บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้น และวิธีที่นำเสนอขึ้นมาแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างสังเขป จากนั้นจึงกล่าวถึงจุดประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์ โครงสร้างของวิทยานิพนธ์ และประโยชน์ที่ได้จากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

1.1 กล่าวนำปัญหา

ระบบควบคุมแบบเชิงเส้น (Linear Control System) เป็นรูปแบบระบบควบคุมแบบหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมสำหรับผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับระบบควบคุม เนื่องจากความเรียบง่ายและความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมทั่วไป ดังนั้นจึงมีการพัฒนาทฤษฎีขึ้นในหลายแนวทางสำหรับใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมแบบเชิงเส้นนี้ เช่น ทฤษฎีควบคุมแบบคลาสสิก (Classical Control Theory) ทฤษฎีควบคุมสมัยใหม่ (Modern Control Theory) และทฤษฎีควบคุมแบบดิจิตัล (Digital Control Theory)

ทฤษฎีเหล่านี้เมื่อพัฒนามาเรื่อยๆ จะมีเทคนิคการคำนวณต่างๆ ที่ซับซ้อนมากขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันระบบควบคุมที่ใช้ในอุตสาหกรรมสมัยใหม่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้ในบางระบบไม่สามารถใช้การคำนวณในกระดาษได้ จึงได้เริ่มมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยงานในด้านการคำนวณ ในยุคแรก การคำนวณมักทำบนเครื่องมินิคอมพิวเตอร์เป็นส่วนใหญ่ เช่น โปรแกรม CSMP (Continuous System Modeling Program) TELSIM (Teletype Simulator) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การใช้งานบนเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ในยุคนั้น มักประสบปัญหาในด้านความไม่คล่องตัวในการใช้งาน และการใช้งานที่ค่อนข้างยาก

ในช่วงประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ได้ก้าวเข้ามามีความสำคัญในหลายวงการ เนื่องจากจุดเด่นในหลายๆ ด้าน เช่น ราคาที่ถูก ความสามารถที่พัฒนามากเรื่อย ๆ จนสามารถเทียบกับเครื่องขนาดใหญ่กว่าได้ ประกอบกับมีการคิดค้นระบบปฏิบัติการที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น ดังนั้นจึงได้เริ่มมีการโอนย้ายงานต่างๆ จากเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ลงมาสู่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์มากขึ้น โดยเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ IBM PC ซึ่งมีใช้แพร่หลายกันทั่วโลก ในปัจจุบันมีโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้นหลายโปรแกรมที่ทำงานบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบ IBM PC นี้ เช่น โปรแกรม TUTSIM SIMNON MATLAB เป็นต้น

ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมแบบเชิงเส้นโดยใช้คอมพิวเตอร์คือ โปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้ เนื่องจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุมเชิงเส้นนั้นมี 3 ทฤษฎีหลัก ในแต่ละทฤษฎีต่างก็มีโครงสร้างข้อมูล เทคนิคการคำนวณ และหลักการวิเคราะห์และออกแบบที่แตกต่างกันไป ได้แก่

1. ทฤษฎีควบคุมแบบคลาสสิก ใช้ข้อมูลระบบในรูปของฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) และมีเทคนิคการออกแบบที่สำคัญได้แก่ การออกแบบโดยใช้กราฟ Root Locus ซึ่งยึดหลักการกำหนดค่าตำแหน่ง Pole ที่เหมาะสมให้กับระบบ การออกแบบระบบโดยอาศัยผลตอบเชิงความถี่เป็นไปตามต้องการ และการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบ PID

2. ทฤษฎีควบคุมสมัยใหม่ ใช้สมการสถานะ (State Equation) เป็นข้อมูล ใช้การออกแบบตามหลักการป้อนกลับตัวแปรสถานะ ซึ่งคำนวณจากการกำหนดตำแหน่ง Poleโดยตรง หรือใช้การคำนวณตามหลักเล็งเลิศ (Optimization) เป็นต้น

3. ทฤษฎีควบคุมแบบดิจิตัล ใช้ข้อมูลในรูปทั้งฟังก์ชันถ่ายโอน และสมการสถานะ และมีเทคนิคการออกแบบที่คล้ายคลึงกับทฤษฎี 2 แบบแรก แต่การคำนวณต่างๆ มีรูปแบบที่อิงอยู่บนระนาบของ Z ซึ่งเป็นระนาบของค่าข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง

จากตัวอย่างที่กล่าวมาซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น ก็พบว่าเนื้อหาของทฤษฎีมีความหลากหลายมาก ดังนั้นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์และระบบควบคุมเชิงเส้นส่วนใหญ่ จึงไม่สามารถคลอบคลุมการทำงานตามเนื้อหาของทฤษฎีทั้งหมดได้ นอกจากนี้ โปรแกรมเหล่านี้มักใช้งานได้ยาก เพราะผู้ที่พัฒนาโปรแกรมเหล่านี้มักเป็นวิศวกรหรือผู้เชี่ยวชาญในสาขาระบบควบคุม โปรแกรมจึงพัฒนาขึ้นตามแนวทางการทำงานของคนเหล่านั้น จึงเหมาะสำหรับผู้ที่มีความรู้ทางด้านระบบควบคุมพอสมควรแล้ว สำหรับกรณีของโปรแกรมซึ่งพัฒนาในรูปเชิงการค้า ก็มักพัฒนาให้ใช้งานได้กว้างๆ ทำให้ต้องมาดัดแปลงใช้กับงานเอง การใช้งานโปรแกรมเหล่านี้จึงต้องอาศัยการเรียนรู้ทั้งทางทฤษฎีและวิธีใช้งานโปรแกรม ซึ่งไม่สะดวกนักสำหรับผู้ที่เริ่มศึกษาในสาขาระบบควบคุม

สำหรับหัวข้องานวิจัยที่เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้น ในการพัฒนายึดเนื้อหาทางทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานหลักในทฤษฎีระบบควบคุมทั้ง 3 แบบโดยเน้นเนื้อหาส่วนที่จำเป็นสำหรับการเรียนการสอนและการวิจัย พร้อมทั้งยึดแนวทางการพัฒนาให้ใช้งานที่ง่ายและเรียนรู้ได้เร็ว

1.2 จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้น โดยความสามารถของโปรแกรมเน้นที่การใช้กับระบบควบคุมแบบเชิงเส้นที่ไม่แปรตามเวลา การพัฒนาเน้นให้โปรแกรมมีส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface) ที่ใช้ง่ายและเรียนรู้ได้เร็ว โดยพยายามให้การทำงานของโปรแกรมสามารถตอบสนองผู้ใช้ให้ได้รับความสะดวกในการทำงานให้มากที่สุด ด้วยการเตรียมโปรแกรมให้สามารถคลอบคลุมหน้าที่ซึ่งจำเป็นในกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมให้ครบได้แก่ ระบบติดต่อผู้ใช้ ระบบป้อนข้อมูล การวิเคราะห์และออกแบบตามทฤษฎีระบบควบคุม และ การจำลองผล

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้น ด้วยการเลือกเนื้อหาจากทฤษฎีควบคุม 3 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีควบคุมแบบคลาสสิก ทฤษฎีควบคุมสมัยใหม่ และทฤษฎีควบคุมแบบดิจิตัล สำหรับขอบเขตของระบบที่สนใจ จำกัดเฉพาะระบบเชิงเส้นที่ไม่แปรตามเวลา (Linear Time-invarient System) เท่านั้น สำหรับเทคนิคการวิเคราะห์และออกแบบที่เลือกใช้สามารถสรุปเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบ
2. การพิจารณาสถานะต่างๆของระบบ เช่น controllability, observability เป็นต้น
3. การจำลองผลตอบเชิงเวลา และเชิงความถี่
4. การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์สำหรับปรับตัวควบคุมแบบ PID
5. การออกแบบตัวควบคุมด้วยเทคนิคเชิงความถี่
6. การออกแบบระบบควบคุมแบบป้อนกลับ
7. การออกแบบ Observer

เนื่องจากจุดประสงค์อย่างหนึ่งของการพัฒนาโปรแกรมนี้คือ การใช้งานที่ง่ายและเรียนรู้ได้เร็ว การพัฒนาโปรแกรมนี้จึงยึดหลักให้ใช้งานบนสภาพแวดล้อมแบบกราฟฟิกของโปรแกรม Microsoft Windows สาเหตุที่เลือกพัฒนาบน Microsoft Windows สรุปเป็นหัวข้อใหญ่ได้ดังนี้

1. การสนับสนุนระบบติดต่อแบบพื้นฐานที่ใช้งานได้ง่าย เช่น ระบบสั่งงานแบบ Menu ระบบแสดงผลแบบหน้าต่าง เป็นต้น ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาสำหรับการพัฒนาระบบติดต่อขึ้นใหม่ทั้งหมด

2. โครงสร้างการทำงานของโปรแกรม Microsoft Windows มีประสิทธิภาพที่สูงและสามารถปรับให้เหมาะสมกับการทำงานได้อย่างดี เช่น การสนับสนุนการทำงานแบบ

Multitasking ทำให้สามารถใช้งานหลายโปรแกรมได้พร้อมกัน ระบบ Dynamic Link Library ซึ่งลดความซ้ำซ้อนของโปรแกรม เป็นต้น

3. โปรแกรม Microsoft Windows เป็นโปรแกรมสภาพแวดล้อมแบบกราฟฟิก ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมกันในปัจจุบัน และคาดว่ามีอนาคตอีกไกล ดังนั้นจึงสามารถยึดเป็นแนวทางการพัฒนาต่อไปในอนาคตได้อีกนาน

4. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถเรียกใช้ทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างเต็มที่ ทำให้สามารถรองรับการคำนวณที่ซับซ้อนได้ รวมไปถึงการแสดงผลที่มีประสิทธิภาพสูง

เนื่องจากเป้าหมายประการหนึ่งของการพัฒนาโปรแกรมในครั้งนี้ คือ การเตรียมแนวทางสำหรับการพัฒนาต่อไปในอนาคต จึงเลือกใช้ภาษา C++ ในการพัฒนาครั้งนี้ สำหรับภาษา C++ เป็นภาษาที่พัฒนาต่อจากภาษา C โดยการขยายความสามารถให้สนับสนุนการโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ (Object-oriented Programming) โดยภาษา C ซึ่งเป็นต้นแบบของภาษา C++ เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง โดยมีความสามารถในการโปรแกรมแบบโครงสร้าง สามารถสร้างโปรแกรมที่ทำงานได้เร็วและมีขนาดเล็ก รวมทั้งเป็นภาษาที่มีมาตรฐานสนับสนุน เมื่อพัฒนาต่อมาเป็นภาษา C++ จึงทำให้ภาษา C++ ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในปัจจุบัน โดยมีจุดเด่นที่สนับสนุนการโปรแกรมแบบเชิงวัตถุ ทำให้สามารถนำส่วนของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแล้วกลับมาใช้ใหม่ได้ การใช้ภาษา C++ จึงสามารถลดเวลาที่ใช้ในการพัฒนาในครั้งต่อไปได้ นอกจากนี้ภาษา C++ กำลังอยู่ในช่วงการพิจารณาเพื่อจัดทำมาตรฐานอยู่ ซึ่งเป็นหลักประกันว่าภาษา C++ จะมีการใช้งานต่อไปได้อีกนาน ทำให้ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

การนำโปรแกรมที่ได้จากการวิจัยนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุม จำเป็นต้องอาศัยส่วนประกอบคอมพิวเตอร์ ดังนี้

1. ใช้หน่วยประมวลผลกลางแบบ 386 ขึ้นไป โดยควรมีหน่วยประมวลผลช่วยทางคณิตศาสตร์
2. หน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ไม่ต่ำกว่า 2 MB
3. ขนาดเนื้อที่ว่างภายในฮาร์ดดิสค์ไม่ต่ำกว่า 1 MB
4. ติดตั้งโปรแกรม Microsoft Windows ตั้งแต่รุ่น 3.1 ขึ้นไป

สำหรับผู้ที่ต้องการนำต้นฉบับโปรแกรมไปแก้ไขในบางส่วน จำเป็นต้องมีโปรแกรมแปลภาษาซึ่งสนับสนุนร่างมาตรฐานของ ANSI C++ ได้แก่ Borland C++ รุ่น 4.5 ขึ้นไปในการแปลโปรแกรมที่แก้ไขแล้วให้ทำงานได้

สำหรับในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการนำเสนอหลักการของการทำงานในโปรแกรม พร้อมทั้งส่วนของอัลกอริทึมที่ใช้ในโปรแกรมทั้งหมด โดยเนื้อหาในบทที่ 2 เป็นหลักการทำงานของส่วนต่างๆและโครงสร้างข้อมูลในโปรแกรม บทที่ 3 เป็นรายละเอียดของเทคนิคและอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณ บทที่ 4 เป็นการแสดงการประยุกต์โปรแกรม ในกรณี

ตัวอย่าง บทที่ 5 เป็นสรุปผลของการพัฒนา รวมทั้งข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาในรุ่นต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สำหรับโปรแกรมที่ได้จากการพัฒนาในครั้งนี้ สามารถกล่าวโดยสรุปถึงประโยชน์ได้ดังนี้

1. ใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาเกี่ยวกับระบบควบคุม
2. ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการทำวิจัยเกี่ยวกับระบบควบคุม
3. เป็นการกำหนดแนวทางที่แน่นอนสำหรับการพัฒนาต่อไปในอนาคต
4. ในระหว่างการพัฒนาโปรแกรมนี้ ได้รวบรวมเทคนิคและอัลกอริทึมในการคำนวณที่เกี่ยวกับระบบควบคุมไว้ค่อนข้างมาก ซึ่งคงเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาในอนาคต