بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مکانیک

طراحی مسیر یک بازوی مکانیکی ماهربا پایه متحرک برای حرکتی بدون برخورد

پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد مهندسی مکانیک -گرایش طراحی کابردی

رضایاوری بیگوند

استاد راهنما

دکتر مصطفی غیور

۱۳۸۶

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی رضایاوری بیگوند

تحت عنوان:

طراحی مسیر یک بازوی مکانیکی ماهربا پایه متحرک برای حرکتی بدون برخورد

در تاریخ ۱۳۸۶/۱۲/20 توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱-استاد راهنمای پایان نامه	دکتر مصطفی غیور
۳-استاد مشاور پایان نامه	دکتر عباس فتاح
۴-استاد داور پایان نامه	دکتر مهدی کشمیری
۵-استاد داور پایان نامه	دکتر حسن موسوی
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمود اشرفی زاده

تقدیر و تشکر

خداوند منان را شاکرم که از روی لطف بنده‌اش را توان داد قدری در مسیر تحصیل و پژوهش بکوشد. انشاءالله توفیق یابیم گامی در مسیر حقیقت برداریم.

در پایان که به لطف و مدد الهی انجام این تحقیق به اتمام رسید بر خود واجب می دانم که از آقای دکتر مصطفی غیوربه عنوان استا راهنما و آقای دکتر عباس فتاح به عنوان استاد مشاور این پایان نامه نهایت سپاس و تشکر را داشته و از زحمات بی دریغ این اساتید بزرگوار قدردانی کرده باشم.

کلیه حقوق مترتب بر نتایج مطالعات ابتکارات و
نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع این پایان‌نامه
متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

فهرست مطالب

چکیده.....۱

فصل اول:مقدمه

۱-۱تاریخچه مختصری در رباتیک **۳**

۱- ۲ رباتهای متحرک چرخدار **۵**

۱- ۳ مسیر یابی رباتهای متحرک **۹**

۱- ٤ مروری بر کارهای قبلی **۱۱**

۱- ٥ مروری بر کار حاضر **۱۳**

۱- ٦ محتویات فصل **۱٤**

فصل دوم:سینماتیک و دینامیک ربات

۲- ۱ سینماتیک **۱۷**

۲- ۱- ۱ مقدمه **۱۷**

۲- ۱- ۲ مدل سینماتیکی **۱۸**

۲- ۱- ۲- ۱ سینماتیک بازوی هلونومیک **۲۰**

۲- ۱- ۲- ۲ پایه متحرک غیرهلونومیک **۲۱**

۲- ۲ دینامیک **۲٤**

۲- ۲- ۱ مقدمه **۲٤**

۲- ۲- ۲ دینامیک نامقید به روش لاگرانژ **۲٤**

۲- ۲- ۳ دینامیک مقید به روش لاگرانژ **۲٥**

۲- ۲- ۳- ۱ انواع قیود **۲٥**

۲- ۲- ۳- ۲ معادلات حرکت سیستم مقید **۲٦**

۲-۲-۳-۳ معادلات حرکت برای ربات مورد نظر ۲۸

فصل سوم: طراحی مسیر در حضور موانع ثابت

۳-۱ طراحی مسیر بدون حضور موانع ۳۱

۳-۲ طراحی مسیر در حضور موانع ۳٤

۳-۲-۱ تصویر کردن موانع ۳٤

۳-۲-۲ طراحی مسیر در حضور مانع دایره ای ۳٦

۳-۲-۳ تصویر کردن مانع بیضوی ٤۰

فصل چهارم: مروری بر روشهای بهینه سازی محاسبات تکاملی

٤-۱ الگوریتم ژنتیک ٤۰

٤-۱-۱ مقدمه ٤۰

٤-۱-۲ روشهای کد گزاری اطلاعات ٤۲

٤-۱-۲-۱ کد گزاری دودویی ٤۲

٤-۱-۲-۲ کد گزاری ارزشی ٤۳

٤-۱-۲-۳ کد گزاری درختی ٤۳

٤-۱-۳ روشهای انتخاب ٤٤

٤-۱-۳-۱انتخاب به روش چرخ رولت ٤٤

٤-۱-۳-۲انتخاب رتبه ٤٥

٤-۱-۳-۳ سایر روشهای انتخاب ٤٥

٤-۱-٤ عملگرهای مورد استفاده در الگوریتم ژنتیک ٤٦

٤-۱-٤-۱ حفظ نسل برتر ٤٦

٤-۱-٤-۲ تعویض ٤٦

٤-١-٤-٣ جهش ٤٧

٤-١-٥ تعیین اندازه جمعیت ٤٨

٤-٢ روش جستجوی مستقیم ٤٨

٤-٢-١ مقدمه ٤٨

٤-٢-٣-١ تولید مش ٥٢

٤-٢-٣-٢مراحل جستجو و رای گیری ٥٢

٤-٢-٣-٣ به هنگام کردن اندازه مش ٥٤

٤-٢-٣-٤ تعریف چارچوب و تفاوت بین GPS و MADS ٥٤

٤-٢-٣-٥ شرایط همگرایی ٥٦

٤-٣ بهینه سازی مقید ٥٧

فصل پنجم: طر احی مسیر بهینه همراه با بهینه سازی اندیس دینامیکی

٥-١ مروری بر روش پاپادوپولوس ٥٨

٥-٢ روش طراحی مسیر همراه با بهینه سازی اندیس دینامیکی ٦٠

٥-٢-١ تعیین پارامترهای بهینه سازی ٦١

٥-٢-٢ اعمال معادلات دینامیکی ٦١

٥-٣ طراحی مسیر در حضور موانع متحرک ٨٧

فصل ششم:نتیجه گیری و پیشنهادات

٦-١ نتیجه گیری ٩٢

٦-٢ پیشنهادات ٩٤

مراجع ٩٥

چکیده

در این تحقیق روشی برای طراحی مسیریک سیستم موبایل ربات صفحه ای شامل پایه غیرهلونومیک وبازوی سه لینکی در حضور موانع ارائه شده است. در اینجا از توابع پیوسته و هموار مانند توابع چندجمله ای به منظور مسیریابی ربات استفاده شده است. روش ارائه شده شامل به دست آوردن تاریخچه زمانی حرکت محرکهای ربات می شود که تحت رفتار این محرکها، ربات به پیکربندی نهایی خود می رسد. به منظور ساده سازی، فرض می شود که موانع موجود در مسیردارای اشکال هندسی منظم مانند دایره یا بیضی باشند. پایه به کار رفته در این تحقیق پایه با رانش دیفرانسیلی است که از انواع پرکاربرد پایه هاست.متغیرهای حرکت در فضایی تصویر می شوند که باعث ارضای قید غیرهلونومیک پایه در هر لحظه از حرکت می شود. موانع موجود در مسیر نیز به این فضا تصویر می شوند.

ترکیب بازو وپایه باعث می شود که ربات در فضای کاری وسیع تری عمل کند. هر چند بررسی این نوع سیستمها شامل بررسی مسأله ای به نام افزونگی درجات آزادی می شود که به پیچیدگی مسأله می افزاید، ولی افزونگی درجات آزادی در ربات، قابلیتهای ویژه ای از نظر کاربردی برای آنها ایجاد می کند. به دلیل اینکه در رباتهای دارای افزونگی درجات آزادی در یک فضای کاری مشخص، مسیرهای متعددی برای ربات وجود دارد. یک راه برای انتخاب یک مسیر مناسب از بین مسیرهای ممکن، انتخاب یک اندیس مناسب و بهینه کردن آن می باشد. در این تحقیق مسأله طراحی مسیر بهینه،با بهینه سازی روی اندیس دینامیکی با استفاده از دو روش الگوریتم ژنتیک و جستجوی مستقیم صورت گرفته است.

وجود مانع در مسیراز لحاظ سینماتیکی قیدهایی به مسأله اضافه می کند که به پیچیدگی مسأله می افزاید. یک راه حل برای در نظر گرفتن این قیود حل مستقیم معادلات سینماتیکی ربات است. با این کار بعد فضای مجهولات مسأله کاهش یافته و مسأله بهینه سازی مقید به مسأله بهینه سازی نامقید تبدیل می شود. درروش مورد استفاده دراین تحقیق با در نظر گرفتن کلیه درجات آزادی ربات دارای افزونگی،قیود سینماتیکی بااستفاده از ضرائب لاگرانژ و توابع پنالتی به اندیس مورد نظر اضافه می گردند. نتایج عددی و نمودارها جهت طراحی مسیر بهینه برای یک مجموعه موبایل ربات در حضور موانع با استفاده از دو روش الگوریتم ژنتیک و جستجوی مستقیم آورده شده است. جهت نشان دادن کارایی روش استفاده شده، نتایج به دست آمده با نتایج به دست آمده به روش حل مستقیم معادلات سینماتیکی که در یکی از مراجع بررسی شده است، مقایسه شده است. نتایج به دست آمده کارایی روش ارائه شده را نشان می دهد.

فصل اول

مقدمه

۱- ۱تاریخچه مختصری از رباتیک

در حالت کلی ربات به ماشینی اطلاق می شود که تمام و یا قسمتی از اعمال یک موجود زنده را شبیه سازی کند. رباتها در صنعت به منظور جایگزینی نیروی انسانی در کارهای تکراری و خطرناک به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرند. واژه ربات معادل کلمه کارگر بی مزد است.

پس از آن این واژه به دسته ای از وسایل مکانیکی که دارای چندین درجه آزادی مستقل هستند و معمولاً کنترل کامپیوتری نیاز دارند گفته می شود.

ربات های امروزی معمولاً از پنج قسمت تشکیل شده اند که عبارتند از:

۱- سیستم مکانیکی مفصل بندی شده: بازو، اتصالات و اجزاء انتهایی که در یک مجموعه به هم وابسته با هم جمع آمده اند اجزاء این قسمت ربات محسوب می شوند.

۲- محرک ها: توان لازم برای حرکت سیستم مکانیکی مفصل بندی شده را فراهم می کند که می تواند به صورت هیدرولیکی یا الکتریکی یا نیوماتیکی باشد.

۳- سیستم های انتقال: محرک ها را به سیستم های مکانیکی متصل می کند.

٤- سنسورها: وسایل اندازه گیری و به عبارتی حسگرهای ربات هستند که وظیفه دارند اطلاعاتی از قبیل موقعیت و سرعت مفاصل و یا اطلاعات دیگر مورد نیاز برای کنترل ربات را فراهم کنند.
٥- مغز یا کامپیوتر ربات: اطلاعاتی که از طریق سنسورها به دست می آیند در اختیار این واحد قرار می گیرند و این واحد آنها را مورد تجزیه و تحلیل قرار می دهد. کنترل ربات توسط این واحد انجام می شود.

رباتها با توجه به نوع کاربرد به انواع گوناگونی از قبیل بازوهای مکانیکی ماهر، رباتهای مورد استفاده در پزشکی، رباتهای متحرک و غیره تقسیم می شوند.در این میان رباتهای متحرک به دلیل انعطاف پذیری و قابلیت عملکرد بالا از اهمیت خاصی برخوردا ر می باشند. این رباتها را می توان ازجنبه های مختلفی بررسی کرد. به عنوان مثال از لحاظ شکل ظاهری ربات ممکن است یکپارچه و یا چند مفصله باشد.

از دیدگاه نوع حرکت ربات می تواند از چرخ، پاو یا ریل به منظور جابجایی استفاده نماید، محیط حرکت می تواند زمین، زیرآب، کرات فضایی و یاداخل لوله های نفت گاز باشد، کنترل ربات نیز ممکن است توسط انسان، نیمه خودکار و یا تمام خودکار صورت پذیرد.

در حالت کلی سیستم رباتهای موبایل شامل یک پایه متحرک و یک یا چند بازوی مکانیکی ماهرنصب شده بر روی آن است. توانایی های بازوی موبایل در جایی اهمیت پیدا می کند که مهارت بازوی ربات و بزرگی فضای کاری هر دو مورد نیاز باشد.

اصولاً تحرک پایه قابلیت های سیستم موبایل ربات را افزایش می دهد: به عنوان مثال تحرک پایه باعث بزرگ شدن فضای کاری ربات می شود و ربات را قادر می سازد که پنجه خود را برای انجام وظایف در موقعیت مناسب قرار دهد. یکی از ویژگی های منحصر به فرد بازوی موبایل افزونگی درجات آزادی ناشی از اضافه شدن قابلیت تحرک پایه است. این افزونگی درجات آزادی ربات را قادر به انجام وظایف ثانوی می کند.مثلاً تورک محرک ها می تواند بهینه شود و یا از شکل های منفرد باز و پرهیز شود. اولین ربات موبایل توسط شخصی به نام پلاستج[1] طراحی شد که برای جابجایی تنه درختها از جنگل طراحی شده بود. این ربات شش پا داشت و برای طراحی ربات از حرکت حشرات الگوبرداری شده بود این ربات توسط انسان کنترل می شد.

1-Plustech

شکل(۱-۱)- اولین ر بات موبایل طراحی شده توسط پلاستج[۲۰]

رباتهای موبایل کاربرد زیادی در صنعت دارند که به عنوان مثال می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- سیستمهای خودکار ردیابی وشناسایی مورد استفاده در صنایع نظامی.
- جایگزینی انسان در محیطهای خطرناک از قبیل نیروگاههای هسته ای، و پاکسازی مناطق مین گذاری شده و یا اطفای حریق در جنگلها.
- جایگزینی انسان درانجام کارهای سخت مانند اکتشاف و کاردر معادن.
- سیستمهای هوشمند جهت انجام اکتشاف در کرات فضایی.
- جابجایی اشیاء در محیطهای صنعتی و غیره.

۱ - ۲ رباتهای موبایل چرخدار[1]:

بخش بزرگی ازرباتهای موبایل را رباتهای چرخدار تشکیل می دهند که موضوع این پایان نامه نیز می باشد.مطالعات انجام شده روی رباتهای چرخدار شامل مباحث طراحی مسیر، عدم برخورد با موانع و هدایت پایه می باشد.

در رباتهای چرخدار معمولاً چهار نوع چرخ متداول استفاده می شود:

1-wheeled mobile robot

a.

چرخ استاندارد[1]:

فقط حول محور خودش مچرخد.

b. چرخ کاستر[2]:

علاوه بر محور خود حول محور قاب نیز درجه آزادی دارد.

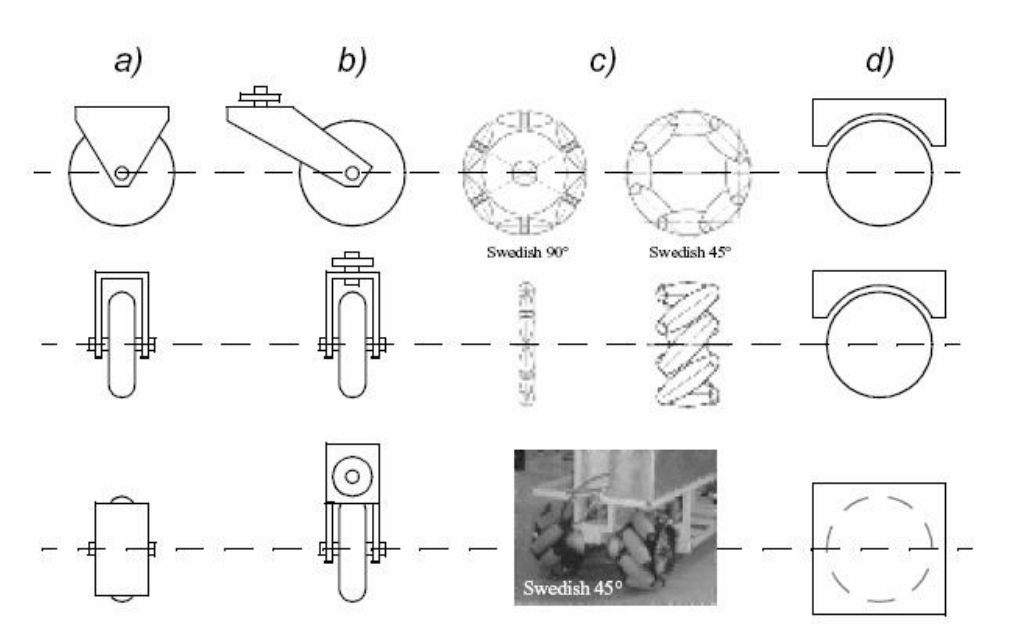
c. چرخ سوئدی[3]:

این نوع چرخها علاوه بر چرخش حول محور خود،قابلیت لغزش در امتداد جانبی را نیز دارد.

d. چرخ کروی[4]:

حل خاصی برای آن وجود نداردوبه دلیل عدم توانایی درانتقال توان، کاربرد زیادی ندارد.

در شکل (۱-۲) چرخهای نامبرده شده نشان داده شده است:



شکل(۱-۲)- انواع چرخهای متداول**[۲۰]**

در مورد رباتهای چرخدار موارد زیر صادق است:

- پایداری رباتهای چرخدار با سه چرخ تضمین می شود.
- پایداری رباتهای چرخدار با چهار چرخ یا بیشتر بهتر می شود.
- چرخهای بزرگتر می توانند بر موانع با ارتفاع بیشتر غلبه کنند ولی به تورک بیشتری نیاز دارند.

1-standard wheel

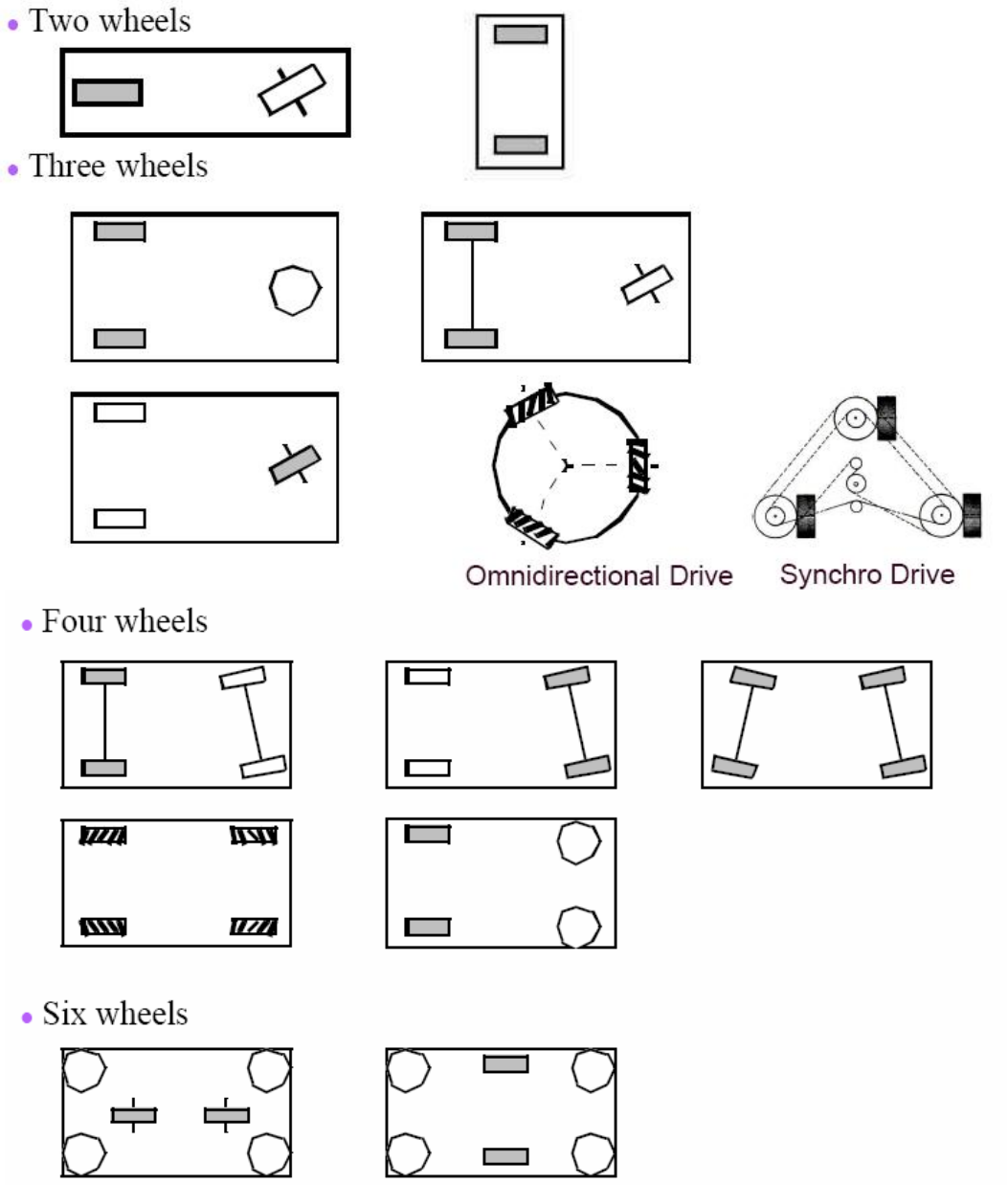
2-castor wheel

3-swidish wheel

4-spherical wheel

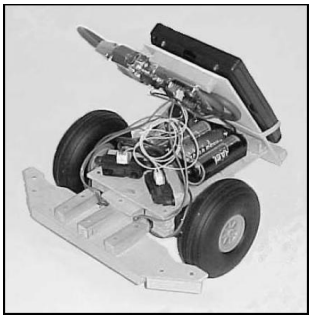
- اکثر قیدها غیر هلونومیک می باشند.

در شکل(۱-۳) چند نمونه از نحوه چیدمان چرخها برای پایه ربات موبایل چرخدار نشان داده شده است:

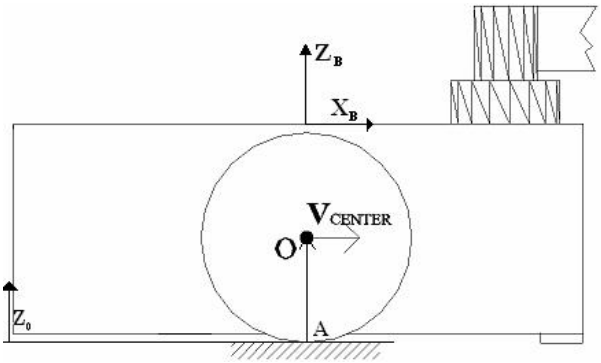


شکل(۱-۳)- نحوه چیدمان چرخها[۲۰]

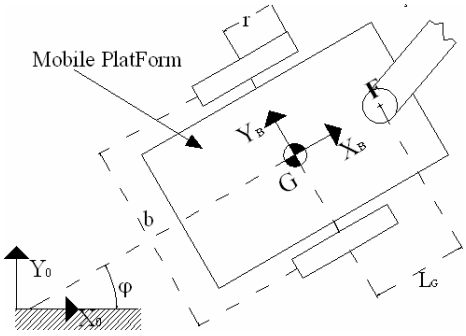
یکـی از پرکـاربردترین پایـه هـای مـورد اسـتفاده در رباتهـای چرخـدار پایـه بـارانش دیفرانـسیلی[1] مـی باشد، ایـن نـوع پایـه دارای دو چـرخ در دو طـرف پایـه بـوده کـه هـر چـرخ بـه طـور مـستقل از دیگـری مـی توانـد چرخش کند و در نتیجه پایه دارای دو درجه آزادی است. شکل این نوع پایه در زیر آورده شده است:



شکل(۱-٤)- پایه با رانش دیفرانسیلی



شکل(۱-٥)-تصویرازجلوی پایه با رانش دیفرانسیلی



شکل(۱-٦)- تصویر از بالای پایه دودرجه آزادی با رانش دیفرانسیلی

پایه به کار رفته در این پایان نامه، پایه بارانش دیفرانسیلی است.

۱- ۳ مسیر یابی رباتهای موبایل:

در میـان مباحـث مختلـف مـرتبط بـا رباتهـای موبایـل، مـسیر یـابی ربـات از اهمیـت خاصـی برخوردارست. هدف از ایـن مبحـث یـافتن مـسیری اسـت کـه ربـات از نقطـه شـروع تـا نقطـه پایـان مـی پیمایـد. بـا

1-Differntialy-Driven Platform

توجه به کاربردهای رباتهای موبایل در صنعت یافتن مسیر بدون برخورد با موانع اهمیت ویژه ای پیدا می کند. این موضوع از دیدگاههای مختلفی می تواند مورد بررسی قرار گیرد، به عنوان مثال موانع موجود در مسیر می تواند ثابت یا متحرک باشد.

عدم برخورد با موانع بدون شک مسأله مهمی در طراحی مسیر رباتهای موبایل می باشد، اما اگر بتوان مسأله طراحی مسیر را با در نظر گرفتن یک معیاربهینه حل کرد، بازده بیشتری دارد.معیار بهینه بودن با توجه به نوع مسأله تعریف می شود: یافتن کوتاهترین مسیر ممکن، به دست آوردن مسیری که توسط ربات با حداکثر سرعت ممکن پیموده شود و یا به دست آوردن مسیر به طوری که مجموع گشتاورهای وارده به پایه موبایل ولینکها حداقل شود، نمونه هایی از معیارهای مختلف یهینه سازی می باشد.

روشهای مسیر یابی رباتهای موبایل را می توان به دو دسته کلی روشهای خارج خط[1] بر خط[2] تقسیم نمود.در روش اول فرض بر آن است که شکل و موقعیت هندسی موانع موجود در محیط حرکت ربات مشخص است، در حالیکه در روش مسیریابی روی خط هیچگونه اطلاعاتی در مورد وضعیت محیط، شکل و موقعیت هندسی موانع موجود نمی باشد بلکه ربات با استفاده از اطلاعات به دست آمده از سنسورها موقعیت موانع اطراف خود را به صورت محلی شناسایی می کند.

به منظور هدایت ربات در روش روی خط، از روشهای فازی[3]، شبکه های عصبی[4] و غیره استفاده می شود. مزیت این روش آن است که هدایت ربات را در محیطهای ناشناخته از قبیل کرات فضایی و یا داخل لوله های نفتی که امکان تهیه نقشه کلی محیط وجود ندارد، ممکن می سازد اما نقطه ضعف آنها در مقایسه با روشهای خارج خط کند بودن الگوریتمی می باشد که این موضوع به دلیل زمان لازم جهت شناسایی محیط اطراف ربات می باشد.

در روش طراحی مسیر رباتهای موبایل، به دلیل افزونگی درجات آزادی می توان شاخص هایی را نیز برای بهینه سازی در نظر گرفت، به همین دلیل در روش طراحی مسیرخارج خط معمولاً از روشهای محاسبات تکاملی[5] برای بهینه سازی مسیر استفاده می شود.روش الگوریتم ژنتیک[6] پرکاربردترین این روشهاست.از دیگر روشها، روش حرکت مورچگان،روش تکامل دیفرانسیلی و جستجوی مستقیم را می توان نام برد.

1-offline

2-online

3-fuzzy logic

4-neural network

5-computational evolution

6-genetic algorithm

در روش برخط می توان از الگوریتمهای ژنتیک به دو شکل مختلف استفاده نمود، در حالت اول از این الگوریتم به منظور ایجاد خودکار برنامه های کنترل کننده ربات استفاده می شود که این روش شاخه ای از الگوریتم ژنتیک است که برنامه ریزی ژنتیکی نامیده میشود.

در حالت دیگر از الگوریتم های ژنتیکی به منظور تنظیم خودکار پارامترهای کنترل کننده فازی از قبیل فاصله توابع، عضویت و تعداد آنها استفاده می شود،در این حالت فرض بر آن است که قوانین فازی مشخص و ثابت می باشند.

مبحث مورد بررسی در کار حاضر، مربوط به طراحی مسیر خارج خط می باشد، به دلیل درجه آزادی اضافی سیستمهای ربات موبایل، مسیرهای زیادی بین نقاط شروع و پایان می توان متصور بود، بنابراین طراحی مسیر بهینه در فضای کاری ربات در اولویت است.

1- ٤ مروری بر کارهای قبلی:

- در سال ۱۹۹۳ گالیکی[1] و همکارانش طراحی مسیر بهینه بدون برخورد را برای بازوی ماهر با افزونگی درجات آزادی ارائه دادند و آنها با محدود کردن حرکت بازوها، قیدی سینماتیکی به مساله اضافه کردند و با استفاده از روشهای بهینه سازی سعی به کوتاه کردن طول مسیر طی شده توسط پنجه داشتند، این روش بر پایه روش میزان پتانسیل و کمینه کردن معیارهای انتگرالی بنا شده بود[۱].

- در سال ۱۹۹٦ لیان[2] و همکارانش از یک کنترلر منطق فازی برای کنترل مسیر ربات استفاده کردند این کنترلر وظیفه کنترل موتورها، سیستم هدایت کننده ربات و همچنین عدم برخورد با موانع را به عهده داشت[۲].

- در سال ۱۹۹۷ چن[3] و همکارانش طراحی مسیر ربات موبایل را به توجه به دینامیک سیستم شرح دادند که در آن طراحی مسیر بهینه سازی چند معیاره غیر خطی فرموله شده است[۳].

- در سال ۱۹۹۸ یانو[4] و همکارانش الگوریتم ژنتیکی برای دست یابی به موقعیت و حرکت پنجه یک بازوی دولینکی پیشنهاد کردند. در این مقاله توابع هدف در فضای مفصلی و دکارتی تعریف و سپس با هم ترکیب شده اند[٤].

1-Gallicky

2-Lian

3-Chen

4-Yano

- فالن[1] و همکارانش در سال ۱۹۹۸ استراتژی برای طراحی مسیر بین دو نقطه در فضای کاری برای ربات موبایل بدون حضور موانع ارائه کردند که درجات آزادی اضافی برای بهینه کردن مسیر پایه به کار گرفته شد[۵].

- در سال ۲۰۰۰ پاپادوپولوس[2] و همکارانش روشی برای تولید مسیر پایه متحرک و بازوی یک موبایل ربات ارائه دادند به طوری که سیستم از یک موقعیت اولیه مشخص به موقعیت نهایی از پیش تعیین شده برسد و قید غیرهلونومیک را نقض نکند، مسیر پیشنهادی آنها یک تابع چند جمله ای هموار و پیوسته بود[٦].

- در سال ۲۰۰۱ لاوی[3] و همکارانش از یک الگوریتم ژنتیک برای بهینه کردن مسیر حرکت یک بازوی مکانیکی ماهربا افزونگی درجات آزادی استفاده کردند.آنها کمینه کردن حرکت لینکها در حین حرکت پنجه را بعنوان معیاری برای بهینه سازی قرار دادند[۷].

- در سال۲۰۰۱ مهری[4] و همکارانش روشی برای طراحی مسیر یک بازوی ماهر دوعضوی با پایه متحرک ارائه دادند. در این مقاله پنجه ربات مسیر از پیش تعیین شده ای را طی می کند و مانع دایره ای نیز در مسیردر نظر گرفته شده است، مساله طراحی مسیر به صورت یک مساله کنترل بهینه فرموله شده است[۸].

- در همین سال اینوی[5] و همکارانش استراتژی برای کنترل بازوی موبایل زمانی که نیروی خارجی به انتهای ربات اعمال می شود، ارائه کردند. در این مقاله روشی برای پرهیز از اشکال منفرد بازو نیز ارائه شده است[۹].

- در سال ۲۰۰۳ روی[6] و همکارانش از یک تقریب ژنتیک فازی برای حل مساله طراحی مسیر روی خط یک بازوی ماهردو عضوی در حضور موانع استاتیکی استفاده کردند. در این مقاله از یک کنترلر منطق فازی برای پیدا کردن مسیرهای بدون برخورد به طور محلی و از الگوریتم ژنتیک به عنوان یک بهینه گر برای یافتن مسیر بهینه مابین جهتهای موانع آزاد استفاده شده است[۱۰].

- در سال ۲۰۰٤ ژانگ[7] و همکارانش روش جدیدی را برای طراحی مسیریک بازوی ماهر ابرافزونه ارائه کردند. آنها به منظور دستیابی سریع به جوابهای بهینه در فضای کاری پیچیده از یک سیستم شبکه عصبی دولایه استفاده کردند. این جواب بهینه شامل حداقل کردن انرژی جنبشی عضوها و حداقل کردن حرکت پنجه درطی مسیر می شد[۱۱].

1-Foulon

2-Papadopoulos

3-Lavoie

4-Mohri

5-Inuoe

6-Roy

7-Zhang

- در سال ۲۰۰٤ هو[1] و همکارانش مدلسازی سینماتیکی و دینامیکی یک بازوی ماهر فضایی با پایه متحرک را با استفاده از فرمول لاگرانژ شرح دادند.در این مقاله از روش میدان پتانسیل برای مسیریابی ربات بدون حضور موانع استفاده شده است[۱۲].

- در سال ۲۰۰۵ پاپادوپولوس و همکارانش روشی برای طراحی مسیریک بازوی ماهر نصب شده بر روی پایه متحرک دو درجه آزادی، در حضور موانع ارائه دادند. در این روش مسیر حرکت پایه و لینکها به صورت چند جمله ای در نظر گرفته شده است. به طوری که شرایط مرزی را ارضا کرده و قیدغیرهلونومیک پایه را نقض نکند. هدف آنها تنها به دست آوردن مسیر بود و سعی به بهینه سازی آن نداشتند[۱۳].

- در سال ۲۰۰۵ لی[2] و همکارانش مسیری را برای یک بازوی مکانیکی ماهر سه عضوی نصب شده بر روی پایه متحرک با چرخ کروی در حضور موانع ارائه کردند. آنها مسیر را به n قسمت تقسیم کرده و فرض کردند در هر قسمت مسیر حرکت ربات خطی باشد و سپس با استفاده از الگوریتم ژنتیک حداقل مسیر طی شده پنجه را به دست آوردند[١٤].

- درهمین سال لیانگ[3] و همکارانش یک کنترلر برای حرکت نوع ربات موبایل در صفحه ارائه کردند. ربات موبایل شامل دوچرخ سوئدی کاملاً متقارن بوده و بازو نداشت. کنترلر ارائه شده همچنین مسئله عدم برخورد با موانع را نیز حل می کرد که موانع استفاده شده شکل هندسی پیچیده ای داشتند[۱۵].

- در سال ۲۰۰۵ حداد[4] و همکارانش روشی را برای طراحی مسیر ربات موبایل دولینکی در حضور موانع با شکل هندسی ساده ارائه دادند.آنها با محدود کردن حداکثر مقدار گشتاورها، شتاب ها و سرعتهای بازو و پایه قیدی به معادلات اضافه کردند و با استفاده از روشهای بهینه سازی آماری حداقل زمان را طوری محاسبه کردند که قیدهای گفته شده نقض نشود[١٦].

۱ - ۵ مروری بر کار حاضر:

مسائل مربوط به بازوی صلب امروزه به رشد کمال خود رسیده اند و کمتر موضوعی در ارتباط با بازوهای صلب مورد بررسی قرار نگرفته است.آنچه که امروز در ارتباط با بازوهای صلب موضوع روز است بررسی بازوهای صلب با پایه متحرک و برهمکنش بازوهای صلب با محیط های پیچیده وپویا است.

1-Hu

2-Li

3-Liang

4-Haddad

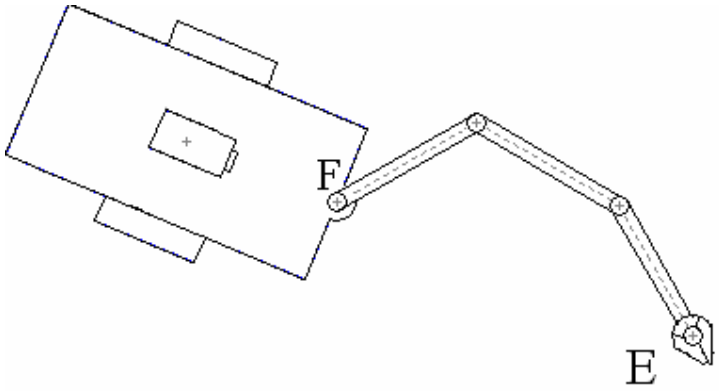
هدف از این تحقیق ارائه یک روش بهینه برای طراحی مسیر یک بازوی مکانیکی ماهر سه عضوی با پایه متحرک برای حرکتی بدون برخورد با موانع ثابت مشخص می باشد. سیستم مورد بررسی شامل یک بازوی مکانیکی ماهر سه عضوی همراه با پایه بارانش دیفرانسیلی می باشد.

فرضیات زیر برای حل مساله در نظر گرفته شده است:

- حرکت پایه و باز و در صفحه افقی است.
- چرخها تغییر شکل نمی دهند.
- در جهت حرکت غلتش محض داریم.
- از اصطکاک در نقطه تماس صرفنظر می شود.
- چرخها به بدنه صلب متصلند.

پایه با رانش دیفرانسیلی از انواع متداول پایه هاست، در این نوع پایه محور هر چرخ جدا بوده و بنابراین هر چرخ می تواند مستقل از دیگری حرکت کند.

شکل شماتیک ربات متحرک مورد بررسی به صورت زیر است:



شکل(۱-۷)- شکل شماتیک ربات مورد بررسی

در اینجا فرض می شود موقعیت اولیه و نهایی نقاط F,E (متناظر با پنجه باز و نقطه اتصال بازو به پایه) داده شده است، هدف به دست آوردن مسیر پنجه و پایه به گونه ای است که برخورد با موانع صورت نگیرد و یک شاخص نیز بهینه شود.

موانع شبیه سازی شده در این پایان نامه موانع دایروی و بیضوی می باشند. در این تحقیق سینماتیک و دینامیک ترکیب بازوی سه درجه آزادی صفحه ای با پایه با رانش دیفرانسیلی بررسی می شود. قید غیر هلونومیک حاکم بر این موبایل ربات را به دست آورده و روشی برای به دست آوردن معادلات دینامیکی ارائه می گردد. و در نهایت مسیر حرکت ربات را طوری به دست می آید که:

۱- قید غیرهلونومیک نقض نشود.

۲- پایه و باز و به مانع یا موانع برخورد نکنند.

۳- مجموع گشتاورهای وارد به محرک ها حداقل شود.