สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

MOBILE ROBOT VISION

โดย

ธานี สามสีเจริญลาภ

ธีรชัย ธัญญพฤกษานนท์

ธีรวิทย์ อัศวศิลปกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 103096
วัน,เดือน,ปี..... 27 ส.ค. 2552

b. 12098 53x
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2551

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ (Mobile Robot Vision)

ผู้จัดทำ 1. นายธานี สามสีเจริญลาภ

2. นายธีรชัย ธัญญพฤกษานนท์

3. นายธีรวิทย์ อัศวศิลปกุล

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

นาย ธานี สามสีเจริญลาภ รหัส 48010384
นาย ธีรชัย ธัญญพฤกษานนท์ รหัส 48010395
นาย ธีรวิทย์ อัศวศิลปกุล รหัส 48010400
รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์ใช้งานโมดูลกล้องซีมอสกับหุ่นยนต์เคลื่อนที่ซึ่งควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการบังคับหุ่นยนต์เคลื่อนที่และส่งข้อมูลภาพผ่านระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ไร้สาย เพื่อนำไปใช้เป็นอุปกรณ์รักษาความปลอดภัย หรือประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOBILE ROBOT VISION

Mr. Thanee Samsicharoanlap ID.48010384
Mr. Theerachai Thanyaprueksanon ID.48010395
Mr. Teerawit Assawasillapakul ID.48010400
Assist.Prof.Dr. Surapan Airphaiboon (Advisor)
Educational Year 2008

Abstract

This project mainly purposes the application of CMOS Camera module as a mobile robot vision system. The picture transmitting and mobile robot function are controlled by Microcontroller via the wireless internet network. This project can applied for attach to many operates such as security seeking system, etc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ ซึ่งประกอบด้วยชิ้นงานและเอกสารประกอบโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีมิได้หากขาดซึ่ง รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ ผู้ให้คำปรึกษาแนะนำอย่างใกล้ชิดมาโดยตลอด พร้อมทั้งการให้ความช่วยเหลือจากพี่ๆและเพื่อนๆที่คอยให้กำลังใจ สุดท้ายสำหรับบุคคลที่ลืมไปเสียมิได้คือผู้ปกครองที่ให้การสนับสนุนเงินทุนและคอยให้กำลังใจโดยเสมอมา

นาย ธานี สามสีเจริญลาภ

นาย ธีรชัย ธัญญพฤกษานนท์

นาย ธีรวิทย์ อัศวศิลปกุล

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 โครงสร้างของรายงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล้อง C328	3
2.2 การติดต่อแบบอนุกรม	4
2.3 ระบบคำสั่ง	5
2.4 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่ง (Command Protocol)	10
2.5 The Xport (Serial to Ethernet)	13
2.6 การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232	17
2.7 TCP/IP (Transmitsion Control Protocol/Internet Protocol)	18
2.8 เสต็ปมอเตอร์	26
บทที่ 3 การออกแบบ	31
3.1.ส่วนของฮาร์ดแวร์ ของ XPort กับ C238 และ Microcontroller กับ Step Motor	31
3.1.1 โครงสร้างและขาที่ต้องใช้งานของ XPORT	31
3.1.2 โครงสร้างและขาที่ต้องใช้งานของ C328	32
3.1.3 การเชื่อมต่อ XPort กับ C238	32
3.1.4 การออกแบบ PCB (Print Circuit Board)	33
3.1.5 การออกแบบการเชื่อมต่อระหว่าง Microcontroller กับ Step Motor	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนของซอฟแวร์ การเชื่อมต่อระหว่าง XPort กับ C238 และ Microcontroller กับ Step Motor 35
3.2.1ส่งคำสั่ง SYNC เพื่อทำการ SYNC สัญญาณระหว่าง XPORT กับ C328 35
3.2.2 ส่งคำสั่งเกี่ยวกับการรับข้อมูลภาพ 36
3.2.3 การออกแบบโปรแกรมเชื่อมต่อ Microcontroller กับ Step Motor 37
3.3 ส่วนของการแสดงผลโดยส่งภาพจากกล้องไปยังคอมพิวเตอร์ 39
บทที่ 4 การทดลอง 40
การทดลองที่ 1 40
การทดลองที่ 2 44
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 46
5.1 สรุปผลการทดลองที่ 1 และตอนที่ 2 46
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 46
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 46
บรรณานุกรม
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบภายใน ของกล้อง C328	4
รูปที่ 2.2 แสดง Single Byte Timing Diagram	5
รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่ง (Command Protocol)	10
รูปที่ 2.4 แสดงการส่งคำสั่ง SYNC ระหว่าง XPort กับ C328	11
รูปที่ 2.5 ลักษณะการส่งคำสั่งต่างๆ	11
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแบบ Snapshot แบบบีบอัด	12
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแบบ Snapshot แบบไม่บีบอัด	13
รูปที่ 2.8 ลักษณะของ XPort	13
รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะภายในของ XPort	15
รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะด้านหน้าของ XPort	16
รูปที่ 2.11 การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232	17
รูปที่ 2.12 DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง	17
รูปที่ 2.13 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing	19
รูปที่ 2.14 โครงสร้าง TCP/IP	20
รูปที่ 2.15 การสื่อสารของ TCP	23
รูปที่ 2.16 การเริ่มต้นการสื่อสารของ TCP โดยใช้การบันทึกเวลาแบบ Three-way handshake	25
รูปที่ 2.17 แสดง (ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า (equivalent circuit) ของมอเตอร์ ชนิด 4 ขด	27
รูปที่ 2.18 วงจรสมมูลย์ของสเต็ปมอเตอร์	28
รูปที่ 2.19 วงจรขับเคลื่อน	30
รูปที่ 3.1 แสดงขาของ XPORT	31
รูปที่ 3.2 แสดงขาของ C328	32
รูปที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อ XPORT กับ C28	32
รูปที่ 3.4 แสดงแผ่น PCB ของชุด Ethernet Camera	33
รูปที่ 3.5 แสดงเชื่อมต่อระหว่าง Microcontroller กับ Step Motor	34
รูปที่ 3.6 แสดงการส่งคำสั่ง SYNC ระหว่าง XPORT กับ C328	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 แสดงการส่งคำสั่งเพื่อรับภาพจากกล้อง C328 36
รูปที่ 3.8 กำหนดพารามิเตอร์ และหน้าที่ของ Port ต่างๆ 37
รูปที่ 3.9 โปรแกรมเชื่อมต่อ Microcontroller 38
รูปที่ 3.10 แสดงหน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Dreamweaver 39
รูปที่ 4.1 แสดง Local Area Connection properties 40
รูปที่ 4.2 แสดงการตั้งค่าต่างๆที่ Internet Protocol (TCP/IP) 41
รูปที่ 4.3 แสดงการ Ping เพื่อการเชื่อมต่อ 42
รูปที่ 4.4 แสดงการเชื่อมต่อของ 2 ระบบที่สำเร็จ 42
รูปที่ 4.5 แสดงหน้า Web Page แสดงผลภาพขนาด 320*240 pixel 43
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าเว็บเพจที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์ 44
รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอการทำงานของเว็บเพจแสดงผลภาพ และควบคุมหุ่นยนต์ พร้อมกัน 45
รูปที่ 4.8 แสดงภาพของหุ่นยนต์ขณะเคลื่อนที่ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงชุดคำสั่งที่สนับสนุนการทำงานของกล้องมีทั้งหมด 11 คำสั่ง	5
ตารางที่ 2.2 แสดงการตั้งค่า Baud rate	8
ตารางที่ 2.3 ขาสัญญาณต่างๆของ อุปกรณ์ XPort	15
ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงการใช้งานของตัวเชื่อมต่อต่างๆ	16
ตารางที่ 2.5 แสดงการจัดขา ของคอนเน็กเตอร์ อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ	18
ตารางที่ 2.6 แสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง	27
ตารางที่ 2.7 การจ่ายกระแสให้แก่เฟสต่าง ๆ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันความปลอดภัยภายในที่อยู่อาศัยมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้จัดทำจึงเล็งเห็นความสำคัญในจุดนี้ จึงได้คิดจัดทำอุปกรณ์ที่ช่วยรักษาความปลอดภัยภายในบ้านคือกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ต (Ethernet Camera) รวมถึงการใช้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ในการตรวจตรา ขนส่งวัสดุต่างๆ ขนาดเล็กเนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวในปัจจุบันยังมีราคาที่สูงอยู่ในท้องตลาด ผู้จัดทำมีจุดมุ่งหมายที่จะลดราคาอุปกรณ์ดังกล่าวจึงได้จัดทำโครงงานนี้ขึ้นมา

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการทำงานของกล้องซีมอส(CMOS Camera) ทำการส่งข้อมูลภาพผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น แสดงผลผ่านหน้าเว็บเพ็จ และศึกษาการทำงานของหุ่นยนต์โดยใช้ Step Motor ควบคุมผ่านไมโครคอนโทรเลอร์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

โครงงานระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ผู้จัดทำได้ทำการศึกษา หาข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของกล้องซีมอส คุณสมบัติของกล้อง การทำงานของ Step Motor โดยควบคุมผ่านไมโครคอนโทรเลอร์

1.4 โครงสร้างของรายงาน

รายงานฉบับนี้ได้อธิบายถึงทฤษฎีและหลักการทำงานของกล้องซีมอส และ Step Moteor รวมทั้งการทดลองส่งข้อมูลภาพผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น การควบคุมหุ่นยนต์ผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยมีเนื้อหาแบ่งเป็นบทต่างๆ ดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ จะกล่าวถึงหลักการทำงานของกล้องซีมอส การส่งข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น การทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ และการทำงานของ Step Motor ที่ใช้ในการขับเคลื่อนหุ่น

บทที่ 3 การออกแบบ อธิบายการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น XPort กล้อง C328 และขั้นตอนการเขียนโค้ดคำสั่ง การแสดงข้อมูลภาพผ่านเว็บเพ็จ การสร้างการควบคุมภายในไมโครคอนโทรเลอร์ รวมถึงการออกแบบการเชื่อมต่อส่วนต่างๆเข้ากับหุ่นยนต์เคลื่อนที่(รถ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทดลอง จะกล่าวถึงการทดลอง ผลการทดลองส่งข้อมูลภาพผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่น แสดงผลบนหน้าเว็บเพ็จ และผลการทดลองควบคุมหุ่นยนต์ผ่านไมโครคอนโทรเลอร์ ผ่านทางโปรแกรมไฮเปอร์เทอร์มินอลที่ใช้สายส่งแบบอนุกรมในการรับส่งข้อมูล

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล้อง C328

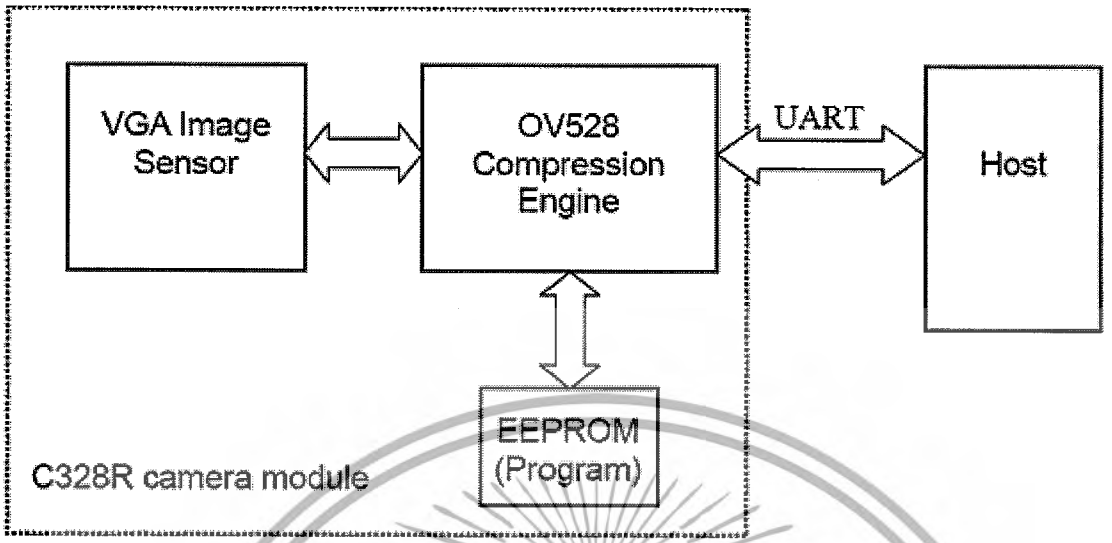
ลักษณะโดยทั่วไป

กล้อง C328 เป็นโมดูลกล้องที่มีการอินเตอร์เฟสแบบอนุกรม RS232 มีขาสัญญาณทั้งหมด 4 เส้น คือ ขาไฟเลี้ยง(+3.3 โวลต์) ,ขากราวด์(Ground) ,ขาส่งสัญญาณ(TxD) ,ขารับสัญญาณ(RxD) สามารถใช้งานกับอุปกรณ์แบบไร้สายหรือติดกับอุปกรณ์พีดีเอ (PDA) ได้ สามารถใช้งานเป็นวีดีโอแคมเมลาหรือส่งภาพนิ่งในรูปแบบของเจเป็คไฟล์ (JPEG File) มีราคาถูก ใช้พลังงานน้อย

จุดเด่นของกล้อง C328

- ขนาดเล็ก ใช้พลังงานเพียง (3.3 โวลต์) ให้ความละเอียดของภาพสูง Capture ภาพได้สูงสุดที่ (640x480) มีความปลอดภัยในระบบบัสอนุกรม สามรถประยุกต์ใช้งานกับอุปกรณ์พีดีเอ
- มี EEPROM อยู่ในตัว สั่งงานกับผู้ใช้งานภายนอกโดยระบบ RS-232
- ใช้การเชื่อต่อแบบ UART อัตราบอดเรท(Baud rate) สูงสุดถึง 115.2 กิโลบิตต่อวินาที (Kbps)
- ใช้ความละเอียดของภาพเจเป็คไฟล์ที่แตกต่างกันได้(640x480, 320x240, 160x120, 80x60 pixel)
- ใช้หลักการของ Sampling, Clamping, Widowing
- มีวงจรแปลงลักษณะของสีภายใน
- ไม่ต้องการ DRAM จากภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบภายใน ของกล้อง C328

ระบบการทำงานของกล้อง

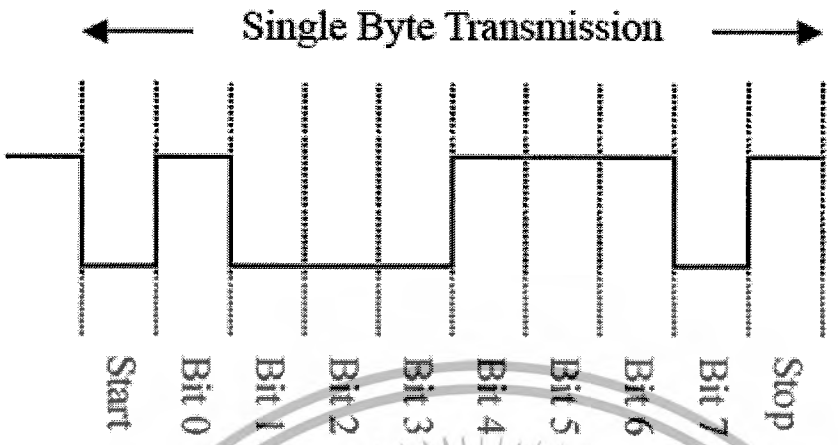
1. OV7640/8 เป็นเซนเซอร์(Sensor) รับภาพในระบบ YCbCr 8 บิตในอัตรา 4:2:2
2. OV528 Serial Bridge เป็นชิป(Chip) ที่รับข้อมูลภาพจาก OV7640/8 เพื่อมาแปลงให้อยู่ในรูปของเจเป็กไฟล์โดยวิธีการ Sampling, Clamping, Widowing โดยสามารถปรับความละเอียดตามความต้องการของผู้ใช้ผ่านระบบ RS-232
3. Program EEPROM เป็นตัวเก็บคำสั่งเพื่อไว้ติดต่อกับผู้ใช้งานภายนอก

2.2 การติดต่อแบบอนุกรม

1. Single Byte Timing Diagram

การส่งข้อมูลแบบ RS 232 ประกอบด้วยบิตเริ่มต้น (Star bit), บิต(Bit) ข้อมูล 8 บิต,บิตหยุด(Stop bit) บิตเริ่มต้นจะเป็น 0 ส่วนบิตหยุดเป็น 1 โดยที่ LSB จะถูกส่งไปก่อนจากนั่นก็บิตสูงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดง Single Byte Timing Diagram

2.3 ระบบคำสั่ง

Command	ID Number	Parameter1	Parameter2	Parameter3	Parameter4
Initial	AA01h	00h	Color Type	RAW Resolution (Still image only)	JPEG Resolution
Get Picture	AA04h	Picture Type	00h	00h	00h
Snapshot	AA05h	Snapshot Type	Skip Frame Low Byte	Skip Frame High Byte	00h
Set Package Size	AA06h	08h	Package Size Low Byte	Package Size High Byte	00h
Set Baudrate	AA07h	1st Divider	2nd Divider	00h	00h
Reset	AA08h	Reset Type	00h	00h	xxh*
Power Off	AA09h	00h	00h	00h	00h
Data	AA0Ah	Data Type	Length Byte 0	Length Byte 1	Length Byte 2
SYNC	AA0Dh	00h	00h	00h	00h
ACK	AA0Eh	Command ID	ACK counter	00h / Package ID Byte 0	00h / Package ID Byte 1
NAK	AA0Fh	00h	NAK counter	Error Number	00h
Light Frequency	AA13h	Frequency Type	00h	00h	00h

* If the parameter is 0xFF, the command is a special Reset command and the firmware responds to it immediately.

ตารางที่ 2.1 แสดงชุดคำสั่งที่สนับสนุนการทำงานของกล้องมีทั้งหมด 11 คำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1ชุดคำสั่งเริ่มต้น (Initial)

ผู้ใช้งานสามารถสั่งงานเพื่อกำหนดค่า ขนาดของภาพ ลักษณะสี ของกล้องได้ โดยหลังจากโมดูล C328 ได้รับคำสั่งแล้วจะส่งคำสั่งตอบรับ ACK แก่ผู้ใช้งาน ถ้าไม่ได้รับคำสั่งโมดูล C328 จะส่งคำสั่งNACK แก่ผู้ใช้งาน โดยคำสั่งต่างๆมีดังนี้

1.1 ลักษณะของสี สามารถปรับสีได้ 6 ลักษณะ

2-bit Gray Scale	01h
4-bit Gray Scale	02h
8-bit Gray Scale	03h
12-bit Color	05h
16-bit Color	06h
JPEG	07h

1.2 ความละเอียดแบบ Preview

80x60	01h
160x120	03h

1.3 ขนาดของเจเปิ้คไฟล์

80x64	01h
160x128	03h
320x240	05h
640x480	07h

2.3.2 คำสั่งรับภาพ (Get Picture)

ผู้ใช้สามารถใช้คำสั่งเหล่านี้เพื่อเลือกลักษณะการรับภาพ ซึ่งคำสั่งต่างๆได้แก่

Snapshot Picture	01h
Preview Picture	02h
JPEG Preview Picture	05h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ภาพถ่ายเร็ว (Snapshot)

C328 สามารถเก็บภาพนิ่งทีละ 1 เฟรมของ JPEG จนกว่าข้อมูลจะถูกเก็บในบัฟเฟอร์ (Buffer) หลังจากได้รับคำสั่งนี้

2.3.3.1 ลักษณะของภาพถ่าย Snapshot

Compressed Picture	00h
Uncompressed Picture	01h

2.3.3.2 การนับกระโดดข้ามเฟรม

จำนวนเฟรมที่หล่น สามารถนับได้ก่อนการบีบอัด "0" เก็บเฟรมปัจจุบัน "1"จับเฟรมถัดไป

2.3.4 กำหนดขนาดของแพคเกต (Package Size) รับข้อมูล

ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนขนาดของข้อมูลภาพที่จะรับได้ โดยคำสั่งเปลี่ยนขนาดของข้อมูลถูกส่งก่อนที่จะส่งคำสั่ง Snapshot หรือ Get picture แล้วจะสังเกตเห็นขนาดของภาพเปลี่ยนแปลง ขนาดของพัสดุ ขนาดเริ่มต้นของภาพคือ 64 ไบต์ ค่ามากสุดคือ 512 ไบต์

ID ---> รหัสแสดงตัวของพัสดุ เริ่มต้องที่ 0 ของข้อมูลภาพ

Data Size ---> ขนาดของข้อมูลภาพในพัสดุนั้น

Verify Code ---> เป็นโค้ดตรวจจับข้อผิดพลาด

หมายเหตุ : ไม่จำเป็นต้องกำหนดค่าของพัสดุเมื่ออยู่ใน Uncompress Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 การตั้งค่า Baud rate

ผู้ใช้สามารถกำหนดอัตราการส่งข้อมูลได้ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ ตัวโมดูลจะตรวจจับอัตราการส่งข้อมูลเองจนกว่าจะเปิดเครื่องตามตารางต่อไปนี้

Baudrate Divider
Baudrate = 14.7456MHz / 2 x (2nd Divider + 1) / 2 x (1st Divider + 1)

Baudrate	1st Divider	2nd Divider	Baudrate	1st Divider	2nd Divider
7200 bps	ffh	01h	28800 bps	3fh	01h
9600 bps	bfh	01h	38400 bps	2fh	01h
14400 bps	7fh	01h	57600 bps	1fh	01h
19200 bps	5fh	01h	115200 bps	0fh	01h

ตารางที่ 2.2 แสดงการตั้งค่า Baud rate

2.3.6 รีเซต (Reset) (AA08h)

ผู้ใช้สามารถทำการรีเซต (Reset) ด้วยคำสั่งนี้

00h ทำการรีเซต ทั้งระบบรวมทั้งกระบวนการทำงาน (State Machines) แต่ถ้าใช้คำสั่ง 01h จะรีเซตเฉพาะกระบวนการทำงาน

2.3.7 ปิดกำลังงาน (Power off) (AA09h)

อุปกรณ์จะอยู่ใน Sleep Mode เมื่อได้รับคำสั่งนี้ จนกว่าคำสั่ง SYNC จะถูกส่งออกไปแล้วจะได้รับ ACK กลับมาอุปกรณ์จะอยู่ในสภาวะใช้งานปกติ

2.3.8 ชนิดของข้อมูล (AA0Ah)

เป็นคำสั่งที่บอกชนิด ความยาว และขนาดของข้อมูลภาพ

Data Type	
Snapshot Picture	01h
Preview Picture	02h
JPEG Preview Picture	05h

ความยาวของข้อมูลภาพในลักษณะต่างๆ จะอยู่ประมาณ 3 ไบต์

2.3.9 SYNC (AA0Dh)

เป็นคำสั่งเพื่อการเชื่อมต่อที่ผู้ใช้งานหรือตัวโมดูลกล้อง C328 สามารถสั่งการได้ และเมื่อสั่งคำสั่งนี้แล้วจะมีการส่งคำสั่ง ACK ตอบกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.10 ACK (AA0Eh)

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งที่แสดงถึงความสำเร็จของการดำเนินการขั้นสุดท้าย หลังจากได้รับคำสั่งที่ถูกต้อง คำสั่งACK จะต้องถูกส่งออกไป ยกเว้นได้รับ Preview data เหมือนคำสั่งตอบรับว่าได้รับคำสั่งแล้ว

2.3.10.1 คำสั่ง ID (Command ID)

เป็นคำสั่งตอบสนองว่าได้รับรู้เกี่ยวกับได้ส่ง ID แล้ว

2.3.10.2 ACK Counter

เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้งาน

2.3.10.3 Package ID

คำสั่งตอบสนองโดยทั่วไปจะมี 2 ไบต์ ที่จะแสดงการของ Package ID นอกนั้นจะถูกตั้งค่าเป็น 00h

2.3.11 NAK (AA0Fh)

เป็นคำสั่งที่แสดงถึงความล้มเหลวของคำสั่ง

2.3.12 NAC Counter

เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้งาน

2.3.13 Error Number

Error Number

Picture Type Error	01h	Parameter Error	0bh
Picture Up Scale	02h	Send Register Timeout	0ch
Picture Scale Error	03h	Command ID Error	0dh
Unexpected Reply	04h	Picture Not Ready	0fh
Send Picture Timeout	05h	Transfer Package Number Error	10h
Unexpected Command	06h	Set Transfer Package Size Wrong	11h
SRAM JPEG Type Error	07h	Command Header Error	F0h
SRAM JPEG Size Error	08h	Command Length Error	F1h
Picture Format Error	09h	Send Picture Error	F5h
Picture Size Error	0ah	Send Command Error	ffh

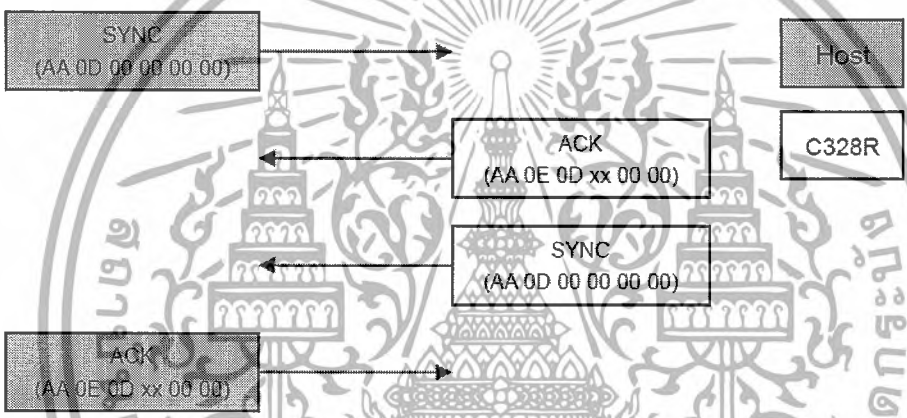
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.14 ความถี่ของแสงสว่าง (AA13h)

Light Frequency Type	
50Hz	00h
60Hz	01h

2.4 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่ง (Command Protocol)

2.4.1 YNC Command

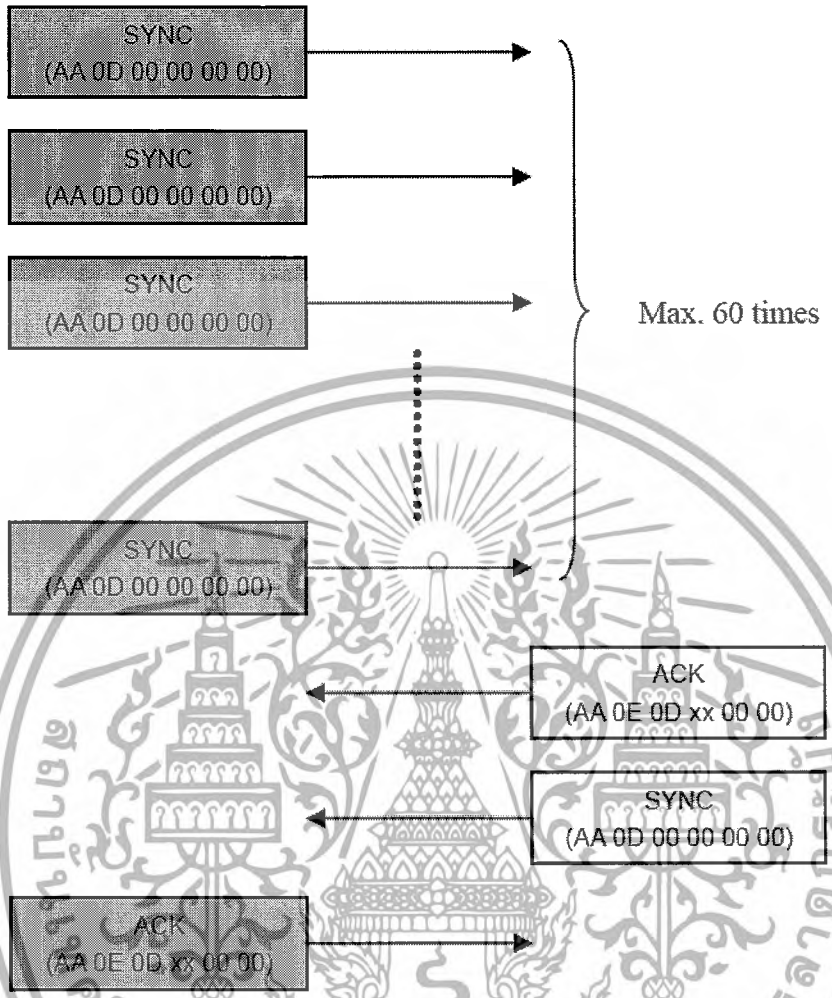


รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานของคำสั่ง (Command Protocol)

2.4.2 การเชื่อมต่อ

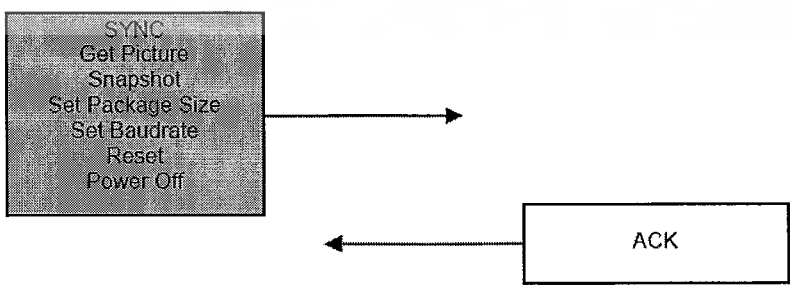
กล้องจะทำการเชื่อมต่อเมื่อได้รับคำสั่ง SYNC โดยปกติแล้วการวนลูปนั้นจะอยู่ในช่วงประมาณไม่เกิน 25 ลูป ดังนั้นโดยปกติแล้วจะตั้งโปรแกรมให้วนลูปประมาณ 60 ลูป หากครบ 60 ลูปแล้ว ยังไม่มีการตอบ ACK กลับมา แสดงว่าเกิดปัญหาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงการส่งคำสั่ง SYNC ระหว่าง XPort กับ C328

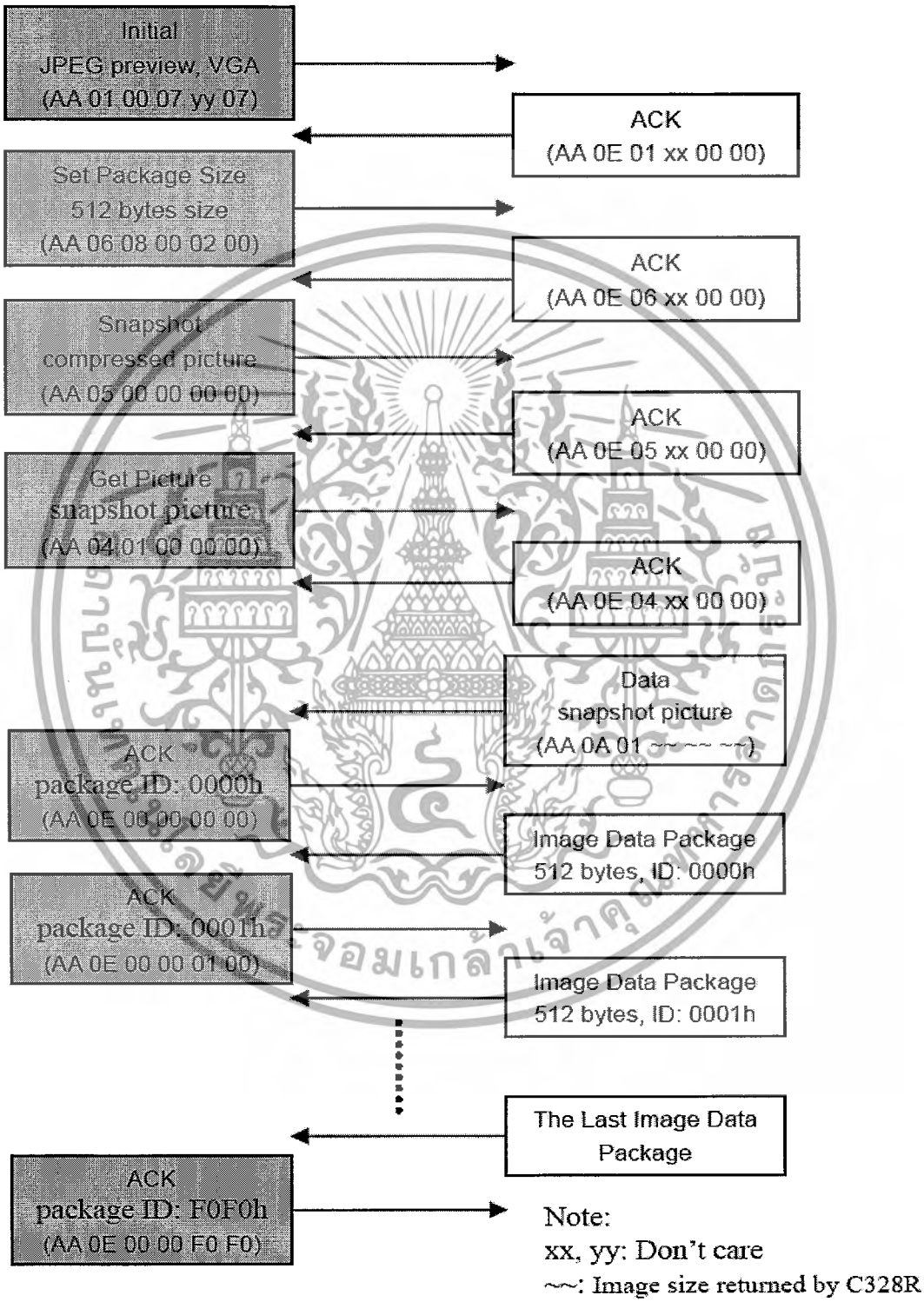
2.4.3 ลักษณะการส่งคำสั่งต่างๆ



รูปที่ 2.5 ลักษณะการส่งคำสั่งต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

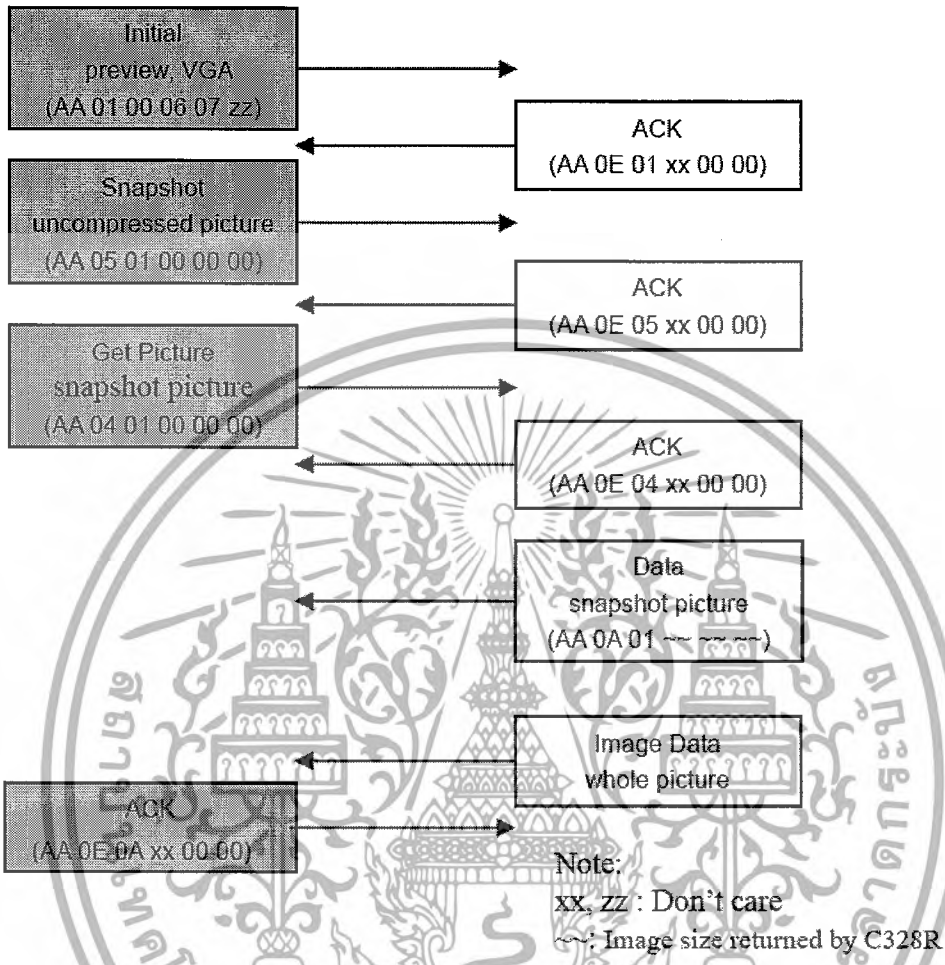
2.4.4 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแบบ Snapshot แบบบีบอัด640 x 480 ฟิกเซล (Pixel)



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแบบ Snapshot แบบบีบอัด

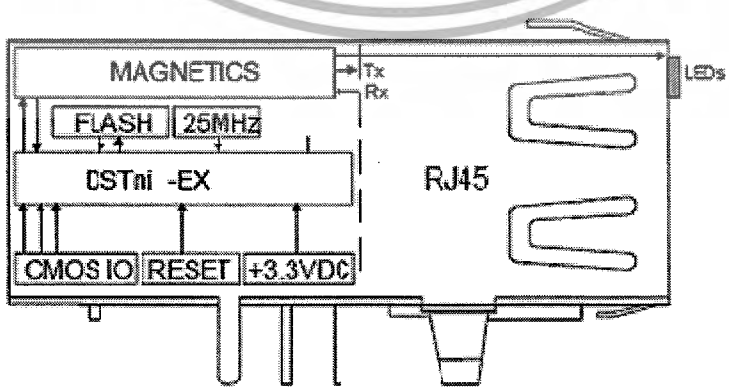
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแบบ Snapshot แบบไม่บีบอัด



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการเขียนโค้ดแบบ Snapshot แบบไม่บีบอัด

2.5 The Xport (Serial to Ethernet)



รูปที่ 2.8 ลักษณะของ XPort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของ XPort

XPort เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานในระบบ Net Work ได้โดยสมบูรณ์โดยตัวอุปกรณ์ถูกบรรจุในพัสดุแบบ RJ45 อุปกรณ์ XPort นี้เป็นอุปกรณ์ที่ขนาดเล็กที่สามารถแปลงระบบอนุกรมเป็นระบบเครือข่ายท้องถิ่นได้ ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่าย และสามารถทำเป็น Web Sever ได้อีกด้วย

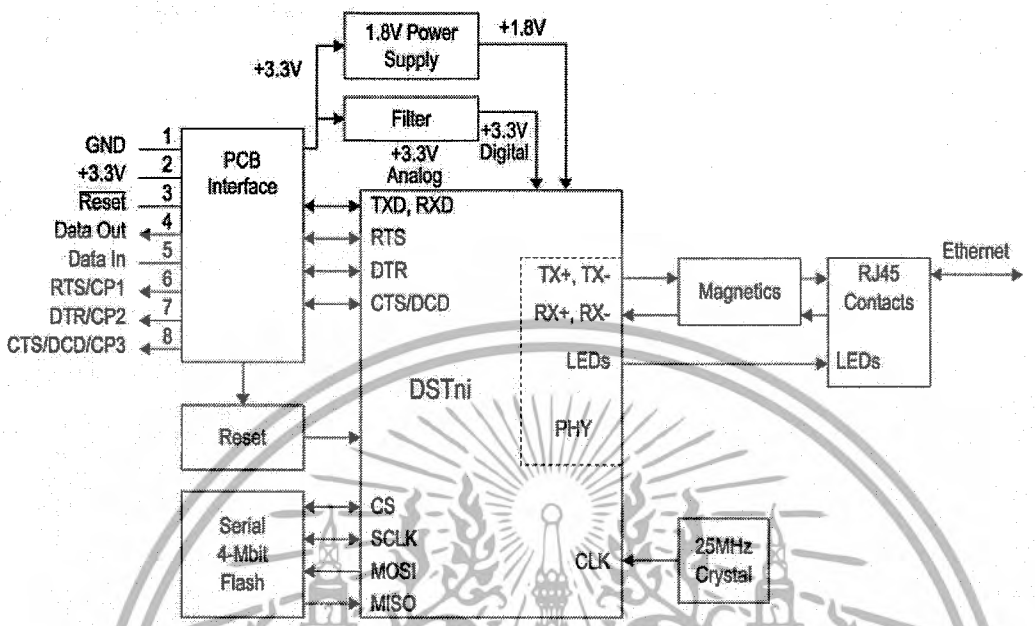
ภายใน XPort ประกอบด้วยตัวควบคุมของบริษัท Lantronix เอง ซึ่งประกอบด้วย SRAM ขนาด 256 Kbytes และมีหน่วยความจำแบบ Flash อีก 512Kbyte สามารถส่งข้อมูลในระบบเครือข่ายท้องถิ่น 10/100 Mbps

รายละเอียดของ XPort มีดังนี้

1. ถูกรวบรวมในรูปแบบของ RJ45
2. มีการเข้ารหัสของข้อมูลที่จะส่งและรับแบบ AES ขนาด 256-BIT
3. สามารถเป็นเว็ปเซิฟเวอร์(Web Sever) ได้โดยสมบูรณ์
4. ส่งข้อมูลอัตโนมัติได้ 10/100 เมกะบิตต่อวินาที(Mbps)
5. ใช้โปโตคลอ TCP/IP โดยสมบูรณ์
6. สามารถกำหนดค่าผ่านเว็ป(Web)ได้
7. รับส่งอีเมล์(E-mail) ได้
8. สามารถ Update ข้อมูลหรือ Firmware ทั้งหมดด้วยการใช้ TFTP
9. ใช้ระบบรหัสผ่าน(Password) เป็นตัวป้องกัน
10. ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 โวลต์
11. ใช้ Crystals 25 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บล็อกไดอะแกรมของ XPort



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะภายในของ XPort

ภายใน XPort มีตัวควบคุมคือ DSTni ซึ่งเป็นตัวควบคุมของบริษัท Lantronix เอง มีขาสัญญาณทั้ง 8 ขา ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 โวลต์ ซึ่งขาสัญญาณต่างๆมีดังนี้

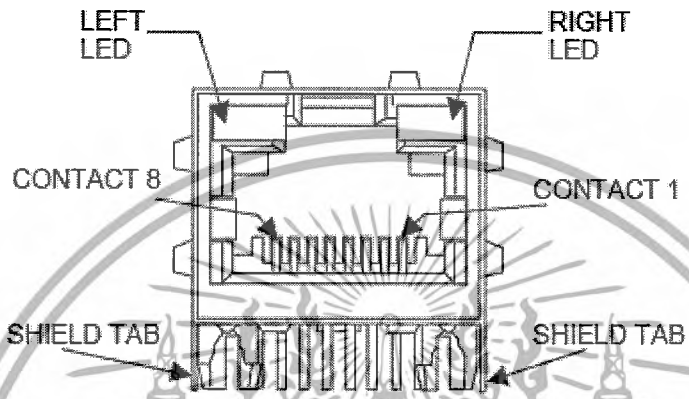
ชื่อ	ตำแหน่งขา	หน้าที่
GND	1	เป็นกราวด์ของวงจร
VCC	2	เป็นไฟเลี้ยงของวงจร
$\overline{\text{Reset (In)}}$	3	เป็นขา Reset การใช้งาน เป็นขาสัญญาณ Input
Data Out	4	สัญญาณ output อนุกรม
Data in	5	สัญญาณ input อนุกรม
CP1	6	เป็นขาสัญญาณ output ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อต้องการส่งสัญญาณ
CP2	7	ขา output ที่เป็นช่องทางรับข้อมูลต่างๆกับอุปกรณ์ภายนอก
CP3	8	เป็นขาสัญญาณ input ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก เพื่อไม่ต้องการรับหรือส่งสัญญาณ

ตารางที่ 2.3 ขาสัญญาณต่างๆของ อุปกรณ์ XPort

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ethernet Interface

การติดต่อระบบเครือข่ายท้องถิ่นสามารถติดต่อผ่านตัวเชื่อมต่อ RJ45 ซึ่งภายในมีแม่เหล็กและมีการป้องกันการรบกวนจากแม่เหล็กภายนอกด้วย



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะด้านหน้าของ XPort

ตารางแสดงการใช้งานของ Contact ต่างๆ

Signal Name	DIR	Contact	Primary Function
TX+	Out	1	Differential Ethernet transmit data +
TX-	Out	2	Differential Ethernet transmit data -
RX+	In	3	Differential Ethernet receive data +
RX-	In	6	Differential Ethernet receive data -
Not used		4	Terminated
Not used		5	Terminated
Not used		7	Terminated
Not Used		8	Terminated
SHIELD			Chassis ground

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงการใช้งานของตัวเชื่อต่อต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรโตคอลที่สนับสนุนการใช้งานโดย XPort

XPort สามารถทำงานโดยโปรโตคอล TCP/IP ได้โดยมั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ส่งจะไม่สูญหาย เนื่องจากการส่งและยังสามารถใช้งานกับโปรโตคอลอื่นได้อีกด้วย

2.6 การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232

รูปที่ 2.11 การใช้งานพอร์ตอนุกรม RS232

การสื่อสารแบบอนุกรม นับว่ามีความสำคัญ ต่อการใช้งาน ไมโครคอนโทรลเลอร์มาก เพราะสามารถใช้แป้นพิมพ์ และจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็น อินพุต และ เอาต์พุต ในการติดต่อ หรือ ควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยสัญญาณอย่างน้อย เพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ

- สายส่งสัญญาณ TX
- สายรับสัญญาณ RX
- และสาย GND

โดยปกติพอร์ตอนุกรม RS-232C จะสามารถต่อสายได้ยาว 50 ฟุต โดยประมาณ ขึ้นอยู่กับชนิดของ สายสัญญาณ, ระยะทาง, และ ปริมาณ สัญญาณ รบกวน

แสดงการจัดขา ของคอนเน็กเตอร์ อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ

รูปที่ 2.12 หัวต่อ DB9 ตัวผู้ เมื่อมองจากด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
103096

Pin	Description	Type
1	Data Carrier Detect (DCD)	Input
2	Received Data (RXD)	Input
3	Transmitted Data (TXD)	Output
4	Data Terminal Ready (DTR)	Output
5	Signal Ground (GND)	Input
6	Data Set Ready (DSR)	Input
7	Request To Send (RTS)	Output
8	Clear to Send (CTS)	Input
9	Ring Indicator (RI)	Input

ตารางที่ 2.5 แสดงการจัดขา ของคอนเน็กเตอร์ อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ

การทำงานของขาสัญญาณ DB9

TXD เป็นขาที่ใช้ส่งข้อมูล

RXD เป็นขาที่ใช้รับข้อมูล

DTR แสดงสภาวะพอร์ตว่าเปิดใช้งาน, DSR ตรวจสอบว่าพอร์ต ที่ติดต่อด้วย เปิดอยู่หรือไม่

- เมื่อเปิดพอร์ตอนุกรม ขา DTR จะ ON เพื่อให้อุปกรณ์ได้รับทราบว่าต้องการติดต่อด้วย
- ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา DSR ว่าอุปกรณ์พร้อมหรือไม่

RTS แสดงสภาวะพอร์ตว่าต้องการส่งข้อมูล, CTS ตรวจสอบว่าพอร์ตที่ติดต่ออยู่ ต้องการส่งข้อมูลหรือไม่

- เมื่อต้องการส่งข้อมูลขา RTS จะ ON และจะส่งข้อมูลออกที่ขา TXD เมื่อส่งเสร็จก็จะ OFF
- ในขณะเดียวกันก็จะตรวจสอบขา CTS ว่าอุปกรณ์ต้องการที่จะส่งข้อมูลหรือไม่

GND ขา ground

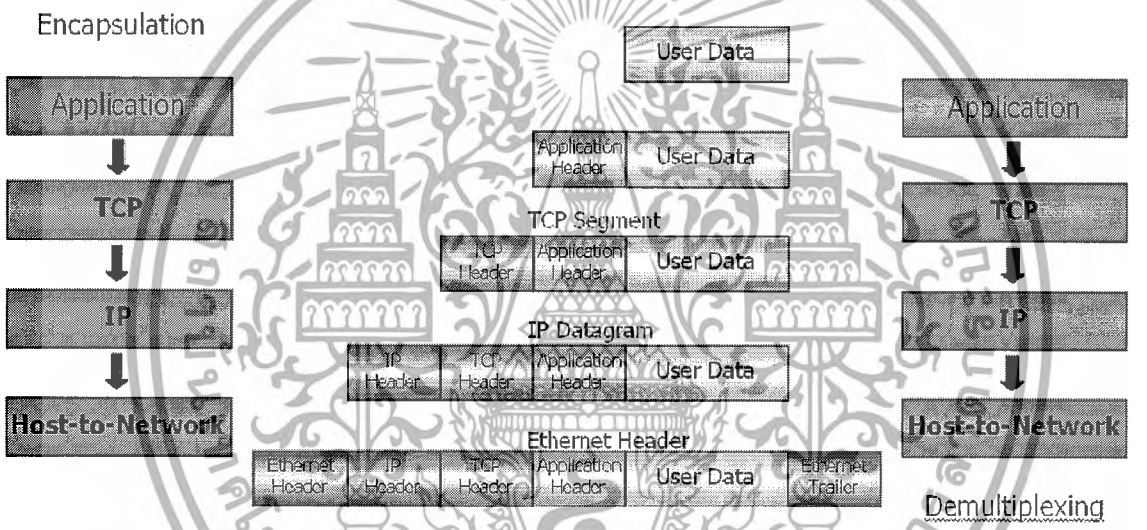
2.7 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

โครงสร้างแบบ ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP model) เป็นมาตรฐานที่ทำให้คอมพิวเตอร์ภายในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถเชื่อมต่อเข้าหากัน และติดต่อสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ เป็นมาตรฐานที่ว่าด้วยการกำหนดวิธีการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Encapsulation/Demultiplexing

การส่งข้อมูลผ่านในแต่ละเลเยอร์ แต่ละเลเยอร์จะทำการประกอบข้อมูลที่ได้รับมา กับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่า Header ภายใน Header จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการ Encapsulate และเมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็น Header ก่อนและนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า "Demultiplexing"



รูปที่ 2.13 ขั้นตอนการ Encapsulation และ Demultiplexing

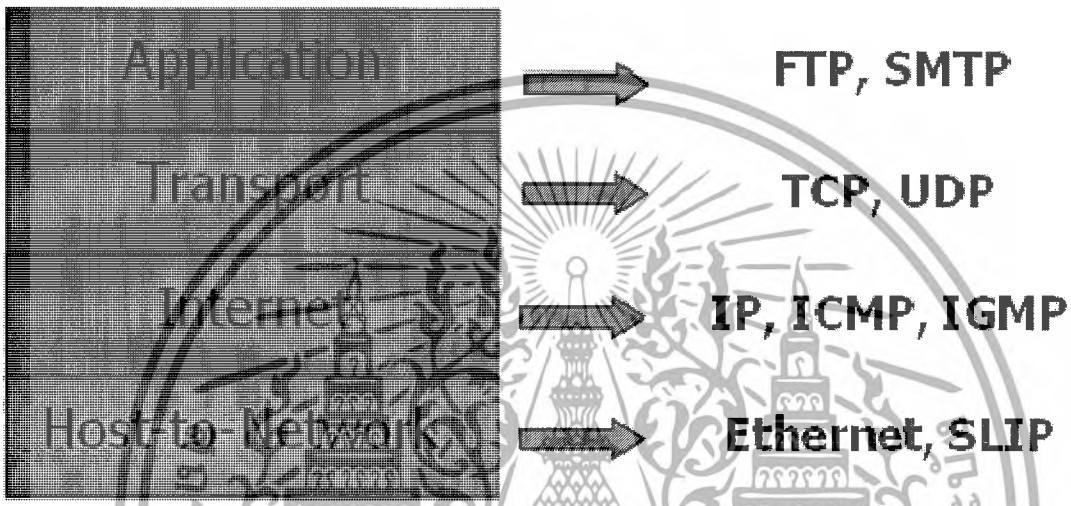
ข้อมูลที่ผ่านการ Encapsulate ในแต่ละเลเยอร์มีชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

- ข้อมูลที่มาจาก User หรือก็คือข้อมูลที่ User เป็นผู้ป้อนให้กับ Application เรียกว่า User Data
- เมื่อแอพพลิเคชั่นได้รับข้อมูลจาก user ก็จะนำมาประกอบกับส่วนหัวของแอพพลิเคชั่น เรียกว่า Application Data และส่งต่อไปยังโปรโตคอล TCP
- เมื่อโปรโตคอล TCP ได้รับ Application Data ก็จะนำมารวมกับ Header ของ โปรโตคอล TCP เรียกว่า TCP Segment และส่งต่อไปยังโปรโตคอล IP
- เมื่อโปรโตคอล IP ได้รับ TCP Segment ก็จะนำมารวมกับ Header ของ โปรโตคอล IP เรียกว่า IP Datagram และส่งต่อไปยังเลเยอร์ Host-to-Network Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในระดับ Host-to-Network จะนำ IP Datagram มาเพิ่มส่วน Error Correction และ flag เรียกว่า Ethernet Frame ก่อนจะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งผ่านสายสัญญาณที่เชื่อมโยงอยู่ต่อไป

แต่ละเลเยอร์ของโครงสร้าง TCP/IP สามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 2.14 โครงสร้าง TCP/IP

1. ชั้นโฮสต์-เครือข่าย (Host-to-Network Layer)

โพรโตคอลสำหรับการควบคุมการสื่อสารในชั้นนี้เป็นสิ่งที่ไม่มีการกำหนดรายละเอียดอย่างเป็นทางการ หน้าที่หลักคือการรับข้อมูลจากชั้นสื่อสาร IP มาแล้วส่งไปยังโหนดที่ระบุไว้ในเส้นทางเดินข้อมูลทางด้านผู้รับก็จะทำงานในทางกลับกัน คือรับข้อมูลจากสายสื่อสารแล้วนำส่งให้กับโปรแกรมในชั้นสื่อสาร

2. ชั้นสื่อสารอินเทอร์เน็ต (The Internet Layer)

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

a. IP (Internet Protocol)

IP เป็นโปรโตคอลในระดับเน็ตเวิร์คเลเยอร์ ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับแอดเดรสและข้อมูล และควบคุมการส่งข้อมูลบางอย่างที่ใช้ในการหาเส้นทางของแพ็กเก็ต ซึ่งกลไกในการหาเส้นทางของ IP จะมีความสามารถในการหาเส้นทางที่ดีที่สุด และสามารถเปลี่ยนแปลงเส้นทางได้ในระหว่างการส่งข้อมูล และมีระบบการแยกและประกอบดาต้าแกรม (datagram) เพื่อรองรับการส่งข้อมูลระดับ data link ที่มีขนาด MTU (Maximum Transmission Unit) ที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถนำ IP ไปใช้บนโปรโตคอลอื่นได้หลากหลาย เช่น Ethernet ,Token Ring หรือ Apple Talk

การเชื่อมต่อของ IP เพื่อทำการส่งข้อมูล จะเป็นแบบ connectionless หรือเกิดเส้นทางการเชื่อมต่อในทุกๆครั้งของการส่งข้อมูล 1 ดาต้าแกรม โดยจะไม่ทราบถึงข้อมูลดาต้าแกรมที่ส่งก่อนหน้าหรือส่งตามมา แต่การส่งข้อมูลใน 1 ดาต้าแกรม อาจจะเกิดการส่งได้หลายครั้งในกรณีที่มีการแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนย่อยๆ (fragmentation) และถูกนำไปรวมเป็นดาต้าแกรมเดิมเมื่อถึงปลายทางเฮดเดอร์ของ IP โดยปกติจะมีขนาด 20 bytes ยกเว้นในกรณีที่มีการเพิ่ม option บางอย่าง ฟิลด์ของเฮดเดอร์ IP จะมีความหมายดังนี้

b. ICMP (Internet Control Message Protocol)

ICMP เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการตรวจสอบและรายงานสถานภาพของดาต้าแกรม (Datagram) ในกรณีที่เกิดปัญหากับดาต้าแกรม เช่น เราเตอร์ไม่สามารถส่งดาต้าแกรมไปถึงปลายทางได้ ICMP จะถูกส่งออกไปยังโฮสต้นทางเพื่อรายงานข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ดี ไม่มีอะไรรับประกันได้ว่า ICMP Message ที่ส่งไปจะถึงผู้รับจริงหรือไม่ หากมีการส่งดาต้าแกรมออกไปแล้วไม่มี ICMP Message ฟ้อง Error กลับมา ก็แปลความหมายได้สองกรณีคือ ข้อมูลถูกส่งไปถึงปลายทางอย่างเรียบร้อย หรืออาจจะมีปัญหา ในการสื่อสารทั้งการส่งดาต้าแกรม และ ICMP Message ที่ส่งกลับมาก็มีปัญหาระว่างทางก็ได้ ICMP จึงเป็นโปรโตคอลที่ไม่มีความน่าเชื่อถือ (unreliable) ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของ โปรโตคอลในระดับสูงกว่า Network Layer ในการจัดการให้การสื่อสารนั้นๆ มีความน่าเชื่อถือ

3. ชั้นสื่อสารนำส่งข้อมูล (Transport Layer)

แบ่งเป็นโพรโตคอล 2 ชนิดตามลักษณะ ลักษณะแรกเรียกว่า Transmission Control Protocol (TCP) เป็นแบบที่มีการกำหนดช่วงการสื่อสารตลอดระยะเวลาการสื่อสาร (connection-oriented) ซึ่งจะยอมให้มีการส่งข้อมูลเป็นแบบ Byte stream ที่ไว้ใจได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด ข้อมูลที่มีปริมาณมากจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็กๆ เรียกว่า message ซึ่งจะถูกส่งไปยังผู้รับผ่านทางชั้นสื่อสารของอินเทอร์เน็ต ทางฝ่ายผู้รับจะนำ message มาเรียงต่อกันตามลำดับเป็นข้อมูลตัวเดิม TCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีความสามารถในการควบคุมการไหลของข้อมูลเพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ส่ง ส่งข้อมูลเร็วเกินกว่าที่ผู้รับจะทำงานได้ทันอีกด้วย

โปรโตคอลการนำส่งข้อมูลแบบที่สองเรียกว่า UDP (User Datagram Protocol) เป็นการติดต่อแบบไม่ต่อเนื่อง (connectionless) มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลแต่จะไม่มีการแจ้งกลับไปยังผู้ส่ง จึงถือได้ว่าไม่มีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้มีข้อดีในด้านความรวดเร็วในการส่งข้อมูล จึงนิยมใช้ในระบบผู้ให้และผู้ใช้บริการ (client/server system) ซึ่งมีการสื่อสารแบบ ถาม/ตอบ (request/reply) นอกจากนั้นยังใช้ในการส่งข้อมูลประเภทภาพเคลื่อนไหวหรือการส่งเสียง (voice) ทางอินเทอร์เน็ต

a. UDP : (User Datagram Protocol)

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

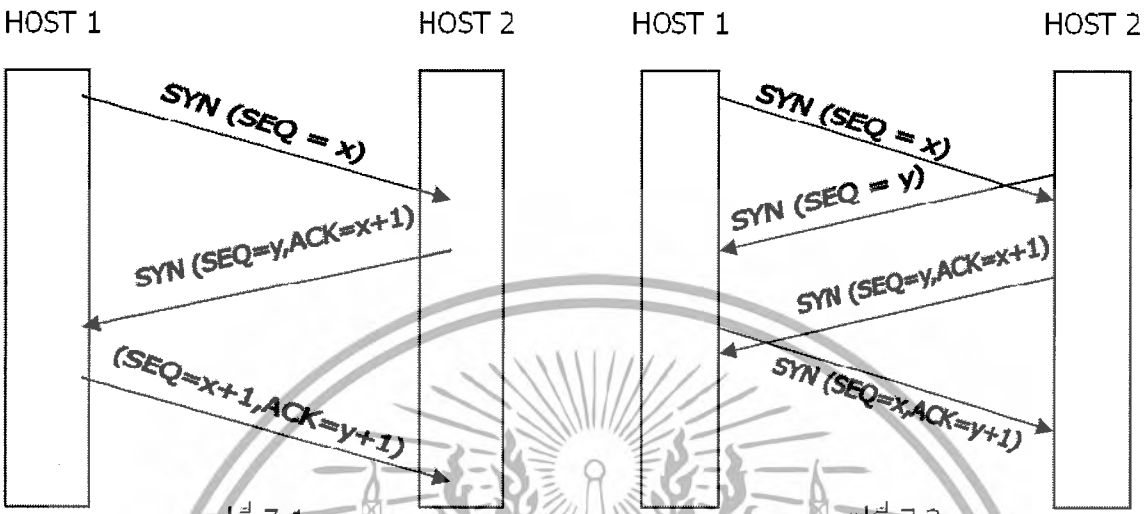
กลไกการตรวจสอบโดย checksum ของ UDP นั้นเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่อาจจะถูกแก้ไข หรือมีความผิดพลาดระหว่างการส่ง และหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ปลายทางจะได้รู้ว่ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น แต่มันจะเป็นการตรวจสอบเพียงฝ่ายเดียวเท่านั้น โดยในข้อกำหนดของ UDP หากพบว่า Checksum Error ก็ให้ผู้รับปลายทางทำการทิ้งข้อมูลนั้น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

b. TCP: (Transmission Control Protocol)

อยู่ใน Transport Layer เช่นเดียวกับ UDP ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล ซึ่งมีความสามารถและรายละเอียดมากกว่า UDP โดยดาต้าแกรมของ TCP จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน และมีกลไกควบคุมการรับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง (reliable) และมีการสื่อสารอย่างเป็นกระบวนการ (connection-oriented)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I. การสื่อสารของ TCP



รูปที่ 7-1 รูปที่ 7-2

รูปที่ 2.15 การสื่อสารของ TCP

เมื่อเซกเมนต์ CONNECT (SYN = "1" และ ACK = "0") เดินทางมาถึง Entity TCP ที่โฮสต์ปลายทางจะค้นหาโพรเซสตามหมายเลขพอร์ตที่กำหนดในเขตข้อมูล Destination port ซึ่งถ้าหากไม่พบก็จะตอบปฏิเสธด้วยเซกเมนต์ที่มี RST = "1" กลับไปยังผู้ส่ง เซกเมนต์ CONNECT ของผู้ส่งจะถูกส่งต่อไปยัง
โพรเซส ตามพอร์ตที่ระบุซึ่งอาจจะตอบรับหรือตอบปฏิเสธก็ได้ ถ้าโพรเซสนั้นต้องการสื่อสารด้วยก็จะส่งเซกเมนต์ตอบรับกลับไป รูปที่ 6-1 แสดงลำดับขั้นตอนการส่ง TCP เซกเมนต์ในการสร้างการเชื่อมต่อในสภาวะปกติระหว่างผู้ส่งและผู้รับ

ในกรณีที่โฮสต์สองแห่งพยายามสร้างการเชื่อมต่อระหว่างซ็อคเก็ตคู่เดียวกันจะเกิดเป็นลำดับขั้นตอนแสดงในรูปที่ 6-2 ผลสุดท้ายจะมีการเชื่อมต่อเกิดขึ้นเพียงหนึ่งช่องทางเท่านั้น เนื่องจากการเชื่อมต่อในแต่ละช่องทางจะถูกกำหนดขึ้นโดยใช้หมายเลขซ็อคเก็ตผู้ส่งและผู้รับ ถ้าการเชื่อมต่อลำดับแรกสำเร็จก็จะถูกบันทึกไว้ในตารางการสื่อสาร เช่น (x, y) ถ้าการเชื่อมต่อลำดับที่สองสำเร็จในเวลาต่อมา ข้อมูลนี้ก็จะถูกบันทึกไว้ที่เดียวกันคือ (x, y)

ขั้นตอนในการสร้างการเชื่อมต่อและการยกเลิกสามารถเขียนอธิบายด้วยไฟไนท์สเตทแมชชีนที่มีการทำงาน 11 สถานะ ดังแสดงในตารางข้างล่าง ในแต่ละสถานะจะมีเหตุการณ์บางอย่างที่เป็นไปได้ซึ่งจะได้รับการตอบสนองด้วยการกระทำที่เหมาะสม ในทางตรงกันข้าม เหตุการณ์ที่เป็นไปไม่ได้จะกลายเป็นข้อผิดพลาดที่จะต้องรายงานให้ทราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

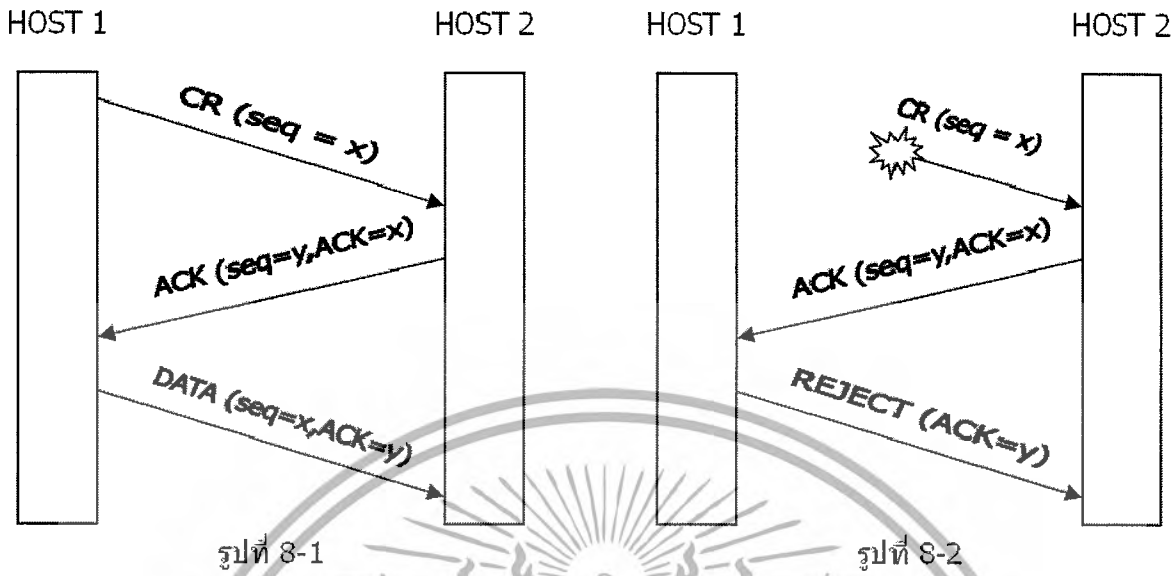
การเชื่อมต่อเริ่มต้นจากสถานะ CLOSED เมื่อเรียกใช้บริการ LISTEN หรือ CONNECT ก็จะมีการเปลี่ยนสถานะไปจากเดิม และถ้าอีกฝ่ายตองการเชื่อมต่อด้วย การเชื่อมต่อก็จะเกิดขึ้นและย้ายไปอยู่ในสถานะ ESTABLISHED คือการเชื่อต่อสมบูรณ์ และเมื่อยกเลิกการติดต่อก็จะกลับไปสู่สถานะ CLOSED อย่างเดิม

II. การเริ่มต้นการสื่อสารของ TCP โดยใช้การบันทึกเวลาแบบ Three-way handshake

Three-way Handshake เป็นวิธีการส่งแพ็กเก็ตที่สามารถช่วยแก้ปัญหาในเรื่องแพ็กเก็ตซ้ำซ้อนได้ดี แต่วิธีนี้จำเป็นจะต้องสร้างช่องสื่อสารให้ได้ก่อนที่จะเริ่มรับ-ส่งข้อมูล อย่างไรก็ตามแพ็กเก็ตควบคุมที่ใช้ในการต่อรองค่าตัวแปรสำหรับการสื่อสารต่างๆ อาจเกิดการตกค้างอยู่ในระบบได้ ทำให้การกำหนดค่าหมายเลขลำดับมีปัญหาไปด้วย เช่นการสร้างช่องสื่อสารระหว่างโฮสต์1 และ โฮสต์2 เริ่มจาก โฮสต์1 ขอเริ่มการเชื่อต่อด้วยการส่งแพ็กเก็ต CR (Connection Request) ไปยังโฮสต์2 ซึ่งจะมีค่าตัวแปรต่างๆสำหรับการสื่อสารรวมทั้งหมายเลขลำดับและหมายเลขช่องสื่อสารไปด้วย ผู้รับคือโฮสต์2 ก็จะส่ง ACK (Acknowledge) กลับมายังโฮสต์1 แต่ถ้าแพ็กเก็ต จากผู้ส่งเกิดสูญหายระหว่างทางและสำเนาแพ็กเก็ตที่ยังตกค้างอยู่ระบบเกิดเดินทางไปถึงผู้รับในภายหลังก็จะทำให้การสร้างช่องสื่อสารใช้การไม่ได้เนื่องจากมีค่าตัวแปรต่างๆไม่ตรงกัน

การใช้ Three-way handshake เป็นการไม่บังคับให้ผู้ส่งและผู้รับข้อมูลจะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นของหมายเลขลำดับเป็นเลขเดียวกัน ทำให้สามารถนำวิธีนี้มาใช้ร่วมกับวิธีการจัดจังหวะการทำงานให้พร้อมกัน (Synchronization) แบบต่างๆได้ แทนที่จะเป็นการใช้วิธีการบันทึกเวลา ดังรูปที่ 7-1 แสดงขั้นตอนการเริ่มต้นการทำงานจากโฮสต์ 1 ไปยังโฮสต์ 2 สมมุติให้โฮสต์ 1 เลือกหมายเลขลำดับเป็น “x” และส่งแพ็กเก็ต CONNECTION REQUEST ไปยังโฮสต์ 2 โฮสต์ 2 ตอบรับด้วยแพ็กเก็ต CONNECTION ACCEPTED ซึ่งจะยอมรับหมายเลขลำดับ “x” พร้อมกับประกาศหมายเลขลำดับ “y” ที่เป็นของตนเอง จากนั้นโฮสต์ 1 ก็จะตอบรับค่าตัวเลือกของโฮสต์ 2 ผ่านทางเขตข้อมูลสำหรับการควบคุมในแพ็กเก็ตข้อมูลแรกที่ส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 การเริ่มต้นการสื่อสารของ TCP โดยใช้การบันทึกเวลาแบบ Three-way handshake

สมมติว่าได้เกิดปัญหาการสูญหายของแพ็กเก็ตในขณะที่สำเนาแพ็กเก็ตที่ค้างในระบบเดินทางไปถึงผู้รับแทน รูปที่7-2 แสดงเหตุการณ์ที่แพ็กเก็ตTPDU (ตัวแรกในรูป) เป็นสำเนาแพ็กเก็ตเก่าที่พึ่งจะเดินทางไปถึงโฮสต์ 2 โดยที่โฮสต์ 1 ไม่ทราบ โฮสต์ 2 ก็จะทำงานตามปกติคือจะตอบรับด้วยการส่งแพ็กเก็ต CONNECTION ACCEPTED TPDU กลับมา ที่โฮสต์ 1 ซึ่งโฮสต์1 จะสามารถตรวจสอบได้ว่า หมายเลขลำดับโฮสต์2 ตอบกลับมานั้นเป็นหมายเลขลำดับที่ได้เลิกใช้ไปแล้ว จึงมีการส่งแพ็กเก็ต REJECTกลับมายังโฮสต์ 2 เพื่อบอกยกเลิกการทำงาน จะเห็นว่าวิธีการนี้อาศัยการสื่อสารผ่านแพ็กเก็ต 3 ตัวซึ่งเป็นที่มาของคำว่า "การจับมือร่วมสามขั้นตอน" ผลสุดท้ายทั้งโฮสต์ 1 และโฮสต์ 2 ก็จะไม่มีการสร้างช่องสื่อสารขึ้นมาจากข้อมูลในสำเนาแพ็กเก็ตเก่าแต่อย่างใด

4. ชั้นสื่อสารการประยุกต์ (Application Layer)

มีโพรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือน เรียกว่า TELNET โพรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูล เรียกว่า FTP และโพรโตคอลสำหรับการให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์เรียกว่า SMTP โดยโพรโตคอลสำหรับสร้างจอเทอร์มินัลเสมือนช่วยให้ผู้ใช้สามารถติดต่อกับเครื่องโฮสต์ที่อยู่ไกลออกไปโดยผ่านอินเทอร์เน็ต และสามารถทำงานได้เสมือนกับว่ากำลังนั่งทำงานอยู่ที่เครื่องโฮสต์นั้น โพรโตคอลสำหรับการจัดการแฟ้มข้อมูลช่วยในการคัดลอกแฟ้มข้อมูลมาจากเครื่องอื่นที่อยู่ในระบบเครือข่ายหรือส่งสำเนาแฟ้มข้อมูลไปยังเครื่องใดๆก็ได้ โพรโตคอลสำหรับให้บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ช่วยในการจัดส่งข้อความไปยังผู้ใช้ในระบบ หรือรับข้อความที่มีผู้ส่งเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 เสต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่หมุนเพียงเล็กน้อยตามแรงไฟฟ้าที่ป้อนเป็นพัลซ์ ซึ่งต่างจากมอเตอร์ ทั่วไปที่จะหมุนตลอดเวลาเมื่อป้อนไฟฟ้า ข้อดีของสเต็ปมอเตอร์ คือ สามารถกำหนดตำแหน่งของการหมุนได้อย่างละเอียดโดย ใช้คอมพิวเตอร์หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น เครื่องกำหนดและจัดเก็บตัวเลข

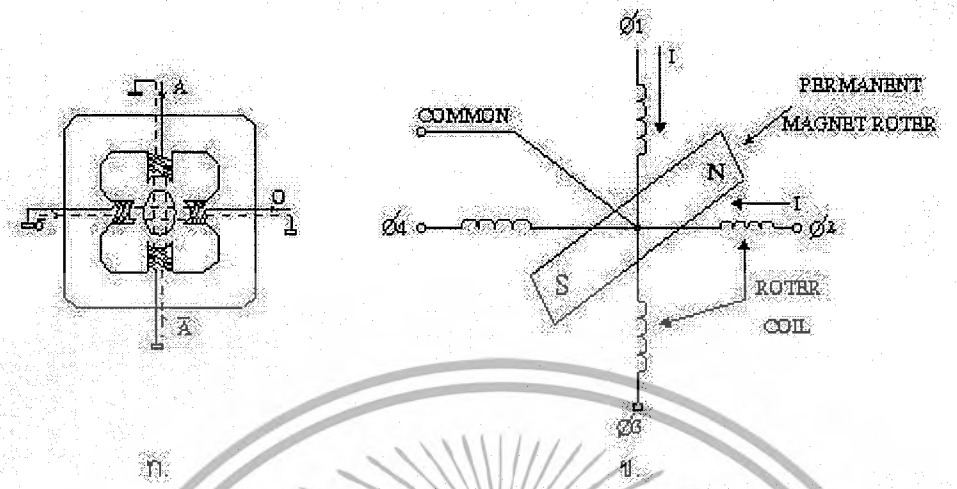
สเต็ปมอเตอร์ที่พบในปัจจุบันมี 3 ลักษณะดังนี้

1. แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET_PM) สเต็ปมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลาย ๆ ขั้ว โดยมี โรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนมอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม้จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

2. แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE- VR) สเต็ปมอเตอร์แบบ VR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้ โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก กำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอก โดยจะมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนท์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลาย ๆ จุดดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่าง ๆ ในมอเตอร์แตกต่างขดกันไป ก็ทำให้มอเตอร์ หมุนไปตำแหน่งต่าง ๆ กัน โรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3. แบบผสม (HYBRID-H) สเต็ปมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอนไม่จ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 แสดง (ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า (equivalent circuit) ของมอเตอร์ชนิด 4 ขด

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	Φ_1	$\Phi_1\Phi_2$	Φ_2	$\Phi_2\Phi_3$	Φ_3	$\Phi_3\Phi_4$	Φ_4	$\Phi_4\Phi_1$
ตำแหน่งโรเตอร์	⇧	⇗	⇨	⇘	⇩	⇙	⇦	⇖

ตารางที่ 2.6 แสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง

จากลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟที่ป้อนแก่เฟสต่าง ๆ จะสามารถสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์หมุนได้ 3 อย่าง คือ

1. แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก ONE-EXCITATION หรือ Half Drive คือ f1 , f2 f3, f4 การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย

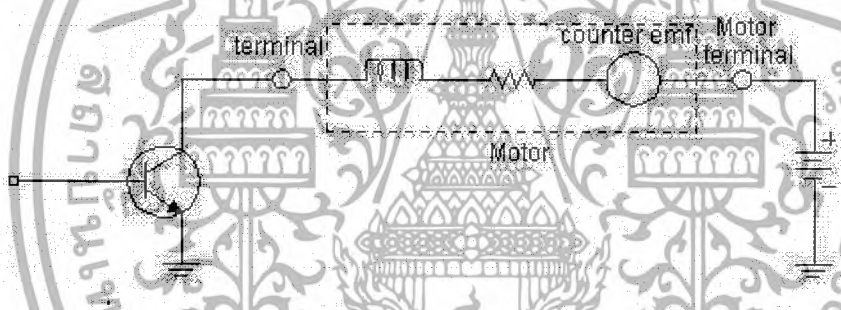
2. แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีเดียว 2 เฟส เรียก TWO-EXCITATION หรือ Full Step คือ f1f2 , f2f3 , f3f4 , f4f1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก

3. แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือ Half Step เหมือนรูปแสดงของมุมโรเตอร์ตารางที่ 2.6 แต่แบบนี้จำนวนสเต็ปทวนเข็มจะเป็นตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟส	Φ_4	Φ_3	Φ_2	Φ_1
Φ_1	0	0	0	1
Φ_2	0	0	1	0
Φ_3	0	1	0	0
Φ_4	1	0	0	0

ตารางที่ 2.7 การจ่ายกระแสให้แก่เฟสต่าง ๆ



รูปที่ 2.18 วงจรสมมูลย์ของสเต็ปมอเตอร์

การตรวจสอบหาสายร่วม และสายกราวด์ ของสเต็ปมอเตอร์

เป็นการตรวจสอบเพื่อระบุสายร่วมและสายกราวด์ รวมถึงสายไฟส่งพัลส์เฟสต่างๆตั้งแต่เฟสที่1-4 โดยทั่วไป สเต็ปมอเตอร์ แบบ PM จะมีอยู่ 2 ชนิด

1. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายนอก (สเต็ปมอเตอร์) แบบนี้มีสายอยู่ 6 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 2 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น สายร่วม 1 เส้น จะต่อกราวด์ 2 เส้น ในการเช็คให้ใช้มิเตอร์วัดหาสายที่เป็นสายร่วมก่อน โดยการตั้งย่านการวัดของมิเตอร์ที่ R*1 จับที่สายทีละคู่ ถ้าหากวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ได้ถูกต้องค่าความต้านทานที่อ่านได้จะน้อย แต่ถ้าวัดผิดสาย คือวัดสายกราวด์ เทียบกับกราวด์ ค่าความต้านทานที่อ่านได้จะสูงกว่าแต่ถ้าวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ใช่คู่กันแล้ว เข็มมิเตอร์ก็จะไม่กระดิก ให้ทดลองวัดเปรียบเทียบกันทีละคู่ ก็จะทราบว่าสายใดเป็นสายร่วม สายใดเป็นสายกราวด์

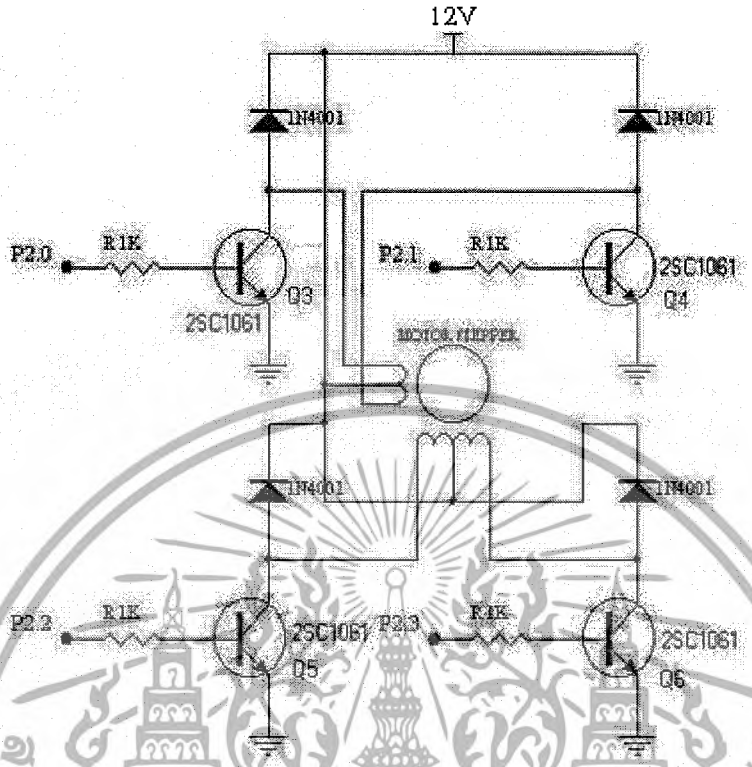
2. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน SP มอเตอร์ แบบนี้มีสายอยู่ 5 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 1 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น ในการวัดให้ทำแบบเดียวกับการวัดสเต็ปมอเตอร์ชนิดสายร่วมภายนอกแตกต่างกัน เพียงแบบสายร่วม ภายในสายร่วม 1 เส้น สายกราวด์ 4 เส้น ดังนั้นหากสายเส้นใดเมื่อวัดเทียบกับสายเส้นอื่น แล้วมีค่าความต้านทานน้อยที่สุดสายเส้นนั้นเป็นสายร่วม และที่เหลืออีก 4 เส้นจะเป็นสายกราวด์ การเรียงเฟสของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM เมื่อเราทราบว่าสายเส้นใดเป็นสายร่วมแล้วแต่เรายังไม่ทราบว่าสายกราวด์ เส้นใดเป็นเฟสที่ 1 เฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 ในการเรียงเฟสนั้นให้ใช้มิเตอร์วัดโดยนำไฟบวกเข้าที่สาย COMMON วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใดก็ได้ 1 เส้น จะทำให้แกนโรเตอร์เคลื่อนไปข้างหน้า 1 สเต็ป เมื่อเปลี่ยนสายกราวด์ เส้นแรกเป็นเส้นที่ 2 ลากมอเตอร์ไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าแสดงว่าการเรียงเฟสไม่ถูกต้องก็ให้วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใหม่ต่อไป หากมอเตอร์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามก้น วัดที่สายกราวด์เส้นต่อไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ทราบว่าสายเส้นใดเป็นเฟสแรก สายเส้นใดเป็นเฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 การเรียงเฟสของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM ทั้งชนิดที่เป็นสายร่วม ภายนอกและชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน ใช้หลักการเดียวกัน

หลักการทำงานของวงจรขับเคลื่อน

วงจรขับเคลื่อนใช้แรงดันไฟ 12 โวลต์ (DC) เมื่อวงจรชุดควบคุมหลัก ส่งคำสั่งมาเพื่อจะทำการควบคุมการขับเคลื่อนที่ P2.0 ถึง P2.3 ทำให้สเต็ปมอเตอร์หมุนในทิศทางที่ต้องการ เช่น ส่งคำสั่งควบคุมมาที่ P2.0 (“1”) มีผลให้กระแส Ib ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ Q3 เริ่มทำงานและทำให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานด้วย และเวียนไปจนถึง P2.3 จะทำให้สเต็ปมอเตอร์หมุนครบรอบ

กรณีที่ส่งคำสั่งควบคุมมาเริ่มที่ P2.3 (“1”) การทำงานก็เช่นเดียวกันแต่ทรานซิสเตอร์ Q6 จะทำงาน จากนั้นก็เวียนไปจนถึง P2.0 และทำให้สเต็ปมอเตอร์หมุนในทิศทางตรงกันข้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.19 วงจรขับเคลื่อน

หลักการทำงานควบคุมการเลี้ยว

การควบคุมการเลี้ยวจะใช้ สเต็ปมอเตอร์ในการเลี้ยวล้อของรถ โดยการทำงานของชุดวงจรควบคุมการเลี้ยวจะรับคำสั่งจากชุดควบคุมหลัก ส่งคำสั่งมาเพื่อจะทำการควบคุมการเลี้ยวที่ P2.0 ถึง P2.3 เช่น ส่งคำสั่งควบคุมมาที่ P2.0 และ P2.1 (“1”) มีผลให้กระแส Ib ไหลผ่านทรานซิสเตอร์ ทรานซิสเตอร์ Q3 และ Q4 เริ่มทำงานและทำให้สเต็ปมอเตอร์ทำงาน ซึ่งการทำงานของสเต็ปมอเตอร์จะเริ่มจากเฟสที่ 1 ไปจนถึงเฟสที่ 4 แล้วจะกลับมาเริ่มที่เฟสที่ 1 ใหม่ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งไม่มีคำสั่งจากชุดควบคุมหลัก สเต็ปมอเตอร์ก็จะหยุดหมุน โดยสรุปการทำงานจะทำงานโดยมอเตอร์เพียงตัวเดียวเพื่อให้รถได้หมุนไปทางทิศทางใดทิศทางหนึ่งตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

การออกแบบจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

1. ส่วนของฮาร์ดแวร์ (HARDWARE)

   XPort กับ C328 และ Microcontroller กับ Step Motor

2. ส่วนของซอฟแวร์(SOFTWARE)

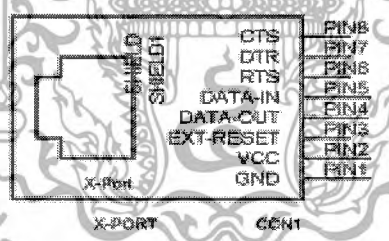
   การเชื่อมต่อ ระหว่าง XPort กับ C328 และ Microcontroller กับ Step Motor

3. ส่วนของการแสดงผล

   ส่งภาพจากกล้องไปยังคอมพิวเตอร์ และ ควบคุมหุ่นยนต์ผ่านคอมพิวเตอร์

3.1 ส่วนของฮาร์ดแวร์ ของ XPort กับ C328 และ Microcontroller กับ Step Motor

3.1.1 โครงสร้างและขาที่ต้องใช้งานของ XPort



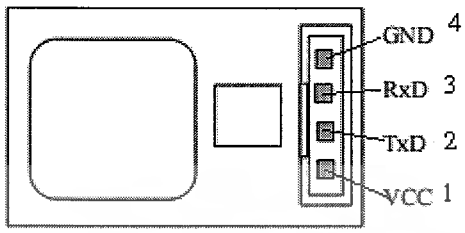
รูปที่ 3.1 แสดงขาของ XPORT

ขาที่ใช้งานมี 4 ขาคือ

1. ขาที่ 1(PIN 1) ต่อกราวนด์ (GND)
2. ขาที่ 2(PIN 2) ต่อ ไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์ (Volt)
3. ขาที่ 4(PIN 4) เอาท์พุตข้อมูลอนุกรม(Serial Data Out)
4. ขาที่ 5(PIN 5) อินพุตข้อมูลอนุกรม (Serial Data In)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 โครงสร้างและขาที่ต้องใช้งานของ C328

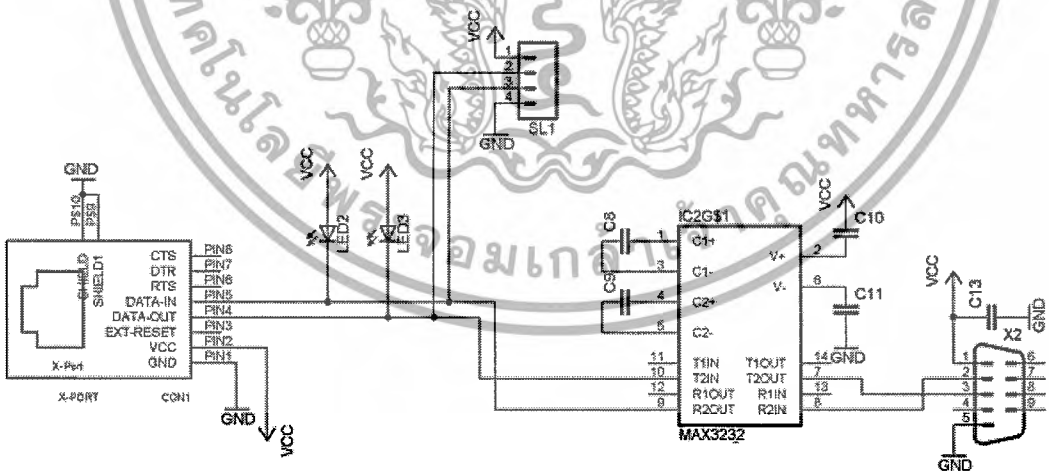


รูปที่ 3.2 แสดงขาของ C328

ขาที่ใช้งานมี 4 ขา

1. ขาที่ 1 ไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์
2. ขาที่ 2 TxD
3. ขาที่ 3 RxD
4. ขาที่ 4 ต่อ กราวนด์

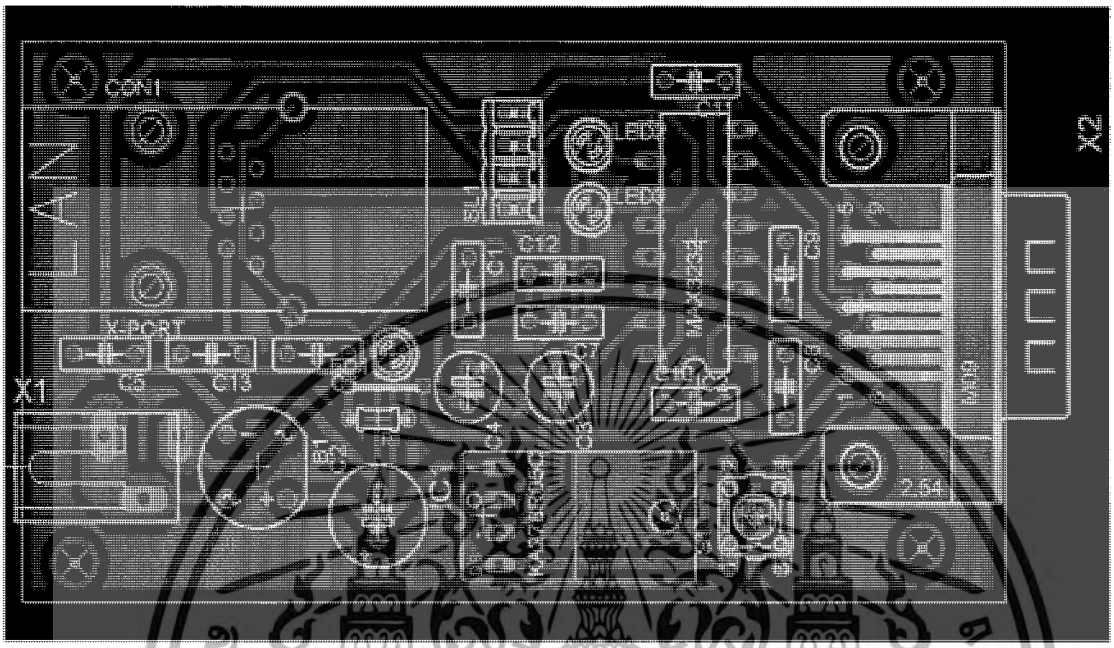
3.1.3 การเชื่อมต่อ XPort กับ C328



รูปที่ 3.3 แสดงการเชื่อมต่อ XPort กับ C328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

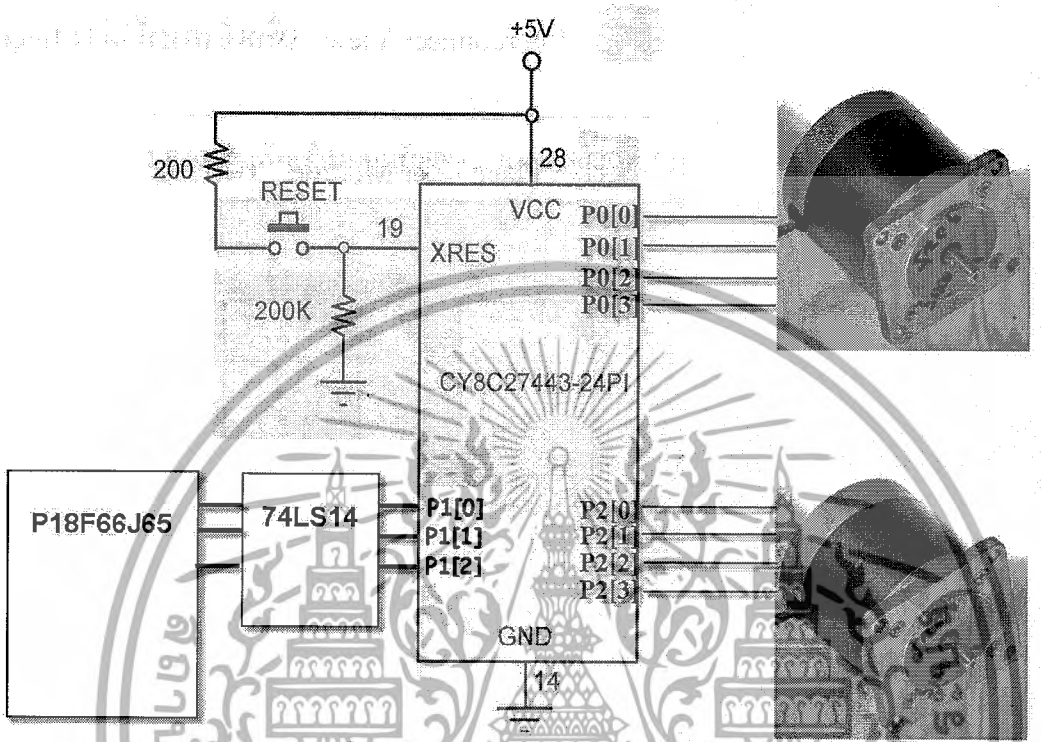
3.1.4 การออกแบบ PCB (Print Circuit Board)



รูปที่ 3.4 แสดงแผ่น PCB ของชุดกล้องส่งภาพผ่าน (Ethernet Camera)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การออกแบบการเชื่อมต่อระหว่าง Microcontroller กับ Step Motor



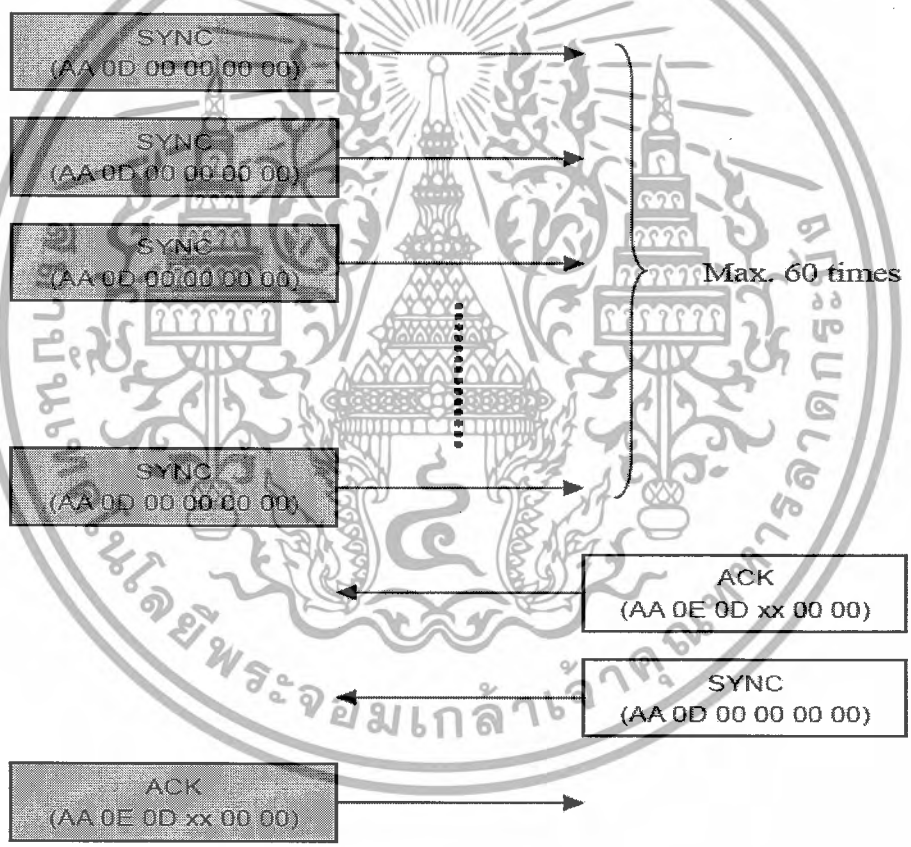
รูปที่ 3.5 แสดงเชื่อมต่อระหว่าง Microcontroller กับ Step Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนของซอฟแวร์ การเชื่อมต่อระหว่าง XPort กับ C328 และ Microcontroller กับ Step Motor

การเขียนโปรมแกรมในการเชื่อมต่อการส่งข้อมูล ระหว่าง XPort กับ C328 โดยใช้ภาษา จาวา (JAVA) และ จากโปรโตคอลคำสั่ง (COMMAND POTOCOL) จะทำให้รู้หลักการทำงานของ C328 และนำไปเชื่อมต่อ กับ XPort โดยใช้การส่งข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการเขียนโปรแกรมดังนี้

3.2.1 ส่งคำสั่ง SYNC เพื่อทำการ SYNC สัญญาณระหว่าง XPORT กับ C328

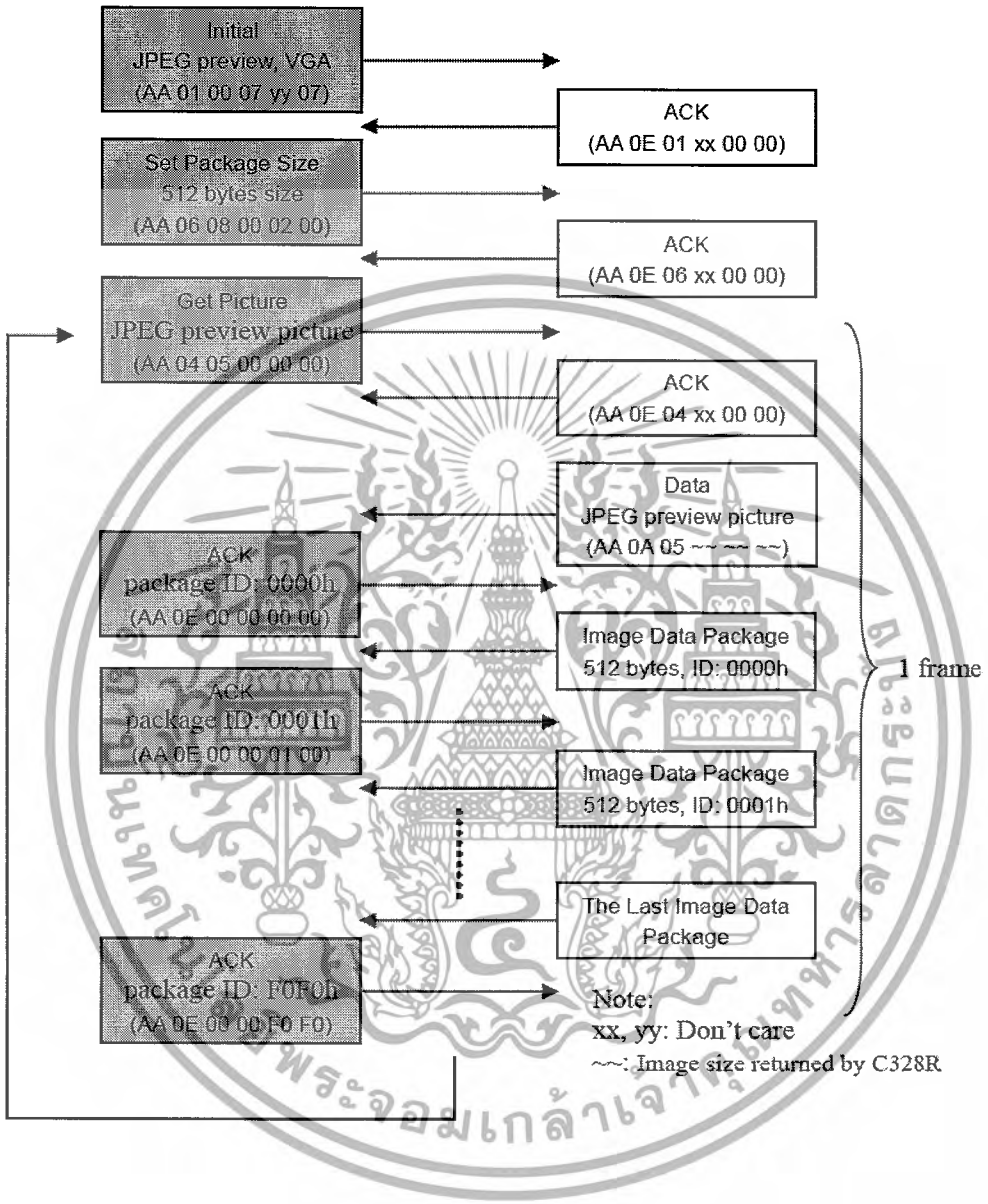


รูปที่ 3.6 แสดงการส่งคำสั่ง SYNC ระหว่าง XPort กับ C328

การส่งคำสั่ง SYNC สามารถส่งคำสั่งได้สูงสุด 60 ลูป เมื่อ C328 ตอบรับคำสั่ง SYNC C328 ก็จะส่ง ACK และ SYNC กลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่งคำสั่งเกี่ยวกับการรับข้อมูลภาพตามบทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการดังนี้



รูปที่ 3.7 แสดงการส่งคำสั่งเพื่อรับภาพจากกล้อง C328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การออกแบบโปรแกรมเชื่อมต่อ Microcontroller กับ Step Motor

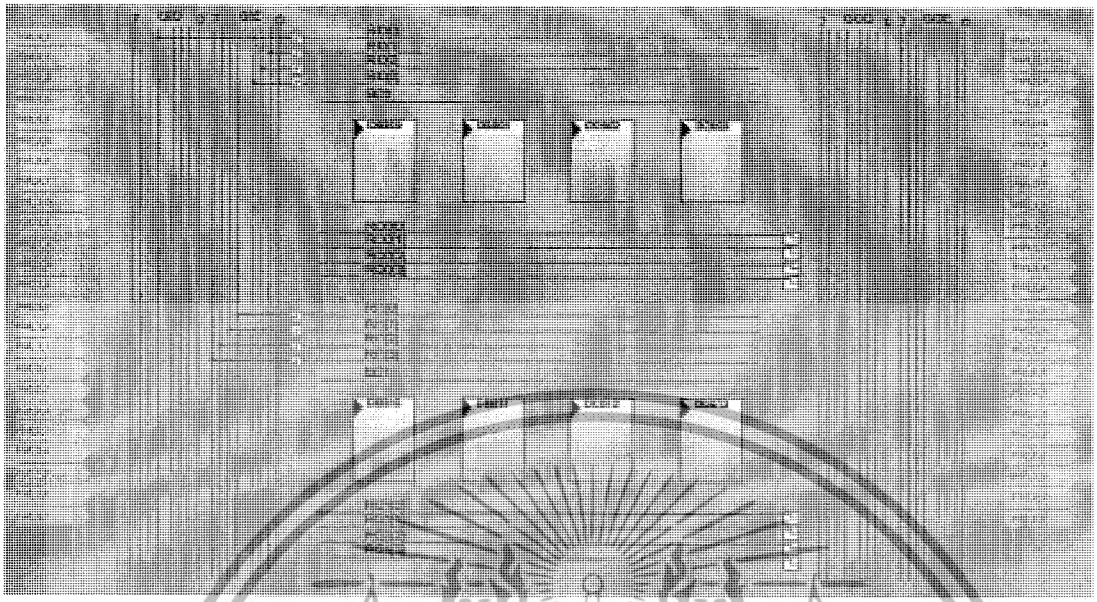
เราจะทำการตั้งค่าและกำหนดพอร์ทต่างๆของไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่ทำการขับสเต็ปมอเตอร์ โดยมอเตอร์ 1 ตัวจะใช้พอร์ทในการรับส่งค่าทั้งหมด 4 พอร์ท ดังนั้นจึงต้องใช้พอร์ท 8 พอร์ท เพื่อทำการรับส่งค่า ดังนี้

Name	Port	Select	Drive	Interrupt
Port_0_0	P0[0]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_0_1	P0[1]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_0_2	P0[2]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_0_3	P0[3]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_0_4	P0[4]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_0_5	P0[5]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_0_6	P0[6]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_0_7	P0[7]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_1_0	P1[0]	StdCPU	Pull Down	DisableInt
Port_1_1	P1[1]	StdCPU	Pull Down	DisableInt
Port_1_2	P1[2]	StdCPU	Pull Down	DisableInt
Port_1_3	P1[3]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_1_4	P1[4]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_1_5	P1[5]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_1_6	P1[6]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_1_7	P1[7]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt
Port_2_0	P2[0]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_2_1	P2[1]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_2_2	P2[2]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_2_3	P2[3]	StdCPU	Strong	DisableInt
Port_2_4	P2[4]	StdCPU	High Z Analc	DisableInt

รูปที่ 3.8 กำหนดพารามิเตอร์ และหน้าที่ของ Port ต่างๆ

โดยตัวโปรแกรมจะช่วยให้เราสามารถกำหนดพอร์ทได้ง่ายขึ้นโดยแสดงรูปของสายในการกำหนดค่าและเชื่อมต่อพอร์ทต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

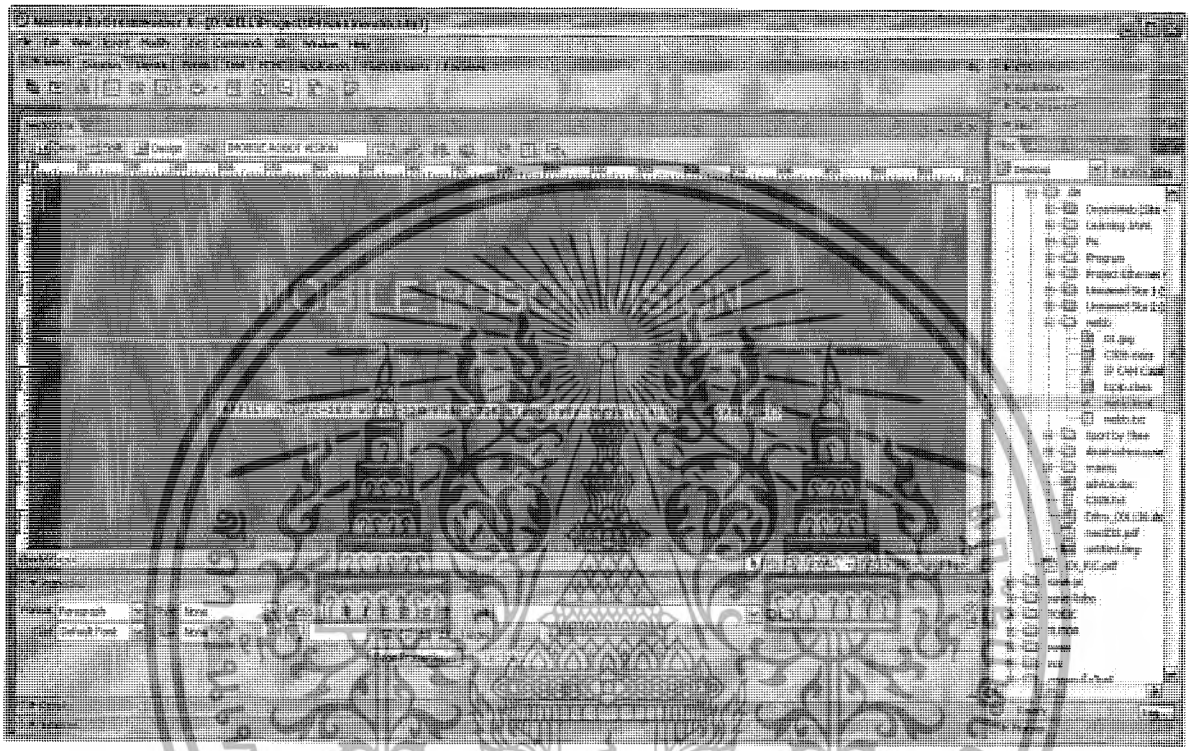


รูปที่ 3.9 โปรแกรมเชื่อมต่อ Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนของการแสดงผลโดยส่งภาพจากกล้องไปยังคอมพิวเตอร์

การแสดงผลภาพได้นำภาพไปแสดงผลบนเว็บเพจโดยใช้โปรแกรม Dreamweaver ในการออกแบบ เว็บเพจที่จะนำภาพไปแสดง



รูปที่ 3.10 แสดงหน้าต่างการใช้งานโปรแกรม Dreamweaver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลอง

การทดลองที่ 1

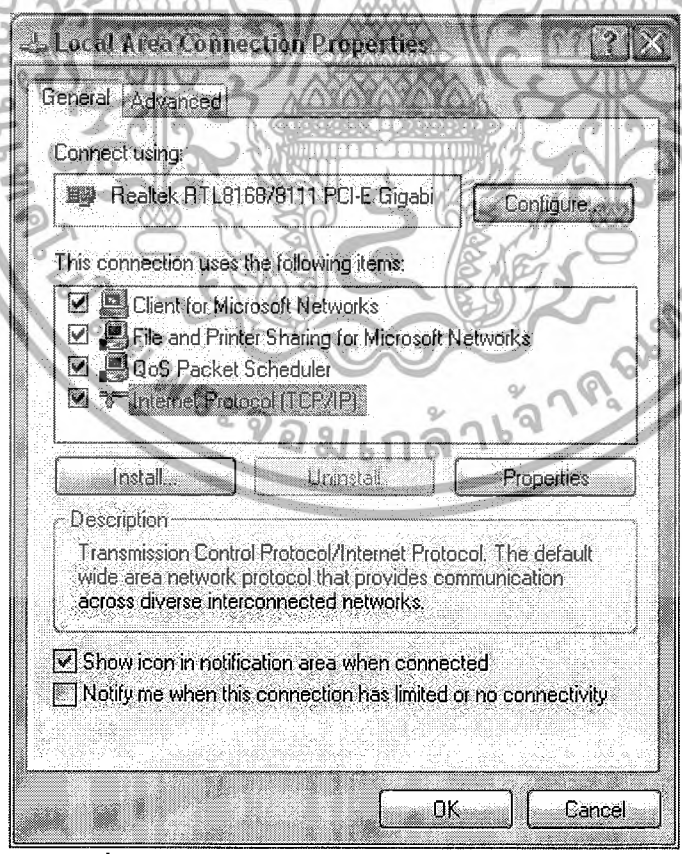
ทดสอบกล้องผ่านระบบเครือค่ายท้องถิ่น แสดงผลบนเว็บบราวเซอร์(Web Brower)

เป็นการทดลองเพื่อทดสอบการใช้งานจริงของกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ต (Ethernet Camera) ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นแสดงผลผ่านเว็บบราวเซอร์ (Web Brower) มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการตั้งค่า IP Address ของคอมพิวเตอร์ ที่จะต่อกับกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ต (Ethernet Camera) ที่ Internet Protocol(TCP/IP) ดังนี้

IP Address คือ 192.168.1.1

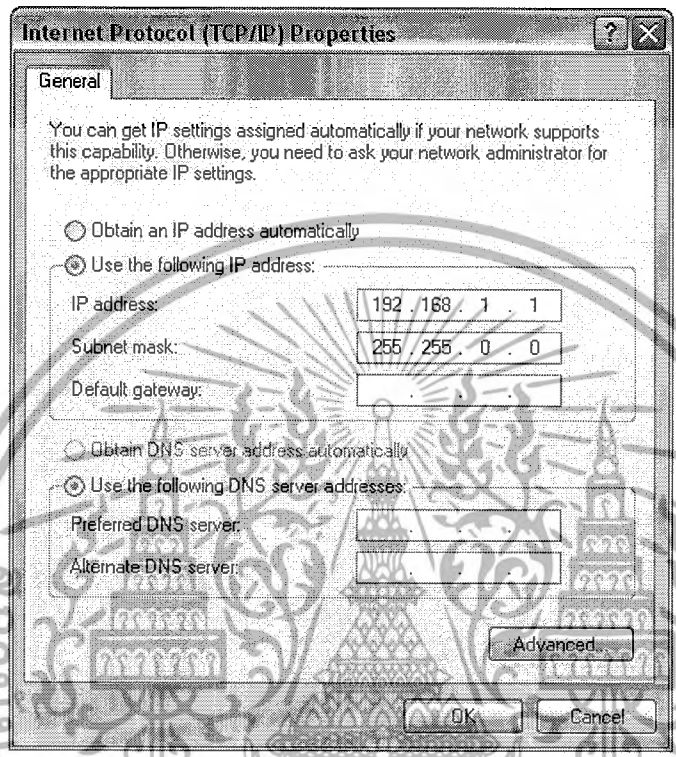
Subnet Mask คือ 255.255.0.0



รูปที่ 4.1 แสดง Local Area Connection Properties

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเราดับเบิลคลิกที่ Internet Protocol (TCP/IP) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างให้ทำการตั้งค่า IP ดังรูปด้านล่าง



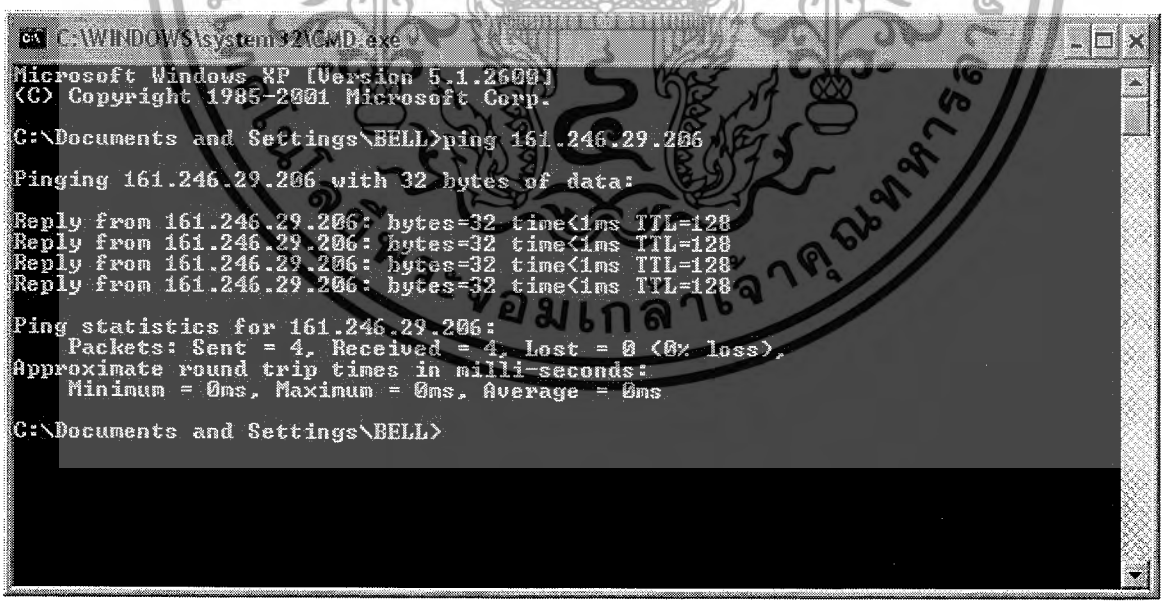
รูปที่ 4.2 แสดงการตั้งค่าต่างๆที่ Internet Protocol (TCP/IP)

2. ทำการต่อกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ต(Ethernet Camera) ที่ทำการตั้งค่า IP ตามข้างต้นแล้ว จากนั้นเราจะทำการตรวจสอบค่าการเชื่อมต่อผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์ให้เราทำการคลิกที่ Start->Run จากนั้นให้เราพิมพ์คำว่า CMD ลงไปในช่องว่างแล้วกด Enter จะปรากฏหน้าต่างดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 แสดงการ Ping เพื่อการเชื่อมต่อ

จากนั้นให้พิมพ์ Ping 192.168.1.4 แล้วกดปุ่ม Enter ในขั้นตอนนี้เราจะทำการทดสอบการรับและส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์และกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ต



รูปที่ 4.4 แสดงการเชื่อมต่อของ 2 ระบบที่สำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากนั้นให้ทำการเปิดเว็บบราวเซอร์ ขึ้นมา ตรงช่อง URL ให้พิมพ์หมายเลข IP ของกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ตแล้วตามด้วยชื่อเว็บเพจที่เราสร้างขึ้นโดยในที่นี้คือ http://192.168.1.4/webb.html จากนั้นกด Enter จากนั้นที่เว็บเพจ จะปรากฏรูปดังนี้

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าเว็บเพจ แสดงผลภาพขนาด 320*260 พิกเซล (pixel)

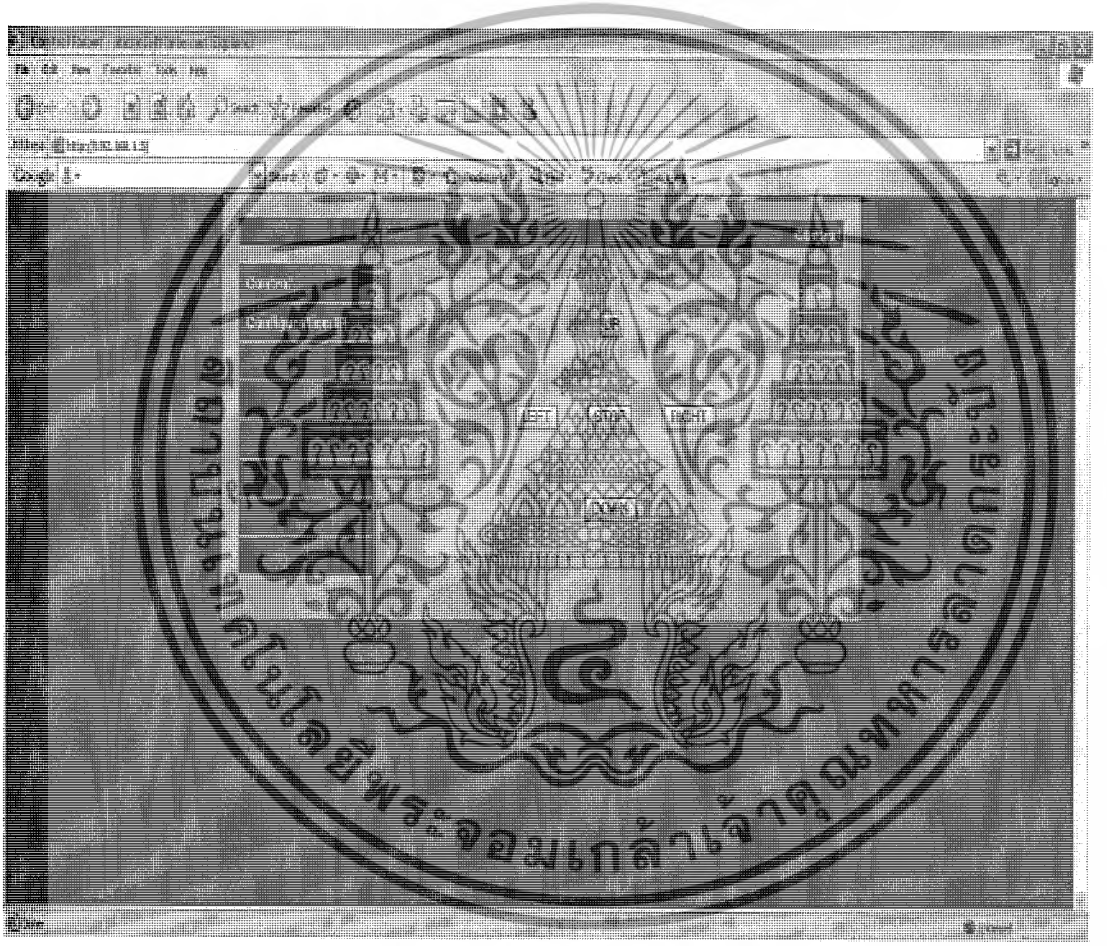
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2

ทดสอบการควบคุมหุ่นยนต์เคลื่อนที่ผ่านWireless Internet Network

เป็นการทดลองเพื่อบังคับให้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตามทิศทางที่เราต้องการ โดยเราจะควบคุมผ่านเว็บเพจ ในเครือข่ายอินเตอร์เน็ตแบบไร้สาย ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

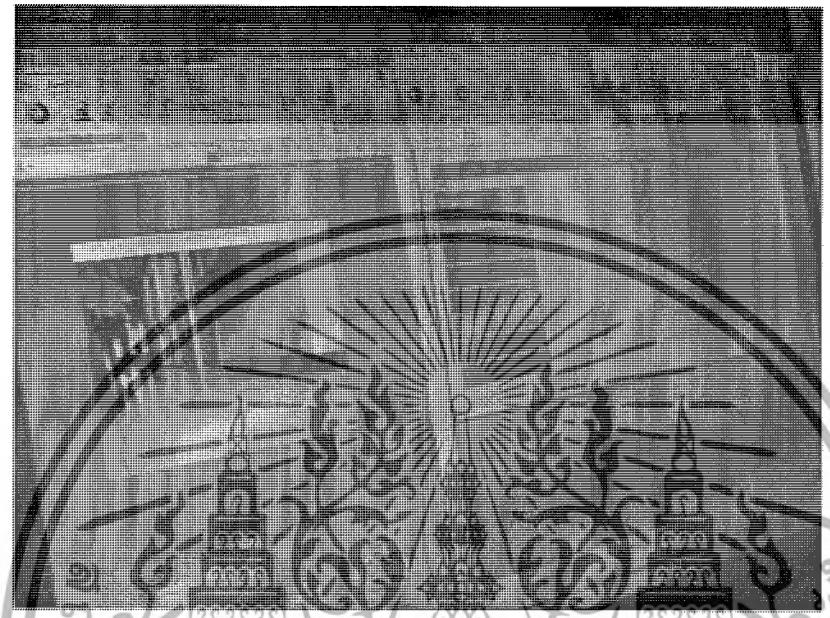
1. เรียกเวบเพจที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์ http://192.168.1.4



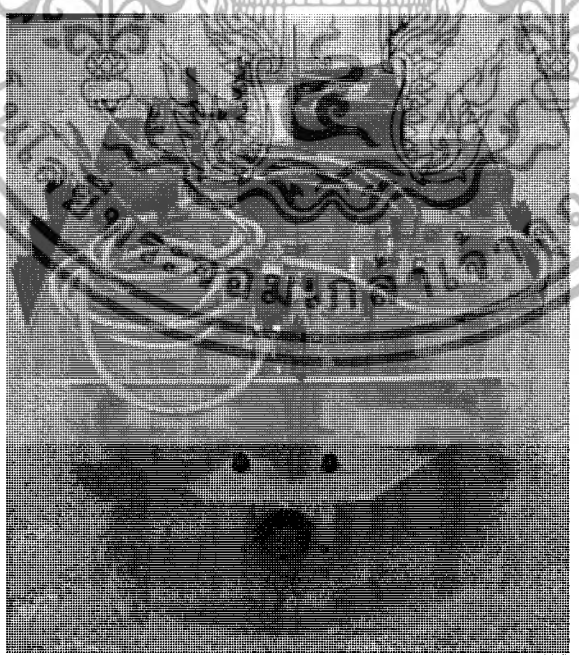
รูปที่ 4.6 แสดงหน้าเว็บเพจที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ทำการบังคับหุ่นยนต์แบบไร้สาย ในเว็บเพจหนึ่ง และแสดงภาพจากกล้องใน
เว็บเพจอีกเว็บเพจหนึ่ง (ใช้ทั้งหมด 2 เว็บเพจในการทำงาน)



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอการทำงานของเวบเพจแสดงผลภาพ และควบคุมหุ่นยนต์ พร้อมกัน



รูปที่ 4.8 แสดงภาพของหุ่นยนต์ขณะเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทดลองที่ 1

จากการทดสอบการใช้งานจริงของกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ต ผ่านระบบเครือข่ายท้องถิ่นแสดงผลผ่านเว็บเพจ จากการทดลองสรุปได้ว่าการแสดงผลภาพเคลื่อนไหวในระบบเครือข่ายท้องถิ่นแสดงผลผ่านเว็บเพจ สามารถใช้งานได้จริง และเมื่อมีการปิดเว็บเพจที่แสดงภาพไปแล้วต้องทำการกดปุ่มรีเซต (Reset) จากภายนอกก่อนเนื่องจากโปรแกรมจะได้สามารถรับการตั้งค่าภาพใหม่ที่ต้องการแสดงได้ จากนั้นจึงเปิดหน้าเว็บเพจที่แสดงผลภาพนั้นขึ้นมาอีกครั้ง

การทดลองที่ 2

จากการทดลองการควบคุมหุ่นยนต์โดยผ่านสัญญาณแบบไร้สาย ซึ่งเป็นการควบคุมผ่านทางเว็บเพจของเครือข่ายอินเตอร์เน็ต สามารถควบคุมหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ได้โดยใช้ปุ่มบังคับเดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา และหยุดตามแต่ต้องการ

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

เมื่อทำการต่อกล้องส่งภาพผ่านอีเทอร์เน็ต กับฮับ(Hub) จะไม่สามารถเรียกดูจากคอมพิวเตอร์พร้อมกันไม่ได้ อาจเนื่องมาจากกล้องไม่สามารถส่งข้อมูลภาพได้ให้พร้อมกัน 2 เครื่อง ดังนั้นเมื่อเครื่องหนึ่งดูเสร็จแล้ว ถ้าอีกเครื่องต้องการเข้ามาดูต้องทำการกดรีเซตจากภายนอก(กดปุ่มที่ตัวเครื่อง)ก่อนจึงจะสามารถดูภาพได้อีกครั้ง

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

ได้เรียนรู้ระบบการทำงานของกล้องโมดูลกล้องซีมอส เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานดิจิตอล (Digital) ต่างๆ เรียนรู้การทำเว็บเพ็จ การทำงานของระบบเครือข่ายท้องถิ่น การทำงานของ Step Motor การรับส่งข้อมูลผ่านทางไฮเปอร์เทอมินอล และยังได้ฝึกการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้เรียนรู้ระบบการทำงานเป็นทีม อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสบการณ์การทำงานอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. วีระศักดิ์ ซึงถาวร. ,"JAVA PROGRAMING VOLUME 1", สำนักพิมพ์ซีเอ็ดทูเคชั่น , กรุงเทพฯ, 2543
2. วีระศักดิ์ ซึงถาวร. ,"JAVA PROGRAMING VOLUME 2", สำนักพิมพ์ซีเอ็ดทูเคชั่น , กรุงเทพฯ, 2545
3. ประภาพร ช่างไม้, "สร้างเว็บสวยด้วย Dreamweaver 8", สำนักพิมพ์อินโฟเพรส , กรุงเทพฯ, 2550
4. อารัมภีร์ จันทร์ใย, "สร้างกล้องดิจิตอลด้วยตัวคุณเอง", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับบที่ 304, 2550, หน้า 131-139.
5. Thaimobilecenter Editor, "เซ็นเซอร์รับภาพแบบ CMOS และ CCD" ,www.thaimobliecenter.com/home/mobile_tips.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CYPRESS MICROSYSTEMS

CY8C27143, CY8C27243, CY8C27443, CY8C27543, CY8C27643

PSoC™ Mixed Signal Array
Preliminary Data Sheet

June 2, 2003

Cypress MicroSystems
2700 162nd Street SW
Building D
Lynnwood, WA 98037
Phone: 800.669.0557
FAX: 425.787.4641
http://www.cypressmicro.com

Document #: 38-12012 Rev. **

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SECTION A OVERVIEW

CYPRESS MICROSYSTEMS

The PSoC™ family consists of many *Mixed Signal Array with On-Chip Controller* devices. These devices are designed to replace multiple traditional MCU-based system components with one, low cost single-chip programmable component. A PSoC device includes configurable blocks of analog and digital logic, as well as programmable interconnect. This architecture allows the user to create customized peripheral configurations, to match the requirements of each individual application. Additionally, a fast CPU, Flash program memory, SRAM data memory, and configurable IO are included in a range of convenient pin-outs.

The Overview section discusses the Features, Top-Level Architecture, Development Tools, User Modules and Development Process, and Ordering Information for the PSoC devices. It also lists the Conventions used in this document. This section encompasses the following chapters:

- Pin Information on page 21
- Packaging Information on page 27

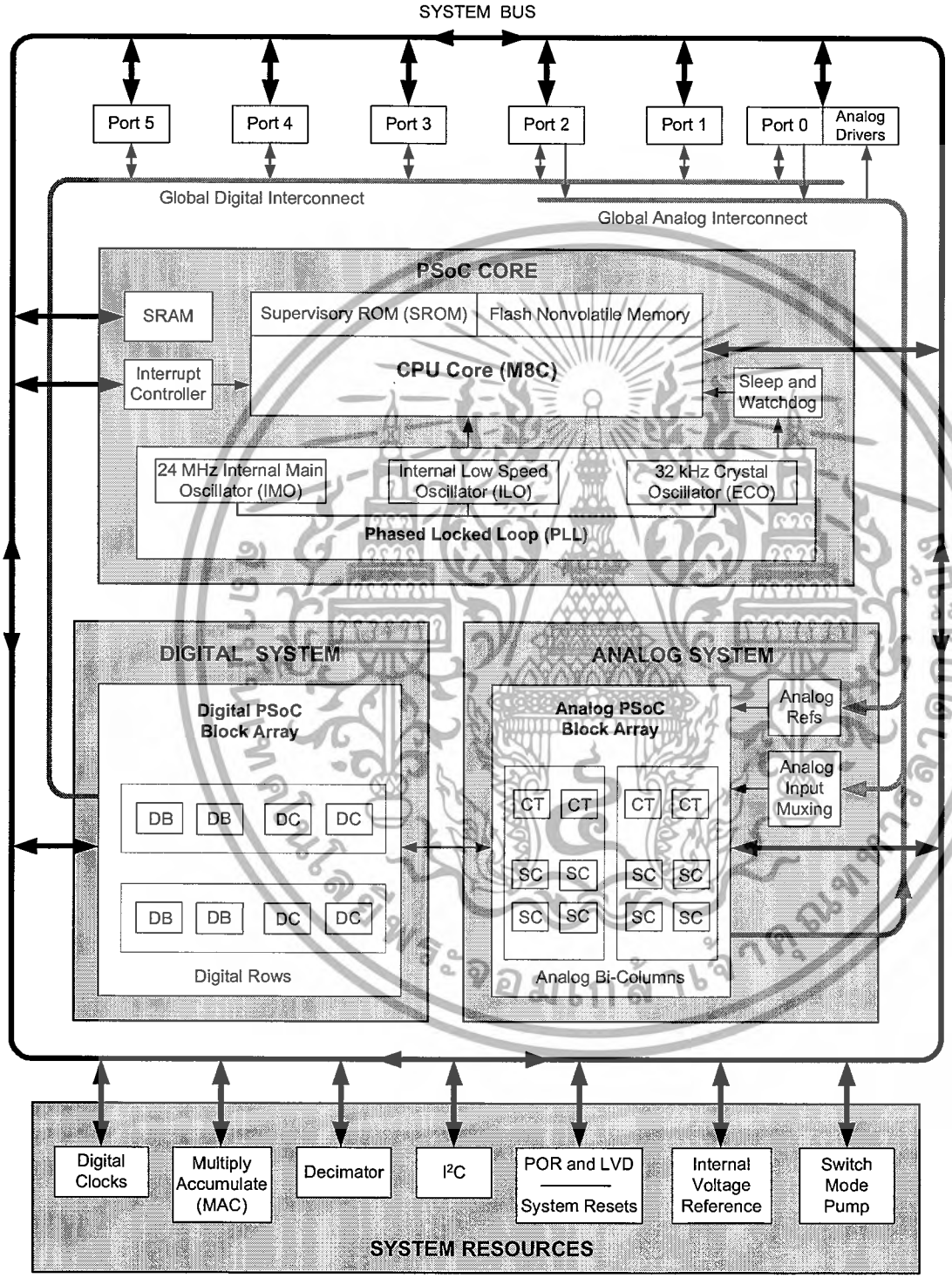
Features

- Powerful Harvard Architecture Processor
  - –M8C Processor Speeds to 24 MHz
  - –8x8 Multiply, 32-Bit Accumulate
  - –Low Power at High Speed
  - –3.0 to 5.25 V Operating voltage
  - –Operating Voltages Down to 1.0 V Using On-Chip Switch Mode Pump (SMP)
  - –Industrial Temperature Range: -40 °C to + 85 °C
- Advanced Peripherals (PSoC Blocks)
  - –12 Rail-to-Rail Analog PSoC Blocks Provided
    - Up to 14 Bit ADCs
    - Up to 9 Bit DACs
    - Programmable Gain Amplifiers
    - Programmable Filters and Comparators
  - –8 Digital PSoC Blocks Provide:
    - 8- to 32-Bit Timers, Counters and PWMs
    - CRC and PRS Modules
    - Up to 2 Full-Duplex UARTs
    - Multiple SPI™ Masters Or Slaves
    - Connectable to all GPIO Pins
  - –Complex peripherals by combining blocks
- Precision, Programmable Clocking
  - –Internal +/- 2.5% 24/48 MHz Oscillator
  - –24/48 MHz with Optional 32 kHz Crystal
  - –Optional External Oscillator, up to 24 MHz
  - –Internal Oscillator for Watchdog and Sleep
- Flexible On-Chip Memory
  - –16K Bytes Flash Program Storage
  - –50,000 Erase/write Cycles
  - –256 Bytes SRAM Data Storage
  - –In-System Serial Programming (ISSP™)
  - –Partial Flash Updates
  - –Flexible Protection Modes
  - –EEPROM Emulation in Flash
- Programmable Pin Configurations
  - –25 mA Drive on all GPIO
  - –Pull up, Pull down, High Z, Strong, or Open Drain Drive Modes on all GPIO
  - –Up to 12 Analog Inputs on GPIO
  - –Four 40 mA Analog Outputs on GPIO
  - –Configurable Interrupt on all GPIO
- Additional System Resources
  - –I^2C Slave, Master and Multi-Master to 400 kHz
  - –Watchdog and Sleep Timers
  - –User-Configurable Low Voltage Detection
  - –Integrated Supervisory Circuit
  - –On-Chip Precision Voltage Reference
- Complete Development Tools
  - –Free Development Software (PSoC™ Designer)
  - –Full-Featured In-Circuit Emulator and Programmer
  - –Full Speed Emulation
  - –Complex Breakpoint Structure
  - –128K Bytes Trace Memory

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Top-Level Architecture

The figure below illustrates the top-level architecture of the CY8C27xxx PSoC.



PSoC CY8C27xxx Top-Level Block Diagram

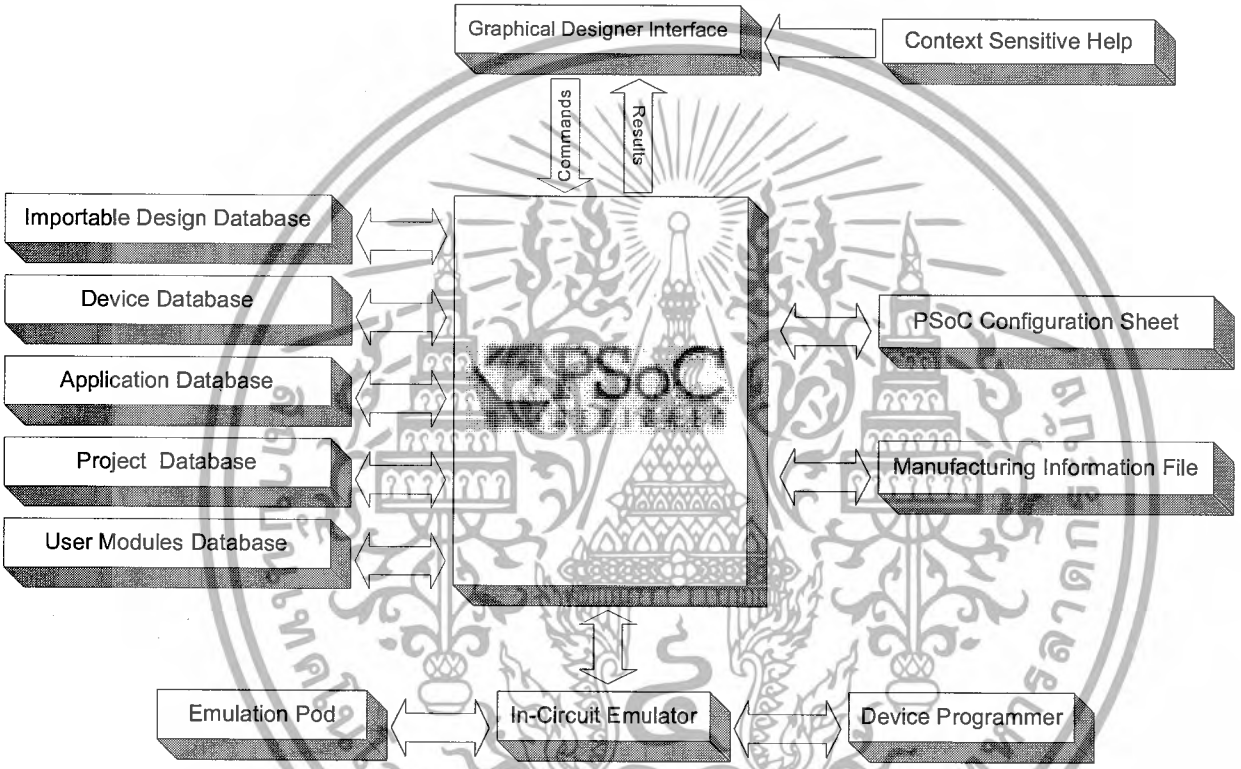
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development Tools

The Cypress MicroSystems PSoC Designer is a Microsoft® Windows-based, integrated development environment for the Programmable System-on-Chip (PSoC) devices. The PSoC Designer runs on Windows 98, Windows NT 4.0, Windows 2000, Windows Millennium (Me), or Windows XP. (Reference the PSoC Designer Functional Flow diagram below.)

PSoC Designer helps the customer to select an operating configuration for the PSoC, write application code that uses the PSoC, and debug the application. This system provides design database management by project, an integrated debugger with In-Circuit Emulator, in-system programming support, and the CYASM macro assembler for the CPUs.

PSoC Designer also supports a high-level C language compiler developed specifically for the devices in the family.



PSoC Designer Subsystems

PSoC Designer Software Subsystems

Device Editor

PSoC Designer has several main functions. In the Design Editor you can easily configure a design and APIs are automatically generated for the user modules. The Device Editor subsystem allows the user to select different onboard analog and digital components called user modules using the PSoC blocks. Examples of user modules are ADCs, DACs, Amplifiers, and Filters.

The device editor also supports easy development of multiple configurations and dynamic reconfiguration. Dynamic configuration allows for changing configuration at run time.

PSoC Designer sets up power-on initialization tables for selected PSoC block configurations and creates source code for an application framework. The framework contains software to operate the selected components and, if the project uses more than one operating configuration, contains routines to switch between different sets of PSoC block configurations at runtime. PSoC Designer can print out a configuration sheet for given project configuration for use during application programming in conjunction with the Device Data Sheet. Once the framework is generated, the user can add application-specific code to flesh out the framework. It's also possible to change the selected components and regenerate the framework.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design Browser

The Design Browser allows users to select and import preconfigured designs into the user's project. User's can easily browse a catalog of preconfigured designs to facilitate time-to-design. Recent examples provided in the tools include a 300-baud modem, Lin Bus master and slave, fan controller, and magnetic card reader.

Application Editor

In the Application Editor you can edit your C language and Assembly language source code. You can also assemble, compile, link, and build.

Assembler. The included CYASM macro assembler supports the M8C PSoC instruction set and generates a load file ready for device programming or system debugging using the ICE hardware.

C Language Compiler. An ANSI C language compiler supports Cypress MicroSystems' PSoC family devices (except for 64-bit doubles). Even if you have never worked in the C language before, the product quickly allows you to create complete C programs for the PSoC family devices.

The embedded, optimizing C compiler provides all the features of C tailored to the PSoC architecture. It includes a built-in macro assembler allowing assembly code to be merged seamlessly with C code. The link libraries automatically use absolute addressing or can be compiled in relative mode, and linked with other software modules to get absolute addressing.

The compiler comes complete with embedded libraries providing port and bus operations, standard keypad and display support, and extended math functionality.

Debugger

The PSoC Designer Debugger subsystem provides hardware in-circuit emulation, allowing the designer to test the program in a physical system while providing an internal view of the PSoC device. Debugger commands allow the designer to read and write program and data memory, read and write IO registers, read and write CPU registers, set and clear breakpoints, and provide program run, halt, and step control. The debugger also allows the designer to create a trace buffer of registers and memory locations of interest.

Online Help System

The online help system displays online, context-sensitive help for the user. Designed for procedural and quick reference, each functional subsystem has its own context-sensitive help. This system also provides tutorials and links to FAQs and an Online Support Forum to aid the designer in getting started.

Hardware Tools

In-Circuit Emulator

A low cost, high functionality ICE (In-Circuit Emulator) is available for development support. This hardware has the capability to program single devices.

The emulation consists of a base unit that connects to the PC by way of the parallel port. The base unit is universal and will operate with all PSoC devices. Emulation pods for each device family are available separately. The emulation pod takes the place of the PSoC device in the target board and performs full speed (24 MHz) operation.

PSoC Development Tool Kit

User Modules and Development Process

The development process for the PSoC is different than a traditional fixed function microcontroller. The flexibility of the PSoC architecture comes from configurable analog and digital hardware blocks called PSoC Blocks. These blocks have the capability to implement a wide variety of user selectable functions. Each block has several registers that allow you to select the function. These registers also determine the interconnections between this block and other blocks, as well as the connection to the I/O pins. (Reference Figure 2-1 below.)

To make the entire development process of your project easier, the PSoC Designer Integrated Development Environment (IDE) has libraries of open source code software modules, called "User Modules," that simplify the configuration process. These user modules have been created to make selecting and implementing peripheral functions very easy. User modules come in analog, digital, and mixed signal varieties. Each user module contains all the register settings to implement the selected function and also contains Application Programmer Interface (API) software to make the interface to your source code simple.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The development process starts when you open a new project. You than pick a set of user modules, as the basis of the custom configuration for that project. You can view the details of all the available user modules inside the development software and pick the user modules that are perfect for your application. You then must assign each of these user modules to hardware resources. You also make the interconnections between the user modules, and between the user modules and the I/O pins. This process step takes place in the Device Editor subsystem within PSoC Designer. There are two views inside this step: one for selecting user modules and one for assigning them to the hardware blocks and interconnecting them. The last action in this step is to "Generate Application," which causes the development software to automatically generate the required files for the selected configuration.

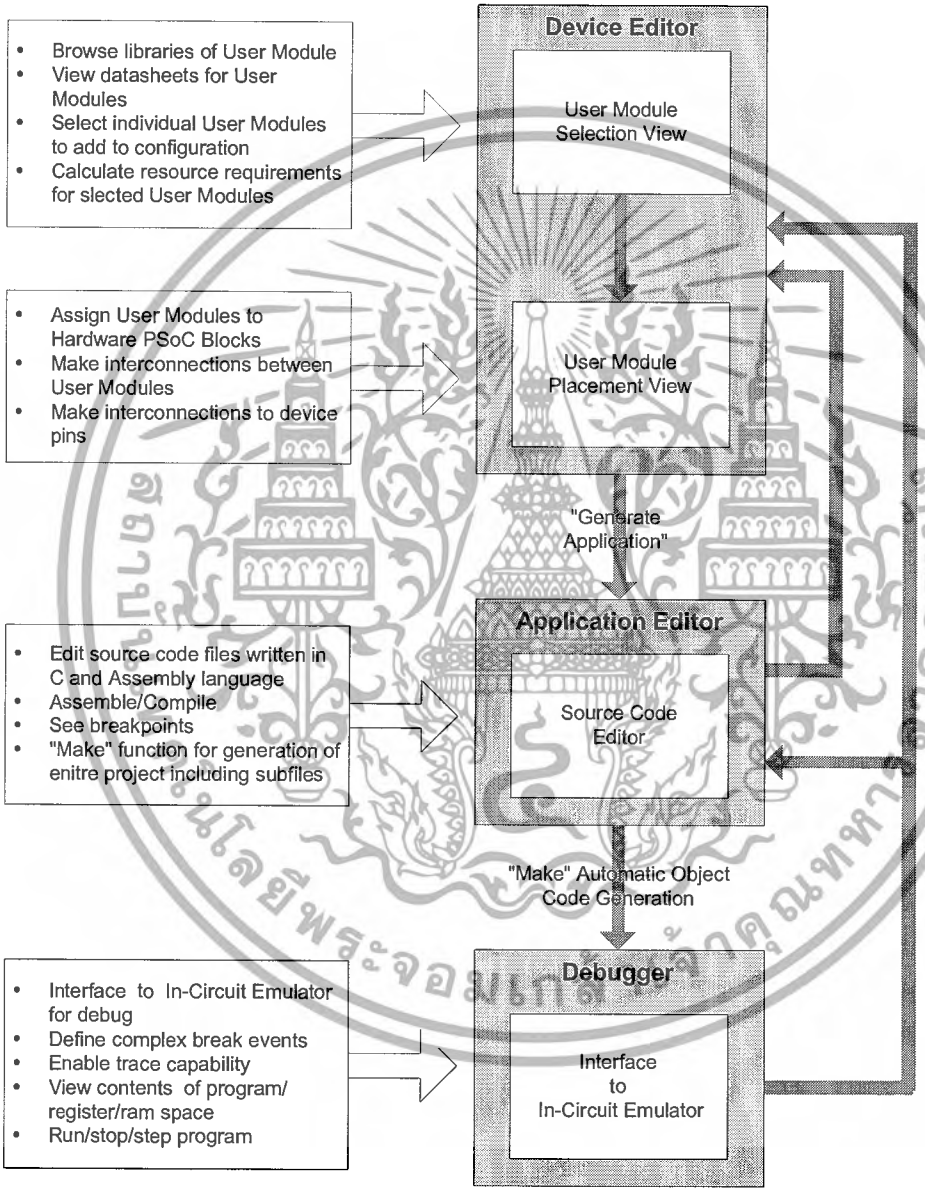


Figure 2-1. User Modules and Development Process Flow Chart

The next step in the process is to write your main program, and any other sub-routines required by your application. This step takes place in the Application Editor subsystem. You will have all the subroutines automatically generated for the user modules you have chosen and the source code for these routines can be viewed in this step as well. The different files created for the project are all contained in a tree structure for easy reference. The development software has a handy "Make" function, which assembles and compiles all

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VISUAL

Intertec Components

ITM-C-328

Manual

Release Note:

1. Jan 28, 2004 – official released v1.0

2. Feb 24, 2004 – official released v1.1

- **Fix the definition of verify code**
- **Fix the bug of unable jump to power save mode**
- **Fix the incorrect connection speed after wake up from power save mode**

3. Apr 24, 2004 – official released v2.0

- **Add auto baud-rate detection**
- **Add support of 9600bps, 19200bps, 38400bps**
- **Disable the 8-bit colour for uncompressed picture**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VISUAL

Intertec Components

ITM-C-328 Manual

General Description

The C328 module is a highly integrated serial camera board that can be attached to a wireless or PDA host performing as a video camera or a JPEG compressed still camera. It provides a serial interface (RS-232) and JPEG compression engine to act as a low cost and low powered camera module for high-resolution serial bus security system or PDA accessory applications.

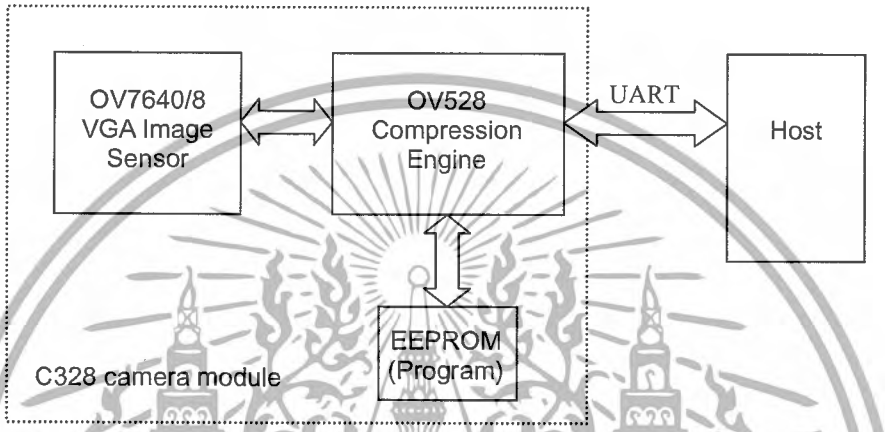


Figure 1 – System block diagram

Features

- Small in size, low cost and low powered (3.3V) camera module for high-resolution serial bus security system or PDA accessory applications.
- On-board EEPROM provides a command-based interface to external host via RS-232.
- UART: 115.2Kbps for transferring JPEG still pictures or 160x128 preview @8bpp with 0.75fps.
- On board OmniVision OV7640/8 VGA color sensor.
- Built-in JPEG CODEC for different resolutions.
- Built-in down sampling, clamping and windowing circuits for VGA, QVGA, 160x120 or 80x60 image resolutions.
- Built-in color conversion circuits for 2-bit gray, 4-bir gray, 8-bit gray, 12-bit RGB, 16-bit RGB or standard JPEG preview images.
- No external DRAM required.

System Configuration

1. Camera Sensor
   The C328-7640 module uses OmniVision OV7640/8 VGA color digital CameraChips with an 8-bit YCbCr interface.

2. OV528 Serial Bridge
   The OV528 Serial Bridge is a JPEG CODEC embedded controller chip that can compress and transfer image data from CameraChips to external device. The OV528 takes 8-bit YCbCr 422 progressive video data from an OV7640/8 CameraChip. The camera interface synchronizes with input video data and performs down sampling, clamping and windowing functions with desired resolution, as well as color conversion that is requested by the user through serial bus host commands.
   The JPEG CODEC can achieve higher compression ratio and better image quality for various image resolutions.

3. Program EEPROM
   A serial type program memory is built-in for C328-7640 to provide a set of user-friendly command interfacing to external host.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Board Layout

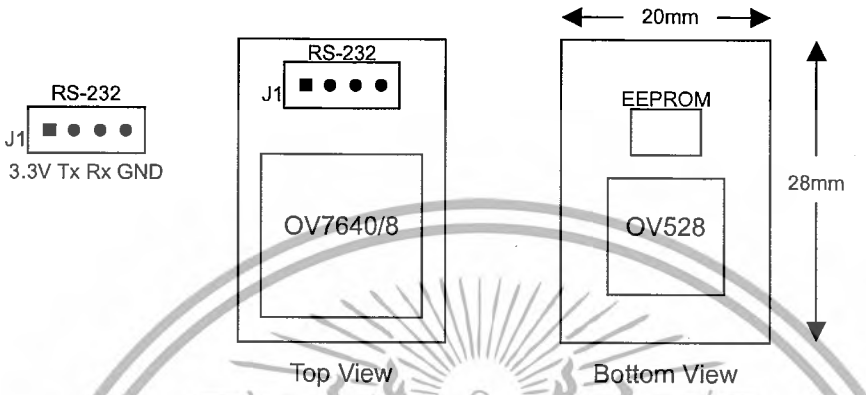


Figure 2 – C328-7640 board layout and serial interface pin

Serial Interface

1. Single Byte Timing Diagram
   A single byte RS-232 transmission consists of the start bit, 8-bit contents and the stop bit. A start bit is always 0, while a stop bit is always 1. LSB is sent out first and is right after the start bit.

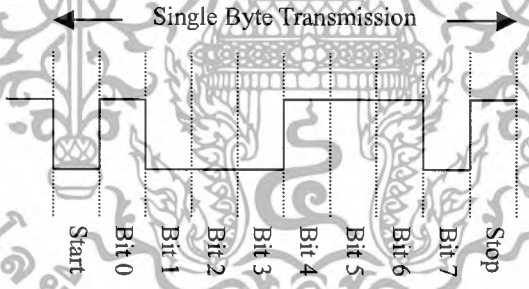


Figure 3 – RS-232 single byte timing diagram

2. Command Timing Diagram
   A single command consists of 6 continuous single byte RS-232 transmissions. The following is an example of SYNC (AA0D00000000h) command.

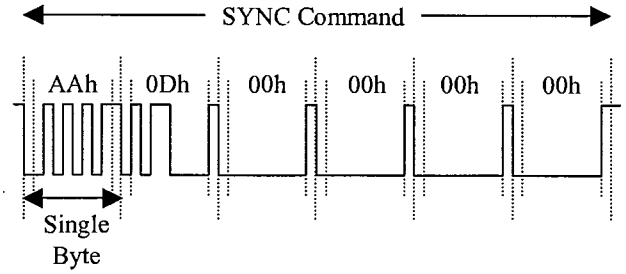


Figure 4 – RS-232 SYNC command timing diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command Set

The C328-7640 module supports total 11 commands for interfacing to host as following:

Command	ID Number	Parameter1	Parameter2	Parameter3	Parameter4
Initial	AA01h	00h	Color Type	Preview Resolution	JPEG Resolution
Get Picture	AA04h	Picture Type	00h	00h	00h
Snapshot	AA05h	Snapshot Type	Skip Frame Low Byte	Skip Frame High Byte	00h
Set Package Size	AA06h	08h	Package Size Low Byte	Package Size High Byte	00h
Set Baudrate	AA07h	1st Divider	2nd Divider	00h	00h
Reset	AA08h	Reset Type	00h	00h	xxh*
Power Off	AA09h	00h	00h	00h	00h
Data	AA0Ah	Data Type	Length Byte 0	Length Byte 1	Length Byte 2
SYNC	AA0Dh	00h	00h	00h	00h
ACK	AA0Eh	Command ID	ACK counter	00h / Package ID Byte 0	00h / Package ID Byte 1
NAK	AA0Fh	00h	NAK counter	Error Number	00h

* If the parameter is 0xFF, the command is a special Reset command and the firmware responds to it immediately.

1. Initial (AA01h)

The host issues this command to configure the preview image size and color type. After receiving this command, the module will send out an ACK command to the host if the configuration success. Otherwise, an NACK command will be sent out.

1.1 Color Type

C328-7640 can support 7 different color types as follow:

2-bit Gray Scale	01h
4-bit Gray Scale	02h
8-bit Gray Scale	03h
12-bit Color	05h
16-bit Color	06h
JPEG	07h

1.2 Preview Resolution

80x60	01h
160x120	03h

1.3 JPEG Resolution

Since the Embedded JPEG Code can support only multiple of 16, the JPEG preview mode can support following image sizes. It is different from normal preview mode.

80x64	01h
160x128	03h
320x240	05h
640x480	07h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Get Picture (AA04h)

The host gets a picture from C328-7640 by sending this command.

2.1 Picture Type

Snapshot Picture	01h
Preview Picture	02h
JPEG Preview Picture	05h

3. Snapshot (AA05h)

C328-7640 keeps a single frame of JPEG still picture data in the buffer after receiving this command.

3.1 Snapshot Type

Compressed Picture	00h
Uncompressed Picture	01h

3.2 Skip Frame Counter

The number of dropped frames can be defined before compression occurs. "0" keeps the current frame, "1" captures the next frame, and so forth.

4. Set Package Size (AA06h)

The host issues this command to change the size of data package which is used to transmit JPEG image data from the C328-7640 to the host. This command should be issued before sending Snapshot command or Get Picture command to C328-7640. It is noted that the size of the last package varies for different image.

4.1 Package Size

The default size is 64 bytes and the maximum size is 512 bytes.

ID	-> Package ID, starts from zero for an image
Data Size	-> Size of image data in the package
Verify Code	-> Error detection code, equals to the lower byte of sum of the whole package data except the verify code field. The higher byte of this code is always zero. i.e. verify code = lowbyte(sum(byte[0] to byte[N-2]))

Note: As the transmission of uncompressed image is not in package mode, it is not necessary to set the package size for uncompressed image.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Set Baudrate (AA07h)

Set the C328-7640 baud rate by issuing this command. As the module can auto-detect the baud rate of the incoming command, host can make connection with one of the following baud rate in the table. The module will keep using the detected baud rate until physically power off

5.1 Baudrate Divider

Baudrate = 14.7456MHz / 2 x (2nd Divider + 1) / 2 x (1st Divider + 1)

Baudrate	1st Divider	2nd Divider	Baudrate	1st Divider	2nd Divider
7200 bps	ffh	01h	28800 bps	3fh	01h
9600 bps	bfh	01h	38400 bps	2fh	01h
14400 bps	7fh	01h	57600 bps	1fh	01h
19200 bps	5fh	01h	115200 bps	0fh	01h

6. Reset (AA08h)

The host reset C328-7640 by issuing this command.

6.1 Reset Type

"00h" resets the whole system. C328-7640 will reboot and reset all registers and state machines.
"01h" resets state machines only.

7. Power Off (AA09h)

C328-7640 will go into sleep mode after receiving this command. SYNC command (AA0Dh) must be sent to wake up C328-7640 for certain period until receiving ACK command from C328-7640.

8. Data (AA0Ah)

C328-7640 issues this command for telling the host the type and the size of the image data which is ready for transmitting out to the host.

8.1 Data Type

Snapshot Picture	01h
Preview Picture	02h
JPEG Preview Picture	05h

8.2 Length

These three bytes represent the length of data of the Snapshot Picture, Preview Picture or JPEG Preview Picture.

9. SYNC (AA0Dh)

Either the host or the C328-7640 can issue this command to make connection. An ACK command must be sent out after receiving this command.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ACK (AA0Eh)

This command indicates the success of last operation. After receiving any valid command, ACK command must be sent out except when getting preview data. The host can issue this command to request image data package with desired package ID after receiving Data command from C328-7640. The host should send this command with package ID F0F0h after receiving a package to end the package transfer. Note that the field "command ID" should be 00h when request image data package.

10.1 Command ID
The command with that ID is acknowledged by this command.

10.2 ACK Counter
No use.

10.3 Package ID
For acknowledging Data command, these two bytes represent the requested package ID. While for acknowledging other commands, these two bytes are set to 00h.

11. NAK (AA0Fh)

This command indicates corrupted transmission or unsupported features.

11.1 NAK Counter
No use.

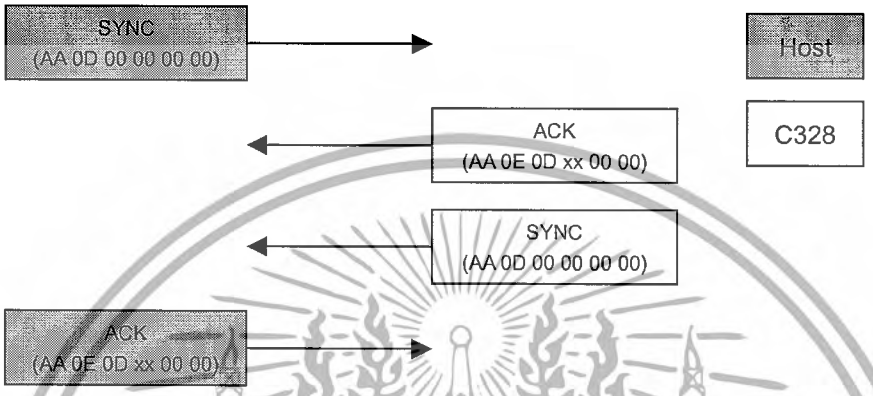
11.2 Error Number

Picture Type Error	01h	Parameter Error	0bh
Picture Up Scale	02h	Send Register Timeout	0ch
Picture Scale Error	03h	Command ID Error	0dh
Unexpected Reply	04h	Picture Not Ready	0fh
Send Picture Timeout	05h	Transfer Package Number Error	10h
Unexpected Command	06h	Set Transfer Package Size Wrong	11h
SRAM JPEG Type Error	07h	Command Header Error	F0h
SRAM JPEG Size Error	08h	Command Length Error	F1h
Picture Format Error	09h	Send Picture Error	F5h
Picture Size Error	0ah	Send Command Error	ffh

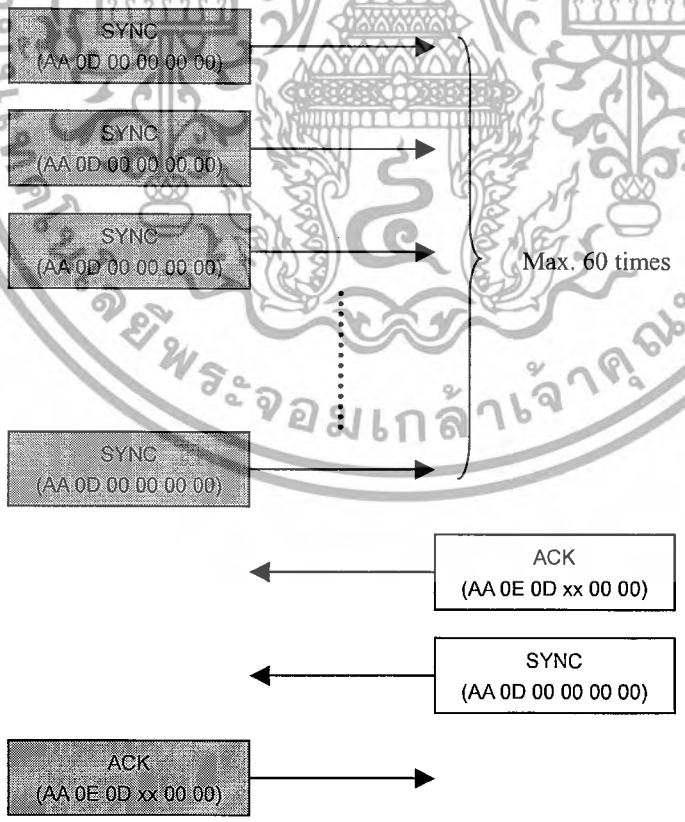
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command Protocol

1. SYNC Command

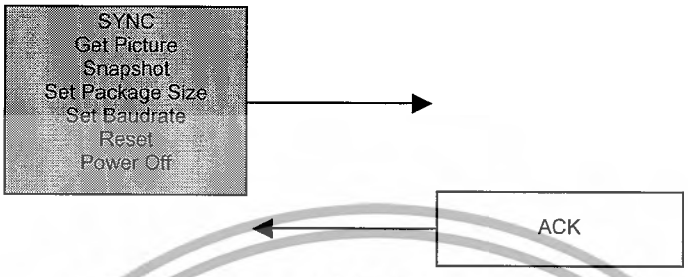


2. Make Connection with C328-7640
Send the SYNC command (at 14400bps) until receiving ACK command from C328-7640 (usually an ACK command is receive after sending 25 times of SYNC command). This must be done after power up.



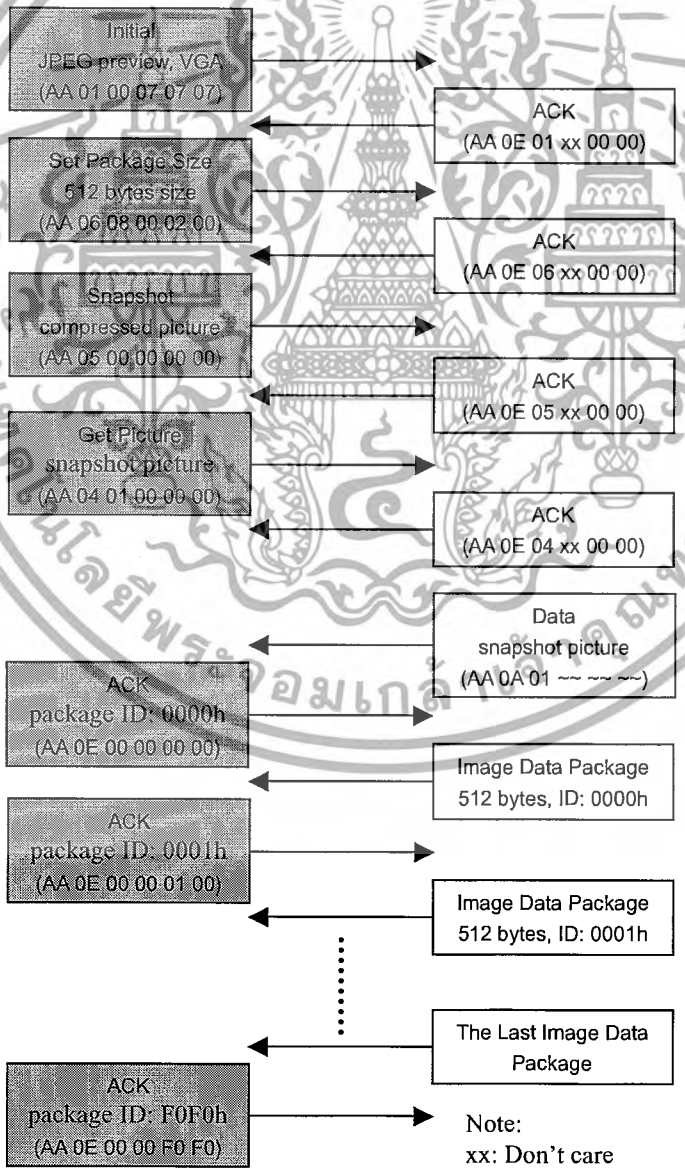
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Initial, Get Picture, Snapshot, Set Package Size, Set Baudrate, Reset and Power Off Command



4. Getting a Snapshot for RS232
Make sure connection is made before the following communication.

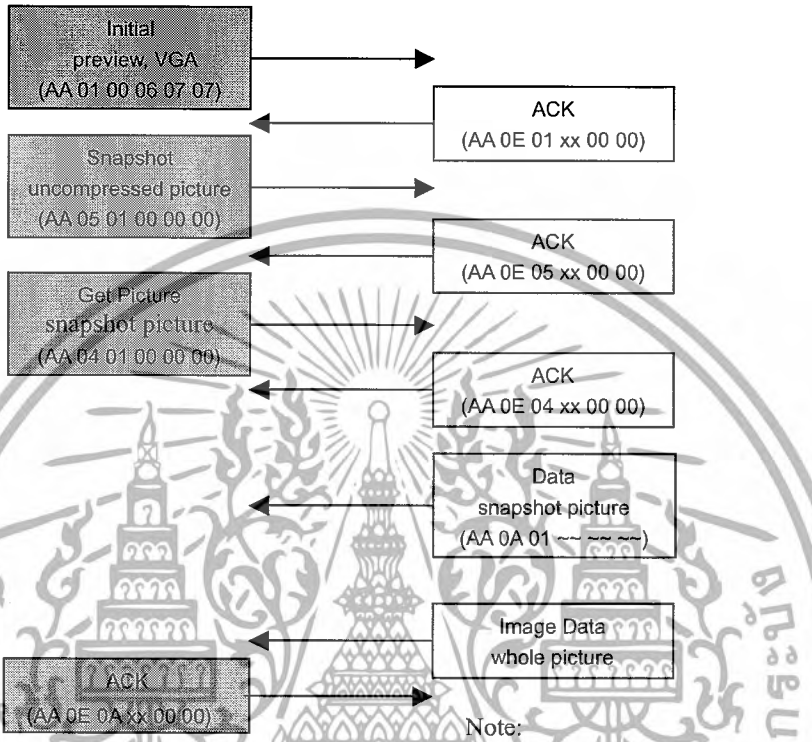
4.1 JPEG Snapshot Picture



Note:
xx: Don't care
~~: Image size returned by C328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

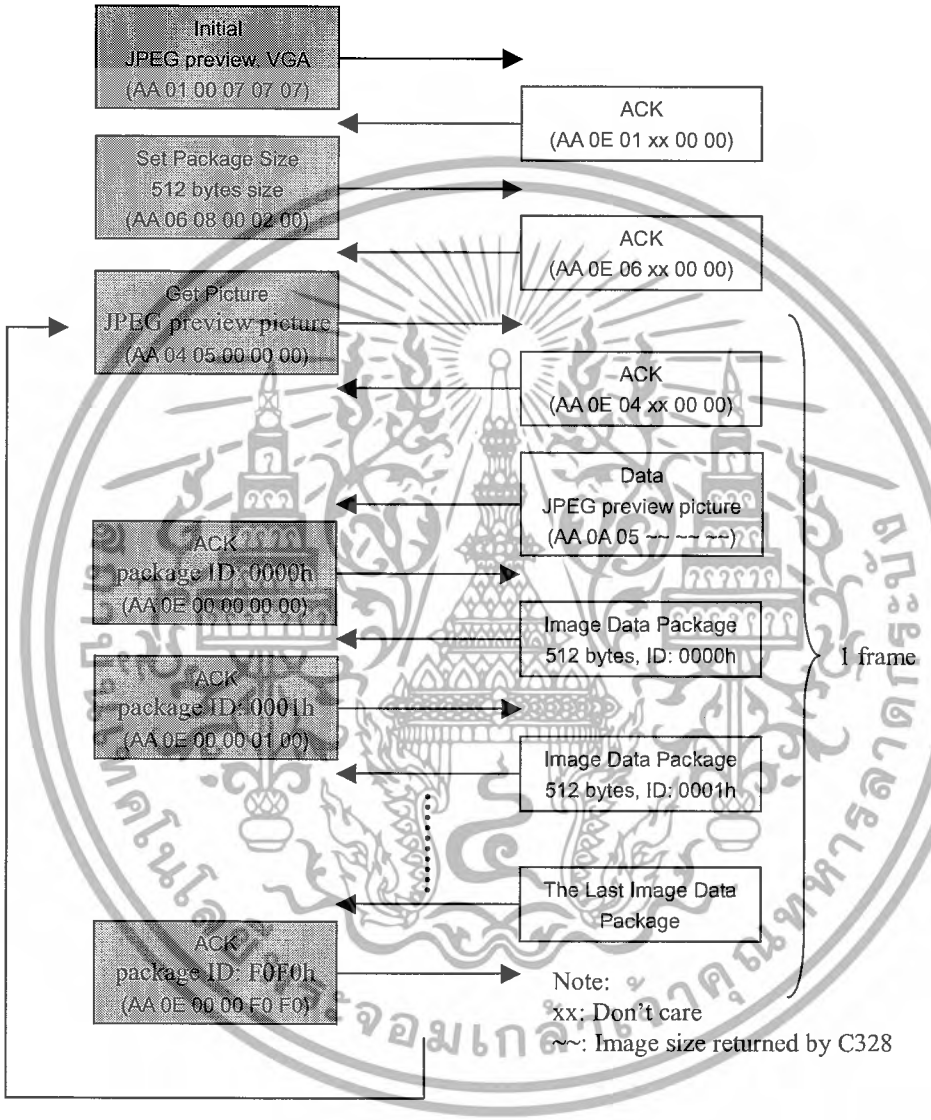
4.2 Snapshot Picture (uncompressed snapshot picture)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

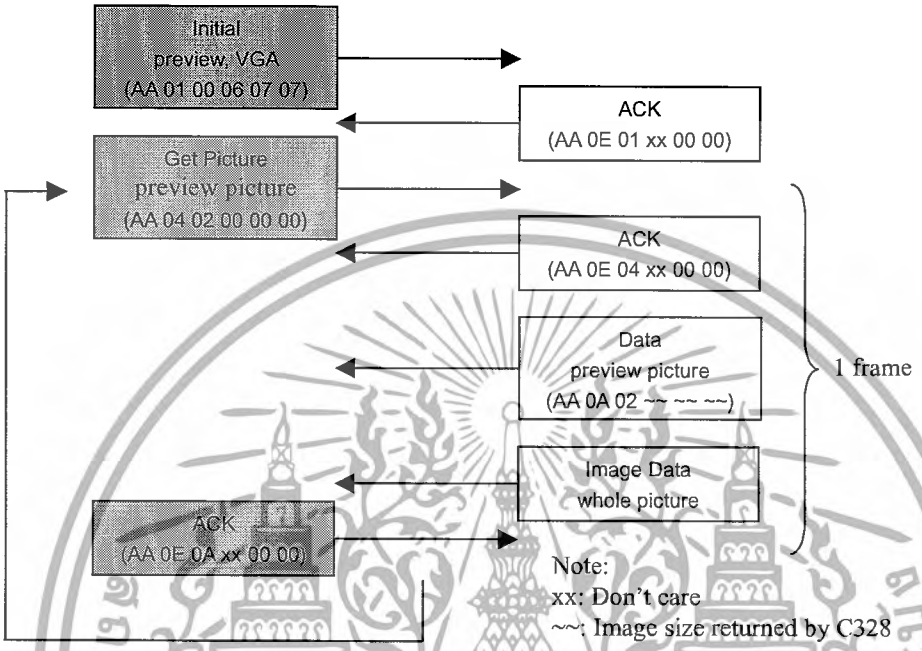
5. Getting JPEG preview pictures (video) for RS232
Make sure connection is made before the following communication.

5.1 JPEG Preview Picture



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 Preview Picture (uncompressed preview picture)



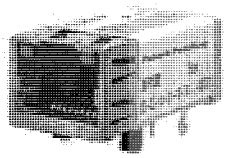
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LANTRONIX®

XPort™-485 Data Sheet

General Description

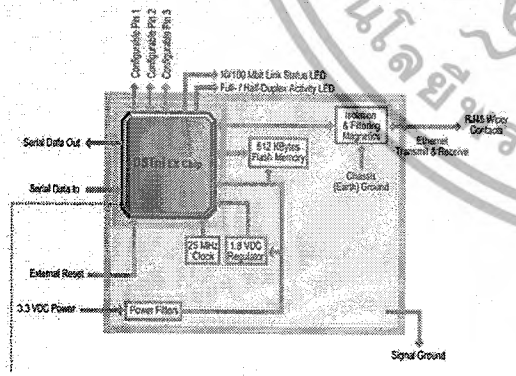
The XPort™-485 is the most compact, integrated solution available to web-enable any device with an RS-422 or RS-485 serial interface. By simply adding XPort-485 to a product design, device manufacturers cut their design cycle by as much as 80% and are able to offer Ethernet connectivity in record time.

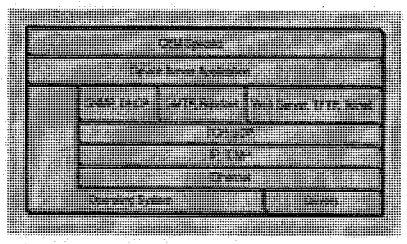


The XPort-485 is configurable for either RS-422 4-wire or RS-485 2-wire communication. It supports multi-drop RS-485 networks by providing a logic level serial interface designed to connect directly to an RS-485 transceiver chip. In the RS-485 2- wire mode, one of the PIO pins supplies the necessary transmit enable signal.

The XPort-485 offers the highest level of integration available in a device server. Within a compact RJ45 package is a DSTni-EX 186 controller, memory, 10/100 Ethernet transceiver, high-speed serial port, status/diagnostic LEDs, and 3 programmable I/O pins. In the space that is normally consumed by a connector, the XPort-485 provides a complete networking interface.

To enable access to a local network or the Internet, the XPort-485 integrates a fully developed TCP/IP network stack and OS. The XPort-485 also includes an embedded web server used to remotely configure, monitor, or troubleshoot the attached device.





Where there's a need for custom user interfaces and a desire to use common and familiar tools, the XPort-485 can serve web pages to a web browser. The XPort-485 becomes a conduit between you and your device over the network or Internet.

The Windows™-based configuration software, DeviceInstaller, simplifies installation and setup. The XPort-485 can also be set up locally through its serial port, or remotely over a network using Telnet or a web browser. Flash memory provides for maintenance-free nonvolatile storage of web pages, and allows future system software upgrades.

Using our highly integrated hardware and software platform, you will add profit to your bottom line by significantly reducing product development time, risk, and cost.

Key Features

- The only complete, integrated solution in an RJ45 form factor
- Complete integrated solution
- RS-422/485 support
- Multi-drop RS-485 network support
- Embedded web server
- 10/100Mbit Ethernet – Auto-Sensing
- Stable, field proven TCP/IP protocol suite and web-based application framework
- Easy configuration through a web interface
- Easy customization of HTML web pages and configuration screens
- Interactive web pages through the use of Java applets
- E-mail alerts
- 128-, 192-, or 256-bit AES Rijndael encryption (Optional)
- EMI tested and compliant
- Extended operating temperature:
  -40 to +85° C normal mode
  -40 to +75° C high-performance mode
- High-performance processor
  (12 MIPS at 48 MHz, 22 MIPS at 88 MHz)
- Network overhead handled by XPort
- Password protection
- Upgrade XPort's firmware over the network
- 3.3V power
- Serial-to-10/100 Ethernet conversion
- 921,600 baud serial speed

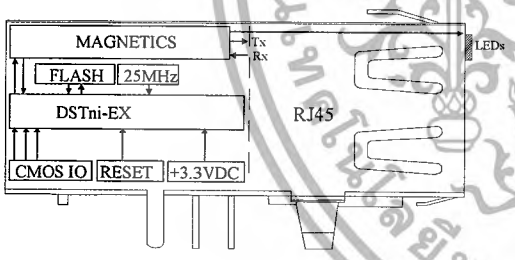
Copyright© 2004, Lantronix. All rights reserved.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hardware & Software Description

The XPort-485 is a complete solution (hardware and software) for web-enabling your edge devices. Packed into an RJ45 connector smaller than your thumb, this powerful device server comes with a 10BASE-T/100BASE-TX Ethernet connection, a reliable and proven operating system stored in flash memory, an embedded web server, a full TCP/IP protocol stack, and standards-based (AES) encryption.

The XPort-485 software runs on a DSTni-EX controller which has 256 KB of SRAM, 16 KB of boot ROM, and a MAC with integrated 10/100BASE-TX PHY. The XPort-485 communicates to the device through a 3.3V serial interface and three general-purpose programmable I/O pins. 512 KB of flash memory is included for storing firmware and web pages. The XPort-485 runs on 3.3V, and has a built-in voltage supervisory circuit that will trigger a reset if the supply voltage drops to unreliable levels (2.7V). A built-in 1.8V regulator drives the processing core of the EX controller.

An RJ45 Ethernet cable connects directly into an XPort-485. Ethernet magnetics, status LEDs, and shielding are built in. The XPort-485 was designed to meet class B emissions levels, which makes the electromechanical integration very simple.



PCB Interface

The 8-pin PCB interface consists of 3.3V CMOS Serial In/Out, 3 Flow Control/Handshake/PIO pins, reset input, +3.3V power, and signal ground. All pins are 5V tolerant.

Table 1 - PCB Interface Signals

Signal Name	Pin	Function
GND	1	Circuit Ground
Vcc	2	+3.3V Power In
Reset (In)	3	External Reset In
Data OUT	4	Serial Data Out
Data IN	5	Serial Data In
CP1	6	CP1 can be configured as follows: • **Flow control**: RTS (Request to Send) **output** driven by DSTni's built-in UART for connection to CTS of attached device. • **Programmable input/output**: CP1 can be driven or read through software control, independent of serial port activity.
CP2	7	CP2 can be configured as follows: • **Modem control**: DTR (Data Terminal Ready) **output** driven by DSTni's built-in UART for connection to DCD of attached device. • **Programmable input/output**: CP2 can be driven or read through software control, independent of serial port activity.
CP3	8	CP3 can be configured as follows: • **Flow control**: CTS (Clear to Send) **input** read by DSTni's built-in UART for connection to RTS of attached device. • **Modem control**: DCD (Data Carrier Detect) **input** read by DSTni's built-in UART for connection to DTR of attached device. • **Programmable input/output**: CP3 can be driven or read through software control, independent of serial port activity.

Ethernet Interface

The 10/100 Ethernet magnetics, network status LEDs, and RJ45 connector are integrated into the XPort-485.

Table 2 - Ethernet Interface Signals

Signal Name	DIR	Contact	Primary Function
TX+	Out	1	Transmit Data +
TX-	Out	2	Transmit Data –
RX+	In	3	Receive Data +
RX-	In	6	Receive Data –
Not Used		4	Terminated
Not Used		5	Terminated
Not Used		7	Terminated
Not Used		8	Terminated
SHIELD			Chassis Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Protocol Support

The XPort-485 uses Internet Protocol (IP) for network communications and Transmission Control Protocol (TCP) to assure that no data is lost or duplicated, and that everything sent arrives correctly at the target.

Other supported protocols are listed below:

- ARP, UDP, TCP, ICMP, Telnet, TFTP, AutoIP, DHCP, HTTP, and SNMP for network communications.
- TCP, UDP, and Telnet for connections to the serial port.
- TFTP for firmware updates.
- IP for addressing, routing, and data block handling over the network.
- User Datagram Protocol (UDP) for typical datagram applications in which devices interact with other devices without maintaining a point-to-point connection.

* For a complete discussion of protocol support, see the XPort user guide.

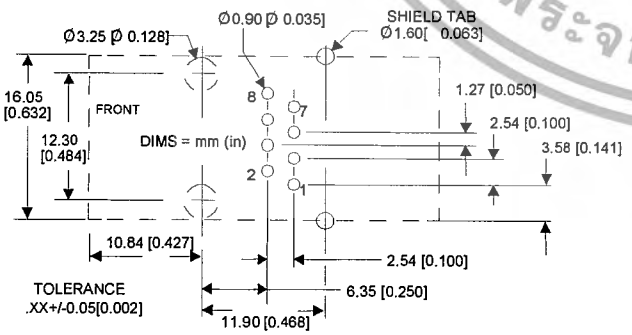
LEDs

The device contains two bi-color LEDs built into the front of the XPort-485 connector. (See dimension drawing for location.)

Link LED (Left Side)		Activity LED (Right Side)	
Color	Meaning	Color	Meaning
Off	No Link	Off	No Activity
Amber	10 Mbps	Amber	Half-Duplex
Green	100 Mbps	Green	Full-Duplex

Recommended PC Board Layout

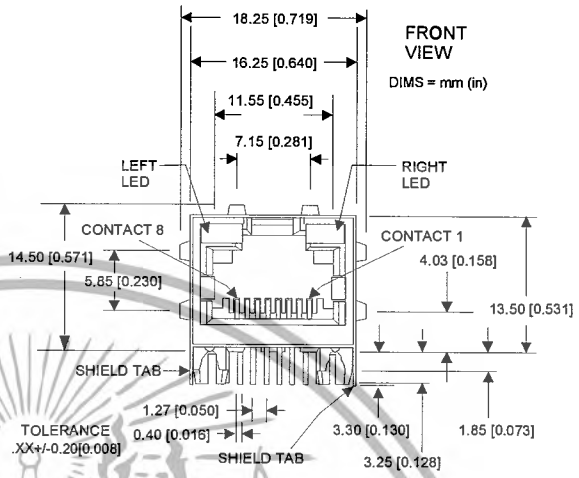
The hole pattern and mounting dimensions for the XPort-485 are shown in the following drawing:

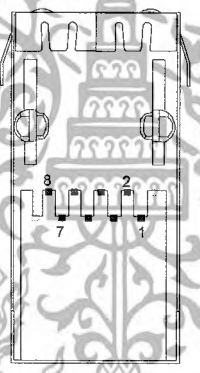


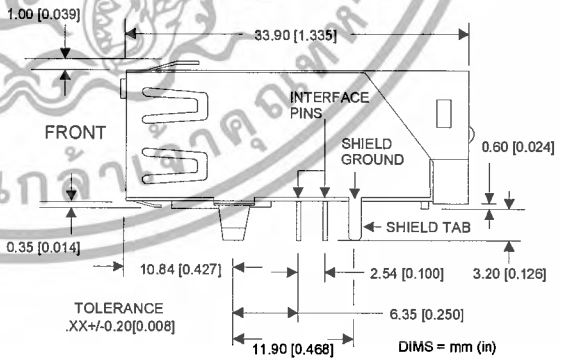
For proper heat dissipation, the PCB should have approximately 1 square inch of copper attached to the shield tabs. The shield tabs are an important source of heat sinking for the device.

Dimensions

The XPort-485 dimensions are shown in the following drawings:







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XPort-485 Technical Data

Category	Description
CPU, Memory	Lantronix DSTni-EX 186 CPU, 256 KB zero wait state SRAM 512 KB Flash, 16 KB Boot ROM
Firmware	Upgradeable via TFTP and serial port
Reset Circuit	Internal 200ms power-up reset pulse. Power-drop reset triggered at 2.6V. External reset input causes an internal 200ms reset.
Serial Interface	CMOS (Asynchronous) 3.3V-level signals RS-422 4-wire and RS-485 2-wire support (RS-422/485 transceivers not included) Rate is software selectable (300 bps to 921600 bps)
Serial Line Formats	7 or 8 data bits, 1-2 Stop bits, Parity: odd, even, none
Modem Control	DTR/DCD, CTS, RTS
Flow Control	XON/XOFF (software), CTS/RTS (hardware), none
Programmable I/O	3 PIO pins (software selectable) sink or source 4mA max.
Network Interface	RJ45 Ethernet 10BASE-T or 100BASE-TX (auto-sensing)
Compatibility	Ethernet: Version 2.0/IEEE 802.3
Protocols Supported	ARP, UDP/IP, TCP/IP, Telnet, ICMP, SNMP, DHCP, BOOTP, TFTP, Auto IP, and HTTP
LEDs	10BASE-T & 100BASE-TX Link Activity, Full/half duplex. Sofware generated status & diagnostic signals can optionally drive external LEDs through CP1 & CP3 (see Int. Guide).
Management	Internal web server, SNMP, Serial login, Telnet login
Security	Password protection, locking features, optional Rijndael 128-, 192-, or 256-bit encryption
Internal Web Server	Serves web pages Storage capacity: 384 KB
Weight	9.6 grams (0.34 oz)
Material	Metal shell, thermoplastic case
Temperature	Operating range: -40°C to +85°C (-40°F to 185°F) normal mode -40°C to +75°C (-40°F to 167°F) high-performance mode Storage range: -40°C to +85°C (-40°F to 185°F)
Relative Humidity	Operating: 5% to 95% non-condensing
Shock/Vibration	Non-operational shock: 500 g's, Non-operational vibration: 20 g's
Warranty	2-year limited warranty
Included Software	Windows™ 98/NT/2000/XP-based DeviceInstaller configuration software and Windows™-based Comm Port Redirector
EMI Compliance	Radiated & conducted emissions - complies with Class B limits of EN 55022:1998 Direct & Indirect ESD - complies with EN55024:1998 RF Electromagnetic Field Immunity - complies with EN55024:1998 Electrical Fast Transient/Burst Immunity - complies with EN55024:1998 Power Frequency Magnetic Field Immunity - complies with EN55024:1998 RF Common Mode Conducted Susceptibility - complies with EN55024:1998

DC Characteristics for Serial, PIO, and Power Interface

Symbol	Parameter	Min	Nominal	Max	Units
Vcc	Supply voltage (typical 3.3) (+/-5%)	3.14	3.3	3.46	V
V_{IL}	Low Level Input Voltage	0		0.8	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2.0		5.5	V
V_{OL}	Low Level Output Voltage			0.4	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	2.4			V
I_I	Input Leakage Current			1	µA
I_{CC}	Supply Current (idle)@ 48 MHz		119		mA
I_{CC}	Supply Current (10BASE-T activity)@ 48 MHz		224		mA
I_{CC}	Supply Current (10BASE-T activity)@ 88 MHz		267		mA
I_{CC}	Supply Current (100BASE-T activity)@ 48 MHz		190		mA
I_{CC}	Supply Current (100BASE-T activity)@ 88 MHz		233		mA

With the purchase of XPort-485, the OEM agrees to an OEM firmware license agreement that grants the OEM a non-exclusive, royalty-free firmware license to use and distribute the binary firmware image provided, only to the extent necessary to use the XPort-485 hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Model	Part Number	Description
XPort-485	XP1004000-03	Std. XPort with encryption & RS-485 support Min. order: 50 units
XPort-485 SMPL	XP100400S-03	XPort-485 sample case One XPort-485 enclosed

LANTRONIX®

For details contact your local Lantronix representative or Lantronix directly:
Asia Pacific Region via e-mail at AsiaPacific_sales@lantronix.com
Europe via e-mail at eu_sales@lantronix.com
Japan via e-mail at japan_sales@lantronix.com
United States via e-mail at sales@lantronix.com or call OEM sales support at 800-526-8764

©2004 Lantronix, Inc. All rights reserved. Lantronix, XPort, with its patent-pending technology, and DSTni are trademarks of Lantronix. All other trademarks are the property of their respective owners. Specifications subject to change without notice. All rights reserved.
910-463 10/04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้