บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แต่เดิมตัวควบคุมโดยตรงที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุม ทำงานบนระบบปฏิบัติการ DOS ซึ่งมีข้อเสียคือการโปรแกรมและการแก้ไขโปรแกรมทำได้ไม่สะดวกนัก เพราะความสามารถของระบบปฏิบัติการมีน้อย รวมทั้งโปรแกรมสนับสนุนการใช้งานมีจำกัดและราคาแพง อีกทั้งแนวโน้มของการใช้งานกำลังจะหมดไปอีกด้วย

เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้งาน จึงควรจะพัฒนาตัวควบคุมโดยตรงขึ้นใหม่ซึ่งจะใช้เป็นระบบพื้นฐานต่อไป โดยจะแยกส่วนในการทำงานออกเป็น โปรแกรมควบคุมการ์ดแปลงสัญญาณระหว่างสัญญาณอนาลอกและสัญญาณเชิงเลข (A/D-D/A Driver), โปรแกรมควบคุมระบบ (Controller) และโปรแกรมติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) (ถ้ามี)

การแบ่งตัวควบคุมโดยตรงออกเป็นหลายส่วนดังกล่าว ทำให้สามารถพัฒนาไปได้ในลักษณะขนานกัน และสามารถทดสอบวิธีการควบคุมแบบต่าง ๆ โดยใช้ส่วนประกอบอื่นร่วมกันได้

นอกจากนี้ ระบบปฏิบัติการที่ใช้จะต้องมีโปรแกรมสนับสนุนการใช้งาน และมีขีดความสามารถทางด้านอื่น ดังต่อไปนี้ คือ ความสามารถทางด้านเครือข่าย (Networking), การทำงานแบบหลายผู้ใช้ (Multi-user), การทำงานแบบหลายภาระกิจ (Multi-tasking), มีโปรแกรมสนับสนุนการใช้งาน, มีสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการโปรแกรม (ได้แก่ ตัวแปลโปรแกรม (compiler) และตัวทดสอบโปรแกรม (debugger) ภาษาต่าง ๆ เช่น C, C++, Fortran เป็นต้น), มีราคาถูกหรือสามารถคัดลอกใช้ได้ฟรี รวมทั้งมีแนวโน้มในการใช้งานต่อไปในอนาคตอย่างแพร่หลาย

1.2 จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์ คือ การพัฒนาระบบพื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุมเพื่อใช้เป็น ตัวควบคุมโดยตรง (direct controller) ที่สามารถโปรแกรมและแก้ไขโปรแกรม (debug) ของวิธีการควบคุมได้ง่าย และมีความสามารถทางด้านเครือข่าย (Networking), การทำงานแบบหลายผู้ใช้ (Multi-user), การทำงานแบบหลายภาระกิจ (Multi-tasking), สามารถพัฒนาได้เองและมีราคาถูกหรือสามารถคัดลอกใช้ได้ฟรี

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีขอบเขตในการทำงานดังต่อไปนี้คือ

1. ติดตั้งระบบปฏิบัติการ RT-Linux ที่มีความสามารถทางด้านเครือข่าย (Networking), ระบบแสดงผลแบบกราฟฟิก (Graphic User Interface), การทำงานแบบหลายผู้ใช้ (multi-user), การทำงานแบบหลายภาระกิจ (multi-tasking) และการสนับสนุนการทำงานแบบเวลาจริง

2. ออกแบบระบบสำหรับการพัฒนาตัวควบคุมโดยตรง ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ส่วนคือ 1) ส่วนโปรแกรมควบคุมการ์ดแปลงสัญญาณ 2) ส่วนโปรแกรมควบคุมระบบ และ 3) ส่วนโปรแกรมติดต่อกับผู้ใช้ รวมทั้งไลบรารีที่จำเป็นพร้อมคู่มือการใช้งาน

3. ออกแบบโปรแกรมควบคุมการ์ดแปลงสัญญาณระหว่างสัญญาณอนาลอกและสัญญาณเชิงเลข (A/D-D/A Driver) สำหรับการ์ดต้นแบบ (PC-LabCard) และแนวทางในการออกแบบโปรแกรมสำหรับการ์ดรุ่นอื่น ๆ ต่อไป

4. ออกแบบตัวควบคุมพีไอดี (PID Controller) ที่สามารถใช้งานควบคุมระบบจำลองกระบวนการ (Process Simulator) และระบบแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat-Exchanger) ซึ่งมีใช้งานในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุมได้จริง

5. ออกแบบโปรแกรมแสดงผลแบบกราฟฟิกเพื่อใช้แสดงผลการควบคุมและสั่งการสำหรับตัวควบคุมในข้อ 4

6. ออกแบบโปรแกรมสำหรับชุดทดลองในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุม ซึ่งแบ่งฟังก์ชันการทำงานหลัก ๆ ได้เป็น 3 ส่วน คือ 1) ส่วนโปรแกรม Plotter 2) ส่วนโปรแกรมตัวควบคุม และ 3) ส่วนโปรแกรมกำเนิดสัญญาณ (Signal Generator)

7. ติดตั้งและทดสอบตัวควบคุมโดยตรงที่จัดทำขึ้น ให้ใช้งานได้สำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุม สามารถใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

8. ประยุกต์การใช้งาน RT-Linux ในงานทางด้านอื่น ๆ เช่นการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตขนานและพอร์ตอนุกรมแบบเวลาจริง

1.4 โครงสร้างของวิทยานิพนธ์

เริ่มแรก ในบทที่ 2 วิทยานิพนธ์จะกล่าวถึงการทำงานแบบเวลาจริง และสิ่งต่าง ๆ ที่จะต้องคำนึงถึงสำหรับระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริง เหตุที่ต้องกล่าวถึงการทำงานแบบเวลาจริงเพราะในการพัฒนาตัวควบคุมโดยตรง ซึ่งประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทำหน้าที่ควบคุมระบบใดระบบหนึ่งนั้น เครื่องจะต้องทำงานในแบบเวลาจริง (real-time) หรือพูดง่าย ๆ ว่าทำงาน

ได้ภายในเวลาที่กำหนด มิฉะนั้นจะทำให้ไม่สามารถควบคุมระบบได้หรือเกิดผลลัพธ์ผิดไปจากที่ควรจะเป็น

บทที่ 3 กล่าวถึงระบบปฏิบัติการแบบเวลาจริงที่เลือกใช้ ในที่นี้คือระบบปฏิบัติการ RT-Linux โดยจะกล่าวถึงระบบปฏิบัติการ Linux เดิมและความสามารถในการทำงานแบบเวลาจริงก่อนที่จะมีการพัฒนาเป็น RT-Linux รวมทั้งในตอนท้ายของบทจะกล่าวถึงส่วนที่พัฒนาเพิ่มเติมของ RT-Linux ซึ่งได้แก่ การนำหลักการเครื่องเสมือน (Virtual Machine) มาใช้ การจัดการอินเทอร์รัพ และการจัดลำดับงาน (Scheduling) สำหรับงานที่ทำงานแบบเวลาจริง

บทที่ 4 เป็นตัวอย่างการออกแบบระบบควบคุมโดยตรง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ 1) ส่วนโปรแกรมควบคุมการ์ดแปลงสัญญาณ 2) ส่วนโปรแกรมควบคุมระบบ และ 3) ส่วนโปรแกรมติดต่อกับผู้ใช้ ในตอนท้ายของบทนี้เป็นตัวอย่างโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเป็นต้นแบบและไลบรารีสำหรับตัวควบคุมแบบพร็อพเพอร์ (proper)

บทที่ 5 จะเป็นโปรแกรมซึ่งพัฒนาขึ้นสำหรับห้องปฏิบัติการวิจัยระบบควบคุม โดยจะครอบคลุมการทำงานหลัก ๆ 3 ส่วนคือ 1) Plotter 2) ตัวควบคุมแบบพีไอดี 3) ตัวกำเนิดสัญญาณ และสำหรับบทที่ 6 ซึ่งเป็นบทสุดท้าย จะสรุปผลการทำงาน ประโยชน์ที่ได้รับและข้อเสนอแนะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย