



دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

سمینار کارشناسی ارشد

عنوان تحقیق :

رباطهای متحرک

رشته: مهندسی مکانیک گرایش طراحی کاربردی

نام و نام خانوادگی دانشجو : مهدی قنواتی

استاد راهنما : دکتر کورش حیدری شیرازی

فهرست

- ۱- تعریف موضوع ۲
- ۲- تاریخچه و اهمیت موضوع..... ۴
- ۳- معرفی انواع رباتهای متحرک..... ۸
- ۴- موضوعاتی که در ساخت یک ربات متحرک مطرح است..... ۱۱
 - خودجابه جایی locomotion
 - تعیین محل localization
 - درک محیط perception
 - رهیابی planning- navigation
- ۵- بررسی ربات چرخ دار و انواع چرخ..... ۳۱
- ۶- بررسی ربات زیر آبی..... ۳۶
- ۷- منابع

۱-تعریف موضوع:

ربات متحرک یک زمینه جوان علم رباتیک هست که بحث ریشه ای خیلی از رشته های مهندسی و علوم می باشد از قبیل مکانیک، برق و الکترونیک و کامپیوتر و حتی مهندسی اجتماعی این بحث در کنار بازوهای رباتیک یا manipulators مطرح می شود. بازوهای رباتی با پایه ساکن بیشتر در کارهایی نظیر جوش نقطه ای و رنگ زنگی و غیره استفاده می شوند ولی یک ربات متحرک قادر به حرکت می باشد و دارای انعطاف پذیری و هوش خوبی است. این نوع ربات باید در یک محیط واقعی و بدون ناظر کار خود را انجام بدهد. در این سمینار موضوعاتی از قبیل نوع مکانیزمی که برای ساخت یک ربات متحرک مطرح است و طرز جا به جایی و همچنین انواع رباتهای متحرک بحث می شود

و با کلمات کلیدی زیر آشنا می شویم

Localization محل یابی یا علم تعیین مسیر

Locomotion خود جا به جایی

Navigation رهیابی یا ناوبری

Cognition شناخت و درک

Maneuverability مانورپذیری

Omnidirectional تمام جهته

۱- تاریخچه و اهمیت موضوع :

کلمه روبات یا روبات از نمایشنامه علمی - تخیلی کارل چاپک نویسنده دهه ۱۹۲۰ چک واسلواکی اقتباس شده است . چهل سال پس از این تکنولوژی جدید روباتیک صنعتی پا به عرصه گذاشت و امروز روبات ها دست های مکانیکی بسیار خودکارند که کامپیوتر آنها را هدایت می کند. سیر تاریخی پیشرفت های تکنولوژی روباتیک و کاربردهای مهم روبات نیمه های قرن هیجدهم جی دو وکانسون عروسکهای مکانیکی به اندازه انسان ساخت که موزیک می نواختند

۱۸۰۱ - ژاکار دستگاهی برای بافندگی ساخت که برنامه پذیر بود
۱۸۰۵ - میلادرت عروسکی مکانیکی ساخت که می توانست نقاشی کند .
۱۹۴۶ - جی سی دول مخترع امریکایی وسیله ای برای کنترل ساخت که می توانست علائم الکتریکی را به طور مغناطیسی ثبت کند و آنها را دوباره برای کار یک ماشین مکانیکی باز سازی نماید .
۱۹۵۱ - ساخت تله اپراتور (بازوی مکانیکی با منترل از راه دور) برای کار با مواد پرتوزا (رادیو تکتیو)
۱۹۵۲ - اولین نمونه ماشین کنترل عددی پس از چند سال کار در MIT به نامیش در آمد . بخشی از زبان برنامه ریزی آن APT (Automatically Programmed Tooling) بعدها تکامل یافت و در سال ۱۹۶۱ منتشر شد .

۱۸۵۴ - کن داورد مخترع بریتانیایی تقاضای ثبت اختراع روبات را مطرح کرد .
۱۹۵۹ - شرکت پلانت نخستین روبات تجاری را عرضه کرد . این روبات با بادامک و کلید حدی کنترل می شد .
۱۹۶۰ - نخستین روبات یونی میت « unimate » بر پایه انتقال برنامه ریزی شده کالا عرضه شد .
این روبات دارای محرک هیدرولیکی بود و در آن از اصول کنترل عددی برای مهار بازوی مکانیکی استفاده شده بود .

۱۹۶۱ - در کارخانه فورد ، روباتی یونی میت برای راهبری ماشین ریخته گری تحت فشار نصب شد .
۱۹۶۶ - یک شرکت نروژی روباتی برای رنگ پاشی نصب کرد .
۱۹۶۸ - روبات سیاری به نام شیکی (Shaky) در موسسه پژوهشی + استانفورد ساخته شد . این روبات دارای حساسه های گوناگون از جمله دوربین حساسه های لمسه کننده بود و می توانست به اطراف حرکت کند .

۱۹۷۱ - دست استانفورد یک دست برقی روبات بود ، در دانشگاه استانفورد ساخته شد .
۱۹۷۳ - تین زبان برنامه ریزی روبات کامپیوتری به نام ویو « Wave » و به دنبال آن زبان ال AL در موسسه پژوهشی استانفورد عرضه شد . بعدها این دو زبان به زبان تجاری وال « VAL » تبدیل شدند .

۱۹۷۴- شرکت آ.ث. آ روباتی کاملاً برقی به نام IRb ۶ عرضه داشت .
۱۹۷۴- شرکت سین سیناتی روبات ۳ T را با کنترل کامپیوتری عرضه کرد .
۱۹۷۵- روبات زیگما ی الیوتی در عملیات مونتاژ به کار گرفته شد ؛ این یکی از نخستین کاربردهای روبات در خط مونتاژ بود .

۱۹۷۸- روبات RUMA (ماشین یونیورسال برنامه پذیر برای مونتاژ) عرضه شد .
۱۹۸۰- سیستم برداشتن از جعبه با روبات در دانشگاه ردآیلند به نمایش درآمد . این روبات توانست با استفاده از بینایی ماشین ، قطعات پراکنده را از جعبه بردارد .

۱۹۸۱- یک روبات با محرک مستقیم در دانشگاه کارنگی ملون ساخته شد . در این روبات از یک الکتروموتور نصب شده روی بازوی مکانیکی ، بدن استفاده از رابط های مکانیکی معمول در اکثر روبات ها ، استفاده شده بود .

۱۹۸۲- شرکت IBM پس از چند سال تلاش روبات- RS ۱ را عرضه کرد که دارای قابی جعبه ای بود و از بازویی با لغزنده قطری استفاده می کرد . در برنامه آن از زبان برنامه ریزی AMC (تهیه شده بوسیله IBM) استفاده شده بود .

۱۹۸۳- گزارش هایی در مورد پژوهش های شرکت وستیتگهاوس به سرپرستی بنیاد علوم امریکا در مورد سیستم مونتاژ برنامه پذیر و قابل تطبیق منتشر شد که طرح آزمایشی برای برنامه ریزی انعطاف پذیر خط مونتاژ با استفاده از روبات محسوب می باشد .

۱۹۸۴- چند نوع سیستم برنامه ریزی غیر مستقیم در نمایشگاه روبات ۸ عرضه شد . این سیستم ها این امکان را فراهم آورده که برنامه روبات را بتوان با استفاده از تبادل گرافیکی بر روی کامپیوتر های شخصی تهیه و سپس به روبات منتقل کرد.

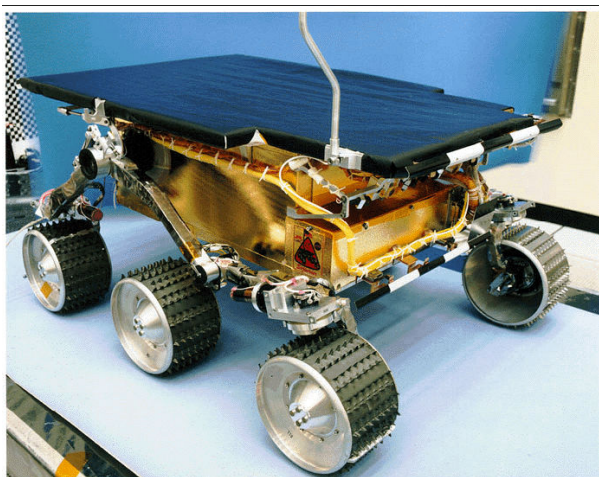
امروزه رباتهای متحرک در تمام گوشه و کنار یک زندگی مدرن وجود دارند این رباتها در چنین جاهایی معمولاً دیده می شوند :

استفاده های بیرونی در محیط های ساختار نیافته : معدنکاری - لوله های فاضلاب - کشاورزی - آب و هوا - ساختمان سازی - زیر آب - نظامی - فضا - جنگل ها - آتش نشانی و اطفای حریق

استفاده های خانگی و درون محیط های ساختار یافته: تمیز کردن خانه های بزرگ - حمایت و جلب توجه مشتری - در موزه ها - در خرید و فروش - نظارت داشتن بر ساختمانها - تحقیقات - سرگرمی و اسباب بازی - در حمل و نقل و سرویس و نگهداری
مثلاً رباتهای بزرگی چون plustech برای جابه جایی چوب های بریده شده جنگل استفاده می شود و یک ربات پا دار بزرگ هست و کنترل آن بوسیله یک انسان که در آن نشسته انجام می گیرد



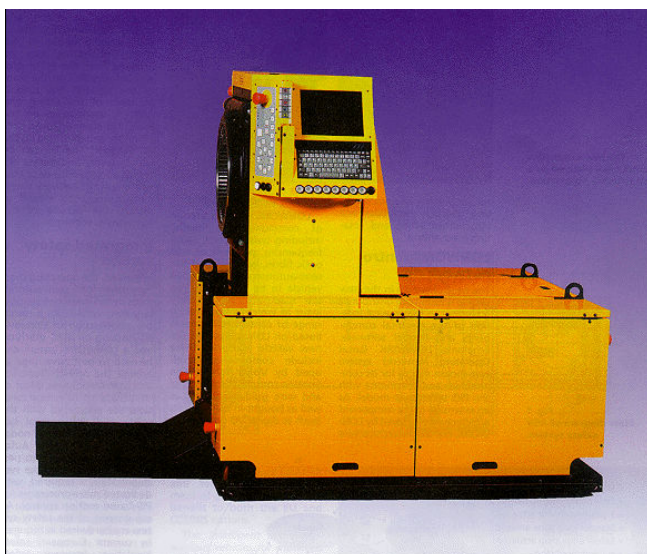
Pulstech developed the first 'industrial like' walking robot. It is designed moving wood out of the forest. The leg coordination is automated, but navigation is still done by the human operator on the robot.



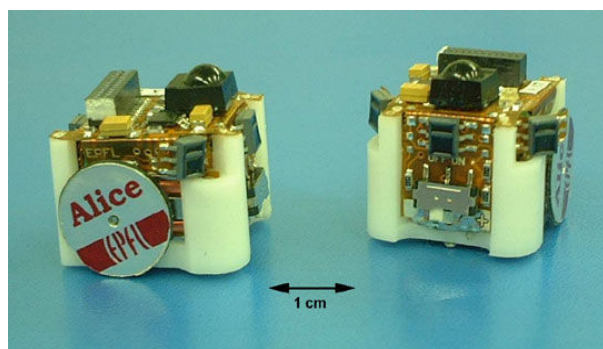
یا ربات sojourner اولین ربات استفاده شده در مریخ که به منظور اکتشاف در تابستان سال ۱۹۹۷ میلادی فرستاده شد



ربات قدم زن هوندا یک رباتی انسان نما و تحقیقاتی محسوب می شود



از اولین رباتهای متحرک AGV ها بودند که مخفف (autonomos guided vehicle) می باشد به معنی وسایل راهنما شده خودکار که روی ریل های در کارخانجات برای حمل و نقل حرکت می کردند و بوسیله سیم برق متصل در کف سالن توان خود را بدست می آوردند . این عکس یکی از جدیدترین آنها می باشد ساخت شرکت volvo



ربات بسیار کوچک آلیس با سایز ۲ در ۲ در ۲ سانتی متر است که از سنسور مادون قرمز استفاده می کند و از یک دوربین فیلمبرداری کوچک هم برای رهیابی استفاده می کند. و یک ربات خودکار است. یکی از کارهای آن هم فیلمبرداری بوسیله دوربینی است که روی آن نصب می شود

۳- معرفی انواع رباتهای متحرک

راههای زیادی برای حرکت یک ربات وجود دارد مثلاً رباتها می توانند : قدم بزنند ، بپرند، بدوند ، سر بخورند ، بخزند ، اسکیت کنند ، شنا کنند ، پرواز کنند ، و بغلتند ولی عمده رباتهای متحرک ساخته شده در چهار دسته اصلی هستند که در زیر آورده شده است و دو دسته جدید و کاربردی

رباتهای متحرک شامل این نوع رباتها هستند

- ۱- رباتهای پا دار legged mobile robots
- ۲- رباتهای چرخ دار wheelde mobile robots
- ۳- رباتهای زیر آبی و شناور underwater robots
- ۴- رباتهای پرنده fly robots
- ۵- و اخیراً رباتهای چرخ دار قدم زن walking wheel robots
- ۶- رباتهای دارای زنجیر و لغزشی Tracked slip/skid locomotion

۳-۱ ربات پا دار برای محیط های مناسب است که زمین ناهموار است و چرخ ها نمی توانند استفاده شوند این نوع رباتها درجه آزادی بیشتری دارند و انرژی بیشتری مصرف می کنند ولی در جا خود بسیار مفید هستند و شامل رباتهای یک پا - دو پا شبیه انسان - چهار پا شبیه حیوانات و نهایتاً شش پا شبیه حشرات هستند که هر کدام در زمینه تحقیقاتی خود بررسی می شود حال نمونه هایی از این رباتها و کاربردها را مشاهده می کنیم:

ربات انسان نما شرکت سونی که برای تبلیغات و تحقیقات استفاده می شود و دستش ۵ درجه آزادی دارد



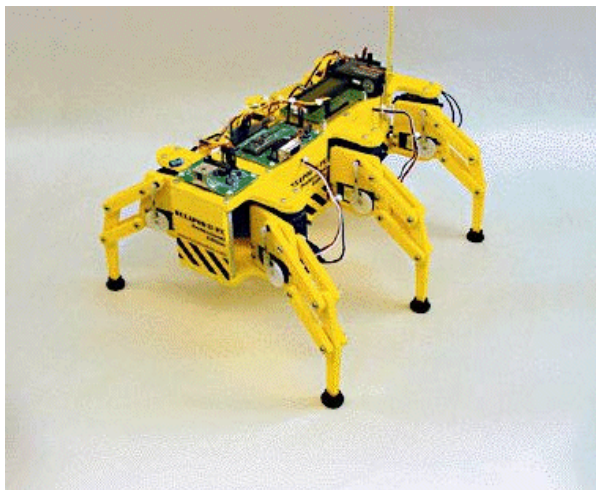
Weight: 7 kg
Height: 58 cm
Neck DOF: 4
Body DOF: 2
Arm DOF: 2 x 5
Legs DOF: 2 x 6
Five-finger Hands
The Sony SDR-4X II, © 2003 Sony Corporation.



AIBO, the artificial dog from Sony, Japan.

ربات پیشرفته چهار پا شرکت سونی که شامل انواع سنسورهاست و دوربین و میکروفن دارد و همچنین بلندگویی برای پخش صدا که باز هم به منظور تحقیقات و تبلیغات از آن استفاده می شود برای ساخت و تحقیقات روی این ربات چندین میلیون دلار هزینه شده است

ربات شش پا



ربات های شش پا به دلیل اینکه دارای پایداری کامل می باشند قادر به در جا قدم زدن هم می باشند یعنی بدون اینکه پایداری و تعادل خود را از دست بدهند می توانند یکی یا دوت از پاهایشان را بالا ببرند به این دلیل در هنگام کنترل نیاز به فکر زیاد روی پایداری آنها نیست چنانکه نوزاد عنکبوت به محض به دنیا آمدن سریعاً راه می رود ولی چهارپایان نیاز به چندین ساعت وقت برای یادگیری تعادل خود می باشند

۲-۳) رباتهای متحرک چرخ دار

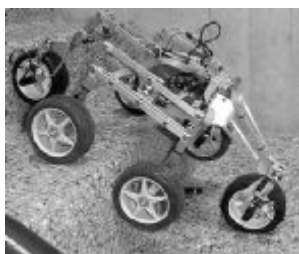
عمومی ترین نوع جا به جایی در وسایل ساخت دست بشر چرخ است که بازدهی خوبی هم دارد رباتهای متحرک چرخ دار عمدتاً در زمین های هموار یا کمی ناهموار اسفاده می شوند و به دلیل درجات آزادی کم و راحتی حرکت، قابلیت کنترل و مانور پذیری بیشتری هم دارا می باشند در زیر نمونه های از این رباتها معرفی می شود:



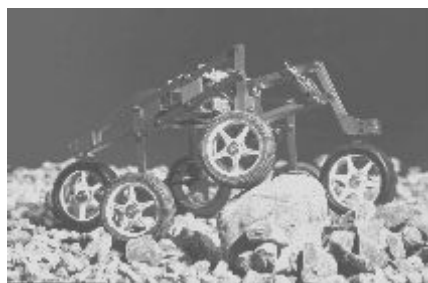
The Carnegie Mellon Uranus robot,

ربات موسوم به اورانوس که یک ربات تمام جهته یا omnidirectional است که دارای چهار چرخ سوئدی با زاویه غلتک های ۴۵ درجه است و به این دلیل قادر به حرکت در تمام جهات در صفحه می باشد توسط تغییر در اندازه و جهت سرعت چرخهایش به سمت های مختلف حرکت می کند و برای مستقیم رفتن مجبور است تمام چرخهای با یک سرعت و یک جهت حرکت کند که کاری دقیق از نظر کنترلی است و این از نکات ظریف طراحی آن محسوب می شود چون هر گونه لغزش چرخ ها با زمین باعث انحراف از مسیر می شود.

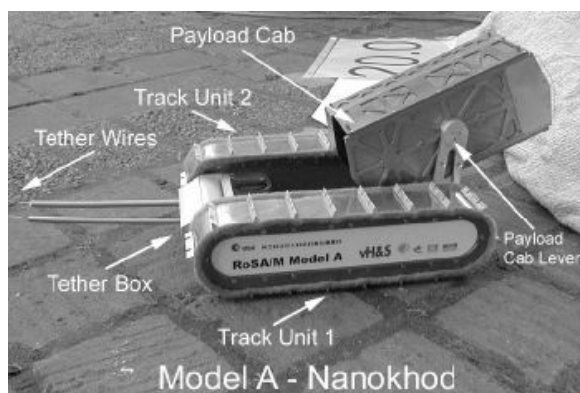
ربات چرخ دار قدم زن



رباتهایی که می توانند راه بروند ممکن است بهترین گزینه برای سطوح ناصاف باشند ولی به دلیل بازده کم نیاز به یک کنترل پیشرفته دارند. راه حل بهتر سیستم هیبرید یعنی ترکیبی از پا و چرخ است. راه حلی که بسیار مناسب برای رباتهای فضایی است در شکل ربات shrimp ساخت سویس را مشاهده



یکنید. این ربات با شش چرخ موتوردار قادر به بالا رفتن از اشیای به بزرگی دو برابر سایز چرخ هایش می باشد و این باعث می شود به راحتی از پله ها بالا رود دو چرخ فرمان پذیر در عقب و جلو دارد که دارای سیستم تعلیقی می باشند به گونه ای که از تماس همیشگی آنها با زمین اطمینان حاصل شود و در هر طرف هم دو چرخ دارد و مکانزم فرمان بوسیله همزمان گردش کردن چرخ عقب و جلو حاصل می شود. این ربات دارای پایداری زیاد و توانایی بالا رفتن حتی با ضریب اصطکاک کم را هم دارا می باشد



۳-۳) رباتهای زنجیر دار یا لغزشی

این رباتها مانند یک تانک نظامی عمل می کنند به این صورت که چرخهای چرخانی روبروی هم دارند که در یک جهت حرکت می کنند با سرعتهای مختلف یا در جهتهای متضاد، رباتهایی که که از ساختار اصطحکاکی استفاده می

کنند سطح تماس با زمینشان خیلی وسیع است و همین کار باعث مانور پذیری بهترشان می شود که در سطوح ناصاف هم به خوبی حرکت کنند. با این حال به دلیل سطح تاس بزرگ تغییر جهت کلی ربات

معمولا نیاز به یک چرخش همراه با لغزش دارد و قسمتی از مسیر صرف لغزش می شود ضرر چنین کاری آن است که تعیین مرکز دقیق ربات کار مشکلی می شود در شکل ربات Nanokhod دیده می شود

۴- موضوعاتی که در ساخت یک ربات متحرک مطرح است

۱- خودجابه جایی locomotion

- پایداری

- مانورپذیری

- کنترل پذیری

۲- تعیین محل localization

۳- درک محیط perception

- سنسورها

- پردازش اطلاعات با معنی

۴- رهیابی planning- navigation

۴-۱ خودجابه جایی:

یک ربات متحرک نیاز به مکانیزیمی دارد که آنرا قادر بسازد حرکت بدون حد و مرزی در محیطش انجام دهد. ولی راههای زیادی برای این کار وجود دارد و انتخاب یک راه درست جنبه قوی طراحی ربات محسوب می شود

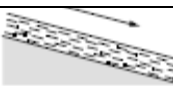




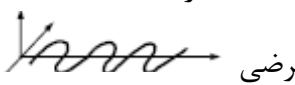






سه عامل مهم در خودجابه جایی ربات وجود دارد:

۱- پایداری شامل : تعداد و هندسه نقاط تماس ، مرکز گرانش ، پایداری استاتیکی و دینامیک ، شیب زمین

۲- ویژگی نقاط تماس شامل : نقطه تماس ، اندازه تماس ، سایز و مسیر و شکل آن ، زاویه تماس ، اصطکاک

۳- نوع محیط شامل : ساختار آن ، واسطه محیطی مانند آب و هوا ف نرم و سفتی زمین

مکانیزم های مورد استفاده برای جا به جایی معمولاً پا ، چرخ ، یا ترکیبی از آن دوست به جدول زیر توجه نمایند

انواع حرکت	مقاومت در برابر حرکت	سینماتیک ساده حرکت
جریان در کانال 	نیروهای هیدرو دینامیکی	
خزش 	نیروهای اصطحکاک	ارتعاشات طولی 
حرکت جانبی 	نیروهای اصطحکاک	ارتعاشات عرضی 
دویدن 	کاهش انرژی جنبشی	حرکت یک پاندول چند لینکه 
پریدن 	کاهش انرژی جنبشی	حرکت یک پاندول چند لینکه 
قدم زدن 	نیروی گرانش	دوران یک چند ضلعی 

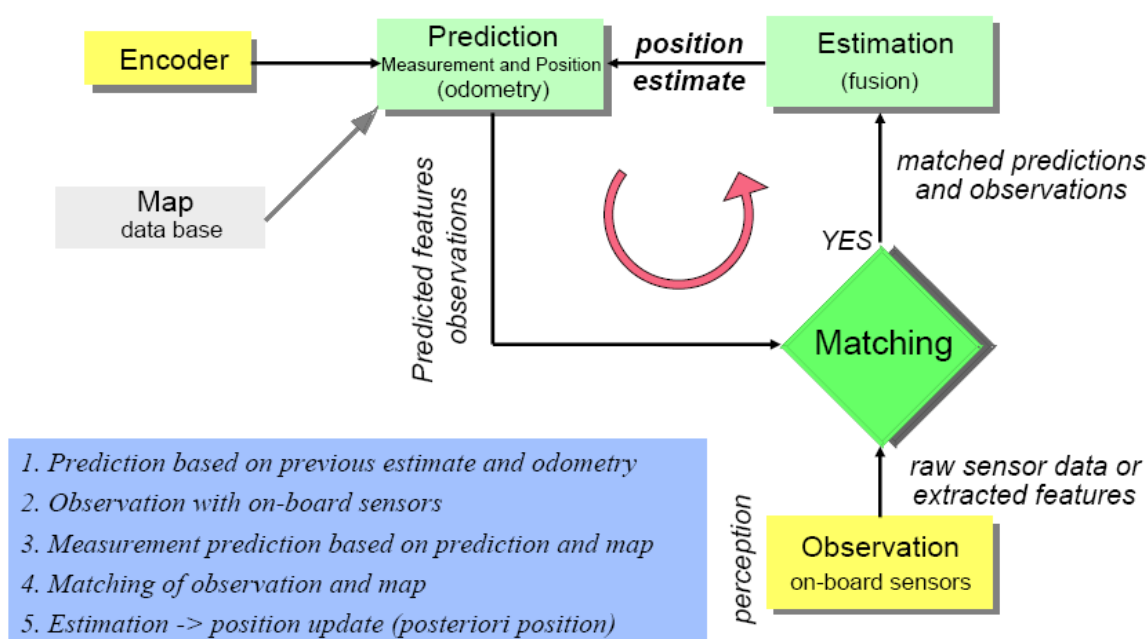
در هنگام طراحی نوع مکانیزم قابل استفاده در ربات توجه به سه عامل پایداری ، مانور پذیری و کنترل پذیری ضروری است و بدست آوردن نقطه بهینه بین این سه هنر طراحی می باشد چرا که غالباً با دقت روی یکی از این عوامل، عامل دیگر رو به کاهش می نهد مثلاً در رباتهایی با چرخ تمام جهته با وجود مانور پذیری بالا ، کنترل کردن آنها مشکل می شود یا در رباتهای شش پا پایداری مناسب است ولی مانور پذیری کم می باشد و همچنین کنرل روی تمام پاها باید صورت گیرد.

۴-۲) تعیین محل localization

تعیین محل دقیقاً پاسخ به این پرسش می باشد که : من کجا هستم؟
اینکه شما دقیقاً بدانید که الان در چه موقعیتی نسبت به یک دستگاه مرجع ثابت قرار دارید می شود تعیین محل شما .این کار به روشهای مختلف می تواند انجام گیرد هم بوسیله سیستم های رادیویی هم ماهواره ای مانند Gps و هم از روی ستارگان و کوهها و غیره .مساله تعیین محل ارتباط تنگاتنگی با مسئله رهیابی یا ناوبری دارد .زیرا ربات نخست باید بداند که در کجا قرار دارد سپس بداند از چه راهی به سمت هدف نزدیک شود که مسئله رهیابی می شود .

در تصویر صفحه بعد ۵ گام تعیین محل بر اساس نقشه قبلی را مشاهده می کنید
 که نخست پیش بینی بر اساس تخمین های قبلی و مسافت سنجی است
 دوم : مشاهده کردن موقعیت بوسیله سنسورهای نصب شده روی ربات است
 سوم: اندازه گیری مطابق نقشه
 چهارم: تطبیق دادن نقشه قبلی با مشاهدات برا اینکه بدانیم آیا در موقعیت درست هستیم
 پنجم : در صورت مثبت بودن جواب به موقعیت جدید می رود و دوباره این موقعیت را تخمین می زند

The Five Steps for Map-Based Localization

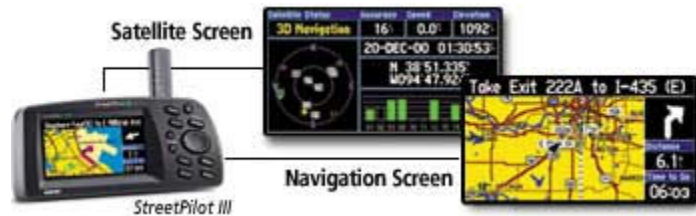


در اینجا مقدار مختصری درباره سیستم موقعیت یاب جهانی GPS توضیح می دهیم

GPS چیست؟

GPS یا سیستم مکان یابی جهانی، یک سیستم ناوگانی ماهواره است که از شبکه ای با ۲۴ ماهواره ساخته شد و بوسیله ی سازمان دفاع آمریکا در مدار قرار گرفت. در ابتدا GPS برای مصارف نظامی به کار گرفته می شد اما در ۱۹۸۰، دولت آمریکا این سیستم را برای استفاده های شخصی در نظر گرفت. GPS در هر

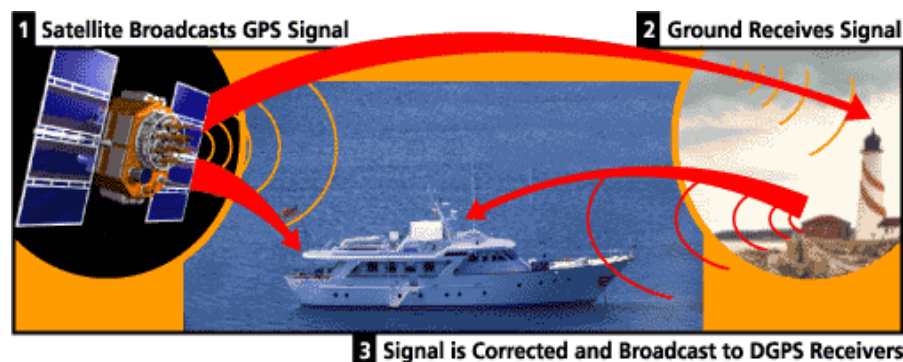
شرایط آب و هوایی و در هر جای دنیا، در ۲۴ ساعت شبانه روز قابل دسترسی است و هیچ حق اشتراک یا هزینه ای برای استفاده از GPS وجود ندارد.



GPS چگونه کار می کند؟

ماهواره های GPS در یک مدار معین، زمین را دو بار در روز دور می زنند و سیگنال های اطلاعاتی را به زمین ارسال می کنند. دریافت کننده GPS این اطلاعات را گرفته و برای محاسبه مکان دقیق کاربر از روش های هندسی استفاده می کند. در اصل دریافت کننده ی GPS زمان ارسال سیگنال از ماهواره را با زمان دریافت سیگنال مقایسه می کند. اختلاف زمان بازگو کننده ی میزان فاصله ی ماهواره از دریافت کننده ی GPS است. با اندازه گیری فاصله، از تعدادی چند از ماهواره ها، دریافت کننده می تواند مکان کاربر را مشخص کرده و آن را روی نقشه ی الکترونیکی واحد نمایان کند.

یک دریافت کننده ی GPS با سیگنال هایی که از حداکثر سه ماهواره دریافت می کند، می تواند مسیر حرکت و مختصات دو بعدی (طول و عرض) مکان را محاسبه کند. با در نظر گرفتن چهار یا بیشتر ماهواره، دریافت کننده می تواند مختصات سه بعدی (طول، عرض، ارتفاع) مکان کاربر را مشخص کند. زمانی که مکان کاربر مشخص شد، GPS می تواند سایر اطلاعات نظیر: سرعت، مسیر، فاصله ی پیموده شده، فاصله تا مقصد، زمان طلوع و غروب خورشید و ... را محاسبه کند.



دقت GPS تا چه حد است؟

امروزه دریافت کننده های GPS دارای دقت بی نهایت بالایی هستند و این امر را مدیون طرح کانال چند گانه موازی هستیم. دریافت کننده های کانال ۱۲ موازی گارمین به محض روشن شدن سرعت بالایی در برقراری رابطه با ماهواره دارد و این ارتباط به طور مستمر برقرار است و حتی درختان انبوه و آسمان خراش های بلند مانع برقراری ارتباط نمی شوند. کارخانه های اتمسفریک و دیگر چشمه های ایجاد خطا، روی دقت دریافت کننده ی GPS تاثیر می گذارند. دریافت کننده های GPS گارمین دارای میانگین دقت ۱۵ متر می باشند. دریافت کننده های GPS گارمین با قابلیت سیستم افزایش عرض ناحیه دقت را با میانگین کمتر از ۳ متر بهبود می بخشد. هیچ لوازم یدکی و یا حق الزحمه ای برای استفاده از سیستم افزایش عرض ناحیه احتیاج نیست. کاربران می توانند دقت را با کمک GPS تفاضلی بهتر کنند. به این صورت که سیگنال های GPS را تقویت می کند و به میانگین ۳ تا ۵ متر می رساند. گارد ساحلی آمریکا اغلب از سرویس تقویت کننده GPS تفاضلی استفاده می کند. این سیستم شامل شبکه ای از برج ها می باشد که سیگنال های GPS را دریافت کرده و سیگنالی تقویت شده به وسیله ی فرستنده های رادیویی ارسال می کنند. به منظور دریافت سیگنال های تقویت شده کاربران علاوه بر GPS به یک آنتن و دریافت کننده علائم گوناگون نیاز دارند.

۴-۳) درک محیط perception

بعد از اینکه ربات متحرک موقعیت خود را نسبت به یک مرجع ثابت دانست نوبت این می رسد تا شناختی از محیط اطراف خود داشته باشد تا با یک حرکت صحیح و بدون برخورد با اشیا و موانع به نقطه هدف برسد ، این درک از محیط توسط سنسورها صورت می گیرد و پردازش داده های سنسورها در مرکز پردازش ربات

گستره وسیعی از سنسورها در رباتهای متحرک مورد استفاده قرار میگیرند و برای اندازه گیری مقادیر مختلف و متنوع مانند: حرارت داخلی ربات ، سرعت دورانی موتور و مفصل ها ، یا درباره محیط پیرامون ربات

سنسورهای یا از محیط ربات اطلاعات جمع آوری می کنند مانند اندازه گیری صدا ، شدت نور ، فاصله ، یا داده های محیطی دیگر

نوع دیگر اطلاعاتی از خود ربات می دهند مانند سرعت دورانی موتور ها و مفصل ها ، زوایا و غیره

تعریف سنسور: سنسورها قطعاتی هستند متشکل از ابزارهای لامسه ای الکتریکی یا نوری که در کنار سایر عناصر الکترونیکی ایفای نقش می کنند. وظیفه این المان ها کسب اطلاعاتی از موقعیت مفاصل ربات و شرایط محیطی مانند نور و گرما و هدف های موجود در محیط می باشد

سنسورها اغلب برای درک اطلاعات تماسی، تنشی، مجاورتی، بینایی و صوتی به کار می روند. عملکرد سنسورها بدین گونه است که با توجه به تغییرات فاکتوری که نسبت به آن حساس هستند، سطوح ولتاژی ناچیزی را در پاسخ ایجاد می کنند، که با پردازش این سیگنال های الکتریکی می توان اطلاعات دریافتی را تفسیر کرده و برای تصمیم گیری های بعدی از آن ها استفاده نمود.

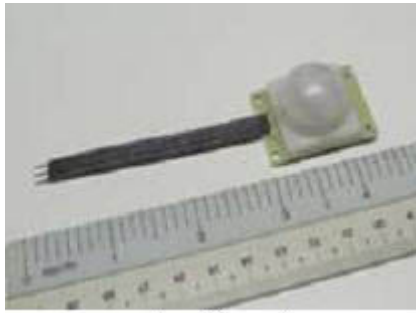
به عبارت دیگر حسگر یک وسیله الکتریکی است که تغییرات فیزیکی یا شیمیایی را اندازه گیری می کند و آن را به سیگنال الکتریکی تبدیل می نماید.

حسگرها در واقع ابزار ارتباط ربات با دنیای خارج و کسب اطلاعات محیطی و نیز داخلی می باشند.

انتخاب درست حسگرها تأثیر بسیار زیادی در میزان کارایی ربات دارد .

انواع حسگر ها (سنسور ها)

. بسته به نوع اطلاعاتی که ربات نیاز دارد از حسگرهای مختلفی می توان استفاده نمود:



يك حسگر حرکت

— فاصله

— رنگ

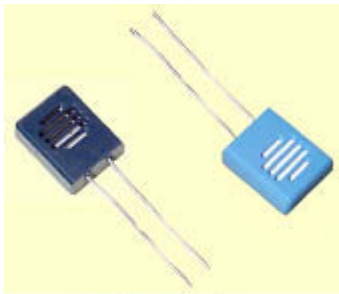
— نور

— صدا

— حرکت و لرزش

— دما

— دود



حسگرهاي رطوبت

مزایای استفاده از سنسورها :

اما چرا از حسگرها استفاده می کنیم ؟ همانطور که در ابتدای این گفتار اشاره شد حسگرها اطلاعات مورد نیاز ربات را در اختیار آن قرار می دهند و کمیت‌های فیزیکی یا شیمیایی موردنظر را به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل می کنند. مزایای سیگنال‌های الکتریکی را می توان بصورت زیر دسته بندی کرد:

— پردازش راحتتر و ارزانتر

— انتقال آسان

— دقت بالا

— سرعت بالا

سنسورها در ربات

سنسورها اغلب برای درک اطلاعات تماسی، تنشی، مجاورتی، بینایی و صوتی به کار می‌روند. عملکرد سنسورها بدین گونه است که با توجه به تغییرات فاکتوری که نسبت به آن حساس هستند، سطوح ولتاژی ناچیزی را در پاسخ ایجاد می‌کنند، که با پردازش این سیگنال‌های الکتریکی می‌توان اطلاعات دریافتی را تفسیر کرده و برای تصمیم‌گیری‌های بعدی از آن‌ها استفاده نمود.

سنسورها را می‌توان از دیدگاه‌های مختلف به دسته‌های متفاوتی تقسیم کرد که در ذیل می‌آید:

سنسور بازخورد: این سنسور اطلاعات وضعیت ربات، از جمله موقعیت بازوها، سرعت حرکت و شتاب آن‌ها و نیروی وارد بر درایورها را دریافت می‌نمایند.

سنسور فعال: این سنسورها هم گیرنده و هم فرستنده دارند و نحوه کار آن‌ها بدین ترتیب است که سیگنالی توسط سنسور ارسال و سپس دریافت می‌شود.

سنسور غیرفعال: این سنسورها فقط گیرنده دارند و سیگنال ارسال شده از سوی منبعی خارجی را آشکار می‌کنند، به همین دلیل ارزان‌تر، ساده‌تر و دارای کارایی کمتر هستند.

سنسورها از لحاظ فاصله‌ای که با هدف مورد نظر باید داشته باشند به سه قسمت تقسیم می‌شوند:

سنسورها از لحاظ فاصله‌ای

سنسور تماسی: این نوع سنسورها در اتصالات مختلف محرک‌ها مخصوصاً در عوامل نهایی یافت

می‌شوند و به دو بخش قابل تفکیک‌اند.

سنسورهای تشخیص تماس

سنسورهای نیرو-فشار

سنسورهای مجاورتی: این گروه مشابه سنسورهای تماسی هستند، اما در این مورد برای حس کردن لازم نیست حتماً با شی در تماس باشد. عموماً این سنسورها از نظر ساخت از نوع پیشین دشوارترند ولی سرعت و دقت بالاتری را در اختیار سیستم قرار می‌دهند.

دو روش عمده در استفاده از سنسورها وجود دارد:

حس کردن استاتیک: یا حلقه باز در این روش محرک‌ها ثابت‌اند و حرکتهایی که صورت می‌گیرد بدون مراجعه لحظه‌ای به سنسورها صورت می‌گیرد. به عنوان مثال در این روش ابتدا موقعیت شی تشخیص داده می‌شود و سپس حرکت به سوی آن نقطه صورت می‌گیرد.

حس کردن حلقه بسته: در این روش بازوهای ربات در طول حرکت با توجه به اطلاعات سنسورها کنترل می‌شوند. اغلب سنسورها در سیستم‌های بینا این گونه‌اند.

لحاظ کاربردی با نمونه‌هایی از انواع سنسورها در ربات آشنا می‌شویم:

سنسورهای بدنه (Body Sensors): این سنسورها اطلاعاتی را درباره موقعیت و مکانی که ربات در آن قرار دارد فراهم می‌کنند. این اطلاعات نیز به کمک تغییر وضعیت‌هایی که در سوییچ‌ها حاصل می‌شود، به دست می‌آیند. با دریافت و پردازش اطلاعات بدست آمده ربات می‌تواند از شیب حرکت خود و این که به کدام سمت در حال حرکت است آگاه شود. در نهایت هم عکس‌العملی متناسب با ورودی دریافت شده از خود بروز می‌دهد.

سنسور جهت‌یاب مغناطیسی (Direction Magnetic Field Sensor): با بهره‌گیری از خاصیت مغناطیسی زمین و میدان مغناطیسی قوی موجود، قطب‌نمای الکترونیکی هم ساخته شده است که می‌تواند اطلاعاتی را درباره جهت‌های مغناطیسی فراهم سازد. این امکانات به یک ربات کمک می‌کند تا بتواند از جهت حرکت خود آگاه شده و برای تداوم حرکت خود در جهتی خاص تصمیم‌گیری کند. این سنسورها دارای چهار خروجی می‌باشند که هر کدام مبین یکی از جهت‌ها است. البته با استفاده از یک منطق صحیح نیز می‌توان شناخت هشت جهت مغناطیسی را امکان‌پذیر ساخت.

سنسورهای فشار و تماس (Touch and Pressure Sensors) : شبیه‌سازی حس لامسه انسان

کاری دشوار به نظر می‌رسد. اما سنسورهای ساده‌ای وجود دارند که برای درک لمس و فشار مورد استفاده قرار می‌گیرند. از این سنسورها در جلوگیری از تصادفات و افتادن اتومبیل‌ها در دست‌اندازها استفاده می‌شود. این سنسورها در دست‌ها و بازوهای ربات هم به منظورهای مختلفی استفاده می‌شوند. مثلاً برای متوقف کردن حرکت ربات در هنگام برخورد عامل نهایی با یک شی. همچنین این سنسورها به ربات‌ها برای اعمال نیروی کافی برای بلند کردن جسمی از روی زمین و قرار دادن آن در جایی مناسب نیز کمک می‌کند. با توجه به این توضیحات می‌توان عملکرد آن‌ها را به چهار دسته زیر تقسیم کرد: ۱- رسیدن به هدف، ۲- جلوگیری از برخورد، ۳- تشخیص یک شی.

سنسورهای گرمایی (Heat Sensors):

یکی از انواع سنسورهای گرمایی ترمینستورها هستند. این سنسورها المان‌های مقاومتی پسیوی هستند که مقاومتشان متناسب با دمایشان تغییر می‌کند. بسته به اینکه در اثر گرما مقاومتشان افزایش یا کاهش می‌یابد، برای آن‌ها به ترتیب ضریب حرارتی مثبت یا منفی را تعریف می‌کنند. نوع دیگری از سنسورهای گرمایی ترموکوپل‌ها هستند که آن‌ها نیز در اثر تغییر دمای محیط ولتاژ کوچکی را تولید می‌کنند. در استفاده از این سنسورها معمولاً یک سر ترموکوپل را به دمای مرجع وصل کرده و سر دیگر را در نقطه‌ای که باید دمایش اندازه‌گیری شود، قرار می‌دهند.

رایج‌ترین نوع این سنسورها کدگشاها (Encoders) هستند که هم از قدرت بالای تبادل اطلاعات با کامپیوتر برخوردارند و هم اینکه ساده، دقیق، مورد اعتماد و نویز ناپذیرند. این دسته انکدرها را به دو دسته می‌توان تقسیم کرد:

الف) انکدرهای مطلق: در این کدگشاها موقعیت به کد باینری یا کد خاکستری (Binary BCD) (Coded Decible) تبدیل می‌شود. این انکدرها به علت سنگینی و گران‌قیمت بودن و اینکه سیگنال‌های زیادی را برای ارسال اطلاعات نیاز دارند، کاربرد وسیعی ندارند. همانطور که می‌دانیم به‌کارگیری تعداد زیادی سیگنال درصد خطای کار را افزایش می‌دهد و این اصلاً مطلوب نیست. پس از این انکدرها فقط در مواردی که مطلق بودن مکان‌ها برای ما خیلی مهم است و مشکلی هم از لحاظ بار قابل تحمل ربات متوجه ما نباشد، استفاده می‌شود.

ب) انکدرهای افزایشنده: این کدگشاها دارای قطار پالس و یک پالس مرجع که برای کالیبره کردن بکار می‌رود هستند، از روی شمارش قطارهای پالس نسبت به نقطه مرجع به موقعیت مورد نظر دست می‌یابند. از روی فرکانس (عرض پالس‌ها) می‌توان به سرعت چرخش و از روی محاسبه تغییرات فرکانس در واحد زمان (تغییرات عرض پالس) به شتاب حرکت دوارنی پی برد. حتی می‌توان جهت چرخش را نیز فهمید. فرض کنید سیگنال‌های A و B و C سه سیگنالی باشند که از کدگشا به کنترل‌کننده ارسال می‌شود. B سیگنالی است که با یک چهارم پریود تاخیر نسبت به A از روی اختلاف فاز بین این دو می‌توان به جهت چرخش پی برد.

تعریف سنسور نوری (گیرنده-فرستنده)

یکی از پرکاربردترین حسگرهای مورد استفاده در ساخت ربات‌ها حسگرهای

نوری هستند.



سنسورهای نوری در اصل چشم ربات به حساب میاید که خط زیر ربات را تشخیص میدهد و به میکرو کنترلر فرمان میفرستند. خروجی این حسگر در صورتیکه مقابل سطح سفید قرار بگیرد ۵ ولت و در صورتی که در مقابل یک سطح تیره قرار گیرد صفر ولت می باشد. البته این وضعیت می تواند در مدل‌های مختلف حسگر برعکس باشد. در هر حال این حسگر در مواجهه با دو سطح نوری مختلف ولتاژ متفاوتی تولید می کند.

کاربرد سنسورهای Ultrasonic در رباتیک

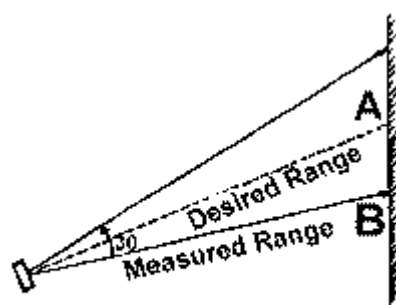
یکی از مسائل مطرح در رباتیک ایجاد درک نسبت به محیط خارجی برای جلوگیری از برخورد نامطلوب به اشیاء موجود در محیط حرکت است. از سوی دیگر ممکن است نیاز داشته باشیم که ربات بتواند درکی از فاصله‌ها بدون تماس فیزیکی داشته باشد. برای این منظور از سنسورهای مافوق صوت یا Ultrasonic استفاده میکنند

با وجود اینکه رویکردهای زیادی در این زمینه وجود دارد ولی میتوان آنها را در دو بخش تقسیم بندی کرد. دسته اول شامل ابزارهای انفعالی میباشد ، نظیر سیستمهای فاصله سنجی swept-focus و یا stereoscopic . دسته بعد سیستم های فعال یا Active میباشد نظیر سیستمهای ماکروویو ، لیزر و مافوق صوت.

در این مقال ما به معرفی سنسورهای مافوق صوت خواهیم پرداخت. این سنسورها از دو قسمت تشکیل شده است. قسمت اول مدار راه انداز آن را تشکیل میدهد و قسمت دیگر دو قطعه (مبدل) گیرنده و فرستنده آن ، دقیقاً مشابه آن قسمت از دزدگیرهایی که در خودروها (مقابل شیشه جلو) نصب میشود. البته دردسر اصلی کار با اینگونه سنسورها مدار راه انداز آن است. البته پکیجهای آماده که کار را بسیار ساده میکنند نیز وجود دارد،

مکانیزم کلی کار این سنسورها ، فرستادن یک بیم و دریافت انعکاس آن و متعاقبا محاسبه زمان رفت و برگشت. بدین ترتیب میتوان فواصل را نیز براحتی با در نظر گرفتن سرعت صوت در دما و فشار محیط ، محاسبه کرد .

قدم بعدی بدست آوردن ماتریسی از موانع موجود در محیط است. اینکار از دو راه ممکن است راه اول جاروب کردن محیط با امواج بصورت مکانیکی میباشد. راه دوم استفاده ازچند مبدل ، با توجه به پیچیدگی محیط ، است. بعنوان مثال میتوان یک مبدل متحرک با رنج زاویه ای بالا در سر ربات ، یک مبدل ثابت در



جلو و رو به پایین برای تشخیص گودی، و دو مبدل با زاویه های ۴۵ درجه در چپ و راست را بعنوان یک ترکیب مناسب استفاده کرد.

یکی از مهمترین خطاهایی که در این سنسورها مشاهده میشود ، خطای بالقوه در فواصل زیاد است. همانطور که میدانید امواج مافوق صوت را نمی توان همانند یک بیم لیزر تاباند و انعکاس آن را ثبت کرد.

بعنوان مثال در فاصله حدودا ۴،۵ متری و با زاویه تابش ۷۵ درجه حدود ۲۵۰ میلیمتر خطا ممکن است پیش آید .برخی از محققین با استفاده از تیوپها ، شیپوره ها و بازتابنده ها و با فوکوس دادن بیمهای صوتی سعی در کم کردن زاویه تابش داشته اند ولی تجهیزات مورد نیاز ابعاد سنسور را به ده ها برابر افزایش میدهد. دقت این نوع سنسورها را با افزایش دقت گیرنده نیز میتوان افزایش داد. لبه های کناری بیم عموما از شدت کمتری برخوردارند لذا با کم کردن شدت حساسیت گیرنده میتوان خطا را تا نصف کاهش داد. البته در مواردی از یک آرایه از داده ها استفاده میشود و پروسسوری وظیفه تشخیص زاویه مناسب را

برعهده دارد

نمونه ای از کاربرد سنسورهای Ultrasonic در رباتیک



ربات دوچرخه سوار

یک کمپانی ژاپنی اقدام به ساخت یک ربات کوچک نموده که به سادگی دوچرخه سواری می کند .

شرکت Murata Manufacturing در یکی از نمایشگاه های تکنولوژیهای پیشرفته در اطراف شهر

توکیو در ژاپن، رباتی را معرفی کرد که قادر است دوچرخه سواری کند

این ربات که پنجاه سانتیمتر ارتفاع و نزدیک به پنج کیلوگرم وزن دارد، "پسر موراتا (Murata Boy)" نام

داشته می تواند با سرعتی حدود ۷۹ سانتیمتر در ثانیه حرکت کند.

نسخه قدیمی تر این ربات که دوچرخه سواری می کرد در سال ۱۹۹۰ معرفی شد اما نمی توانست بدون

آنکه بیفتد، توقف کند. اما ربات اخیر با تنظیم سرعت و انحراف مرکز جرم خود می تواند تعادل خود را در

موقعیت های مختلف از جمله هنگام ایستادن حفظ کند .

سنسور سونار:

سونار SRF04 سنسور مسافت یاب است که می توان توسط آن ربات را هدایت کرد. شما می توانید ربات

خود قادر سازید تا محیط پیرامونش را از طریق مجموعه سنسورهای سونار ببیند.(مانند چشم انسان)

یک سنسور سونار از طریق تولید یک صدا مانند رگبار کوتاه اسلحه کار می کند(ping) بنابراین وقتی که

صدا به نزدیکترین شیء برخورد می کند، انعکاس صدا(echo) توسط سنسور شنیده می شود.

مانند تصویر زیر:

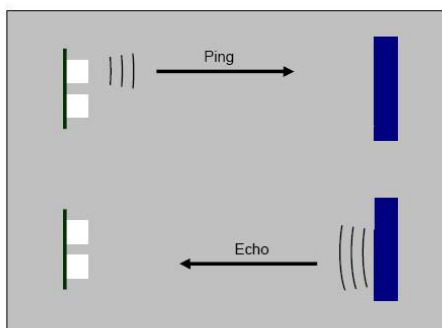


Figure 1 - Sonar Ping and Echo

توسط اندازه گیری درست زمان، از لحظه ای که Ping شروع شده تا لحظه ای که Echo به سنسور برمیگردد، مقدار فاصله به نزدیکترین شیء را می توان محاسبه کرد. حرکت صدا چیزی در حدود

1116.4 feet/second و یا 340.29 meters/second در سطح دریا، سرعت دارد. فاصله به

نزدیکترین شیء را می توان با تقسیم زمان گذشته شده (elapsed time) بر دو ضرب در سرعت صدا محاسبه کرد.

منظور از زمان گذشته شده، زمان بین فرستادن صدا و شنیدن انعکاس (echo) است.

فرمول بدست آوردن فاصله سنسور از شیء به صورت زیر است:

$$\text{Distance} = \text{ElapsedTime} * (\text{Speed_Of_Sound}) / 2$$

دلیل این که عمل تقسیم را بر دو برابر سرعت صدا ضرب می کنیم این است که فاصله از شیء فقط نصف فاصله حرکت واقعی موجی صدا است. موج صدا باید به سمت شیء حرکت کند و به سنسور برگردد برای این که سنسور، برگشت صدا یا echo را بشنود.

عملکرد سنسور:

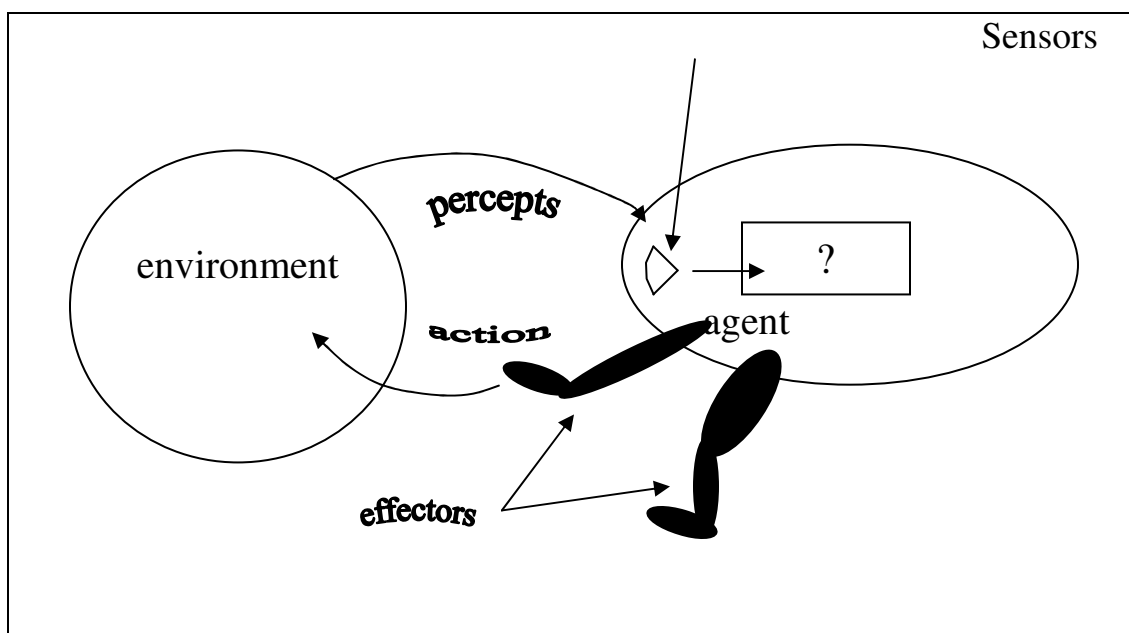
سنسور مسافت یاب SRF04 با تولید یک پالس بر روی سیگنالی قرار است بفرستد، آن را رها می کند. این باعث می شود تا مسافت یاب یک ping ارسال کند. سنسور مسافت یاب قادر است تا ۱۰۰ microsecond را بعد از عمل پینگ دریافت کند و سیگنال خروجی echo سنسور را افزایش دهد. (تأخیر در فعال سازی گیرنده باعث می شود تا گیرنده از شنیدن ping ارسال شده جلوگیری کند) وقتی که گیرنده echo را می شنود سیگنال خروجی را قطع می کند. زمان گذشته شده (Elapsed Time) بین ping و echo را می توان با اندازه گیری مدت زمان پالس روی خط echo و اضافه کردن ۱۰۰ microsecond به آن بدست آورد.

۴-۳ ب) تحلیل داده ها و عامل هوشمندی :

عامل هرچیزی است که قادر به درک محیط پیرامون خود از طریق حس گرها (سنسور) و اثرگذاری بر روی محیط از طریق اثرکننده ها باشد.

عامل انسانی اندامهایی مانند گوشها، شمهها و دیگر ارگانها برای حس کردن و دستها، پاها، بینی و دیگر اندامها برای اثرگذاری دارند. عامل رباتیک دوربینها و یابنده های مادون قرمز را بجای حس گرها و انواع موتورها را بجای اثرکننده ها جایگزین کرده است. عامل نرم افزاری رشته های بیتی را بعنوان درک محیط و عمل، کدگذاری می کنند.

در شکل زیر نمادی از یک عامل عمومی ترسیم شده است.



عامل هایی که از طریق حسگر ها و اثر کننده ها با محیط ها ارتباط برقرار می کنند.

عامل ها چگونه باید عمل کنند؟

عامل منطقی (RATIONAL AGENT) چیزیست که کار درست انجام میدهد. آشکارا، این بهتر از آنست که کار نادرست انجام گیرد، اما این چه معنی می دهد؟ بعنوان اولین تخمین، میگوییم عمل درست

آنست که باعث موفق ترین شدن عامل گردد. اما این بیان مساله ، تصمیم گیری درباره چگونگی وزمان محاسبه موفقیت عامل را نادیده می گیریم .

ما واژه معیار کارآیی را (PERFORMANCE MEASURE) برای چگونگی به کار میبریم ، ملاکی که چگونگی موفقیت یک عامل را تعیین می کند. آشکارا ، تنها یک معیار ثابت مناسب برای تمامی عاملها وجود ندارد . ماباید از عامل برای عقیده ذهنی چگونگی رضایت خود از کارآیی اش را مورد پرسش قرار دهیم. اما برخی از عاملها قادر به پاسخگویی نبوده و برخی خودشان را فریب می دهند.(عاملهای انسانی بویژه نمونه بارزی از انگور ترشیده هستند چرا که بعد از عدم موفقیت در حصول چیز در میابند که واقعا آن چیز را نیاز نداشتند).

بنابراین ما در اندازه گیری معیار ذهنی که بوسیله اعمال قدرتی تحمیل شده ، تاکید می کنیم . بعبارت دیگر، بعنوان مشاهده گرهای خارجی استانداردهایی را بیان می کنیم که موفقیت چه معنی در محیطی را میدهد و از آن بعنوان معیار کارآیی عاملها استفاده می کنیم.

نمی توان عاملی را برای چیزیکه قابل درک نیست یا بعلت عدم انجام عمل غیرقابل انجامی ، سرزنش نمود..نکته اینجاست اگر معین کنیم که هر عامل هوشمند همواره باید همان کاری را انجام دهد که در عمل مناسب است،هیچگاه نمی توان عاملی را طراحی نمود که این مشخصات را مرتفع سازد.

به طور خلاصه آن چه که در هر زمانی منطقی است به چهار چیز وابسته است:

- معیار کارآرایی که درجه موفقیت را تعیین می کند
- هرچیزی که تاکنون عامل ادراک نموده است.اما این تاریخچه کامل ادراکی را دنباله ادراکی می نامیم.
- آنچه که عامل در باره ی محیط خود می داند.

اعمالی که عامل می تواند صورت دهد.

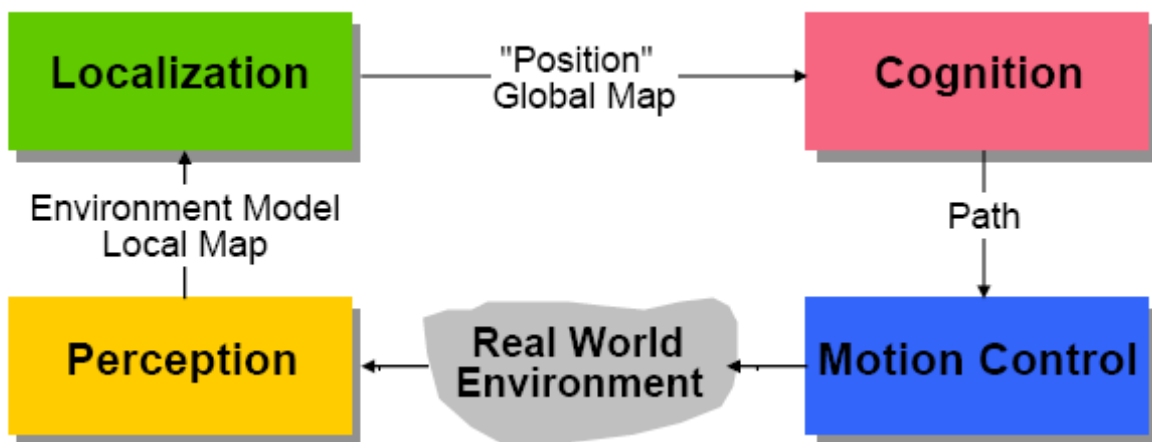
خود مختاری (Autonomy)

یک مورد اضافه دیگر در تعریف عامل منطقی ایده ال باید لحاظ شود، بخش « دانش درونی.» اگر اعمال عامل ها کاملاً بر پایه دانش درونی باشد، چنانچه هیچ توجهی به ادراک خود نکنند، گوییم عامل فاقد خود مختاری است. برای مثال، اگر سازنده ساعت آنقدر پیشگو باشد که بداند مالک ساعت به استرالیا در تاریخ معینی خواهد رفت، آنگاه در داخل آن مکانیزی را تعبیه خواهد کرد تا عقربه ها را به طور خود کر در موعد معین شش ساعت جابه جا کند. این رفتار به طور عمومی موفقیت آمیز است اما به نظر می رسد هوشمندی به طراح ساعت است تا خود ساعت.

رفتار عامل می تواند متکی بر دو پایه تجربه خود و دانش درونی بنا نهاده شود که در ساخت عامل برای شرایط محیطی خاص که در آن عمل خواهد کرد، استفاده می شود. سیستم به وسعتی خود مختار است که رفتار آن براساس تجربه خودش تعیین می کند. زمانی که عامل فاقد تجربه و یا کم تجربه است، مسلماً تصادفی عمل خواهد کرد، مگر آنکه طراح کمکهایی به آن داده باشد. بنابر این همانگونه که تکامل موجودات زنده را با واکنش غریزی کافی آماده می سازد تا قادر به ادامه حیات برای کسب یادگیری باشند، منطقی به نظر می رسد که عامل های هوش مصنوعی دارای دانش اولیه در کنار توانایی یادگیری باشند.

خود مختاری نه تنها بر شعور ما مطابقت دارد، بلکه مثالی از تجربه مهندسی صحیح است. عاملی که بر اساس مفروضات درونی خود عمل می کند، تنها زمانی می تواند موفق عمل کند که این که ای مفروضات بر قرار باشند و این یعنی فقدان انعطاف پذیری، بذای مثال سوسک سر گین خور را در نظر گیرید. این سوسک پس از حفر لانه و تخم گذاری در آن، تکه ای سرگین برای بستن در لانه خود در ابتدای دهنه سوراخ قرار می دهد. حال اگر تکه سنگین بر خلاف رویه این سوسک از دهنه سوراخ برداشته شود سوسک به رفتار های قبلی خود همانند یک پانتومیم ادامه خواهد داد و هیچ گاه متوجه حذف سرگین نخواهد شد. تکامل این رفتار غریزی را برای سوسک ایجاد نموده و زمانی که شرایط اولیه برقرار نباشد ناموفق صورت خواهد گرفت. عامل هوشمند واقعاً خود مختار باید قادر به عمل موفقیت آمیز در دامنه وسیعی از محیط ها باشد و البته باید زمان کافی برای تطبیق نیز به آن داده شود.

فرایند درک و حرکت به طور کلی مانند نقشه زیر است. که cognition به معنی شناخت محیط است



۴-۴) - رهیابی planning- navigation

مسئله رهیابی دقیقاً پاسخ به این پرسشهاست :

کجا می خواهم بروم؟ و چگونه باید به آنجا برسم؟

یعنی در این مرحله ربات موقعیت فعلی خود را تعیین محل کرده و حالا برای رسیدن به هدف می خواهد گام بردارد.

یعنی چه عملی لازم است انجام گیرد تا به هدف برسم؟ و چه مسیری را باید انتخاب کنم تا به هدف برسم؟ مسئله طراحی مسیر (trajectory) منظور از مسیر هم مکان و هم زمان موقعیت جسم است یعنی مساله ای چهار بعدی و با کلمه path که به معنی راه و سه بعدی است متفاوت است و این سوال پیکربندی فضای کاری ربات چگونه است؟

رهیابی به صورت اینرسی توسط ژیرسکوپ می تواند انجام گیرد به این صورت که محور روتور ژیرسکوپ همواره در یک جهت خاص مثلاً شمال می تواند ثابت بماند و با مقایسه جهت گیری ربات نسبت به محور ژیرسکوپ میزان چرخش آن را می توان تشخیص داد .

همچنین ژیرسکوپهای نوری یا لیزری هم وجود دارد که با دو پرتو نور تک رنگ کار می کنند و آنها را درون یک فیبر نوری به گردش در می آورند طبق قوانین فیزیک نوری که در خلاف جهت چرخش ربات حرکت می کند مسافت کمتری را طی می کند در نتیجه نسبت به دیگری دچار اختلاف فاز می شود و این اختلاف فاز متناسب با میزان چرخش وسیله است . اصل کارکرد اینگونه ژیرسکوپ ها هم بر اساس ثابت بودن سرعت نور است .

همچنین بوسیله سیستمهای صوتی و ایستگاههای صوتی یا رادیویی هم می توان موقعیت ربات و جایگاه بعدی او را حدس زد .

نتیجتاً مساله رهیابی و طراحی مسیر یک مساله توأمان و همزمان است و همچنان که روی مسیر پیش بینی شده ربات حرکت می کند بوسیله سنسورها موقعیت خود را نسبت به محیط تست می کند و همچنین بوسیله سیستم های ناوبری موقعیت کلی خود را در فضای کاریش تشخیص می دهد و تست می کند که آیا در مسیر درست قرار دارد و سپس گام بعد را با اطمینان بر می دارد .

ناوبری دانش هدایت و راهیابی وسایط نقلیه بین دو نقطه است. به طور خاص این هدایت بیشتر در مورد هواپیما و کشتی بین دو نقطه بر روی کره زمین است هرچند کشتی های فضایی نیز از سامانه های مشابهی استفاده می کنند.

انواع ناوبری

ناوبری به دو دسته کلی تقسیم می شود:

۱- ناوبری با هدایت رادیویی: در این نوع از ناوبری یک ایستگاه رادیویی به طور مرتب سیگنالهایی را به اطراف می فرستد. این سیگنالها شامل مختصات دقیق آن ایستگاه است. فرقی ندارد که این ایستگاه ثابت باشد (مانند برج کنترل فرودگاه) یا متحرک باشد (مانند ماهواره). نکته مهم این است که مختصات خود ایستگاه باید در هر لحظه معلوم باشد. هواپیما یا کشتی که این سیگنالها را دریافت می کند با استخراج مختصاتی که در سیگنال گنجانده شده و انجام عملیات هندسی بر روی آنها مختصات خودش را به دست می آورد و با استفاده از نقشه های استاندارد مسیرش را پیدا می کند. در این روش معمولاً بیش از یک ایستگاه رادیویی باید در دیدرس وسیله باشد.

عالی ترین شکل هدایت رادیویی سامانه موقعیت یاب جهانی است که شامل ۲۴ ماهواره در مدار زمین است و با آن در هر نقطه از زمین می توان مختصات را با دقتی در حد متر به دست آورد. کشور روسیه نیز یک سامانه موقعیت یاب ماهواره ای با نام گلوناس دارد و اتحادیه اروپا نیز در صدد به راه انداختن چنین سامانه ای در آینده نزدیک با نام گالیله است.

۲- ناوبری اینرسی در این شکل از ناوبری تنها ورودی به سیستم مختصات نقطه شروع و نیز جهت شمال جغرافیایی (در مقابل شمال مغناطیسی) است. پس از آن در هیچ زمان دیگری مختصات وسیله از بیرون به آن اعلام نمی شود. خود وسیله باید با دستگاه ژیروسکوپ موقعیت دورانی خود و با استفاده از شتاب سنج و انجام عملیات ریاضی پیچیده بر مقادیر خوانده شده از آنها موقعیت مکانی خود را به دست آورد. از آنجا که

دقت نهایی در محاسبه موقعیت باید بسیار زیاد باشد دقت ادوات نام برده شده نیز بسیار زیاد است به طوری که ژیروسکوپ دقیق‌ترین وسیله اندازه گیری است که بشر تا به حال ساخته است.

در کشتی‌ها از قطب‌نماهای مغناطیسی نیز استفاده می‌شوند هرچند دقت بسیار کمی دارند.

طول جغرافیایی **longitud**

فاصله بر حسب درجه از نصف النهار مبدا را که از گرینویچ می‌گذرد را گویند و آنجا طول جغرافیایی صفر است

عرض جغرافیایی **latitude**

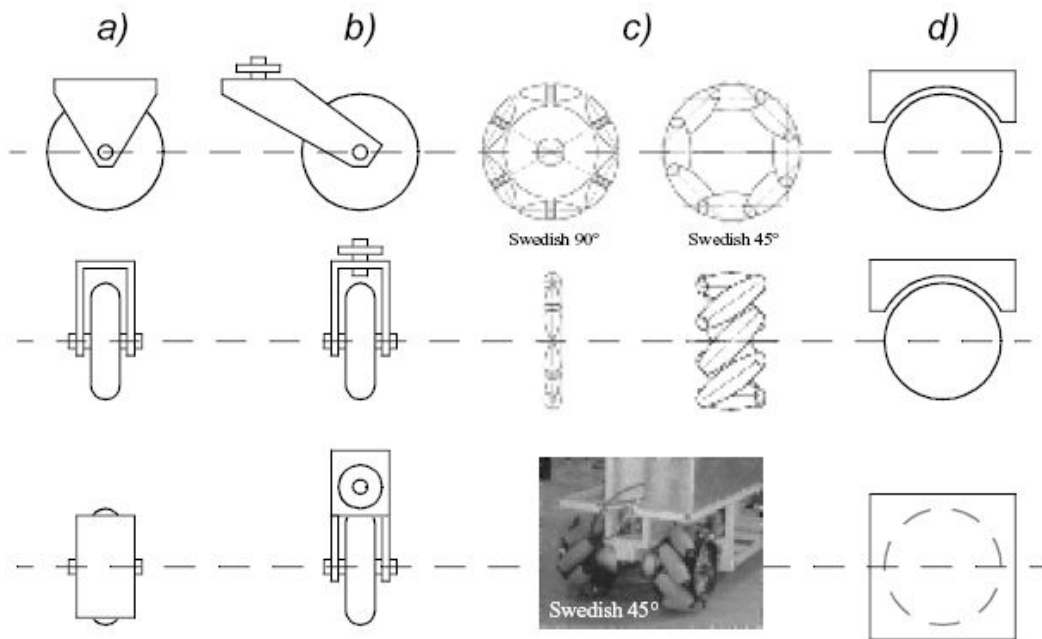
فاصله بر حسب درجه از خط استوا را گویند و خط استوا داری عرض جغرافیایی صفر است
مثلا خوزستان در عرض جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و طول ۴۸ درجه شرقی قرار دارد

Dead reckoning

فرایند تخمین موقعیت حاضر یک چیز بوسیله بررسی سرعت و مسیر قبلی آن. و برای پیش بینی وضعیت آینده مسیر هم با استفاده از سرعت و مسیر فعلی نیز استفاده می‌شود و یک تقریب است

۵- بررسی ربات های متحرک چرخ دار و انواع چرخ

چرخ عمومی ترین نوع جا به جایی در وسایل ساخت بشر است که بازده خیلی خوبی دارد.
رباتهای چرخ دار طوری طراحی می شوند که همیشه همه چرخها با زمین در تماس باشند. بنابراین سه چرخ برای تعادل کافیهست. اگرچه رباتهای دوچرخ هم قادر به پایداری و تعادل هستند. بیشتر سه چرخ ها از یک سیستم تعلیق استفاده می کنند تا اجازه بدهد همه چرخها با زمین در تماس باشند. در این نوع رباتها به جای نگرانی از تعادل، تحقیقات روی پایداری و اصطحکاک چرخ و مانور پذیری و کنترل متمرکز است. چهار نوع چرخ وجود دارد که در شکل زیر آنها را می بینید



(a) چرخ استاندارد با ۲ درجه آزادی یکی چرخش محور چرخ حول نقطه تماس و دوران خود چرخش اینگونه چرخ به دو نوع ثابت و فرمان پذیر تقسیم می شود.

(b) چرخ کاستر castor با ۳ درجه آزادی یکی چرخش حوی یک مفصل داری انحراف و دیگری دوران چرخ

(c) چرخ سوئدی swedish wheel با سه درجه آزادی یکی دوران خود چرخ - دومی چرخش غلتک های حول محورشان - و سومی چرخش حول نقطه تماس کل چرخ

(d) چرخ های کروی یا spherical or ball که سه درجه آزادی در صفحه دارد و از لحاظ تکنیکی ساخت آن مشکل است.

چرخ های سوئدی داری غلتک های معمولا در زوایای ۹۰ یا ۴۵ درجه نسبت به محور اصلی چرخ هستند . و یکی از انواع چرخ های تمام جهته (omnidirectional) هستند . مثلا می گویند swedish 45 چرخ کاستر دارای محور چرخش قدیمی هست ولی با یک انحراف از محور عمودی دوران لذا برای حرکت در جهتهای دیگر نخست باید محور دوران چرخ با گردش فرمان، عمود بر جهت حرکت قرار گیرد و سپس حرکت کند

در چرخهای سوئدی غلتک های منفعل هستند و فقط بوسیله تماس با زمین می دوران می کنند . این غلتک های روی محیط چرخ اصلی سوار هستند . ولی تنها منبع قدرت محور اصلی چرخ است . سود اصلی این طرح این است که اگرچه دوران فقط حول محور اصلی چرخ انجام می گیرد اما به طور سینماتیکی حرکت با اصطحاک کم در تمامی جهات و نه تنها عقب و جلو ممکن است .

چرخ های کروی همه به معنی واقعی تمام جهته هستند چون اینگونه چرخها عملا حول هر محوری دوران می کنند مانند موس کامپیوتر

هندسه قرار گیری چرخها

نوع چرخها و ترتیب و آرایش آنها باعث ایجاد سه عمل می شود که همیشه باید در نظر داشت

۱- مانورپذیری


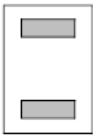
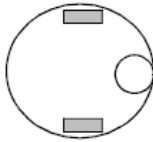
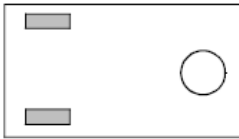
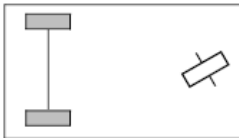
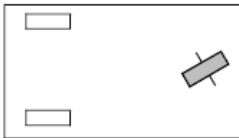

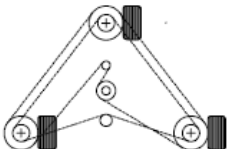
۲- کنترل پذیری



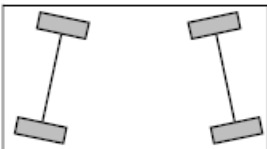

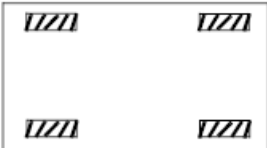
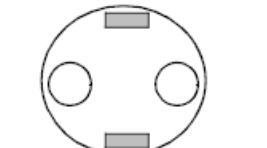
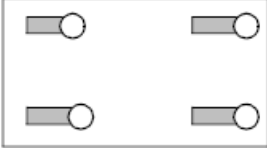
۳- پایداری

در جدولهای صفحه بعد انواع آرایش چرخ را مشاهده میکنید

که چرخهای خاکستری رنگ چرخهایی هستند که محرک هستند و به موتور وصل هستند (motorized) و چرخهای سفید رنگ چرخ آزاد و فرمان پذیر غالبا هستند . ارایش دو - سه و چهار چرخ را مشاهده می کنید

یکی از موفق ترین نوع طرحها، آرایش سه چرخ کاستر فرمان پذیر و در عین حال محرک هم هست که یک آرایش تمام جهته است

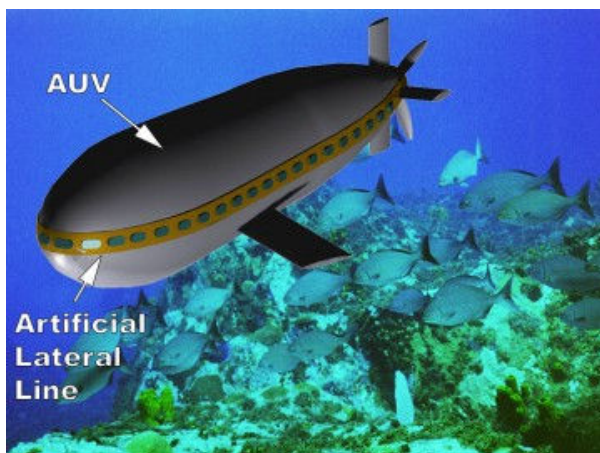
# of wheels	Arrangement	Description	Typical examples
2		One steering wheel in the front, one traction wheel in the rear	Bicycle, motorcycle
		Two-wheel differential drive with the center of mass (COM) below the axle	Cye personal robot
3		Two-wheel centered differential drive with a third point of contact	Nomad Scout, smartRob EPFL
		Two independently driven wheels in the rear/front, 1 unpowered omnidirectional wheel in the front/rear	Many indoor robots, including the EPFL robots Pygmalion and Alice
		Two connected traction wheels (differential) in rear, 1 steered free wheel in front	Piaggio minitrucks
		Two free wheels in rear, 1 steered traction wheel in front	Neptune (Carnegie Mellon University), Hero-1
		Three motorized Swedish or spherical wheels arranged in a triangle; omnidirectional movement is possible	Stanford wheel Tribolo EPFL, Palm Pilot Robot Kit (CMU)
		Three synchronously motorized and steered wheels; the orientation is not controllable	"Synchro drive" Denning MRV-2, Georgia Institute of Technology, I-Robot B24, Nomad 200

# of wheels	Arrangement	Description	Typical examples
4		Two motorized wheels in the rear, 2 steered wheels in the front; steering has to be different for the 2 wheels to avoid slipping/skidding.	Car with rear-wheel drive
		Two motorized and steered wheels in the front, 2 free wheels in the rear; steering has to be different for the 2 wheels to avoid slipping/skidding.	Car with front-wheel drive
		Four steered and motorized wheels	Four-wheel drive, four-wheel steering Hyperion (CMU)
		Two traction wheels (differential) in rear/front, 2 omnidirectional wheels in the front/rear	Charlie (DMT-EPFL)
		Four omnidirectional wheels	Carnegie Mellon Uranus
		Two-wheel differential drive with 2 additional points of contact	EPFL Khepera, Hyperbot Chip
		Four motorized and steered castor wheels	Nomad XR4000

۶- ربات متحرک زیر آبی

تعریف ربات زیرآبی (ROV)

یک وسیله نقلیه پوشش گر قابل کنترل از راه دور (ROV) زیردریایی، «ربات زیرآبی» است که به اپراتور این امکان را می‌دهد که این وسیله را در اعماق آب کنترل و هدایت کند و از طریق اعمال فرامین عملیات مورد نظر را از طریق تجهیزات ربات، انجام دهد، که اختصاراً «ربات زیرآبی» خوانده خواهد شد. ربات‌های زیرآبی در اندازه‌ها و ابعاد متفاوت و با گستره متنوعی از تکنولوژی‌ها و امکانات در سال‌های اخیر طراحی، ساخت، آزمایش و به‌کارگیری شده و حتی در برخی موارد به تولید صنعتی رسیده‌اند. انواع این ربات‌ها از نمونه‌های کوچک و ساده‌ای که صرفاً مجهز به دوربین فیلم برداری کوچکی هستند تا گونه‌های پیشرفته و بسیار پیچیده‌ای که در اعماق بیش از شش هزار متری دریا امکان انجام عملکردهای متنوع و متعددی را دارند، شامل می‌شوند. اجزای ربات زیرآبی که توسط کابل ارتباطی به اپراتور واقع در سطح دریا متصل است، عبارت‌اند از سیستم هدایتی جهت کنترل ربات، سیستم رانش، سیستم به آب‌انداختن، منابع تامین قدرت و کابل ارتباطی که توان لازم جهت عملکرد پروانه‌ها و نیز دستورات و سیگنال‌های کنترلی را به ربات و داده‌های تولید شده توسط حسگرها را به اپراتور در سطح دریا منتقل می‌کنند. در اغلب موارد این کابل شامل غلاف مقاومی است که آن را در برابر بارهای وارده و نیز برخوردهای احتمالی با اجسام واقع در زیر آب و پارگی و خرابی ناشی از آن، محافظت می‌کند. ربات‌های زیرآبی، می‌توانند دارای تجهیزات متفاوتی باشند که از دوربین تلویزیونی کوچک، که جهت مشاهدات ساده به کار می‌روند تا مجموعه‌های پیچیده‌ای از ابزارآلات مانند بازوهای مکانیکی ماهر متنوع و قدرتمند، دوربین‌های تلویزیونی و ویدئویی و دیگر ابزار و وسایل پیشرفته را در بر می‌گیرد.



امروزه ربات‌های زیرآبی پیشرفته‌ای ساخته شده‌اند که بدون استفاده از کابل، امکان هدایت‌شان در اعماق دریا وجود دارد. این گونه از ربات‌های زیرآبی را «ربات خودکار زیرآبی (AUV)» می‌نامند که جهت جستجو در اعماق اقیانوس و انجام مطالعات اقیانوس‌شناسی و نیز مصارف نظامی، کاربردهای فراوانی دارند. در عین حال که اغلب تکنولوژی طراحی و ساخت ربات‌های زیرآبی با قابلیت‌ها و توانایی‌های متنوع، بسیار گران قیمت و پرهزینه است اما در سال‌های اخیر تلاش‌هایی نیز برای ساخت ربات‌های زیرآبی با صرف هزینه پایین صورت پذیرفته است.

== کاربردهای ربات‌های زیرآبی ==

امروزه ربات‌های زیرآبی بخش جدانشدنی صنایع و علوم دریایی هستند. در حال حاضر این ربات‌ها بخش بسیار مهم و قابل اعتمادی از صنایع ساحلی و فراساحلی می‌باشند که توسط نهادهای تجاری، دولتی، نظامی و دانشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ربات‌های زیرآبی مدرن، امروزه طیف متنوعی از وظایف محوله را، از بازرسی محیط‌های خطرناک درون راکتور هسته‌ای گرفته تا تعمیر تأسیسات \times پیچیده زیردریایی صنایع نفت و گاز، به انجام می‌رسانند. عموماً ربات‌های زیرآبی جهت انجام مأموریت‌های زیر به کار می‌روند: مشاهدات زیردریایی؛ جهت کمک و حصول اطمینان از ایمنی و سلامت غواص، مطالعات متنوع و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به محیط زیست و شیلات، دریاشناسی و اقیانوس‌شناسی،

- بازرسی سازه‌ها و سکوی دریایی و ساحلی: جهت بازرسی عینی از عملکرد وسایل و ابزارآلات و یا بازبینی اثرات خوردگی، رسوب، محل وقوع ترک‌ها، تخمین بیولوژیک رسوبات و غیره،
- بازرسی از خطوط لوله: دنبال کردن خطوط لوله زیردریایی جهت کنترل و بازبینی خطوط از نظر عدم وجود هرگونه نشتی و دیگر عیوب خطوط لوله و اطمینان از نصب صحیح آن‌ها،
- نقشه‌برداری: انجام نقشه‌برداری‌های عینی و آکوستیک، که قبل از نصب سازه‌های ساحلی، سکوه‌های فراساحلی، خطوط لوله، کابل‌ها و هرگونه عملیات نصب سازه‌های دریایی، باید انجام گردند،
- کمک در انجام عملیات حفاری: انجام بازرسی‌های عینی، بازبینی هم‌زمان عملیات نصب، به‌کارگیری و تعمیر و نگهداری صنایع حفاری و استخراج در بستر دریا،
- کمک به انجام عملیات ساخت: کمک به هدایت و کنترل بازوهای مکانیکی و دیگر ابزارهای برشکاری، انتقال قدرت و نصب و ساخت در بستر دریا حین عملیات حفاری، ساخت و برپا کردن سازه‌های دریایی، نصب انواع وسائل و ابزارآلات اندازه‌گیری و نمونه‌برداری.
- پاک‌سازی قطعات مخروبه: کمک به انجام مأموریت‌های ایمن‌سازی و پاک‌سازی فضا و بستر دریا در پیرامون اسکله‌ها، سکوها و تأسیسات ساحلی و فراساحلی که می‌توانند بستر دریا را به انبار بزرگی از مواد و مصالح مخروبه و مستعمل تبدیل کنند و ایمنی محیط کار و سلامت محیط زیست را به خطر بیندازند،

- تجهیزات زیردریایی: مشارکت در روند ساخت، کارکرد، بازرسی و تعمیر تجهیزات زیردریایی به خصوص در اعماق زیاد، نگهداری از سکوها، بارگذاری شده، برج‌های روشنایی و لنگرها،
- کشف و نجات اجساد و اجسام زیر دریا: جستجو، شناسایی و انجام عملیاتی نظیر نجات اضطراری وسائل زیرآبی غرق شده، بالاآوردن تجهیزات گم شده در بستر دریا و نیز کشف اجساد و اجسام به جای مانده از سوانح هوایی یا دریایی،
- جایگزینی غواصان: مشارکت در بسیاری از ماموریت‌هایی که انجام آن به سبب وجود خطر بسیار زیاد و یا حجم و گستره وسیع، برای غواصان مشکل یا غیرممکن باشد.

موارد بالا فقط کاربردهای دریایی رایج را شامل می‌گردند در حالی که عملکرد این ربات‌ها به موارد بالا محدود نبوده و کاربردهای فراوان و متنوع دیگری را نیز شامل می‌گردند که در ادامه مورد بحث قرار خواهند گرفت.

کاربردهای تجاری و فراساحلی

از آن‌جا که درصد بالایی از منابع نفت و گاز جهان در دریا واقع هستند، استفاده از ربات‌های زیرآبی در این زمینه کاربردهای فراوانی دارند، چنان که می‌توان گفت مهم‌ترین و وسیع‌ترین کاربرد ربات‌های زیرآبی در سراسر جهان، در صنایع نفت و گاز جهت انجام عملیات اکتشاف و استخراج نفت و گاز است. از اواسط دهه هفتاد تکنولوژی ربات‌های زیرآبی کمک‌های وسیعی به عملیات جستجوی منابع انرژی زیرزمینی در دریا نموده‌اند. در حال حاضر چنین ماموریت‌هایی توسط ربات‌های زیرآبی با قدرت و اطمینان‌پذیری بالا در اعماق بیش از ۲۵۰۰ متری انجام می‌شوند. امروزه عملیات حفاری جهت استخراج نفت و گاز در آب‌های کم‌عمق گرفته تا اعماق بسیار زیاد دریا - ۱۵۰۰ متری - صورت می‌پذیرند که ربات‌های زیرآبی امکان پشتیبانی از کلیه اجزای حفاری را داشته و در تمامی مراحل نصب و ساخت، بازرسی و نگهداری و نیز تعمیر و دیگر فعالیت‌های مربوطه به کار می‌روند. بیش از شصت درصد ربات‌های زیرآبی جهان در صنعت نفت و گاز فعالیت می‌کنند و اغلب در عملیات حفاری مشارکت می‌کنند. سیستم‌های به کار گرفته شده در این پروژه‌ها قابلیت کار در عمق ۳۰ متری تا ۳۰۰۰ متری را دارند. لذا امکان استفاده از تمامی انواع ربات‌های زیرآبی موجود، در این صنعت وجود دارد. علاوه بر صنایع نفت و گاز، ربات‌های زیرآبی در نصب و نگهداری سکوها، سیستم‌های زیردریایی، نصب، حمل و نگهداری و به کاربری خطوط جریانی، سیم‌ها و کابل‌های خطوط مخابراتی نیز نقش مهمی دارند. ربات‌های مشاهده‌گر نوعاً در آب‌های کم عمق یا بسترهای پوشیده از درخت و گیاه کاربرد دارند. ربات‌های سنگین و قدرت‌مند اغلب در آب‌های عمیق‌تر، مناطقی با جریان‌های زیرآبی قوی و زیاد به خصوص هنگامی که استفاده از تکنولوژی و ابزارهای نوین و پیشرفته، بازوهای مکانیکی ماهر و انتقال سیال یا حمل و نگهداری بار مد نظر باشد، به کار می‌روند. مشارکت در عملیات حفاری، نصب و ساخت تجهیزات صنعتی در اعماق دریا نیاز به اپراتور ماهر و دانش مهندسی پیشرفته در طراحی و ساخت ربات و نیز هدایت و ناوبری ربات دارد.

کاربردهای نظامی

کاربرد نظامی ربات‌های زیرآبی در آغاز به انجام عملیات جستجو و بازیابی وسایل و تسلیحات غرق شده، محدود می‌گشت. به مرور با افزایش سرمایه‌گذاری بر روی این تکنولوژی در صنعت نظامی، قابلیت‌های ربات‌های زیرآبی در این زمینه نیز افزایش جالب توجهی یافت. یکی از مهم‌ترین موارد کاربرد ربات‌های زیرآبی استفاده از آن‌ها در چیدمان و نیز خنثی‌سازی مین‌های جنگی است، که اغلب انجام آن با استفاده از شناورهای سطحی و یا غواصان سخت، مشکل و خطرناک است. استفاده از ربات‌های زیرآبی می‌تواند نقش مهمی در طراحی استراتژی‌های جنگی و تدافعی و تامین امنیت مرزهای ساحلی در زمان صلح و نیز کشف و خنثی‌سازی محدوده آب‌های سرزمینی، از مین‌ها و همچنین تسلیحات و ادوات مستعمل به جای مانده از دوران جنگ، داشته باشد. با توجه به گسترش ربات‌های زیرآبی خودکار، به نظر می‌رسد استفاده از این تکنولوژی در صنایع نظامی بسیار وسیع و مطلوب باشد. چرا که در کاربردهای نظامی اغلب مطلوب است ربات در گستره وسیع حرکت کند و از موانع متعدد گذر کند و لذا مطلوب است که ربات بدون کابل بوده و مجهز به تکنولوژی‌های پیشرفته کنترل و هدایت از راه دور باشند و ضمناً بتوانند به صورت خودکار مسیر مطلوب را یافته و نیازی به منبع انرژی خارج از ربات نباشد.

کاربردهای علمی و تحقیقاتی

ضعف تکنولوژی، محققان و دانشمندان را از تحقیق در اعماق دریاها و اقیانوس‌ها برای سال‌ها و تا اوایل سال ۱۸۷۰ محروم نگاه داشته بود. امروزه روش‌های متعددی برای تحقیق در زیر و بستر دریا فراهم آمده‌است که از سبدهای قابل یدک‌کشی توسط کشتی تا زیردریایی‌های نفربر، از آن جمله‌اند. اما ورود تکنولوژی ساخت و تولید ربات‌های زیرآبی مجهز به دوربین‌ها و بازوهای مکانیکی ماهر و قدرت‌مند به این عرصه، امکانات قابل توجهی در اختیار محققان در زمینه‌های زیست‌شناسی و اقیانوس‌شناسی قرار داد. توانایی چنین ربات‌هایی در تهیه فیلم و عکس‌های با کیفیت بسیار بالا از مکان‌ها و محل‌هایی در اعماق دریا که پیش از این دست یافتن به آن غیر ممکن بوده‌است، کمک منحصر به فردی به محققان این عرصه نموده‌است. نمونه‌های فراوانی از این گونه ربات‌های زیرآبی جهت انجام امور پژوهشی و تحقیقاتی در دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و پژوهشی دنیا طراحی و ساخته شده‌اند که در فعالیتهایی نظیر :

- پیمایش میدانی و مشاهدات عینی اعماق و بستر دریا جهت مطالعات زیست‌شناسی و بوم‌شناسی،
- نمونه‌برداری از اعماق و بستر دریا،
- نقشه‌برداری و تهیه عکس و فیلم از بستر دریا،
- مطالعه و بررسی انواع ماهیان و آبزیان،

- مطالعه و بررسی وضعیت زیست محیطی جانوران و گیاهان دریایی،

- مشاهده رفتار آتشفشان‌های زیردریایی

مشارکت می‌کنند.

موارد دیگری از کاربردهای ربات‌های زیرآبی

کاربردهای فراوان دیگری نیز برای ربات‌های زیرآبی در غیر از محیط دریا و اقیانوس وجود دارد که در این بخش به برخی از رایج‌ترین آن‌ها اشاره خواهد شد. چنان‌که گفته شد در بسیاری موارد ربات‌های زیرآبی برای دستیابی به اعماقی که ورود به آن توسط غواص خطرناک و در برخی موارد غیرممکن است، استفاده می‌شوند. این ربات‌ها در محل‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند که باید به صورت مرتب مورد بازدید قرار گیرند و این امر برای غواصان سخت، خسته‌کننده و خطرناک است. مناطقی که در معرض تابش اشعه‌های رادیواکتیو قرار دارند یا اماکنی که امکان دید در آن‌ها به طور کلی برای غواص وجود ندارد، تونل‌های خطرناک و طولانی آبی در اطراف سدهای بزرگ و عظیم، قرارگرفتن در جریان رودخانه‌های متلاطم و خروشان از جمله کاربردهای ربات‌های زیرآبی در خشکی است. از دیگر موارد کاربری ربات‌های زیرآبی در خشکی عبارت‌اند از:

- بازرسی از پایه‌های پل‌ها،
- بازدید از بدنه و دریچه‌های سدها،
- بازدید از مخازن ذخیره آب و دیگر مواد صنعتی جهت بازرسی، نمونه برداری و پاکسازی،
- تهیه فیلم و عکس و نیز نمونه‌برداری و انتقال اشیاء و اجسام قدیمی غرق شده،
- بازدید و بررسی بستر رودخانه‌ها،
- تهیه فیلم و اسناد ویدئویی،
- بازرسی از درون خطوط لوله‌های با قطر زیاد،
- بازرسی از راکتور هسته‌ای.

باید به این نکته نیز توجه داشت که در بسیار موارد ربات‌های زیرآبی به طور کامل جانشین غواص نمی‌شوند بلکه به عنوان نیروی پشتیبان و جهت تسهیل انجام عملیات‌ها و یا جهت تهیه فیلم و عکس، استفاده از بازوهای مکانیکی، تامین نور و روشنایی محل و نیز اطمینان از ایمنی و سلامت محیط کاری غواص، به کار می‌روند.

دسته بندی انواع ربات‌های زیرآبی

«ربات‌های زیرآبی» توسط مشخصه‌هایی نظیر اندازه، عمق قابل دستیابی، توان مصرفی و دیگر مشخصات الکتریکی و یا الکتروهیدرولیکی، شناسایی و دسته‌بندی می‌گردند. در ادامه به ویژگی‌های برخی از این گونه‌ها اشاره می‌گردد:

ربات‌های زیرآبی کوچک

این گروه شامل ربات‌های زیرآبی با هزینه پائین و اغلب تماماً الکتریکی است که در اعماق حدود ۳۰۰ متری می‌توانند فعالیت کنند. این ربات‌ها جهت اعمالی مانند بازرسی و مشاهدات زیرآبی به کار می‌روند. در ضمن با تلاش‌های جدید در توسعه و پیشرفت ربات‌های کوچک بهبودهای قابل ملاحظه‌ای در طراحی سیستم‌های الکتریکی و تولید و انتقال قدرت آن‌ها صورت پذیرفته‌است که باعث شده از لحاظ عملکرد، قابلیت‌های کاربردی و دستیابی به اعماق بیشتر در سطح مطلوب‌تری نسبت به نمونه‌های پیشین باشند. هزینه تمام شده‌ی این ربات‌ها در حدود ۱۰ هزار تا ۱۰۰ هزار دلار است. امروزه ربات‌های کم هزینه به شکل وسیعی در کاربردهای علمی و پژوهشی، بازسازی صنایع آبی، جستجو و امداد و نجات، بازرسی از سدها، آب‌راه‌ها، بنادر و کشتی‌ها، بازرسی از راکتور هسته‌ای و مشاهده و بازرسی از سازه‌های ساحلی به کار می‌روند. تا سال ۲۰۰۰، ۳۵ گونه مختلف از این گونه ربات‌های زیرآبی طراحی و ساخته شده‌اند. در حال حاضر ۲۷ تولید کننده مختلف ۵۰۰ گونه متفاوت از این نوع ربات‌ها را تولید می‌کنند. امروزه حدود ۲۲ درصد ربات‌های موجود را این دسته تشکیل می‌دهد.

ربات‌های زیرآبی الکتریکی با قابلیت بالا

این گروه جدید از ربات‌های زیرآبی کوچک و الکتریکی که در کمتر از ۵ سال پیش متولد شده‌اند، دارای هزینه به نسبت بالایی - نزدیک ۵۰۰۰۰ دلار- می‌باشند. این ربات‌ها از تکنولوژی جدید موتورهای الکتریکی، سیستم کنترلی قابل کاربری و هدایت توسط کاربر و سیستم انتقال داده‌های مجهز به فیبر نوری استفاده می‌کنند. ربات‌های زیرآبی الکتریکی می‌توانند در عمق ۲۰۰۰ متری دریا کار کنند. توانایی انجام کارهای سنگین هنوز برای ربات‌های الکتریکی ممکن نیست چرا که چین امری نیازمند سیستم راهبری و بازوهای مکانیکی و الکتروهیدرولیکی پیشرفته‌است. اما با این حال این گروه از ربات‌های زیرآبی بسیاری از فعالیت‌های دریایی و زیرآبی را با هزینه‌ای پایین انجام می‌دهند. از این دسته ربات‌های زیرآبی‌ها به دلیل عملکرد مطلوب‌شان، به شکل وسیعی در حوزه‌های نظامی و دانشگاهی استفاده می‌گردند. این ربات‌ها در مقایسه با انواعی که در صنعت نفت و گاز مورد استفاده قرار می‌گیرند از چندان پیچیدگی قابل ملاحظه‌ای برخوردار نیستند. در ادامه به نمونه‌هایی از ربات‌های زیرآبی با قابلیت‌ها و توانایی‌های بسیار بالاتر و پیچیده‌تر اشاره خواهد شد.

ربات‌های ژرف‌پیما با قابلیت دستیابی به اعماق فوق العاده زیاد

این دسته از ربات‌ها امکان رسیدن به اعماق فراتر از ۴۰۰۰ متر را دارند. این ربات‌ها جهت کوچک نگاه داشتن ابعاد (قطر) کابل ارتباطی اغلب از انرژی کمتری استفاده می‌کنند و بیش‌تر در عملیات امداد و نجات و نیز تحقیق و جستجو در اعماق اقیانوس‌ها به کار می‌روند. در این‌گونه مأموریت‌ها، ربات به توان زیادی جهت مشاهده و بازرسی و حرکت در امتداد مسیر معینی نیاز ندارد. به کمک این‌گونه ربات‌های زیرآبی محققان این امکان را یافته‌اند تا برای مدت زیاد و دفعات مکرر امکان مشاهده اعماق و بستر اقیانوس‌ها را داشته باشند. در کاربردهای نظامی هم این ربات‌ها جهت بازدید از بستر دریا و نیز کشف و نجات اجسام و اجساد مغروق در بستر اقیانوس‌ها به کار می‌روند.

ربات‌های زیر آبی با ابعاد بزرگ و با قابلیت انجام کارهای سنگین

این دسته از ربات‌های زیرآبی شامل ربات‌هایی با ویژگی‌های منحصر به فردی نظیر قابلیت انجام کارهای



سنگین در اعماق حدود ۲۵۰۰ متری و با توانی بالا - بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ اسب بخار- و قابلیت حمل ۵۰۰۰ کیلوگرم بار هستند که آن‌ها را از دیگر گونه‌های ربات‌های زیرآبی متمایز می‌کند. با توجه به نیاز روز افزون صنایع ساحلی و فراساحلی به نصب وسایل و تجهیزاتی با وزن و ابعاد بالا در اعماق دریا این گونه از ربات‌های زیرآبی بزرگ قدرت‌مند و با قابلیت حمل و انتقال بارهای سنگین به وفور در این صنایع به کار

می‌روند. نسل جدیدی از این گروه ربات‌های زیرآبی برای استفاده در صنایع نفت و گاز که قابلیت کار در اعماق حدود ۳۰۰۰ متری را دارند، ساخته شده‌اند که در عین دارا بودن ابعاد به نسبت کوچک به تکنولوژی‌های بسیار پیشرفته‌ای مجهزند. جهت بالا بردن امکان کنترل‌پذیری و کاهش اثرات اغتشاش کابل، دارای کابل‌های ارتباطی با ابعادی حداقل می‌باشند. آنچه این دسته از ربات‌های زیرآبی را با انواع ژرف‌پیما متمایز می‌کند این است که در نوع ژرف‌پیما، ربات جهت کاهش ابعاد کابل و کاهش مصرف انرژی فقط امکان استفاده از توان کمی را دارد اما گونه‌های جدید ربات‌های زیرآبی از توان بالاتری جهت انجام کارهای سنگین در اعماق بسیار زیاد استفاده می‌کنند. انجام عملیات جستجو و ردیابی در اعماق بیش از ۱۲۰۰۰ متر و انجام عملیات حمل و نصب قطعات در عمق ۶۰۰۰ متر طبیعتاً به تکنولوژی نوین و پیشرفته‌ای نیاز دارد که هم چنان مد نظر طراحان و مهندسان تکنولوژی دریایی است و برخی توفیق‌ها در آن اخیراً به دست آمده‌است و تا کنون فقط نمونه‌های انگشت شماری از این گونه ربات‌ها در دنیا ساخته شده‌اند.

ربات‌های زیر آبی خودکار و بدون نیاز به کابل

در اغلب ربات‌های زیرآبی از کابل برای انتقال توان به راه‌اندازها و نیز انتقال فرامین استفاده می‌شود و نیز داده‌های حسگرها و دوربین‌ها نیز از طریق کابل به کاربر انتقال داده می‌شوند. اما کابل از طرفی باعث افت انرژی شده و برای عمق‌های زیاد و محدوده‌های عملکرد وسیع، میزان توان مصرفی را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر برای انتقال توان بالا، افزایش قطر کابل سبب افزایش نیروهای هیدرودینامیکی وارده و افزایش اغتشاش وارده به سیستم می‌شود. لذا در بسیاری از کاربردها استفاده از ربات‌های زیرآبی دارای کابل، مشکلات و محدودیت‌های فراوانی دارد. تکنولوژی ساخت این‌گونه از ربات‌های زیرآبی که کار بر روی آن‌ها از اوایل دهه هشتاد آغاز شده‌است، هنوز دوران آغازین خود را می‌گذرانند. این ربات‌ها مجهز به سیستم کنترل و هدایت مرکزی، سیستم ارتباطی پیشرفته و سیستم تولید توان هیدرولیکی به منظور تولید انرژی لازم جهت پروانه‌ها و دیگر ابزارها و بازوهای مکانیکی است. تاکنون در مجموع بیش از هفتاد گونه مختلف از ربات‌های خودکار توسط دوازده کشور ساخته شده‌است. علاوه بر انواع ذکر شده برخی دیگر از ربات‌های زیرآبی متناسب با نوع کاربری طراحی و ساخته شده‌اند که به عنوان مثال می‌توان ربات‌هایی که توسط کشتی یا قایق پشتیبان به صورت یدک‌کش به کار می‌روند را نام برد که در بازرسی از خطوط لوله، نقشه‌برداری و مشاهدات علمی کاربردهای وسیعی دارند.

مبانی طراحی ربات‌های زیرآبی

امروزه به کمک روش‌های پیشرفته طراحی کامپیوتر، طراحی ربات‌های زیرآبی نیز پیشرفته‌تر و دقیق‌تر شده‌است. بدیهی است اکنون که طراحی و ساخت ربات‌های پیچیده و چند منظوره و دارای توان دستیابی به اعماق بسیار زیاد دریا و اقیانوس مورد نظر است، دستیابی به سطوح بالایی از دانش طراحی نیز لازم و ضروری خواهد بود. این ربات‌ها باید دارای انعطاف‌پذیری مطلوبی باشند، چنان که قابلیت انجام فعالیت‌ها و مأموریت‌های متنوعی برای آن‌ها مهیا باشد. به منظور تامین اهداف مطلوب در طراحی ربات‌های زیرآبی باید دو نکته را مد نظر داشت: نوع عملکرد مورد نظر و مقدار عمقی که ربات در آن باید به کار بپردازد. علی‌رغم موارد بالا طراحی ربات زیرآبی باید به صورت مجموعه‌ای واحد و با در نظر گرفتن تمامی ملاحظات طراحی لازم و مرتبط صورت پذیرد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از:

- هزینه‌ی تمام شده
- اندازه و ابعاد مطلوب با توجه به نیازمندی‌ها و قابلیت‌های مورد نظر
- تکنولوژی موجود و در دسترس
- توان و قدرت مورد نیاز
- ابعاد
- وزن

- فضای مورد نیاز در عرشه کشتی
- حداکثر عمق
- نوع شرایط دریایی که ربات در آن امکان کار دارد
- حداکثر بار مفید قابل حمل
- کاربرد
- چندمنظوره بودن
- ایمنی
- اطمینان پذیری
- ثبت مسیر حرکت (در صورت لزوم)
- قابلیت تعمیر و نگهداری
- اجزا و سیستم‌های واسط جهت هدایت و راهبری و قابلیت‌های در دسترس این سیستم

چنان که ذکر شد ربات‌های زیر آبی اجزا مختلف و متعددی دارند که عموماً شامل موارد کلی و اساسی زیر است:

- بدنه ربات
- سیستم رانش و حسگرها
- واسط(های) کنترلی و نمایشی
- سیستم توزیع قدرت
- کابل‌های هدایتی و ارتباطی
- سیستم هدایت و کنترل

در نهایت طراح با در نظر گرفتن عوامل موثر در طراحی باید مدل بهینه‌ای برای طراحی ربات پیشنهاد کند. ربات‌هایی زیرآبی در نهایت به واسط‌هایی متصل هستند که منظور و هدف کاربر را محقق می‌سازند. بازوهای مکانیکی ماهر که قادر به انجام کار فیزیکی هستند، دوربین‌های تلویزیونی، نورافکن‌ها و دیگر لوازم ره‌گیری که امکان کارکرد، هدایت، مسیریابی، کنترل و ناوبری ربات را فراهم می‌سازند، از این جمله‌اند.

منابع :

۱- siegwart & noubakhsh . Autonomous mobile robots

۲- www.wikipedia.com

۳- **John J. Craig , Introduction to Robotics**

۴- www.rov.org

۵- www.tebyan.net