پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد: مهری علی ابادی، ۱۳۹۷

کنترل هوشمند و کلاسیک ربات توانبخشی به روش PID مقاوم و فازی

توانبخشی بیماران با صدمات عصبی و نخاعی با هدف بهبود انعطاف پذیری مغزی و پیشرفت عملکرد بیمار انجام می گیرد. از این رو حرکات تکرارشونده برای تقویت ماهیچه ها، نقش عمده ای در هماهنگ سازی حرکات بدن ایفا می نماید. عملکرد ربات های توانبخشی به دلیل تعامل مستقیم با انسان در حین حرکت های درمانی، نیازمند استانداردهای بالایی در ایمنی و قابلیت اعتماد می باشد. برای تنظیم نیروهای تعاملی بین ماهیچه های انسان و بازوهای ربات و تضمین عملکرد ایمن و تکرارپذیر، روش های کنترلی گوناگونی تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از ساده ترین بازوهای ربات ، بازوی مکانیکی ماهر دو درجه آزادی است که کارکرد آن، پایه و اساس عملکرد سایر بازوها محسوب می شود. در این پژوهش، ابتدا مدل دینامیکی و فضای حالت ربات توانبخشی با استفاده از تحلیل لاگرانژین به دست می آید. به دلیل دینامیک غیرخطی کنترل بازوی ربات دو درجه آزادی با چالش هایی مواجه است. کنترل کننده های حلقه بسته برای هر یک از مفاصل ربات طراحی می شود. با توجه به سادگی و کم هزینه بودن در قدم اول از کنترل کننده PID استفاده می شود. اما در حضور سیگنال اغتشاش عملکرد آن به شدت دچار افت می گردد. در ادامه با افزودن بخش مقاوم به کنترل PID ، اثرات نامطلوب عملکرد در حضور اغتشاش حذف می شود و رفتار سیستم در دنبال کردن ورودی مرجع، هموار و دقیق می گردد. در ادامه، کنترل کننده های فازی ممدانی و سوگنو که شامل دو ورودی به نام های خطا و مشتق خطا، و یک خروجی با ماهیت گشتاور می باشند طراحی می شوند. در نهایت کنترل کننده فازی هیبرید به این صورت که مفصل اول ربات با استفاده از کنترل PID مقاوم، و مفصل دوم با استفاده از کنترل فازی ممدانی طراحی می شود. مقایسه روش های کنترل نشان می دهد که کنترل کننده فازی ممدانی در هر دو محور، کم تنش ترین و محدودترین گشتاور را برای موتورهای مفاصل فراهم کرده است. بیشترین دقت نقطه کار متعلق به کنترل کننده PID مقاوم و کنترل فازی هیبرید می باشد. در کنترل کننده های فازی مقدار اندکی خطای حالت ماندگار در موقعیت زاویه ای مفاصل وجود دارد که این عدم دقت در روش سوگنو محسوس تر است. و در نهایت کنترل سوگنو بیشترین سرعت و بیشترین گشتاور را نشان می دهد

کلیدواژه‌ها: ممدانی- سوگنو-فاضی -PID-لاگرانژین

شماره‌ی پایان‌نامه: ۱۲۷۴۰۶۳۲۹۶۲۰۰۱
تاریخ دفاع: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵
رشته‌ی تحصیلی: مهندسی مکاترونیک
دانشکده: فنی و مهندسی
استاد راهنما: دکتر جواد مشایخی‌فرد

استاد مشاور: مهندس علی پاکیزه‌مقدم

M.A. Thesis:

Intelligent and classic Control of Rehabilitation Robot with Robust PID and Fuzzy Methods

Rehabilitation robotics are very popular with people who have suffered a stroke because the neuromuscular facilitation method is applied. The robot would be able to carry out exercises a therapist would carry out but the robot will do some exercises that are not so easy to be carried out by a human being. The control object is two degree of freedom robot manipulator. The dynamical model and rehabilitation robot state space of a manipulator must be studied first, and then the controllers also need to be designed and implemented in the mechanical manipulator system. Proportional Integral Derivative (PID) controller may be the most widely used controller in the industrial and commercial applications for the early decades. Due to its simplicity of designing and implementation, so the first attempt is to apply PID control. Conventional controllers are not always able to provide good and accurate results in the presence of disturbance. Robust PID and Fuzzy controller in nonlinear systems with uncertainty and disturbance are smoothly and accurate results. Mamdani and sugeno fuzzy controllers include two inputs and single output. Error and Change in Error are inputs and Torque is output. In Hybrid Fuzzy controller the robot's first joint is designed with Robust PID controller, and in second joint using Mamdani fuzzy controller. Simulation results using MATLAB are demonstrated that sugeno fuzzy controller has maximum torque and highest speed joint in terms of transient response. In Steady state response, both robust PID and hybrid FLC manage to converge to the desired output. In fuzzy controllers, there is a slight degree of steady-state error in the angular position of the joints. The Mamdani fuzzy controller in both axes provides the least torque for joints