

ควบคุมกล้องวิดีโอผ่าน โปรโตคอล ทีซีพี/ไอพี

Camera Controlled via TCP/IP Protocol



โดย
นายภาณุพงศ์ สมบัติเพิ่มพูน
นายภาณุวัฒน์ คงวัฒนสิน
นายสุนทร ไข่จั่ว

เลขที่.....
เลขทะเบียน 42142
วัน, เดือน, ปี 14 พ.ค. 2545

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

ควบคุมกล้องวิดีโอผ่าน โปรโตคอล ทีซีพี/ไอพี

Camera Controlled via TCP/IP Protocol

โดย

นายภาณุพงศ์ สมบัติเพิ่มพูน 41013063

นายภาณุวัฒน์ คงวัฒนสิน 41013064

นายสุนทร ไปจั่ว 41013078

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ นภัทร สระเอี่ยม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

ควบคุมกล้องวีดีโอผ่าน โปรโตคอล ทีซีพี/ไอพี

Camera Controlled via TCP/IP Protocol

โดย	นายภาณุพงศ์ สมบัติเพิ่มพูน	41013063
	นายภาณุวัฒน์ คงวัฒนสิน	41013064
	นายสุนทร ไพจิ้ว	41013078

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ นภัทร สระเอี่ยม

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสาร และประยุกต์ใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความหลากหลาย ซึ่งใช้งาน ได้ครอบคลุมกว้างขวาง ที่เห็นได้ชัดคงเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูล มันเป็นการดีที่ผู้คนจากมุมโลกหนึ่ง หรือจากที่ห่างไกลกัน สามารถที่จะรับรู้ข่าวสารจากอีกที่หนึ่งได้อย่างรวดเร็ว การควบคุมระยะไกลก็ได้ เข้ามามีบทบาททางด้านงานควบคุมต่างๆ เพราะไม่จำเป็นที่ผู้ควบคุม ต้องทำงานในสถานที่ที่เครื่องมือตั้ง อยู่ ถ้าเราสามารถนำคุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้งาน เราก็สามารถที่จะควบคุมเครื่องจักรนั้น จากสถานที่ที่อยู่ห่างไกลได้โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งนี่ก็เป็นที่มาของโครงงานชิ้นนี้ คือจะเป็นการ สร้างกล้องวีดีโอควบคุมระยะไกลโดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แนวความคิดเบื้องต้นคือ ต้องการที่จะ ควบคุมการหมุนของกล้อง ที่อยู่ไกลออกไปโดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นสื่อกลาง และทำการรับข้อมูลภาพที่ได้ จากกล้องตัวนั้น นั่นก็หมายความว่าเราสามารถที่จะตรวจสอบเหตุการณ์ต่างๆที่อยู่ในบริเวณนั้น โดยผู้ ควบคุมอยู่ที่อื่น ซึ่งเราสามารถนำเอาหลักการเบื้องต้นตรงนี้ ไปประยุกต์ใช้งานในด้านการรักษาความ ปลอดภัย หรืองานที่ต้องการตรวจสอบเหตุการณ์ที่อยู่ห่างไกลออกไป

Abstract

Nowadays communication via Internet working is high performance usage for wide application such as the data exchange. It has an advantage when many people for long distance using Internet to communicate with the other people. The information can be received and sent faster then the old communication method. The remote control system is a role in the new control technology. From this reason, we build video by controlled via Internet and observed the picture from the controlled camera.

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ควบคุมกล้องวิดีโอผ่าน โปรโตคอล ทีซีพี/ไอพี

Camera Controlled via TCP/IP Protocol

ผู้จัดทำ

- | | | |
|-----------------|----------------|----------|
| 1. นายภาณุพงศ์ | สมบัติเพิ่มพูน | 41013063 |
| 2. นายภาณุวัฒน์ | คงวัฒนสิน | 41013064 |
| 3. นายสุนทร | ไผ่จิว | 41013078 |

hnp
(อาจารย์ นภัทร สระเอี่ยม)

อาจารย์ที่ปรึกษา



สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 รูปแบบมาตรฐานโปรโตคอลของอินเทอร์เน็ต (INTERNET PROTOCOL STANDARDS)	3
2.2 อินเทอร์เน็ต ไอพี (INTERNET IP)	3
2.3 โปรโตคอล ทีซีพี	6
2.4 โปรโตคอลยูดีพี	7
2.5 INTERNETWORK LAYER	8
2.6 โปรโตคอล ไอพี	8
2.7 โปรโตคอล ICMP	9
2.8 โปรโตคอล ARP	10
2.9 NETWORK INTERFACE LAYER	10
2.10 กลไกของโปรโตคอลไอพี	11
2.11 WINSOCK	14
2.12 ความรู้เบื้องต้น และหลักการทำงานของ สเต็ปมอเตอร์ (STEP MOTER)	15
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	20
3.1 โปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ (SERVER SIDE PROGRAM)	20
3.2 โปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ (CLIENT SIDE PROGRAM)	22
3.3 ชุดควบคุมกล้อง (CAMERA CONTROL)	25
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	29
4.1 การทดลอง	29
4.2 ผลการทดลอง	33
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	42
ภาคผนวก	43
กิตติกรรมประกาศ	44
อ้างอิง	45

สารบัญรูปรภาพ

รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต	2
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของแอดเดรส ที่ใช้ใน CLASS ต่างๆของเครือข่ายทั้งหมดความยาว 32 บิต	3
รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบของหน่วยข้อมูล	4
รูปที่ 2.3 แสดงการแบ่งส่วนย่อยของข้อมูล และการประกอบขึ้นใหม่	5
รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบของทีซีพี แพ็กเกจ	7
รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบของยูดีพี แพ็กเกจ	8
รูปที่ 2.6 แสดงโปรโตคอล ทีซีพี และ ยูดีพี	9
รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างของโปรโตคอล ทีซีพี/ไอพี	10
รูปที่ 2.8 แสดงข้อมูลนาทาง ไอพี	12
รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในสแต็คปมเตอร์	15
รูปที่ 2.10 แสดงการควบคุมระบบสแต็คปมเตอร์	15
รูปที่ 2.11 แสดงการพันขลควบนสแต็คเตอร์ของสแต็คปมเตอร์	16
รูปที่ 2.12 แสดงวงจรการจ่ายไฟให้กับสแต็คปมเตอร์	17
รูปที่ 3.1 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ	20
รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ	21
รูปที่ 3.3 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ	23
รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ	24
รูปที่ 4.1 แสดงโปรแกรมการทดลองรับภาพจากกล้องวิดีโอ	29
รูปที่ 4.2 แสดงหมายเลข ไอพีแอดเดรส 192.168.0.1 ทางด้านเครื่องรับบริการ	30
รูปที่ 4.3 แสดงหมายเลข ไอพีแอดเดรส 192.168.0.2 ทางด้านเครื่องให้บริการ	31
รูปที่ 4.4 แสดงโปรแกรมด้านควบคุมระยะไกล	31
รูปที่ 4.5 แสดงโปรแกรมด้านแสดงผล	32
รูปที่ 4.6 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ	33
รูปที่ 4.7 แสดงส่วนฐานจับกล้อง	34
รูปที่ 4.8 แสดงบอร์ดแสดงสถานะของมอเตอร์	34
รูปที่ 4.9 แสดงคีย์บอร์ดที่ใช้ควบคุมกล้องจากคอนโทรลเลอร์	35
รูปที่ 4.10 แสดงวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์	35
รูปที่ 4.11 แสดงวงจรขับมอเตอร์	36
รูปที่ 4.12 แสดงการต่อใช้งานทางด้านหลังของกล่องฐานจับกล้อง	36
รูปที่ 4.13 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ	37
รูปที่ 4.14 แสดงการควบคุมจากโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ	38
รูปที่ 4.15 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ	38
รูปที่ 4.16 แสดงการป้อนหมายเลข ไอพีแอดเดรส	39

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 4.17 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการขณะติดต่อกับเครื่องให้บริการ.....	39
รูปที่ 4.18 แสดงการตั้งค่าจอยสติค.....	40
รูปที่ 4.19 แสดงการทดสอบการตั้งค่าจอยสติค	40



สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของสเต็มมอเตอร์ แบบเวฟ.....	17
ตารางที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของสเต็มมอเตอร์ แบบ 2 เฟส	18
ตารางที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของสเต็มมอเตอร์ แบบครึ่งสเต็ม	19
ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่การทำงานของพอร์ต 3	26
ตารางที่ 4.1 แสดงการทดลองการส่งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์	33
ตารางที่ 4.2 แสดงการทดลองการส่งค่าให้ COMPUTER	33
ตารางที่ 4.3 แสดงรายการต่ออุปกรณ์ด้านหลังของกล่องฐานจับกล้อง	36
ตารางที่ 4.4 ตารางการใช้งานการควบคุมบอร์ดคอมพิวเตอร์	40



บทที่ 1

บทนำ

เนื่องด้วยในปัจจุบัน อินเทอร์เน็ตได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์เรามากขึ้น ดังนั้น การทำให้อุปกรณ์หรือเครื่องมือใดๆ ที่ใช้ประโยชน์จากการติดต่อผ่านอินเทอร์เน็ต จะได้รับประโยชน์อย่างมากมาย ที่เห็นได้อย่างชัดเจนก็คงเป็น การควบคุมระยะไกล(Remote Control) ซึ่ง ณ ปัจจุบันแทบจะเรียกได้ว่า เครื่องข่ายอินเทอร์เน็ตนั้นได้ครอบคลุมไปทุกมุมโลกแล้ว และจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เราจึงใช้คุณสมบัติตรงนี้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

ในงานที่ต้องการความสะดวกในการติดต่อหรือควบคุมระยะไกล อินเทอร์เน็ตเป็นทางเลือกหนึ่งซึ่งทำได้ง่ายและรวดเร็ว เราไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่อันตราย อันเนื่องมาจาก ความไม่ปลอดภัยจากสถานที่ทำงาน หรือความไม่สะดวกจากการต้องเดินทางไปปฏิบัติงาน การควบคุมสามารถที่จะทำในสถานที่ที่เหมาะสมได้ การควบคุมตรวจสอบหรือดูแล ก็ทำได้ง่ายขึ้น เพียงแต่เพิ่มในส่วนของอินเทอร์เน็ต เข้ามาทำงานร่วมกับชุดควบคุมซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์(Hardware) และส่วนโปรแกรมควบคุมซึ่งเป็นซอฟต์แวร์(Software) เพียงเท่านี้เราก็สามารถควบคุมอุปกรณ์ได้จากทุกที่ ที่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปถึง ทำให้มีความสะดวก ประหยัด และปลอดภัย ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างในการประยุกต์ใช้งานในส่วนต่างๆ เช่น

1.1 ทางด้านการแพทย์

ในพื้นที่ที่ห่างไกล อาจขาดแคลนแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ซึ่งเราสามารถส่งข้อมูลภาพให้แก่แพทย์ผู้เชี่ยวชาญซึ่งมักจะอยู่ตามเมืองใหญ่ๆ และแพทย์สามารถควบคุมให้กล้องส่องไปยังจุดที่ต้องการวินิจฉัย ทำให้เกิดความสะดวก และลดช่องว่างทางสังคมลงในอีกระดับหนึ่ง

1.2 ทางด้านความมั่นคงและการรักษาความปลอดภัย

เราสามารถติดตั้งกล้อง และชุดควบคุมตามจุดต่างๆ เพื่อดูแลให้สถานที่นั้นๆ ให้ปลอดภัยจากอาชญากรรม และผู้ไม่ประสงค์ดี โดยเราอาจติดตั้งไว้หลายๆจุดแต่ใช้คนดูแลเพียงคนเดียว

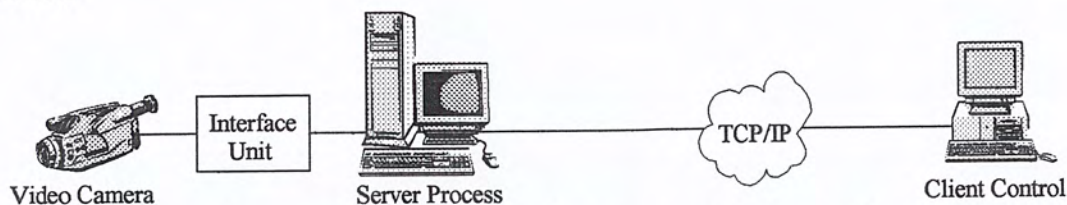
1.3 ทางด้านธุรกิจและอุตสาหกรรม

เราสามารถติดตั้งกล้อง และชุดควบคุมในโรงงาน ในจุดที่มีความเสี่ยงสูง โดยใช้วิศวกรผู้เชี่ยวชาญควบคุมการผลิต อยู่ในออฟฟิศอีกที่หนึ่ง หรืออาจส่งการควบคุม ไปให้วิศวกรผู้เชี่ยวชาญที่อยู่ต่างประเทศได้ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในการทำธุรกิจลงได้

1.4 ทางด้านสังคม

เราอาจติดตั้งกล้องและชุดควบคุมตามถนนหรือสี่แยกสำคัญๆ เพื่อดูปริมาณรถที่วิ่งผ่านแล้วนำมาวิเคราะห์ เพื่อทำการแก้ไขการจราจรให้เป็นไปโดยสะดวก หรือติดตั้งกล้อง และชุดควบคุมตามจุดที่มีคนรวมอยู่หนาแน่นเช่น ตามย่านการค้า เพื่อเป็นการดูแลสวัสดิภาพของประชาชน

โครงการนี้ได้นำเอาแนวคิดจากตัวอย่างข้างต้น มาทำการศึกษาและสร้างเครื่องมือชุดนี้ขึ้น เพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ที่ต้องการ โดยหลักการทำงานอย่างคร่าวๆ สามารถดูได้จากบล็อก รูปที่ 1.1 ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1.1 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

จากบล็อกข้างต้นสามารถที่จะอธิบายได้ดังนี้

- ส่วนควบคุม (Client Control) จะประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์ ที่ต่อเชื่อมเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และได้ติดตั้งโปรแกรมควบคุมการทำงานในส่วนของโครงการนี้เอาไว้
- ส่วนประมวลผล (Server Process) จะเป็นคอมพิวเตอร์ที่กำหนดให้เป็นเซิร์ฟเวอร์ เพื่อรองรับการติดต่อจากส่วนควบคุม ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และนำคำสั่งที่ได้รับมานั้น ส่งงานไปยังส่วนควบคุมกล้องอีกทีหนึ่ง
- ส่วนควบคุมกล้อง (Interface Unit) จะเป็นส่วนที่รับคำสั่งควบคุมการทำงาน จากส่วนประมวลผลมาปฏิบัติตาม และจะรายงานผลตำแหน่งของกล้องด้วยว่า ขณะนี้อยู่ที่ตำแหน่งใด
- กล้องถ่ายภาพ (Video Camera) ทำหน้าที่แปลงภาพ ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อส่งไปยังคอมพิวเตอร์

จากการทำงานเบื้องต้นที่กล่าวมา เราจะกล่าวถึงทฤษฎีและส่วนการออกแบบในบทต่อไป

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 รูปแบบมาตรฐานโปรโตคอลของอินเทอร์เน็ต (Internet Protocol Standards)

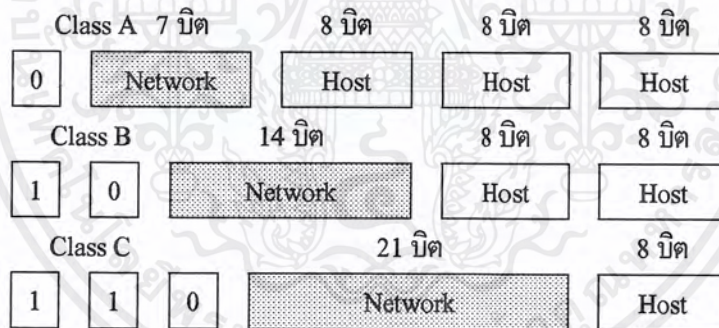
อินเทอร์เน็ตโปรโตคอลซึ่งถูกใช้คือ TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) ซึ่งรวมถึง ทรานสปอร์ต (Transport) และ แอปพลิเคชัน (Application) โปรโตคอล ซึ่งทั้งหมดของ ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) จะกำหนดให้เหมาะสม กับการใช้ในเชิงสาธารณะ ซึ่งรูปแบบโดยทั่วไป แสดงดังรูปที่ 2.4

ไอพี (IP) เป็น Internetwide โปรโตคอล ซึ่งทำให้สองทรานสปอร์ตโปรโตคอล ที่ต่างสถานที่กัน และต่าง Ess/Hosts กัน สามารถแลกเปลี่ยนหน่วยข้อมูล (NSDUS) กันได้ ซึ่งหมายความว่า หลายๆ Network/Subnet และ ISO/Gateway ที่แตกต่างกันสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างสมบูรณ์

2.2 อินเทอร์เน็ต ไอพี (Internet IP)

2.2.1 โครงสร้างของที่อยู่ (Address Structure)

ในศัพท์ของ ไอเอสไอ (ISO) เมื่อสองเครือข่าย ติดต่อกันด้วย Host/ES ที่ต่อกับเครือข่าย อินเทอร์เน็ตเหล่านี้ ติดต่อกันได้โดยใช้ Network Service Access Point (NSAP) Address และ Subnet Point of Attachment (SNPA) สำหรับใน ทีซีพี/ไอพี ก็จะมี ไอพีแอดเดรส (IP Address) และ NPA Address ตามลำดับ โดย NPA Address จะแตกต่างกันในแต่ละชนิดของ Network/Subnet ขณะที่ไอพีแอดเดรสจะเป็นรูปแบบเดียวกัน ซึ่งโครงสร้างของ ไอพีแอดเดรส แสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของแอดเดรส ที่ใช้ใน Class ต่างๆของเครือข่ายทั้งหมดความยาว 32 บิต

ไอพีแอดเดรส นี้มีการจัดแบ่งออกเป็นทั้งหมด 5 ระดับ (Class) แต่ที่ใช้งานทั่วไปจะมีเพียง 3 ระดับคือ Class A, Class B และ Class C ซึ่งจะแบ่งตามขนาดความใหญ่ของเครือข่าย ถ้าเครือข่ายใดมีจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่มาก จะมีหมายเลขอยู่ใน Class A และลดหลั่นกันมาใน Class B และ Class C ตามลำดับ

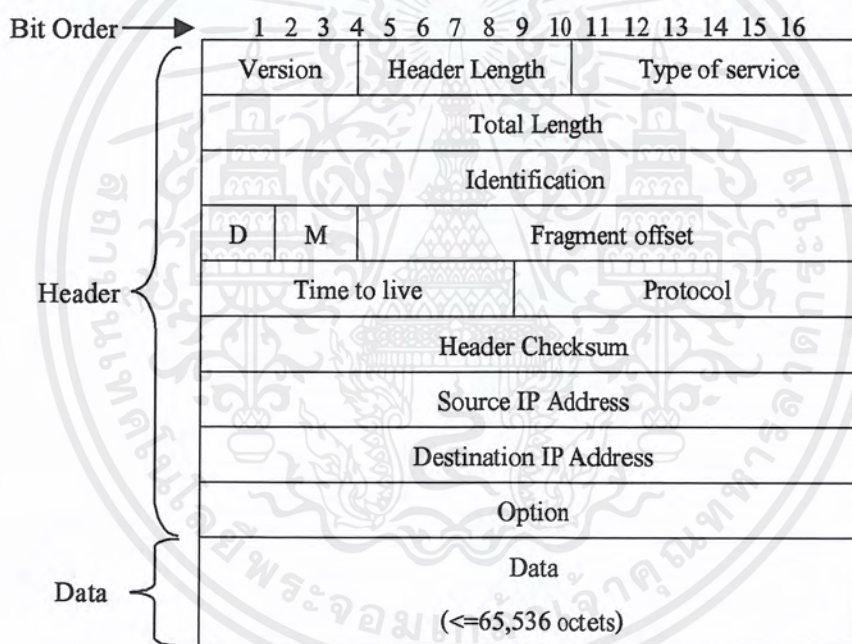
จากรูปจะเห็นว่า หมายเลขไอพีของ Class A มีตัวแรกเป็น 0 และหมายเลขของเครือข่าย (Network Number) ขนาด 7 บิต และมีหมายเลขเครื่องคอมพิวเตอร์ (Host Number) ขนาด 24 บิต ทำให้ในหนึ่งเครือข่ายของ Class A สามารถมีคอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายได้ถึง $2^{24} = 16$ ล้านเครื่อง แต่ใน Class A นี้ จะมีหมายเลขเครือข่ายได้ 128 ตัวเท่านั้นทั่วโลก ซึ่งก็จะมีเครือข่ายใหญ่แบบนี้เพียง 128 เครือข่ายเท่านั้น

สำหรับ Class B จะมีหมายเลขเครือข่ายแบบ 14 บิต และหมายเลขเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ 16 บิต (ส่วนอีก 2 บิต ที่เหลือบังคับว่าต้องขึ้นต้นด้วย 10₂) ดังนั้นจึงสามารถมีคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อในเครือข่าย Class B แต่ละเครือข่ายได้ถึง 2^{16} หรือกว่า 65,000 เครื่อง และสุดท้ายคือ Class C ซึ่งมีหมายเลขคอมพิวเตอร์แบบ 8 บิต และมีหมายเลขเครือข่ายแบบ 21 บิต ส่วน 3 บิตแรก บังคับว่าต้องเป็น 110₂ ดังนั้นในแต่ละเครือข่าย Class C จะมีจำนวนเครื่องต่อเชื่อมได้เพียงไม่เกิน 254 เครื่องในแต่ละเครือข่าย ($2^8 = 256$ แต่หมายเลข 0 และ 255 จะไม่ถูกใช้งาน จึงเหลือเพียง 254)

จะเห็นได้ว่าเมื่อเครือข่ายและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต่ออยู่ในอินเทอร์เน็ตมีหมายเลขไอพีแอดเดรสให้ใช้อ้างอิงได้ไม่ซ้ำกัน และมีความหมายให้ทราบถึงขนาดเครือข่ายแล้ว การติดต่อส่งผ่านข้อมูล จึงกระทำได้โดยไม่มีสับสน

2.2.2 รูปแบบของ หน่วยข้อมูล (Datagrams)

รูปแบบของ IP Data Unit ก็คือ หน่วยข้อมูล ซึ่งโครงสร้างของ หน่วยข้อมูล เป็นดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบของหน่วยข้อมูล

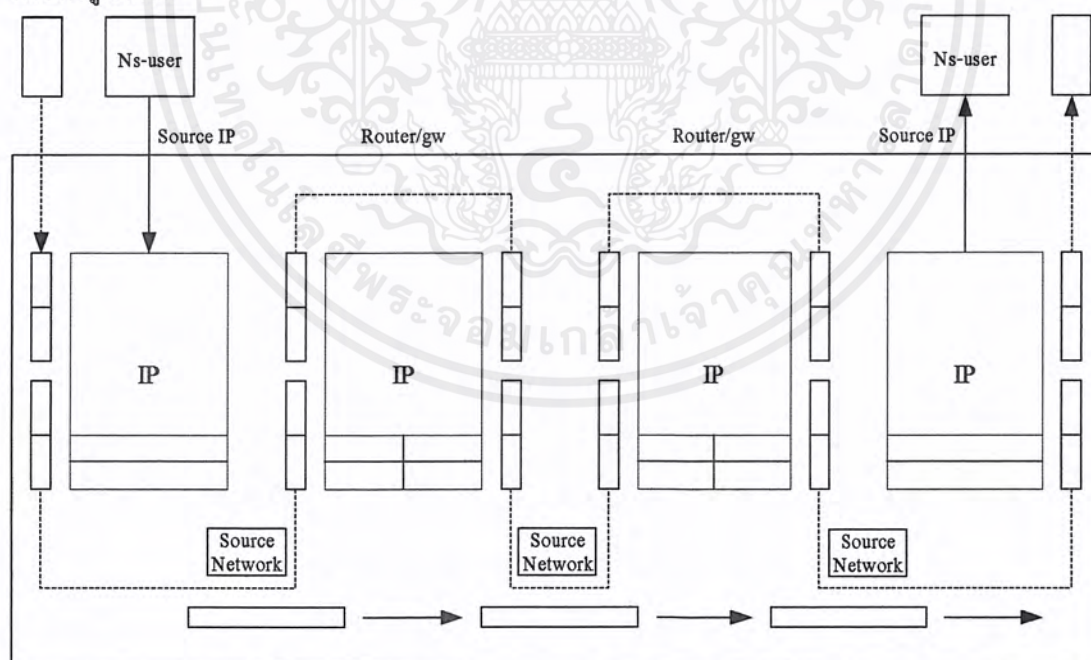
หน่วยข้อมูลไอพี (IP Datagrams) แต่ละหน่วยจะประกอบด้วย ส่วนของข้อมูลที่ได้รับมาจากส่วนของการงาน ทีซีพี (TCP) หรือ ยูดีพี (UDP) และส่วนของข้อมูลนำทาง (Header) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Version หมายถึงรุ่นของข้อกำหนด ไอพี
- Header Length ความยาวของข้อมูลนำทาง
- Type of service วิธีการจัดการกับข้อมูล
- Total Length ความยาวของหน่วยข้อมูล

- Identification, Flags และ Fragment offset รายละเอียดที่เกี่ยวกับการแบ่งย่อยข้อมูล ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการรวบรวมข้อมูล
- Time to live เวลาสูงสุดที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งกำหนดมาจากต้นทาง เวลานี้จะลดลงเรื่อยๆ ในระหว่างทาง ถ้าลดลงไปถึง 0 หน่วยข้อมูลนั้นจะถูกกำจัดไป
- Protocol ชนิดของข้อมูลเป็น ยูติพี หรือ ทีซีพี
- Header Checksum ค่าตรวจสอบข้อมูลนำทาง
- IP Address หมายเลข Internetwide IP (NSP) ของเครื่องต้นทางและปลายทาง
- Option ของข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย บันทึกเส้นทางเดินของข้อมูล และเวลาที่ข้อมูลเดินทางมาถึง เป็นต้น

2.2.3 การแบ่งส่วนย่อยของข้อมูล และการประกอบขึ้นใหม่(Fragmentation and Reassembly)

ขนาดข้อมูลของผู้ใช้ซึ่งอ้างอิงกับ NSDU มีความจุได้ถึง 64 กิโลไบต์ หรือ 65,536 ไบต์ แต่ขนาดของแพ็กเกจ (Packet Size) ที่สามารถติดต่อกันในระบบที่ต่างกัน สามารถมีได้ตั้งแต่ 128 ไบต์ สำหรับระบบ X.25 แพ็กเกจ Switching จนถึง 8,000 ไบต์ สำหรับบาง แลน (LAN) ดังนั้นกระบวนการแบ่งส่วนย่อยของข้อมูล และการประกอบขึ้นใหม่จึงถูกนำมาใช้ เพื่อทำให้ขนาดของข้อมูลเล็กลง และสามารถส่งไประบบได้ และเมื่อถึงปลายทางไอพี ก็จะมีการประกอบข้อมูลขึ้นใหม่ก่อนที่จะส่งผ่านไปยังผู้ใช้ปลายทาง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงการแบ่งส่วนย่อยของข้อมูล และการประกอบขึ้นใหม่

อันดับแรก ไอพีในโฮสต์ (Host) ต้นทางจะแยกข้อมูลของผู้ใช้ (NS-User), NSDU เป็นหน่วยข้อมูล ซึ่งมีแอดเดรสกำกับเป็นเฉพาะส่วนๆ ไป ซึ่งจะออกคำสั่งโดยเครือข่ายที่มันติดต่อยู่ด้วย และส่งหน่วย

ข้อมูลไปยังไอพีใน เกตเวย์ (Gateway) ตัวแรก โดยที่ไอพีในเกตเวย์จะไม่ประกอบ NSDU แต่จะปรับปรุงในขอบเขตที่เหมาะสม และส่งหน่วยข้อมูลที่ได้รับส่งตรงไปยังเครือข่ายที่สอง (ถ้าเครือข่ายที่สองสามารถรองรับขนาดหน่วยข้อมูลนี้) หรือทำการแบ่งส่วนย่อยหน่วยข้อมูล (Fragment Datagram) ให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกทำซ้ำที่เกตเวย์ตัวต่อไป โดยในรูปที่ 2.3 เครือข่ายหลังสุดสามารถรองรับ ขนาดของแพ็กเก็ตได้มากกว่าแพ็กเก็ตที่มันได้รับข้อมูล จึงถูกส่งได้โดยตรง โดยที่จะมีการปรับปรุงในบางส่วนของหน่วยข้อมูลนำทางเท่านั้น จากนั้นไอพีในโฮสต์ปลายทาง จะทำการประกอบข้อมูลที่มันได้รับขึ้นมาใหม่ และส่งผลที่ได้รับซึ่งก็คือ NSDU ไปยังผู้ใช้

ในการคิดค่าเวลาสูงสุด ที่โฮสต์ต้นทางกำหนดให้เกตเวย์หรือหน่วยข้อมูล (NSDU) ระหว่างแต่ละการ Assembly ซึ่งก็คือ Time to live ซึ่งจะถูกนำคิดไปที่ส่วน ของหน่วยข้อมูลนำทาง ซึ่งจะถูกตั้งค่าโดยไอพีในโฮสต์ต้นทาง ซึ่งจะมีค่าลดลงเรื่อยๆในแต่ละขั้นตอนของการ Process Datagram ถ้าหน่วยข้อมูลถูก แบ่งส่วนย่อย ค่าปัจจุบันจะถูกนำไปใส่ในส่วนของหน่วยข้อมูลนำทางตัวใหม่ ถ้ามันถึงค่า 0 ที่จุดใดระหว่างการโปรเซส (Process) ในเกตเวย์ (หรือโฮสต์) การประกอบขึ้นใหม่ก็จะล้มเหลว และทุกๆ การแบ่งส่วนย่อย ที่เกี่ยวกับ NSDU ก็จะถูกตัดทิ้ง

ค่า Time to live ในแต่ละ หน่วยข้อมูล จะเป็นจำนวนเท่าของ 1 วินาที โดยที่จำนวนของมันจะถูกลดลง โดยแต่ละไอพีซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไป ตามค่าเวลาจริงในการส่งถ่ายข้อมูลของเครือข่ายที่ติดต่อด้วย

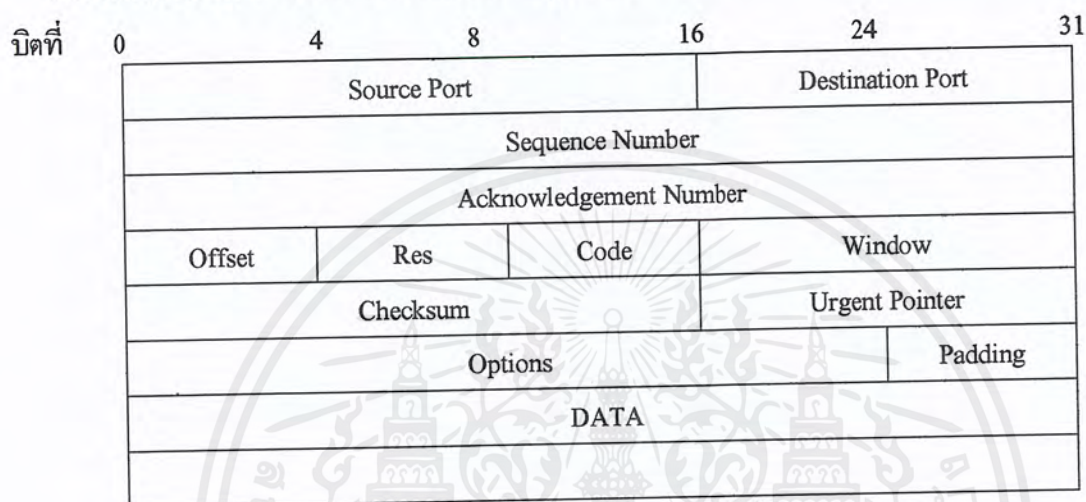
2.3 โปรโตคอล ทีซีพี

โปรโตคอลทีซีพี เป็นโปรโตคอลที่มีการรับส่งข้อมูลแบบ Stream oriented protocol หมายความว่า การรับส่งข้อมูลจะไม่คำนึงถึงปริมาณข้อมูลที่จะส่งไป แต่จะแบ่งข้อมูลเป็นส่วนย่อยๆก่อน แล้วจึงส่งไปยังปลายทางต่อเนื่องเป็นลำดับข้อมูล ในกรณีที่ข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งสูญหายไป ก็จะส่งข้อมูลส่วนนั้นใหม่อีกครั้ง สำหรับปลายทาง ก็จะทำหน้าที่จัดเรียงส่วนของข้อมูลหน่วยใหม่ ให้ต่อเนื่องกัน และประกอบกลับเป็นข้อมูลทั้งหมดได้ ซึ่งจะแยกข้อมูลที่ไม่ว่างต้องออก ดังนั้นแอปพลิเคชัน หรือโปรเซสใดที่อาศัยการส่งผ่านข้อมูลด้วยโปรโตคอลทีซีพี จะต้องใช้หน่วยความจำ และช่องสัญญาณ (bandwidth) มากกว่ายูดีพี

การติดต่อระหว่างกัน จะต้องเป็นแบบ Connection - oriented คือต้องมีการสร้างการติดต่อกันเป็น session ทั้ง 2 ด้านเสียก่อน แล้วจึงจะรับส่งข้อมูลไปได้พร้อมกัน (full duplex) เหมือนกับการใช้โทรศัพท์ติดต่อกัน เมื่อผู้ติดต่อต้นทางเรียกให้ตรงข้ามรับสายแล้ว จึงเริ่มสนทนา เช่น พูดคำว่า “สวัสดี” หรือ “ฮัลโล” กันก่อนเพื่อให้แน่ใจว่า ฝ่ายตรงข้ามพร้อมจะติดต่อด้วย จากนั้นจึงเริ่มต้นติดต่อกัน และเมื่อต้องการจะเลิกการติดต่อ ก็จะมีการพูดคำว่า “สวัสดี” ให้ฝ่ายตรงข้ามทราบว่าจะเลิกการติดต่อ และวางสายไป ซึ่งในระหว่างการติดต่อกันนั้น แม้ว่าฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งหรือทั้งสองฝ่ายจะเจียบไป คือไม่พูดอะไรเป็นเวลานานๆ แต่การเชื่อมโยงระหว่างทั้งสองด้าน ยังคงมีอยู่ไม่ขาดไปจนฝ่ายหนึ่งจะวางสาย เช่นเดียวกับการติดต่อกันด้วยกลไกโปรโตคอล ทีซีพี เมื่อแอปพลิเคชันต้องการส่งผ่านข้อมูล จะใช้โปรโตคอลที่เหมาะสมในชั้น Protocol layer ติดต่อไป และมีการสร้างช่องส่งข้อมูลผ่าน port ที่กำหนด เพื่อส่งผ่านข้อมูลไปยังโปรโตคอล ทีซีพี

ในระหว่างการรับส่งข้อมูลนี้ โพรโทคอลทีซีพี จะเพิ่มขบวนการตรวจสอบข้อมูล เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้อง ไม่ผิดพลาดไปจากเดิมโดย การส่งสัญญาณตรวจทานข้อมูล และส่งข้อมูลให้ใหม่อีกครั้ง ถ้าปลายทางไม่ได้รับหรือเกิดความผิดพลาดขึ้น

ความน่าเชื่อถือของการส่งผ่านข้อมูลโดยโพรโทคอลทีซีพี จะมีมากกว่า แต่ก็ต้องอาศัยทรัพยากรของระบบมากกว่าในการทำงานเช่นกัน ซึ่งรูปแบบของทีซีพีแพ็คเกจจะเห็นว่ามีส่วน Acknowledgement Number และข้อมูล Checksum เพื่อใช้ตรวจสอบการเดินทางของข้อมูล ส่วนข้อมูลนำทางมีข้อมูลมาก ทำให้ต้องอาศัยทรัพยากรของระบบทำงานมาก ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบของทีซีพี แพ็คเกจ

2.4 โพรโทคอลยูดีพี

ใน Host-to-Host-layer นอกจากจะมีโพรโทคอลทีซีพีทำงานแล้ว ก็ยังมีโพรโทคอลยูดีพี (User Datagram Protocol) ที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันอยู่ด้วย ในการรับส่งข้อมูลผ่านโพรโทคอลยูดีพี จะเป็นแบบที่ทั้งสองด้านไม่จำเป็นต้องอาศัย การสร้างช่องทางเชื่อมต่อกันระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้บริการ กับเครื่องที่ขอใช้บริการ โดยไม่ต้องแจ้งให้ฝ่ายรับข้อมูลเหมือนโพรโทคอลทีซีพี และไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนในการรับส่งข้อมูลนั้นๆด้วย เนื่องจากโพรโทคอลยูดีพีไม่มีสัญญาณตรวจทานข้อมูลในการส่งข้อมูลแต่ละครั้ง และไม่มีการส่งข้อมูลใหม่อีกในกรณีที่เกิดความผิดพลาดของการส่งข้อมูลเมื่อเป็นเช่นนี้แอปพลิเคชัน หรือโปรเซสที่ต้องอาศัยโพรโทคอลยูดีพี ในการส่งผ่านข้อมูล ก็อาจจะสร้างขบวนการตรวจสอบข้อมูลขึ้นมาเอง

จะเห็นว่าโพรโทคอลชั้นบนขึ้นไป ที่ใช้การส่งผ่านข้อมูลโดยโพรโทคอลยูดีพี เช่น โพรโทคอล SNMP (ใช้ควบคุม และจัดการอุปกรณ์ในเครือข่าย) หรือโพรโทคอล DHCP (ใช้ส่งข้อมูลพารามิเตอร์ของเครือข่าย ให้กับเครื่องลูกข่ายได้ใช้งาน) การส่งข้อมูลเหล่านั้น ไม่ต้องรับทราบหรือตรวจสอบว่าข้อมูลไปถึงปลายทางถูกหรือไม่ แต่กลไกการตรวจสอบข้อมูลที่มีการรับส่ง จะไปทำในขั้นตอนของโพรโทคอลชั้นที่สูงกว่าแทน

ตัวอย่างขั้นตอนกลไกการทำงานโดยใช้โปรโตคอลยูดีพี มีดังต่อไปนี้

- ในขั้นตอนของ Process layer เมื่อโปรโตคอล ควบคุมอุปกรณ์เครือข่ายเช่น โปรแกรมน Network management ต้องการส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์ที่ต้องการแอปพลิเคชันนั้นจะติดต่อผ่าน โปรโตคอล SNMP ในชั้น Process layer
- โปรโตคอล SNMP จะติดต่อกับโปรโตคอลยูดีพีในชั้นถัดไป เพื่อขอติดต่อผ่าน port ที่กำหนด
- โปรโตคอล SNMP เตรียมข้อมูลที่จะส่ง รวมทั้งที่อยู่ปลายทาง
- โปรโตคอล SNMP ส่งผ่านข้อมูลให้โปรโตคอลยูดีพีที่อยู่ในชั้น Host-to-Host layer
- โปรโตคอลยูดีพีทำหน้าที่ผนึกข้อมูลหรือ หน่วยข้อมูลนั้นไปกับโปรโตคอลไอพีในชั้นถัดลงไป เพื่อส่งข้อมูลออกจากเครื่อง

ซึ่งจะเห็นว่ามิกลไกที่ต่างจากการส่งข้อมูลด้วยโปรโตคอลทีซีพีซึ่งจะต้องมีการติดต่อกันก่อน และทั้งสองฝ่ายรับทราบการรับส่งข้อมูลของช่องทางการส่งข้อมูลนั้น ซึ่งรูปแบบของยูดีพี แพ็กเกจ จะมีฟิลด์ข้อมูลส่วนข้อมูลนำทางน้อยมาก และไม่มีข้อมูลส่วนการตรวจสอบข้อมูล ทำให้ยูดีพีแพ็กเกจมีขนาดเล็ก และใช้หน่วยความจำ หรือทรัพยากรของระบบน้อย ดังรูปที่ 2.5

บิตที่	0	16	31
	Source Port		Destination Port
	Length		UDP Checksum
	DATA		

รูปที่ 2.5 แสดงรูปแบบของยูดีพี แพ็กเกจ

2.5 Internetwork Layer

ในระดับล่างต่อมาในชั้น Internetwork layer มีหน้าที่ส่งผ่านข้อมูล ในระหว่างเครือข่ายโดยมีโปรโตคอลที่ทำงานเป็นกลไกสำคัญ ในการส่งผ่านข้อมูลไปยังเครือข่ายใดๆ บนอินเทอร์เน็ตคือ โปรโตคอล ไอพี นอกจากนี้ในชั้น Internetwork layer ยังมีโปรโตคอลทำงานอยู่ด้วยอีก 2 ชนิดคือ โปรโตคอล Internet control Message Protocol (ICMP) และโปรโตคอล Address Resolution Protocol (ARP)

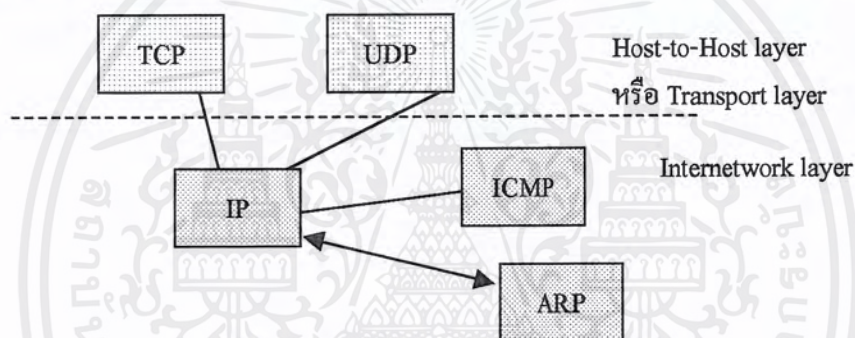
2.6 โปรโตคอล ไอพี

โปรโตคอล ไอพี ทำหน้าที่ให้บริการส่งผ่านข้อมูลที่มาจาก Host-to-Host layer เพื่อส่งข้ามไปยังเครือข่ายใดๆ ได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าจะมีเครือข่ายเชื่อมต่อกันอยู่ในอินเทอร์เน็ตเป็นล้านๆ เครือข่ายก็ตาม เนื่องจากโปรโตคอลไอพีมีข้อมูลตำแหน่งไอพีปลายทางที่จะส่งข้อมูล ไปให้โดยทำงานร่วมกับอุปกรณ์ Router เพื่อส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายออกไปได้ ตัวโปรโตคอลไอพีจะทำงานแบบแพ็กเกจ switching คือมีการส่งข้อมูลผ่านสวิตช์ (switch) ไปยังปลายทาง ตัววงจรผ่านหรือ switch นี้อาจเป็นเกตเวย์ หรือ Router ในระบบเครือข่ายก็ได้ ซึ่งในข้อมูลของโปรโตคอลไอพีจะมีข้อมูลของหมายเลขไอพีปลายทางที่จะส่งข้อมูลไป และเมื่อถึงเครือข่ายปลายทางแล้ว จะมีกลไกแปลงหมายเลขไอพี ให้เป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์ประจำ

เครื่องที่ถูกต้องอีกทีหนึ่ง ด้วยโปรโตคอล ARP ตามรูป 2.6 ที่จะแสดงการติดต่อกันระหว่างโปรโตคอลในชั้นของ Host-to-Host layer และ Internetwork layer

2.7 โปรโตคอล ICMP

หน้าที่หลักของโปรโตคอล ICMP (Internet Control Protocol) คือการแจ้ง หรือแสดงข้อความจากระบบ เพื่อบอกให้ผู้ใช้งานทราบว่าเกิดอะไรขึ้นในการส่งผ่านข้อมูลนั้น ซึ่งปัญหาส่วนมากที่พบคือส่งไปไม่ได้ หรือปลายทางรับข้อมูลไม่ได้ เป็นต้น นอกจากนี้โปรโตคอล ICMP ยังถูกเรียกใช้งานจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์และ Router อีกด้วย เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลที่ใช้ควบคุม ส่วนรูปแบบการทำงานของโปรโตคอล ICMP นั้นจะทำงานร่วมกับโปรโตคอลไอพีในระดับเดียวกัน และข้อความต่างๆ ที่แจ้งให้ทราบ จะถูกผนึกอยู่ภายในข้อมูลของไอพีอีกทีหนึ่ง โปรโตคอล ทีซีพี และ ยูดีพี อาศัยโปรโตคอล ที่อยู่ชั้นล่างเพื่อส่งข้อมูลระหว่างเครื่อง และในชั้น Internetwork Protocol ยังมีโปรโตคอล ICMP ทำหน้าที่ส่งข้อความแจ้งเตือน และโปรโตคอล ARP ทำหน้าที่แปลงเลขหมาย ไอพี ไปเป็นเลขหมายของฮาร์ดแวร์จริง ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงโปรโตคอล ทีซีพี และ ยูดีพี

ข้อความที่โปรโตคอล ICMP ส่งนั้นแบ่งออกได้ 2 แบบคือ ICMP error message หรือข้อความแจ้งข้อผิดพลาด และ ICMP query หรือข้อความเรียกขอข้อมูลเพิ่มเติม ตัวอย่างกลไกการทำงานของโปรโตคอล ICMP เช่นเมื่อมีการส่งผ่านข้อมูลจากผู้ใช้ ไปยังปลายทางที่ไม่ถูกต้อง หรือขณะนั้นเครื่องปลายทางเกิดปัญหาจนไม่สามารถรับข้อมูลได้ที่ Router จะส่งข้อความแจ้งเป็น ICMP message ที่ชื่อ destination unreachable ให้กับผู้ส่งข้อมูล นอกจากนี้ตัวข้อมูลที่แจ้งข้อความก็จะมีส่วนหน่วยข้อมูลไอพีที่เกิดปัญหาด้วย ดังนั้นเมื่อผู้ส่งข้อมูลได้รับข้อความแจ้งแล้ว ก็จะทราบได้ว่าจุดที่เกิดปัญหานั้นอยู่ที่ใด

ดังนั้นโปรโตคอล ICMP จึงกลายมาเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่ง ในการช่วยทดสอบเครือข่ายเช่น คำสั่ง ping เรามักใช้ทดสอบว่า เครื่องเซิร์ฟเวอร์ที่ให้บริการ หรืออุปกรณ์ที่ต่ออยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้นยังทำงานปกติหรือไม่ แล้วคำสั่ง ping มีการเรียกใช้งานโปรโตคอล ICMP แจ้งเป็นข้อความให้ทราบอีกต่อหนึ่ง

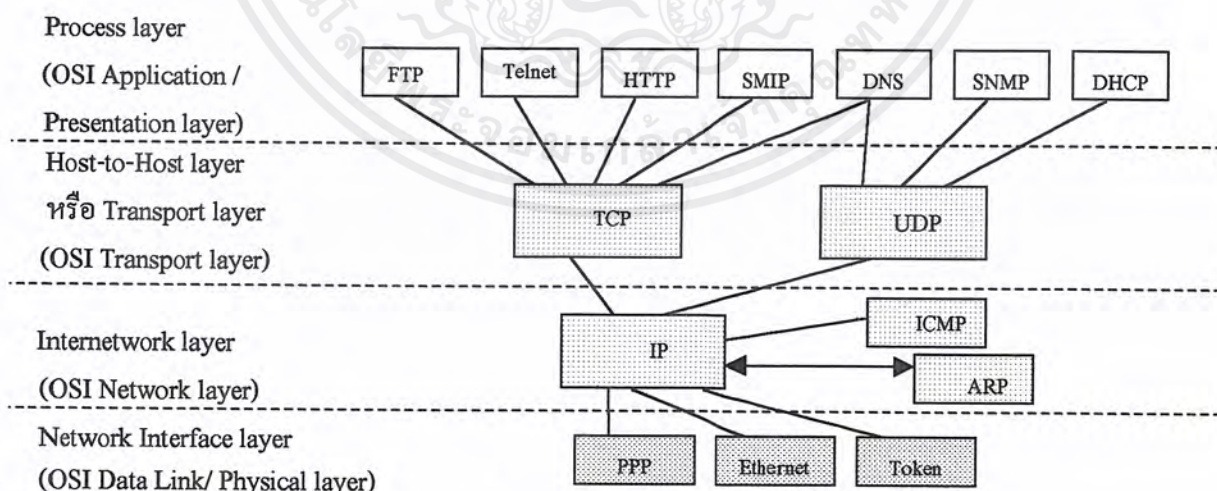
2.8 โพรโทคอล ARP

โพรโทคอล ARP (Address Resolution Protocol) ถูกเรียกใช้งานโดยโพรโทคอลไอพี เพื่อช่วยแปลงหมายเลขไอพี ไปเป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์ปลายทาง ตัวอย่างเช่น เว็บเซิร์ฟเวอร์เครื่องหนึ่งเชื่อมต่ออยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และในการเชื่อมต่อนี้ต้องอาศัย Network Interface Card (NIC) หรือ LAN card ติดตั้งอยู่ที่ LAN card นี้เอง จะมีหมายเลขเฉพาะประจำฮาร์ดแวร์ที่ไม่ซ้ำกับใคร เพื่อใช้อ้างอิงการส่งข้อมูลในเครือข่าย แต่เมื่อมาใช้งานในโพรโทคอล ทีซีพี/ไอพี ก็จะต้องมีการกำหนดหมายเลขไอพีแอดเดรสประจำตัวเพื่อใช้อ้างอิงกัน และโพรโทคอล ARP จะทำหน้าที่แปลงค่าหมายเลขไอพี ให้เป็นหมายเลขฮาร์ดแวร์จริงให้ในระดับการทำงานที่ Internetwork layer นี้ซึ่งกลไกการแปลงนี้เรียกว่า address resolution

2.9 Network Interface Layer

เนื่องจากในด้านกายภาพของเครือข่ายนั้น มีหลายวิธีการ และหลายรูปแบบในการเชื่อมต่อระบบให้เป็นเครือข่าย แต่อย่างไรก็ตาม ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ข้อมูล หรือหน่วยข้อมูลไอพี จะถูกถ่ายทอดและส่งผ่านไปยังปลายทาง โดยไม่คำนึงถึงรูปแบบการเชื่อมต่อทางกายภาพ ไม่ว่าจะเป็นการใช้เครือข่ายใยแก้วนำแสง หรือเครือข่ายสาย Unshielded Twist Pair (UTP) เชื่อมต่อเป็นแบบเครือข่าย Ethernet ธรรมดา หรือเครือข่าย Token Ring, ATM, ISDN ฯลฯ ก็ตาม

การทำงานระดับล่างสุดต่อจาก Internetwork layer จะเป็นการแปลงหน่วยข้อมูลไอพี ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสม และแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งไปยังเครือข่ายต่อไปซึ่งในชั้น Network Interface layer นี้ เมื่อเทียบกับมาตรฐาน OSI model แล้วจะเป็นการรวม 2 layer เข้าด้วยกันคือ Data link layer และ Physical layer กล่าวโดยสรุปคือ การทำงานในชั้นต่างๆตามโครงสร้างของโพรโทคอล ทีซีพี/ไอพี จะมีลักษณะดังรูปที่ 2.7 ซึ่งในแต่ละชั้น หรือ layer จะมีโพรโทคอลหลักทำหน้าที่ต่างๆ และส่งผ่านข้อมูลไปยังเครือข่ายและออกสู่อินเทอร์เน็ต



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างของโพรโทคอล ทีซีพี/ไอพี

กล่าวโดยสรุปก็คือ โพรโทคอล ทีซีพี/ไอพี ทำงานโดยแบ่งเป็นชั้นเทียบกับ OSI model ได้ กลไกในการทำงานของโพรโทคอล ทีซีพี/ไอพี มี 4 ชั้น ซึ่งในชั้นแรก คือ Process layer ทำหน้าที่ติดต่อกับ

แอปพลิเคชัน และโปรโตคอลที่แอปพลิเคชันนั้นๆใช้งาน และส่งต่อมาให้ชั้น Host-to-Host layer เพื่อติดต่อกัน ระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์ให้บริการกับเครื่องผู้ขอใช้บริการ ในชั้นนี้จะมีการสร้าง Session หรือการเชื่อมต่อระหว่างระบบขึ้น ตามแต่ละโปรโตคอลที่ต้องการ ต่อมาเป็นการผนึกข้อมูลไปเป็น หน่วยข้อมูล ไอพี ที่ชั้น Internetwork layer โดยอาศัยโปรโตคอลไอพีเพื่อให้สามารถติดต่อส่งข้อมูล ข้ามเครือข่ายไปยังเครือข่าย และเครื่องที่ถูกต้องได้ และสุดท้ายการส่งข้อมูลออกสู่โลกภายนอก ต้องอาศัยกลไกในชั้น Network Interface layer เพื่อแปลงข้อมูลใหม่ เพิ่มข้อมูลที่จำเป็นในการอ้างอิงตำแหน่ง และแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งออกไปเครือข่าย และอาจจะออกไปยังเกตเวย์ หรือ Router เพื่อข้ามเครือข่ายออกไปยังเส้นทางที่กำหนดไว้ในอินเทอร์เน็ตต่อโปรโตคอลหรือมากกว่า ในแต่ละโปรโตคอลเหล่านี้ก็จะรับผิดชอบหน้าที่ของตน เพื่อผ่านข้อมูลลงไปยังระดับล่าง และออกสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตในที่สุด

2.10 กลไกของโปรโตคอลไอพี

ในการส่งผ่านข้อมูล หรือหน่วยข้อมูลไอพี ไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้นโปรโตคอลไอพี จะทำหน้าที่พิจารณาว่า ปลายทางในการส่งหน่วยข้อมูลไอพีนั้นจะเป็นภายในเครือข่ายของตนเอง หรือจะต้องส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายไปอีก โดยการพิจารณานี้ จะดูโปรโตคอลไอพีแอดเดรสปลายทางว่า ส่วนที่เป็นค่าหมายเลขเครือข่าย (Network address) จะเหมือนกับค่าหมายเลขเครือข่ายของไอพีแอดเดรสต้นทางหรือไม่ ถ้าค่าตรงกันแสดงว่าการส่งข้อมูลอยู่ภายในเครือข่ายเดียวกัน แต่ถ้าค่าต่างกันแสดงว่าต้องส่งข้อมูลไปยังปลายทางที่อยู่คนละเครือข่ายกัน

การส่งข้อมูลภายในเครือข่ายเดียวกัน มีกลไกดังนี้

- โปรโตคอลไอพี จะเรียกใช้บริการโปรโตคอล ARP (Address Resolution Protocol) เพื่อแปลงหมายเลขไอพีปลายทาง ให้เป็นค่าหมายเลขฮาร์ดแวร์ เช่น MAC address
- เมื่อโปรโตคอลไอพี ได้รับค่าหมายเลขฮาร์ดแวร์แล้ว ก็จะส่งข้อมูลนั้นไปยังฮาร์ดแวร์ระบุไว้

การส่งข้อมูลข้ามเครือข่าย มีกลไกดังนี้

- โปรโตคอลไอพี ตรวจสอบพบว่าหมายเลขไอพีแอดเดรสปลายทาง อยู่คนละเครือข่ายกันโดยโปรโตคอลไอพี จะอ่านค่าไอพีแอดเดรสของ Router เพื่อเตรียมส่งข้อมูลไปที่ Router แทนซึ่งในที่นี้จะมีการกำหนดเป็น default router
- โปรโตคอลไอพี จะเรียกใช้บริการโปรโตคอล ARP เพื่อแปลงค่าไอพีแอดเดรสของ Router ให้เป็นค่าหมายเลขฮาร์ดแวร์
- โปรโตคอลไอพี ส่งหน่วยข้อมูลไปยัง Router ที่กำหนดไว้ จากนั้น Router ส่งข้อมูลข้ามเครือข่ายไปตามขั้นตอนดังนี้

2.10.1 หน่วยข้อมูลไอพี

หัวใจหลักของการส่งผ่านหน่วยข้อมูล ทีซีพี/ไอพี ซึ่งจะเป็นชุดของข้อมูลซึ่ง ประกอบด้วยแหล่งที่มา, แอดเดรสปลายทาง, ข้อมูลชนิดของบริการ, ข้อมูลผู้ใช้ และข้อมูลของความผิดพลาดที่ได้รับการแก้ไข

หน่วยข้อมูลไอพี จะประกอบด้วยส่วนของ Header Block ของข้อมูล ซึ่งข้อมูลสามารถที่จะกำหนดขึ้นอยู่กับชนิดของบริการ และความต้องการของผู้ใช้ ในส่วนของข้อมูลนำทาง จะประกอบด้วยชุดของ Well-Defined Field

2.10.2 ข้อมูลนำทางไอพี

ในส่วนหัวของหน่วยข้อมูลไอพี หรือข้อมูลนำทางไอพี โดยส่วนมากจะประกอบไปด้วย 20 ไบต์ ตามรูปที่ 2.8 จะแสดงข้อมูลนำทาง ไอพี

Version (4 bit)	Header Length (4 bit)	Type of service (8 bit)
Packet Length (16 bit)		
Packet Identifier (16 bit)		
Fragmentation Data (16 bit)		
Time to live (8 bit)	Protocol (8 bit)	
Header Checksum (16 bit)		
Source Address (32 bit)		
Destination Address (32 bit)		

รูปที่ 2.8 แสดงข้อมูลนำทาง ไอพี

ตามรูปที่ 2.8 ครั้งแรกจะพิจารณาลึ่่งที่น่าสนใจในส่วนของ โปรโตคอล, Source, แอดเดรส และ Destination Address Field ในส่วนของโปรโตคอล จะถูกกำหนดวิธีของไอพีแพ็กเกจจะถูกแปล ทัวๆไปค่าต่างๆจะถูกกำหนดสำหรับส่วนนี้ ในส่วนของแอดเดรสจะแสดงให้เห็นส่วนของโฮสต์แอดเดรส ซึ่งแอดเดรส นี้จะมีเพียงหมายเลขเดียวเท่านั้นที่เหมือนกันในระบบอินเตอร์เน็ต

2.10.3 ไอพีโฮสต์แอดเดรส และการหาเส้นทาง

ไอพีโฮสต์แอดเดรส จะเป็นส่วนข้อมูล 32 บิต ซึ่งมีเพียงหมายเลขเดียวเท่านั้นที่เหมือนกันซึ่งใช้ในการติดต่อกับ อินเตอร์เน็ตโฮสต์ ส่วนของเกตเวย์ (เป็นตัวทำหน้าที่ Interface Network ที่มีมากกว่า 1 เครือข่าย) จะมีโฮสต์อยู่มากมาย

ตามหลักที่ถูกต้องคือ 4 ไบต์ ของอินเตอร์เน็ต โฮสต์แอดเดรสมักเขียนให้อยู่ในรูปของเลขฐานสิบ ตัวอย่างเช่น 121.0.0.1

อินเทอร์เน็ตโฮสต์แอดเดรส ส่วนมากจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ Network address และ Actual โฮสต์แอดเดรส ถ้าเรียงตามความยาวทั้งสองตามแอดเดรส โดยมากจะขึ้นอยู่กับข้อกำหนดไบนารีในแอดเดรสเสียเป็นส่วนใหญ่

Class A Network address จะสังเกตได้ว่า ไบต์แรกจะอยู่ระหว่าง 0 ถึง 127 และจะประกอบไปด้วย 8 บิต network จะประกอบด้วย 24 บิต โฮสต์แอดเดรส เนื่องจากแอดเดรสเริ่มต้นที่ 0 และ 127 จะถูกสงวนไว้ ซึ่งสามารถมีค่าสูงสุดคือ 126 Class A Subnets ใน Class A นี้สามารถมีได้ทั้งหมด 16,777,214 โฮสต์ (แอดเดรส อยู่ในรูป nnn.0.0.0 และ nnn.255.255.255 จะถูกสงวนเอาไว้)

Class B Network address จะสังเกตได้จากตัวเลขหลักแรกอยู่ระหว่าง 128 และ 191, Class B Network จะประกอบไปด้วย 16 บิต Network และ 16 บิต โฮสต์แอดเดรส และสามารถมี 16,383 Subnets Class B Subnet สามารถที่จะบรรจุได้ถึง 65,534 โฮสต์ (แอดเดรสอยู่ในรูป nnn.mmm.0.0 และ nnn.mmm.255.255 จะถูกสงวนไว้)

Class C Network address จะสังเกตได้จากตัวเลขหน้าสุดอยู่ระหว่าง 192 และ 223 ซึ่งจะมีได้ 2,097,152 Subnets Class C Subnets สามารถที่จะบรรจุได้ 254 โฮสต์ (โดยเริ่มที่ แอดเดรส nnn.mmm.bbb.0 และ nnn.mmm.bbb.255 จะถูกสงวนเอาไว้)

Class D Network address (โดยทั่วไปตัวเลขไบต์แรกจะอยู่ระหว่าง 224 ถึง 255) จะถูกสงวนเอาไว้เพื่อให้ IP Multitasking ที่ถูกจำกัดจากในส่วนของ IP broadcast คือ จะไม่ยุ่งเกี่ยวกับ Winsock Programmer

2.10.4 ชื่อโฮสต์ (Host Names)

ในระหว่างการศึกษาอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะมีไม่เพียงพอ และอีกอย่างหนึ่งคือ ตัวเลขเหล่านี้เป็นการยากที่จะจดจำ และอีกอย่างถ้าเกิดโฮสต์แอดเดรส มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากหลายๆสาเหตุ จึงทำให้เกิดความยุ่งยาก ดังนั้นระบบ Naming System จึงได้ถูกสร้างขึ้นมาซึ่งใช้ในการ Map ตัวเลขของไอพีแอดเดรส ไปเป็น Memories Host Names

ในทุกวันนี้จะมีอยู่ 5 โฮสต์ บนอินเทอร์เน็ตทุกโฮสต์ จะถูกจับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ Files กับข้อมูลของอินเทอร์เน็ตโฮสต์ทุกตัว และแอดเดรส อย่างไรก็ตามอินเทอร์เน็ตก็ได้เจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ทำให้ดูจะไม่เพียงพอ อย่างแรก คือการตั้งชื่ออินเทอร์เน็ตโฮสต์จะทำให้มีมาตรฐาน อย่างที่ 2 คือ ทางด้านฮาร์ดแวร์ สามารถที่จะแยกแยะ ความต้องการที่จะติดต่อกับทุกเครื่องคอมพิวเตอร์ทุกตัว ที่ต่ออินเทอร์เน็ตอยู่

คำตอบของปัญหานี้คือการกำหนด Domain Name System (DNS) ซึ่งจะเป็นตัวจัดระเบียบของการตั้งชื่อ (Naming System) รูปแบบของ Domain Names คือจะคล้ายกันทุกคนที่ใช้อินเทอร์เน็ต โดยปกติจะตั้งชื่อจะอยู่ในรูปแบบคือ Host Subdomain Domain

ในส่วนนี้จะกำหนดโดยหน่วยงานหนึ่ง (ส่วนมากเป็นหน่วยงานในสหรัฐ) หรือโดยแต่ละประเทศโดยจะมีดังต่อไปนี้

GOV: Government Bodies
 EDU: Education Institutions
 COM: Commercial enterprises
 MIL: Military organization
 ORG: Other organization

Top – level Domain โดยใช้ชื่อประเทศ มักจะใช้ตามมาตรฐาน ISO 3166 โดยจะใช้อักษรย่อ 2 ตัวของชื่อประเทศ

การทำงานเกี่ยวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์นั้นเป็นเรื่องค่อนข้างซับซ้อน จนทำให้เราสร้างข้อกำหนดต่างๆ ขึ้นมาเพื่อให้วิธีการสื่อสารระหว่างกันเป็นไปได้โดยราบรื่น แล้วก็ทำให้เกิดเป็นโปรโตคอลมากมายหลายชนิดมาใช้งานร่วมกับเครือข่าย ซึ่งเรามีการแบ่งโปรโตคอล ต่างๆ ออกเป็นระดับชั้น เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและง่ายต่อการทำความเข้าใจ นานวันเข้าโปรโตคอล ที่เรารู้สึกว่ามันทำให้เราทำงานสะดวกขึ้น นั้นก็มีเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นความยุ่งยาก ต่างบริษัทก็ต่างมีผลิตภัณฑ์ที่สนับสนุนโปรโตคอลต่างๆ ไม่เหมือนกัน ทำให้การใช้งานร่วมกันทำได้ยากขึ้น ทำให้เราต้องมาหาวิธีใช้งานโปรโตคอลมาตรฐานเหล่านั้น ในการสื่อสารที่ใช้งานในอินเทอร์เน็ตเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะหมายถึงเราสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกัน ในอินเทอร์เน็ตโดยการใช้ ActiveX Control ที่ทรงประสิทธิภาพที่เตรียมไว้ให้ คือ Winsock Control

2.11 Winsock

ระบบปฏิบัติการยูนิกซ์จะมีความสามารถอย่างหนึ่งที่เรียกว่า Socket ซึ่งก็คือการที่โปรแกรมต่างๆ สามารถสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้โดยไม่จำเป็นต้องรู้ว่าโปรแกรมที่รันจะต้องรันอยู่บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน

Socket เองก็มาจากแนวความคิด โคลเอนด์เซิร์ฟเวอร์เช่นกัน โดยส่วนที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์จะสร้าง Socket (ซึ่งถ้าแปลตามตัวก็จะหมายถึงช่องเสียบ หรือรูเสียบ) จะมีจำนวนเท่าใดก็ได้แล้วแต่ จากนั้นเมื่อมีโคลเอนด์ที่ต้องการสื่อสารด้วยก็จะติดต่อมาที่ Socket ที่เซิร์ฟเวอร์ได้เตรียมไว้ให้ เมื่อเชื่อมต่อกันเสร็จก็พร้อมจะแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันได้ โดยเป็นการสื่อสารแบบ 2 ทางชนิดเต็มรูปแบบ (2 way Full-Duplex)

ระบบปฏิบัติการตระกูล Windows อันได้แก่ Windows 95/98 และ Windows NT ก็ได้เตรียมการทำงานในลักษณะ Socket ไว้ให้นักพัฒนาแอปพลิเคชันได้ใช้กัน โดยตั้งชื่อว่า Winsock โดยมีหลักการคล้ายคลึงกับ Socket แม้จะไม่ Compatible กัน 100% ก็ตาม

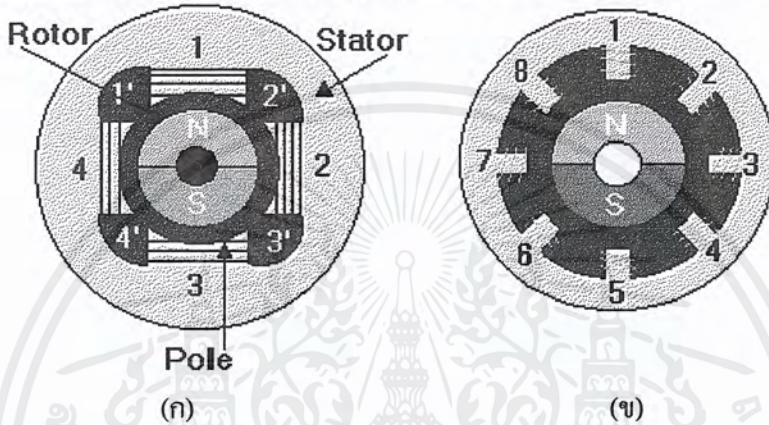
ในมุมมองของนักพัฒนาแอปพลิเคชันแล้ว Winsock เป็น API (Application Program Interface) หรือชุดฟังก์ชันมาตรฐาน ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้การเขียนโปรแกรมกับอินเทอร์เน็ตเป็นเรื่องง่าย อีกทั้ง Winsock ยังถูกกำหนดให้เป็น API ที่มีลักษณะเปิดกว้าง และสามารถต่อ Port ไปยัง Socket ของยูนิกซ์ได้อย่างไม่ยากนัก

2.12 ความรู้เบื้องต้น และหลักการทำงานของ สเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)

เมื่อเราป้อนไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ ทำให้หมุนเพียงเล็กน้อย ตามเส้นรอบวง และหยุด ซึ่งต่างจากมอเตอร์ทั่วไปที่จะหมุนทันที และตลอดเวลาเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า

ข้อดี สามารถกำหนด ตำแหน่งของการหมุนด้วยตัวเลข (องศา หรือระยะทาง) ได้อย่างละเอียด โดยใช้คอมพิวเตอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องกำหนด และจัดเก็บตัวเลข

โครงสร้างของขั้วแม่เหล็กบนสเตเตอร์ ทำมาจากแผ่นเหล็กวงแหวน ที่มีซี่ยื่นออกมาประกอบกันเป็นชั้นๆ โดยที่แต่ละชั้นนั้นจะมีคอยล์ (ขดลวด) พันสวมอยู่ เมื่อมีการป้อนกระแสผ่านคอยล์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic) ดังรูปที่ 2.9 (ก.) จะแสดงถึงองค์ประกอบที่กล่าวมา

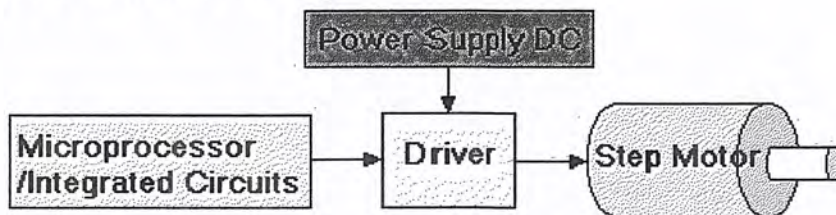


รูปที่ 2.9 แสดงโครงสร้างภายในสเต็ปมอเตอร์

ในที่นี้ซึ่งถ้าเราเพิ่มจำนวนของขั้วแม่เหล็กมากขึ้น จะเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อวงจรรอบมากขึ้นตามด้วย ตามรูปที่ 2.9 (ข.)

ลักษณะการนำไปใช้งานสเต็ปมอเตอร์ ใช้งานลักษณะ ระบบเปิด (Open Loop System) คือ สเต็ปมอเตอร์สามารถทำงานได้ โดยไม่ต้องมีการป้อนค่าพารามิเตอร์กลับมา (Feed back) แต่ทุกวิธีที่ต้องการกำหนดตำแหน่งที่แน่นอนนั้น จะต้องการป้อนกลับไปยังระบบ และตัวบอกตำแหน่งว่าถูกต้อง หรือผิดพลาดให้รับทราบ

ดังเช่นวิธีที่ใช้กับสเต็ปมอเตอร์ คือเรานำลิimitswitch ติดตามตำแหน่งที่จะตรวจจับ เมื่อสเต็ปมอเตอร์ เริ่มหมุนแล้วหมุนไปจนถึง ตำแหน่งของสวิตช์ตรวจจับสัญญาณ สวิตช์ทำงานก็จะป้อนกลับไปสู่ระบบ ซึ่งก็จะทำให้รู้การทำงานของสเต็ปมอเตอร์ตลอด ตัววงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เอง จะมีจุดอ้างอิงไว้ให้เริ่มต้นการทำงาน และอ้างอิงตำแหน่งได้ถูกต้อง



รูปที่ 2.10 แสดงการควบคุมระบบสเต็ปมอเตอร์

โดยแนวทางสแตมป์มอเตอร์เป็นอุปกรณ์จำพวกเชิงกลทางไฟฟ้า โดยมีกรู๊ปของไบนารีโวลท์เตทเป็นอินพุต และการเคลื่อนที่แบบเชิงมุมเป็นเอาต์พุต หรือว่าหมุนที่ละสแตมป์ซึ่งอยู่ระหว่าง 0.1 - 30 องศาอยู่ที่โครงสร้างของสแตมป์มอเตอร์ โดยตามสัญญาณพัลส์ ที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ ทำให้เกิดแรงผลักแกโรเตอร์หมุนไป สแตมป์มอเตอร์มีขดลวดหลายชุด ในที่นี้เราเรียกว่า เฟส (Phase) ดังนั้นสัญญาณที่ต่อเนื่องเป็นซีควเอนซ์ (Sequence) ลักษณะของไบนารี (Binary) ซึ่งจะต้องไปผ่านวงจรไดรเวอร์ (Driver) ก็จะทำให้โรเตอร์หมุนไปอย่างต่อเนื่อง ที่กล่าวมาสามารถดูได้จากรูปที่ 2.10

2.12.1 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสแตมป์มอเตอร์

จะมีการพัน 2 วิธี คือ แบบ ไบโพลาร์ (Bipolar) กับแบบ ยูนิโพลาร์ (Unipolar)

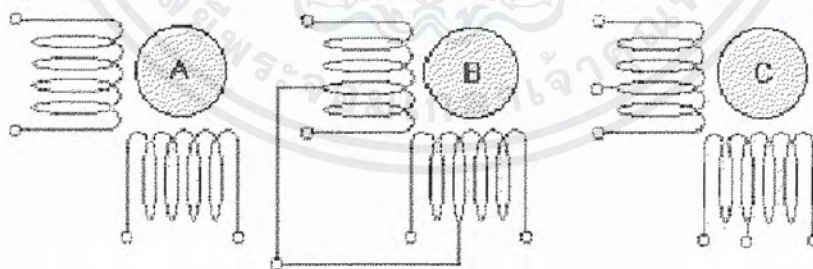
- แบบไบโพลาร์

จะมีการพันขดลวดหนึ่งขด(จะกี่รอบก็ได้แล้วแต่สเปกใช้งาน) ในแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ที่สเตเตอร์จะถูกกำหนดโดยทิศทางของการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามได้เพียง การกลับทิศทางของการไหลในกระแสไฟฟ้า โดยมาจากการควบคุมของวงจรสวิตชิงให้กลับขั้วไฟฟ้า

- แบบยูนิโพลาร์

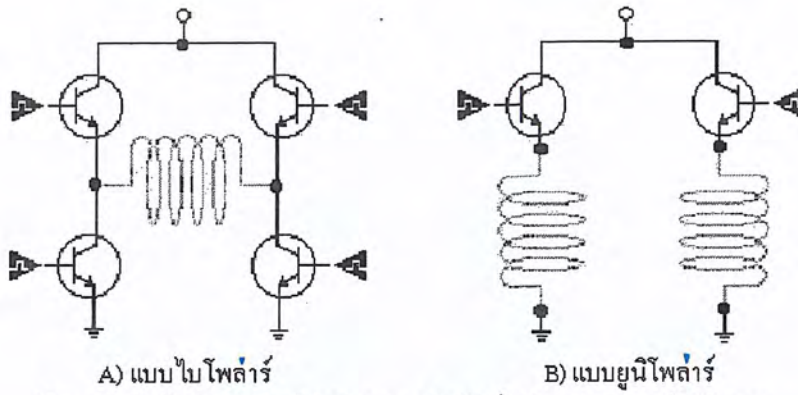
แบบนี้มี 2 ขด บนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ ทำให้แต่ละขดลวดเกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้าม เช่นกัน การกลับทิศทางขั้วแม่เหล็กทำได้โดย ใช้วงจรสวิตชิงให้สลับหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งแทนกัน

ข้อแตกต่างระหว่างการพันทั้งสองแบบคือ แบบยูนิโพลาร์จะทำให้เกิดแรงบิดน้อยกว่าแบบไบโพลาร์ โดยดูจากสายไฟที่ต่อมาจากตัวสแตมป์มอเตอร์ ซึ่งแบบไบโพลาร์จะมี 4 สาย แสดงดังรูปที่ 2.11 (A) ส่วนเป็นแบบยูนิโพลาร์จะมี 5 สาย แสดงดังรูปที่ 2.11 (B) หรือ 6 สาย แสดงดังรูปที่ 2.11 (C)



A) แบบไบโพลาร์ B) แบบยูนิโพลาร์ 5 สาย C) แบบยูนิโพลาร์ 6 สาย

รูปที่ 2.11 แสดงการพันขดลวดบนสเตเตอร์ของสแตมป์มอเตอร์



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรการจ่ายไฟให้กับสเต็ปมอเตอร์

2.12.2 การสั่งงานควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

การควบคุมและสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์ทำงาน ไปที่สเต็ปสามารถทำได้โดยการจ่ายกำลังไฟไปยังขดลวด ในแต่ละขดบนสเตเตอร์ โดยการป้อนจะทำในลักษณะเป็นลำดับหรือเรียกว่า ซีควเอนเชียลในรูปที่ถูกต้อง ซึ่งจะแบบ ได้เป็น 3 รูปแบบ คือ แบบเวฟ (wave) แบบ 2 เฟส (2 phase) และแบบครึ่งสเต็ป (half step) ทั้ง 3 แบบนี้ก็จะมีข้อดีและข้อเสียต่างกันออกไป

- แบบเวฟ

จะเป็นการกระตุ้นแบบที่ง่ายที่สุด ซึ่งจะทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่งๆเรียงกันไป ตัวอย่างเช่น ขดที่ 1, 2, 3, 4, 1, 2, 3, 4 เป็นลำดับอย่างนี้ หรือ ขด 1, 4, 3, 2, 1, 4, 3, 2 เป็นลำดับกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับทิศทางที่เราต้องให้มอเตอร์หมุนไป วงจรที่นำมากระตุ้นนั้นจะมีราคาค่อนข้างจะถูกกว่า และง่ายกว่า ดังในรูปของวงจรการจ่ายไฟ ที่อยู่ด้านบนนั้น

เราสามารถเขียนขั้นตอนการทำงานเป็นตารางออกมาได้ดังนี้ ตามตารางที่ 2.1

Step No	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2		ON		
3			ON	
4				ON
5	ON			
6		ON		

ตารางที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ แบบเวฟ

- แบบ 2 เฟส

แบบนี้ก็จะคล้ายกับการกระตุ้นในแบบเวฟ แต่จะต่างกันตรงที่ แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นทีละ 2 ขดที่อยู่ใกล้กันใน เวลาเดียวกัน และจะเรียงลำดับกันไป ดังเช่นแบบเดียวกับแบบเวฟ จะยกตัวอย่างการ

กระตุ้นขดลวดในลักษณะ ซีเควนให้ดังนี้ 12, 23, 34, 41, 12, 23, 34, 41 เรียงลำดับกันไปเรื่อยๆ หรือจะเป็น 14, 43, 32, 21, 14, 43, 32, 21 เรียงกันไปเรื่อยๆเช่นกัน ถ้าจะมากล่าวถึงข้อดีข้อเสียของแบบ 2 เฟสแล้วมีดังนี้

ข้อดี การที่เราจะเพิ่มจำนวนขดลวดที่ถูกกระตุ้นจะทำให้แรงบิดได้มากกว่า แบบเวฟ ซึ่งโรเตอร์จะหมุนด้วยแรงดึงแบบเต็มๆแรงจาก ทั้ง 2 ขดลวดที่กระตุ้นพร้อมกัน

ข้อเสีย แบบ 2 เฟส จะกระตุ้นขดลวดนั้นต้องใช้กำลังไฟมากขึ้นเป็น 2 เท่าของแบบเวฟ ก็เป็นไปตามธรรมชาติ ได้อย่างก็ต้องเสียอย่าง

สามารถเขียนลำดับการกระตุ้นของขดลวดแบบ 2 เฟส ได้ดังในตารางที่ 2.2

Step No	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON	ON		
2		ON	ON	
3			ON	ON
4	ON			ON
5	ON	ON		
6		ON		

ตารางที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ แบบ 2 เฟส

- แบบครึ่งสเต็ป

แบบนี้แบบรูปแบบผสมผสานของการกระตุ้นระหว่าง แบบเวฟ กับ แบบ 2 เฟส เพื่อให้จำนวนรอบของสเต็ปให้ มากขึ้นเป็น 2 เท่า ซึ่งในระบบนี้จะทำการกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปเรื่อยๆเป็นลำดับ ดังจะยกตัวอย่างต่อไปนี้ 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1, 12, 2, 23, 3, 34, 4, 41, 1 เป็นลำดับอยู่อย่างนี้เรื่อยไป ถ้าเราจะกลับทิศทางการหมุน ก็จะได้เป็นดังนี้ 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1, 41, 4, 43, 3, 32, 2, 21, 1 เป็นลำดับ กันไป

ข้อดีและข้อเสียของการกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ป

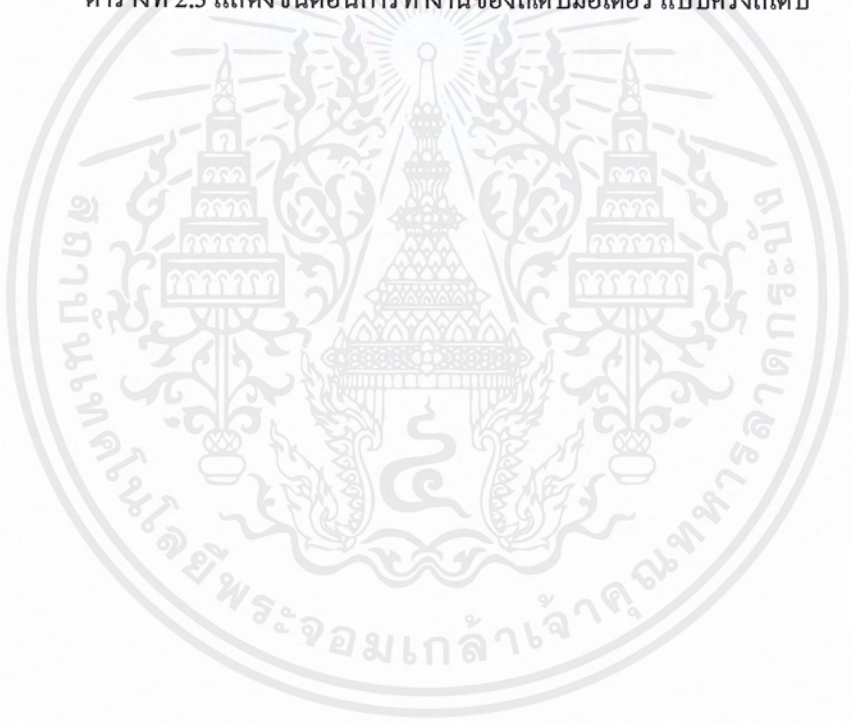
ข้อดี การกระตุ้นแบบนี้จะให้แรงบิดที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วงสเต็ปที่มีระยะสั้นลง อีกประการหนึ่งแต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน เป็นผลให้ค่าตำแหน่งความถูกต้องมากขึ้นไปด้วย

ข้อเสีย ก็คงจะเช่นเดียวกับแบบ 2 เฟส ที่ต้องจ่ายกำลังไฟเป็น 2 เท่าของแบบเวฟ หรือจะใช้เท่ากับแบบ 2 เฟส นั้นเอง

ดังนั้นสามารถนำลำดับการทำงานของ แบบครึ่งเฟส ตามตารางที่ 2.3

Step No	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
1	ON			
2	ON	ON		
3		ON		
4		ON	ON	
5			ON	
6			ON	ON
7				ON
8	ON			ON
9	ON			
10	ON	ON		

ตารางที่ 2.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ แบบครึ่งสเต็ป



บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องให้บริการ และเครื่องรับบริการ สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล(PC) ซึ่งติดตั้งระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 9x (MS Windows 9x) ที่มีความสามารถประมวลผลโปรแกรมเคลไฟ เวอร์ชัน 4 (Delphi 4) ได้

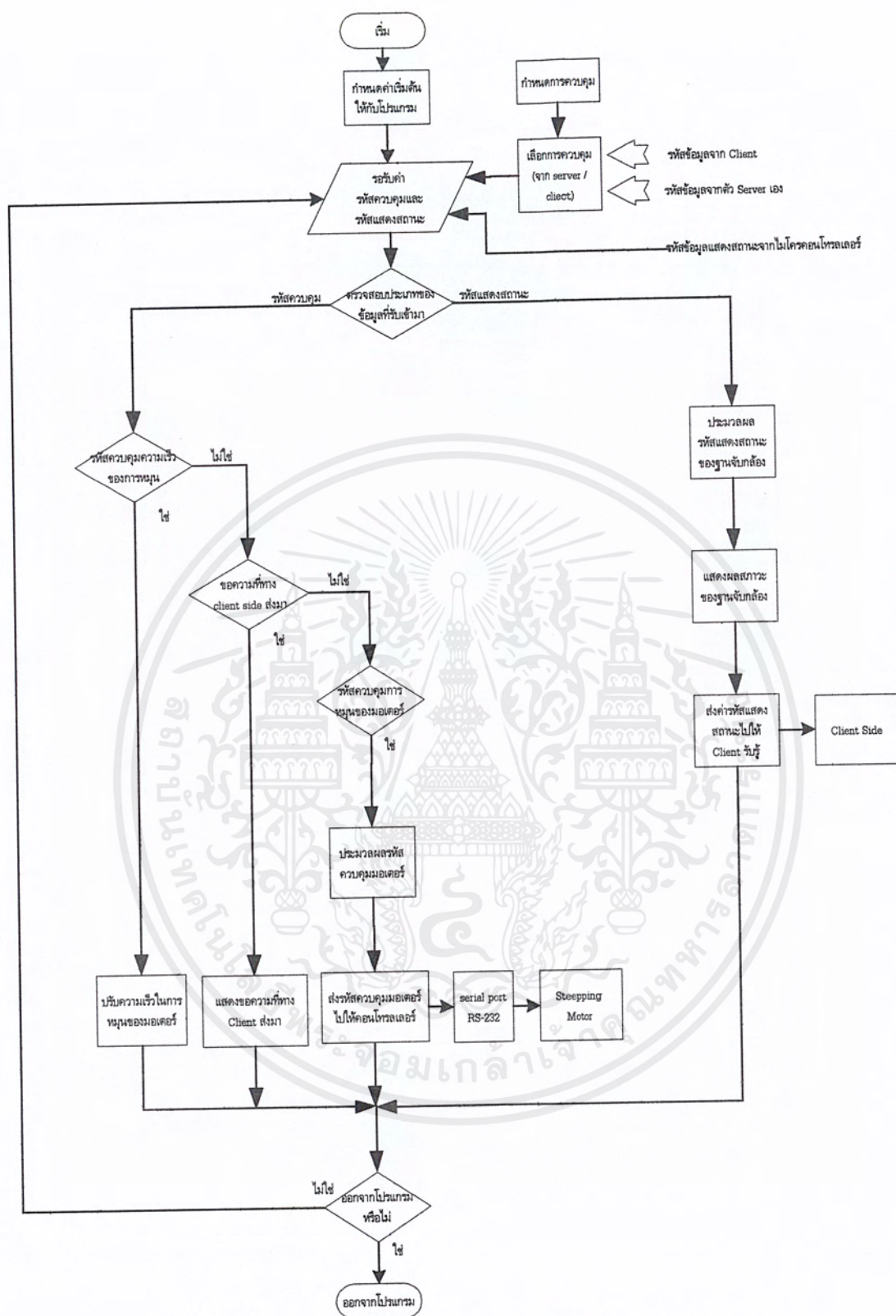
โดยในการทำงานนั้นแบ่งหน้าที่ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ เครื่องให้บริการ(Server Side) เครื่องรับบริการ(Client Side) และ ชุดควบคุมกล้อง(Camera Control) ซึ่งมีหลักการทำงานดังต่อไปนี้

3.1 โปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ(Server Side Program)

โดยในส่วนนี้เป็นส่วนที่จัดการเกี่ยวกับการควบคุม การรับส่งรหัสข้อมูลของสถานะ และตำแหน่งของฐานจับกล้อง และเป็นตัวจัดการกับภาพที่รับมาจาก ฐานจับกล้องเพื่อส่งไปยังจุดหมายปลายทาง โดยในส่วนนี้เป็นส่วนที่เป็นตัวแทน เพื่อให้ส่วนติดต่อเครื่องรับบริการกับฐานจับกล้อง ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และในการทำงานดังกล่าวได้เขียนเป็น โฟล์วชาร์ต ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ



รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ

แบ่งหน้าที่การทำงานภายในโปรแกรมนี้ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.1.1 การควบคุมชุดจับกล้อง

ได้ออกแบบการติดต่อกับฐานจับกล้องโดยผ่านทางพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ทำหน้าที่ในการส่งรหัสควบคุมการหมุนของมอเตอร์ไปยังฐานจับกล้อง และรับรหัสแสดงสถานะของฐานรับกล้องกลับมาให้คอมพิวเตอร์รับรู้ การควบคุมสามารถกระทำได้หลายวิธีคือ

- ควบคุมจากเครื่องรับบริการ ซึ่งเป็นการรับรหัสควบคุมจากเครื่องรับบริการแล้วไปส่งงานฐานรับกล้องอีกทอดหนึ่ง ซึ่งรายละเอียดจะแสดงในส่วนของ โปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ
- ควบคุมจากเครื่องให้บริการเอง ซึ่งเป็นการรับรหัสควบคุมจากผู้ใช้งานฝั่งเครื่องให้บริการเอง โดยมีอุปกรณ์ในการควบคุม

3.1.2 การรับ-ส่งข้อมูลในการควบคุมระหว่างเครื่องให้บริการและเครื่องรับบริการ

ในส่วนนี้มีรหัสอยู่ 2 ชนิดคือ รหัสควบคุมฐานจับกล้อง และรหัสแสดงสถานะฐานกล้อง โดยทั้งสองรหัสจะมีการเข้ารหัสและการถอดรหัสในรูปแบบที่กำหนดไว้เพื่อให้ข้อมูลมีความปลอดภัยที่จะส่งไปยังปลายทางได้อย่างถูกต้อง โดยรหัสแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- รหัสควบคุมฐานจับกล้อง เป็นรหัสที่ใช้ในการสั่งให้ฐานจับกล้องเคลื่อนที่ไปในที่ที่ต้องการ และเป็นรหัสควบคุมความเร็วของการหมุนให้ช้าหรือเร็ว
- รหัสแสดงสถานะฐานจับกล้อง เป็นรหัสที่ใช้แสดงตำแหน่งของฐานจับกล้อง รหัสแสดงสถานะการควบคุมว่าเป็นการควบคุมจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์หรือจากตัวคอมพิวเตอร์

3.1.3 จัดการเกี่ยวกับภาพที่จะส่งไปยังฝั่งเครื่องรับบริการ

ในส่วนของการรับภาพจากกล้องวีดีโอโดยอาศัยการ์ดแคปเจอร์ภาพเพื่อแปลงสัญญาณภาพเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประมวลผลในคอมพิวเตอร์ ในส่วนนี้ใช้โปรแกรม เคลไฟ ในการเขียนส่วนที่ติดต่อกับการ์ดแคปเจอร์แล้วนำข้อมูลที่ทำการได้มาจากการ์ดแคปเจอร์มาแสดงในส่วนของเครื่องให้บริการ และเมื่อมีการติดต่อขอใช้บริการจากเครื่องรับบริการ ก็จะทำการนำข้อมูลนั้นส่งไปยังเครื่องรับบริการโดยใช้ให้บริการทางพอร์ตหมายเลข 1000

ในโครงงานนี้ก็สามารถ ส่งภาพ- รับภาพได้ทั้งสองทาง โดยทางด้านผู้ให้บริการ ก็สามารถที่จะรับภาพจากเครื่องผู้รับบริการได้เช่นเดียวกัน และอีกนัยหนึ่งทางด้านผู้รับบริการก็สามารถส่งภาพมายังฝั่งผู้ให้บริการได้ โดยในโครงงานนี้ต้องคำนึงถึงต้นทุนในการสร้างให้ต่ำที่สุดแต่ถ้ามีอุปกรณ์กล้องอีกหนึ่งตัวทางฝั่งผู้รับบริการก็สามารถทำได้ เนื่องจากผู้จัดทำได้เขียน โปรแกรมรองรับไว้แล้ว

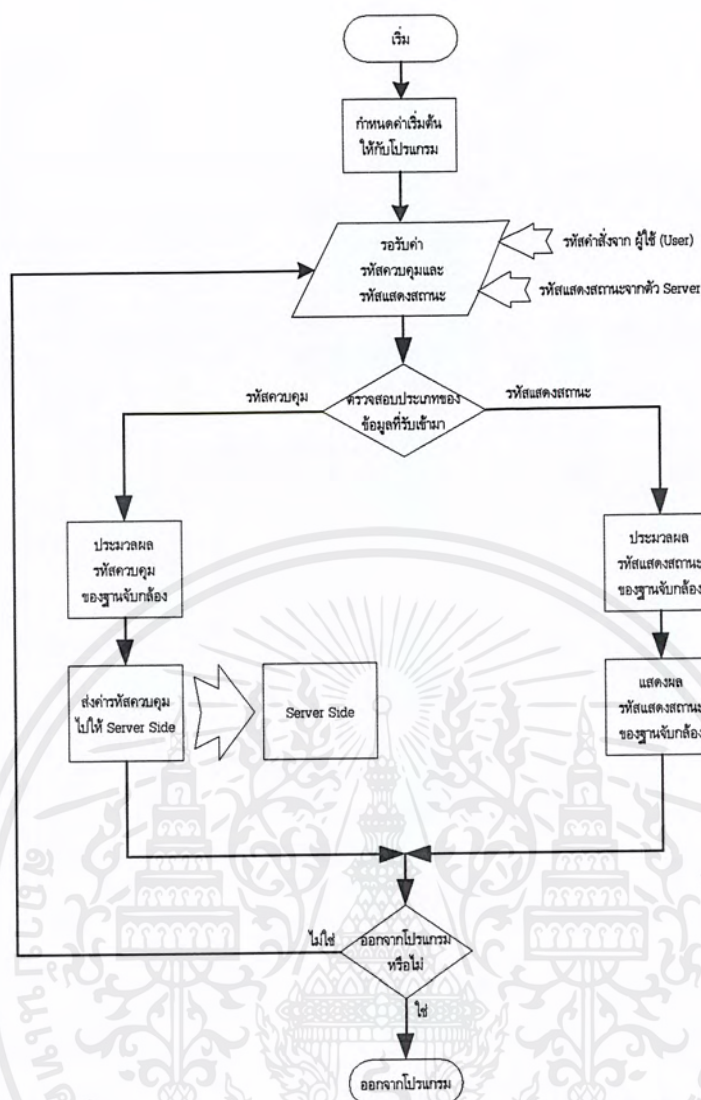
3.2 โปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ(Client Side Program)

โดยในส่วนนี้เป็นส่วนที่จัดเกี่ยวกับการควบคุม และการรับรหัสข้อมูลของสถานะตำแหน่งของฐานจับกล้อง เป็นตัวจัดการกับภาพที่รับมาจาก ด้านผู้ให้บริการมาแสดงให้ผู้ใช้งาน โดยในส่วนนี้เป็นส่วนที่

เป็นตัวแทนเพื่อให้ส่วนติดต่อเครื่องให้บริการกับผู้ใช้ ดังแสดงในรูปที่ 3.3 และในการทำงานดังกล่าวได้เขียนเป็น โฟลว์ชาร์ต ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.3 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ



รูปที่ 3.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ

แบ่งหน้าที่การทำงานภายในโปรแกรมนี้ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.2.1 การส่งรหัสควบคุมฐานข้อมูลไปยังเครื่องให้บริการ

ทำหน้าที่ในการรับการควบคุมจากผู้ใช้งานแล้วแปลงเป็นรหัสเพื่อส่งไปให้เครื่องให้บริการ โดยเป็นรหัสที่ได้ทำการตกลงกับโปรแกรมทางด้านเครื่องให้บริการ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมมีอยู่ 3 ชนิด คือ

- เม้าท์ทำการคลิกที่ปุ่มที่โปรแกรม เนื่องจากวิธีนี้ไม่สะดวกเนื่องจากผู้ให้ต้องมองที่ปุ่มเวลาใช้งานทำให้ไม่สะดวก
- ทำการกดที่ปุ่มคีย์บอร์ด ทำให้ทำงานได้สะดวกยิ่งขึ้น
- ให้จอยสติคทำให้มีความคล่องตัวในการควบคุมมากโดยในการเขียนโปรแกรมก็ทำการใช้ชุดคำสั่งของเคเบิลไฟ โดยใช้จอยสติคที่มี 4 แกน และมีปุ่มตั้งแต่ 2 ปุ่ม ขึ้นไปเนื่องจากจะควบคุม ทั้งแกน X และ Y และใช้ 2 ปุ่มของจอยสติคในการ ปรับค่าการเบี่ยงเบน (Setup) ของจอยสติคให้อยู่ในค่าที่กำหนด

3.2.2 รับ – ส่ง รหัสแสดงสถานะ

ประกอบด้วยรหัส

- รหัสแสดงตำแหน่งของฐานจับกึ่งเป็นค่าขององศาทั้งแนวตั้ง และแนวนอน เพื่อแสดงให้ผู้รู้รู้ว่าขณะนี้กล้องอยู่ที่ตำแหน่งใด
- รหัสแสดง ให้รู้ว่าได้เลื่อนไปสู่ทิศทางแกนแนวตั้งหรือแนวนอนหรือยัง
- รหัสแสดง การควบคุมว่าเป็นการควบคุมจากฐานจับกึ่งเองหรือจากเครื่องคอมพิวเตอร์ และใช้อุปกรณ์ใดในการควบคุม รหัสนี้จะส่งไประหว่างเครื่องให้บริการ เครื่องรับบริการ กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

รหัสแสดงความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ โดยสามารถที่ปรับได้ที่โปรแกรมโดยมี 4 ระดับ ความเร็วคือ 1.5 รอบต่อนาที, 0.75 รอบต่อนาที, 0.5 รอบต่อนาที, 0.375 รอบต่อนาที

3.2.3 จัดการเกี่ยวกับภาพที่จะรับมาจากฝั่งเครื่องให้บริการ

ทำหน้าที่ในการนำข้อมูลที่รับจาก เครื่องให้บริการมาแปลงเป็นรูปแบบของไฟล์ภาพแล้วนำภาพที่ได้จากการถอดรหัสมาทำการแสดงออกหน้าจอภาพ

3.3 ชุดควบคุมกล้อง(Camera Control)

โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.3.1 ส่วนฐานจับกึ่ง

ได้ออกแบบตามลักษณะกล้องที่ใช้งาน โดยคำนึงถึงความคล่องตัว ซึ่งเป็นกล้องที่วิววงจรปิดธรรมดา มีการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางช่องรับสัญญาณวิดีโอของการจับภาพ คุณภาพการแสดงผลภาพ จะเป็นภาพสี คุณภาพจัดว่าใช้ได้ และในส่วนของสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ จะมีขนาดเล็ก โดยนำมาจาก Floppy Disk Drive ขนาด 5 1/2 ของคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีคุณสมบัติคือ ใช้ไฟเลี้ยง 12 โวลต์ และมี 1.8 องศาต่อ 1 สเต็ป จำนวนสองตัว เพื่อทำงานในการหมุนทางด้านแนวซ้ายขวา แล้วแนวนล่าง

ส่วนกลไกในการหมุนกล้อง ได้ใช้พลาสติก โดยนำไปกลึงให้ได้รูปแบบตามที่ได้ออกแบบไว้ และได้ติดตั้งสวิทช์ไว้ 4 ตัว เป็นไมโครสวิทช์สองตัว และเป็นแมกเนติกสวิทช์สองตัว เป็นตัวควบคุมไม่ให้หมุนเกินขอบเขตที่กำหนด โดยที่มีบอร์ดแสดงผลการหมุนของกล้องด้วย

3.3.2 ภาคไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขับมอเตอร์

โดยจะมีสองส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งโครงการนี้ได้เลือกใช้ MCS-51 Micro Controller เบอร์ AT89C51 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก ใช้งานง่าย และเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายโดยทั่วไป และแสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์รูปที่ 3.5

- การออกแบบวงจรส่วนของ AT89C51

ขาต่างๆที่ใช้ที่มีหน้าที่ดังนี้

ก) พอร์ต 1 (P1.0 – P 1.7) ใช้เพื่อส่งค่า (Data) ไปยังวงจรขับมอเตอร์ เพื่อควบคุม สเต็ปมอเตอร์ ทั้งสองตัวโดยมอเตอร์ ด้านแนวซ้ายขวาใช้ P1.0 – P1.3 และมอเตอร์ด้านแนวบนล่างใช้ P1.4 – P1.7

ข) พอร์ต 0 ใช้เป็นพอร์ตเพื่อตรวจสอบสวิตช์ที่ใช้ในวงจร ส่วนแรก(P0.0 – P0.3)ใช้เป็นสวิตช์เพื่อเป็นตัวควบคุมไม่ให้ฐานกลิ้งหมุนเกินขอบเขตที่กำหนด และอีกส่วนที่เหลือใช้เป็นสวิตช์คีย์บอร์ดเพื่อใช้ควบคุมกลิ้งโดยตรง

ค) พอร์ต 2 ใช้เพื่อเป็นสวิตช์สั่งงานมีการใช้งาน 3 พอร์ต ส่วนแรก (P2.2) ทำหน้าที่เป็นสวิตช์เลือกการควบคุมว่า จะควบคุมจากคอมพิวเตอร์ หรือจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ส่วนที่สอง (P2.1) ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ Setup ฐานจับกลิ้งให้อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น และส่วนที่สาม (P2.0) เป็นแอลอีดี(LED) แสดงสถานะของการควบคุม ว่าเป็นการควบคุมจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือจากตัวคอมพิวเตอร์

ง) พอร์ต 3 เป็น I/O พอร์ต มีหน้าที่อื่นๆดังนี้

หมายเลขพอร์ต	หน้าที่การทำงาน
P3.0	RXD (Serial Input Port)
P3.1	TXD (Serial Output Port)
P3.2	INT0 (External Interrupt 0)
P3.3	INT1 (External Interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 External Input)
P3.5	T1 (Timer 1 External Input)

ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่การทำงานของพอร์ต 3

ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้หน้าที่พิเศษของพอร์ต 3 นี้คือ P3.0 และ P3.1 โดยจะนำมาเป็นส่วนของการส่งข้อมูลระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ ในลักษณะการสื่อสารแบบอนุกรม ตามแบบ RS – 232 ซึ่งต้องเพิ่มส่วนของ Line Driver เพื่อให้แรงดันในการสื่อสารเป็นไปตาม RS – 232 โดยเลือกใช้ IC เบอร์ MAX 232 ในการทำหน้าที่นี้

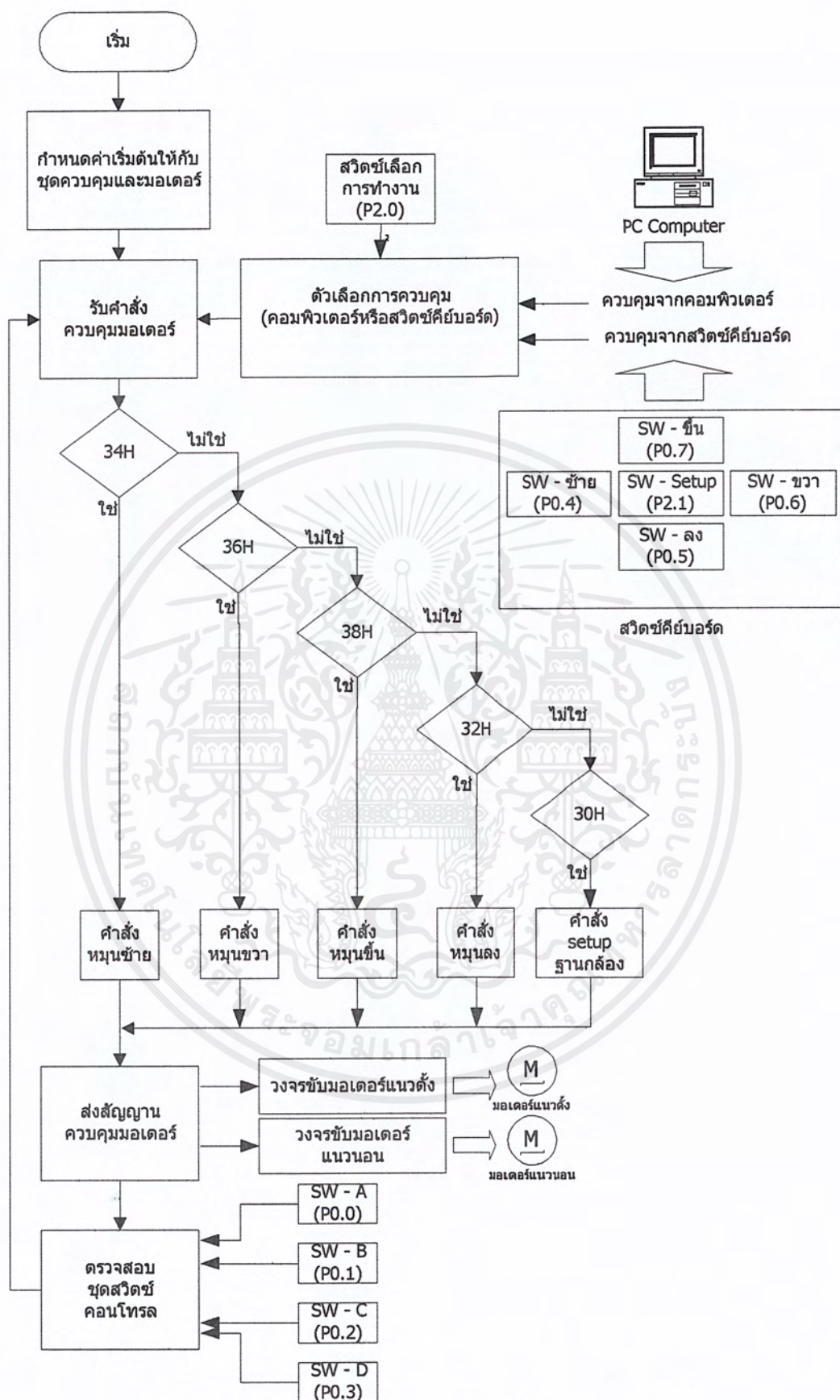
- ส่วนของวงจรขับมอเตอร์

เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบสเต็ป สามารถควบคุมได้ โดยการป้อนพัลส์ให้แก่ละเฟสของมอเตอร์ แต่เนื่องจาก Output พอร์ตของพอร์ต 1 ไม่สามารถที่จะไปขับมอเตอร์ได้โดยตรง และยังเป็นการป้องกันการเสียหายของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงจำเป็นต้องมีชุดขับกระแสต่อระหว่างพอร์ตที่ 1 กับมอเตอร์ โดยในโครงงานนี้ เราได้ใช้ทรานซิสเตอร์สองตัวต่อหนึ่งเฟส มาทำการคาร์ลิงดันกัน ให้เกิดการขับกระแสที่มากพอ เพื่อให้มอเตอร์มีแรงหมุน

- การโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

สำหรับโปรแกรมการควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ทั้งสองตัวนี้ ใช้ภาษาแอสเซมบลี ซึ่งได้เก็บไว้ใน Flash Memory ของ AT89C51 ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานตามรูป Flow chart

รายละเอียดการทำงานของโปรแกรมชุดควบคุมกล้องเริ่มจากการกำหนด และตั้งค่าต่างๆให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ให้พร้อมที่จะทำการสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็น Server โดยไปควบคุมได้จากสองทิศทางโดยทำการเลือกจาก สวิตช์ (P2.2)ว่าจะควบคุมจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง โดยผ่านสวิตช์คีย์บอร์ด (P0.4 – P0.7) หรือควบคุมจากคอมพิวเตอร์โดยผ่านทาง พอร์ตอนุกรมก็ได้ หลังจากนั้นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการรอรับรหัสการควบคุม แล้วนำผลการประมวลตำแหน่งของมอเตอร์ ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งทำหน้าที่รอรับรหัสการควบคุม ซึ่งจะมี Code ในการสั่งงานให้มอเตอร์ทำงาน คือ Code ในการสั่งให้มอเตอร์หมุนซ้าย 34H, หมุนขวา 36H, หมุนขึ้น 38H, หมุนลง 32H และ Setup ฐานจับกล้องให้อยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น 30H และยังมีส่วนของการส่งรหัสบอกสถานะของฐานจับกล้องกลับไปให้คอมพิวเตอร์รับรู้ เมื่อหมุนเกินตำแหน่งที่กำหนดไว้ โดยจะมีสวิตช์ 4 ตัวคอยตรวจสอบตำแหน่งของฐานจับกล้องในแนวขึ้น (P0.0), แนวลง (P0.1), แนวซ้าย (P0.2), แนวขวา (P0.3) โดยจะนำค่าของพอร์ตเหล่านี้ ไปประมวลผลให้ฐานจับกล้องอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และจะส่งสถานะเหล่านี้กลับไปยังคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้ใช้ทราบสถานะของฐานจับกล้องด้วย



รูปที่ 3.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 4

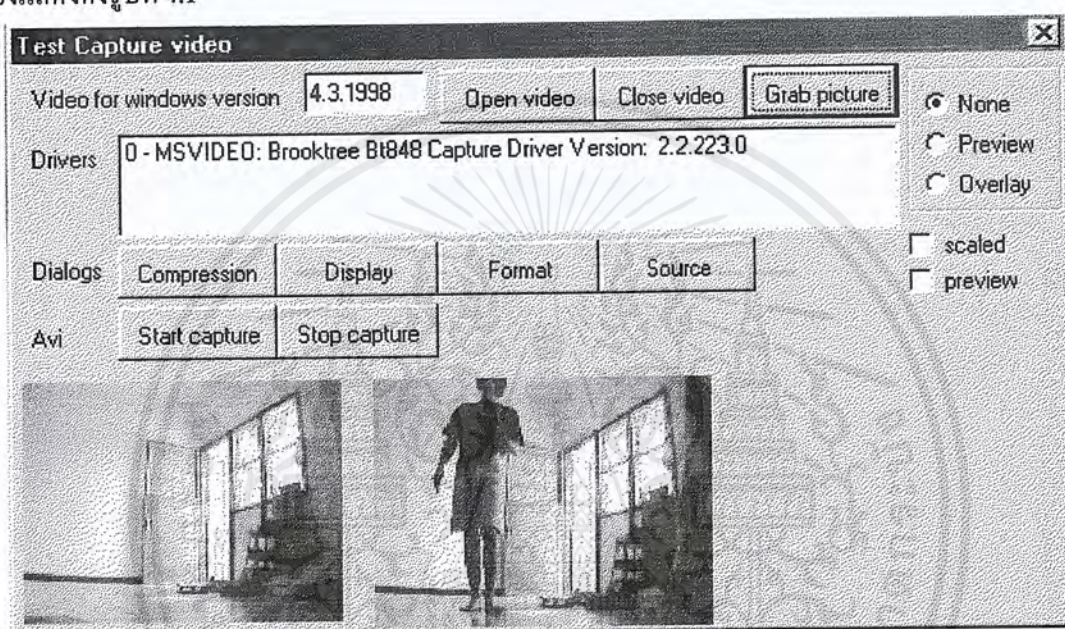
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลอง

โครงการนี้ ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 4 หัวข้อดังนี้

4.1.1 การทดลองการส่งภาพจากฐานจับกล้องมายังเครื่องคอมพิวเตอร์

ในการทดลองรับภาพจากกล้องวิดีโอ เพื่อที่จะนำผลมาแสดงยังโปรแกรมฝั่งผู้ให้บริการ โดยอาศัยการ์ด Capture แล้วทำการเขียนโปรแกรม เพื่อแสดงภาพที่จอคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาศัยคำสั่งของเคลไพ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.1



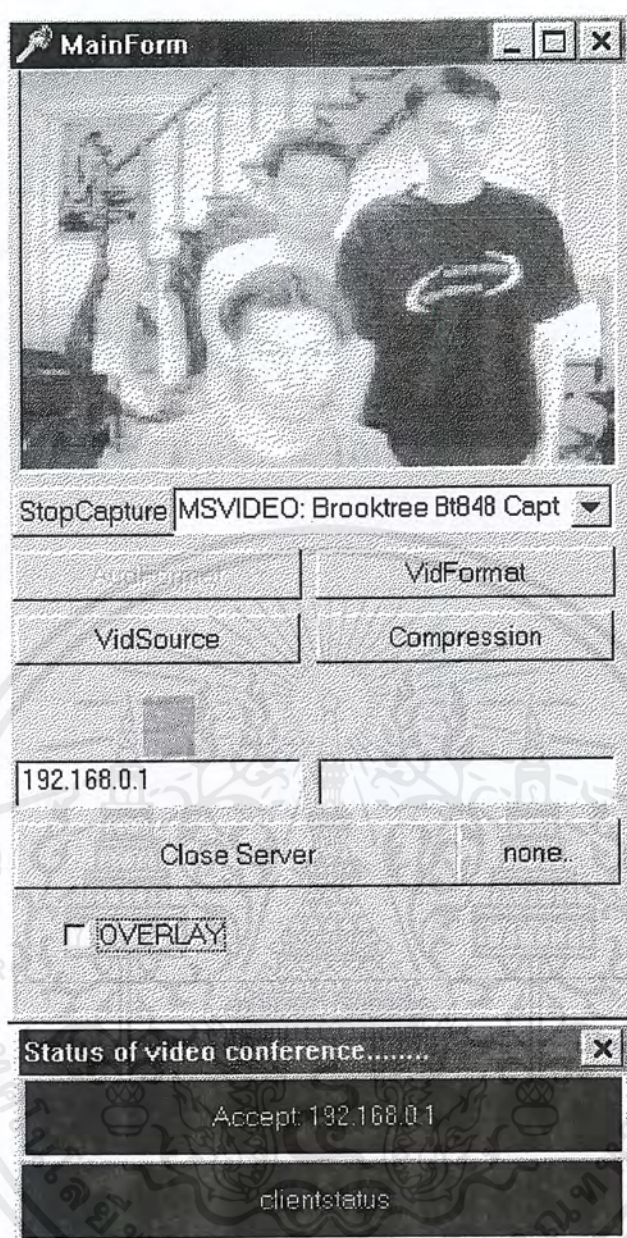
รูปที่ 4.1 แสดงโปรแกรมการทดลองรับภาพจากกล้องวิดีโอ

ผลที่ได้จากการทดลอง เป็นไปตามความต้องการและสามารถที่จะปรับแต่งการแสดงผลของภาพได้ ซึ่งเมื่อเอาไปประยุกต์ใช้กับโครงการ จำเป็นต้องลดขนาดของภาพลง ให้มีขนาดเล็กพอเหมาะ เนื่องจากภาพที่มีขนาดใหญ่จะทำให้การแสดงผลภาพไม่ต่อเนื่อง

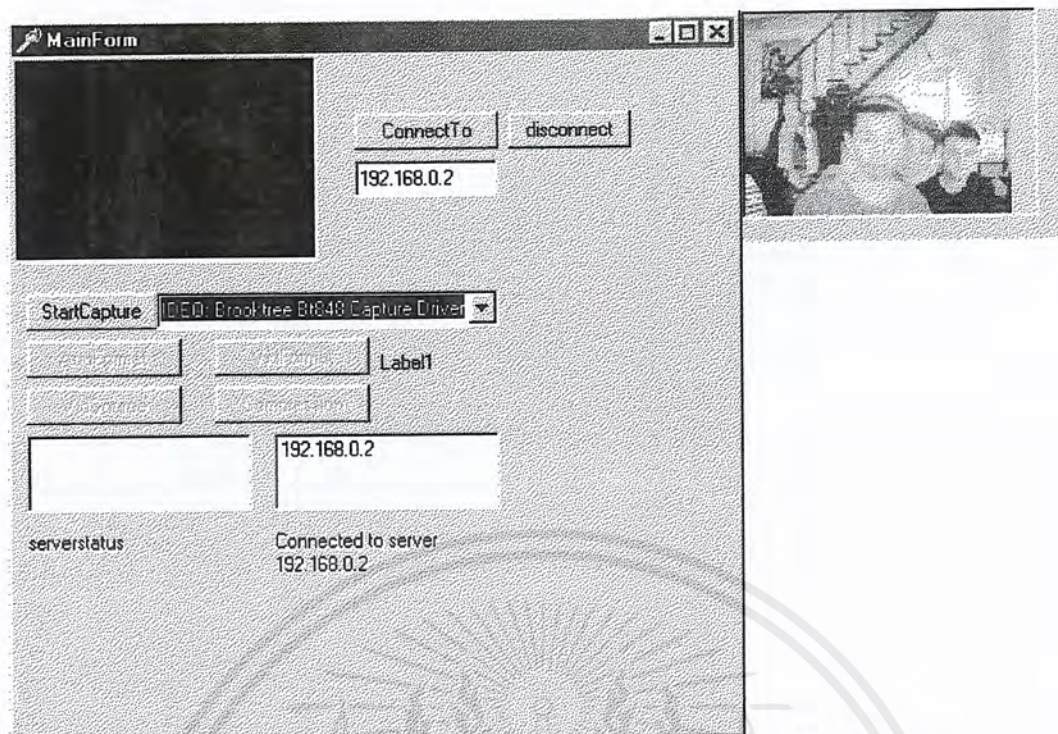
4.1.2 การทดลองส่งภาพจากเครื่องให้บริการกับเครื่องรับบริการ

การทดลองได้ทำการทดลองโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งทำหน้าที่เป็น เครื่องให้บริการ และเครื่องรับบริการ โดยได้ทำการติดตั้งการ์ดเน็ตเวิร์ค ไว้ทั้งสองเครื่อง แล้วนำมาเชื่อมต่อทั้งสองเครื่องเข้าด้วยกันด้วยสาย UTP โดยต่อแบบครอสกัน เนื่องจากไม่มีฮับ

ทั้งสองเครื่อง ใช้ระบบปฏิบัติการ Window 98 พร้อมทั้งตั้งค่าของหมายเลข ไอพีแอดเดรส ให้อยู่ใน สับเน็ตเดียวกัน โดยเครื่องให้บริการ มีหมายเลขไอพีแอดเดรส 192.168.0.2 และเครื่องรับบริการ มีหมายเลขไอพีแอดเดรส 192.168.0.1 ดังรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 แสดงหมายเลขไอพีแอดเดรส 192.168.0.1 ทางด้านเครื่องรับบริการ



รูปที่ 4.3 แสดงหมายเลขไอพีแอดเดรส 192.168.0.2 ทางด้านเครื่องให้บริการ

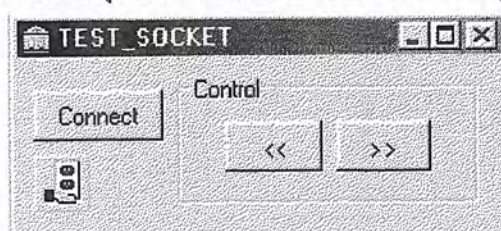
การทดลองทำโดยการเปิดโปรแกรมของทางฝั่งให้บริการแล้วทำการ นำภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอ มาแสดงที่โปรแกรม แล้วทำการ เปิดพอร์ต หมายเลข 1000 เพื่อรอการติดต่อจากเครื่องรับบริการ แล้วทำการเปิดโปรแกรมทางฝั่งรับบริการ แล้วใส่หมายเลขไอพีแอดเดรสของทางฝั่งผู้ให้บริการแล้วทำการติดต่อไปยังผู้ให้บริการเพื่อขอใช้บริการพอร์ตหมายเลข 1000 เมื่อการคอนเน็คเรียบร้อยก็จะเริ่มมีการส่งข้อมูลมายังทางฝั่งผู้รับบริการ แล้วนำข้อมูลนั้นมาแสดงเป็นภาพที่ทางฝั่งผู้รับบริการ

ผลการทดลอง สามารถทำการรับภาพได้คืออยู่ในระดับที่พอสมควร

4.1.3 การรับส่งรหัสควบคุม ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์

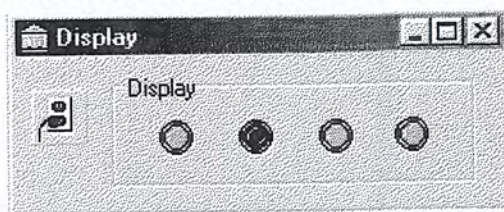
ในการสร้างโครงงานนี้ เราได้ทำการทดลองเบื้องต้น โดยการเขียนโปรแกรมสำหรับทดสอบการรับส่งรหัสควบคุม โดยทำการส่งออกจากพอร์ต ไปยังหมายเลขไอพีปลายทางจริง โดยโปรแกรมแยกเป็น 2 ส่วนคือ

- โปรแกรมด้านควบคุมระยะไกล (Client Side) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงโปรแกรมด้านควบคุมระยะไกล

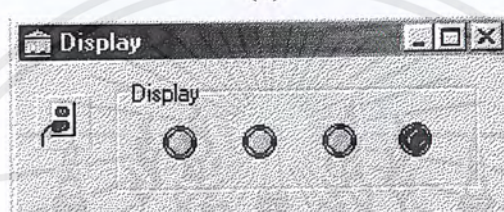
b) โปรแกรมด้านแสดงผล (Server Side) ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.5



(ก)



(ข)



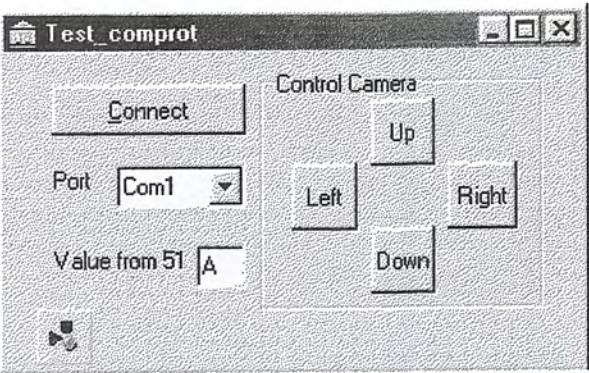
(ค)

รูปที่ 4.5 แสดงโปรแกรมด้านแสดงผล

จากโปรแกรมเราใช้คอมโพเนนท์ Winsock ที่มีอยู่ในเคลไฟ4 โดยส่งข้อมูลควบคุมไปยังไอพีแอดเดรสปลายทาง (Server Side) โดยรหัสข้อมูลควบคุมนั้นสามารถที่จะควบคุมให้ LED เสมือน ที่โปรแกรมด้านแสดงผลสามารถที่จะติดและเลื่อนไปตามทิศทางที่ควบคุมจากโปรแกรมควบคุมระยะไกลจากการทดลองเราสามารถควบคุม LED เสมือนได้ตามต้องการ ดังนั้นเราจึงนำการทดลองนี้ไปประยุกต์ใช้ในการส่งรหัสควบคุมกล้อง

4.1.4 การทดลองการติดต่อกับฐานจับกล้อง

เป็นการทดลองในการทดลองต่อกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ MCS -51 ผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยสามารถเลือกที่จะติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านคอมพอร์ต 1 หรือ 2 ก็ได้ ซึ่งแสดงโปรแกรมทดสอบดังรูปที่ 4.6 โดยทำการส่งรหัสการควบคุม ตามตารางที่ 4.1 แล้วรับรหัสของการชนของสวิทช์ว่าเกิดจากการชนที่สวิทช์ที่ตัวใด โดยมีค่าการรับ - ส่ง ดังแสดงในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.6 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบ

ค่าที่คอมพิวเตอร์ส่งให้คอนโทรลเลอร์	ค่าที่คอนโทรลเลอร์รับได้	ผลของตำแหน่งของฐานจับก๊อ้ง
32H	32H	ลง
34H	34H	ซ้าย
36H	36H	ขวา
38H	38H	ขึ้น

ตารางที่ 4.1 แสดงการทดลองการส่งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

สถานะที่ตัว SW	ค่าที่คอนโทรลเลอร์ส่งให้คอมพิวเตอร์	ค่าที่คอมพิวเตอร์รับได้	ความหมาย
SW – up -> close	41H	‘A’	ชนสวิดซ์บน
SW – down -> close	42H	‘B’	ชนสวิดซ์ล่าง
SW – left -> close	43H	‘C’	ชนสวิดซ์ซ้าย
SW – right -> close	44H	‘D’	ชนสวิดซ์ขวา

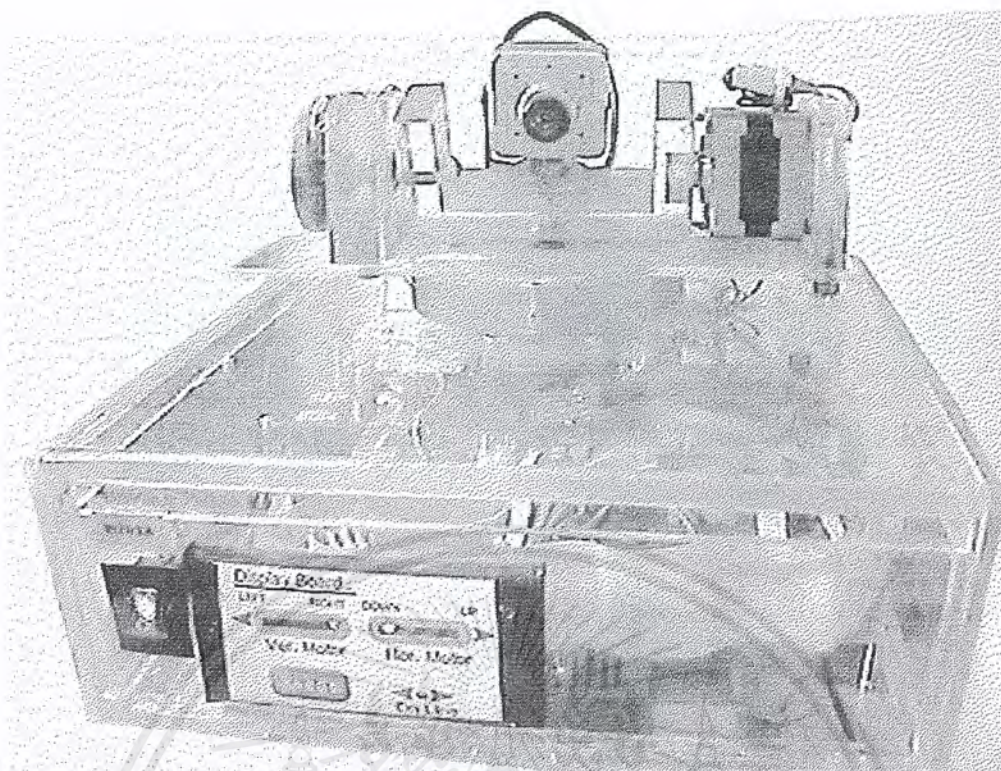
ตารางที่ 4.2 แสดงการทดลองการส่งค่าให้ Computer

4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 ชุดควบคุมก๊อ้ง มีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนคือ

a) ส่วนฐานจับก๊อ้ง

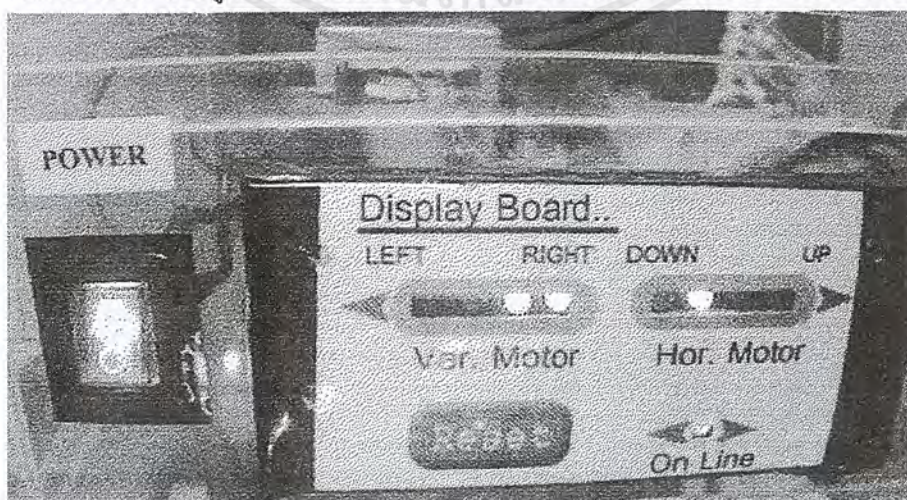
ได้ทำการติดตั้งก๊อ้ง และมอเตอร์ในการหมุนสวิดซ์เพื่อใช้ในการควบคุมการหมุนของฐานจับก๊อ้ง และได้มีส่วนของก๊อ้งซึ่งทำจากพลาสติก มีบอร์ดแสดงผลทิศทางการหมุนของก๊อ้ง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.7



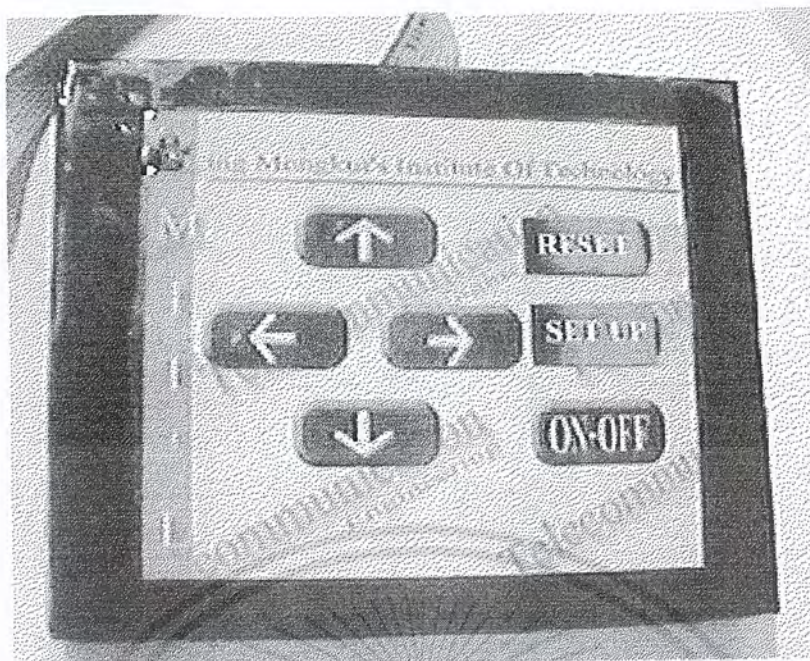
รูปที่ 4.7 แสดงส่วนฐานจับกล้อง

บ) ไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรจับมอเตอร์

ส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ใช้ ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C51 ซึ่งเป็นไอซีที่เป็นหน่วยความจำภายในเป็นแฟลชเมมรี่ ซึ่งทำให้สะดวกในการทำงาน การใช้งานได้ทำการใช้ในการรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์หรือจากคีย์บอร์ดที่ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เองก็ได้โดยการเลือกจาก ปุ่ม ON/OFF ที่คีย์บอร์ด โดยที่หน้าปัด ของบอร์ดแสดงผล ขึ้นว่าเป็นสถานะ 'On Line' แสดงว่าเป็นการรับการควบคุมจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ถ้าเป็นการควบคุมจากคีย์บอร์ดที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เอง ไฟสถานะนี้จะดับ ขอบเขตของการหมุนทั้งแนวตั้งและแนวนอน ขึ้นอยู่กับระยะที่ทำการวางสวิตช์กันชน ว่ามีระยะห่างกันเท่าไรแล้วแต่การติดตั้ง



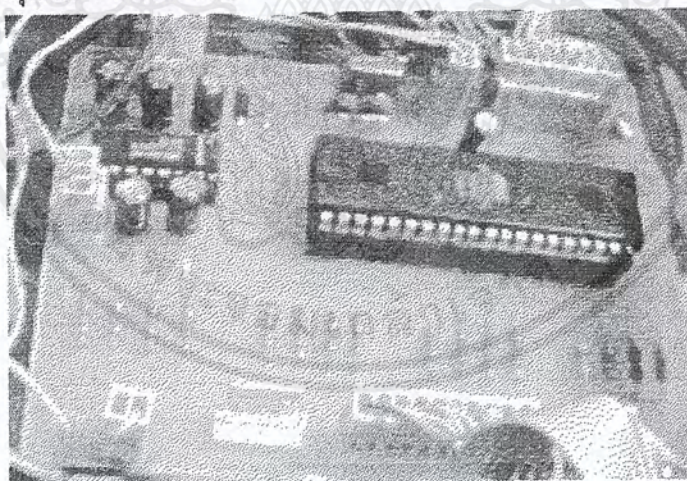
รูปที่ 4.8 แสดงบอร์ดแสดงสถานะของมอเตอร์



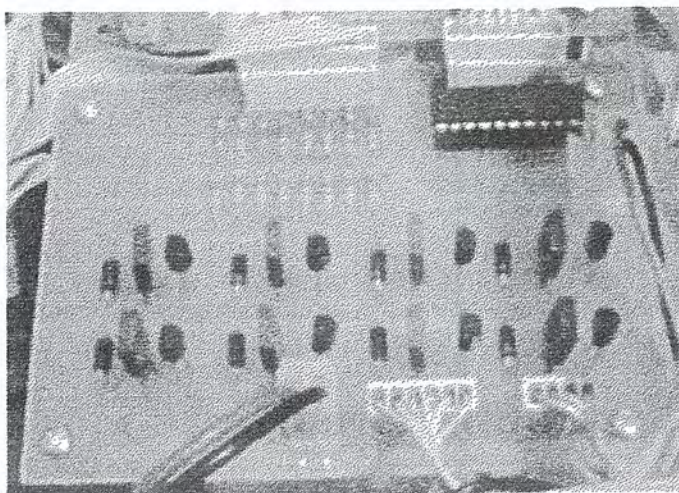
รูปที่ 4.9 แสดงคีย์บอร์ดที่ใช้ควบคุมกล้องจากคอนโทรลเลอร์

c) ส่วนของวงจรขับมอเตอร์

ใช้ทรานซิสเตอร์คาร์ลิงตั้งกันสองตัว 8 ชุด เพื่อขับให้ สเต็ปมอเตอร์ โดยจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ทั้งสองตัว 12 V การหมุนของมอเตอร์ในโครงการนี้ใช้แบบ 8 สเต็ป 2 เฟส ซึ่งทำให้ได้ องศาการหมุน 0.9 องศา ต่อ สเต็ป



รูปที่ 4.10 แสดงวงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์

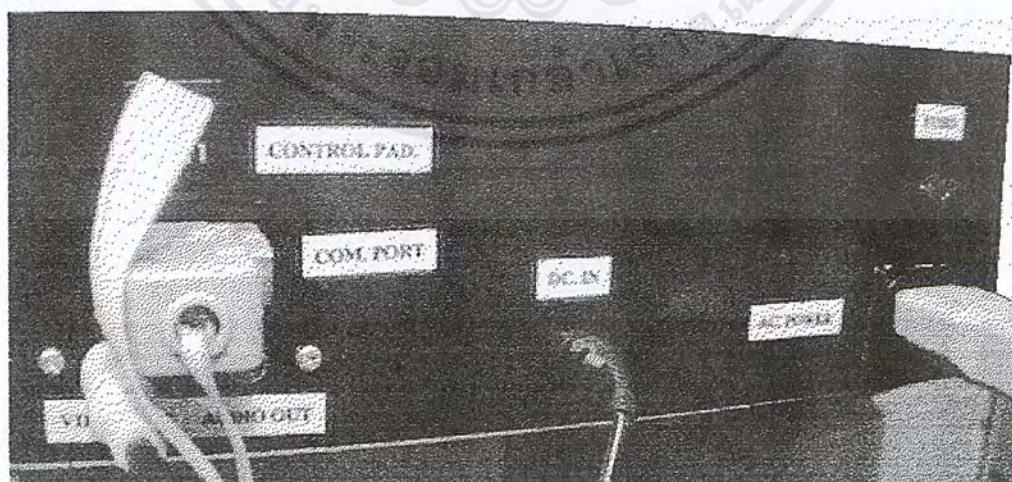


รูปที่ 4.11 แสดงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์

การทำงานของด้านหลังของกล่องฐานขับเคลื่อนจะมี ช่องสำหรับต่ออุปกรณ์ภายนอกดังตารางที่ 4.3

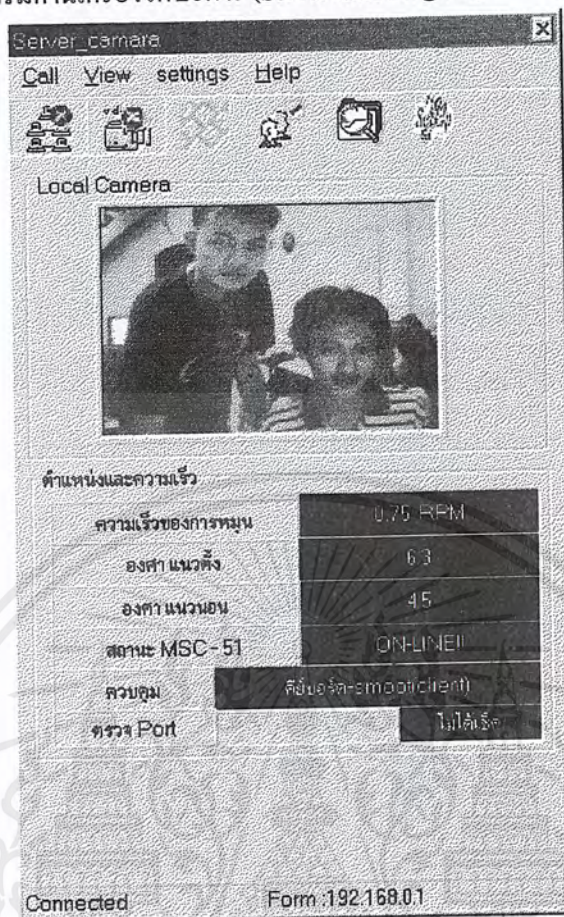
ลำดับ	ชนิด	รายละเอียด
1	AC. POWER	ไฟกระแสสลับ 220 V.
2	Fuses	ฟิวส์แก้ว 2 แอมป์ (ขนาดเล็ก)
3	DC. IN	ไฟกระแสตรง 7.2 V.
4	CONTROL. PAD.	ช่องต่อซีบอร์คเพื่อควบคุมกล้อง
5	COM. PORT.	ช่องต่อ DB 9 เพื่อต่อกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์
6	VIDEO OUT	ช่องต่อสัญญาณภาพ (OUT)
7	AUDIO OUT	ช่องต่อสัญญาณเสียง (OUT)

ตารางที่ 4.3 แสดงรายการต่ออุปกรณ์ด้านหลังของกล่องฐานขับเคลื่อน



รูปที่ 4.12 แสดงการใช้งานทางด้านหลังของกล่องฐานขับเคลื่อน

4.2.2 โปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ (Server Side Program)



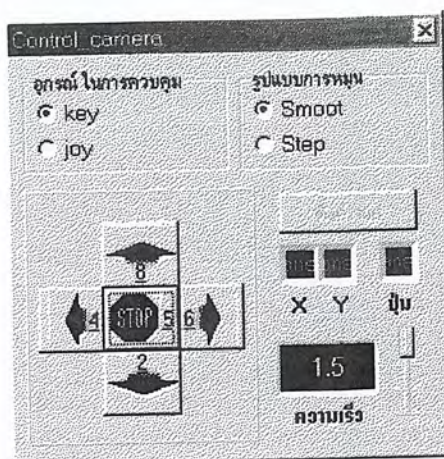
รูปที่ 4.13 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ

มีการทำงานและการใช้งานดังนี้

1). เริ่มจากทางฝั่งเครื่องให้บริการ เปิดโปรแกรม ขึ้นมาแล้วทำการกดปุ่มเพื่อทำการนำข้อมูลจากการ์ดแคปเจอร์ มาแสดงที่โปรแกรมดังรูป สถานะ MSC - 51 จะแสดง บอกว่า 'ON - LINE' แสดงว่าทำการติดต่อกับคอนโทรลเลอร์ได้แล้ว ถ้าแสดงว่า 'OFF - LINE' แสดงว่ามีการควบคุมการทำงานโดยคีย์บอร์ดที่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องทำการไปยกเลิกการควบคุมนั้นโดยกดที่ปุ่ม ON - OFF ที่ตัวคีย์บอร์ด และถ้าสถานะ MCS -51 แสดงว่า 'NOT WORK' แสดงว่าคอมพิวเตอร์ติดต่อกับตัวคอนโทรลเลอร์ไม่ได้ อาจจะเป็นเนื่องจากสายพอร์ตอนุกรมขาด หรือตัววงจรคอนโทรลเลอร์มีปัญหา

2). เลือกการควบคุมว่าจะเลือกการควบคุมจากเครื่องรับบริการหรือจากตัวเครื่องให้บริการซึ่งจะพูดถึงเครื่องให้บริการก่อน ดังนี้

- ทำการเลือกให้ส่วนของการควบคุมแสดงออกมามีรูปแบบโดยคลิกจาก MENU BUTTON ที่เป็นรูปคีย์บอร์ดและแสดงส่วนของการควบคุมออกมา



รูปที่ 4.14 แสดงการควบคุมจากโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ

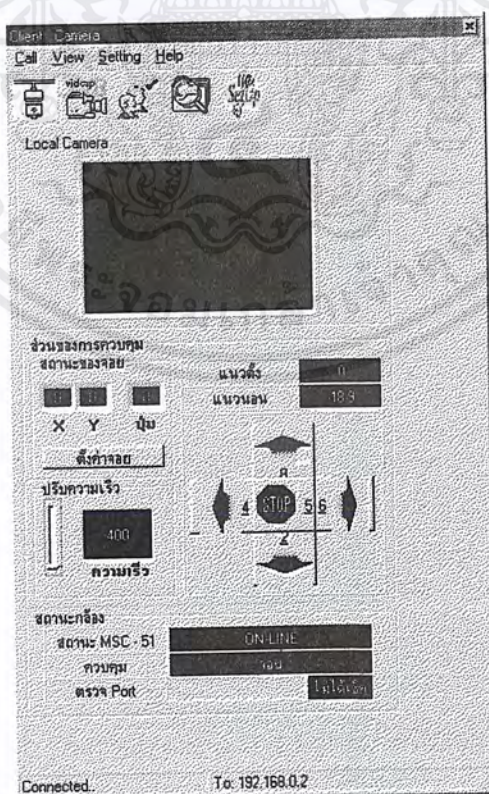
มีวิธีการควบคุมอยู่ 3 แบบ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมือนกับโปรแกรมทางด้านเครื่องรับบริการซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในส่วนของโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ

- การควบคุมจากทางด้านเครื่องรับบริการ ทำได้โดยที่โปรแกรมเครื่องให้บริการทำการเปิดให้บริการพอร์ตในการรับการติดต่อจาก เครื่องรับบริการ

4.2.3 โปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ (Client Side Program)

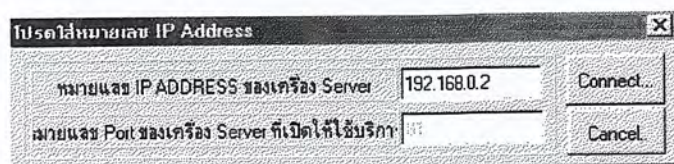
มีหลักการทำงานและการใช้งานของโปรแกรมทางด้านเครื่องรับบริการ (Client Side Program)

ดังนี้



รูปที่ 4.15 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการ

1) ทำการเรียกโปรแกรมทางรับบริการขึ้นมาแล้วทำการคลิกที่ปุ่ม Connect เพื่อใส่หมายเลขไอพีแอดเดรส ของทางฝั่งให้บริการ แล้วทำการคลิก Connect...เพื่อทำการติดต่อกับโปรแกรมด้านเครื่องให้บริการ



รูปที่ 4.16 แสดงการป้อนหมายเลข ไอพีแอดเดรส

2) โดยถ้าทำการเชื่อมต่อกับทางด้านเครื่องให้บริการซึ่งรอการติดต่อจากเครื่องรับบริการได้ ก็จะแสดงดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 แสดงโปรแกรมด้านเครื่องรับบริการขณะติดต่อกับเครื่องให้บริการ

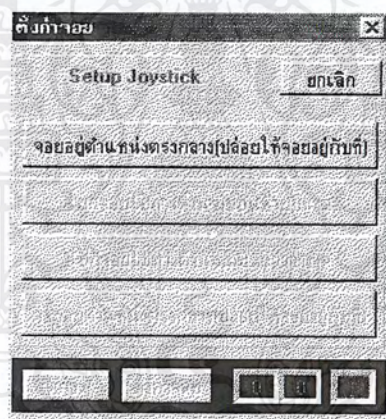
โดยการควบคุมจะมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธีคือ

- ควบคุมจากคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์ สามารถที่จะกดที่ปุ่มของทาง Pad number ได้โดยมีการควบคุมดังตารางที่ 4.4 ซึ่งการควบคุมความเร็วของการหมุนทำได้โดยการใช้เมาส์ไปเลื่อนตัวเลื่อนที่โปรแกรมตามต้องการได้

ลำดับ	ปุ่ม Keyboard	รายละเอียด
1	8	ทำการหมุนกลิ้งขึ้น
2	2	ทำการหมุนกลิ้งขึ้น
3	4	ทำการหมุนกลิ้งไปทางซ้าย
4	6	ทำการหมุนกลิ้งไปทางขวา
5	5	ทำการหยุดการหมุนของกลิ้ง

ตารางที่ 4.4 ตารางการใช้งานการควบคุมบอร์ดคอมพิวเตอร์

- ควบคุมโดยใช้เมาส์ สามารถทำได้โดยการคลิกเมาส์ที่ปุ่มตามทิศทางที่ต้องการ
- ควบคุมโดยใช้ จอยสติค เป็นการควบคุมที่สะดวกที่สุดโดยการใช้งานทำได้โดยการเลือกการควบคุมจากโปรแกรม แล้วทำการ Setup ค่าตำแหน่งของจอยสติคให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการใช้งาน แล้วทำการทดสอบการตั้งค่านั้น ถ้าการตั้งค่าจอยสติคนั้นอยู่ในสภาวะที่ดีก็จึงเริ่มการใช้งานได้ โดยรูปของการตั้งค่าแสดงดังรูปที่ 4.18 และ 4.19



รูปที่ 4.18 แสดงการตั้งค่าจอยสติค



รูปที่ 4.19 แสดงการทดสอบการตั้งค่าจอยสติค

การควบคุมโดยใช้จอยสติ๊กนี้ทำการควบคุมความเร็วของการหมุนของฐานจับกล้องโดยถ้าเราโยกจอยสติ๊กมากเท่าใดก็ทำให้การหมุนมีความเร็วมากขึ้น โดยความเร็วในการหมุน มีอยู่ 4 ระดับคือ 1.5 รอบต่อนาที, 0.75 รอบต่อนาที, 0.5 รอบต่อนาที, 0.375 รอบต่อนาที



บทที่ 5

บทวิจารณ์และบทสรุป

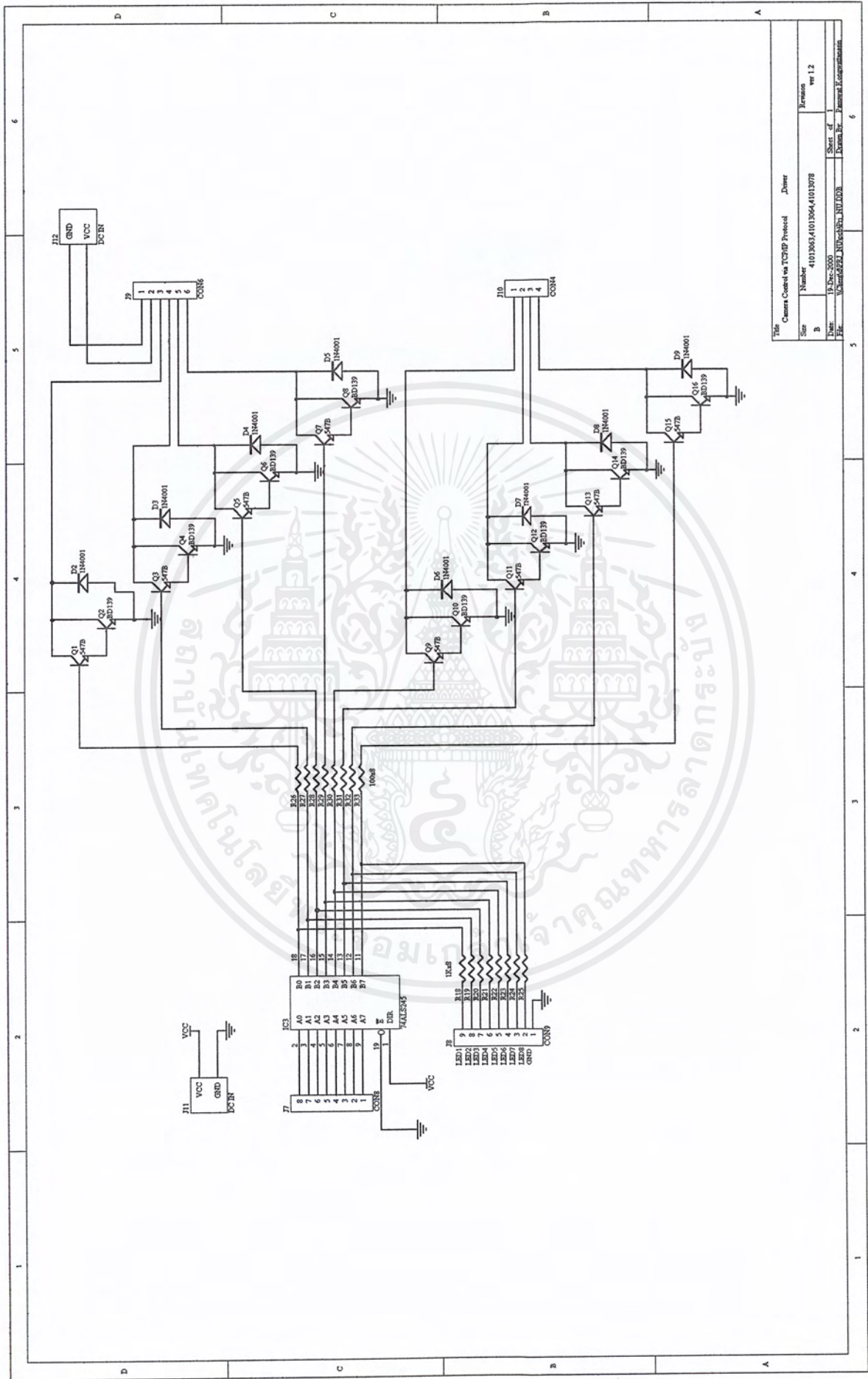
จากการที่ได้ออกแบบสร้าง และทดสอบตามกระบวนการทดลองแล้วทุกๆขั้นตอนที่ได้ปฏิบัติไป จะพบกับปัญหามากมายเกินกว่าที่ตั้งใจเอาไว้ เนื่องจากโครงการนี้เป็นโครงการที่ยาก และเป็นการใช้การ โปรแกรมชั้นสูงในการเขียนโปรแกรมส่งข้อมูลแบบ Real Time โดยในทอมแรกทางผู้จัดสร้างได้ทำการ หาข้อมูลจาก การค้นหาผ่านทางอินเทอร์เน็ต และได้ข้อมูลจากทางอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้ความกรุณา ให้ข้อมูลต่างๆที่จำเป็นมาทั้งในรูปของหนังสือ และอุปกรณ์ในการจัดทำโครงการ ข้อมูลเหล่านี้ก็ได้ถูกนำมา รวบรวมมาเป็นฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือได้สำหรับการออกแบบ และการสร้างโครงการนี้ การสร้าง และการทดสอบก็ทำเป็นขั้นตอนเพื่อให้แน่ใจว่า ในแต่ละขั้นตอนสมบูรณ์ที่สุดตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีตัวอย่างการทดลองอยู่ในส่วนของการทดลอง และผลการทดลอง ในบางครั้งก็ยังพบปัญหาบ้างเล็กน้อย แต่ก็ สามารถแก้ไขปัญหามาได้

ขบวนการในการสร้างเริ่มจากส่วนล่างสุดคือ ชุดจ็อบกลิ้งซึ่งต้องอาศัยทักษะทางด้านเครื่องมือช่างพื้นฐานมากพอสมควร เริ่มจากการซื้อวัสดุที่ใช้สร้างซึ่งมีราคาแพงมาก ซึ่งใช้เวลาในการออกแบบ และสร้างนานพอสมควร และต่อมาเป็นส่วนของการเขียนโปรแกรมต่างๆที่ใช้ในโครงการนี้มีอยู่ 3 โปรแกรมดังแสดงในส่วนของโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ โปรแกรมในส่วนของเครื่องให้บริการ และโปรแกรมในส่วน of เครื่องรับบริการ โดยมีโปรแกรมเพื่อทดสอบการทำงานในช่วงการทำงานต่างๆ ซึ่งเราจำเป็นต้องมีโปรแกรมเหล่านี้ เพื่อทดสอบการทำงานเบื้องต้นเอาไว้ แล้วนำไปประยุกต์ใช้กับส่วนของโปรแกรมจริง การทำงานของโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นในตอนเริ่มแรกพบปัญหาเมื่อนำไปทดสอบ และใช้งานกับ ฐานจ็อบกลิ้งเนื่องจากพบความผิดพลาด จากการไม่สัมพันธ์กันระหว่างฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ต้องทำการปรับปรุงแก้ไขอยู่เป็นเวลานาน

สำหรับงานที่ทำเพิ่มในทอมนี้ก็มีส่วนของการทำแผ่นวงจร การลงอุปกรณ์ และการประกอบลงกล่อง ส่วนในด้านของซอฟต์แวร์ ก็ได้ทำการส่งภาพไปยังเครื่องรับบริการ โดยเพิ่มความสามารถในการรับ และส่งภาพได้ทั้งสองทางถ้ามีกล้องอีกหนึ่งตัว ซึ่งคล้ายๆกับ Video Conference แต่จะควบคุมได้ทิศทางเดียวเนื่องจากได้ทำการสร้างชุดคอนโทรลเลอร์เพียงชุดเดียวเท่านั้น อีกทั้งยังได้ปรับปรุงรูปร่างหน้าตาของโปรแกรมของทั้งสองฝั่งให้มีความสะดวกในการใช้งานที่ดีขึ้น และยังเพิ่มการควบคุมโดยใช้ จอยสติคที่เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่นเกมนำมาใช้ในการควบคุมทำให้การควบคุมทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น

ทางผู้จัดทำโครงการนี้หวังว่าจะมีการพัฒนาโครงการนี้ต่อไป เนื่องจากเป็นที่สนใจของตลาดด้านเทคโนโลยีในปัจจุบันมาก ดังเช่น การควบคุมเครื่องผ่าตัดระยะไกล และการใช้หุ่นยนต์ในการทำงานในที่ๆ ซึ่งอันตราย เช่นใน ที่มีสารกัมมันตภาพรังสี เป็นต้น





Title: Camera Control via TVC/HD Protocol			
Author: J. J. J.			
Size	Number	Revision	ver 1.2
B	4101366, 4101366, 41013078		
Drawn	18 Dec 2000	Sheet of	1
File	\\server\6652_NI\6652_NI.D08	Drawn by	James J. J.

กิตติกรรมประกาศ

โดยสาเหตุของการสนใจการทำโครงการนี้ขึ้นมา ก็เนื่องจากทางกลุ่มผู้จัดทำมีความสนใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีด้านนี้มาก และท้ายที่สุดนี้ทางกลุ่มผู้จัดทำโครงการนี้ ขอขอบพระคุณ อ.นภัทร สระเอี่ยม ที่ให้ปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในทุกด้าน และขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่มีส่วนช่วยให้โครงการนี้สำเร็จได้



อ้างอิง

1. สัจจะ จรัสรุ่งรวิวรร, “Internet Programming ด้วย Visual Basic 6.0 และ ASP”, info PRESS, 284 หน้า, 2542
2. ประพนธ์ อัสวานวุฒินันท์, “Delphi Episode II เทคนิคและการพัฒนาโปรแกรมด้วยเคลไพ”, ซีเอ็ดยุคเคชั่น, 520 หน้า, 2543
3. สุวัฒน์ ปุณณชัยยะ ดัน ดันท์สุทริวงษ์ และ สุพจน์ ปุณณชัยยะ, “เปิดโลกของ TCP/IP และโปรโตคอลของอินเทอร์เน็ต”, Provision, 303 หน้า, 2543
4. สุรศักดิ์ สงวนพงษ์, “สถาปัตยกรรมและโปรโตคอลที่ซีพี/ไอพี”, ซีเอ็ดยุคเคชั่น, 528 หน้า, 2543
5. Andrew S. Tanenbaum, “Computer Networks”, Pearson Education, 520 หน้า, 2542
6. รศ.สมยศ จุณณะปิยะ, “การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller Applications MCS-51)”, ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 358 หน้า, พิมพ์ครั้งที่3 2543
7. กฤษดา ใจเย็น อรรถพล บุญยะโกศา และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล, “เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม”, Innovative Experiment Co.,Ltd.,163 หน้า, 2543
8. <http://thaibit.hypermart.net>
9. <http://www.thaidev.com>