สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไอพีวิดีโอโฟน

IP-Videophone

โดย

นายณรงค์ คำเขื่อน

นางสาวนุสรา พิริตขยันกล้า

ว455
ณ211ค
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72243
วัน,เดือน,ปี 12 มิ.ย. 2550

b 11765634
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IP-Videophone

By

Mr. Narong KamKhuen

Ms. Nusara Phichitkhayankla

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ไอพีวิดีโอโฟน	
ชื่อนักศึกษา	นาย ณรงค์ คำเขื่อน	รหัสนักศึกษา 46012163
	นางสาว นุสรา พิชิตขยันกล้า	รหัสนักศึกษา 46012176
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2549	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ไอพีวิดีโอโฟน	
ชื่อนักศึกษา	นายณรงค์ คำเขื่อน	รหัสนักศึกษา 46012163
	นางสาว นุสรา พิชิตขยันกล้า	รหัสนักศึกษา 46012176
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. มนต์ชัย แช่มช้อย	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2549	

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการสื่อสารได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยปัจจุบันได้มีการพัฒนาโทรศัพท์ที่สามารถมองเห็นภาพของคู่สนทนาได้ เรียกว่า วิดีโอโฟน เพื่อให้ได้ความรู้สึกในการสนทนาที่ใกล้เคียงกับการสนทนาโดยตรงที่สุด ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้ออกแบบและสร้างไอพี-วิดีโอโฟนขึ้นมาเพื่อที่จะนำไปใช้บนระบบเครือข่ายทางอินเตอร์เน็ต โดยมีการใช้ระบบสมองกลฝังตัวในการประมวลผลและการบีบอัดภาพและเสียง โดยมีโปรโตคอลแบบยูดีพีในการส่งข้อมูลไปบนเครือข่ายทางอินเตอร์เน็ตที่สามารถใช้ติดต่อสื่อสารให้เห็นภาพของคู่สนทนาได้โดยอาศัยเครือข่ายภายในองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	IP-Videophone	
Student	Mr. Narong Kamkhuen	ID. 46012163
	Ms. Nusara Phichitkhayankla	ID. 46012176
Advisor	Asst. Prof. Monchai Chamchoy	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2006	

Abstract

Nowadays, Communication technology has continually developed , especially the small tool called Videophone. Videophone has gone so far to another higher that allowing users to access virtual communication where they can see the face of each other while talking. As a result, this project has created the IP-Videophone, in order to use in the internet network. With the function of assessing and compressing video signal and audio signals. Through the UDP the data had been sent to the network, in order to see each other face while communicating using LAN network.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มิอาจสำเร็จลุล่วงไปได้เลยหากขาดความช่วยเหลือจาก ผศ.มนต์ชัย แช่มช้อย ที่คอยแนะนำ ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ พี่มานะ กรัษประพัน พี่ปริญญาโท ภาควิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่คอยช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง อีกทั้งเพื่อนๆและพี่ๆในภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศทุกคนที่คอยให้คำแนะนำและให้การช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

นาย ณรงค์ คำเขื่อน

นางสาว นุสรา พิชิตขยันกล้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
2.2 ระบบเครือข่าย (Network System)	
2.2.1 ความหมายของระบบอินเตอร์เน็ตเวิร์คกิ้ง	13
2.2.2 สถาปัตยกรรมของเครือข่ายอินเตอร์เน็ต	13
2.2.3 ข้อกำหนดรูปแบบของเกตเวย์	13
2.2.4 โมเดลโอเอสไอ	14
2.2.5 เปรียบเทียบ OSI กับ TCP/IP	16
2.3 TCP/IP	
2.3.1 เปรียบเทียบ TCP/IP กับ Protocol Stack	17
2.3.2 การทำงานของโปรโตคอล TCP/IP	19
2.3.3 Encapsulation/Demultiplexing	20
2.3.3.1 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย	22
2.3.3.2 ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต	22
2.3.3.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล	24
2.3.3.4. ชั้นสื่อสารการประยุกต์	27
2.4 ลักษณะของการติดต่อ	
2.4.1 Connection-Oriented	29
2.4.2 Connectionless	29
2.5 ไอพีแอดเดรส (IP Address)	29
2.6 การบีบอัดข้อมูล (Data Compression)	31
2.6.1 การบีบอัดเสียง	32
2.6.1.1 Pulse Code Modulation	33
2.6.1.1.1 การแปลงสัญญาณเสียง	33
2.6.2 การบีบอัดภาพวิดีโอ	36
2.7 ระบบฝังตัว (Embedded System)	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
2.7.1 การใช้งาน	39
2.7.2 การแบ่งระดับของระบบฝังตัว	39
2.7.3 ส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญของชุดพัฒนาคอม 86 รุ่น ICOP-6047	41
บทที่ 3 การออกแบบและการทำงานของระบบ	
3.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์	44
3.1.1 ระบบฝังตัว	44
3.1.2 จอแสดงภาพ	45
3.1.3 กล้องเว็บแคม	45
3.1.4 ลำโพง	46
3.1.5 ไมโครโฟน	46
3.1.6 Keypad	46
3.2 การทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์	46
3.3 ส่วนของซอร์ฟแวร์	47
3.3.1 โฟลว์ชาร์ดการทำงานของฝั่งผู้เรียก	48
3.3.2 การทำงานของโฟลชาร์ดฝั่งผู้เรียก	49
3.3.3 โฟลว์ชาร์ดการทำงานของฝั่งผู้รับ	50
3.3.4 การทำงานของโฟลว์ชาร์ดฝั่งผู้รับ	51
บทที่ 4 ผลการทดลอง	
4.1 ขั้นตอนการทดลอง	53
4.1.1 หน้าเริ่มต้นของโปรแกรม	53
4.1.2 เริ่มทำการเชื่อมต่อ	53
4.1.3 การรับสาย	54
4.1.4 เริ่มการสนทนา	55
4.1.5 การวางสาย	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หัวข้อ	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและปัญหาที่พบ	
5.1 บทวิจารณ์และข้อสรุป	59
5.2 ปัญหาที่พบ	59
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ	59
บรรณานุกรม	60
ภาคผนวก	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 H.323 protocol stack 4
รูปที่ 2.2 H.323 terminal architecture 5
รูปที่ 2.3 เครือข่าย H.323 เอนทิตี้และฟังก์ชัน H.323 เกตเวย์ 7
รูปที่ 2.4 โอเอสไอโมเดล 15
รูปที่ 2.5 แบบอ้างอิง TCP/IP เมื่อเทียบกับ OSI Model 18
รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing 21
รูปที่ 2.7 โครงสร้าง TCP/IP 22
รูปที่ 2.8 IP Header 23
รูปที่ 2.9 TCP Header 25
รูปที่ 2.10 UDP Header 26
รูปที่ 2.11 ลักษณะการส่งข้อมูล 28
รูปที่ 2.12 ตำแหน่งของ RTP ในแพ็คเก็ต 28
รูปที่ 2.13 RTP packet Header 28
รูปที่ 2.14 คลาสของไอพีแอดเดรส 30
รูปที่ 2.15 ขั้นตอนการเข้ารหัสและถอดรหัสของภาพและเสียงพูด 31
รูปที่ 2.16 ภาพขั้นตอนการแปลงสัญญาณ 34
รูปที่ 2.17 ภาพขั้นตอนการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณ Echo ออก 34
รูปที่ 2.18 ภาพการจัดแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของ Frame 34
รูปที่ 2.19 ภาพการแปลง Frame ของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของ Packet 35
รูปที่ 2.20 ภาพการใส่ IP Address ปลายทาง 35
รูปที่ 2.21 ภาพการแปลงสัญญาณ Digital PCM ให้มาเป็นสัญญาณ Analog ที่เราได้ยินกัน 36
รูปที่ 2.22 ระบบฝังตัว (Embedded System) 38
รูปที่ 2.23 ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดพัฒนาคอม 86 รุ่น ICOP-6047 42
รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ 43
รูปที่ 3.2 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน 44
รูปที่ 3.3 ระบบฝังตัว (Embedded System) 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมการทำงานในส่วนของซอร์ฟแวร์ของระบบ 47
รูปที่ 3.5 โฟลว์ชาร์ด (Flow chart) การทำงานของฝั่งผู้เรียก 48
รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ด (Flow chart) การทำงานของฝั่งผู้รับ 50
รูปที่ 4.1 ภาพการเชื่อมต่อระหว่าง IP Videophone กับ PC 52
รูปที่ 4.2 หน้าเริ่มต้นของโปรแกรม 53
รูปที่ 4.3 การเริ่มทำการเชื่อมต่อ 54
รูปที่ 4.4 เมื่อมีฝั่งของคู่สนทนาทำการเชื่อมต่อเข้ามา 54
รูปที่ 4.5 ข้อความที่ปรากฏเมื่อไม่มีการตอบรับ เมื่อหมดเวลา Time out 55
รูปที่ 4.6 ระหว่างที่ผู้ใช้กับคู่สนทนาทำการสนทนากัน 56
รูปที่ 4.7 เมื่อจะการจบการสนทนา 57
รูปที่ 4.8 ข้อความเมื่อมีการยกเลิกการเชื่อมต่อ 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 Payload Type Number กับ Video Format	28
ตารางที่ 2.2 การบีบอัดข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ตามมาตรฐาน H.323	32
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของ H.263 เมื่อเทียบกับมาตรฐานอื่น	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวความคิดและที่มา

ในปัจจุบันเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้มีจำนวนผู้ใช้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลที่ต้องการจากแหล่งข้อมูลขนาดใหญ่และสามารถติดต่อสื่อสารกับบุคคลจากที่ต่างๆ ได้อย่างสะดวกนอกจากนี้การพัฒนาให้บริการในรูปแบบใหม่เพื่อรองรับความต้องการองผู้ใช้ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องมาจากความยืดหยุ่นของเครือข่าวอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถพัฒนาการให้บริการได้ง่ายกว่าเครือข่ายอื่นๆ

การให้บริการอย่างหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากคือการส่งข้อมูลเสียงผ่านเครือข่ายรวมไปถึงการส่งข้อมูลแบบเวลาจริง(Real-Time)ในรูปแบบอื่นๆ การให้บริการแบบเรียลไทม์นี้ ช่วยอำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้อย่างมาก เนื่องจากจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการติดต่อสื่อสาร และยังช่วยประหยัดค่าโทรศัพท์ทางไกล รวมทั้งยังสามารถส่งข้อมูล เสียง,ภาพ,วีดีโอ และ ข้อความ รวมไปในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพียงเครือข่ายเดียว และเมื่อพิจารณาในแง่ของผู้ให้บริการหรือผู้ดูแลเครือข่าย การพัฒนาปรับปรุงเครือข่ายหรือการให้บริการ สามารถทำได้ง่ายและสะดวกกว่า การติดต่อสื่อสารในรูปแบบอื่น เนื่องจากไม่จำเป็นต้องแยกเครือข่ายสำหรับข้อมูลเสียงและวีดีโอออกจากกัน นอกจากนี้แล้วยังมีการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กลงอีกที่สามารถฝังตัวได้ (Embedded System) เพื่อใช้ประโยชน์ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะนำระบบฝังตัวมาควบคุมการติดต่อสื่อสารของระบบ IP Videophone ซึ่งการทำงานในส่วนนี้เราไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ ให้สิ้นเปลืองเนื้อที่ในห้องทำงานโดยไม่จำเป็น และยังจะเป็นการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตให้เกิดประโยชน์มากที่สุด อีกทั้งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการโทรทางไกลและเพิ่มความสามารถในการสื่อสารด้านมัลติมีเดีย

ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบ Video Conference ขึ้นซึ่งสามารถทำให้ผู้คนสามารถติดต่อสื่อสารกันแบบเห็นหน้าและได้ยินเสียงได้ผ่านระบบอินเตอร์เน็ตได้โดยผ่านระบบ LAN จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้งานโทรศัพท์อย่างมาก โดยเฉพาะการโทรศัพท์ทางไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 โดยผ่านเพื่อศึกษาการพัฒนาโปรแกรมการติดต่อสื่อสารโดยใช้ภาพวิดีโอและเสียงผ่านทางอินเตอร์เน็ต โปรโตคอล H.323

1.2.2 เพื่อศึกษาการออกแบบเขียนโปรแกรมสำหรับติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ ได้แก่ กล้องเว็บแคม,ไมโครโฟน

1.2.3 เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับโปรโตคอล และการเขียนโปรแกรมกับ Real-time โปรโตคอลเพื่อรับส่งข้อมูลมัลติมีเดียผ่านเครือข่าย

1.2.4 เพื่อศึกษาและออกแบบเขียนโปรแกรมเพื่อ capture ภาพจากกล้อง , การบีบอัดข้อมูล

1.2.5 เพื่อศึกษาการใช้งานระบบฝังตัว (Embedded system)

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

พัฒนาโปรแกรมการติดต่อสื่อสารโดยใช้ภาพวิดีโอและเสียงผ่านทางอินเตอร์เน็ต โดยผ่านโปรโตคอล H.263 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 สามารถติดต่อสื่อสารกันด้วยเสียงและภาพวิดีโอได้แบบติดต่อกันได้สองทาง (Full duplex)

1.3.2 สามารถติดต่อสื่อสารโดยผ่านทางหมายเลข IP Address

1.3.3 สามารถส่งข้อมูลผ่านทางโปรโตคอลสื่อสาร

1.3.4 สามารถทำการบีบอัดเสียงและภาพวิดีโอเพื่อส่งไปยังระบบเครือข่ายได้

1.3.5 สามารถดึงภาพวิดีโอออกจากกล้องเว็บแคมและรวมถึงการดึงเสียงออกจากไมโครโฟนได้ด้วย

1.3.6 สามารถกำหนดไอพีแอดเดรสและควบคุมการติดต่อสื่อสารของโปรโตคอลต่างๆผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตบนระบบฝังตัว

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้เรียนรู้ระบบการติดต่อสื่อสารทางภาพและเสียงผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

1.4.2 ได้เรียนรู้ขั้นตอนการเขียนและพัฒนาโปรแกรมในการติดต่อสื่อสารผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

1.4.3 ได้เรียนรู้การแซมปลิ้งสัญญาณเสียงและการบีบอัดข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.4 ได้เรียนรู้จากการศึกษาระบบฝังตัว

1.4.5 ประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้โทรศัพท์ทางไกล

1.5 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

1.5.1 ศึกษาการทำงานของระบบฝังตัว

1.5.2 ศึกษาระบบการติดต่อสื่อสารของระบบอินเตอร์เน็ต

1.5.3 ศึกษาความต้องการของระบบรวมถึงขอบเขตในการทำงานของโปรแกรมที่ใช้เขียน

1.5.4 ออกแบบระบบ

1.5.5 เขียนโปรแกรม

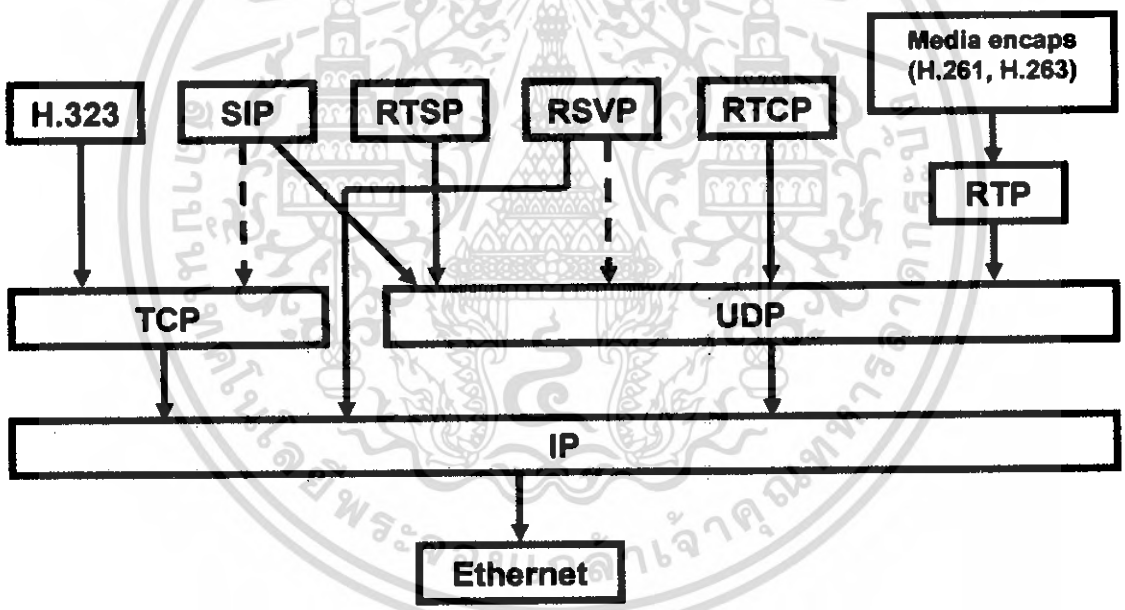
1.5.6 ทดสอบและแก้ไขระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในโครงงาน

2.1 โปรโตคอล H.323 (H.323 Protocol)

H.323 เป็นมาตรฐานหรือโปรโตคอลสำหรับการสื่อสารแบบพหุสื่อ(multimedia communication) แบบเวลาจริง บนเครือข่าย IP โปรโตคอล H.323ได้ให้รายละเอียดสำหรับขั้นตอนในการสร้างการเรียก (call setup) เอนทิตี้ภายในเครือข่าย H.323 และการทำงานร่วมกันระหว่างเอนทิตี้ภายใน



รูปที่ 2.1 H.323 protocol stack

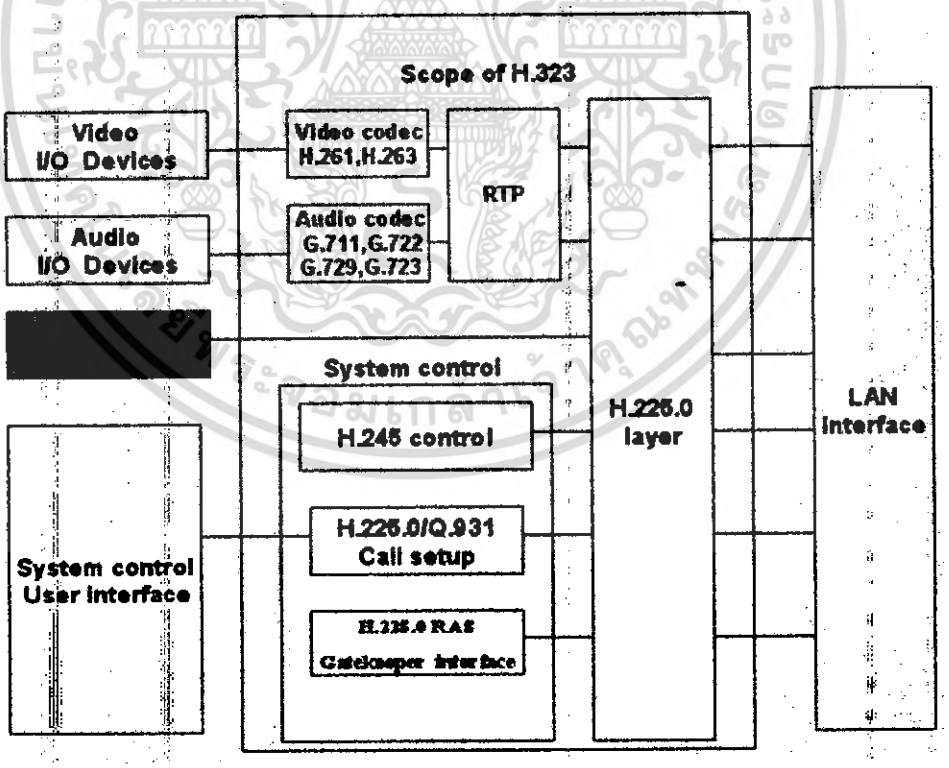
เครือข่าย H.323 ถูกพัฒนาโดย ITU-T โดยเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐาน H.32x ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการประชุมแบบพหุสื่อ (multimedia conference) บนเครือข่ายต่างๆ เช่น H.320 สำหรับเครือข่าย ISDN (Integrated Service Digital Networks) H.324 สำหรับเครือข่าย PSTN (Public

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switching Telephone Networks) H.323 จะครอบคลุมโปรโตคอลอื่นไว้ คือ H.225.0 สำหรับ call signaling และการจัดรูปแบบแพ็กเกตมีเดีย (media packet format) H.245 สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลความสามารถเกี่ยวกับมีเดีย (media capability exchange) และการควบคุมช่องสัญญาณมีเดีย (media channel control) H.450.x เป็นขั้นตอนสำหรับสร้างการบริการเพิ่มเติม และ H.235 เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัย เป็นต้น รวมทั้งยังได้อ้างอิงถึงมาตรฐานในการเข้ารหัสสำหรับสัญญาณเสียง เช่น G.711 G723.1 G.729 และสัญญาณวีดีโอเช่น H.261 และ H.263

2.1.1 สถาปัตยกรรมของ H.323 (H.323 Architecture)

โปรโตคอล H.323 ครอบคลุมและอ้างอิงถึงโปรโตคอลอื่นๆ เช่น H.225.0/Q.931 H.245 และH.225.0/RAS เพื่อช่วยในการทำงานของโปรโตคอล H.323 โดยสถาปัตยกรรมของโปรโตคอล H.323 สำหรับ endpoint (หรือ terminal) จะเป็นดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 H.323 terminal architecture [1].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบเขตของ H.323 ดังแสดงในรูปที่ 2.12 จะจำกัดอยู่ที่มาตรฐานในการบีบอัดข้อมูล (compression) รูปแบบแพ็กเกตมีเดีย (media packet format) การส่งสัญญาณ (signalling) และ การควบคุมการรับส่งข้อมูล (flow control) ซึ่งจะมีรายละเอียดดังนี้

• การเข้ารหัส/ถอดรหัสสัญญาณวิดีโอ (video codec) ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสสัญญาณวีดีโอสำหรับการส่ง และถอดรหัสสัญญาณวีดีโอที่ได้รับซึ่งจะถูกนำไปแสดงผลต่อไป มาตรฐานการเข้ารหัส/ถอดรหัสที่ endpoint จำเป็นต้องเข้า/ถอดรหัสได้คือ H.261 ที่ระดับความละเอียด QCIF (Quarter Common Intermediate Format) ส่วน H.263 ซึ่งให้คุณภาพที่ดีกว่าเป็นตัวเลือกที่อาจจะรองรับหรือไม่ก็ได้ รายละเอียดเกี่ยวกับการเข้า/ถอดรหัสสัญญาณวีดีโอจะตกลงกันระหว่าง endpoint ในช่วงของการแลกเปลี่ยนความสามารถ (capability exchange) โดยการใช้โปรโตคอล H.245 มาตรฐานการเข้ารหัส/ถอดรหัสที่จะใช้จะต้องรองรับโดยทุกๆ endpoint ที่เข้าร่วมในการสื่อสาร

• การเข้ารหัสสัญญาณเสียง (audio codec) ทำหน้าที่ในการเข้ารหัสเสียงจากไมโครโฟนหรือแหล่งกำเนิดอื่นสำหรับการส่ง และถอดรหัสสัญญาณที่ถูกเข้ารหัสที่รับได้ซึ่งจะถูกส่งต่อไปยังลำโพง มาตรฐานที่ endpoint จำเป็นต้องรองรับ คือ G.711 สำหรับ G.722 G.728 G.729 MPEG-1 และ G.723.1 เป็นตัวเลือกที่อาจจะรองรับหรือไม่ก็ได้ มาตรฐานการเข้ารหัส/ถอดรหัสที่ใช้จะต้องรองรับโดยทุก endpoint ซึ่งจะทำการตกลงกันโดยใช้โปรโตคอล H.245

• ช่องสัญญาณส่งข้อมูล (data channel) มาตรฐานที่ใช้ คือ T.120 สำหรับการสร้างการประชุมข้อมูล (data conferencing) รายละเอียดหรือพารามิเตอร์อาจจะตกลงกันโดยใช้โปรโตคอล H.245

• RTP (real time transport protocol) ทั้งสัญญาณเสียงและวีดีโอจะถูกส่งโดยบรรจุในแพ็กเกต RTP ซึ่งเป็นโปรโตคอลที่ใช้สำหรับการส่งข้อมูลแบบเวลาจริง บนเครือข่าย IP โดย RTP จะทำงานร่วมกับ RTCP ซึ่งทำหน้าที่ในการควบคุมการส่งข้อมูลโดย RTP

System Control Unit เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับ การส่งสัญญาณ และ flow control ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

• H.245 เป็นโปรโตคอลควบคุมมีเดีย (media control protocol) ทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนความสามารถ (capability exchange) ตกลงรายละเอียดของช่องสัญญาณ (channel negotiation) เปลี่ยนโหมดของมีเดีย (switching of media mode) และการสร้างช่องสัญญาณทางตรรก(logical

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

channel)สำหรับส่งเสียงหรือวิดีโอ โปรโตคอลนี้จะใช้ TCP ในการส่งแมสเสจโดยใช้ช่องสัญญาณในการส่งของตัวเอง

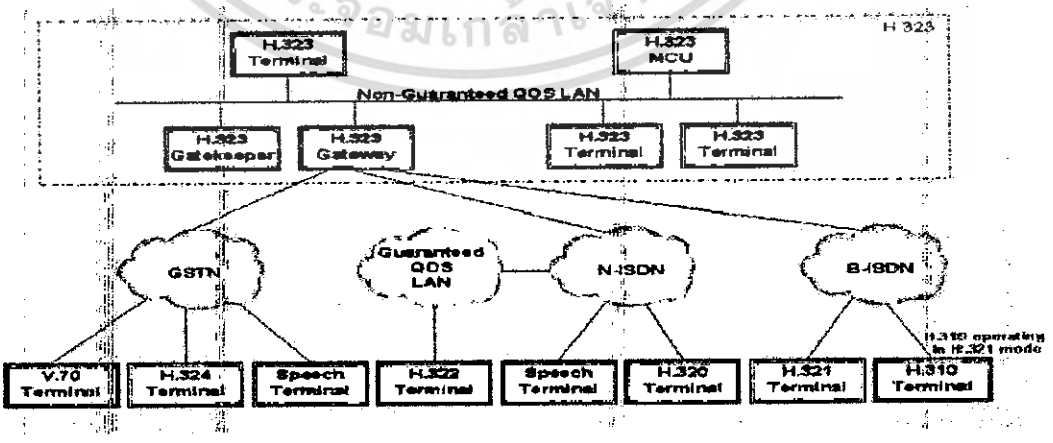
• H.225.0/Q.931 เป็นโปรโตคอล H.225.0 ในส่วนที่ทำหน้าที่สร้างการเชื่อมต่อ (connection establishment) ซึ่งถูกดัดแปลงมาจาก โปรโตคอล Q.931 โดยโปรโตคอลนี้จะใช้ TCP ในการส่งแมสเสจผ่านช่องสัญญาณของตัวเอง

• H.225.0 RAS เป็นโปรโตคอล H.225.0 ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการยอมรับ (admission control) การลงทะเบียน (registration) และการรายงานสถานะ โปรโตคอลนี้จะใช้ระหว่าง endpoint และ gatekeeper เพื่อใช้สำหรับการควบคุมดูแลโดย gatekeeper โดยแมสเสจในโปรโตคอลจะใช้ UDP

• H.225.0 layer โปรโตคอล H.225.0 เป็นโปรโตคอลสำหรับ call-signaling ซึ่งมีหน้าที่ดังที่กล่าวมาข้างต้น นอกจากนั้นยังทำหน้าที่ในการแปลงมีเดีย (วิดีโอ เสียง และข้อมูล) และข้อมูลสำหรับการควบคุม (control data) ที่จะถูกส่งให้อยู่ในรูปแพ็กเกตที่เหมาะสมเพื่อส่งต่อให้กับ network interface และทำหน้าที่รับข้อมูลทั้งหมด (media data และ control data) จาก network interface เพื่อส่งให้ส่วนอื่นต่อไป

2.1.2 เอนทิตี้และฟังก์ชันของ H.323 (H.323 entities & functions)

ในมาตรฐาน H.323 ได้อธิบายถึงเอนทิตี้ที่เป็นองค์ประกอบเครือข่าย H.323 ซึ่งได้แก่ เทอร์มินัล MCU (Multipoint Control Unit) เกทเวย์ และ gatekeeper การเชื่อมต่อระหว่างเอนทิตี้ภายในเครือข่าย H.323 กับเครือข่ายอื่นดังแสดงในรูปที่ 2.3 รายละเอียดของแต่ละเอนทิตี้มีดังนี้



รูปที่ 2.3 เครือข่าย H.323 เอนทิตี้และฟังก์ชัน H.323 เกทเวย์[1].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 เทอร์มินัล (Terminal)

เทอร์มินัล เป็น endpoint ของเครือข่ายซึ่งอาจจะเป็นคอมพิวเตอร์หรือชุดอุปกรณ์ที่สามารถใช้งานโปรโตคอล H.323 ได้ เทอร์มินัลต้องสนับสนุนการสื่อสารโดยใช้เสียง ส่วนสัญญาณวีดีโอและข้อมูลเป็นตัวเลือก ซึ่งฟังก์ชันหลักของเทอร์มินัลมีดังนี้

- ทำหน้าที่ในการติดต่อกับผู้ใช้ โดยรับคำสั่งและแสดงผลให้กับผู้ใช้
- จัดการในการส่ง call signaling ให้กับ voice gateway
- ส่งหมายเลขโทรศัพท์ (มาตรฐาน E.164) และหมายเลข IP ของผู้ใช้ ให้กับเกทคีปเปอร์ซึ่งเป็นหมายเลขที่ใช้อ้างอิงถึงในการเชื่อมต่อ ในการส่งหมายเลขดังกล่าวจะบรรจุอยู่ในแมสเสจ ARQ ของโปรโตคอล H.225.0/ RAS ซึ่งอาจจะมีหมายเลข alias address ส่งไปพร้อมกัน
- ทำการแปลงแพ็กเกตที่ได้รับจากเครือข่าย โดยนำมาผ่านกระบวนการของโปรโตคอลในชั้นต่างๆ ตามลำดับ (IP->UDP->RTP) เป็นเฟรมเสียง แล้วทำการถอดรหัส G.xxx ให้อยู่ในรูปของ PCM (Pulse Code Modulation) สตรีมเพื่อทำการส่งให้กับซาวน์การ์ดเพื่อแสดงผล ต่อไป
- ทำการเข้ารหัส G.xxx ให้กับ PCM สตรีมจากซาวน์การ์ดและทำการรวมเป็นแพ็กเกต แล้วแปลงแพ็กเกตเป็นแพ็กเกตที่ส่งในเครือข่ายโดยผ่านกระบวนการของโปรโตคอลในชั้นต่างๆ (RTP->UDP->IP)แล้วจึงทำการส่งผ่านเครือข่ายในรูปของแพ็กเกต

2.1.2.2 เกทเวย์ (Gateway)

เกทเวย์ เป็นเอนทิตี้ที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย H.323 กับเครือข่ายอื่นซึ่งอาจจะไม่จำเป็นต้องมีในกรณีที่ไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายชนิดอื่นๆ การเชื่อมต่อเครือข่าย H.323 กับเครือข่ายอื่นโดยใช้เกทเวย์จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.3 เกทเวย์ทำหน้าที่เสมือนเป็น endpoint ของเครือข่ายหนึ่งในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่าย โดยจะทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายดังนี้

- สร้างการเชื่อมต่อกับเทอร์มินัล PSTN ในระบบอนาลอก
- สร้างการเชื่อมต่อกับเทอร์มินัลที่รองรับมาตรฐาน H.320 บนเครือข่าย switched circuit ที่เป็น ISDN
- สร้างการเชื่อมต่อเทอร์มินัลที่รองรับมาตรฐาน H.324 บน เครือข่าย PSTN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากเกทเวย์สามารถให้การเชื่อมต่อระหว่าง H.323 กับเครือข่ายอื่น ดังนั้นฟังก์ชันของเกทเวย์ จึงเป็นฟังก์ชันในการแปลงข้อมูลระหว่าง 2 เครือข่ายคือ

• รับและประมวลผลการเรียกที่มาจากเทอร์มินัลในเครือข่ายอื่นไปยังเทอร์มินัล H.323 เกทเวย์จะต้องทำการแปลง การส่งสัญญาณและcontrol ต่างๆ จากเครือข่ายอื่นมาเป็นของ H.323 เช่น จากขั้นตอนในการสร้างการสื่อสารจาก H.242 เป็น H.245 รวมทั้งทำหน้าที่สร้างและสิ้นสุดการเรียกหรืออาจจะมองได้ว่าเกทเวย์จะทำหน้าที่แทนเทอร์มินัลในเครือข่ายอื่นโดยเสมือนกับเป็นเทอร์มินัลในเครือข่าย H.323

• รับและประมวลผลการเรียกจากเทอร์มินัล H.323 ไปยังเครือข่ายอื่น เกทเวย์จะต้องทำการแปลงการส่งสัญญาณ และ control ต่างๆ ตาม H.323 ให้เป็นมาตรฐานในเครือข่ายอื่น เช่น แปลงจากโปรโตคอล H.245 เป็น H.242 รวมทั้งสร้างและสิ้นสุดการเรียก หรืออาจจะมองว่าเกทเวย์จะทำหน้าที่แทนเทอร์มินัลในเครือข่าย H.323 เสมือนกับเป็นเทอร์มินัลในเครือข่ายอื่น

• ทำหน้าที่ในการดูแลกระบวนการการเรียก (call) และการส่งสัญญาณ (signaling) ว่ามีความผิดพลาดเกิดขึ้นหรือไม่ ซึ่งการทำงานจะอยู่ภายใต้การควบคุมของ gatekeeper

• ทำการเข้ารหัส G.xxx ให้กับสัญญาณ PCM จากเครือข่ายอื่น แล้วทำการรวมสัญญาณที่ถูกเข้ารหัสแล้วให้เป็นแพ็กเกตเพื่อส่งไปในเครือข่าย IP โดยผ่านกระบวนการแปลงของโปรโตคอลในชั้นต่างๆ เพื่อให้อยู่ในรูปแพ็กเกตที่สามารถส่งไปในเครือข่าย

• ทำการแปลงแพ็กเกตจากเครือข่าย IP กลับแพ็กเกตเสียง แล้วทำการถอดรหัส G.xxx และแปลงสัญญาณ PCM เพื่อส่งให้กับเครือข่าย ภายนอก

สำหรับฟังก์ชันเพิ่มเติมของเกทเวย์ไม่ได้มีการกำหนดไว้แน่นอน ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ เช่น จำนวนของเทอร์มินัลที่รองรับจำนวนการเชื่อมต่อกับเครือข่าย switched circuit และจำนวนการประชุมที่สนับสนุน เป็นต้น เมื่อเกทเวย์มีการพัฒนามากขึ้นจะทำให้เครือข่าย H.323 สามารถเชื่อมต่อกันกับเครือข่ายชนิดอื่นๆ ได้มากขึ้น

2.1.2.3 เกทคีปเปอร์ (Gatekeeper)

เกทคีปเปอร์ ทำหน้าที่ในการดูแลและให้บริการกับเอนทิตี้อื่นภายในโซนโดยโซนจะประกอบไปด้วย เกทคีปเปอร์ 1 ตัวและเอนทิตี้อื่นๆ ทั้งหมดที่ลงทะเบียนกับเกทคีปเปอร์ ถึงแม้ว่าเกทคีปเปอร์เป็นเอนทิตี้ที่ไม่จำเป็นต้องมีในเครือข่าย H.323 แต่ เกทคีปเปอร์ก็เป็นเอนทิตี้ที่สำคัญมาก ด้วยเหตุผลต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• เครือข่ายขนาดใหญ่สามารถแบ่งเป็นหลายโซน ซึ่งแต่ละโซนจะอยู่ภายในการดูแลของเกทคีปเปอร์ เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาเครือข่าย

• เกทคีปเปอร์สามารถให้ความปลอดภัยในการเข้าถึงเครือข่ายได้โดยการให้บริการ authentication สำหรับแต่ละการเรียก หรือแต่ละเอนทิตี้

• เกทคีปเปอร์เป็นศูนย์กลางในการ authentication authorization และ admission (เรียกรวมกันว่า AAA) ของโซน

• เกทคีปเปอร์สามารถจัดการควบคุมแบนด์วิดท์(bandwidth management) เช่นการจำกัดจำนวนของการเชื่อมต่อ

เพื่อเป็นการรักษาแบนวิดท์สำหรับการใช้งานอย่างอื่น เช่น อีเมล์ การโอนย้ายไฟล์ เกทคีปเปอรไม่สามารถเป็น endpoint ของการเชื่อมต่อได้ เมื่อมีเกทคีปเปอร์ทุกเอนทิตี้จะต้องทำการลงทะเบียนกับ เกทคีปเปอร์ ดังนั้น เกทคีปเปอร์จึงทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางของการเรียกทั้งหมดภายในโซนและอาจจะให้บริการเพิ่มเติมกับโซนได้ สำหรับฟังก์ชันหลักที่จำเป็นของเกทคีปเปอร์ตามมาตรฐาน H.323 มี 4 ฟังก์ชันดังนี้

• การแปลงแอดเดรส (Address translation) เกทคีปเปอร์จะทำหน้าที่ในการแปลง alias address ให้เป็น transport address เอนทิตี้จะทำการส่ง alias พร้อมกับการลงทะเบียนโดยใช้แมสเสจ RRQ ซึ่งอาจจะสามารถปรับเปลี่ยนในภายหลังได้

• การควบคุมการยอมรับ (Admission control) เมื่อเอนทิตี้ภายในโซนต้องการสร้างการเรียก จะต้องทำการขออนุญาตไปยังเกทคีปเปอร์ โดยใช้แมสเสจ ARQ gatekeeper อาจจะอนุญาตหรือไม่ก็ได้โดยจะทำการตรวจสอบจากเงื่อนไขต่างๆ เช่น แบนด์วิดท์ แหล่งกำเนิดการเรียก (call) และ authentication เป็นต้น

• การควบคุมแบนด์วิดท์ (Bandwidth control) gatekeeper สามารถรองรับการควบคุมแบนด์วิดท์ได้ เอนทิตี้จะทำการร้องขอแบนด์วิดท์ที่ต้องการโดยใช้แมสเสจ BRQ และ เกทคีปเปอร์จะทำการตรวจสอบค่าแบนด์วิดท์ที่ร้องขอกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้สำหรับการจัดการแบนด์วิดท์ (bandwidth management) แล้วจึงจะอนุญาตหรือไม่อนุญาตด้วยการส่งแมสเสจ BCF หรือ BRJ ตามลำดับ

• การจัดการโซน (Zone management and Directory service) โซนจะประกอบด้วยเทอร์มินัล เกทเวย์และ MCU ทั้งหมดที่ลงทะเบียนกับเกทคีปเปอร์ 1 ตัว เกทคีปเปอร์ทำหน้าที่ในการดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจัดการให้กับทุกเอนทิตี้ที่อยู่ในภายในโซน โดยการใช้ฟังก์ชันข้างต้นและการให้บริการอื่นๆ รวมทั้งการให้บริการ directory service ของโซน

นอกจากฟังก์ชันหลักดังกล่าวแล้ว เกทคีปเปอร์อาจจะให้ฟังก์ชันเพิ่มเติมอื่นๆ มีดังนี้

• การควบคุมการส่งสัญญาณ (call control signaling) เกทคีปเปอร์อาจจะช่วยในการประมวลผลแมสเสจ Q.931 ที่ส่งระหว่าง เทอร์มินัลได้ในระหว่างการสร้างการเรียก

• การตรวจสอบการเรียก (call authorization) เกทคีปเปอร์อาจจะปฏิเสธการสร้างการเรียกจากเทอร์มินัลด้วยเหตุผลบางอย่าง เช่น จำกัดการเข้าถึงจากเทอร์มินัลหรือเกทเวย์บางตัว จำกัดการเข้าถึงในบางช่วงเวลา เป็นต้น ซึ่งเงื่อนไขในการตรวจสอบจะอยู่นอกเหนือขอบเขตของ H.323

• การจัดการแบนด์วิดท์ เกทคีปเปอร์จะปฏิเสธการเรียกจาก เทอร์มินัลในกรณีที่มีแบนด์วิดท์ไม่เพียงพอ รวมถึงในกรณีที่มีการร้องขอการเพิ่มแบนด์วิดท์ สำหรับเงื่อนไขจะอยู่นอกเหนือขอบเขตของ H.323

• การจัดการการเรียก (call management) เกทคีปเปอร์อาจจะทำการเก็บรักษารายการการเรียกที่เกิดขึ้นเพื่อใช้ในการระบุเทอร์มินัลที่ถูกเรียกว่าว่างหรือไม่ หรือเพื่อให้ข้อมูลกับฟังก์ชันในการจัดการแบนด์วิดท์

• การตรวจสอบผู้ใช้ (authenticating users) สามารถจำกัดการการเข้าถึงของผู้ใช้ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

• การจัดการบริการ (managing services) เกทคีปเปอร์จะทำหน้าที่ในการจัดการให้บริการต่างๆ แก่ผู้ใช้

• การจัดการฐานข้อมูลของสมาชิก (managing subscriber databases) เกทคีปเปอร์ทำหน้าที่ดูแลและจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลของสมาชิกที่ได้ลงทะเบียนไว้กับเกทคีปเปอร์

• การหาตำแหน่งของสมาชิก (locating subscribers) เกทคีปเปอร์ทำหน้าที่ในการหาตำแหน่งของสมาชิกได้โดยการค้นหาจากข้อมูลของสมาชิก ที่สมาชิกได้จากการลงทะเบียน

• การรวบรวมข้อมูลสำหรับการเก็บค่าบริการ (collecting charging information) เกทคีปเปอร์จะทำการเก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคิดค่าบริการของการเรียก โดยที่การเรียก (call) ต้องถูกจัดเส้นทางผ่านเกทคีปเปอร์

• การควบคุมเกทเวย์ (managing gateway) เกทคีปเปอร์จะควบคุมการทำงานของเกทเวย์ เช่น ควบคุมการสร้างการเรียก ของเกทเวย์ระหว่างเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

• การช่วยในการสร้างการเรียก (assisting in call setup) เมื่อการเรียกถูกจัดเส้นทางผ่านเกทคีปเปอร์ จะช่วยในการสร้างการเรียก เช่น อาจจะทำการจัดเส้นทางให้กับการเรียกไปยังเกทเวย์ที่เหมาะสม

การติดต่อสื่อสารระหว่างเอนทิตี้กับเกทคีปเปอร์ จะใช้โปรโตคอล H.225.0 /RAS ส่วนแมสเสจ call signaling (H.225.0/ Q.931) และ media control (H.245) อาจจะผ่านเกทคีปเปอร์หรือไม่ก็ได้ขึ้นอยู่กับการลงทะเบียนของเอนทิตี้และเงื่อนไขของเกทคีปเปอร์ สำหรับเกทคีปเปอร์อาจจะถูกรวมอยู่ในเกทเวย์และ MCUได้ โดยที่ต้องแยกทางตรรก (logical) จาก endpoint

2.1.2.4 มัลติพอยท์คอนโทรลยูนิต (Multipoint Control Unit : MCU)

MCU ทำหน้าที่ในการสนับสนุนการประชุมแบบหลายจุด (multipoint conference) ระหว่างเทอร์มินัล 3 เทอร์มินัลขึ้นไป MCU เป็นเอนทิตี้ที่จะมีหรือไม่ก็ได้ MCU ประกอบด้วย multipoint controller (MC) และ multipoint processor (MP) ในการประชุมจะต้องมี MC ส่วน MP อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ หรืออาจจะมีมากกว่าหนึ่งก็ได้ MC เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในจัดการเกี่ยวกับการส่งสัญญาณในการควบคุมมีเดีย (media control signaling) ให้กับแต่ละเทอร์มินัล โดยที่ทุกเทอร์มินัลต้องมีช่องสัญญาณ H.245 เชื่อมต่อกับ MC แบบจุดถึงจุด (point-to-point) ส่วน MP จะทำหน้าที่ในการจัดการกับมีเดียสตรีมโดยทำหน้าที่ในการผสม (mixing) สวิตซ์ (switching) และประมวลผลมีเดียที่ใช้การประชุมภายใต้การ ควบคุมของ MC

2.1.2.5 มัลติพอยท์คอนเฟอร์เร้นซ์ (Multipoint Conference)

การประชุมแบบหลายจุด (multipoint conference) คือการสื่อสารที่มีผู้เข้าร่วมมากกว่า 2 ซึ่งจำเป็นต้องมี MC อยู่เป็นอย่างน้อย สำหรับแบบจำลองที่ใช้มี 3 แบบ

• Centralize Model ในแบบจำลองนี้จำเป็นต้องมี MCU อยู่ทุก เทอร์มินัลที่เข้าร่วมในการประชุมต้องมีช่องสัญญาณ H.245 เชื่อมต่อแบบจุดถึงจุด (point-to-point) กับ MCU ซึ่ง MC จะหน้าที่ควบคุมการประชุมโดยใช้ฟังก์ชันของ H.245 ส่วน MP จะทำหน้าที่รับมีเดียสตรีมจากทุกเทอร์มินัลทำการรวมสัญญาณเสียง เลือกสัญญาณวีดีโอที่ตรงกัน และประมวลผล แล้วทำการส่งกลับไปให้กลับเทอร์มินัลอื่นๆ ทุกเทอร์มินัล

• Decentralized Model ในแบบจำลองนี้ เทอร์มินัลจะมัลติคาสท์สัญญาณเสียงและวีดีโอให้กับเทอร์มินัลอื่นๆ โดยไม่ผ่าน MCU แต่การควบคุมยังคงถูกควบคุมโดย MC ผ่านทางช่องสัญญาณ H.245 ที่เชื่อมต่อกับเทอร์มินัลแบบจุดถึงจุด (point-to-point) เทอร์มินัลที่ได้รับสัญญาณจะทำหน้าที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประมวลผลสัญญาณเอง โดยอาจจะใช้ฟังก์ชัน MP ของแต่ละเทอร์มินัลช่วยทำหน้าที่ในการประมวลผลมีเดียสตรีม

• Hybrid Model แมสเสจ H.245 รวมทั้งสัญญาณเสียงหรือสัญญาณวีดีโอจะถูกส่งและประมวลผลผ่านMCUโดยใช้การเชื่อมต่อแบบจุดถึงจุด (point-to-point) ส่วนสัญญาณที่เหลือจะถูกส่งโดยเทอร์มินัลแบบมัลติคาสท์ให้กับเทอร์มินัลอื่นๆ

2.2 ระบบเครือข่าย

การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบเครือข่ายจำเป็นที่จะต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านระบบเครือข่ายพอสมควร ในหัวข้อนี้จะอธิบายหลักการของระบบเครือข่าย ที่จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบเครือข่ายซึ่งจะกล่าวดังต่อไปนี้

2.2.1 ความหมายของระบบอินเตอร์เน็ตเวิร์คกิ้ง

ระบบอินเตอร์เน็ตเวิร์คกิ้ง หรือ ระบบอินเตอร์เน็ต (Internet System) คือการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย 2 เครือข่ายขึ้นไป เพื่อจุดมุ่งหมายในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันและการแบ่งปันทรัพยากรของระบบ เช่น ไฟล์ข้อมูล ตลอดจนการให้บริการฐานข้อมูลร่วมกัน ดังนั้นคอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่ายหนึ่งก็สามารถติดต่อกับคอมพิวเตอร์บนระบบเครือข่ายอื่นๆได้

2.2.2 สถาปัตยกรรมของเครือข่ายอินเตอร์เน็ต

เครือข่ายอินเตอร์เน็ตถือว่าเป็นเครือข่ายที่ใหญ่ที่สุดในโลก เครือข่ายที่มีการต่อเสมือนกับใยแมงมุมครอบคลุมโลก อินเตอร์เน็ตเชื่อมโยงโลกเข้าด้วยกันอย่างไร้มิติจากคำกล่าวนี้ทำให้เราควรรู้ว่าอินเตอร์เน็ตจัดการส่วนประกอบต่างๆอย่างไร จึงทำให้แต่ละส่วนสามารถรับส่งข้อมูลและทำงานสัมพันธ์กันได้เป็นอย่างดี เราจึงจำเป็นต้องศึกษาสถาปัตยกรรมของอินเตอร์เน็ตดังต่อไปนี้

อินเตอร์เน็ตประกอบด้วยสายสื่อสารความเร็วสูงที่เรียกว่าแบคโบน (Back bone) เครือข่ายที่ต้องการเชื่อมโยงโดยตรงกับอินเตอร์เน็ตจะต่อกับแบคโบน ด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า " เกตเวย์ " (Gateway) ซึ่งเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้า-ออก ของข่าวสารระหว่างเครือข่ายกับแบคโบน เกตเวย์ทุกตัวสามารถกำหนดการติดต่อกับเกตเวย์ตัวอื่น หรือเครือข่ายอื่นได้โดยใช้ไอพีแอดเดรส (IP Address) ของเครือข่ายอ้างอิงถึงกัน เช่น อินเตอร์เน็ตประเทศไทยเป็นเกตเวย์ของเครือข่ายในกลุ่มติดต่อกับเกตเวย์ของ UUNET ที่รัฐเวอร์จิเนียร์ สหรัฐอเมริกา

ข่าวสารจากเครือข่ายถูกส่งออกไปผ่านเกตเวย์เข้าสู่อินเตอร์เน็ต โดยที่เกตเวย์เป็นตัวเลือกทิศทางการเดินทางเพื่อไปยังปลายทางที่ต้องการ แต่ตามเส้นทางอาจจะต้องผ่านเกตเวย์อีกหลายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อรับช่วงส่งข่าวสารจนถึงที่หมายถึงแม้ว่าจะต้องเดินทางระยะไกลก็ตาม แต่ด้วยสายสื่อสารความเร็วสูงทำให้การส่งข่าวสารทำได้อย่างรวดเร็ว

2.2.3 ข้อกำหนดรูปแบบของเกตเวย์ (Gateway Protocols)

เกตเวย์ต้องมีข้อมูลของเกตเวย์ตัวอื่นและรู้จักเครือข่ายปลายทาง เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดเส้นทางที่ข่าวสารสามารถเดินทางไปถึงได้เร็วที่สุด เกตเวย์จะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันเกี่ยวกับเส้นทาง รายละเอียด สถานะเครือข่ายและคุณสมบัติเครือข่ายย่อยที่ติดต่อเข้าสู่เครือข่ายใหญ่ตามลำดับขั้น จึงต้องมีการกำหนดรูปแบบพิเศษสำหรับเกตเวย์ขึ้นมา

ข้อกำหนดรูปแบบเกตเวย์แบ่งออกตามการใช้งานได้ดังนี้

1. IGP (Interior Gateway Protocol) ถูกนำมาใช้กับเกตเวย์ที่อยู่ในเครือข่ายลูกติดต่อกับเครือข่ายลูกที่อยู่ภายในเครือข่ายแม่เดียวกัน หรือติดต่อกันระหว่างเครือข่ายแม่กับเครือข่ายลูก การเชื่อมโยงเกตเวย์ประเภทนี้มักจะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลง จึงเรียกว่าระบบอิสระจากกัน (Autonomous)
2. EGP (External Gateway Protocol) ในเครือข่ายใหญ่ๆการติดต่อกับเครือข่ายอื่นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอตามการเปลี่ยนแปลงของเครือข่ายย่อยที่เชื่อมโยงอยู่เป็นจำนวนมาก จึงมีข้อกำหนดรูปแบบที่ใช้กับการสื่อสารระหว่างเกตเวย์ของเครือข่ายด้วย EGP
3. GGP (Gateway-to-Gateway Protocol) การเดินทางของข่าวสารระยะไกลบนแบคโบนอาจจะต้องผ่านเกตเวย์หลายตัวกว่าจะถึงปลายทาง GGP เป็นข้อกำหนดรูปแบบของการสื่อสารระหว่างเกตเวย์บนแบคโบนเพื่อทำให้การจราจรบนแบคโบนไม่ติดขัด ข่าวสารเคลื่อนที่ไปได้รวดเร็ว

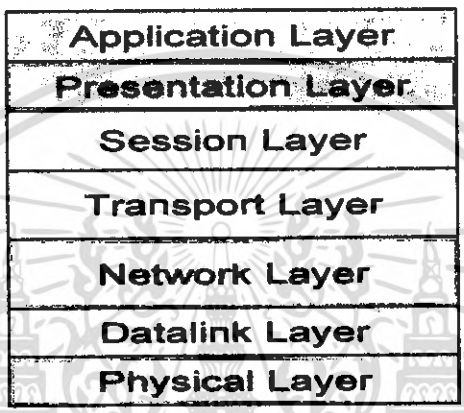
2.2.4 โมเดลโอเอสไอ (OSI Model)

ใช้เพื่อลดปัญหาความยุ่งยากสับสนในการติดต่อสื่อสารข้อมูล โครงสร้างของการสื่อสารข้อมูลภายในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะถูกแบ่งเป็นชั้นๆ โดยแต่ละชั้นมีอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ทำให้การแปลงบริการชั้นใดๆไม่ก่อปัญหากับบริการชั้นอื่น การเพิ่มเติมการบริการใหม่ทำได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโปรแกรมระบบเดิม และสิ่งที่สำคัญก็คือการทำระดับชั้นนั้นทำให้ตัวโปรแกรมมีขนาดเล็กสามารถระบุส่วนที่จะต้องปรับปรุงได้แน่นอน ไม่ต้องวิตกกังวลถึงโปรแกรมส่วนอื่นทำให้การพัฒนาประสิทธิภาพของระบบทำได้ง่ายและดียิ่งขึ้น

ISO (International Standardization for Organization) ซึ่งเป็นองค์กรที่จัดขึ้นมาเพื่อดูแลและส่งเสริมตลอดจนกำหนดมาตรฐานของการติดต่อสื่อสารของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ได้พัฒนาสถาปัตยกรรมข้อกำหนดรูปแบบสำหรับเครือข่าย ซึ่งเป็นลักษณะระบบเปิดที่เรียกว่า " Open System Interconnection Model " (OSI) โดยโมเดล OSI นี้มีลักษณะเป็นสถาปัตยกรรมแบบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิด (Open System) เพราะมุ่งหมายที่จะให้ระบบคอมพิวเตอร์ในหลายๆรูปแบบที่แตกต่างกันสามารถเชื่อมต่อกันได้ OSI โมเดลได้แบ่งโพรโตคอล (Protocol) ในการสื่อสารออกเป็น 7 เลเยอร์ (Layer) ซึ่งโพรโตคอลก็คือชุดหรือข้อตกลงในการติดต่อ ข้อสังเกตโมเดล OSI เป็นเพียงข้อเสนอแนะมิใช่ข้อกำหนดและควรรู้ว่ายังไงก็ไม่มีระบบการเชื่อมต่อที่สร้างเหมือนกับโมเดล OSI จริง



รูปที่ 2.4 โอเอสไอโมเดล [1].

ข้อกำหนดรูปแบบแต่ละระดับชั้นของ OSI โมเดลจะต้องเป็นตามกลุ่มการบริการดังนี้

1. ระดับชั้นที่ 7 แอปพลิเคชั่นเลเยอร์ (Application Layer) เป็นการสื่อสารในระดับแอปพลิเคชั่น เช่น บราวเซอร์และโปรแกรม Telnet เป็นต้น ซึ่งทำหน้าที่เป็น User Interface โดยโปรโตคอลที่ทำงานอยู่ในชั้นนี้ เช่น TELNET, FTP, SMTP, HTTP และ DNS เป็นต้น
2. ระดับชั้นที่ 6 พรีเซนเตชั่นเลเยอร์ (Presentation Layer) มีหน้าที่ควบคุมเกี่ยวกับรูปแบบของข้อมูลที่จะถูกนำเสนอ รูปแบบดังกล่าวก็อย่างเช่น ASCII และ JPEG
3. ระดับชั้นที่ 5 เซสชั่นเลเยอร์ (Session Layer) ทำหน้าที่ควบคุมจังหวะในการรับส่งข้อมูลของคอมพิวเตอร์ทั้งสองด้านให้มีความสอดคล้องกันและกำหนดวิธีที่ใช้รับส่งข้อมูล เช่น อาจจะเป็นลักษณะสลับกันส่ง (Half Duplex) หรือรับส่งข้อมูลพร้อมกันทั้งสองด้าน (Full Duplex)
4. ระดับชั้นที่ 4 ทรานสปอร์ตเลเยอร์ (Transport Layer) ทำหน้าที่ในการจัดเตรียมการส่งข้อมูลระหว่างต้นทางและปลายทาง เช่น การสถาปนาการเชื่อมต่อ การรักษาการเชื่อมต่อ และการยกเลิกการเชื่อมต่อ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่เพิ่มเติมคือการรักษาความถูกต้องของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลด้วย เช่น โปรโตคอล TCP ส่วนโปรโตคอลที่ทำงานอยู่ในชั้นนี้เช่น UDP, TCP, และ SPX เป็นต้น

5. ระดับชั้นที่ 3 เน็ทเวอร์คเลเยอร์ (Network Layer) มีหน้าที่เลือกเส้นทางที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการนำส่งข้อมูลที่เรียกว่าแพ็กเก็ต (Packet) โปรโตคอลที่ทำงานอยู่ในชั้นนี้ เช่น IP และ IPX
6. ระดับชั้นที่ 2 ดาต้าลิ้งค์เลเยอร์ (Data Link Layer) เป็นการทำงานในระดับ Network Interface Card และซอฟต์แวร์ไดรเวอร์ของมัน มีหน้าที่ดูแลการนำส่งข้อมูลระดับเฟรม โดยมีโปรโตคอลที่นิยมใช้ เช่น CSMA/CD
7. ระดับชั้นที่ 1 ฟิสิกส์คอลเลเยอร์ (Physical Layer) เป็นชั้นของการกำหนดคุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์ เช่น คุณสมบัติทางไฟฟ้า มีหน้าที่ดูแลการนำส่งข้อมูลระดับบิต (Bit)

2.2.5 เปรียบเทียบ OSI กับ TCP/IP

เราทราบแล้วว่า OSI ได้แบ่งหน้าที่ของทั้ง 7 ชั้นออกมาเป็นอย่างไร ชั้นไหนทำอะไรบ้าง ทำให้การเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์สองระบบทำได้ง่ายกว่าเมื่อก่อนมาก เนื่องจากทุกระบบใช้มาตรฐานเดียวกัน อย่างไรก็ตามการกำหนดมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลนี้มีองค์กรใหญ่ๆอยู่ 3 องค์กรด้วยกัน คือ องค์กรมาตรฐานสากล หรือ International Standard Organization (ISO) ,สถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเลกทรอนิกส์ของอเมริกา หรือ American Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) และสหภาพโทรคมนาคมสากล หรือ (International Telecommunication Union – Telecommunications (ITU-T ซึ่งชื่อเดิมคือ International Consultative Committee on Telephony and Telegraphy) หรือ CCITT) ทั้ง 3 องค์กรนี้จะทำหน้าที่ในการกำหนดมาตรฐานของอุปกรณ์การสื่อสารในรูปแบบต่างๆ,ระบบสื่อสัญญาณ,เครือข่ายสาธารณะและข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล เป็นต้น ซึ่งทำให้งานของแต่ละองค์กรมีความซ้ำซ้อนกันมากขึ้น แต่ก็เป็นผลดีที่ทำให้แต่ละมาตรฐานมีความร่วมมือกัน และเข้ากันได้กับมาตรฐานอื่นๆที่กำหนดขึ้นในคนละองค์กร

เนื่องจาก OSI เกิดขึ้นมาหลังจากที่ TCP/IP หรือ Transmission Control Protocol/Internet Protocol ได้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายไปแล้วถึง 4 ปี รวมถึงเป็นโปรโตคอลที่ให้ใช้ได้ฟรีไม่ต้องมีค่าลิขสิทธิ์และเป็นโปรโตคอลหลักในอินเตอร์เน็ตทำให้มาตรฐานของ TCP/IP เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางและมีผู้ใช้ในการส่งข้อมูลมากที่สุดในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3 TCP/IP

TCP/IP (Transmitsion Control Protocol/Internet Protocol) เป็นชุดของโปรโตคอลที่ถูกใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหาโปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้

ชุดโปรโตคอลนี้ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1960 ซึ่งถูกใช้เป็นครั้งแรกในเครือข่าย ARPANET ซึ่งต่อมาได้ขยายการเชื่อมต่อไปทั่วโลกเป็นเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ทำให้ TCP/IP เป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางจนถึงปัจจุบัน

TCP/IP มีจุดประสงค์ของการสื่อสารตามมาตรฐาน 3 ประการคือ

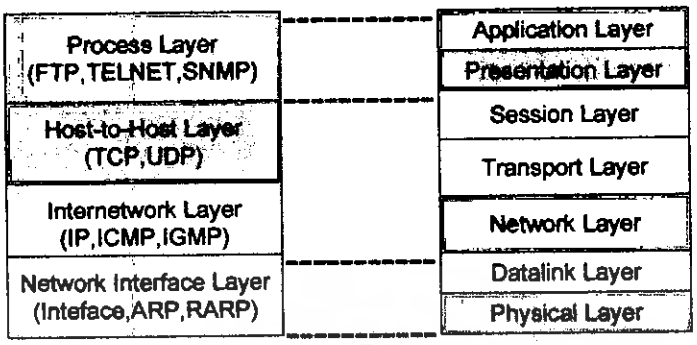
1. เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างระบบที่มีความแตกต่างกัน
2. ความสามารถในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบเครือข่าย เช่นในกรณีที่ผู้ส่งและผู้รับยังคงมีการติดต่อกันอยู่ แต่โหนดกลางที่ใช้เป็นผู้ช่วยรับ-ส่งเกิดเสียหายใช้การไม่ได้หรือสายสื่อสารบางช่วงถูกตัดขาด กฎการสื่อสารนี้จะต้องสามารถจัดหาทางเลือกอื่นเพื่อทำให้การสื่อสารดำเนินต่อไปได้โดยอัตโนมัติ
3. มีความคล่องตัวต่อการสื่อสารข้อมูลได้หลายชนิดทั้งแบบที่ไม่มีความเร่งด่วน เช่น การจัดส่งแฟ้มข้อมูล และแบบที่ต้องการรับประกันความเร่งด่วนของข้อมูล เช่น การสื่อสารแบบ real-time และทั้งการสื่อสารแบบเสียง (Voice) และข้อมูล (data)

2.3.1 แบบอ้างอิง TCP/IP และ Protocol Stack

เครือข่ายคอมพิวเตอร์มีแบบอ้างอิงที่ใช้เป็นมาตรฐานคือ แบบอ้างอิงโอเอสไอ (OSI : Open System Interconnection Reference Model) ในขณะที่ ทีซีพี/ไอพี เป็นโปรโตคอลที่กำเนิดก่อนโอเอสไอและมีแบบอ้างอิงเฉพาะดังรูป

72243

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แบบอ้างอิง TCP/IP เมื่อเทียบกับ OSI Model [1].

คุณสมบัติของแต่ละชั้นเป็นดังนี้

- ชั้นบนเรียกว่าโปรเซสเลเยอร์ (Process Layer) จะเป็นแอพพลิเคชั่นโปรโตคอลที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้และให้บริการต่างๆ เช่น FTP,Telnet และ SNMP ฯลฯ
- ชั้นถัดมาเรียกว่าโฮสทูโฮสเลเยอร์ (Host-to-Host Layer) จะเป็น TCP หรือ UDP ที่ทำหน้าที่คล้ายกับชั้นที่ 4 ของโอเอสไอโมเดล คือควบคุมการรับส่งข้อมูลจากด้านส่งไปด้านรับและตัดข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยให้เหมาะกับเครือข่ายที่ใช้รับส่งข้อมูล รวมทั้งประกอบข้อมูลส่วนย่อยๆนี้เข้าด้วยกันเมื่อถึงปลายทาง
- ชั้นถัดมาเรียกว่าอินเตอร์เน็ตเวิร์คเลเยอร์ (Internetwork Layer) ได้แก่ส่วนของโปรโตคอลไอพี ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกับเลเยอร์ที่ 3 ของโอเอสไอโมเดล คือเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายที่อยู่ชั้นล่างลงไปและทำหน้าที่เลือกเส้นทางที่ดีที่สุดในการรับส่งข้อมูล
- ส่วนชั้นที่อยู่ล่างสุดเรียกว่าเน็ตเวิร์คอินเตอร์เฟส (Network Interface) คือชั้นที่ควบคุมฮาร์ดแวร์การรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย ซึ่งเทียบเท่ากับเลเยอร์ที่ 1 ของโอเอสไอโมเดล ในชั้นนี้ จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์และควบคุมการรับส่งข้อมูลในระดับฮาร์ดแวร์ของเครือข่าย ซึ่งที่ใช้กันอยู่จะเป็นตามมาตรฐานของ IEEE 802.3 จะเป็นการเชื่อมต่อผ่าน LAN แบบ Ethernet LAN

การกำหนดตามโปรแกรมประยุกต์หนึ่งๆไม่ได้ใช้โปรโตคอลพร้อมกันทั้งชุดใช้เพียงโปรโตคอลที่สัมพันธ์กันในแต่ละระดับชั้นของแบบอ้างอิงการซ้อนทับของโปรโตคอลจากระดับชั้นบนไปชั้นล่างเรียกว่า โปรโตคอลสแตค (Protocol stack)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การทำงานของโปรโตคอล TCP/IP

1. อินเตอร์เน็ตเป็นเครือข่ายแบบแพ็กเก็ต-สวิตช์เน็ตเวิร์ก ซึ่งก็หมายความว่าเมื่อส่งข่าวสารข้ามอินเตอร์เน็ตข้อมูลจะถูกแตกเป็นชิ้นหรือแพ็กเก็ตย่อยๆ และแต่ละแพ็กเก็ตจะถูกส่งไปยังปลายทางโดยเป็นอิสระจากกันผ่านอุปกรณ์ค้นหาเส้นทางที่เรียกว่า เราเตอร์ (Router) หลายๆตัว เมื่อแพ็กเก็ตทั้งหมดเข้ามาถึงปลายทาง ก็จะถูกประกอบกลับขึ้นมาเป็นรูปแบบเดิมอีกทีหนึ่ง

โปรโตคอลสองตัวที่ใช้แตกข้อมูลออกเป็นแพ็กเก็ตจัดการกำหนดเส้นทางในการส่งข้ามอินเตอร์เน็ต แล้วประกอบมันกลับที่อีกปลายหนึ่งก็คือ อินเตอร์เน็ตโปรโตคอลซึ่งจะกำหนดเส้นทางของข้อมูลและทรานสมิสชั่น คอลโทรล โปรโตคอล ซึ่งจะจัดการแตกข้อมูลออกเป็นแพ็กเก็ตและประกอบมันกลับที่อีกปลายด้านหนึ่ง

2. เมื่อคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งต้องการที่จะติดต่อสนทนากับคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งบนอินเตอร์เน็ต คอมพิวเตอร์จะเปิดการเชื่อมต่อทีซีพีกับคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นขั้นตอนนี้อาจเทียบได้กับการทำงานของเครือข่ายโทรศัพท์ เมื่อคนกดปุ่มโทรศัพท์เพื่อที่จะโทรศัพท์ไปยังหมายเลขโทรศัพท์หนึ่งจะมีระบบสวิทช์ชิ่งเรียกไปยังหมายเลขโทรศัพท์นั้นบนเครือข่ายให้ หลังจากมีผู้รับโทรศัพท์ก็สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้จนกว่าทั้งคู่ตัดสินใจวางโทรศัพท์ การเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่องโดยใช้ทีซีพี ทำให้สามารถส่งข้อมูลได้พร้อมกันสองทาง (Full duplex)

ด้วยเหตุผลหลายประการรวมทั้งข้อจำกัดของฮาร์ดแวร์ ข้อมูลที่จะส่งข้ามอินเตอร์เน็ตต้องถูกแบ่งออกเป็นแพ็กเก็ตย่อยๆ ที่มีขนาดเล็กกว่า 1,500 ตัวอักษรหรือ 1,500ไบต์ โดยทีซีพีจะทำการแตกข้อมูลแพ็กเก็ต เรียกว่า ทีซีพีเซกเมนต์ ซึ่งจะใช้ในการประกอบมันกลับคืนตามเดิม ในขณะที่ทีซีพีแยกข้อมูลออกเป็นแต่ละเซกเมนต์ก็จะมีการคำนวณค่าผลรวมสำหรับตรวจสอบ (Checksum) ขึ้นจากลักษณะและปริมาณของข้อมูลในเซกเมนต์แล้วใส่ค่านี้ลงไปในเฮดเดอร์ด้วย

การจะบอกว่าผู้ใช้ต้องการใช้บริการอะไรทีซีพีต้องระบุพอร์ต (Port) เป็นตัวเลขขนาด 16 บิต เป็นบิตเสมือนแอดเดรสประจำโปรโตคอลในชั้นประยุกต์ ที่ผู้ใช้ต้องการเชื่อมต่อด้วย พอร์ตทำหน้าที่คล้ายกับหมายเลขต่อของโทรศัพท์ ยกเว้นว่าหมายเลขโทรศัพท์ (หมายเลขไอพี) และหมายเลขต่อพอร์ตของทีซีพี ถูกกำหนดไว้ในคราวเดียวกัน ทีซีพี/พีสงวนพอร์ตหมายเลข 1 ถึง1023 ไว้ใช้เป็นประจำโปรโตคอลประยุกต์โดยเรียกพอร์ตนี้ว่า "Well-know port" โดยปกติผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทราบหมายเลขพอร์ตที่ตนต้องใช้ โปรแกรมไคลเอนต์ที่ใช้จะรู้ว่าควรใช้พอร์ตหมายเลขอะไร

3. แต่ละเซกเมนต์จะถูกใส่ไปในไอพีดาต้าแกรม (IP datagram) ที่บรรจุข้อมูลแอดเดรสที่บอกอินเตอร์เน็ตว่าให้ส่งข้อมูลไปที่ไหน หากดาต้าแกรมมีขนาดใหญ่กว่าค่าที่กำหนดก็จะแบ่งชุดข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ (Fragmentation) เพื่อให้การส่งมีประสิทธิภาพ ข้อมูลส่วนย่อยเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจถูกแยกไปตามเส้นทางที่ต่างกัน สำหรับข้อมูลชุดหนึ่งจะมีแอดเดรสที่เหมือนกันเพื่อจะได้ส่งไปที่เดียวกันแล้วประกอบกลับได้อย่างเดิม แต่ละคาต้าแกรมต้องมีเฮดเดอร์ซึ่งบรรจุข้อมูลต่างๆ เช่น ไอพีแอดเดรสของผู้ส่ง ไอพีแอดเดรสของผู้รับ ช่วงเวลาหรืออายุที่แพ็กเก็ตจะถูกเก็บไว้ก่อนที่จะถูกทิ้งไปเพราะเก่าเกินไป (ยกตัวอย่าง ในกรณีแพ็กเก็ตที่มีข้อมูลซึ่งขึ้นกับเวลา (real-time) เช่น ส่วนของภาพเคลื่อนไหวหรือเสียง ถูกส่งไปผิดทางและไปไม่ถึงที่หมายสักทีจนช้ากว่าเกินกว่าจะไปทันแพ็กเก็ตอื่นๆ และหมดความจำเป็นจะต้องส่งต่อไปอีกก็จะทิ้งไปได้เลย) และข้อมูลอื่นๆอีกมาก

4. ขณะที่คาต้าแกรมถูกส่งข้ามเครือข่ายในแต่ละเครือข่ายจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า เราเตอร์ (Router) เป็นตัวตรวจสอบไอพีคาต้าแกรม (ถ้าข้อมูลถูกส่งระหว่างคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายเดียวกันก็ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เราเตอร์) โดยดูที่ไอพีแอดเดรสปลายทางของมัน และจะหาเส้นทางที่ดีที่สุดสำหรับส่งคาต้าแกรมไปยังเราเตอร์ที่อยู่ใกล้ปลายทางของคาต้าแกรมนั้นๆที่สุด หลังจากเดินทางผ่านเราเตอร์หลายๆตัวแล้วคาต้าแกรมก็จะมาถึงปลายทาง แต่ด้วยเหตุที่การจราจรบนอินเตอร์เน็ตมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด ไอพีอาจส่งคาต้าแกรมโดยไม่เรียงลำดับนอกจากนี้ไอพีไม่สามารถรับรองว่าคาต้าแกรมส่งถึงจุดหมายได้เรียบร้อยเป็นหน้าที่ของทีซีพีที่ต้องตรวจสอบว่าข้อมูลถึงจุดหมายทั้งหมดหรือไม่

การส่งข้อมูลยังต้องใช้การทำงานอีกระดับ คือ ข้อมูลต้องส่งผ่านสื่อกลาง เช่น สายอีเธอร์เน็ต สายเคเบิ้ลไฟเบอร์ออฟติก (Fiber optic) หรือสายโทรศัพท์ ไอพีต้องใช้บริการของซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการใช้สื่อกลาง (Media access control) ในการส่งและรับข้อมูลผ่านสื่อเหล่านี้ ไอพีต้องใช้ความสามารถของโปรโตคอลระดับล่าง อย่างเช่น อีเธอร์เน็ตเพื่อส่งข้อมูลไปตามสายสื่อสาร เหมือนกับ ทีซีพี ต้องใช้ความสามารถของไอพีในการสร้าง และส่งคาต้าแกรม

5. เมื่อแพ็กเก็ตมาถึงปลายทางของมัน ทีซีพีจะคำนวณค่าผลรวมสำหรับตรวจสอบของแต่ละคาต้าแกรมใหม่ แล้วเปรียบเทียบค่าผลรวมสำหรับตรวจสอบที่ส่งมาในคาต้าแกรมนั้นถ้าไม่เท่ากัน ทีซีพีบนเครื่องปลายทางก็จะรู้ว่าข้อมูลไม่สมบูรณ์ คือ เกิดความผิดพลาดขึ้นในระหว่างการส่งและจะทิ้งคาต้าแกรมนั้นไปแล้วร้องขอให้ทีซีพีบนเครื่องต้นทางส่งคาต้าแกรมนั้นมาใหม่

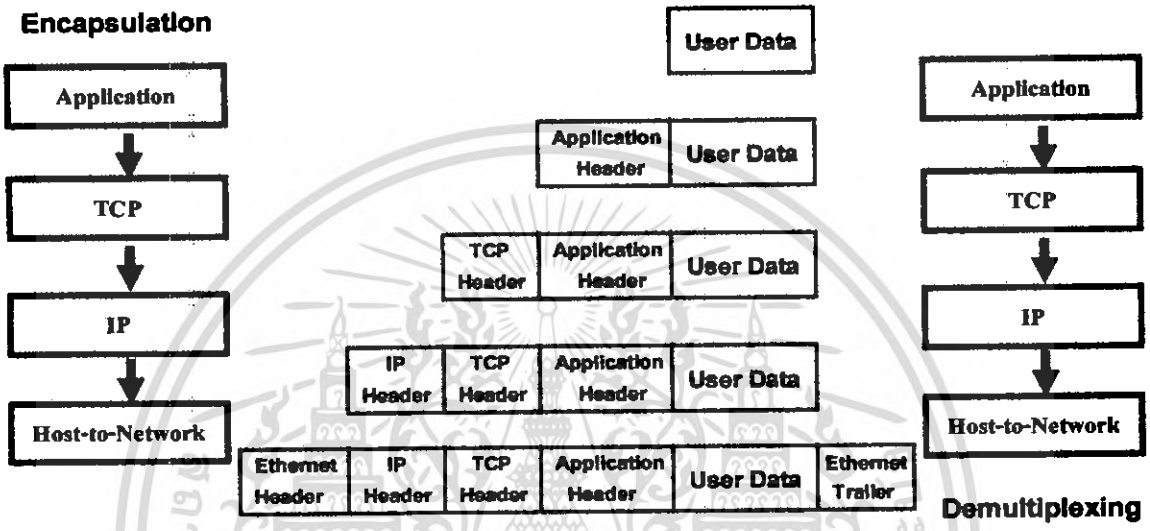
6. เมื่อได้รับคาต้าแกรมที่สมบูรณ์ครบทั้งหมดแล้ว ทีซีพี ก็จะประกอบข้อมูลนั้นกลับขึ้นมาเป็นรูปแบบเดิมของมัน

2.3.3Encapsulation/Demultiplexing

การส่งข้อมูลผ่านไปในแต่ละเลเยอร์ โดยที่แต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า Header ภายใน Header จะบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการ Encapsulate เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็น Header ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า Demultiplexing



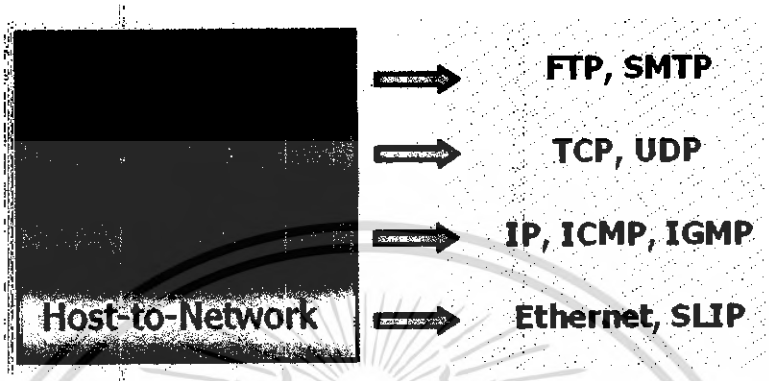
รูปที่ 2.6 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing

ข้อมูลที่ผ่านการ Encapsulate ในแต่ละเลเยอร์มีชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

- ข้อมูลที่มาจาก User หรือก็คือข้อมูลที่ User เป็นผู้ป้อนให้กับ Application เรียกว่า User Data
- เมื่อแอพพลิเคชั่นได้รับข้อมูลจาก user ก็จะนำมาประกอบกับส่วนหัวของแอพพลิเคชั่น เรียกว่า Application Data และส่งต่อไปยังโปรโตคอล TCP
- เมื่อโปรโตคอล TCP ได้รับ Application Data ก็จะนำมารวมกับ Header ของ โปรโตคอล TCP เรียกว่า TCP Segment และส่งต่อไปยังโปรโตคอล IP
- เมื่อโปรโตคอล IP ได้รับ TCP Segment ก็จะนำมารวมกับ Header ของ โปรโตคอล IP เรียกว่า IP Datagram และส่งต่อไปยังเลเยอร์ Host-to-Network Layer
- ในระดับ Host-to-Network จะนำ IP Datagram มาเพิ่มส่วน Error Correction และ flag เรียกว่า Ethernet Frame ก่อนจะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งผ่านสายสัญญาณที่เชื่อมโยงอยู่ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแต่ละเลเยอร์ของโครงสร้าง TCP/IP สามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.7 โครงสร้าง TCP/IP [1].

2.3.3.1 ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to –Network Layer)

โปรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้ เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2.3.3.2 ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer)

ใช้ประเภทของระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ระบบเครือข่ายแบบสลับช่องสื่อสารระดับแพ็กเก็ต (packet-switching network) ซึ่งเป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (Connectionless) โดยมีหลักการทำงานคือ การปล่อยให้ข้อมูลขนาดเล็กที่เรียกว่า แพ็กเก็ต (Packet) สามารถไหลจากโหนดผู้ส่งไปตามโหนดต่างๆ ในระบบจนถึงจุดหมายปลายทางได้โดยอิสระ หากว่ามีการส่งแพ็กเก็ตออกมาเป็นชุดโดยมีจุดหมายปลายทางเดียวกันในระหว่างการเดินทางในเครือข่าย แพ็กเก็ตแต่ละตัวในชุดนี้ก็จะเป็นอิสระแก่กันและกัน ดังนั้น แพ็กเก็ตที่ส่งไปถึงปลายทางอาจจะไม่เป็นไปตามลำดับก็ได้

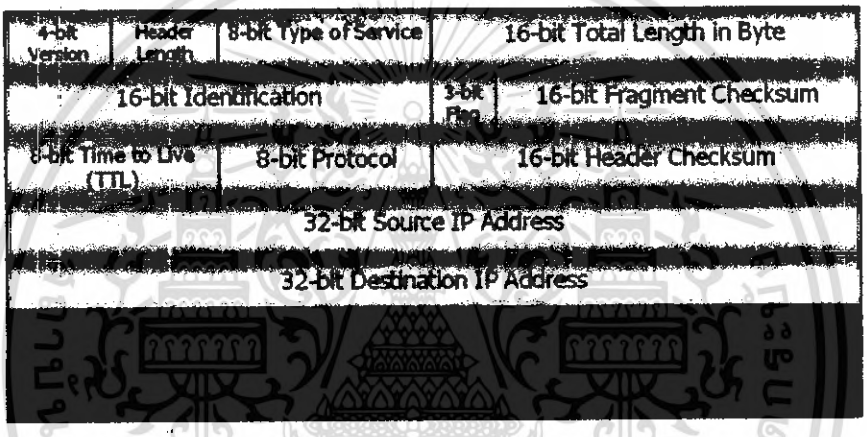
•IP (InternetProtocol)

IP เป็นโปรโตคอลในระดับอินเตอร์เน็ตเลเยอร์ ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับแอดเดรสและข้อมูล และควบคุมการส่งข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในการหาเส้นทางของแพ็กเก็ต ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของ IP จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดและสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล และมีระบบการแยกและประกอบดาต้าแกรม (datagram) เพื่อรองรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งข้อมูลระดับ data link ที่มีขนาด MTU (Maximum Transmission Unit) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำ IP ไปใช้บนโปรโตคอลอื่นได้หลากหลาย เช่น Ethernet ,Token Ring หรือ Apple Talk

การเชื่อมต่อของ IP เพื่อทำการส่งข้อมูล จะเป็นแบบ connectionless หรือเกิดเส้นทางการเชื่อมต่อในทุกๆครั้งของการส่งข้อมูล 1 ดาต้าแกรม โดยจะไม่ทราบถึงข้อมูลดาต้าแกรมที่ส่งก่อนหน้าหรือส่งตามมา แต่การส่งข้อมูลใน 1 ดาต้าแกรม อาจจะเกิดการส่งได้หลายครั้งในกรณีที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ (fragmentation) และถูกนำไปรวมเป็นดาต้าแกรมเดิมเมื่อถึงปลายทาง



รูปที่ 2.8 IP Header [1].

เฮดเดอร์ของ IP โดยปกติจะมีขนาด 20 bytes ยกเว้นในกรณีที่มีการเพิ่ม option บางอย่าง ฟิลด์ของเฮดเดอร์ IP จะมีความหมายดังนี้

a. **Version** : หมายเลขเวอร์ชันของโปรโตคอล ที่ใช้งานในปัจจุบันคือ เวอร์ชัน 4 (IPv4) และเวอร์ชัน 6 (IPv6)
b. **Header Length** : ความยาวของเฮดเดอร์ โดยทั่วไปถ้าไม่มีส่วน option จะมีค่าเป็น 5 (5*32 bit)
c. **Type of Service (TOS)** : ใช้เป็นข้อมูลสำหรับเราเตอร์ในการตัดสินใจเลือกการเราต์ข้อมูลในแต่ละดาต้าแกรม แต่ปัจจุบันไม่ได้มีการนำไปใช้งานแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d. **Length** : ความยาวทั้งหมดเป็นจำนวนไบต์ของดาต้าแกรม ซึ่งด้วยขนาด 16 บิตของฟิลด์ จะหมายถึงความยาวสูงสุดของดาต้าแกรม คือ 65535 byte (64k) แต่ในการส่งข้อมูลจริง ข้อมูลจะถูกแยกเป็นส่วนๆตามขนาดของ MTU ที่กำหนดในลิงค์เลเยอร์ และนำมารวมกันอีกครั้งเมื่อส่งถึงปลายทาง แอพพลิเคชั่นส่วนใหญ่จะมีขนาดของดาต้าแกรมไม่เกิน 512 byte

e. **Identification** : เป็นหมายเลขของดาต้าแกรม ในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรมเมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางจะนำข้อมูลที่มี identification เดียวกันมารวมกัน

f. **Flag** : ใช้ในกรณีที่มีการแยกดาต้าแกรม

g. **Fragment offset** : ใช้ในการกำหนดตำแหน่งข้อมูลในดาต้าแกรมที่มีการแยกส่วน เพื่อให้สามารถนำกลับมาเรียงต่อกันได้อย่างถูกต้อง

h. **Time to live (TTL)** : กำหนดจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ดาต้าแกรมจะถูกส่งระหว่าง hop (การส่งผ่านข้อมูลระหว่างเน็ตเวิร์ค) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการส่งข้อมูลโดยไม่สิ้นสุด โดยเมื่อข้อมูลถูกส่งไป 1 hop จะทำการลดค่า TTL ลง 1 เมื่อค่าของ TTL เป็น 0 และข้อมูลยังไม่ถึงปลายทาง ข้อมูลนั้นจะถูกยกเลิก และเราเตอร์สุดท้ายจะส่งข้อมูล ICMP แจ้งกลับมายังต้นทางว่าเกิด time out ในระหว่างการส่งข้อมูล

i. **Protocol** : ระบุโปรโตคอลที่ส่งในดาต้าแกรม เช่น TCP ,UDP หรือ ICMP

j. **Header checksum** : ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเฮดเดอร์

k. **Source IP address** : หมายเลข IP ของผู้ส่งข้อมูล

l. **Destination IP address** : หมายเลข IP ของผู้รับข้อมูล

m. **Data** : ข้อมูลจากโปรโตคอลระดับบน

2.3.3.3 ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

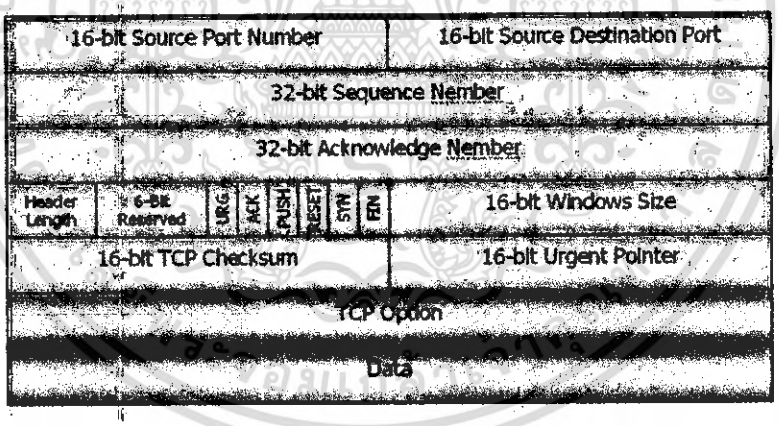
แบ่งเป็นโปรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะการนำส่ง โดยลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีลักษณะการกำหนดช่วงเวลาการสื่อสาร ตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกัน ตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูล เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วยโปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

- **TCP : (Transmission Control Protocol)**

ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีความสามารถและรายละเอียดมากกว่า UDP โดยดาต้าแกรมของ TCP จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีกลไกควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง (reliable) และมีการสื่อสารอย่างเป็นกระบวนการ (connection-oriented)



รูปที่ 2.9 TCP Header [1].

มีรายละเอียด ดังนี้

- **Source Port Number** : หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้
- **Destination Port Number** : หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม
- **Sequence Number** : ฟิลด์ที่ระบุหมายเลขลำดับอ้างอิงในการสื่อสารข้อมูลแต่ละครั้ง เพื่อใช้ในการแยกแยะว่าเป็นข้อมูลของชุดใด และนำมาจัดลำดับได้ถูกต้อง

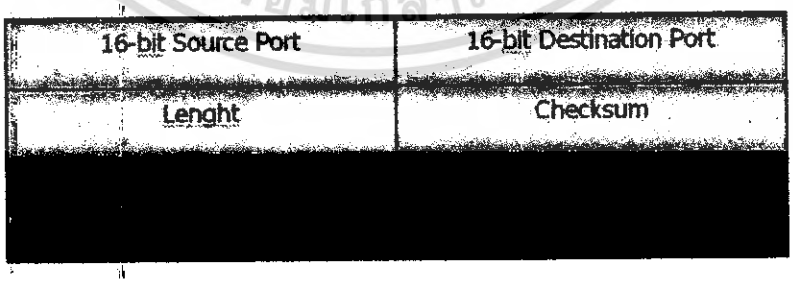
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Acknowledgment Number** : ทำหน้าที่เช่นเดียวกับ Sequence Number แต่จะใช้ในการตอบรับ
- **Header Length** : โดยปกติความยาวของเฮดเดอร์ TCP จะมีความยาว 20 ไบต์ แต่อาจจะมากกว่านั้น ถ้ามีข้อมูลในฟิลด์ option แต่ต้องไม่เกิน 60 ไบต์
- **Flag** : เป็นข้อมูลระดับบิตที่อยู่ในเฮดเดอร์ TCP โดยใช้เป็นตัวบอกคุณสมบัติของแพ็กเก็ต TCP ขณะนั้นๆ และใช้เป็นตัวควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่ง Flag มีอยู่ทั้งหมด 6 บิต

• **UDP : (User Datagram Protocol)**

เป็นโปรโตคอลที่อยู่ใน Transport Layer เมื่อเทียบกับโมเดล OSI โดยการส่งข้อมูลของ UDP นั้นจะเป็นการส่งครั้งละ 1 ชุดข้อมูล เรียกว่า UDP datagram ซึ่งจะไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างคาต้าแกรมและจะไม่มีกลไกการตรวจสอบความสำเร็จในการรับส่งข้อมูล

กลไกการตรวจสอบโดย checksum ของ UDP นั้นเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไข หรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่ง และหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะได้รู้ว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น แต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum Error ก็ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น แต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งแต่อย่างใด การรับส่งข้อมูลแต่ละครั้งหากเกิดข้อผิดพลาดในระดับ IP เช่น ส่งไม่ถึง, หมดเวลา ผู้ส่งจะได้รับ Error Message จากระดับ IP เป็น ICMP Error Message แต่เมื่อข้อมูลส่งถึงปลายทางถูกต้อง แต่เกิดข้อผิดพลาดในส่วนของ UDP เอง จะไม่มีการยืนยัน หรือแจ้งให้ผู้ส่งทราบแต่อย่างใด



รูปที่ 2.10 UDP Header [1].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีรายละเอียด ดังนี้

- **Source Port Number** : หมายเลขพอร์ตต้นทางที่ส่งดาต้าแกรมนี้
- **Destination Port Number** : หมายเลขพอร์ตปลายทางที่จะเป็นผู้รับดาต้าแกรม
- **UDP Length** : ความยาวของดาต้าแกรม ทั้งส่วน Header และ data นั่นหมายความว่า ค่าที่น้อยที่สุดในฟิลด์นี้คือ 8 ซึ่งเป็นขนาดของ Header
- **Checksum** : เป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของ UDP datagram และจะนำข้อมูลบางส่วนใน IP Header มาคำนวณด้วย

2.3.1.4. ชั้นสื่อสารการประยุกต์ (Application Layer)

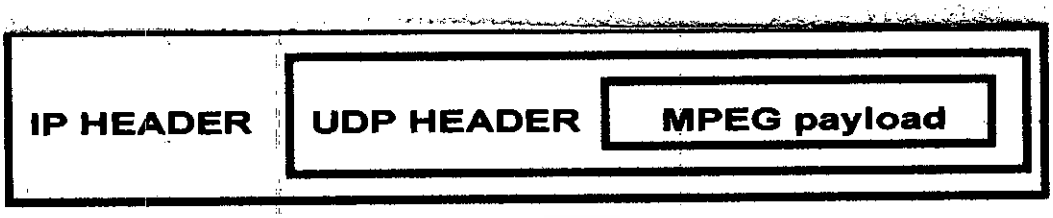
มีโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน เรียกว่า TELNET โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP และโปรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เรียกว่า SMTP โดยโปรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ต และสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โปรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆก็ได้ โปรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา

- **RTP (Real Time Protocol)**

1. ใช้ในการส่งผ่านข้อมูลผ่าน เครือข่ายสำหรับการส่งข้อมูลพวกใช้เวลาจริง เช่น วีดีโอ
2. สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์โครงข่ายมัลติมีเดียอื่นได้
3. RTP ไม่เป็นแบบ Connection-Oriented
4. ไม่มีความผิดพลาดในการเรียงข้อมูล ซึ่งแตกต่างจากโปรโตคอลยูดีพี เมื่อส่งแล้วมีปัญหาในการจัดลำดับก่อนหลัง
5. ข้อมูลที่จะส่งถูกควบคุมด้วย RTCP :Real Time Control Protocol
6. RTP ไม่มีการรับประกันคุณภาพของการส่งข้อมูลที่ หมายความว่าไม่มีกลไกใดๆยืนยันว่าการส่งสำเร็จหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สถาปัตยกรรมของ RTP



รูปที่ 2.11 ลักษณะการส่งข้อมูล

รูปที่ 2.12 ตำแหน่งของ RTP ใน แพ็คเก็ต

รูปที่ 2.13 RTP packet Header

ซึ่งภายใน RTP packet header นั้นจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้

-Payload Type จะเป็นตัวบอกรูปแบบการเข้ารหัสทางวีดีโอ ดังตารางที่แสดงดังนี้

ตารางที่ 2.1 Payload Type Number กับ Video Format

Payload Type Number	Video Format
26	Motion JPEG
31	H.261
32	MPEG 1 Video
33	MPEG 2 Video

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-Sequence Number

-Timestamp ทำให้สามารถนำมาจัดเรียงข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

-Synchronization Source Identifer (SSRC)

2.4 ลักษณะของการติดต่อ

แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.4.1 Connection-Oriented

คือการติดต่อที่ต้องการมีการเชื่อมโพรเซส (Process) ที่จะมีการส่งหรือรับข้อมูลซึ่งใช้คำว่าวงจรเสมือน (Virtual Circuit) เพราะว่าจะทำงานเสมือนมีวงจรต่ออยู่ระหว่างโพรเซส บริการชนิดนี้ส่วนมากจะใช้ในกรณีที่มีข่าวสารต้องการรับส่งมากกว่าหนึ่งข่าวสาร ดังนั้นสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานออกดังนี้

- ขั้นการสร้างการติดต่อ (Connection Establishment)
- ขั้นการส่งผ่านข้อมูล (Data Transfer)
- ขั้นยกเลิกการติดต่อ (Connection Termination)

2.4.2 Connectionless

คือจะไม่มีขั้นการสร้างการติดต่อ และขั้นการยกเลิกการติดต่อ แต่จะมีขั้นการส่งผ่านข้อมูลเพียงอย่างเดียว โดยข้อมูลซึ่งเรียกว่า ดาต้าแกรมจะถูกส่งจากระบบหนึ่งไปสู่อีกระบบหนึ่งอย่างเป็นอิสระโดยไม่ขึ้นอยู่กับดาต้าแกรมอื่น

2.5 ไอพีแอดเดรส (IP Address)

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่อเชื่อมกับอินเตอร์เน็ตเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอล TCP/IP มีอยู่เป็นจำนวนมาก เครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องต้องสามารถระบุหรืออ้างอิงได้โดยไม่เกิดความซ้ำซ้อนกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น มิฉะนั้นข่าวสารที่เครือข่ายรับมาจะไม่สามารถส่งไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการข่าวสารนั้นได้ จึงต้องมีการจัดระบบที่ดี เครือข่ายอินเตอร์เน็ตหรือเครือข่ายที่ใช้ TCP/IP ได้ออกแบบจัดการระบบส่วนนี้ไว้แล้ว เครือข่ายอินเตอร์เน็ตใช้รหัสหมายเลขมากำหนดให้แต่ละเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่ายที่เชื่อมโยง เรียกรหัสหมายเลขเหล่านี้ว่าอินเตอร์เน็ตแอดเดรส (Internet Address)

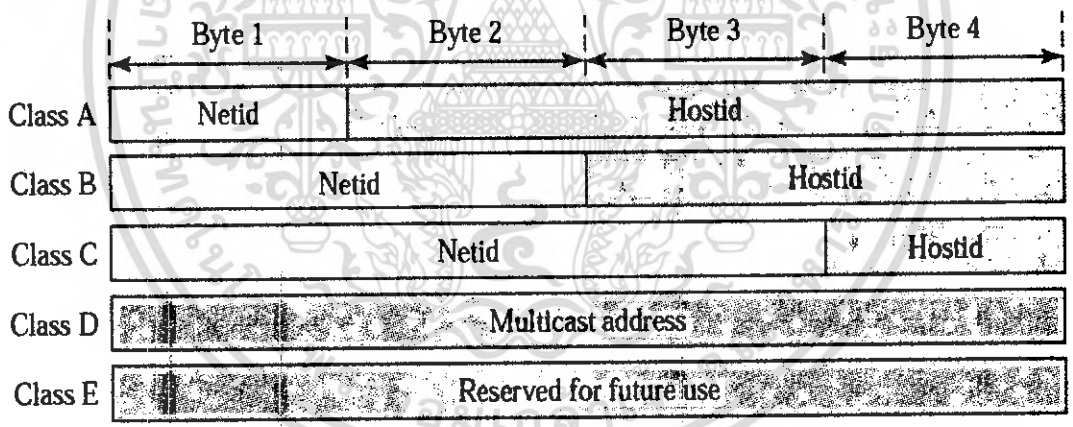
ไอพีแอดเดรสประกอบด้วยเลขฐานสองจำนวน 32 บิต แบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละส่วนมี 8 บิต เมื่อดูเฉพาะแต่ละส่วนเป็นเลขฐานสิบจะได้เลขจำนวน 256 ค่าไม่ซ้ำกัน (0-255) ไอพีแอดเดรสจะนำเอาหมายเลขทั้ง 4 ส่วนมารวมกัน โดยแยกแต่ละส่วนด้วยจุดดังนั้นหมายเลขทั้งหมดที่เป็นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โดยไม่ซ้ำกันคือ 256 หรือ 4,294,976,296 จำนวน มีค่าหมายเลขจาก 000.000.000.000 จนถึง 255.255.255.255 หมายเลขเหล่านี้เองที่ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตใช้กำหนดให้กับเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อใช้อ้างอิงถึงไอพีแอดเดรส บางหมายเลขสงวนไว้ใช้ด้วยจุดหมายกรณีพิเศษ ทำให้ไอพีแอดเดรสที่ให้งานทั่วไปลดลงจากจำนวนที่เป็นไปได้ ความหมายของไอพีแอดเดรสจะแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มที่ใช้เป็นรหัสประจำเครือข่าย
2. กลุ่มที่ใช้เป็นรหัสประจำเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ภายในเครือข่าย (Host Computers)

ไอพีแอดเดรสในกลุ่มรหัสประจำเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถซ้ำกันได้ แต่กลุ่มรหัสประจำเครือข่ายจะซ้ำกันไม่ได้ ดังนั้นรหัสเครื่องที่ซ้ำกันจึงไม่มีผลต่อการอ้างอิงถึง นอกจากนี้เพื่อความเหมาะสมในการกำหนดไอพีแอดเดรสให้กับผู้ขอทางผู้บริหารอินเตอร์เน็ตจึงได้กำหนดคลาส (Class) ของผู้ขอตามขนาดของเครือข่ายเพื่อให้ทรัพยากรส่วนนี้ถูกใช้อย่างคุ้มค่าที่สุด องค์กรขนาดใหญ่ก็จะจัดให้อยู่ในคลาสที่สามารถกำหนดไอพีแอดเดรสให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายได้มากกว่าองค์กรขนาดเล็ก การแบ่งคลาสจะแบ่งได้ดังรูป



รูปที่ 2.14 คลาสของไอพีแอดเดรส [1].

จากรูปที่ 2.14 จะแสดงประเภทของไอพีแอดเดรสและข้อกำหนดย่อยต่างๆ เราสามารถทราบได้ว่าเครือข่ายองค์กรถูกจัดอยู่ในคลาสใด โดยดูจากค่าหมายเลขของ 8 บิตแรกซ้ายมือสุดดังนี้

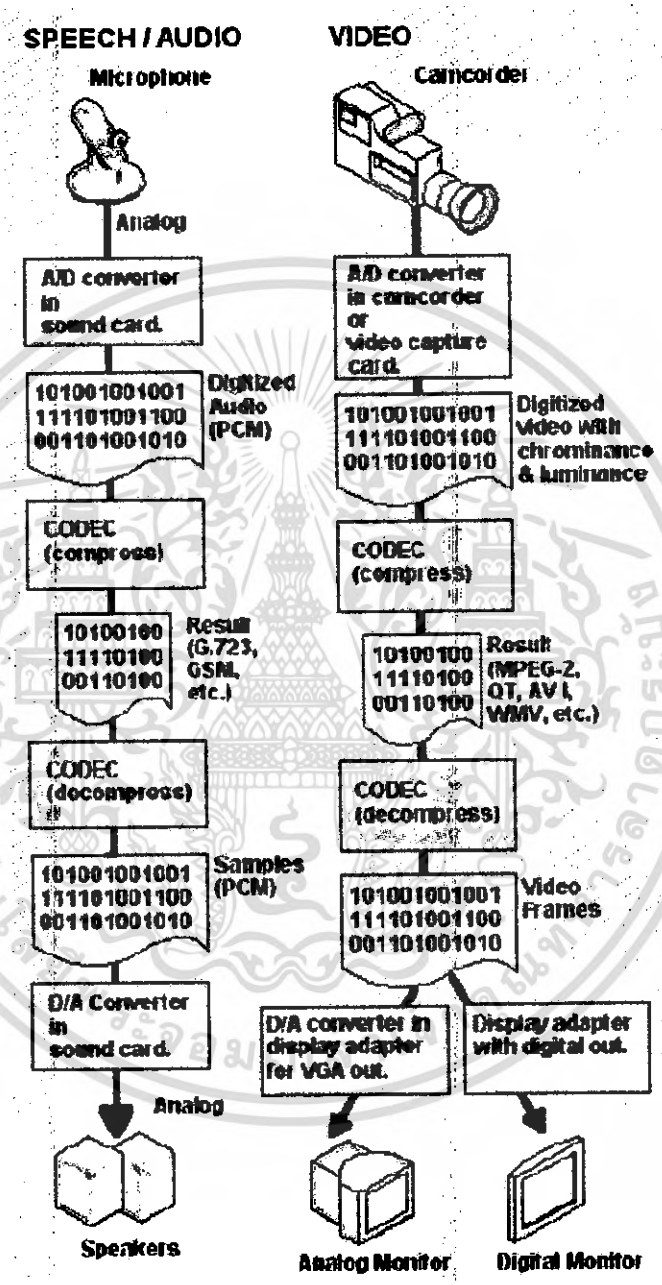
Class A: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 1 ถึง 126

Class B: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 128 ถึง 191

Class C: ไอพีแอดเดรสอยู่ในช่วง 192 ถึง 233

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การบีบอัดข้อมูล (Data Compression)



รูปที่ 2.15 ขั้นตอนการเข้ารหัสและการถอดรหัสของภาพและเสียงพูด[3].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 การบีบอัดเสียง (Voice Compression)

ในการที่เราจะส่งเสียงผ่านระบบอินเตอร์เน็ตนั้นในเบื้องต้นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเสียงพูดที่ได้รับจากไมโครโฟนซึ่งเป็น อนาล็อก ให้เป็น ดิจิตอล ก่อน ซึ่งส่วนนี้ระบบปฏิบัติการและไดร์เวอร์ของการ์ดเสียงจะเป็นตัวทำให้โดยอัตโนมัติอยู่แล้วจึงจะไม่กล่าวถึง แต่ว่าการที่ราจะส่งสัญญาณออกไปนั้นจะเอาสัญญาณที่ได้จากการที่แปลงข้างต้นนั้นไม่ไหวแน่ เพราะว่าขนาดของข้อมูลจะใหญ่มาก ซึ่งจะสังเกตได้จากเมื่อเราทำการบันทึกเสียงเข้าทางไมโครโฟน ไฟล์ที่ได้มีขนาดใหญ่มาก เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลของเสียงก่อนที่จะส่งออกไปซึ่งการรูปแบบของการบีบอัดเสียงตามมาตรฐานของ H.323 มีดังนี้

ตารางที่ 2.2 การบีบอัดข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ ตามมาตรฐาน H.323

มาตรฐาน	อัลกอริทึม	อัตราบิตเรต(kbps)	คุณภาพเสียง
G.729	CE-CELP	8	ดี
G.728	LD-CELP	16	ดี
G.723	V-CELP	5.3,6.3	ดี
G.722	SB-ADPCM	48,56,64	ดี
G.711	PCM	64	ดีมาก

• G.711 เป็นมาตรฐานสำหรับ H.323 ของ ITU-T ให้เสียงคุณภาพดีมาก แต่ต้องส่งข้อมูลจำนวนมาก

• G.723 คุณภาพของเสียงด้อยกว่า G.711 แต่สามารถบีบอัดให้มีขนาดเล็กลงได้ดีกว่ามาก

• G.729 เป็นมาตรฐานของ ITU-T ใช้การส่งข้อมูลต่ำ และรักษาคุณภาพของเสียงที่ส่งได้ดี มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในการเข้ารหัสเสียง

การบีบอัดข้อมูลเสียงจึงอาศัยหลักการได้ยินของมนุษย์เป็นเกณฑ์ในการแปลงคลื่นเสียงที่เป็นสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ปกติเสียงพูดจะอยู่ในช่วงประมาณ 40 Hz – 40 KHz และตามหลัก Nyquist' theory ระบุว่าอัตราการสุ่มสัญญาณ sampling rate อย่างน้อยที่สุดต้องเป็น 2 เท่าของความถี่สูงสุดของตัวอย่างจึงมักใช้ sampling rate ที่ 8 KHz ซึ่งสามารถสุ่มข้อมูลในช่วงนี้ได้เพียงพอ เทคนิคที่ใช้ในการเข้ารหัสเสียงแบ่งออกเป็น 3 แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Waveform Codec รักษาความเหมือนกันของเสียงต้นฉบับกับเสียงที่ได้หลังจากการถอดรหัสให้มากที่สุด มีความซับซ้อนต่ำ (complexity) มีดีเลย์ต่ำ และให้เสียงที่มีคุณภาพสูง แต่มีข้อเสียคือต้องใช้อัตราบิตเรตที่สูงและหากในการส่งมีการสูญเสียข้อมูลเกิดขึ้นคุณภาพเสียงจะลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลอย่างมากในการส่งข้อมูลด้วย packet บนเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เทคนิคที่ใช้งาน ได้แก่ Pulse Code Modulation (PCM), Differential Pulse Code Modulation (DPCM), Adaptive Differential Pulse Code Modulation (ADPCM) ซึ่งใช้หลักการคล้ายกัน แต่มีรายละเอียดต่างกัน ตัวอย่างเช่น ใช้การเก็บค่าตามลักษณะของคลื่นเสียงโดยตรง ใช้การเก็บค่าความแตกต่างระหว่างค่าก่อนหน้ากับค่าถัดไปโดยใช้การคะเน ใช้การแบ่งช่วงสัญญาณย่อย หรือสามารถปรับเปลี่ยนระดับของค่าที่เก็บได้ เป็นต้น บิตเรตที่ใช้จะอยู่ในช่วง 16-64 Kbps

2. Source Codec (Vocoder) ใช้รูปแบบของเสียงที่ถูกสร้างขึ้นจากสัญญาณที่เข้ารหัส โดยพยายามแยกค่าต่างๆ ออกมาจากรูปแบบนี้ มีอัตราบิตเรต 2.4 Kbpsเสียงที่ได้มีคุณภาพไม่ค่อยดีนัก

3. Hybrid Codec พยายามรวมเอาข้อดีของเทคนิคทั้งสองแบบแรกไว้ด้วยกัน เทคนิคที่ใช้ได้แก่ Multi-pulse Excited (MPE), Regular-Pulse Excited (RPE),Code-Excited Linear Predictive (CELP) ใช้เทคนิค linear prediction filter แต่มีข้อแตกต่างตรงที่ excitation signal ที่ใช้ โดยพยายามใช้บิตเรตที่ต่ำให้ได้เสียงที่ใกล้เคียงกับเสียงต้นฉบับมากที่สุด อัตราบิตเรตอยู่ในช่วง 4.8-16 Kbps

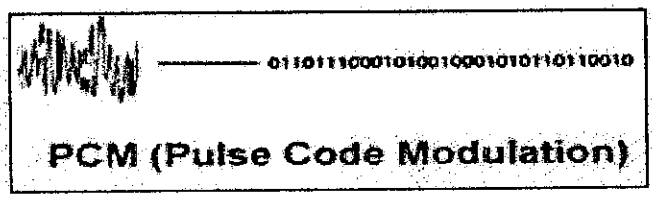
2.6.1.1 Pulse Code Modulation (PCM)

วิธีการเข้ารหัสสัญญาณเสียงนั้น ปัจจุบันในโครงข่ายสื่อสารสาธารณะได้ใช้วิธีการเข้ารหัสแบบ PCM โดยที่สัญญาณเสียงจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล ขนาด 64 Kbps เพื่อใช้ในการส่งโดยทั่วไปนั้น การเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลนั้นจะเกิดสัญญาณรบกวนจำเพาะเกิดขึ้น ซึ่งก็คือสัญญาณรบกวนจากการควอนไตซ์ ในทางปฏิบัติการแปลงระหว่างสัญญาณอนาล็อกกับดิจิตอลเป็นแบบเส้นตรง สำหรับสัญญาณเสียงโทรศัพท์ในแถบความถี่ 4 KHz นั้น ถ้าหากต้องการให้คุณภาพการส่งที่มีอิทธิพลเนื่องจากสัญญาณรบกวนจากการควอนไตซ์ให้ต่ำกว่าค่าที่ปรากฏอยู่จำเป็นต้องใช้อัตราบิต 100 Kbps อย่างไรก็ตามเนื่องจากอัตราบิตนั้นจำเป็นต้องจำกัดให้อยู่ภายในขอบเขตที่จำเป็น ดังนั้นการใช้วิธีการเข้ารหัส PCM ในทางปฏิบัติจะเพิ่มส่วนของการอัดขยายเข้าไปด้วย และในการที่จะรักษาคุณภาพการสื่อสารให้มีระดับตามที่ต้องการเช่นเดียวกับการควอนไตซ์แบบเส้นตรง ดังที่ได้กล่าวมาสามารถบีบย่อข้อมูลไว้ที่ 64 Kbps และวิธีการโดยรวมนี้ได้ถูกนำมาใช้เป็นวิธีการตามมาตรฐานสากล

2.6.1.1.1 การแปลงสัญญาณเสียง (Conversion voice signal)

- Conversion to PCM (Pulse Code Modulation) จะเป็นการแปลงสัญญาณ Analog ให้ไปอยู่ในรูปแบบสัญญาณ Digital หรือที่เรียกว่า PCM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

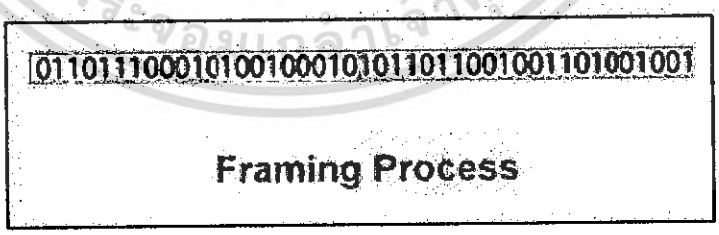


รูปที่ 2.16 ภาพขั้นตอนการแปลงสัญญาณ

- Removal of Echo จะเป็นการมีการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณ Echo ออก ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดย DSP (Digital Signal Processors)

รูปที่ 2.17 ภาพขั้นตอนการแยกสัญญาณออกเป็นส่วนๆ เพื่อทำการตัดสัญญาณ Echo ออก

- Framing Process ในส่วนของสัญญาณที่เหลือนั้น ก็จะถูกแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของ Frame ซึ่งกระบวนการนี้จะถูกจัดการโดยรูปแบบการบีบอัดที่เรียกว่า CODEC หลังจากกระบวนการนี้แล้ว Frame ของสัญญาณเสียงจะถูกสร้างขึ้น

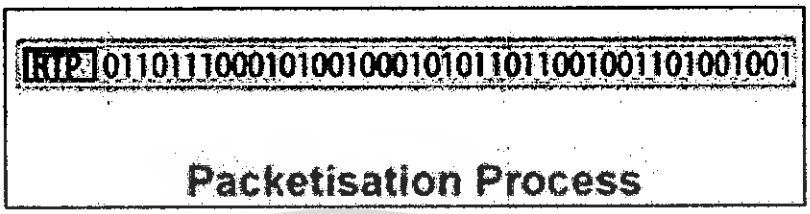


รูปที่ 2.18 ภาพการจัดแบ่งและจัดรูปแบบขึ้นมาใหม่ในรูปของ Frame

- Packetisation ในกระบวนการนี้จะเป็นการแปลง Frame ของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของ Packet ซึ่งจะมีการเพิ่ม Header เข้าไปใน Packet โดยในส่วนของ Header นั้น ก็

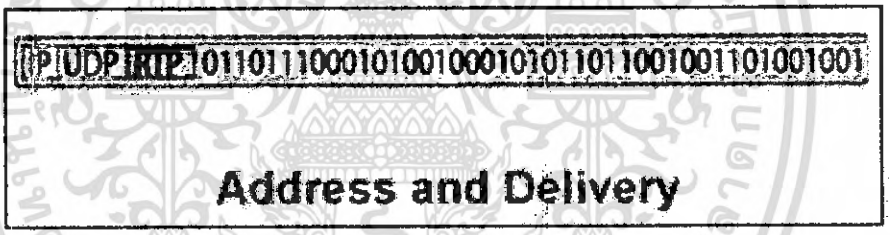
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะประกอบไปด้วยข้อมูลที่เรียกว่า Sequence Number และ Time Stamp หลังจากนั้น Packet นี้จะถูกส่งต่อไปที่ Host Processor



รูปที่ 2.19 ภาพการแปลง Frame ของสัญญาณให้มาอยู่ในรูปของ Packet

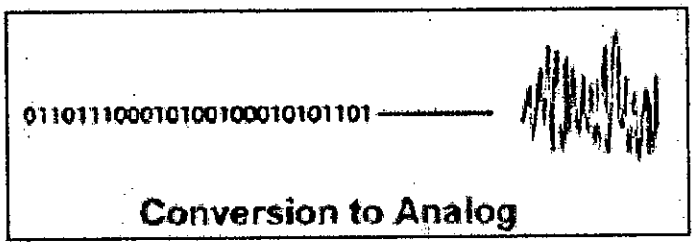
- Address and Delivery หลังจากที่ได้แปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของ Packet แล้ว ข้อมูลนั้นจะถูกนำมาวิเคราะห์และใส่ค่า IP Address ปลายทาง



รูปที่ 2.20 ภาพการใส่ IP Address ปลายทาง

- Conversion to Analog หลังจากที่ได้ทำการใส่ค่าของ IP Address ปลายทางไปใน Header ของ Packet แล้วนั้น เมื่อ Packet เหล่านั้นไปถึงด้านปลายทาง ข้อมูล Header เหล่านี้จะถูกแยกออกเพื่อให้เหลือแค่ Voice Frame หลังจากนั้นก็จะทำการแปลงสัญญาณ Digital PCM ให้กลับมาเป็นสัญญาณรูปแบบ Analog ที่เป็นสัญญาณเสียงที่เราได้ยินกันอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 ภาพการแปลงสัญญาณ Digital PCM ให้มาเป็นสัญญาณ Analog ที่เราได้ยินกัน

2.6.2 การบีบอัดภาพวิดีโอ (Video Compression)

H.263 เป็นมาตรฐานที่มีเฉพาะใน ITU-T โดยถูกตีพิมพ์ขึ้นในปี 1995/1996 ถูกออกแบบในการสื่อสารที่มีบิตเรตต่ำ ในช่วงแรก ๆ อัตราการส่งข้อมูลน้อยกว่า 64 Kbits/s แต่อย่างไรก็ตามข้อจำกัดนี้ก็ถูกกำจัดออกไป โดยคาดว่ามาตรฐานนี้จะใช้สำหรับช่วงบิตเรตที่กว้าง และยังคาดว่ามาตรฐาน H.263 จะมาแทนที่มาตรฐาน H.261 ในอุปกรณ์หลายชนิด โดยที่มาตรฐาน H.263 นี้จะคล้ายกับที่ใช้ใน H.261 แต่อย่างไรก็ตามได้มีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงเพื่อที่จะพัฒนา performance และแก้ไขข้อผิดพลาด ความแตกต่างระหว่าง H.261 กับ H.263 คือ H.263 จะใช้ half pixel precision สำหรับ motion compensation ส่วนใน H.261 จะใช้ full pixel precision และ loop filter บางส่วนในโครงสร้างของ datastream จะมี option ดังนั้น เราสามารถที่จะปรับตั้งให้อัตราข้อมูลมีค่าต่ำกว่าและจะ recovery error ได้ดีกว่า

ในปัจจุบันมีทางเลือกอยู่ 4 แนวทางเพื่อปรับปรุง performance คือ

- Unrestricted Motion Vectors
- Syntax-based arithmetic coding
- Advance prediction
- forward and backward frame prediction similar to MPEG called P-B frames

H.263 สนับสนุน 5 resolutions เพิ่มจาก H.261 ที่มีเฉพาะ QCIF, CIF โดยใน H.263 จะมี SQCIF, 4CIF, 16CIF ด้วย SQCIF ได้จากการประมาณให้มี resolution เป็นครึ่งหนึ่งของ QCIF และ 4CIF กับ 16CIF มีค่า resolution เป็น 4 และ 16 เท่าของ CIF ตามลำดับ สิ่งที่เป็นตัวสนับสนุน 4CIF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 16CIF คือ วิธีการเข้ารหัสที่ทำได้อย่างสมบูรณ์เหมือนกับมาตรฐานการเข้ารหัสอื่น ๆ ที่ใช้บิตเรตสูงกว่า เช่น ในมาตรฐาน MPEG

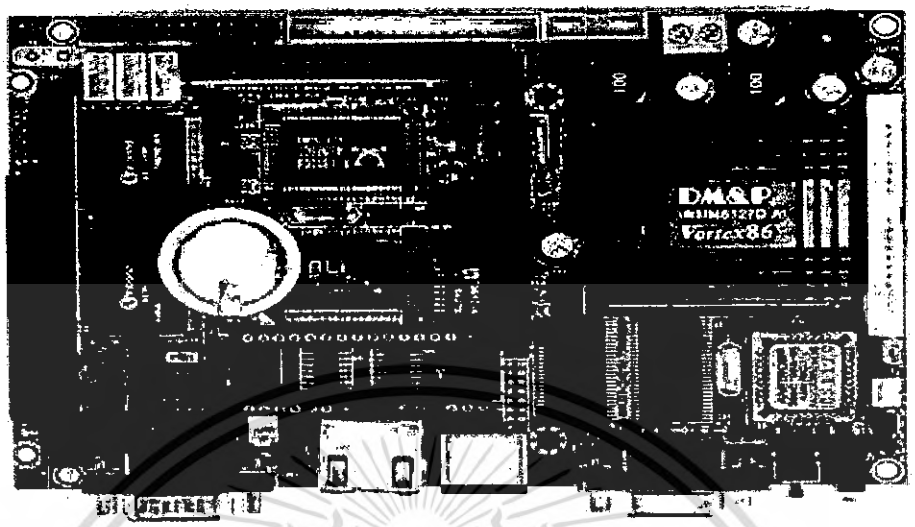
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติของ H.263 เมื่อเทียบกับมาตรฐานอื่น

	MJPEG	MPEG-1	MPEG-2	H.263
Target bit rate	N/A*	About 1.5 Mbit/sec	2 – 15 Mbit/sec	64, 128, 192 kbit/sec up to approx 2 Mbit/sec
Supported frame rates (fps=frames per second)	Camera / Video Server dependent	25/30 fps	25/30 fps	Any, up to 30 fps
Resolution	Any	320 x 288 320 x 240	320 x 288 320 x 240 720 x 576 720 x 480	352 x 288
Image quality	Low to Very good	Good	Very good	Low
Target application	Still images	Digital video on CD (VCD)	DVD, HDTV	Tele-conference
Basic algorithm	Digital Cosine Transform (DCT)	DCT with motion vectors	DCT with motion vectors	DCT with motion vectors
Standard	ISO/IEC 10918	ISO/IEC 11172	ISO/IEC 13818	ITU-T H.263

2.7 ระบบฝังตัว

ระบบฝังตัว คือระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ประมวลผลด้วยซีพียู แต่จะต่างจากที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โน๊ตบุ๊ค โดยที่คอมพิวเตอร์ฝังตัวมักจะชิพที่ออกแบบเฉพาะมากกว่า ที่ผ่านมาระบบฝังตัวได้ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในรถยนต์ เครื่องบิน ยานอวกาศ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านและสำนักงาน โทรศัพท์มือถือ ตลอดจนของเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 ระบบฝังตัว

ระบบฝังตัว คือ อุปกรณ์ที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โทรคมนาคม ที่มีเจ้าตัวไมโครชิพที่มีการเขียนโปรแกรมใส่เข้าไป ไมโครชิพที่ว่านี้มีหลายรูปแบบ เป็นทั้งแบบไม่ต้องมีโปรแกรมทำได้เลย กับแบบที่ต้องเขียนโปรแกรมเข้าไป ระบบฝังตัวนี้ หมายถึงระบบที่มีไมโครชิพทำหน้าที่ควบคุมอยู่และการควบคุมนั้นเป็นการควบคุมโดยการเขียน โปรแกรมฝังเข้าไป อุปกรณ์ที่มีระบบฝังตัวอยู่ที่เห็นได้ชัดที่สุดคือ โทรศัพท์มือถือภายใน ประกอบด้วยบอร์ดวงจร และหน่วยความจำที่สำคัญที่สุดคือ ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งผู้ผลิตเอสพีวี นำมาใช้เป็นไมโครชิพของ ARM เวอร์ชั่น 720 เช่นเดียวกับ พีดีเอ iPaq ซึ่งรุ่นก่อนหน้านี้ก็ใช้ไม โครชิพของ ARM รุ่น SA1110 และเพิ่งจะเปลี่ยนมาใช้โปรเซสเซอร์ Xscale ของ Intel ซึ่งประหยัด แบตเตอรี่มากกว่าและมีความเร็วสูงกว่า โทรศัพท์มือถือทั้งหมดเป็น ระบบฝังตัว นั่นคือ เดิมเรา เห็นคอมพิวเตอร์เป็นคอมพิวเตอร์ ถ้าจะให้ทำงานอะไรก็จะใส่โปรแกรมเข้าไปคอมพิวเตอร์ก็จะ ทำงาน ถ้าเป็นระบบฝังตัว จะมองไม่เห็นการใส่โปรแกรม เวลาจะใช้ก็สามารถกดใช้งานโดยตรง ได้เลยเหมือนกับการใช้เครื่องเล่นวีดีโอ นั่นคือไม่ต้องโหลดหรือเรียกโปรแกรม เวลาต้องการใช้ก็ สามารถกดปุ่มสั่งให้เครื่องทำงานได้

ระบบฝังตัวซอฟต์แวร์ต่างๆ จะถูกฝังลงในหน่วยความจำชนิดอ่านได้อย่างเดียวหรือที่ เรียกว่า ROM (Read Only Memory) หรือพวก flash memory chip การเรียกใช้โปรแกรมจึงทำได้ อย่างรวดเร็วต่างจากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลหรือพีซี โดยที่โปรแกรมจะถูกเรียกมาไว้ที่ หน่วยความจำ RAM (Random Access Memory) ทุกครั้งจะเห็นได้ว่าระบบฝังตัวสามารถนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานได้ไม่จำกัด โดยแต่ละปีไมโครโปรเซสเซอร์นับพันล้านตัวจะถูกผลิตออกมาป้อนสู่ตลาดเพื่อประกอบในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ อุปกรณ์ที่ใช้ระบบฝังตัวนี้จึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ชิพขนาดเล็ก กินไฟน้อย มีระบบปฏิบัติการและโปรแกรมประยุกต์อยู่ในตัว ไมโครชิพสามารถทำงานได้หลายอย่างและเมื่อตัวไมโครชิพและหน่วยความจำมีขนาดเล็กลง และราคาถูกลง แถมยังมีความสามารถสูงขึ้นกว่าเดิม จึงสามารถเอาไปใส่ในอุปกรณ์ขนาดเล็กได้ และสามารถเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้ เพราะฉะนั้นโทรศัพท์มือถือบางรุ่นจึงมีความสามารถเพิ่มขึ้นมากกว่าแต่ก่อนมาก

ข้อดีของระบบฝังตัวคือ มีย่านการใช้งานได้หลากหลายมากขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของซีพียู และลักษณะการนำไปใช้งาน

2.7.1 การใช้งาน

ในปัจจุบันเทคโนโลยีระบบฝังตัวนั้นกำลังเป็นที่จับตามองเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆได้เริ่มมีการเพิ่มหน่วยประมวลผลเข้าไปเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติที่แตกต่างหรือเหนือกว่าคู่แข่ง ไม่ว่าจะเป็น โทรศัพท์ วิทยุ โทรทัศน์ เป็นต้น นอกเหนือจากมุมมองจากทางด้านการใช้งานแล้ว เทคโนโลยีของหน่วยประมวลผลเองนั้นก็ได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าอยู่ตลอดเวลา ในปัจจุบันเรามีไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็ก และกินไฟน้อยออกมาให้เลือกใช้งานกันอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงไม่น่าแปลกใจที่เราจะเห็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขนาดเล็กลง แต่สามารถใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาดเล็กเพียงไม่กี่ก้อนเท่านั้น

ถ้าจะกล่าวถึงการพัฒนาเทคโนโลยีของระบบฝังตัวแล้ว โดยส่วนใหญ่ผู้พัฒนาจะให้ความสำคัญกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และไมโครโพรเซสเซอร์เป็นหลัก ทั้งนี้เนื่องจากเป็นส่วนที่มีความสำคัญกับการประมวลผลและคุณสมบัติของระบบฝังตัว

2.7.2 การแบ่งระดับของระบบฝังตัว

สำหรับเทคโนโลยีของระบบฝังตัวที่แบ่งตามความซับซ้อนในการประมวลผลและลักษณะการใช้งาน สามารถแบ่งออกได้ 3 ระดับดังนี้

- **ระบบฝังตัวขนาดเล็ก** เหมาะสำหรับควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐานที่ทำงานไม่ซับซ้อนมากนัก โดยส่วนใหญ่มักจะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำ ส่วนติดต่อกับอินพุทและเอาท์พุท รวมทั้งส่วนประกอบที่จำเป็นรวมอยู่ภายในเสร็จสรรพ ทั้งนี้ก็เพื่อความง่ายต่อการพัฒนาวงจร ไมโครคอนโทรลเลอร์เหล่านี้มักจะมีขนาดเล็ก (4 บิต หรือ 8 บิต) มีหน่วยความจำภายในไม่มาก ประมาณ 10-120 กิโลไบต์ มีพอร์ตอินพุทเอาท์พุทตั้งแต่ 1-4 พอร์ต สามารถติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับส่วนสื่อสารอนุกรมหรือขนานได้ทันที ตัวอย่างของไมโครคอนโทรลเลอร์เหล่านี้ได้แก่ MCS-51, PIC, และ Z80 เป็นต้น

- ระบบฝังตัวขนาดกลาง จะมีความในการทำงานสูงขึ้นมาจากระบบฝังตัวขนาดเล็ก ส่วนใหญ่จะถูกนำไปใช้กับงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่จะต้องการคุณสมบัติพิเศษที่ไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดเล็กทำไม่ได้ เช่น ต้องการหน่วยความจำที่มีขนาดมากขึ้น ต้องการความเร็วในการทำงานมากขึ้น หรือต้องการสื่อสารกับอุปกรณ์อื่นๆ เป็นต้น ไมโครโปรเซสเซอร์เหล่านี้มักมีขนาด 16 บิต และ 32 บิต ดังเช่นตระกูล x81 ของบริษัท Intel และ AMD ตระกูล ARM7 เป็นต้น ไมโครโปรเซสเซอร์เหล่านี้มักมีคุณสมบัติพิเศษเฉพาะทาง เช่น การสื่อสาร หรือการประมวลผลชนิดพิเศษ

- ระบบฝังตัวขนาดใหญ่ มีความสามารถในการประมวลผลมากเป็นพิเศษ ส่วนใหญ่จะเป็นระบบฝังตัวที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับประมวลผลเป็นหลัก หรืออาจจะเป็นระบบฝังตัวที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐาน (PC-Based) ระบบฝังตัวประเภทนี้ส่วนใหญ่ใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีการใช้งานทั่วไป เช่น นำระบบฝังตัวประเภทนี้ไปประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์สำหรับระบบเครือข่าย เช่น เราเตอร์ อินเตอร์เน็ต หรือเว็บเซิร์ฟเวอร์ เป็นต้น

เนื่องด้วยสิ่งสนับสนุนในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากนี้ ทำให้ผู้คนต่างๆ ในหลายๆสาขาหันมาให้ความสนใจกับไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเป็นจำนวนมากแต่ปัญหาที่กำลังเกิดขึ้นก็คือ ความสามารถของตัวผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นมานั้นกำลังจะถูกจำกัดด้วยความสามารถของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ใช้

ยกตัวอย่างเช่น ในการพัฒนาหุ่นยนต์ในสถานศึกษาต่างๆ นั้นจะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์เหล่านี้ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงมาเป็นเวลานาน แต่สิ่งที่เกิดขึ้นก็คือ หุ่นยนต์ที่นักศึกษาได้พัฒนาขึ้นในวันนี้มีคุณสมบัติส่วนใหญ่เหมือนกับหุ่นยนต์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเมื่อ 5 ถึง 10 ปีที่แล้ว แต่จะแตกต่างกันตรงที่เวลาที่ใช้ในการพัฒนา ในอดีตการพัฒนาระบบประมวลผลสำหรับหุ่นยนต์อาจจะใช้เวลานานเป็นเดือน เนื่องด้วยข้อจำกัดของแหล่งเครื่องมือและแหล่งความรู้ แต่ในวันนี้นักศึกษาสามารถพัฒนาหุ่นยนต์ที่มีคุณสมบัติเดียวกันได้ภายในเวลาไม่กี่สัปดาห์เท่านั้น จากสิ่งที่เกิดขึ้นเมื่อเราได้ย้อนกลับไปพิจารณาถึงต้นเหตุของปัญหาต่างๆ แล้วก็จะทำความเข้าใจได้ไม่ยากเลยเนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก ซึ่งพร้อมด้วยตัวเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาและข้อมูลประกอบแต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเหล่านี้มีข้อจำกัดค่อนข้างมากจึงไม่สามารถพัฒนาให้หุ่นยนต์ของตนให้มีความฉลาดหรือจะพัฒนาให้ตัวหุ่นยนต์สามารถทำงานได้หลากหลายมากขึ้น เนื่องจากตัวหน่วยความจำที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กเหล่านี้ มีให้นั้นไม่เพียงพอโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้เมื่อใช้เครื่องมือในการพัฒนาด้วยภาษาระดับสูงซึ่งกินพื้นที่ในหน่วยความจำมาก ถ้าจะหัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับไปใช้ภาษาระดับล่างอย่างภาษาแอสแซมบี้ ก็ทำให้การเขียนโปรแกรมทำได้ยากมากส่งผลให้หุ่นยนต์ไม่สามารถจะทำงานที่มีความซับซ้อนได้ หรือแม้แต่การใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมเองเครื่องจักรที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไมโครโพรเซสเซอร์ขนาดเล็กจะมีคุณสมบัติและฟังก์ชันการทำงานที่ไม่สูงมาก เครื่องจักรเหล่านี้ส่วนใหญ่จะไม่มีความสามารถที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลเป็นระบบเครือข่าย ซึ่งจะช่วยให้การควบคุม และการดูแลสามารถทำได้ง่ายขึ้นและถ้าวิศวกรต้องการพัฒนาให้เครื่องจักรสามารถทำงานที่มีความซับซ้อนมากขึ้น มีความฉลาดมากขึ้น หรือสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ผ่านระบบเครือข่ายอย่าง SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) แล้วจำเป็นต้องใช้ระบบฝังตัวที่มีความสามารถสูงกว่าไมโครคอนโทรเลอร์ 8051 หรือไมโครโพรเซสเซอร์ Z80

2.7.3 ส่วนประกอบต่างๆที่สำคัญของชุดพัฒนาคอม 86 รุ่น ICOP-6047

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Vortex86

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Vortex86 ถือว่าเป็นศูนย์กลางที่ควบคุมการทำงานส่วนต่างๆของบอร์ดคอม 86 ซึ่ง Vortex86 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว (Single Chipset) ราคาต่ำแต่มีประสิทธิภาพสูงทั้งทางด้านฝั่ง North Bridge และการติดต่อกับฮาร์ดแวร์ผ่านทางจียูไอ GUI ทางด้านฝั่ง Super – South Bridge อีกทั้ง Vortex86 ยังมีการพัฒนาทางด้านการออกแบบให้ใช้ไฟฟ้าลดลงทำให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น

2. หน่วยความจำ

หน่วยความจำชุดพัฒนาคอม 86 ของบริษัทไอซีโอพี รุ่น ICOP-6047 นี้เป็นแบบ SDRAM มีความจุ 128 MB ซึ่งหน่วยความจำนี้จะฝังอยู่บนบอร์ดและเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลด้วยช่องทางการส่งข้อมูลที่กว้างถึง 64 บิต

3. ช่องทางการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

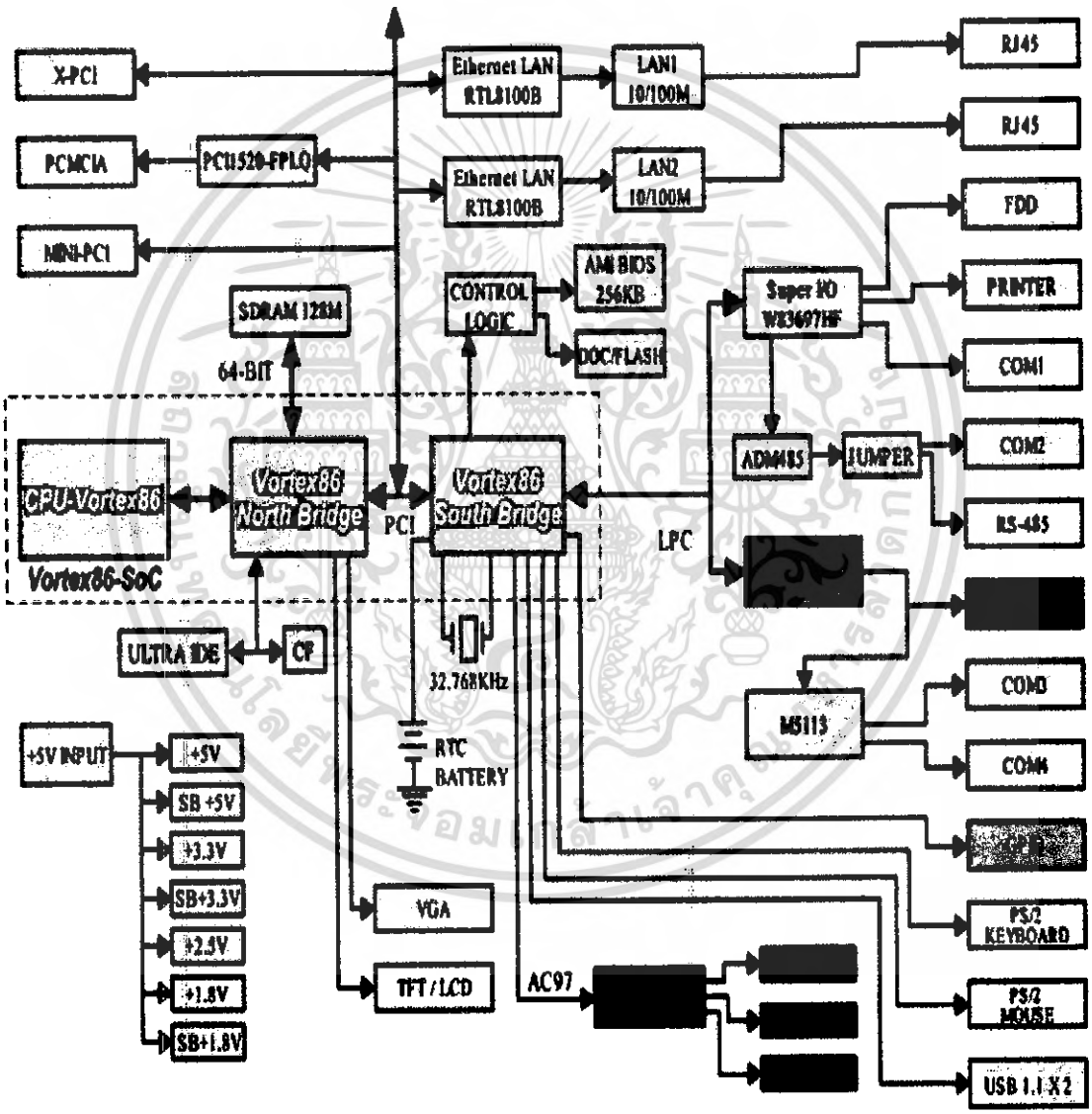
ช่องทางการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกนั้น ชุดพัฒนาคอม86รุ่น ICOP-6047 นี้มีช่องทางการเชื่อมต่อที่หลากหลายทำให้เราสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสามารถจัดการทรัพยากรต่างๆ ของชุดพัฒนาคอม 86 ได้เป็นอย่างดี เช่น

- Serial port
- Parallel port
- ช่องต่อฟลอบปี้ดิสก์ (Floppy disk)
- ช่องต่อเพื่อขยายไอดีอี (Enhanced IDE interface)
- ยูเอสบีพอร์ต (USB port)
- สายแลน (LAN)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ช่องทางการแสดงผล

ชุดพัฒนาคอม 86 ของบริษัทไอซีไอพี รุ่น ICOP-6047 นี้มีช่องทางการแสดงผลอยู่สองช่องทางด้วยกันคือ ช่องทางแรกจะเป็นส่วนของการแสดงผลทางจอภาพคือ แบบจอซีอาร์ที (CRT Monitor) และแบบจอแอลซีดี (LCD Monitor) และการแสดงผลอีกทางหนึ่งคือทางเสียง ซึ่งสามารถรับอินพุทได้ทางนี้ด้วย



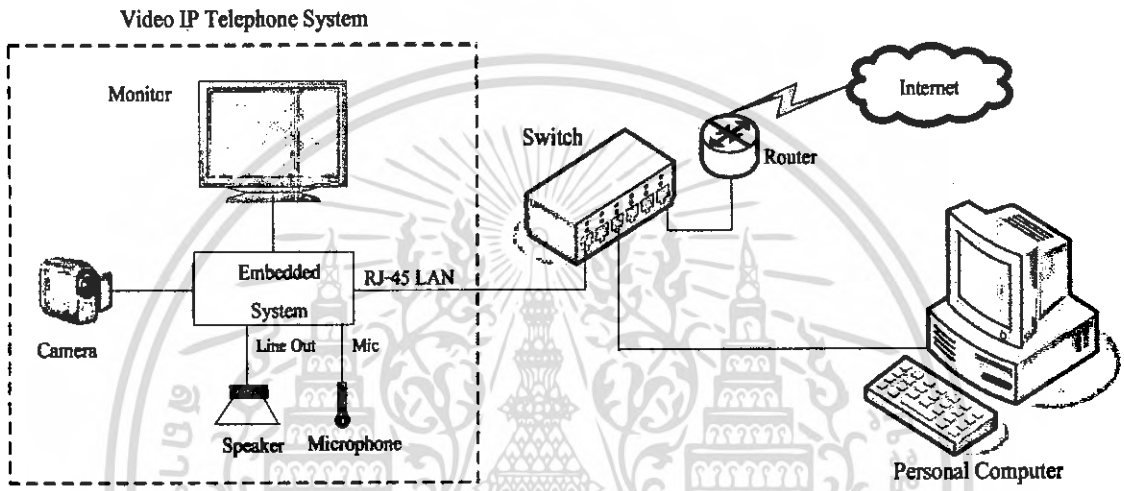
รูปที่ 2.23 ส่วนประกอบต่างๆ ของชุดพัฒนาคอม 86 รุ่น ICOP-6047 [3].

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการทำงานของระบบ

การออกแบบโครงงานนี้แยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์



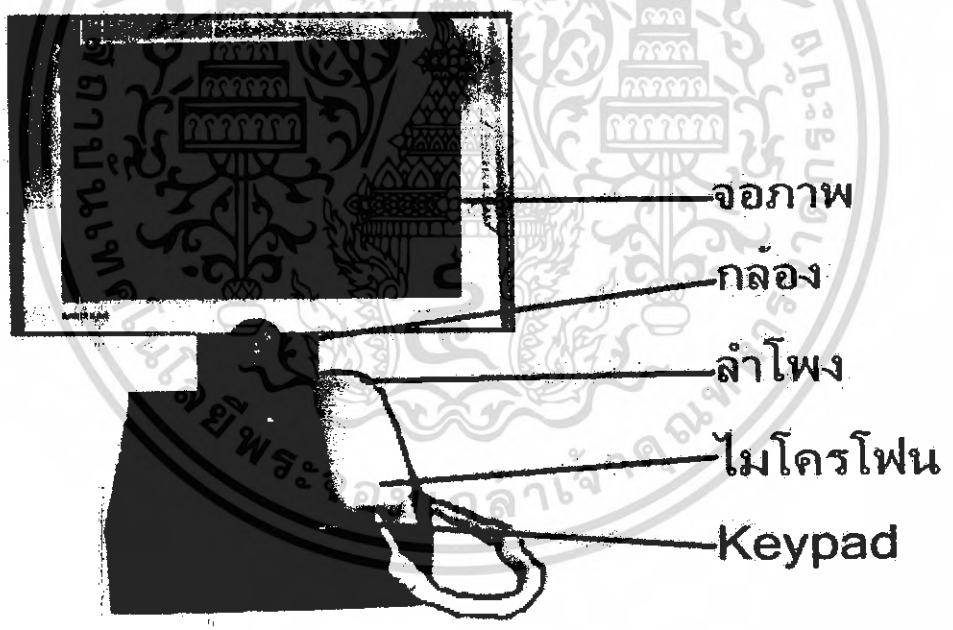
รูปที่ 3.1 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์

ประกอบด้วย

- ระบบฝังตัว
- กล้อง
- จอภาพ
- ลำโพง
- ไมโครโฟน
- Keypad

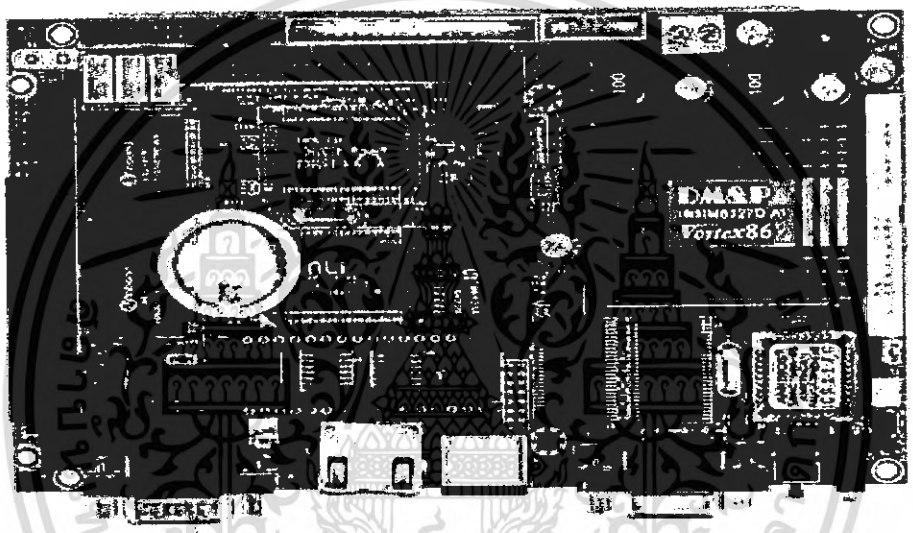


รูปที่ 3.2 ภาพอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ระบบฝังตัว

ระบบฝังตัวเป็นตัวกำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรสของระบบโทรศัพท์ ทำการประมวลผลข้อมูลที่จะส่งและรับ และควบคุมการติดต่อสื่อสารของโปรโตคอลต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต โดยทำการติดต่อผ่านทางพอร์ท RJ-45 (LAN) ของระบบฝังตัว นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ เป็นส่วนรับการป้อนหมายเลขไอพีแอดเดรสทางอินเตอร์เฟสของโปรแกรม เชื่อมต่อ และคอยควบคุมการเปิด-ปิด ลำโพง กล้อง ไมโครโฟน และนำข้อมูลที่ได้ในรูปภาพและเสียงมาประมวลผล



รูปที่ 3.3 ระบบฝังตัว

3.1.2 จอภาพ

จอภาพจะทำหน้าที่แสดงผลของการประมวลภาพ ที่ได้จากโปรแกรม โดยจอภาพจะติดต่อกับตัวระบบฝังตัวทาง Port VGA ซึ่งเป็นพอร์ตของจอคอมพิวเตอร์ทั่วไป

3.1.3 กล้อง

กล้อง จะทำหน้าที่ในการจับภาพเพื่อนำไปทำการบีบอัดและส่ง โดยกล้องจะติดต่อกับระบบฝังตัวทาง Port USB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ลำโพง

ลำโพง จะถูกประกอบให้อยู่ในหูโทรศัพท์ ซึ่งจะทำหน้าที่แสดงเสียงที่ผ่านการประมวลจากโปรแกรมแล้วนำมาแสดงให้เกิดเป็นเสียง จะติดต่อกับระบบฝังตัวโดย Port Audio Line_out

3.1.5 ไมโครโฟน

ไมโครโฟน จะถูกประกอบให้อยู่ในหูโทรศัพท์ ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียง แล้วส่งให้โปรแกรมทำการบีบอัด จะติดต่อกับระบบฝังตัวโดย Port Audio Mic_in

3.1.6 Keypad

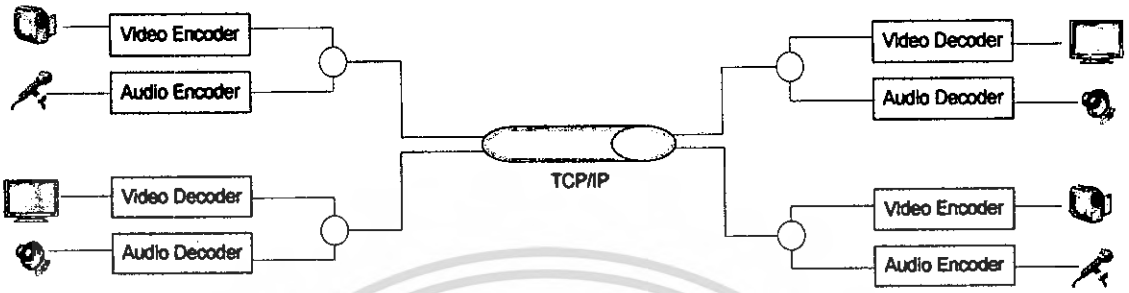
จะเป็นแป้นพิมพ์ ที่ทำหน้าที่รับค่าตัวเลข และปุ่มต่างๆ อย่างเช่นการป้อนไอพีแอดเดรส แล้วส่งให้โปรแกรมนำไปประมวลผลต่อไป ติดต่อกับระบบฝังตัวทาง Port USB

3.2 การทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์

เมื่อมีการติดต่อสื่อการกัน กล้องจะทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณภาพและ และไมโครโฟนจะเป็นตัวรับสัญญาณเสียง เพื่อจะส่งให้ส่วนของซอฟต์แวร์ทำการประมวลผลให้อยู่ในรูปข้อมูลที่เหมาะกับการส่งบนระบบเครือข่าย จากนั้นก็จะทำการส่งข้อมูลไปยังปลายทาง เพื่อให้ซอฟต์แวร์ที่ปลายทางประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ ให้อยู่ในรูปภาพและเสียง เพื่อแสดงออกทางจอภาพ และลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนของซอฟต์แวร์



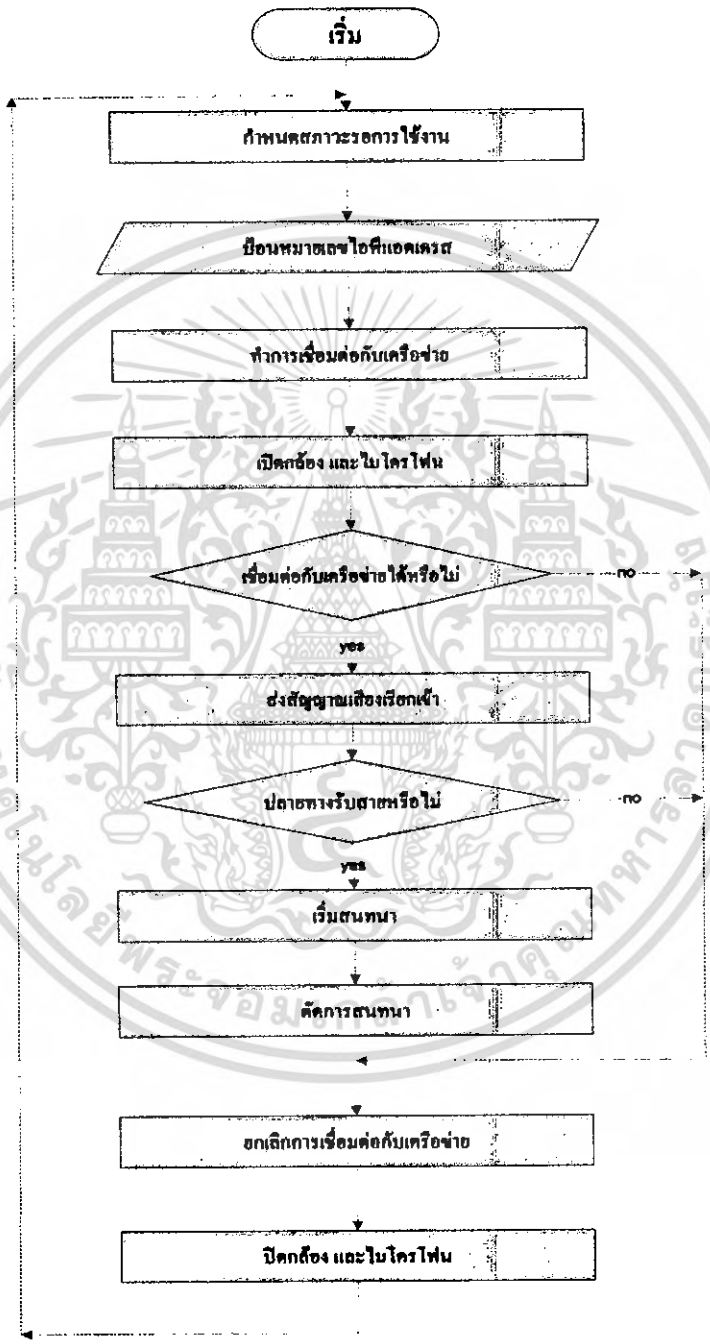
รูปที่ 3.4 ไดอะแกรมการทำงานในส่วนของซอร์ฟแวร์ระบบ

ในส่วนของซอฟต์แวร์ จะเป็นโปรแกรมควบคุมการติดต่อและรับ-ส่งข้อมูลภาพและเสียงผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต จะทำการรับสัญญาณภาพวิดีโอจากกล้องเว็บแคม และสัญญาณเสียงจากไมโครโฟน มาทำการบีบอัดให้มีขนาดที่เหมาะสมกับการส่งข้อมูลไปบนเครือข่าย โดยอาศัยมาตรฐาน H.263 ในการบีบอัดภาพ และทำการเข้ารหัสให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถส่งผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตด้วยโปรโตคอลตามมาตรฐาน H.323 ทำงานบนโปรโตคอล TCP/IP ไปยังปลายทางที่ต้องการ

เมื่อถึงปลายทาง ก็จะมีการทำสัญญาณที่ได้ไปทำการถอดรหัส ให้เป็นสัญญาณภาพและเสียง เพื่อนำไปแสดงบนจนภาพและลำโพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 โฟลว์ชาร์ต (Flow Chart) การทำงานของฝั่งผู้เรียก



รูปที่ 3.5 โฟลว์ชาร์ต (Flow chart) การทำงานของฝั่งผู้เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

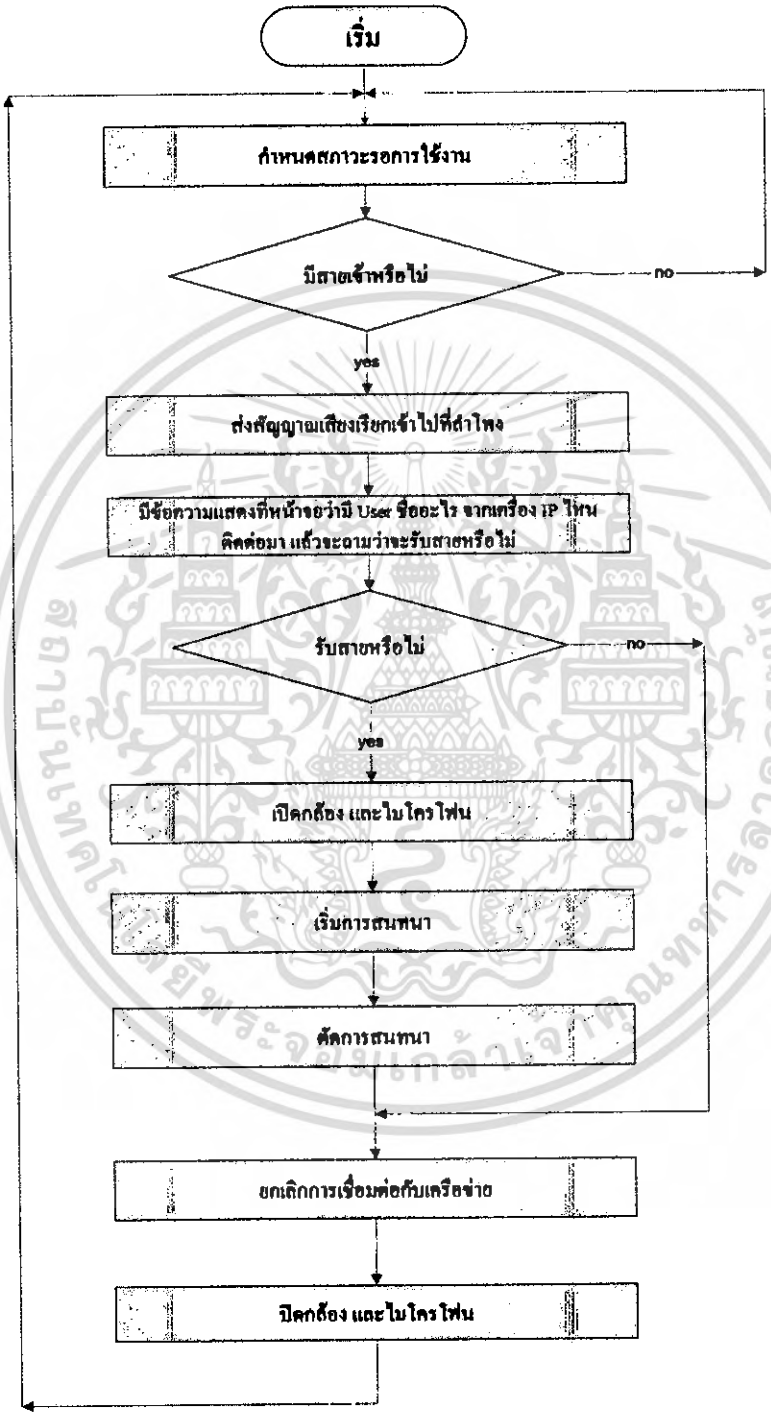
3.3.2 การทำงานของโฟลว์ชาร์ดฝั่งผู้เรียก

สามารถอธิบายได้ดังนี้

- เริ่มต้นระบบจะทำการกำหนดสภาวะรอการใช้งาน
- กดหมายเลขไอพีแอดเดรสที่ต้องการโทรออกได้
- กด Connect ที่อินเตอร์เฟส หรือกด Enter ที่ แป้นพิมพ์ เพื่อทำการเชื่อมต่อ
- ระบบจะทำการเปิดกล้อง และไมโครโฟน
- ระบบจะทำการเชื่อมต่อกับเครือข่าย (ติดต่อไอพีแอดเดรสที่เลือกไว้) โดยระบบจะทำการตรวจสอบว่าเชื่อมต่อได้หรือไม่ ถ้าเชื่อมต่อกับเครือข่ายได้ก็จะส่งสัญญาณเสียงเรียกออกไป หากไม่ได้ก็จะหลุดออกจากการเชื่อมต่อกับเครือข่าย
- ส่งเสียงเรียกไปยังปลายทางที่ระบุไว้ (หมายเลขไอพีที่ระบุไว) โดยจะมีเวลาการเรียกจำกัด ถ้ายังไม่มีการกดรับสายนานเกินกว่าเวลาที่กำหนดไว้ หรือมีการกด Reject ปฏิเสธการรับสาย โปรแกรมก็จะหลุดจากการเชื่อมต่อกับเครือข่าย แล้วแสดงข้อความบอกทางหน้าจอว่าไม่มีการรับสาย
- ถ้าปลายทางมีการรับสายก็จะสามารถสนทนากันได้
- ระหว่างที่สนทนาถ้ามีการตัดสายสนทนา จะยกเลิกการเชื่อมต่อกับเครือข่ายทันที และทำการปิดกล้อง และไมโครโฟน และแสดงข้อความบอกว่ามีการวางสาย
- จากนั้นระบบจะเข้าสู่สภาวะรอการใช้งานอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 โฟลว์ชาร์ด (Flow Chart) การทำงานของฝั่งผู้รับ



รูปที่ 3.6 โฟลว์ชาร์ด (Flow chart) การทำงานของฝั่งผู้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การทำงานของโฟลว์ชาร์ดฝั่งผู้รับ

สามารถอธิบายได้ดังนี้

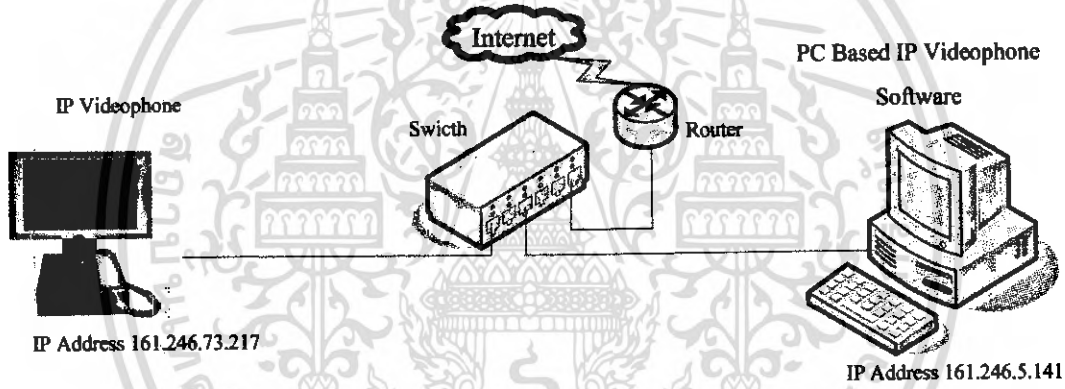
- เริ่มต้นระบบจะทำการกำหนดสภาวะรอการใช้งาน
- ทำการตรวจสอบว่ามีการเรียกเข้าหรือไม่ ถ้าไม่มีก็จะกลับไปเริ่มต้นสภาวะรอการใช้งาน ถ้ามีสายเข้าก็จะส่งสัญญาณเสียงเรียกเข้าไปที่ลำโพงและส่งหมายเลขไอพีที่เรียกเข้ามา ไปแสดงที่อินเตอร์เฟสของโปรแกรมที่จอภาพว่ามีใครติดต่อมา แล้วจะรับสายหรือไม่
- เมื่อมีเสียงเรียกเข้าระบบจะทำการตรวจสอบการรับสาย โดยมีการกำหนดระยะเวลาเรียกไว้ถ้ากดรับภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ก็จะหลุดออกจากการเชื่อมต่อกับเครือข่าย
- ถ้ามีการกด Accept รับสายก็จะทำการเปิดกล้องและ ไมโครโฟน และสามารถสนทนากันได้ แต่ถ้ากด Reject ระบบก็จะยกเลิกการเชื่อมต่อ
- ระหว่างที่สนทนาถ้ามีการกดตัดการสนทนาระบบจะยกเลิกการเชื่อมต่อกับเครือข่ายทันที และทำการปิดกล้องและไมโครโฟน
- จากนั้นระบบจะเข้าสู่สภาวะรอการใช้งานอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

สำหรับในการทดลองนี้เราได้ทำการทดลองสื่อสารข้อมูลเสียงและภาพวิดีโอผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ตระหว่างคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลกับเครื่อง IP Videophone ซึ่งเราสร้างขึ้นมาจากระบบฝังตัว ในการทดลองเราต้องทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งสองเข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ผ่านทางอุปกรณ์สวิทช์ แล้วกำหนดค่าไอพีแอดเดรสให้กับอุปกรณ์ทั้งสองดังรูปด้านล่าง



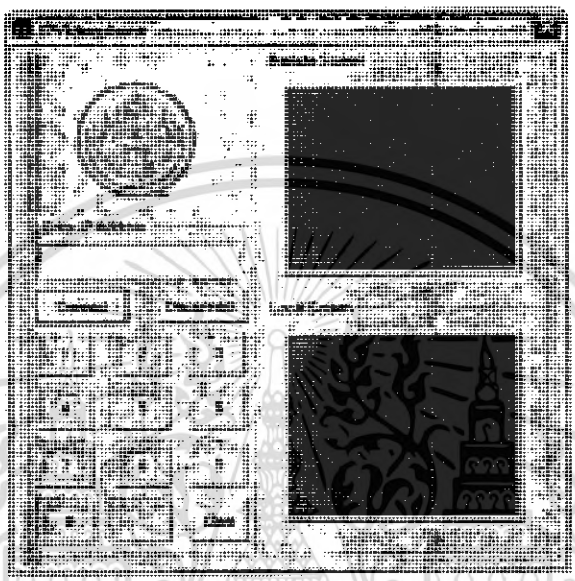
รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อระหว่าง IP Videophone กับ PC

ทำการทดลองโดยการเรียกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาที่เครื่อง IP Videophone ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลเสียงและภาพวิดีโอผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต เราจะต้องทราบหมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องปลายทางที่เราต้องการจะทำการติดต่อด้วย ดังตัวอย่างในการทดลองนี้หมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล คือ 161.246.5.141 และกำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรสของเครื่อง IP Videophone คือ 161.246.73.217 ซึ่งหมายเลขไอพีแอดเดรสเหล่านี้อาจกำหนดเองหรืออาจมาจากการกำหนดแบบอัตโนมัติโดยเครื่อง DHCP Server ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

1. หน้าเริ่มต้นของโปรแกรม

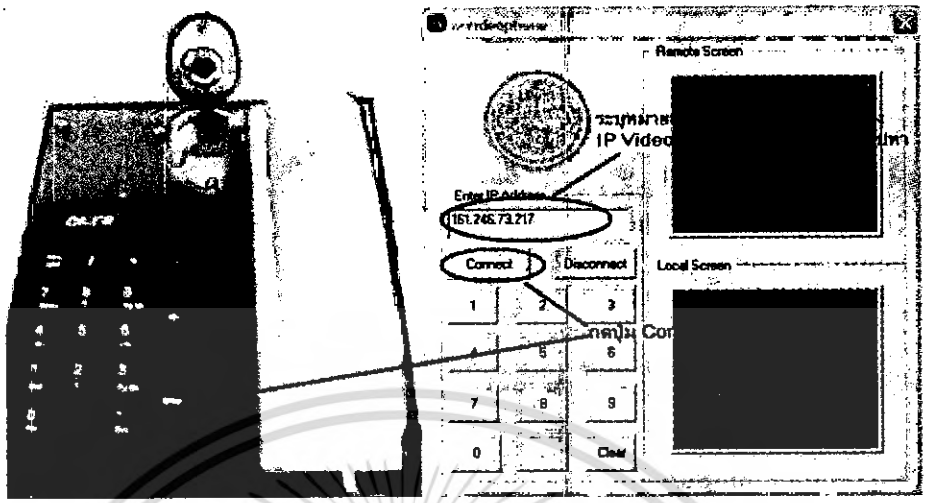


รูปที่ 4.2 หน้าเริ่มต้นของโปรแกรม

2. เริ่มทำการเชื่อมต่อ

ฝั่งคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบุไอพีแอดเดรสของเครื่อง IP Videophone ซึ่งในการทดลองนี้คือ 161.246.73.217 จากนั้นกดปุ่ม Connect โปรแกรมก็จะทำการเชื่อมต่อ

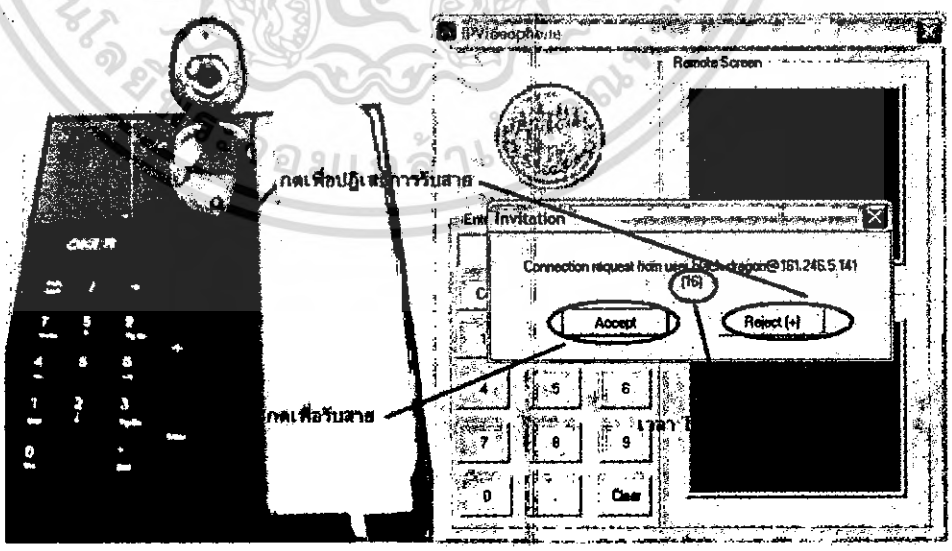
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การเริ่มทำการเชื่อมต่อ

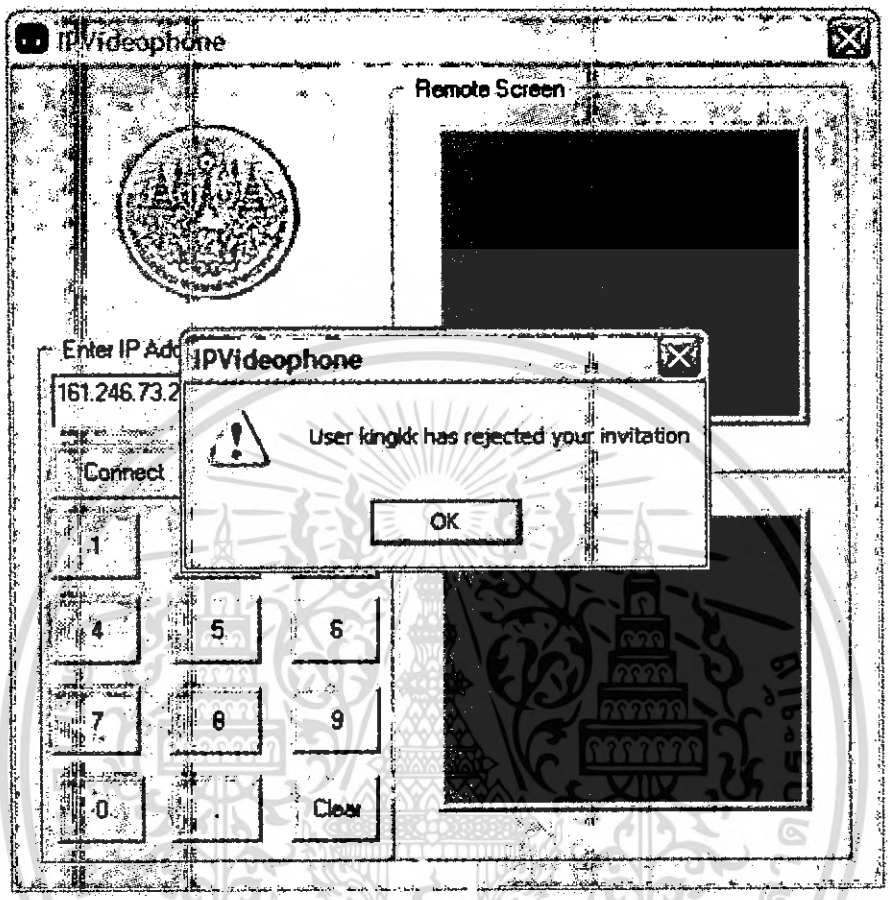
3. การรับสาย

เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทำการกด Connect มาที่เครื่อง IP Videophoneแล้ว ที่ฝั่งเครื่อง IP Videophone ก็จะมีข้อความแสดงที่หน้าจอ เพื่อถามว่าจะรับสายหรือปฏิเสธสาย ถ้าต้องการรับสายให้กด ปุ่ม Accept บนอินเตอร์เฟส หรือ Enter บน Keypad ก็ได้ แต่ถ้าต้องการปฏิเสธไม่รับสายให้กดปุ่ม Reject บนอินเตอร์เฟส หรือกด + บน Keypad ก็ได้เช่นกัน โดยข้อความที่แสดงนั้นจะมีการนับเวลา Time out เพื่อรอการตอบรับ ถ้าเลยเวลา Time out ไปแล้ว โปรแกรมจะทำการยกเลิกการเชื่อมต่อทันที



รูปที่ 4.4 เมื่อมีฝั่งของคู่สนทนาทำการเชื่อมต่อเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

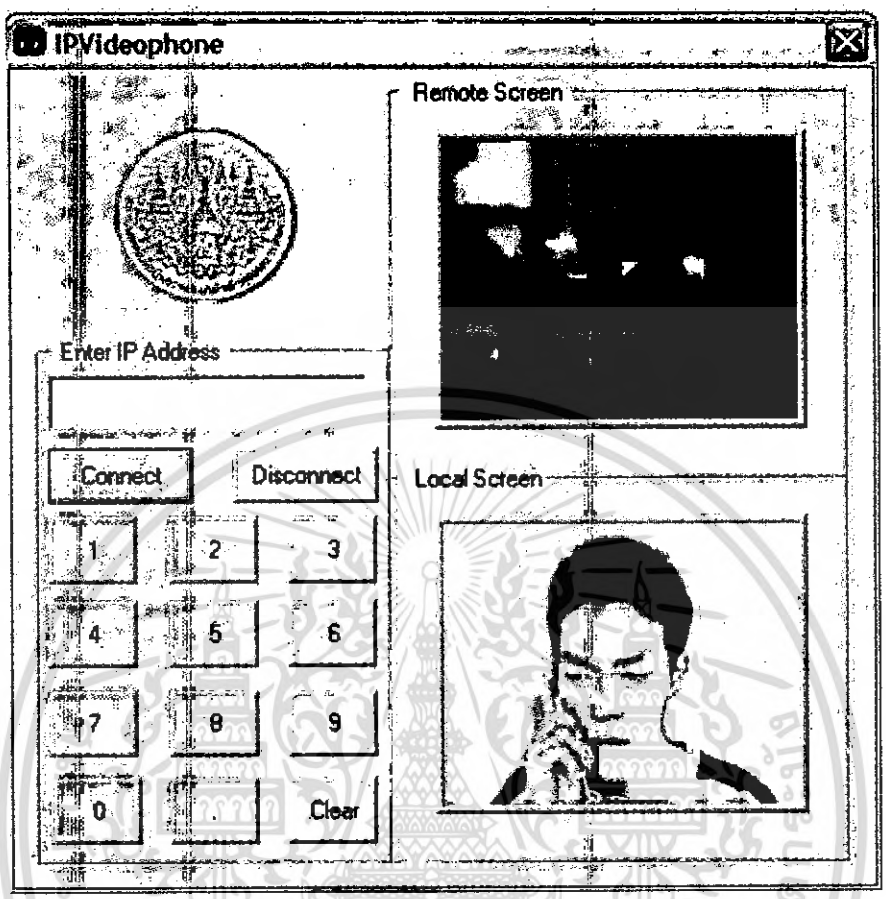


รูปที่ 4.5 ข้อความที่ปรากฏเมื่อไม่มีการตอบรับ เมื่อหมดเวลา Time out

4. เริ่มการสนทนา

แต่ถ้ามีการตอบรับการรับสาย ก็จะมีการเชื่อมต่อกล้องและไมโครโฟนให้ทำงาน แล้วโปรแกรมก็จะปรากฏภาพของทั้งฝั่งคู่สนทนาและฝั่งคนที่ทำการขอการเชื่อมต่อไป จากนั้นก็สามารถพูดคุยสนทนากันได้ โดยจอด้านบนจะเป็นภาพของคู่สนทนาของผู้ใช้ และจอด้านล่างจะเป็นภาพของผู้ใช้ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

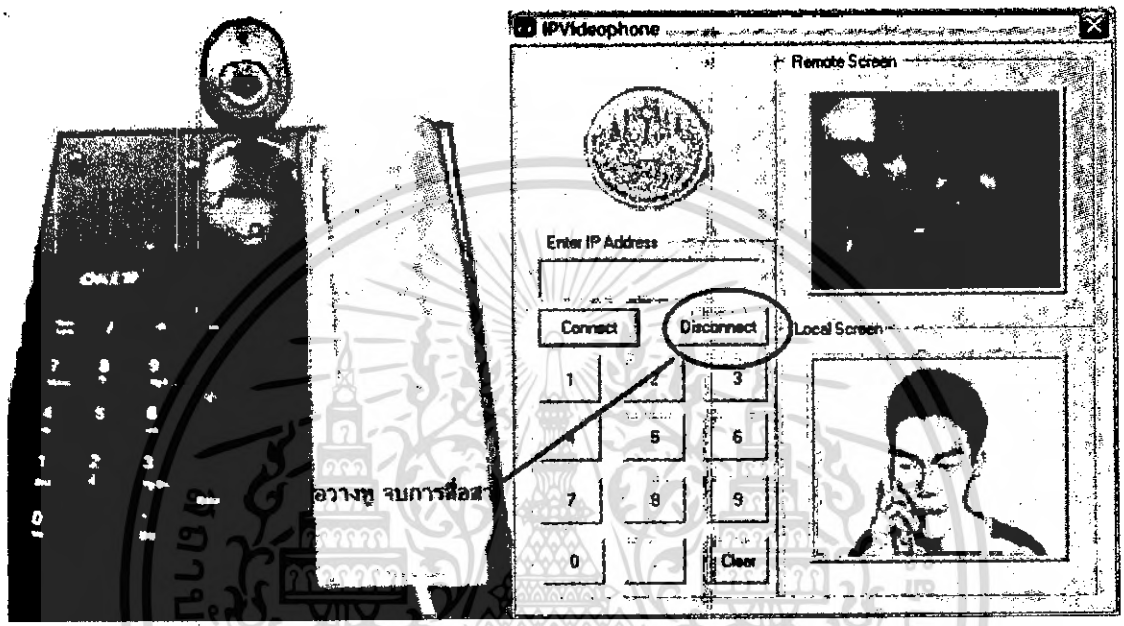


รูปที่ 4.6 ระหว่างที่ผู้ใช้กับคู่สนทนาทำการสนทนากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การวางสาย

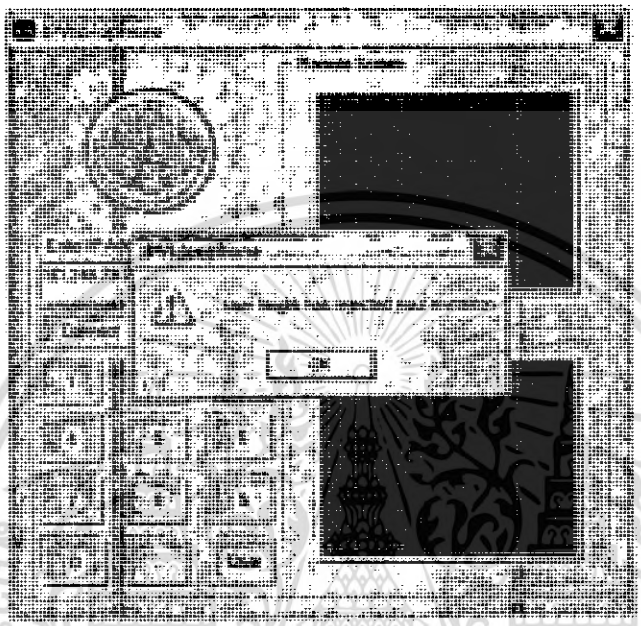
เมื่อการสนทนาเสร็จสิ้นแล้ว ต้องการที่จะวางสายให้กดปุ่ม Disconnect บนอินเตอร์เฟส หรือกดปุ่ม + บนKeypad



รูปที่ 4.7 เมื่อจะจบการสนทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วจะมีข้อความปรากฏดังรูป



รูปที่ 4.8 ข้อความเมื่อมีการยกเลิกการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และข้อสรุป

5.1 บทวิจารณ์และข้อสรุป

โครงงานนี้ เป็นการนำระบบฝังตัวมาประยุกต์ใช้งานกับระบบโทรศัพท์แบบเห็นภาพผ่านอินเตอร์เน็ต โดยใช้ระบบฝังตัวเป็นตัวกำหนดไอพีแอดเดรสและควบคุมการติดต่อสื่อสารข้อมูลเสียงและภาพวิดีโอของระบบโทรศัพท์ดังกล่าว ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ทั้งยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการโทรทางไกลอีกด้วย

แอพพลิเคชั่นที่จัดทำขึ้นนี้ สามารถทำได้ตามความต้องการของผู้จัดทำดังนี้ สามารถทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่เรียกว่า ระบบฝังตัว และยังสามารถทำการเชื่อมต่อจากเครื่อง IP Videophone ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนตัวได้อย่างไม่มีปัญหา เพราะทำการเชื่อมต่อระหว่างกันและทำการสนทนากันได้ คุณภาพเสียงที่ใช้สนทนาค่อนข้างดี ภาพวิดีโอคมชัดดีตรงตามจุดประสงค์ และรูปแบบของตัวอุปกรณ์มีความสะดวกในใช้งานเนื่องจากมีขนาดเล็ก

5.2 ปัญหาที่พบ

1. ส่วนของระบบฝังตัวนั้นยังมีความเร็วในการประมวลที่ช้าอยู่ ดังนั้นในเขียนโปรแกรมต้องเขียนให้มีขนาดเล็กที่สุด เพื่อให้มีการทำงานที่รวดเร็วขึ้น

2. การลงโปรแกรมลงใน Compact Flash เพื่อไปใช้ในระบบฝังตัวนั้น ยังค่อนข้างมีปัญหาอยู่มาก เพราะ ตัวการ์ด Compact Flash นั้น ยังมีการทำงานที่ยังไม่ค่อยเสถียรเท่าที่ควร

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. เพิ่มเติมส่วนที่เป็นการฝากข้อความเสียงเมื่อไม่มีการรับสายในเวลาที่กำหนด
2. พัฒนาให้มีการใช้หลายๆ เครื่องได้พร้อมกัน หรือที่เรียกว่า การประชุม นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1]. สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ,ต้น ตัณฑ์สุทธิวงศ์,สุพจน์ ปุณณชัยยะ. **เปิดโลก TCP/IP และโปรโตคอลของอินเตอร์เน็ต.** บริษัท ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 1 ,2545.

[2]. สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร.**คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual c++ 6.0** บริษัท ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 10 ,2549.

[3]. รศ.ดร. สุวิพล สิทธิชีวภาค. **เทคโนโลยีการสื่อสารระบบดิจิตอล.** คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. พิมพ์ครั้งที่ 3 ,2547.

[4]. ธวัชชัย ชมศิริ. **ติดตั้ง/ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างมืออาชีพ.** บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 1 ,2547.

[5]. นิรุธ อำนวยศิลป์. **Visual c++ and MFC Programming.** บริษัท โปรวิชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 1 ,2549.

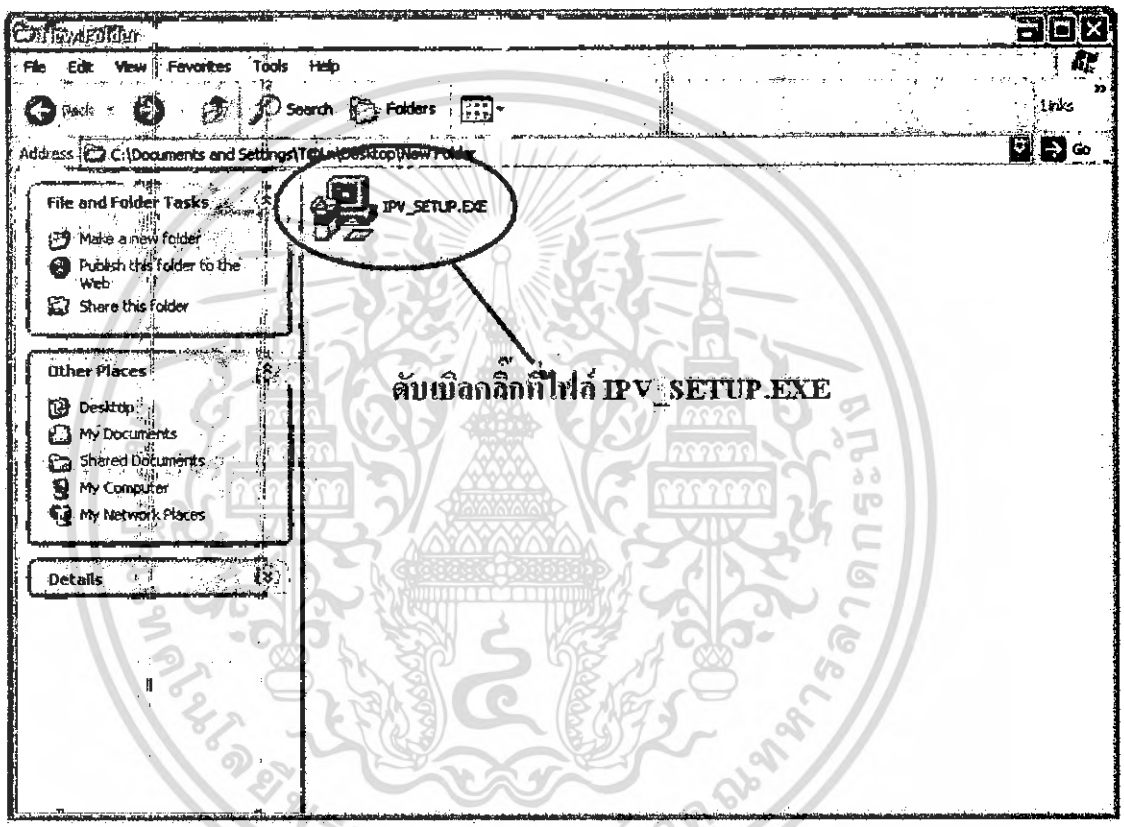
[6]. นิรุธ อำนวยศิลป์. **เขียนโปรแกรมบนระบบเครือข่ายด้วย C/C++.** บริษัท โปรวิชั่น จำกัด กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 1 ,2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

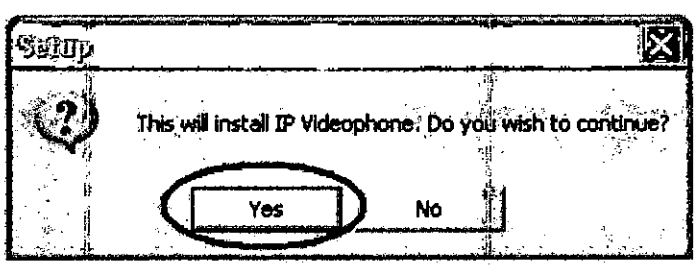
ภาคผนวก

การติดตั้งโปรแกรม IP Videophone

1. เปิดโฟล์เดอร์ที่เก็บตัว Setup โปรแกรม จากนั้นก็ ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ IPV_SETUP.EXE

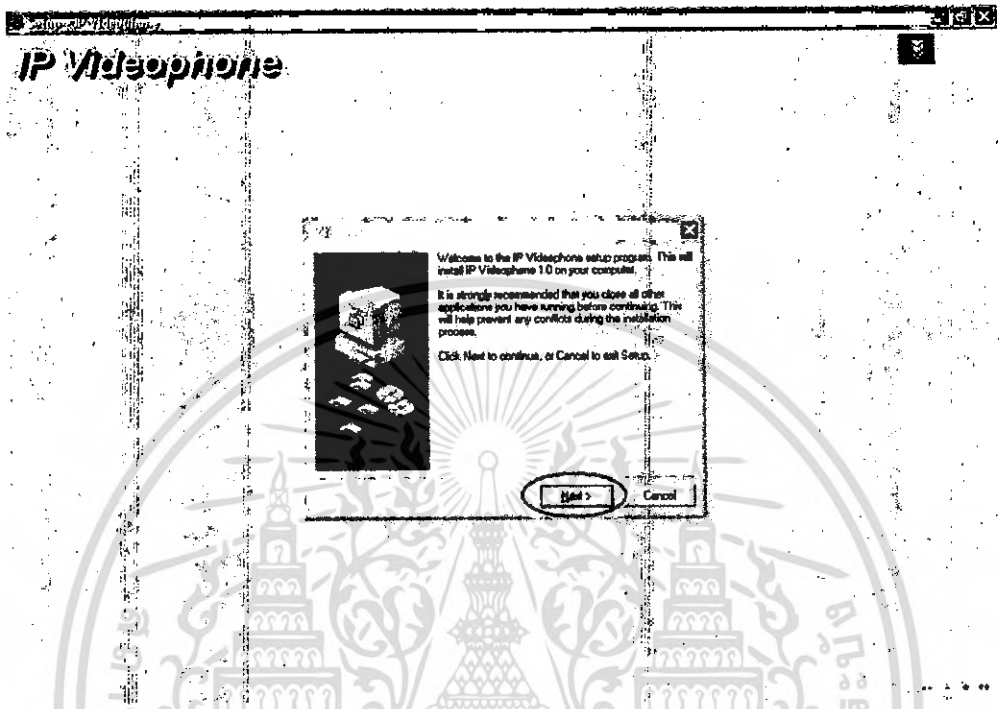


2. จะปรากฏข้อความถามว่าต้องการติดตั้งโปรแกรม IP Videophone หรือไม่ ให้คลิกที่ปุ่ม Yes

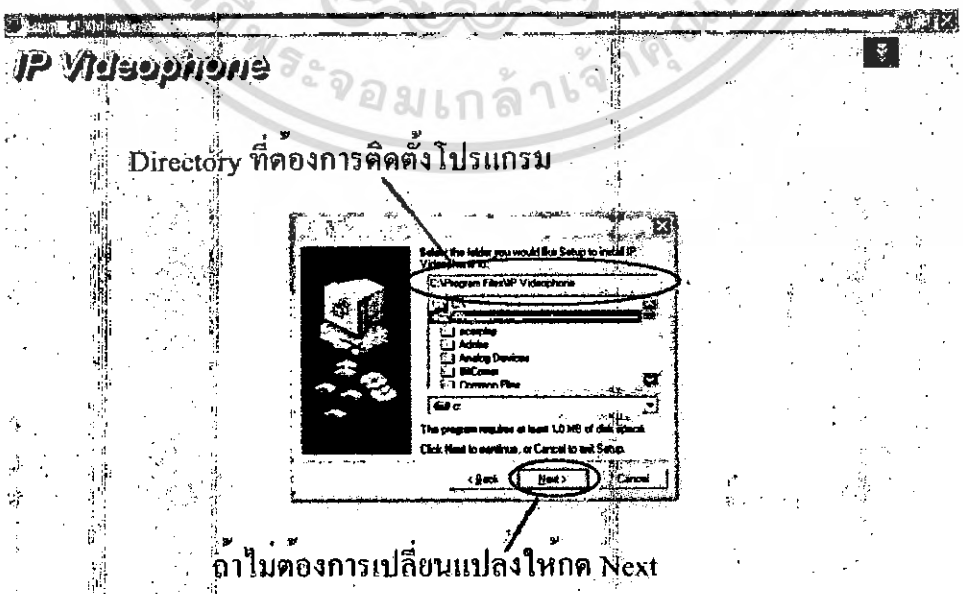


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เมื่อคลิกที่ปุ่ม Yes แล้วจะปรากฏหน้าต่างดังนี้ ให้คลิกที่ปุ่ม Next



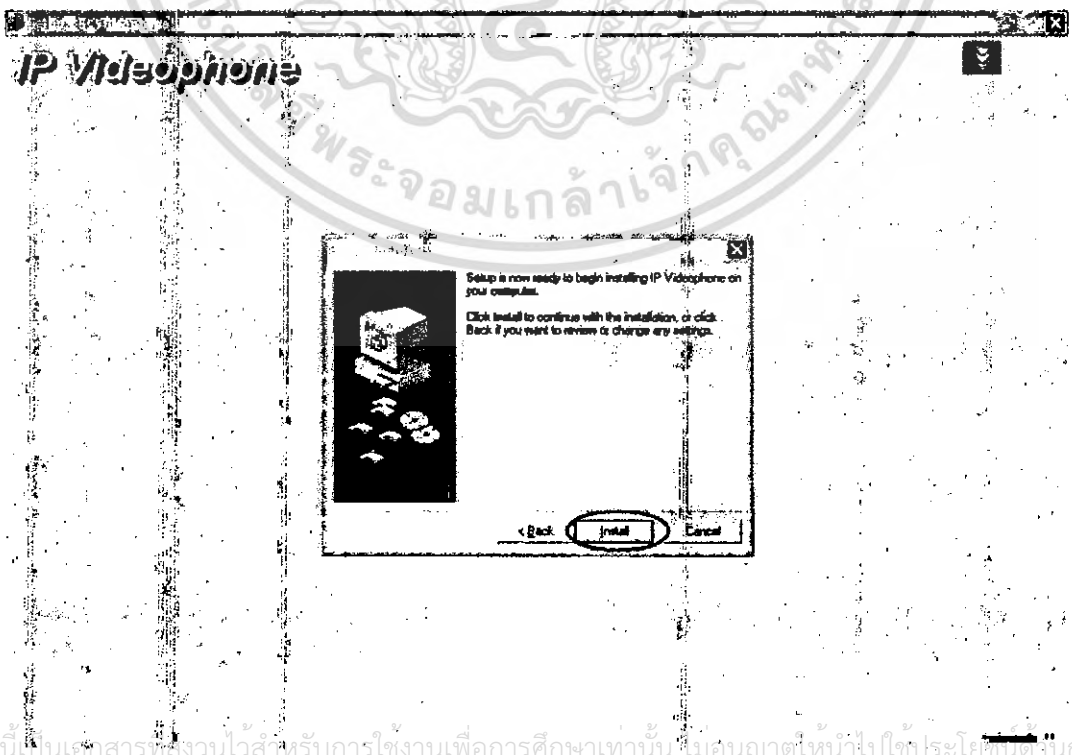
4. โปรแกรมจะถามว่าต้องการให้ติดตั้งในไดเรกทอรี่ไหน เราสามารถได้ แต่ค่าปกติของการติดตั้งจะเป็น C:\Program Files\IP Videophone เราสามารถคลิกที่ปุ่ม Next ได้เลย ถ้าไม่ต้องการเปลี่ยนแปลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

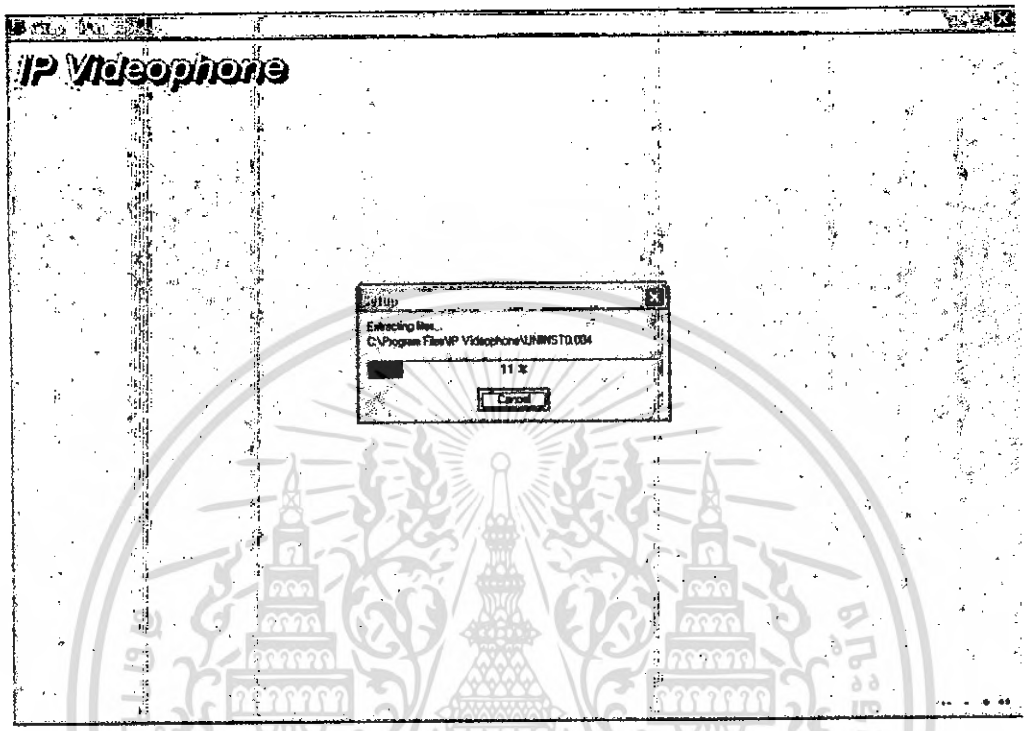
5. โปรแกรมจะบอกว่าจะติดตั้ง Icon ใน Start Manu ด้วย ให้คลิกที่ปุ่ม Next

6. จากนั้นก็จะปรากฏหน้าต่างดังรูป ให้คลิกที่ปุ่ม Install

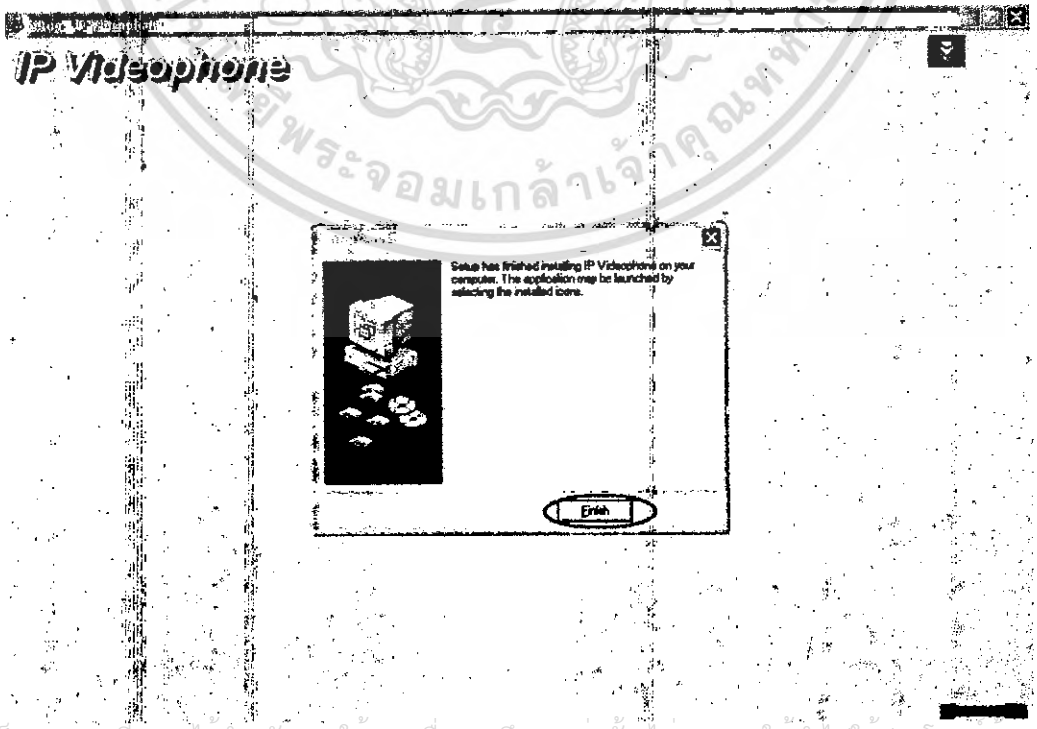


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อคลิกที่ปุ่ม Install จะปรากฏหน้าต่างดังรูป เพื่อแสดงสถานการณ์ติดตั้ง



8. เมื่อติดตั้งสมบูรณ์ จะปรากฏหน้าต่างดังรูป ให้คลิกที่ปุ่ม Finish ก็จะเสร็จสิ้นการติดตั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

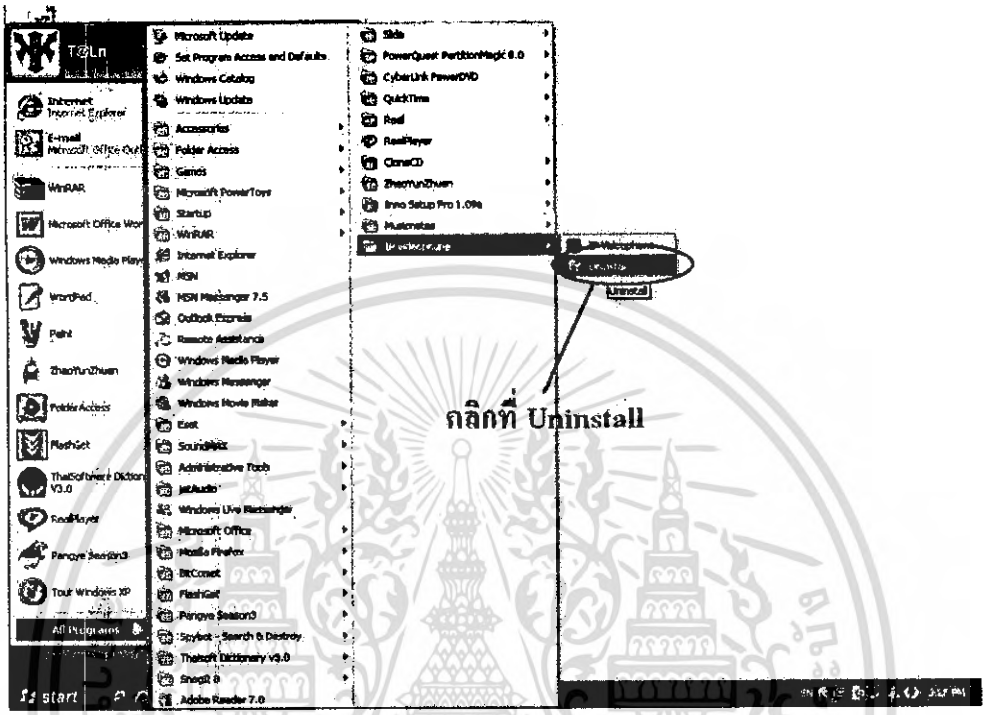
การถอนโปรแกรม IP Videophone

1. คลิกที่ Start Menu

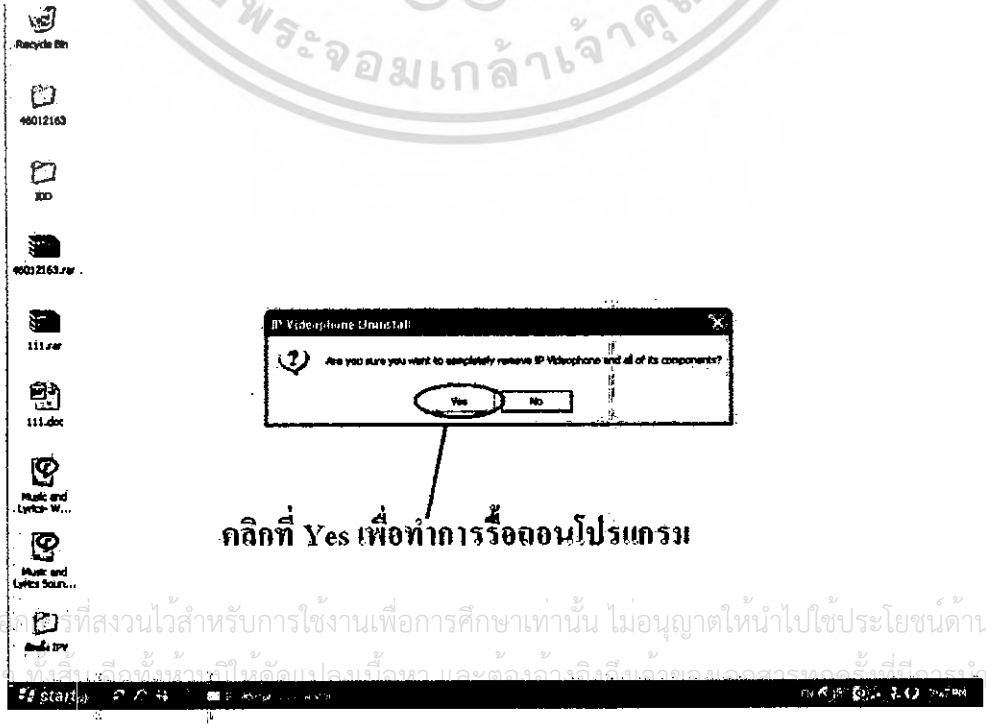
2. แล้วก็คลิกที่ All Program จากนั้นก็ไปที่ IP Videophone

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นก็คลิกที่ Uninstall



4. เมื่อคลิกที่ Uninstall จะปรากฏหน้าต่างขึ้นมาถามว่าต้องการรื้อถอนโปรแกรม IP Videophone หรือไม่ ให้คลิกที่ Yes



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อคลิกที่ Yes แล้วรอสักครู่ ก็จะปรากฏหน้าต่างดังรูป บอกว่า ได้ทำการรื้อถอนโปรแกรม IP Videophone เสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้