ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การควบคุมแบบอะแดพทีพสำหรับหุ่นยนต์หลานก้านที่ขับเคลื่อนด้วยกล้ามเนื้อประดิษฐ์ระบบนิวเมติกส์

ผู้เขียน นายธราพงษ์ กาญจนปาริชาติ

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร. ระดม พงษ์วุฒิธรรม

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ กล้ามเนื้อประดิษฐ์ระบบนิวเมติกส์ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในทางปฏิบัติอย่างหลากหลาย เนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน มีน้ำหนักเบา มีความยืดหยุ่น และให้กำลังงานและแรงสูงเมื่อเทียบกับน้ำหนัก แต่การควบคุมระบบทางกลต่างๆ ที่ขับเคลื่อนด้วยกล้ามเนื้อประดิษฐ์ยังประสบปัญหา เพราะว่าตัวแปรทางกายภาพที่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อประดิษฐ์มีความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้น และยังเปลี่ยนแปลงตามเวลาซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการเสื่อมสภาพของวัสดุของกล้ามเนื้อประดิษฐ์เมื่อมีการใช้งานติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน การควบคุมแบบอะแดพทีพจึงมีความเหมาะสมสำหรับการควบคุมกล้ามเนื้อประดิษฐ์ เนื่องจากสามารถออกแบบให้ตัวควบคุมเป็นอิสระจากตัวแปรทางกายภาพของระบบทุกตัวและตัวควบคุมแบบอะแดพทีพยังสามารถปรับเปลี่ยนค่าตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางกายภาพของระบบได้

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการควบคุมแบบอะแดพทีพสำหรับหุ่นยนต์หลายก้านที่ขับเคลื่อนด้วยกล้ามเนื้อประดิษฐ์ฯ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานกับการควบคุมหุ่นยนต์หรือระบบทางกลต่างๆ ที่ชนิดของข้อต่อเป็นแบบหมุน และขับข้อต่อด้วยตัวขับเคลื่อนแบบกล้ามเนื้อประดิษฐ์ฯ โดยตัวขับเคลื่อนนี้มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อประดิษฐ์ 2 กลุ่มที่ออกแรงต่อต้านกัน เพื่อจำลองการทำงานของกล้ามเนื้อมนุษย์ ได้แก่ กลุ่มกล้ามเนื้อไบเซพกับไตรเซพ ที่ค่าสัมประสิทธิ์ของกล้ามเนื้อไม่เหมือนกัน

แผนการควบคุมแบบอะแดพทีพถูกออกแบบภายใต้เงื่อนไขที่ตัวแปรทางกายภาพทุกตัวของระบบ (เช่น มวลหรือแรงที่กระทำที่จุดปลาย, สัมประสิทธิ์ของกล้ามเนื้อประดิษฐ์, ความยาว และโมเมนต์ความเฉื่อย เป็นต้น) และค่าขอบเขตของทั้งสัญญาณอ้างอิงและอนุพันธ์ของสัญญาณอ้างอิงไม่ทราบค่า จากเงื่อนไขดังกล่าว เราสามารถแก้ไขปัญหาของระบบวงปิดซึ่งสามารถบังคับให้มุมแต่ละข้อต่อเคลื่อนที่ตามสัญญาณอ้างอิง C^1 และความผิดพลาดรวมของมุมข้อต่อจะไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดหลังจากค่าเวลาจำกัดค่าหนึ่ง จากการจำลองการเคลื่อนที่ของแขนกลหนึ่งก้านและสองก้านที่ขับเคลื่อนด้วยกล้ามเนื้อประดิษฐ์ฯ ภายใต้ตัวควบคุมแบบอะแดพทีพตามแผนการควบคุมที่พัฒนาขึ้น ตัวควบคุมสามารถบังคับให้มุมแต่ละข้อต่อเคลื่อนที่ตามสัญญาณอ้างอิงที่กำหนด และตัวควบคุมยังทนต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางกายภาพของระบบและทนต่อการเปลี่ยนมวลหรือแรงที่กระทำที่จุดปลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Adaptive Control for Multi-Link Robots Actuated by Pneumatic Muscles

Author Mr. Tarapong Karnjanaparichat

Degree Master of Engineering (Mechanical Engineering)

Thesis Advisor Dr. Radom Pongvuthithum

ABSTRACT

Presently artificial pneumatic muscles are used in various applications due to their simple construction, lightweight, compliant and high power/force to weight ratio. However, controls of various mechanical systems actuated by pneumatic muscles are facing various problems. The parameters of the muscles are nonlinear and time varying due to temperature changing and the deterioration of the pneumatic muscle materials when the muscles are used for an extended period of time. Therefore, adaptive control is suitable to solve control problems for the pneumatic muscles since it can be designed to be independent of all system parameters and be able to adapt to certain changes of the system parameters.

In this research, we study the problem of adaptive position tracking for a multi-link robot driven by two opposing pneumatic muscle groups. The two muscle groups are arranged to simulate the physiological model of the bicep-tricep system. However, the proposed control design can be applied to any revolute joint robots and machines actuated by pneumatic muscles.

An adaptive control scheme is designed under the conditions that all physical parameters of the systems (such as load at the end of the robot, the pneumatic muscle coefficients, the lengths, the moments of inertia and etc.) and the bound of reference signal and its derivative are unknown. Under these conditions, we can prove that closed-loop trajectories of all of the joint angles can follow any C^1 signals and the angle errors

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

will be within a prescribed error in a finite time. Simulations of both the one-link and the two-link robot arm actuated by the pneumatic muscles are presented to demonstrate the robustness of our adaptive controller under serve changes of the system parameters and load variation.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved