



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: کنترل

عنوان:

طراحی، ساخت و کنترل بازوی آرتیکولار با موتورهای دینامیکس PID

استاد راهنما: آقای دکتر مهرداد بابازاده

نگارش: حسین تقی لو

اسفند ماه ۹۵

فهرست	۷
چکیده	۷
مقدمه	۸
فصل اول : رباتها ، تاریخچه و انواع آنها	۹
۱-۱ : تعریف ربات	۱۰
۱-۲ : دسته بندی رباتها	۱۰
فصل دوم : اجزا و کاربردهای ربات ها	۱۳
۱-۲ : اجزاء اصلی یک ربات	۱۴
۱-۱-۲ : بازوی مکانیکی ماهر (Mechanical Manipulator)	۱۴
۱-۲ : سنسورها	۱۵
۱-۲-۳ : کنترلر	۱۵
انواع کنترلر های ربات :	۱۶
۱-۲-۴ : واحد تبدیل توان	۱۷
۱-۲-۵ : محرک مفصل	۱۷
طبقه بندی رباتها	۱۸
۲-۲ : طبقه بندی رباتها از نقطه نظر کاربرد	۱۸
۱-۲-۲ : رباتهای صنعتی	۱۸
۲-۲-۲ : رباتهای شخصی و علمی	۱۹
۲-۲-۳ : رباتهای نظامی	۱۹
۲-۳ : طبقه بند از نقطه نظر استراتژی کنترل در نسلهای ربات	۱۹

۱-۳-۲ : نسل اول ۱۹

۲-۳-۲ : نسل دوم ۱۹

۳-۳-۲ : نسل سوم ۲۰

۴-۳-۲ : نسل چهارم ۲۱

۴-۲ : طبقه بندی از نقطه نظر محرک مفصلها ۲۲

۱-۴-۲ : سیستمهای الکتریکی ۲۳

۱-۱-۴-۲ : موتورهای DC ۲۳

۲-۱-۴-۲ : مقایسه موتورهای DC ۲۳

۳-۱-۴-۲ : موتورهای AC ۲۴

۴-۱-۴-۲ : مزایا و معایب سیستمهای الکتریکی ۲۴

۲-۴-۲ : سیستمهای هیدرولیکی ۲۵

۱-۲-۴-۲ : مزایا و معایب سیستم های هیدرولیکی ۲۵

۳-۴-۲ : سیستمهای پنوماتیکی ۲۵

۱-۳-۴-۲ : مزایا و معایب سیستمهای پنوماتیک ۲۶

۵-۲ : طبقه بندی از نقطه نظر هندسه حرکت ۲۶

۱-۵-۲ : مختصات کارترین (Cartesian - Coordinate) ۲۷

۲-۵-۲ : مختصات استوانه ای (Cylindrical - Coordinate) ۲۷

۳-۵-۲ : مختصات کروی (Spherical - Coordinate) : ۲۸

۴-۵-۲ : مختصات لولایی (دورانی) (Articulated - Coordinate) : ۲۸

۶-۲ : طبقه بندی از نقطه نظر کنترل حرکت ۳۰

۱-۶-۲ : کنترل غیر سرو مکانیزم (Non - Servo Control)	۳۰
۲-۶-۲ : کنترل سرو مکانیزم (Servo Controlled)	۳۱
۱-۲-۶-۲ : روش کنترلی نقطه به نقطه (Point to Point)	۳۲
۲-۲-۶-۲ : روش کنترلی مسیر پیوسته (Continous Path)	۳۳
۷-۲ : مشخصات ربات	۳۴
۱-۷-۲ : تعداد محورها	۳۵
۲-۷-۲ : ظرفیت حمل بار و حداکثر سرعت (Payload and Velocity)	۳۵
۳-۷-۲ : دسترسی و تحریک (Reach and Stroke)	۳۵
۴-۷-۲ : جهت گیری دست	۳۵
۵-۷-۲ : قابلیت تکرار و دقت (Accuracy and Repeatability)	۳۶
۶-۷-۲ : مشخصات رباتهای صنعتی	۳۶
۷-۷-۲ : سیستم های انتقال قدرت	۳۶
۱-۷-۷-۲ : انواع چرخ دنده ها	۳۷
۲-۷-۷-۲ : پیچهای هدایت یا جلوبر (Lead Screw)	۳۹
۳-۷-۷-۲ : پیچهای ساچمه ای یا بلبرینگی (Ball Screw)	۳۹
۴-۷-۷-۲ : محرکهای منظم (Harmonic Drives)	۴۰
۵-۷-۷-۲ : اجزای مکانیکی انعطاف پذیر، تسمه ها	۴۲
۶-۷-۷-۲ : زنجیرها و چرخ زنجیرها	۴۴
۸-۲ : عوامل نهایی	۴۴
۹-۲ : گیره ها (Grippers)	۴۵

۱-۹-۲ : تقسیم بندی و مقایسه گیره ها.....	۴۶
۲-۹-۲ : مکانیزم های گیره	۴۸
۳-۹-۲ : تقسیم بندی گیره ها براساس نحوه قرار دادن جسم.....	۴۹
۴-۹-۲ : تقسیم بندی گیره ها براساس نحوه کنترل	۴۹
۵-۹-۲ : تقسیم بندی گیره ها براساس تعداد حمل کار.....	۵۱
۶-۹-۲ : تقسیم بندی گیره ها براساس نحوه اتصال به میچ	۵۲
فصل سوم : ساخت و کنترل PID بازوی آرتیکولار.....	۵۴
۱-۳ : طراحی و ساخت سازه مکانیکی ربات	۵۵
۳-۱-۱ : نرم افزار سالید ورکس (SolidWorks) :	۵۵
۳-۱-۲ : طراحی المان ها.....	۵۵
۳-۱-۳ : اسمبل کردن المان های طراحی شده و شبیه سازی مکانیکی بازو.....	۵۸
۳-۱-۴ : ساخت بازو.....	۵۸
۳-۲ : شبیه سازی در نرم افزار متلب:	۵۹
۳-۲-۱ سیمولینک و کنترل PID ربات بازو:.....	۵۹
خطی سازی دستگاه	۶۲
تنظیم کنترلر PID با looptune :	۶۵
استفاده از درجه دوم آزادی:.....	۶۸
صحت کنترلر تنظیم شده:.....	۶۹
اصلاح طراحی:	۷۱
۳-۳ : برنامه نویسی و کنترل موتورهای دینامیکسل و دستورات حرکتی بازو:	۷۵

چکیده:

این پروژه کارشناسی تحت عنوان ((طراحی ، ساخت و کنترل بازوی آرتیکولار)) می باشد که در سه فصل

تهیه شده است ، فصل اول به بررسی تعاریف خاصی که در زمینه رباتیک وجود دارد و همچنین موضوعات

مرتبط با آن مانند تاریخچه رباتیک ، انواع رباتها ، دسته بندی رباتها پرداخته شده است. در فصل دوم

کاربرد رباتها و همچنین اجزاء رباتها را مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم ، ساختن بازوی آرتیکولار

، شرح عملکرد بازو، شبیه سازی در محیط سیمولینک نرم افزار متلب و برنامه ربات، نحوه کار و استفاده از

نرم افزارهای مورد نیاز و همچنین تصاویری از ربات قرار داده شده است .

بازوهای مکانیکی (Manipulator) از رابطهای صلبی تشکیل می شوند که به وسیله مفصل هایی که حرکت

نسبی رابطهای مجاور را ممکن می سازند، به یکدیگر اتصال یافته اند. بازوهای مکانیکی توانایی انجام

عملیات از پیش برنامه ریزی شده متنوعی را در صنایع مختلف دارند. بازوهای مکانیکی ماهر در طی

سال های اخیر به شکل قابل ملاحظه ای تکمیل یافته و پیشرفت کرده اند. کارکردن با آنها و نیز تعمیر و

نگهداری شان آسان تر شده و ارتباط متناسب و بهینه ای میان توان، کنترل پذیری و مهارت آنها ایجاد

گشته است.

در انتهای زنجیره رابطهای تشکیل دهنده بازوی مکانیکی مجری نهایی وجود دارد که بر حسب کاربردی

که از ربات انتظار می رود می تواند گیره یا چنگک یا ابزارهای دیگری از جمله لوازم برشکاری، جوشکاری و

نظیر آن باشد. از این لحاظ بازوهای مکانیکی ماهر متنوعی وجود دارند که گونه های وسیعی و متفاوتی از

کاربردهای صنعتی و نیز تحقیاتی را پوشش می دهند. این کاربردها شامل انجام فعالیت های متنوع

مونتاز، برشکاری و جوشکاری در خطوط تولید تا انجام عملیات متنوع زیرآبی - نظیر نصب در ربات زیرآبی -

مانند گرفتن و دنبال کردن کابل یا سیم، و یا محبوس کردن اجسام یا نمونه های پیچیده ای چون برقراری

اتصال های خطوط الکتریکی یا هیدرولیکی هستند.

مقدمه:

اتوماسیون در بخشهای مختلف صنعت و کارهای تولیدی در چند دهه اخیر ظهور پیدا کرده است و روز

به روز نیز در حال توسعه می باشد. بیش از چند دهه از ظهور کارخانجات کاملاً مکانیزه که در آنها تمامی

پروژه‌ها اتوماتیک بوده و نیروی انسانی در آن نقش اجرایی ندارد، نمی گذرد. اما در چند ساله اخیر شاهد

وجود آمدن کارخانجات مکانیزه ای بوده ایم که طراحی، ساخت و نحوه کار آنها واقعاً حیرت انگیز است.

ایده و دانش کنترل اتوماتیک و استفاده از سیستمهای مکانیزه در کارخانجات به جنگ جهانی دوم می

رسد. اما تحولات عظیم و چشمگیر آن در سالهای اخیر بوقوع پیوسته است.

ربات یا روبات وسیله‌ای مکانیکی جهت انجام وظایف مختلف است. یک ماشین که می‌تواند برای عمل به

دستورات مختلف برنامه‌ریزی گردد و یا یک سری اعمال ویژه انجام دهد. مخصوصاً آن دسته از کارها که

فراتر از حد توانایی‌های طبیعی بشر باشند. این ماشینهای مکانیکی برای بهتر به انجام رساندن اعمالی از

قبیل احساس کردن درک نمودن و جابجایی اشیا یا اعمال تکراری شبیه جوشکاری تولید می‌شوند.

کتابخانه نامہ کارستانی

فصل اول: رباطها ، تاریخچه و انواع آنها

۱-۱: تعریف ربات

دو تعریف موجود در رابطه با کلمه ربات از قرار زیر می باشند:

۱-۱-۱: تعریفی که توسط . Concise Oxford Dic صورت گرفته است؛ ماشینی مکانیکی با ظاهر

یک انسان که باهوش و مطیع بوده ولی فاقد شخصیت است . این تعریف چندان دقیق

نیست، زیرا تمام رباتهای موجود دارای ظاهری انسانی نبوده و تمایل به چنین امری نیز وجود

ندارد.

۱-۱-۲:

تعریفی که توسط مؤسسه ربات آمریکا صورت گرفته است؛ وسیله ای با دقت عمل زیاد که

قابل برنامه ریزی مجدد بوده و توانایی انجام چند کار را دارد و برای حمل مواد، قطعات،

ابزارها یا سیستم های تخصصی طراحی شده و دارای حرکات مختلف برنامه ریزی شده است و

هدف از ساخت آن انجام وظایف گوناگون می باشد.

۱-۲: دسته بندی رباتها

رباتها در سطوح مختلف دو خاصیت مشخص را دارا می باشند:

۱- تنوع در عملکرد

۲- قابلیت تطبیق خودکار با محیط

به منظور دسته بندی رباتها لازم است که قادر به تعریف و تشخیص انواع مختلف آنها باشیم . سه دسته

بندی مختلف در مورد رباتها وجود دارد . دسته بندی اتحادیه رباتهای ژاپنی، دسته بندی مؤسسه رباتیک

آمریکا و دسته بندی اتحادیه فرانسوی رباتهای صنعتی.

۱-۳: دسته بندی اتحادیه رباتهای ژاپنی

انجمن رباتهای صنعتی ژاپن، رباتها را به شش گروه زیر تقسیم می کند:

۱- یک دست مکانیکی که توسط اپراتور کار می کند: وسیله ای است که دارای درجات آزادی متعدد

۲- ربات با ترکیبات ثابت: این دسته رباتها با ترکیبات ثابت طراحی می شوند. در این حالت یک

دست مکانیکی کارهای مکانیکی را با قدمهای متوالی تعریف شده انجام می دهد و به سادگی ترتیب کارها قابل تغییر نیست.

۳- ربات با ترکیبات متغیر: یک دست مکانیکی که کارهای تکراری را با قدمهای متوالی و با ترتیب تعریف شده، انجام می دهد و این ترتیب به سادگی قابل تغییر است.

۴- ربات قابل آموزش: اپراتور در ابتدای امر به صورت دستی با هدایت یا کنترل ربات کاری را که باید انجام شود، انجام می دهد و ربات مراحل انجام وظیفه را در حافظه ضبط می کند. هر وقت که لازم

باشد، می توان اطلاعات ضبط شده را از ربات درخواست نمود و ربات وظیفه درخواست شده را بصورت خودکار انجام می دهد.

۵- ربات با کنترل عددی: اپراتور وظیفه ربات را توسط یک برنامه کامپیوتری به او تفهیم می نماید و نیازی به هدایت دستی ربات نیست. درواقع ربات با کنترل عددی، رباتی است که با برنامه کامپیوتری کار می کند.

۶- ربات باهوش: این ربات درک از محیط و استعداد انجام کار با توجه به تغییر در شرایط و محدوده عمل کار را دارد.

۴-۱: دسته بندی مؤسسه رباتیک آمریکا

۵-۱: دسته بندی اتحادیه فرانسوی رباتهای صنعتی

مؤسسه ربات صنعتی فرانسوی، رباتها را به شکل زیر تقسیم کرده است:

نوع A: دستگاهی که توسط دست یا از راه دور کنترل می شود.

نوع B: وسیله حمل کننده خودکار با یک سیکل محاسبه شده از قبل.

منابع:

[1] J. Banks, J.S. Carson, B.L. Nelson, D.M. Nilol, Discrete-Event System Simulation, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2005

[2] Farhad Aghili, A Unified Approach for Inverse and Direct Dynamics of Constrained Multibody Systems Based on Linear Projection Operator: Applications to Control and Simulation, IEEE Transactions on Robotics, Vol. 21, No. 5, October 2005

[3] Giles D. Wood, Dallas C. Kennedy, Simulating Mechanical Systems in Simulink with SimMechanics, The Mathworks, Natick, MA, USA, 2003

[4] J.J. Craig, Introduction to Robotics: Mechanics and Control, Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, 2005

[5] J. J. Craig, Intrduction to Robotics: Mechanics and Manipulations, 3rd ed., 2004.

[6] A. Khatamian, "Virtual Manufacturing Automation by 6-DOF Manipulator in USARSim Simulation Area under Unreal Engine 3 (BSc. Thesis in Persian)," Iran

[7] هومن سجادیان ، مدل سازی و تحلیل سینماتیکی و دینامیکی ربات شانه هیدرولیکی افزونه و کنترل موقعیت آن با توزیع مناسب نیرو ، و پایان نامه دکترا ، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، آبان 1385