

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การสืบเสาะเกี่ยวกับการควบคุมแบบอิมพีแดนซ์สำหรับ  
แขนกลยึดติดกับ โครงสร้างยืดหยุ่น

ผู้เขียน

นายฉานสิทธิ์ ขอดพฤติการณ์

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร. ชีระพงษ์ ว่องรัตนะไพศาล

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการควบคุมแบบอิมพีแดนซ์กับแขนกลยึดติดกับ โครงสร้างยืดหยุ่น 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  $\omega_d$  มากขึ้น ระบบจะเข้าสู่ตำแหน่งที่กำหนดเร็วขึ้น

ในการศึกษานี้ยังได้มีการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบเมื่อมีการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมซึ่งมีรูปแบบเป็นสปริงยึดติดปลายแขนกล พบว่า สัดส่วนของความถี่จริงต่อตัวแปร  $M_d$  และการเลือกค่าตัวแปร  $K_d$  และมวลฐาน มีผลต่อเสถียรภาพของระบบเมื่อแขนกลสัมผัสพื้นผิว โดยระบบที่มีขนาด

หรือมวลแกนกล ( $M_d$ ) มีค่ามากควรเลือกค่าตัวแปร  $M_d$  ให้มีค่าน้อย การเพิ่มค่าตัวแปร  $K_d$  และมวลฐาน  $M_b$  ทำให้ช่วงของความมีเสถียรภาพกว้างมากขึ้น

ในส่วนท้ายของงานวิจัย กล่าวถึง ตัวควบคุมอิมพีแดนซ์โดยคำนึงถึงฐานยึดหยุ่นเปรียบเทียบกับตัวควบคุมอิมพีแดนซ์ของแกนกลทั่วไป พบว่า การเพิ่มสมรรถนะของตัวควบคุมสามารถทำได้โดยพิจารณารวม State ของฐานโครงสร้างยึดหยุ่น ซึ่งทำให้ช่วงความมีเสถียรภาพเมื่อแกนกลสัมผัสพื้นผิวกว้างขึ้น



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

<b>Thesis Title</b>	Investigation on Impedance Control for Flexible Structure Mounted Manipulator
<b>Author</b>	Mr. Chansith Yodpruedtikarn
<b>Degree</b>	Master of Engineering (Mechanical Engineering)
<b>Thesis Advisory</b>	Asst. Prof. Theeraphong Wongratanaphisan

### ABSTRACT

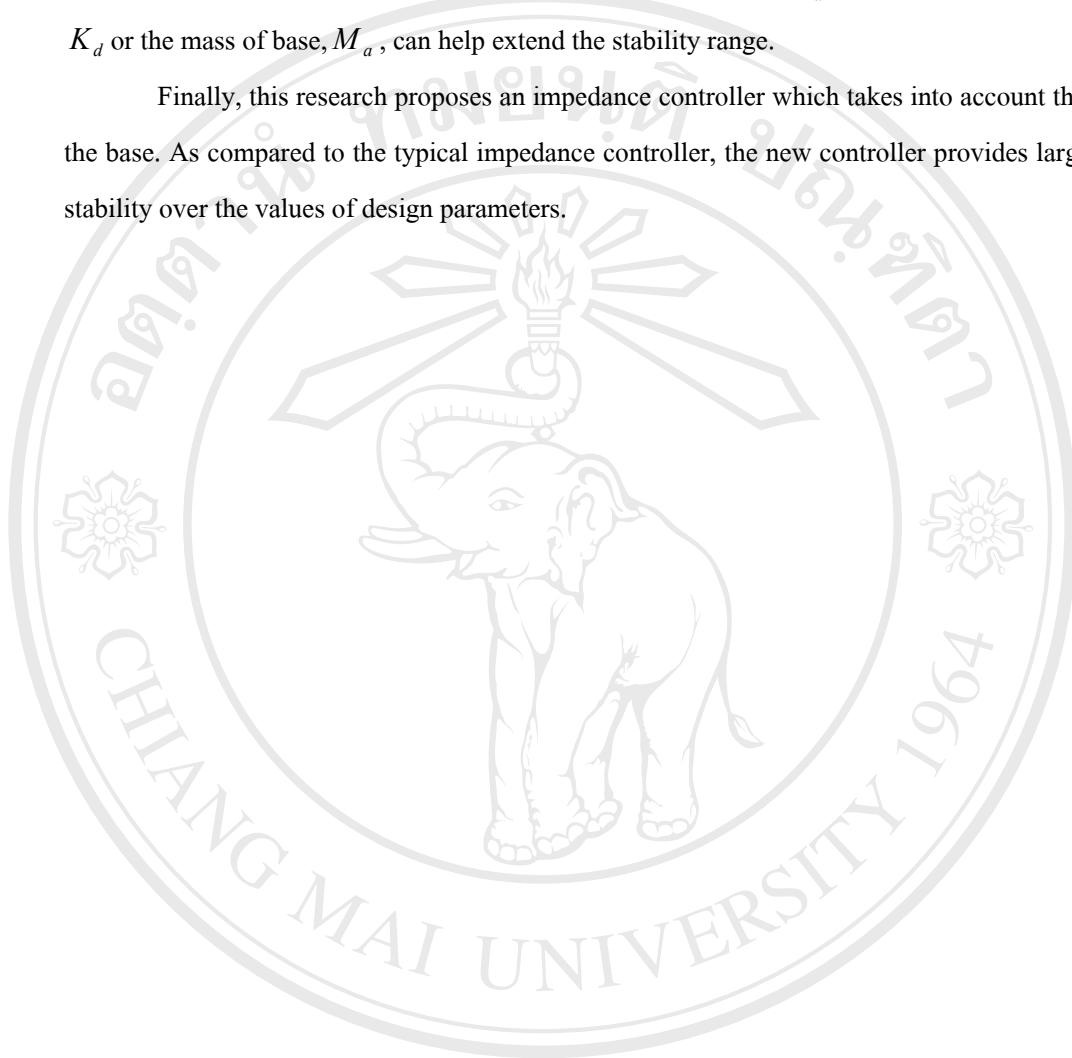
This research presents an investigation on impedance control for flexible structure mounted manipulator (FSMM) in order to study the effects of control parameters on the behavior of the closed-loop system. In this study, system equations of motion under impedance control were derived. The system behavior 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  $\omega_d$ , 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.



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved