به نام خدا

کتابچه رباتیک ۲

عنوان:

بررسی انواع مکانیزم های رباتهای متحرک برای حرکت در سطوح ناهموار

تهیه: امین انصاری

و

مهندس مهدی قنواتی

www.royak.ir

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه و پیشینه ۱

۱-۱: مقدمه ۲

۱-۲: تاریخچه ی رباتیک ۳

۱-۳: رباتیک و کشور های صنعتی ۴

۱-۴: وضعیت رباتیک در ایران ۴

۱-۵: ربات چیست؟ ۵

۱-۶:مزایای ربات ۷

۱-۷: معایب ربات ۷

۱-۸: مراحل ساخت ربات ۸

۱-۹: انواع ربات های متحرک ۹

۱-۹-۱ ربات های قدم زن ۱۰

۱-۹-۲ ربات های متحرک خزنده ۱۰

۱-۹-۳ ربات های متحرک آبی ۱۰

۱-۹-۴ ربات های فضایی ۱۱

۱-۱۰: عوارض زمین و انواع ناهمواری ها ۱۱

فصل دوم: انواع ربات ها برای زمین های ناهموار

۲-۱: ربات های چرخدار ۱۶

۲-۱-۱: طراحی های ۳ چرخ ۱۶

۲-۱-۲: طراحی های ۴ چرخ ۲۱

۲-۱-۳: طراحی های ۶ چرخ ۲۵

۲-۱-۴: طراحی های ۸ چرخ ۳۱

فصل سوم: ربات های پادار

۳-۱: محرک های پا ۳۹

۳-۲:هندسه ی پا ۴۰

۳-۳: تکنیک های حرکت ۴۵

۳-۳-۱: حرکت موجی ۴۶

۳-۳-۲: متحرک با پاهای مستقل ۴۶

۳-۴: وسایل حرکت استوانه ای ۴۹

فصل چهارم: مقایسه ربات ها از نظر حرکتی

۴-۱: اندازه ۵۲

۴-۲: بازدهی ۵۳

۴-۳: پیچیدگی و مشکلات ۵۴

۴-۴: سرعت و هزینه ۵۵

فصل پنجم: نتیجه گیری ۵۶

مراجع ۵۹

فصل اول:

مقدمه و پیشینه

۱-۱ مقدمه

باتوجه به سیر تحولات و پیشرفتهای عظیم فناوری و نیازهای وسیع اطلاعاتی، محاسباتی و کیفیتی، استفاده از سیستم های خودکار به امری ضروری مبدل گشته است و روزی نیست که اخبار مربوط به سیستم های خودکار در حوزه نظامی، پزشکی، فضایی، صنعتی و ... شنیده نشود. ایجاد حرکات مصنوعی و انجام یک سلسله عملیات از پیش برنامه ریزی شده توسط یک وسیله ساخت بشر به جای بشر، همچون پرواز، از گذشته دور جزو آرزوها و انتظارات وی بوده است. در اوایل دوران انقلاب صنعتی، این امر با پیدایش روشهای ابتدایی ذهنی و سپس ظهور عینی، تحقق یافت. اگرچه این مدعا در جای خود قابل نقد و بررسی است ولی درهرحال، در سده های اخیر، سرعت تحقق این آرزوها بسیار شدید بوده است و با گذشت زمان به صورت تصادفی درحال گسترش است. پیدایش ربات در جوامع صنعتی برمبنای انجام کارهای دقیق، سریع، ارزان، بدون عوارض سیاسی و اجتماعی، فرمان پذیری محض و قابلیت انطباق برای برنامه ریزی های مختلف بوده است ولی هم اکنون گسترش این سیستم در کارائی های مختلف و خصوصا کارهای خطرناک و حساس به عنوان یک ضرورت اقتصادی و فنی مطرح شده است. در بررسیهای علمی و فنی این پدیده به مجموعه کاملی از تخصص ها برمی خوریم، مسایل دینامیک، استاتیک، مقاومت مصالح، طراحی مکانیزم ها، آلیاژهای مناسب و مقاومتهای موردنظر، متالورژی، کنترل، الکترونیک و مبانی قدرت (برق)، اقتصاد مهندسی، ریاضیات، فیزیک و حسابداری ازجمله مقولات موردبحث است.

رباتیک علمی است که با هدف راحتی انسان و افزایش وقت مفید او بوجود آمده است، و متاسفانه آن طور که شایسته است در کشور ما شناخته نشده است. ربات ماشینی هوشمند، قابل برنامه نویسی، و انعطاف پذیر است که برای بدست آوردن اطلاعاتی از محیط خود دارای حسگرهایی است.

وقتی حرف از ربات می شود همه به فکرچیزی می افتند که دست و پا دارد و یک سری کار انجام می دهد، ولی کارکردهای ربات فراتر ازاین تعریف ساده است. امروزه در دنیای نانو تکنولوژی مثل ساخت آی سی های بسیار کوچک که میلیون ها المان الکتریکی را در خود جای داده اند از ربات استفاده می شود.

از ابتدای پدید آمدن ربات ها، ساخت رباتی که بتواند روی زمین های ناهموار حرکت کند، به عنوان یکی از خواسته های اصلی محققان و علاقه مندان علم رباتیک مطرح بوده است؛ در نتیجه فعالیت های مختلفی در این خصوص با عنوان کلی ربات های متحرک انجام پذیرفته است. از این رو شاید نتوان براحتی نقطه تولدی را برای این نوع ربات ها قائل شد، اما به طور حتم طراحی و ساخت آنها کاری پیچیده است که مستلزم برخورداری از دانش فنی و امکانات پیشرفته است.

در این پروژه ضمن بررسی و تعریف ربات، به بررسی انواع ربات برای زمین های ناهموار و همچنین انواع ناهمواری های زمین می پردازیم. در بخش های بعدی یک تعریف کلی و جامع از ربات را بیان می کنیم، سپس در مورد ناهمواری های زمین و انواع ربات های مربوطه به تفصیل صحبت خواهد شد.

۱-۲ تاریخچه ی رباتیک

در گذشته کشورهای استعمارگر برای افزایش سرمایه وپیشرفت خود به کشور های ضعیف حمله می کردند و با تصرف کشور قربانی، مردم آنجا را به عنوان برده به خدمت می گرفتند و از آنها به عنوان نیروی کار رایگان بهره می بردند و آنها را در مزارع کارخانه ها آشپزخانه ها و... به کار می گرفتند. اما این برده ها چند عیب بزرگ داشتند. مهمترین عیب آن اسارت یک انسان و ظلم به او بود و دیگر عیب آن خستگی برده ها بود. برده ها نمی توانستند ۲۴ ساعت شبانه روز کار کنند. باید به آن ها وقت استراحت می دادند. دیگر عیب آن ها این بود که ارباب باید آن ها را مداوم کنترل می کرد. در آن زمان آرزوی اربابان این بود که برده ای غیر انسانی داشته باشند که بتواند ۲۴ ساعته کارکند و دچار خستگی نشود و نیاز به کنترل مداوم نداشته باشد. با توجه به علم آن زمان این رویایی بیش نبود و فقط در تئاتر به نمایش در می آمد و به این برده های آسمانی (ربات) می گفتند.

ربات یک کلمه گرفته شده از کشور چکسلواکی و به معنی کارگر است. سابقه ساخت ربات به ۲۷۰ سال قبل از میلاد مسیح برمی گردد, زمانی که یونانیان به ساخت مجسمه های متحرک میپرداختند.

رباتهای امروزی که شامل قطعات الکترونیکی و مکانیکی هستند در ابتدا به صورت بازوهای

مکانیکی برای جابجایی قطعات و یا کارهای ساده و تکراری که موجب خستگی و عدم تمرکز کارگر و افت بازده می شد، بوجود آمدند. اینگونه رباتها جابجاگر (manipulator) نام دارند.

۱-۳ رباتیک و کشور های صنعتی

کشور های صنعتی به این حقیقت رسیده اند، که کشوری پیشرفت نمی کند مگر این که در تمام علوم پیشرفت کند. بنابراین، با توجه به این که رباتیک یکی از علوم اصلی سرنوشت ساز قرن است و به آن احساس نیاز می کنند، در این راستا فعالیت های بسیاری را انجام داده اند. آن ها به اندازه ای پیشرفت کرده اند که هدف خود را اینگونه ذکر می کنند " در سال ۲۰۵۰ ربات هایی خواهیم ساخت شبیه انسان که بتواند با قوی ترین تیم فوتبال انسان ها بازی کند و بدون انجام خطا، انسان ها را شکست دهد ."

آن ها هر ساله مسابقات رباتیک جهت کسب علم و استفاده نمودن از آن در صنعت برگزار می نمایند. همچنین در راستای تربیت نیروی انسانی جهت گسترش این علم، رشته ی مهندسی رباتیک را ایجاد نمودند.

ژاپنی ها در صنعت تولید ربات به عنوان پیش روی سایر کشورها هستند و شرکت های هیتاچی، سونی، تویوتا و هوندا از جمله فعالان این صنعتند. اکثریت ربات های ساخته شده، شباهتی با انسان ها ندارند و معمولاً در خطوط تولید کارخانه ها مورد استفاده قرار می گیرند.

مهندسی رباتیک در واقع تلفیقی از رشته ی مهندسی برق و مهندسی مکانیک است که هدف آن تربیت نیرویی که بتواند به تنهایی ربات های صنعتی را طراحی کند و آن را بسازد. این رشته در اکثر دانشگاه های کشور های صنعتی تدریس می شود.

۱-۴ وضعیت رباتیک در ایران

وضعیت رباتیک در ایران فاجعه بار است[۹]، به طوری که می توان گفت: رباتیک در ایران هنوز شناخته شده نیست. این وضعیت در حالی است که ایران یکی از بزرگترین وارد کنندگان ربات های صنعتی است. هر ساله ارز زیادی بابت خرید ربات، از کشور خارج می شود.

در بیشتر کارخانه های ما از رباتها استفاده می شود. کارخانه هایی مانند فولاد، خودروسازی، مواد غذایی و ... را می توان تقریبا تمام رباتیک دانست. اما متاسفانه تمام ربات های آن وارداتی است و حتی نصب و کنترل و تعمیر آن بر عهده ی خارجی ها می باشد.

۱-۵ ربات چیست؟

ربات یک ماشین هوشمند می باشد، این ماشین هوشمند که توسط انسان ساخته می شود، می تواند به جای او (انسان) کارها را انجام دهد و در مواقع مورد نیاز تصمیم گیری کند، ربات نیازی به آب و غذا و استراحت ندارد، تمامی شرایط ها و محیط ها برای او یکسان می باشد، ربات فقط طبق برنامه اش عمل خواهد کرد.

برای مثال در یک کارخانه تولید ماشین، وظیفه ی یک ربات جازدن درب خودروهاست، این ربات درب را از مکانی بلند می کند و سپس آن را در مکان مناسب قرار داده و نصب می کند، انجام گرفتن این کار توسط انسان علاوه بر زمانبر بودن می تواند حادثه ساز شود و یا ربات هایی که برای اکتشاف در سایر سیارات به کار می روند هم از انواع ربات هایی هستند که در جاهایی که حضور انسان غیرممکن است استفاده می شوند.

شکل۱-۱: نمونه ای از یک روبات صنعتی

ربات از کجا آمده و به چه معناست؟ کلمه ربات توسط Karel Capek نویسنده و نمایشنامه R.U.R (ربات های جهانی روسیه) در سال ۱۹۲۱ ابداع شد. ریشه این کلمه، کلمه چک اسلواکی (robotnic) به معنی کارگر می باشد. در نمایشنامه وی نمونه ماشین، بعد از انسان بدون دارا بودن نقاط ضعف معمولی او، بیشترین قدرت را داشت و در پایان نمایش این ماشین برای مبارزه علیه

سازندگان خود استفاده شد. الته پیش از آن یونانیان مجسمه متحرکی ساخته بودند که نمونه اولیه چیزی بوده که ما امروزه ربات می نامیم.

امروزه معمولاً کلمه ربات، به معنی هر ماشین ساخت بشر که بتواند کار یا عملی که به طور طبیعی توسط انسان انجام می شود را انجام دهد، استفاده می شود.
در شکل ۲-۱ و ۲-۲ دو نمونه ربات آورده شده است.

شکل۱-۲:ربات های انسان نما

ساخت اولین ربات های صنعتی در زمان انقلاب صنعتی در اروپا انجام شد. با روی دادن انقلاب صنعتی در اروپا، نیاز به دستگاهی که بتواند به جای انسان و بیشتر از او کار کند حس شد، بدین ترتیب، در صنعت از ربات های ساده ای استفاده می شد، این ربات ها می توانستند در مسیری حرکت کنند و اشیا را جابجا کنند، مشکلی که این گونه ربات ها داشتند، نیاز به انسان بود، با پیشرفت علم نقش انسان در کنترل این ربات ها از بین رفت و روز به روز این نقش در صنعت کم رنگ تر می شود و در آینده ای نزدیک به کلی حذف خواهد شد.

امروزه از ربات ها در همه جا استفاده می شود، بعضی از ربات ها ۱۰۰٪ اتوماتیک هستند و فقط به برنامه ریزی نیاز دارند و بعضی دیگر به یک مراقب. هنوز رباتی که مانند انسان توانایی تصمیم گیری داشته باشد ساخته نشده است.

۱-۶ مزایای ربات ها

۱- رباتیک و اتوماسیون در بسیاری از موارد می توانند، ایمنی، میزان تولید، بهره و کیفیت محصولات را افزایش دهند.

۲- ربات ها می توانند در موقعیت های خطرناک کار کنند و با این کار جان هزاران انسان را نجات دهند.

۳- ربات ها به راحتی محیط اطراف خود توجه ندارند و نیازهای انسانی برای آنها مفهومی ندارد. ربات ها هیچگاه خسته نمی شوند.

۴- دقت ربات ها خیلی بیشتر از انسان ها است آنها در حد میلی یا حتی میکرو اینچ دقت دارند.

۵- ربات ها می توانند در یک لحظه چند کار را با هم انجام دهند ولی انسانها در یک لحظه تنها یک کار انجام می دهند.

۶- هزینه ی آنها فقط شامل خرید و نگهداری می شود.

۷- مدیر کارخانه با هیچ اتحادیه کارگری و ... روبرو نیست.

۸- آنها هوشمند هستند و می توانند خطاها را ذخیره کنند تا دوباره تکرار نشود.

۹- آنها می توانند با هر وسیله الکترونیک یا مکانیکی ارتباط برقرار کنند.

۱-۷ معایب ربات ها

۱- ربات ها در موقعیت های اضطراری توانایی پاسخگویی مناسب ندارند که این مطلب می تواند بسیار خطرناک باشد.

۲- ربات ها هزینه بر هستند.

۳- قابلیت های محدود دارند یعنی فقط کاری که برای آن ساخته شده اند را انجام می دهند.

۴- باعث بیکار شدن انسان ها می شوند.

۵- در صورتی که در برنامه ریزی آنها خطایی رخ دهد، کل محصول کارخانه خراب می شود.

۶- محیط زیست را آلوده می کنند.

۷- برای برنامه ریزی آنها نیاز به شخص طراح است.

۸- یکی از مشکلات مهمی که در بکارگیری ربات ها وجود دارد، عدم مقبولیت ربات ها در بین مردم می باشد، مردم نمی توانند وجود یک ربات را در میان خود بپذیرند، در این میان عده ای نیز وجود دارند که به دستکاری ربات ها می پردازند و ربات هایی که خدمات شهری ارائه می کنند را خراب می نمایند، از این رو در بسیاری از کشورهای پیشرفته، مراقبت فراوانی از ربات های آزمایشی به عمل می آید.

در بالا تعدادی از مزایا و معایب ربات ها را برشمردیم، باید قبول کنیم که شخصی که صاحب یک واحد صنعتی است، فقط به بهره و سود بالا فکر می کند، بنابراین دست انسان را از واحدش کوتاه می کند و از ربات ها استفاده می کند.

۱-۸ مراحل ساخت ربات

۱- شناخت کاربرد: شما باید هدف خود را از طراحی و ساخت ربات بدانید و به سوالات زیر پاسخ دهید: ربات چه کاری انجام می دهد؟

چه مشکلاتی بر سر راه این ربات وجود دارد؟

در آینده ممکن است چه تحولاتی در کار ربات بوجود بیاید؟

ربات با چه ساختاری می تواند این کار را به بهترین شکل انجام دهد؟

۲- تعریف کاربردهای اصلی و کاربردهای فرعی: شما باید برای ربات خود یک کاربرد اصلی تعریف کنید تا با توجه به آن قطعات و لوازم مورد نیاز را تهیه کنید. همچنین تعریف کاربردهای فرعی (مواردی که ربات می تواند آنها را در زمان حال یا آینده انجام دهد) را مشخص کنید.

۳- مشخص کردن محدودیت ها و نواقص موجود و رفع آنها: شما باید کلیه مشکلاتی را که ممکن است برای ربات در زمان حال یا آینده پیش بیاید را پیش بینی نمایید و آنها را رفع کنید. این کار باعث می شود تا ربات شما در تمامی عرصه ها پیشتاز باشد.

۴- انتخاب قطعات و طرح اصلی: بعد از این که مراحل ۱ تا ۳ را انجام دادید، نوبت به ایجاد طرح اولیه می رسد، شما می توانید با چند طرح اولیه شروع به کار کنید و در مرحله بعد بهترین آنها را انتخاب کنید.

۵- تحلیل طرح ها و بهینه سازی آنها: در این مرحله شما باید طرح های خود را از نظر اقتصادی و ... تحلیل کنید. طرح شما باید با مواد و امکانات موجود اجرا شود.

۶- انتخاب طرح نهایی و آزمایش آن: بعد از این که طرح های خود را تحلیل کردید، بهترینشان را انتخاب کنید. شما باید این طرح برتر را توسط نرم افزار یا در عمل آزمایش کنید، در هنگام آزمایش انواع شرایط محیطی و انسانی را بوجود بیاورید و عکس العمل ربات را بسنجید.

۷- اجرای طرح آزمایشی: برای طرح خود وقت بگیرید، ربات خود را به مدت ۱ هفته یا ۱ ماه در محیط کاری رها کنید و انواع شرایط را بر روی آن آزمایش نمایید، در صورتی که در این مرحله مشکلی برای ربات بوجود بیاید سریع آن را رفع کنید.

مرحله بالا از وقوع حوادث ناشی از خطاهای انسانی و ... در محدوده کار ربات جلوگیری خواهد کرد.

۸- عرضه ربات: وقتی که مراحل بالا را به صورت کامل انجام دادید، می توانید ربات خود را عرضه کنید، ربات شما در انواع شرایط تست شده است و تمامی نواقص و مشکلات آن رفع گردیده است.

۱-۹ انواع ربات های متحرک

لازمه حرکت این ربات ها تماس دایم با زمین و پشتیبانی سطحی مستمر آن است . این نوع ربات ها از ترکیبی از چرخ ها برای حرکت استفاده می کنند. ترکیبات مختلف چرخ ها موجب پیدایش پیکربندی ها ی گوناگونی برای حرکت ربات های چرخ دار شده است . تفاوت اصلی این پیکربندی ها در نوع ، نقش ، تعداد و مکان چرخ ها می باشد.

۱-۹-۱ ربات های قدم زن

ربات های قدم زن خودرو هایی هستند که با الهام از شیوه های گوناگون فرایند قدم زدن انسان ها و حیوانات، توانایی حرکت بدون تماس دایم با سطح زمین را داشته و بنابراین، گزینه ای برای حرکت در زمین های ناهموار مانند بیشه زار ها و جنگل ها می باشند.

مبنای حرکت این ربات ها گام برداری مناسب آنهاست. عمل گام برداری به دو شیوه قدم زدن و دویدن انجام می گیرد. در قدم زدن حداقل یک پای ربات در هر لحظه با زمین تماس دارد در حالیکه در دویدن ،در لحظاتی خاص ،هیچ کدام از پاهای ربات با زمین تماس ندارد.

۱-۹-۲ ربات های متحرک خزنده

این ربات ها با الهام از شیوه حرکت مارها و یا سایر خزندگان و با مشاهده قابلیت های منحصر بفرد این موجودات ، ابداع گردیده اند. یک ربات خزنده از اجزای متحرک پیوسته ای تشکیل شده است که توسط مفاصلی با درجات آزادی کافی به یکدیگر متصل شده اند.

سطح تماس زیاد این رباتها با زمین موجب افزایش پایداری حرکت آنان شده ، همچنین ظاهر بلند و باریک آنها باعث انعطاف پذیری انها برای حرکت در محیط های ناهموار، سست، نامنظم، پیچیده، تنگ و باریک گردیده و نیز مدولار بودن پیکر بندی این ربات ها قابلیت اعتماد و اطمینان حرکت ربات را افزایش داده است.

۱-۹-۳ربات های متحرک آبی

این ربات ها از آب پیرامون خود برای حرکت استفاده می کنند. دو طرح معروف برای این ربات ها وجود دارد:

طرح اول ساختار اژدر مانند است که در آن یک یا چند پروانه وظیفه رانش ربات را به جلو یا عقب بر عهده دارند.

در طرح دوم مجموعه ای از موتور ها ی آبی (جت های آبی) ، توزیع شده در ربات ،جهت و موقعیت آن را بطور مستقل کنترل می کنند.چنین ساختاری قابلیت مانوردهی ربات را بسیار افزایش می دهد.

۱-۹-۴ ربات های فضایی

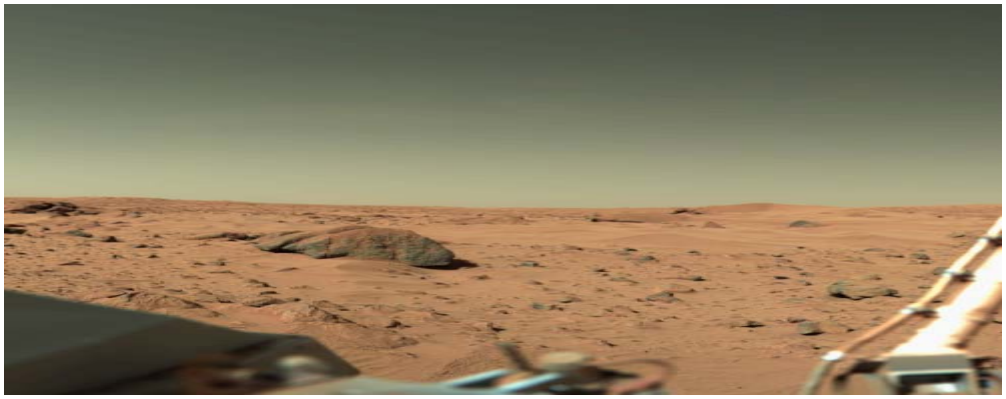
این ربات ها برای کمک به ساخت ، تعمیر و نگهداری ایستگاه های فضایی و ماهواره ها طراحی می شوند . این ربات ها باید توانایی حرکت در شتاب های جاذبه ای بسیار کم خارج از جو زمین را داشته باشند.

۱-۱۰ عوارض زمین و انواع ناهمواری ها

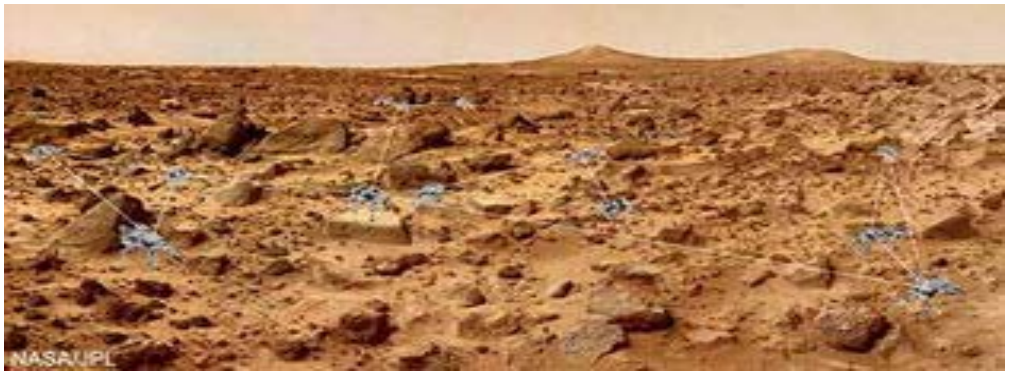
اولین قدم برای ساختن ربات هایی که برای زمین های ناهموار به کار می رود، پاسخ به این سوال است که این ربات باید روی چه سطحی مورد استفاده قرار گیرد؟ پس می بینیم که ابتدا باید انواع ناهمواری ها را بشناسیم و سپس اقدام به طراحی ربات مورد نظر گرفت. ربات های مورد نظر باید قادر باشند که از این موانع عبور کنند.

سال‌هاست که انسان سعی می‌کند در سیارات منظومه شمسی جایگزینی برای محیط زیست کره زمین پیدا کند. یکی از نزدیکترین سیارات به کره زمین، کره مریخ است که می‌تواند جایگزین مناسبی برای زندگی بشر بر روی زمین باشد. از این رو بشر در سال‌های اخیر تلاش‌های مستمری را برای یافتن حیات بر روی این کره ی سرخ‌رنگ انجام داده است. از آنجا که فرستادن بشر بر روی کره مریخ با مخاطرات و مشکلاتی همراه است و مسلما هزینه های مادی و انسانی بالایی خواهد داشت، بشر سعی کرده است جستجو گرانی را برای یافتن آب و حیات بر روی همسایه ی زمین به کار گیرد، که می‌توان در این زمینه به انواع ماهواره‌ها و مریخ نوردها اشاره کرد .مریخ نوردها باید بتوانند نیازهای دانشمندان در یافتن آب و حیات را برآورده کنند لذا باید امکان ارسال تصویر، گرفتن نمونه‌های آزمایشی و تحلیل آن‌ها، و غلبه بر ناهمواری‌های ناشناخته مریخ را داشته باشند.

پس این نوع ربات ها باید بتوانند که از روی ناهمواری های سطح مریخ عبور کنند. این ناهمواری ها را در شکل های ۱-۳ و ۱-۴ می بینیم.



شکل ۱-۳: ناهمواری روی سطح مریخ



شکل ۱-۴: ناهمواری روی سطح مریخ

برای مسابقات رباتیک هم ابتدا موانع مسابقه به طور کامل معرفی می شوند، سپس شرکت کنندگان اقدام به ساخت ربات می کنند.یک نمونه از این ناهمواری ها و ربات ساخته شده را در شکل ۱-۵ می بینیم.

شکل ۱-۵: ناهمواری مصنوعی برای آزمایش ربات

ربات هایی هم برای عبور از ناهمواری های طبیعی(لجن زار) روی سطح زمین طراحی می شوند که در شکل ۱-۶ یک نمونه را می بینیم.

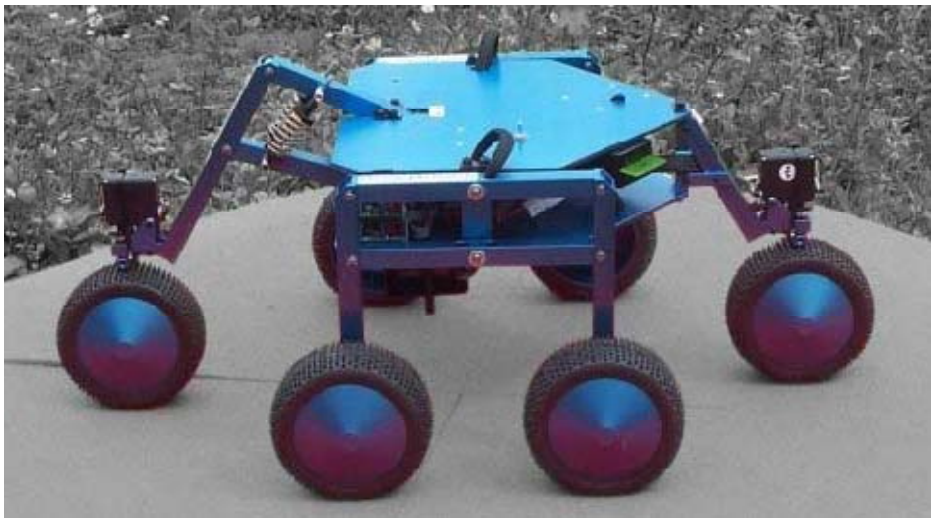
شکل ۱-۶: ناهمواری روی زمین و ربات مربوطه

فصل دوم:

انواع ربات ها برای زمین های ناهموار

۲-انواع ربات ها برای زمین های ناهموار

از ابتدای پدید آمدن ربات ها، ساخت رباتی که بتواند روی زمین های ناهموار حرکت کند، به عنوان یکی از خواسته های اصلی محققان و علاقه مندان علم رباتیک مطرح بوده است؛ در نتیجه فعالیت های مختلفی در این خصوص با عنوان کلی ربات های متحرک انجام پذیرفته است. از این رو شاید نتوان براحتی نقطه تولدی را برای این نوع ربات ها قائل شد، اما به طور حتم طراحی و ساخت آنها کاری پیچیده است که مستلزم برخورداری از دانش فنی و امکانات پیشرفته است. در بعضی موارد ما می خواهیم از ربات ها در جاهایی استفاده کنیم که سطح زیر ربات ناهموار است، بنابراین باید ربات هایی طراحی شود تا در این سطوح کار مورد نیاز را انجام دهند. مثلا در ربات های طراحی شده برای اکتشافات فضایی،چون سطح سیاره ها هموار نیست باید ربات های خاصی طراحی گردد. چند نمونه از این ربات ها را در شکل های ۲-۱ و ۲-۲ می توانیم ببینیم.



شکل ۲-۱:ربات میگو برای زمین های ناهموار

شکل ۲-۲: ربات برای زمین های ناهموار

در این پروژه به بررسی این نوع ربات ها پرداخته می شود و به طور کلی آنها را به سه دسته ی کلی تقسیم می کنیم:

۱-ربات های چرخدار۲-ربات های پادار۳-ربات های چرخدار- پادار

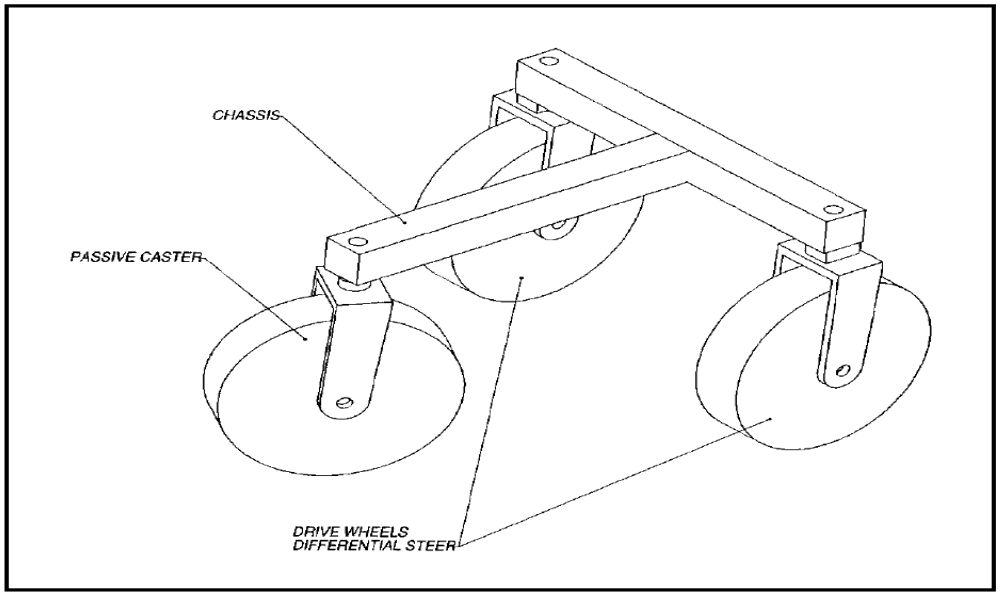
این سه نوع ربات را مورد بررسی قرار می‌دهیم و مزایا و معایب هر کدام را نیز بیان می کنیم.

۲-۱ ربات های چرخدار

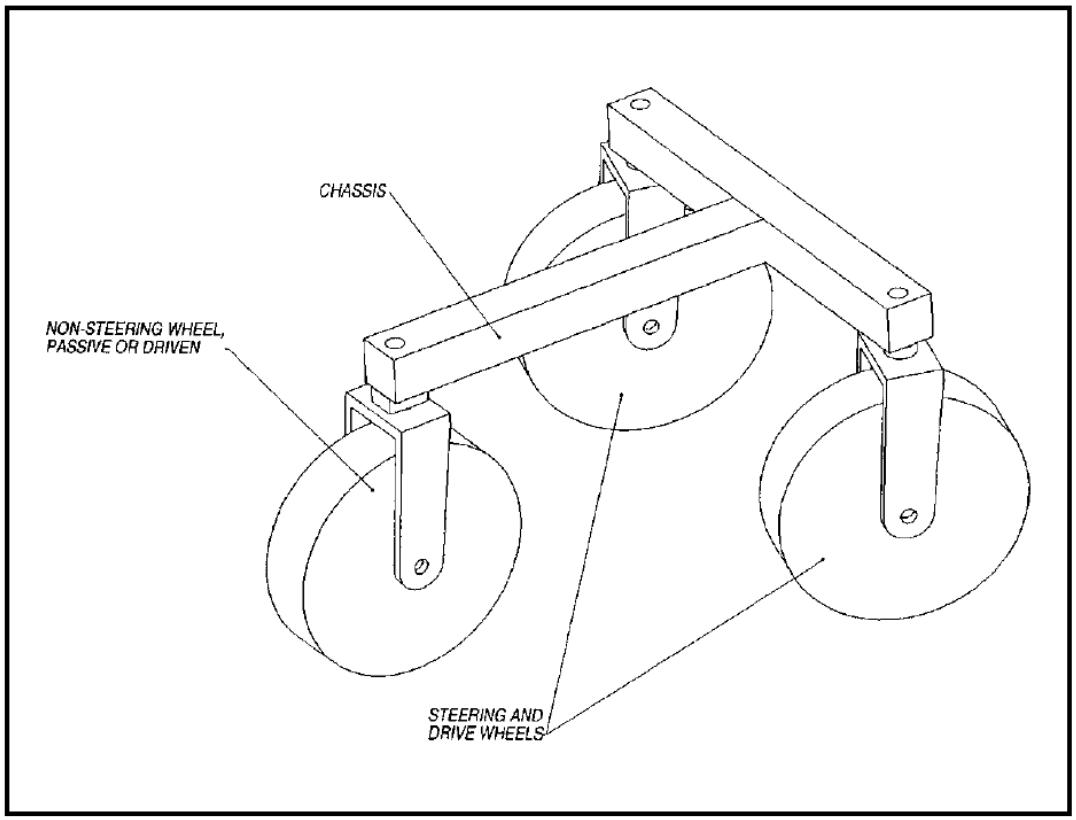
همانگونه که از اسم این گونه ربات‌ها پیداست، در آنها برای عبور از موانع ناهموار از چرخ استفاده شده است. طراحی های مختلفی صورت گرفته است که در آنها تعداد چرخ‌های متفاوتی استفاده شده است. در این بخش ربات های چرخداری را که در آنها از ۳، ۴، ۶ و ۸ چرخ استفاده شده است را بیان می کنیم.

۲-۱-۱ طراحی های سه چرخ

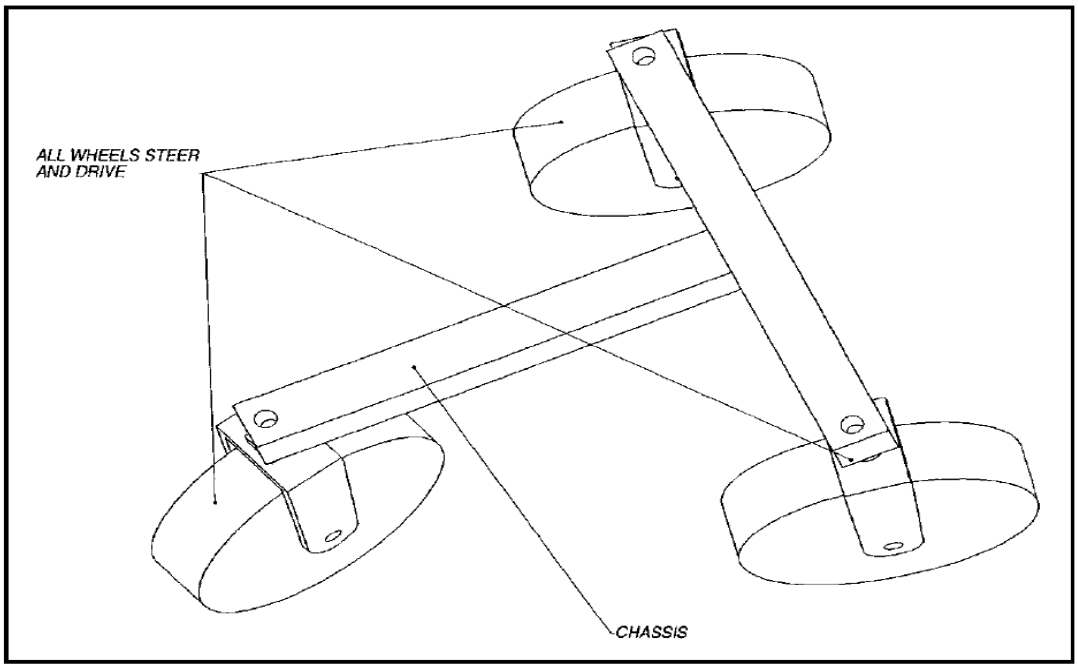
۳ چرخ را می توان به روش های مختلفی نشان داد. ۳ نوع ازاین چیدمان درشکل های ۲-۳ و ۲-۴ و ۲-۵ رسم شده اند.



شکل ۲-۳:نمونه ای از مکانیزم ۳ چرخ



شکل ۲-۴ نمونه ای از مکانیزم ۳ چرخ



شکل ۲-۵: نمونه ای از مکانیزم ۳ چرخ

دراین طرح ها رایج ترین و ساده ترین وسایل بکار برده شده و کمترین تحرک در انواع این ها توسط ۳ چرخه های بچه ها ارائه شده است. در نوع kid-prwored (شکل ۲-۳) چرخ جلو دارای قابلیت رانش و فرمان پذیری می باشد.

قدرت روی یک چرخ در این ۳ چرخه ها علت اصلی این مشکل است. با این حال طرح های بسیار موفقی وجود دارد که به صراحت استفاده می شود، چون سادگی وجود دارد.

به منظور بهبود قابلیت حرکت و پایداری موتورسیکلت ها، ۳چرخه های (ATC) گسترش یافته اند. این وسیله نشان می دهد که به قابلیت حرکت در وسایل ۳ چرخه افزوده شده است. چرخ های عقب (۲ چرخ) ازطریق یک دیفرانسیل، قدرت را دریافت می کند و ازطریق چرخ جلو فرمان پذیری این وسیله را به عهده دارد.

این طراحی هنوز یک طرح ساده است اما اگرچه قابلیت حرکت بالایی دارند ولی آنها را در محیط های جنگلی که مملوء از سنگ، درختچه و ... است مناسب استفاده نیست. عاقبت این ATC ها غیرقانونی شدند زیرا از عیوب اصلی آن، پایداری ضعیف آنهاست. قرار دادن یک چرخ در جلو

منجر به کاهش مقاومت در انحراف در چرخ جلو می شود. این خیلی در تصادف های ۳ چرخه های بچه ها مرسوم است.

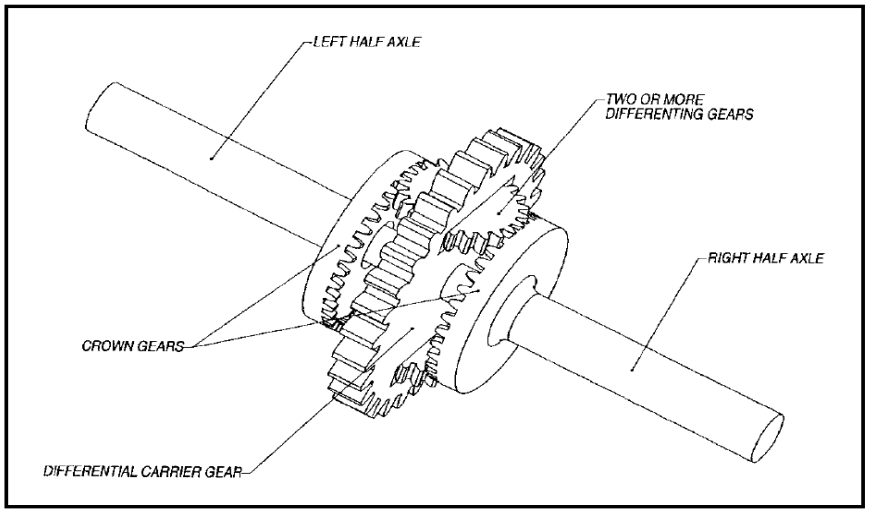
افزایش پایداری در۳ چرخه ها می تواند به سادگی توسط طرح برگردانی به نتیجه برسد. این طرح شامل قرار دادن ۲ چرخ در قسمت جلو(شکل۲-۴) می باشد. این طرح در سرعت های پایین کار می کند اما کنترل کردن این وسیله مشکل است. وقتی که این وسیله در سرعت بالا می چرخد چون نیروهای وارد به چرخ های عقب (فرمان پذیری) تمایل به چرخش چرخ ها با سرعت بیشتر دارد سرانجام آن را از کنترل خارج می کند. این امر می تواند توسط جابه جایی با دقت مرکز ثقل اتومبیل کاهش یابد یعنی مرکزثقل آن به سمت جلو به طور دقیق حرکت می کند، بدون اینکه دریک توقف سریع انتهای اتومبیل بلغزد. این یک مدل هوشمندانه است که می تواند با افزایش شتاب سریع عقب خود را حول محور عمودی بچرخاند.

این می تواند به وسیله ۳ چرخه هم انجام شود. فرمان پذیری درچرخ های جلو روی یک ۳ چرخه ی برگردان، عیوب فرمان پذیری را دفع می کند اما پیچیدگی های فرمان پذیری و حرکت با ۲ چرخ عقب محرک را اضافه می کند. این طرح اجازه می دهد که بیشتر وزن روی چرخ های عقب غیرفعال باشند که بصورت عمده ای تمایل به لغزیدن را کم می کند و قابلیت حرکت خوبی هم دارند. هرچند این طرح همچنان حول یک محور غیرمحرک کشیده شود، اما اگرقدرت به آن داده شود، قابلیت حرکت آن بهتر می شود.

بیشترین پیچیدگی ها و بالاترین قابلیت حرکت طرح ۳ چرخه ها، جایی است که همه چرخ ها محرک و فرمان پذیر باشند(شکل ۲-۵). این طرح چند کاربرد دارد، ایجاد تحرک درهرجهت بدون نیاز به حرکت و نیز می تواند در هر مکانی بچرخد. به این قابلیت حرکت هولونومیک گویند. برای حرکت ربات بسیارمفید است چون به طور عمده حرکت در محیط های هموار را بهبود می کند. طرح های مطرح شده تاکنون، همگی به جزطرح ۳ چرخه برگردان با فرمان درجلو می تواند حرکت هولونومیک را ایجاد کند.

برای اینکه هولومونیک به درستی انجام شود، حتی دریک موقعیتی که وسیله از۳ طرف اطراف بسته باشد مثل راهروی بن بست، وسیله باید خودش بتواند دور بزند. این توانایی است که وسیله می تواند درهرزمانی مسیر خود را ازگرفتار شدن پیدا کند.

قبل ازتحقیق در مورد وسایل ۴ چرخه باید مکانیزم دیفرانسیل را دراصل بدانیم. این کلمه دیفرانسیل بدین معنی است که آن تفکیک حرکت چرخشی ۲ چرخ محرک را ازیک محرک برعهده دارد. یک دیفرانسیل اساسا ازیک مجموعه چرخ دنده ها نصب شده در داخل یک چرخ دنده ی بزرگ تشکیل شده است و یک محور که به شعاع کمتر ازچرخ دنده بزرگ در امتداد آن می باشد(شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶: مکانیزم دیفرانسیل

این چرخ دنده ها با چرخ دنده بزرگ حرکت دورانی می کند و ازطریق چرخ دنده های محدب (تاجی) روی انتهای محور به آن متصل شده اند. وقتی ۲ چرخ روی یک سطح نسبتا زیاد سایشی می غلتد و وسیله نقلیه حرکتی مستقیم دارد چرخ ها با سرعت چرخشی یکسان می چرخند . اگر وسیله به گوشه بچرخد، چرخ بیرونی یک مسیر بیشتری را می پیماید . بنابراین باید تراز در چرخ داخلی بچرخد. این سیستم یا هرسیستم مشابه آن ، در داخل هر وسیله محرک یا وسیله ای که روی جاده حرکت کند وجود دارد. به طور واضحی معلوم است که خوب کارمی کند.

یک دیفرانسیل ساده یک اشکال دارد. اگریک چرخ روی یک سطح غلتیده شود با سایش کم ، آن می تواند تحرک و پیچشی بیشتر ازدیگر چرخ ها داشته باشد. به زودی این چرخ شروع به لغزش می کند. اصطکاک بیشتر کاهش می یاید و مسئله تشدید می شود . این تقریبا هرگز توسط

اپراتور مورد توجه نبوده اما می تواند سبب مشکلات حرکت برای وسایلی باشد که اکثر اوقات روی سطوح لغزشی مانند مرطوب ، یخی وبرفی حرکت می کنند.

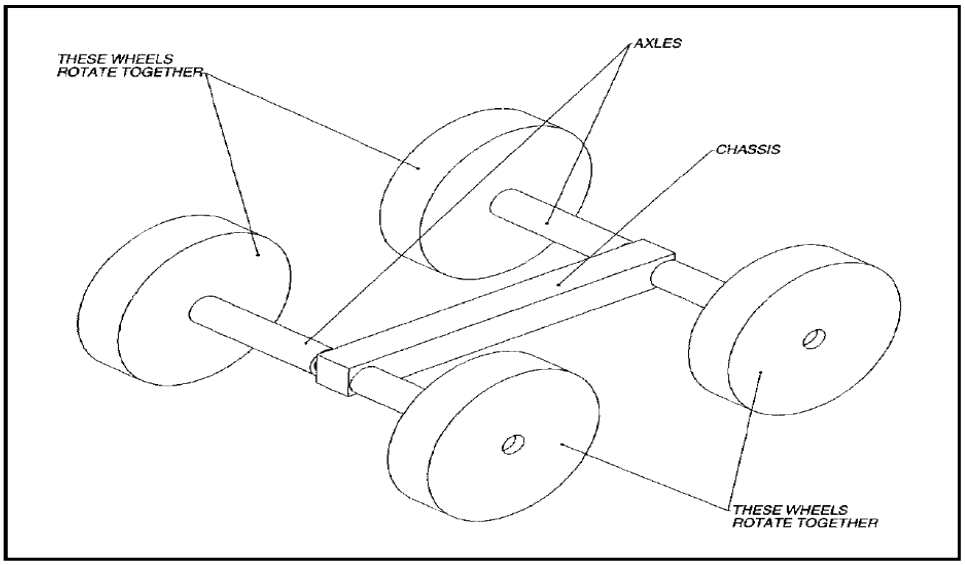
راه حل ها با همدیگر ارتباط دارند . یکی اضافه نمودن کلاچ بین محوری که روی دیگری می لغزد وقتی که یک چرخ تندتر ازدیگری چرخش می کند. این راه خوب است ولی غیرکاراست زیراکلاچ، قدرت را جذب می کند وقتی که وسیله بخواهد به گوشه ای برود.

راه حل دیگر دیفرانسیل Torsen پیچیده توسط شرکت zexel است. دیفرانسیل Torsen بکار رفته، به خصوص به شکل چرخ دنده ی حلزونی می باشد و ۲ محور را به هم مرتبط می کند. این چرخ دنده ها اجازه ی تفکیک مورد نظر بین ۲ چرخ را وقتی که می چرخد می دهد اما به یک چرخ اجازه نمی دهد که بچرخد در حالی که نیروی غلتکی را ازبین می برد. وسایل مجهز به دیفرانسیل Torsen می توانند به طور کاملا موثر با یک چرخ روی یخ و دیگری روی یک سطح خشک در خیابان حرکت کند. این دیفرانسیل هندسه ی چرخ دنده ی پیچیده ای دارد.[۱]

۲-۱-۲ طراحی ۴ چرخ

بیشتر وسایل ۴ چرخه در حقیقت حتی یک دیفرانسیل هم استفاده نمی کنند. این وسایل ۲ چرخ درهرطرف دارند که به همدیگر متصل شده اند و مثل فرمان پذیری دیفرانسیل ۳ چرخه می باشد. چون چرخ ها دریک خط در هر طرف هستند و نمی توانند بچرخند وقتی بخواهند به سمتی حرکت کنند، آنها مثل چرخش وسایل، لغزش دارند. نام این روش که درآن دیفرانسیل بکار نرفته است skid steer است. توجه کنید که دراین طرح هیچ دیفرانسیلی بکار نمی رود، به هرحال به آن هدایت دیفرانسیل گویند.(شکل ۲-۷)

[۱]- بهترین توضیح دهنده برای این دیفرانسیل که چطور کار می کند سایت زیراست : www . Torsen .com



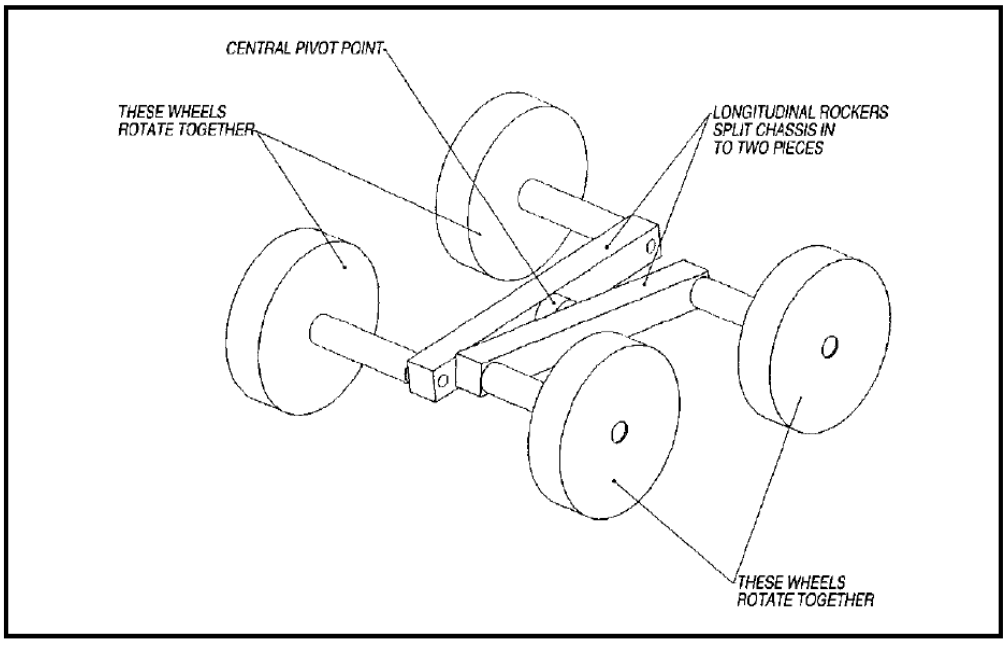
شکل ۲-۷:مکانیزم ۴ چرخ

وسایل هدایت لغزش (skid steer) یک وسایل تنومند هستند، یک طرح ساده با قابلیت حرکت خوب دارند، با وجود اینکه دارای چرخ های لغزشی هستند. به دلیل آنکه چرخ ها نمی توانند بچرخند، آنها به سادگی به شاسی متصل شده اند و فضای مورد نیاز را برای لغزش اشغال می کنند. بسیاری از وسایل skid steer که در زمین های ناهموار صنعتی استفاده می شود را Bobcots گویند. شکل ۲-۷ نشان داده که یک وسیله ی skid steer به راستی طرح ساده ای است.

مشکل این هدایت لغزشی (skid steer) = (non suspaded drive train) این است که هنگام عبور ازیک برآمدگی، یکی ازچرخ ها از زمین جدا می شود. این مشکل برای ۲ یا ۳ چرخ وجود ندارد اما این یک مشکل اصلی است که در وسایل بیش از۳ چرخه وجود دارد و باید رسیدگی شود.

به هرجهت یک احتیاج و نیاز برای قابلیت حرکت خوب نیست بلکه آن بهتراست با استفاده ازبرخی مکانیزم ها برای نگهداری همه ی چرخ ها روی زمین، بکار رود. راههای زیادی برای انجام این کار وجود دارد که شاسی را به ۲ بخش تقسیم می کند. طرح اهرم بندی، طول کل وسیله را به ۲ بخش تقسیم می کند و در وسط اتصال یک میل محور دربین دو فضا وجود دارد. این اتصال درانتهای هربازوی اهرم rocker می باشد که برای چرخش یک چرخ در انتهای دیگری بازو قرار دارد.

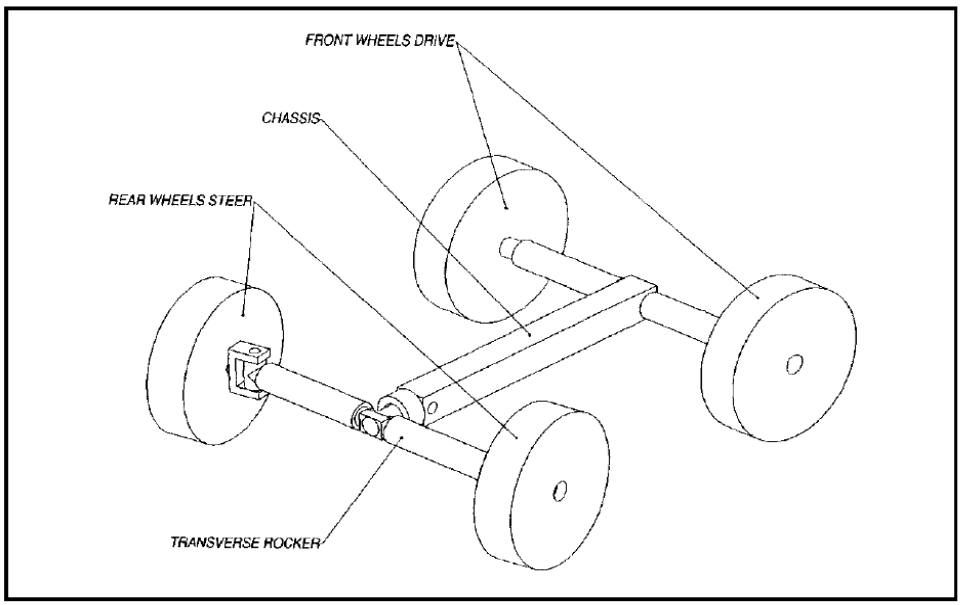
ویژگی بالا این امکان را فراهم می کند که بازوی اهرم rocker وقتی که چرخ بخواهد بالا یا پایین حالت خودش برود، بچرخد. این اتصال بار را روی همه چرخ ها تقریبا یکسان و برابر توزیع می کند، قابلیت حرکت توسط عوامل محرک ها افزایش پیدا می کند و ترمزها در روی هرچرخ قرار دارد. طرح های اهرم طولی فرمان لغزنده ای دارند، که چرخ های درهرطرف معمولا به طور مکانیکی آنها را می بندد مثل یک طرح skid steer، اما گاهی اوقات، حتی سبب افزایش بیشتر قابلیت حرکت می شود، چرخ ها به طور جداگانه ای محرک هستند. شکل ۲-۸ این طرح را که توسط sindia labs برای وسیله ای به نام Ratler گسترش یافته است را نشان می دهد. در جرثقیل معروف صنعتی ، طرح های مختلفی ازاهرم rocker مورد استفاده قرار می گیرد.



شکل ۲-۸: مکانیزم ۴ چرخ

چون چرخ های جلو برای حمل همه بارها بالا برنده استفاده می شود، ساختار چرخ های جلو باهم باید طرحی قوی باشد. این وسیله دارای ۴ چرخ بدون سیستم تعلیق است و بنابراین به برخی از روش هایی نیاز دارد که همه ی چرخ ها را روی زمین نگه دارد. دراکثر طرح ها چرخ های جلو

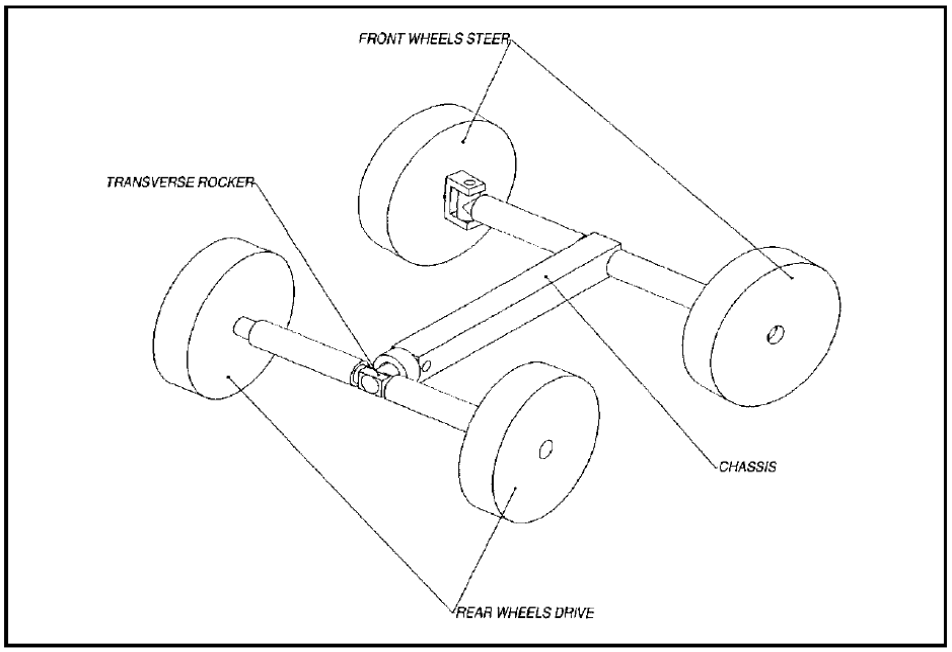
درکنارهم بسته می شوند و یک اهرم rocker به طور معکوس نصب می شود و به چرخ های عقب متصل می شود که معمولا چرخ ها فرمان پذیرهستند. شکل ۲-۹ این رانشان می دهد .



شکل ۲-۹: مکانیزم ۴ چرخ

در وسایل ۲چرخ محرک، چرخ های محرک باید نیروی رانش را نه تنها برای نیروی خود بلکه برای هرآنچه حمل می کند فراهم کند و همچنین باید کشش یا هل دادن درچرخ های غیرمحرک را فراهم کند. بسیاری ازطرح های چرخ دار مشکلات خاص خود را دارد که نیاز به یک موتور برای هرچرخ دارد. هرچند این ازدیدگاه کنترلی و الکتریکی راه حل را مشکل ترمی کند.

فرمان پذیری درچرخ های عقب برای اینکه انسان وسیله را کنترل کند موثر است. به خصوص در محیطی که دارای مقداری مانع باشد و بخواهد درآن حرکت کند طرح اهرم معکوس می تواند با طرح چرخ جلوی فرمان پذیر ترکیب شود(شکل ۲-۱۰) که خیلی شبیه طرح بکار رفته در یک اتومبیل است. این طرح با همه ی چرخ های محرک متصل می شود و این یک اجرای خوب است.

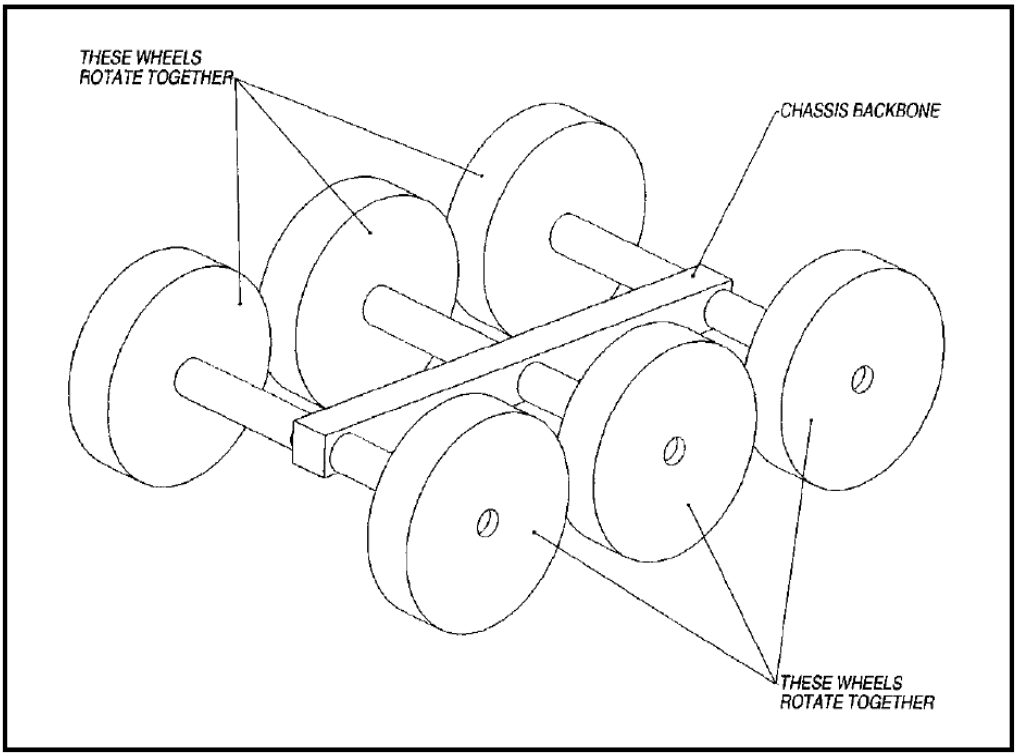


شکل ۲-۱۰: مکانیزم ۴ چرخ

۲-۱-۳ طراحی های ۶چرخ

درکنار وسایل ۴ چرخ و ۵ چرخ، طرح ۶ چرخ با یک شاسی بزرگ وجود دارد و بسیاری از سیستم های تعلیق و یدک کش ها براساس طرح ۶ چرخ ها بنا نهاده شده اند. ۶ چرخ ها معمولا بهترین حالت برای وسایل نقلیه با قابلیت حرکت بالا است.

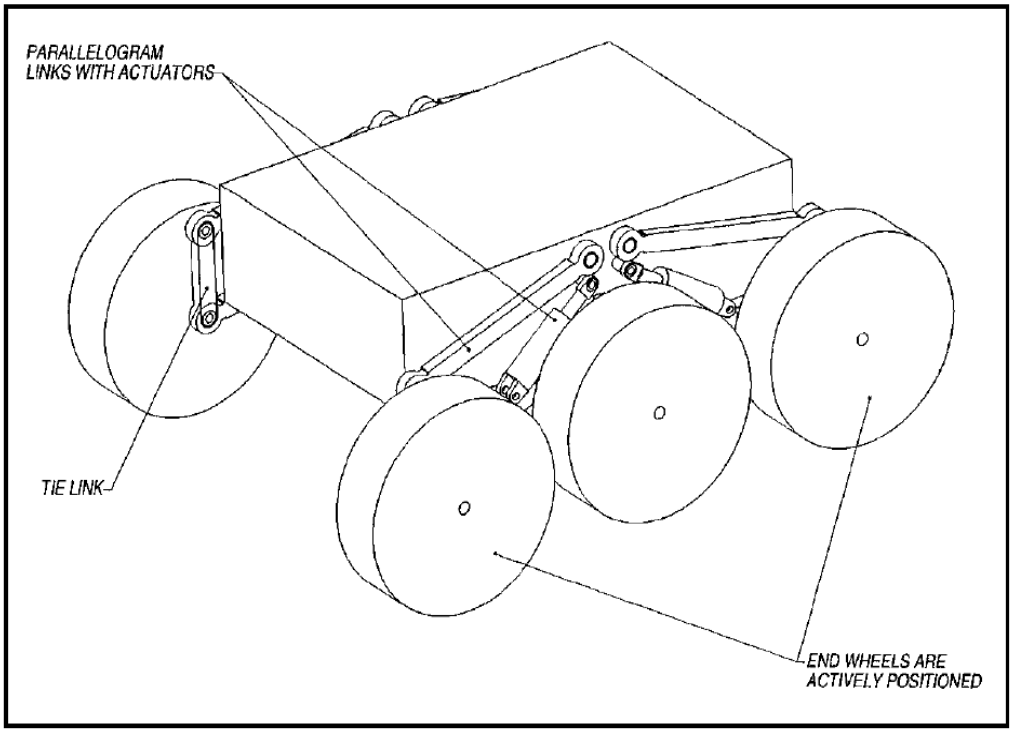
طرح ساده از۶ چرخ ها درشکل ۲-۱۱ نشان داده، طرح هدایت لغزشی غیرمعلق است. این طرح خیلی شبیه به طرح ۴ چرخه هاست با قابلیت حرکت ساده تر زیرا نیروی کشش قوی تر وفشار بر تایرها کمتر است به دلیل وجود ۳ چرخ درهر طرف. این چرخ ها محرک توسط زنجیر یا تسمه یا گیربکس یا هرروشی که یک سیستم حرکتی قوی داشته باشد حرکت می کند.



شکل ۲-۱۱:ساده ترین مکانیزم ۶ چرخ

یک مزیت وجود ۳ چرخ در طرح skid steer این است که چرخ وسط درهرطرف راحتر از چرخ های دیگر نصب شده و وزن روی هرجفت چرخ های جلو و عقب کاهش می دهد. وزن کمتر مقدار نیروها را کاهش می دهد.

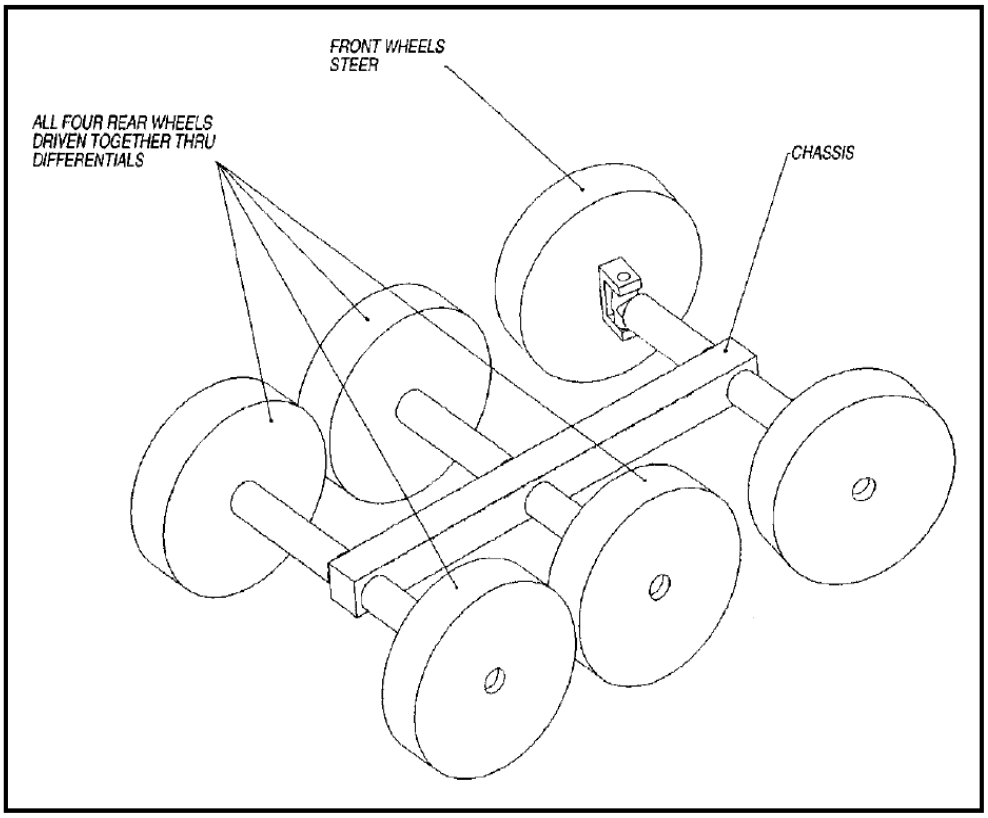
دریک طرح زیرکانه تر، ۲ جفت مکانیزم ۴ میله ای در جفت چرخ های عقب و جلو اضافه می شود. این مکانیزم ها توسط یک محرک خطی حرکت می کنند که چرخ ها را درهرگوشه ای یا کنجی آزادانه بالا وپایین می برد. این مکانیزم به وسیله نقلیه اجازه می دهد که موانع کوچکتر یا بزرگتر ازچرخ ها را طی کند و می تواند حرکت در محیط های مشکل را امکان پذیر کند که توسط کنترل فعالانه روی هرچرخ انجام می شود.در شکل ۲-۱۲ طرح این نوع ربات ها را می بینیم.



شکل ۲-۱۲: مکانیزم ۶ چرخ

طرح skid steer می تواند توسط افزودن یک مکانیزم فرمان پذیر درجفت چرخ جلو و قراردادن یک دسته ازجفت چرخ ها در عقب که حرکتی هماهنگ داشته باشد، بهبود پیدا کند. این طرح بازدهی بهتری در فرمان پذیری دارد اما خیلی در قابلیت حرکت بهتر نیست.

طرح فرمان پذیری یکپارچه (Ackerman) قابلیت چرخیدن ربات دریک مکان را حذف می کند . این می تواند دریک مکان تنگ یک مانع وضرر واقعی باشد. طرح اساسی درشکل ۲-۱۳ نشان داده شده است. به خاطر داشته باشید که اندازه های نسبی از چرخ ها و فضاهای بین آنها می تواند در تولیدات مختلف، ویژگی های حرکتی متفاوتی داشته باشد.



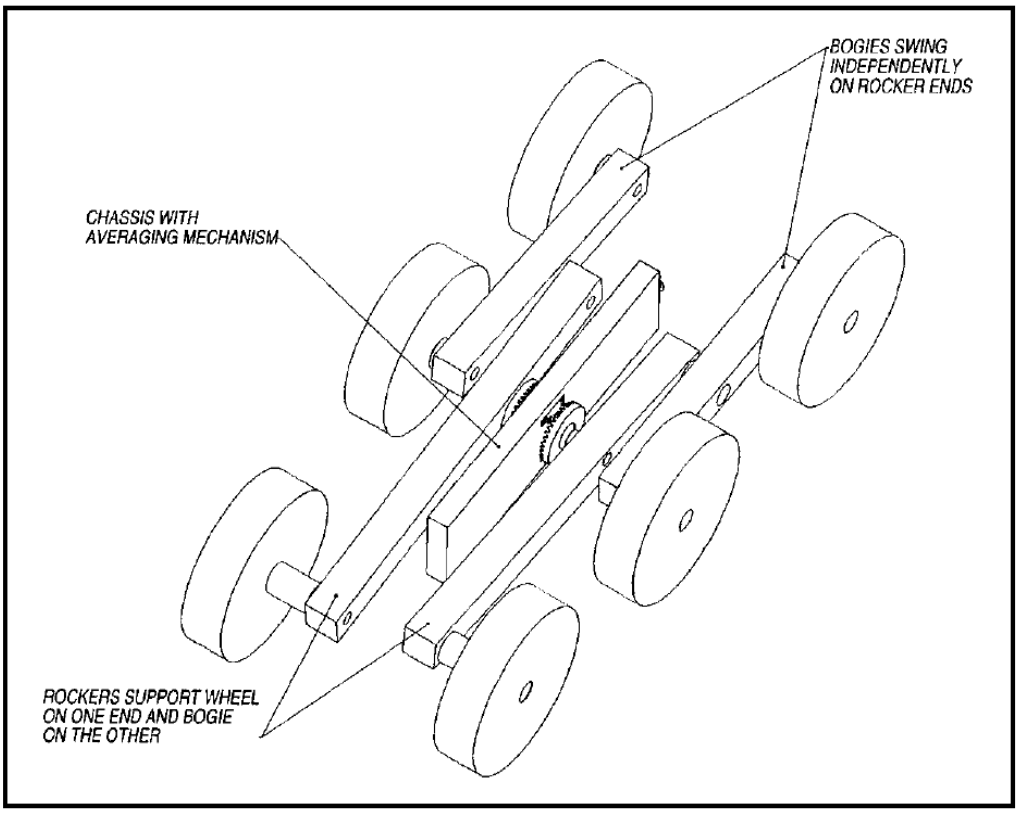
شکل ۲-۱۳: مکانیزم ۶ چرخ

به دلیل مختصری از پیچیدگی ها از نظر تجاری، وسیله نقلیه ی ۶ چرخه ای که دردست است، برای ربات خودمختار (Alvis stalward) توصیه نمی شود. این ربات با هدف رفتن به هرمکانی و تحت هرشرایطی طراحی شده است. این وسیله ۶ چرخه بوده (همه سیستم تعلیق به طور مستقل روی اتصال موازی با بازوهای پیچشی قرار دارد)و وسیله ای است که ۴ چرخ جلو فرمان پذیرند. هر ردیف از۳ چرخ ها با هم از طریق چرخ دنده های مخروطی محرک هستند. آن مرکز چرخ یک جعبه دنده ی کاهنده دارد و یک جعبه انتقال قدرت مرکزی در عقب اتومبیل با دنده معکوس وجود دارد، و ۲ موتورجت آبی برای زمین های ۲ منظوره (آبی – خاکی) دارد.[۲]

[۲] - سایتی وجود دارد که اطلاعات و عکس های مناسب از پیچیدگی های این ماشین گفته :
www.uw donline . com / Mil / alvis / stalwart. Html.

این طرح ساده این است که وقتی یک چرخ روی برآمدگی می رود، کمبود نیروی بالا برنده روی دیگر چرخ ها می افتد، و به طور شدیدی نیروی پیش ران و قابلیت حرکت را کاهش می دهد. سیستم تعلیق ایده آل، بارها را روی هریک ازچرخ ها به طور یکسان نگهداری و حفظ می کند نه برروی چرخی که در ارتفاع بیشتر است. سیستم تعلیق زیرسیستمی است که بارها را روی هرچرخ هموار می کند(برخی بیشتر ازدیگری).

سیستم تعلیق (rocker bogie) درشکل ۲-۱۴ نشان داده شده است که یک طرح توسعه یافته از طرح اهرم بندی ۴ چرخه می باشد. این طرح با اضافه کردن یک جفت چرخ به انتهای بازوی اهرم انجام می شود، ۲ چرخ می تواند ازیک انتها آویزان باشند درحالی چرخ دیگر ازاین قسمت برروی زمین باشد.



شکل ۲-۱۴: سیستم تعلیق rocker bogie

این طرح وانمود می کند که می تواند تولید بارهای متقارن روی چرخ ها داشته باشد به شرطی که طول bogie نصف طول اهرمrocker باشد و اهرم rocker ازجایی به شاسی متصل باشد که به اندازه ی ۱/۳ طول rocker و ازسمتی باشد که به bogie متصل است، دراین صورت واقعا بار روی هرچرخ برابر است. نسبت ها می تواند تغییر کند به منظور تولید بارهای غیریکنواخت، که قابلیت حرکت را به طور پله ای برای حرکت دریک جهت بهبود می بخشد اما طرح اصلی قابلیت حرکت خیلی خوبی دارد.

بزرگترین مزیت طرح (rocker bogie) این است می تواند از موانعی که ۲ برابر ارتفاع چرخ هستند عبور کند. این شکل فقط قسمت های اصلی ازطرح حرکت را نشان می دهد. قسمتی که برچسب شاسی دارد ستون فقرات یا قسمت اصلی برای بدنه اصلی است که درطرح و شکل نشان داده شده است.

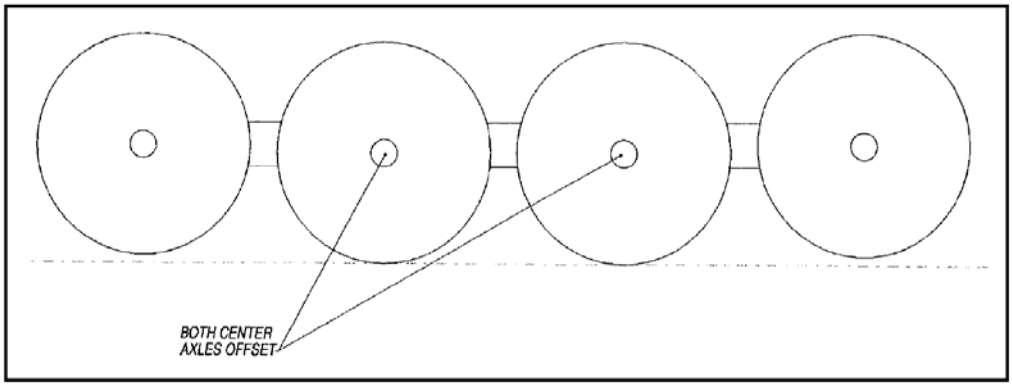
این واقعیت که هرچرخ به صورت غیرعامل توسط سیستم تعلیق (rocker bogie) بارگذاری شود عرض قابل ملاحظه ی شاسی را کم می کند. محورهای قفل شونده روی bogie می تواند ازطریق توانمند کردن چرخ های طراحی برای تحمل کل وزن وسیله، عرض شاسی را زیاد کند. که این محرک یک تسمه ی ساده یا ترمز دیسکی می باشد.

سیستم تعلیق (rocker bogie) می توان فرمان پذیرباشد، اما نیروهای اصطکاک جانبی روی چرخ ها گشتاوری را دراهرم ایجاد می کند. چون چرخ ها درانتهای بازوها قرار دارند و به هرطرف حرکت می کنند، در طرح های معمول برای هرطرف یک موتور نهاده شده است. حرکت فرمان، توسط چرخش چرخ های عقب و جلو با فرمان موتورهایشان انجام می شود، این بدان معنی است که دراین طرح ۱۰ موتور به منظور قابلیت حرکت زیاد استفاده می شود. دراین طراحی، تعداد زیادی ازمحرک ها، تعدادی ازقسمت های متحرک و اکثر پیچیدگی ها را کاهش می دهد. هندسه ی فرمان اجازه چرخش درهرمکانی را افزایش می دهد. این طرح روی Sojourner استفاده می شود، رباتی که حالا در مریخ نشسته است و بعد ازتمام شدن یک ماموریت تحقیقاتی کاملا موفق درسیاره سرخ است. کارشناسان در زمینه ی حرکت ادعا کردند که این طرح بالاترین قابلیت حرکت ممکنه را در وسایل نقلیه دارد. اما این قابلیت حرکت بالا به همراه خود هزینه ی ۱۰ محرک می آورد و همه ی اینها با کنترل وسایل الکتریکی و اشکال زدایی ارتباط دارد.

۲-۱-۴ طراحی های ۸ چرخه

اگر ۶ چرخه ها خوب باشند ۸ چرخه ها بهتر هستند. چرا؟ برای یک مجموعه از نیازمندیها ۸ چرخه ها بهتر از ۶ چرخه ها هستند. از لحاظ تئوری به دلیل اینکه سطح تماس بیشتر با زمین دارند، چون چرخ های بیشتر دارند. اگر ربات به خصوص اندازه کم را نیاز داشته باشد طرح ۸ چرخه احتمالا جواب خواهد داد .

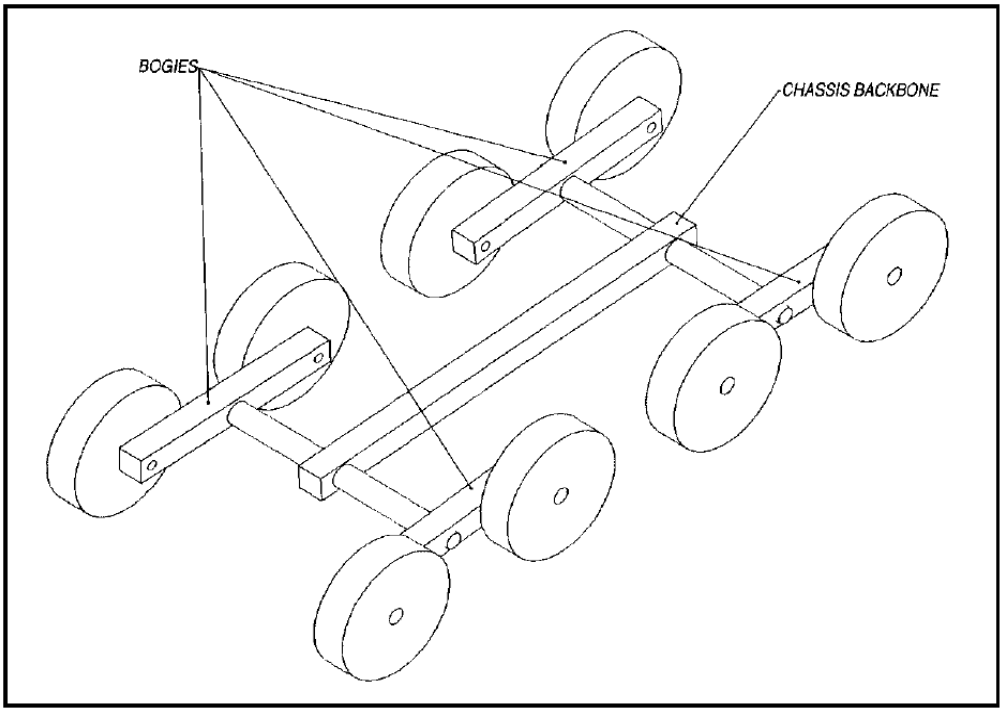
دراکثر طرح های رایج ۸ چرخه ها، ذاتا قطعات متحرک بیشتری وجود دارد که طرح skid-steer با چرخ های ثابت است. هدف، کاهش مرکز ۲ جفت چرخ همانند طرح ۶ چرخه در skid-steer است اما دراین طرح ۴ چرخ در یک طرف روی زمین هستند و لرزش کمتری در شروع و ایستادن دارد. طرح را با فاصله مرکزی چرخ ها که اندکی کاهش یافته را در شکل ۲-۱۵ می بینید .



شکل۲-۱۵:طرح ۸ چرخ ساده

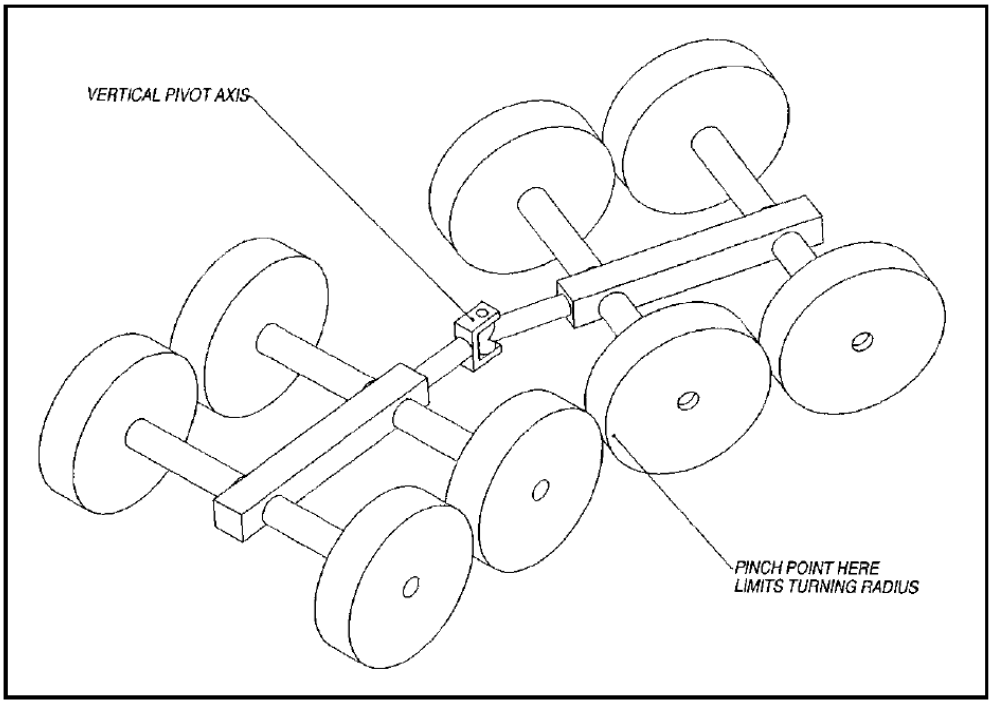
با وجود همه ی چرخ های ثابت زمان زیادی لازم است که برخی ازچرخ ها از زمین بلند شوند و اساسا نیروی رانش را کاهش دهند. یک راه ساده برای کاهش این مشکل قراردادن چرخ ها روی اهرم بندی های Rocker است که به صورت جفتی در هرطرف وجود دارد، یک مجموعه از چرخ ها ممکن است دربرخی از زمین ها، زمین را ترک کنند اما ۶ چرخ دیگر باید اساسا با زمین در ارتباط باشند که مقداری نیروی رانش را ایجاد کنند.

طرح skid-steer را می توانیم در شکل ۲-۱۶ ببینیم.

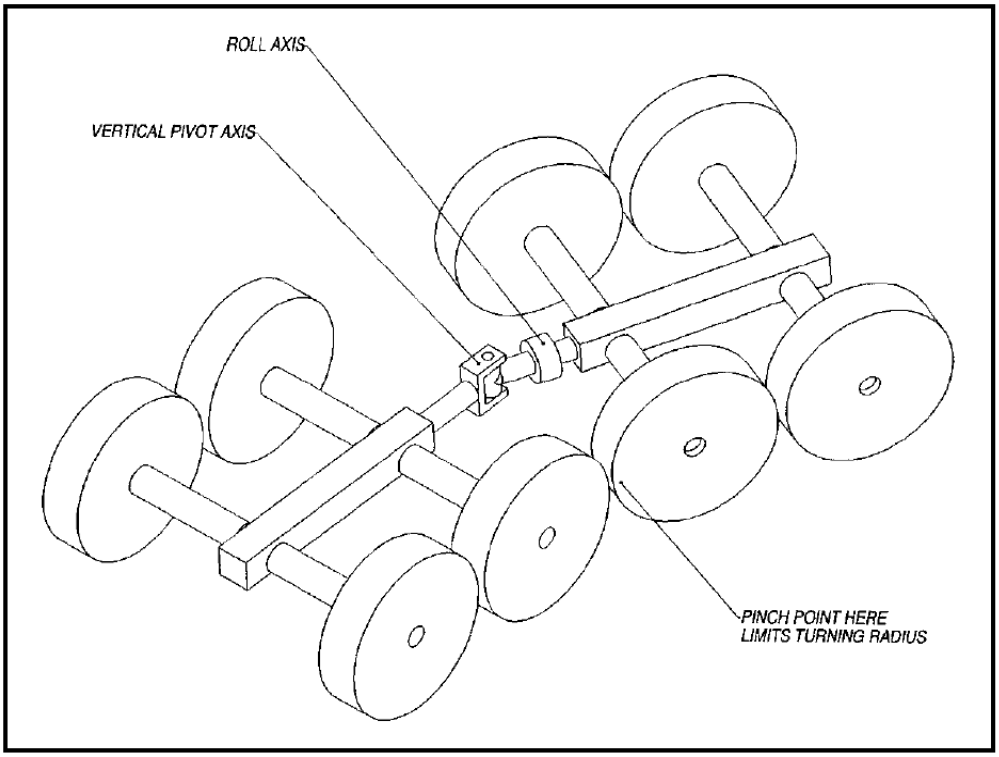


شکل ۲-۱۶:طرح skid-steer

با وجود ۸ چرخ، امکان تقسیم وسیله نقلیه به ۲ قسمت که هرقسمت ۴ چرخ وجود دارد،هست. ۲ قسمت ازطریق یک مفصل محرک به همدیگر متصل می شوند و به طور جداگانه ای سبب لغزش در فرمان می شود. این طرح می تواند طرحی موثر برای عبور از موانع و عبور از شکاف های عمیق باشد اما دریک مکان نمی تواند بچرخد. شکل ۲-۱۷ یک مثال از۲ قسمت مجزا توسط اتصال مفصلی درطرح ۸ چرخه است. شکل ۲-۱۸ اضافه کردن یک اتصال پیچشی به منظور نگهداری بیشتر چرخ ها روی زمین را نشان می دهد .



شکل ۲-۱۷:نمونه ای از مکانیزم ۸ چرخ



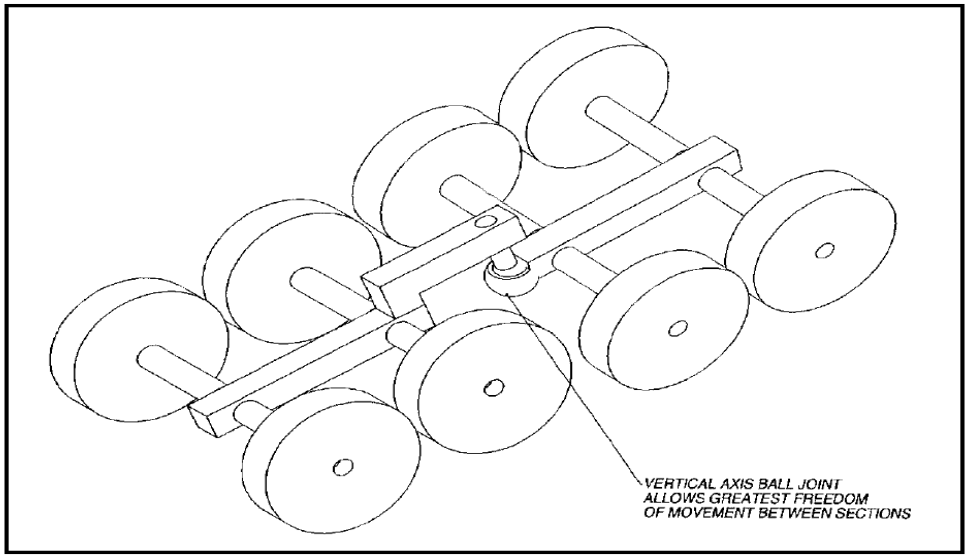
شکل ۲-۱۸: نمونه ای از مکانیزم ۸ چرخ

طرح های دیگر از۸ چرخه ها و قابل استفاده در وسایل یدک کش، استفاده ازیک میل محور معکوس است که اجازه می دهد ۲ قسمت از هم دور و یا نزدیک شوند. و آن دارای فرمان لغزش است و برای زمین های برآمده مناسب است اما کمی ایراد در رفتن به اطراف خود دارد. تصور از این وسیله درشکل ۲-۱۸ دیده می شود اما محور اتصال داخلی این طرح شبیه به طرح جفت اهرم نوسانی، با قابلیت حرکت مشابه و تعداد قطعات متحرک کمتر است.

۲ قسمت جدا ازهم درطرح ۸ چرخه ها می توانند توسط اتصال کروی به هم متصل شوند. این اتصال اجازه حرکات پیچش حول محور طولی، حول محورعمود برطولی، حول محور جانبی و عمود بر۲ محور فوق بین ۲ قسمت جدا ازهم را می دهد که این حفظ چرخ ها را روی زمین در بیشتر مواقع آسان تر می کند.

این اتصال، اتصالی بسیار ساده و قوی است، و آن دارای دامنه محدودی از حرکت به اطراف حول ۲ محوررا دارد اما محور سوم می تواند ۱۶۰ درجه چرخش کند. هم ترازی این محور به طورعمودی هم تراز با محور فرمان می شود. این سبب می شود وسیله دارای شعاع فرمان تنگ تری داشته باشد اما نمی تواند درجا بچرخد.

شکل ۲-۱۹ نشان می دهد ۲ قسمت ۴ چرخ دار از طریق یک محور عمودی و یک اتصال کروی به همدیگر متصل شده اند. اتصال کروی برای استفاده از وسایل ۴ چرخه مشکل ایجاد می کند زیرا گشتاور چرخ سعی می کند که چرخشی را حول چرخ ها بوجود آورد. این مسئله می تواند کاهش پیدا کند اگرچرخ ها به هم جفت شده باشند دراین صورت گشتاور تقریبا برابر است .



شکل ۲-۱۹: مکانیزم ۸ چرخ به همراه محور عمودی

برای پیچیده کردن مکانیزم چرخ های محرک Tri-star – land magter استفاده از فیلم Damnation Alley بیشتر تاثیر را دارد. این وسیله که تنها یک بارساخته شده، از۲ قسمت تشکیل شده، طرح میل محور میانی با یک چرخ Tri- star درهرگوشه.

چرخ های Tri- star شامل ۳ چرخ هستند که در روی ۳ نقطه ی یک ستاره هستند که توسط شفتی(اشتراکی) چرخ ها را به حرکت درمی آورد. وقتی که وسیله به یک برآمدگی یا جوی آبی برخورد می کند، چرخ ها به تنهایی نمی توانند معکوس شوند (برگردند) بلکه کل سیستم ۳ چرخه، حول مرکز دایره دوران می کند. چرخ های Tri- star از طریق دیفرانسیل روی land- master به حرکت درمی آیند اما قدرت هریک با موتور خودشان قابلیت حرکت را بیشتر افزایش می دهند .

فصل سوم:

ربات های پادار

۳- ربات های پادار

حیوان چندین سلولی که شکلی از مکانیزمی پیوسته از حرکت غلتشی را بکار ببرد، وجود ندارد . هر تک حیوان زمینی از عضو اتصالی یا پیچشی برای نقل و انتقال استفاده می کند. راه رو ها باید بهترین راه را برای حرکت داشته باشد. چرا ربات های متحرک بیشتری وجود ندارد؟

این سبب می شود که ایجاد یک ربات متحرک خیلی سخت تر از ایجاد یک وسیله چرخدار یا تک مسیر باشد. حتی بیشتر راه روها اساسا به محرک های بیشتر، درجات آزادی بیشتر و قسمت های متحرک بیشتری نیاز دارد.

پایداری یکی از مسائل اصلی در ربات های راه رو است زیر پایداری آنها به بلندی (ارتفاع) و سنگینی در نوک (بالاترین نقطه ارتفاع) ربط دارد. برخی از انوان هندسه های پا و طرز راه رفتن ها از افتادن بی دلیل در حالی که گام های ربات متوقف می شود، جلوگیری می کند. آنها به طور استاتیکی پایدار هستند. دیگر هندسه ها پایداری دینامیکی دارند. آنها می افتند اگر در نقطه ای اشتباه از گام هایشان بایستند. انسان ها دارای پایداری دینامیکی هستند.

به عنوان یک مثال از متحرک دینامیکی پایدار در طبیعت، به یک حیوان ۲ پا می توان اشاره کرد. آنها پاهایشان را در مکان درست قرار می دهند تا در افتادن آن ها وقتی که آنها بخواهند از حرکت بایستند، جلوگیری شود. ۲ پای دایناسور، انسان وپرنده ها به طور قابل توجهی مستعد و توانا برای متحرک های ۲ پا هستند.

ربات های متحرک ۲ پا، اگر چه شبیه انسان یا شبیه پرندگان (زانوها را به روش های دیگر خم می کنند) هستند، اما نسبتا پیچیده تر و به وسایلی نیاز دارند که بتواند تشخیص دهد که بتواند پاهایش را در جایی که می خواهد بایستد قرار دارد تا از افتادن جلوگیری شود.

برخی از حیوانات بیش از دو پا دارند که پایداری دینامیکی بیشتری در طول انواع گام برداشتن ها دارند. اسب یک مثال خوب است. تنها زمانی آنها پایداری دینامیکی دارند که آنها به طور مطلق ایستاده اند. تمام گام هایی را که برای حمل و نقل استفاده می کنند پایداری دینامیکی دارند. وقتی آنها بخواند بایستند آنها باید پاها را به گونه ای قرار دهند که از افتادنشان جلوگیری کنند. وقتی نعل اسب نیاز به بلند کردن از زمین را دارد آن برای اسب دشوار است موقعیت خود را روی ۳ پا حفظ کند، حتی اگر در حالت ایستاده باشد.

گربه ها می تواند روی دیگر دست هایشان یک گام حرکت کنند که می توانند در هر نقطه ای بدون افتادن بایستند، آنها به طرحی پیشرفته برای ایستادن نیازی ندارند. این پایداری استاتیکی مستقل از پای متحرک است. فیل ها این تکنیک را می دانند ولی از رودخانه ای یا زمینی به سختی عبور می کنند. آنها می توانند روی پا بایستند تا زمانی که پای چهارم توسط احساسش جایی را بر آورد یا پیدا کند.

این مثال های می تواند اثبات کند که متحرک های ۴ پا دارای هندسه ای هستند که می تواند هر یک از پایداری های استاتیکی یا دینامیکی یا ترکیبی از هر دو را داشته باشند. حیوانات حسگرهای پیشرفته ای، هوش بالایی و عضلاتی با قدرت بسیار بالا دارند که اجازه ی تنوع در کنترل حرکت ها را می دهد. در عمل ربات های متحرک به دلیلی محدودیت در سنسورها، پردازنده ها و یک محرک قدرتمند با عملکرد سریع، معمولا نهایتا دارای پایداری استاتیکی با ۲ الی ۸ پا هستند.

طراحی با پایداری دینامیکی ربات های متحرک، نیازمند دانش گسترده و منصفانه ای در مورد پیچیدگی حسگرها،تعادل، ریاضیات پیشرفته با قدرت عملکرد سریع، دینامیک و استاتیک است. این عوامل فراتر از این پروژه است. در این فصل روی دومین مقوله اصلی یعنی پایداری استاتیکی متحرک ها تمرکز می کنیم.

۳-۱ محرک های پا

در ابتدا نگاهی به هندسه های پا و روش های تحریک می پردازیم. ۳ روش اصلی برای حرکت پاها روی یک ربات متحرک وجود دارد.

۱- محرک خطی (هیدرولیک- بادی – الکتریکی)
۲- محرک چرخشی
۳- تحریک توسط کابل

هیدرولیک ها در این پروژه بحث نمی شود اما محرک های خطی توسط ۲ روش دیگر می تواند بکار برده شود. سیلندرهای بادی به طور کاربردی در اندازه های قابل تصور می باشند که در کارهای پژوهشی از این ربات ها استفاده می شود. آنها شدت قدرت بالاتری از محرک های خطی الکتریکی دارند اما مشکل اصلی، محرک های بالای آن است که در مخزن هوا فشرده ، حجم زیادی را اشغال می کند.

مزیت محرک ها خطی این است که آنها می توانند به عنوان پای متحرک بکار برده شود. بدنه محرک ها روی شاسی با دیگر محرک ها نصب شده است و در انتهای قسمت ها، پا به آنها متصل است. این نظریه به منظور ایجاد ربات در مختصات استوانه ای و دکارتی استفاده می شود.

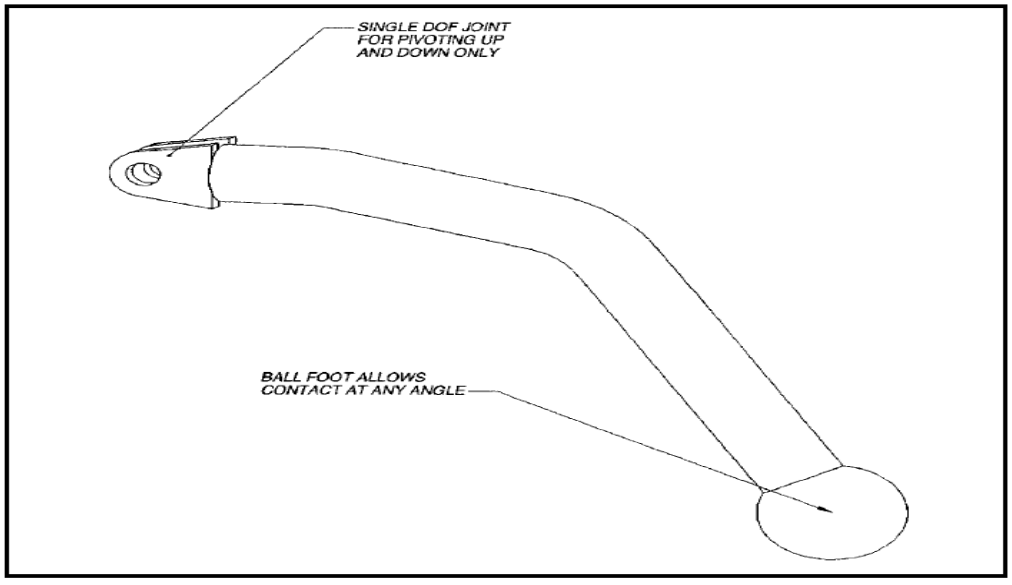
محرک های چرخشی معمولا باید به گونه ای طراحی شوند که گشتاور زیادی را به عنوان خروجی در اتصال چرخشی متحرک به ما بدهد. آنها شدت قطر کمی دارند و معمولا یک اتصال متحرک به طور غیر طبیعی ایجاد می کنند. آنها خیلی ساده کنترل می شوند و طرح پیمانه ای را(طرحی که از قسمت های کوچک مختلف که به هم اتصال دارند تشکیل شده است) ساده می کنند. چون محرک از لحاظ فیزیکی می تواند به عنوان یک اتصال کامل باشد. این درست نیست که فقط هر یک از محرک های خطی یا کابلی سبب تحرک و حرکت اتصال شود.

اتصال محرک های کابلی مزیتی دارد که محرک می تواند در درون بدنه ربات قرار گیرد. این سبب می شود که عضوها سبک تر و کوچک تر شود. در عمل در جایی که پایه بزرگ یا نازک باشد وضعی بحرانی رخ می دهد. آنها تا حدی راحتر در اجرا کردن هستند (راحت تر نصب می شوند) اما آنها می توانند به گونه ای صحیح کشیده شوند تا نتایج بهتری را به ما بدهد. مدیریت کابل یک شغل و کار بزرگ است که می تواند زمان زیادی را برای اشکال زدایی بر روی آن صرف کند.

۳-۲ هندسه ی پا

پا (پایه) آن چیزیست که سبب حرکت کل ربات می شود و در واقع تکیه گاه ربات است. ربات های متحرک از پاهایی استفاده می کند که از یک الی چهار درجه آزادی (Dof) داشته باشند. طرح هایی گوناگون زیادی وجود دارد که فقط طرح های اساسی بحث می شود.

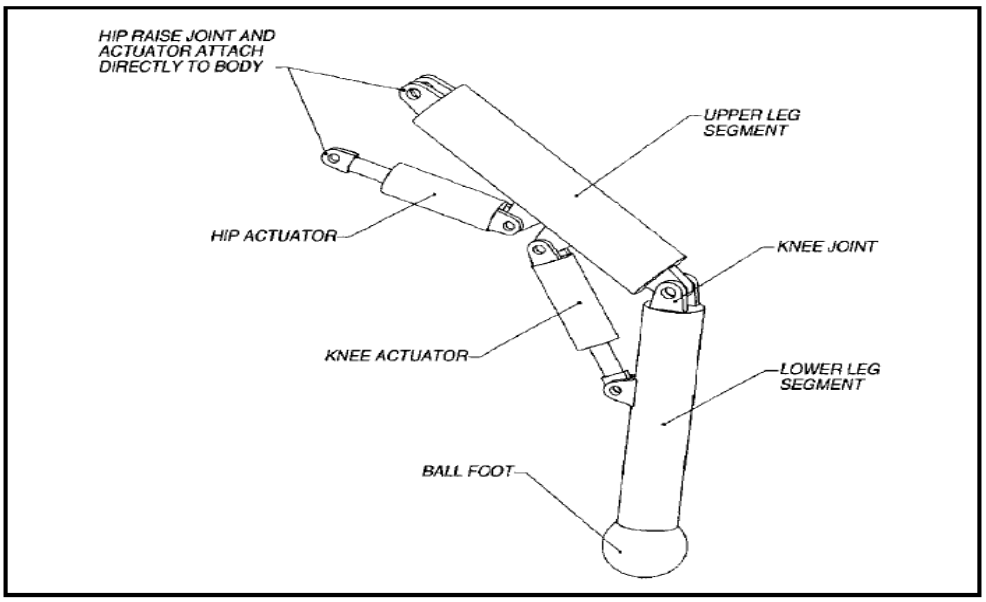
ساده ترین پا یک اتصال در مفصل ران (قسمت میانی ران) دارد که به آن اجازه می دهد به بالا و پایین حرکت نوسانی دورانی داشته باشد. (شکل ۳-۱)



شکل ۳-۱:هندسه ی پا برای ربات

این پا می تواند روی بدنه متحرک بکار برده شود. و می تواند توسط محرک های خطی یا پیچشی تحریک شود. چون این اتصال از قبل نزدیک بدنه بوده است پس محرک کابلی غیر ضروری است. توجه کنید که همه ی پاهای نشان داده شده مطابق شکل فوق (۳-۱) شکلی کروی دارد. این ضروری می باشد به دلیل اینکه جهت یابی پا قابل کنترل نیست و شکل کروی نقطه تماس یکسانی را می دهد و جهت یابی در آن هیچ مسئله و مشکلی ندارد. به منظور کنترل جهت روش دومی وجود دارد که یک پایی روی انتهای این قسمت با اتصال کروی نصب شود.

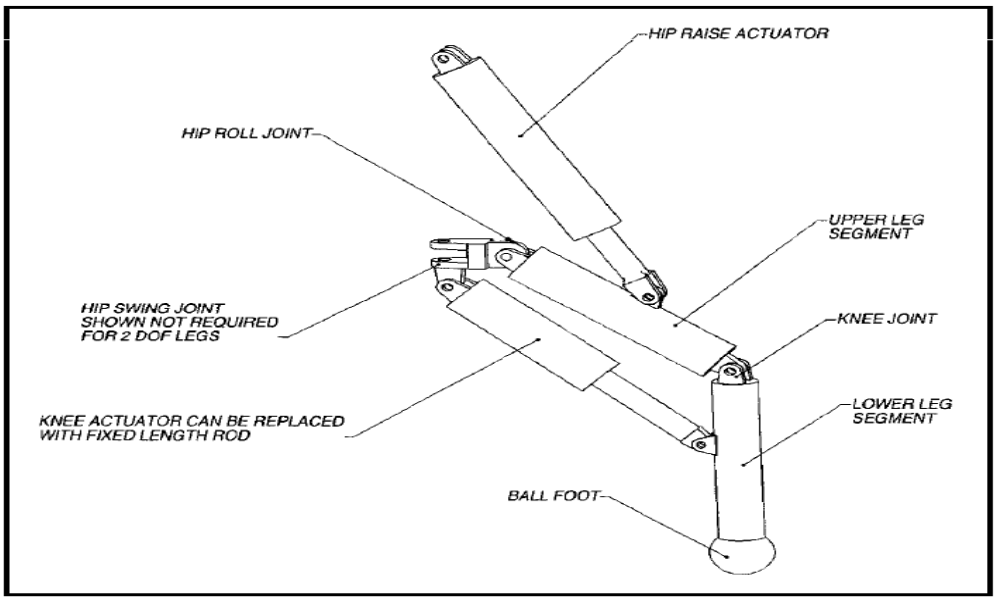
شکل های زیر پایه هایی با ۲ درجه آزادی با روش های تحریک مختلف را نشان می دهد. این شکل ها مشخصه های مختلفی از محرک های گوناگون را نشان می دهد.



شکل ۳-۲: پای ربات با ۲ درجه ی آزادی

شکل ۳-۲ محرک خطی را نشان می دهد که پایه های خیلی پهن تر را در یک بعد ایجاد می کند اما نسبت به شکل های دیگر تواناتر و قدرتمند تر است.

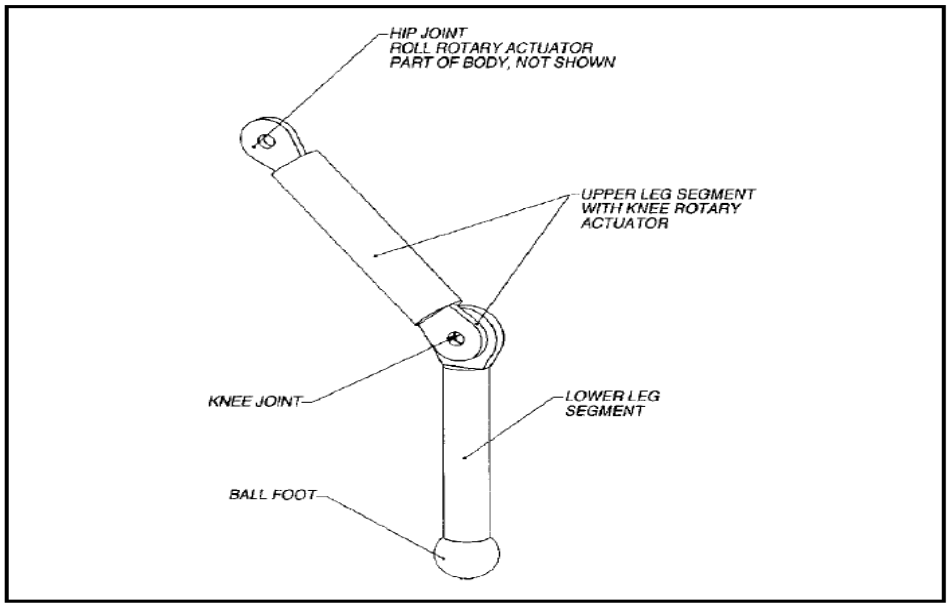
شکل ۳-۳ مکانیزمی را نشان می دهد که قسمت دوم پا را نگه می دارد، چه این قسمت بالا رود و چه پایین. محرک ها می تواند با یک رابط فعال جایگزین شود که پایه ای یک درجه آزادی ایجاد کنند که بخش دوم حرکت به سمت بیرون به مقداری که پا در شکل۳-۲ دارد، نداشته باشد.



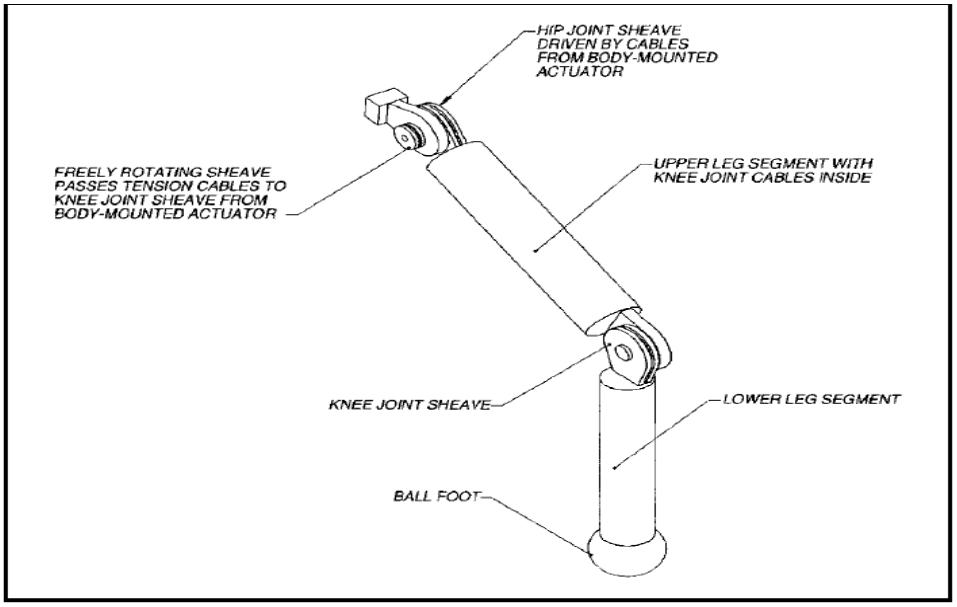
شکل ۳-۴:نمونه ای از مکانیزم پا

محرک های چرخشی (شکل ۳-۴) بسیار زیاد هستند اما یک اتصال بزرگ ایجاد می کنند. طرح محرک کابلی (شکل ۳-۵) حداقل فضا را اتصال می کنند و هیچ محرک خود را در معرض دید قرار نمی دهد. هر دوی این روش ها مرسوم هستند چون آن ها موتوری به شکل ساده در پیکربندی خود قرار می دهند که تحریک خطی دارند.

بزرگترین ایراد آنها این است که نیاز به قدرت مفید زیادی دارند. ربات "IRobots Genghis" از ۲ قسمت که به هم پیچ شده اند استفاده می کند که به عنوان محرک پیچشی ۲ محور اتصال مفصلی را می دهد. این ربات و امثال این ربات ها از پایه ها صاف و ساده استفاده می کنند. این طرح ساد از متحرک ها مفید هستند و ابزار ابتدایی و مقدماتی مطالعه ی ربات های متحرک ۶ پا هستند .

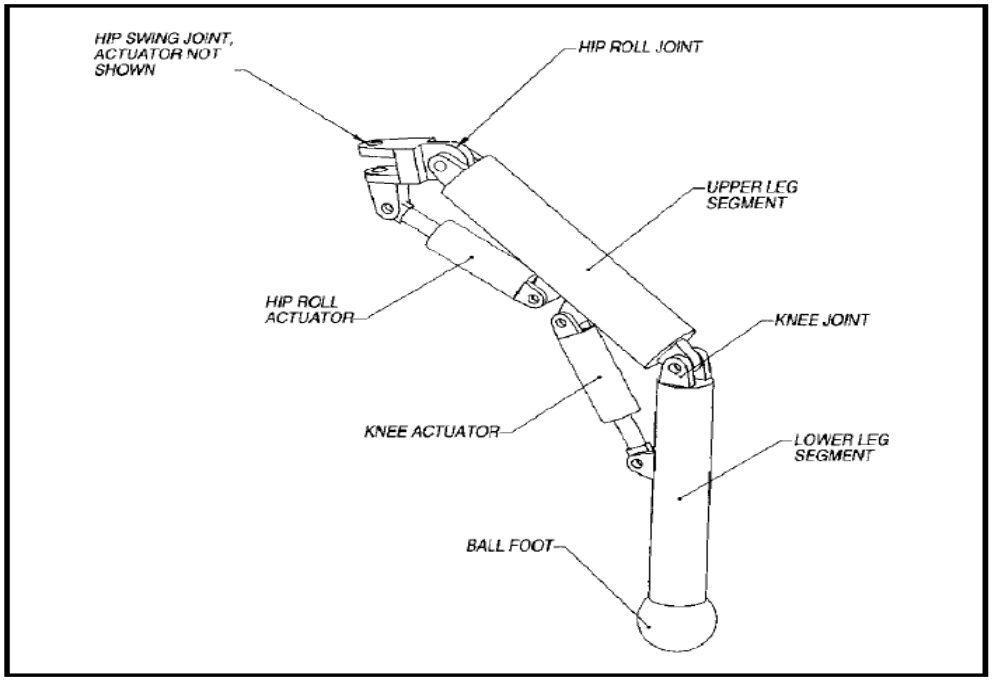


شکل ۳-۴ نمونه ای از مکانیزم پا



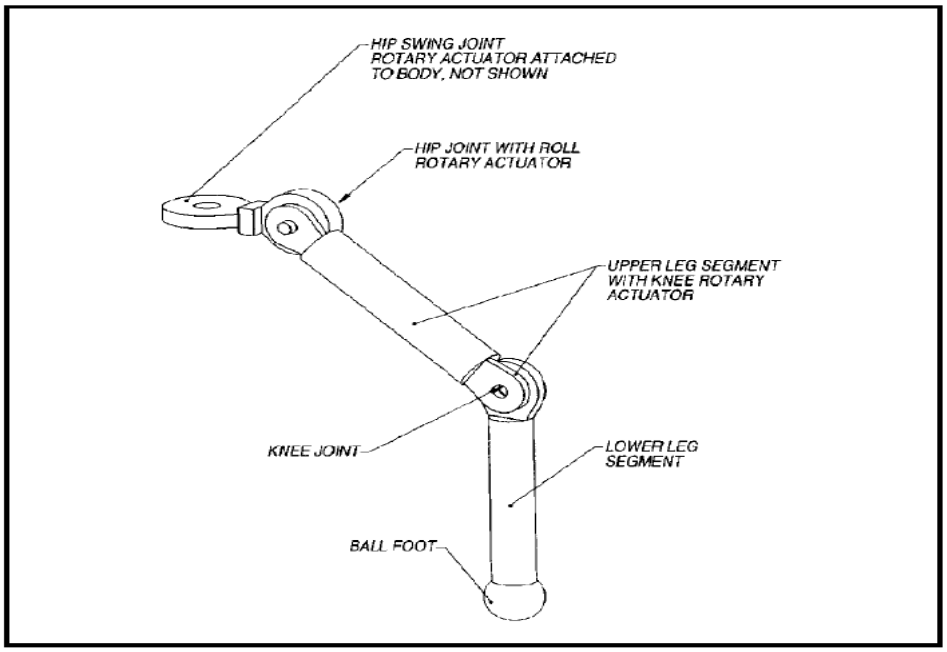
شکل ۳-۵: نمونه ای از مکانیزم پا

تبدیل طرح محرک ۲ بعدی به ۳ بعدی، یک اتصال کلی می تواند به اتصال مفصلی اضافه کند. این امر با یک محرک که به طور افقی به شاسی متصل شده است امکان پذیر است. شکل ۳-۶ یک طرح ساده برای اتصال مفصلی است. ترتیب اتصال ها (اول اتصال چرخشی و بعد بالا بر یا ابتدا بالابر بعد اتصال چرخشی) یک تفاوت عمده در اینکه چطور موقعیت پا کنترل شود ایجاد می کند و به دقت مطالعه شود و مدل پیش از الگو قبل از ساخت قسمت های اصلی تهیه شود.



شکل ۳-۶:اتصال مفصلی برای پا

پای محرک چرخشی ۳ درجه آزادی (شکل ۳-۷) یک اتصال زانویی به طرح Genghis برای بهبود یافتن قابل حرکت و چالاکی متحرک می شود. نمونه های گوناگونی از این طرح وجود دارد که طول بخش های مختلف آن و موقعیت های نسبی هر یک از محرک ها از هم تغییر می کند. آن کاملا مشکل است که حرکت ۲ درجه آزادی توسط اتصال کابلی انجام شود اما ممکن است آن انجام شود. طرح کلی خیلی شبیه آنچه در شکل ۳-۷ است می باشد.



شکل ۳-۷: پای محرک چرخشی ۳ درجه آزادی

۳-۳ تکنیک های حرکت

یکی از روش هایی که در گروه بندی راه روهای پایدار – استاتیکی استفاده می شود تکنیک های حرکت پا است. ۳ گروه وجود دارند:

۱- متحرک موجی
۲- متحرک با پاهای مستقل
۳- متحرک های با حرکت بدنی

متحرک های موجی حیواناتی هستند که پاهای زیادی دارند مثل هزار پا ها. متحرک ها با پاهای مستقل شامل ۴ و ۶ و ۸ پاها هستند. اگر چه برخی از آن ها در یک گروه خاصی با یک سرعت و حرکت مشخص حرکت می کند. متحرک های بدنی همانند شکل طبیعی آنها مثل کرم تشکیل شده اند و ساده ترین روش حرکت در این ۳ روش است. اما قابلیت حرکت بالا داشتن نیازمند محرک های زیادی است، پس حالا می توان فهمید که این روش موثری در حرکت ربات می تواند باشد.

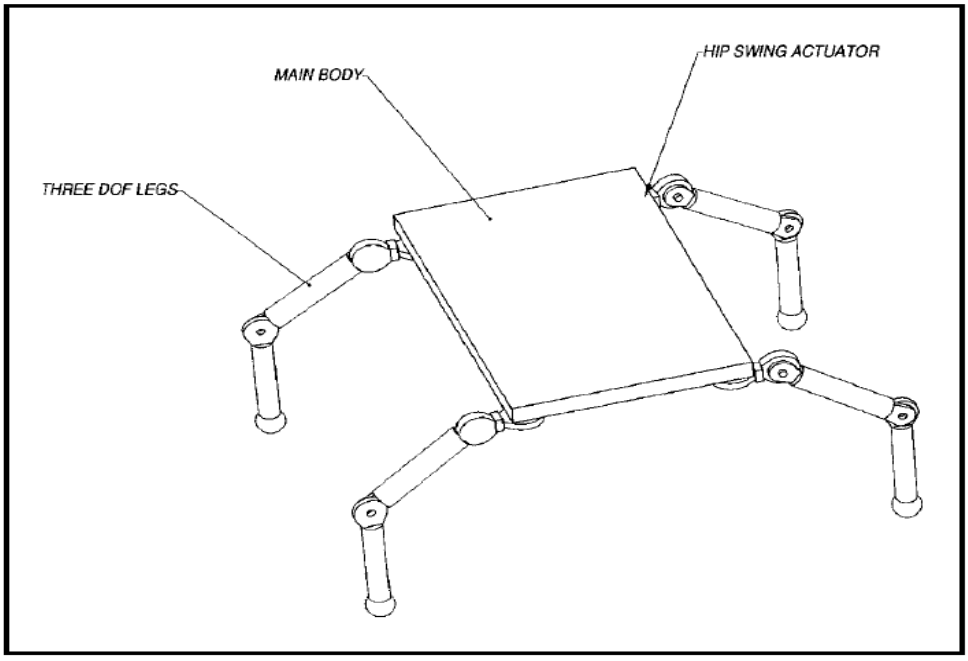
۳-۳-۱ حرکت موجی

صد پاها و هزار پاها از این تکنیک حرکتی که ذکر شده استفاده می کنند. این عقیده و فکر ساده ای برای حرکت ربات است اما کارآیی کمتری نسبت به دیگر روش ها دارد.

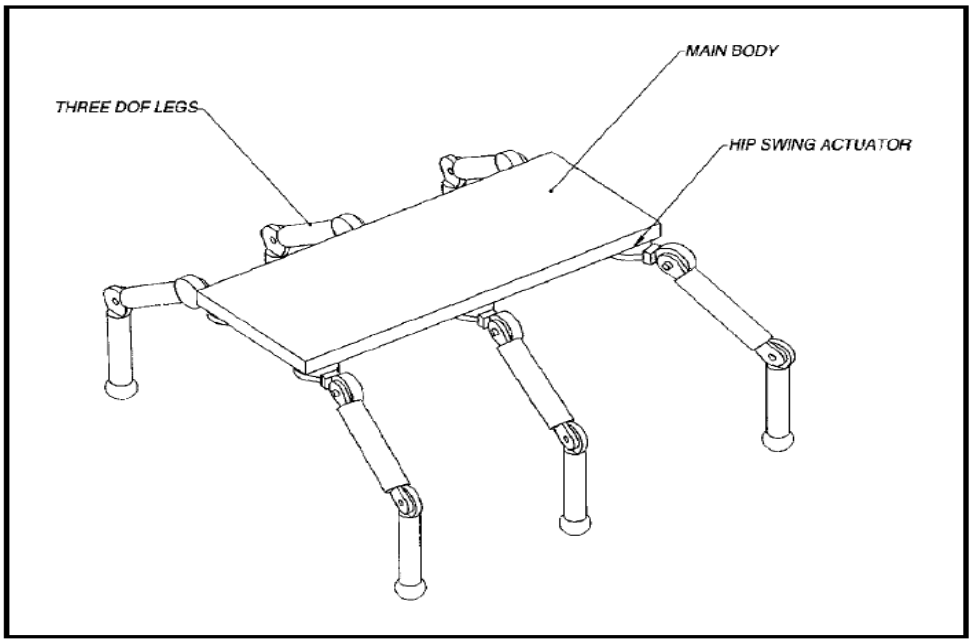
ربات ها بیشتر مجموعه چرخ های عقب را بالا می برد و آنها را به سمت جلو حرکت و سپس به سمت پایین می آورد و سپس مجموعه ی بعد همین کار را به طور مشابه انجام می دهد. وقتی مجموعه ی چرخ های جلو حرکت می کنند همه شاسی ربات به طور نسبی به جلو حرکت می کند. این فرآیند به طوری ملایم توسط مجموعه های دیگر از پاهای جسم انجام می شود و جسم را به سمت جلو هدایت می کند. این تکنیک توسط ۶ یا پایه های بیشتری از ربات انجام می شود. اما این ربات معمول نیست چون تعدادی زیادی از اتصال ها و محرک ها باید بکار رود.

۳-۳-۲ متحرک با پاهای مستقل

دیگر حیوانات پادار در طبیعت از حرکت موجی استفاده نمی کنند.آنها می توانند توسط هر یک از پاها به طور مستقل حرکت را کنترل کنند. برخی از حیوانات این کار را بهتر انجام می دهند. اما این توانایی در همه وجود دارد. شکل ۳-۸ و ۳-۹ متحرک ها با ۴ و ۶ پا را با ۳ اتصال محرک چرخشی در هر پا نشان می دهد. در طرح ۸ پا کمتر از ۲۴ تا محرک وجود ندارد. طرح های ۶ و ۴ پایی به طور تئوریک دارای قابلیت اتصال محرک بالایی هستند. بسیاری از ربات های پژوهشی از طرح ۴ یا ۶ پایی استفاده می کنند که اگر خیلی آرام حرکت کنند بسیار موثر و کارا خواهد بود.



شکل ۳-۸:مکانیزم ۴پا

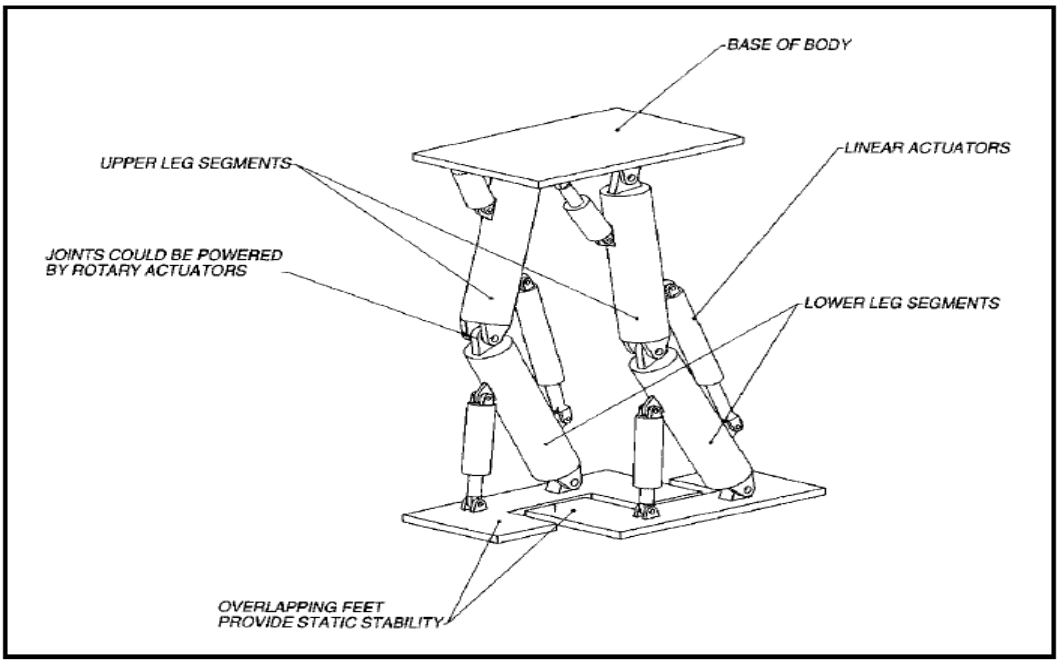


شکل ۳-۹: مکانیزم ۶پا

اگر چه به نظر می رسد که ساختار ربات ۲ پا با پایداری استاتیکی غیر ممکن است، اما راه حل هایی در برخی از اسباب بازی ها و ربات های پژوهشی استفاده می شود که سبب ظهور و پیدایش پایداری دینامیکی در ربات می شود وقتی که آنها واقعا پایداری استاتیکی داشته باشند. این راه حل شامل پایی است که به اندازه کافی بزرگ باشد که ربات را به صورت عمودی روی یک پا نگه دارد، بدون آنکه پاها در مکان شی قرار گرفته باشد. در واقع اندازه های پاها به مقدار دقیقی که مکان پا نیاز دارد کاهش می یابد، به منظور اینکه پا ها بتوانند در مکانی قرار گیرند و به مکان مورد نظر بتوانند برسند و از افتادن جلوگیری کند.

پای پهن همچنین از افتادن به اطراف جلوگیری می کند و آنقدر بزرگ هستند که آنها بر روی هم می افتند و باید به دقت شکل دهی و کنترل شوند که هر یک از پاها به پاهای دیگر برخورد نکند.

متحرک ۲ پا، با پاهای بزرگ و رو هم افتاده، بلند کردن پاهای پشتی را ساده و آن را به سمت جلو و سپس پایین می آورد. اتصال مفصلی نیاز به ۳ درجه آزادی دارد که علاوه بر حرکت به سمت جلو و عقب اجازه می دهد که چرخش داشته باشد. هر پا حداقل دارای ۳ درجه آزادی است و گاهی شاید نیاز به ۴ درجه داشته باشد این طرح در شکل ۳-۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۳-۱۰:نمونه ای از مکانیزم های پادار

طرح نشان داده شده در شکل ۱۰-۴ فقط روی یک خط مستقیم حرکت می کنند چون اتصال مفصلی آن در جهات دیگر مستقل است. توجه کنید که حتی فقط با ۲ پایه و بدون قابلیت چرخشی، این طرح به ۶ محرک برای کنترل ۶ درجه آزادی نیاز دارد.

این طرح ها یک ابزار آموزشی خوب به منظور یادگیری حرکت فراهم می کند. اگر چه در اجرای نهایی آن ممکن است این طرح ۸ درجه آزادی داشته باشد و آن خمش معکوس در زانو ها است که برای طراحان مسئله ای آشناست.

۳-۴ وسایل حرکت استوانه ای (غلتکی)

یک دسته ی خاص از وسایل حرکتی دارای سیستم هیبریدی (پیوندی) هستند که دارای ۲ پایه و چرخ می باشند . برخی ازاین نمونه ها دارای چرخ های نصب شده روی پایه ثابت دارند و بقیه برروی پایه هایی نصب شده اند که یک یا دو درجه آزادی دارند. به نظر نمی آید که هرطرحی برای سیستم هیبریدی قابل قبول و کافی باشد ولی شاید وسایل حرکتی استوانه ای (غلتکی) کافی باشند.

وسایل حرکتی استوانه ای قابل دسترس ازلحاظ تجاری دارای یک پایه با یک چرخ روی انتهای آن و ۱۲ اتصال پایه، که به هیچ چرخی متصل نیست و دارای ۳ درجه آزادی است. ماشین چوب بری ماشینی است که می تواند روی هر سطح شیب دار (شیب تند) توقف کند. اگرچه این ماشین خیلی زشت به نظر می رسد با پایه های بلند که دارای یک چرخ روی انتهای آن است ولی کاملا توانا است. به دلیل سرعت حرکت کم، آن کار حمل و نقل و دید نسبت به عقب را به ویژه در یدک کش ها (بارکشی ها) دربردارد.

چرخ ها روی پایه ها، می تواند بصورت ترکیبی از شکل ها و طرح های بسیارمتنوعی از وسایل غلتکی درآید. نمونه های زمینی با سیستم حرکتی غیرمعمول، قطعا بسیار ساده تر حرکت می کند.

تفکر و اندیشه ی طراحی یک سیستم حرکت غلتکی ، ممکن است در سیستم قابلیت حرکت خیلی موثر باشد چون که چرخ های وسیله نقلیه با چرخ های نصب شده بسیار بهتر ازیک وسیله نقلیه با چرخ تنها می باشد . بزرگترین محدودیت متحرک ها در پیک سرعت است.

این محدودیت ها به راحتی با چرخ ها حل می شوند.

یک محدودیت بزرگ از چرخ ها عبور از موانعی است که از چرخ ها بزرگتر است . قابلیت بالا بردن یک چرخ یا تشکیل محدود هندسه ی وسایل نقلیه، اجازه می دهد که یک وسیله نقلیه به سادگی از یک حجم بالا عبورکند و محدودیت ها را کاهش دهد. چندین محقق به طور حرفه ای روی وسایل حرکتی غلتکی کار می کنند[۳].

[۳] - دراین پروژه هیچ شکلی را از این وسایل توضیح داده نشده است اما می توانید برای مطالعه از تحقیقات به وب سایت مراجعه کنید .

hhh://mozu.mes.titeah.ac.jp/
hhh://www.aist.go.jp/MEL/mainlab/rob/roboge.html

فصل چهارم:

مقایسه ربات ها از نظر حرکتی

۴- مقایسه ربات ها از نظر حرکتی

در این فصل می خواهیم انواع ربات های بحث شده را از نظر حرکتی با هم مقایسه کنیم.هنگام طراحی انواع ربات ها باید این مسائل را در نظر بگیریم تا طرح ما، طرحی باشد که از نظر سرعت، هزینه و بازدهی طرحی قابل قبول باشد.در زیر چند نمونه از این نوع مسائل را بررسی می کنیم.

۴-۱ اندازه

طول و ارتفاع کلی سیستم حرکتی مستقیما برروی توانایی عبور از موانع موثر است، اما پهنای چرخ اثرکمی دارد. بنابراین منظور از اندازه چرخ طول و ارتفاع کلی چرخ است. محصول طول و ارتفاع کلی، بررسی مساحت است. به نظر می آید که یک تقریب خوبی ازاین قسمت اندازه می دهد اما اطلاعات بیشتری درباره سیسم چرخ نیاز است که آن را با دیگر چرخ ها مقایسه می کند. سومین بعد چرخ، پهناست. به نظر می رسد که یک خصوصیت مهم در اندازه است زیرا یک وسیله باریک، پتانسیل لازم برای عبور از راه های کوچک یا چرخش به اطراف را در کوچه های باریک دارد.

پهنای چرخش یک سیستم حرکتی، پارامتری مناسب برای مقایسه می باشد. برای برخی از موانع، ارتفاع یک پارامتر کافی برای عبور ازآن است. برای دیگر موانع، طول سبب این امر می شود. یک راه ساده برای مقایسه، استفاده از دو پارامتر با هم است و بسیار مفید است.

نسبت طول به ارتفاع یا بررسی مساحت مفید است چون آن، ۲ پارامتر را به یک پارامتر کاهش می دهد. نسبت طول به ارتفاع، در یک نگاه طرح تناسب یک سیستم حرکت با یک محیط که دارای برآمدگی پله پله ای و یا راهی که عمدتا دارای راهروی باریک دارد را به ما می دهد.

پهنا اثرکوچکی روی طی کردن موانع دارد اما آن روی شعاع چرخش اثر دارد. آن به طور عمده مستقل از پارامترهای دیگر اندازه است. چون پهنا می تواند سبب بسط و افزایش مقدار بکار بردنی ربات شود بدون اینکه روی قابلیت حرکت از روی موانع، اثر داشته باشد. به دلیل چرخش در مکانی، خصوصیت حرکتی فوق بحرانی که مربوط به اندازه ی پهنا است، انتخاب بعد صحیح و درست و طول قطری یک سیستم چرخ را استفاده می کند.

این توسط مینیمم پهنای چرخش مورد نیاز انجام می شود که توسط محدودیت های محیطی مشخص می شود. اگرچه ضرورت دارد که به دلایلی پهن ترشود اما سبب افزایش حجم ربات می شود. یک قاعده کلی در شکل اجسام بکار می رود که پهنای ربات باید در حدود ۶۲ درصد طول روبات باشد.

۴-۲ بازدهی

قاعده ی کلی دیگری در هنگام طراحی هرجسم مکانیکی به منظور کاهش جرم در ساختار و قسمت های متحرک وجود دارد. این قاعده در وسایل متحرک بکار می رود. اگر در وزن محدودیتی نباشد و محدودیتی در اندازه هم وجود نداشته باشد، پس چرخ های بزرگتر و سنگین تر مجاز خواهند بود که از بیشتر موانع عبور کنند.

وزن به چند دلیل مهم است :

• وسیله می تواند حمل ونقل آسان تری داشته باشد.

• وسیله قدرت کمتر خود را برای حرکت در زمین ها یا سطوح مشکل به خصوص در سطوح شیب دار بکار می برد.

• محافظت از نیروی بالا برنده (لیفت) خودرو ، ساده تر انجام می شود و خطر کمتری دارد.

• وسیله خطر کمتری برای مردم در منطقه ی کارکرد (کاری) دارد.

برای همه این دلایل ، تولید سیستم تعلیق و اجزاء تولید قدرت سبک تر و کوچکتر بهترین انتخاب برای وسایل با تحرک بالا می باشند.

سه حرکت در حرکات رباتی وجود دارد :

۱- جلو برنده و عقب برنده

۲- چرخش

۳- بالا و پایین بردن

برای هرکدام یک مقدار خاصی از قدرت مدنظر می گیرند. سه محور یک سیستم مختصات استاندارد که شامل X ، Y و Z می باشد وجود دارد اما برای حرکت یک ربات این محورها اصلاح می شود چون بیشتر چرخش ربات قبل از حرکت، در جاده فرعی است.

حرکات عمومی یک ربات عموما به عنوان کشش ، چرخش و بالا برنده تعریف شده است. یک ربات می تواند هریک را یا دوتا را یا هر سه را با همدیگر در یک زمان معین انجام دهد اما قدرت مورد نیاز برای هریک آنقدر متفاوت است که آنها را می توان به سادگی براساس بزرگی هریک فهرست شوند. در ابتدا بیشترین قدرت مورد نیاز را برای بالا بردن نیاز دارد. و در مرحله ی دوم معمولا نیروی چرخش، قدرت بیشتری را نسبت به حرکت خودرو به جلو یا روبه عقب نیاز دارد. این قاعده برای همه ی سیستم های حرکتی بکار نمی رود اما یک قاعده معمولی و خوب است.

۳-۴ پیچیدگی ها و مشکلات

یک معیار که در مقایسه ی وسایل مکانیکی مورد استفاده ، باید استفاده شود پیچیدگی های ذاتی یک وسیله است . یک روش معمول برای قضاوت کردن در مورد پیچیدگی های یک وسیله شمارش تعداد قسمت های متحرک و اتصال ها می باشد. یاتاقانهای استوانه ای و کروی(ساچمه ای) معمولا به عنوان یک جز حرکت محسوب می شود اگرچه ممکن است ۱۰ عدد کره (ساچمه) یا غلتک (استوانه) در داخل یاتاقان حرکت کند.

یک اشکال دراین روش این است که بعضی از بخش ها اگرچه حرکت می کنند اما نیروی بسیار کمی دارند یا در محیط های بدون خطر کار می کنند حتی گاهی خیلی بیشتر از قطعاتی که حرکت نمی کند ولی درهمان سیستم هستند .

روش دوم، شمارش تعداد محرک هایی است که مرتبط با دیگر قطعات متحرک هستند و آنها معمولا بزرگترین سبب و عامل سایش می باشند. مانع و عیب روش دوم این است که قسمت های فعال حرکت مثل اهربندی ها که عاملی مهم برای مشکلات و سایش است، نسبت به قسمت های محرک فعال می باشند. روش اول احتمالا یک روش بهتری برای انتخاب باشد چون ربات ها عموما دریک محیط غیرقابل پیش بینی حرکت می کنند و هرقسمت متحرک به طور برابر، مستعد آسیب ازطرف اشیاء موجود در محیط است.

۴-۴ سرعت و هزینه

دو پارامتر دیگر برای مقایسه وجود دارد که در مقایسه های حرکتی مهم می باشند ، شامل سرعت حرکت وسیله نقلیه و هزینه ی سیستم متحرک است. تندی حرکت روی زمین های ناهموار و غیرقابل پیش بینی نیروهای بزرگ و پیچیده ای را روی یک سیستم تعلیق ایجاد می کند. این بارها به سختی محاسبه می شوند چون سطح زمین غیرقابل پیش بینی است.

برنامه های شبیه سازی کامپیوتری قوی می تواند عملکرد یک سیستم تعلیق را با درجه دقت خوبی پیش بینی کند اما سیستم تعلیق همواره باید در یک فضای واقعی آزمایش شود. معمولا پیش بینی های برنامه ی شبیه ساز وقتی تعداد درجه ها زیاد باشد استدلال نادرستی دارد.

آن خیلی مشکل است که به طور دقیقی پیش بینی یک سطح خاص از کارکرد (نه خیلی زیادتر از ۸ m/s) را انجام دهد. در آن فرض شده که به آرامی واز یک راه قابل قبول حرکت را افزایش دهد و به آرامی بتواند برای هرطراحی سیستم تعلیقی انجام شود. قابلیت حرکت بصورت عبور از موانع در یک سرعت خاص تعریف نشده بلکه عبور از موانع در هرسرعتی کاری تعریف شده است .

هزینه می تواند به اندازه ، وزن و پیچیدگی های طراحی مربوط باشد. قسمت های کمتر، کوچکتر، سبک تر همیشه ارزان هستند. در زمان طراحی، طرح سبک ترین و ساده ترین ممکن اما با طرح بیشترین مواجه شود اما در پایان باید هزینه ها کم باشد. چون هزینه به طور دقیقی با اندازه و وزن و پیچیدگی های طراحی ارتباط دارد.

۵-نتیجه گیری

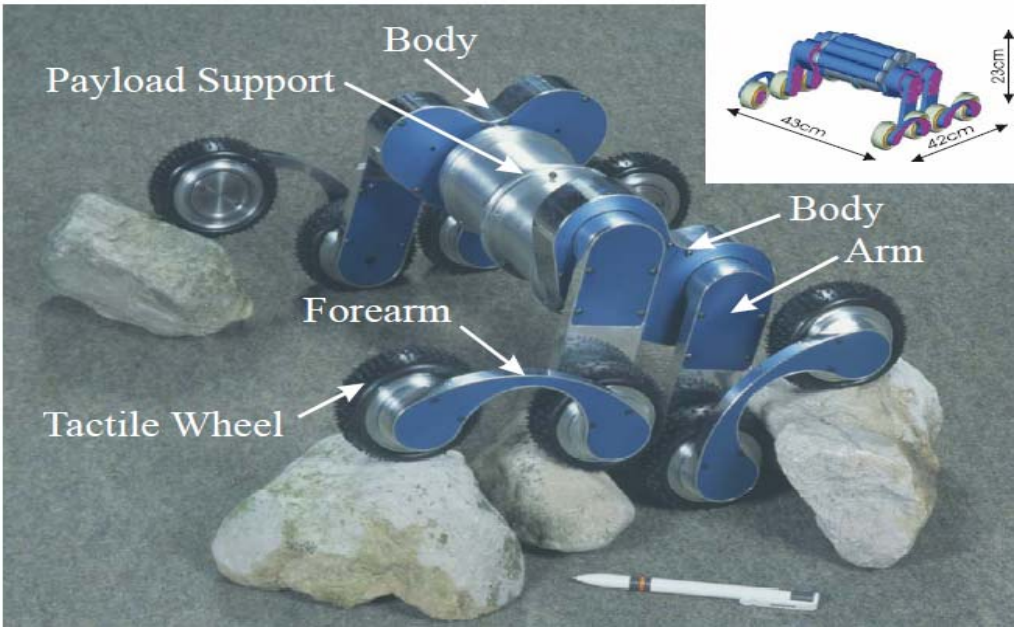
هدف از انجام این پروژه معرفی مکانیزم انواع ربات های متحرک می باشد. زیرا با توجه به پیشرفت کشورهای صنعتی در زمینه ی رباتیک، استفاده از این گونه ربات ها برای سطوح ناهموار، به امری ضروری تبدیل شده است.

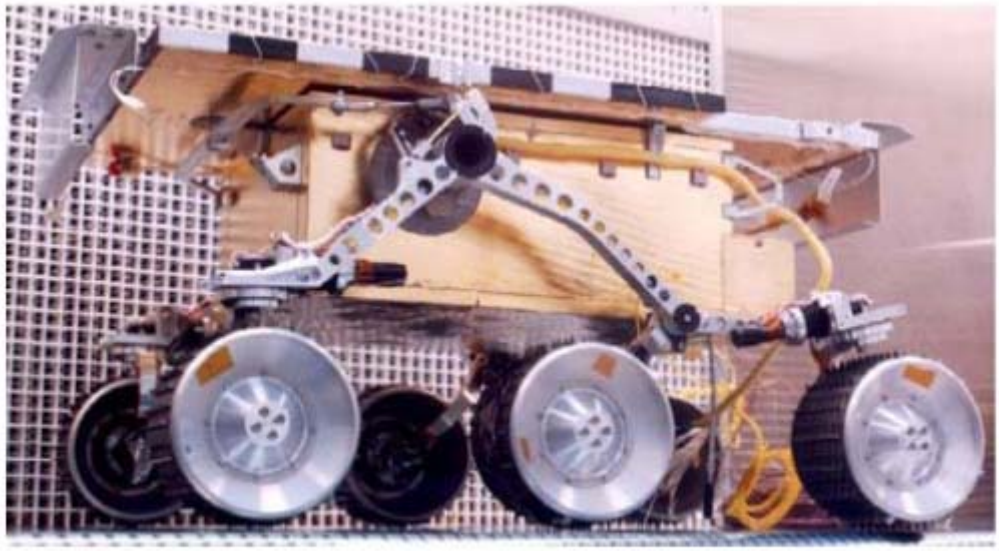
در این پروژه ابتدا به معرفی تاریخچه و پیشینیه ی ربات پرداخته شد و مزایا و معایب ربات مورد بررسی قرار گرفت.پس از آن ربات های چرخدار و پادار به همراه مکانیزم های آن بحث شد. در نهایت هم انواع این ربات ها از نظر اندازه، سرعت، هزینه و بازدهی مقایسه شدند تا بتوانیم طرحی مورد قبول را ارائه دهیم.

رباتهای چرخدار وسایل ایده آلی برای پیمایش مسیرهای هموار و یا دارای ناهمواریهای ملایم و منظم می باشند ولی در محیطهای صعب العبور، کارآیی حرکتی این دسته از رباتها شدیداً وابسته به نوع ناهمواری ها، شکل و اندازه ی مکانیزم ربات و اندازه موانع ممکن است کاهش یا افزایش یابد. افزودن توانایی صعود از موانع به یک ربات چرخدار مستلزم استفاده از استراتژیهای خاص و بعضاً بهره گیری از عملگرهای اضافه می باشد. به طور کلی رباتهای چرخدار در مقایسه با رباتهای راه رونده از انطباق پذیری و پایداری بیشتری برخوردارند و علاوه بر پیچیدگی کمتر، بازده بسیار بالاتری نیز دارند .مشکل اصلی این رباتها کم بودن توانایی بالاروی و مانع گذری می باشد. برای رفع این نقیصه با ایده گیری از رباتهای راه رونده سعی شده است با متحرک کردن محور چرخها نسبت به بدنه این مشکل تا حدی برطرف شود.

امروزه در اکثر کشورهای صنعتی و پیشرفته از این نوع ربات های متحرک، برای سطوح ناهموار به طور گسترده استفاده می شود.در اکتشافات فضایی که در سیارات دیگر انجام می شود، نیاز مبرم به استفاده از این ربات ها داریم. امیدواریم که در کشورمان هم شاهد پیشرفت بیشتر این نوع ربات ها باشیم.

در پایان این پروژه چند نمونه از ربات های ساخته شده برای زمین های ناهموار را با هم می بینیم.





Sojourer Robot (NASA)

Hybtor Robot

(IMSRI)

مراجع

[۱] راهنمای جامع webots، قنواتی مهدی، ۱۳۸۹،نشر تراوا چاپ اول

[۲] علم طراحی در مهندسی، امیر فضلی علی، گرهارد پال؛ ولفگانگ پال، ۱۳۷۷، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.

[۳] The TUM Walking Machine F. P.feiffer Proc. 5th Int. Symp. on Robotics and Manufacturing, Vol. 2, 1994.

[۴] Intelligent Mobility for Robotic Vehicles in the Army after Next, Gerhart, G., Goetz, R, and Gorsich, 1999.

[۵] Design and Control of a Mobile Robot with an Articulated Body, Hirose, and Morishima, A, 1990, International Journal of Robotics Research.

[۶] Mechanical Engineering Design, Joseph Edward Shigley, edition5, 1978

[۷] Robot Mechanisms and Mechanical Devices, Paul E.Sandin, copyright©2003

[۸] Unmanned Ground Combat Vehicle Contractors Selected Walker, J, DARPA News Release February 7, 2001.

[۹] www.wikipedia.com