การควบคุมแรงของแขนกลยึดติดโครงสร้างยืดหยุ่น

ธีระพงษ์ ว่องรัตนะไพศาล
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาการควบคุมแรงของแขนกลยึดติดกับฐานที่เป็นโครงสร้างยืดหยุ่นในขณะมีการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม ระบบแขนกลนี้มีความยุ่งยากในการควบคุมเนื่องมาจากความยืดหยุ่นของฐาน และความยุ่งยากนี้อาจเพิ่มมากขึ้นอีกเมื่อปลายของแขนกลสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมเนื่องจากระบบอาจสูญเสียเสถียรภาพ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการควบคุมแบบอิมพีแดนซ์ (impedance control) 2 ชนิดคือ ชนิดที่อ้างอิงกับแรง (force-based) และ ชนิดที่อ้างอิงกับตำแหน่ง (position-based) โดยสิ่งแวดล้อมที่มีการสัมผัสกับแขนกลถูกสมมุติให้ไม่มีการเคลื่อนไหว (static) พื้นฐานของการวิเคราะห์มาจากการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการสัมผัสแบบ 1 มิติตามแนวตั้งฉากพื้นผิวสัมผัส จากนั้นตัวควบคุมแบบ robust ถูกแบบโดยอ้างอิงกับเกณฑ์เสถียรภาพแบบ Nyquist ซึ่งตัวควบคุมนี้สามารถรักษาเสถียรภาพของระบบได้ตลอดทุกค่าความยืดหยุ่นของสิ่งแวดล้อม เพื่อทดสอบการทำงานของตัวควบคุมที่ได้ออกแบบ แขนกลจำลองขนาดเล็กแบบ 2 องศาอิสระได้ถูกสร้างขึ้น และจากการทดสอบ ผลการทดลองบ่งชี้ให้เห็นถึงความสามารถในการรักษาเสถียรภาพของระบบเมื่อควบคุมด้วยตัวควบคุมแบบ robust

คำสำคัญ Flexible Structure Mounted Manipulator, Robot, Manipulator, Force Control, Contact Problem, Robust Control, Impedance Control

Force Control of a Flexible Structure Mounted Manipulator

Theeraphong Wongratanaphisan

Department of Mechanical Engineering, Chiang Mai University

Abstract

This research investigates force control techniques for flexible structure mounted manipulators (FSMM) in contact tasks. The FSMM suffers from the dynamic complexity due to the flexibility of the structure that the manipulator is mounted to. These complications can get worse when the end-effector of the manipulator is in contact with environment because instability can occur. Here, two types of impedance control, force-based and position-based, for FSMM are investigated. The environment is assumed to be static. The analysis was carried out by deriving a one-dimensional contact model along the normal direction of the environment surface. Robust controllers were designed based on Nyquist stability criteria so that when in contact with static environment the system remains stable for all possible environment stiffnesses. In order to test the controllers, a 2-DOF lab-scale FSMM has been constructed. Experiments have been performed and the results show that the robust controllers can resolve the stability problems that occur under some conditions when non-robust controllers are used.

Keywords Flexible Structure Mounted Manipulator, Robot, Manipulator, Force Control, Contact Problem, Robust Control, Impedance Control