ตนั้นๆ โดยทั่วไปข้อมูลแต่ละบิตจะถูกส่งครบรอบวงแหวนภายในระยะเวลาที่สามารถส่งข้อมูลออกไปเพียงไม่กี่บิตเท่านั้นหรืออย่างมากก็ไม่เกินระยะเวลาที่ใช้ในการส่งข้อมูลทั้งแพ็กเก็ต ระบบวงแหวนก็มีกฎเกณฑ์ที่ใช้ควบคุมการกระจายข่าวสารเพื่อไม่ให้เกิดการชนของข้อมูล ได้มีผู้คิดค้นวิธีการควบคุมการทำงานแบบต่างๆ ขึ้นมา เช่น การกำหนดให้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องในวงแหวนหมุนเวียนการใช้งานวงแหวนสลับกันไป มาตรฐานที่กำหนดการควบคุมได้แก่ IEEE 802.5 (เรียกว่า IBM token ring) เป็นระบบที่ทำงานด้วยความเร็วที่ 4-16 Mbps (ล้านบิตต่อวินาที) หรือระบบ FDDI เป็นต้น

### 2.2.2 เครือข่ายในเขตเมือง

โดยพื้นฐานแล้ว ระบบเครือข่ายในเขตเมือง (Metropolitan area network : MAN) มีลักษณะเช่นเดียวกันกับระบบเครือข่ายเฉพาะที่ เพียงแต่มีขนาดใหญ่กว่าเท่านั้น ระบบนี้อาจเชื่อมต่อ การสื่อสารของสาขาหลายๆ แห่งที่อยู่ภายในเขตเมืองเดียวกัน หรืออาจครอบคลุมหลายเขตเมืองที่อยู่ติดกันซึ่งอาจเป็นบริการของเอกชนหรือของรัฐก็ได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ระบบเครือข่ายในเขตเมืองมีขีดความสามารถในการให้บริการทั้งการรับ-ส่งข้อมูลและโทรศัพท์ไปพร้อมกันได้ ในปัจจุบัน



ภาพที่ 2.5 แสดงระบบเครือข่ายในเขตปริมณฑลเช่น ระบบเครือข่ายของโทรทัศน์ยูบีซี

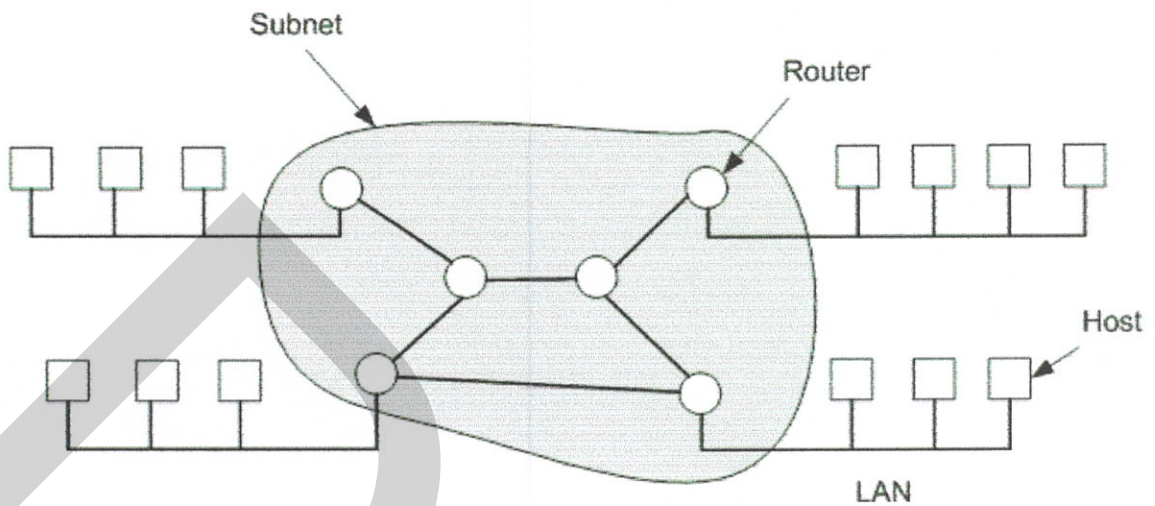
ยังครอบคลุมการให้บริการไปถึงระบบโทรทัศน์ทางสาย (cable television เช่น บริษัท ยูบีซี ในประเทศไทย) ด้วยระบบนี้จะมีสายเคเบิลเพียงหนึ่งหรือสองเส้น โดยไม่มีอุปกรณ์สับเปลี่ยนช่องสัญญาณ (switching element) ซึ่งทำหน้าที่คอยเก็บกักสัญญาณไว้ภายในหรือปล่อยสัญญาณออกไปสู่ระบบอื่น มาตรฐานสำหรับระบบเครือข่ายแบบนี้ได้แก่ IEEE 802.16 ซึ่งกำหนดมาตรฐานของระบบเครือข่ายไร้สายความเร็วสูงที่มีใช้งานในเขตเมือง

### 2.2.3 เครือข่ายวงกว้าง

ระบบเครือข่ายวงกว้าง (wide area network : WAN) ขยายเขตการเชื่อมต่อครอบคลุมไปเป็นพื้นที่ระดับภูมิภาค เช่น ครอบคลุมพื้นที่ภาคอีสานของประเทศไทย แต่สำหรับบริษัทที่ดำเนินการระหว่างชาติ อาจหมายถึงพื้นที่ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ทั้งหมดก็ได้ ระบบนี้ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์หลัก เรียกว่า โฮสต์คอมพิวเตอร์ ทำหน้าที่คอยให้บริการผู้ใช้ทั้งหมดที่เป็นสมาชิกในกลุ่มของตนเอง โฮสต์คอมพิวเตอร์ (ต่อไปนี้จะเรียกว่า โฮสต์) จะเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายย่อย ซึ่งมีหน้าที่ให้บริการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างโฮสต์ต่างๆ หลักการนี้เปรียบเทียบกับกับการส่งจดหมาย ระหว่างประเทศนั้นๆ ระบบเครือข่ายย่อยจะเปรียบเทียบกับเครื่องบิน หรือพาหนะใดๆที่ทำหน้าที่รับ-ส่งจดหมายระหว่างกรมไปรษณีย์ของประเทศต่างๆ สวนจดหมายก็คือข้อมูลที่รับ-ส่งบนระบบเครือข่ายนั่นเอง

ระบบเครือข่ายย่อยในเครือข่ายวงกว้างประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญสองอย่าง คือ สายสื่อสาร และอุปกรณ์สลับช่องสื่อสาร สายสื่อสารเป็นสื่อที่ใช้ในการส่งสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์จากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่ง อาจสร้างด้วยวัสดุที่เป็นสายทองแดง สายใยแก้วนำแสง หรือสัญญาณวิทยุก็ได้ ส่วนอุปกรณ์สลับช่องสื่อสาร ทำหน้าที่เหมือนกับอุปกรณ์สลับช่องสื่อสารที่ใช้ในระบบโทรศัพท์ธรรมดา นั่นคือการเชื่อมต่อสายสื่อสารหลายๆ สายเข้าด้วยกันเพื่อให้การส่งสัญญาณจากผู้ส่งไปถึงยังผู้รับได้ถูกต้อง

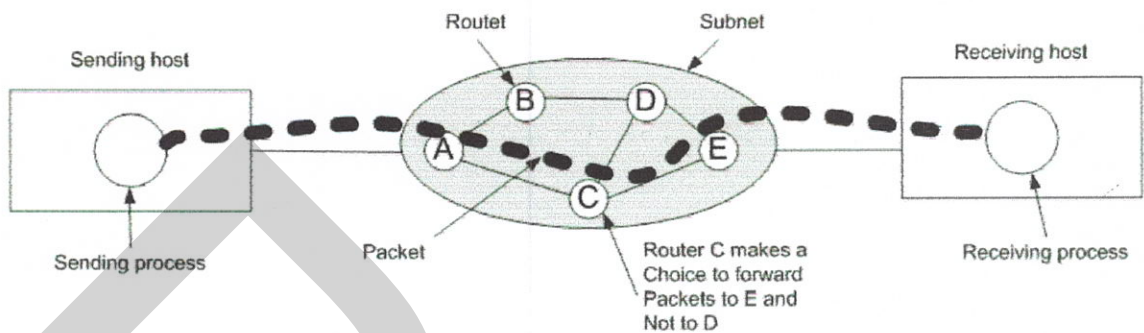
อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์สลับช่องสื่อสาร ไม่เคยได้รับการตกลงอย่างเป็นทางการในการเรียกชื่อดังนั้นจึงมีชื่อเรียกต่างๆ กันออกไป ได้แก่ packet switching nodes, intermediate systems, data switching exchanges และอื่นๆ ในที่นี้จะใช้คำว่า อุปกรณ์สลับช่องสื่อสาร หรือ เราท์เตอร์ภาพที่ 2.6 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของอุปกรณ์สลับช่องสื่อสารจะติดตั้งไว้ที่โฮสโดยตรง ในส่วนของสายสื่อสารและอุปกรณ์สลับช่องสื่อสารทั้งหมดจะรวมกันเป็นส่วนที่เรียกว่า เครือข่ายย่อยคำว่า เครือข่ายย่อย หรือ Supnet เป็นคำที่ถูกใช้ในสองความหมาย แรกทีเดียวคำว่าเครือข่ายย่อยถูกใช้ในความหมายตามที่กล่าวข้างต้นเพื่อเป็นการเน้นให้เห็นว่ากำลังกล่าวถึงเครือข่ายเล็กๆ ส่วนหนึ่งทีประกอบอยู่ในระบบเครือข่ายทั้งหมด สายสื่อสารและอุปกรณ์สลับช่องสื่อสารของเครือข่ายย่อยจึงทำหน้าที่ในการรับแพ็กเก็ตเกิด ข้อมูลจากโฮสของผู้ส่งไปให้โฮสของผู้ส่งแล้วส่งไปให้โฮสของผู้รับเท่านั้น ต่อมาคำนี้ได้ถูกนำไปใช้ในความหมายที่สองซึ่งเกี่ยวข้องกับการกำหนดที่อยู่ในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานใดที่จะบัญญัติคำใหม่ขึ้นมาใช้ ดังนั้นคำนี้ยังคงถูกใช้อยู่อย่างเดิม



ภาพที่ 2.6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโฮสบนเครือข่ายเฉพาะบริเวณและระบบเครือข่ายย่อย

โดยปกติแล้ว ระบบเครือข่ายวงกว้างประกอบด้วยสายสื่อสารและอุปกรณ์สลับช่องสื่อสารเป็นจำนวนมาก สายสื่อสารแต่ละเส้นจะเชื่อมต่ออุปกรณ์สลับช่องสื่อสารสองตัวเข้าด้วยกัน การส่งแพ็กเก็ตข้อมูลไปยังอุปกรณ์สลับช่องสื่อสารตัวกลาง ซึ่งอาจมีเพียงตัวเดียวหรือต้องมีการฝากต่อกันไปหลายตัวก็ได้ การฝากแพ็กเก็ตข้อมูลแต่ละครั้ง ตัวกลางๆ จะทำหน้าที่เสมือนว่าเป็นผู้รับตัวจริงคือจะรับแพ็กเก็ตข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ก่อน และจะส่งแพ็กเก็ตข้อมูลนั้นไปยังตัวกลางๆ ตัวต่อไปเมื่อสายสื่อสารที่เชื่อมต่อกว่าง เครือข่ายย่อยที่ใช้การรับ-ส่งข้อมูลในลักษณะนี้เรียกว่า แบบจัดเก็บและส่งต่อ หรือ แบบสวิทช์แพ็กเก็ต การจัดเครือข่ายแบบวงกว้างนิยมใช้หลักการนี้ในการรับ-ส่งข้อมูล ยกเว้นเครือข่ายที่ใช้สัญญาณดาวเทียม หากว่าแพ็กเก็ตข้อมูลมีขนาดเล็กและมีขนาดเท่ากันทั้งหมด นิยมใช้คำว่า เซลแทน

หลักการพื้นฐานของระบบสวิทช์แพ็กเก็ตในเครือข่าย WAN นั้นเกิดขึ้นดังนี้ เมื่อโฮสต์ตัวหนึ่งมีข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังโปรเซสที่อยู่ในโฮสต์เครื่องอื่น โฮสต์ตัวส่งข้อมูลจะแบ่งข้อมูลออกเป็นแพ็กเก็ตเล็กๆ ที่มีหมายเลขกำกับ แพ็กเก็ตจะถูกส่งเข้าสู่ระบบเครือข่ายที่ละแพ็กเก็ตตามลำดับ เมื่อแพ็กเก็ตตามลำดับ เมื่อแพ็กเก็ตทั้งหมดเดินทางไปถึงเป้าหมายก็จะถูกนำมาเรียงลำดับที่ถูกต้องและแปลงกลับเป็นข้อมูลเหมือนอย่างเดิมเพื่อส่งต่อไปให้กับโปรเซสผู้รับข้อมูลในที่สุด ภาพที่ 2.7 แสดงแนวของแพ็กเก็ตที่ถูกส่งจากโฮสต์ผู้ส่งไปยังโฮสต์ผู้รับผ่านระบบเครือข่าย



ภาพที่ 2.7 แสดงแถวของแพ็กเก็ตที่ถูกส่งจากโฮสต์ผู้ส่งไปยังโฮสต์ผู้รับ

ในภาพนี้แพ็กเก็ตทั้งหมดจะถูกส่งไปตามเส้นทาง ACE (สามารถทางอื่นที่เป็นไปได้คือ ABDE และ ACDE) ในระบบเครือข่ายบางระบบจะบังคับให้แพ็กเก็ตทั้งหมดระหว่างผู้ส่งและผู้รับ คู่หนึ่งเดินทางไปในเส้นทางเดียวกับตลอดเวลาในขณะที่บางระบบก็อนุญาตให้แพ็กเก็ตสามารถเดินทางไปคนละเส้นทางกันก็ได้ในที่นี้เส้นทาง ACE ดูเหมือนว่าเป็นเส้นทางที่ดีที่สุดดังนั้นไม่ว่าจะเป็นระบบเครือข่ายแบบใดก็จะใช้เส้นทางนี้เหมือนกัน

การตัดสินใจเลือกเส้นทางเดินข้อมูลเป็นงานที่เกิดขึ้นในทุกๆ จุด กล่าวคือ เพื่อแพ็กเก็ตเดินทางมาถึงเราเตอร์ A ก็เป็นที่ของเราเตอร์ A ที่จะตัดสินใจว่าจะส่งแพ็กเก็ตนั้นไปยังเราเตอร์ B หรือ C วิธีการที่เราเตอร์ A ตัดสินใจเลือกเราเตอร์ที่จะส่งไปในลำดับต่อไป เรียกว่า วิธีการเลือกเส้นทางเดินข้อมูล (routing algorithm)

สายสื่อสารสำหรับเครือข่ายวงกว้างอาจหมายถึง สัญญาณวิทยุ หรือ สัญญาณผ่านดาวเทียมก็ได้ในกรณีนี้ อุปกรณ์สลับช่องสื่อสารจะได้รับการติดตั้งอุปกรณ์รับ-ส่ง สัญญาณแทนสายเคเบิล และเทคนิคการรับ-ส่งข้อมูลจะเปลี่ยนไปเป็นแบบแพร่กระจาย (Broadcasting)

#### 2.2.4 เครือข่ายไร้สาย (Wireless Networks)

การสื่อสารดิจิทัลแบบไร้สายไม่ใช่แนวความคิดใหม่แต่อย่างใด ย้อนหลังไปตั้งแต่ปี พ.ศ. 2444 นักฟิสิกส์ชาวอิตาลีชื่อ Guglielmo Marconi ได้แสดงวิธีการส่งโทรเลขแบบไร้สายจากเรือเข้าสู่ฝั่งโดยการใช้อากาศ โมส ซึ่งประกอบด้วยจุด และ ขีด ที่สามารถเปรียบเทียบได้กับ

สัญญาณไบนารีของระบบดิจิทัลในปัจจุบัน การสื่อสารไร้สายในปัจจุบันมีประสิทธิภาพที่สูงกว่ามากแต่ใช้หลักการพื้นฐานที่เหมือนกัน

ระบบเครือข่ายไร้สายสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 แบบคือ

1. การเชื่อมต่อระหว่างระบบ
2. ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบไร้สาย
3. ระบบเครือข่ายแบบวงกว้างไร้สาย

การเชื่อมต่อระหว่างระบบ หมายถึงการเชื่อมต่อส่วนประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ โดยการใช้สัญญาณวิทยุระยะทางสั้น ระบบคอมพิวเตอร์เกือบทุกระบบประกอบด้วยจอภาพ เป็นพิมพ์ เม้าส์ และเครื่องป้อนเตอร์ ที่เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์หลักด้วยสายเคเบิล ผู้ที่เริ่มต้นใช้คอมพิวเตอร์มือใหม่มักจะประสบปัญหาในการเชื่อมต่อเคเบิลและอุปกรณ์ต่างๆ เข้าด้วยกัน ในปัจจุบันบริษัทเอกชนจำนวนหนึ่งได้รวมตัวกันพัฒนาออกแบบระบบเครือข่ายไร้สาย โดยการใช้สัญญาณวิทยุระยะทางสั้นๆ เรียกว่า บลูทูธ เพื่อนำมาใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ทั้งหมดเข้าด้วยกันโดยไม่ต้องใช้สายเคเบิล บลูทูธยังสามารถนำมาใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ดิจิทัลอื่นๆ เช่น กล้องดิจิทัล ชุดหูฟัง และเครื่องกราฟภาพ เป็นต้น เข้ากันเครื่องคอมพิวเตอร์โดยการเพียงแค่นำอุปกรณ์นั้นมาวางไว้ใกล้ๆ เท่านั้น

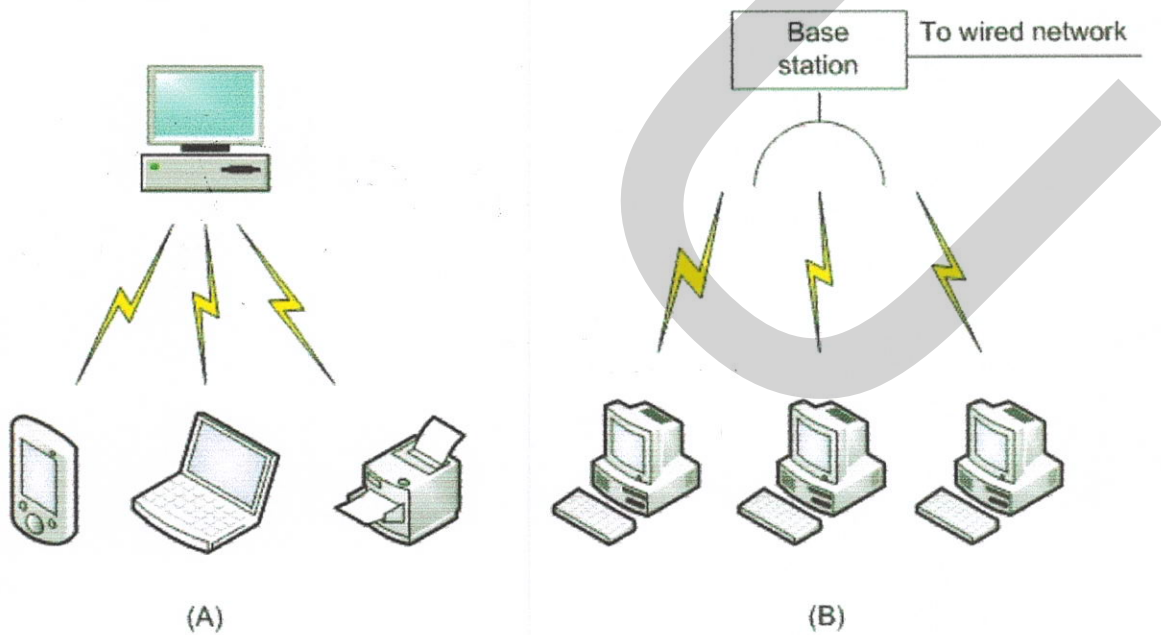
ภาพที่ 2.8 (a) แสดงวิธีการเชื่อมต่อแบบพื้นฐานที่ใช้หลักการของเครื่องหลักและเครื่องลูก โดยที่ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์มักจะทำหน้าที่เครื่องหลัก และมีอุปกรณ์อื่นๆ เป็นเครื่องลูกเครื่องหลักจะบอกให้เครื่องลูกทราบว่าต้องใช้เวลาอยู่ที่ใด จะสามารถส่งข้อมูลออกมาได้เมื่อใด สามารถส่งสัญญาณได้นานเท่าใด และใช้ความถี่เท่าใด เป็นต้น

ระบบเครือข่ายไร้สายแบบที่สองคือ ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบไร้สาย หมายถึงระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องในระบบนั้นใช้อุปกรณ์โมเด็มไร้สายและสายอากาศเพื่อใช้ในการสื่อสารกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น โดยทั่วไปจะมีสายอากาศที่แขวนอยู่บนเพดานเพื่อให้คอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องติดต่อสื่อสารด้วย ดังแสดงในภาพที่ 2.8 (b) อย่างไรก็ตาม ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่ใกล้กันมากก็อาจสื่อสารแบบเพียร์ทูเพียร์ แทนก็ได้ ระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบไร้สายกำลังได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานมากในปัจจุบันทั้งในสำนักงานขนาดเล็ก ตามบ้าน รวมทั้งสำนักงานเก่าที่ซึ่งการเดินสายเคเบิลนั้นมีความยุ่งยากหรือไม่อาจกระทำได้ตามมาตรฐานสำหรับระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบไร้สายเรียกว่า IEEE 802.11



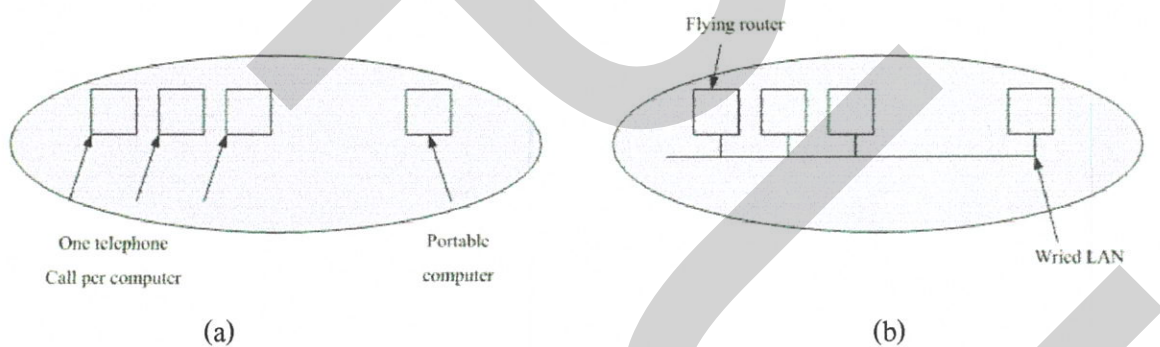
ระบบเครือข่ายไร้สายแบบที่สามคือ ระบบเครือข่ายวงกว้างแบบไร้สาย ระบบเครือข่ายสัญญาณวิทยุที่ใช้กับโทรศัพท์เซลลูลาร์นั้นเป็นตัวอย่างที่ดีของระบบเครือข่ายไร้สายแบบช่วงสื่อสารแคบ ระบบนี้ได้รับการพัฒนาขึ้นมาถึงยุคที่สามแล้วคือยุคแรกเป็นสัญญาณอนาล็อก ที่ใช้สำหรับการสนทนาเท่านั้น ยุคที่สองเป็นระบบดิจิทัลแต่ก็ยังคงใช้กับเสียงสนทนา ยุคที่สามเป็นระบบดิจิทัลที่สามารถใช้ได้กับทั้งสัญญาณสนทนาและสัญญาณข้อมูลระบบเครือข่ายไร้สายแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบ ไร้สายเพียงแต่ระยะทางที่สื่อสารระหว่างผู้ส่งกับผู้รับนั้นอยู่ห่างไกลกันมากและมักจะมีอัตราการถ่ายเทข้อมูลต่ำกว่ามากระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณแบบ ไร้สายอาจมีความเร็วสูงถึง 50 ล้านบิตต่อวินาทีภายในระยะทางไม่กี่สิบเมตร ในขณะที่ระบบเครือข่ายวงกว้างแบบ ไร้สายอย่างเซลลูลาร์ใช้ความเร็วไม่เกิน 1 ล้านบิตต่อวินาทีแต่มีระยะทางไกลหลายกิโลเมตร

นอกเหนือจากระบบเครือข่ายความเร็วต่ำที่กล่าวถึงนี้ ระบบเครือข่ายวงกว้างแบบ ไร้สายความเร็วสูงกำลังได้รับการพัฒนาขึ้นมาใช้งาน ระบบแรกๆ ที่ได้รับความสนใจคือระบบเครือข่าย ไร้สายความเร็วสูงที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ตจากบ้านพักหรือที่ทำงาน โดยที่ไม่ต้องอาศัยระบบเครือข่ายโทรศัพท์ ระบบเช่นนี้เรียกว่า 'local multipoint distribution service' ที่มีมาตรฐานกำกับคือ IEEE 802.16



ภาพที่ 2.8 (a) บลูทูธ (b) ระบบเครือข่ายไร้สาย

ระบบเครือข่ายไร้สายแบบใดก็ตามมักจะมีจุดเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายที่ใช้สัญญาณเพื่อการเชื่อมต่อเข้ากับเพิ่มข้อมูล ระบบฐานข้อมูล และระบบอินเทอร์เน็ต วิธีการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันนี้สามารถทำได้มากมายหลายแบบขึ้นอยู่กับสถานการณ์ต่างๆ กัน ภาพที่ 2.9 (a) แสดงตัวอย่างระบบเครือข่ายไร้สายบนเครื่องบินโดยสารที่ประกอบด้วยผู้ใช้สัญญาณ จำนวนหนึ่งที่แต่ละคนต่างก็ใช้ระบบเครือข่ายไร้สายของตนเองเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่ายของตนเอง ระบบแต่ละระบบจะเป็นอิสระแก่กันแลกัน ภาพที่ 2.9 (b) แสดงระบบเครือข่ายแบบที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า ในที่นี้ ผู้ใช้แต่ละคนจะเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนเองเข้ากับระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณที่อยู่บนเครื่องบินเราเตอร์บนเครื่องบินจะทำหน้าที่ติดต่อผ่านสัญญาณวิทยุเข้ากับสถานีติดต่อกภาคพื้นดินซึ่งเป็นระบบที่เหมือนกับระบบเครือข่ายเฉพาะบริเวณทั่วไปยกเว้นการเชื่อมต่อด้วยสัญญาณวิทยุเข้ากับสถานีพื้นดินเท่านั้น



ภาพที่ 2.9 (a) ผู้ใช้สัญญาณแต่ละคนใช้เครือข่ายไร้สายของตนเอง (b) ระบบเครือข่ายไร้สายบนเครื่องบิน

### 2.2.5 ระบบเครือข่ายบ้าน

ระบบเครือข่ายบ้าน เป็นสิ่งที่กำลังเกิดขึ้น และแนวคิดพื้นฐานคือ ในอนาคตบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่จะมีการสร้างระบบเครือข่ายขึ้นใช้งานอุปกรณ์ทุกชิ้นในบ้านจะมีขีดความสามารถในการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ และอุปกรณ์ทุกชิ้นจะสามารถเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ตได้ นี่เป็น

จินตนาการที่อาจไม่มีผู้ใดนึกถึง แต่ถ้าได้เกิดขึ้นแล้วทุกคนก็จะรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในชีวิตประจำวัน

อุปกรณ์หลายชนิดมีขีดความสามารถในการเชื่อมต่อเข้ากับระบบเครือข่าย ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนได้แก่

1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. อุปกรณ์ให้ความบันเทิง
3. อุปกรณ์สื่อสารระยะไกล
4. เครื่องใช้ไฟฟ้า
5. เครื่องวัด

ปัจจุบันระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในบ้านพักอาศัยได้ถูกนำมาใช้งานในระดับที่จำกัดอยู่แล้ว ได้แก่อุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องเข้าด้วยกัน ระบบเครือข่ายสำหรับอุปกรณ์ให้ความบันเทิงอาจจะยังไม่ถูกนำมาใช้งาน แต่ความสามารถในการดาวน์โหลดไฟล์วีดีโอและไฟล์เพลงผ่านระบบอินเทอร์เน็ตจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการขยายขีดความสามารถไปถึงทีวีด้วยในไม่ช้านอกจากนี้ผู้คนยังต้องการแลกเปลี่ยนไฟล์วีดีโอระหว่างกันทำให้เกิดความต้องการในการเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย อุปกรณ์สื่อสารระยะไกลเป็นส่วนหนึ่งที่มีการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ตที่บ้านทั่วไปอาจมีนาฬิกาอยู่เป็นโหลซึ่งนาฬิกาแต่ละเครื่องมีความจำเป็นจะต้องตั้งเวลาบ้างเป็นครั้งคราว ถ้านาฬิกาทุกเรือนเชื่อมต่อเข้ากับระบบอินเทอร์เน็ตก็จะสามารถทำได้โดยง่ายพ่อแม่สามารถที่จะดูแลลูกตัวเองที่กำลังนอนหลับอยู่ได้โดยใช้การเฝ้าตรวจผ่านอุปกรณ์พีดีเอจากที่ไหนในบ้านหรือนอกบ้านก็ได้ ระบบทั้งหมดนี้อาจแยกเป็นระบบย่อยหรืออาจจะดีกว่าถ้าสามารถรวมระบบทุกระบบให้อยู่ในระบบเดียวกันได้

อย่างไรก็ตาม ระบบเครือข่ายบ้านมีลักษณะที่แตกต่างไปจากระบบเครือข่ายทั่วไป คือประการแรก ระบบเครือข่ายและอุปกรณ์จะต้องสามารถใช้งานได้โดยง่าย การติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปอาจประสบปัญหาต่างๆ ซึ่งมักจะได้รับคำแนะนำจากผู้รู้ให้ดำเนินการต่างๆ เช่น อ่านหนังสือคู่มือ ระบุท่เครื่องคอมพิวเตอร์ ถอดอุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่ออกให้หมดแล้วเริ่มต้นใหม่จากอุปกรณ์ชุดเดิม ดาวน์โหลดซอฟต์แวร์รุ่นใหม่ล่าสุดผ่านทางเว็บไซต์ของบริษัทนั้นให้ฟอร์แมทฮาร์ดดิสก์ใหม่แล้วค่อยเริ่มต้นติดตั้งวินโดวส์จากซีดีรอมใหม่ทั้งหมด ถ้าสมมุติว่า

เหตุการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นกับลูกค้าที่เพิ่งซื้อตู้เย็นใหม่ แล้วต้องดาวน์โหลดซอฟต์แวร์หรือติดตั้งระบบปฏิบัติการให้กับตู้เย็นใหม่หรืออะไรต่างๆ ที่กล่าวถึงเหล่านี้ ย่อมทำให้ลูกค้าไม่พอใจเป็นอย่างมาก ผู้ใช้คอมพิวเตอร์อาจมีความชินชากับปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นอยู่เสมออยู่กับอุปกรณ์ใหม่ที่เพิ่งซื้อมาแต่ไม่สามารถติดตั้งใช้งานได้ แต่คนทั่วไปที่ซื้อเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนนั้นมีความเคยชินกับความคาดหวังว่าอุปกรณ์ใหม่จะต้องสามารถใช้งานได้ 100 เปอร์เซ็นต์

ประการที่สอง ระบบเครือข่ายและอุปกรณ์จะต้องสามารถนำมาใช้งานได้โดยง่ายคายเครื่องปรับอากาศเคยเป็นอุปกรณ์ที่มีปุ่มควบคุมเพียงสองปุ่ม ปุ่มหนึ่งใช้บอกระดับความแรงของพัดลม อีกปุ่มหนึ่งใช้ตั้งอุณหภูมิที่ต้องการ แต่เครื่องปรับอากาศในปัจจุบันมีหนังสืออธิบายคู่มือการใช้งานหน้า 30 หน้า เข้าไปแล้ว สิ่งนี้จะกลายเป็นสิ่งที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่จะสามารถเข้าใจได้

ประการที่สาม ราคาสินค้าจะต้องถูกมากพอซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถชี้วัดความสำเร็จหรือล้มเหลวได้เป็นอย่างดี เช่น คนทั่วไปจะไม่ยอมจ่ายเงิน 2000 บาท เพื่อการฝ้าตรวจอุณหภูมิในบ้านของตนเองจากที่ทำงาน แต่ถ้าต้องจ่ายเพียง 5-10 บาท ก็อาจเป็นบริการที่สามารถขายได้

ประการที่สี่ การนำมาประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่หน้าที่จะเกี่ยวข้องกับระบบมัลติมีเดียทำให้ระบบเครือข่ายนั้นจะต้องมีความกว้างของช่องสัญญาณอย่างเพียงพอ หมายถึงว่า คง ไม่มีใครยอมจ่ายเงินแม้เพียงเล็กน้อยเพื่อดูทีวีผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตที่ให้ภาพความละเอียดต่ำแถมยังกระตุกอีกด้วยระบบอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในที่ทำงานทั่วไปก็ยังเร็วไม่พอสำหรับงานมัลติมีเดีย ทั้งหมดนี้ทำให้ระบบเครือข่ายจะต้องได้รับการพัฒนาให้มีความเร็วเพิ่มมากขึ้นและมีราคาที่ถูกลงกว่าในปัจจุบันก่อนที่จะประสบความสำเร็จในการนำมาใช้งานที่บ้าน

ประการที่ห้า ระบบเครือข่ายบ้านอาจเริ่มต้นจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพียงสองถึงสามชิ้นเข้าด้วยกันและค่อยๆ ขยายขนาดของเครือข่ายให้ใหญ่ขึ้นในภายหลัง จะทำให้ลดปัญหาในเรื่องมาตรฐาน IEEE 1394 ต่อมาอีกสองสามปีก็เปลี่ยนมาตรฐานเป็น USB 2.0 เหตุการณ์เช่นนี้จะสร้างปัญหาให้แก่ผู้ใช้เป็นอย่างมาก นั่นคือจะต้องรอให้มาตรฐานการเชื่อมต่อนั้นเป็นมาตรฐานจริงๆ ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเสียก่อน

ประการที่หก ความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือนั้นจะกลายเป็นสิ่งที่สำคัญมาก การสูญเสียไฟล์บางไฟล์เนื่องจากไวรัสคอมพิวเตอร์นั้นเป็นเรื่องหนึ่ง แต่การที่โจรสามารถปลดล็อก

ระบบรักษาความปลอดภัยในบ้านด้วยพีดีเอแล้วเข้าไปจ โมยของไค้อย่างสะดวกสายนั้นเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่แตกต่างกันอย่างมาก

คำถามที่น่าสนใจคือ ระบบเครือข่ายบ้านนั้นจะเป็นแบบที่ใช้สายหรือไม่ใช้สาย บ้านทั่วไปมักจะมีระบบเครือข่ายอยู่แล้วถึง 6 ระบบด้วยกันคือ ระบบไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ ระบบสายโทรทัศน์ ระบบน้ำประปา ระบบท่อแก๊ส และระบบท่อน้ำทิ้ง การที่จะเพิ่มระบบเครือข่ายแบบไร้สายนั้นไม่ใช่เรื่องยากเย็นแต่อย่างใด แต่การปรับปรุงบ้านที่สร้างเสร็จแล้วนั้นเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายมาก ทำให้การใช้ระบบเครือข่ายแบบไร้สายนั้นอาจเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า แต่ถ้าพิจารณาถึงด้านความปลอดภัยแล้ว ระบบเครือข่ายแบบใช้สายนั้นอาจเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า ปัญหาของระบบเครือข่ายแบบไร้สายนั้นคือสัญญาณคลื่นวิทยุที่ใช้จะหลุดรอดออกไปนอกบ้านด้วย คงจะไม่มีผู้ใดชอบที่จะให้เพื่อนบ้านสามารถแอบใช้การเชื่อมต่อสู่ระบบอินเทอร์เน็ตได้ในระหว่างที่ตนเองกำลังนั่ง ปรินงานในบ้านตนเอง

โดยภาพรวมแล้ว ระบบเครือข่ายบ้านนำเสนอ โอกาสแล้วความท้าทายใหม่ๆ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความต้องการในการบริหารจัดการ ความเชื่อถือได้ และความปลอดภัยที่สามารถทำได้โดยง่ายโดยเฉพาะการควบคุมจากผู้ที่ไม่ใช่เจ้าหน้าที่ทางเทคนิคหรือมีความรู้ทางเทคโนโลยีมากนักในขณะเดียวกันก็สามารถนำเสนอวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงในราคาต่ำแก่คนทั่วไปได้

#### 2.2.6 เครือข่ายสากล

ในโลกปัจจุบันมีระบบเครือข่ายอยู่มากมายที่พัฒนาขึ้นมาใช้สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ ภายใต้ระบบปฏิบัติการต่างๆกันซึ่งสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ตามธรรมชาติของมนุษย์อยู่ร่วมกันเป็นสังคมย่อมจะต้องมีการติดต่อระหว่างกันอยู่เสมอ ผู้ใช้ระบบเครือข่ายก็ไม่อยู่ในข้อยกเว้นจึงมีความต้องการที่จะติดต่อกับผู้ใช้อื่นๆ ที่อาจอยู่ในระบบเครือข่ายเดียวกัน หรืออยู่ในระบบเครือข่ายอื่น ปัญหาการสื่อสารระหว่างเครือข่ายภายใต้ระบบต่างชนิดกันจึงเกิดขึ้น ในบางระบบใดแก้ไขปัญหานี้โดยการกำหนดให้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารกับระบบเครือข่ายอื่น โดยเฉพาะซึ่งเรียกว่า เครื่องชุมทางสื่อสาร และเรียกระบบเครือข่ายที่มีการสื่อสารระหว่างกันนี้ว่า เครือข่ายสากล

โครงสร้างของระบบเครือข่ายสากลประกอบด้วยเครือข่ายวงกว้างจำนวนมากที่เชื่อมต่อถึงกันทั้งหมดซึ่งแต่ละเครือข่ายวงกว้างนั้นประกอบด้วยเครือข่ายเฉพาะกลุ่มจำนวนหนึ่งซึ่งเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน ถ้าเปลี่ยนคำว่า ชับเน็ต ไปเป็นคำว่า เครือข่ายวงกว้าง แล้วจะทำให้เห็นส่วนประกอบของเครือข่ายวงกว้างได้ทันที อย่างไรก็ตาม ถ้าภายในขอบเขตของระบบที่กำลังพิจารณาประกอบด้วยเครื่องโฮสคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เลือกทางเดินข้อมูล และสายเคเบิลที่เชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันแล้ว ระบบนี้เรียกว่า ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ หรือเรียกสั้นๆ เพียงว่า ระบบเครือข่าย ในกรณีที่ ไม่รวมเครื่องโฮสคอมพิวเตอร์ จะเรียกว่า เครือข่ายย่อย

เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนของความหมายของคำต่างๆ ที่กล่าวนี้ ให้พิจารณาระบบโทรศัพท์ที่ใช้ในประเทศไทยซึ่งประกอบด้วย เครื่องโทรศัพท์ตามบ้านและสถานที่ทำงานต่างๆ ชุมสายโทรศัพท์ที่เชื่อมต่อชุมสายโทรศัพท์เข้าด้วยกัน และสายโทรศัพท์ที่เชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เข้ากับชุมสายโทรศัพท์ เครือข่ายย่อยจะหมายถึงความถึง ชุมสายโทรศัพท์ และสายโทรศัพท์ฯ แต่ถ้าใช้คำว่า ระบบเครือข่าย จะมีความหมายรวมไปถึงเครื่องโทรศัพท์ของประเทศอื่น เปรียบเทียบได้กับคำว่าระบบเครือข่ายสากล

## 2.3 โปรแกรมสำหรับเครือข่าย

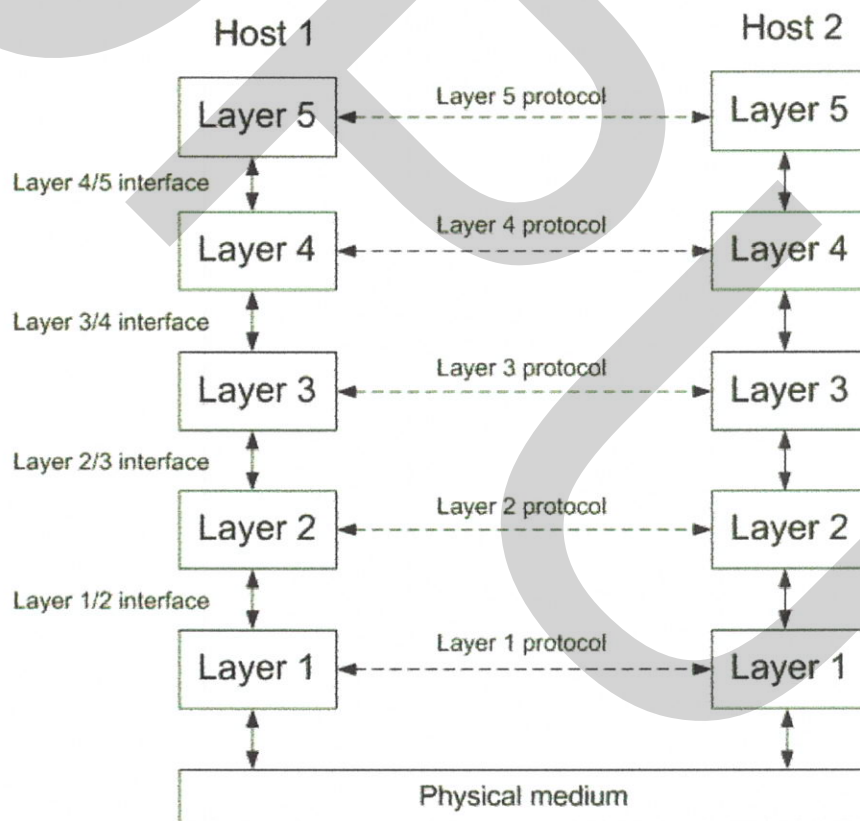
การพัฒนาาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระยะเริ่มแรกนั้นจะเน้นการพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นใช้ในการสื่อสารข้อมูลให้ได้ก่อน แล้วจึงคิดสร้างโปรแกรมเพื่อมาใช้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้น ในปัจจุบันแนวความคิดดังกล่าวได้เปลี่ยนมาเน้นหนักในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อควบคุมการสื่อสารระหว่างเครือข่ายต่างๆ ซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นเป็นลำดับอันเป็นเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้

### 2.3.1 ลำดับของกฎการสื่อสารข้อมูล

เพื่อเป็นการลดความซับซ้อนของการออกแบบโปรแกรมทั้งระบบในคราวเดียวกัน ระบบโปรแกรมเครือข่ายส่วนมากจะแบ่งแยกการทำงานออกเป็นระดับ หรือหลายชั้น แต่ละชั้นจะสร้างฟังก์ชันการทำงานขึ้น โดยอาศัยการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ที่สร้างไว้ในชั้นระดับต่างๆ ลงมาจำนวนชั้น ชื่อที่เรียก และฟังก์ชันการทำงาน ของเครือข่ายต่างๆ จะแตกต่างกันออกไป อย่างไรก็ตามทุกระบบจะมีแนวความคิดอย่างเดียวกันคือการเรียกใช้งานบริการากชั้นล่างและการให้บริการในชั้นบนโดยซ่อนรายละเอียดและความซับซ้อนของฟังก์ชันในแต่ละชั้นไว้ภายใน

การสื่อสารที่เกิดขึ้นระหว่างผู้ส่งกับผู้รับนั้นจะเป็นการติดต่อของโปรแกรมแบบชั้นต่อชั้นหมายความว่าโปรแกรมในชั้นที่หนึ่งของโปรแกรมฯ ชั้นสอง กฎระเบียบในการติดต่อนี้เรียกว่ากฎการสื่อสารข้อมูล ซึ่งในแต่ละชั้นจะใช้กฎแตกต่างกัน กฎการสื่อสารข้อมูลนี้ช่วยให้ผู้ส่งและผู้รับสามารถติดต่อกันได้ หากผู้ใดผู้หนึ่งไม่ปฏิบัติตามกฎฯ หรือไม่รู้จักกฎฯ เหล่านี้ การสื่อสารข้อมูลก็ไม่อาจกระทำได้

ภาพที่ 2.10 แสดงให้เห็น โปรแกรมสื่อสารแบบห้าชั้นในแต่ละชั้นที่แสดงในภาพด้วยรูปเหลี่ยมเล็กนั้นก็คือ โปรแกรมที่ทำหน้าที่สำหรับแต่ละชั้นที่กล่าวถึง โดยแต่ละชั้นจะมีกฎการสื่อสารข้อมูลเป็นของตนเอง ดังนั้นการสื่อสารที่เกิดขึ้นจึงหมายถึงการติดต่อระหว่างโปรแกรมเหล่านั้นนั่นเอง



ภาพที่ 2.10 แสดงชั้นสื่อสาร โพรโตคอลและการเชื่อมต่อ

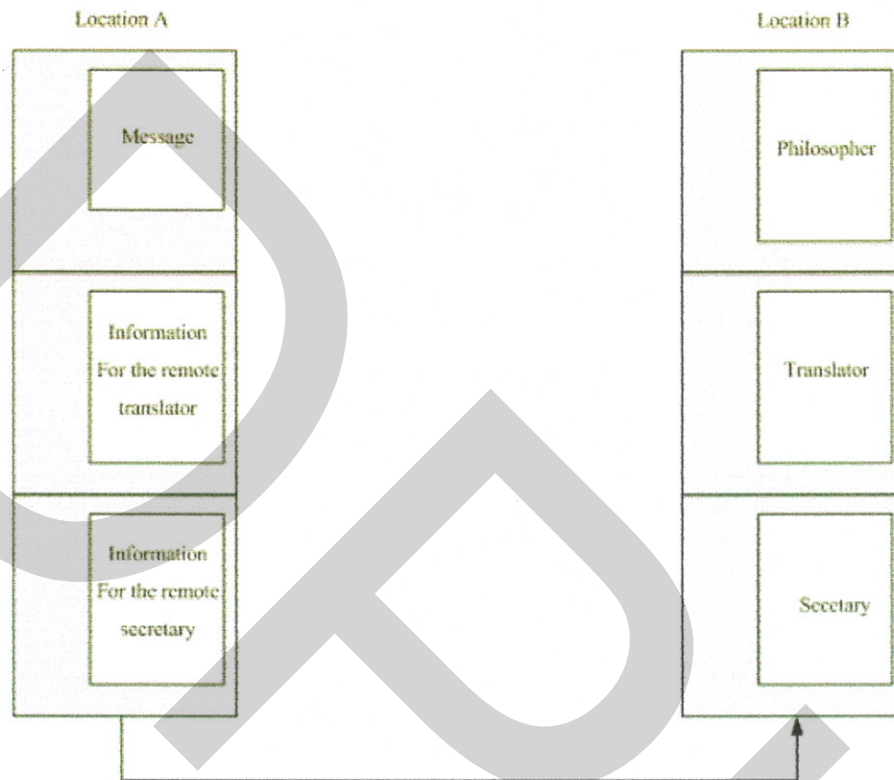
ในความเป็นจริงแล้วการสื่อสารจะเกิดขึ้นจริงโดยผ่านสายสื่อสารที่อยู่ใต้ชั้นล่างสุดเท่านั้น ข้อมูลที่สื่อสารในระหว่างชั้นต่างๆ จะถูกส่งต่อกันเป็นลำดับดังนี้ ชั้นบนสุดของผู้ส่งจะส่งข้อมูลลงมายังชั้นที่สี่ ซึ่งโปรแกรมชั้นที่สี่ก็จะส่งไปชั้นที่สามและลงมาเรื่อยๆจนถึงชั้นล่างสุด ข้อมูลที่เป็นของชั้นสองจะถูกแยกออกแล้วส่งส่วนที่เหลือต่อขึ้นไปชั้นสาม ลักษณะเช่นนี้จะดำเนินต่อไปจนในที่สุดข้อมูลที่เป็นของชั้นห้าเท่านั้นที่จะถูกส่งขึ้นไปให้โปรแกรมชั้นที่ห้าเพื่อประมวลผลต่อไป

ในระหว่างชั้นที่อยู่ติดกัน โปรแกรมสื่อสารเครือข่ายจะมีส่วนที่ติดต่อกัน ซึ่งต้องมีการกำหนดมาตรฐานให้ชัดเจน มาตรฐานนี้คืออาการกำหนดรูปแบบการติดต่อในทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์อันได้แก่ กำหนดจำนวนฟังก์ชันการทำงานพื้นฐานที่จำเป็นทั้งหมดที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างชั้น กำหนดหน้าที่ของแต่ละฟังก์ชันให้ชัดเจน และ กำหนดจำนวนและประเภทตัวแปรต่างๆ ของแต่ละฟังก์ชัน ทั้งนี้ในแต่ละชั้นยังมีฟังก์ชันการทำงานอื่นอีกจำนวนหนึ่งซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับส่วนติดต่อกันและการทำงานของชั้นอื่น โปรแกรมเหล่านี้เรียกว่ามีความเป็นอิสระสามารถทำได้โดยไม่มีข้อจำกัด ตัวอย่างที่ชัดเจนได้แก่การเปลี่ยนอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลในชั้นล่างสุดเป็นอุปกรณ์ชนิดใหม่ จะบังคับให้แก้ไขโปรแกรมชั้นล่างสุดเพียงชั้นเดียวเท่านั้น โปรแกรมในชั้นอื่นจะไม่มีผลกระทบแต่อย่างใด หรือในกรณีที่ต้องการปรับปรุงการทำงานของโปรแกรมในชั้นหนึ่ง สิ่งที่ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องระลึกถึงคือการรักษามาตรฐานในส่วนของการติดต่อไว้เท่านั้น เมื่อปรับปรุงเสร็จแล้วก็สามารถนำโปรแกรมใหม่มาใช้แทนโปรแกรมเก่าได้ทันทีชุดของโปรแกรมรวมทั้งกฎการสื่อสารของข้อมูลในชั้นต่างๆ รวมเรียกว่า สถาปัตยกรรมเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การอธิบายรายละเอียดของสถาปัตยกรรมฯ ต้องมากพอที่จะทำให้นักพัฒนาโปรแกรมและผู้สร้างอุปกรณ์สื่อสารเข้าใจได้อย่างไรก็ตามรายละเอียดภายใน โปรแกรมแต่ละชั้นเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการกำหนดไว้แม้แต่น้อย คุณสมบัติที่กล่าวถึงนี้จึงเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญที่สุดของสถาปัตยกรรมแบบ โปรแกรมลำดับชั้น

ภาพที่ 2.11 แสดงการสื่อสารข้อมูลแบบลำดับชั้นโดยการเปรียบเทียบ ตัวอย่างนี้สมมุติว่ามีนักคิด ท่านหนึ่งต้องการส่งข้อความภาษาอังกฤษไปยังนักคิดอีกท่านหนึ่ง นักคิดผู้นี้จึงส่งข้อความให้กับล่ามของตนเอง ซึ่งล่ามตกลงที่จะใช้ ภาษาคัทซ์ที่ติดต่อกับเลขานุการ เลขานุการเมื่อรับข้อความมาแล้วก็ส่งข้อความนั้นผ่านทางโทรสารไปยังเลขานุการของผู้รับฯ ก็ส่งเอกสารนั้นไปให้ล่าม



ซึ่งจะแปลข้อความนั้นเป็นภาษาฝรั่งเศสซึ่งเป็นภาษาที่นักคิดคนที่สองเข้าใจกระบวนการนี้จึงประสบผลสำเร็จคือผู้รับได้รับข่าวสารและเข้าใจเนื้อหาของข่าวสารตรงกับความต้องการของผู้ส่ง



ภาพที่ 2.11 แสดงสถาปัตยกรรมที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างนักคิด ล่าม และเลขานุการ

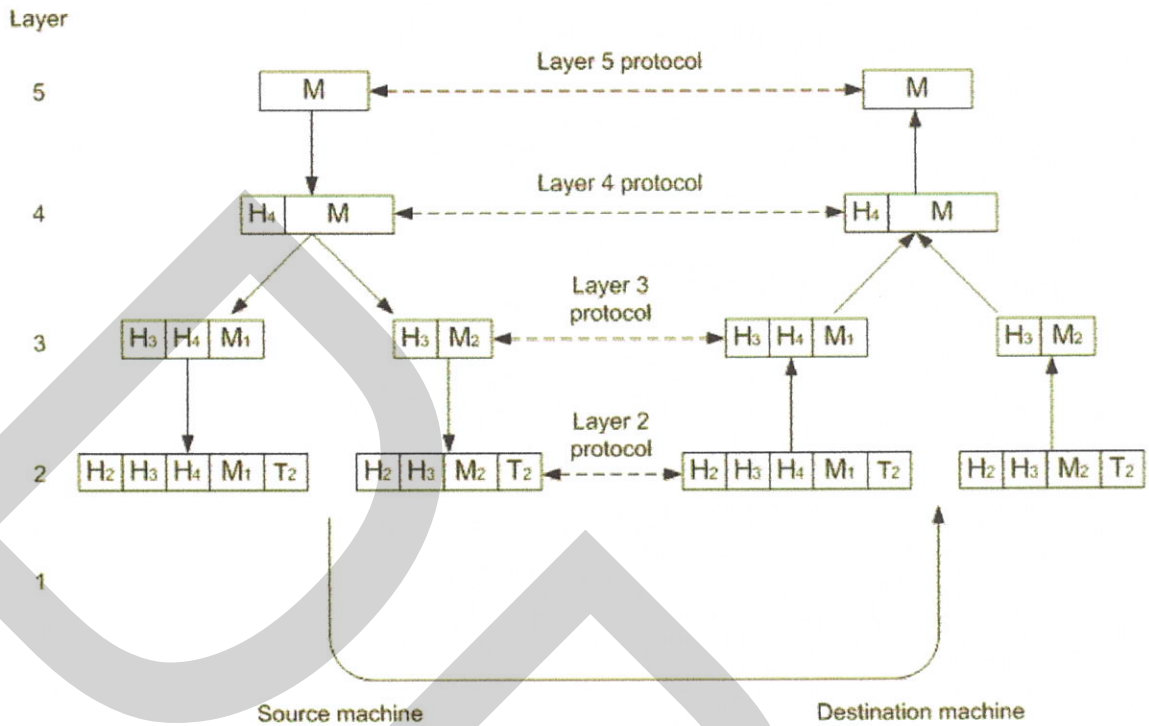
จะได้ว่าตัวละครแต่ละคนในตัวอย่างนี้เป็นอิสระซึ่งกันละกัน นักคิดแต่ละท่านสามารถเปลี่ยนล่ามเป็นคนใหม่ได้เสมอตราบเท่าที่ล่ามคนใหม่สามารถสื่อสารกับนักคิดและเลขานุการได้ ในขณะเดียวกันเลขานุการอาจเปลี่ยนวิธีการส่งข้อความเป็นจดหมาย อีเล็กทรอนิกส์ หรือ โทรศัพท์ ก็ได้ โดยจะไม่มีผลกระทบต่อข่าวสารที่ส่ง

ตัวอย่างต่อไปเป็นการเปรียบเทียบการสื่อสารข้อมูลที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น ดังแสดงใน ภาพที่ 2.12 โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานอยู่ในชั้นที่ห้าส่งข้อมูลไปให้โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานอยู่ในชั้นที่ห้ารับข้อมูลมาพร้อมกับใส่ข้อมูลเพิ่มเติม ข้อมูลนี้ใช้บอกรายละเอียดที่จำเป็นสำหรับ โปรแกรมชั้นที่สี่ของผู้รับจะต้องทราบ แล้วส่งต่อให้ชั้นสาม

โดยทั่วไปแล้วขนาดของข้อมูลที่จะส่งในชั้นสี่นั้น ไม่มีขีดจำกัด แต่ขนาดของข้อมูลในชั้นสามจะต้องมีขีดจำกัดเสมอ ดังนั้นโปรแกรมชั้นนี้จึงต้องแบ่งข้อมูลที่ส่งมาจากชั้นสี่ออกเป็น ส่วนเล็กๆ หลายส่วนในที่นี่สมมติว่าเป็น  $m1$  และ  $m2$  จากนั้นจึงใส่ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับชั้นของตนเอง แล้วส่งข้อมูลทั้งสองส่วนนี้ไปยังโปรแกรมในชั้นสอง

โปรแกรมในชั้นสองจึงใส่ข้อมูลเพิ่มเติมทั้งในส่วนหัว และส่วนท้าย ของข้อมูลที่รับมาแล้วส่งต่อให้โปรแกรมชั้นหนึ่งทำการส่งข้อมูล ไปยัง ผู้รับ ในส่วนของผู้รับก็จะทำงานกลับกัน คือเริ่มจากชั้นหนึ่งขึ้นไปถึงชั้นห้า ข้อมูลที่เพิ่มเติมในแต่ละชั้นจะค่อยๆ ถูกตัดทิ้งในแต่ละชั้นจนหมดข้อมูลส่วนหัว และส่วนท้าย ของข้อมูลที่รับมาในชั้นสองจะทำให้ทราบว่าข้อมูลที่อยู่ตรงกลางเท่านั้นที่จะส่งขึ้นไปให้โปรแกรมในชั้นสาม ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับชั้นสาม ในกรณีนี้จะบอกให้ทราบว่าจะต้องนำข้อมูล  $m1$  และ  $m2$  มาต่อกันให้ถูกลำดับก่อนนำส่งไปยังชั้นสี่ ท้ายที่สุดข้อมูลเพิ่มเติม จะช่วยโปรแกรมชั้นที่สี่ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนที่จะนำส่งให้ผู้รับในชั้นห้า

สิ่งที่สำคัญที่แสดงให้เห็นในภาพที่ 2.12 นี้คือความสัมพันธ์แบบเสมือน และความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริง ระหว่างโปรแกรมในระดับชั้นเดียวกันที่แยกกันอยู่คนละเครื่อง ความสัมพันธ์เสมือนนี้จะช่วยนักออกแบบโปรแกรมสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ อย่างเสรีโดยไม่ต้องคำนึงถึงวิธีการที่ข้อมูลจะถูกส่งในขณะเดียวกันความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจริง คือการติดต่อระหว่างโปรแกรมในชั้นที่อยู่ติดกัน จะช่วยให้ นักพัฒนาโปรแกรมมีความคล่องตัวอย่างมากในการหาวิธีส่งข้อมูลขนาดต่างๆกันผ่านระบบที่มีขีดจำกัดไม่เท่ากันได้



ภาพที่ 2.12 แสดงตัวอย่างการไหลของข้อมูลที่สนับสนุนการสื่อสารเสมือนในชั้นสื่อสารที่ 5

### 2.3.2 ข้อพิจารณาสำหรับชั้นควบคุมการสื่อสารต่างๆ

ข้อพิจารณาข้อแรกสำหรับการออกแบบ โปรแกรมควบคุมการสื่อสารชั้นต่างๆ คือ การกำหนดกลไกหรือวิธีการสำหรับระบุผู้ส่งและผู้รับ ในระบบเครือข่ายทั้งไปจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์อยู่มากมาย ซึ่งในแต่ละเครื่องก็อาจมีโปรเซส ได้หลายโปรเซส จึงมีความจำเป็นที่ผู้ส่งข้อมูลที่เป็นโปรเซสอยู่ในคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งจะต้องระบุว่ากำลังติดต่อกับผู้รับซึ่งเป็นโปรเซสอยู่ที่คอมพิวเตอร์เครื่องใดในระบบใด หลายๆโอกาสผู้ส่งอาจส่งข้อมูลชุดหนึ่งไปให้ผู้รับหลายคนในคราวเดียวกันก็ได้ ทำให้ต้องมีวิธีการระบุผู้รับได้หลายวิธี

วิธีการส่งข้อมูลผ่านสื่อชนิดต่างๆ ก็เป็นเรื่องที่น่าสนใจไม่น้อย การส่งข้อมูลสามารถทำได้ 3 แบบ คือการส่งข้อมูลทางเดียว หมายถึงการกำหนดให้ช่องสื่อสารช่องหนึ่งใช้ส่งข้อมูลไปยังผู้รับจะไม่สามารถส่งข้อมูลกลับมาได้แม้ในขณะที่ผู้ส่งไม่ได้ส่งข้อมูลใดๆ แบบที่สองคือการส่งข้อมูลสองทางบนช่องสื่อสารช่องเดียว วิธีนี้ยอมให้ผู้รับกลับมาทำหน้าที่เป็นผู้ส่งข้อมูลได้ และ แบบที่สามคือการส่งข้อมูลสองทางแบบอิสระ ซึ่งยอมให้ผู้รับสามารถส่งข้อมูลโต้ตอบกับผู้ส่ง

ได้ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้กฎควบคุมการสื่อสารจะต้องครอบคลุมการกำหนดจำนวนช่องสื่อสารและลำดับความสำคัญของแต่ละช่องในระหว่างการติดต่อแต่ละครั้งด้วย

การส่งข้อมูลผ่านสื่อต่าง ๆ นั้นมีโอกาสที่จะเกิดข้อผิดพลาด ได้ตลอดเวลาและเกิดขึ้นอยู่เสมอทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากความผิดพลาดในตัวอุปกรณ์เอง หรือเป็นผลมาจากการรบกวนของสภาพสิ่งแวดล้อมก็ได้ ดังนั้นการตรวจเช็คความถูกต้องของข้อมูล และการแก้ไขเมื่อตรวจพบข้อผิดพลาด จึงเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ไม่อาจมองข้ามได้ ทั้งนี้รวมถึงวิธีการที่ผู้รับข้อมูลแจ้งให้ผู้ส่งข้อมูลทราบถึงความผิดพลาดที่ตรวจพบและวิธีการแก้ไขที่ต้องการนำมาใช้

จากตัวอย่างที่กล่าวถึงในหัวข้อที่ผ่านมา การแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยซึ่งมีขนาดเล็กกว่าข้อมูลจริงเพื่อประโยชน์ในการส่งข้อมูลขนาดใหญ่ผ่านช่องสื่อสารขนาดเล็กนั้นได้ก่อให้เกิดปัญหาใหม่ขึ้นอย่างหนึ่งคือ การที่ข้อมูลส่วนย่อยนั้นอาจเดินทางมาถึงจุดหมายปลายทางไม่พร้อมกัน กฎควบคุมการสื่อสารข้อมูลในส่วนของผู้รับจะต้องมีวิธีการตรวจสอบและนำข้อมูลเหล่านี้ประกอบกลับให้มีสภาพเหมือนเดิมได้อย่างถูกต้อง

คุณภาพของอุปกรณ์สื่อสารก็สร้างปัญหาได้เช่นกัน สำหรับเครื่องที่มีคุณภาพสูงย่อมสามารถรับหรือส่งข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่เครื่องคุณภาพต่ำจะรับหรือส่งข้อมูลได้ช้ากว่า ความเร็วที่ไม่สัมพันธ์กันนี้จำเป็นจะต้องได้รับการดูแลมิฉะนั้นผู้ส่งอาจส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันหรือผู้ส่งอาจส่งข้อมูลช้าเกินไปจนทำให้ผู้รับคิดว่าเกิดปัญหาผิดปกติอื่นๆ การควบคุมเช่นนี้เรียกว่าการควบคุมการไหลของข้อมูล

สื่อที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลในปัจจุบันมีความก้าวหน้าไปมากจนถึงในระดับที่ไม่มีผู้ส่งข้อมูลใดๆ จะสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ ในบางกรณีสื่อที่ใช้ก็มีค่าใช้จ่ายสูงมากจนทำให้ต้องหาทางใช้งานให้คุ้มค่า วิธีการหนึ่งที่น่ามาใช้แก้ปัญหานี้คือ การผสมผสานสัญญาณนั้นคือการผสมสัญญาณที่เป็นข้อมูลของผู้ส่งตั้งแต่สองคนขึ้นไปเข้าด้วยกันแล้วจึงส่งสัญญาณนั้นไปในเวลาเดียวกัน ทางฝ่ายผู้รับก็จะต้องมีวิธีการแยกสัญญาณที่ผสมกันนี้ออกเป็นสัญญาณเดิมแล้วจัดส่งให้แก่ผู้รับแต่ละคนได้

ข้อพิจารณาข้อสุดท้ายคือ จะต้องมีการในการ กำหนดเส้นทางเดินของข้อมูล ในกรณีที่มีการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับจะต้องฝากข้อมูลผ่านตัวกลางจำนวนมาก เส้นทางที่เลือกบางครั้งอาจเป็นเส้นทางที่ใกล้ที่สุด บางครั้งอาจต้องการเส้นทางที่เร็วที่สุด หลายๆ ครั้งก็ต้องการใช้เส้นทาง

ที่เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ซึ่งทั้งหมดนี้ เป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนมากที่นำไปปวดหัวมากกว่านี้คือเส้นทางเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ยิ่งไปกว่านั้นการพิจารณาเลือกเส้นทางเดินของข้อมูลยังไม่ได้จำกัดอยู่ใน โปรแกรมเพียงชั้นใดชั้นหนึ่ง

### 2.3.3 บริการเชื่อมโยงแบบตลอดเวลา และแบบไม่มีการเชื่อมต่อ

การสนทนาผ่านระบบโทรศัพท์ทั่วไป จะเริ่ม โดยการที่คนใดคนหนึ่งหมุนโทรศัพท์ไปหาอีกคนหนึ่งอุปกรณ์ที่หุ้มสายโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ถูกเรียกจะต้องมีการติดต่อซึ่งกันและกัน ถ้าการติดต่อประสบผลสำเร็จหุ้มสายฯ ทั้งสองจะต้องเชื่อมต่อโทรศัพท์ของผู้เรียกและผู้ที่ถูกเรียกเข้าด้วยกัน และจะต้องคงสภาพการเชื่อมต่อนี้ไว้ตลอดเวลา เมื่อทั้งสองฝ่ายวางสาย สภาพการเชื่อมต่อนี้จึงถูกยกเลิก สภาพการเชื่อมต่อที่คงอยู่ตลอดเวลาในระหว่างการสนทนาเรียกว่า บริการเชื่อมโยงแบบตลอดเวลา การให้บริการนี้ มักจะนำมาใช้สำหรับการถ่ายทอดข้อมูลในปริมาณมากที่ต้องการทำให้เสร็จในคราวเดียวกัน เช่น การส่งเพิ่มข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

การให้บริการเชื่อมโยงแบบตลอดเวลา ยังแบ่งออกเป็นสองแบบคือ แบบกำหนดขอบเขตข้อมูลและ แบบไม่กำหนดขอบเขตข้อมูล โดยปกติข้อมูลแต่ละชุดจะถูกเก็บไว้เป็นแพ็กเก็ต โดยจะมีข้อมูลพิเศษเพื่อบอกคุณสมบัติต่างๆ เช่น บอกขนาด และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล เพิ่มเติมไว้แต่ละแพ็กเก็ต การส่งแบบกำหนดขอบเขต ข้อมูลจะถูกส่งข้อมูลจริงไปใช้ แต่ในการส่งแบบไม่กำหนดขอบเขตนั้น ผู้ส่งจะแยกการส่งข้อมูลพิเศษออกจากข้อมูลจริงให้หมด แพ็กเก็ตเสียก่อน จากนั้นจึงส่งเฉพาะข้อมูลจริงไปให้ผู้รับ การส่งข้อมูลแบบนี้จะเหมาะกับงานประเภทการสื่อสารระหว่างเทอร์มินัลกับ เครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนการใช้บริการเครื่องพิมพ์เครือข่ายจะเหมาะกับกรส่งแบบกำหนดขอบเขตข้อมูลมากกว่า

การให้บริการแบบไม่มีการเชื่อมต่อ เปรียบเทียบได้กับการให้บริการของการส่งจดหมายทางไปรษณีย์ จดหมายแต่ละฉบับที่ได้รับการจำหน่ายอย่างถูกต้องจะประกอบด้วยชื่อ ที่อยู่ของผู้รับ และชื่อที่อยู่ผู้ส่ง พนักงานไปรษณีย์จะรับจดหมายจากผู้รับจดหมายจากผู้รับจดหมายนำมาที่ทำการไปรษณีย์เพื่อแยกจดหมายทั้งหมดออกเป็นกลุ่มๆ ที่เหมาะสม จากนั้นจะขนส่งไปยังที่ทำการไปรษณีย์ที่อยู่ในเขตของผู้รับ แล้วจึงนำจดหมายไปส่งให้แก่ผู้รับ ในแต่ละขั้นตอนที่กล่าวถึงนี้เรียกได้ว่า มีการทำงานที่เป็นอิสระแก่กันและกัน จะไม่มีขั้นตอนใดเลยที่จะต้องหยุดรอ

ให้ขั้นตอนต่อไปทำงานให้เสร็จเสียก่อนแล้วจึงจะทำงานต่อไป ข้อมูลที่ส่งผ่านระบบที่ให้บริการแบบเป็นช่วงก็จะทำในลักษณะเดียวกันนี้

ตัวอย่างของการสื่อสารที่ใช้บริการแบบเป็นช่วงได้แก่ การส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ส่งจดหมายจะส่งในลักษณะของการฝากส่ง คือข้อมูลจะได้รับการฝากส่งไปในระบบเครือข่ายย่อยไปเรื่อยๆ เหมือนกับการทำงานของพนักงาน ไปรษณีย์ ท้ายที่สุดข้อมูลจะก็จะไปถึงผู้รับได้ การฝากส่งแบบนี้จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมโยงตลอดเวลา คือตั้งแต่ผู้ส่งเริ่มส่งจดหมายไปจนกระทั่งผู้รับได้รับจดหมาย ข้อมูลที่ถูกส่งโดยใช้วิธีการส่งข้อมูลแบบจดหมายอิเล็กทรอนิกส์นี้มีชื่อเรียกเป็นการเฉพาะว่า คาด้าแกรม

การให้บริการแบบใดก็ตามจะต้องมีการพิจารณาคุณภาพของการให้บริการด้วยเสมอ การวัดคุณภาพนั้นดูได้จากอัตราการสูญหายของแพ็กเก็ตข้อมูล ระบบที่มีอัตราการสูญหายมีค่าเป็นศูนย์จากที่ผู้ส่งได้ส่งข้อมูลไปแล้ว ผู้ส่งจะต้องรอรับสัญญาณตอบรับจากผู้รับถ้าไม่ได้รับสัญญาณนี้ก็อาจเป็นไปได้ว่าข้อมูลได้สูญหายไปแล้ว การใช้สัญญาณตอบรับนี้ทำให้การรับส่งข้อมูลมีคุณภาพสูง อย่างไรก็ตามการทำงานแบบนี้ทำให้ระบบมีความซับซ้อนมากขึ้นและเพิ่มปริมาณข้อมูลในระบบมากขึ้นด้วย

ในบางครั้งการใช้สัญญาณตอบรับเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การใช้เทคโนโลยีโทรศัพท์ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในระบบนี้คู่สนทนาทั้งสองฝ่ายคงไม่ต้องการต้องรอเพื่อให้แน่ใจว่าฝ่ายผู้รับได้รับคำพูดทุกคำ แต่ต้องการให้การรับส่ง เป็นไปอย่างรวดเร็วที่สุด เพื่อให้การสนทนามีผลเหมือนกับการใช้โทรศัพท์ทั่วไป หรือในกรณีการแพร่สัญญาณวิดีโอทัศน์ผ่านระบบเครือข่าย ก็เป็นในลักษณะเดียวกันคือผู้รับสัญญาณพอใจที่จะเห็นภาพไม่ชัดเป็นบางช่วงแทนการเห็นภาพที่หยุดนิ่งเป็นพักๆ

การให้บริการอีกชนิดเรียกว่า การให้บริการแบบถาม-ตอบ เป็นวิธีการที่นำเอาการใช้สัญญาณตอบรับมาปรับปรุงใช้ในระบบผู้ให้บริการและผู้รับบริการ ในระบบนี้ ผู้รับบริการจะส่งข้อมูลในลักษณะของคาด้าแกรมมายังผู้ให้บริการ ข้อมูลนี้จะเหมือนคำขอใช้บริการ เช่นขอให้ค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล หรือ ขอให้ส่งแฟ้มข้อมูลมาให้ทั้งฟ้า เป็นต้น ทางฝ่ายให้บริการก็จะประมวลผลคำบริการแล้วจึงส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับไปยังผู้ขอบริการ ตารางที่ 2.4 เป็นการสรุปประเภทของการบริการต่างๆที่กล่าวถึงในหัวข้อนี้

## ตารางที่ 2.4 แสดงการให้บริการ 6 ชนิด

Service	Example
Reliable message	Sequence of pages
Reliable byte stream	Remote login
Unreliable connection	Digitized voice
Unreliable datagram	Electronic junk mail
Acknowledged datagram	Registered mail
Request – reply	Database query

### 2.3.4 พื้นฐานของการให้บริการ

การให้บริการ ถูกกำหนดโดยเซตของ บริการพื้นฐาน ที่มีให้แก่โปรเซสผู้ใช้ที่ต้องการใช้บริการนั้นๆ บริการพื้นฐานเหล่านี้บอกให้บริการที่ถูกเรียกใช้นั้นกระทำอย่างไรอย่างหนึ่งหรือรายงานการกระทำที่หน่วยนั้นได้ทำให้เกิดขึ้น ตัวอย่างเช่น ถ้าสแต็คการทำงานนั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบปฏิบัติการ การบริการพื้นฐานเหล่านี้ก็จะหมายถึงการแยกใช้ฟังก์ชันของระบบปฏิบัติการและจัดการส่งแพ็คเกจข้อมูลที่ต้องการย้อนกลับไปให้กับโปรเซสที่เรียกใช้ฟังก์ชันระบบปฏิบัติการนั้น

เซตของบริการพื้นฐาน ที่จัดให้มันนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะของบริการที่มีไว้ใช้งาน ดังนั้นบริการพื้นฐานของการเชื่อมต่อแบบตลอดเวลา จึงแตกต่างไปจากบริการพื้นฐานที่มีไว้สำหรับการเชื่อมต่อแบบไม่มีการเชื่อมต่อ ตารางที่ 2.5 แสดงบริการพื้นฐานขั้นต่ำสุดที่จำเป็นต้องมีเพื่อให้บริการรับ-ส่งข้อมูลแบบกระแสบิตที่ไว้วางใจได้ ที่ใช้งานในระบบผู้ใช้บริการ

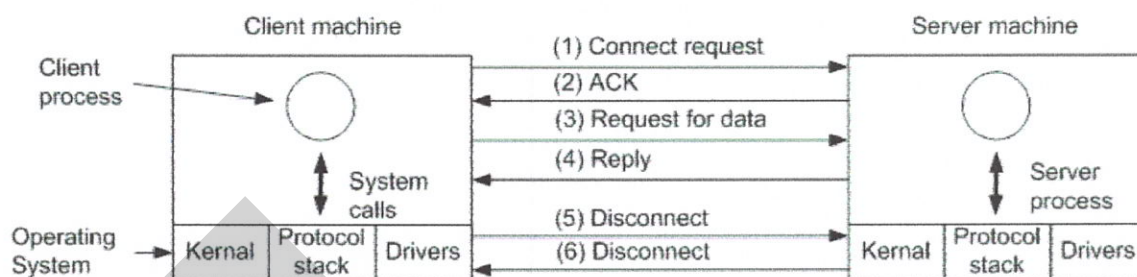
บริการพื้นฐานเหล่านี้อาจถูกนำไปใช้งานดังนี้ ชั้นแรกผู้ให้บริการจะเรียกใช้ฟังก์ชัน LISTEN เพื่อเป็นการเตรียมรับการเชื่อมต่อที่อาจจะเกิดขึ้น วิธีการทั่วไปที่สร้างฟังก์ชัน LISTEN คือการทำให้เป็นฟังก์ชันที่เรียกใช้บริการจากระบบปฏิบัติการ เมื่อทำการประมวลผลคำสั่งนี้ จะทำให้โปรเซสของผู้ให้บริการถูกบล็อก จนกว่าจะมีความต้องการเชื่อมต่อการสื่อสารเกิดขึ้น

ตารางที่ 2.5 แสดงบริการพื้นฐาน 5 อย่างสำหรับการจัดตั้งสื่อสารที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ  
ตลอดเวลาแบบง่าย

Primitive	Meaning
Listen	Block waiting for an incoming connection
Connect	Establish a connection with a waiting peer
Receive	Block waiting for an incoming message
Send	Send a message to the peer
Disconnect	Terminate a connection

ขั้นต่อไป โปรเซสผู้ใช้บริการจะประมวลผลฟังก์ชัน CONNECT เพื่อจัดตั้งการเชื่อมต่อเข้ากับผู้ใช้บริการ การใช้ฟังก์ชัน CONNECT ต้องกำหนดปลายทางที่ต้องการจะเชื่อมต่อด้วย ดังนั้นจึงอาจมีการส่งค่าหมายเลยที่อยู่บนระบบเครือข่ายของผู้ให้บริการเข้ามาด้วย ระบบปฏิบัติการจะรับหน้าที่ต่อไปด้วยการส่งแพ็กเก็ตไปยังที่หมายปลายทางเพื่อขอเชื่อมต่อสื่อสารด้วย ดังที่แสดงด้วยขั้นตอนที่ 1 CONNECT request ภาพที่ 2.13 โปรเซสของผู้ใช้บริการจะถูกบล็อกไว้จนกว่าจะได้รับการตอบรับจากเป้าหมาย ที่ต้องการ เมื่อแพ็กเก็ตเดินทางไปถึงผู้ใช้บริการ ก็จะถูกประมวลผลโดยระบบปฏิบัติการของผู้ให้บริการ เมื่อระบบทราบว่าเป็นการร้องขอการเชื่อมต่อด้วย ก็จะตรวจสอบดูว่ามีโปรเซสแสดงความต้องการการเชื่อมต่อไว้หรือไม่ ถ้าพบว่ามีก็จะดำเนินการต่อสองประการคือ เรียกโปรเซสนั้นขึ้นมาทำงานต่อพร้อมกับส่งแพ็กเก็ตตอบรับ ขั้นตอนที่ 2 ภาพที่ 2.13 เมื่อแพ็กเก็ตตอบรับเดินทางมาถึงเครื่องผู้ใช้บริการก็จะไปเรียกให้โปรเซสผู้ใช้กลับมาทำงานต่อไป ในเวลานี้ โปรเซสของผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการจะทำงานพร้อมกัน และการเชื่อมต่อก็สมบูรณ์คือ โปรเซสทั้งสองสามารถสื่อสารระหว่างกันได้ เป็นที่น่าสังเกตว่าแพ็กเก็ตตอบรับถูกสร้างขึ้นโดยโพรโตคอลสื่อสารข้อมูลไม่ใช่บริการพื้นฐานที่ผู้ใช้เรียกใช้ถ้าความต้องการเชื่อมต่อมาถึงเครื่องผู้ใช้บริการซึ่งไม่มีโปรเซสใดเรียกใช้ฟังก์ชัน LISTEN รออยู่การเชื่อมต่อนั้นจะไม่เกิดขึ้น ในบางระบบความต้องการนั้นจะถูกเก็บชั่วคราว เพื่อว่าจะมีโปรเซสใหม่เรียกใช้ฟังก์ชัน LISTEN เกิดขึ้น





ภาพที่ 2.13 แสดงขั้นตอนการสื่อสารระหว่างผู้ให้บริการกับผู้รับบริการ

การเปรียบเทียบการทำงานในชีวิตจริงคือการที่ลูกค้าโทรศัพท์เข้ามาขอยืมบริการลูกค้าของบริษัทแห่งหนึ่ง ถ้ามีเจ้าหน้าที่คอยให้บริการอยู่ก็จะได้ยินเสียงโทรศัพท์และยกหูขึ้นมาตอบรับ ซึ่งเปรียบเสมือนการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างลูกค้าและพนักงานของบริษัทนั้น ได้เกิดขึ้นแล้ว

ขั้นตอนต่อไปสำหรับเครื่องผู้ให้บริการคือการประมวลผลคำสั่ง RECEIVE สำหรับการเตรียมพร้อมในการรับข้อมูลความต้องการจากผู้รับบริการ โดยปกติเครื่องผู้ให้บริการจะประมวลผลคำสั่งนี้ในทันทีที่โปรเซสผู้ให้บริการถูกกระตุ้นให้ทำงานต่อไปด้วยคำสั่ง คอนเน็ค รีเคส ที่ส่งมาจากเครื่องผู้รับบริการ ซึ่งเมื่อประมวลผลคำสั่ง รีเซิร์ฟ เสร็จ โปรเซสผู้ให้บริการก็จะถูกกระตุ้นการทำงานอีกครั้งหนึ่ง

หลังจากนั้นผู้รับบริการจะประมวลผลคำสั่ง เพื่อส่งความต้องการของตนเองไปให้ผู้ให้บริการลำดับสาม ภาพที่ 2.13 ตามด้วยการประมวลผลคำสั่ง รีเซิร์ฟ เพื่อรอรับข้อมูลตอบรับจากผู้รับบริการ เมื่อแพ็กเก็ตแสดงความต้องการของผู้ใช้เดินทางไปถึงผู้ให้บริการก็จะไปกระตุ้นให้โปรเซสผู้ให้บริการลุกขึ้นมาทำงานต่อไปเพื่อประมวลผลข้อมูลในแพ็กเก็ตนั้น ภายหลังจากที่การประมวลผลเสร็จสิ้นแล้ว โปรเซสผู้ให้บริการก็จะประมวลผลคำสั่งเพื่อจัดส่งข้อมูลเดินทางมาถึงผู้รับ ก็จะไปกระตุ้นให้โปรเซส ผู้ให้บริการก็จะกลับขึ้นมาจัดการงานส่วนที่เหลือและยุติการประมวลผลเป็นลำดับสุดท้าย กระบวนการที่กล่าวถึงมานี้เรียกว่า เป็นการสื่อสารแบบมีการเชื่อมต่อตลอดเวลา

### 2.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างการให้บริการและ โพรโตคอลการสื่อสาร

การให้บริการและ โพรโตคอลนั้นมีนิยามที่แตกต่างกันแม้ว่าในหลายโอกาสอาจทำให้เกิดความสับสนขึ้นได้ กานชรให้บริการ เป็นเซทของชุดคำสั่งพื้นฐานที่ชั้นสื่อสาร จัดเตรียมไว้ให้บริการแก่โปรแกรมในชั้นสื่อสารเหนือขึ้นไป การให้บริการจะกำหนดชนิดการทำงานที่ชั้นสื่อสารจะกระทำแทน โปรแกรมที่เรียกใช้ เพียงแต่ไม่ได้บอกรายละเอียดไว้ว่าจะทำงานอย่างไร การให้บริการเป็นสายที่เชื่อมการติดต่อระหว่างโปรแกรมในสื่อสารที่อยู่ติดกัน โดยมีโปรแกรมในชั้นสื่อสารชั้นบนเป็นผู้ให้บริการและชั้นสื่อสารล่างเป็นผู้ให้บริการ

ในทางกลับกัน โพรโตคอล หมายถึงเซทของกฎเกณฑ์ที่ใช้ในการอธิบายรูปแบบและความหมายของแพ็กเก็ต หรือข่าวสารที่ถูกแลกเปลี่ยนระหว่าง โหนดสองโหนดที่อยู่ในชั้นสื่อสารเดียวกัน โปรแกรมต่างๆ ใช้โพรโตคอลในการสร้างคำจำกัดความของการให้บริการ โปรแกรมสามารถแลกเปลี่ยนโพรโตคอลต่างๆ ได้ตามความต้องการแต่จะไม่เปลี่ยนการให้บริการแก่ผู้ใช้ จึงเห็นได้ว่าการให้บริการและ โพรโตคอลนั้นเป็นคนละเรื่องกันเลย

อีกนัยหนึ่ง การให้บริการนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อระหว่างชั้นสื่อสารในทางกลับกัน โพรโตคอลมีความเกี่ยวข้องกับแพ็กเก็ตที่ถูกส่ง ระหว่างโปรแกรมที่อยู่ในคอมพิวเตอร์คนละเครื่อง

การเปรียบเทียบให้เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้นทำได้ดังนี้การให้บริการนั้นเปรียบเสมือนโครงสร้างข้อมูลหรือ อ็อบเจ็กต์ที่มีใช้ใน โปรแกรมภาษาเชิงวัตถุซึ่งจะบอกให้ทราบแต่เพียงว่ามีการทำงานไบบ้าง ที่สามารถกระทำได้กับอ็อบเจ็กต์นั้นๆ แต่ไม่ได้บอกว่าการทำงานนั้นมีรายละเอียดอย่างไร โพรโตคอลจึงเปรียบเทียบกับรายละเอียดในการทำงานของบริการหนึ่งๆ ซึ่งไม่ได้บอกให้ผู้ใช้งาน อ็อบเจ็กต์นั้นทราบ

## 2.4 ความหมายของโพรโตคอล

ปัจจุบันนี้ไม่ว่าจะหันไปทางไหนก็จะได้ยินแต่คำว่า "ไอพี" อย่างที่ค่อนข้างจะคุ้นหูกันมากน้อยก็คงจะเป็นวอยส์โอเวอร์ ไอพี ที่กำลังเป็นข่าว ซึ่งมีอาชีพได้นำเอามาใช้ในการหลอกลวงประชาชน โดยแก๊งปลอมตัวเป็นสถาบันการเงินที่โทรศัพท์เข้ามาตรวจสอบข้อมูลของลูกค้า

ทั้งนี้แนวคิดในการใช้วอยซ์โอเวอร์ไอพินั้นแต่เดิมจะเป็นการบริการ โทรศัพท์ทางไกล ภายในประเทศราคาประหยัด ที่ได้รับประโยชน์จากการใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไอพี และในอนาคตอันใกล้ก็คงจะเป็นการยากที่จะจินตนาการว่าเราจะใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างไรถ้าปราศจาก อินเทอร์เน็ตและไอพีจึงเป็นที่มาถึงเรื่องราวที่อยากจะนำมาเสนอให้ท่านผู้อ่านได้ทราบถึงความ เป็นมาเป็นไป และวิวัฒนาการของไอพีตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงการพัฒนาต่อไปในอนาคต

ทุกวันนี้ในการติดต่อธุรกิจพบปะและการแลกเปลี่ยนนามบัตรกันนั้นท่านผู้อ่านเคยลอง สังเกตดูหรือไม่ว่าแทบทุกคนที่ได้แลกเปลี่ยนนามบัตรกับท่านต่างก็มีอีเมลล์แอดเดรสพึมพำอยู่ใน นามบัตร ไม่ว่าจะอีเมลล์ของบริษัทเอง หรือเป็นอีเมลล์ฟรีที่สามารถสมัครได้ตามเว็บไซต์ต่างๆ ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการติดต่อที่ได้รับความนิยมค่อนข้างมาก และเราก็คงต้องยกผลประโยชน์นี้ให้กับ ไอพีอีกเช่นเคย การที่วิธีสื่อสารผ่านทางอีเมลล์นั้นได้เป็นที่นิยมมากขึ้นก็น่าจะมาจากเหตุผลที่ว่า ผู้รับอีเมลล์ไม่จำเป็นต้องพร้อมที่จะรับข้อความเหมือนกับการคุยโทรศัพท์ โดยที่ผู้รับสามารถ เรียกดูอีเมลล์เมื่อไรก็ได้ที่พร้อมจะเช็คเมลล์ ยิ่งในปัจจุบันแล้วสามารถเรียกดูอีเมลล์ผ่านทาง โทรศัพท์มือถือได้อีกด้วยเห็นไหมครับว่าเจ้าไอพินี้มันติดตามเราไปในทุกที่ทุกแห่งหน และนำพา มาซึ่งประโยชน์มากมาย โดยถ้าจะอธิบายกันอย่างง่ายๆ ก็คงจะพูดได้ว่าไอพีเป็นภาษาในการ สื่อสารที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายต่างๆ ที่ต่อเชื่อมกันอยู่ทั่วโลกนั้นสามารถ สื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้

หน้าที่ของไอพี หรือชื่อเต็มๆ ของเขาคือ อินเทอร์เน็ต โพรโตคอล นั้น โดยหลักแล้วก็คือ การจัดการในการจัดส่งข้อมูลที่ต้องวิ่งผ่านจุดต่างๆ ของระบบเครือข่าย และบนอินเทอร์เน็ตจากผู้ ส่งให้ไปถึงผู้รับที่อยู่ในที่ใดๆ ก็ได้ ขอเพียงแต่สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ตได้เท่านั้น โดยเมื่อ ได้มีการทำงานร่วมกันกับ TCP (Transmission Control Protocol) แล้วนั้นไอพีก็นับได้ว่าเป็น มาตรฐานหลักสำหรับการสื่อสารในโลกอินเทอร์เน็ตเลยทีเดียว

ในยุคเริ่มต้นนั้นได้มีการใช้งานแค่ในกลุ่มของสถาบันการศึกษาสำหรับงานค้นคว้าวิจัย เท่านั้น จนมาถึงวันหนึ่งที่ทางบริษัทไมโครซอฟท์ได้ตัดสินใจให้ชุดซอฟต์แวร์ไอพีซึ่งมาพร้อมกับ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 3.1 จึงทำให้ไอพีได้ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายไปทุกหนแห่งบนโลกนี้ใน ปัจจุบันหลายต่อหลายบริษัท ไม่ว่าจะเป็นผู้ให้บริการสื่อสารโทรคมนาคม หรือจะเป็นผู้ใช้ระดับ องค์กรเอง ต่างก็มีความสนใจอย่างมากในการติดตั้งโครงข่ายไอพี และนำเอาแอปพลิเคชันการใช้

งานด้านบริการต่างๆ มาใช้งานบนระบบไอพี โดยได้รับการพิสูจน์แล้วว่าสามารถช่วยให้พวกเขาประหยัดต้นทุนในการดำเนินธุรกิจได้อย่างมาก

ตัวอย่างหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายแล้วก็คือ การรวมเอาระบบข้อมูลและเสียงเข้าไว้ด้วยกันบนระบบโครงสร้างสถาปัตยกรรมเครือข่ายไอพี ซึ่งเป็นความสามารถของระบบไอพีในการจัดการแอปพลิเคชันหลายๆ อย่างบนโครงข่ายเดียวกันได้ จากแต่เดิมที่ต้องมีการติดตั้งโครงข่ายสำหรับเสียงและโครงข่ายสำหรับข้อมูลที่แยกจากกัน ทำให้ต้องมีการดูแลที่ซ้ำซ้อน และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา กลับกลายมาเป็นระบบเครือข่ายเดียวที่สามารถสื่อสารได้ทั้งภาพ เสียง และข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกันการทำงานของโครงข่ายโทรศัพท์อย่างในอดีตแล้วจะพบว่า ระบบโครงข่ายไอพีมีประสิทธิภาพในการใช้งานมากกว่า โดยที่สามารถส่งทั้งภาพวิดีโอ เสียง และข้อมูลไปพร้อมๆ กัน และใช้แบนด์วิธที่ต่ำกว่า ซึ่งเราก็ได้เห็นกันแล้วในปัจจุบันในรูปของเทคโนโลยีไอพีทีวี นอกจากนี้โครงข่ายไอพียังมีความสามารถในการเพิ่มมูลค่าให้กับการใช้งานด้านบริการต่างๆ เช่นการรวมเอาอวอยส์เมลล์ อีเมลล์ และแฟกซ์เข้าไว้ในระบบเดียวกัน ซึ่งท่านสามารถเรียกดูเรียกฟังข้อมูลได้ไม่ว่าจะผ่านทางโทรศัพท์ ทางเว็บไซต์ หรือทางโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบพกพาก็ได้ นอกจากนี้ทางการใช้งานเกี่ยวกับอวอยส์โอเวอร์ไอพีได้มีการเติบโตอย่างมากทั้งในประเทศไทยและภูมิภาคเอเชียของเรา โดยมิตัวเลขการเติบโตสูงถึง 113 เปอร์เซ็นต์ต่อปี และคาดว่าจะมีการใช้งานกันมากขึ้นในภาคธุรกิจทั้งขนาดกลางและขนาดใหญ่

เชื่อหรือไม่ว่าการก่อกำเนิดของไอพีนั้นได้เริ่มต้นขึ้นในปี พ.ศ. 2512 หรือเมื่อ 38 ปีที่แล้ว โดยมีการใช้งานครั้งแรกในโครงข่าย Arpanet ของกระทรวงกลาโหม ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อโครงข่ายระหว่างฐานทัพต่างๆ ทั่วประเทศสหรัฐอเมริกา และได้มีการพัฒนาต่อเนื่องมา จนถึงปี พ.ศ. 2515 ก็ได้มีการคิดค้น โพรโตคอลใหม่ที่มีชื่อว่า TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลแพ็กเกจจากเครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งที่ติดตั้งอยู่ในที่ใดของระบบเครือข่ายก็ได้สำเร็จขึ้นเป็นครั้งแรก และต่อมาในปี พ.ศ. 2527 ก็ได้มีการใช้งานของระบบ Domain Name System (DNS) ซึ่งเป็นชื่อที่ใช้เรียกเว็บไซต์ต่างๆ ในปี พ.ศ. 2541 ได้มีการสร้างโครงข่ายสำหรับไอพียุคใหม่ที่รู้จักกันในชื่อไอพี เวอร์ชัน 6 (IPv6) โดยที่ไอพี เวอร์ชัน 6 นี้ได้ถูกพัฒนามาเพื่อแก้ไขปรับปรุงการทำงานของไอพี เวอร์ชัน 4 ที่มีการใช้งานกันอยู่ในปัจจุบันในด้านความปลอดภัย และการขาดแคลนเลขหมายไอพีที่มีแนวโน้มว่า

จะไม่เพียงพอต่อการใช้งานแต่การปรับปรุงก็ไม่ได้ง่ายและราบรื่นอย่างที่คิด โดยหน่วยงานกลางด้านมาตรฐานอินเทอร์เน็ตที่เรียกว่า IETF (Internet Engineering Task Force) ซึ่งรับผิดชอบในการแก้ปัญหาด้านเทคนิคของระบบเครือข่ายไอพีได้มีการพัฒนา และได้ทำการประกาศไอพี เวอร์ชัน 6 ออกมาครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน โดยมีขนาดของแอดเดรสเพิ่มขึ้นจาก 32 บิตเป็น 128 บิต

อุปสรรคอีกประการหนึ่งที่ชะลอเวลาในการใช้งานของไอพี เวอร์ชัน 6 นั่นก็คือขั้นตอนการปรับเปลี่ยนจากไอพี เวอร์ชัน 4 ไปเป็นไอพี เวอร์ชัน 6 ซึ่งมีความซับซ้อนไม่น้อยเลยทีเดียว ถึงแม้ว่าจะมีเครื่องมือในการแปลงแอดเดรสจากไอพี เวอร์ชัน 4 ไปเป็นไอพี เวอร์ชัน 6 และในทางกลับกันแล้วก็ตาม แต่ก็ต้องมั่นใจด้วยว่าส่วนประกอบของโครงข่ายทุกส่วนในโครงข่ายอินเทอร์เน็ตของโลกเรานี้ สามารถรองรับการทำงานของเครื่องมือในการแปลงแอดเดรสนี้ได้ทั้งหมดด้วย ไม่ว่าจะเป็นโครงข่ายของผู้ให้บริการ ซึ่งเป็นโครงข่ายสาธารณะ และโครงข่ายของภาคธุรกิจต่างๆ ที่เป็นโครงข่ายส่วนตัว ก็ต้องได้รับการปรับและทดสอบว่าจะสามารถทำงานร่วมกันได้เสียก่อน

## 2.5 การส่งสัญญาณโทรทัศน์ระบบดิจิตอล (Digital Television Transmission)

### 2.5.1 ประเภทของระบบโทรทัศน์

- โทรทัศน์แอนะล็อก (analog television) เป็นโทรทัศน์ที่มีระบบการส่งสัญญาณภาพและเสียงในรูปสัญญาณแอนะล็อกแบบ A.M. และ F.M. โดยส่งเป็นสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า โทรทัศน์ชนิดนี้เป็นโทรทัศน์ที่มีการใช้งานทั่วไป เช่น โทรทัศน์ระบบ NTSC PAL SECAM
- โทรทัศน์ดิจิตอล (digital television) เป็นโทรทัศน์ที่มีรูปแบบมาตรฐานพัฒนามาจากโทรทัศน์แอนะล็อกมีระบบการส่งสัญญาณภาพและเสียงแบบดิจิตอลคือส่งข้อมูลเป็นบิตการส่งข้อมูลแบบนี้สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่าแบบแอนะล็อกในหนึ่งช่องสัญญาณ จึงเรียกได้อีกอย่างว่า multicasting การส่งสัญญาณเป็นแบบดิจิตอลจึงทำให้ได้คุณภาพของภาพและเสียงดีกว่าด้วย

### 2.5.2 การแพร่ภาพโทรทัศน์ (Television Broadcasting)

โทรทัศน์ (television) การถ่ายทอดเสียงและภาพพร้อมกันจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยเครื่องที่เปลี่ยนสัญญาณภาพและเสียงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เรียกว่า เครื่องส่งโทรทัศน์ และเครื่องที่เปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสัญญาณภาพและเสียง เรียกว่า เครื่องรับโทรทัศน์ โทรทัศน์แอนะล็อก (analog television) คือ โทรทัศน์ที่มีระบบการรับ - ส่งสัญญาณภาพและเสียงในรูปแบบสัญญาณแอนะล็อกแบบ A.M. และ F.M เช่น โทรทัศน์ที่ระบบ NTSC PAL และ SECAM ซึ่งก็คือโทรทัศน์ทั่วไปที่ใช้ตามบ้านเรือน

โทรทัศน์ดิจิทัล (digital television) คือ โทรทัศน์ที่มีระบบการรับ - ส่งสัญญาณภาพและเสียงในรูปแบบดิจิทัลคือส่งข้อมูลเป็นบิต ซึ่งหลายช่องสัญญาณที่มีความถี่เดียวกันสามารถนำมาส่งเป็นช่องสัญญาณเดียวกันได้ โทรทัศน์ดิจิทัลจะให้คุณภาพของภาพและเสียงดีกว่าแบบแอนะล็อก เช่น HDTV การแพร่ภาพ (television broadcasting) การส่งกระจายภาพและเสียงออกไปในรูปแบบสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องรับสามารถรับภาพและเสียงได้อย่างต่อเนื่อง เช่น การแพร่ภาพโทรทัศน์ ซึ่งจากเดิมที่เป็นการแพร่ภาพแบบไม่จำกัดผู้รับก็ได้พัฒนามาเป็นแบบแพร่ภาพเฉพาะทาง เช่น การแพร่ภาพโทรทัศน์ผ่านดาวเทียม การแพร่ภาพโทรทัศน์ผ่านสถานีสัญญาณ อาจรวมถึงการแพร่ภาพไปเฉพาะผู้รับที่เป็นสมาชิกหรือเคเบิลทีวี

สัญญาณซิงโครไนซ์ (synchronize signal) คือ สัญญาณที่ใช้ผสมกับสัญญาณภาพเพื่อให้การสแกนภาพเป็นไปอย่างถูกต้องตรงจังหวะ คือ เริ่มต้นพร้อมกันและจบพร้อมกันระบบเอ็นทีเอสซี (NTSC) เป็นระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ย่อมาจาก Nation Television System Committee โดยมีการส่ง 525 เส้น 30 ภาพต่อวินาที อาจเรียกระบบนี้ว่าระบบเอฟซีซี (FCC) ระบบนี้ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศที่เคยอยู่ภายใต้อำนาจของประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบพาล (PAL) ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ย่อมาจาก Phase Alternative Line อาจเรียกระบบ ซีซีไออาร์ (CCIR) ซึ่งเป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบโทรทัศน์สีเอ็นทีเอสซี โดยมีการส่ง 625 เส้น 25 ภาพต่อวินาที เช่น ระบบการส่งโทรทัศน์ของสถานีโทรทัศน์ในประเทศไทย

ระบบซีเคม (SECAM) ระบบการส่งสัญญาณโทรทัศน์ของประเทศฝรั่งเศสย่อมาจาก Se'quantiel Couleur à Me'moire (sequential color with a memory) โดยมีการส่ง 625 เส้น 25 ภาพต่อวินาที เป็นระบบที่ใช้ในประเทศฝรั่งเศส ประเทศทางแถบยุโรปและแอฟริกาการที่จะรับและส่ง

ข้อมูลข่าวสารมีได้หลายวิธี แต่การที่จะรับและส่งข้อมูลได้ดีคือการทำที่ผู้รับสามารถรับข้อมูลได้ทั้งภาพและเสียง การแพร่ภาพโทรทัศน์เป็นการส่งข้อมูลอีกวิธีหนึ่งที่สามารถทำให้ผู้รับได้ทั้งข้อมูลทางภาพและทางเสียงเหมือนกับแหล่งที่มา ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การแพร่ภาพโทรทัศน์แบบแอนะล็อก และการแพร่ภาพโทรทัศน์แบบดิจิทัล ซึ่งการแพร่ภาพในแต่ละประเภทสามารถรับและส่งข้อมูลได้หลายแบบ เช่น การส่งสัญญาณผ่านสายเคเบิล การส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม และการส่งสัญญาณภาคพื้นดิน ซึ่งอาจจะมาจากการถ่ายทอดสดหรือจากการบันทึกเทปไว้

### 2.5.3 ระบบการส่งและการรับโทรทัศน์ในอนาคต

1. การส่งและรับโทรทัศน์ในระบบอนาลอกโดยคลื่นความถี่ภาคพื้นดิน ( Terrestrial Television )
2. การส่งโทรทัศน์ในระบบดิจิทัลด้วยคลื่นความถี่ภาคพื้นดิน
3. การส่งโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบอนาลอก
4. การส่งโทรทัศน์ผ่านดาวเทียมในระบบดิจิทัล
5. การส่งโทรทัศน์ระบบสมาชิกบอกรับ ชนิดไร้สาย หรือระบบมัลติพอยท์ มัลติเซนแนล ดิสทริบิวชัน ซีสเต็ม ( Multipoint Multichannel Distribution System ) หรือ MMDS เป็นการส่งโทรทัศน์โดยใช้คลื่นผ่านไมโครเวฟเป็นตัวกระจายคลื่น 1-2.3 กิกกะเฮิรตซ์ ความถี่ย่านนี้จะรับโดยใช้ระบบอนาลอก
6. การส่งโทรทัศน์ระบบสมาชิกบอกรับชนิดไร้สาย หรือ MMDS โดยใช้ระบบดิจิทัล
7. การส่งเคเบิลทีวีชนิดไร้สายในระบบอนาลอก
8. การส่งเคเบิลทีวีชนิดไร้สายในระบบดิจิทัล
9. การให้บริการโทรทัศน์โดยผ่านโครงข่ายโทรคมนาคมในระบบดิจิทัล
10. การส่งโทรทัศน์โดยการบีบอัดสัญญาณในระบบดิจิทัล ผ่านดาวเทียม
11. การส่งโทรทัศน์ 2 ทาง ( Interactive Television ) ในระบบดิจิทัล
12. การส่งโทรทัศน์ 2 ทาง โดยผ่านดาวเทียมทางหนึ่ง และผ่านเคเบิลใยแก้วอีกทางหนึ่ง
13. การส่งโทรทัศน์ความคมชัดสูงผ่านดาวเทียม ( HDTV VIA SATELLITE )
14. การส่งโทรทัศน์ความคมชัดสูงผ่านเคเบิลในระบบดิจิทัล

## 2.6 ไอพีทีวี (Internet Protocol Television :IPTV)

ไอพีทีวี มีชื่อเต็มมาจากคำว่า Internet Protocol Television : IPTV เป็นการประยุกต์ใช้งานโดยเอาเทคโนโลยีด้านโทรทัศน ซึ่งเป็นการแพร่สัญญาณภาพและเสียงผ่านทางคลื่นความถี่มาใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบมัลติมีเดียจึงให้บริการได้ทั้งภาพ เสียง และข้อมูลได้พร้อมกัน หรือที่เราเรียกว่า Triple play และกำลังได้รับความนิยมอยู่ทั่วโลกในขณะนี้ โดยมีผู้ให้บริการมากกว่า 30 รายทั่วโลก ที่เปิดให้บริการ หรือกำลังวางแผนพัฒนาบริการประเภทนี้ เช่น อังกฤษ ฝรั่งเศส เบลเยียม ฮังการี สิงคโปร์ ญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลีใต้ เป็นต้น

จุดเด่นที่แตกต่างของไอพีทีวีจากฟรีทีวีช่อง 3, 5, 7, 9, 11 และ ทีไอทีวี รวมถึงเคเบิลทีวีอย่างยูบีซี (UBC) ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็น True Vision คือ ไอพีทีวี เป็นการเสพความบันเทิงบนการสื่อสารแบบ 2 ทาง (Two way communications) ตลอด 24 ชั่วโมง ในรูปแบบของ อินเตอร์แอ็กทีฟทีวี (Interactive TV) คือ ผู้ชมสามารถโต้ตอบกลับไปยังสถานีโทรทัศน์ได้ ซึ่งจะแตกต่างจากระบบโทรทัศน์แบบเก่าที่ไม่สามารถโต้ตอบกลับไปยังสถานีโทรทัศน์ได้ทันท่วงที โดยการเปิดโอกาสให้ผู้ชมมีส่วนร่วมโดยตรงกับรายการที่ออกอากาศ ตัวอย่างเช่น การดูรายการเกมส์โชว์ เล่นเกม ตั้งกระทู้ ส่งเอสเอ็มเอสโหวต (SMS Vote) และการแสดงความคิดเห็น สนทนาสดในรายการทอล์กโชว์ผ่านโทรศัพท์ แชตผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้ห้องแชตหรือเว็บแคม (Chat room or Web Cam) สนทนาแบบเห็นภาพผ่านวิดีโอโฟน (Videophone) ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ยุคที่ 3 (3G) เป็นต้น

ไอพีทีวีสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์ได้หลากหลาย ซึ่งต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (Personal Computer : PC) เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) พีดีเอ (PDA) โทรศัพท์มือถือ หรือกล่องอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับโทรทัศน์ ซึ่งรูปแบบในการเชื่อมต่อที่หลากหลายนี้จะทำให้ลดข้อจำกัดในการรับชมข้อมูลข่าวสาร และความบันเทิงต่างๆ ได้ ขอเพียงให้สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต

Broadband คือ เทคโนโลยีการส่งข้อมูลความเร็วสูง ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเทคโนโลยี บรอดแบนด์ จะทำให้ประสบการณ์ในการท่องโลกอินเทอร์เน็ต มีชีวิตชีวาเพิ่มมากยิ่งขึ้น ด้วยประสิทธิภาพในการรับข้อมูลขนาดใหญ่ จึงทำให้ฝันของนักท่องอินเทอร์เน็ตเป็นจริง ไม่



ว่าจะเป็นการดาวน์โหลดไฟล์ข้อมูลขนาดใหญ่ รูปภาพที่มีความละเอียดสูง เล่นเกมออนไลน์ หรือแม้กระทั่งการดูหนังฟังเพลงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เทคโนโลยี Broadband ผ่านดาวเทียม เป็นการนำเทคโนโลยีขั้นสูง 2 ด้านมาผสมผสานเพื่อการใช้งานอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงอย่างเต็มประสิทธิภาพสูงสุด ด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม จะทำให้ข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่การให้บริการ ในลักษณะของบรอดแบนด์อินเทอร์เน็ตหมดไป เนื่องจากด้วยเทคโนโลยีดาวเทียม ทำให้สามารถให้บริการได้ทั่วประเทศ นอกจากนี้ เทคโนโลยีดังกล่าว ยังสามารถนำมาประยุกต์ในการถ่ายทอดสด หรือการแพร่ภาพสัญญาณโทรทัศน์ โดยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตผ่านทางเครือข่ายดาวเทียม (IP Broadcasting via Satellite) ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถรับข้อมูล หรือรับชมสัญญาณภาพ และเสียงในลักษณะของมัลติมีเดีย (Multimedia) ได้

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การชมรายการ โทรทัศน์ผ่านระบบ อินเทอร์เน็ต ของสถานีส่งสัญญาณอินเทอร์เน็ต ของบริษัทที่กำลังวางระบบทั้งหมด ทั้งในส่วนของ การรับสัญญาณดาวเทียม ส่งสัญญาณผ่านเข้าระบบต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิง วิศวกรรม ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดที่น่าเสนอดังนี้ คือ ขั้นตอนการวิจัย ระเบียบวิธีวิจัยและแผน แบบการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

#### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การดำเนินงานตามขั้นตอนให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และระยะเวลาที่กำหนด ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังนี้ การจัดเตรียมการวิจัย การดำเนินการวิจัย การรายงานผลการ ดำเนินการวิจัย ก่อนที่ผู้ทำวิจัยจะกำหนดขั้นตอนการวิจัยได้นั้นต้องทำการตรวจสอบระบบทั้งหมด ของส่วนออกอากาศ เพื่อให้รู้ว่าจะต้องมีอะไรบ้างเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งในการทำวิจัยเรื่องนี้จะวิจัยใน ส่วนของการรับสัญญาณ โทรทัศน์ดาวเทียม ระบบเน็ตเวิร์คที่เกี่ยวข้อง และการรับชม

##### 3.1.1 การจัดเตรียมการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาระบบที่เกี่ยวข้องกับระบบอินเทอร์เน็ต การส่งสัญญาณภาพโทรทัศน์ การรับสัญญาณดาวเทียม ข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง สอบถามจากผู้ที่มีประสบการณ์ ผู้เชี่ยวชาญในแต่ละด้านและจากเอกสาร วารสารที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อให้ทราบแนวคิดทางทฤษฎี เพื่อนำมาจัดทำกรวิจัยให้ได้มีคุณภาพต่อไป

##### 3.1.2 การดำเนินการวิจัย

การสร้างเครื่องมือ และข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้และนำมาตรวจสอบ ความถูกต้องและนำออกมาเป็นผลลัพธ์

##### 3.1.3 การรายงานผลการดำเนินการวิจัย

การรายงานผลการวิจัยเป็นขั้นตอนการจัดทำรายงานการวิจัย นำเสนอ คณะกรรมการผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบแก้ไขให้ถูกต้องตามหลักวิชา ปรับปรุงแก้ไข

เสนอคณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ เพื่อขออนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

### 3.2 ระเบียบวิธีวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเรื่อง วิเคราะห์ระบบโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพสูงสุดตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยจึงกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีวิจัย ซึ่งจะประกอบด้วย แบบแผนการวิจัย โครงสร้างของระบบอินเทอร์เน็ต โครงสร้างของระบบระบบสัญญาณโทรทัศน์ โครงสร้างของสัญญาณดาวเทียม การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.2.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยเรื่องวิเคราะห์ระบบโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต จะเป็นการวิจัยในเชิงวิศวกรรม ในลักษณะการวิเคราะห์ถึงปัญหาเฉพาะกลุ่มตัวอย่างเดียว ไม่มีการทำแบบสำรวจ

#### 3.2.2 โครงสร้างของระบบอินเทอร์เน็ต

โครงสร้างของระบบอินเทอร์เน็ตนั้นมีหลายแบบ โดยผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ในส่วนโครงสร้างระบบ IPTV ( Internet Protocol Television ) ซึ่งจะมีทั้งระบบ Server ตัวเข้ารหัสสัญญาณตัวกลางส่งผ่านสัญญาณ และตัวถอดรหัสสัญญาณ มีขั้นตอนดังนี้

- วิเคราะห์ File Player ที่สามารถเปิดสัญญาณทางโทรทัศน์ได้
- วิเคราะห์โครงสร้างของอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการส่งสัญญาณ IPTV
- วิเคราะห์การออกแบบการเดินทางของสัญญาณจากสถานีส่ง ไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จนถึงไปยังผู้ใช้บริการ

#### 3.2.2 โครงสร้างของระบบโทรทัศน์

ในระบบการส่งสัญญาณ โทรทัศน์นั้น โดยจะเริ่มจากการทำ Production คือการไปถ่ายทำรายการ จากนั้นนำมาตัดต่อเพื่อให้ดูกระชับมากขึ้น จากนั้นก็จะส่งรายการที่เป็นต้นฉบับ ( Footage ) เพื่อส่งไปยังแผนกออกอากาศ เพื่อทำการส่งสัญญาณเข้าไปที่สถานีส่ง

ส่วนการส่งสัญญาณนั้นมีตัวกลางหลายประเภทเช่น เคเบิล ไมโครเวฟ สายอากาศ เป็นต้น แต่สิ่งที่ผู้ทำวิจัยจะนำมาทำการวิเคราะห์คือ โทรทัศน์ที่ผ่านการส่งสัญญาณดาวเทียม โดยจะวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ เช่น ย่านความถี่ เครื่องรับสัญญาณซึ่งจะมรขั้นตอนดังนี้

- สัญญาณที่ใช้กันในปัจจุบันทั้งแบบ Analog และ Digital
- วิเคราะห์การรับส่งสัญญาณโทรทัศน์จะกล่าวถึงประเภทของการส่ง
- วิเคราะห์ระบบ โทรทัศน์ดาวเทียม
- การพิจารณาการใช้เครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม

### 3.2.3 IPTV ( Internet Protocol Television )

IPTV เป็นนวัตกรรมใหม่ของการชมรายการโทรทัศน์ ผ่านทาง Network ของเครือข่าย Internet โดยการนำเอาระบบอินเทอร์เน็ต มาผนวกกับระบบของโทรทัศน์เข้าด้วยกันซึ่งจะมีขั้นตอนดังนี้

- วิเคราะห์โปรโตคอล (Protocol) ว่ามีกี่ประเภท และ โปรโตคอลตัวใดเหมาะแก่การใช้งาน

- วิเคราะห์สัญญาณโทรทัศน์ที่จะเข้าไปในเครื่องเข้ารหัส เพื่อเข้ารหัสจากสัญญาณดาวเทียม (RF) เป็นสัญญาณดิจิทัล (IP)

- วิเคราะห์คุณสมบัติของสัญญาณโทรทัศน์แบบดิจิทัล

### 3.2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์ระบบต่าง ๆ การจัดการในการทำ Operation System ทั้งในส่วน of ระบบ Network ระบบดาวเทียม Resource Signal

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จาก การรวบรวมข้อมูล และผลจากการปฏิบัติงานซึ่งจะแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- สัญญาณที่รับจากดาวเทียมว่ามีอัตราหรือว่าค่า Config อะไรบ้าง

- ระบบ Live Streaming Server ที่จะทำการ Encode คือการแปลงสัญญาณ RF หรือสัญญาณภาพและเสียงให้เป็นสัญญาณทาง Digital (IP)

- เมื่อเอาทั้ง 2 ระบบมารวมกันจึงจำเป็นต้องมีการตั้งค่าต่าง ๆ เพื่อให้สามารถรับชมได้

- การรับชมรายการผ่านเครือข่าย Internet

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอและผลของการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเรื่อง กรณีศึกษา วิเคราะห์ระบบโทรทัศนผ่านอินเทอร์เน็ต ที่มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระบบของอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของเครื่องมือ อุปกรณ์รวมทั้งส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาระบบการทำงานของสถานีที่ให้บริการ เพื่อวิเคราะห์ระบบออกอากาศรายการ โทรทัศน เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การชมรายการ โทรทัศนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบข้อมูลต่าง ๆ และการทดลองตามขอบเขตของการวิจัยแล้วคือ ระบบ IPTV ในส่วนงานของการออกอากาศและส่วนที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์รายการ โทรทัศนส่วนที่เป็นรายการสด กับรายการ โทรทัศนย้อนหลัง ซึ่งจะจำแนกผลของการวิเคราะห์ได้เป็นส่วน ๆ ดังนี้

#### 4.1 วิเคราะห์ส่วนของเครือข่ายที่ใช้กับระบบ IPTV

ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการ Operation IPTV นั้นมีหลายแบบอย่าง แต่ที่ใช้แล้วผู้วิจัยคิดและได้ทดลองการใช้งานแล้วพบว่า เครือข่ายที่เหมาะสมกับระบบก็คือ ADSL Bandwidth Speed อยู่ที่ประมาณ 1 Mbps เป็นอย่างต่ำ เพราะว่าถ้าความเร็วในการ Download ต่ำ จะทำให้ภาพที่รับเข้ามาเกิดการกระตุกของสัญญาณได้ หรือบางทีอาจต้องรอนานกว่าจะได้รับชม ส่วนที่เป็นเครือข่ายภายใน ก็ควรใช้ระบบ LAN เนื่องจากความเสถียร ของข้อมูลจะเดินทางได้ดีกว่ากับระบบ ไร้สาย (Wireless) อีกอย่างหนึ่งคือ ระบบ ไร้สายนั้นความเร็วในการ Download ของข้อมูล มีความไม่เที่ยงตรงกับความต้องการของระบบได้

## 4.2 วิเคราะห์คุณลักษณะเครื่องมือ และอุปกรณ์

ในการวิเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องแบ่งเป็นส่วน ๆ เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้มีความแตกต่างกัน ซึ่งจะมี 2 ส่วนดังนี้ ส่วนของแหล่งกำเนิดสัญญาณ ส่วนของระบบการ Operation

### 4.2.1 ส่วนของแหล่งกำเนิดสัญญาณ (Multisource)

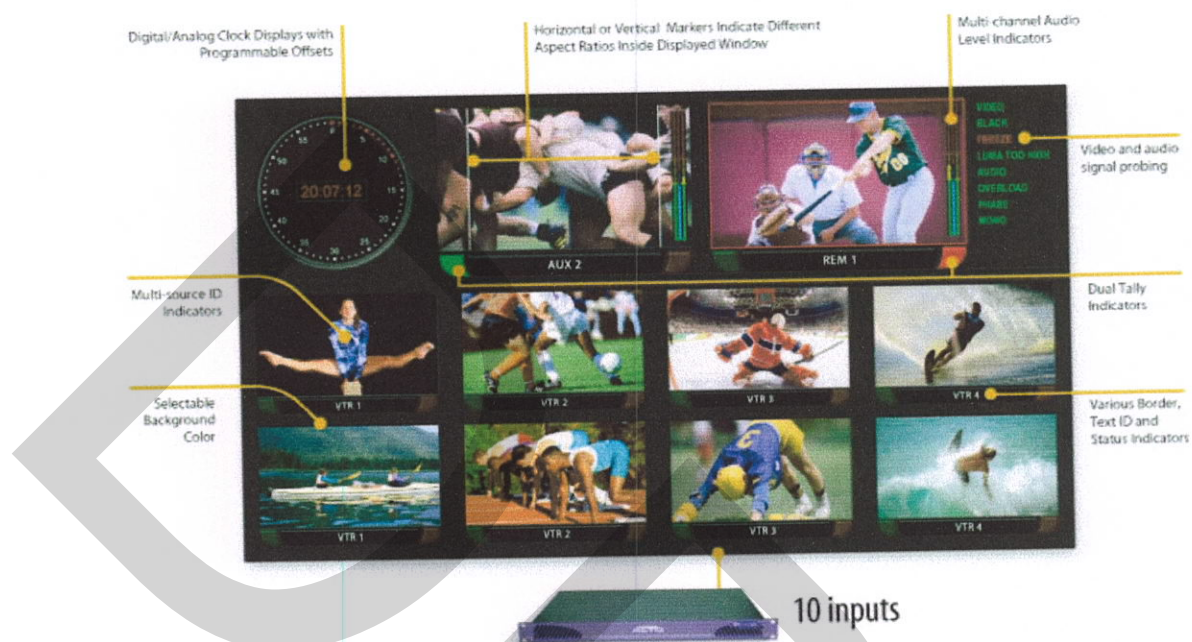
แหล่งกำเนิดสัญญาณนั้นมาจากหลายแหล่งด้วยกันเช่น สัญญาณดาวเทียม สัญญาณจากกล้องถ่ายวิดีโอ สัญญาณจากเครื่องเล่นแผ่น ฯลฯ เครื่องมือที่ใช้ในการรับสัญญาณดาวเทียมนั้นต้องมีคุณภาพในการรับสูง (High Quality) เพราะว่าจะต้องใช้สัญญาณภาพและเสียงที่มีความคมชัดสูงเป็นพิเศษในการรับสัญญาณดี ความไวในการรับสัญญาณสูง และต้องเป็นเครื่องรับที่อยู่ในระดับ Broadcast ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบด้วยเช่น งานรับสัญญาณ หัวรับสัญญาณ สายนำสัญญาณ รวมไปถึงหัวต่อต่าง ๆ ด้วย 1 เครื่องต่อ 1 ช่องสัญญาณดาวเทียม และสามารถตั้งค่าหรือกำหนดค่าต่าง ๆ ได้ เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่เป็นมาตรฐานของสัญญาณ เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมบางที่อาจเรียกว่า IRD : Integrate Receiver Decode ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม IRD

Router Switcher อุปกรณ์ตัวนี้เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรวมสัญญาณจากแหล่งกำเนิดทั้งหมด โดยการเรียบสัญญาณ Input อย่างเป็นระบบ เหตุที่ต้องมีอุปกรณ์ตัวนี้ก็เพราะว่า เอาไว้เลือกสัญญาณ ที่เข้ามาเพื่อนำไปออกอากาศ หรือเพื่อนำไปเข้าเครื่อง Encode

Multiviewer หรือเรียกว่า Monitor อุปกรณ์ตัวนี้ทำหน้าที่คอยสังเกตการณ์สัญญาณขาเข้า หรือว่ามาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณต่าง ๆ เช่น ถ้ามีสัญญาณ Input จากดาวเทียม วิดีโอไฟล์ ทีวีโปรดักชั่น เครื่องเล่นแผ่น ก็จะมี Input 4 Input CG (Computer Generator) 1 Input สํารอง 2 Input TV Preview 1 Input TV Program 1 Input ดังแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 แสดง Multiview ที่ใช้ในงาน monitor

Waveform monitor อุปกรณ์ตัวนี้เป็น Instrument หรือเครื่องมือวัดสัญญาณภาพ ส่วนมากจะใช้วัดในระบบ TV Production เพื่อปรับสัญญาณภาพให้อยู่ในระดับมาตรฐาน และเอาไว้วัดระดับของ Source ต่าง ๆ ที่เข้ามาซึ่งจะรวมทั้งแบบที่เป็น Analog และ Digital ดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 แสดงอุปกรณ์ Waveform ที่ใช้วัดระดับของสัญญาณ

#### 4.2.2 ส่วนของเครื่องมือที่ใช้ในระบบ Operation

เครื่องเข้ารหัส (Encoder) Digital Rapids โคลงชั่น สตริมแซด (streamZ) ซึ่งหมายถึงรวมถึงซอฟต์แวร์การทำสตริมของ Digital Rapids ซึ่งสามารถรองรับระบบการทำ codecs และ formats ที่แตกต่างกันได้ ซึ่งระบบการทำงานจะสามารถทำงานได้กับระบบของ Windows Media, Quicktime, Helix-based codecs, MainConcept MPEG-2, Sorenson, DivX, and Flash and H.264 encoding และ transcoding รองรับ SD/HD encodeรองรับการสตริมมิ่งสัญญาณได้มากกว่า 1 ช่องทางพร้อม ๆ กัน อาทิเช่น หากคุณมีสตริมมิ่งที่เป็น Flash Streaming Server และ Windows Media Service คุณสามารถสตริมไปทั้งสองปลายทางได้พร้อม ๆ กัน ในกรณีที่คุณเป็นผู้ให้บริการ IPTV เต็มรูปแบบ ทั้งแบบ Webbase และ Set top box base คุณสามารถปล่อยสตริมมิ่ง ได้ทั้งแบบ Multicast และ Unicast การถ่ายทอดสด (LIVE) ด้วยเทคโนโลยีการแพร่ภาพผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น ทั้งรูปแบบการออกอากาศสด เหมือนเป็นสถานีโทรทัศน์ ช่องหนึ่งที่อยู่ออกอากาศผ่านหน้าเว็บไซต์ หน่วยงานหรือองค์กรทั่วไป ในรูปแบบที่เรียกกันในช่วงวง ผู้ออกอากาศทั่วไปว่า เว็บทีวี (WebTV) เนื่องจากสามารถลดค่าใช้จ่ายจากเดิมที่ต้องส่งสัญญาณผ่านดาวเทียม และปลายทางสามารถรับชมได้ด้วยเครื่องรับโทรทัศน์ ก็เปลี่ยนการออกอากาศใน



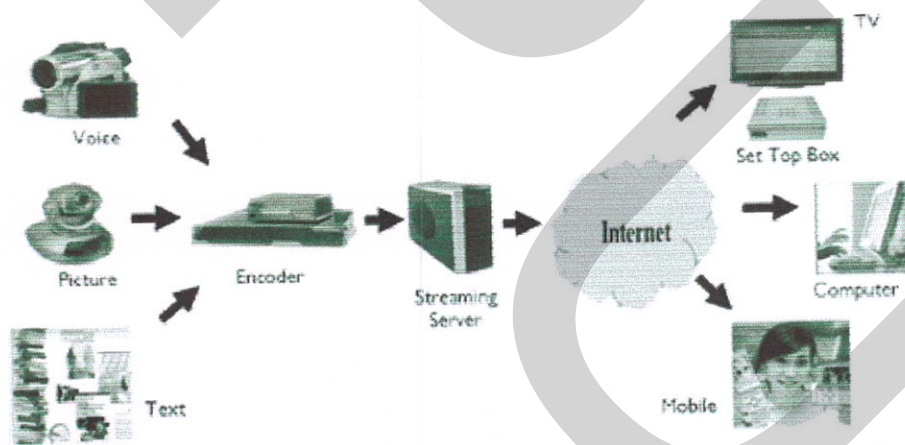
รูปแบบของ IP แทนซึ่งสามารถแพร่ภาพไปได้ทุกที่ที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ โดยไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในราคาแพง ไม่ต้องคำนึงถึงคำว่า Foot Print อีกต่อไป

เครื่องสตรีมมิ่ง (Streaming) ระบบสตรีมมิ่งนี้ จะสามารถใช้ร่วมกันได้กับ ระบบโซลูชันของซีเอ็มเอส (Content Management System : CMS) เพื่อที่จะใช้ในการจัดการกับข้อมูลต่างๆได้ ในระบบ Video on demand เครื่องรวบรวมและส่งต่อสัญญาณ (Streaming Server) การแพร่ภาพของสัญญาณทีวีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบของการถ่ายทอดสด (Live) และการให้บริการวีดีโอตามความต้องการ (VoD) ทั้งหมดนั้นต้องอาศัยการทำงานที่ส่วนรวบรวมและส่งต่อสัญญาณ (Streaming Server) เนื่องจากส่วนปล่อยสัญญาณนี้จะทำหน้าที่ในการเรียงข้อมูล และทยอยส่งข้อมูลตามลำดับที่ได้รับมา เป็นสัญญาณ ไอพีจากเครื่องต้นทาง (Encoder) ไปให้แก่ผู้รับชมปลายทางด้วยความสามารถเหล่านี้ ผสมกับความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อ (Bandwidth) หากเป็นรายการแพร่ภาพที่ได้รับความนิยมสูง การเฝ้ารอเพื่อรับชม ณ ขณะเดียวกัน (Concurrent User) ย่อมมีจำนวนสูงตามไปด้วย ระบบบริหารจัดการเนื้อหาและสมาชิก จุดเด่นอีกข้อสำหรับการแพร่ภาพในระบบสตรีมมิ่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในแง่ของการตลาดและผู้บริหารคือ สามารถทราบผลความนิยมของผู้รับที่มีต่อเนื้อหาที่แพร่ภาพได้แบบ Real time เลยทีเดียว เนื่องจากสามารถระบุได้ว่าขณะนี้ มีผู้รับชมช่องที่ออกอากาศอยู่นี้จำนวนกี่คน อยู่ที่ไหน รับชมมาแล้วนานเท่าไร และสามารถจำแนกเพศ หรืออายุได้เลยหากนำข้อมูลมาเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลสมาชิก มีผู้ให้บริการหลายเว็บไซต์ที่นำระบบวีดีโอสตรีมมิ่ง อีกประเภทหนึ่งนอกเหนือจากการสร้างช่องทีวีเป็นของตัวเอง คือการให้บริการ วีดีโอตามความต้องการ (Video on demand : VoD) ซึ่งประเภทของเนื้อหาส่วนใหญ่จะเป็นการนำรายการที่ออกอากาศแบบปกติแล้วมีเรตต์ดี มาให้บริการ เพื่อให้สามารถเรียกดูซ้ำได้ เวลาใดก็ได้ โดยคิดอัตราค่าบริการหลากหลายรูปแบบด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นการจ่ายเมื่อดู (Pay per view : PPV) หรืออาจจะเป็นการเก็บค่าบริการในฐานะสมาชิกคนหนึ่งในลักษณะเหมาจ่าย แบ่งอีกเป็นระดับขั้นของสมาชิก (Level) หรือจัดเป็นช่วง โปร โหมชั่น (Campaign Package) แล้วแต่กลยุทธ์ทางการตลาดของแต่ละเว็บไซต์ของแต่ละผู้ให้บริการ

DRM การเข้ารหัสเพื่อปกป้องเนื้อหาที่แพร่ภาพ (DRM) การแพร่ภาพผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสามารถทำได้อย่างกว้างขวาง และไม่จำกัดผู้ชม ดังนั้นผู้ให้บริการช่องทีวีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่เนื้อหาเป็นเรื่องเกี่ยวข้องกับลิขสิทธิ์ และเป็นทรัพย์สินทางปัญญา จึงพยายามปกป้อง

เนื้อหาที่แพร่ภาพด้วยการนำเทคโนโลยีความปลอดภัยด้านการเข้ารหัสมาใช้ (Digital Right Management: DRM) ซึ่งสามารถป้องกันได้ทั้งที่เป็นสัญญาณถ่ายทอดสด (Live) และเนื้อหาวิดีโอที่เข้ารหัสแล้วสำหรับให้บริการวิดีโอตามความต้องการ (VoD) ระดับการปกป้องเนื้อหาของการแพร่ภาพมีหลายระดับ และหลายวิธีเริ่มตั้งแต่การใส่กราฟฟิกซ้อนทับเนื้อหาวิดีโอ การใส่ลายน้ำในเนื้อหา หากเป็นรายการที่ถือว่าเป็นความลับขององค์กร นอกจากจะมีการระบุตัวตนของผู้ชมด้วยชื่อและรหัสผ่านแล้ว จำเป็นต้องมีการเช็คหมายเลขของฮาร์ดแวร์ที่ใช้รับชม (MAC Address) ด้วย เทคโนโลยีการถอดรหัสความปลอดภัย นอกจากนี้ผู้ให้บริการยังกังวลถึงการสร้างสำเนาเนื้อหาที่ออกอากาศไปเผยแพร่ต่อ ด้วยสื่อภายนอก เช่นการตั้งกล่องวิดีโอจับภาพที่จอแสดงผล เทคโนโลยีการเข้ารหัสเพื่อความปลอดภัยยังสามารถแสดงผลเพื่อแสดงตัวตน ของเครื่องรับชมต้นทางไว้ที่เนื้อหา ของสัญญาณที่แพร่ภาพ เพื่อให้ทราบว่าสัญญาณถูกทำสำเนามาจากที่ใด

#### 4.3 วิเคราะห์สถานภาพโดยทั่วไปของโครงสร้าง IPTV



ภาพที่ 4.4 แสดงสถานภาพโดยทั่วไปของโครงสร้าง IPTV

ในโครงสร้างตามภาพที่ 4.4 แสดงสถานภาพโดยทั่วไปของโครงสร้างของ IPTV ทางผู้วิจัยได้วิเคราะห์ออกมาเป็น Section ต่าง ๆ 4 Section ดังนี้

#### 4.3.1 Multisource

คือแหล่งกำเนิดสัญญาณในทั้งนี้ Source ที่นำมาใช้งานนั้นจะมีความแตกต่างกันตรงที่ประเภทของการรับชมคือ ถ้าชมรายการโทรทัศน์ที่เป็นรายการสดก็จะรับจาก Source สัญญาณความเต็ม สัญญาณจาก Studio เครื่องเล่นเทป เป็นต้น ซึ่งสัญญาณที่เหมาะสมกับเครื่องเข้ารหัส (Encode) ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป ถ้าเป็นรายการย้อนหลัง Source ที่จะนำมาใช้จะได้จากการบันทึกในรูปแบบไฟล์วิดีโอ ซึ่งไฟล์ดังกล่าวจะถูกบันทึกจาก Source จากที่ใดก็ได้แต่สิ่งที่จำเป็นก็คือ ต้องเป็นไฟล์วิดีโอเท่านั้น ส่วนไฟล์ที่บันทึกไว้จะถูกเก็บไว้ใน Tank Storage หรือ Server Playback เพื่อรอเรียก Code จาก End User

#### 4.3.2 Head end

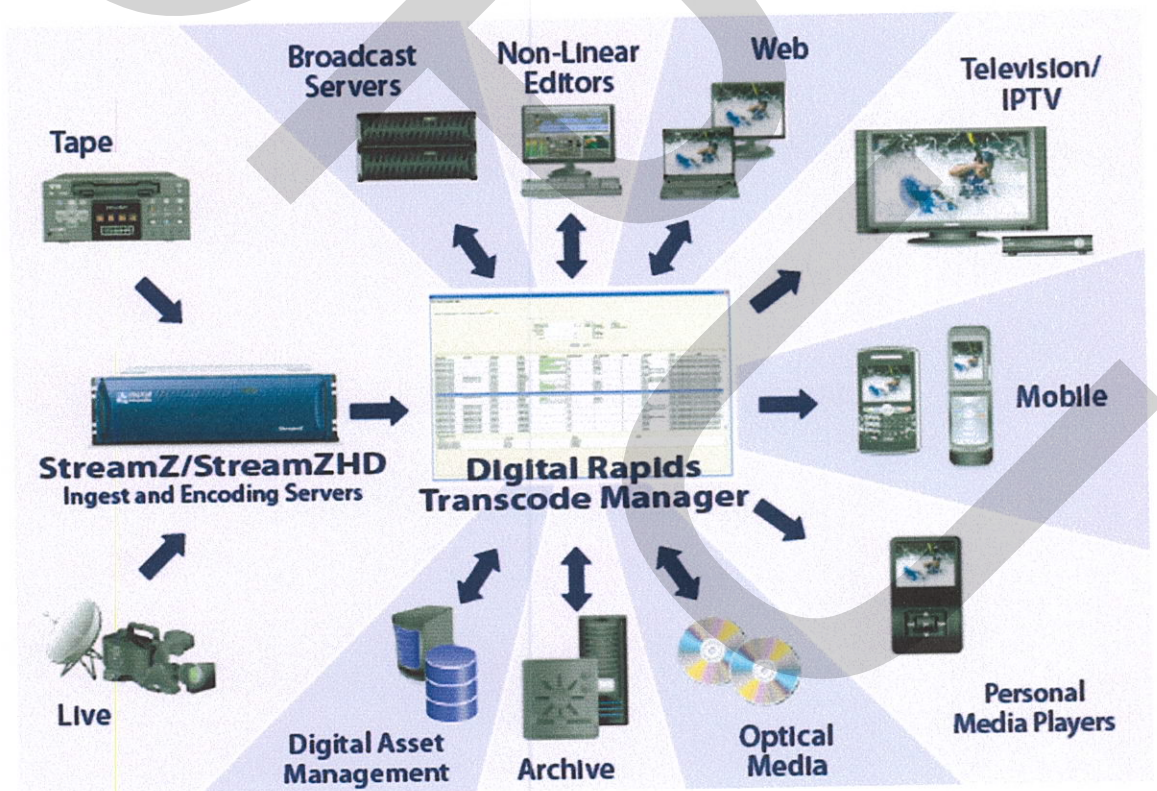
พอมาถึงในส่วนนี้ จะเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งโดยเริ่มจากการเข้ารหัส (Encode) ไม่ว่าจะสัญญาณจากแหล่งกำเนิด (Source) ที่นำเข้ามาจะเป็นในรูปแบบใดก็ตาม เจ้าตัวเข้ารหัสตัวนี้ก็จะทำการเข้ารหัสจากไฟล์วิดีโอเป็น ข้อมูล (Data) ออกมาเป็นสัญญาณ Internet Protocol (IP) หรือเรียกอีกอย่างว่าการแปลงไฟล์ ส่วนไฟล์ที่ถูกเข้ารหัสไปแล้วนั้นจะถูกส่งผ่านด้วยระบบเครือข่ายภายใน (LAN) ซึ่งการเข้ารหัสนั้นผู้ใช้หรือผู้กำหนดค่า Config ต้องทำการกำหนดค่าต่าง ๆ เช่น Bit rate , Frame rate , Quality , Sound และต้องมีเครื่องมือวัด (Instrument) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของสัญญาณด้วย

เมื่อผ่านการ Encode เรียบร้อยแล้วก็จะมาผ่านกระบวนการ Streaming Server กระบวนการนี้ จะทำหน้าที่ รวบรวมและส่งต่อสัญญาณ (Streaming Server) การแพร่ภาพช่องสัญญาณทีวีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบของการถ่ายทอดสด (Live) และการให้บริการวิดีโอตามความต้องการ (VoD) ทั้งหมดนั้นต้องอาศัยการทำงานที่ส่วนรวบรวมและส่งต่อสัญญาณ (Streaming Server) เนื่องจากส่วนปล่อยสัญญาณนี้จะทำหน้าที่ในการเรียบเรียงข้อมูล และทยอยส่งข้อมูลตามลำดับที่ได้รับมา เป็นสัญญาณไอพีจากเครื่องต้นทาง (Encoder) ไปให้แก่ผู้รับชมปลายทางด้วยความสามารถเหล่านี้ ผนวกกับความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่อ (Bandwidth)

หลังจากสัญญาณถูก Streaming Server แล้ว ก่อนที่สัญญาณจะถูกส่งเข้าไปยังโครงข่าย ต้องผ่านการ Transcode Manager และ Broadcast Manager ดังแสดงในภาพที่ 4.2 แสดงรูปแบบ Transcode Manager และ Broadcast Manager

Transcode Manager ก็จะทำหน้าที่โปรแกรมจัดการสั่งการแปลง format ไฟล์จาก ส่วนกลาง (Centralize) กรณีที่มีเครื่องจำนวนมาก ๆ และต้องการสั่งงานเครื่องเหล่านั้นให้เก็บ Archive ไฟล์ขณะ Live หรือ แปลง format ที่มีอยู่ให้ได้หลากหลาย format แบบอัตโนมัติ

Broadcast Manager ก็จะทำหน้าที่ เป็นซอฟต์แวร์เกี่ยวกับการจัดการ เครื่อง Server ใน กรณีมีเครื่องจำนวนมากกว่าสองเครื่อง ไปจนกระทั่งระดับองค์กรขนาดใหญ่ที่มีจำนวนเครื่องเป็น ร้อย โดยจะทำการป้องกันการล้มเหลวของระบบ และคอย monitor และแจ้งเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้อง กรณีเครื่องมีปัญหา ที่ระบบไม่สามารถจัดการได้แบบอัตโนมัติ



ภาพที่ 4.5 แสดงรูปแบบ Transcode Manager และ Broadcast Manager

#### 4.3.3 Network

หรือโครงข่ายอินเทอร์เน็ต ในประเทศไทยผู้ที่ให้บริการเช่าช่องสัญญาณอินเทอร์เน็ต คือ TOT , CAT หรือที่เรียกว่า ISP (Internet Service Provider) ซึ่งเป็นผู้ที่ให้บริการเช่าช่องสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Bandwidth) ในปัจจุบันประเภทของอินเทอร์เน็ตมีหลายประเภท ในแต่ละประเภทก็ใช้งานที่แตกต่างกันไป แต่ที่ระบบที่เหมาะสมกับการใช้งานของ IPTV นั้นจะเป็นตระกูล xDSL ในตระกูลนี้จะแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ อีก แต่ประเภทที่จะใช้คือ ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) ความต้องการความเร็วต้องมีไม่น้อยกว่า 1 Mbps เพราะเมื่อเวลาชมรายการต่าง ๆ แล้วถ้าความเร็วในการ Download มีไม่เพียงพอกับความต้องการของระบบ ก็จะทำให้ไม่สามารถดูรายการโทรทัศน์ได้ หรือถ้ารับได้ก็อาจจะเกิดปัญหาทำให้ภาพกระตุก ค้าง เป็นต้น ระยะทางและอัตราความเร็วของ ADSL ระยะทางมีผลต่ออัตราความเร็วในการให้บริการของ ADSL เป็นอย่างมากโดยมีปัจจัยหลายประการเช่นขนาด ความยาวสาย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด อุปกรณ์ Bridge Taps รวมไปถึงการกวนกันของอุปกรณ์ Cross-Coupled ที่เป็นเช่นนี้ เนื่องจาก ความเสื่อมถอย (Attenuation) ของสัญญาณเกิดขึ้น เมื่อความยาวของสายทองแดงมีมากขึ้น รวมทั้งความถี่ ซึ่งค่านี้จะลดลงเมื่อเพิ่มขนาดของสาย แต่หากไม่ใช้ Bridge Taps อัตราความเร็วของ ADSL

#### 4.3.4 End User

จะเป็นในส่วนสุดท้ายของระบบ IPTV ก็คือในส่วนของผู้ใช้บริการหรือการรับชมรายการโทรทัศน์นั้นต้องมีอุปกรณ์รับสัญญาณอินเทอร์เน็ตและอุปกรณ์ถ่ายทอดสัญญาณ เช่น Modem , Computer PC , Computer Notebook , Set-top-Box เป็นต้น โดยการรับชมรายการโทรทัศน์จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบรับชมผ่านคอมพิวเตอร์ กับแบบ รับชมผ่านเครื่องรับสัญญาณ (STB)

การรับชมรายการโทรทัศน์แบบผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ จะทำได้จากการเข้าไปในเว็บไซค์นั้น ๆ แล้วเข้าไปทำการ Register ก่อนเพื่อให้ทางเว็บไซค์ ได้ส่ง Username กับ Password มาให้ แต่บางเว็บไซค์ก็ไม่ต้องสมัครเป็นสมาชิก จากนั้นก็สามารถเข้าไปเลือกชมรายการได้เลย

การรับชมรายการผ่าน STB (Set-top-Box) ซึ่งอุปกรณ์ตัวนี้ไม่ต้องนำไปต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่จะนำสัญญาณอินเทอร์เน็ตจากระบบ LAN โดยผ่าน ADSL Modem โดยช่อง

Input ของ STB นั้นจะเป็นหัว RJ-45 ส่วนสัญญาณ Output จะเป็นสัญญาณ AV (Audio , Video ) ซึ่งสัญญาณนี้เราจะนำไปต่อเข้ากับเครื่องรับโทรทัศน์ตามบ้านได้เลย ซึ่งตัว STB จะถูกควบคุมโดย Remote control STB ในแต่ละรุ่นจะมีการทำ Port Output

#### 4.4 วิเคราะห์ส่วนของรูปแบบของวิดีโอไฟล์ (Format Type)

ในรูปแบบวิดีโอไฟล์มีหลายรูปแบบหลายประเภทหลายคุณสมบัติ และการนำไฟล์ต่าง ๆ มาใช้งานนั้น ต้องคำนึงถึงความจำเป็น และความเหมาะสมกับงานตัวอย่างเช่น AVI , Mpeg , Mov , 3GP , FLV , H.264 เป็นต้น ผู้วิจัยจะวิเคราะห์ไฟล์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานในระบบ การ Encoding File เพื่อนำไฟล์นั้นไปทำการ Streaming Server

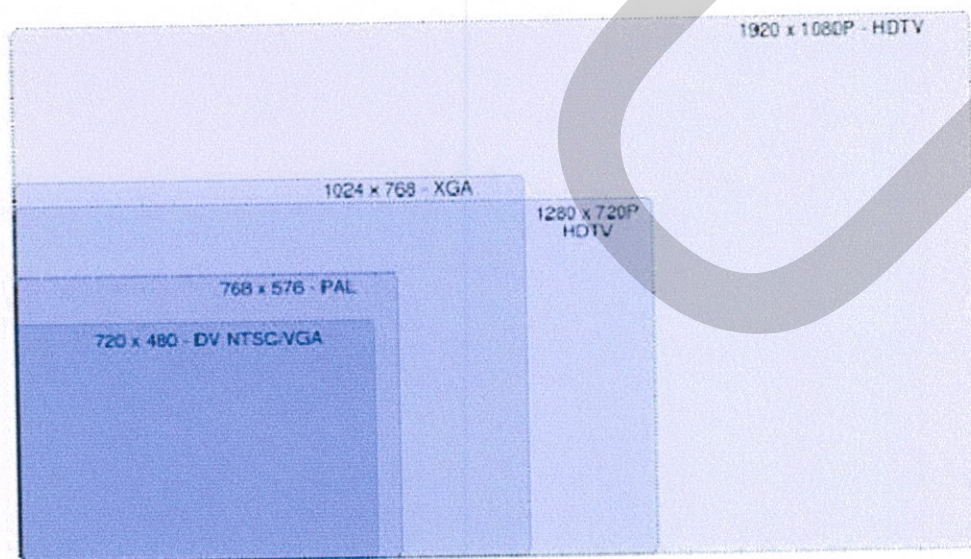
4.4.1 AVI : Audio – Video Interleaved ไฟล์ประเภทนี้เป็นไฟล์ที่ถูกบันทึกโดยเครื่องอัดวิดีโอ หรือกล้องถ่ายภาพเคลื่อนไหวซึ่งมีคุณสมบัติคือ เป็นไฟล์ที่มีขนาดใหญ่ ความคมชัดสูง ไฟล์ AVI เป็นไฟล์ดิบจึงเหมาะแก่การนำไปตัดต่อ ไฟล์นี้จึงเหมาะแก่การใช้ในรายการสด ได้

4.4.2 MPEG ไฟล์วิดีโอ MPEG ย่อมาจาก Moving Picture Experts Group โดยเป็นรูปแบบของการบีบอัดไฟล์ภาพวิดีโอซึ่งได้รับการพัฒนาให้เป็นมาตรฐาน โดยไฟล์ในรูปแบบ MPEG จะถอดรหัสโดยใช้ความสามารถของฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ ไฟล์วิดีโอในแบบ MPEG ใช้หลักการบีบอัดจากอัตราการเล่นภาพเป็นเฟรมๆ แทนที่จะบันทึกภาพในทุกๆเฟรมซึ่งทำให้ต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บมาก การบีบอัดไฟล์แบบ MPEG ได้รับการบีบอัดข้อมูลโดยการเข้ารหัสที่เรียกว่า DCT โดยไฟล์ในแบบ MPEG อาจมีการสูญเสียข้อมูลบางส่วนจากการบีบอัด ไฟล์ MPEG แบ่งออกเป็นอีก 4 ประเภทได้แก่ MPEG – 1 หรือที่เรียกว่า Video CD จะเป็นรูปแบบการบีบอัดไฟล์ในมาตรฐาน MPEG- 1 ที่มีความละเอียดของภาพที่ 352 X 240 ที่ 30 เฟรมต่อวินาที ( fps) ซึ่งเปรียบได้กับคุณภาพการแสดงผลวิดีโอแบบ VCR video , MPEG – 2 หรือที่เรียกว่า DVD ขึ้น MPEG- 2 มีความละเอียดมากขึ้น นั้นหมายถึงภาพที่ออกมามีสัดส่วนที่ใหญ่ขึ้นเท่ากับ 720 x 480 และ 1280 x 720 ที่ 60 fps โดยคุณภาพเสียงเทียบเท่ากับซีดี ซึ่งมาตรฐานนี้เป็นที่ยอมรับและสามารถเล่นบนหน้าจอโทรทัศน์ได้, MPEG – 3 หรือ MP3 ซึ่งเป็น ไฟล์เสียงนั่นเอง , MPEG – 4 เป็นการบีบอัดไฟล์ในรูปแบบอนกอร์ทิม ซึ่งเป็นการพัฒนามาจาก MPEG – 1 และ MPEG - 2

4.4.3 H.264 หรือ MPEG-4 AVC (Advance Video Coding) video compression standard หรือ MPEG-4 part 10 เป็นการบีบอัดวิดีโอแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นตระกูลเดียวกัน กับ MPEG-123 ซึ่งใช้ DCT (Discrete Cosine Transform) เหมือนกัน (เรียน integrate หลาย ๆ ชั้นก็เพื่อการนี้) แต่ความพิเศษ ของ H.264 จะอยู่ที่อัตราการบีบอัดที่มากขึ้น แต่คุณภาพสูงกว่า เท่าที่ลองใช้มา จะบีบอัดได้ โดย bandwidth จะลดลง ราว 4 เท่า เช่น DVD ที่ 4 Mbps จะ ลดลงเหลือ 1Mbps เป็นต้น ทั้งนี้ขึ้นกับค่าที่ตั้ง ซึ่งความจริงนั้น H.264 มีมาตรฐาน ที่บ่งบอกคุณสมบัติและมาตรฐานการบีบอัดเพื่อให้เข้ากันได้ ซึ่งเรียกว่า Profile และ Level โดยจะมีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ต่างกัน Profile เป็นมาตรฐานที่บ่งบอกคุณสมบัติของ H.264 โดยแต่ละ profile จะมีคุณสมบัติ หรือ Feature ต่าง ๆ กัน เช่น Chroma Format , B-frame เป็นต้น

Level เป็นมาตรฐานที่บ่งบอกระดับความสามารถในการแสดงผลที่ Profile ต่าง ๆ เช่น Resolution และ bitrates ของ Video ตัวอย่างเช่น H.264/MPEG-4 AVC Main Profile Level 3 หมายความว่า มีคุณสมบัติในการ Encode ตามมาตรฐาน Main Profile และแสดงผลได้สูงสุดที่ 720x576 ที่ 25 fps (PAL) หรือ 720x480 ที่ 30fps (NTSC) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใช้สำหรับ H.264 Standard Definition

#### 4.5 วิเคราะห์ส่วนของขนาดของสัญญาณภาพ (Frame rate)



ภาพที่ 4.6 แสดงขนาดของสัญญาณภาพในระดับที่แตกต่างกัน

ขนาดของสัญญาณภาพมีความแตกต่างกันในหลายระดับด้วยกันดังแสดงในภาพที่ 4.3 ซึ่งจะแบ่งแยกความใหญ่ของภาพ (Pixels) ประเภท การรับชม การนำมาใช้งานในระบบ Encoding ในการ Encoding เราจะคำนึงถึงความต้องการของระบบอินเทอร์เน็ต ความต้องการของ Hardware ของผู้ใช้งานในเมื่อความต้องการแตกต่างกัน ดังนั้น เราจึงทำการ Encoding ไฟล์ที่มีความแตกต่างกันออกไปด้วย

- 720 X 480 เป็นขนาดของภาพในระดับ VGA
- 720 X 576 เป็นขนาดของภาพในระดับ VGA ขนาด 4 : 3 ในระบบ PAL
- 1024 X 768 เป็นขนาดของภาพในระดับ XVGA ขนาด 4 : 3 ซึ่งมาขนาดใหญ่มากกว่า 720 X 576
- 1280 X 720p เป็นขนาดของภาพในระดับ HDTV (High Definition) ขนาดภาพ 16 : 9
- 1920 X 1080p เป็นขนาดของภาพในระดับ Full HDTV ขนาดของภาพ 16 : 9

4.5.1 ถ้าผู้ใช้จะทำการรับชมผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ ความเร็วของอินเทอร์เน็ตที่วิ่งเข้าไปที่เครื่องคอมพิวเตอร์เท่ากับ 1 Mbps ทางสถานีส่งก็จะทำการ Encoding ไฟล์ให้มีขนาดต่ำไปด้วยคือ ใช้อัตรา Bit rate อยู่ที่ 512 Kbps – 1 Mbps ใช้อัตรา Frame rate อยู่ที่ 352 X 240 หรือ 720 X 480

4.5.2 ถ้าผู้ใช้จะทำการรับชมผ่านเครื่อง STB : Set-top-Box ในอัตราความเร็วที่เท่ากันคือ 1 Mbps ทางสถานีส่งจะทำการ Encoding เป็นอย่างต่ำ ในอัตรา Bit rate อยู่ที่ 1 Mbps ใช้อัตรา Frame rate อยู่ที่ 720 X 480 เป็นอย่างต่ำ

ทั้งนี้ผู้ใช้สามารถเลือกการรับชมได้ว่าจะเลือกขนาดไหนก็ได้ เพราะว่าทางสถานีส่งก็จะทำการ Encoding ในรูปแบบที่แตกต่างกันไป

#### 4.6 วิเคราะห์การชมรายการโทรทัศน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

ในการเลือกชมรายการโทรทัศน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตนั้นมีหลายวิธีเช่น รับชมจากอินเทอร์เน็ตที่ต่อจากเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือจาก IP-Settopbox การรับชมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามบ้านเรือน มีวิธีการที่ไม่ยากนัก โดยเริ่มจากเข้าเว็บไซต์ที่ให้บริการ IPTV บางที่ต้องเข้าไปลงทะเบียนก่อน บางที่ก็ไม่ต้องลงทะเบียน พอเข้าไปที่หน้าเว็บแล้ว หน้าเว็บจะมีให้เลือกฟังชั่น การใช้งานซึ่งจะมีไอคอนเป็นรูปโลโก้ของช่องรายการโทรทัศน์ แล้วเราก็เข้าไปคลิก



ได้โดยพอลิกลีกร์แล้วต้องให้โหนด Buffer ให้ได้สักกระยะหนึ่งก่อนภาพที่เข้ามาถึงมีความรื่นไหล  
รับชมจาก IP Set-top-box อันนี้มีลักษณะคล้ายเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม แต่จะแตกต่างก็ต้องที่  
ฟังก์ชันการใช้งาน การใช้งานก็มีความยากพอสมควรลักษณะการใช้งานก็จะคล้ายกับเลือกที่หน้าเว็บ  
นั้นแหละ ก็จะมีไอคอน ที่แสดงลักษณะที่เป็น โลโก้ของชอรายการโทรทัศน์ แต่ว่าไม่ต้องสัญญาณ  
Buffer ดูรายการได้เลย

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง “กรณีศึกษา วิเคราะห์โทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต” มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาระบบของอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์ เพื่อวิเคราะห์คุณลักษณะของเครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาระบบการทำงานของสถานีที่ให้บริการเพื่อวิเคราะห์ระบบออกอากาศรายการโทรทัศน์ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การชมรายการโทรทัศน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยในเชิงวิศวกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และวิจัยในส่วนต่าง ๆ ของระบบตามขอบเขตที่ได้กำหนดไว้ คือ ระบบ IPTV ในส่วนงานของการออกอากาศ วิเคราะห์รายการโทรทัศน์ส่วนที่เป็นรายการสด กับรายการโทรทัศน์ย้อนหลัง โดยข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์ได้จากหลายแหล่งเช่น วารสารจากอินเทอร์เน็ต หนังสือเกี่ยวกับการวางระบบเครือข่าย จากผู้เชี่ยวชาญ และจากประสบการณ์ของผู้วิจัย ที่ได้จากการทำงานในด้านนี้

#### 5.1 สรุปผลของการวิจัย

ในการศึกษาระบบของอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการส่งสัญญาณโทรทัศน์นั้นต้องอาศัยหลักการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของระบบที่มีอยู่ในปัจจุบันว่ามีศักยภาพมากแค่ไหน จึงจะเหมาะสมกับความต้องการ ในด้านคุณลักษณะ ประสิทธิภาพของเครื่องมือ อุปกรณ์ รวมทั้งส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ก็มีผลประกอบกับสภาพแวดล้อมของระบบด้วย การทำงานของผู้ที่ให้บริการจะต้องมีเครื่องมือ และกระบวนการผลิตที่เป็นไปตามขั้นตอนทุกประการ เพื่อลดข้อผิดพลาดจากส่วนต่าง ๆ ให้ได้มากที่สุด ส่วนระบบการออกอากาศรายการโทรทัศน์เป็นพื้นฐานของ IPTV ที่จะใช้เป็นแหล่งกำเนิดของสัญญาณ (Source) ไม่ว่าจะได้จากกล้องในสตูดิโอ จากไฟลัวิดีโอ หรือจากสัญญาณดาวเทียม เป็นต้น เพื่อให้ได้รู้ว่าสัญญาณที่เข้ามานั้นเป็นอย่างไร ซึ่งจะได้ทำการตั้งค่าเข้ารหัสให้ได้มีคุณภาพดีที่สุด ทั้งนี้ได้ศึกษาและวิเคราะห์การชมรายการโทรทัศน์ผ่านระบบ

อินเทอร์เน็ต ผู้ใช้จะต้องมีความรู้พอสมควรในเรื่องของการใช้อินเทอร์เน็ตพื้นฐาน เพื่อให้ง่ายต่อการชมรายการโทรทัศน์

## 5.2 อภิปรายผลการศึกษา

### 5.2.1 ความเป็นไปได้ของการรับชมรายการโทรทัศน์อินเทอร์เน็ต

ซึ่งผ่านกระบวนการ Operation System โดยใช้โครงข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลางในการเดินทางของสัญญาณนั้น มีความเป็นไปได้ในระดับที่ไม่สูงมากนัก เนื่องจาก ถูกข้อจำกัดทางเครือข่ายหมายความว่า สัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ตามบ้านเรือนมีความเร็วของการ Upload ต่ำ ซึ่งทางผู้ให้บริการจะกำหนดค่านี้มาประมาณ 512 Kbps เท่านั้น จึงทำให้คุณภาพของสัญญาณภาพที่ออกมาต่ำ ส่วนเรื่องความคมชัดนั้นประมาณปานกลาง เมื่อถูกข้อจำกัดดังกล่าวแล้ว ปัญหาที่ตามมา ก็คือการเลือกใช้เครื่องมือ การกำหนดค่าต่าง ๆ ซึ่งผู้วิจัยจะกล่าวสรุปในหัวข้อถัดไป

### 5.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการ Operation System

เนื่องจาก IPTV เป็นการ Operation ทางโทรทัศน์ในรูปแบบหนึ่ง ฉะนั้นเครื่องมือที่ใช้จะต้องเป็นเครื่องมือที่ใช้งานเฉพาะทางเท่านั้น หมายความว่า เครื่องมือต้องมีความเสถียรของการทำงานสูง ทนต่ออุณหภูมิได้ดี เช่น เครื่องเข้ารหัสสัญญาณ ต้องสามารถเข้ารหัสไฟล์ได้หลายประเภทและต้องมี Function ที่ทำงานได้ทุกรูปแบบ เครื่อง Streaming Server เครื่อง DRM เป็นต้น เครื่องมือแต่ละชิ้นในแต่ละส่วนต้องสามารถใช้งานร่วมกันได้ และเหมาะสมกับแนวความคิดของการทำงาน สำหรับรายการโทรทัศน์ย้อนหลังนั้นต้องมีเครื่องบันทึกข้อมูล (Storages Tank) ที่มีขนาดใหญ่พอสมควร เพื่อไว้เก็บรายการโทรทัศน์ที่ถูกบันทึกได้เพื่อรอการเรียกจากผู้ใช้

### 5.2.3 การใช้งานและการรับชมของผู้ใช้งาน

ในการรับชมรายการโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ตนั้น ผู้ใช้งานจะต้องมีคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง มีสัญญาณอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง (High Speed Internet) ADSL ความเร็วตั้งแต่ 1 Mbps เป็นอย่างต่ำ ผู้ใช้งานสามารถเลือกรับชมรายการต่างๆ ได้โดยการคลิกเข้าไปที่ไอคอนของสถานีนั้น ๆ หลังจากนั้นต้องรอ Upload Buffer เพื่อรอให้ทางสถานีปล่อยสัญญาณเข้ามา ผู้ใช้สามารถทำได้หลายอย่างเช่น สามารถปรับเปลี่ยน Skin หน้าตาได้ เปลี่ยนภาษา ค้นหาข้อมูลจากเว็บที่เป็นพันธมิตรได้ IPTV สามารถใช้งานผ่านทางอุปกรณ์ได้หลากหลาย ซึ่ง ต้องเป็นอุปกรณ์ที่สามารถ

เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย Internet ได้ ไม่ว่าจะเป็น เครื่องคอมพิวเตอร์ PC, Notebook, PDA, Mobile หรือกล่องอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ โทรทัศน์ (Set-top-Box) ซึ่งรูปแบบในการเชื่อมต่อที่หลากหลายนี้ จะทำให้ลดข้อจำกัดในการรับชมข้อมูล ข่าวสาร และความบันเทิงต่างๆ ได้ ขอเพียงให้สามารถเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่าย Internet IPTV สามารถขยายช่องทางการตลาด ได้มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้านการโฆษณา ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการโฆษณาผ่านทางสื่อ โทรทัศน์เดิมที่มีราคา Airtime สูงมาก IPTV สามารถสร้างความหลากหลายในการให้บริการ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดการเรียนการสอน ผ่านทาง IPTV ทำให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับอาจารย์ผู้สอน และสามารถวัดผลผู้เรียนได้

5.2.4 ปัญหาจากการใช้บริการ ในปัจจุบัน เทคโนโลยี IPTV ยังไม่ค่อยได้มีการพัฒนาระบบมากเท่าใดนัก เครื่องมือที่ใช้ในการ Operation System มีราคาที่สูงพอสมควร ระบบโครงข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีข้อจำกัดด้านความเร็วในการ Upload หรือ Download การแพร่ภาพหรือการโฆษณาให้ประชาชนรับรู้เรื่องของเทคโนโลยี IPTV เท่าใดนัก

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากกรณีศึกษา วิเคราะห์ระบบโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการ Operation และเพื่อการรับชมรายการ โทรทัศน์ในรูปแบบใหม่ที่เป็นในลักษณะ สื่อประสม (Multimedia) และเพื่อเป็นแนวทางการทำวิจัยครั้งต่อไปดังนี้

5.3.1 จากผลของการวิจัยพบว่า การ Operation นั้น มีขั้นตอนหลายขั้นตอนทำให้กระบวนการผลิตมีความล่าช้า และอาจเกิดข้อผิดพลาดได้ ซึ่งถ้าเกิดผิดพลาดขึ้นมาแล้ว การที่จะหาจุดที่ผิดพลาดนั้นก็มีความยากพอสมควร

5.3.2 จากผลของการวิจัยพบว่า ในระบบเครือข่ายของประเทศไทยยังมีความล่าช้ากับประเทศที่พัฒนาแล้วเช่น จีน ญี่ปุ่น อเมริกา ฮองกง เป็นต้น เนื่องจากถูกกักจาดหลายๆ เรื่องเช่น ด้วยกฎหมาย ด้วยเครื่องมือ บุคลากร เป็นต้น และไม่ค่อยมีความสามารถเท่าไร เมื่อเทียบกับต่างประเทศ เพื่อที่จะให้การชมรายการโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต มีคุณภาพจึงต้องมีการ อัปเดตหรือว่าพัฒนาระบบให้ดีกว่าปัจจุบัน

5.3.3 จากผลของการวิจัยพบว่า ผู้ใช้อินเทอร์เน็ตยังไม่ค่อยมีความรู้ในเรื่องของ การรับชมรายการโทรทัศน์ผ่านอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการรับชม มีขั้นตอนต่าง ๆ อีกทั้งสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่บ้านยังมีความเร็วที่ยังไม่เพียงพอกับระบบที่ปล่อยออกไป

สรุป

กรม  
การ  
การ  
การ

กรรมการ

## บรรณานุกรม

ภาษาไทย

### หนังสือ

ประสิทธิ์ ทิฆมพุดิ. (2549). การออกแบบระบบสื่อสาร. กรุงเทพฯ : โครงการ ไอซีที –

เทเลคอมออนไลค์.

แอนดรูว์ เจ.อี้อปเปล. (2547). ฐานข้อมูลเข้าใจง่าย. โดย เกรียงศักดิ์ หงษ์ชุมแพ. กรุงเทพฯ : เอ.

อาร์.อินฟอร์เมชัน แอนด์ พับลิเคชัน.

แอนดรูว์ เอส.ทานินเบิม. (2547) เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์. โดย สัตยยุทธ์ สว่างวรรณ. กรุงเทพฯ :

เพียรสัน เอ็ดดูเคชัน อินโคไรนา.

### สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช. โครงการการค้นสารสนเทศ. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2552,

<http://ctestream02.stou.ac.th/>

ระบบโทรทัศน์ดิจิทัล (Digital Television) DTV. (2548). สืบค้นเมื่อ 4 กุมภาพันธ์ 2552, จาก

<http://www.ubmthai.com/leksoundsmf3>

## ภาษาต่างประเทศ

## BOOKS

Black, U. 1987.**Computer Networks: Protocol, Standards and interfaces.** Inglewood Cliffs,  
N.J.Prentice-Hall,Inc.

C.C.I.R. 1985.**Handbook on Satellite Communication** (Fixed-Satellite Service). Geneva :  
Internation Radio Consultative Committee.

O'Driscoll, Gerard. 2008.**Next generation IPTV serveices and technologies.** Hoboken, N.J :  
Wiley-Interscience. C.

Terplan K., 1987. **Communication Network Management.** Englewood Cliffs, N.J. : Prentice  
Hall, Inc.



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล

นายพนา สุวรรณประทีป

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

วิทยาเขตนนทบุรี สาขา เทคโนโลยีโทรคมนาคม

ปีที่สำเร็จ พ.ศ. 2548

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

วิศวกร ระบบออกอากาศ มีหน้าที่ควบคุมการออกอากาศ

ที่สถานีโทรทัศน์เพื่อเศรษฐกิจและการลงทุน

(Money Channel) ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

ประการณ์ ผลงานทางวิชาการ

- ฝึกงานที่ สถานีโทรทัศน์กองทัพบก ช่อง 5

- โครงการทุนสำรวจได้นำ