สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การสร้างชุดทดลอง

จากบทที่ผ่านมาเราพบว่าแบบจำลองของ camera gimbal นั้นมี 2 แกน ใช้มอเตอร์ 2 ตัวในการขับ ซึ่งมอเตอร์แต่ละตัวจะเป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองจะออกแบบให้ฐานของ camera gimbal ตั้งอยู่กับพื้นและกล้องติดอยู่ด้านบน ซึ่งตรงข้ามกับความเป็นจริงที่จะติดตั้ง กล่าวคือ camera gimbal ที่ติดตั้งบนเครื่องบินจะมีฐานติดอยู่ด้านบนใต้ท้องเครื่องบิน ส่วนกล้องจะติดอยู่ด้านล่าง นั่นคือเปลี่ยนการยึดของฐานจากใต้ท้องเครื่องบินมายึด กับพื้นแทน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างชุดทดลองดังต่อไปนี้

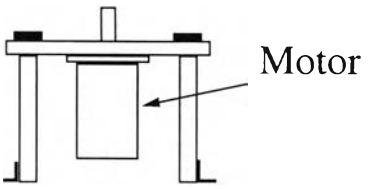
4.1 โครงสร้างของ Gimbal

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบชุดทดลอง Gimbal ที่มี 2 แกน ในการสร้างชุดทดลอง Gimbal ที่มีแกนหมุน 2 แกนและควบคุมโดยใช้มอเตอร์ขนาด 24 VDC และ 12 VDC ขับมอเตอร์ตัวล่างและตัวบนตามลำดับ มีขั้นตอนดังนี้

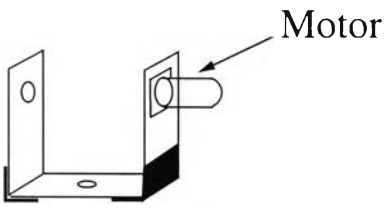
- กำหนดขนาดของมอเตอร์เพื่อที่จะทราบขนาดของแรงบิด น้ำหนัก รวมทั้งขนาดของแกนมอเตอร์เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกขนาดของแผ่นอะลูมิเนียม
- ดัดแผ่นอะลูมิเนียมขนาดตามตาราง 4.1
- นำแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 17×11×1.5 cm มาเจาะรูยึดติดกับมอเตอร์ โดยใช้แผ่นอะลูมิเนียมขนาด 17×10×1.2 cm เป็นขาตั้ง มีลักษณะดังรูปที่ 4.1
- นำแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 16×5×0.3 cm และแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 28×5×0.3 cm มาประกอบเป็นโครงสร้างด้านนอกของ Gimbal โดยมีมอเตอร์ยึดติดดังรูปที่ 4.2
- นำแผ่นอะลูมิเนียมขนาด 18×5×0.3 cm มาประกอบเป็นโครงสร้างด้านในของ Gimbal โดยมีลักษณะตามรูปที่ 4.3

ขนาด	จำนวน (แผ่น)
17×11×1.5 cm	1
17×10×1.2 cm	2
18×5×0.3 cm	4
16×5×0.3 cm	2
28×5×0.3 cm	1

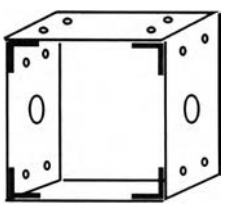
ตารางที่ 4.1: ขนาดและจำนวนแผ่นอะลูมิเนียมของโครงสร้าง gimbal



รูปที่ 4.1: ลักษณะโครงสร้างของ gimbal



รูปที่ 4.2: ลักษณะโครงสร้างของ gimbal ด้านนอก



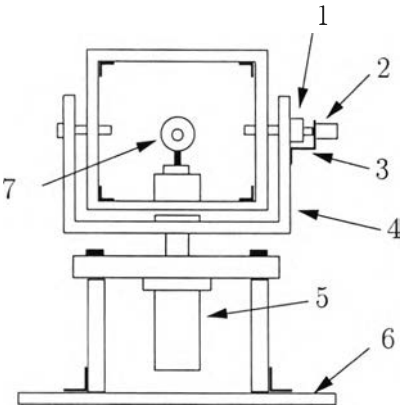
รูปที่ 4.3: ลักษณะโครงสร้างของ gimbal ด้านใน

- นำโครงสร้างในรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3 มาประกอบกันก็จะได้ดังรูปที่ 4.4

พิจารณาโครงสร้างของ Gimbal จากรูป 4.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

หมายเลข	ความหมาย
1	Gear box
2	มอเตอร์ตัวที่ 2
3	เหล็กพับรูปตัวยู
4	เหล็กที่ใช้ยึดมอเตอร์กับเหล็กพับรูปตัวยู
5	มอเตอร์ตัวที่ 1
6	ฐานยึดของ Gimbal
7	กล้อง

ตารางที่ 4.2: ส่วนประกอบของระบบ Gimbal



รูปที่ 4.4: ลักษณะโครงสร้างของ gimbal ที่มี 2 แกน

4.2 เซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ที่มีใช้ในงานทั่วไปจะมีทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงจะมีการใช้งานมากกว่า โดยเฉพาะเครื่องจักรรุ่นเก่าๆ เนื่องจากช่วงที่ผ่านมาการควบคุมกระแสกระแสสูงๆนั้นจะต้องใช้ SCRs แต่ปัจจุบันทรานซิสเตอร์ได้พัฒนาขึ้นมาให้มีขีดความสามารถในการควบคุมกระแสสูงเพิ่มขึ้น และใช้งานได้ที่ความถี่สูงๆ ดังนั้นจึงทำให้ เอซีเซอร์โวได้ถูกนำมาใช้งานมากขึ้นโดยเฉพาะเครื่องจักรรุ่นใหม่ล้วนแล้วแต่ใช้เอซีเซอร์โว เซอร์โวมอเตอร์สามารถแยกประเภทเป็นกลุ่มต่างๆได้ดังนี้

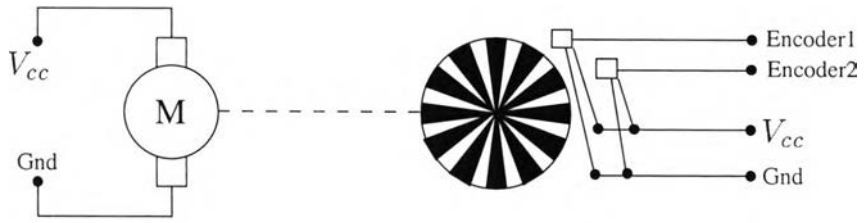
- เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่มีแปรงถ่าน เซอร์โวมอเตอร์ชนิดนี้ที่สเตเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ส่วนโรเตอร์ยังใช้แปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์เรียงกระแสเข้าสู่ขดลวดอาร์เมเจอร์ เหมือนกับดีซีมอเตอร์ทั่วไป
- เซอร์โวมอเตอร์ชนิดที่ไม่มีแปรงถ่าน เซอร์โวมอเตอร์ในกลุ่มนี้ประกอบด้วยดีซีเซอร์โว (dc brushless servo) ซึ่งโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร, เอซีเซอร์โว (AC Servo) ซึ่งมีทั้งแบบซิงโครนัสเซอร์โว อะซิงโครนัสเซอร์โว (การนำมอเตอร์เหนี่ยวนำมาใช้ทำเป็นระบบขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์) และ สเต็ปปิงเซอร์โวมอเตอร์

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งจะมี encoder นับจำนวนรอบในการหมุนของของมอเตอร์ ดังรูป 4.5

ระบบเซอร์โวมอเตอร์

ระบบเซอร์โว คือการควบคุมเครื่องจักรกลให้ทำงานตอบสนองด้านไดนามิคส์ (dynamic response) เช่น ความเร็ว อัตราเร่ง แรงบิด และตำแหน่งให้ได้ดีที่สุด (Optimum Solution) และใช้เวลาน้อยที่สุด (time optimal) สามารถจำแนกระบบควบคุมวงวนปิด (closed-loop control) ออกเป็นประเภทต่างๆดังตาราง 4.3

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5: มอเตอร์ที่มี encoder

ระบบไฟฟ้า	ระบบไดนามิคส์(ระบบเซอร์โว)	ระบบกระบวนการ
โวลท์เตจและกระแสเร็คกูเลเตอร์ ฟีดแบ็คแอมปลิไฟเออร์	ควบคุมความเร็ว ควบคุมแรงบิด ควบคุมตำแหน่ง ควบคุมอัตราเร่ง	ควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมแรงดัน ควบคุมการไหล ควบคุมความหนาแน่น

ตารางที่ 4.3: ระบบเซอร์โว

โครงสร้างระบบควบคุมเซอร์โว

ระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นระบบควบคุมแบบวงวนปิด ประกอบด้วย 3 โหมดการควบคุม คือ โหมดการควบคุมแรงบิด (torque control mode) ซึ่งอยู่วงวนในสุด โหมดการควบคุมอัตราเร่ง (velocity control mode) และโหมดการควบคุมตำแหน่ง (position control mode) ซึ่งอยู่วงวนนอกสุด ระบบควบคุมเซอร์โวมอเตอร์โดยทั่วไปจะต้องใช้งานในระบบวงวนปิดเท่านั้น ไม่สามารถเลือกให้เป็นวงวนเปิด หรือวงวนปิด และไม่สามารถควบคุมการทำงานได้ดีหากไม่มีสัญญาณจาก encoder ป้อนกลับไปยังชุดขับเคลื่อนเซอร์โว (servo drive) ซึ่งระบบจำเป็นต้องใช้ encoder เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในระบบควบคุมเสมอ เสมือนกับเป็นของคู่กันระหว่างเซอร์โวมอเตอร์และ encoder ขาดซึ่งกันและกันไม่ได้ จึงทำให้บริษัทผู้ผลิตออกแบบคิดสร้างเซอร์โวมอเตอร์และ encoder รวมไว้เป็นตัวเดียวกัน จึงทำให้ลักษณะโครงสร้างโดยรวมของเซอร์โวมอเตอร์ที่เราพบเห็นในเชิงพานิชย์ทั่วไป จึงมีลักษณะเป็นแพคเกจ (package) ซึ่งประกอบด้วยเซอร์โวมอเตอร์และ encoder (ติดอยู่ที่ส่วนท้ายของมอเตอร์) รวมไว้เป็นชุดเดียวกัน

ในการเลือกขนาดเซอร์โวมอเตอร์เพื่อมาประยุกต์ใช้ในงานควบคุมตำแหน่งนั้น มีหลายปัจจัยที่จะต้องคำนึงถึงในการเลือกมอเตอร์ เพื่อให้ได้ขนาดที่เหมาะสมกับประเภทของงานที่ต้องการ ก่อนที่จะเลือกขนาดของมอเตอร์ได้นั้น จำเป็นที่จะต้องรู้ถึงระบบการทำงานในทางเครื่องกลก่อนว่า ชิ้นส่วนในทางเครื่องกลนั้นเป็นอย่างไร มีขนาดเท่าไหร่ น้ำหนักเท่าไหร่ เป็นต้น ดังนั้นจึงสรุปรูปแบบการทำงานทางเครื่องกลได้ 4 รูปแบบ และได้ระบุค่าที่จำเป็นต้องรู้ เพื่อมาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่จำเป็นในการเลือกขนาดของมอเตอร์ต่อไป

4.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในการขับเซอร์โวมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะใช้ LMD18200T ซึ่งเป็นไอซีขนาด 11 ขาที่ใช้สำหรับขับมอเตอรกระแสตรง์ขนาด 3 แอมป์, 55 โวลต์ โดยใช้วงจร H bridge โดยเขียนโปรแกรมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไอซี (Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพจะมีหน่วยความจำ, Port อยู่ในชิพเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) หรือ CPU ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาท์พุท บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัล เป็นต้น สรุปคือ

$$\text{Microcontroller} = \text{Microprocessor} + \text{Memory} + \text{I/O}$$

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (embeded systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตาอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะว่าไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้ในงานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะ ซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกัน ทำให้สามารถเลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

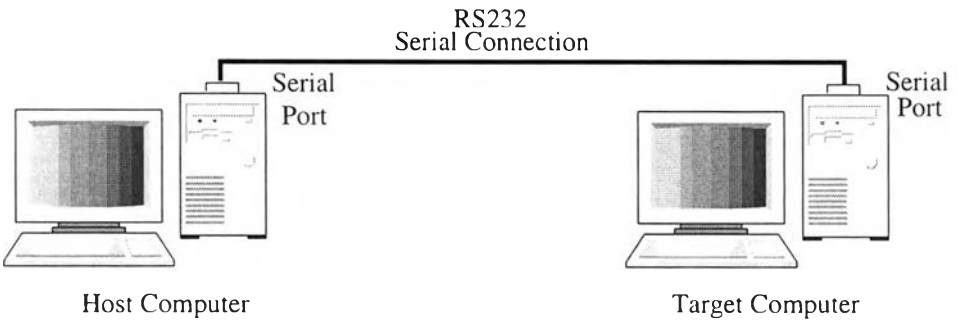
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC18F2431

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F2431 เป็นชิพที่ใช้เทคโนโลยี CMOS ซึ่งมีราคาถูกแต่ให้สมรรถนะสูงและได้มีการรวมเอาอุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิทัลไว้ในภายใน ชิพ PIC16C7X เป็นสถาปัตยกรรมแบบ RISC โดยมีชุดคำสั่งเพียง 35 single word/single cycle คำสั่งทั้งหมดเป็นไซเคิล

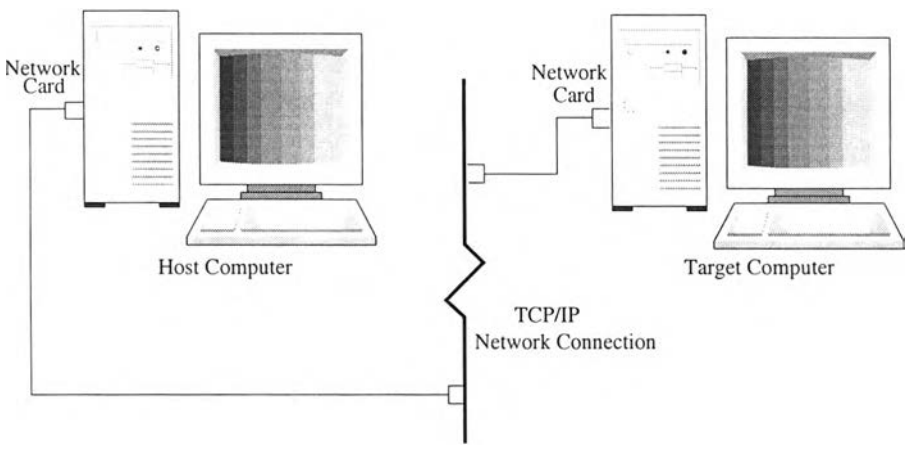
เดี่ยว (200 นาโนวินาที) ยกเว้นคำสั่งที่ใช้ในการกระโดดข้ามโปรแกรมจะใช้ 2 ไซเคิล ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ชิพ PIC16C74A จะมีคุณลักษณะพิเศษคือ ช่วยลดต้นทุนของระบบและประหยัดไฟ เป็นอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะอย่างมากมาย เช่น สามารถทำการติดต่อแบบอนุกรมทั้งแบบ Synchronous และ แบบ Asynchronous (USART) รวมทั้งอุปกรณ์ในการแปลงข้อมูลจากแอนะล็อกเป็นดิจิทัลขนาด 8 บิต

4.4 xPC target

ในการเชื่อมต่อของระบบนั้นจะแยกพิจารณาเป็นทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟแวร์ และ xPC target ซึ่งเป็นวิธีการสำหรับการควบคุมแบบ real time ซึ่งจะประกอบด้วย host computer และ target computer โดยมีวิธีในการส่งข้อมูลโดยใช้ RS232 และ TCP/IP ดังรูป 4.6 และ 4.7



รูปที่ 4.6: การเชื่อมต่อโดยใช้ RS232

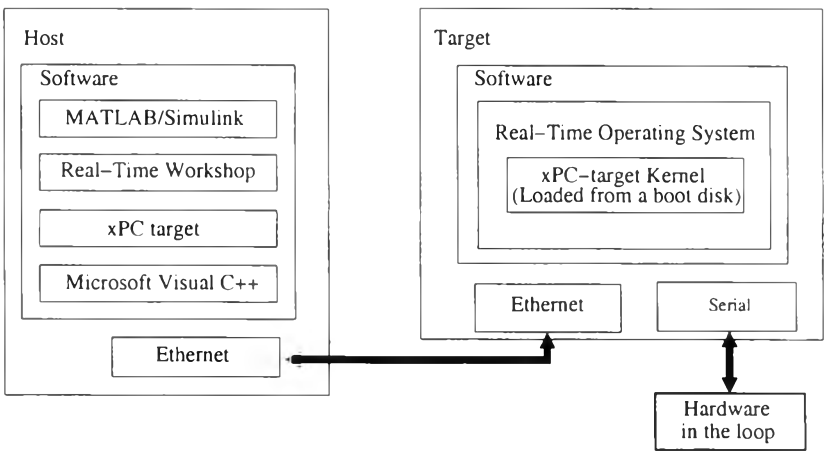


รูปที่ 4.7: การเชื่อมต่อโดยใช้ TCP/IP

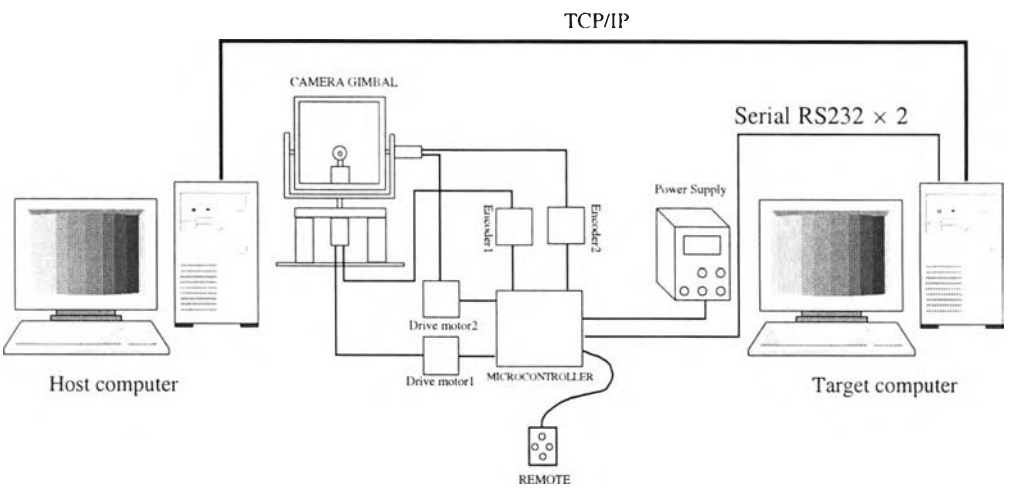
ฮาร์ดแวร์

ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นจะประกอบด้วย host computer, target computer, I/O บอร์ด และส่วนที่ใช้เชื่อมต่อระหว่าง host computer กับ target computer ซึ่งมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

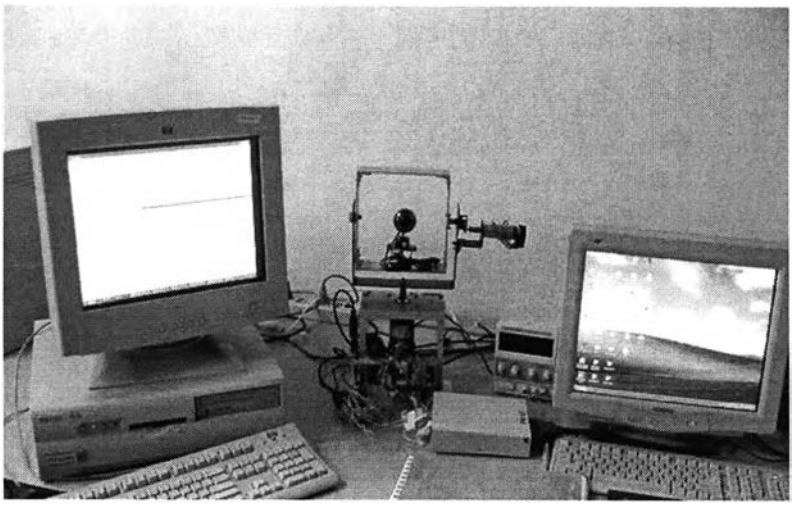
- Host PC, Pentium III, CPU 930 MHz, 256 RAM
- Target PC, Pentium III, CPU 803 MHz, 384 RAM
- Host target connection ใช้ RS232 หรือ TCP/IP
- ในส่วนของกล้องที่นำมาติดตั้งนั้น เป็นแบบ web cam แบบ DLV-B10 มีคุณลักษณะโดยทั่วไปคือ สามารถเชื่อมต่อผ่าน USB และปรับความคมชัดได้



รูปที่ 4.8: โครงสร้างโปรแกรมใน xPC target



รูปที่ 4.9: การเชื่อมต่อโดยใช้ xPC target



รูปที่ 4.10: การควบคุม camera gimbal โดยใช้ xPC target

4.5 สรุป

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสร้างแบบจำลอง camera gimbal ที่มี 2 แกน ขับโดยใช้เซอร์โวมอเตอร์กระแสตรง 2 ตัว ขนาด 24 โวลต์ และ 12 โวลต์ ซึ่งแต่ละตัวจะเป็นอิสระต่อกัน โดยใช้ LMD18200T ซึ่งมีข้อดีคือสามารถขับกระแสได้สูง และทนความร้อนได้ดี โดยมีการควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่าน xPC target ดังรูป 4.10 และมีโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมดังรูป 4.8 ส่วนขั้นตอนการใช้งานนั้นดูได้จากภาคผนวก ก. ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ นั่นคือจะต้องมีการส่งผ่านข้อมูลระหว่าง คอมพิวเตอร์ 2 เครื่องให้ได้ก่อนที่จะทำการควบคุมระบบต่อไป