บทคัดย่อ

ตัวควบคุมที่ออกแบบโดยเทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้ (H_∞ loop shaping) นั้น โครงสร้างซับซ้อนและลำดับสูง ทำให้ยากต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงนำเสนอเทคนิคตัวควบคุมกำหนดโครงสร้างได้ด้วยเทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้โดยหลักการวิธีเชิงพันธุกรรมเพื่อออกแบบระบบควบคุมแบบคงทน หลักการวิธีเชิงพันธุกรรมสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการออกแบบตัวควบคุมกำหนดโครงสร้างได้ โดยสมรรถนะและเงื่อนไขของเสถียรภาพความคงทนของระบบที่ออกแบบที่สอดคล้องกับเทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้มาใช้เป็นฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์(objective function) ในปัญหาการเหมาะสมที่สุด ตัวควบคุมที่ออกแบบขึ้นจะมีลำดับต่ำ โครงสร้างไม่ซับซ้อนและยังคงได้ตามข้อกำหนดสมรรถนะและความคงทน นอกจากนี้ ในงานวิจัยนี้ยังนำเสนอการใช้ GA มาออกแบบฟังก์ชั่นชดเชยซึ่งปกติจะออกแบบได้ยาก ด้วยเทคนิคดังกล่าวทำให้ความต้องการเชิงสมรรถนะเชิงเวลาและความถี่ได้ตามต้องการและค่าสูงสุดของส่วนเผื่อเสถียรภาพได้สูงสุด ในการขยายตัวควบคุมให้เป็นตัวควบคุมไม่เป็นเชิงเส้นสามารถทำได้โดยเทคนิคฟัซซี่ ระบบที่ออกแบบขึ้นทดสอบกับหุ่นยนต์ 4 แกนที่ประกอบด้วย prismatic joints 3 ชุด และ revolute joint 1 ข้อต่อ ผลการจำลองการทำงานแสดงให้เห็นว่าสมรรถนะและความคงทนของตัวควบคุมที่ออกแบบจะใกล้เคียงกับเทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้ ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของเทคนิคที่นำเสนอ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทดลองกับระบบอื่นๆทั้ง SISO และ MIMO เพื่อยืนยันการใช้งานได้ของเทคนิคที่นำเสนอนี้ ท้ายสุด PSO ได้ถูกนำมาใช้แทน GA ในบางระบบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการหาคำตอบ

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อนำเสนอวิธีการใหม่ในการออกแบบตัวควบคุมไม่เป็นเชิงเส้น ที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อน และสามารถรับประกันความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์และตัวรบกวน ในระบบไม่เป็นเชิงเส้นสูงได้
2. เพื่อนำเสนอวิธีการใหม่ที่รวมเอาข้อดีของเทคนิค หลักการเชิงตรรกะแบบฟัซซี่ เทคนิคการจัดสัณฐานวงรอบแบบ H_∞ (H_∞ loop shaping) และขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เพื่อให้สามารถกำหนดโครงสร้างของชุดควบคุมได้ ดังนั้น ชุดควบคุมจึงสามารถนำไปใช้งานได้จริง
3. เพื่อประยุกต์ใช้งานจริงกับระบบที่มีความไม่เป็นเชิงเส้นสูง ทั้ง SISO และ MIMO เพื่อให้เห็นแนวทางการนำไปใช้ได้จริง ในอุตสาหกรรม
4. เพื่อพัฒนานวัตกรรมการขับเคลื่อนระบบขับเคลื่อนหุ่นยนต์แขนกลด้วยลม ให้มีสมรรถนะมากกว่าเดิมทำให้เกิดการนำไปใช้งานเพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมทั่วไป
5. เพื่อก่อให้เกิดความร่วมมือในการทำวิจัยระหว่างนักวิจัยที่ปรึกษากับอาจารย์รุ่นใหม่

210451

Abstract

Being complex and high-order, robust controllers designed by H_∞ loop shaping are difficult to implement in practice. To overcome this problem, we propose the algorithms, *Genetic Algorithm (GA) based fixed-structure H_∞ loop shaping control*, to design a robust controller. GA can be used to solve the H_∞ loop shaping design problem under a structure-specified controller. The performance and robust stability conditions of the designed system satisfying the H_∞ loop shaping are formulated as the objective function in the optimization problem. The designed controller contains simple structure with lower order and still retains the robustness and performance specification. Additionally, in this research, the performance weighting function, which is normally difficult to obtain, is determined by using GA. The requirements in terms of time domain specifications are utilized in order to get the optimal weighting parameters; thus, highest optimal stability margin is achieved. To extend the proposed controller for being a nonlinear controller, fuzzy system is applied. The proposed control system is implemented on a pneumatically driven robot arm which consists of 3 prismatic joints and one revolute joint. Simulation results show that the robustness and performance of the proposed controller are almost identical to those of the controller designed by H_∞ loop shaping method. Experimental results verify the effectiveness of the proposed technique. Moreover, the proposed technique is adopted to control other control systems (both SISO and MIMO systems) to verify the consistency of the proposed controller. Finally, Particle Swarm Optimization (PSO) is adopted to find the optimal controller parameters and the results are compared with those of GA.