دانشکده مهندسی برق

پایان‌نامه کارشناسی رشته مهندسی برق

گرایش کنترل

بازوی رباتیک ۴ درجه آزادی با نیروی کنترل شده عملگر نهایی

دانشجو:

علی محمد آرش

استاد راهنما:

دکتر صالح مبین

تابستان ۱۳۹۸

تقدیم

ماحصل آموخته‌هایم را تقدیم می‌کنم به آنان که مهر آسمانی‌شان آرام‌بخش آلام زمینی‌ام است. به استوارترین تکیه‌گاهم، دستان پرمهر پدرم، به سبزترین نگاه زندگی‌ام، چشمان سبز مادرم، که هرچه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هرچه بکوشم قطره‌هایی از دریای بی‌کران مهربانی‌تان را سپاس نتوانم بگویم. امروز هستی‌ام به امید شماست و فردا کلید باغ بهشتم رضای شما. گران‌سنگ‌تر از این ارزان نداشتم تا به خاک پایتان نثار کنم، باشد که حاصل تلاشم، نسیم‌گونه غبار خستگی‌تان را بزداید.

بوسه بر دستان پرمهرتان.

تشکر و قدردانی

نخستین سپاس و ستایش از آن خداوندی است که بنده کوچکش را در دریای بی‌کران علم و اندیشه، قطره‌ای ساخت تا وسعت آن را از دریچه آموزگارانی بزرگ به تماشا بنشیند. لذا اکنون که در سایه این بنده‌نوازی خداوند این پایان‌نامه به اتمام رسیده است، بر خود لازم می‌دانم تا مراتب سپاس را از استاد عالی‌قدر آقای دکتر صالح مبین اعلام دارم.

چکیده

رباتیک، از حوزه های مهم کارشناسی برق-کنترل می‌باشد که فراگیری عمیق مفاهیم مربوط به این حوزه اهمیت بالایی در رشته‌های مهندسی دارد. با توجه به ویژگی‌های مباحث کنترل، تجربه استفاده عملی از سیستم های کنترلی می‌تواند سبب ترغیب بیش تر دانشجویان به این زمینه شود، بدین جهت در این پایان‌نامه، بررسی انواع بازو های رباتیک، طراحی و ساخت یک ربات چهار درجه آزادی با هدف آموزشی و تا حدودی عملیاتی در دستور کار قرار گرفته است. کنترل موقعیت بازو و مغدار اعمال نیروی عملگر نهایی، هدف کنترلی در این سیستم می‌باشد.

در این سیستم، موقعیت سروو موتور ها اعمال شده و توسط انکودر موقعیت مورد نظر به سیستم کنترل فیدبک می‌شود همچنین با یک لودسل میزان اعمال نیرو عملگر نهایی کنترل می شود. در این پایان‌نامه ابتدا به طراحی و ساخت این سیستم پرداخته شده و سپس کنترل موقعیت سروو موتور ها مطرح شده است و از کنترل‌کننده دیجیتال تناسبی-انتگرالی جهت کنترل سیستم استفاده شده است. برای پیاده‌سازی این سیستم کنترلی از بورد آردوینوuno استفاده شده که به کامپیوتر متصل شده است.

کلید واژه: بازو رباتیک ۴ درجه آزادی ، کنترل‌کننده ، سنجش نیرو، بازو رباتیک

فهرست مطالب

عنوان

فصل ۱- مقدمه ۳

۱-۱- شرح موضوع ۴

۱-۲- کنترل با سینماتیک مستقیم و معکوس ۴

۱-۳- کنترل عملگر نهایی ۶

فصل ۲- بررسی بازوهای رباتیک ۷

۲-۱- تعریف ربات ۸

۲-۲- دسته بندی ربات ها ۸

۲-۳- اجزاء اصلی یک ربات ۱۱

۲-۴- طبقه بندی ربات ها ۱۷

۲-۵- مشخصات ربات ها ۳۲

فصل ۳- معرفی اجزای ربات ساخته شده ۳۵

۳-۱- نمای کلی ربات ۳۶

۳-۲- سروو موتور mg996r ۳۶

۳-۳- برد آردوینو انو ۳۷

3-4- سنسور FSR 409 ..... ۴۸

3-5- ریموت کنترل مادون قرمز ۴۹

3-6- آداپتور ۵۰

۳-۷- بدنه ۵۰
۳-۸- سریال مانیتور آردوینو ۵۰
فصل ۴- روند کار بازو رباتیک ۵۱
۴-۱- به صورت دستی ۵۲
۴-۲- کار با ریموت کنترل(اتوماتیک) ۵۲
۴-۳- کار با سریال مانیتور آردوینو (اتوماتیک) ۵۴
فصل 5- کد سریال مانیتور برای کنترل ربات ۵۵
کد برنامه: ۵۶
فصل 6- آینده بازو های رباتیک ۶۳
۶-۱- استفاده از بازو های رباتیک در جوامع ۶۴
۶-۲- آینده ی بازوهای رباتیک غیر صنعتی ۶۸
۶-۳- آینده ی بازوهای رباتیک صنعتی ۶۸
فصل۷- نتیجه گیری ۷۰
۷-۱- هدف از انجام این پروژه ۷۱
۷-۲- نتیجه گیری ۷۳
۸- منابع و مراجع ۷۴

فصل ۱- مقدمه

۱-۱- شرح موضوع

درکنارکنترل درست موقعیت قرار گیری بازوی رباتیک، اهمیتی در عملگر نهایی وجود دارد. به عنوان مثال، چگونه می توان تخم مرغ را بدون شکستن جا به جا نمود؟ در این پایان نامه هم به کنترل موقعیت بازوی رباتیک ۴ درجه آزادی و هم به کیفیت کنترل عملگر نهایی خواهم پرداخت.

۱-۲- کنترل با سینماتیک مستقیم و معکوس

سینماتیک مستقیم و معکوس

سینماتیک شاخه ای از مکانیک است که به توصیف حرکت اجسام و مایعات بدون در نظر گرفتن نیروهای تولیدکننده حرکت می پردازد. سینماتیک مستقیم و معکوس در رباتیک به بررسی موقعیت اندفکتور و تغییرات آن نسبت به تغییرات زوایای مفاصل می پردازد. هنگام بررسی مکانیزم های مفصل دار همانند انواع ربات ها، علم سینماتیک به تحلیل هر یک از رابطهای ربات نسبت به یک چهارچوب مرجع سروکار دارد و شامل موارد زیر است:

۱. توصیفی تحلیلی از حرکت نسبت به زمان؛

۲. رابطه‌ای غیرخطی مابین موقعیت و جهت‌گیری مجری نهایی و پیکربندی ربات.

حال آنکه هنگام بررسی و تحلیل سینماتیکی ربات ها با دو مسئله روبرو هستیم:

۱. مسئله سینماتیک مستقیم

۲. مسئله سینماتیک معکوس

در سینماتیک مستقیم و معکوس موقعیت یابی ربات حائز اهمیت است. هدف از سینماتیک مستقیم، بدست آوردن موقعیت و جهت گیری مجری نهایی با توجه به پیکربندی رابط های میانی ربات است. اما هدف از سینماتیک معکوس، بدست آوردن موقعیت و جهت‌گیری رابطهای میانی ربات با توجه به موقعیت و جهت‌گیری مجری نهایی است. برای توصیف موقعیت ربات، چهارچوب‌های مختلفی را می‌توان

به کار برد. بعنوان مثال می‌توان از دستگاه‌های مختصات کارتزین، استوانه ای و کروی استفاده کرد. انتخاب نوع دستگاه مختصات به ساختار سینماتیک ربات بستگی دارد.

بیان ماتریس انتقال یکی از مهمترین گام ها در تبیین سینماتیک مستقیم در رباتیک می باشد. این ماتریس از طریق بحث زوایای اویلر نوشته می شود و به منظور بدست آوردن حرکت های انتقالی و چرخشی دو مفصل مجاور نسبت به هم کاربرد دارد.

ماتریس انتقال

زوایای اویلر و ماتریس های دوران در سینماتیک مستقیم و معکوس

در رباتیک موقعیت و جهت‌گیری را به صورت نمایشی فشرده از دوران و انتقال چهارچوب مختصات نمایش می‌دهند. ماتریس دوران ، یک ماتریس تبدیل است که اگر در یک بردار ضرب گردد، جهت آن را تغییر می‌دهد اما اندازه آن ثابت می‌ماند. دوران یک تبدیل متعامد است و برای بدست آوردن تبدیل نهایی می توان آن ها را درهم ضرب کرد.

$$T_{\cdot}^{n} = T_{\cdot}^{1} T_{1}^{2} \dots T_{n-1}^{n}$$

نحوه بدست آوردن ماتریس تبدیل نهایی

ماتریس انتقال توصیف کننده حرکت از یک مفصل به مفصل دیگر

$$ {}^{i-1}_{i}\boldsymbol{T} = \begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ s\theta_i \cdot c\alpha_{i-1} & c\theta_i \cdot c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} \cdot d_i \\ s\theta_i \cdot s\alpha_{i-1} & c\theta_i \cdot s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} \cdot d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} $$

قاعده دناویت-هارتنبرگ

تحلیل سینماتیکی ربات‌ها معمولا مبتنی بر ماتریس‌های تبدیل همگن است. در مکانیزم‌های چند رابطی که توسط مفصل‌هایی بهم متصل می‌شوند، حرکت نسبی رابط‌ها حول یک مفصل را می‌توان به سادگی

توسط ماتریس‌های تبدیل همگن توصیف کرد. برای توصیف سینماتیک مستقیم ربات‌ها از قاعده‌ی دناویت- هارتنبرگ استفاده نمود. این روش، الگوریتمی را برای تخصیص مجموعه‌ای از چهارچوب‌ها ارائه می‌دهد که توسط تبدیل‌های دورانی و انتقالی به هم مربوط می‌گردند. تبدیل بین چهارچوب‌های متوالی، سینماتیک خاص مفاصل ربات را در نظر می‌گیرد.

با استفاده از قاعده ی دناویت-هارتنبرگ، موقعیت و جهت‌گیری مجری نهایی را می‌توان به صورت تابعی از پیکربندی ربات بدست آورد.

حال که ماتریس تبدیل همگن برای ربات بدست آمد، مساله سینماتیک مستقیم برای موقعیت، توسط آخرین ستون این ماتریس و مساله‌ی سینماتیک مستقیم برای دوران نیز توسط زیر ماتریس دوران ماتریس تبدیل بیان می‌گردد.

سینماتیک معکوس:

مسئله اساسی در سینماتیک معکوس بدست آوردن زوایای مناسب به منظور رسیدن ربات به نقطه مورد نظر می باشد. بدیهی است که می توان پاسخ های زیادی برای این مسئله بدست آورد که در مطالعات انجام شده بهینه ترین پاسخ مد نظر قرار می گیرد.

۱-۳- کنترل عملگر نهایی

در انواع مختلف بازو های رباتیک، کنترل عملگر نهایی درجه اهمیت های متفاوتی دارد و متانسب با اهمیت عملگر نهایی روش های مختلفی برای کنترل آن در پیش گرفته می شود که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

شهری را تصور کنید که ربات ها در اکثر فعالیت های انسانی و بشری کمک رسان بشر شده اند.به یقین که نگاهی با کمی دورنگری و کمی بزرگ نمایی از آینده این رشته بسیار نگران کننده و شاید خطرناک باشد.تصور این که رباتی شما را در یک معامله بفریبد و یا رباتی که دارای احساس و اندیشه و جماعاتی رباتی که بر سر مسایل مورد نظر شان مثل کم توجهی به آنها شروع به شورش کنند و دیگر موارد که اکنون خنده دار و در باطن نگران کننده است.

۷-۲- نتیجه گیری

در این پایان‌نامه با ساخت یک بازوی رباتیک ساده سعی بر ورود در صنعت مهم رباتیک شده است. این بازوی رباتیک ۴ درجه آزادی با نیروی کنترل شده عملگر نهایی می تواند استفاده های متنوعی در زمینه های مختلف داشته باشد و به گونه ای پایه ای برای انواع ربات ها است.

۸- منابع و مراجع

۱) www.arduino.cc
۲) www.wikipedia.org
۳) www.eca.ir
۴) www.iran-eng.com
۵) www.robocup.com
۶) www.civilica.com
۷) نورمن نایس مهندسی سیستم های کنترل انتشارات دانشگاه امیر کبیر
۸) Paul, Richard (1981). Robot manipulators: mathematics, programming, and control : the computer control of robot manipulators. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. ISBN 978-0-262-16082-7.
۹) Hartenberg, R. S., and J. Denavit. Kinematic Synthesis of Linkages. New York: McGraw-Hill, 1964 on-line through KMODDL
۱۰) "Adapting a Low-Cost Selective Compliant Articulated Robotic Arm for Spillage Avoidance". Journal of Laboratory Automation. 21 (6): 799–805.
۱۱) دستور العمل OSHA
۱۲) جزوه رباتیک و بازو های رباتیک احسان رحیمی