

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการควบคุมแบบอิมพีแดนซ์กับแขนกลยืดหดกับโครงสร้างยืดหยุ่น เพื่อศึกษาถึงพฤติกรรมของระบบเมื่อทำการปรับพารามิเตอร์ของตัวควบคุม ในการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์สมการการเคลื่อนที่ สมการควบคุม และพฤติกรรมของระบบ โดยการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ และได้ทำการทดสอบตัวควบคุมกับแขนกลทดสอบที่สร้างขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์สมรรถนะและเสถียรภาพของระบบเมื่อถูกควบคุมโดยตัวควบคุมแบบอิมพีแดนซ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับตัวแปรอิมพีแดนซ์ M_d , B_d และ K_d ในการศึกษาได้เลือกค่าตัวแปร M_d , B_d และ K_d ที่ทำให้ระบบมีเสถียรภาพสำหรับแขนกลทั่วไปที่มีฐานมั่นคง แล้วทดสอบดูประสิทธิภาพเมื่อนำมาใช้กับแขนกลที่มีฐานเป็นโครงสร้างยืดหยุ่น จากการศึกษาพบว่า การเลือกค่าของตัวแปรอิมพีแดนซ์ดังกล่าว ไม่สามารถรับประกันได้ว่าระบบจะมีเสถียรภาพเสมอไป ในแง่ของสมรรถนะ หากกำหนดให้ค่าความถี่ออกแบบ ω_d มากขึ้น ระบบจะเข้าสู่ตำแหน่งที่กำหนดเร็วขึ้น

ในการศึกษานี้ยังได้มีการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบเมื่อมีการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมซึ่งมีรูปแบบเป็นสปริงยืดหดปลายแขนกล พบว่า สัดส่วนของความถี่จริงต่อตัวแปร M_d และการเลือกค่าตัวแปร K_d และมวลฐาน มีผลต่อเสถียรภาพของระบบเมื่อแขนกลสัมผัสพื้นผิว โดยระบบที่มีขนาดหรือมวลแขนกล (M_b) มีค่ามากควรเลือกค่าตัวแปร M_d ให้มีค่าน้อย การเพิ่มค่าตัวแปร K_d และมวลฐาน M_b ทำให้ช่วงของความถี่เสถียรภาพกว้างมากขึ้น

ในส่วนท้ายของงานวิจัย กล่าวถึง ตัวควบคุมอิมพีแดนซ์โดยคำนึงถึงฐานยืดหยุ่นเปรียบเทียบกับตัวควบคุมอิมพีแดนซ์ของแขนกลทั่วไป พบว่า การเพิ่มสมรรถนะของตัวควบคุมสามารถทำได้โดยพิจารณาจาก State ของฐานโครงสร้างยืดหยุ่น ซึ่งทำให้ช่วงความถี่เสถียรภาพเมื่อแขนกลสัมผัสพื้นผิวกว้างขึ้น

This research presents an investigation on impedance control for flexible structure mounted manipulator (FSMM) in order to study the effects of control parameters on the behavior of the closed-loop system. In this study, system equations of motion under impedance control were derived. The system behavior was studied via computer simulation and the results were confirmed with the experiment on a robot prototype.

The performance and stability of the system under impedance control which were affected by the impedance parameters M_d , B_d and K_d were analyzed. The impedance parameters were chosen according to stability criteria for rigid manipulator with rigid base and the behavior of this controller as applied to FSMM was observed. It was shown that the chosen impedance parameters did not guarantee stability for FSMM. In terms of performance, it was shown that by increasing ω_d , the desired natural frequency, the tracking time is decreased.

In the stability analysis, a 1 DOF FSMM under contact with the environment was modeled. From the result of the simulation, it can be concluded that the ratio between the actual robot inertia and M_d , the parameter K_d , and the mass of the base, M_a , have effect on system stability. Specifically, 1) for the robot with large mass, the selection of M_d should be small; 2) Increasing K_d or the mass of base, M_a , can help extend the stability range.

Finally, this research proposes an impedance controller which takes into account the states of the base. As compared to the typical impedance controller, the new controller provides larger area of stability over the values of design parameters.