สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์เชิงกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

CONTROL OF CROSS OVER IT MECHATRONIC SYSTEM VIA THE INTERNET

โดย

นางสาวสิริมนต์ แสงกิตติไพบูลย์

นายหัสไชย ภูริพันธุ์ภิญโญ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62854
วัน,เดือน,ปี 23 ส.ค. 2549

b 11632884
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL OF CROSS OVER IT MECHATRONIC SYSTEM VIA THE INTERNET

BY

MS. SIRIMON SANGKITTIPAIBOON

MR. HUSSACHAI PURIPUNPINYO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF

THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BECHELOR IN DEPARTMENT OF INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABAND

2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์เชิงกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	
	Control of cross over IT mechatronic system via the Internet	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวสิริมนต์ แสงกิตติไพบูลย์	รหัสประจำตัว 45010836
	นายหัสไชย ภูริพันธุ์ภิญโญ	รหัสประจำตัว 45010898
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา	
	ผศ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาตรบัณฑิต	
	สาขาวิศกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2548	

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

.....

(รศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

.....

(ผศ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์)

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมระบบอิเล็กทรอนิกส์เชิงกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวสิริมนต์ แสงกิตติไพบูลย์	รหัสประจำตัว 45010836
	นายหัสไชย ภูริพันธุ์กิญโญ	รหัสประจำตัว 45010898
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร. ปีติเขต สู้รักษา	
	ผ.ศ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์	
ระดับการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
	สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ	
ภาควิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ	
ปีการศึกษา	2548	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต(Internet) ซึ่งประกอบด้วยการทำงาน2 วิธี(mode)การทำงานคือ เครื่องคอมพิวเตอร์(Computer) ที่ทำหน้าที่ตัวขอรับบริการ(Client)ซึ่งเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวบริการ(server)ที่เชื่อมต่อกับหุ่นยนต์ ผู้ควบคุมสามารถสั่งงานให้หุ่นยนต์ทำงานต่างๆ ได้โดยผ่านโปรแกรมต่อประสานควบคุม(Control Interface Program)ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวา(Java language) และวิธีการทำงานที่สองคือ การเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังอุปกรณ์ที่เรียกว่าแลน-ไอโอ(LAN-IO) ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลผ่านทางช่องทางอีเทอร์เน็ต(Ethernet port)และนำสัญญาณนั้นไปเทียบค่าที่กำหนดโดยผู้ผลิตว่าสัญญาณที่รับมานั้นจะต้องส่งกระแสไฟออกทางช่องทางส่งออก(output port)ใด ในวิธีนี้ผู้ใช้สามารถควบคุมหุ่นยนต์โปรแกรมต่อประสานควบคุมซึ่งถูกพัฒนาด้วยภาษาวิชวลเบสิก(Visual Basic) โดยในการทำงานนั้นต้องแก้ปัญหาเรื่องของความหน่วงเวลา(Time Delay)อันไม่แน่นอน ที่มีผลต่อการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครือข่ายราคาถูกอย่างเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับตัวหุ่นยนต์จะถูกควบคุมแบบไร้สายโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นพาหนะ ในการรับส่งสัญญาณควบคุม และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์(MCS-51) ในการควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Control of cross over IT mechatronic system via the Internet	
Student	Ms. Sirimon Sangkittipaiboon	ID 45010836
	Mr. Hussachai Puripunpinyo	ID 45010898
Advisor	Assoc.Prof.Dr Pitikhate Sooraksa	
	Asst. Prof. Boonchana Purahong	
Graduate Level	Bachelor Degree of Information Engineering	
Department	Information Engineering	
Academic Year	2005	

ABSTRACT

This project presents a robotic system controlling via the Internet which consists of two computers acting as a control unit and a server. The user can control the robot using the control unit which connects to the Internet system. The control signals, generated by the application of the interface program, will be transmitted to the server which connects wirelessly to the robot using radio wave. At The signals will be the receiver interpreted by MCS-51 to control the robot's direction movements.

In addition, there are two modes of controlling, which are the application of interface program developed by using JAVA language for Client and Server mode and developed by using Visual Basic language for connecting to LanIO devices. This solution has to cope with the unpredictable time delay which effects on control the robot.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ. บุณย์ชนะ ภู่ระหงษ์ ที่ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และแนะนำแนวคิดดีๆ ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ให้ประสบการณ์ดีๆ ในตลอดปีการศึกษาที่ผ่านมา

ขอกราบขอบพระคุณ Prof. Dr. Hisayuki Aoyama แห่งมหาวิทยาลัย Electro-Communication ที่เป็นผู้คิดโครงการนี้ขึ้นมาร่วมกับ รศ.ดร. ปิติเขต สู้รักษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ขอบพระคุณที่ให้คำแนะนำ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ และสอนวิธีการใช้งาน

สุดท้ายนี้ กราบขอบพระคุณ บุพการีผู้ให้กำลังใจและความช่วยเหลือทุกสิ่งทุกอย่างแก่ข้าพเจ้า

คณะผู้จัดทำ

สิริมนต์ แสงกิดติไพบูลย์

หัสไชย ภูริพันธุ์ภิญโญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	ญ
สารบัญตาราง	ฐ
บทที่1 บทนำ	1
1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์	4
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	4
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	5
1.5.1 ส่วนการทำงานในโครงงานที่ 1	5
1.5.2 ส่วนการทำงานในโครงงานที่ 2	6
บทที่2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 การส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสาร	7
2.1.1 ส่วนการส่งผ่านข้อมูล(Transmission Mode)	7
2.1.1.1 การส่งข้อมูลแบบขนาน(Parallel Transmission)	7
2.1.1.2 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)	7
2.1.1.2.1 การซิงโครนัส(Synchronous)	8
2.1.1.2.2 การอะซิงโครนัส(Asynchronous)	8
2.1.2 ความเร็วในการสื่อสาร (Communication Speed)	8
2.1.2.1 อัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล(Data Transfer Rate)	8
2.1.2.2 อัตราความเร็วในการส่งสัญญาณ (Data Signaling Rate)	9
2.2 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อค(D to A converter)	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.2.1 การกล้ำสัญญาณเชิงคณิตศาสตร์ทางแอมพลิจูด (Amplitude-Shift Keying: ASK)	9
2.2.2 การกล้ำสัญญาณเชิงคณิตศาสตร์ทางความถี่ (Frequency-Shift Keying :FSK)	10
2.2.3 การมอดูเลตเชิงเลขทางเฟส(Phase-Shift Keying หรือ PSK)	10
2.3 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิต (Analog to Digital convertor)	11
2.3.1 การกล้ำสัญญาณทางแอมปลิจูดของพัสส์หรือ PAM (Pulse Amplitude Modulation)	12
2.3.2 การกล้ำสัญญาณแบบรหัสพัลส์หรือ PCM (Pulse Code Modulation)	12
2.3.2.1 ขั้นตอนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัล โดยวิธีการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็ม	12
2.4 การติดต่อช่องทางอนุกรมด้วยจาวาคอม เอ.พี.ไอ (Java Communication API(Application Programming Interface))	13
2.4.1 Javax.comm API มีอะไรมาให้บ้าง	14
2.4.2 ขั้นตอนการใช้งานแพกเกจ javax.comm	15
2.4.3 การใช้งาน	16
2.4.4 การเขียนและอ่านข้อมูลผ่านช่องทางอนุกรม	17
2.5 การติดต่อสื่อสารแบบสื่อประสม(Multimedia Communication)	18
2.5.1 การบีบอัดข้อมูล(Compression)	18
2.5.1.1 การบีบอัดข้อมูลแบบไม่มีการสูญเสีย(Lossless Compression)	19
2.5.1.2 การบีบอัดข้อมูลแบบมีการสูญเสีย (Lossy Compression)	19
2.5.1.3 การเข้ารหัสแบบไม่อ้างอิงเฟรอื่น(Intraframe)	19
2.5.1.4 การเข้ารหัสแบบมีการอ้างอิงกรอบอื่น(Interframe)	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.1.5 เวลาใช้ในการเข้าและถอดรหัสเท่ากัน(Symmetrical)	19
2.5.1.6 เวลาใช้ในการเข้าและถอดรหัสไม่เท่ากัน(Asymmetrical)	19
2.5.2 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูล	20
2.5.2.1 การเตรียมข้อมูล(Preparation)	20
2.5.2.2 ขั้นตอนการซอสโค้ด(Source Coding Steps)	20
2.5.2.3 ขั้นตอนการเข้ารหัสเอนโทรปี(Entropy coding step)	22
2.5.2.3.1 วิธีการลดข้อมูลที่ซ้ำกัน(Run length encoding)	22
2.5.2.3.2 การเข้ารหัสของฮัฟแมน(Haffman Coding)	23
2.6 มาตราฐานการบีบอัดข้อมูล	23
2.6.1 มาตรฐานการบีบอัดภาพเคลื่อนไหว(Video compression standards)	23
2.6.1.1 Motion JPEG(Motion Joint Photographic Expert Group)	23
2.6.1.2 MPEG(Motion Picture Experts Group)	24
2.6.1.2.1 เอ็มเพ็กหนึ่ง(MPEG1)	24
2.6.1.2.2 เอ็มเพ็กสอง(MPEG2)	25
2.6.1.2.3 เอ็มเพ็กสี่(MPEG4)	25
2.6.2 MPEG4	25
2.6.2.1 ขั้นตอนการส่งสัญญาณเอ็มเพ็กสี่	26
2.6.2.2 การทำงานเชิงวัตถุมีประโยชน์ 2 ทาง	26
2.6.2.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเอ็มเพ็กสี่	26
2.6.2.4 ขั้นตอนการทำงานของ เอ็มเพ็กสี่	26
2.6.3 มาตราฐานการบีบอัดภาพนิ่ง (Still image compression standards)	27
2.6.3.1 JPEG (Joint Photographic Expert Group)	27
2.6.3.2 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งเจเพ็ก (JPEG-compression process)	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

2.6.3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมภาพนิ่งเจเพ็ก (Preparation in JPEG) 29

2.6.3.2.2 การประมวลผลภาพเจเพ็ก (Picture Processing in JPEG) 30

2.6.3.2.3 ขั้นตอนการควอนไทด์(Quantization) 30

2.6.3.2.4 ขั้นตอนการเข้ารหัสเอนโทรปี 31

2.7 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์(Computer Network) 31

2.7.1 รูปแบบระบบเครือข่ายมาตรฐานสากล(The ISO Reference Model) 32

2.7.1.1 ชั้นโพรโทคอลประยุกต์(Application Layer) 33

2.7.1.2 ชั้นกำหนดรูปแบบข้อมูล(Presentation Layer) 33

2.7.1.3 ชั้นสถาปนาการเชื่อมโยง(Session Layer) 33

2.7.1.4 ชั้นขนส่งข้อมูล(Transport Layer) 34

2.7.1.5 ชั้นเครือข่าย(Network Layer) 34

2.7.1.6 ชั้นเชื่อมโยงข้อมูล(Datalink Layer) 35

2.7.1.7 ชั้นกายภาพ(Physical Layer) 35

2.8 โปรโตคอล ทีซีพี\ไอพี 35

2.8.1 โปโตคอลทีซีพี 37

2.8.2 โปรโตคอลไอพี 39

2.8.2.1 หมายเลขที่อยู่ไอพี(IP address) 40

2.8.2.1.1 คลาส A 40

2.8.2.1.2 คลาส B 40

2.8.2.1.3 คลาส C 40

2.8.2.1.4 คลาส D 41

2.8.2.1.5 คลาส E 41

2.8.2.2 หมายเลขซับเนตมาร์ค(Subnet mask) 41

2.8.3 โปรโตคอลยูดีพี 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.9 การเชื่อมต่อเครือข่ายส่วนตัว(Virtual Private Network : VPN)	42
2.10 ระบบการเชื่อมต่อแบบไคล์เอ็นและเซิฟเวอร์(Client - Server)	43
2.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข่าวสาร	43
2.11.1 บริดจ์ (Bridge)	44
2.11.2 เราเตอร์ (Router)	44
2.11.3 สวิตช์ (Switch)	45
บทที่3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	**46**
3.1. การออกแบบและสร้างโมเดลเพื่อทดสอบการควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต	46
3.1.1 ภาควงจรควบคุมรถทดลอง	47
3.1.1.1 วงจรเปลี่ยนระดับสัญญาณอาร์เอส-232 ไปเป็นระดับสัญญาณทีทีแอล	48
3.1.1.2 วงจรควบคุมการจ่ายกระแสโดยรับคำสั่งจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์	49
3.1.1.3 วงจรรวมการควบคุมระยะไกล	50
3.1.2 ภาคการติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและ ช่องทางอนุกรมด้วยซอฟท์แวร์	50
3.1.2.1 โพรโทคอลสำหรับการติดต่อระหว่างตัวรับบริการ และตัวบริการ	51
3.2 การออกแบบการทดลองความหน่วงเวลา ณ เวลาต่างๆ	52
3.2.1 การทดสอบความหน่วงเวลาด้วยคำสั่งปิง	52
3.2.2 การทดสอบความหน่วงเวลาด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้น	53
3.3 การลดผลกระทบของความหน่วงเวลาด้วยซอฟท์แวร์	54
3.3.1 การทำงานของโปรแกรมเพื่อลดปริมาณการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย	54
3.3.1.1 ส่วนแสดงผล หรือ การรับภาพจากกล้อง	54
3.3.1.2 ส่วนการส่งคำสั่งควบคุม	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.3.2 ลักษณะเฉพาะของ LAN IO	56
3.3.3 การทำงานภายในเมื่อผู้ใช้เริ่มการติดต่อจนถึงการสั่งงานหุ่นยนต์ผ่านตัวต่อประสานของโปรแกรม	57
3.3.3.1 เทคนิคการทำงานเฉพาะตัวที่ใช้ในการส่งข้อมูลเพื่อลดผลกระทบจากความหน่วงเวลา	57
3.3.3.2 เทคนิคการจดจำสถานะล่าสุดและเทคนิคการลดจำนวนบิตที่ส่งให้น้อยที่สุด	58
3.3.3.3 ขั้นตอนวิธีของการจดจำสถานะล่าสุด	62
3.4 รูปแบบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ	63
3.4.1 การเชื่อมต่อรูปแบบที่ 1	63
3.4.2 การเชื่อมต่อรูปแบบที่ 2	64
3.4.3 การเชื่อมต่อรูปแบบที่ 3	65
3.5 การออกแบบส่วนการควบคุมการทำงาน	66
3.5.1 วิธีควบคุมการทำงานแบบไคลเอ็น-เซิฟเวอร์	66
3.5.1.1 ส่วนควบคุมการทำงานตัวบริการ	66
3.5.1.2 ส่วนควบคุมการทำงานตัวรับบริการ	69
3.5.2 วิธีควบคุมการทำงานผ่านแลนไอโอ	71
3.5.2.1 ส่วนควบคุมหน้าหลัก ซึ่งจะมีคอนโทร	71
3.5.2.2 ปุ่ม “CAMERA”	71
3.5.2.3 ปุ่ม “LAN IO”	72
3.5.2.4 ปุ่ม “CONFIG”	73
3.5.2.5 ปุ่ม “TOOLS”	73
3.5.2.6 ปุ่ม “TIME”	74
บทที่4 ผลการทดลอง	**75**
4.1 การปรับแต่งอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานนี้	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.1.1 การปรับแต่งกล้องอินเทอร์เน็ต	75
4.1.1.1 ขั้นตอนการติดตั้งกล้องเครือข่าย	75
4.1.1.2 การแสดงผลภาพของกล้อง	76
4.1.2 การปรับแต่งอุปกรณ์จัดเส้นทาง	77
4.1.2.1 ขั้นตอนในการตั้งค่าเลขที่อยู่ไอพีให้กับอุปกรณ์จัดเส้นทาง	77
4.2 การทดลองการเชื่อมต่อแบบไคลเอนท์-เซิร์ฟเวอร์	82
4.2.1 การทำงานของการส่งข้อมูลจากคอมช่องทางไปยังวงจรทดสอบ	82
4.2.2 ผลการทดลองของการส่งข้อมูลจากคอมช่องทางไปยังวงจรทดสอบ	83
4.2.3 การทดลองและผลการควบคุมหุ่นยนต์จากคอมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	83
4.3 การทดลองการควบคุมแลน-ไอโอผ่านอินเทอร์เน็ตโดยแสดงผลผ่านทางกล้อง	86
4.3.1 การทำงานของการควบคุม	86
4.3.2 ผลการทดลอง	87
บทที่5 บทสรุปและวิจารณ์	**91**
5.1 วิธีการทำงานที่ 1 (ตัวรับบริการ-ตัวบริการ)	92
5.1.1 การทำงานโดยรวม	92
5.1.2 ผลการทำงานและปัญหาที่พบ	92
5.1.2.1 ในส่วนของฮาร์ดแวร์	92
5.1.2.2 ในส่วนของซอฟต์แวร์	92
5.2 วิธีการทำงานที่ 2 (ตัวรับบริการ-แลนไอโอ)	93
5.2.1 การทำงานโดยรวม	93
5.2.2 ผลการทำงานและปัญหาที่พบ	94
5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน	94
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูป	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	**1**
รูปที่ 1.1 การควบคุมหุ่นยนต์ผ่านอินเทอร์เน็ต	2
รูปที่ 1.2 แสดงภาพรวมของการแข่งขัน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
รูปที่2.1 การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน	7
รูปที่ 2.2 การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม	8
รูปที่ 2.3 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อกทางแอมปลิจูล	10
รูปที่ 2.4 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อกทางความถี่	10
รูปที่ 2.5 การกลำสัญญาณเชิงเลขทางเฟส	11
รูปที่ 2.6การมอดูเลตทางแอมปลิจูดของพัลส์ (PAM)	12
รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลโดยวิธี PCM	13
รูปที่ 2.8 วิธีการแซมปิงสัญญาณควอนไทซ์	13
รูปที่ 2.9 การควอนไทซ์สัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล 3 บิต	13
รูปที่2.10 ไดอะแกรมระดับสูงของ ชั้น เอพีไอโปรแกรมต่อประสาน	14
รูปที่ 2.11 รูปแบบการควบคุม	15
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูล	20
รูปที่ 2.13 การทำ Discrete Cosine Transform	21
รูปที่ 2.14 ระดับความเข้มในบล็อคขนาด 8x8 พิกเซล	21
รูปที่ 2.15 ค่าสัมประสิทธิ์ดีซีและเอซี	22
รูปที่ 2.16 การเรียงลำดับแบบซิกแซก	22
รูปที่ 2.17 ขั้นตอนการเข้ารหัสเอนโทรปีแบบฮัฟแมน	23
รูปที่ 2.18 ภาพที่ถูกบีบอัดโดยเทคนิคภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก	24
รูปที่ 2.19 ภาพที่ถูกบีบอัดโดยเทคนิคเอ็มเพ็ก	24
รูปที่2.20 การเปรียบเทียบภาพที่มีการบีบอัดต่างกัน	28
รูปที่2.21 ความแตกต่างของขนาดระหว่างรูปที่มีรายละเอียดต่างกัน	28
รูปที่2.22 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งเจเพ็ก	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป **หน้า**

รูปที่ 2.23 รายละเอียดขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งเจเพ็ก 29
รูปที่ 2.24 แสดงระนาบและหน่วยข้อมูลในระนาบ 29
รูปที่ 2.25 แสดงระนาบแบบอาร์จีบีและวายยูวี 29
รูปที่ 2.26 แสดงภาพที่มีค่าดิวเฟกเตอร์สูง 31
รูปที่ 2.27 รูปแบบชั้นการสื่อสารระบบเครือข่ายมาตรฐานสากล 32
รูปที่ 2.28 ทีซีพี/ไอพี ตัดข้อมูลออกเป็นกลุ่มข้อมูลเล็กๆ ส่งไปบนสายส่ง ข้อมูลที่ไปถึงปลายทางถูกจับมารวมกันอีกครั้ง 36
รูปที่ 2.29 การส่งข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกลุ่มข้อมูล 36
รูปที่ 2.30 การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายจากต้นทางไปยังปลายทาง 36
รูปที่ 2.31 การติดต่อสื่อสารผ่านโพรโทคอลทีซีพี 38
รูปที่ 2.32 การติดต่อสื่อสารผ่านโพรโทคอลทีซีพีกรณีปลายทางยังไม่ได้รับการตอบรับ 39
รูปที่ 2.33 ตัวอย่างหมายเลขหมายเลขที่อยู่ไอพี 40
รูปที่ 2.34 ตัวอย่างการแบ่งซับเนต 41
รูปที่2.35 ผู้ใช้ระยะไกลเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายของหน่วยด้วยวีพีเอ็น 42
รูปที่2.36 เชื่อมต่อเครือข่ายระยะไกลเข้าสู่เครือข่ายของหน่วยด้วยวีพีเอ็น 43
รูปที่ 2.37 การทำงานของระบบตัวรับบริการ-ตัวบริการ 43
รูปที่ 2.38 อุปกรณ์หลักในการเชื่อมโยงเครือข่าย 44
บทที่ 3 การออกแบบการสร้างและ การคำนวณ 47
รูปที่ 3.1การทำงานโดยรวมของการทดลองควบคุมรถบังคับวิทยุผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 47
รูปที่ 3.2 วงจรส่วนควบคุมรถทดลอง 48
รูปที่3.3 การทำงานภายในของ MAX-232 49
รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายในของไอซี 4N2X 49
รูปที่ 3.5 ภาพวงจรรวม 50
รูปที่ 3.6 ลักษณะของกลุ่มข้อมูล 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป **หน้า**

รูปที่ 3.7 การทดสอบความหน่วงเวลาด้วยปิง 52
รูปที่ 3.8 การทดสอบหาค่าความหน่วงเวลา 53
รูปที่ 3.9 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบที่ 1 63
รูปที่ 3.10 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบที่ 2 64
รูปที่ 3.11 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบที่ 3 65
รูปที่ 3.12 หน้าแรกของโปรแกรม 66
รูปที่ 3.13ส่วนควบคุมการทำงานด้วยบริการ 68
รูปที่ 3.14 ส่วนการออกแบบการทำงานด้วยบริการ 70
รูปที่ 3.15 ส่วนควบคุมหลักในหน้าแรก 71
รูปที่ 3.16 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "CAMERA" 72
รูปที่ 3.17 หน้าต่างเมื่อกดปุ่มแลน-ไอโอ 72
รูปที่ 3.18 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "CONFIG" 73
รูปที่ 3.19 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "TOOLS" 74
รูปที่ 3.20 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "TIME" 74
บทที่ 4 ผลการทดลอง 75
รูปที่ 4.1กล้องเครือข่าย 75
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการติดตั้งกล้องเครือข่าย 76
รูปที่4.3 การตั้งค่าไอพีของกล้องเครือข่าย 76
รูปที่4.4 ผลการรับภาพบนเทคโนโลยีโปรแกรมค้นดู 77
รูปที่ 4.5 การปรับแต่งค่า เพื่อให้การแสดงผลภาพเหมาะสมกับงานที่สุด 77
รูปที่4.6 หน้าลงบันทึกเข้าของอุปกรณ์จัดเส้นทางผ่านเว็บ 78
โปรแกรมต่อประสาน
รูปที่4.7 หน้าตัวรับบริการที่เชื่อมต่อกับแลนมอดูลของอุปกรณ์จัดเส้นทาง 79
รูปที่4.8 หน้าการปรับแต่งพารามิเตอร์ทางเครือข่าย 79
รูปที่4.9 ข้อมูลพารามิเตอร์ทางเครือข่าย 80
รูปที่4.10 หน้าการแก้ไขค่าพารามิเตอร์ทางเครือข่าย 80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูป **หน้า**

รูปที่4.11 หน้าการปรับแต่งวีพีเอน 81
รูปที่4.12 รายการเลือกให้เลือกโพรโทคอล 81
รูปที่4.13 รายชื่อผู้ใช้ 82
รูปที่ 4.14 ผลการส่งสัญญาณไปยังวงจร 83
รูปที่ 4.15 การทำงานที่ตัวบริการรอคอยการติดต่อจากตัวรับบริการ 84
รูปที่ 4.16 การทำงานตัวรับบริการติดต่อกับตัวบริการ 85
รูปที่ 4.17 แสดงการเชื่อมต่อที่สำเร็จ 85
รูปที่ 4.18 รูปแสดงการตรวจจับข้อมูลที่ส่งเข้ามาในช่องทางคอมเสมือน 86
รูปที่ 4.19รูปการติดต่อวีพีเอนบนวินโดวส์เอกซ์พี 88
รูปที่ 4.20 หน้าหลักของโปรแกรม 88
รูปที่ 4.21 หน้าต่างแสดงการปรับแต่งกล้อง 89
รูปที่ 4 .22หน้าต่างการปรับแต่งและติดต่อแลน-ไอโอ 89
รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างการปรับแต่งรหัสการควบคุม 90
รูปที่ 4.24 แสดงโปรแกรมเมื่อติดต่อกับกล้องและแลน-ไอโอแล้ว 91
รูปที่ 4.25 แสดงโปรแกรมเมื่อส่งคำสั่งให้หุ่นยนต์วิ่งไปข้างหน้า 91
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ **92**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	**1**
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	**7**
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างโพรโทคอลมาตราฐานในแต่ละชั้นของ OSI 7 ชั้น	33
บทที่ 3 การออกแบบการสร้างและ การคำนวณ	**46**
ตารางที่ 3.1 โพรโทคอลที่ต่างๆที่ทำการตกลงระหว่าง ฝั่งตัวรับบริการและตัวบริการ	51
ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบความสามารถระหว่าง เอ็มเพ็กสี่ และภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก	55
ตารางที่ 3.3 รูปแบบบิตการส่งสำหรับแต่ละคำสั่ง	58
ตารางที่3.4 รูปแบบบิตการส่งสำหรับแต่ละคำสั่งแบบที่ 2	60
ตารางที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบ	61
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**75**
ตารางที่4.1 การส่งข้อมูลผ่านช่องทางไมโครคอลโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์	83
ตารางที่ 4.2 รหัสการติดต่อกับหุ่นยนต์ที่ใช้ทดสอบ	87
บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์	**92**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 แนวคิดและที่มาของปัญหา

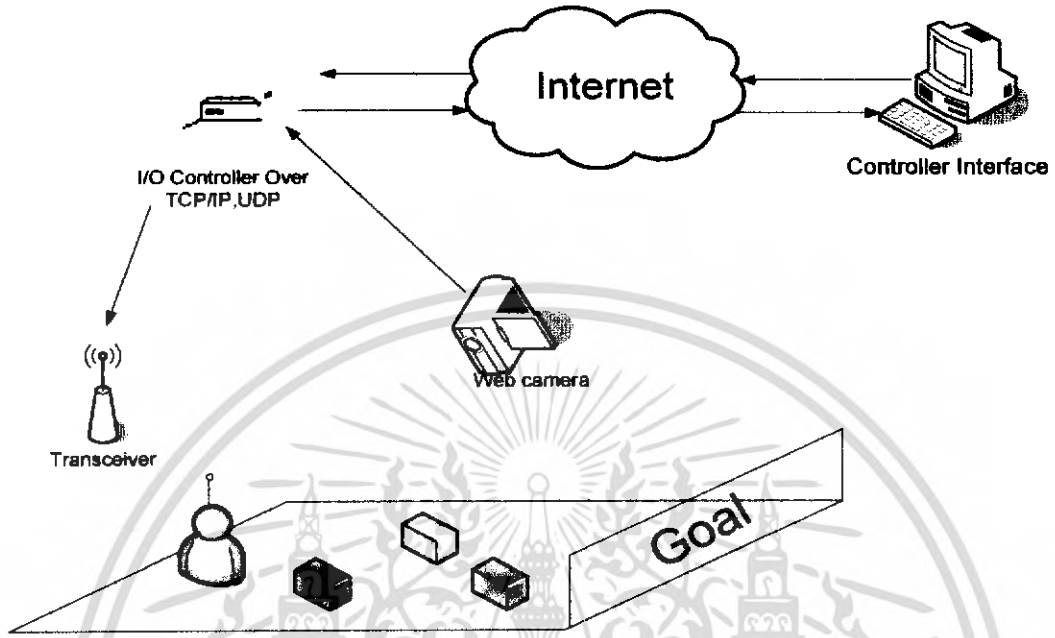
ในปัจจุบันการติดต่อสื่อสารกันเป็นไปได้โดยง่ายด้วยเทคโนโลยี(Technology)อันล้ำสมัย รูปแบบการสื่อสารมีหลายรูปแบบจึงกล่าวได้ว่าเป็นการติดต่อสื่อสารแบบสื่อประสม(Multimedia) คือ สามารถส่งได้ทั้งข้อความ เสียงพูด จนไปถึงภาพ และมีการติดต่อสื่อสารหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้ โดยมีประสิทธิภาพและราคาเป็นตัวช่วยตัดสินใจว่าการติดต่อสื่อสารรูปแบบใดจึงจะเหมาะสมที่สุด ด้วยเทคโนโลยีการสื่อสารที่ล้ำสมัยนี้จึงมีการนำมาประยุกต์ในการใช้งานจริงในปัจจุบัน มีการควบคุมเครื่องจักร หุ่นยนต์ คาวเทียม เป็นต้น ซึ่งบางครั้งจำเป็นต้องควบคุมจากระยะไกล ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีของหุ่นยนต์ช่วยผ่าตัดระยะไกล หรือที่มีชื่อเรียกว่า แฮปติก (Haptic) ซึ่งมีส่วนในการช่วยเหลือผู้ป่วยเป็นอย่างมากในกรณีที่ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลท้องถิ่นแต่จำเป็นต้องได้รับการผ่าตัดอย่างเร่งด่วน โดยต้องการหมอที่ฝีมือดีที่สุดซึ่งอยู่ในเมืองห่างออกไปหลายร้อยไมล์ ด้วยเทคโนโลยีนี้ช่วยให้แพทย์สามารถผ่าตัดผู้ป่วยได้โดยไม่จำเป็นต้องอยู่ที่เดียวกับผู้ป่วย นอกจากนี้การติดต่อสื่อสารควบคุมอุปกรณ์จากระยะไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต(Internet)ยังถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอีกหลายประเภท ที่พบเห็นกันมากเช่น ระบบป้องกันการขโมยรถผ่านมือถือซึ่งสามารถใช้มือถือหยุดรถได้ หรือแม้แต่สิ่งใกล้ตัวอย่างเช่น การควบคุมอุปกรณ์ภายในบ้านผ่านมือถือหรือผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สิ่งเหล่านี้ล้วนแต่เป็นการควบคุมอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตทั้งสิ้น

เนื่องจากว่าในปัจจุบันการใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เพราะมีราคาถูกและอุปกรณ์หาซื้อได้ง่ายแต่มีปัญหาอย่างหนึ่งคือความไม่แน่นอนของระบบเครือข่ายที่มีการใช้โพรโทคอลค้นหาเส้นทาง ในการรับส่งข้อมูลในแต่ละครั้งนั้น ไม่สามารถคาดเดาได้ล่วงหน้าว่าจะมีความหน่วงเวลา(Time Delay)เป็นเท่าไร ดังนั้นในการนำเทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้เป็นตัวกลางสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายนั้น จะไม่สามารถควบคุมในลักษณะเวลาจริงได้ และไม่สามารถชดเชยได้โดยปราศจากข้อผิดพลาด ดังนั้นในโครงงานนี้จะเป็นการพัฒนาระบบการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยลดปัญหาที่เกิดจากความหน่วงเวลาอันไม่แน่นอน ให้เหลือน้อยลง เพื่อการควบคุมที่ถูกต้องแม่นยำขึ้นในระดับหนึ่ง

แต่ถึงกระนั้นการควบคุมอุปกรณ์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตก็ยังไม่สามารถไว้ใจได้ เพราะมีโอกาสเกิดความผิดพลาดได้สูง ดังนั้นในกระบวนการควบคุมระยะไกลที่ต้องการความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกต้องและน่าเชื่อถือมากๆ อย่างหุ่นยนต์ช่วยผ่าตัดระยะไกล ยังต้องใช้การติดต่อแบบช่องสื่อสารตรง โดยมีช่องทาง(port)การติดต่อสำรองเป็นจำนวนมาก



รูปที่ 1.1 การควบคุมหุ่นยนต์ผ่านอินเทอร์เน็ต

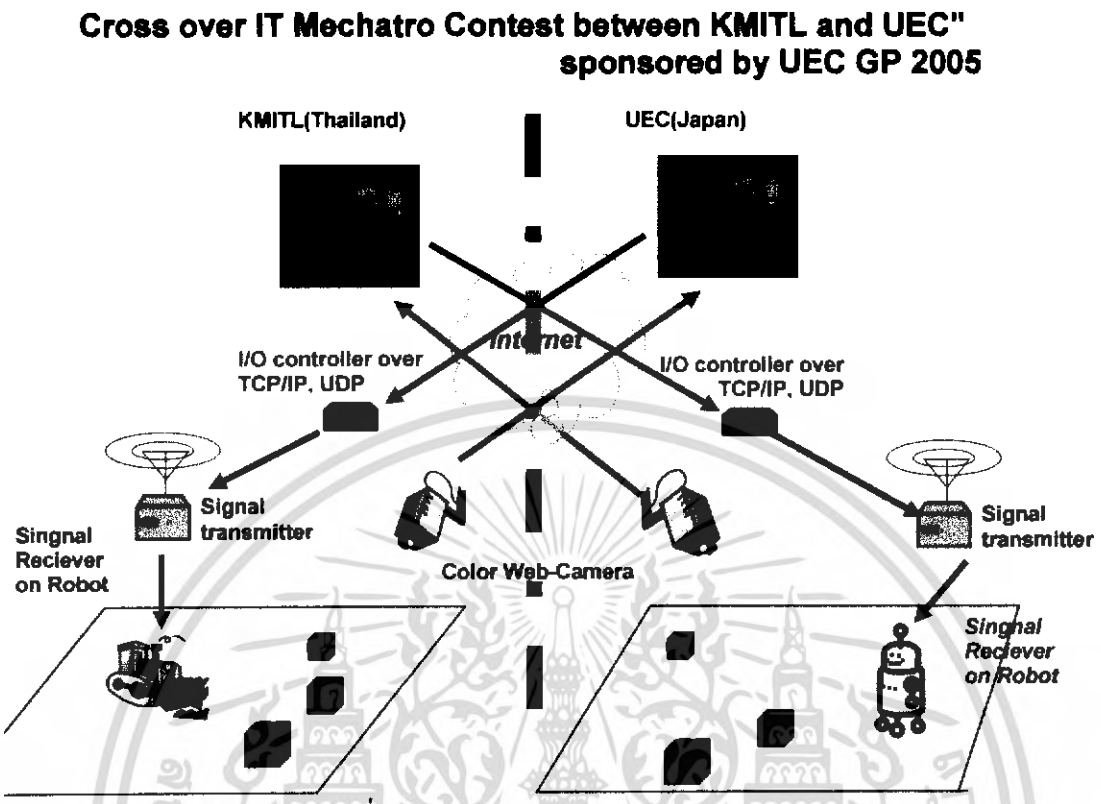
เนื่องจากสาเหตุดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น จึงได้เกิดการร่วมมือกันระหว่าง สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ประเทศไทย และมหาลัยElectro-Communications(UEC) ประเทศญี่ปุ่น ได้จัดโครงการที่มีชื่อเป็นภาษาอังกฤษ"Cross-over IT Mechatronics Contest between KMITL and UEC"ขึ้นโดยเป็นการแข่งขันควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตระหว่าง 2 ทีมแข่งขัน อันได้แก่

ทีมที่ 1 ประกอบด้วย ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ(Information Engineering)สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแห่งประเทศไทย ทำหน้าที่ควบคุมหุ่นยนต์ และ ภาควิชา Mechanical Engineering and Intelligent Systems มหาวิทยาลัย Electro-Communication แห่งประเทศญี่ปุ่น ทำหน้าที่ประดิษฐ์หุ่นยนต์

ทีมที่ 2 ประกอบด้วย ภาควิชาวิศวกรรมควบคุม(Control Engineering)สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ประเทศไทย ทำหน้าที่ประดิษฐ์หุ่นยนต์ ซึ่งถูกควบคุมโดย ภาควิชา Information and Communication Engineering UEC ประเทศญี่ปุ่น

ในการควบคุมหุ่นยนต์นั้นจะต้องควบคุมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยผู้ควบคุมจะอยู่อีกประเทศและสามารถมองเห็นหุ่นยนต์โดยผ่านกล้องเครือข่าย ทีมใดสามารถควบคุมหุ่นยนต์ให้นำวัตถุทั้งสามสีเข้าช่องได้เร็วและถูกต้องที่สุดเป็นฝ่ายชนะ ดังรูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.2 แสดงภาพรวมของการแข่งขัน [1]

โครงงานนี้ได้สร้างส่วนของการติดต่อออกเป็น 2 วิธี(mode)การทำงาน คือการติดต่อสื่อสารแบบตัวรับบริการและตัวบริการ(Client-Server) ซึ่งภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาคือภาษาจาวารุ่น 5.0 ของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม (Sun JDK 5.0) เนื่องจากเป็นที่ทราบกันดีว่าภาษาจาวานั้นไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และมีประสิทธิภาพในการทำงานแบบตัวรับบริการ-ตัวบริการ และสามารถทำงานได้บนทุกแพลตฟอร์ม(Platfrom)ที่มีจาวารันไทม์(Java Run-time) ทำให้สามารถทำงานได้ยืดหยุ่นมากขึ้น สามารถทำงานร่วมกันได้ แม้ว่าเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับบริการและเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นตัวบริการจะมีระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันก็ตาม

ในส่วนวิธีการทำงานที่สองคือการติดต่อสื่อสารผ่านอุปกรณ์แลน-ไอโอ(LanIO) ซึ่งติดต่อผ่านช่องทางอีเทอร์เน็ต จากที่กล่าวมาข้างต้นแล้วโครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งในการแข่งขันการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตซึ่งเป็นความร่วมมือระหว่างประเทศไทยกับประเทศญี่ปุ่นโดยมีการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านอุปกรณ์แลน-ไอโอที่ทำหน้าที่รับข้อมูลผ่านช่องทางอีเทอร์เน็ต (Ethernet port) และนำสัญญาณนั้นไปเทียบค่าที่กำหนดโดยผู้ผลิตว่าสัญญาณที่รับมานั้นจะต้องส่งกระแสไฟออกทางช่องทางส่งออก(output port)ใด จากนั้นตัวส่งสัญญาณวิทยุจะรับสัญญาณบิต(bit)นั้นต่อและกล้ำสัญญาณ (modulate) กับคลื่นพาห์ส่งไปยังตัวหุ่นยนต์ไร้สายที่มีสายอากาศและตัวถอดกล้ำสัญญาณ(demodulate) ติดตั้งอยู่และนำสัญญาณที่รับมานั้นถอดรหัสและนำไปแปลผลทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาเหตุที่เปลี่ยนภาษาในการพัฒนาจากภาษาจาวามาใช้ภาษาวิชวลเบสิก(Visual Basic) นั้น เนื่องจากอุปกรณ์แลน-ไอโอนี้มีตัวพัฒนาเฉพาะของเป็นเอพีไอ(API หรือ Application Programing Interface)ที่เขียนขึ้นด้วยภาษาซีโดยอิงกับสถาปัตยกรรมคอมของไมโครซอฟท์และจาวา ซึ่งไม่มีตัวถอดรหัสเอ็มเพ็กสี่ที่ทางบริษัทแอกซิส(Axis)ใช้ ดังนั้นแทนที่จะรับภาพด้วยกระแสภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก(Motion JPEG stream) ที่เขียนด้วยจาวาซึ่งทำงานได้ช้ากว่าตัวพัฒนาที่ทางบริษัทแอกซิสพัฒนาขึ้นมาสำหรับกล้องของทางบริษัทโดยเฉพาะ ซึ่งในรุ่นล่าสุดของตัวพัฒนานั้นสนับสนุนทั้งภาพเคลื่อนไหวเจเพ็กและเอ็มเพ็กสี่ จึงเป็นสาเหตุสำคัญในการเลือกใช้ภาษาวิชวลเบสิกในการพัฒนา เพื่อรองรับกับโพรโทคอลเวลาจริงและการเข้ารหัสสื่อประสมที่ล้ำสมัย และยังพัฒนาได้ไม่ยากจนเกินไป

1.2 จุดประสงค์

1. เพื่อสร้างเครื่องส่งสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์ไร้สายโดยใช้ความถี่ระดับสัญญาณวิทยุเป็นคลื่นพาห์
2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมติดต่อสื่อสารในแบบตัวรับบริการและตัวบริการและรูปแบบการติดต่อสื่อสารผ่านช่องทางอนุกรม(RS-232) ด้วยภาษาจาวารุ่น 5.0 ของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม(Sun JDK 5.0) โดยในฝั่งตัวรับบริการสามารถใช้งานโปรแกรมควบคุมในวิธีด้วยตัวเอง(Standalone) และในวิธีโปรแกรมค้นดูเว็บ(Web Browser)
3. เพื่อพัฒนาโปรแกรมติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังแลน-ไอโอและการติดต่อผ่านกล้องแบบ เอ็มเพ็กสี่ ด้วยวิชวลเบสิก(Visual Basic)
4. เพื่อศึกษาการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
5. เพื่อศึกษาและทดลองหาวิธีการแก้ปัญหาในเรื่องของความหน่วงเวลาอันไม่แน่นอนที่มีผลต่อการควบคุมอุปกรณ์ระยะไกล
6. เพื่อการกระชับสัมพันธไมตรีระหว่างประเทศไทยและประเทศญี่ปุ่น และระหว่างทั้งสองสถาบันให้แน่นแฟ้นมากยิ่งขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. สร้างเครื่องส่งสัญญาณควบคุม
2. สามารถควบคุมหุ่นยนต์ระยะไกลผ่านอินเทอร์เน็ต
3. แก้ปัญหาในเรื่องของความหน่วงเวลาที่มีค่าไม่แน่นอนเพื่อให้การควบคุมหุ่นยนต์เป็นไปในทิศทางที่ต้องการโดยมีค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้ภาษาแอสแซมบลี(Assembly) สำหรับไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051(MCS51)ของแอทเมล(Atmel)ในการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์
5. ใช้ภาษาจาวา เวอร์ชัน5.0ของซัน(Sun JDK5.0)และภาษาวิชวลเบสิก(Visual Basic) ใช้ในการรับคำสั่งรวมถึงประมวณผลการทำงานของหุ่นยนต์ทั้งฝั่งตัวรับบริการและตัวบริการ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำหุ่นยนต์มาประยุกต์ได้ในงานเสี่ยงอันตรายแทนมนุษย์เช่น หุ่นยนต์กู้ระเบิด เนื่องจากว่าหุ่นยนต์ที่พัฒนาในโครงงานนี้เป็นหุ่นยนต์ไร้สาย จึงมีความสามารถเข้าถึงพื้นที่ที่คดเคี้ยวได้ดีกว่า
2. สามารถพัฒนาหุ่นยนต์ที่สามารถสั่งการได้จากระยะไกลโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีความแม่นยำมากขึ้น เพราะโครงงานนี้จะพิจารณาถึงเวลาหน่วงที่ไม่แน่นอนด้วย
3. สามารถนำความรู้ได้จากการพัฒนา นำไปใช้ควบคุมเครื่องจักร หุ่นยนต์ ระยะไกลโดยใช้เครือข่ายราคาถูกอย่างอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุน

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

แบ่งออกเป็น 2 ส่วนการทำงานดังนี้

1.5.1 ส่วนการทำงานในโครงงานที่ 1

1. กำหนดขอบเขตและความต้องการของโครงงาน
2. ศึกษาข้อมูลและองค์ประกอบโดยรวมทั้งหมดในการควบคุมหุ่นยนต์ไร้สาย (จำลอง)
3. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆออกแบบและสร้างเครื่องส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานหุ่นยนต์ไร้สาย(จำลอง)
4. เขียนโปรแกรมในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ทดสอบการทำงานของเครื่องส่งสัญญาณควบคุมเบื้องต้น โดยใช้การแสดงผลจากหลอดไฟแอลอีดี(LED)และบันทึกข้อมูล
5. ออกแบบส่วนโปรแกรมต่อประสาน(Interface)ของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมโดยการนำ ความต้องการและขอบเขตที่กำหนดมาใช้ในการออกแบบ
6. ศึกษาและสร้างส่วนโปรแกรมการควบคุมทำงานและโปรแกรมต่อประสาน
7. ทดลองการทำงานในส่วนของซอฟต์แวร์(Software)และฮาร์ดแวร์ (Hardware)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ปรับปรุงและแก้ไขการทำงานทั้งหมด
9. จัดทำในส่วนเอกสารประกอบการใช้งานและนำเสนอโครงงานครั้งที่ 1

1.5.2 ส่วนการทำงานในโครงงานที่ 2

1. นำโปรแกรมที่ทำแล้วมาเพิ่มเติมในส่วนของการจัดการเรื่องความหน่วงเวลา
2. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านอุปกรณ์ต่างๆในวิธีการทำงานที่สอง
3. ติดตั้งการเชื่อมต่อกับกล้องเครือข่าย , อุปกรณ์ควบคุมการรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายท้องถิ่น(LAN หรือ Local area network) ในที่นี้เรียกว่าเครือข่ายแลน
4. ทดลองควบคุมหุ่นยนต์จริงผ่านอินเทอร์เน็ต
5. ปรับปรุงและแก้ไขการทำงานทั้งหมด
6. จัดทำในส่วนเอกสารประกอบการใช้งานและนำเสนอโครงงานครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

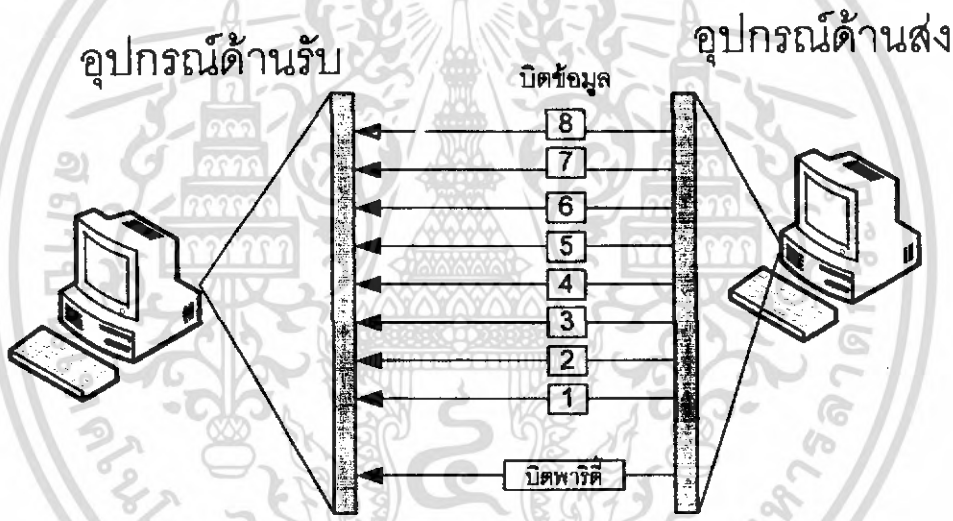
บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสาร

2.1.1 ส่วนการส่งผ่านข้อมูล (Transmission Mode)

ข้อมูลที่ส่งผ่านในระบบสื่อสารไม่ว่าจะเป็นตัวอักษรหรืออักขระต่าง ๆจะถูกส่งผ่านขั้นตอนการเข้ารหัสให้เป็นเลขฐานสอง(0 และ 1) แล้วส่งออกไปตามสายส่งซึ่งมีตั้งแต่หนึ่งขึ้นไป ทำให้เกิดช่องทางการสื่อสารได้มากกว่าหนึ่งช่องทาง จึงทำให้มีวิธีการส่งข้อมูล 2 รูปแบบ คือ การส่งผ่านข้อมูลแบบขนานและการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม

2.1.1.1 การส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel Transmission)



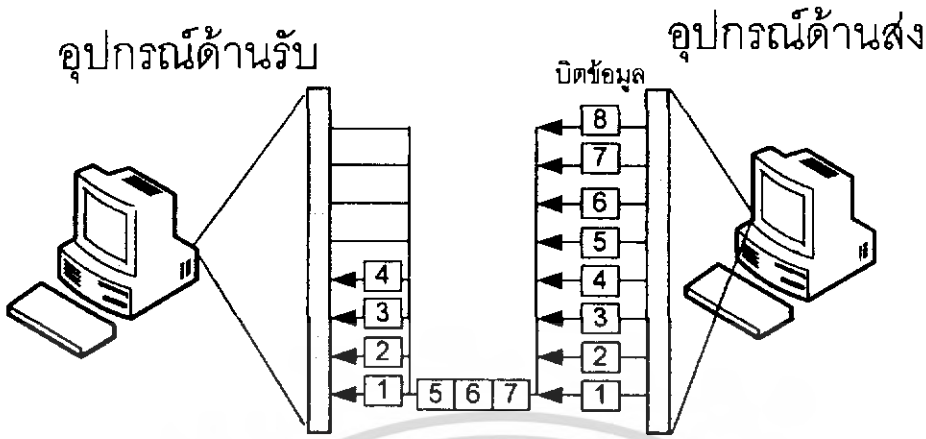
รูปที่ 2.1 การถ่ายโอนข้อมูลแบบขนาน

เป็นการส่งข้อมูลทีละหลาย ๆ บิตพร้อมกันซึ่งการส่งผ่านในลักษณะนี้ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนหนึ่งตัวอักษร จะถูกส่งไปตามสายขนานกันไป ทำให้ทุกบิตถึงผู้รับพร้อม ๆ กันดังรูปที่ 2.1 ซึ่งทำให้อัตราการส่งข้อมูลแบบนี้จะมีความเร็วสูงดังนั้นจำนวนสายส่งจะต้องมีอย่างน้อยเท่ากับจำนวนบิตที่เข้ารหัสแทนตัวอักษร การส่งผ่านมักถูกใช้กับการส่งผ่านระบบในระยะใกล้ ได้แก่ การเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบข้าง เช่น เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

2.1.1.2 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Transmission)

เป็นการส่งข้อมูลทีละบิต ทุกบิตที่เข้ารหัสแทนหนึ่งตัวอักษรจะถูกส่งผ่านไปตามสายส่งแบบเรียงลำดับทีละบิตในสายส่งเพียงสายเดียว ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องสายส่งสัญญาณ จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 การถ่ายโอนข้อมูลแบบอนุกรม

นิยมใช้กันมากในการส่งข้อมูลระยะไกล ถึงแม้อัตราการส่งจะช้ากว่าการส่งแบบขนาน การส่งข้อมูลแบบอนุกรมจำเป็นต้องมีวิธีควบคุมการส่ง เพื่อให้เครื่องรับและผู้รับทราบได้ว่าจะแบ่งตัวอักษรตัวที่ 1 และตัวที่ 2 ตรงบิตใด วิธีการควบคุมดังกล่าวมี 2 วิธี คือ แบบซิงโครนัส และแบบอะซิงโครนัส

2.1.1.2.1 การซิงโครนัส (Synchronous)

เป็นลักษณะการส่งสัญญาณที่มีจังหวะเวลาของสัญญาณนาฬิกา(Clock) ควบคุมนั่นโดยสัญญาณนาฬิกาที่จุดปลายทั้งสองคือผู้ส่งและผู้รับ โดยที่จุดผู้ส่งสัญญาณนาฬิกาจะคอยบอกผู้ส่งว่าให้ถ่ายเทข้อมูลเป็นบิตลงสายส่งด้วยความถี่เท่าไร ส่วนที่จุดผู้รับสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวบอกว่าจะต้องมีข้อมูลที่เป็นบิตเข้ามาตามสายส่งด้วยความถี่เท่าไร ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะกับระบบที่มีการส่งข้อมูลตลอดเวลา

2.1.1.2.2 การอะซิงโครนัส (Asynchronous)

เป็นลักษณะการส่งที่ส่งที่ละตัวอักษรโดยไม่มีจังหวะเวลาสัญญาณนาฬิกาควบคุม ดังนั้นจึงต้องเพิ่มบิตพิเศษเปิดหัวและท้ายกลุ่มบิตที่ใช้แทนตัวอักษรเพื่อได้ทราบว่าตัวอักษรนี้มีบิตตั้งแต่ไหนถึงไหน เรียกบิตที่นำหน้ากลุ่มว่าบิตเริ่มต้น(start bit) และบิตที่ปิดท้ายว่าบิตหยุด(Stop bit) ในการส่งจะส่งตัวอักษรตัวใดตัวหนึ่งไปทันทีทันใด จะเป็นเวลาใดก็ได้ ในระบบนี้ผู้ส่งและผู้รับจะต้องมีการกำหนดจำนวนบิตที่ใช้เป็นบิตเริ่มต้น บิตหยุดและจำนวนบิตที่ใช้แทนหนึ่งตัวอักษร

2.1.2 ความเร็วในการสื่อสาร(Communication Speed)

อัตราความเร็วในการส่งผ่าน มี 2 ชนิด ดังนี้

2.1.2.1 อัตราความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล(Data Transfer Rate)

คืออัตราส่วนของปริมาณข้อมูลที่ส่งผ่านไปได้ในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น อัตราความเร็วในการส่งข้อมูลเป็น 1, 200 บิตต่อวินาที (BPS: Bits per Second) หมายความว่าในช่วงเวลา 1 วินาที มีข้อมูลส่งผ่านออกไปทั้งสิ้น 1,200 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 อัตราความเร็วในการส่งสัญญาณ (Data Signaling Rate)

คืออัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่เกิดขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งหน่วยของเวลาที่ใช้คือ วินาทีอัตราบอด (baud rate) หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณใน 1 วินาที นั้นคืออัตราความเร็วของการส่งสัญญาณ ดังนั้นหากอัตราบอดเป็น 600 หมายความว่าในช่วงเวลา 1 วินาที มีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณที่ส่งไปตามสายเกิดขึ้น 600 ครั้ง บางครั้งอัตราความเร็วในการส่งสัญญาณนี้ก็ใช้หน่วยเป็นบิตต่อวินาทีเพราะถือว่าสัญญาณที่ส่งออกนั้นแทนข้อมูลในหน่วยบิตนั่นเอง เช่นอัตราบอดเป็น 600 อัตราส่วนในการส่งข้อมูลจะเป็น 600 บิตต่อวินาที ถ้าการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ 1 ครั้งแทนด้วยข้อมูล 1 บิต ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงสัญญาณ 1 ครั้ง อาจจะแทนข้อมูลมากกว่า 1 บิต ก็ได้ เช่น กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงสัญญาณ 1 ครั้ง แทนข้อมูล 2 บิต และหากอัตราบอดเป็น 1,200 แสดงว่าระบบนี้มีอัตราส่งข้อมูลเป็น 2,400 บิตต่อวินาที เป็นต้น

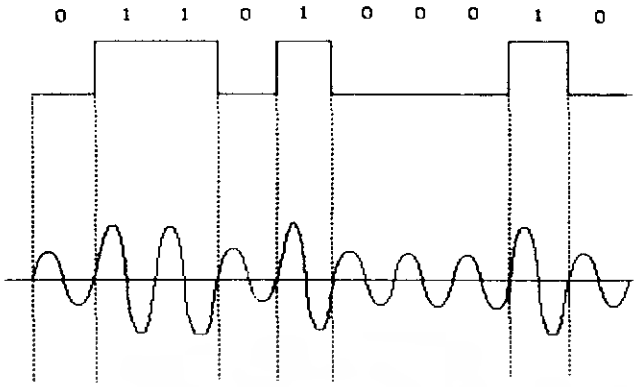
2.2 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนะล็อก(Digital to analog convertor:D/A)

ในระบบงานหนึ่ง ๆ อาจมีการใช้การสื่อสารหลายๆแบบ ถ้าระบบเครือข่ายของเป็น แบบดิจิทัล ในการส่งข้อมูลระยะใกล้สามารถส่งผ่านสัญญาณดิจิทัลสู่ช่องทางสื่อสารดิจิทัลได้โดยตรง เช่น ในเครือข่ายไอเอสดีเอ็นหรือไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์(Electronic Mail) เป็นต้น การส่งข้อมูลตามสายโดยทั่วไปนั้นจะอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล แต่หากส่งสัญญาณประเภทนี้ออกไประยะไกลอาจจะมีการสูญหายหรือการผิดเพี้ยนของสัญญาณเกิดขึ้นได้ ดังนั้นเพื่อให้การส่งระยะไกลมีประสิทธิภาพ จึงต้องอาศัยการส่งสัญญาณข้อมูลดิจิทัลโดยผ่านช่องทางสื่อสารแบบแอนะล็อกที่คุ้นเคยกัน ได้แก่ การส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ผ่าน ทางเครือข่ายโทรศัพท์สาธารณะ เครือข่ายโทรศัพท์ถูกออกแบบมา เพื่อทำการสลับสวิตช์และส่งสัญญาณแอนะล็อก ซึ่งเป็นย่าน ความถี่ของเสียงหรือประมาณ 300 - 3400 เฮิรตซ์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณแอนะล็อกย่านความถี่เสียง เรียกว่า โมเด็ม(MODEM มาจาก **MO**dulator- **DEM**odulator) สำหรับเทคนิคการแปลงสัญญาณข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณแอนะล็อกนั้นมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ

2.2.1 การกล้ำสัญญาณเชิงคณิตศาสตร์ทางแอมพลิจูด (Amplitude-Shift Keying: ASK)

ในโครงงานนี้เรียกการกล้ำสัญญาณเชิงคณิตศาสตร์ทางแอมพลิจูดว่า การกล้ำสัญญาณเอเอสเค เป็นวิธีที่ความถี่ของคลื่นพาห์ (Carrier Wave) ซึ่งทำหน้าที่นำสัญญาณแอนะล็อก ผ่านตัวกลางสื่อสารนั้นจะคงที่ ลักษณะของการกล้ำสัญญาณเมื่อค่าของบิตของสัญญาณข้อมูลดิจิทัลมีค่าเป็น 1 ขนาดของคลื่น พาห์จะสูงขึ้นกว่าปกติ และ เมื่อบิตมีค่าเป็น 0 ขนาดของคลื่นพาห์จะตกลงกว่าปกติ ดังรูปที่ 2.3 การกล้ำสัญญาณเอเอสเคมักจะไม่ค่อยได้รับความนิยมเพราะจะถูกรบกวนจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.3 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อกทางแอมปลิจูล

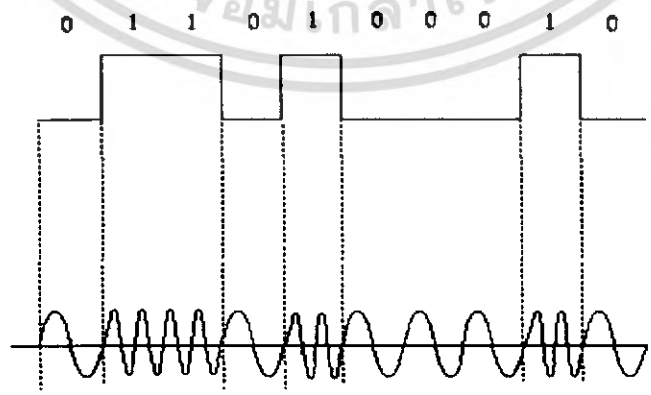
สัญญาณอื่นได้ง่าย การกล้ำสัญญาณเอเอสเคหรือบางครั้งเรียกว่า การกล้ำสัญญาณโอโอเค (OOK หรือ On-Off Keying) เนื่องจากว่าคลื่นพาห์ถูกสวิตช์เปิด-ปิด(On-Off) ตามสัญญาณที่เป็น 1 หรือ 0 ของสัญญาณแถบความถี่ฐาน ดังนั้นสัญญาณ ASK จะกำหนดได้เป็น

$$S(t) = \begin{cases} A\cos 2\pi f_c t & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 1} \\ 0 & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 0} \end{cases}$$

2.2.2 การกล้ำสัญญาณเชิงคณิตศาสตร์ทางความถี่ (Frequency-Shift Keying :FSK)

ในที่นี้จะเรียกว่า การกล้ำสัญญาณแบบเอฟเอสเค โดยการกล้ำสัญญาณแบบนี้ ขนาดของคลื่นพาห์จะไม่เปลี่ยนแปลง แต่ความถี่ของคลื่นพาห์จะเปลี่ยนแปลง นั่นคือ เมื่อบิตมีค่าเป็น 1 ความถี่ของคลื่นพาห์จะสูงกว่าปกติและเมื่อบิตมีค่าเป็น 0 ความถี่ของคลื่นพาห์ก็จะต่ำกว่าปกติ ความถี่ของคลื่นพาห์มี 2 ค่า นั้นคือจะมีค่าเป็น f_1 สำหรับสัญญาณที่เป็น 1 และ มีค่าเป็น f_2 สำหรับสัญญาณที่เป็น 0

$$S(t) = \begin{cases} A\cos 2\pi f_1 t & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 1} \\ A\cos 2\pi f_2 t & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 0} \end{cases}$$



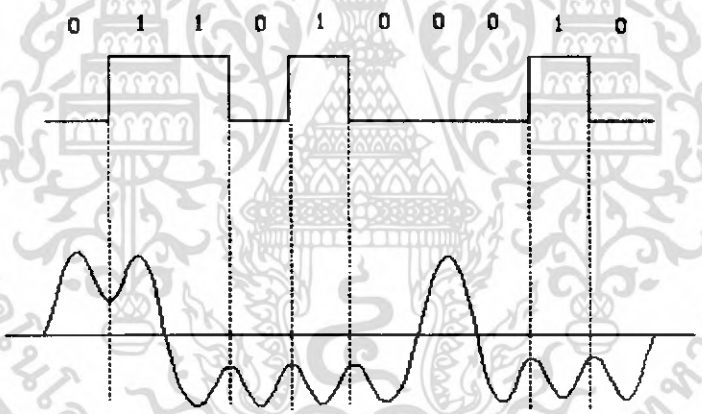
รูปที่ 2.4 การแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นแอนะล็อกทางความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การกล้ำสัญญาณเชิงเลขทางเฟส (Phase-Shift Keying : PSK)

หลักการของการกล้ำสัญญาณแบบพีเอสเค คือ ค่าของขนาดและความถี่ของคลื่นพาห์ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ส่วนที่เปลี่ยนคือ เฟสของสัญญาณ เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะของบิตจาก 1 ไปเป็น 0 หรือเปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 เฟสของคลื่นจะเปลี่ยน(Shift) ไป 180 องศาด้วย หลักการ ของการกล้ำสัญญาณแบบพีเอสเค ซึ่งสามารถทำได้ทั้งแบบ 2 เฟส(0 , 90 , 180 และ 270 องศา) และแบบ 8 เฟส(0 , 45 , 90 , 135 , 180 , 225 , 270 และ 315 องศา) นั้นคือจะได้เฟสของคลื่นพาห์ที่เท่ากับ Acos(2¶f_ct + delta) นั้นจะเปลี่ยนไปตามสถานะของสัญญาณ เช่น การเฟส delta เป็น 0 ในกรณีที่ สัญญาณมีสถานะเป็น 0 ในการกล้ำสัญญาณเพื่อเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลดิจิทัลให้เป็นสัญญาณแอนะล็อกทั้ง3 แบบ วิธีการแบบพีเอสเคจะมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นน้อยที่สุดได้สัญญาณที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่วงจรการทำงานจะยุ่งยากกว่าและราคาสูงกว่า

$$S(t) = \begin{cases} A\cos 2\pi f_c t & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 1} \\ A\cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{สำหรับสัญญาณที่เป็น 0} \end{cases}$$



รูปที่ 2.5 การกล้ำสัญญาณเชิงเลขทางเฟส

2.3 การแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (Analog to Digital convertor)

ในกรณีถ้าระบบเครือข่ายของเป็น แบบดิจิทัล คือ สามารถส่งผ่านสัญญาณดิจิทัลสู่ช่องทางสื่อสารดิจิทัล ได้โดยตรง เช่น ในเครือข่ายไอเอสดีเอ็น(ISDN) หรือไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail) เป็นต้น สามารถส่งสัญญาณ ดิจิทัลออกจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครือข่ายได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านโมเด็ม และในทำนอง เดียวกันก็สามารถส่งสัญญาณแอนะล็อกผ่านเข้าไปในระบบเครือข่ายดิจิทัลได้โดยการเปลี่ยนแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเสียก่อน โดยใช้อุปกรณ์ที่ทำงานตรงกันข้าม กับ โมเด็ม คือ โคเดก (CODEC หรือCOder/DECoder) เทคนิคใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลแบ่งออกเป็น2วิธีคือ

2.3.1 การกล้ำสัญญาณทางแอมปลิจูดของพัลส์หรือ PAM (Pulse Amplitude Modulation)

ในโครงงานนี้จะเรียกว่า การกล้ำสัญญาณแบบพีเอเอ็ม โดยวิธีการนี้อาศัยหลักการแซมปิงหรือการชักตัวอย่าง (Sampling) ของสัญญาณ ที่เป็นแอนะล็อก(ต่อเนื่อง) ตามช่วงเวลาให้สัญญาณนั้นขาดจากกันเป็นพัลส์ๆ โดยขนาดของแต่ละพัลส์จะเท่ากับขนาดของ สัญญาณเดิมในช่วงเวลานั้นๆ ในทางทฤษฎี ความถี่ที่ใช้ในการแซมปิงนั้นค่าเป็นสองเท่าของแบนด์วิดท์ของสัญญาณแอนะล็อกโดยมีหน่วยเป็นจำนวนครั้งต่อวินาที (อัตราแซมปิง= 2 BW เฮิรตซ์) ยิ่งถ้าแซมปิงสัญญาณด้วยอัตราน้อยเท่าไรก็จะได้สัญญาณพัลส์ที่ใกล้เคียงกับสัญญาณเดิมมากที่สุดแต่ถ้า อัตราน้อยเกินไปสัญญาณก็จะกลับไปเป็นสัญญาณแอนะล็อกเหมือนเดิม จะเห็นว่าขนาดของพัลส์ของแต่ละแซมปิงเป็นอัตราส่วนโดยตรงกับสัญญาณเดิมและสัญญาณใหม่ที่ได้จะเป็น แบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) แต่ขนาดของสัญญาณพัลส์ยังเป็นแบบต่อเนื่องเท่าและเหมือนสัญญาณเดิม ดังนั้นในการส่งสัญญาณการกล้ำสัญญาณแบบพีเอเอ็ม ในระยะทางไกลๆ จะเกิดสัญญาณรบกวนได้ง่ายเช่นเดียวกับการส่งสัญญาณแบบ เอเอ็ม ซึ่งจะไม่สามารถแก้ไขได้เมื่อสัญญาณถึงปลายทางการ

รูปที่2.6 การมอดูเลตทางแอมปลิจูดของพัลส์ (PAM)

2.3.2 การกล้ำสัญญาณแบบรหัสพัลส์หรือ PCM (Pulse Code Modulation)

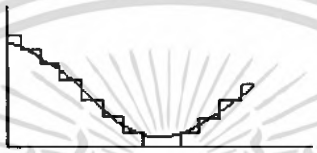
กล้ำสัญญาณแบบรหัสพัลส์ โดยในโครงงานนี้เรียกว่า การกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็ม เนื่องจากขนาดของพัลส์ ในการกล้ำสัญญาณแบบพีเอเอ็มยังคงเป็นแบบต่อเนื่อง การส่งสัญญาณแบบ PAM จึงไม่ได้ต่างอะไรกับ การส่งสัญญาณแอนะล็อกเลย ดังนั้นในวิธีการส่งโดยอาศัยการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็ม จึงมีขั้นตอนการทำให้ขนาดของสัญญาณข้อมูลเป็นแบบไม่ต่อเนื่องมาก่อนก่อนด้วย วิธีการที่เรียกว่า การควอนไทซ์ (Quantize)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.1 ขั้นตอนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลโดยวิธีการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็ม

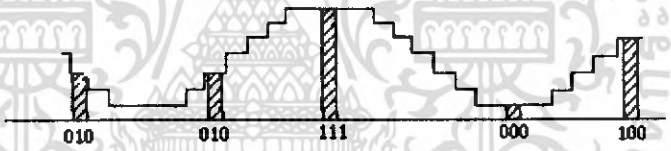
รูปที่ 2.7 ขั้นตอนการแปลงสัญญาณแอนะล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิทัลโดยวิธี PCM

1. ทำการแซมปิง สัญญาณด้วยอัตราที่เหมาะสม (2 BW เฮิรตซ์) ก็จะได้สัญญาณการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็ม ซึ่งในแต่ละพัลส์นั้นสามารถจะ กำหนดรหัสแทนพัลส์ได้ด้วยรหัสของเลขฐานสอง



รูปที่2.8 วิธีการแซมปิงสัญญาณควอนไทซ์

2. จากนั้นทำการควอนไทซ์สัญญาณแอนะล็อกโดยทำให้ค่าขนาดของสัญญาณเป็นค่าที่ไม่ต่อเนื่องเสียก่อน (สมมติว่าต้องการแปลงสัญญาณเป็นดิจิทัลขนาด 3 บิต ดังนั้น 23 = 8 ระดับ)



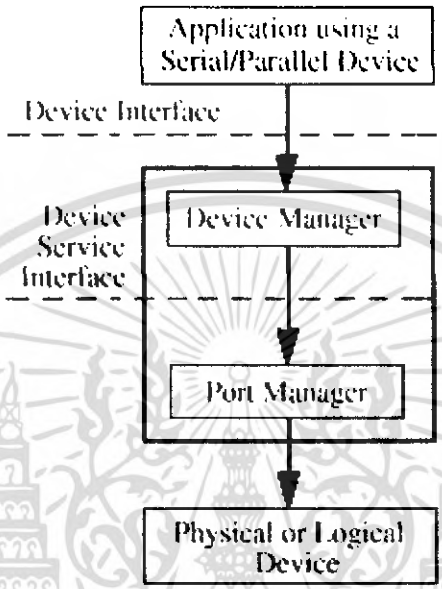
รูปที่2.9 การควอนไทซ์สัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล 3 บิต

3. รหัสของแต่ละพัลส์ก็จะถูกส่งออกไปในรูปแบบของเลขฐานสอง โดยจะกำหนดรหัส(Code) ให้แต่ละพัลส์สัญญาณ เมื่อสัญญาณการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็มถูกส่งไปถึงปลายทางแล้วก็จะถูกเปลี่ยนกลับมาเป็นสัญญาณการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็มอีกครั้ง แล้วจึงแปลงกลับมาเป็นสัญญาณแอนะล็อกอย่างเดิมอีกที การทำควอนไทซ์จะทำให้สัญญาณที่ปลายทางไม่เหมือนทางต้นทางทีเดียวอีกทั้งในช่วงระหว่างการแซมปิงแต่ละครั้ง สัญญาณรบกวนจากแหล่งอื่นสามารถแทรกเข้ามาได้ อย่างไรก็ตามการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็ม ก็ให้ประสิทธิภาพดีกว่าการกล้ำสัญญาณแบบพีเอเอ็ม และได้สัญญาณข้อมูลเป็นดิจิทัลจริงๆ อัตราการส่งสัญญาณดิจิทัลโดยการกล้ำสัญญาณแบบพีซีเอ็มของสัญญาณแอนะล็อกแต่ละชนิดที่ใช้กันในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การติดต่อช่องทางอนุกรมด้วยจาวาคอม เอพีไอ(Java Communication API (Application Programming Interface))

จาวาคอมมิวนิเคชันหรือเรียกสั้นๆว่า จาวาคอม(javax.comm)เอพีไอ ถูกเสนอเป็นส่วนเพิ่มเติมจากมาตรฐานเพื่อใช้ในการติดต่อจาวาแอพพลิเคชัน เพื่อให้การเขียนโปรแกรมผ่านช่อง



รูปที่2.10 ไดอะแกรมระดับสูงของ ชั้น เอพีไอโปรแกรมต่อประสานทางการติดต่อสื่อสารให้สามารถเป็นไปได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับแพลทฟอร์มของระบบปฏิบัติการ ซึ่งสามารถใช้เอพีไอนี้ในการเขียนโปรแกรมจำพวกเทอร์มิเนลจำลอง เช่น แฟกส์ ซอฟต์แวร์อ่านสมาร์ทการ์ด และอื่นๆอีกมากมาย

การพัฒนาโปรแกรมที่ดีส่วนมากหมายถึงการทำให้โปรแกรมต่อประสานของโปรแกรมถูกออกแบบและกำหนดขึ้นโดยอย่างชัดเจนและเข้าใจง่าย โดยไดอะแกรมระดับสูงของชั้นเอพีไอในโปรแกรมต่อประสานแสดงดังรูปที่2.10

ในโครงงานนี้จะนำจาวาคอม มาใช้ในการติดต่อกับช่องทางคอมพิวเตอร์ ด้วยอุปกรณ์อนุกรม RS-232 จาวาคอมไดรเวอร์ไม่เหมือนกับไดรเวอร์ที่มีใช้กันมานาน ซึ่งในไดรเวอร์แบบเก่าจะมีแบบจำลองการติดต่อของอะซิงโครนัสอีเวนท์ของเอง แต่สำหรับจาวาคอมเอพีไอนั้นจะมีรูปแบบโปรแกรมต่อประสานของอีเวนท์ซึ่งอิงกับแบบจำลองจาวาอีเวนท์ (java.awt.event.*) อาจกล่าวได้ว่า ถ้าต้องการจะรู้ว่ามีข้อมูลอะไรเข้ามารออยู่ในการนำเข้าบัฟเฟอร์ สามารถรู้ได้ด้วย 2 วิธี คือ โดยการโพลลิ่ง(Polling) และการลิสเทนนิ่ง (Listening) โดย การโพลลิ่ง (Polling) คือ หน่วยประมวลผลกลางจะทำการตรวจสอบในบัฟเฟอร์เป็นระยะๆ เพื่อจะดูว่ามีข้อมูลใหม่เข้ามาในบัฟเฟอร์หรือไม่

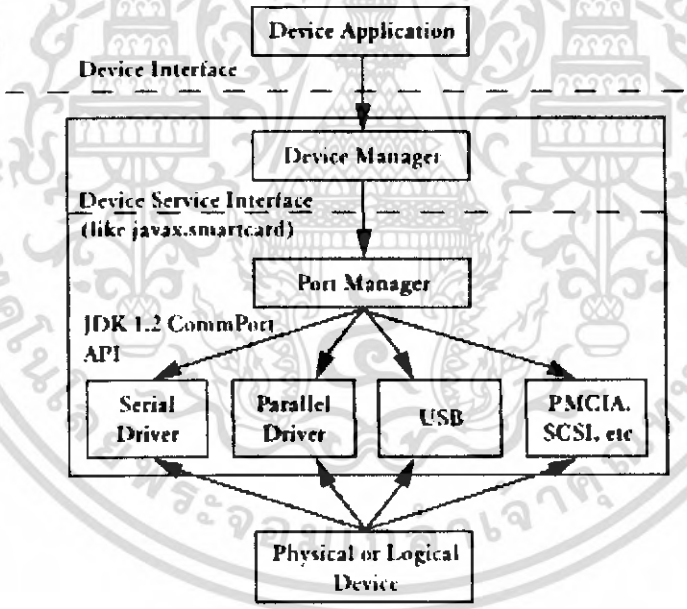
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลิสเทนนิ่ง (Listening) คือ หน่วยประมวลผลกลางที่รออีเวนท์ซึ่งเกิดขึ้นจากการมีข้อมูลใหม่เข้ามาในบัฟเฟอร์นำเข้า โดยในทันทีที่ข้อมูลใหม่เข้ามาถึงบัฟเฟอร์ จาวาคอม เอพีไอก็ส่งการแจ้งล่วงหน้าหรืออีเวนท์ ไปยังหน่วยประมวลผลกลาง

RS-232C ย่อมาจาก Recommend Standard 232 และ C หมายถึงเวอร์ชั่นล่าสุดของมาตรฐานช่องทางอนุกรมบนคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ใช้รูปแบบที่เป็นสับเซตของมาตรฐานRS-232 มาตรฐาน RS-232 แบบเต็ม ระบุหัวต่อที่มีพินจำนวน 25 พิน(D connector) ซึ่งมี 22 พินที่ถูกใช้งาน โดยพินส่วนใหญ่แล้วไม่จำเป็นสำหรับการติดต่อสื่อสารทั่วไปบนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และในคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ๆจะมีหัวต่อตัวผู้ชนิดที่มีเพียง 9 พิน

2.4.1 จาวาคอม เอพีไอมีอะไรมาให้บ้าง

จาวาคอม เอพีไอนั้นมีการกำหนดเอพีไอเฉพาะสำหรับการติดต่อผ่านช่องทางแบบอนุกรมและแบบขนาน ที่สมบูรณ์ ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้เพียงการติดต่อผ่านช่องทางอนุกรมเท่านั้น โดยมีรูปแบบการควบคุม ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 รูปแบบการควบคุม

2.4.2 ขั้นตอนการใช้งานแพกเกจ javax.comm

1. ให้จาวาคอม เอพีไอควบคุมอุปกรณ์บางอย่าง โดยจาวาคอมนั้นต้องรู้จักอุปกรณ์นั้นก่อนที่จะสามารถใช้งานได้ใช้งานได้
2. เปิดการใช้งานอุปกรณ์ ซึ่งอาจจะมีอุปกรณ์ที่ต้องการอัตราบอดที่ 115 กิโลบิตและไม่ใช้พาริตี้บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เขียนข้อมูลหรืออ่านข้อมูลตามโพรโทคอลอะไรก็ตามที่อุปกรณ์ที่คุณกำลังติดต่อสื่อสารนั้นต้องการ ตัวอย่างเช่น ถ้าคุณเชื่อมต่อไปยังเครื่องพิมพ์ คุณอาจจะต้องส่งรหัสพิเศษบางอย่างเพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องพิมพ์ หรือจบการทำการพิมพ์ เครื่องพิมพ์แบบโพสท์สคริปต์บางตัวจะหยุดทำการพิมพ์เมื่อได้รับรหัส CTRL-D 0x03 เป็นต้น
4. ปิดช่องทางที่เชื่อมต่อ

การกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับรีจิสเตอร์ของจาวาคอม เอพีไอ ด้วยโปรแกรมต่อประสานแบบพอร์อนุกรม นั้นจาวาคอมสามารถจัดการได้เพียงเฉพาะช่องทางที่รู้จักเท่านั้น ในเอพีไอรุ่นใหม่ๆไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าเริ่มต้นให้แก่ช่องทาง เนื่องจากจาวาคอม เอพีไอจะสแกนดูช่องทางในเครื่องและเพิ่มเข้าไปในรีจิสตรี โดยอัตโนมัติ

สามารถกำหนดค่าเริ่มต้นช่องทางอนุกรมที่จาวาคอม เอพีไอสามารถใช้ได้ สำหรับอุปกรณ์ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐานการตั้งชื่อของอุปกรณ์ ก็สามารถเพิ่มได้เองโดยใช้โค๊ดดังนี้

```
// Register the device
Comport ttya = new javax.comm.solaris.SolarisSerial("ttya","/dev/ttya");
CommPortIdentifier.addPort(ttya,CommPortIdentifier.PORT_SERIAL);
CommPort ttyb = new javax.comm.solaris.SolarisSerial("ttyb","/dev/ttyb");
CommPortIdentifier.addPort(ttyb,CommPortIdentifier.PORT_SERIAL);
```

2.4.3 การใช้งาน

โค๊ดต่อไปนี้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่ม ปรับแต่ง และการเปิดการใช้งานอุปกรณ์ รายละเอียดของขั้นตอน(method)ต่างๆที่เรียกใช้ได้ใน เอพีไอของจาวาคอมซึ่งจะเซ็ตอุปกรณ์ที่เรียกว่า XYZSerailDevice ให้เข้าถึงได้ด้วยการใช้ ฟังค์ชั่นGenericSerialReader ซึ่งให้อุปกรณ์เชื่อมต่อด้วยอัตราบอดเป็น 9600 และมีบิตหยุดหนึ่งบิต อักขระจำนวน 8 บิต(สามารถน้อยกว่านี้ได้) และไม่ใช้บิตพาริตี้ ผลลัพธ์ของการใช้งานโค๊ดนี้คือจะให้มีกระแส 2 ช่อง สำหรับอ่านช่องหนึ่งและเขียนอีกช่องหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

```
InputStream input = null;
OutputStream output;
SerialPort serialPort = null;
Public GenericSerialReader(String name,int baud,int timeout) throws Exception
{
        CommPortIdentifier portId = CommPortIdentifier.getPortIdentifier(name);
        serialPort = (SerialPort)portId.openPort("GenericSerialReader",timeout);
        serialPort.setSerialPortParams(9600,SerialPort.DATABITS_8,
        SerialPort.STOPBITS_1,SerialPort.PARITY_NONE);
        serialPort.setFlowcontrolMode(SerialPort.FLOWCTRL_NONE);
        serialPort.enableRcvThreshold(1);
        serialPort.enableRcvTimeout(timeout);
        int rosStatus = 0;
        System.out.println("Open device called");
        output = serialPort.getOutputStream();
        input = serialPort.getInputStream();
}
```

2. 4.4 การเขียนและอ่านข้อมูลผ่านช่องทางอนุกรม

ในจาวาสามารถทำการอ่านหรือเขียนข้อมูลไม่ว่าจะเป็นการอ่านเขียนผ่านช่องทางนำเข้าหรือส่งออกมาตรฐานหรืออ่านเขียนผ่านไฟล์ ก็จะต้องทำผ่านกระแส(stream) การอ่านหรือเขียนข้อมูลผ่านช่องทางอนุกรมก็เช่นเดียวกัน สามารถเขียนผ่านกระแสได้ดังนี้

สำหรับการเขียน

```
try{
        output.write(outputArray,0,length);
}catch(Exception exception){}
```

สำหรับการอ่าน

```
try{
        int b = input.read()
}catch(Exception exception){}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

62854

และในการปิดการเชื่อมต่อหรือปิดกระแส

```
try {
      inout.close();
      output.close();
   } ...
```

2.5 การติดต่อสื่อสารแบบสื่อประสม(Multimedia Communication)

ในปัจจุบันจะพบว่าข่าวสารที่ใช้ส่งนั้นมีหลายชนิดเช่น หากท่านเปิดเว็บไซต์(website) หนึ่งจะพบว่าในหน้ามีทั้งภาพทั้งอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว ข้อความและในบางเว็บไซต์อาจมีเสียงด้วย ซึ่งการติดต่อสื่อสารผ่านสื่อเหล่านี้เรียกว่าติดต่อสื่อสารแบบสื่อประสม(Multimedia Communication) ในโครงนี้ให้ความสนใจการส่งข่าวสารที่เป็นภาพนิ่ง(Still Images) และภาพเคลื่อนไหว(Motion Images)

การส่งข่าวสารที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้น สิ่งที่ผู้ใช้คือความเร็วที่ผู้ใช้จะได้รับข้อมูลข่าวสาร ถ้าหากภาพนิ่งที่ส่งมีขนาด1024x760พิกเซล(pixels) และแต่ละพิกเซลมี24บิต ดังนั้น

จำนวนบิตทั้งหมด = 1024x760x24 = 18.874 เมกกะบิต (megabits) [7]

ดังนั้นหากต้องส่งภาพนี้ผ่านโมเด็มที่มีอัตราเร็วในการส่งข้อมูล14.4 กิโลบิตต่อวินาที (kilobit/sec)ดังนั้น

เวลาที่ใช้ในการส่งภาพนี้ = 18874000/14400 = 1310 วินาที หรือ 21.84 นาที [7]

จะเห็นได้ว่าใช้เวลาในการส่งข่าวสารนานมาก ดังนั้นจึงต้องมีการบีบอัดข้อมูลและเข้ารหัสเพื่อให้ข้อมูลมีขนาดเล็กลงและสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เร็วขึ้น

2.5.1 การบีบอัดข้อมูล(Compression)

การบีบอัดข้อมูลคือการทำให้ข้อมูลที่ส่งมีขนาดเล็กลง เนื่องจากในการสื่อสารนั้นความสามารถในการไหลเข้าออกของข้อมูลจากเครือข่ายในช่วงเวลาหนึ่งหรือแบนวิธ(Bandwidth) ถือได้ว่าเป็นสิ่งที่มีค่าและมีขนาดที่จำกัด หากข้อมูลที่ส่งนอกจากจะทำให้การส่งข้อมูลนั้นช้าแล้วยังทำให้เปลืองแบนวิธอีก

ในการส่งข้อมูลภาพเคลื่อนไหว(video data) ผ่านเครือข่ายแลนส่วนใหญ่นั้นต้องอาศัยการแบ่งภาพให้มีขนาดเล็กลงซึ่งทำให้ต้องหยุดส่งข้อมูลชั่วคราว ข้อมูลที่เป็นดิจิทัลวีดีโอ ปกติแล้วถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บีบอัดก็ต่อเมื่อต้องการความเร็วในการส่งข้อมูลและเพื่อบันทึกข้อมูลลงฮาร์ดดิสก์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเลือกรูปแบบการบีบอัดข้อมูลให้เหมาะสมกับชนิดข้อมูลและความต้องการในการส่ง

หลักการที่ใช้ในการบีบอัดข้อมูลภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีขนาดเล็กลง ได้แก่ การลดข้อมูลสีในภาพที่มีความใกล้เคียงกัน ตัดส่วนที่เล็กที่มนุษย์มองไม่เห็นออก และในกรณีของภาพเคลื่อนไหวส่วนของภาพที่คงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจะไม่ถูกส่ง เช่น ฉากหลัง เป็นต้น ซึ่งหลักการลดขนาดข้อมูลนั้นต้องอาศัยความเข้าใจว่า สมองและสายตาของมนุษย์ทำงานอย่างไร ซึ่งคุณลักษณะของขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลมีดังนี้

2.5.1.1 การบีบอัดข้อมูลแบบไม่มีการสูญเสีย(Lossless Compression)

มีลักษณะการบีบอัดที่ทุกพิกเซลนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือสูญหาย ดังนั้นเมื่อทำการถอดรหัสแล้วข้อมูลที่ได้เหมือนเดิมครบถ้วน แต่ทำให้เกิดข้อจำกัดที่ว่าสามารถการบีบอัดได้ต่ำลง ขนาดของข้อมูลที่ได้หลังการบีบอัดยังคงมีขนาดใหญ่กว่าแบบการบีบอัดข้อมูลแบบมีการสูญเสีย นั้นคือ อัตราการบีบอัด (compression ratio) ต่ำ ตัวอย่างของการบีบอัดข้อมูลบบนี้คือ GIF (Graphics Interchange Format). และด้วยข้อจำกัดในการบีบอัดข้อมูลทำให้ การบีบอัดข้อมูบแบบไม่มีการสูญเสียไม่ประสิทธิภาพในการส่งผ่านระบบเครือข่ายซึ่งมีจำนวนภาพมากมายที่ถูกเก็บและถูกส่ง

2.5.1.2 การบีบอัดข้อมูลแบบมีการสูญเสีย (Lossy Compression)

เนื่องจากการบีบอัดข้อมูลแบบมีการสูญเสียนั้นไม่มีประสิทธิภาพมากพอที่จะส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย จึงเป็นเหตุให้มีการพัฒนาให้ข้อมูลที่เป็นภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวถูกบีบอัดได้มากขึ้น โดยมีจะทำการกำจัดส่วนของภาพที่มนุษย์มองไม่เห็น ภาพที่ถูกบีบอัดแบบนี้เมื่อคืนสู่สภาพปกตินั้นภาพที่ได้จะไม่สมบูรณ์ แต่สามารถมองออกว่าคืออะไร ด้วยการทำงานเช่นนี้เองทำให้ข้อมูลมีอัตราการบีบอัดสูงและสามารถส่งได้เร็วขึ้น

2.5.1.3 การเข้ารหัสแบบไม่อ้างอิงเฟรมอื่น(Intraframe)

เป็นการเข้ารหัสกรอบ โดยกรอบแต่ละเฟรมจะเข้ารหัสเฉพาะกรอบของเองไม่มีการอ้างอิงและเปรียบเทียบกับกรอบอื่นๆ ทำให้ข้อมูลที่ได้มีอัตราการบีบอัดข้อมูลต่ำ ข้อมูลมีขนาดใหญ่

2.5.1.4 การเข้ารหัสแบบมีการอ้างอิงกรอบอื่น(Interframe)

เป็นการเข้ารหัสกรอบ โดยใช้การอ้างอิงกรอบก่อนหน้า หรือ กรอบที่ตามหลัง หรืออ้างอิงทั้งสองกรอบ ซึ่งการเข้ารหัสข้อมูลแบบนี้จะได้ข้อมูลที่มีอัตราการบีบอัดข้อมูลสูงกว่า ข้อมูลมีขนาดเล็ก ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในภายหลัง

2.5.1.5 เวลาใช้ในการเข้าและถอดรหัสเท่ากัน(Symmetrical)

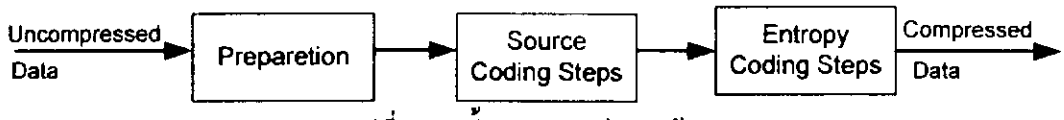
2.5.1.6 เวลาใช้ในการเข้าและถอดรหัสไม่เท่ากัน(Asymmetrical)

ซึ่งปกติเวลาที่ใช้ในการเข้ารหัสจะมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูล

ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลโดยทั่วไปแล้วมีดังนี้



รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูล

2.5.2.1 การเตรียมข้อมูล(Preparation)

ข้อมูลที่ส่งผ่านเครือข่ายนั้นเป็นข้อมูลแอนะล็อก ดังนั้นก่อนที่จะทำการบีบอัดข้อมูลต้องทำการแปลงข้อมูลที่เป็นแอนะล็อกไปเป็นดิจิทัล(Analog to Digital convertor)เสียก่อน โดยใช้การสุ่ม(Sampling)ข้อมูลแอนะล็อก โดยความถี่ในการสุ่มมีค่าเป็นสองเท่าของความถี่ของสัญญาณข้อมูล แล้วนำมาทำการควอนไทด์ และเข้ารหัสก็จะได้ข้อมูลดิจิทัลที่ยังไม่ได้บีบอัด

2.5.2.2 ขั้นตอนการซอสโค้ด(Source Coding Steps)

เป็นขั้นตอนการแยกข้อมูลออกมาสองส่วนคือ ข้อมูลที่จำเป็นกับข้อมูลที่ไม่จำเป็น ถ้าไม่จำเป็นก็เอาออก ดังนั้นจะเห็นว่าเป็นการเป็นการบีบอัดข้อมูลแบบมีการ ตัวอย่างการทำขั้นตอนนี้ได้แก่ การทำ Discrete Cosine Tranform

Discrete Cosine Transform (DCT) ในขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลรูปภาพจะต้องพิจารณาทั้งแกนตั้งและแกนนอน จึงเรียกว่า ดีซีทีสองมิติ(Two dimensional DCT) มีการทำงานโดยเริ่มจากแปลงข้อมูลจากแกนเวลา(Time domain)ไปเป็นแกนความถี่(Frequency domain)โดยใช้การแปลงฟูเรียร์ ดังสมการต่อไปนี้

$$D(i,j) = \frac{1}{\sqrt{12N}} C(i)\,C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} p(x,y) \cos\left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right]$$

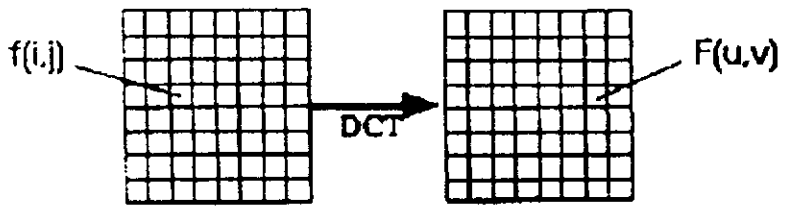
$$C(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{if} \quad u = 0 \\ 1 & \text{if} \quad u > 0 \end{cases}$$

N = จำนวนบล็อค

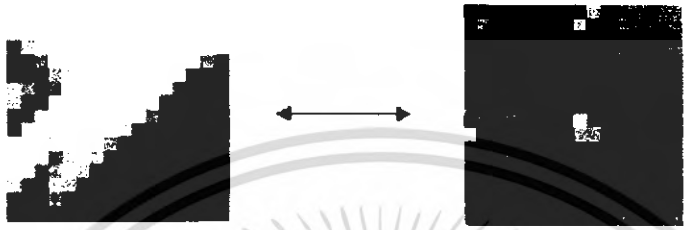
ถ้า N= 8 จะได้

$$D(i,j) = \frac{1}{4} C(i)\,C(j) \sum_{x=0}^{7} \sum_{y=0}^{7} p(x,y) \cos\left[\frac{(2x+1)i\pi}{16}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)j\pi}{16}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

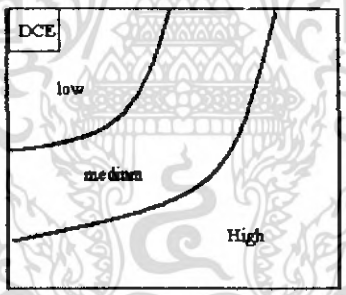


Discrete Cosine Transform



รูปที่ 2.13 การทำ Discrete Cosine Transform [11]

จากรูปที่2.13 เมื่อได้รูปใหญ่จะนำภาพนั้นมาแบ่งเป็นบล็อค โดยขนาดของบล็อคข้อมูลที่นิยมใช้คือ 8x8 เนื่องจากเป็นขนาดที่ทำให้มีการบีบอัดมากที่สุด เมื่อข้อมูลเหล่านี้ผ่านการแปลงแล้วจะได้ข้อมูลในรูปของความถี่โดยความถี่ที่ต่ำที่สุดจะอยู่ด้านหัวมุมซ้ายบนแล้วความถี่เพิ่มขึ้นไล่ลงมาตามเส้นทแยงมุมดังรูปที่2.14 เนื่องจากสายตาคนไวต่อระดับความเข้มต่ำจึงสามารถตัดส่วนที่มีความเข้มสูงออกได้

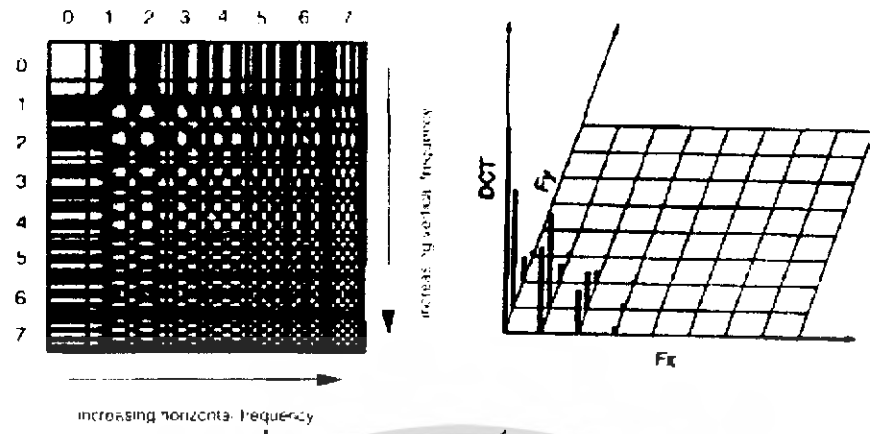


รูปที่ 2.14 ระดับความเข้มในบล็อคขนาด 8x8 พิกเซล [7]

ข้อมูลที่อยู่ช่องมุมซ้ายบนที่มีความถี่ต่ำที่สุด เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ดีซี(DC coefficient) และข้อมูลที่ในช่องอื่นๆที่เหลือเรียกว่าค่าสัมประสิทธิ์เอซี(AC coefficient) ก่อนที่จะนำข้อมูลมาเข้ารหัสต้องเอาข้อมูลที่ผ่านการแปลงฟูเรียร์แล้วมาหารด้วยเมตริกควอนไทค์ดังสมการ

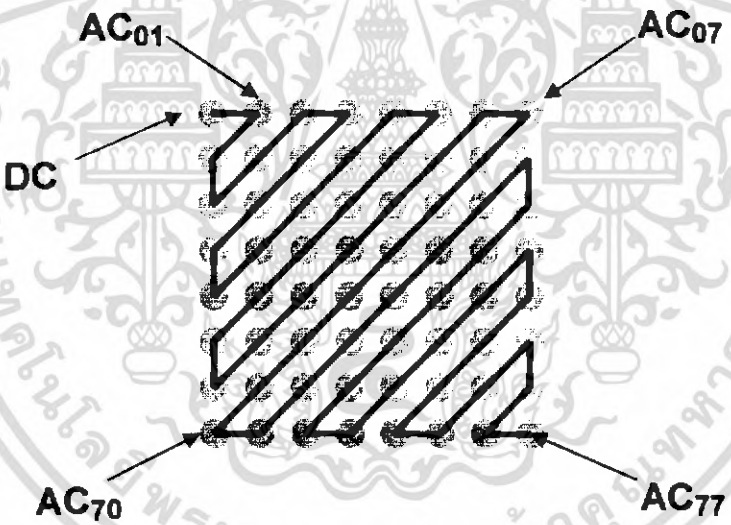
$$C_{i,j}\,\mathrm{round}\left(\frac{D_{i,j}}{Q_{i,j}}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 ค่าสัมประสิทธิ์ดีซีและเอซี [11]

จากรูป2.15 จะเห็นว่ามีข้อมูลที่เป็นจำนวนเต็มไม่กี่จำนวนจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จะได้ข้อมูลที่อยู่ในรูปของความถี่มาจัดเรียงโดยใช้การเข้ารหัสด้วยเทคนิคการซิกแซก(Zigzag coding) โดยจะเริ่มจากด้านบนซ้ายสุดที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์ดีซีแล้วไล่ลงมาดังรูปที่ 2.16 โดยจะเห็นว่าข้อมูลที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์ดีซีถูกนำเข้ารหัสก่อน



รูปที่ 2.16 การเรียงลำดับแบบซิกแซก[11]

2.5.2.3 ขั้นตอนการเข้ารหัสเอนโทรปี(Entropy coding step)

เป็นส่วนของขั้นตอนที่ทำให้สามารถใช้บิตในการส่งข้อมูลที่สุดโดยไม่ให้เกิดการสูญเสียข้อมูลไป ขั้นตอนการเข้ารหัสเอนโทรปีที่เป็นที่นิยมมีด้วยกัน 2วิธี ดังนี้

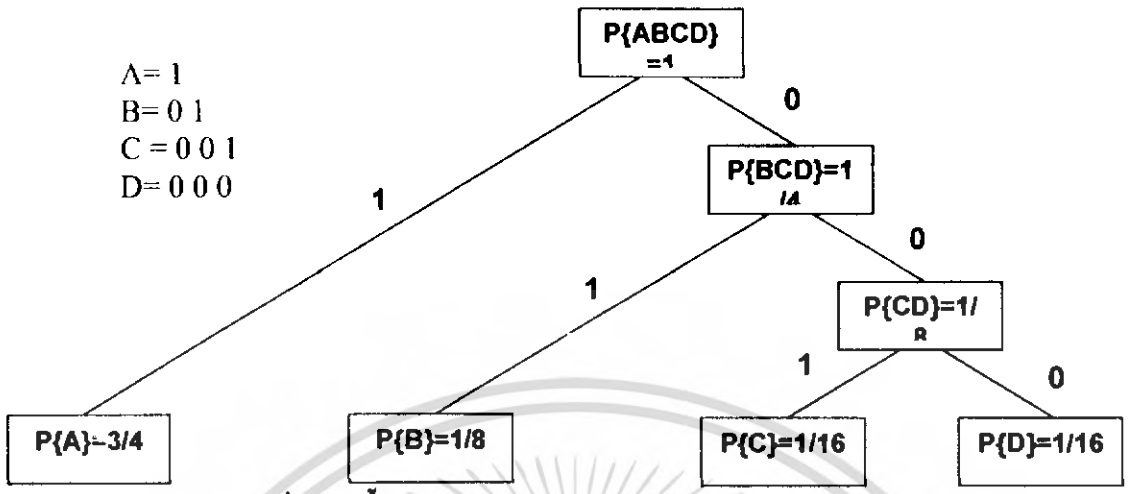
2.5.2.3.1 วิธีการลดข้อมูลที่ซ้ำกัน(Run length encoding)

ตัวอย่างเช่น

ข้อมูลที่ไม่ได้บีบอัด	UNNNNNNIMANNHWIM
ข้อมูลที่บีบอัดโดยการลดข้อมูลที่ซ้ำกัน	U!6NIMANNHWIM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3.2 การเข้ารหัสของฮัฟแมน(Haffman Coding)



รูปที่ 2.17 ขั้นตอนการเข้ารหัสเอนโทรปีแบบฮัฟแมน [11]

ใช้ดูว่าอักษรตัวไหนมีโอกาสเกิดมากที่สุด ตัวไหนที่ใช้บ่อยโค้ดที่ได้ก็จะสั้น ตัวอย่างเช่น ข้อมูล A มีโอกาศเกิดเป็น 3/4 ซึ่งมากที่สุด จึงมีค่าเป็น 1 ดังรูป และ B, C และD มีโอกาสเกิดจากมากไปน้อยตามลำดับค่าที่ได้จึงเป็น B= 0 1 , C = 0 0 1 , D= 0 00

2.6 มาตรฐานการบีบอัด(Compression Standards)

ในโครงงานนี้มาตรฐานการบีบอัดภาพเคลื่อนไหวที่เลือกใช้ได้แก่ ภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก (Motion JPEG) และ เอ็มเพ็กสี่(MPEG4) ซึ่งมีลักษณะการใช้งานดังนี้

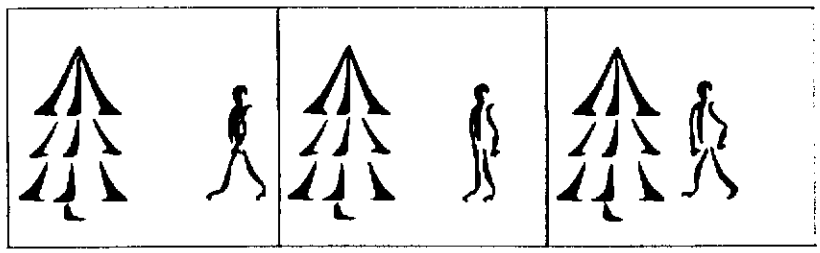
2.6.1 มาตรฐานการบีบอัดภาพเคลื่อนไหว(Video compression standards)

มาตรฐานนี้ได้ถูกสร้างเพื่อเป็นมาตรฐานในการบีบอัดภาพเคลื่อนไหวและเสียง ซึ่งได้พัฒนาขึ้นมาหลายมาตรฐาน แต่ในโครงงานนี้จะขอกล่าวถึงแค่สองมาตรฐานดังนี้

2.6.1.1 Motion JPEG(Motion Joint Photographic Expert Group)

เป็นการนำภาพนิ่งที่ผ่านการบีบอัดแบบเจเพ็กแต่ละรูปมาแสดงอย่างต่อเนื่องทำให้เกิดภาพเคลื่อนไหวขึ้น ภาพเคลื่อนไหวเจเพ็กนั้นถือได้ว่าเป็นมาตรฐานทั่วไปที่ใช้ในการส่งข้อมูลที่เป็นภาพเคลื่อนไหวและเสียงผ่านเครือข่าย โดยกล้องจำพวกเกล้องเครือข่าย(Network camera)เป็นกล้องที่จับภาพนิ่งเก็บในรูปของข้อมูลดิจิทัลหลายๆภาพแล้วค่อยบีบอัดภาพเหล่านั้นให้อยู่ในมาตรฐานเจเพ็กจากนั้นนำภาพเหล่านั้นมาแสดงต่อเนื่อง ก็จะได้ภาพเคลื่อนไหวที่มีผ่านการบีบอัด ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษามาตรฐานการบีบอัดภาพนิ่งแบบเจเพ็กซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป รูปที่2.18 แสดงตัวอย่างลำดับภาพเคลื่อนไหว 3 ภาพที่ผ่านการบีบอัดตามมาตรฐานเจเพ็กอย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.18 ภาพที่ถูกบีบอัดโดยเทคนิคภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก[15]

2.6.1.2 เอ็มเพ็ก(Motion Picture Experts Group)

เป็นเทคนิคการบีบอัดข้อมูลที่เป็นที่รู้จักและได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบันในการบีบอัดข้อมูลภาพเคลื่อนไหวและเสียง เนื่องจากการทำงานที่ใช้การเปรียบเทียบกรอบโดยจะส่งภาพแรกซึ่งถูกบีบอัดแล้วไปก่อนแล้วให้กรอบนี้เป็นกรอบอ้างอิง จากนั้นภาพที่สองที่จะส่งจะทำการเปรียบเทียบกับภาพแรกแล้วค่อยส่งเฉพาะส่วนที่แตกต่างไป ดังรูปที่ เห็นว่าภาพที่สองนั้นจะส่งเฉพาะส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับภาพที่แรก ดังรูปที่ 2.19

รูปที่2.19ภาพที่ถูกบีบอัดโดยเทคนิคเอ็มเพ็ก[15]

เนื่องจากความสามารถในการทำงานที่ซับซ้อนขึ้นนี้ ทำให้ปริมาณของข้อมูลที่ถูกส่งผ่านเครือข่ายนั้นมีขนาดเล็กลง ซึ่งก็ให้เกิดความสามารถในการทำนายการเคลื่อนที่ของฉากและการระบุวัตถุ

เนื่องจากความาสามารถในการบีบอัดข้อมูลที่มีมากและแนวคิดที่ทำให้ข้อมูลภาพเคลื่อนไหวและเสียงซึ่งเมื่อก่อนเป็นไปได้ช้ามากให้สามารถส่งได้เร็วขึ้น จึงมีการพัฒนาแนวคิดและเทคนิคการส่งข้อมูลแบบเอ็มเพ็ก ออกเป็นหลายมาตรฐานได้แก่

2.6.1.2.1 เอ็มเพ็กหนึ่ง(MPEG1)

เทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นเมื่อปี 1993 เพื่อนำมาใช้งานในการเก็บข้อมูลภาพเคลื่อนไหวที่เป็นดิจิทัลลงบนแผ่นซีดีรอม(CD-Rom)โดยเอ็มเพ็กหนึ่งส่วนใหญ่นั้นในส่วนตัวเข้ารหัสและถอดรหัสนั้นถูกออกแบบมาเพื่อทำให้ข้อมูลมีอัตราบิตประมาณ 1.5 เมกกะบิตต่อวินาที จะเห็นว่าการพัฒนาเอ็มเพ็กหนึ่งนั้นมุ่งเน้นในเรื่องของการกำหนดให้อัตราบิตในการรับส่งข้อมูลคงที่ซึ่งจะทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพแตกต่างกัน อัตรากรอบถูกกำหนดตายตัวให้มีค่าเป็น25 กรอบต่อวินาทีตามมาตรฐาน PAL(Phase Alternating Line) เป็นมาตรฐานสำหรับรูปแบบโทรทัศน์แบบแอนะล็อก(analog television format) ซึ่งถูกใช้ในยุโรป โดยมีขนาด 625 แถวซึ่งสามารถส่งได้ 50 ครึ่งรูปต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นเดียวกับข้อมูลแบบ Interlaced video) และ 30 กรอบต่อวินาทีตามมาตรฐาน NTSC (National Television Standards Committee. เป็นมาตรฐานสำหรับฟอร์แมทโทรทัศน์แบบแอนะล็อก(analog television format) ซึ่งถูกใช้ในสหรัฐ อเมริกา มี 525แถว ส่งข้อมูลเป็นภาพเต็มทั้งภาพ อัตราการส่งภาพคือ 60 ครึ่งภาพต่อวินาที เช่น การทำงานแบบInterlaced video.)

2.6.1.2 เอ็มเพ็กสอง(MPEG2)

เทคโนโลยีนี้เกิดขึ้นเมื่อปี 1994 เพื่อเป็นมาตรฐานและถูกออกแบบมาสำหรับข้อมูลวีดีโอดิจิทัล(Digital video)ที่มีคุณภาพสูง เช่น ดีวีดี(DVD) โทรทัศน์ดิจิทัล(high-definition TV (HDTV)), interactive storage media (ISM), digital broadcast video (DBV), และเคเบิลทีวี(CATV) เอ็มเพ็กสองเน้นในเรื่องของการเพิ่มเทคนิคการบีบอัดให้ครอบคลุมภาพที่มีขนาดใหญ่และมีคุณภาพสูงซึ่งมีอัตราการบีบอัดต่ำกว่าและอัตราบิตที่ใช้สูง แต่อัตรากรอบจะถูกกำหนดที่25 (PAL)/30 (NTSC)กรอบต่อวินาที เช่นเดียวกับ เอ็มเพ็กหนึ่ง

2.6.1.3 เอ็มเพ็กสี่(MPEG4)

พัฒนามาจากเอ็มเพ็กสอง มีด้วยกันสองรุ่น เน้นเรื่องการใช้งานกับโปรแกรมประยุกต์ใหม่ๆ โดยเกี่ยวข้องกับการบีบอัดภาพวีดีโอและการใช้งาน โปรแกรมประยุกต์ที่มีคุณภาพสูงกับปริมาณแบนวิธที่มีจำกัด ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

2.6.2 เอ็มเพ็กสี่(MPEG4)

ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาได้มีการคิดค้นและพัฒนาเทคนิคการบีบอัดข้อมูลภาพวีดีโอออกมามากมายหลายแบบ แต่ที่เป็นที่รู้จักก็มี เจเพ็ก, เอ็มเพ็กหนึ่ง,สอง,สี่, H.261 and H263 เอ็มเพ็กสี่เป็นมาตรฐานการบีบอัดภาพเคลื่อนไหวที่ใช้กันทั่วโลก ซึ่งถูกกำหนดโดย ISO (International Organization for Standardization) และ IEC (International Electrotechnical Commission) โดยก่อนหน้าที่เอ็มเพ็กสี่ ได้เกิดขึ้นนั้น ISO/IEC ได้พัฒนามาตรฐานที่เป็นที่รู้จักได้แก่ เอ็มเพ็กหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อสามารถเก็บข้อมูลบันทึกลงซีดีรอมที่มีขนาดตั้งแต่ 1.5 เมกกะบิตต่อวินาที และเอ็มเพ็กสองถูกออกแบบมาเพื่อทำให้ข้อมูลประเภทดิจิทัลทีวีและเฮชดีทีวี มีอัตราบิตอยู่ในช่วงระหว่าง 2 ถึง 30 เมกกะบิตต่อวินาที ซึ่งทั้งสองส่วนแรกจะพิจารณาเฉพาะภาพวีดีโอสังเคราะห์(Synthetic video หรือ พวกcomputer graphics) แต่ในส่วนของ เอ็มเพ็กสี่ นั้นถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเทคโนโลยีหลักที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บ(Storage), การส่ง(Transmission) และการเคลื่อนย้าย(Manipulation)ข้อมูลที่เป็นภาพวีดีโอ(Video), ภาพกราฟฟิก(Graphics), เสียง(Audio)และข้อมูลต่างๆที่เป็นสื่อประสม ดังนั้นจึงต้องพิจารณาถึง ธรรมชาติของภาพวีดีโอ(natural video), ภาพวีดีโอสังเคราะห์(Synthetic video), เสียง(audio)และระบบการทำงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็มเพ็กสี่ ได้ทำการแก้ไข ขอบเขตการทำงานของเทคโนโลยีนี้ ด้วยการรวมสื่อแต่ละชนิดที่ใช้ในการแพร่ภาพไว้ใน ช่องส่งสัญญาณเดียวกันแล้วจัดการให้สามารถใช้งานกับ อุปกรณ์ใดก็ได้ไม่เฉพาะแค่การส่งสัญญาณระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายไอพี ดังนั้นจุดประสงค์ในการคิดค้นเอ็มเพ็กสี่นั้นก็คือ ความสามารถในการรวมสัญญาณภาพ สัญญาณเสียงและข้อความไว้ด้วยกัน เนื่องจากในมาตรฐานก่อนหน้านี้ทำการแยกข้อมูลทั้ง 3 ส่วนนี้ออกจากกันแล้วค่อยนำมารวมกันก่อนการแพร่ภาพซึ่งในการส่งสัญญาณที่มีความเร็วต่ำนั้นจะทำให้ได้คุณภาพโดยรวมของวีดีโอลดลงไป

2.6.2.1 ขั้นตอนการส่งสัญญาณเอ็มเพ็กสี่

การส่งสัญญาณเอ็มเพ็กสี่ เป็นการทำงานเชิงวัตถุ (Object Orientation) การส่งสัญญาณวิทยุสัญญาณ วีดีโอ และการแจ้งราคาหุ้น ด้วยมาตรฐานของเอ็มเพ็กสี่จะถูกแยกออกจากกันโดยอิสระ ยิ่งไปกว่านั้น การส่งสัญญาณวีดีโอเองก็ยังสามารถแยกส่วนเป็นรายละเอียดย่อยๆ เพื่อให้สัญญาณวีดีโอสามารถใช้ช่องสัญญาณหลายๆช่องได้ เช่น สถานีโทรทัศน์จะถ่ายภาพนักพยากรณ์อากาศด้านหน้าของฉากที่เป็นสีเขียว จากนั้นก็จะใช้กระบวนการอื่นๆการส่งสัญญาณของ เอ็มเพ็กสี่สามารถแยกส่งข้อมูลวีดีโอเหล่านี้ออกจากกันได้ ในทำนองเดียวกัน การรายงานข่าวธุระกิจและข่าวกีฬาก็สามารถแยกตัวผู้ดำเนินการออกจากข้อมูลที่นำเสนอได้

2.6.2.2 การทำงานเชิงวัตถุมี ประโยชน์ 2 ทาง

1. ส่วนประกอบแต่ละส่วนของการถ่ายทอดสัญญาณเป็นการติดต่อแบบ 2 ทาง กล่าวคือ ผู้ชมสามารถหยุดชมชั่วคราว หรือเร่งการรายงานหุ้นให้เร็วขึ้นก็ได้หรือนำภาพวีดีโอที่อยู่ด้านหลังมาอยู่ด้านหน้าแสดงให้เต็มจอหรือแม้กระทั่งปิดสัญญาณของผู้ประกาศข่าวและอาจใช้ในการสื่อสารระหว่างผู้ชมกับสถานีโดยแทบจะไม่มีขีดจำกัดเลยทีเดียว

2. การส่งสัญญาณสามรถปรับไปใช้การเชื่อมต่อผ่านสื่อและอุปกรณ์ที่หลากหลาย เช่น อุปกรณ์ไร้สายต่างๆ

2.6.2.3 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับ เอ็มเพ็กสี่

BIFS (Binary Format for Scences)เป็นภาษาที่ระบุว่าออบเจ็กต์แต่ละตัวจะใส่ลงไปในจอภาพอย่างไร มีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการส่งสัญญาณให้ดีขึ้นBIFS ยังสามารถแสดงผลบนหน้าจอได้ทันทีในขณะที่กำลังรับข้อมูล ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการแพร่ภาพและการกระจายเสียงบนอินเทอร์เน็ต

2.6.2.4 ขั้นตอนการทำงานของเอ็มเพ็กสี่

1. องค์ประกอบของแต่ละส่วนใน เอ็มเพ็กสี่ ถูกจัดเก็บในช่องสัญญาณที่เรียกว่า element stream ซึ่งในแต่ละช่องสัญญาณประกอบด้วยวิธีการถอดสัญญาณและข้อมูลด้านคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการให้บริการ เช่นความเร็วขั้นต่ำในการส่งข้อมูล ส่วนช่องสัญญาณอีกช่องหนึ่งจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับ BISF รวมทั้งข้อมูลที่จะทำให้จัดส่งสัญญาณได้ถูกต้อง

2. เอ็มเพ็กสี่ ประกอบด้วยการรวมสัญญาณ 2 ระดับ คือ ระดับแรกเพื่อใช้ในการส่งสัญญาณด้วยกลไกในปัจจุบันเช่น RTP (RealTime Transfer Protocl) ที่ใช้กับอินเทอร์เน็ตหรือการถ่ายโอนแบบไม่ประสานเวลาหรือเอทีเอ็ม(ATM: Asychronous Transfer mode) การกระจายเสียงและการแพร่ภาพรวมสัญญาณระดับแรกเรียกว่า FlexMux ซึ่งใช้ในการสื่อสารระหว่างเอ็มเพ็กสี่ ตัวบริการ และอุปกรณ์รับสัญญาณปลายทาง เพื่อให้เกิดความมั่นใจในระดับคุณภาพการให้บริการ และการรวมกระแสข้อมูลเบื้องต้นเข้าไว้ในการส่งสัญญาณ

3. ในทางกลับกันระบบที่ทำการควบคุมการจัดส่งข้อมูลที่เรียกว่า TransMuk สิ่งนี้จะทำให้การส่งข้อมูลด้วย เอ็มเพ็กสี่ สามารถส่งผ่านได้ทั้งการแพร่ภาพ การสื่อสารแบบไร้สายและการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งช่วยให้สามารถตอบรับบริการในตลาดที่กว้างขึ้น สังเกตว่าการรวมกันของ 2 สัญญาณนี้ จะรวมสื่อแต่ละชนิดที่ใช้ในการแพร่ภาพไว้ในกระแสเดียวกันและจัดส่งให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ใดๆซึ่งถือว่าเป็นข้อดีของเอ็มเพ็กสี่

2.6.3 มาตรฐานการบีบอัดภาพนิ่ง(Still image compression standards)

มาตรฐานการบีบอัดภาพนิ่งที่เป็นที่รู้จักและแพร่หลาย คือ เจเพ็ก

2.6.3.1 JPEG (Joint Photographic Expert Group)

เป็นมาตรฐานการบีบอัดข้อมูลที่เป็นที่นิยมและแพร่หลายมากที่สุดในปัจจุบัน พัฒนาโดย ISO(International Organization for Standardization)/IEC(International Electrotechnical Commission) และ ITU (International Telecommunication Union) อีกทั้งยังสามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมชั้นนำมากมาย นอกจากนี้มาตรฐานของโปรแกรมค้นดูเว็บนั้นยังสามารถคลายการบีบอัด (decompression)คืนสู่สภาพปกติและแสดงภาพที่เป็น .jpg ได้อีกด้วย

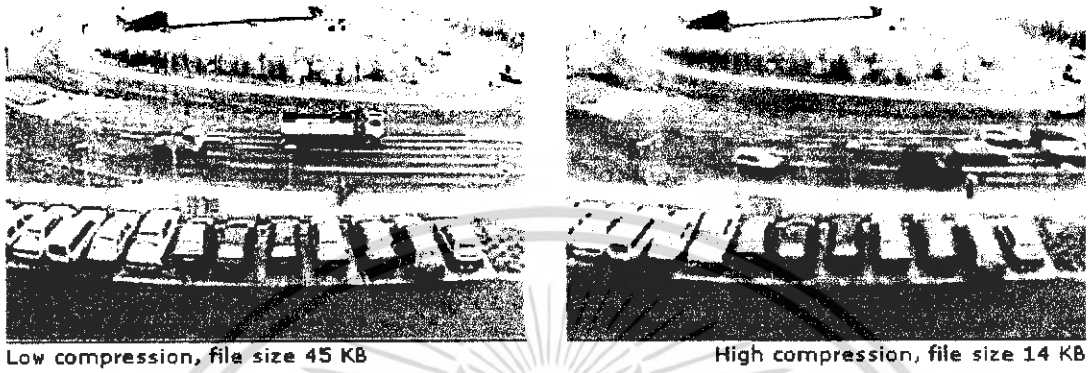
การบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งแบบเจเพ็กนี้สามารถกำหนดได้ตามความต้องการของผู้ใช้ โดยการกำหนดระดับการบีบอัด(Compression levels) ว่าผู้ใช้ต้องการคุณภาพของภาพนิ่งเท่าไร ซึ่งระดับการบีบอัดนั้นมีผลต่ออัตราการบีบอัด(Compression ratio) กล่าวคือ หากระดับการบีบอัดข้อมูลนั้นมาก แสดงว่าอัตราการบีบข้อมูลสูง ภาพที่ได้มีขนาดเล็กลงแต่ความคมชัดต่ำลง โดยหลักการพื้นฐานในการบีบอัดข้อมูลที่ควรทราบมีดังนี้

1. ภาพนิ่งที่มีขนาดใหญ่จะมีขนาดข้อมูลมากกว่าภาพนิ่งที่มีขนาดเล็ก

2. ภาพนิ่งที่ถูกบีบอัดในระดับที่สูงกว่าจะมีขนาดข้อมูลน้อยกว่าภาพนิ่งที่ถูกบีบอัดในระดับที่ต่ำ แต่ภาพนิ่งที่ถูกบีบอัดในระดับที่สูงกว่าจะได้ภาพที่มีความมัว(Blurred)มากขึ้นตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปด้วย เช่น ดังรูปที่ 2.20 แสดงภาพ .เจเพ็ก ที่มีอัตราการบีบอัดข้อมูลต่างกัน จะเห็นว่าภาพที่มีการบีบอัดสูงจะมีขนาดข้อมูลที่เล็กกว่าแต่ความคมชัดของภาพต่ำกว่า



รูปที่2.20 การเปรียบเทียบภาพที่มีการบีบอัดต่างกัน[15]

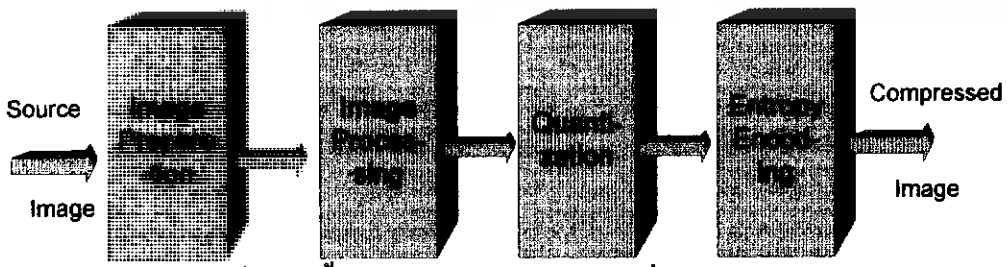
ภาพนิ่งที่มีฉากซึ่งมีรายละเอียดมากกว่าจะมีขนาดข้อมูลมากกว่าภาพนิ่งที่มีฉากหลังซึ่งมีรายละเอียดน้อย ดังรูปที่ 2.21 เห็นว่ารูปต้นไม้มีกิ่งก้านมากมายทำให้มีรายละเอียดมากกว่า

รูปที่2.21 ความแตกต่างของขนาดระหว่างรูปที่มีรายละเอียดต่างกัน[15]

นอกจากนี้ ยังได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการบีบอัดภาพนิ่งโดยทีมงานเดิม ซึ่งเน้นใช้งานในทางการแพทย์ เรียกว่า เจเพ็ก2000 โดยสามารถแสดงภาพได้ดีกว่าเจเพ็กเมื่อมีการบีบอัดข้อมูลสูง

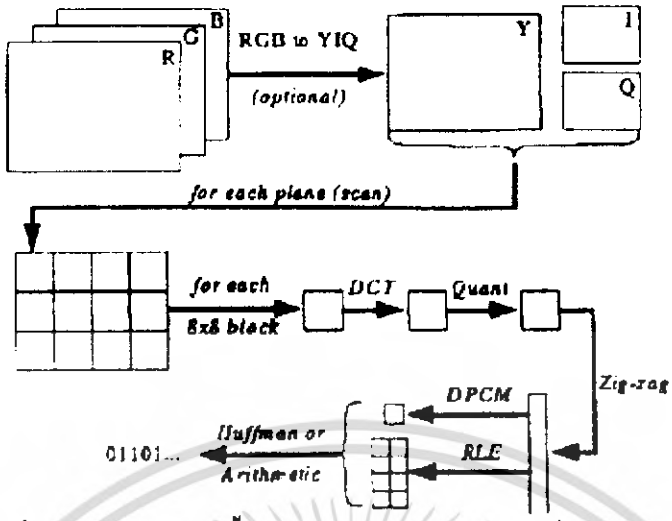
2.6.3.2 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่ง เจเพ็ก(JPEG-compression process)

มีดังนี้



รูปที่2.22 ขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งเจเพ็ก[11]

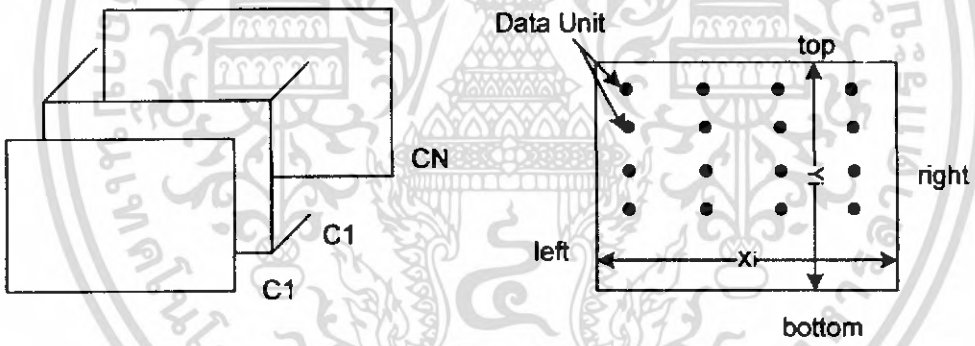
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



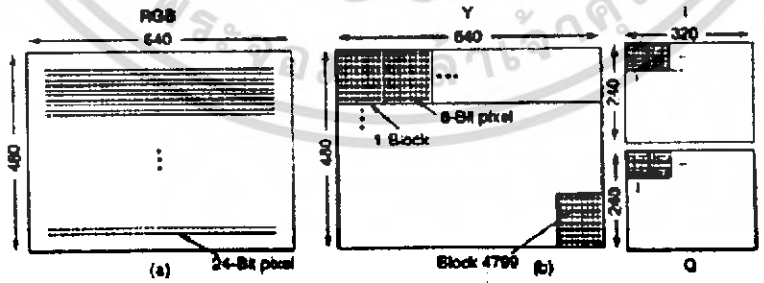
รูปที่ 2.23 รายละเอียดขั้นตอนการบีบอัดข้อมูลภาพนิ่งเจเพ็ก [11]

2.6.3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมภาพนิ่งเจเพ็ก (Preparation in JPEG)

จะนำภาพนิ่งที่ได้มาแบ่งเป็นช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆอย่างน้อย 1 ถึง 255 ระนาบดังรูปที่2.22 และ 2.23 ซึ่งในแต่ละระนาบนั้นจะมีจำนวนของพิกเซลในแนวนอนต่างจากแนวตั้ง แต่ทุกส่วนจะถูกนำมาเข้ารหัสให้มีจำนวนบิตที่เท่ากัน



รูปที่ 2.24 แสดงระนาบและหน่วยข้อมูลในระนาบ [11]



รูปที่ 2.25 แสดงระนาบแบบอาร์จีบีและวายยูวี [11]

ภาพที่เห็นกันทั่วไปก็มีภาพสีและภาพขาวดำ สำหรับภาพขาวดำนั้นจะประกอบด้วยระนาบเดี่ยว แต่สำหรับภาพสีนั้นจะประกอบด้วยระนาบ 3 ระนาบวางซ้อนกันซึ่งมีด้วยกัน 2 แบบคือ แบบแม่สีสามสีหรือเรียกว่า RGB color space model ในที่นี้เรียกว่า ภาพอาร์จีบี ประกอบด้วยระนาบ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระนาบที่มีขนาดจำนวนพิกเซลเท่ากัน(ซึ่งเรียกจำนวนพิกเซลในแต่ละส่วนนี้ว่า ความละเอียด (resolution)) และแต่ละระนาบประกอบด้วยระนาบละหนึ่งสี ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีน้ำเงิน แบบที่สองเรียกว่า แบบวายยูวี อยู่ในรูปของความเข้มของแสงสว่าง ประกอบด้วยระนาบ 3 ระนาบเช่นกัน โดยมี ระนาบเข้มของความสว่าง(luminance) 1 ระนาบ(Y) และ ระนาบความเข้มของสีอีก 2 ระนาบ (U,V)ซึ่งความละเอียดไม่เท่ากัน โดยระนาบความเข้มของสีเป็นส่วนช่วยในการลดขนาดการจัดเก็บข้อมูลโดยตัดส่วนที่ไม่จำเป็นออกไปโดยอาศัยระบบการมองเห็นของมนุษย์ เช่น รูปแบบ 4:2:2 นั้นคือ ระนาบความเข้มของแสงสว่างต่อระนาบความเข้มของสีต่อระนาบความเข้มของสี จะเห็นว่าระนาบความเข้มของสีมีความละเอียดในแนวนอนเป็นครึ่งหนึ่งของระนาบความสว่าง และ รูปแบบ 4:1:1 คือระนาบความเข้มของสีมีความละเอียดในแนวตั้งเป็นครึ่งหนึ่งของความละเอียดในแนวนอนของระนาบความเข้มของสีและมีค่าเป็นหนึ่งในสี่ของความละเอียดในแนวตั้งของระนาบความเข้มของแสงสว่าง ซึ่งสามารถเขียนสมการที่อยู่ในรูปวายยูวี ได้ดังนี้

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B = \text{ความเข้มของแสงสว่าง}$$

$$U = (R-Y)/1.14 = 0.877(R-Y) = \text{ความเข้มของสี}$$

$$V = (B-Y)/2.03 = 0.493(B-Y) = \text{ความเข้มของสี}$$

หลังจากที่ทำการแบ่งภาพนิ่งต้นฉบับไปเป็นระนาบตามรูปแบบต่างๆแล้ว จากนั้นแต่ละระนาบก็จะถูกแบ่งเป็นบล็อคขนาด 8x8 พิกเซลดังรูป2.24 ซึ่งเรียกว่า หน่วยข้อมูล(data unit) ซึ่งในแต่ละระนาบประกอบด้วยหลายๆหน่วยข้อมูล การประมวลผลหน่วยข้อมูลในแต่ละระนาบนั้นจะเริ่มทำจากซ้ายไปขวา บนไปล่าง ซึ่งเป็นการประมวลผลแบบไม่มีการสอดแทรก(noninterleave)นั้นคือ ตัวถอดรหัสเจเพ็ก ต้องทำการถอดรหัสภาพทั้งหมดให้เสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วค่อยแสดง ไม่เช่นนั้นแล้วภาพที่แสดงจะให้ค่าสีที่ผิดเพี้ยนไป ซึ่งการทำงานเช่นนี้เป็นสาเหตุให้เกิดแนวคิดในการประมวลผลหน่วยข้อมูลโดยใช้การสอดแทรก(interleave processing)

2.6.3.2.2 การประมวลผลภาพเจเพ็ก (Picture Processing in JPEG)

ในขั้นตอนนี้จะเลือกใช้วิธีเบสไลน์(Base line mode) เพื่อเตรียมรูปแบบแล้วแบ่งหน่วยข้อมูลให้แต่ละระนาบและทำการเข้ารหัสโดยหนึ่งพิกเซลจะแทนบิต 8 บิตนั้นคือมีค่าเป็นจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 255ดังนั้นขั้นแรกจึงต้องนำหน่วยข้อมูลมาทำการแปลงโดยใช้วิธีการแปลงแบบดีซีที จากนั้นข้อมูลในหน่วยข้อมูลจะเปลี่ยนมามีค่าเป็น 0 ถึง 7 จากนั้นก็ทำการแปลงแบบอาร์ดีซีที 64 ค่า

2.6.3.2.3 ขั้นตอนการควอนไทค์(Quantization)

เป็นการนำค่าสัมประสิทธิ์ดีซีที 64 ค่า ที่ได้จากตารางของหน่วยข้อมูลขนาด 8x8 พิกเซลมาหารกับตารางการควอนไทค์(Quantization Table) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การควอนไทค์(Quantized coefficients)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยการควอนไทด์(Quantization factor) หรือ ดิวเฟกเตอร์(Q factor) นั้นเป็นค่าที่มีอิทธิพลกับโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ซึ่งตารางการควอนไทด์นั้นจะเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณตามค่าของดิวเฟกเตอร์ โดยหากค่าดิวเฟกเตอร์เพิ่มมากขึ้น คุณภาพของภาพก็จะลดลงนั้นหมายถึงมีการบีบอัดมากขึ้น ซึ่งหากค่าดิวเฟกเตอร์นี้มีมากเกินไปขอบของแต่ละบล็อคก็จะปรากฏขึ้นเนื่องจากค่าความสัมพันธ์ระหว่างบล็อคหายไป ดังรูป2.26

รูปที่ 2.26 แสดงภาพที่มีค่าดิวเฟกเตอร์สูง [17]

2.6.3.2.4 ขั้นตอนการเข้ารหัสเอนโทรปี

ค่าสัมประสิทธิ์การควอนไทด์ที่ได้ประกอบด้วยค่าสัมประสิทธิ์ดีซีซึ่งเป็นค่าของจุดที่อยู่หัวมุมบนซ้ายและค่าสัมประสิทธิ์เอซีซึ่งเป็นค่าของพิกเซลที่เหลือ โดยค่าที่ได้ส่วนใหญ่แล้วจะมีค่าเป็นศูนย์และค่าที่ไม่เป็นศูนย์ ในขั้นตอนนี้จะทำการแยกค่าสัมประสิทธิ์ดีซีและสัมประสิทธิ์เอซีออกจากกัน จากนั้นเรียงลำดับการเข้ารหัสโดยการทำตามลำดับแบบซิกแซก ซึ่งจะทำงานสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่หนึ่ง ใช้วิธีการเข้ารหัสโดยการลดข้อมูลที่ซ้ำกันโดยจะนำค่าสัมประสิทธิ์เอซีที่มีค่าเป็นศูนย์มารวมกัน และค่าสัมประสิทธิ์เอซีที่มีค่าไม่เท่ากับศูนย์แต่ละค่าถูกแสดงด้วยสองสัญลักษณ์ โดยสัญลักษณ์แรกเก็บจำนวนของค่าสัมประสิทธิ์เอซีที่เป็นศูนย์และจำนวนบิตที่ใช้ในการเข้ารหัส ซึ่งการเข้ารหัสสัมประสิทธิ์ดีซีนั้นถูกเข้ารหัสเฉพาะส่วนต่างกับค่าสัมประสิทธิ์ดีซีในบล็อคก่อนหน้า โดยใช้วิธีการเข้ารหัสเอนโทรปีแบบฮัฟแมน และสัญลักษณ์ที่สองเก็บขนาดของค่าสัมประสิทธิ์เอซีที่ไม่เป็นศูนย์ นั้นแทนด้วยค่าที่เป็นจำนวนเต็ม ค่าสัมประสิทธิ์ดีซีจะถูกตัดสินให้เป็นสีของหน่วยข้อมูลชุดนั้นซึ่งค่านี้ในแต่ละหน่วยข้อมูลที่อยู่ติดกันต้องมีความแตกต่างกันอย่างพอเหมาะ

2.7 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์(Computer Network)

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ คือกลุ่มของข่ายของคอมพิวเตอร์หลายเครื่องที่เชื่อมต่อกันด้วยตัวกลางบางอย่าง ทำให้สามารถรับส่งข้อมูลระหว่างกันได้ คอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายเดียวกันอาจมีโครงสร้างและระบบปฏิบัติการที่แตกต่างกันได้ แต่สามารถติดต่อกันได้เนื่องจากการใช้โพร

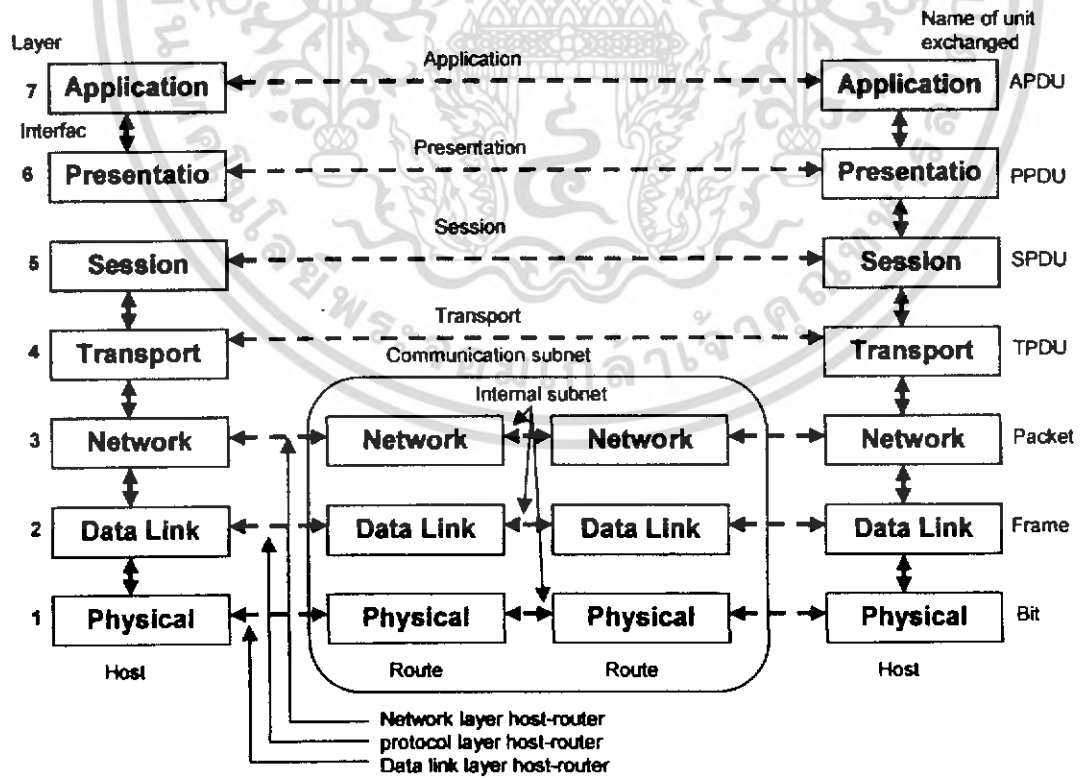
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทคอลในการติดต่อสื่อสารเดียวกัน โดยที่โพรโทคอล คือ กฎเกณฑ์ที่กำหนดขั้นตอนในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน รวมทั้งรูปแบบของข้อมูลที่ถูกส่งไปมา โดยปกติมักใช้โพรโทคอลที่เป็นที่นิยมอยู่แล้ว ซึ่งมีกฎเกณฑ์เป็นมาตรฐานคนทั่วไปรู้จักเช่น ทีซีพี, ยูดีพี และเอชทีทีพี เป็นต้น เพื่อช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมเป็นอิสระจากภาษา ระบบปฏิบัติการ และอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้

ในการนำส่งข้อมูลจากเครื่องหนึ่งไปสู่อีกเครื่องหนึ่ง ระบบเครือข่ายจะส่งข้อมูลนั้นๆ ออกไปเป็นส่วนย่อยๆทีละส่วนเรียกว่ากลุ่มข้อมูล(Data กลุ่มข้อมูล) ต้นเครื่องที่เป็นผู้ส่งจะส่งกลุ่มข้อมูลผ่านชั้น (layer) ของโปรแกรมหลายชั้น เพื่อทำการเพิ่มเติมและปรับเปลี่ยนข้อมูลนั้นให้กลุ่มข้อมูลนั้นสามารถเดินทางผ่านตัวกลางไปสู่ผู้รับได้ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า แสง หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ขึ้นกับตัวกลาง เมื่อไปถึงเครื่องที่เป็นผู้รับแล้วฮาร์ดแวร์ที่เป็นโพรโทคอลชั้นล่างสุด ได้ข้อมูลจากตัวกลางมาแล้ว ก็จะส่งข้อมูลนั้นผ่านชั้นของโปรแกรมหลายชั้น เพื่อทำการเปลี่ยนคืนกลับเป็นกลุ่มข้อมูลดังเดิม

2.7.1 รูปแบบชั้นการสื่อสารระบบเครือข่ายมาตรฐานสากล(The ISO Reference Model)

องค์กรInternational Standards Organization (ISO) ได้กำหนดรูปแบบโครงสร้างมาตรฐานสากลสำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า Reference Model of Open System Interconnection(OSI) ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า แบบจำลองโอเอสไอ ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด7ชั้น สื่อสาร ดังรูปที่ 2.27 รายละเอียดการทำงานของแต่ละชั้น มีดังนี้



รูปที่ 2.27 รูปแบบชั้นการสื่อสารระบบเครือข่ายมาตรฐานสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างโพรโทคอลมาตราฐานในแต่ละชั้นของ OSI 7 ชั้น [9]

ชื่อชั้น โอเอสไอ แบบจำลอง	โพรโทคอล	ฮาร์ดแวร์
Application	SMTP, POP3, HTTP, FTP,SNMP, TELNET, NFS	
Presentation	ASCII, EBCDIC, JPG, GIF, เอ็มเพ็ก, MDID, Encrytion	
Session	SQL, RPC	
Transport	ทีซีพี,ยูดีพี, SPX	
Network	ไอพี, ไอพีX, Apple Talk, NetBIOS, Net	Router, L3 switch, WLAN Router
Data Link	CSMA/CD, CSMA/CA, IEEE802.3, IEEE802.11, IEEE802.5, HDLC, PPP, Frame Relay	Switch, Bridge, LAN Card, WAN Card, Access Ponit
Physical	RJ-45, RJ-11, BNC, SC, ST, MT-RJ, UTP, STP, Coxial, Micro wave	Repeater, Hub, Cable, Connector

2.7.1.1 ชั้นโพรโทคอลประยุกต์(Application Layer)

เป็นโพรโทคอลชั้นบนสุดของแบบจำลองโอเอสไอ และเป็นชั้นที่ติดต่อกับผู้ใช้งานผ่านทางโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ได้แก่ โปรแกรมจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เอาท์ลุค(Outlook)เลือกใช้โพรโทคอล SMTP และ POP3 ส่วนโปรแกรมค้นดูเว็บเช่นไออี(Internet Exploer)ใช้โพรโทคอล HTTP/HTTPS เป็นต้น ซึ่งสามารถดูโพรโทคอลในแต่ละชั้นได้ดังตารางที่2.1

2.7.1.2 ชั้นกำหนดรูปแบบข้อมูล(Presentation Layer)

ในชั้นนี้จะทำหน้าที่ในการกำหนดรูปแบบข้อมูลที่ผ่านมาว่าเป็นข้อมูลแบบไหน เช่น ASCII, EBCDIC เป็นต้นดังตารางที่2.1 โดยเมื่อเครื่องปลายทางได้รับข้อมูลแล้วจะนำมาแปลงเป็นภาษาหรือรูปแบบที่เข้าใจ แล้วค่อยส่งให้ชั้นโพรโทคอลประยุกต์ นอกจากนี้ชั้นกำหนดรูปแบบข้อมูลยังทำหน้าที่ทางด้านความปลอดภัยของข้อมูล โดยเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ต้นทางส่งข้อมูลผ่านชั้นที่เจ็ดมายังชั้นนี้ ซึ่งในชั้นนี้จะทำการเข้ารหัสข้อมูลก่อนส่งไปให้โพรโทคอลชั้นล่าง ส่วนทางด้านเครื่องปลายทางก็จะทำการถอดรหัสข้อมูลที่รับเข้ามาในชั้นนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1.3 ชั้นสถาปนาการเชื่อมโยง(Session Layer)

ชั้นกำหนดหน้าต่างสื่อสารเป็นผู้กำหนดวิธีการควบคุมการเชื่อมต่อระหว่างผู้รับข้อมูลและผู้ส่งข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นการสื่อสาร ไปจนยุติการสื่อสาร เช่น การติดต่อขอใช้โฮสท์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ไกลออกไป (remote login) หรือการส่งแฟ้มข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยภาพรวมแล้วการให้บริการในชั้นนี้จะคล้ายกับบริการที่มีให้ในชั้นการจัดการนำส่งข้อมูล แต่ในชั้นนี้จะให้บริการหลายอย่างที่เป็นประโยชน์มากกว่าสำหรับการประยุกต์ใช้งานบางประเภท

หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งคือบริหารการแลกเปลี่ยนข่าวสาร(dialogue control) อันได้แก่การกำหนดให้การแลกเปลี่ยนข่าวสารเป็นไปแบบการสื่อสารสองทางเต็มอัตรา(full duplex) หรือถ้าเป็นการสื่อสารสองทางครึ่งอัตรา(half duplex) ก็จะต้องเป็นผู้จัดลำดับให้ทั้งผู้รับและผู้ส่งทำการส่งข้อมูลได้คล้ายกับการควบคุมสับหลีกรถไฟ

2.7.1.4 ชั้นขนส่งข้อมูล(Transport Layer)

ในชั้นนี้มีหน้าที่หลักในการรับข้อมูลจากชั้นกำหนดหน้าต่างสื่อสารซึ่งอาจต้องแบ่งข้อมูลออกเป็นกลุ่มข้อมูลขนาดย่อม (ในกรณีที่ข้อมูลมีปริมาณมาก)หลายๆกลุ่มข้อมูล แล้วจึงจัดส่งข้อมูลทั้งชุดออกไปให้โปรแกรมในชั้นควบคุมเครือข่าย ทางด้านโปรแกรมชั้นนำส่งข้อมูลของผู้รับก็จะทำหน้าที่ประกอบกลุ่มข้อมูลชุดนี้ให้กลับมารวมกันเป็นข้อมูลเดิม

โปรแกรมในชั้นนี้เป็นผู้กำหนดประเภทของการให้บริการต่างๆ รวมไปถึงการอำนวยความสะดวกในการใช้ระบบเครือข่ายซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ประเภทแรกเป็นการให้บริการแบบจุดต่อจุด โดยเน้นการรับประกันความถูกต้องของข้อมูลเป็นสำคัญ ประเภทที่สองเน้นการให้บริการข้อมูลในระดับกลุ่มข้อมูล ซึ่งแม้ว่าจะไม่รับประกันการสูญหายของข้อมูลแต่ก็ให้ความคล่องตัวสูงกว่าแบบแรก (การรับประกันความถูกต้องของข้อมูลสามารถทำในชั้นอื่นได้) ประเภทที่สามเป็นการส่งข้อมูลแบบกระจายข่าวเพื่อประโยชน์ในการส่งข้อมูลชุดเดียวกันไปยังผู้รับหลายจุด

โปรแกรมในชั้นจัดการนำส่งข้อมูลใช้การติดต่อแบบช่องสัญญาณเสมือน (virtual channel) ระหว่างผู้ส่งและผู้รับ โดยตรง เรียกว่าเป็นการติดต่อแบบ เอนด์ทูเอนด์ (end-to-end) โปรแกรมในสามชั้นแรกนั้นเป็นการติดต่อแบบจุดต่อจุด(point to point)ซึ่งผู้รับอาจไม่ใช่ผู้รับข้อมูลที่แท้จริง แต่เป็นเพียงบัพตัวกลางในการรับแล้วส่งข้อมูลต่อไปตามเส้นทางเดินข้อมูลที่ถูกกำหนดไว้ รายละเอียดดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.12 โพรโทคอลที่ใช้ในชั้นนี้คือ ทีซีพี,ยูดีพี เป็นต้น

2.7.1.5 ชั้นเครือข่าย(Network Layer)

ทำหน้าที่สนับสนุนการทำงานของโพรโทคอลชั้นขนส่งข้อมูลหรือเรียกว่า การค้นหาเส้นทางจากอุปกรณ์ปลายทางโดยอาศัยการนำส่งข้อมูลลงไปให้โพรโทคอลชั้นล่างดำเนินการส่งต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โพรโทคอลในชั้นนี้ได้แก่ ไอพี, ไอพีเอกซ์,แอปเปิล ทอล์ก (Apple Talk), เน็ตไบออส (NetBIOS) ดังตารางที่2.1

2.7.1.6 ชั้นเชื่อมโยงข้อมูล(Datalink Layer)

หน้าที่หลักของชั้นเชื่อมต่อข้อมูลคือ ทำการรวบรวมข้อมูลจากชั้นกายภาพ ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเนื่องจากการรับส่งข้อมูลในชั้นกายภาพจะไม่รับรู้ในเรื่องของโครงสร้างข้อมูลโดยการเพิ่มข้อมูลสำหรับการตรวจสอบติดไว้กับข้อมูลทุกกรอบ เช่น การเพิ่มข้อมูลส่วนหัวและส่วนหางเข้าไปกับทุกกรอบซึ่งจะใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของกรอบข้อมูลด้วย หากพบความผิดปกติในการส่ง เช่น ข้อมูลสูญหาย ก็จะแจ้งให้ผู้ส่งข้อมูลส่งข้อมูลชุดเดิมใหม่อีกครั้ง ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาในกรณีที่ชุดข้อมูลไม่ได้สูญหายไปไน เพียงแต่ใช้เวลาเดินทางเกินกว่าปกติ ดังนั้นข้อมูลชุดเดียวกันก็จะมาถึงผู้รับทั้งสองกรอบ โปรแกรมในชั้นนี้จึงต้องหาวิธีตรวจสอบการซ้ำกันนี้และกำจัดกรอบที่ซ้ำออกไป เมื่อตรวจสอบเรียบร้อยแล้วก็จะส่งข้อมูลที่ปราศจากข้อผิดพลาดนี้ให้กับชั้นเครือข่ายต่อไป โดยจะแบ่งข้อมูลที่มีความยาวมากออกเป็นกลุ่มย่อยๆ แต่ละส่วนย่อยเรียกว่ากรอบข้อมูล (data frame) ซึ่งมีขนาดคงที่ประมาณสองหรือสามร้อยไบต์ หรืออย่างมากไม่เกินสองถึงสามพันไบต์ ชุดของกรอบข้อมูลก็จะถูกส่งไปทีละกรอบตั้งแต่กรอบแรกไปจนครบทุกกรอบ ข้างฝ่ายผู้รับจะตอบสนองโดยการส่งกรอบตอบรับ (acknowledgement frame) ไปถึงผู้ส่งเพื่อเป็นการบอกให้ทราบว่าได้รับข้อมูลครบแล้ว กระบวนการรับ-ส่งข้อมูลชุดนี้จะเสร็จสิ้นสมบูรณ์ โพรโทคอลที่ใช้งานได้แก่ซีเอสเอ็มเอ/ซีดี(CSMA/CD) และซีเอสเอ็มเอ/ซีเอ (CSMA/CA) รูปแบบของกรอบข้อมูลขึ้นอยู่กับมาตรฐานที่ใช้ เช่น อีเทอร์เน็ต , วงแหวนโทเค็น เป็นต้น ดังตารางที่2.1

2.7.1.7 ชั้นกายภาพ(Physical Layer)

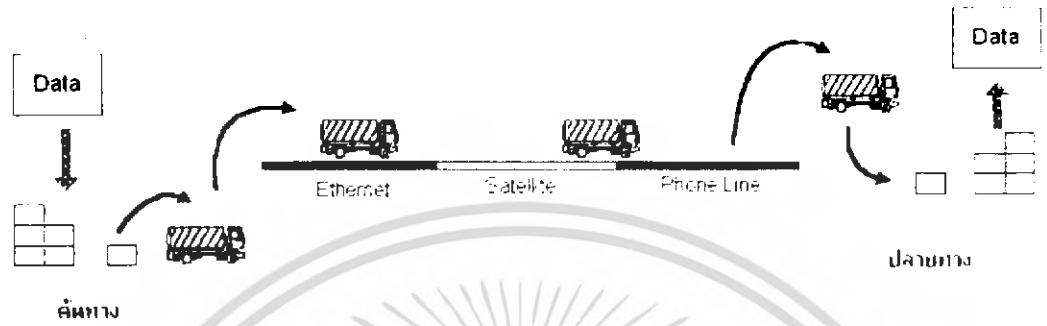
ชั้นกายภาพเป็นชั้นระดับล่างสุดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆทำหน้าที่ในการกำหนดวิธีควบคุมการรับและส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในระดับบิต เช่น การส่งบิต 0 จะแทนด้วยกระแสไฟกี่แรงดันและ บิต 1 เป็นกี่แรงดัน เป็นต้น การรับส่งข้อมูลในชั้นนี้จะไม่รับรู้ในเรื่องของโครงสร้างข้อมูล คือจะมองเห็นข้อมูลเป็นบิต หรือ กระแสบิต (bit stream) โพรโทคอลที่ใช้ เช่น เอสเอ็มทีพี (SMTP) และ ป๊อบสาม (POP3) สำหรับพวกไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ดังตารางที่2.1

2.8 โพรโทคอล ทีซีพี/ไอพี

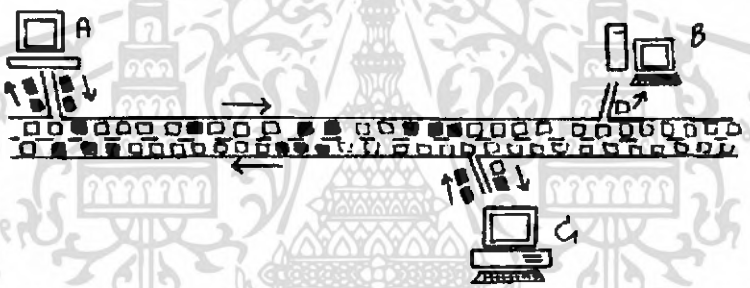
ทีซีพี/ไอพี เป็น โพรโทคอลที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการใช้งานบนอินเทอร์เน็ต เนื่องจากความยืดหยุ่นในการใช้งานได้ทั้งในระบบเครือข่าย แลน(LAN: Local area network) และ แวน(WAN: Wide area network)มีลักษณเป็นระบบเปิดที่ใช้โพรโทคอลแบบ ทีซีพี/ไอพี ทำให้ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

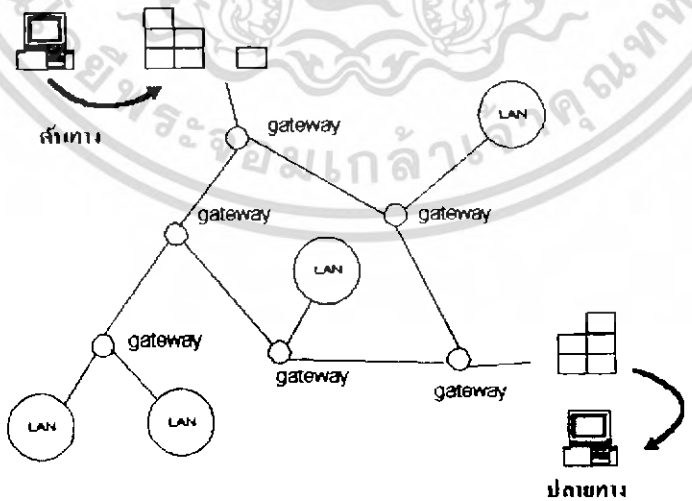
จำกัดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทใดประเภทหนึ่ง หรือ โครงข่ายเชื่อม (Physical Links) แบบใดแบบหนึ่ง นอกจากนี้ยังถูกออกแบบมาเพื่อใช้เป็นกลไกควบคุมการสื่อสารข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสนับสนุนกลไกการค้นหาเส้นทางสื่อสารข้อมูลระหว่างเครือข่าย ทีซีพี/ไอพี



รูปที่ 2.28 ทีซีพี/ไอพี ตัดข้อมูลออกเป็นกลุ่มข้อมูลเล็กๆ ส่งไปบนสายส่งข้อมูลที่ไปถึงปลายทางถูกจับมารวมกันอีกครั้ง



รูปที่ 2.29 การส่งข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกลุ่มข้อมูล



รูปที่ 2.30 การส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายจากต้นทางไปยังปลายทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลที่ส่งจะถูกตัดออกเป็นส่วนๆ เรียกกลุ่มข้อมูลแล้วจ่าหน้าไปยังผู้รับด้วยการกำหนดหมายเลขที่อยู่ไอพีเช่น สมมติส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ไปหาใครสักคนไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์จะถูกตัดออกเป็นกลุ่มข้อมูลขนาดเล็กๆ หลายๆ อันดังรูปที่ 2.28 และ 2.29 ซึ่งแต่ละอันจะจ่าหน้าถึงผู้รับเดียวกัน กลุ่มข้อมูลพวกนี้ก็จะวิ่งไปรวมกับกลุ่มข้อมูลของคนอื่นๆ ด้วย ทำให้ในสายของข้อมูลกลุ่มข้อมูลอาจจะไม่ได้เรียงติดกัน กลุ่มข้อมูลพวกนี้จะวิ่งผ่าน เกตเวย์(เกตเวย์) ต่างๆ โดยตัว เกตเวย์ (อาจเรียกอุปกรณ์จัดเส้นทาง) จะอ่านที่อยู่ที่จ่าหน้า แล้วจะบอกทิศทางที่ไปของแต่ละกลุ่มข้อมูลว่าจะวิ่งไปในทิศทางไหน กลุ่มข้อมูลก็จะวิ่งไปตามทิศทางนั้น เมื่อไปถึงเกตเวย์ใหม่ก็จะถูกกำหนดเส้นทางให้วิ่งไปยัง เกตเวย์ ใหม่ที่อยู่ถัดไป จนกว่าจะถึงเครื่องปลายทาง เช่นติดต่อกับเครื่องในอเมริกา อาจจะต้องผ่านเกตเวย์ ถึง 10 แห่ง เมื่อกลุ่มข้อมูลวิ่งมาถึงปลายทางแล้ว เครื่องปลายทางก็จะเอา กลุ่มข้อมูลเหล่านั้นมาเก็บสะสมจนกว่าจะครบ จึงจะต่อกลับคืนให้เป็นไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

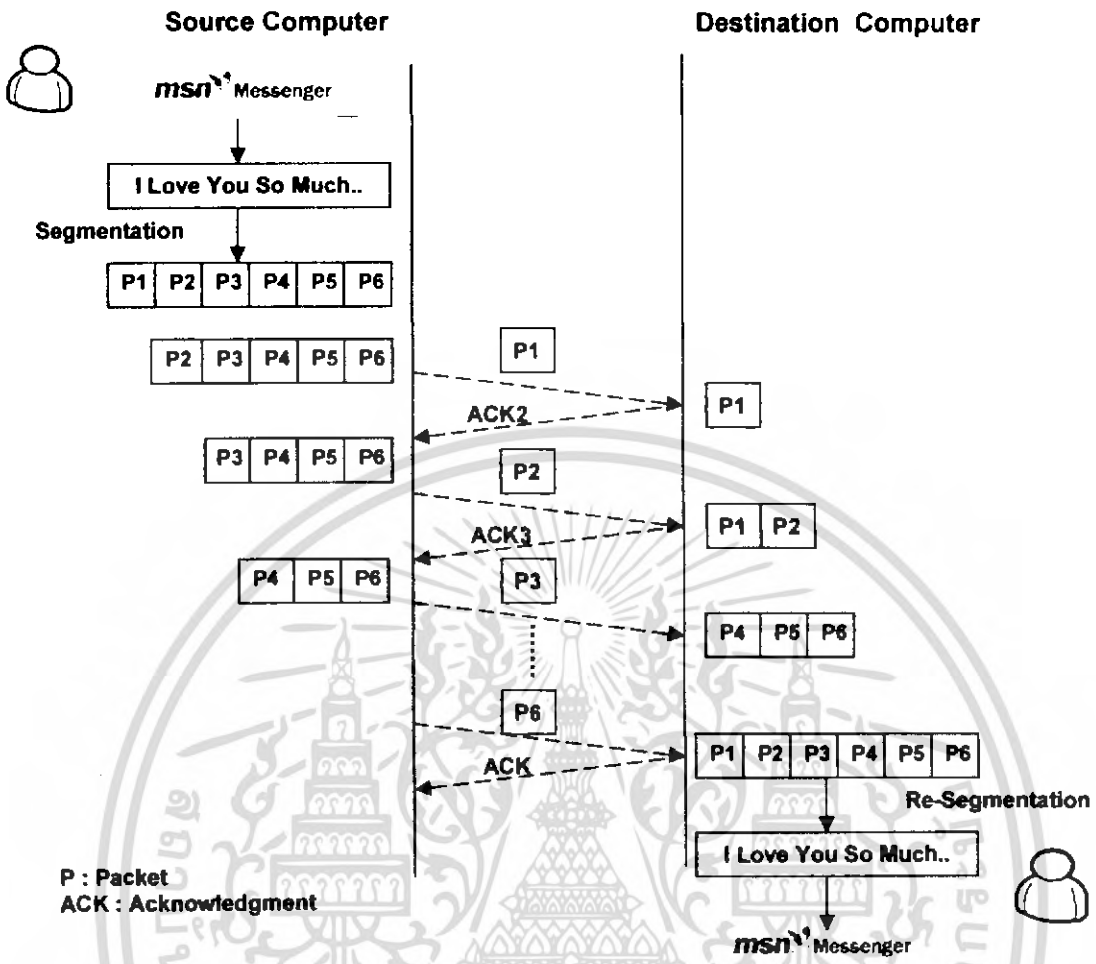
การที่ข้อมูลมีลักษณะเป็นกลุ่มข้อมูลทำให้ในสายสื่อสารสามารถที่จะขนส่งข้อมูลโดยไม่ต้องจอง (occupies)ดังรูปที่ 2.30 สายไว้สายจึงสามารถใช้ร่วมกันกับข้อมูลที่ส่งจากเครื่องอื่นได้ ต่างจากโทรศัพท์ที่ขณะใช้งาน จะไม่มีใครใช้สายได้ ดังตัวอย่างในรูปข้าล่างนี้ เครื่องคอมพิวเตอร์ A และ C สื่อสารกันด้วย กลุ่มข้อมูลสีดำ ซึ่งใช้สายร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ซึ่ง กลุ่มข้อมูลดังกล่าวอาจจะเป็นสัญญาณเสียง (เช่น โทรศัพท์อินเทอร์เน็ต) ซึ่งเมื่อกลุ่มข้อมูลเดินทางมาถึงก็จะถูกจับมารวมกันให้เป็นเสียงของการพูดคุย ไม่เหมือนโทรศัพท์แบบปรกติ ที่ขณะใช้งานสาย จะไม่สามารถนำไปทำงานอื่น ๆ ได้อีก

โพรโทคอล ทีซีพี/ไอพี ประกอบด้วยโพรโทคอลสองชุด คือ ทีซีพี (Transmission control protocol) และ ไอพี (Internet protocol)

2.8.1 โพรโทคอลทีซีพี

เป็นโพรโทคอลที่มีกลไกในการตรวจสอบความพร้อมในการสื่อสารทั้งทางด้านรับและด้านส่ง มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่สื่อสาร ดังนั้นจึงมีเสถียรภาพและความเชื่อถือสูงในการทำงาน ทีซีพี ของเครื่องต้นทางจะนำข้อมูลที่รับมาจากโปรแกรมประยุกต์มาแบ่งออกเป็นกลุ่มข้อมูลย่อยๆ เรียกว่า "เซกเมนต์ (segment)" โดยต้องแบ่งให้มีขนาดที่เท่ากับขนาดเซกเมนต์ที่ใหญ่ที่สุดซึ่งหาได้จาก ขนาดเอ็มทียู (MTU) -ส่วนหัวไอพี – ส่วนหัวทีซีพี (MTU-40) จากนั้นข้อมูลที่ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มข้อมูล จะถูกติดด้วยหมายเลขลำดับ(Sequence Number)ไว้แล้วส่งข้อมูลไปยังผู้รับ

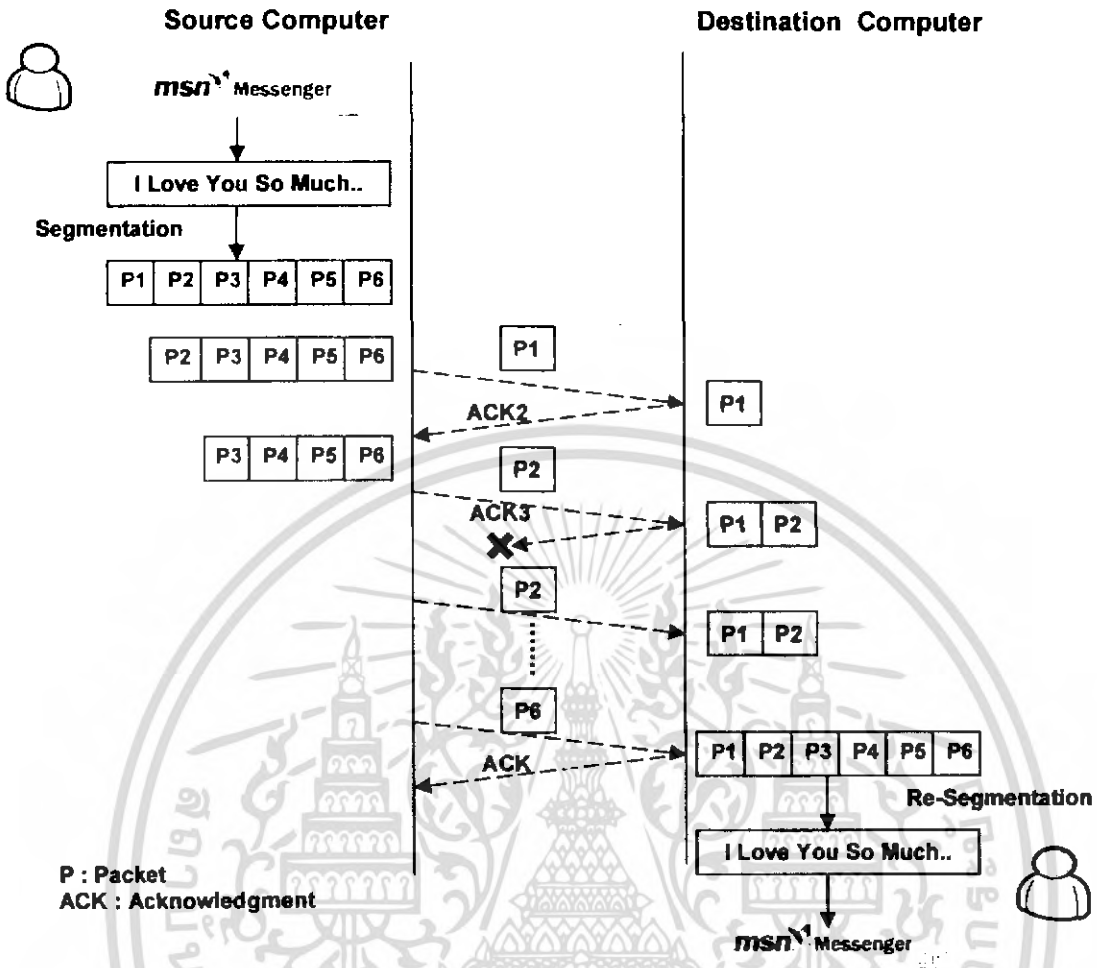
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 การติดต่อสื่อสารผ่านโพรโทคอลทีซีพี [9]

เมื่อการทำงานทีซีพีของเครื่องปลายทางได้รับกลุ่มข้อมูล ก็จะส่งสัญญาณตอบกลับ (Acknowledgment: ACK) พร้อมทั้งหมายเลขถัดไป เพื่อแจ้งกลับไปยังต้นทางว่า ได้รับข้อมูลแล้ว เมื่อเครื่องปลายทางได้รับกลุ่มข้อมูลครบก็จะจัดเรียงข้อมูลตามลำดับและประกอบกลุ่มข้อมูลเหล่านั้นกลับเป็นข้อมูลเดิม(Re Segment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 การติดต่อสื่อสารผ่านโพรโทคอลทีซีพีกรณีปลายทางยังไม่ได้รับการตอบรับ [9]

หากเกิดกรณีที่เครื่องต้นทางส่งกลุ่มข้อมูลออกไปแล้วไม่ได้รับสัญญาณตอบกลับจากเครื่องปลายทางภายในเวลาที่กำหนด เครื่องต้นทางก็จะทำการส่งกลุ่มข้อมูลนั้นซ้ำอีกครั้ง (Retransmission) เพื่อให้ปลายทางรับข้อมูลได้ครบถ้วน นอกจากนี้ทุกครั้งก่อนที่จะทำการรับส่งข้อมูลจะต้องสร้างการเชื่อมต่อขึ้นก่อนโดยเรียกขั้นตอนนี้ว่า "Three ways handshake" จากนั้นจึงเริ่มส่งข้อมูล และเมื่อส่งข้อมูลเสร็จแล้วก็จะยุติการเชื่อมต่อโดยเรียกว่า "Termination"

จะเห็นว่าโพรโทคอล ทีซีพีเหมาะกับโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการความแม่นยำและถูกต้องของข้อมูลสูงและไม่ต้องการความเร็วในการส่งข้อมูล เนื่องจากต้องเสียเวลาไปกับการตรวจสอบความถูกต้องและยังมีขนาดของส่วนหัวที่ใหญ่กว่ายูดีพีเนื่องจากต้องเก็บข้อมูลใช้ในการตรวจสอบ ดังนั้นจึงใช้เวลาในการส่งข้อมูลหนึ่งนานกว่าโพรโทคอลแบบ ยูดีพี

2.8.2 โพรโทคอล ไอพี

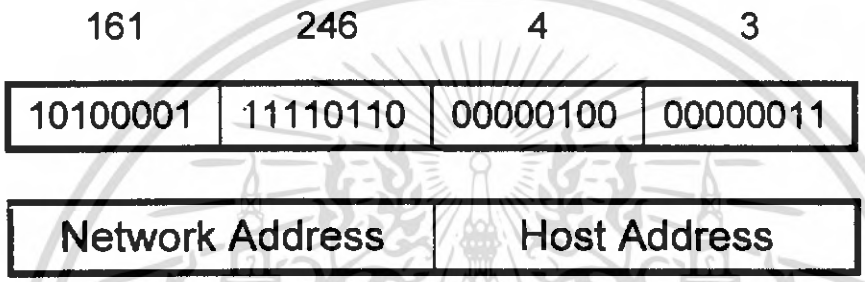
เป็นโพรโทคอลในระดับชั้นเครือข่ายที่ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับหมายเลขที่อยู่และข้อมูลการควบคุมการส่งข้อมูลที่ใช้ในการหาเส้นทางของกลุ่มข้อมูล ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของไอพีจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดและสามารถเปลี่ยนเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล โพรโทคอลไอพี จะกำหนดรูปแบบหมายเลขที่อยู่เรียกว่า "หมายเลขที่อยู่ไอพี" ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

2.8.2.1 หมายเลขที่อยู่ไอพี(IP address)

ลักษณะของหมายเลขหมายเลขที่อยู่ไอพี จะมีรูปแบบเป็นตัวเลข 4 ชุด ขนาด 8 บิต แล้วขั้นด้วยจุด เช่น 161.246.73.245 โดยตัวเลขนี้มีค่าได้ 0-255 หมายเลขหมายเลขที่อยู่ไอพีแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกระบุหมายเลขเครือข่าย(Network Address) และส่วนหลังระบุหมายเลขเครื่อง (Host Address) ดังรูป2.33



รูปที่ 2.33 ตัวอย่างหมายเลขหมายเลขที่อยู่ไอพี

โดยขนาดของแต่ละส่วนจะใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับว่าเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นอยู่ในเครือข่ายคลาสใด ซึ่งคลาสของเครือข่ายแบ่งออกเป็น 4 คลาสดังนี้

2.8.2.1.1 คลาส A

บิตด้านซ้ายสุดเป็น "0" และเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่มีหมายเลขเครือข่าย ตั้งแต่ 1.0.0.0 ถึง 126.0.0.0 นั่นคือในคลาสนี้นั้น จะมีส่วนของหมายเลขเครื่องถึง 24 บิตซึ่งอนุญาตให้มีจำนวนเครื่องได้ 1.6 ล้านเครื่องใน 1 เครือข่าย ซึ่งจะมีเครือข่ายขนาดใหญ่แบบนี้ได้เพียง 127 เครือข่ายเท่านั้น

2.8.2.1.2 คลาส B

บิตด้านซ้ายสุดเป็น "10" และ เป็นเครือข่ายขนาดกลาง มี หมายเลขเครือข่าย ตั้งแต่ 128.1.0.0 ถึง 191.254.0.0 นั่นคือในคลาสนี้มีส่วนของ หมายเลขเครือข่าย 14 บิต และส่วนของหมายเลขเครื่องได้ 16 บิต ทำให้มีจำนวนของเครือข่ายได้ถึง 16384 เครือข่าย และ 65534 เครื่อง

2.8.2.1.3 คลาส C

บิตด้านซ้ายสุดเป็น "110" และเป็นเครือข่ายขนาดเล็ก มี หมายเลขเครือข่าย ตั้งแต่ 192.0.1.0 ถึง 223.255.254.0 นั่นคือในคลาสนี้มีส่วนของ หมายเลขเครือข่าย 21 บิต และ ส่วนของ หมายเลขเครื่อง 8 บิต ทำให้มีจำนวนของเครือข่ายได้ถึง 2 ล้านเครือข่ายและมีจำนวนเครื่องในแต่ละเครือข่ายเท่ากับ 254 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.1.4 คลาส D

บิตด้านซ้ายสุดเป็น "1110" และสำหรับใช้งานพวกมัลติคาสท์ (Multicast) มีหมายเลขที่อยู่ไอพีตั้งแต่ 224.0.0.0 ถึง 239.255.255.255

2.8.2.1.5 คลาส E

บิตด้านซ้ายสุดเป็น "1111" และเป็นส่วนที่เก็บรักษาไว้สำหรับใช้งานในอนาคตหรือใช้ในการทดลองมีหมายเลขไอพีตั้งแต่ 240.0.0.0 ถึง 254.255.255.255

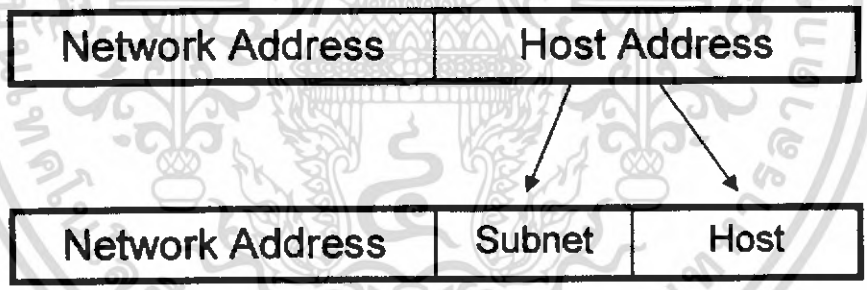
นอกจากนี้ยังมีหมายเลขหมายเลขที่อยู่ไอพีพิเศษที่กำหนดไว้ใช้งานโดยเฉพาะได้แก่ หมายเลขหมายเลขที่อยู่ไอพี 0.0.0.0 ที่กำหนดไว้เป็น เกตเวย์โดยปริยาย(Default Gateway) และ 127.0.0.0 ใช้ค่าเป็นการวนกลับ(Loop Back) และหมายเลขหมายเลขที่อยู่ไอพีที่ใช้เฉพาะภายในเครือข่ายในองค์กรไม่สามารถใช้ไอพีนี้เชื่อมต่อเข้าเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้เรียกว่า ไอพีส่วนตัว (Private IP) โดยมีในคลาสต่างๆดังนี้

คลาส A 10.0.0.0 - 10.255.255.255

คลาส B 172.16.0.0 – 172.31.255.255

คลาส C 192.168.0.0 – 192.168.255.255

2.8.2.2 หมายเลขซับเนตมาร์ค(Subnet mask)



รูปที่ 2.34 ตัวอย่างการแบ่งซับเนต

เป็นการแบ่งเครือข่ายย่อยภายในเครือข่ายหลักเพื่อให้แต่ละเครือข่ายมีขนาดที่เหมาะสมกับปริมาณของเครื่องที่มีอยู่ โดยนำค่าในส่วนของหมายเลขเครื่องเดิมมาแยกออกเป็นสองส่วนคือ หมายเลขซับเนต(Subnet address) และ หมายเลขเครื่อง(Host address) ดังรูปที่ 2.34

นอกจากนี้ยังมีโพรโทคอลที่ใช้ในโครงงานนี้ นั้นคือ โพรโทคอลยูดีพี (User Datagram Protocol) ซึ่งเป็นโพรโทคอลในชั้นขนส่งข้อมูล

2.8.3 โพรโทคอล ยูดีพี

การส่งข้อมูลในรูปแบบ ยูดีพี จะเป็นการส่งข้อมูลที่เน้นในเรื่องของความเร็วในการส่ง โดยไม่มีกลไกในการตรวจสอบความสำเร็จในการรับหรือส่งข้อมูล ดังนั้นจึงเหมาะกับการใช้งานกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

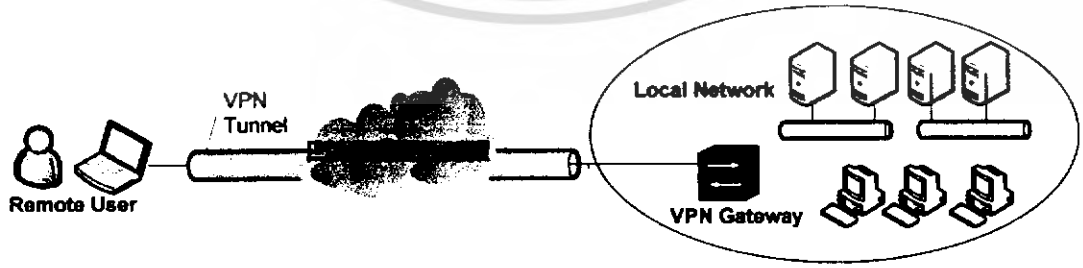
โปรแกรมประยุกต์ที่ไม่ต้องการความถูกต้องของข้อมูลมากนัก หรือสามารถสร้างกลไกในการตรวจสอบข้อมูลขึ้นทดแทน

ในโครงสร้างเดทาแกรมของ ยูดีพี นั้นส่วนที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้อง(Checksum) แต่จะเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการส่งข้อมูล ดังนั้นหากมีการตรวจสอบได้แต่ไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่งเพื่อให้ส่งใหม่ เมื่อผู้รับ รับแล้วเห็นว่าเกิดความผิดพลาดก็จะยกเลิกข้อมูลนั้น จึงสามารถตัดรายละเอียดการตรวจสอบความถูกต้องในส่วนหัวออกได้ ทำให้ขนาดส่วนหัวของยูดีพีมีขนาดยิ่งลดลง ยิ่งสามารถส่งข้อมูลได้เร็วขึ้น ดังนั้นยูดีพีจึงเหมาะกับโปรแกรมประยุกต์ที่ต้องการความเร็วโดยไม่สนใจความถูกต้องของข้อมูลมากนัก

2.9 การเชื่อมต่อเครือข่ายส่วนตัวเสมือน(Virtual Private Network : VPN)

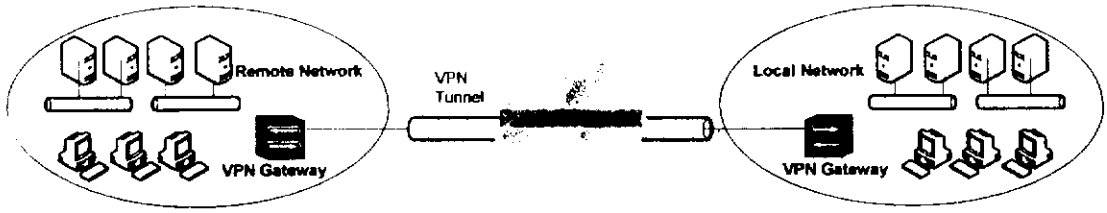
เครือข่ายส่วนตัวแบบเสมือน หรือวีพีเอ็น (Virtual Private Network) คือเทคโนโลยีในการนำเอาเครือข่ายสาธารณะ(Public Network) เช่น อินเทอร์เน็ต มาใช้เป็นเครือข่ายส่วนตัว(Private Network) โดยการเข้ารหัสข้อมูลก่อนที่จะทำการส่งและปลายทางจะทำการถอดรหัสข้อมูลก่อนที่จะนำไปใช้งาน เนื่องจากข้อมูลที่ถูกส่งผ่านเครือข่ายสาธารณะนั้นมีการห่อหุ้มด้วยการเข้ารหัสข้อมูล ดังนั้นจึงเปรียบเสมือนการส่งข้อมูลภายใต้อุโมงค์(Tunnel)และเนื่องจากในทางกายภาพเป็นการส่งข้อมูลต่างเครือข่ายกัน ซึ่งจะทำให้สามารถส่งข้อมูลไปยังเครื่องที่ต้องการติดต่อซึ่งอยู่ต่างเครือข่ายกันได้โดยตรง โดยไม่ต้องกังวลเรื่องของระบบการป้องกันเช่น ไฟร์วอลล์(Firewall) การกำหนดสิทธิการเข้าถึง เป็นต้นที่แต่ละเครือข่ายได้สร้างขึ้น

การเชื่อมต่อเครือข่ายส่วนตัวแบบเสมือน แบ่งออกเป็นสองแบบ คือ แบบที่หนึ่ง การเชื่อมต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ตัวรับบริการ(Client) ไปยังเครือข่าย เรียกว่า การเชื่อมต่อแบบผู้ใช้ระยะไกล(Remote User) ส่วนการเชื่อมต่อแบบที่สองคือการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายกับเครือข่าย เรียกว่า การเชื่อมต่อแบบเครือข่ายระยะไกล(Remote Network) ดังรูปที่2.35 แสดงการเชื่อมต่อแบบผู้ใช้ระยะไกล และรูปที่2.36 แสดงการเชื่อมต่อแบบเครือข่ายระยะไกล



รูปที่2.35 ผู้ใช้ระยะไกลเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายของหน่วยด้วยวีพีเอ็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่2.36 เชื่อมต่อเครือข่ายระยะไกลเข้าสู่เครือข่ายของหน่วยด้วยวีพีเอ็น

2.10 ระบบการเชื่อมต่อแบบตัวรับบริการและตัวบริการ(Client - Server)

รูปที่ 2.37 การทำงานของระบบตัวรับบริการ-ตัวบริการ

ระบบตัวรับบริการ-ตัวบริการเป็นสถาปัตยกรรมด้านคอมพิวเตอร์แบบกระจายแบบหนึ่งที่นำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มากกว่าหนึ่งเครื่อง มาเชื่อมต่อกันด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (computer network) ดังรูปที่ 2.37 โดยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้เกิดการใช้ข้อมูลร่วมกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายนั้น ภายใต้คุณสมบัติต่างๆดังนี้

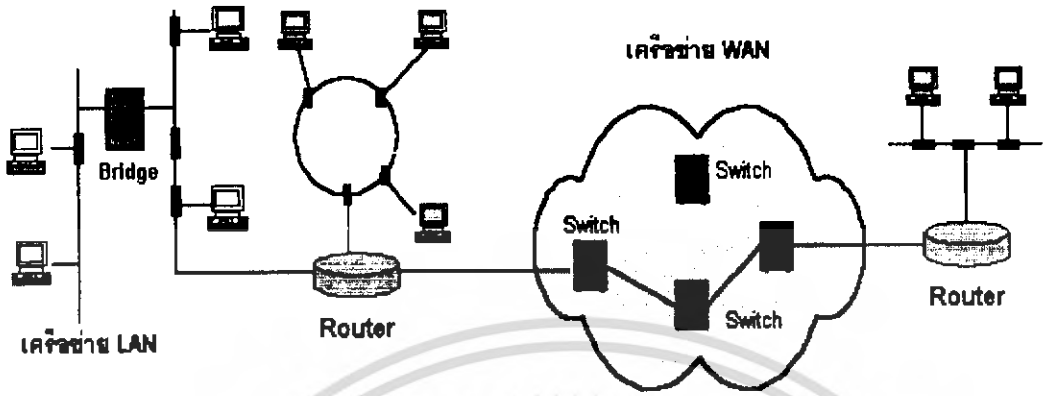
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมกันเป็นระบบ จะต้องประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับบริการและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวบริการ
2. ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการจะเก็บไว้ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวบริการ
3. โปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการเรียกใช้ข้อมูล จากตัวบริการจะทำงานอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับบริการ

2.11 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงข่าวสาร

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมโยงเครือข่าย และทำหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครือข่าย มีหลายประเภทด้วยกัน อุปกรณ์แต่ละชนิดมีขีดความสามารถแตกต่างกันออกไป อุปกรณ์ที่นิยมใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมโยงเครือข่ายหลักทั้งแลนและแวนประกอบด้วยบริดจ์แวร์ (Bridge) อุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router) และสวิตช์ (Switch) ซึ่งรายละเอียดการใช้งานของแต่ละอุปกรณ์มีดังนี้



รูปที่ 2.38 อุปกรณ์หลักในการเชื่อมโยงเครือข่าย

2.11.1 บริดจ์แวร์ (Bridge)

บริดจ์แวร์เป็นอุปกรณ์เชื่อมโยงเครือข่ายของเครือข่ายที่แยกจากกัน แต่เดิมบริดจ์แวร์ได้รับการออกแบบมาให้ใช้กับเครือข่ายประเภทเดียวกัน เช่น ใช้เชื่อมโยงระหว่างอีเทอร์เน็ตกับอีเทอร์เน็ต (Ethernet) บริดจ์แวร์มีใช้มานานแล้ว ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 บริดจ์แวร์จึงเป็นเสมือนสะพานเชื่อมระหว่างสองเครือข่าย การติดต่อภายในเครือข่ายเดียวกันมีลักษณะการส่ง ข้อมูลแบบกระจาย (Broadcasting) ดังนั้น จึงกระจายได้เฉพาะเครือข่ายเดียวกันเท่านั้น การรับส่งภายในเครือข่ายมีข้อกำหนดให้กลุ่มข้อมูลที่ส่งกระจายไปยังตัวรับได้ทุกตัว แต่ถ้ามีการส่งมาที่ที่อยู่ต่างเครือข่าย บริดจ์แวร์จะนำข้อมูลเฉพาะกลุ่มข้อมูลนั้นส่งให้ บริดจ์แวร์จึงเป็นเสมือนตัวแบ่งแยกข้อมูล ระหว่างเครือข่ายให้มีการสื่อสารภายในเครือข่ายของตน ไม่ปะปนไปยังอีกเครือข่ายหนึ่ง เพื่อลดปัญหาปริมาณข้อมูลกระจายในสายสื่อสารมากเกินไป ในระยะหลังมีผู้พัฒนาบริดจ์แวร์ให้เชื่อมโยงเครือข่ายต่างชนิดกันได้ เช่น อีเทอร์เน็ตกับวงแหวนโทเค็นเป็นต้น หากมีการเชื่อมต่อเครือข่ายมากกว่าสองเครือข่ายเข้าด้วยกัน และเครือข่ายที่เชื่อมมีลักษณะหลากหลาย ซึ่งเป็นทั้งเครือข่ายแบบแลนและแวนอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการเชื่อมโยงคือ อุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router)

2.11.2 อุปกรณ์จัดเส้นทาง (Router)

อุปกรณ์จัดเส้นทางจะรับข้อมูลเป็นกลุ่มข้อมูลเข้ามาตรวจสอบที่อยู่ปลายทาง จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับตารางเส้นทางที่ได้รับการโปรแกรมไว้ เพื่อหาเส้นทางที่ส่งต่อ หากเส้นทาง ที่ส่งมาจากอีเทอร์เน็ต และส่งต่อออกช่องทางของแวนที่เป็นแบบจุดไปจุด ก็จะมีการปรับปรุงรูปแบบสัญญาณให้เข้ากับมาตรฐานใหม่ เพื่อส่งไปยังเครือข่ายแวนได้

ปัจจุบันอุปกรณ์จัดเส้นทางได้รับการพัฒนาไปมากทำให้การใช้งานอุปกรณ์จัดเส้นทางมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อเชื่อมอุปกรณ์จัดเส้นทางหลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกันเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์จัดเส้นทางสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการหาเส้นทางเดินที่สั้นที่สุด เลือกตามความเหมาะสมและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเองได้

เมื่อเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาให้มีขีดความสามารถในการทำงานได้เร็วขึ้น จึงมีผู้พัฒนาอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คัดแยกกลุ่มข้อมูล หรือเรียกว่า "สวิตช์กลุ่มข้อมูล" (Data Switched Packet) โดยลดระยะเวลาการตรวจสอบที่อยู่ลงไป การคัดแยกจะกระทำในระดับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพ เชิงความเร็วและความแม่นยำสูงสุด อุปกรณ์สวิตช์ข้อมูลจึงมีเวลาหน่วงภายในตัวสวิตช์ต่ำมาก จึงสามารถนำมาประยุกต์กับงานที่ต้องการเวลาจริง เช่น การส่งสัญญาณเสียง วิดีโอ ได้ดี

2.11.3 สวิตช์ (Switch)

อุปกรณ์สวิตช์มีหลายแบบ หากแบ่งกลุ่มข้อมูลเป็นกลุ่มข้อมูลเล็ก ๆ และเรียกใหม่ว่า "เซล" (Cell) กลายเป็น "เซลสวิตช์" (Cell Switch) หรือที่รู้จักกันในนาม "เอทีเอ็มสวิตช์" (ATM Switch) ถ้าสวิตช์ข้อมูลในระดับกรอบของอีเทอร์เน็ต ก็เรียกว่า "อีเทอร์เน็ตสวิตช์" (Ethernet Switch) และถ้าสวิตช์ตามมาตรฐานกรอบข้อมูลที่เป็นกลาง และ สามารถนำข้อมูลอื่นมาประกอบภายในได้ก็เรียกว่า "เฟรมรีเลย์" (Frame Relay)

อุปกรณ์สวิตชิ่งจึงเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ และมีแนวโน้มที่จะพัฒนาให้ใช้กับความเร็วของการรับส่งข้อมูลจำนวนมาก เช่น เฟรมรีเลย์ (Frame Relay) และเอทีเอ็ม สวิตช์ (ATM Switch) สามารถสวิตช์ข้อมูลขนาดหลายร้อยล้านบิตต่อวินาทีได้ เทคโนโลยีนี้จึงเป็นเทคโนโลยีที่กำลังได้รับความนิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบการสร้างและ การคำนวณ

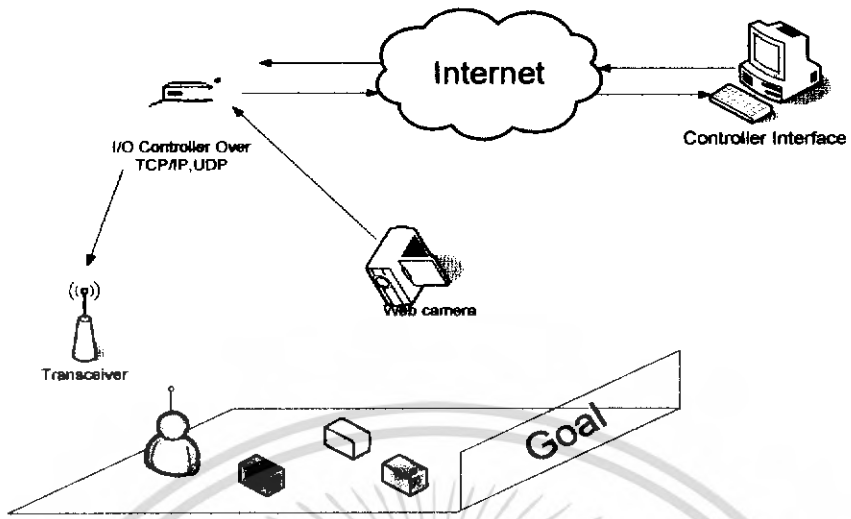
3.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบการควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต

เนื่องจากโครงงานนี้เป็นโครงงานที่ร่วมกันทำกับประเทศญี่ปุ่นดังที่กล่าวมาข้างต้น จึงไม่ได้ทำในส่วนของการสร้างหุ่นยนต์ แต่เพื่อทดสอบการควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์ระยะไกลด้วยซอฟต์แวร์ จึงจำเป็นต้องนำอุปกรณ์สำเร็จรูป คือรถบังคับวิทยุ มาทดลองควบคุมก่อน ในการทดลองการทำงาน สามารถแบ่งส่วนการทำงานออกเป็น ภาคต่างๆ ดังนี้

1. ภาคการสร้างหุ่นยนต์ทดลอง สำหรับโครงงานนี้ใช้รถบังคับวิทยุเพื่อทดสอบการควบคุมก่อนที่จะควบคุมหุ่นยนต์ของจริงที่
2. ภาครับส่งสัญญาณ โดยใช้คลื่นวิทยุเป็นพาห์ (ใช้รถทดลองซึ่งมีอุปกรณ์สำเร็จรูปมาให้)
3. ภาควงจรควบคุมรถทดลอง
4. ภาคการติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและช่องทางอนุกรมด้วยซอฟต์แวร์
5. ภาคการรับภาพจากกล้องเครือข่าย (network camera)

ในการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการทดลองการควบคุมผ่านเครือข่ายนี้ ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาจาวา (Java) โดยใช้ตัวแปลโปรแกรมของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม โดยทั้งฝั่งตัวบริการและฝั่งตัวรับบริการ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลในการทำงาน โดยมีการเชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยในฝั่งตัวบริการจะเป็นฝั่งที่ทำหน้าที่ควบคุมรถบังคับวิทยุโดยตรงโดยผ่านช่องทางอนุกรมของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไปยังวงจรที่ควบคุมส่วนบังคับวิทยุของรถ (remote control) ซึ่งมีไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น AT89C2051 ในการควบคุมการจ่ายบิตข้อมูล ส่วนในฝั่งตัวรับบริการจะมีการติดต่อผ่านขอใช้บริการผ่านเครือข่านอินเทอร์เน็ต ในโครงงานนี้มีด้วยกันสองตัวบริการ คือ ตัวบริการที่ใช้ให้บริการควบคุมรถ และตัวบริการที่ให้บริการภาพวีดิทัศน์จากกล้องอินเทอร์เน็ตของบริษัทแอกซิส รุ่น 210

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 การทำงานโดยรวมของการทดลองควบคุมรถบังคับวิทยุผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

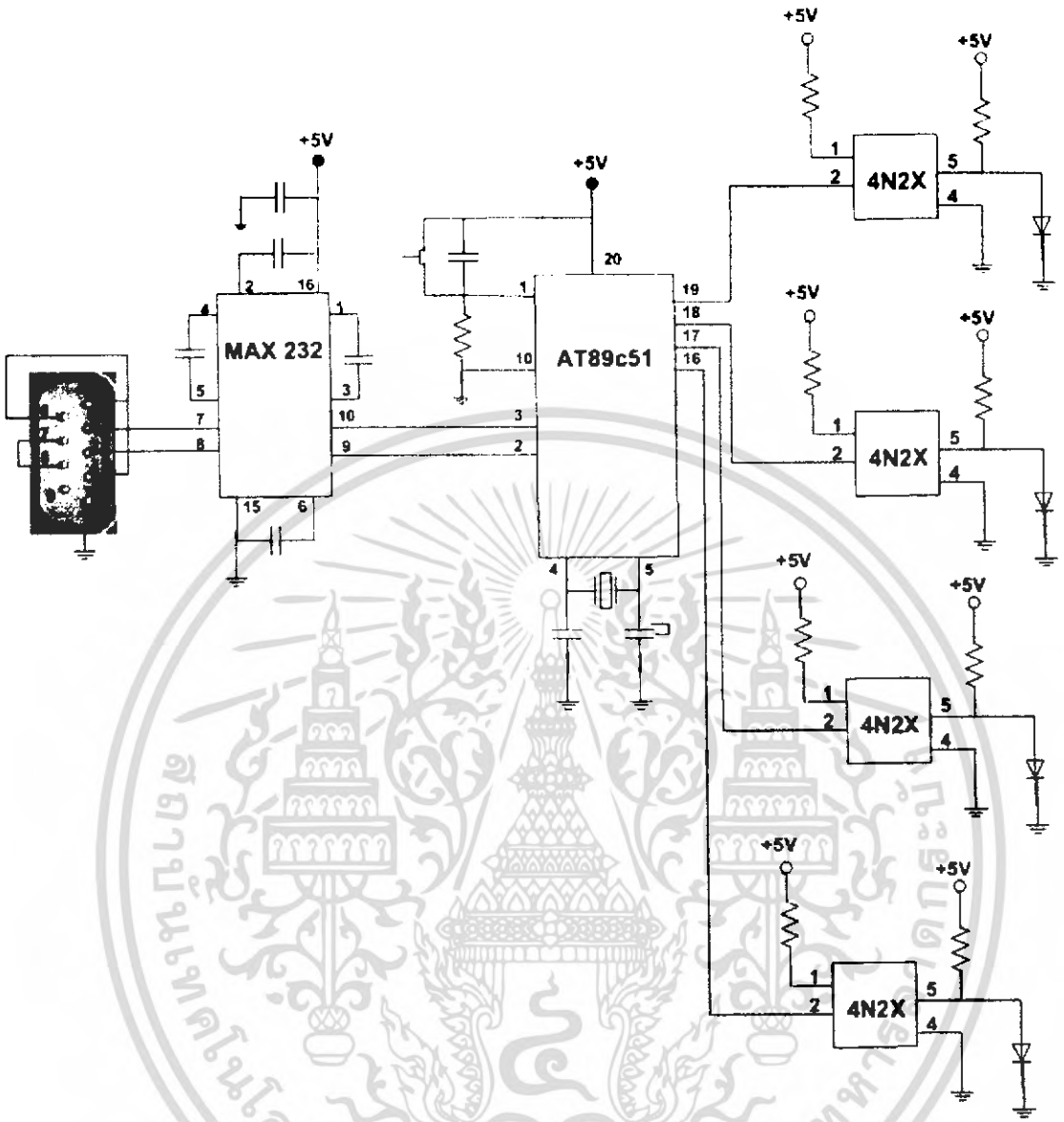
จากรูป 3.1 จะเห็นว่าหลังจากที่ ตัวรับบริการ เห็นภาพจากกล้องจะเกิดเวลาหน่วงขึ้น ให้เวลาหน่วงแรกมีค่าเป็น A เพราะต้องส่งข้อมูลภาพผ่านอินเทอร์เน็ต ดังนั้นภาพที่เห็นจึงไม่ใช่ภาพปัจจุบันแต่เป็นภาพในอดีต และ หลังจากเห็นภาพแล้ว ตัวรับบริการ จะส่งสัญญาณไปเพื่อควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ต จะเกิดเวลาหน่วงตัวที่สองขึ้นของข้อมูลจาก ตัวรับบริการไปยังตัวบริการให้เวลาหน่วงตัวที่สองเป็น B เวลาหน่วงรวมจึงเป็น A+B ซึ่งจะมีความแปรผันไปตามปริมาณความคับคั่งของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในขณะนั้น ดังนั้นจึงไม่สามารถยืนยันได้แม้แต่นาทีเดียวว่าเวลา A+B จะเท่ากันตลอดทุกครั้งในการรับส่งข้อมูล และไม่สามารถแปลง A+B ไปเป็น 2A หรือ 2B ได้เพราะโดยแนวโน้มแล้ว A > B เพราะข้อมูลภาพมีขนาดใหญ่กว่าข้อมูลตัวอักษรจำนวนไม่มาก เช่นถ้าส่งคำสั่งเดินหน้าไปจะส่งข้อมูลไปเพียง 2 ไบต์เท่านั้นเมื่อคิดตามชั้นของแอพพลิเคชันในอินเทอร์เน็ตโพรโทคอล

เนื่องจากภาคการสร้างหุ่นยนต์ทดลองและภาคการรับส่งสัญญาณโดยใช้คลื่นวิทยุ ในการทดลองใช้รถบังคับวิทยุสำเร็จรูปจึงไม่ขอกล่าวถึงการทำงานภายใน

3.1.1 ภาควงจรควบคุมรถทดลอง

ภาควงจรควบคุมรถทดลอง ประกอบด้วยส่วนที่รับข้อมูลมาจากคอมพิวเตอร์ และนำสัญญาณข้อมูลที่ได้มาผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณจาก RS-232 ไปเป็นระดับทีทีแอล (TTL) และส่งสัญญาณนั้นไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อใช้ในการควบคุมระยะไกลโดย ในโครงงานนี้ ไม่เลือกใช้รีเลย์ เพราะรีเลย์กินกระแสมาก ถ้าต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยตรง อาจทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานผิดพลาดได้ ซึ่งต้องใช้แหล่งจ่ายไฟต่างหาก ออปโตคัพเพลอจึงเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



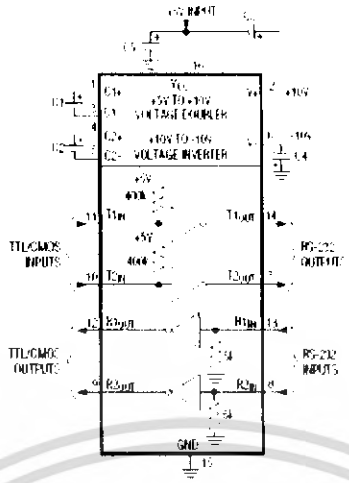
รูปที่ 3.2 วงจรส่วนควบคุมรถทดลอง

อีกทางเลือกหนึ่งที่ถูกใช้ในโครงงานนี้ เพราะใช้งานง่าย และทำงานเร็วจึงทำหน้าที่ในการควบคุมการจ่ายไฟแก่สวิทช์ต่างๆของเครื่องควบคุมระยะไกลได้อย่างแม่นยำ โดยจะรับคำสั่งมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ต่อไปอธิบายการทำงานของวงจรต่างๆที่อยู่ในวงจรส่วนควบคุมรถ ดังนี้

3.1.1.1 วงจรเปลี่ยนระดับสัญญาณอาร์เอส-232 ไปเป็นระดับสัญญาณทีทีแอล

ในการติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้จากช่องทางอนุกรมนั้นจะมีระดับสัญญาณที่ไม่สามารถใช้กับระดับสัญญาณทีทีแอลได้ จึงต้องทำการแปลงระดับสัญญาณให้มีค่าที่เหมาะสมเสียก่อน โดยต้องนำมาผ่านวงจรเปลี่ยนระดับสัญญาณ อาร์เอส-232 เป็นระดับสัญญาณ ทีทีแอล โดยในวงจรทดลองจะใช้ไอซีของบริษัทแมกซิส เบอร์ MAX-232 เป็นตัวแปลงระดับสัญญาณ

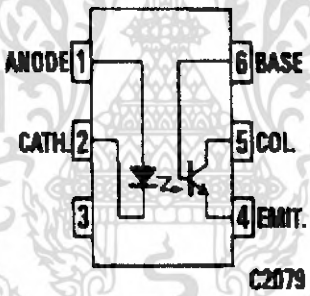
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.3 การทำงานภายในของ MAX-232

3.1.1.2 วงจรควบคุมการจ่ายกระแสโดยรับคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์

จะเป็นส่วนที่ควบคุมการเปิดปิดวงจรโดยใช้หลักการปล่อยแสงและตรวจจับแสง โดยวงจรภายในของไอซีจะเป็นดังรูปที่3.4



รูปที่ 3.4 โครงสร้างภายในของไอซี 4N2X

โครงงานนี้ใช้ไอซีเบอร์ 4N28 ซึ่งภายในไอซีจะประกอบไปด้วยแอลอีดี (LED Light Emitter Diode) ชนิดแกลเลียมอาร์เซไนด์ไดโอด (gallium arsenide diode) และโฟโตทรานซิสเตอร์ (phototransistor) ชนิดเอ็นพีแอลซิลิกอนพลานา (NPL silicon plana) โดยไดโอดมีหน้าที่ปล่อยลำแสง และโฟโตทรานซิสเตอร์ทำหน้าที่รับแสง โดยเมื่อไดโอดภายในครบวงจรไฟไดโอดจะเปล่งแสง และเมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ได้รับแสง ขาระหว่างเบสกับคอลเลกเตอร์จะมีความต้านทานต่ำ ทำให้ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมมีค่าต่ำลงโดยสามารถหาได้จากสมการ

$$V = Vo\ R_2 / (R_1 + R_2)$$

โดย R1 คือ ความต้านทานที่ตกคร่อมระหว่างเบสกับคอลเลกเตอร์

R2 คือ ความต้านทานที่ให้ ในที่นี้คือ 220 โอห์ม

V คือ ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมระหว่างเบสกับคอลเลกเตอร์

Vo คือ ความต่างศักย์ที่ให้เข้ามาคือ 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 จะเห็นว่าความต่างศักย์รวมลดน้อยลง กระแสที่ผ่านหลอดแอลอีดีที่ทดสอบก็ลดลงทำให้ไฟไม่ติด ในทางกลับกันเมื่อโฟโตทรานซิสเตอร์ ไม่ได้รับแสงขาระหว่างเบสกับคอลเลกเตอร์จะมีความต้านทานสูง ด้วยเหตุผลเดิมทำให้หลอดแอลอีดีที่ทดสอบเปล่งแสง

3.1.1.3 วงจรรวมการควบคุมระยะไกล

ขั้นตอนการทำงานของวงจรคือ เมื่อไอซี MAX-232 ได้รับข้อมูลมาจากคอมพิวเตอร์ผ่านช่องทางอนุกรมแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 ก็จะดึงเอาข้อมูลไปใช้ และแปลคำสั่งรหัสของข้อมูลนั้นว่าข้อมูลนั้นหมายถึงอะไรจ่ายบิตแก่ช่องทางไหนของไมโครคอนโทรล เลอร์บ้าง จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็จะส่งบิตไปตามช่องทางที่กำหนดของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในวงจรจะมีไอซี 4N28 ซึ่งเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ ออปโตคัพเพลอ (phototransistor optocouplers) จะควบคุมการลัดกระแสของวงจรสวิทช์ของเครื่องควบคุมระยะไกล จากนั้นเครื่องควบคุมระยะไกลก็จะส่งข้อมูลไปกับคลื่นพาห์ที่เป็นคลื่นวิทยุที่ความถี่ 23 KHz ไปยังเครื่องรับที่ติดอยู่กับรถบังคับวิทยุ และวงจรภายในรถบังคับวิทยุ จะแปลคำสั่งข้อมูลที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณหลังจากที่กล้ำสัญญาณเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

รูปที่ 3.5 ภาพวงจรรวม

3.1.2 ภาคการติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและช่องทางอนุกรมด้วยซอฟต์แวร์

ในการเชื่อมต่อผ่านอินเทอร์เน็ต ต้องมีโพรโทคอลมาตรฐานที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน นั่นคือ อินเทอร์เน็ตโพรโทคอล และในชั้นการขนส่งข้อมูลเลือกใช้ โพรโทคอลทีซีพี ถึงแม้ว่าโพรโทคอลยูดีพีจะทำงานได้รวดเร็วกว่าด้วยความเรียบง่ายของก็ตาม แต่เนื่องมาจากความไม่ยืดหยุ่นในการส่งข้อมูลและไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และไม่มีการควบคุมการไหลของข้อมูล ในการติดต่อระหว่างโปรแกรม ตัวรับบริการ-ตัวบริการ ในโครงงานนี้จึงเลือกใช้โพรโทคอลทีซีพี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อติดต่อกับช่องทางอนุกรมนั้น ในภาษาคอมพิวเตอร์หลายภาษาได้สร้างเอพีไอ เพื่อการติดต่อใช้งานมอดูลที่มีอยู่แล้ว เพื่อให้นักเขียนโปรแกรมเขียนโปรแกรมติดต่อกับช่องทางอนุกรมได้ง่ายขึ้น โดยในบางภาษานักเขียนโปรแกรมเพียงเขียนรหัสแค่ 2-3 บรรทัดก็สามารถใช้งานได้ เช่น วิชวลเบสิกของบริษัทไมโครซอฟท์ แต่ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ภาษาจาวาในการพัฒนา ซึ่งภาษาจาวาเกิดขึ้นหลังวิชวลเบสิก เอพีไอสำหรับการติดต่อช่องทางอนุกรมยังใช้งานได้ไม่ง่ายนัก ด้วยความที่จาวาเป็นภาษาเชิงวัตถุที่เข้มงวดและสถาปัตยกรรมเหตุการณ์แบบจำลอง มีความแตกต่างจากซอฟต์แวร์ขับอุปกรณ์ทั่วไปเป็นอย่างมากและแม้ว่ามอดูลการติดต่อช่องทางคอมจะยังพัฒนาไม่สมบูรณ์นัก แต่ก็ทำงานได้มีประสิทธิภาพเพียงพอกับการใช้งาน

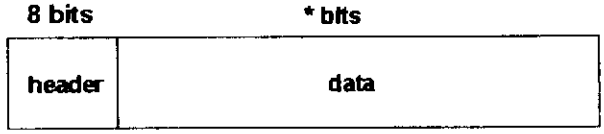
3.1.2.1 โพรโทคอลสำหรับการติดต่อระหว่าง ตัวรับบริการ และ ตัวบริการ

ในส่วนของการติดต่อ โพรโทคอลคือข้อตกลงที่กำหนดขึ้นเพื่อแลกเปลี่ยนและแปลความหมายข้อมูล โดยทุกๆข้อมูลที่มีการแลกเปลี่ยนกันระหว่าง ตัวรับบริการและตัวบริการ จะต้องมีส่วนหัว (header) เพื่อเป็นการบ่งบอกว่าข้อมูลนั้นเป็นชนิดไหน เพื่อที่จะได้จัดการได้ถูกต้องกับข้อมูลนั้น โดยส่วนหัวที่กำหนดขึ้นมีขนาด 1 ไบต์จึงส่งได้แตกต่างกันถึง 256 คำสั่ง ซึ่งมากพอสำหรับการทำงาน เพื่อความเข้าใจง่ายในการเขียนโปรแกรม จึงใช้ตัวอักขระบนแป้นพิมพ์ เป็นข้อมูลของส่วนหัว

ตารางที่ 3.1 โพรโทคอลที่ต่างๆที่ทำการตกลงระหว่างฝั่งตัวรับบริการและตัวบริการ

ข้อมูลส่วนหัว	ความหมาย
$	ข้อมูลในการส่งข้อความระหว่าง ตัวรับบริการ/ตัวบริการ
#	ข้อมูลคำสั่ง
*	ข้อมูลการเชื่อมต่อ
t	ข้อมูลเพื่อการทดสอบ
q	ข้อมูลเพื่อการสอบถาม
s	สงวนไว้

ในชั้นของโปรแกรมประยุกต์ในอินเทอร์เน็ตโพรโทคอลจะมีลักษณะของกลุ่มข้อมูลเป็นดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ลักษณะของกลุ่มข้อมูล

โดยที่ * bits หมายถึง กี่บิตก็ได้ตั้งแต่ 8,16,24,.. โดยจะเพิ่มเป็นเท่าตัวไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบการทดลองความหน่วงเวลา ณ เวลาต่างๆ

แบ่งออกเป็นการทดสอบสองส่วน ดังนี้

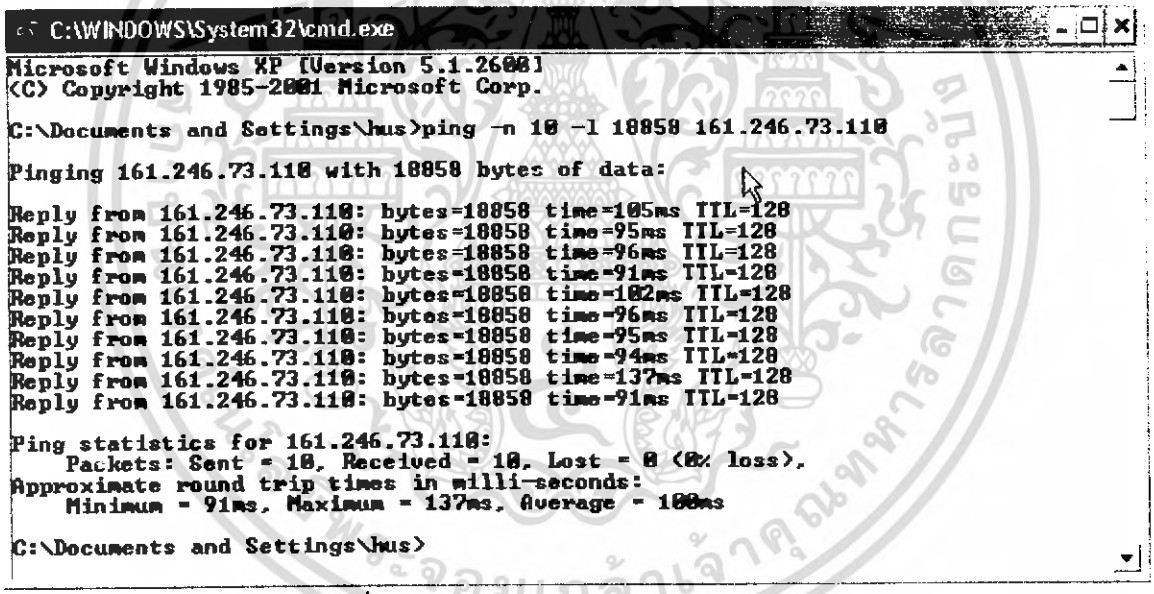
3.2.1. การทดสอบความหน่วงเวลาด้วยคำสั่งปิง

ปิง (ping) เป็นคำสั่งที่น่าจะมีในทุกระบบปฏิบัติการ มีประโยชน์มากในการทดสอบเครือข่ายว่า เครื่องปลายทางเชื่อมต่อกับเครือข่ายสำเร็จหรือไม่ และประโยชน์อีกอย่างของปิงสำหรับการทดลองก็คือสามารถทดสอบ ความหน่วงเวลาได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างคำสั่งปิงเพื่อใช้ในการทดลองความหน่วงเวลา คือ

ping -n 100 -l 50 localhost

โดยที่ -n 100 หมายถึงให้ ping ไปเรื่อยๆ หนึ่งร้อยครั้ง

-l 50 หมายถึง ในแต่ละครั้งจะส่งข้อมูลไป 50 ไบต์ซึ่งในแต่ละระบบการใช้งานโปรแกรม ping จะแตกต่างกัน



รูปที่ 3.7 การทดสอบความหน่วงเวลาด้วปิง

จากรูปที่ 3.7 จะเห็นว่าให้ค่าเหล่านี้แก่โปรแกรมปิงคือ "–n 10" หมายถึงให้ปิง 10 ครั้ง "–l 18858" หมายถึง ในการปิงแต่ละครั้งจะส่งกลุ่มข้อมูลขนาด 18858 ไบต์ สาเหตุที่เลือก 18858 เพราะต้องการจะทดสอบความหน่วงเวลาที่เกิดจากการส่งภาพผ่านเครือข่ายทีซีพี/ไอพี เนื่องจากภาพขนาด 480x360 พิกเซล ที่รับมาจากกล้องเครือข่ายของบริษัทแอกซิส ที่คุณภาพ 70 % และเข้ารหัสแบบเจเพ็ก(JPEG)

แต่เนื่องจากโปรแกรมปิงไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้งานแบบนี้ ผลลัพธ์ที่ได้จึงยังไม่ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง และอาจจะถูกกำจัดทิ้งได้โดยอุปกรณ์จัดเส้นทางเพราะอุปกรณ์จัดเส้นทางสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งค่าให้กำจัดกลุ่มข้อูลชนิดไอซีเอ็มพี (ICMP) ทิ้งดังนั้นปิงจึงไม่ใช่ทางออกสำหรับการทดสอบกับทุกๆเครื่อง ที่อยู่ต่างเครือข่ายกัน

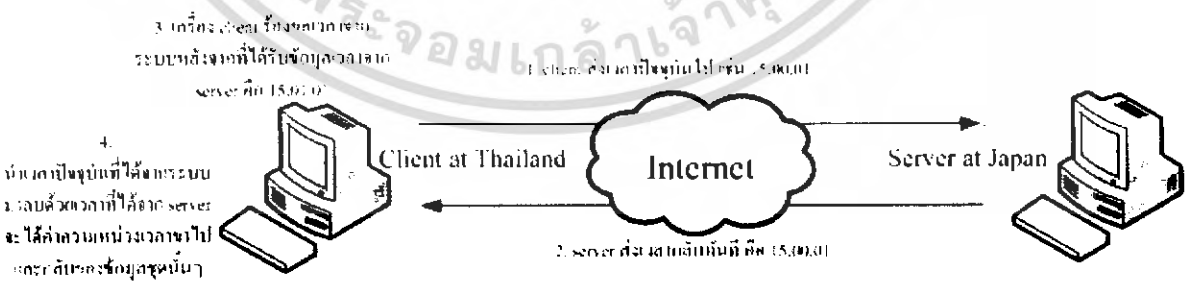
3.2.2 การทดสอบความหน่วงเวลาด้วยโปรแกรมที่สร้างขึ้น

โครงงานนี้เป็นการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทดสอบข้ามประเทศโดยนำตัวบริการและกล้องไปไว้ที่ญี่ปุ่น ซึ่งที่นั่นไม่สามารถทดสอบความหน่วงเวลาด้วยการปิงได้ เพราะอุปกรณ์จัดเส้นทางกรองกลุ่มข้อมูลชนิดไอซีเอ็มพี ทิ้งไปหมด จึงต้องสร้างโปรแกรมทดสอบความหน่วงเวลาขึ้นมาเองโดยอาศัยหลักการดังนี้

มีการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่องโดยเครื่องหนึ่งอยู่ที่ประเทศหนึ่ง และอีกเครื่องหนึ่งอยู่อีกประเทศหนึ่งซึ่งห่างกันมาก ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยิ่งห่างกันมากความหน่วงเวลาก็ยิ่งมากและความไม่แน่นอนของความหน่วงเวลาก็ยิ่งมากขึ้นด้วยเช่นกัน เวลาของสองประเทศจะต่างกัน ดังนั้นการสอบถามเวลาและมาหักล้างตามค่าประมาณ จึงเป็นวิธีที่มีความผิดพลาดสูงมาก และนอกจากนี้ยังมีความผิดพลาดเนื่องจากค่าความหน่วงเวลาที่สองเข้ามาอีกด้วย จึงมีอีกวิธีหนึ่งซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

มีเครื่องตัวรับบริการที่ต้องการค่าความหน่วงเวลาโดยเฉลี่ยในการส่งสัญญาณระหว่างตัวรับบริการและตัวบริการ ดังรูปที่ 3.8

1. ตัวรับบริการส่งเวลาปัจจุบันของตัวรับบริการไปให้แก่ตัวบริการ
2. เมื่อตัวบริการได้รับเวลาของตัวรับบริการแล้วให้ส่งกลับทันทีโดยไม่ต้องทำอะไรกับข้อมูล
3. เมื่อเครื่องตัวรับบริการได้รับข้อมูลกลับมาแล้วก็ร้องขอเวลาปัจจุบันจากระบบ
4. ตัวรับบริการนำข้อมูลเวลาได้มาจากระบบตั้งและลบด้วยข้อมูลเวลาที่รับมาจากเครื่องตัวบริการ



รูปที่ 3.8 การทดสอบหาค่าความหน่วงเวลา

โดยโปรแกรมที่ใช้ขั้นตอนวิธีนี้ในการคำนวณแล้ว สามารถหาเวลาที่สูญเสียไปกับความหน่วงเวลาขาส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตและความหน่วงเวลาที่ขารับจากอินเทอร์เน็ตและที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญคือโปรแกรมต้องสามารถเปลี่ยนแปลงปริมาณข้อมูลที่จะส่งแต่ละครั้งได้ หรือจะส่งเป็นชุดๆ ได้เช่นส่งข้อมูลขนาด 100 ไบต์จำนวน 50 ครั้ง แล้วทำสถิติว่า ณ เวลานี้ความหน่วง เวลาที่เกิดขึ้นมีค่าเท่าไหร่ เพื่อเอามาหาค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเพิ่มความแม่นยำมากขึ้น

3.3 การลดผลกระทบของความหน่วงเวลาด้วยซอฟต์แวร์

ในโปรแกรมเวอร์ชันแรกที่พัฒนาด้วยภาษาจาวามีข้อจำกัดมากมาย และ การเขียนโค้ดที่ซับซ้อนมาก ซึ่งอาจส่งผลให้ทำงานช้ารวมถึง เทคโนโลยีที่ยังไม่เข้ากัน (แต่ในอนาคตทางผู้ผลิตฮาร์ดแวร์อาจจะผลิตตัวพัฒนาออกมา ด้วยภาษาจาวา) ในโปรแกรมเวอร์ชันแรกสามารถรับภาพวีดิทัศน์ได้เพียงรูปแบบเดียวคือกระแสภาพเจเพ็กหรือภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก เท่านั้นไม่สามารถใช้งานเอ็มเพ็กสี่ ซึ่งกล้องที่ใช้อยู่ (AXIS 210) สนับสนุนได้ รวมถึงโปรแกรมต่อประสานการรับส่งข้อมูลของแลน-ไอโอซึ่งทางผู้ผลิตปกปิดรหัสต้นฉบับ ทำให้การพัฒนาด้วยภาษาจาวาจึงไม่เหมาะสมในขณะนี้ อีกต่อไป จึงเปลี่ยนภาษาที่ใช้พัฒนาไปเป็นวิชวลเบสิก เพราะขับอุปกรณ์ของทางผู้ผลิตฮาร์ดแวร์นั้นอิงกับสถาปัตยกรรมคอมของไมโครซอฟท์จึงทำให้พัฒนาได้ง่ายขึ้นมากโดยการเรียกใช้งานจากเอพีไอของทางผู้ผลิตเอง

3.3.1 การทำงานของโปรแกรมเพื่อลดปริมาณการส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย

ภายในโปรแกรมควบคุมจะมีอยู่สองส่วน คือ ส่วนแสดงผลและ ส่วนส่งคำสั่ง ดังนี้

3.3.1.1 ส่วนแสดงผล หรือ การรับภาพจากกล้อง

ภายในโปรแกรม สามารถรับภาพจากกล้องได้ทั้งภาพเคลื่อนไหวเจเพ็กและเอ็มเพ็กสี่ ซึ่งแต่ละส่วนมีเทคนิคในการปรับแต่งที่แตกต่างกัน

ภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก เป็นค่าพื้นฐานที่มาจากโรงงานผู้ผลิต ภายในโปรแกรมสามารถปรับแต่งคุณภาพของภาพ ขนาดของภาพ ระดับของสีได้เป็นต้น เพื่อลดปริมาณการส่งข้อมูลในแต่ละภาพสามารถปรับแก้ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ได้จากตัวโปรแกรม เมื่อเลือกให้โปรแกรมทำการรับภาพวีดิทัศน์ในวิธีนี้

เอ็มเพ็กสี่ เป็นรูปแบบที่ต้องการแบนด์วิดท์ต่ำ เหมาะสำหรับเครือข่ายคุณภาพต่ำหรือ เมื่อต้องการภาพเคลื่อนไหวที่มีความต่อเนื่องมากกว่า เมื่อรับชมภาพวีดิทัศน์ในวิธีภาพเคลื่อนไหวเจเพ็กแล้วมีการกระตุก ซึ่งกล้องรุ่นใหม่ๆของบริษัทแอกซิสเท่านั้นถึงจะรองรับรูปแบบนี้ และในกล้องรุ่น AXIS 210 ที่ใช้ในการทดลองก็สนับสนุนรูปแบบนี้เช่นกัน โดยต้องทำการปรับแต่งที่ตัวกล้องผ่านตัวจัดการซึ่งทำงานอยู่บนเว็บตัวบริการภายในตัวกล้องเองก่อน และเครื่องตัวรับบริการที่จะใช้งานรูปแบบ เอ็มเพ็กสี่ ก็ต้องติดตั้ง เอ็มเพ็กสี่โคเดกเสียก่อน ซึ่งในรุ่น AXIS 210 ใช้เอ็มเพ็กสี่โคเดกของบริษัทมูนไลท์ (Moonlight) ซึ่งเป็นแชร์แวร์ ส่วนในเรื่องของการปรับแต่งพารามิเตอร์การแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแตกต่างจากวิธีภาพเคลื่อนไหวเจเพ็กคือไม่สามารถปรับแต่งได้ผ่านตัวโปรแกรม ต้องทำผ่านตัวจัดการที่ฝังตัวในกล้องนั้น

ตารางที่ 3.2 ตารางเปรียบเทียบความสามารถระหว่าง เอ็มเพ็กสี่ และภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก

	วิธี motion jpeg	วิธี เอ็มเพ็กสี่
ความต้องการแบนด์วิดท์	ปานกลางถึงค่อนข้างสูง	ต่ำถึงปานกลาง
การปรับแต่งพารามิเตอร์การแสดงผลภาพวีดิทัศน์	ทำได้เลยผ่านตัวโปรแกรม หรือจะทำที่กล้องวีดิทัศน์ตัวบริการก็ได้	ต้องทำผ่านตัวจัดการบนวีดิทัศน์ตัวบริการเพียงอย่างเดียว
ระดับความน่าเชื่อถือ	มีความน่าเชื่อถือสูง เพราะถูกพัฒนามาจนอิ่มตัวแล้ว	ยังไม่เสถียรนัก จากการทดลองกับกล้องรุ่น AXIS 210 มีโอกาสเห็นภาพที่ผิดเพี้ยนได้บ่อย ซึ่งแก้ปัญหาโดยการปลุกเครื่องกล้องวีดิทัศน์ตัวบริการอีกครั้ง

3.3.1.1.1 คุณสมบัติที่ทำให้โปรแกรมนี้มีข้อได้เปรียบในการแข่งขัน เมื่อพิจารณาเฉพาะในส่วนของการแสดงผลจะได้ข้อมูลดังนี้

1. โปรแกรมสามารถรับภาพวีดิทัศน์ได้ทั้ง ภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก(Motion JPEG) และ เอ็มเพ็กสี่(MPEG4) ซึ่งมีข้อเด่นข้อด้อยต่างกันดังที่กล่าวไปแล้ว และสามารถเปลี่ยนวิธีการรับภาพเมื่อไรก็ได้ ที่ต้องการ เช่นต้องการรับภาพที่มีความหน่วงเวลาน้อยก็ใช้ เอ็มเพ็กสี่ แต่ถ้าเกิดปัญหา (ในกล้องรุ่น AXIS 210 ยังมีเสถียรภาพไม่ดีนักในการเข้ารหัสภาพในรูปแบบ เอ็มเพ็กสี่ มักจะเกิดปัญหานี้เมื่อมีการขยับกล้องขณะที่กล้องทำงานอยู่) ก็สามารถสลับไปใช้ภาพเคลื่อนไหวเจเพ็กได้ในทันที
2. สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์สำหรับรับภาพได้เมื่อไรก็ได้ (ทำได้เฉพาะในวิธีภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก) เช่น ภาพที่รับมีขนาดใหญ่เกินไป คุณภาพดีเกินไป ทำให้เกิดความหน่วงเวลาสูง และ เกิดอาการกระตุกของภาพเนื่องจากความไม่ต่อเนื่องของสัญญาณ ก็สามารถปรับแต่งพารามิเตอร์เหล่านี้ให้เหมาะสมกับสภาวะการได้ในทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีตัวเลือกเชื่อมต่อใหม่อัตโนมัติ เนื่องจากบ่อยครั้งที่การเชื่อมต่อเพื่อรับภาพวีดิทัศน์นั้นถูกยกเลิก เนื่องจากเกิด เวลารอคอยหมด (timeout) นอกจากโปรแกรมจะทำให้โดยอัตโนมัติแล้วยังมีปุ่มที่ทำหน้าที่นี้อีกด้วย เผื่อไว้สำหรับการเชื่อมต่ออัตโนมัติ ไม่ได้ถูกเลือกใช้ หรือ เกิดข้อผิดพลาดในการทำงาน
4. มีการเก็บค่าการปรับแต่งไว้ในแฟ้ม ซึ่งเมื่อโปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดไม่สามารถทำงานต่อได้ และปิดตัวลงไป เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นใหม่ค่าการปรับแต่งเดิมจะยังคงอยู่ เช่น หมายเลขไอพี คุณภาพของภาพ ขนาดของภาพ จะยังคงอยู่ ไม่ต้องทำการปรับแต่งใหม่
5. โปรแกรมใช้งานเอพีไอเวอร์ชันใหม่คือเอเอ็มซี (AMC) ซึ่งให้ประสิทธิภาพและเสถียรภาพที่ดีกว่าเอซีซี (ACC) และยังสนับสนุน เอ็มเพ็กสี่ ซึ่งในเอซีซีไม่สนับสนุน

3.3.1.2 ส่วนการส่งคำสั่งควบคุม

จากโปรแกรมในรุ่นแรกที่พัฒนาด้วยภาษาจาวา โดยใช้เทคโนโลยีตัวรับบริการ-ตัวบริการ โดยที่ตัวตัวบริการมีการติดต่อผ่านฮาร์ดแวร์ภายนอกผ่านช่องทางอาร์เอส-232 ต้องใช้คอมพิวเตอร์สองตัวสำหรับตัวรับบริการและตัวบริการ มีโพรโทคอลการติดต่อสื่อสารเฉพาะดังได้กล่าวไปแล้ว แต่ในรุ่นที่ใช้ในการแข่งขันจะต่างออกไปเนื่องจากการติดตั้งตัวบริการอาจยุ่งยากและเมื่อเกิดปัญหาขึ้น ทำให้แก้ไขลำบากเพราะเครื่องตัวบริการตั้งอยู่ที่ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งตัดปัญหาในเรื่องนี้ออกไปโดยใช้อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์มาควบคุมการจ่ายบิตแทน

ตัวบริการที่เป็นคอมพิวเตอร์ ซึ่งก็คือแลน-ไอโอดังนั้นในโปรแกรมรุ่นต่อมาจึงต้องพัฒนาให้ติดต่อผ่านแลน-ไอโอซึ่งอุปกรณ์ประเภทนี้มีที่ญี่ปุ่นเท่านั้นในปัจจุบันนี้

3.3.2 ลักษณะเฉพาะของแลน-ไอโอดังนี้

1. เนื่องจากแลน-ไอโอสามารถกำหนดไอพีให้กับได้ในช่วงของไอพีส่วนตัวเท่านั้น การเชื่อมต่อนอกวงแลนจึงทำไม่ได้
2. มีตัวนำเข้าสองช่อง และตัวนำออกห้าช่อง
3. มีการเก็บค่าแบบคงสถานะ คือ เมื่อจ่ายบิต 1 ให้แก่ตัวนำออกที่ 3 จะคงสถานะบิต 1 เอาไว้จนกว่าจะสั่งให้ตัวนำออก3 จ่ายบิต 0
4. การเชื่อมต่อจะต้องทำผ่านเอพีไอ ของบริษัทผู้ผลิตเท่านั้นเนื่องจาก ผู้ผลิตไม่เปิดเผยรหัสต้นฉบับให้แก่ผู้พัฒนารายอื่น ทำให้ภาษาที่ใช้ในการติดต่อยังคงต้องอิงกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถาปัตยกรรมคอมของไมโครซอฟท์โปรแกรมรุ่นแรกที่พัฒนาด้วยภาษาจาวาจึงยัง ไม่สามารถทำได้ในปัจจุบัน

ในส่วนของการควบคุมสามารถทำได้ 3 ทางคือ ควบคุมผ่านโปรแกรมต่อประสานของโปรแกรมด้วยการกดปุ่ม ควบคุมผ่านแผงแป้นอักขระและควบคุมผ่านเมาส์ ซึ่งการควบคุมผ่านเมาส์ที่คิดเอาไว้คือการระบุตำแหน่งของหุ่นยนต์ด้วยการคลิกขวาที่ตัวหุ่นยนต์ และ ตำแหน่งที่จะไปโดยการคลิกขวาอีกครั้งที่จุดหมายปลายทางที่จะให้หุ่นยนต์ไป ซึ่งการทำงานในวิธีนี้ยังยึดติดกับตัวหุ่นยนต์มากเกินไปอยู่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงความเร็ว ขนาดล้อ ตำแหน่งล้อ หรือ หุ่นคนละตัว ก็จะเกิดความผิดเพี้ยนขึ้นได้ จึงยังทำงานได้ไม่สมบูรณ์นักและก็ยังไม่ฉลาดพอจะวิเคราะห์ความหน่วงเวลาที่ไม่แน่นอน และ ผลกระทบของความหน่วงเวลา ได้เอง ในการแข่งขัน จึงแนะนำให้ใช้ การควบคุมผ่านการกดปุ่ม หรือ ผ่านแผงแป้นอักขระแทน ซึ่งในการทดลองพบว่าการควบคุมผ่านแผงแป้นอักขระจะทำงานได้คล่องตัวกว่ามาก เมื่อผู้ควบคุมมีความชำนาญ

3.3.3การทำงานภายในเมื่อผู้ใช้เริ่มการติดต่อจนถึงการสั่งงานหุ่นยนต์ผ่านโปรแกรมต่อประสานของโปรแกรม

3.3.3.1 เทคนิคการทำงานเฉพาะตัวที่ใช้ในการส่งข้อมูลเพื่อลดผลกระทบจากความหน่วงเวลา

เนื่องจากการติดต่อผ่านอินเทอร์เน็ตโพรโทคอล มีที่นิยมอยู่สองแบบคือ แบบทีซีพี และยูดีพีซึ่งในแบบทีซีพีจะมีโอเวอร์เฮด (Overhead) เยอะกว่ายูดีพีมาก ไม่ว่าจะเป็นขนาดส่วนหัว การทำการจับมือ (Handshaking) การตรวจสอบและควบคุมการไหลของข้อมูล การส่งและตอบกลับเป็นต้น ดังนั้นทีซีพี จึงไม่นิยมใช้ในการสื่อสารแบบสื่อประสม ซึ่งจากการรับภาพจากกล้องจะเห็นว่ารับภาพด้วยภาพเคลื่อนไหวเจเพ็กนอกจากจะช้าเพราะไม่มีการใช้เทคนิคการเข้ารหัสมาช่วยสำหรับภาพเคลื่อนไหวแล้ว ยังส่งผ่านโพรโทคอลทีซีพีอีกด้วย ซึ่งในกล้อง AXIS 210 นี้มีเว็บตัวบริการอาร์ปาเช่ (Apache) ติดตั้งอยู่ จึงใช้วิธีการส่งรูปผ่านโพรโทคอลเอชทีทีพี (HTTP) ซึ่งทำงานอยู่บนโพรโทคอลทีซีพีอีกทีหนึ่ง แม้ว่าโพรโทคอลทีซีพีจะไม่เหมาะกับการสื่อสารสื่อประสมแต่ เหมาะสำหรับงานด้านการควบคุม เพราะคำสั่งในการควบคุมมีขนาดไม่มาก และลำดับและความน่าเชื่อถือเป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งตัวโพรโทคอลทีซีพีจึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อเพื่อควบคุมการสั่งงานหุ่นยนต์ สำหรับการส่งสัญญาณควบคุม

ผ่านโพรโทคอลยูดีพีขอยกตัวอย่างว่า ถ้าส่งคำสั่งเพื่อให้เดินหน้า แต่คำสั่งให้ถอยหลังกลับส่งไปถึงก่อน ย่อมส่งผลไม่ดีต่อการบังคับอย่างแน่นอน หรือ ถ้าส่งไปแล้วแต่บิตหายไประหว่างทางหนึ่งบิตคำสั่งเพี้ยนจากเลี้ยวซ้ายไปเป็นเลี้ยวขวา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังที่กล่าวไปแล้วว่าอุปกรณ์แลน-ไอโอมีการเก็บค่าแบบคงสถานะไว้ และมีข้อจำกัดสำหรับเอพีไอในการส่งคือส่งได้ทีละบิต นั่นคือในการส่งข้อมูล เช่น 1110 สำหรับการเดินหน้า 1001 สำหรับการถอยหลังเป็นต้น จะสังเกตเห็นว่าในแต่ละการส่งคำสั่งแต่ละครั้ง จะต้องส่งข้อมูลจำนวน 4 บิต (แต่ในเอพีไอในแต่ละบิตจะกำหนดชนิดตัวแปรเป็นจำนวนเต็มขนาดยาว) ซึ่งถ้าเป็นการส่งธรรมดาทั่วๆไป ก็ส่งไปในเดทาแกรมเดียวกัน พร้อมกันทั้ง 4 บิต แต่ด้วยข้อกำหนดของ เอพีไอ ของแลน-ไอโอยี่ห้อ "LineEye" ที่อนุญาติให้ส่งได้เพียงทีละ 1 บิต ดังนั้นแทนทีจะส่งข้อมูล 1110 ด้วย 1 เดทาแกรม เลยต้องส่งด้วย 4 เดทาแกรมแทน โอเวอร์เฮดก็จะเพิ่มขึ้น 4 เท่าต่อการส่งในหนึ่งคำสั่ง

ในโครงงานนี้เป็นการเสนอแนวทางในการลดความหน่วงเวลาที่เกิดขึ้นจากการติดต่อ ซึ่งจริงๆแล้ว เป็นการเสนอแนวคิดและวิธีในการลดผลกระทบของความหน่วงเวลา มากกว่าจะเป็นการลดความหน่วงเวลาซึ่งไม่สามารถรับประกันได้ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แนวคิดต่อไปนี้จะเป็นแนวคิดสำหรับการลดผลกระทบของความหน่วงเวลาที่เกิดขึ้น ระหว่างการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.3.3.2 เทคนิคการจดจำสถานะล่าสุดและเทคนิคการลดจำนวนบิตที่ส่งให้น้อยที่สุด

แนวคิดของเทคนิคนี้คือจะทำอย่างไรให้มีการส่งข้อมูลเป็นจำนวนน้อยที่สุด ในการควบคุมหุ่นยนต์ จากลักษณะเฉพาะของแลน-ไอโอตามที่กล่าวไปข้างต้นแล้วว่าแลน-ไอโอนั้นมีการเก็บค่าแบบคงสถานะ จึงใช้เทคนิคนี้เพื่อใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติของแลน-ไอโอได้ดี กล่าวคือ สมมติว่ามีโพรโทคอลในการส่งดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 รูปแบบบิตการส่งสำหรับแต่ละคำสั่ง

รูปแบบข้อมูล (5 บิต)	ความหมาย
00000	หยุด
00001	วิ่งตรง
00010	ถอยหลัง
00100	เลี้ยวซ้าย
01000	เลี้ยวขวา

ถ้าในการกำหนดโพรโทคอลในการส่ง ต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดและการทำให้เกิดผลในตัวหุ่นยนต์ด้วย ซึ่งจริงๆแล้วเพื่อให้การส่งข้อมูลมีจำนวนน้อยที่สุด ควรลดบิตของคำสั่งในการส่งเพื่อลดจำนวนครั้งในการส่งในแต่ละคำสั่งด้วย ซึ่งถ้า มีเพียง 5 รูปแบบคำสั่งควรจะใช้บิตให้น้อยที่สุดคือ 3 บิตซึ่งสนับสนุนได้ 8 คำสั่ง ดีกว่าที่จะใช้ 5 บิตที่สนับสนุน 32 คำสั่งซึ่งเกินความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไปมาก แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับการทำให้เกิดผลและกระบวนการทำงานของหุ่นยนต์ด้วย ซึ่งไม่สามารถเข้าไปควบคุมได้มากมายนัก

การจดจำสถานะจะเป็นการใช้คุณสมบัติของแลน-ไอโอที่เก็บค่าแบบคงสถานะ (เพื่อลดปริมาณการใช้งานในเครือข่าย) และข้อจำกัดในการส่งได้เพียงทีละบิตมาใช้ประโยชน์ คือ เริ่มแรกเมื่อส่งข้อมูลคำสั่งตรงไป จากตารางที่3.3 จะเห็นว่ามีรูปแบบข้อมูลเป็น 00000 จะไม่ทำการส่งเพราะเริ่มแรกในขั้นตอนติดต่อแลน-ไอโอจะเริ่มต้นค่าให้เป็น 0 ทุกบิตเสมอ ก็จะหยุดอยู่กับที่ และจะมีบัฟเฟอร์ไว้พักข้อมูลขนาดเท่ากับจำนวนบิตคำสั่งสูงสุดที่ใช้งานได้ ก็จะถูกเริ่มค่าให้เป็น 0 ทุกตัว หลังจากเริ่มขั้นตอนการติดต่อ เช่นกัน จากนั้นส่งคำสั่งเพื่อเดินหน้า จะต้องส่งบิตข้อมูลเป็น 00001 จะไปตรวจสอบข้อมูลในบัฟเฟอร์ก่อนว่า มีความแตกต่างกี่บิต ก็ส่งไปเฉพาะบิตที่แตกต่าง และถ้าส่งไม่สำเร็จจะส่งใหม่อัตโนมัติ ถ้าส่งสำเร็จจะบันทึกบิตที่มีการเปลี่ยน แปลงลงไปในบัฟเฟอร์ ทำอย่างนี้ไปเรื่อยๆ จะเห็นว่าหลังจากหยุดรถและสั่งให้วิ่งตรงมีการส่งบิตคำสั่งเพียง 6 ครั้งสำหรับคำสั่งหยุดและต่อด้วยวิ่งตรง ซึ่งถ้าไม่มีการใช้แนวคิดนี้จะทำให้ต้องส่งคำสั่งทั้งหมดอย่างน้อย 10 ครั้ง เพื่อที่จะทำให้คำสั่งหยุดและวิ่งตรงทำงาน ยกตัวอย่างการเปรียบเทียบจำนวนบิตที่ส่งเมื่อหุ่นยนต์ได้รับคำสั่งดังนี้

1.หยุด 2.วิ่งตรง 3.เลี้ยวขวา 4.หยุด 5. วิ่งตรง 6. เลี้ยวซ้าย 7. เลี้ยวขวา 8. วิ่งตรง 9. หยุด

ถ้าใช้แนวคิดนี้ โดยอ้างอิงกับตารางรูปแบบบิตการส่งสำหรับแต่ละคำสั่ง จะต้องใช้ จำนวนบิตในการทำคำสั่งทั้งหมดให้ครบ ทั้งหมดกี่บิต จะคำนวณได้ดังนี้

1. หยุด (00000) ใช้ 5 บิต เริ่มต้น
2. วิ่งตรง (00001) แตกต่างจากคำสั่งหยุดหนึ่งบิต จึงใช้ 1 บิต
3. เลี้ยวขวา (01000) แตกต่างจากคำสั่งวิ่งตรง 2 บิต จึงใช้ 2 บิต
4. หยุด (00000) ใช้ 1 บิต
5. วิ่งตรง (00001) ใช้ 1 บิต
6. เลี้ยวซ้าย (00100) ใช้ 2 บิต
7. เลี้ยวขวา (01000) ใช้ 2 บิต
8. วิ่งตรง (00001) ใช้ 2 บิต
9. หยุด (00000) ใช้ 1 บิต

รวมทั้งสิ้นใช้อย่างน้อย 5+1+2+1+1+2+2+2+1 = 17 บิตในการทำคำสั่งทั้งหมดให้สมบูรณ์ นั่นหมายความว่าต้องส่ง 17 ครั้งใน 9 คำสั่งที่สั่งไป (อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับคำสั่งและข้อกำหนดรูปแบบคำสั่งที่ใช้ในการควบคุม) ในขณะที่ ถ้าไม่ใช้เทคนิคการจดจำสถานะล่าสุดนี้ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ทั้งสิ้น 10*9 (10+10+10+10+10+10+10+10+10) = 90 บิต หรือต้องส่งทั้งหมดอย่างน้อยถึง 90 ครั้ง ถึงจะบรรลุคำสั่งทั้งหมดได้ตามที่กำหนด ซึ่งเยอะและสิ้นเปลืองกว่าการใช้เทคนิคมาก(ที่ว่าส่งอย่างน้อยนั้น หมายความว่า อาจจะใช้บิตมากกว่านี้เพราะตามเทคนิคนี้ถ้าบิตไหนไม่สามารถส่งได้จะทำการส่งซ้ำอีกครั้ง)

จากตารางที่3.3 การส่งคำสั่งและบิตคำสั่งสำหรับตามที่กล่าวไปข้างต้นจะเห็นว่ามีทั้งหมด 5 คำสั่งแต่ใช้ บิตแทนแต่ละคำสั่งถึง 5 บิต (ซึ่ง 5 บิตสนับสนุน 32 คำสั่ง) ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองจำนวนบิตโดยใช่เหตุ ถ้ามี 5 คำสั่งสามารถกำหนดจำนวนบิตที่ใช้เพียง 3 บิต (สนับสนุน 8 (2^3) คำสั่ง ได้แทน) ซึ่งช่วยลดจำนวนบิตลงไปถึง 2 บิตต่อคำสั่ง แต่ในแนวคิดการลดจำนวนบิตที่ส่งให้น้อยที่สุดไม่ใช่เพียงเท่านี้ แต่จะนำแนวคิดทางสถิติและความน่าจะเป็นเข้ามาผสมผสานด้วย ในการออกแบบรูปแบบบิตในการส่งของแต่ละคำสั่ง สมมติว่ามี 5 คำสั่งเหมือนตารางที่ 3.3 จะพิจารณาอัตราการเกิดบ่อยของแต่ละคำสั่ง ตัวอย่างเช่นคำสั่งหยุดใช้ตอนเริ่มต้น หรือใช้ในแต่ละครั้งเมื่อหุ่นยนต์เริ่มหลุดจากการควบคุม คำสั่งที่ใช้บ่อยคือ วิ่งตรง,เลี้ยวซ้าย,เลี้ยวขวา และคำสั่งที่ใช้นานๆครั้งคือถอยหลังจากลักษณะการควบคุมข้างต้นสามารถออกแบบโพรโทคอลสำหรับแต่ละคำสั่งใหม่ได้ดังนี้

ตารางที่3.4 รูปแบบบิตการส่งสำหรับแต่ละคำสั่งแบบที่ 2

รูปแบบข้อมูล (5 บิต)	ความหมาย
000	หยุด
001	วิ่งตรง
100	ถอยหลัง
011	เลี้ยวซ้าย
010	เลี้ยวขวา

จะเห็นว่าการเริ่มต้นการติดต่อแลน-ไอโอต้องทำการจ่ายทุกบิตให้เป็น 0 อยู่แล้วดังนั้นเหมาะที่สุดที่จะกำหนดรูปแบบ 000 ให้หมายถึงหยุด ส่วนคำสั่งที่ใช้บ่อยคือ วิ่งตรง (001) ,เลี้ยวซ้าย (011) ,เลี้ยวขวา (010) จะเห็นว่ามีการใช้งานเพียง 2 บิตล่างเพื่อให้มีความแตกต่างกันน้อยที่สุดเพื่อที่จะใช้งานกับเทคนิคการจดจำสถานะล่าสุดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่วนคำสั่งที่ไม่ค่อยได้ใช้บ่อยอย่าง ถอยหลัง (100) จะใช้งานบิตแรกทำให้รูปแบบบิตคำสั่งแตกต่างกับคำสั่งอื่นๆมากที่สุด ดังตารางที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงการเปรียบเทียบ

คำสั่ง	หยุด (000)	วิ่งตรง (001)	เลี้ยวซ้าย (011)	เลี้ยวขวา (010)	ถอยหลัง (100)	ถอยหลัง (101)	รวมบิตแตกต่าง
หยุด (000)	0	1	2	1	1	(2)	4,5(6)
วิ่งตรง (001)	1	0	1	2	2	(1)	4,6(5)
เลี้ยวซ้าย (011)	2	1	0	1	3	2	4,7(6)
เลี้ยวขวา (010)	1	2	1	0	2	3	4,6(7)
ถอยหลัง (100)	1	2	3	2	0	-	8,8
ถอยหลัง (101)	2	1	2	3	-	0	8,8

จากตารางสามารถอธิบายรูปแบบตัวเลข รวมบิตที่แตกต่างๆได้ดังนี้

x,y(z) หมายถึง

x = เทียบในกลุ่มที่ใช้บ่อย

y = เทียบทุกกลุ่มรวมการถอยหลัง(100)

z = เทียบทุกกลุ่มรวมการถอยหลัง(101)

ในการที่เทียบถอยหลังสองรหัส 100 กับ 101 เพื่อดูว่าจะมีความแตกต่างเฉลี่ยตากกันไหม ปรากฏว่าไม่ต่างสามารถเลือกใช้ได้ โดยบิตแรกเป็น 1 ก็พออีกสองบิตจะเป็นอะไรก็ได้

จากตารางที่ 3.5 จะเห็นว่าถ้ามีการใช้งานคำสั่งภายในกลุ่มที่ใช้บ่อยอย่าง หยุด วิ่งตรง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เฉลี่ย 4 บิตซึ่งน้อยที่สุด ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบคำสั่งที่ใช้ทั้งหมดสลับกับตัวเองวนไปจะใช้เฉลี่ย 6 บิต ในขณะที่คำสั่งที่ใช้งานนานๆครั้งอย่างถอยหลัง ทั้งแบบ (100) และ (101) เมื่อเปรียบเทียบด้วยตัวเองกับตัวอื่นวนไปจะมีความแตกต่างเฉลี่ยถึง 8 บิตในทั้งการถอยหลังสองแบบ (100 และ 101) ซึ่งจากตารางรูปแบบบิตการส่งสำหรับแต่ละคำสั่งแบบที่ 2 จึงมีความเหมาะสมกว่าที่จะนำไปใช้งานจริงๆเพื่อลดจำนวนบิตส่งในการควบคุมหุ่นยนต์ได้น้อยที่สุด ซึ่งเทคนิคการจดจำสถานะล่าสุดและเทคนิคการลดจำนวนบิตที่ส่งให้น้อยที่สุด เมื่อใช้งานร่วมกันจะมีประสิทธิภาพมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

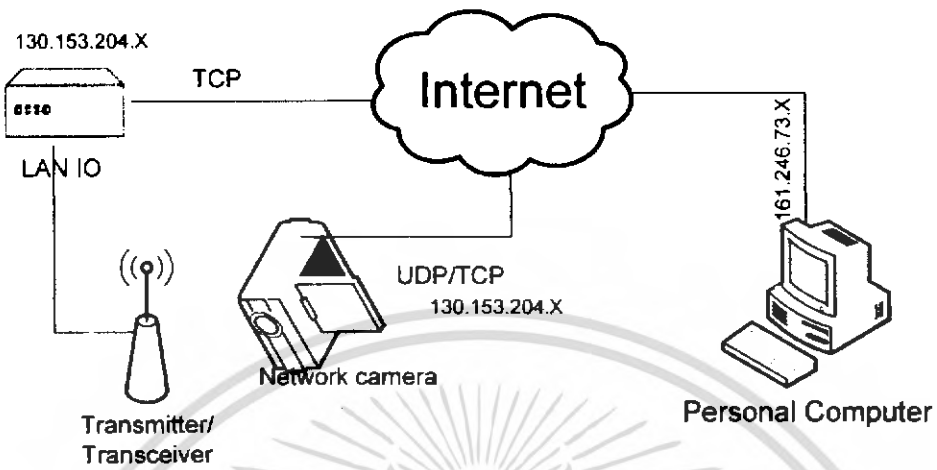
3.3.3.3 ขั้นตอนวิธีของการจดจำสถานะล่าสุด

```
// สร้างแถวลำดับชนิดตรรกะ ให้มีขนาดเท่ากับ 5 ใช้เป็นบัฟเฟอร์ไว้สำหรับจดจำค่า
Boolean buffer[4] ;
For(int i=0;i<5;i++){
    Buffer[i] = false; //ทำการใส่ค่าเริ่มต้นให้แก่เป็นเท็จ
}
Void Listen_input() {
    If input_has_arrived() {
        Switch(command){
            Case command1: do_command1(); break;
            Case command2: do_command2(); break;
            Case command3: do_command3(); break;
            ....
        }
    }
}
Public void do_command1(){
    Bit[0] = command1_bit0_value;
    Bit[1] = command1_bit1_value;
      Bit[2] = command1_bit2_value;
      Bit[3] = command1_bit3_value;
      Bit[4] = command1_bit4_value;
    For(int i=0;i<5;i++){
        If( bit[i] ! =  buffer[i] ){
            Send_value_at_bit(i , bit[i]);
        }
    }
}
Public void do_command2(){
.... }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 รูปแบบการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ

3.4.1 การเชื่อมต่อรูปแบบที่ 1



รูปที่ 3.9 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบที่ 1

เชื่อมต่อโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ไปยังกล้องเครือข่ายและแลน-ไอโอ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เครือข่าย วิธีนี้มีเสถียรภาพที่ดี เร็วที่สุดเพราะไม่ต้องผ่านตัวกลางใดๆ ดังนั้นคุณภาพการเชื่อมต่อจะขึ้นอยู่กับอินเทอร์เน็ตเพียงอย่างเดียว แต่มีปัญหาคือตัวอุปกรณ์แลน-ไอโอ ไม่สามารถตั้งรหัสผ่านในการใช้งานได้เหมือนกล้องเครือข่ายจึงสามารถถูกติดต่อเข้ามาใช้งานได้จากที่ไหนก็ได้ ความปลอดภัยในการเชื่อมต่อจึงต่ำและจะต้องใช้จำนวนไอพีสาธารณะ (public ip) ถึง 2 ที่อยู่

ข้อดี

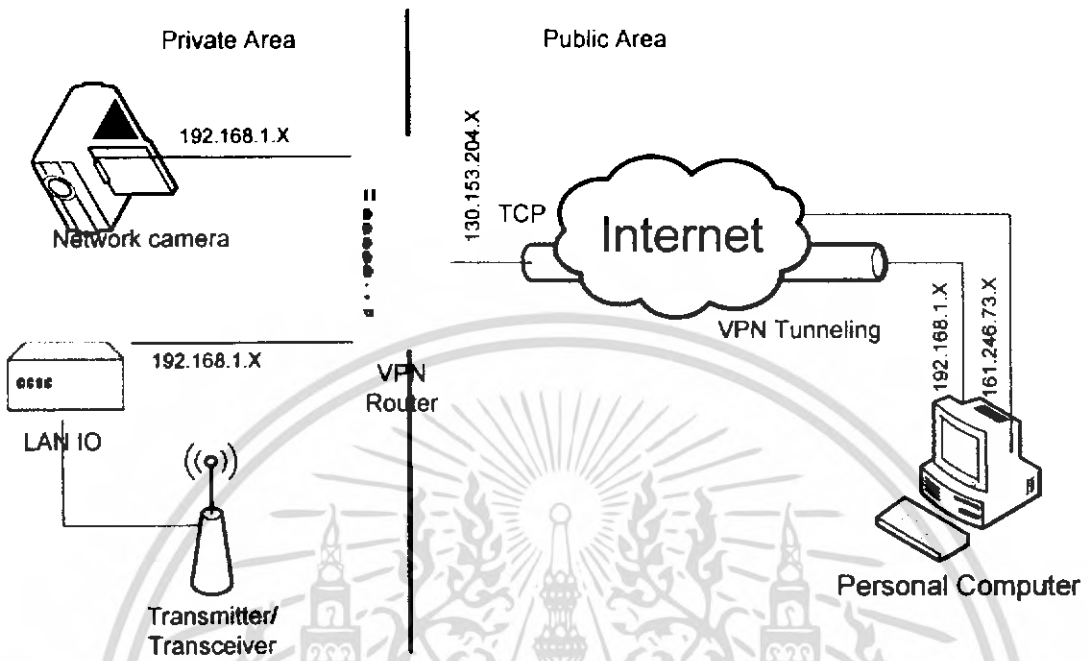
- ทำงานได้เร็วที่สุดเพราะเป็นการเชื่อมต่อโดยตรง

ข้อเสีย

- ไม่สามารถกำหนดไอพีสาธารณะให้แก่แลน-ไอโอได้
- ใช้งานไอพีสาธารณะจำนวน 2 ที่อยู่
- ไม่มีระบบความปลอดภัยสำหรับแลน-ไอโอใครก็สามารถเข้ามาใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การเชื่อมต่อรูปแบบที่ 2



รูปที่ 3.10 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบที่ 2

มีอุปกรณ์จัดเส้นทางที่เป็นวีพีเอน (VPN) เข้ามาแก้ปัญหาเรื่องของความปลอดภัย ที่มีปัญหาในการเชื่อมต่อแบบที่ 1 ซึ่งในรูปแบบที่ 2 นี้จะนำอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นกล้องเครือข่าย และแลน-ไอโอจะนำมาต่อกับตัวอุปกรณ์จัดเส้นทางอีกทีหนึ่ง ซึ่งการติดต่อสื่อสารจะทำผ่านท่อวีพีเอน จากคอมพิวเตอร์ที่มีไอพีสาธารณะและเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่แล้วจะทำการต่อเลขหมาย (dial-up) เพื่อขอเข้าใช้งานภายในพื้นที่ส่วนตัว (private zone) ผ่านวีพีเอนอุปกรณ์จัดเส้นทาง ซึ่งภายในตัวอุปกรณ์นี้จะมีแนทและดีเอชซีพีอยู่จะให้ไอพีส่วนตัวกับคอมพิวเตอร์ที่ว่างอยู่อีกที่อยู่หนึ่งดังนั้นคอมพิวเตอร์จะมีสองไอพีคือหนึ่งไอพีสาธารณะกับอีกหนึ่งไอพีส่วนตัวที่ได้มาจากอุปกรณ์จัดเส้นทาง อุปกรณ์ที่ต่อกับวีพีเอนอุปกรณ์จัดเส้นทางจะถูกกำหนดช่วงหมายเลขที่อยู่ในช่วงไอพีส่วนตัวคลาสซี (Class C) ทั้งหมดซึ่งจากรูปแบบการเชื่อมต่อนี้สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดในรูปแบบที่ 1 ได้ก็จริง แต่ว่าการส่งข้อมูลผ่านท่อวีพีเอนนั้นจะมีขนาดของส่วนหัวและกระบวนการทำงานที่สูง ทำให้ช้าและอาจขาดเสถียรภาพไปได้ ซึ่งตัวกล้องเครือข่ายนั้นก็สามารถตั้งรหัสผ่านได้อยู่แล้วดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องต่อผ่านวีพีเอน

ข้อดี

- ใช้งานแลน-ไอโอได้เพราะกำหนดไอพีให้ในช่วงไอพีส่วนตัวคลาสซี ซึ่งสามารถทำได้
- ใช้งานไอพีสาธารณะเพียง 1 หมายเลขที่อยู่ซึ่งเป็นการประหยัดหมายเลขที่อยู่

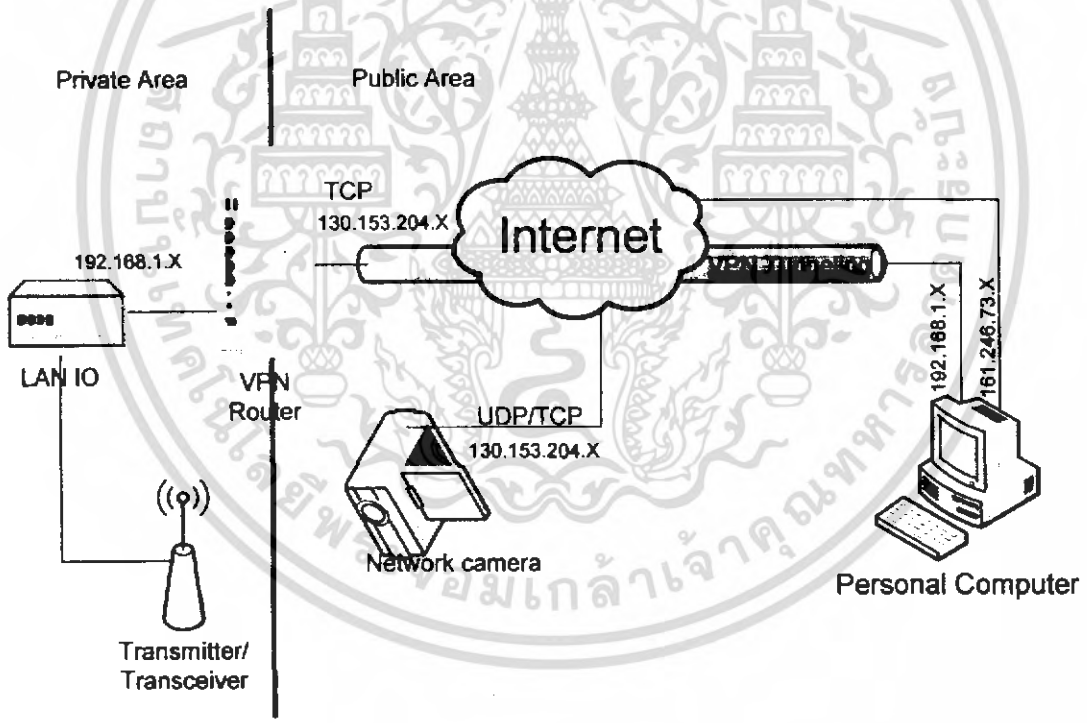
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แก้ปัญหาเรื่องความปลอดภัย ผู้ที่จะใช้งานแลน-ไอโอต้องผ่านการตรวจสอบยืนยันสิทธิจากวีพีเอนอุปกรณ์จัดเส้นทางเสียก่อน

ข้อเสีย

- ใช้งานไอพีสาธารณะจำนวน 2 หมายเลขที่อยู่ซึ่งมากกว่าการเชื่อมต่อรูปแบบอื่น
- การเชื่อมต่อที่ต้องการคุณภาพของกระแสเป็นแบบเวลาจริงอย่างกล้องเครือข่ายนั้นจะทำงานได้ช้าและเป็นการเพิ่มส่วนหัวจำนวนมหาศาลให้แก่กลุ่มของข้อมูล ทำให้การรับภาพจากกล้องช้ามาก
- เนื่องจากมีปริมาณข้อมูลที่มากเกินไปไหลผ่านวีพีเอนที่ต้องมีการเข้ารหัสและใส่ส่วนหัวให้แก่กลุ่มของข้อมูล จะทำให้วีพีเอนอุปกรณ์จัดเส้นทางทำงานหนักมาก ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพและเสถียรภาพ เท่าที่ทดลองมาการรับภาพจากกล้องด้วยวิธีนี้ช้ามาก และ เมื่อเวลาผ่านไปสัก 5 นาทีอุปกรณ์จัดเส้นทางจะล่ม ต้องเริ่มต้นใหม่

3.4.3 การเชื่อมต่อรูปแบบที่ 3



รูปที่ 3.11 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบที่ 3

เป็นรูปแบบที่ใช้งานอยู่ ลักษณะการเชื่อมต่อจะคล้ายกับแบบที่ 2 แต่ว่าได้มีการนำกล้องเครือข่ายออกมาจากพื้นที่ส่วนตัวโดยกำหนดไอพีสาธารณะให้แก่กล้องเครือข่าย ในรูปแบบการเชื่อมต่อแบบนี้สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

- แก้ปัญหาเรื่องความปลอดภัย ผู้ที่จะใช้งานแลน-ไอโอต้องผ่านการตรวจสอบยืนยันสิทธิจากวีพีเอนอุปกรณ์จัดเส้นทางเสียก่อน
- อุปกรณ์จัดเส้นทางทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเสถียรภาพเพราะกล้องเครือข่ายไม่ได้ต่อผ่านอุปกรณ์จัดเส้นทางอีกแล้ว เลยไม่ต้องเข้ารหัสกลุ่มของข้อมูลจำนวนมาก
- การวีดิทัศน์ผ่านเครือข่ายเป็นไปอย่างรวดเร็ว เพราะต่อโดยตรงโดยไม่ผ่านการเข้ารหัสใดๆ

ข้อเสีย

- ใช้งานไอพีสาธารณะจำนวน 2 หมายเลขที่อยู่

3.5 การออกแบบส่วนควบคุมการทำงาน

ในโครงงานนี้แบ่งส่วนการทำงานออกเป็นสองวิธีด้วยกัน คือ วิธีการทำงานตัวรับบริการ-ตัวบริการ และ วิธีควบคุมการทำงานผ่านแลนไอโอ ดังนั้นเพื่อผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายจึงทำส่วนของหน้าแรกที่สามารถเลือกได้ว่าต้องการใช้งานวิธีไหนดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 หน้าแรกของโปรแกรม

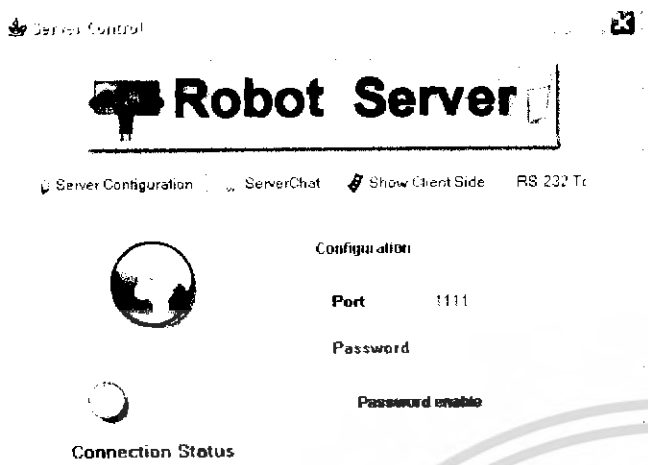
3.5.1 วิธีควบคุมการทำงานแบบตัวรับบริการ-ตัวบริการ

แบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.5.1.1 ส่วนควบคุมการทำงานตัวบริการ

แบ่งการทำงานออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



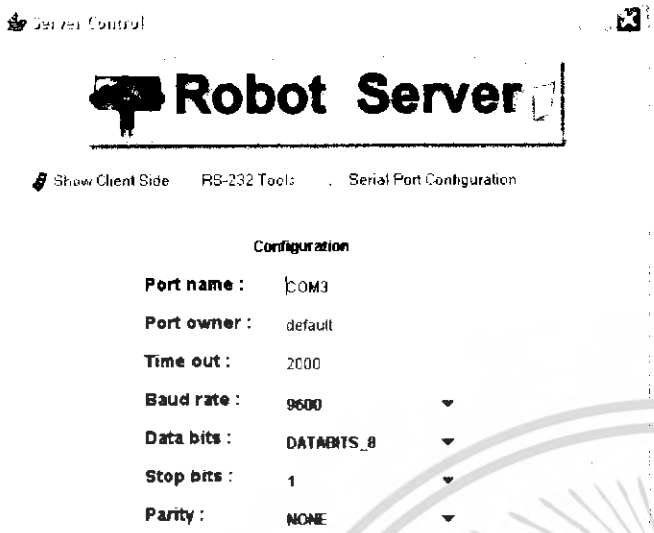
ก.หน้าแรกของส่วนการทำงานตัวบริการ

ข.ส่วนการทำงาน Chat

ค.ส่วนแสดงภาพจากกล้องและดูการทำงานของไคล์เอ็น

ง.โปรแกรมอัตถประโยชน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะทดสอบการทำงานของช่องทางอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จ.หน้าต่างการปรับแต่งค่าของการเชื่อมต่อกับช่องทางอนุกรม

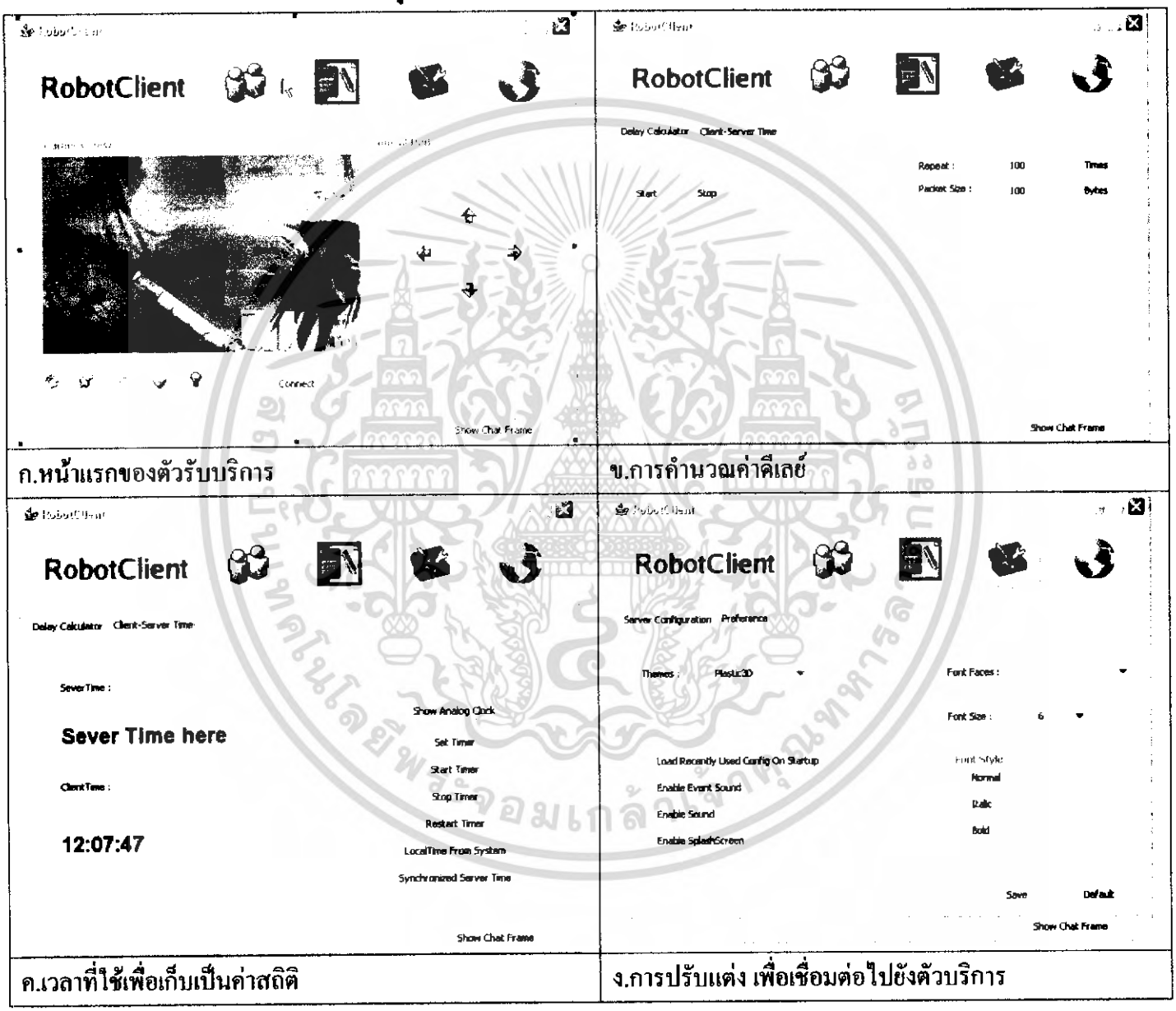
รูปที่ 3.13ส่วนควบคุมการทำงานตัวบริการ

1. ในหน้าแรกของโปรแกรมที่ทำน้าที่เป็นตัวบริการ จะประกอบไปด้วยการตั้งค่าพื้นฐาน เช่นช่องทางและรหัสผ่าน และปุ่มที่ใช้สำหรับดักฟังการเชื่อมต่อของตัวรับบริการ รวมถึงการแสดงสถานะการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.13(ก)
2. ในแท็บ "ServerChat" ซึ่งเป็นแท็บที่สอง ซึ่งใช้สำรับพิมพ์ข้อความติดต่อสื่อสารกันได้ ระหว่างตัวรับบริการและตัวบริการ ดังรูปที่ 3.14(ข)
3. ในตัวบริการก็สามารถดูภาพจากกล้องได้เช่นกัน เพื่อที่จะได้รับทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและตรวจจับข้อผิดพลาดได้ โดยจะมีคำสั่งที่ส่งมาจากตัวรับบริการแสดงขึ้นที่ "Client Status" ทำให้ผู้ที่ดูอยู่ขณะสามารถทราบถึงการตอบสนองของหุ่นยนต์ที่มีต่อคำสั่ง ดังรูปที่ 3.13(ค)
4. เนื่องจากโปรแกรมตัวบริการต้องติดต่อกับช่องทางอนุกรม ดังนั้นจึงควรมีโปรแกรมอัตถประโยชน์ที่เกี่ยวข้องเพื่อที่จะทดสอบการทำงานของช่องทางอนุกรมที่มีอยู่ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยโปรแกรมสามารถแสดงช่องทางอนุกรมและ ช่องทางขนานที่มีอยู่ในระบบคอมพิวเตอร์ได้ และยังเป็นการตรวจสอบได้อีกด้วยว่าการติดตั้งมอดูลที่จำเป็นกับการเชื่อมต่อช่องทางอนุกรมด้วยจาวาลงในระบบได้อย่างสมบูรณ์ ดังรูปที่ 3.13(ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. หน้าต่างการปรับแต่งค่าของการเชื่อมต่อกับช่องทางอนุกรม สามารถเลือกช่องทางที่จะเชื่อมต่ออัตราบอด ,บิตข้อมูล (data bits) , บิตหยุด (Stop bits) และภาวะคู่หรือคี่ (Parity) ดังรูปที่ 3.13(จ)

3.5.1.2 ส่วนควบคุมการทำงานตัวรับบริการ



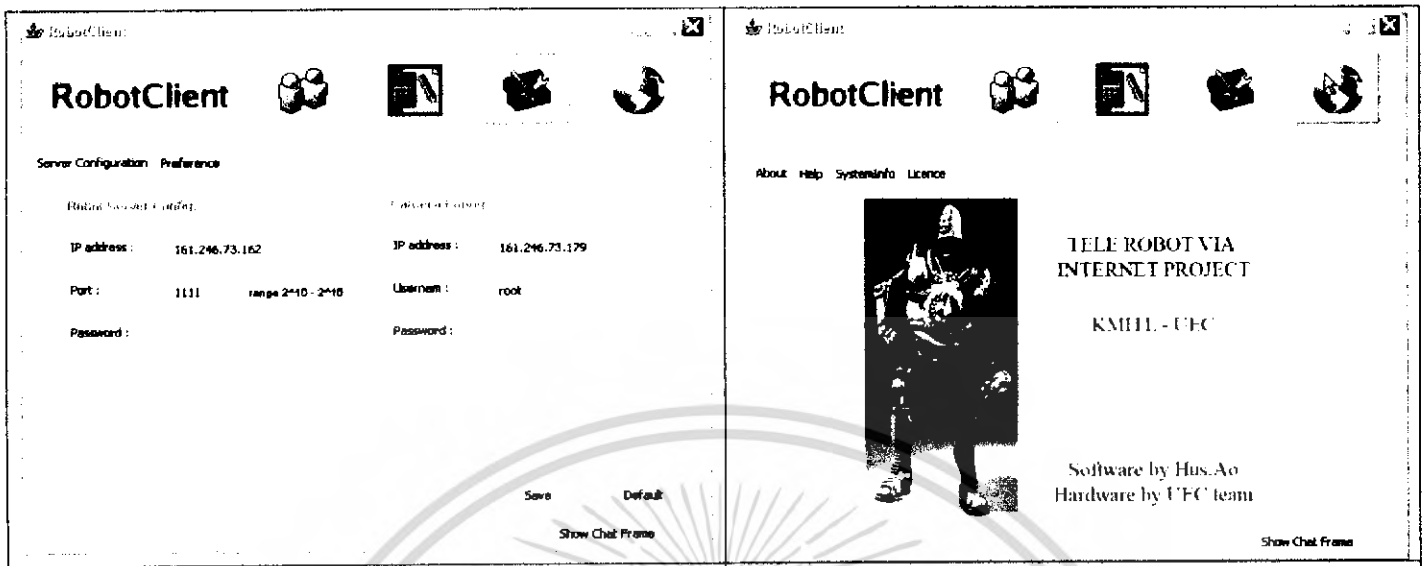
ก.หน้าแรกของตัวรับบริการ

ข.การคำนวณค่าดีเลย์

ค.เวลาที่ใช้เพื่อเก็บเป็นค่าสถิติ

ง.การปรับแต่ง เพื่อเชื่อมต่อไปยังตัวบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จ.การเปลี่ยนหน้าตาโปรแกรม

ฉ. ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมและผู้จัดทำ ส่วนช่วยเหลือ ส่วนข้อมูลระบบและ ส่วนลิขสิทธิ์

รูปที่ 3.14 ส่วนการออกแบบการทำงานตัวรับบริการ

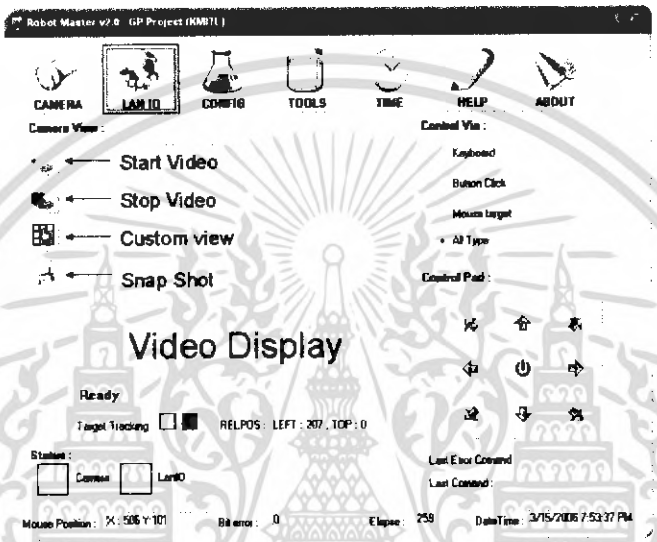
1. หน้าแรกของตัวรับบริการจะแสดงรูปที่รับมาจากกล้อง ซึ่งจะทำงานตั้งแต่เริ่มเปิดโปรแกรม และมีปุ่ม "Connect" เพื่อที่จะติดต่อไปยังตัวบริการ เมื่อการเชื่อมต่อสำเร็จแล้วตัวรับบริการก็สามารถควบคุมหุ่นยนต์ด้วยการกดปุ่มที่มีรูปลูกศรได้เลย ดังรูปที่ 3.14(ก)
2. เนื่องจากในการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตไม่สามารถคาดเดาระยะเวลาที่ใช้ทั้งหมดที่ข้อมูลใช้ในการเดินทางได้ แต่ก็สามารถทำสถิติได้ จากรูปจะเป็นการทดสอบค่าความหน่วงเวลา โดยสามารถกำหนดขนาดของแพกเกจที่จะส่งแต่ละครั้งได้ และจำนวนการส่งต่อครั้ง ซึ่งถ้ามีค่ามากความแม่นยำก็จะสูงขึ้น ดังรูปที่ 3.14(ข)
3. แสดงเวลาระหว่างตัวรับบริการกับตัวบริการ ไม่ว่าตัวบริการจะถูกตั้งที่ไหนๆของโลกก็สามารถรู้เวลาท้องถิ่นที่ตัวบริการนั้นตั้งอยู่ได้ ดังรูปที่ 3.14(ค)
4. สามารถปรับแต่งค่าที่จำเป็นต้องใช้ในการเชื่อมต่อทั้งกับเครื่องตัวบริการและกล้อง โดยเมื่อกดปุ่ม "Save" ข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูล เมื่อเปิดโปรแกรมนี้ขึ้นมาใหม่ครั้งหน้า ก็ไม่จำเป็นต้องกรอกค่าพวกนี้อีก เพราะโปรแกรมจะทำการกรอกให้โดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.14(ง)
5. การปรับแต่งรูปร่างหน้าตาโปรแกรมตัวรับบริการก็สามารถทำได้ โดยมีธีมให้เลือก การปรับขนาดของตัวอักษรที่จะแสดง และการปรับแต่งเล็กๆน้อยๆที่ไม่เกี่ยวกับการเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายจะอยู่ในหน้านี้ ดังรูปที่ 3.14(จ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ในส่วนสุดท้ายของโปรแกรมจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรมและผู้จัดทำ ส่วนช่วยเหลือ ส่วนข้อมูลระบบและ ส่วนลิขสิทธิ์ ซึ่งสิ่งต่างๆเหล่านี้โปรแกรมส่วนมากต้องมี ดังรูปที่ 3.14(ฉ)

3.5.2 วิธีควบคุมการทำงานผ่านแลน-ไอโอ

เนื่องจากในวิธีการควบคุมหุ่นยนต์ผ่านแลน-ไอโอไม่มีความจำเป็นจะต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวบริการ จึงมีแต่โปรแกรมในส่วนตัวรับบริการเท่านั้น



รูปที่ 3.15 ส่วนควบคุมหลักในหน้าแรก

3.5.2.1 ส่วนควบคุมหน้าหลัก

จากรูปที่ 3.15 จะเห็นว่าประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ

ส่วนรับภาพจากกล้อง (Camera View) จะมีส่วนแสดงผลและปุ่มสำหรับควบคุมดังรูป คือ เริ่มเล่นวีดิทัศน์ หยุดวีดิทัศน์ แสดงวีดิทัศน์ในขนาดต่างๆ และการจับภาพหน้าจอ

ส่วนเลือกตัวควบคุม (Control Via) จะมี 4 แบบคือสามารถควบคุมผ่านแผงแป้นอักขระ ปุ่มกดบนแผงแป้นพิเศษ เมาส์ หรือเลือกทั้งหมดก็ได้

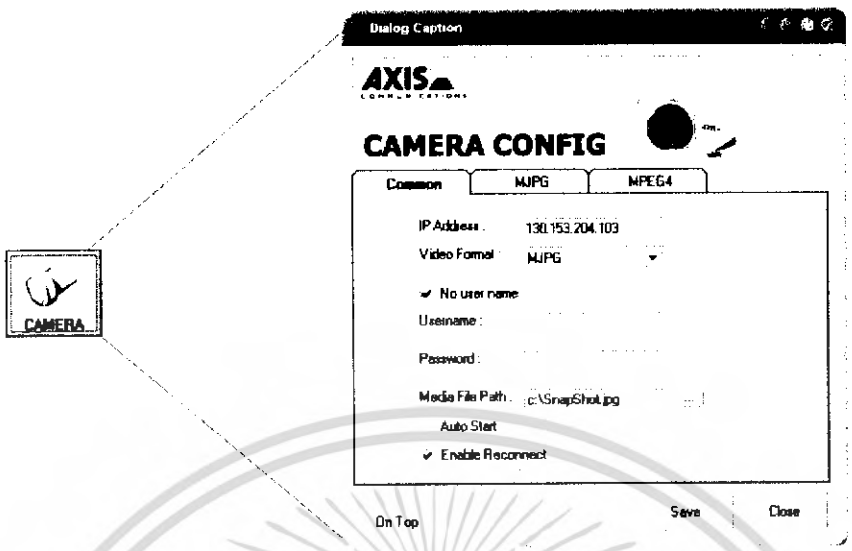
ส่วนควบคุมทิศทาง (Control Pad) จะมีทั้งหมด 9 ปุ่มโดยครอบคลุมทั้งหมด 8 ทิศหลัก

ส่วนแสดงสถานะ (Status) ถ้าเปลี่ยนจากสีเทาเป็นสีน้ำเงินแสดงว่าอุปกรณ์นั้นกำลังติดต่ออยู่

3.5.2.2 ปุ่ม "CAMERA"

เมื่อกดปุ่ม "CAMERA" ที่ตัวเลือกหลักจะปรากฏหน้าต่างการปรับแต่งกล้องขึ้นมาดังรูปที่ 3.16 ซึ่งประกอบไปด้วยแท็บทั้งหมดสามแท็บโดยมีแท็บแรกเป็นแท็บหลักใช้ในการกำหนดค่าไอพี

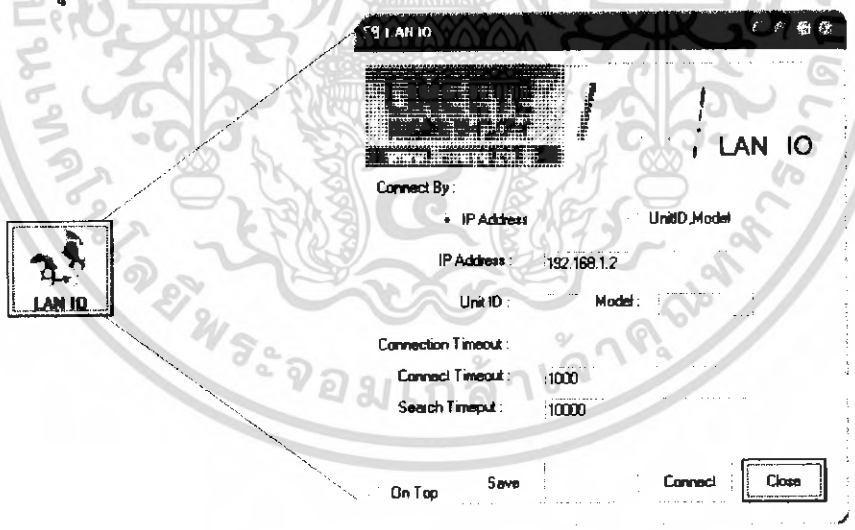
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "CAMERA"

หมายเลขที่อยู่ของกล้อง รูปแบบของสื่อ ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่าน และอื่นๆ เป็นต้น ในแท็บที่สองและสามเป็นหน้าการปรับแต่งในแต่ละแบบของการเข้ารหัสวีดิทัศน์ ซึ่งจะสามารถกำหนดรายละเอียดลงไปอีกเช่น กำหนดขนาดรูป กำหนดคุณภาพของภาพ การบีบอัด จำนวนสี เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อการแสดงผลและขนาดของกระแส ซึ่งจะส่งผลถึงความเร็วในการส่งสื่อด้วย

3.5.2.3 ปุ่ม "LAN IO"

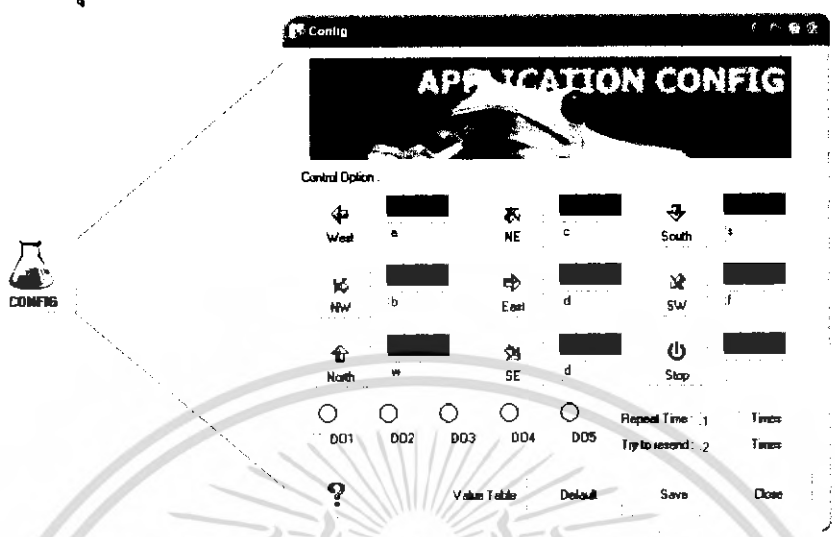


รูปที่ 3.17 หน้าต่างเมื่อกดปุ่มแลน-ไอโอ

หน้าต่างการปรับแต่งและการติดต่อแลน-ไอโอจะปรากฏขึ้นเมื่อมีการกดปุ่ม "LAN IO" ที่ตัวเลือกหลัก ซึ่งภายในหน้าต่างนี้จะประกอบไปด้วยค่าที่จำเป็นในการติดต่อ เช่น หมายเลขที่อยู่ไอพี ซึ่งถ้าไม่รู้หมายเลขที่อยู่ไอพีก็สามารถใช้แบบจำลองแทนก็ได้จะทำการแพร่สัญญาณไปหาเอง และในบางกรณีที่ใช้ในเครือข่ายที่มีคุณภาพไม่มากนักจึงต้องมีการกำหนดเวลา โดยใส่ในช่องของ "Connection timeout" โดยถ้าใส่ค่าน้อยเกินไปอาจจะทำให้การเชื่อมต่อไม่สำเร็จได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2.4 ปุ่ม "CONFIG"



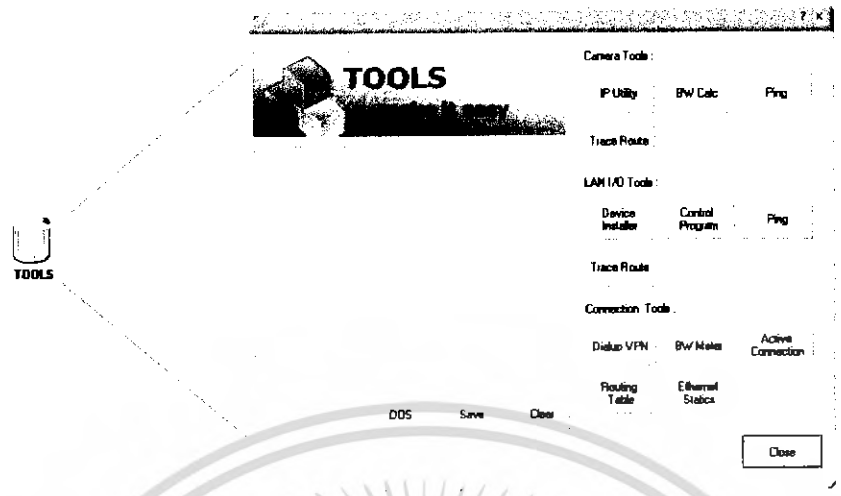
รูปที่ 3.18 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "CONFIG"

หน้าต่างการปรับแต่งรหัสการสื่อสาร โดยจะปรากฏเมื่อมีการกดปุ่ม "CONFIG" ที่ตัวเลือกหลัก โดยสามารถกำหนดรหัสให้กับทิศทางการควบคุมแต่ละตัวได้ ทำให้เมื่อมีการเปลี่ยนรหัสในการควบคุม ก็ไม่จำเป็นจะต้องมาแปลโปรแกรมใหม่เพราะตัวโปรแกรมสามารถกำหนดค่าและบันทึกเก็บไว้ได้ เมื่อต้องการเปลี่ยนก็ทำการเปลี่ยนและบันทึกซ้ำได้ โดยเมื่อปิดและเปิดโปรแกรมขึ้นใหม่ค่านี้ก็จะยังคงอยู่ ซึ่งนอกจากจะกำหนดรหัสการจ่ายบิตให้กับทิศทางได้แล้วยังสามารถกำหนดตัวอักขระบนแผงแป้นอักขระให้กับทิศทางนั้นด้วยทำให้สามารถควบคุมได้สองทางคือ โดยใช้เมาส์กดปุ่มคอนโทรลแพดที่หน้าหลักหรือจะใช้การกดปุ่มอักขระบนแผงแป้นอักขระแทน จากรูปทิศทาง "West" จะผูกกับค่าอักขระ a เป็นต้น

3.5.2.5 ปุ่ม "TOOLS"

หน้าต่างเครื่องมืออัดประโยชน์ที่เกี่ยวข้องกับการตั้งค่าอุปกรณ์และการตรวจสอบเครือข่าย โดยหน้านี้จะปรากฏขึ้นเมื่อกดปุ่ม "TOOLS" ที่หน้าหลัก โดยมีสามส่วนคือ "Camera Tools" เป็นการรวมเครื่องมือที่เกี่ยวกับกล้องเอาไว้เช่น การกำหนดไอพีให้กับกล้องด้วย "IP Utility" , การคำนวณแบนด์วิดท์ที่ใช้ในการส่วนส่งสื่อด้วย "BW Calc" โดยจะสามารถบอกได้ว่าควรจะใช้สายสัญญาณที่มีแบนด์วิดท์เท่าไรถึงจะทำให้การส่งสื่อเป็นไปอย่างราบลื่นไม่กระตุก , "Ping" ใช้ในการปิงกล้องว่ากล้องสามารถโต้ตอบได้หรือไม่ เมื่อไม่สามารถดูภาพได้ , "Trace Route" ใช้ในการหาว่าจากกล้องมาจนถึงโปรแกรมนี้ ต้องมีการส่งกลุ่มข้อมูลไปที่ไหนผ่านอุปกรณ์จัดเส้นทางกี่ตัวบ้างในส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "TOOLS"

ที่สองคือ "LAN IO Tools" ก็เช่นกัน มีลักษณะคล้ายกับส่วนที่หนึ่ง และในส่วนสุดท้าย "Connection Tools" จะมีปุ่มสำหรับช่วยในการตรวจสอบค่าเครือข่ายพื้นฐาน

3.5.2.6 ปุ่ม "TIME"

รูปที่ 3.20 หน้าต่างเมื่อกดปุ่ม "TIME"

หน้าต่างแสดงนาฬิกาจับเวลา โดยจะปรากฏเมื่อมีการกดปุ่ม "TIME" ที่ตัวเลือกหลัก โดยตัวจับเวลานี้มีไว้เมื่อทดสอบในการใช้งานว่าจะใช้เวลาเท่าไรในการทำงาน เช่น หุ่นยนต์วิ่งจากจุดหนึ่งไปจุดหนึ่งใช้เวลาเท่าไร ละมีการเก็บสถิติและหาค่าที่ดีที่สุดได้ นอกจากนี้ยังมีการแสดง "TimeZone" เพื่อบอกว่าแต่ละเมืองในประเทศต่างๆในโลกมีเวลาต่างกันเท่าไร ซึ่งสามารถบอกระยะทางได้คล่าวๆว่าหุ่นยนต์อยู่ไกลจากตัวควบคุมมากแค่ไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การปรับแต่งอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานนี้

4.1.1 การปรับแต่งกล้องอินเทอร์เน็ต

รูปที่ 4.1กล้องเครือข่าย [15]

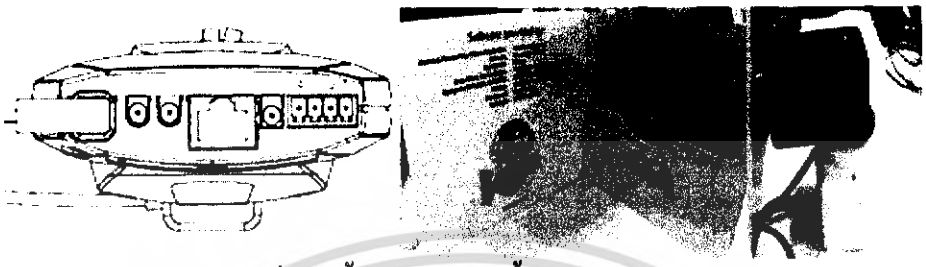
ในการใช้งานโปรแกรมในฝั่งตัวรับบริการหรือฝั่งควบคุมนั้น จำเป็นที่ผู้ใช้จะต้องเห็นภาพตัวหุ่นยนต์ขณะที่ทำการควบคุม ซึ่งภาพต้องส่งให้รวดเร็วที่สุดโดยมีคุณภาพในระดับที่ยอมรับได้ ดังนั้นซอฟต์แวร์ที่สร้างขึ้นเพื่อรับภาพจากกล้องต้องทำงานรวดเร็วและเข้ากันได้กับตัวโปรแกรมทั้งหมดซึ่งถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาจาวา แต่ซอฟต์แวร์การรับภาพจากกล้องที่ผนวกมาพร้อมกับชุดจำหน่ายถูกสร้างขึ้นด้วยเทคโนโลยีแอกทิฟเอกซ์ (ActiveX) ของไมโครซอฟท์ซึ่งเกิดปัญหาขึ้นในการนำแสดงผลบนพื้นที่ของเฟรมที่ถูกวาดขึ้นด้วยภาษาจาวาที่ทำงานอยู่บนจาวาเวอร์ชวลแมชชีนที่เป็นคนละเทคโนโลยีกัน ดังนั้นการแก้ปัญหาคือต้องสร้างซอฟต์แวร์ในการรับภาพขึ้นมาใหม่โดยเขียนขึ้นด้วยภาษาจาวาและการทำงานต้องรวดเร็วกว่า เพราะมีข้อได้เปรียบคือไม่ต้องแสดงผลอยู่บนเทคโนโลยีโปรแกรมค้นดูเว็บ ซึ่งหลังจากที่ได้ทำการเขียนซอฟต์แวร์เพื่อรับภาพจากกล้องเสร็จเรียบร้อยด้วยภาษาจาวา ผลการทำงานที่ความหน่วงเวลาสูงๆ ซอฟต์แวร์เพื่อรับภาพจากกล้องที่เขียนด้วยภาษาจาวาทำงานเร็วกว่าซอฟต์แวร์รับภาพของบริษัทแอกซิส ซึ่งเป็นแอกทิฟเอกซ์ในการรับภาพแบบภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก

4.1.1.1 ขั้นตอนการติดตั้งกล้องเครือข่าย

1. นำสายแลนเสียบเข้าไปยังหัวต่ออาร์เจ-45 ที่อยู่ด้านหลังของกล้อง
2. ติดตั้งซอฟต์แวร์อรรถประโยชน์เหล่านี้ยังเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ต่อสายไฟที่พร้อมเครื่องแปลงไฟจาก 220 โวลต์เป็น 110 โวลต์เนื่องจากกล้องเครือข่ายที่ใช้ซื้อมาจากประเทศญี่ปุ่น



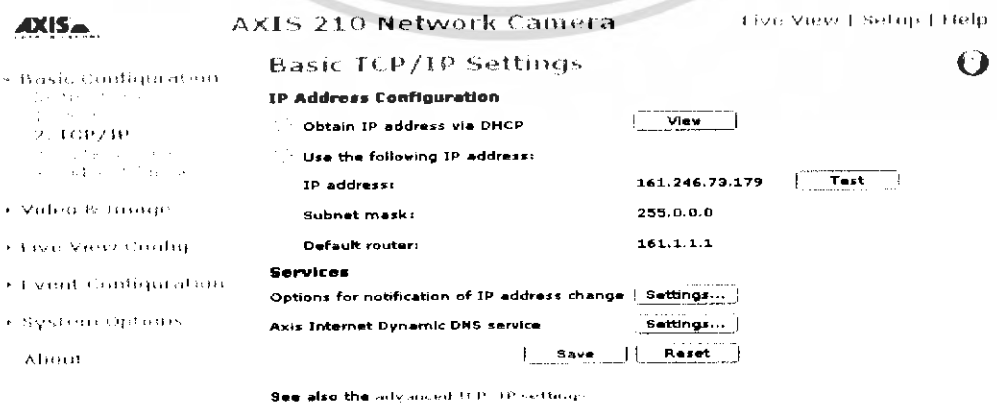
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการติดตั้งกล้องเครือข่าย

ในการออกแบบการรับภาพจากกล้องนั้นเป็นส่วนสำคัญมากส่วนหนึ่งเพราะเป็นส่วนที่มีความสำคัญที่อาจก่อให้เกิดความหน่วงเวลาจำนวนมหาศาลขึ้นได้ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุม และออกแบบให้การรับภาพจากกล้องมีความหน่วงเวลาน้อยที่สุด ดังนั้น สิ่งที่ต้องพิจารณามีอยู่ 2 ส่วนหลักๆคือ การแสดงผลภาพของกล้อง และ การรับภาพจากกล้อง

4.1.1.2 การแสดงผลภาพของกล้อง

เนื่องจากการส่งภาพผ่านอินเทอร์เน็ต ยิ่งภาพมีขนาดใหญ่เท่าไร การส่งจะยิ่งใช้เวลานานมากขึ้นเท่านั้น และเช่นกัน ยิ่งภาพมีความคมชัดมากเท่าไร การส่งก็จะใช้เวลามากเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

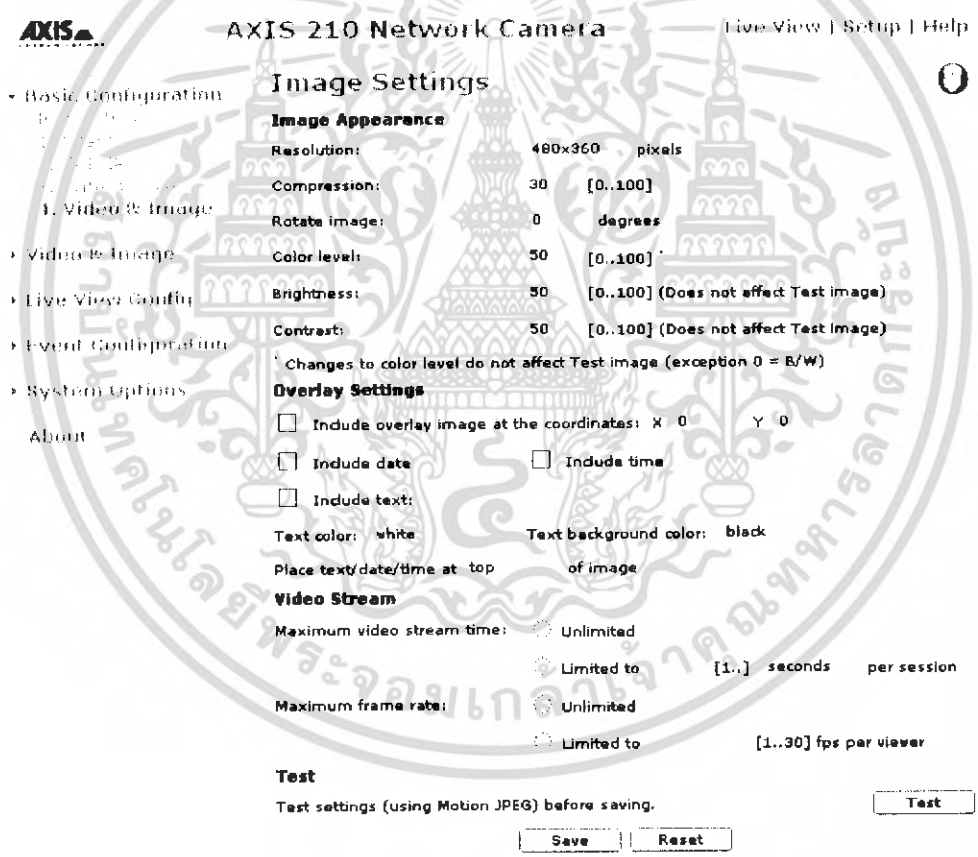
กล้องเครือข่ายของบริษัทแอกซิส มีความสามารถในการเพิ่มลดขนาดและคุณภาพของภาพในการให้บริการข้อมูลภาพ จึงต้องกำหนดว่าขนาดของภาพควรเป็นเท่าไร และคุณภาพควรจะอยู่ที่เท่าไร การส่งภาพถึงจะรวดเร็วและมีคุณภาพเหมาะสมที่สุด โดยการกำหนดนั้นสามารถเข้าไปที่หมายเลขไอพีที่กำหนดให้กล้องจากนั้นและจัดการปรับแต่งคุณภาพต่างๆผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งสร้างความสะดวกให้กับฝั่งควบคุมในการสามารถกำหนดขนาดคุณภาพของภาพที่รับได้เอง ดังรูปที่ 4.3 รูปที่4.4 และ รูปที่ 4.5



รูปที่4.3 การตั้งค่าไอพีของกล้องเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่4.4 ผลการรับภาพบนเทคโนโลยีโปรแกรมค้นดู



รูปที่ 4.5 การปรับแต่งค่า เพื่อให้การแสดงผลภาพเหมาะสมกับงานที่สุด

4.1.2 การปรับแต่งอุปกรณ์จัดเส้นทาง

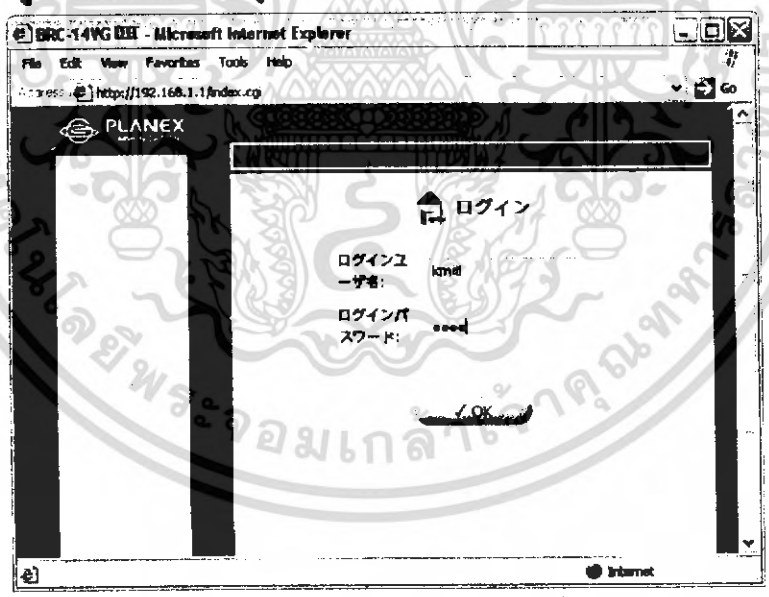
ในหัวข้อนี้เป็นการแสดงการปรับแต่งค่าของอุปกรณ์จัดเส้นทางให้สามารถทำงานและใช้งานวีพีเอนได้เท่านั้น ไม่คลอบคลุมไปถึงคุณสมบัติอื่นที่อุปกรณ์จัดเส้นทางสนับสนุน เช่น ดีเอชซีพี (DHCP), ไฟร์วอลล์ , การทำแนท (NAT) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1 ขั้นตอนในการตั้งค่าเลขที่อยู่ไอพีให้กับอุปกรณ์จัดเส้นทาง

1. ทำการเสียบปลักอุปกรณ์จัดเส้นทางกดสวิทเปิดเพื่อเริ่มการทำงานอุปกรณ์จัดเส้นทาง โดยต้องทำการแปลงไฟเสียก่อนเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ผลิตในญี่ปุ่นใช้แรงดันไฟ 110 V แต่ในประเทศไทยใช้แรงดันไฟ 220 V
2. ทำการนำสายยูทีพีเสียบเข้าไปที่ช่องทางอาร์เจ-45 (RJ-45) โดยนำสายที่สามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ต่อเข้าไปยังช่องที่เขียนว่า WAN อีกเส้นต่อจากแลน-ไอโอไปยังช่องทางที่เขียนกำกับว่า LAN
3. เมื่อเริ่มต้นใช้งานต้องทำการปรับแต่งเสียก่อนโดยให้นำคอมพิวเตอร์ไปต่อกับอุปกรณ์จัดเส้นทางโดยตรงโดยต่อจากบัตรแลนของคอมพิวเตอร์ไปยังช่องทางแลนของอุปกรณ์จัดเส้นทาง
4. กำหนดเลขที่อยู่ไอพีของเครื่องคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในช่วงไอพีส่วนตัวคลาสซี หรือจะกำหนดให้ใช้บริการดีเอชซีพีของอุปกรณ์จัดเส้นทางก็ได้
5. เปิดโปรแกรมค้นดูเว็บขึ้นมาก็จะสามารถเข้าไปปรับแต่งอุปกรณ์จัดเส้นทางผ่านทางโปรแกรมค้นดูเว็บได้โดยมียูอาร์แอล (URL) เป็น 192.168.1.1

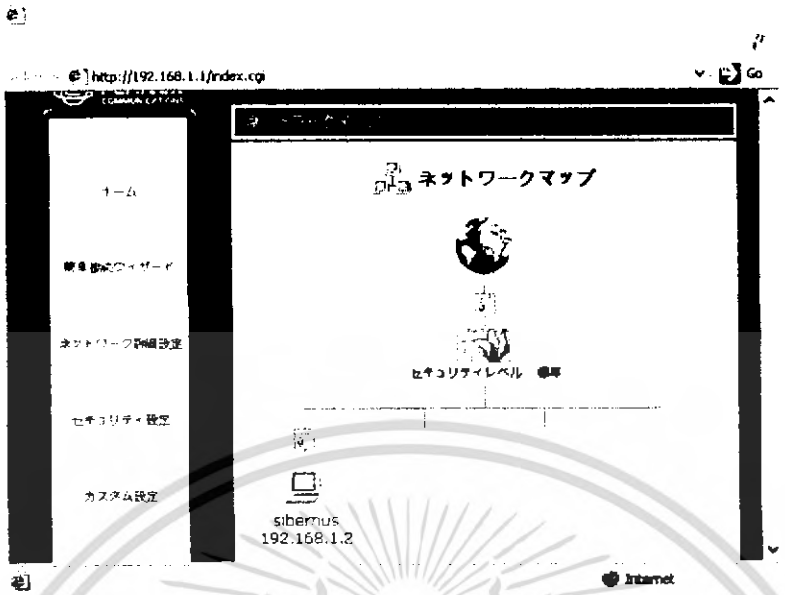
4.2.1.2 รูปแบบการปรับแต่งอุปกรณ์จัดเส้นทางผ่านเว็บโปรแกรมต่อประสาน



รูปที่4.6 หน้าลงบันทึกเข้าของอุปกรณ์จัดเส้นทางผ่านเว็บโปรแกรมต่อประสาน

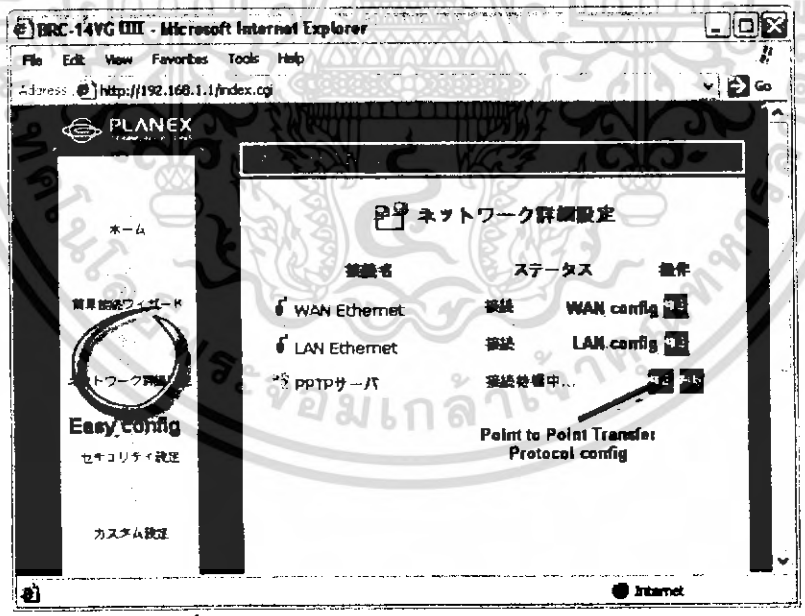
1. หน้าลงบันทึกเข้าเป็นหน้าแรกที่เข้าได้จะต้องระบุชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าใช้งาน ดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.7 หน้าตัวรับบริการที่เชื่อมต่อกับแลนมอดูลของอุปกรณ์จัดเส้นทาง

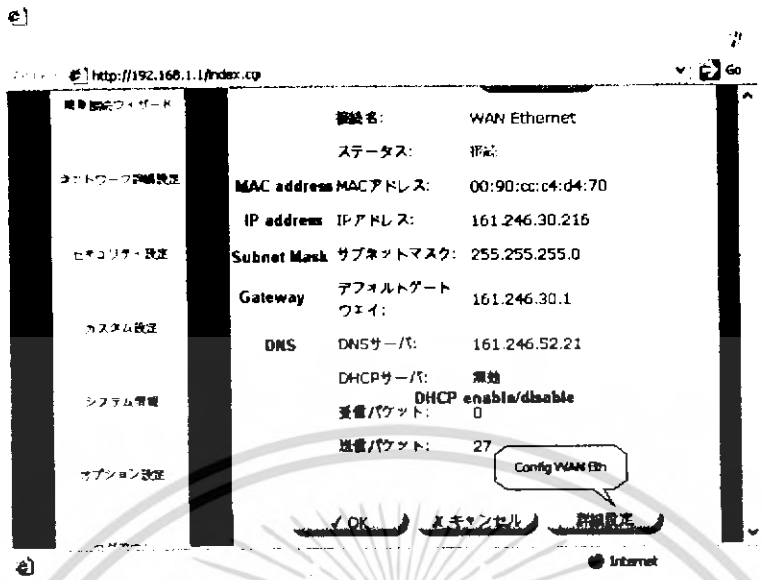
2. เมื่อลงบันทึกเข้าสำเร็จแล้วจะปรากฏหน้าเว็บดังรูป จะเห็นว่ามีรูปคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นตัวแทนต่ออยู่โดยมีเลขที่อยู่ไอพีเป็น 192.168.1.2 ซึ่งจากรูปจะเห็นว่าอุปกรณ์จัดเส้นทางตัวนี้เป็นไฟร์วอลล์ด้วยซึ่ง ต่อเข้าไปยังอินเทอร์เน็ต ดังรูปที่ 4.7



รูปที่4.8 หน้าการปรับแต่งพารามิเตอร์ทางเครือข่าย

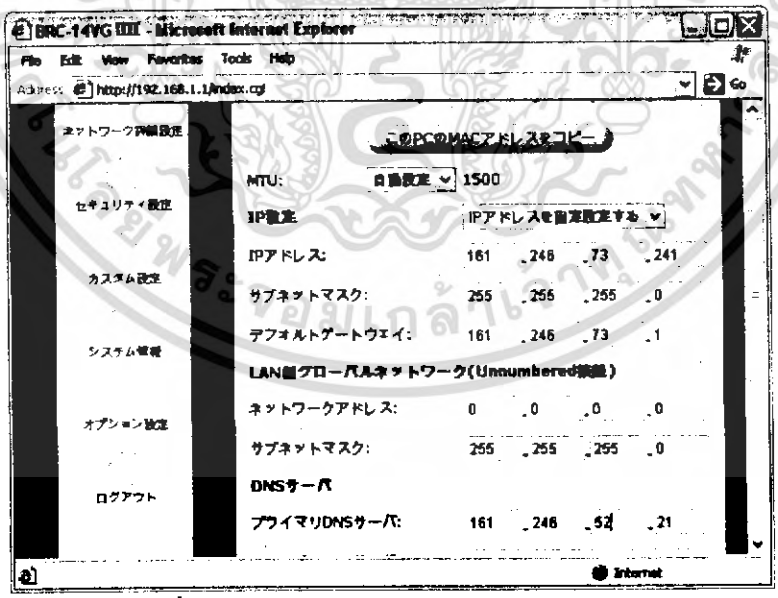
3. เมื่อต้องการกำหนดไอพีให้กับเครื่องอุปกรณ์จัดเส้นทางให้ไปปรับแต่งที่ "WAN config" ดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่4.9 ข้อมูลพารามิเตอร์ทางเครือข่าย

4. เมื่อเลือก “WAN config” แล้วจะปรากฏหน้าเว็บดังรูป เป็นการบอกรายระเอียดค่าที่ทำการปรับแต่งไว้แล้ว จากรูปจะมีการกำหนดเลขที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์จัดเส้นทางเป็น 161.246.30.216 ตัวพรางเครือข่ายย่อยเป็น 255.255.255.0 เกตเวย์เป็น 161.246.30.1 ดีเอนเอสเป็น 161.246.52.21 และให้อุปกรณ์จัดเส้นทางเป็นดีเอชซีพีตัวบริการ โดยถ้าต้องการแก้ไขค่าเหล่านี้ให้เลือก “Config WAN Eth” ดังรูปที่ 4.9

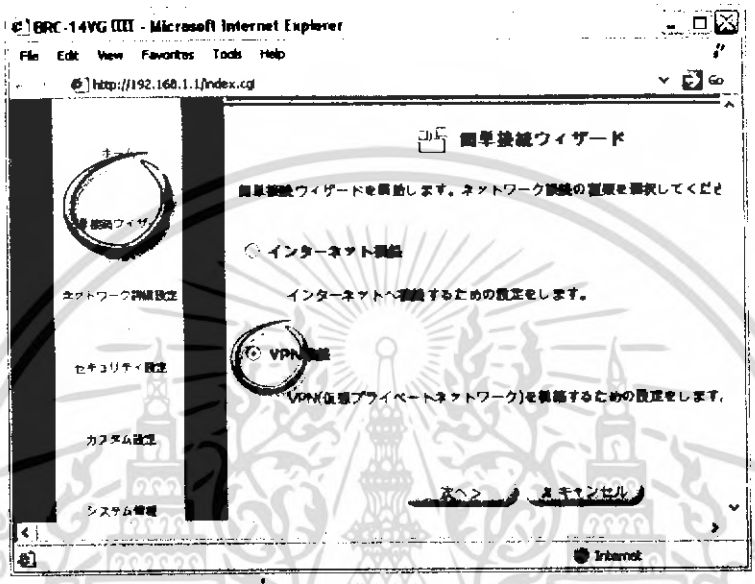


รูปที่4.10 หน้าการแก้ไขค่าพารามิเตอร์ทางเครือข่าย

5. หน้าแสดงค่าปรับแต่งที่สามารถแก้ไขได้โดยจากรูปเปลี่ยนหมายเลขที่อยู่ไอพีจาก 161.246.30.216 เป็น 161.246.73.241 แล้วทำการบันทึกเป็นอันเสร็จขั้นตอนการตั้ง

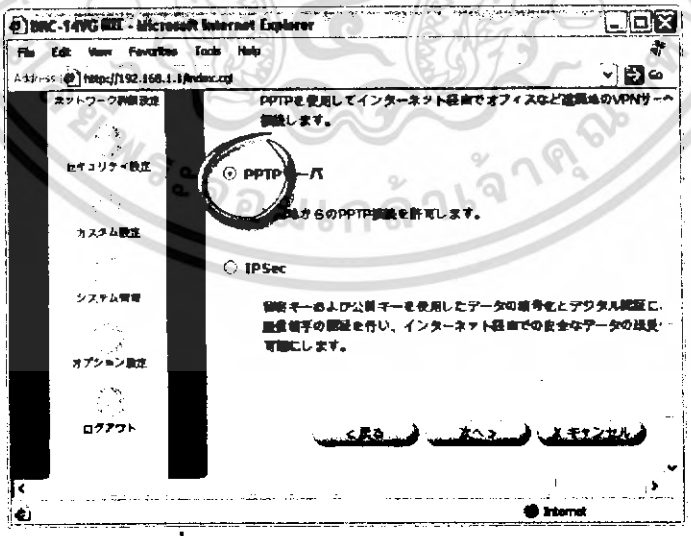
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเลขที่อยู่ไอพีและค่าเครือข่ายที่เกี่ยวข้องให้กับอุปกรณ์จัดเส้นทาง เพื่อให้อุปกรณ์จัดเส้นทางสามารถออกอินเทอร์เน็ตได้ แสดงขั้นตอนการปรับแต่งวีพีเอนโดยต้องเพิ่มรายชื่อผู้ใช้วีพีเอนให้กับตัวอุปกรณ์จัดเส้นทางก่อน ถึงจะสามารถเข้ามาใช้งานเครือข่ายภายในผ่านวีพีเอนได้ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่4.11 หน้าการปรับแต่งวีพีเอน

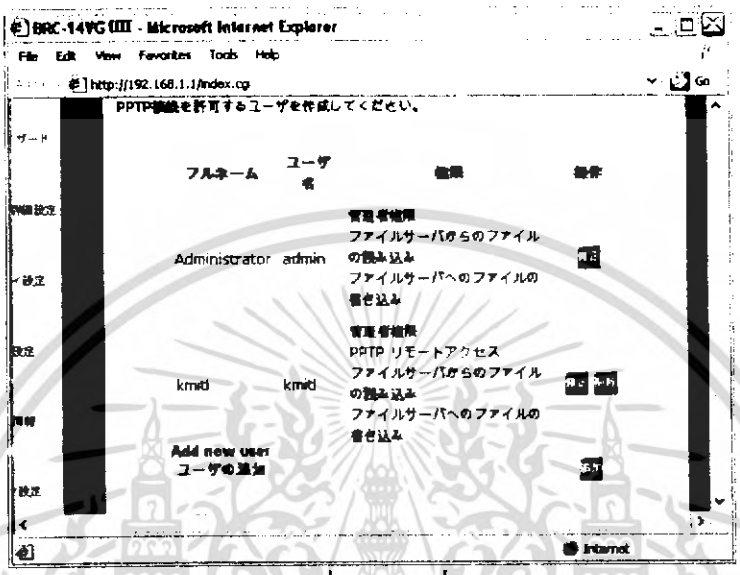
6. จากรูปแสดงขั้นตอนโดยเลือกรายการเลือกด้านซ้ายเพื่อเข้าสู่หน้าการเพิ่มรายชื่อผู้ใช้วีพีเอน โดยให้เลือกที่รายการเลือกข้างล่างดังที่วงไว้ด้วยสีแดง ดังรูปที่ 4.11



รูปที่4.12 รายการเลือกให้เลือกโพรโทคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. หลังจากเลือกรายการเลือกเพิ่มชื่อผู้ใช้วีพีเอนแล้วจะต้องกำหนดรายละเอียดโพรโทคอลที่จะใช้ ในที่นี้จะใช้โพรโทคอลพีพีทีพี (PPTP) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการตั้งผู้ใช้และกำหนดรหัสผ่าน ดังรูปที่ 4.12



รูปที่4.13 รายชื่อผู้ใช้

8. แสดงรายชื่อผู้ใช้ที่มีอยู่ในสิทธิการใช้งานวีพีเอน โดยเมื่อต้องการเพิ่มผู้ใช้ใหม่ให้เลือก Add new user เพื่อดำเนินขั้นตอนการเพิ่มชื่อผู้ใช้ ดังรูปที่ 4.13

4.2 การทดลองการเชื่อมต่อแบบตัวรับบริการ-ตัวบริการ

4.2.1 การทำงานของการส่งข้อมูลจากช่องทางคอม (COM port)ไปยังวงจรทดสอบ

1. ทำการเชื่อมต่ออาร์เอส- 232 เข้ากับช่องทางอนุกรมของคอมพิวเตอร์
2. ในที่นี้จำลองการทดสอบโดยใช้ Hyper Terminal © ควบคุมส่งคำสั่งออกทางช่องทางคอม 3 หรือ 5 แล้วแต่กำหนด
3. ทดสอบการจ่ายบิตหนึ่งออกช่องทางP1.7,P1.6,P1.5และ P1.4 โดยดูผลการทดลองได้จากการติดดับของหลอดแอลอีดีซึ่งจะนำการทดลองนี้ไปใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ โดยข้อตกลงที่ใช้คือเมื่อกดอักษร “G”, “B”, “L” และ “R” จากแป้นแผงแป้นอักขระ ซึ่งจะทำการส่งข้อมูลเป็นรหัสแอสกี ดังแสดงที่ตารางที่ 4.1 รายละเอียดการควบคุมดังแสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.1 การส่งข้อมูลผ่านช่องทางไมโครคอลโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

การทำงาน	ค่าที่ส่งเข้าพอร์ตอนุกรม	ช่องทาง 1.7	ช่องทาง 1.6	ช่องทาง 1.5	ช่องทาง 1.4
เดินหน้า	G (#71D)	**ไฟติด**	**ไฟติด**	ไฟไม่ติด	ไฟไม่ติด
ถอยหลัง	B (#66D)	ไฟไม่ติด	ไฟไม่ติด	**ไฟติด**	**ไฟติด**
เลี้ยวซ้าย	L (#76D)	**ไฟติด**	ไฟไม่ติด	ไฟไม่ติด	ไฟไม่ติด
เลี้ยวขวา	R (#82D)	ไฟไม่ติด	**ไฟติด**	ไฟไม่ติด	ไฟไม่ติด

4.2.2 ผลการทดลองของการส่งข้อมูลจากช่องทางคอมไปยังวงจรทดสอบ มีดังนี้

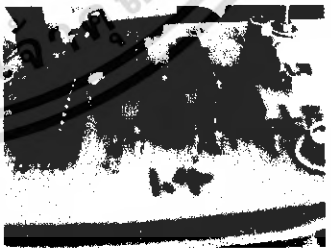
1. เมื่อกดอักษร “G” ไฟที่ช่องทาง1.6 และ 1.7 ติด เมื่อเชื่อมกับวงจรหุ่นยนต์จะเดินหน้า
2. เมื่อกดอักษร “B” ไฟที่ช่องทาง1.4 และ 1.5 ติด เมื่อเชื่อมกับวงจรหุ่นยนต์จะถอยหลัง
3. เมื่อกดอักษร “L” ไฟที่ช่องทาง 1.7 ติด เมื่อเชื่อมกับวงจรหุ่นยนต์จะเลี้ยวซ้าย
4. เมื่อกดอักษร “R” ไฟที่ช่องทาง1.6 ติด เมื่อเชื่อมกับวงจรหุ่นยนต์จะเลี้ยวขวา

ผลการทดลองแสดงดังรูปที่ 4.14

ก) แสดงผลเมื่อส่งค่า “G”

ข) แสดงผลเมื่อส่งค่า “B”

ค) แสดงผลเมื่อส่งค่า “L”



ง) แสดงผลเมื่อส่งค่า “R”

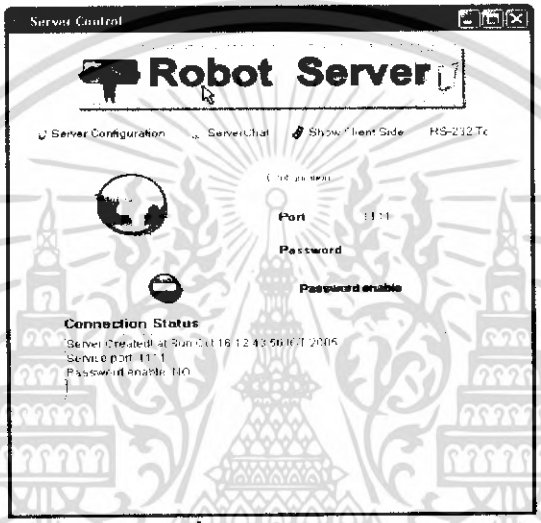
รูปที่ 4.14 ผลการส่งสัญญาณไปยังวงจร

4.2.3 การทดลองและผลการควบคุมหุ่นยนต์จากคอมพิวเตอร์ผ่านอินเทอร์เน็ต

1) ต้องเปิดโปรแกรมตัวบริการเพื่อรอการเชื่อมต่อจากฝั่งตัวรับบริการดังรูปจากนั้นกดปุ่ม “Listen” เพื่อดักฟังการเชื่อมต่อจากตัวรับบริการ จากนั้นโปรแกรมจะแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

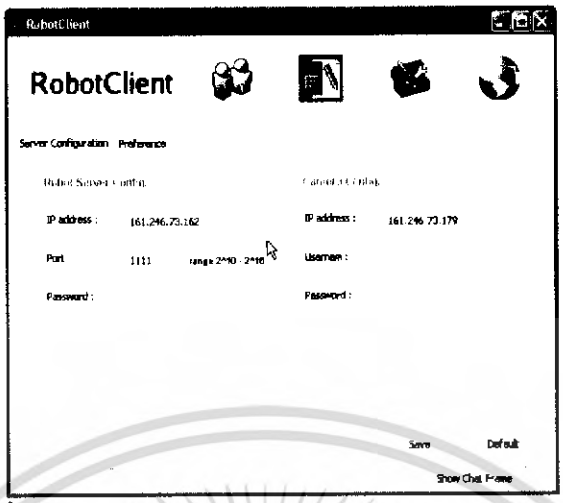
สถานะการเชื่อมต่อในพื้นที่อักษร “Connection Status” ซึ่งถ้าโปรแกรมสามารถสร้างซ็อกเก็ตขึ้นมาเพื่อดักจับสัญญาณเชื่อมต่อได้แล้ว จะมีการแสดงข้อความที่บ่งบอกถึงการสร้างตัวบริการสำเร็จที่เวลาขณะนั้นและช่องทางที่ถูกผูกไว้กับการสร้างซ็อกเก็ตนั้นๆ จากรูปใช้ช่องทางในการเชื่อมต่อเป็น 1111 ซึ่งผู้ใช้ทั่วไปสามารถผูกค่าช่องทางเหล่านี้ได้แต่ถ้าอยู่ในช่วง 0-1023 จะต้องเป็นผู้ดูแลระบบเท่านั้น จากรูปไม่ได้ทำการตั้งรหัสผ่านไว้โปรแกรมจึงแสดงว่าไม่ได้มีการตั้งรหัสผ่านขณะสร้างตัวบริการ ดังแสดงที่รูป 4.15



รูปที่ 4.15 การทำงานที่ตัวบริการรอคอยการติดต่อจากตัวรับบริการ

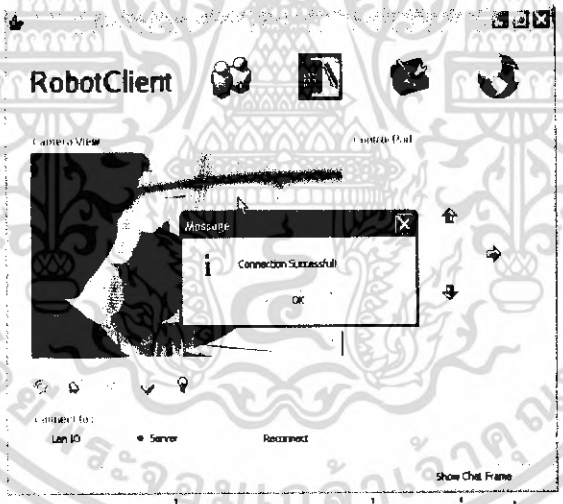
2) เมื่อได้เปิดโปรแกรมตัวบริการและสร้างซ็อกเก็ตเพื่อดักฟังการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว ก็ทำการเปิดโปรแกรมตัวรับบริการเพื่อที่จะร้องขอการเชื่อมต่อนั้นด้วยการกดปุ่ม “Connect” แต่ก่อนที่จะร้องขอการเชื่อมต่อต้องมีการปรับแต่งค่าก่อน เช่น เลขที่อยู่ไอพีของตัวบริการช่องทางและไอพีของกล้องเป็นอย่างน้อย รูปแสดงการปรับแต่งค่าเพื่อใช้ในการร้องขอการเชื่อมต่อ แผงด้านซ้ายเป็นค่าที่จำเป็นในการเชื่อมต่อกับตัวบริการที่ให้บริการการบังคับหุ่นยนต์ และแผงด้านขวาเป็นค่าที่จำเป็นในการเชื่อมต่อกับกล้องเครือข่าย เพื่อการแสดงผลภาพเคลื่อนไหว นอกจากนี้โปรแกรมนี้สามารถเก็บค่าที่ตั้งไว้แล้วได้ในรูปของแฟ้มคุณสมบัติจาวา (java property) ที่ถูกเก็บโดยใช้หลักการของคู่ลำดับซึ่งโปรแกรมจะบรรจุค่าที่เก็บไว้แล้วขึ้นมาทุกครั้งที่เปิดโปรแกรม เพื่อเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้ ดังแสดงที่รูป 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 การทำงานตัวรับบริการติดต่อกับตัวบริการ

3. หลังจากกดปุ่ม “Connect” แล้วถ้าสำเร็จจะแสดงกล่องข้อความที่แสดงข้อความว่าการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว ถ้าไม่สำเร็จให้กลับไปดูค่าที่ตั้งใหม่แก้ไขให้ถูกต้องแล้วจึงกดปุ่ม “Reconnect” เพื่อพยายามเชื่อมต่ออีกครั้ง จากรูปแสดงว่าการเชื่อมต่อสำเร็จแล้ว ดังแสดงที่รูป 4.17

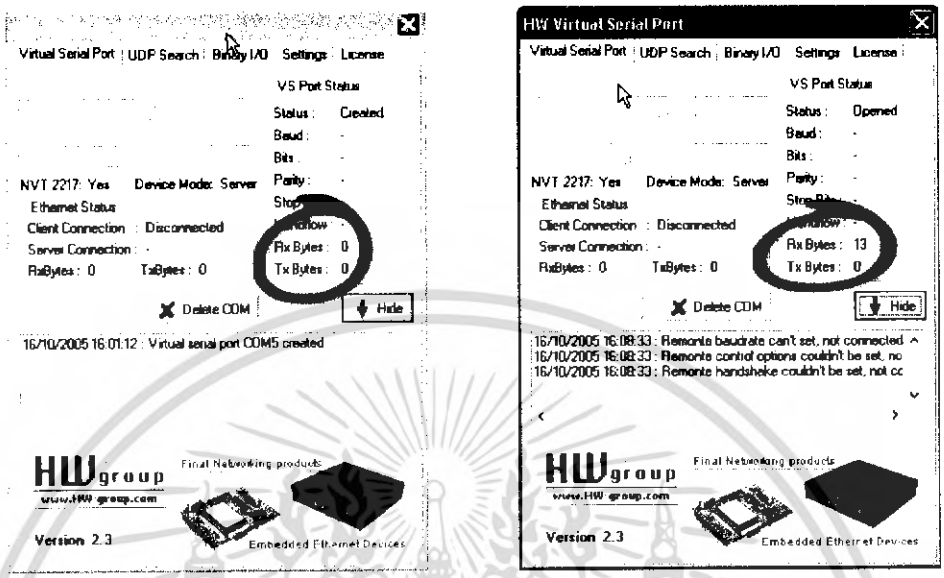


รูปที่ 4.17 แสดงการเชื่อมต่อที่สำเร็จ

การทดลองโดยการติดต่อกับตัวบริการที่ทำงานอยู่บนคอมพิวเตอร์ ซึ่งตัวโปรแกรมตัวบริการจะติดต่อกับช่องทางอนุกรม ซึ่งเมื่อข้อมูลที่เป็นคำสั่งการควบคุมหุ่นยนต์มาถึงจะถูกประมวลผลว่าเป็นข้อมูลที่ต้องส่งต่อไปยังช่องทางอนุกรม ก็สามารถที่จะตรวจจับได้เนื่องจากโน้ตบุกคอมพิวเตอร์สมัยใหม่จะไม่มีช่องทางอนุกรมมาให้ การจะใช้สายแปลงจากยูเอสบีมาเป็นอนุกรมจะมีราคาสูงมาก ในโครงงานนี้จึงเลือกที่จะทดสอบกับซอฟต์แวร์ที่สามารถสร้างช่องทางอนุกรมจำลองขึ้นได้ และสามารถตรวจจับบิตข้อมูลที่เข้ามาในบัฟเฟอร์ของช่องทางอนุกรมนั้นได้ ซึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทนที่จะใช้ทดลองกับฮาร์ดแวร์จริงๆเลย เพราะว่าจะได้สามารถบอกได้ว่าความผิดพลาดเกิดขึ้นตรงจุดไหน ซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้คือ “HW Virtual Serial Port v2.3 ของ HW-group “



ก) ก่อนมีข้อมูลเข้ามา ข) หลังมีข้อมูลเข้ามา

รูปที่ 4.18 รูปแสดงการตรวจจับข้อมูลที่ส่งเข้ามาในช่องทางคอมเสมือน

ก. แสดงหน้าต่างโปรแกรม HW Virtual Serial Port เมื่อยังไม่มีข้อมูลเข้า

ข. โปรแกรม HW Virtual Serial Port เมื่อมีข้อมูลเข้ามาเป็นจำนวน 13 ไบต์

โปรแกรม HW Virtual Serial Port สามารถนับจำนวนไบต์ที่ส่งเข้ามายังช่องทางอนุกรมเสมือนของได้ เนื่องจากการส่งข้อมูลจากตัวรับบริการไปยังตัวบริการ ไม่มีข้อมูลที่สูญหาย ดังนั้นเมื่อส่งอักษรควบคุมไป 13 ตัว ก็จะได้รับทั้ง 13 ตัวเช่นกัน

4.3 การทดลองการควบคุมแลน-ไอโอผ่านอินเทอร์เน็ตโดยแสดงผลผ่านทางกล้องเครือข่าย

4.3.1 การทำงานของการควบคุม

1. ก่อนการใช้งานโปรแกรมเพื่อควบคุมนั้นให้ทำการต่อหมายเลขไปที่หมายเลขที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์จัดเส้นทางก่อนเพื่อขอใช้บริการเครือข่ายส่วนตัว (private zone)
2. เมื่อทำการเชื่อมต่อวีพีเอนสำเร็จแล้วก็ทำการเปิดโปรแกรม
3. ขั้นแรกทำการปรับแต่งค่าการรับภาพจากกล้องเสียก่อน เช่น การตั้งค่าเลขที่อยู่ไอพี ชื่อผู้ใช้ รหัสลับ ความละเอียด หรืออาจจะเลือกรูปแบบภาพวีดิทัศน์ เช่น ภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก,เอ็มเพ็กสี่ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อปรับแต่งค่าการรับภาพแล้วก็สามารถเล่นภาพได้เลย โดยกดปุ่มแรกบนสุดข้างๆ จอแสดงผลภาพ หรือถ้าในหน้าต่างการปรับแต่งค่าของกล้องได้ทำการเลือกรายการเลือกเล่นภาพอัตโนมัติ ภาพวีดิทัศน์จะเล่นเองอัตโนมัติหลังการปรับแต่งค่าเสร็จสิ้
5. ก่อนจะทำการควบคุมนั้นต้องเข้าไปปรับแต่งค่าของแลน-ไอโอด้วยเช่นกัน โดยต้องตั้งค่าเลขที่อยู่ไอพีให้ซึ่งจะต้องเป็นไอพีส่วนตัวเท่านั้น แล้วทำการกดปุ่ม "CONNECT" ถ้าขึ้นหน้าต่างแสดงข้อผิดพลาดที่มีรหัสเป็น 4 หมายถึงหมดเวลารอ (timeout) หรือถ้าขึ้นหน้าต่างแสดงข้อผิดพลาดที่มีรหัสเป็น 0 แสดงว่ามีคนอื่นติดต่ออยู่ไม่สามารถติดต่อได้ในขณะนี้
6. เมื่อทำการติดต่อแลน-ไอโอได้สำเร็จก็สามารถทำการควบคุมได้ทันที โดยอาจจะควบคุมผ่านการกดปุ่มหรือแผงแป้นอักขระก็ได้ และ สามารถตั้งค่าการควบคุมได้โดยการกดปุ่ม "CONFIG" ที่รายการเลือกหลัก

4.3.2 ผลการทดลอง

จะทดลองการควบคุมแลน-ไอโอผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังประเทศญี่ปุ่น โดยจะกำหนดให้หุ่นที่ทำการทดลองมีรหัสในการสื่อสารดังนี้

รหัสและความหมาย	DO4	DO3	DO2	DO1
เดินหน้า	1	1	1	0
ถอยหลัง	1	0	1	1
เลี้ยวซ้าย	1	1	1	1
เลี้ยวขวา	1	0	1	0
หยุด	0	0	0	0

ตารางที่ 4.2 รหัสการติดต่อกับหุ่นยนต์ที่ใช้ทดสอบ

เนื่องจากว่าในแลน-ไอโอมีช่องทางนำออก 5 ช่องทางด้วยกัน (D1 ถึง D5) จากรหัสนี้ใช้ทั้งสิ้น 4 ช่องทาง อีกช่องทางที่ไม่ได้กำหนดจะให้เป็นตรรกะ 0

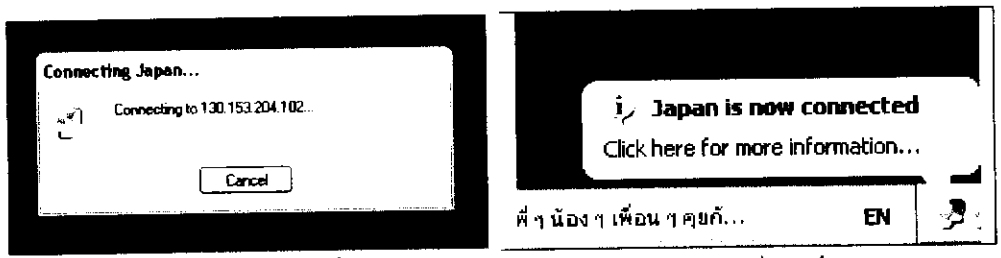
กำหนดให้เลขที่อยู่ไอพีของกล้องเป็น 161.246.73.242

เลขที่อยู่ไอพีของอุปกรณ์จัดเส้นทางเป็น 161.246.73.241

และเลขที่อยู่ไอพีของแลน-ไอโอเป็น 192.168.1.3

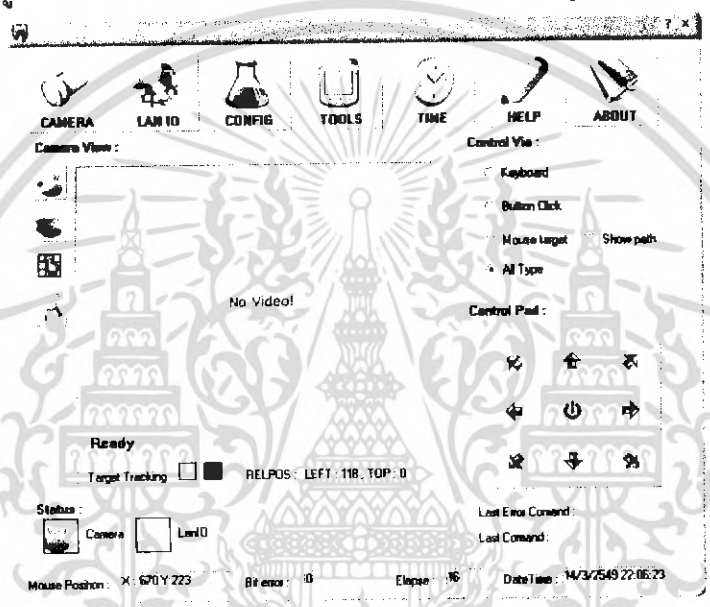
1. จากรูปที่ 4.19 เป็นเริ่มการติดต่อผ่านการตรวจสอบสิทธิและสร้างช่องทางการติดต่อสำเร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19รูปการติดต่อวีพีเอนบนวินโดวส์เอกซ์พี

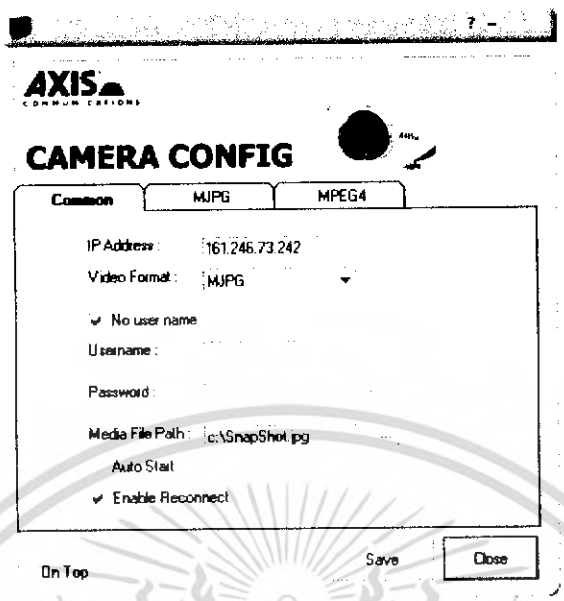
2. จากรูปที่ 4.20 เป็นการแสดงหน้าตาโปรแกรมหลังจากถูกเปิดขึ้นมา



รูปที่ 4.20 หน้าหลักของโปรแกรม

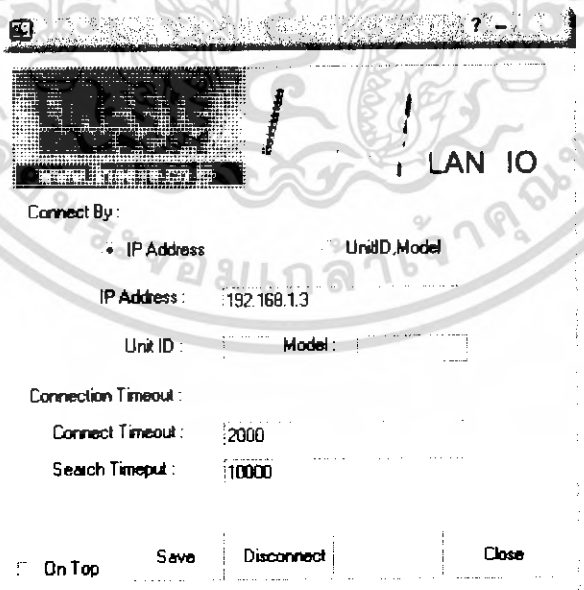
3) จากรูปที่ 4.21 แสดงการปรับแต่งค่าสำหรับกล้อง เช่น เลขที่อยู่ไอพีให้กำหนดเป็น 161.246.73.242 ตามที่ระบุไว้ข้างต้น รวมไปถึงการเลือกรูปแบบวีดิทัศน์ มีสองแบบ คือ ภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก,เอ็มเพ็กสี่ ซึ่งเลือกใช้ตามความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 หน้าต่างแสดงการปรับแต่งกล้อง

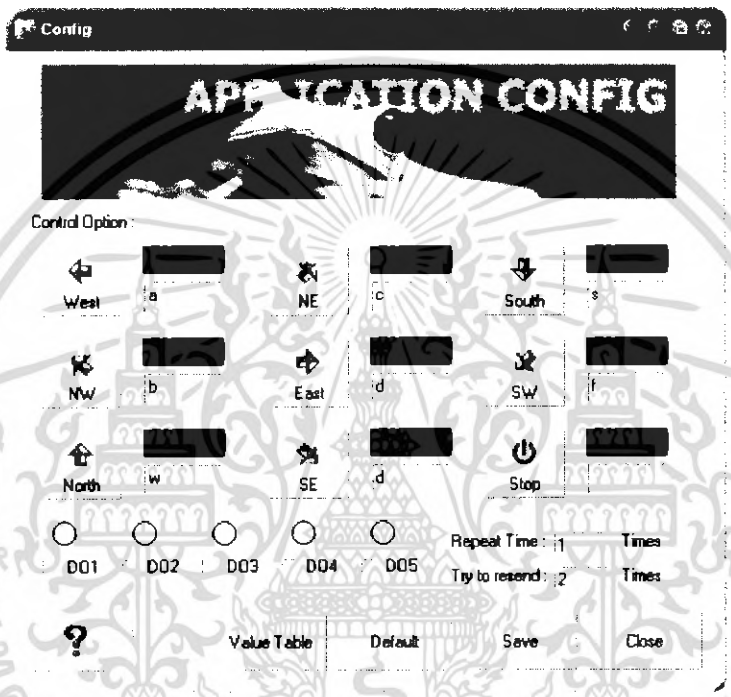
4. หลังจากปรับแต่งกล้องแล้วที่รายการเลือกหลักให้เลือก "LAN IO" จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 4.22 ให้ใส่ค่าเลขที่อยู่ไอพีตามที่ระบุไว้ข้างต้นคือ 192.168.1.3 ที่เป็นไอพีส่วนตัวเพราะสนับสนุนเพียงหมายเลขที่อยู่ในช่วงไอพีส่วนตัวเท่านั้น จึงต้องติดต่อผ่านช่องทางวีพีเอน เมื่อระบุไอพีเรียบร้อยจึงกดปุ่ม "Connect" ถ้าสำเร็จหน้าต่างนี้จะหายไป



รูปที่ 4 .22หน้าต่างการปรับแต่งและติดต่อแลน-ไอโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

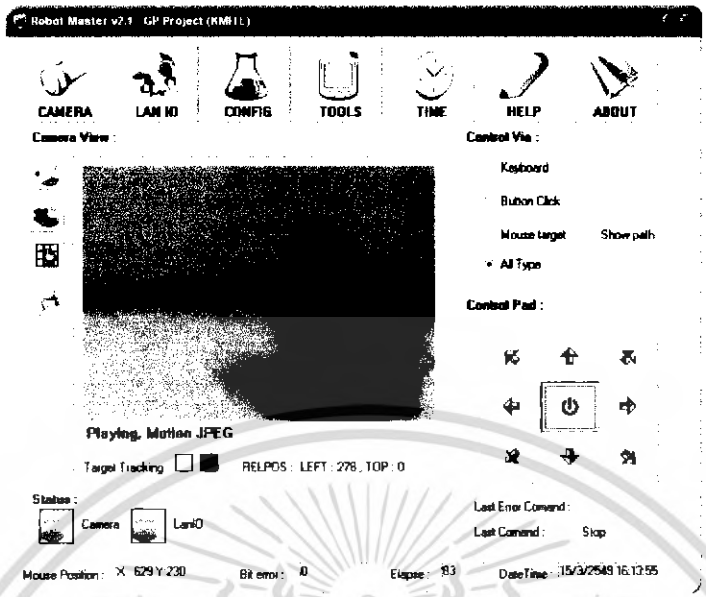
5. เมื่อติดต่อปรับแต่งค่าสำหรับกล้องและแลน-ไอโอสำเร็จแล้ว ขั้นต่อไปคือการกำหนดรหัสในการสื่อสารเพื่อให้ตรงกันกับในหุ่นยนต์ โดยเลือกรายการเลือก "CONFIG" จะปรากฏหน้าต่างดังรูป 4.23 โดยใส่ค่าตามตารางที่ 4.2 สังเกตที่ปุ่ม "West" ค่าที่กำหนดคือ 11110 ซึ่งตรงตามตารางที่บอกปุ่มเลี้ยวซ้าย เมื่อแก้ไขค่าครบทุกตัวตามต้องการแล้ว ให้ทำการกดปุ่ม "Save" เพื่อให้โปรแกรมบันทึกค่า ต่อจากนั้นกดปุ่ม "Close" เพื่อแสดงหน้าหลักอีกครั้ง



รูปที่ 4.23 แสดงหน้าต่างการปรับแต่งรหัสการควบคุม

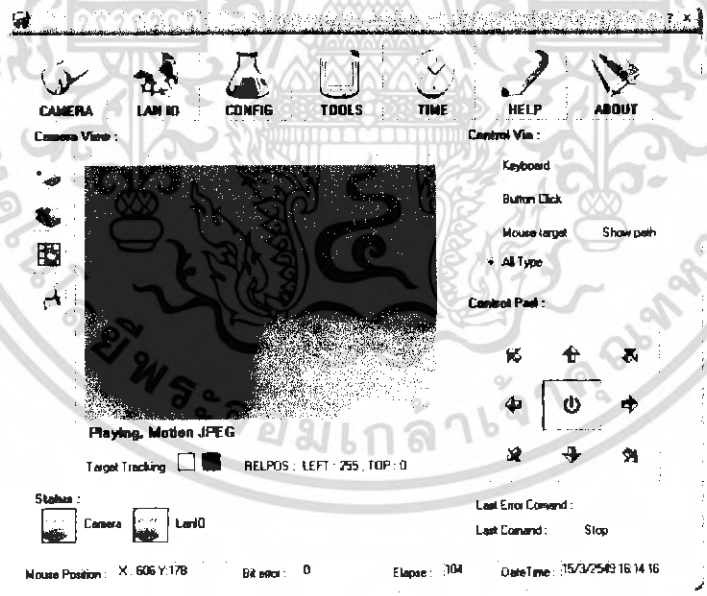
6. เมื่อทุกอย่างถูกปรับแก้เรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม เพื่อเริ่มการติดต่อกับกล้องจะเห็นรูปหุ่นยนต์ในจอแสดงผล ซึ่งจากรูปเป็นการส่งแบบภาพเคลื่อนไหวเจเพ็ก หุ่นยนต์อยู่ทางวาของหน้าจอ จะทดสอบโดยการกดปุ่ม เพื่อบอกให้หุ่นยนต์วิ่งตรงไปข้างหน้า โปรแกรมจะส่งรหัส 1110 ไปยังเครือข่ายโดยมีปลายทางอยู่ที่แลน-ไอโอและจากแลน-ไอโอจะปล่อยสัญญาณไฟฟ้าให้แก่แต่ละช่องของตัวส่งสัญญาณวิทยุอีกทีเพื่อควบคุมหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 4.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.24 แสดงโปรแกรมเมื่อติดต่อกับกล้องและแลน-ไอโอแล้ว

7. จากรูปที่ 4.25 แสดงภาพหลังจากกดปุ่ม ↑ (หรือจะแป้น “W” บนแผงแป้นอักขระแทนก็ได้ ดูที่รูปที่ 5)หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าซึ่งก็หมายถึงเลื่อนจากขวาของหน้าจอมายังซ้าย ซึ่งถูกต้อง



รูปที่ 4.25 แสดงโปรแกรมเมื่อส่งคำสั่งให้หุ่นยนต์วิ่งไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและวิจารณ์

โครงงานนี้เกี่ยวกับการควบคุมหุ่นยนต์ไร้สายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุม ระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์กับแลน-ไอโอ ซึ่งในการแข่งขันจริงจะใช้การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับแลน-ไอโอ

5.1 โหมดการทำงานที่ 1 (ตัวรับบริการ-ตัวบริการ)

5.1.1 การทำงานโดยรวม

ตัวรับบริการจะร้องขอการเชื่อมต่อไปยังตัวบริการและตัวบริการตอบรับ ช่องทางการเชื่อมต่อถูกสร้างขึ้น และตัวบริการก็พร้อมจะรับคำสั่งไปปฏิบัติ เมื่อตัวรับบริการส่งสัญญาณควบคุมหุ่นยนต์มาให้แก่ตัวบริการ มันจะทำการถอดส่วนหัวออกและแปลความหมายของข้อมูลนั้นว่าเป็นชนิดไหนจากโพรโทคอลที่ตกลงกันแล้วระหว่างตัวรับบริการกับตัวบริการ เมื่อมันรับรู้ว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นคำสั่งควบคุมหุ่นยนต์ มันจะส่งต่อไปยังช่องทางอนุกรมออกไปยังวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลข้อมูลอีกครั้งว่าต้องการให้เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินหน้าหรือถอยหลัง จากนั้นจะส่งคำสั่งใหม่ของตัวเองและกล้ำสัญญาณกับคลื่นพาห์แล้วส่งต่อผ่านอากาศไปยังตัวหุ่นยนต์

5.1.2 ผลการทำงานและปัญหาที่พบ

5.1.2.1 ในส่วนของฮาร์ดแวร์

สามารถควบคุมตัวนำเข้าตัวนำออกและการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านช่องทางอนุกรมได้อย่างถูกต้อง ซึ่งปัญหาที่พบคือ ฮาร์ดแวร์เสีย การเดินสายผิด ไฟฟ้ารั่ว แต่ได้รับการแก้ไขเรียบร้อยหมดแล้ว แต่อีกปัญหาหนึ่งซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาในการสืบหาต้นตอของปัญหาค่อนข้างนาน คือ กระแสที่ริปเปิลอย่างรุนแรงจากแหล่งจ่าย เป็นปัญหาทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรีเซ็ตตัวเองตลอดเวลา ซึ่งจะพบสาเหตุของปัญหานี้ได้ก็ต่อเมื่อใช้สโคปในการวัดระดับสัญญาณไฟที่ต่อเนื่อง เมื่อทราบว่าปัญหาเกิดจากอะไรแล้ว ก็สามารถแก้ได้โดยนำตัวเก็บประจุขนาดใหญ่ประมาณ 2 kF มาต่อคร่อมกับไอซีเบอร์ 7805 ตรงขาตัวนำเข้าที่รับมาจากแหล่งจ่าย ซึ่งเป็นตัวกรองทำให้กระแสราบเรียบขึ้น ฮาร์ดแวร์ก็ทำงานได้สมบูรณ์

5.1.2.2 ในส่วนของซอฟต์แวร์

สามารถติดต่อสื่อสารกันได้ระหว่างตัวรับบริการกับตัวบริการ โดยสามารถเข้าใจโพรโทคอลระหว่างกันได้เป็นอย่างดี และสามารถควบคุมฮาร์ดแวร์ได้โดยไม่มีปัญหา มีความเร็วในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับส่งข้อมูลที่ดี แต่ยังมีข้อบกพร่องในเรื่องของการจัดการเธรดอยู่บ้าง แต่ไม่ใช่ปัญหาใหญ่และปัญหาในการติดต่อใช้งานเอพีไอของจาวาสำหรับการเก็บค่าปรับแต่ง ยังมีปัญหาในส่วนของตัวบริการซึ่งมันไม่สามารถ โหลดแฟ้มการปรับแต่งขึ้นมาทำงานได้อย่างถูกต้องทั้งๆที่รูปแบบการเขียน เหมือนกับโปรแกรมตัวรับบริการ จึงแก้ไขโดยทำมอดูลในการใช้งานแฟ้มปรับแต่งขึ้นเองและทำงานได้ผลดี

ปัญหาโดยรวมในตอนนี้ แม้ว่าฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์จะทำงานด้วยกันได้แต่ยังไม่สมบูรณ์มากนัก ยังต้องมีการทำงานที่เกี่ยวเนื่องอีกหลายส่วน ที่ต้องพัฒนาต่อไป

5.2โหมดการทำงานที่ 2 (ตัวรับบริการ-แลนไอโอ)

เนื่องจากในส่วนการทำงานที่สองแม้จะค่อนข้างแตกต่างจากของเดิมและเขียนขึ้นใหม่ทั้งหมดแต่ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นในเวอร์ชันที่แล้วได้ถูกพัฒนาขึ้นมา และแก้ไขปัญหาของผลกระทบจากความหน่วงเวลาได้เป็นที่หน้าพอใจ โดยพัฒนาขั้นตอนวิธีที่คิดขึ้นมาเองเพื่อใช้งานโดยเฉพาะ และ ได้นำเทคโนโลยีใหม่อย่างเอ็มเพ็กสี่มาใช้ในรุ่นที่ 2 ของการทำงานในวิธีนี้ด้วย

5.2.1 การทำงานโดยรวม

เครื่องที่จะควบคุมหรือเครื่องตัวรับบริการนั้นจะต้องทำการติดต่อขอเข้าใช้งานในเครือข่ายภายในผ่านท่อวีพีเอนเสียก่อน โดยให้สร้างการเชื่อมต่อด้วยวีพีเอนขึ้น และหมุนไปหามันเพื่อร้องขอการเชื่อมต่อจากอุปกรณ์จัดเส้นทางที่สนับสนุนวีพีเอน อุปกรณ์จัดเส้นทางจะทำการตรวจสอบสิทธิ์และเมื่อสิทธิ์ถูกต้องจะรับการร้องขอ และตอบกลับมายังเครื่องตัวรับบริการการเชื่อมต่อก็จะถูกสร้างขึ้น ซึ่งในตอนนี้ที่เครื่องตัวรับบริการจะมีหมายเลขที่อยู่ไอพีทั้งหมด 2 ที่อยู่คือหมายเลขที่อยู่ที่ใช้ในการเข้าถึงอินเตอร์เน็ตอยู่แล้วซึ่งอาจจะเป็นไอพีส่วนตัวหรือไอพีสาธารณะก็ได้ แต่อีกหมายเลขที่อยู่ไอพีที่ได้รับนั้นต้องเป็นไอพีส่วนตัวที่ได้มาจากวีพีเอน ที่มีบริการดีเอชซีพี หรือ จะกำหนดแบบคงที่เองก็ตาม

เมื่อการเชื่อมต่อวีพีเอนสำเร็จเราจะสามารถทำการปิง เครื่องที่เป็นแลน-ไอโอได้ โดยใช้ไอพีส่วนตัวซึ่งตัวจัดการมันจะทำการห่อหุ้มกลุ่มข้อมูลไอพีส่วนตัวของเราอีกทีเพื่อส่งออกอินเตอร์เน็ตและจะถูกถอดส่วนห่อหุ่มออกที่อุปกรณ์จัดเส้นทางวีพีเอนปลายทาง และทำการหาเส้นทางของไอพีส่วนตัวที่เราระบุเป็นปลายทางซึ่งนั่นก็คือ แลน-ไอโอ เมื่อปิงได้เราก็สามารถเชื่อมต่อแลน-ไอโอได้ กล้องก็เชื่อมต่อได้โดยผ่านหมายเลขที่อยู่ไอพีที่เป็นสาธารณะได้เลย เราก็จะสามารถเห็นภาพเคลื่อนไหวของหุ่นยนต์ที่ปลายทางและสามารถควบคุมมันได้ เมื่อเราส่งสัญญาณควบคุมไปมันจะถูกส่งผ่านท่อวีพีเอนและถูกถอดรหัสที่ปลายทางและส่งต่อไปจนถึงแลน-ไอโอ ตัวแลน-ไอโอก็จะดูรหัสที่ส่งมาและจ่ายบิดออกไปตามช่องทางที่ระบุนั้น กระแสไฟจะวิ่งผ่านช่องแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละช่องของตัวสร้างสัญญาณวิทยุ มันจะตรวจสอบว่าช่องไหนมีสัญญาณเข้ามาบ้างมันก็จะทำการกลั่นสัญญาณที่เข้ามากับคลื่นพาห์และส่งไปยังเครื่องรับที่ตัวหุ่นยนต์ เครื่องรับจะทำการถอดการกลั่นสัญญาณและส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลผลและออกคำสั่งต่อไป

5.2.2 ผลการทำงานและปัญหาที่พบ

ปัญหาที่พบบ่อยมักจะเป็นความไม่ก่อยมีเสถียรภาพเท่าไรของฮาร์ดแวร์ซึ่งบางทีติดต่อได้บ้างติดต่อไม่ได้บ้าง ทั้งๆที่ไฟแสดงสถานะยังขึ้นอยู่จึงต้องทำการรีเซตอุปกรณ์ แต่จากการสังเกตที่ผ่านมาพบว่ามันจะมีเสถียรภาพกว่านี้ถ้าสายสัญญาณดี และไม่มีการเอาเข้าถอดออกของอุปกรณ์บ่อยนักก็จะทำให้ปัญหานี้หมดไปได้ เมื่อใช้งานจริงๆไม่มีการถอดออกเอาเข้าบ่อยดังนั้น ปัญหานี้จึงหมดไป ส่วนปัญหาอื่นที่พบคือความล่าช้าของอินเตอร์เน็ตที่ไม่สามารถควบคุมได้ ที่บางทีก็เร็วบางทีก็ช้าหรือบางทีก็หยุดไปเฉยๆ ซึ่งจะแก้ปัญหานี้ได้ต้องแก้ที่เน็ตเวิร์คโดยการต่อกับสายสัญญาณที่มีความน่าเชื่อถือสูงและทำสายสัญญาณสำรอง (Redundancy) โดยใช้ความสามารถของอุปกรณ์จัดเส้นทางที่มีการสนับสนุนการทำสลับเส้นทาง (Alternate path)ได้ ซึ่งเมื่อสายสัญญาณหนึ่งเสียก็จะมีการสลับไปใช้อีกสายสัญญาณอัตโนมัติได้ทันที และยิ่งถ้าอุปกรณ์จัดเส้นทางทำดุลภาระ (Load balancer) ได้จะดีมากเป็นการเพิ่มความเร็วให้กับการติดต่อแต่อุปกรณ์จัดเส้นทางประเภทนี้มีราคาแพงมาก ส่วนปัญหาอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับซอฟต์แวร์ เช่น ความล่าช้าของความหน่วงเวลา ที่เกิดขึ้นทำให้การควบคุมเป็นไปอย่างยากลำบาก ความล่าช้าก็ถูกลดลงด้วยการลดปริมาณข้อมูลที่ใช้ส่งในเครือข่ายได้ โดยใช้ขั้นตอนวิธีในการส่งข้อมูลเพื่อให้มีขนาดกะทัดรัดและใช้การเข้ารหัสสื่อประสม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการส่งข้อมูลเพราะความดับดั่งที่เกิดขึ้นมักจะมาจากข้อมูลสื่อประสมที่ส่งมาเป็นกระแสข้อมูล แต่เมื่อมีการใช้เทคนิคการเข้ารหัสอย่างเอ็มเพ็กสี่ทำให้ไม่จำเป็นต้องส่งข้อมูลของรูปทั้งหมดผ่านเครือข่ายเพราะด้วยผลจากการเข้ารหัสมันจะเก็บส่วนที่แตกต่างจากกรอบอ้างอิงซะเป็นส่วนใหญ่

5.3 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน

ในโครงงานนี้สามารถพัฒนาต่อได้ให้เป็น หุ่นยนต์ที่สามารถช่วยเหลือมนุษย์หรือรับความเสี่ยงแทนมนุษย์อย่างเช่น หุ่นยนต์กู้ระเบิด ช่วยผู้ประสบอัคคีภัย เป็นต้น หรือจะประยุกต์ใช้เป็นหุ่นยนต์ตรวจตราเฝ้าขามก็ได้ ซึ่งต่อไปเทคโนโลยีที่เข้ามาใช้ในอินเตอร์เน็ตจะมีคุณภาพและเข้าถึงได้มากขึ้น เช่น ในปัจจุบันหลายๆที่อย่างร้านอาหารก็มีอินเทอร์เน็ตไร้สาย (Wi-Fi) ให้ใช้ และอย่างที่ญี่ปุ่นบนรถไฟก็มีอินเทอร์เน็ตใช้แล้ว และในอนาคตอันใกล้จะมีใช้ในเครื่องบินด้วย และการสื่อสารระหว่างเมืองจะถูกพัฒนาขึ้นมาก โครงงานนี้สามารถนำไปประยุกต์ติดต่อได้กับฮาร์ดแวร์ได้ทุกประเภทเพราะมีรูปแบบการติดต่อแบบยืดหยุ่น ซึ่งในการพัฒนาต่อๆไปเพิ่มเติมจากในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้คือ ทำให้มันสามารถวิ่งตามเมาส์ ได้โดยตัวหุ่นยนต์ควรจะถูกออกแบบมาให้เคลื่อนไหวได้อย่างเสรี ซึ่งจะนำไปประยุกต์ในเกมส์กีฬาได้ดี แต่อินเทอร์เน็ตต้องมีความเร็วสูงเพียงพอต่อการควบคุม และในการพัฒนาอีกรูปแบบคือการระบุจุดหมายปลายให้กับหุ่นยนต์ที่ฉลาดซึ่งจะสามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้เอง โดยภาพที่รับอาจนำมาจากดาวเทียมก็เป็นไปได้ ผ่านทางคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งในโครงงานนี้เป็นการแสดงการเชื่อมต่อที่ใช้งานได้หลากหลายและเทคนิคการลดผลกระทบความหน่วงเวลา การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการเข้ารหัสของสื่อประสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Prof. Dr. Hisayuki Aoyama, เอกสารประกอบโครงงาน "Cross over IT Mechatronics contest between KMITL and UEC", ครั้งที่ 1, พ.ศ.2548

[2] ดร.วีรศักดิ์ ซึงถาวร, Java Programming volume I, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2546

[3] ดร.วีรศักดิ์ ซึงถาวร, Java Programming volume II, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2546

[4] ดร.วีรศักดิ์ ซึงถาวร, Java Programming volume III, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2547

[5] Harvey M. Deitel and Paul J. Deitel, Java How to Program edition 6, Pearson Education Inc., พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2548

[6] Andrew S. Tanenbaum, Computer Networks, Pearson Education Inc, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2547

[7] Franklin F. Kuo and Wolfganf Effelsberg and J.J. Garcia-Luna-Aceves, Multimedia Communication: Protocol and Application,Prentice Hall PTR Prentice Hall Inc, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2520

[8] ธวัชชัย ชมศิริ, ติดตั้ง/ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์อย่างมืออาชีพ, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน), พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2548

[9] ออกแบบและติดตั้งเครือข่าย Wireless LAN, อำนาจ มีมงคล และ อรรณพ ขันธิกุล, บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซ็นเตอร์ จำกัด, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2547

[10] เอกสารประกอบการเรียน วิชา Internet System คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ, พ.ศ. 2547

[11] เอกสารประกอบการเรียน วิชา Multimedia Communication คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ, พ.ศ. 2548

[12] Shivaram M. Mysore and Rinaldo Di Giorgio, Java gets serial support with the new javax.comm package, http://www.javaworld.com/javaworld/jw-05-1998/jw-05-javadev.html, พ.ศ. 2548

[13] Sun Microsystem, The javax.comm API reference at JavaSoft Developer Connection, http://java.sun.com/products/javacomm/, พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[14] http://www.ridgewater.mnscu.edu/classes/dc/io/

[15] Axis Communication, Axis Communication's online document, http://www.axis.com, พ.ศ. 2548

[16] http://www.planex.com

[17] http://www.vcodex.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

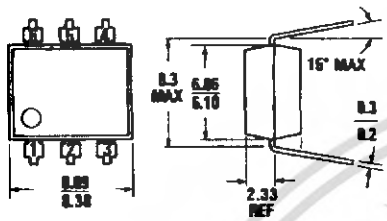
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

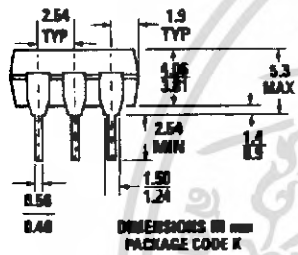
QT OPTOELECTRONICS

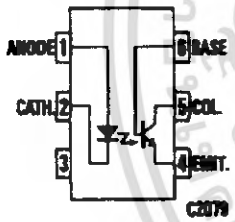
PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLERS

4N25 4N27
4N26 4N28

PACKAGE DIMENSIONS







Equivalent Circuit

DESCRIPTION

The 4N25, 4N26, 4N27, and 4N28 series of optocouplers have an NPN silicon planar phototransistor optically coupled to a gallium arsenide diode.

APPLICATIONS

- AC line/digital logic isolator
- Digital logic/digital logic isolator
- Telephone/telegraph line receiver
- Twisted pair line receiver
- High frequency power supply feedback control
- Relay contact monitor
- Power supply monitor
- Small package size and low cost
- Excellent frequency response
- UL recognized—File E90700

MAXIMUM RATINGS

TOTAL PACKAGE

*Storage temperature ..... −55°C to 150°C
*Operating temperature at junction ..... −55°C to 100°C
*Lead temperature (soldering, 10 sec) ..... 260°C
*Total package power dissipation at 25°C ambient (LED plus detector) ..... 250 mW
*Derate linearly from 25°C ..... 3.3 mW/°C

INPUT DIODE

*Forward DC current continuous ..... 80 mA
*Reverse voltage ..... 3.0 V
*Peak forward current (300 μs, 2% duty cycle) ..... 3.0 A
*Power dissipation at 25°C ambient ..... 150 mW
*Derate linearly from 25°C ..... 2.0 mW/°C

OUTPUT TRANSISTOR

*Collector emitter voltage (BV_{CEO}) ..... 30 V
*Collector base voltage (BV_{CBO}) ..... 70 V
*Emitter collector voltage (BV_{ECO}) ..... 7 V
*Power dissipation at 25°C ambient ..... 150 mW
*Derate linearly from 25°C ..... 2.0 mW/°C

*Indicates JEDEC Registered Data.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

(25°C Free-Air Temperature unless otherwise noted)

CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	GUAR. MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
INPUT DIODE						
*Forward voltage	V_f		1.20	1.50	V	I_f=10 mA
Capacitance	C		150		pF	V_r=0 V, f=1 MHz
*Reverse leakage current			.05	100	μA	V_R=3.0 V, R_L=1.0 MΩ
DETECTOR						
DC forward current gain	h_{FE}		250			V_{CE}=5 V, I_C=500 μA
*Collector to emitter breakdown voltage	BV_{CEO}	30	65		V	I_C=1.0 mA, I_B=0
*Collector to base breakdown voltage	BV_{CBO}	70	165		V	I_C=100 μA, I_E=0
*Emitter to collector breakdown voltage	BV_{ECO}	7	14		V	I_E=100 μA, I_B=0
*Collector to emitter leakage current (4N25, 4N26, 4N27)	I_{CEO}		3.5	50	nA	V_{CE}=10 V Base Open
*Collector to emitter leakage current (4N28)				100	nA	
*Collector to base leakage current	I_{CBO}		0.1	20	nA	V_{CB}=10 V Emitter Open

COUPLED ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

DC CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	GUAR. MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
*Collector output current (a) (4N25, 4N26) (4N27, 4N28)	I_C	2.0 1.0	5.0 3.0	— —	mA	V_{CE}=10 V, I_F=10 mA, I_B=0
*Collector-emitter saturation	$V_{CE(SAT)}$		0.2	0.5	V	I_C=2.0 mA, I_F=50 mA

SWITCHING CHARACTERISTICS

AC CHARACTERISTICS	SYMBOL	TYP.	UNITS	TEST CONDITIONS
Non-saturated Collector Delay time	t_d	0.5	μs	R_L=100 Ω, I_C=2 mA, V_{CC}=10 V
Rise time	t_r	2.5	μs	(Fig. 10 and 11)
Fall time	t_f	2.6	μs	
Non-saturated Collector Delay time	t_d	2.0	μs	R_L=1kΩ, I_C 2 mA, V_{CC}=10 V
Rise time	t_r	15	μs	(Fig. 10 and 11)
Fall time	t_f	15	μs	

*Indicates JEDEC Registered Data.

(a) Pulse Test: Pulse Width=300 μs, Duty Cycle <2.0%

(b) For this test LED pins 1 and 2 are common and Phototransistor pins 4, 5 and 6 are common.

(c) If adjusted to yield I_C=2 mA and i_c=0.7 mA RMS; Bandwidth referenced to 10 kHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS (25°C Free Air Temperature unless otherwise noted) (Cont'd)

AC CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	GUAR. MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
Saturated						
t_{on} (from 5 V to 0.8 V)	t_{on} (SAT)		5		μs	R_L=2kΩ, I_F=15 mA, V_{CC}=5 V
t_{on} (from SAT to 2.0 V)	t_{on} (SAT)		25		μs	R_B=Open (Fig. 10)
Saturated						
t_{on} (from 5 V to 0.8 V)	t_{on} (SAT)		5		μs	R_L=2kΩ, I_F=20 mA, V_{CC}=5 V
t_{on} (from SAT to 2.0 V)	t_{on} (SAT)		18		μs	R_B=100kΩ (Fig. 10)
Non-saturated						
Base—Collector photo diode						
Rise time	t_r		175		ns	R_L=1kΩ, V_{CB}=10 V
Fall time	t_f		175		ns	
Isolation voltage (b)						$I_{I-O} \leq 1$ μA
(4N25, 4N26, 4N27, 4N28)	V_{ISO}	5300	—	—	V	RMS, t=1 minute
*(4N26, 4N27)		1500	—	—	V	Peak
*(4N28)		500	—	—	V	Peak
Isolation resistance (b)			10^{11}		Ω	V=500 VDC
Isolation capacitance (b)			1.3		pF	V=0, f=1.0 MHz
Bandwidth (c) (also see note 2)	B_W		300		kHz	I_C=2.0 mA, R_L=100 Ω (Fig. 12)

*Indicates JEDEC Registered Data.
(a) Pulse Test: Pulse Width=300 μs, Duty Cycle <2.0%
(b) For this test LED pins 1 and 2 are common and Phototransistor pins 4, 5 and 6 are common.
(c) If adjusted to yield I_C=2 mA and I_C=0.7 mA RMS; Bandwidth referenced to 10 kHz.

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS Curves

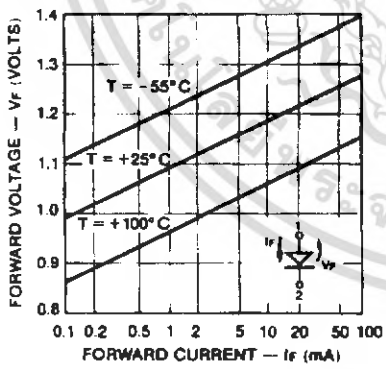


Fig. 1. Forward Voltage vs. Current

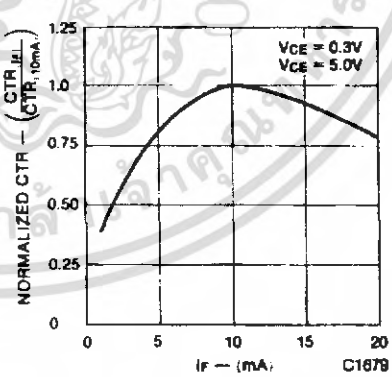


Fig. 2. Normalized CTR vs. Forward Current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS CURVES

(25°C Free Air Temperature unless Otherwise Noted)

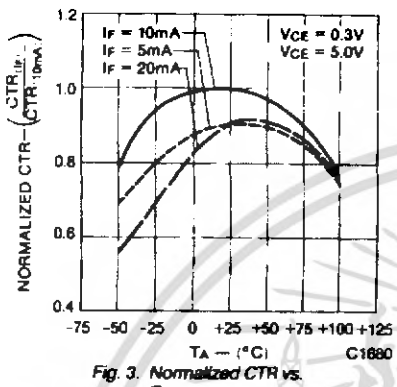


Fig. 3. Normalized CTR vs. Temperature

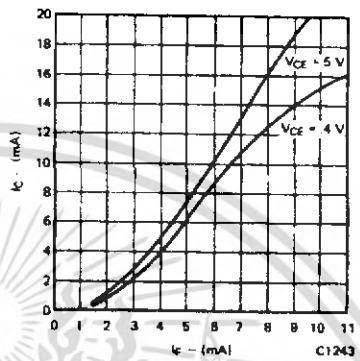


Fig. 4. Collector Current vs. Forward Current

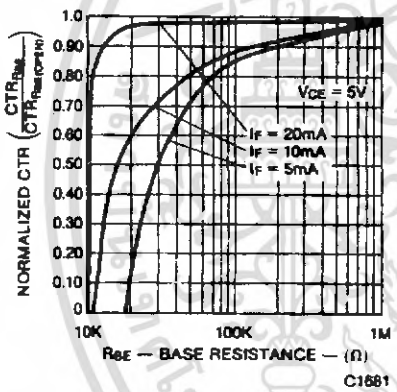


Fig. 5. CTR vs. RBE (Unsaturated)

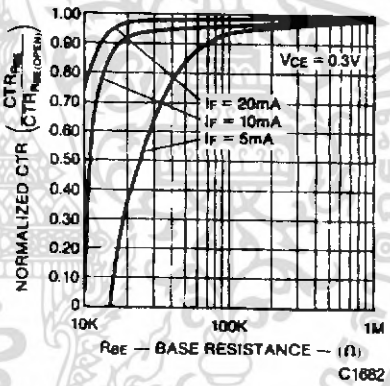


Fig. 6. CTR vs. RBE (Saturated)

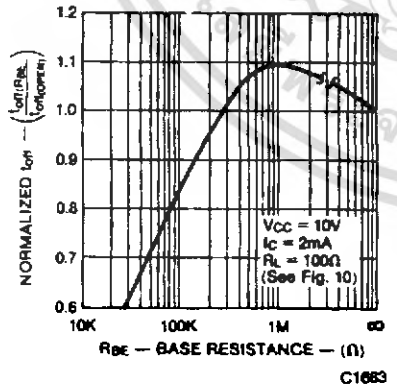


Fig. 7. Normalized T_{on} vs. RBE

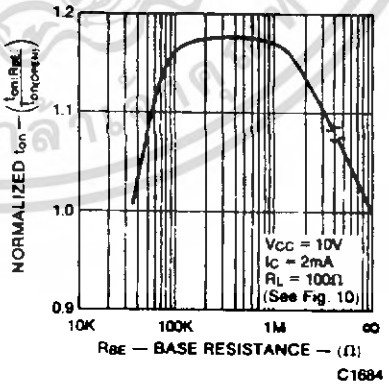


Fig. 8. Normalized T_{on} vs. RBE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES

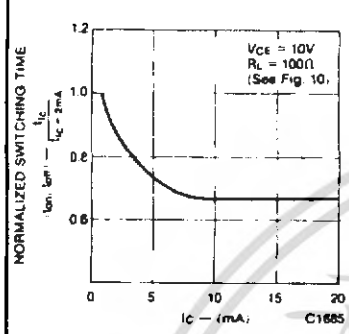


Fig. 9. Switching Time vs. IC

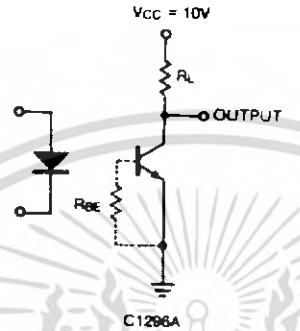


Fig. 10. Switching Time Test Circuit

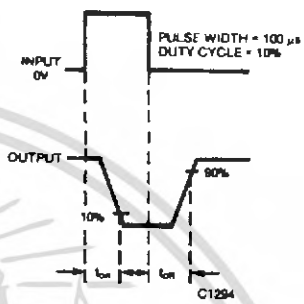


Fig. 11. Switching Time Waveforms

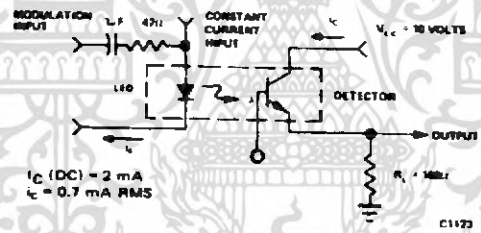


Fig. 12. Modulation Circuit Used to Obtain Output vs. Frequency Plot

NOTES

1. The current transfer ratio (I_C/I_F) is the ratio of the detector collector current to the LED input current with V_{CE} at 10 volts.
2. The frequency at which I_c is 3dB down from the 10 kHz value.
3. Rise time (t_r) is the time required for the collector current to increase from 10% of its final value to 90%.
   Fall time (t_f) is the time required for the collector current to decrease from 90% of its initial value to 10%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AXIS 210/210A
Network Cameras

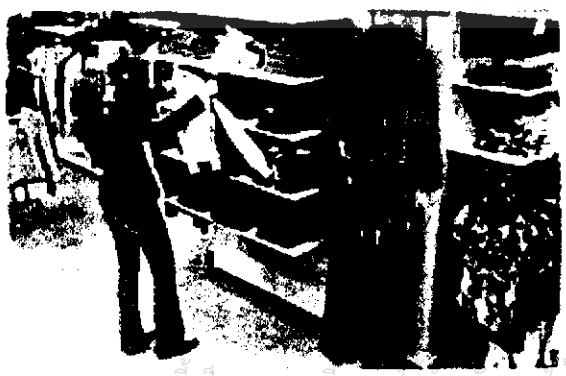
Superior video quality for professional indoor applications

The AXIS 210 and AXIS 210A Network Cameras from the market leader in network video, are ideal for indoor surveillance and remote monitoring.

The network cameras provide the best image quality in their class, using a progressive scan CCD sensor and powerful real-time image processing hardware to guarantee full frame rate, even at VGA resolution. Connecting directly to IP networks, the built-in Web server, open application interface, and sophisticated networking functions based on open industry standards greatly simplify systems integration.

The AXIS 210A, with built-in Power over Ethernet – which enables power to be delivered to the camera via the network – reduces cabling requirements and installation costs, and consolidates power for higher reliability. Its additional integrated audio support including built-in microphone, enables remote users to not only view, but also listen in on an area and communicate orders or requests to visitors or intruders via two-way audio communication.

The AXIS 210 and AXIS 210A provide the perfect solution for securing offices, shops, schools and other facilities over the local area network or across the Internet.



- Superior image quality using progressive scan CCD and advanced video processing
- Simultaneous Motion JPEG and MPEG-4 streams optimize for quality and bandwidth
- Up to 30 frames per second in VGA 640 x 480 resolution
- Built-in motion detection with pre- and post-alarm image buffering
- Power over Ethernet support (IEEE 802.3af) simplifies installation (AXIS 210A)
- Integrated two-way audio support (AXIS 210A)

AXIS COMMUNICATIONS
Make your network smarter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AXIS 210/210A Network Cameras

AXIS 210A Network Camera

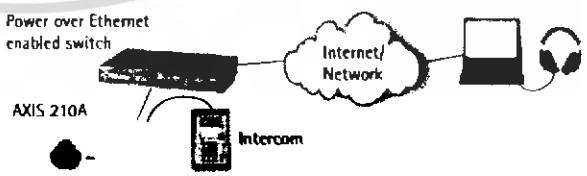
Specifications

Models	AXIS 210 AXIS 210A: Built-in Power over Ethernet and two-way audio
Image Sensor	1/4" Sony Wfine progressive scan RGB CCD
Lens	4.0 mm, F2.0, fixed iris, horizontal viewing angle: 48°, focus range: 0 mm to infinity, CS mount
Minimum illumination	3.0 lux, F2.0
Video compression	Motion JPEG MPEG-4 Part 2 (ISO/IEC 14496-2), Profiles: ASP and SP
Resolutions	16 resolutions from 640 x 480 to 160 x 120 via API, 5 selections via configuration web page
Frame rate	Up to 30 frames per second in all resolutions
Video streaming	Simultaneous Motion JPEG and MPEG-4 Controllable frame rate and bandwidth Constant and variable bit rate (MPEG-4)
Image settings	Compression levels: 11 (Motion JPEG)/23 (MPEG-4) Rotation: 90°, 180°, 270° Configurable color level, brightness, contrast, exposure, white balance, fine tuning of behavior at low light Overlay capabilities: time, date, privacy mask, text or image
Audio (AXIS 210A)	Configurable for built-in or external microphone G.711 PCM 64 kbit/s, G.726 ADPCM 32 or 24 kbit/s, full duplex, half duplex, simplex or audio off
Shutter time	2 sec to 1/12500 sec
Security	Multiple user access levels with password protection IP address filtering, HTTPS encryption (AXIS 210A)
Users	20 simultaneous users Unlimited users using multicast (MPEG-4)
Alarm and event management	Events triggered by built-in motion detection, external input or according to a schedule Image upload over FTP, email and HTTP Notification over TCP, email, HTTP and external output Pre- and post alarm buffer: AXIS 210: 1.2 MB (up to 40 sec of 320x240 video at 4 frames per sec) AXIS 210A: 9 MB (up to 5 min of 320x240 video at 4 frames per sec)
Connectors	Ethernet 10BaseT/100BaseTX, RJ-45 Terminal block for I/O (1 alarm input, 1 output) and alternative power connection AXIS 210A: 3.5 mm jack for Mic in (max 270 mVpp) or Line mono input (max 3.2 Vpp), 3.5 mm jack for Line mono output (max 3.0 Vpp) to active speaker
Processors, memory and clock	CPU: ETRAX 100LX 32bit Video processing and compression: ARTPEC-2 RAM: 32 MB (AXIS 210A), 16 MB (AXIS 210) Flash: 8 MB (AXIS 210A), 4 MB (AXIS 210) Battery backed up real-time clock
Power	7-20 V DC max 5 W, or (AXIS 210A) Power over Ethernet (IEEE 802.3af) with power classification: Class 2 (max 6.49 W)
Operating conditions	5 - 45 °C (41 - 113 °F) Humidity 20 - 80% RH (non-condensing)
Installation, management and maintenance	Installation tool on CD and web-based configuration Configuration backup and restore SNMP support (AXIS 210A) Firmware upgrades over HTTP or FTP, firmware available at www.axis.com
Video access from Web browser	Camera live view, sequence tour capability for up to 20 Axis cameras, customizable HTML pages
Minimum Web browsing requirements	Pentium III CPU 500 MHz or higher, or equivalent AMD 128 MB RAM AGP graphic card, Direct Draw, 32 MB RAM Windows XP, 2000, NT4.0*, ME* or 98*, DirectX 9.0 or later Internet Explorer 5.x or later For other operating systems and browsers see www.axis.com/techsup *Motion JPEG only
System integration support	Powerful API for software integration available at www.axis.com, including HTTP API, AXIS Media Control SDK, event trigger data in video stream, embedded scripting Watchdog secures continuous operation, can be monitored by other systems via event notification Embedded operating system: Linux 2.4
Supported protocols	IP, HTTP, TCP, ICMP, RTSP, RTP, UDP, IGMP, RTCP, SMTP, FTP, DHCP, UPnP, ARP, DNS, DynDNS, SOCKS, NTP etc. In addition for AXIS 210A: HTTPS, SSL/TLS*, SNMPv1/v2c/v3 (MIB-II). More information on protocol usage available at www.axis.com *This product includes software developed by the Open SSL Project for use in the Open SSL Toolkit.
Applications (not incl.)	AXIS Camera Station - Surveillance application for viewing, recording and archiving up to 25 cameras AXIS Camera Recorder - Surveillance application for viewing and recording up to 16 cameras AXIS Camera Explorer - Basic software for viewing and manual recording See www.axis.com/partner/adp_partners.htm for more software applications via partners
Included Accessories	Power supply 9 V DC, stand, connector kit, Installation Guide, CD with installation tool, software and User's Manual, MPEG-4 licenses (1 encoder, 1 decoder), MPEG-4 decoder (Windows)
Accessories (not incl.)	AXIS 292 Network Video Decoder AXIS MPEG-4 Decoder 10 user license pack Power over Ethernet midspans
Approvals	EMC: EN55024: 1998+A1 +A2, EN55022: 1998+A1 Class B, EN61000-3-2:2000, EN61000-3-3: 1995+A1 FCC Part 15 Subpart B Class B, VCCI: 2003 Class B ITE, C-tick AS/NZS 3548 and ICES-003 B by compliance with EN55022:1998 Class B Safety: UL and CSA (power supply), EN60950
Dimensions (HxWxD) and weight	38 x 88 x 146 mm (1½" x 3⅜" x 5¾") AXIS 210: 305 g (10¾ oz) excl. power supply AXIS 210A: 325 g (11½ oz) excl. power supply

Interlaced, 20 ms difference between odd and even lines

Progressive Scan, all lines are captured at the same time

Progressive scan is used instead of the interlaced method found in analog CCTV (PAL/NTSC) cameras. With progressive scan all pixels (lines) are captured at the same time, enabling moving images to be presented without distortion.



Cabling requirements and installation costs are reduced by the built-in support for Power over Ethernet and audio, enabling power to the cameras and two-way audio for the AXIS 210A to be delivered over the network.

www.axis.com

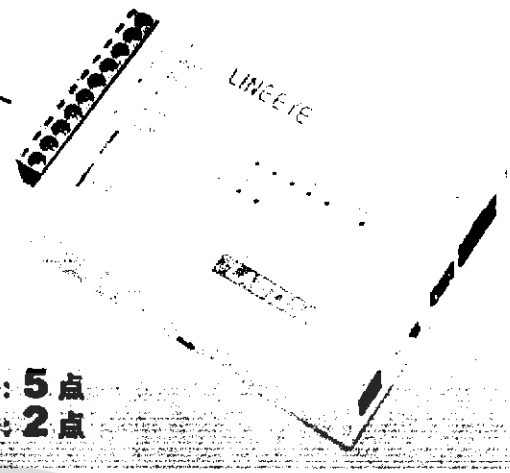
AXIS® COMMUNICATIONS
Make your network smarter

©2005, Axis Communications AB. The Axis logo is a registered trademark of Axis Communications AB. All other company names and products are trademarks or registered trademarks of their respective companies. We reserve the right to introduce modifications without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LAN IO series

LAN 接続型デジタル IO ユニット



PC から LAN 経由でデジタル信号を
監視・制御

▶▶ LA-5T2S

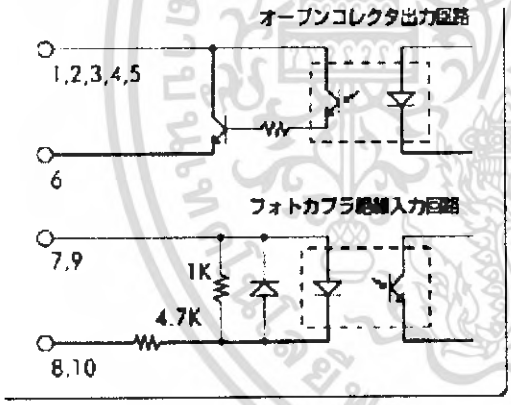
オープンコレクタ出力：5 点
フォトカプラ絶縁入力：2 点

ネットで購入 LA-5T2Sはフォトカプラで絶縁されたオープンコレクタトランジスタ出力5点とフォトカプラ絶縁入力２点をもつデジタルIOユニットです。DI2はメールアラート機能が利用できます。

■ 鉛フリー環境配慮設計

ハンダ工程での鉛フリーハンダの使用や組立工程での6価クロムフリーネジの採用など環境に配慮した製品です。

【 回路図 】



【 入出力構成 】

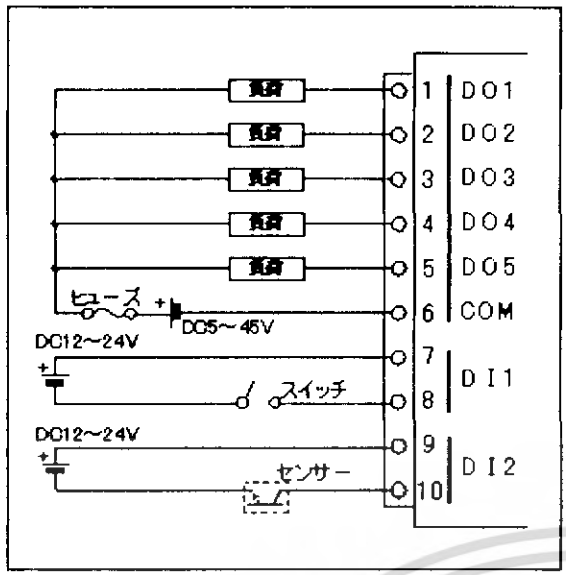
端子	記号	入出力構成
1	DO1	オープンコレクタ出力1
2	DO2	オープンコレクタ出力2
3	DO3	オープンコレクタ出力3
4	DO4	オープンコレクタ出力4
5	DO5	オープンコレクタ出力5
6	COM	出力コモンエミッター
7	DI1	絶縁フォトカプラ入力1+
8		絶縁フォトカプラ入力1-
9	DI2	絶縁フォトカプラ入力2+

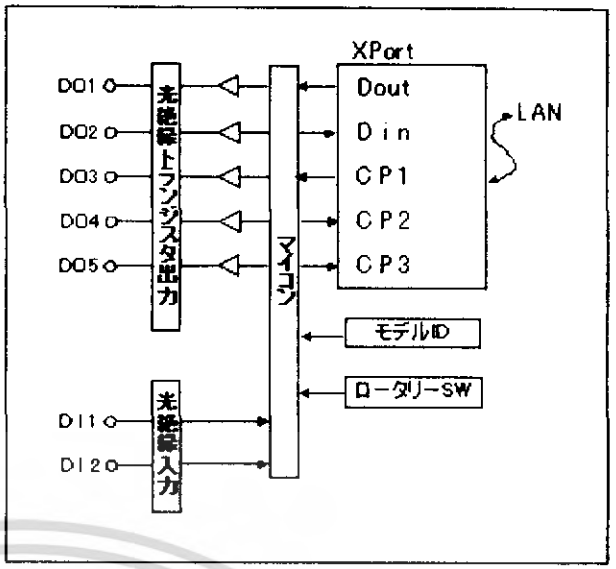
□ 出力には保護ヒューズ等は内蔵されていません。短絡保護のため、負荷側で保護ヒューズを挿入してください。
□ 誘導性負荷の場合、負荷と並列にダイオードやバリスタを接続しサージ保護してください。
□ 故障や外部電源異常等で誤動作、誤出力した場合でも、システム全体が安全側に動作するように、外部で安全回路を
設けてください。

【 接続例 】

【 ブロック図 】

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





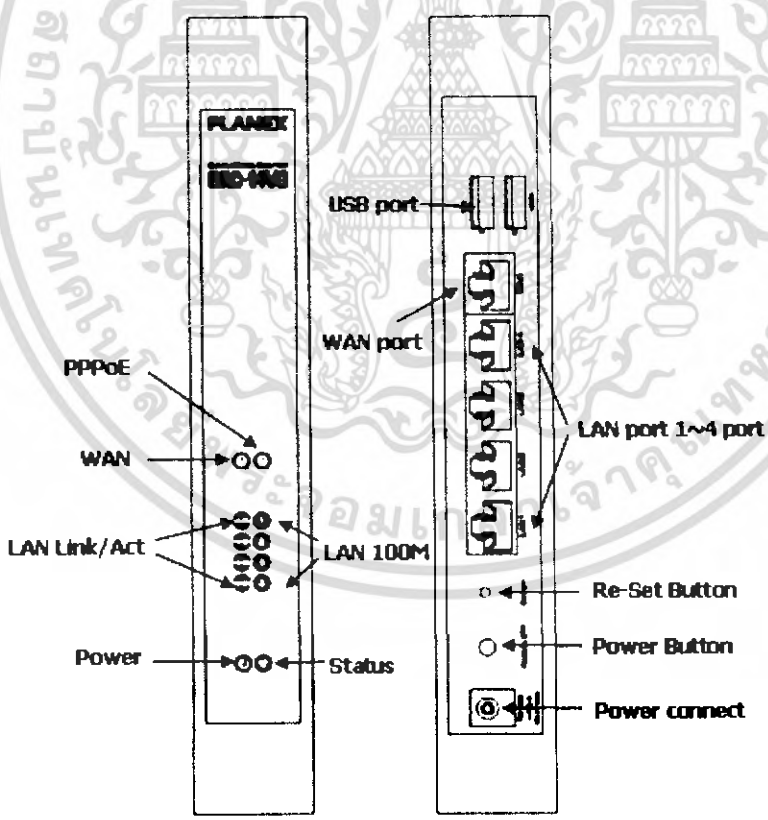
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BRC-14VG 4-Port VPN (Virtual Private Network) Broadband Router

Model Number		**BRC-14VG**
CPU		IXP422-266MHz
Standards Conformance		LAN side:IEEE802.3 10BASE-T,IEEE802.3u 100BASE-TX WAN side:IEEE802.3 10BASE-T,IEEE802.3u 100BASE-TX
Data Transfer Rate		10/100Mbps (Auto-Negotiation)
Network Port Configuration	**WAN Port**	10/100BASE-TX auto-negotiation port x 1 (RJ-45 connector) AutoMDI/MDI-X enabled
	LAN Ports	10/100BASE-TX auto-negotiation port x 4 (RJ-45 connector) AutoMDI/MDI-X enabled
USB Ports		USB2.0 (A connector) x 2 ports, supports NAS and web camera
Supported WAN Lines		ADSL, FTTH, CATV, VDSL
Network Cable		10BASE-T Category 3 (or greater) twisted-pair cable (100m) 100BASE-TX Category 5 (or greater) twisted-pair cable (100m)
Supported Protocol		IP
Address Translation		NAT/IP masquerading
DHCP Server		Supports up to 253 addresses (LAN side only, can be disabled)
DHCP Client		Acquires an IP address from ISP (WAN port only, can be disabled)
PPPoE		Support
IPv6		Support
NAPT		2000 session supported
Routing Protocols		Static Routing , Dynamic Routing , RIP v1,RIP v2
Local Server		Forwards packet to specific PC's on the LAN based on TCP/UDP port
Virtual Computer (DMZ)		Forwards packets from WAN to specific host on the LAN
IP Unnumbered		Supported
UPnP		Supported
DynamicDNS		Supported (www.dyndns.org)
VRRP		Support
VPN Gatewayt		PPTP server PPTP client IPSec
Packet Filtering		Parameters: Direction (IN/OUT), IP address, protocol, port number
URL Filtering		Support
Firewall		SPI (Stateful Packet Inspection),DoS , Security Log
Multicast		IGMP
SNMP		Support
SNTP		Server configuration
Log function		Send out Syslog to server , Security Log , System Log , Log mail
System Diagnose		Diagnose tools (Ping function)
File server		NetBIOS share
Print server		Support USB print server function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEB server		Support (USB type Storage)
WEB CAM server		Support BRC-EE260 USB WEB CAM
Configuration Interface		Web browser
LED Indicators		Power(1), Status(1), Link/Act(4), 10/ 100M (4), WAN(1), PPPoE(1)
Maximum Power Consumption		8.3W max.
Power	**Input**	AC adapter (AC100-120V, 50/60Hz)
	Output	AC adapter (DC5V , 2.4A)
Dimensions (WxHxD, main body only)		Approximately 30(W) x 200(H) x 150(D)mm
Weight (main body only)		Approximately 504 g
Operating Temperature		0 to 40 degrees Celsius
Operating Humidity		35 to 80% (non-condensing)
Supported OSes		Windows 98/98SE/Me/2000/XP PC equipped with an Ethernet(RJ-45) port MacOS 8.x/9.x/X computer equipped with an Ethernet(RJ-45) port
Networking Equipment		This product requires the following networking equipment: A twisted-pair cable for each PC connected to the product)
EMI		VCCI Class B
Package Contents		BRC-14VG, AC adapter (supplied with a short cord), stand for vertical installation, UTP straight-through LAN cable (1m), user's manual, reference manual CD-ROM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้