ส่วนที่ 2 **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์**

โครงการวิจัยทุนอุดหนุนวิจัย มก. ปีงบประมาณ 2554

โครงการวิจัยรหัส ว-ท(ด) 76.54

การออกแบบระบบควบคุมฝังตัวสำหรับกระบวนการเคมีที่มีความไม่แน่นอนและเกิดการตอบสนองผกผัน

Development of Embedded Controller for Uncertain Chemical Process with Inverse Response

(1) ดร.ชนินทร์ ปัญจพรผล, (2) อิสร์รัชช์ ขจรรุ่งศิลป์

(1) Dr. Chanin Panjapornpon, (2) Issarush Kajornrungsilp

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอวิธีการใหม่ในการสร้างตัวควบคุม approximate input-output (I/O) linearization แบบฝังตัวโดยใช้เทคนิคการประมาณด้วยอนุกรมเทเลอร์ สำหรับควบคุมกระบวนการเคมีที่มีความไม่แน่นอนรบกวนระบบ และเกิดการตอบสนองผกผัน โดยระบบควบคุมที่สร้างขึ้นมีการใช้ตัวประมาณค่าตัวแปรสภาวะแบบวงเปิดเพื่อประมาณค่าตัวแปรสถานะที่ไม่สามารถวัดค่าได้ และและใช้ตัวชดเชยค่าความผิดพลาดเพื่อชดเชยค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากเซ็นเซอร์ตรวจวัด ระบบควบคุมที่สร้างขึ้นอยู่ในรูปแบบสมการอย่างง่ายซึ่งทำให้สะดวกต่อการบรรจุอัลกอริทึมระบบควบคุมลงสู่อุปกรณ์ควบคุมฝังตัวชนิด FPGA โดยประสิทธิภาพของตัวควบคุมอิงแบบจำลองฝังตัวได้ถูกทดสอบการควบคุมในสภาวะแบบทันทีกับชุดอุปกรณ์ซึ่งจำลองกระบวนการที่เกิดการตอบสนองผกผัน โดยผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการควบคุมกระบวนการ ทั้งการทดสอบเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายและการทดสอบการรบกวนกระบวนการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่าตัวควบคุมแบบ Proportional-Integral

คำสำคัญ: การควบคุมแบบฝังตัว, การควบคุมอิงแบบจำลอง, เฟสไม่ต่ำสุด, การตอบสนองผกผัน, ความไม่แน่นอนของกระบวนการ, การควบคุมในสภาวะแบบทันที

ABSTRACT

This work presented a new approach to formulate an embedded approximate input/output (I/O) linearization controller by using Taylor series expansion for uncertain, non-minimum phase processes. In the developed control system, an open-loop state observer is used to estimate unmeasured state variables and a compensator is used to compensate process mismatch from sensor measurements. The control algorithm of developed control system presents in a simple equations, which is more applicable to embed into FPGA control hardware. The performance of the embedded model-based controller is illustrated through real-time control of equipment that can simulate a mock-up process exhibiting non-minimum phase behavior. The results show that the proposed controller provides better performances of set-point tracking and output disturbance rejection than those of the proportional-integral controller.

Keywords: Embedded control, Model-based control, Non-minimum phase, Inverse response, Process uncertainty, Real-time control

---

(1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(1) Assistant Professor, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University

(2) นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) Master Student, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University