

به نام خدا

مقدمه ای بر ربات ها

کلمات کلیدی

ربات، مکاترونیک، حس گر، هوشمند.

چکیده

مقدمه ای برای ساخت انواع ربات ها با سنسور های مختلف.



فهرست مطالب

۱. آموزه هایی از رباتیک	۵
۱-۱. ربات ها چه کارهایی انجام می دهند؟	۶
۲-۱. مزایای رباتها	۷
۳-۱. معایب رباتها	۸
۴-۱. مزایای رباتیک	۸
۲. انواع ربات ها	۹
2-1. دسته بندی ربات ها	۹
۱-۱-۲. نانوربات ها	۱۱
۳. کاربرد رباتها	۱۲
۱-۳. استفاده از ربات ها برای تقلید رفتار حیوانات	۱۳
۲-۳. ربات تعقیب خط	۱۳
3-3. ربات آبی برای یافتن جعبه سیاه هواپیما	۱۵
۴-۳. ربات پذیرش	۱۵
۴. مکاترونیک	۱۷
۱-۴. ساختار پروژه های رباتیک و مکاترونیک	۱۹
۱-۱-۴. کنترل	۱۹
۲-۱-۴. محرک ها	۲۱
۳-۱-۴. بخشهای مکانیکی یک ربات ساده	۲۴
۲-۴. بخش مکانیکی - موتور ها	۲۶
۱-۲-۴. ساختار موتور پله ای	۳۰
۲-۲-۴. موتور پله کامل و نیم پله :	۳۱
4-2-3. راه اندازی موتور پله ای :	۳۱
۵. حسگر (سنسور)	۳۲
۱-۵. مزایای استفاده از سنسور ها	۳۳
5-2. سنسورها در ربات (۱)	۳۳

۴۰	5-3. سنسورها در ربات (۲):
۴۰	۵-۳-۱. تعریف سنسور نوری (گیرنده-فرستنده)
۴۱	۵-۳-۲. بسته های متفاوت سنسورنوری:
۴۲	۵-۳-۳. انواع سنسورهای نوری
۴۷	۵-۳-۴. کاربرد سنسور های نوری
۴۸	۵-۳-۵. امواج <i>Ultrasonic</i>
۵۲	۵-۳-۶. سنسور سونار
۵۴	۵-۳-۷. سنسور رنگ
۵۷	۶. عامل های هوشمند
۵۷	۶-۱. مقدمه
۵۷	۶-۲. عامل ها چگونه باید عمل کنند؟
۵۹	۶-۳. خود مختاری (<i>Autonomy</i>)
۶۲	۶-۴. محیط ها
۶۳	۶-۴-۱. قابل دسترسی در مقابل غیرقابل دسترسی
۶۳	۶-۴-۲. قطعی در مقابل غیر قطعی
۶۳	۶-۴-۳. ایستا در مقابل پویا
۶۴	۶-۴-۴. برنامه محیط

۱. آموزه هایی از رباتیک

ربات یک ماشین هوشمند است که قادر است در شرایط خاصی که در آن قرار می گیرد، کار تعریف شده ای را انجام دهد و همچنین قابلیت تصمیم گیری در شرایط مختلف را نیز ممکن است داشته باشد. با این تعریف می توان گفت ربات ها برای کارهای مختلفی می توانند تعریف و ساخته شوند. مانند کارهایی که انجام آن برای انسان غیرممکن یا دشوار باشد.

برای مثال در قسمت مونتاژ یک کارخانه اتومبیل سازی، قسمتی هست که چرخ زاپاس ماشین را در صندوق عقب قرار می دهند، اگر یک انسان این کار را انجام دهد خیلی زود دچار ناراحتی هایی مثل کمر درد و ... می شود، اما می توان از یک ربات الکترومکانیکی برای این کار استفاده کرد و یا برای جوشکاری و سایر کارهای دشوار کارخانجات هم همینطور. و یا ربات هایی که برای اکتشاف در سایر سیارات به کار میروند هم از انواع ربات هایی هستند که در جاهایی که حضور انسان غیرممکن است استفاده می شوند. کلمه ربات توسط *Karel Capek* نویسنده نمایشنامه *R.U.R* (روبات های جهانی روسیه) در سال 1921 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. البته 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.

بیشتر ربات ها امروزه در کارخانه ها برای ساخت محصولاتى مانند اتومبیل؛ الکترونیک و همچنین برای اکتشافات زیر آب یا در سیارات دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

رُبات یا روبوت وسیله ای مکانیکی جهت انجام وظایف مختلف است. یک ماشین که می تواند برای عمل به دستورات مختلف برنامه ریزی گردد و یا یک سری اعمال ویژه انجام دهد. مخصوصاً آن دسته از کارها که فراتر از حد توانایی های طبیعی بشر باشند. این ماشینهای مکانیکی برای بهتر به انجام رساندن اعمالی از قبیل احساس کردن درک نمودن و جابجایی اشیا یا اعمال تکراری شبیه جوشکاری تولید می شوند.

علم رباتیک از سه شاخه اصلی تشکیل شده است:

- الکترونیک (شامل مغز ربات)
 - مکانیک (شامل بدنه فیزیکی ربات)
 - نرم افزار (شامل قوه تفکر و تصمیم گیری ربات)
- اگر یک ربات را به یک انسان تشبیه کنیم، بخشهایی مربوط به ظاهر فیزیکی انسان را متخصصان مکانیک می سازند، مغز ربات را متخصصان الکترونیک توسط مدارای پیچیده الکترونیک طراحی و می سازند و کارشناسان نرم افزار قوه تفکر را به وسیله برنامه های کامپیوتری برای ربات شبیه سازی می کنند تا در موقعیتهای خاص ، فعالیت مناسب را انجام دهد.

۱-۱. ربات ها چه کارهایی انجام می دهند؟

بیشتر ربات ها امروزه در کارخانه ها برای ساخت محصولاتى مانند اتومبیل؛ الکترونیک و همچنین برای اکتشافات زیر آب یا در سیارات دیگر مورد استفاده قرار می گیرد.

ربات ها از چه ساخته می شوند؟

ربات ها دارای سه قسمت اصلی هستند:

- مغز که معمولاً یک کامپیوتر است.
 - محرک و بخش مکانیکی شامل موتور، پیستون، تسمه، چرخ ها، چرخ دنده ها و ...
 - سنسور که می تواند از انواع بینایی، صوتی، تعیین دما، تشخیص نور، تماسی یا حرکتی باشد.
- با این سه قسمت، یک ربات می تواند با اثرپذیری و اثرگذاری در محیط کاربردی تر شود.

ربات یک ماشین الکترومکانیکی هوشمند است با خصوصیات زیر:

- * می توان آن را مکرراً برنامه ریزی کرد.
- * چند کاره است.
- * کارآمد و مناسب برای محیط است.
- اجزای یک ربات با دیدی ریزتر:
- ** وسایل مکانیکی و الکتریکی شامل:
- * شاسی، موتورها، منبع تغذیه،
- * حسگرها (برای شناسایی محیط):
- * دوربین ها، سنسورهای *sonar*، سنسورهای *ultrasound* ...
- * عملکردها (برای انجام اعمال لازم)
- * بازوی ربات، چرخها، پاها، ...
- * قسمت تصمیم گیری (برنامه ای برای تعیین اعمال لازم):
- * حرکت در یک جهت خاص، دوری از موانع، برداشتن اجسام، ...
- * قسمت کنترل (برای راه اندازی و بررسی حرکات روبات):
- * نیروها و گشتاورهای موتورها برای سرعت مورد نظر، جهت مورد نظر، کنترل مسیر، ...

۱-۲. مزایای رباتها

۱. رباتیک و اتوماسیون در بسیاری از موارد می توانند ایمنی، میزان تولید، بهره و کیفیت محصولات را افزایش دهند.
۲. رباتها می توانند در موقعیت های خطرناک کار کنند و با این کار جان هزاران انسان را نجات دهند.
۳. رباتها به راحتی محیط اطراف خود توجه ندارند و نیازهای انسانی برای آنها مفهومی ندارد. رباتها هیچگاه خسته نمی شوند.
۴. دقت رباتها خیلی بیشتر از انسانها است آنها در حد میلی یا حتی میکرو اینچ دقت دارند.
۵. رباتها می توانند در یک لحظه چند کار را با هم انجام دهند ولی انسانها در یک لحظه تنها یک کار انجام می دهند.

۳-۱. معایب رباتها

۱. رباتها در موقعیتهای اضطراری توانایی پاسخگویی مناسب ندارند که این مطلب می تواند بسیار خطرناک باشد.
 ۲. رباتها هزینه بر هستند.
 ۳. قابلیت های محدود دارند یعنی فقط کاری که برای آن ساخته شده اند را انجام می دهند.
- برای مثال امروزه برای بررسی وضعیت داخلی رآکتورها از ربات استفاده می شود تا تشعشعات رادیواکتیو به انسانها صدمه نزند.

۴-۱. مزایای رباتیک

مزایا کاملاً آشکار است. معمولاً یک ربات می تواند کارهایی که ما انسانها می خواهیم انجام دهیم را ارزان تر انجام دهد. علاوه بر این رباتها می توانند کارهای خطرناک مانند نظارت بر تأسیسات انرژی هسته ای یا کاوش یک آتش فشان را انجام دهند. رباتها می توانند کارها را دقیقتر از انسانها انجام دهند و روند پیشرفت در علم پزشکی و سایر علوم کاربردی را سرعت بخشند. رباتها به ویژه در امور تکراری و خسته کننده مانند ساختن صفحه مدار، ریختن چسب روی قطعات یدکی و ... سودمند هستند.



۲. انواع ربات ها

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 میشد بوجود آمدند. اینگونه رباتها جابجاگر (*manipulator*) نام دارند. جابجاگرها معمولا در نقطه ثابت و در فضای کاملا کنترل شده در کارخانه نصب میشوند و به غیر از وظیفه ای که به خاطر آن طراحی شده اند قادر به انجام کار دیگری نیستند. این وظیفه میتواند در حد بسته بندی تولیدات، کنترل کیفیت و جدا کردن تولیدات بی کیفیت، و یا کارهای پیچیده تری همچون جوشکاری و رنگزنی با دقت بالا باشد. نوع دیگر رباتها که امروزه مورد توجه بیشتری است رباتهای متحرک هستند که مانند رباتهای جابجا کننده در محیط ثابت و شرایط کنترل شده کار نمی کنند. بلکه همانند موجودات زنده در دنیای واقعی و با شرایط واقعی زندگی میکنند و سیر اتفاقاتی که ربات باید با آنها روبرو شود از قبل مشخص نیست. در این نوع ربات هاست که تکنیک های هوش مصنوعی می بایست در کنترلر ربات (مغز ربات) به کار گرفته شود.

۲-۱. دسته بندی ربات ها

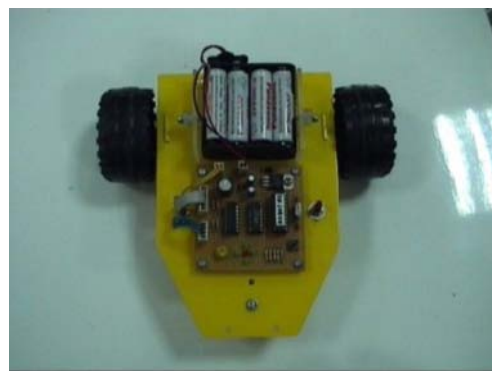
ربات ها در سطوح مختلف دارای دو خاصیت "تنوع در عملکرد" و "قابلیت تطبیق خودکار با محیط" (*automated adapting*) می باشند. بر اساس این دو خاصیت دسته بندی ربات ها انجام می گیرد.

دسته بندی اتحادیه ربات های ژاپنی (*jira*) به شرح زیر است:

- وسیله ای که توسط دست کنترل می شود
- ربات برای کارهای متوالی بدون تغییر
- ربات برای کارهای متوالی متغیر
- ربات مقلد
- ربات کنترل
- ربات باهوش

که در دسته بندی موسسه رباتیک آمریکا (*RIA*)، فقط ماشین های دسته 3 تا 6، ربات محسوب می شوند. رباتهای متحرک به دسته های زیر تقسیم بندی می شوند:

۱. رباتهای چرخ دار با انواع چرخ عادی



و یا شنی تانک و با پیکربندی های مختلف یک, دو یا چند قسمتی

۲. رباتهای پادار مثل سگ اسباب بازی



AIBO ساخت سونی که در شکل بالا نشان داده شد یا ربات *ASIMO* ساخت شرکت هوندا

۳. رباتهای پرنده

۴. رباتهای چند گانه (هایبرید) که ترکیبی از رباتهای بالا یا ترکیب با جابجاگرها هستند

۵. روبات همکار



روباتهای همکار روباتایی هستند که با کمک هم یک کارو انجام می دهند و کارهای آنها بهم مربوط است و از هم مستقل نیست. در این مجموعه دو روبات چشم هست (چپ و راست)، و یک روبات دست (وسط). کار آنها این است که: چشکها محیط رو می بینند و اطلاعات مربوط رو به کامپیوتر می فرستند. کامپیوتر با *image processing* محیط را آنالیز می کند و اگر در آن جسم قرمزی ببیند، ان را پیدا می کند. یعنی اینکه این سیستم به اشیای قرمز رنگ حساس است (که البته می تواند به رنگهای

دیگر باشد) بعد با استفاده از روابط هندسی با توجه به زاویه دید دوربینها مکان جسم را در فضا پیدا می شود و آگه در محدوده روبات دست باشد، این روبات 3 درجه آزادی به حرکت درمی آید و جسم رو در فضا می گیرد

۲-۱-۱. نانوروباتها

اگر چه در حال حاضر کارایی های انسان و روبات با هم قابل مقایسه نیستند، اما ری کورزویل در مورد آینده عقیده دیگری دارد. او که نویسنده و متخصص رشته کامپیوتر است در یکی از نوشته های خود با صراحت اظهار امیدواری کرده است تا سال 2029 انسان با توجه به روند شناخت و ساخت هوش مصنوعی میتواند روباتی را بسازد که در هوش و تصمیم گیری با انسان برابر باشد. کورزویل معتقد است در سالهای 2030 انسان خواهد توانست نانوبات *Nanobots* یا روباتهای بسیار کوچک را جهت افزایش شعور به مغز خود بفرستد. این نانو روباتها به اندازه سلولهای خون هستند و از طریق جریان خون در رگها به مغز انتقال خواهند یافت. کورزویل در مقابل کمیته علوم کنگره آمریکا اعتراف کرده است در حال حاضر انسان از چنین تکنولوژی برخوردار است و آن را بر روی تعدادی حیوان نیز آزمایش کرده است. او در ادامه شهادت خود در کنگره آمریکا اضافه کرده است دانشمندان توانسته اند با انتقال 7 نانو روبات به بدن موش آزمایشگاهی دیابت او را علاج کرده و انسولین را از منغذهای پوست خارج کنند. آخرین کتاب کورزویل "شگفتی در راه است، برتری انسان بر بیولوژی" نیز بر اساس پیش بینی های علمی او نوشته شده است. او در این کتاب مینویسد در 25 سال آینده نوباتها در خون جاری در رگها هر نوع بیماری را با نابود کردن عوامل بیماری زا از بین برده و پس از خارج کردن آثار باقیمانده مرض همزمان به مرمت اشتباهات موجود در دی ان ای و ساختار بیولوژیکی انسانی خواهد پرداخت. کورزویل در بخش اقتصادی ورود روبات به خانه ها اعتقاد دارد در فاصله سالهای 2020 تا 2030 هر کس با کمک روبات و نوتکنولوژی و تولید کننده های مولکول، در خانه خود قادر خواهد بود هر نوع محصول غیر ارگانیک را تهیه کند.

۳. کاربرد رباتها

ربات آدم نمای اعلام خطر:

(Humannoid Danger Alarm Robot)

این ربات یک آدم نمای ابتکاری است که به منظور اعلام خطر در جاده ها و جایگاه های خطر برای وسایل یا افراد عبوری جهت کاهش هزینه های نیروی

انسانی و خطرات نهفته در این گونه مشاغل و فعالیت ها مورد استفاده قرار می گیرد.

دارای چشم الکترونیکی حساس به حرکت اجسام، خودروها و انسان با برد ۱۵ متر و قابل استفاده تا مسافت ۲۰۰ متر جلو تر از دستگاه ربات

دارای برد میکروکنترلی قابل برنامه ریزی برای انواع کاربرد ها

دارای تایمر زمانی قابل تنظیم که بعد از مشاهده جسم متحرک تا دو دقیقه بازوها را به حرکت وا میدارد
دارای یک بازوی متحرک با حرکت شبیه به دست انسان و دو درجه آزادی

قابل جدا کردن به دو بخش برای حمل و نقل آسان

قابل استفاده از برق و باتری

دارای فلاشر و چراغ خطر جهت کار در شب

درای آژیر صوتی جهت اعلام خطر

دارای قابلیت نصب سیستم حفاظتی

کاربرد ها

استفاده در جاده ها، اتوبانها، بزرگراه ها، به منظور اخطار به

خودروها در هنگام نزدیک شدن به محل های در دست

تعمیر یا محل هایی که کارگران مشغول به کار

هستند، استفاده در خیابانها و معابری که در دست تعمیر،

تغییر یا انجام فعالیت های عمرانی است

استفاده در جاده ها به منظور اخطار به خودروها برای کاهش

سرعت یا اتخاذ آمادگی بیشتر استفاده در جاده ها، پیچ ها

و... به منظور کاهش جرایم رانندگی

استفاده در مراکزی همانند کارگاههای سد سازی، نصب پل و

ساختن مجتمع های تولیدی

ضریب اطمینان مناسب

ایمنی فوق العاده

کاهش هزینه های پرسنلی

فرهنگ سازی

۳-۱. استفاده از ربات ها برای تقلید رفتار حیوانات

ربات ها برای تقلید رفتار حیوانات و حشرات بکار گرفته می شوند. به گزارش بخش خبر شبکه فن آوری اطلاعات ایران، از موج، محققین موفق شده اند به کمک ربات بسیار ریزی سوسک ها را کنترل کنند این موضوع می تواند جهت ارتباط با انواع مختلفی از حیوانات در آینده مورد استفاده قرار گیرد. انجمن تکنولوژی اروپا (FET) طراح این برنامه است که رباتی را مجهز به دو موتور، چرخ، باتری های قابل شارژ، چندین پردازنده کامپیوتری، یک دوربین سبک برای دریافت احساسات و بازوهای مجهز به سنسور ساخته است. وقتی این ربات در یک جای پر از پیچ و خم و پوشانده شده با دیوارها قرار می گیرد، به راحتی حرکت می کند، می چرخد و می ایستد و می تواند راه خود را بدون برخورد با دیوارها و موانع پیدا کند و وقتی در کنار سوسکی قرار می گیرد به سرعت رفتارهای آن را تقلید می کند. این ربات حتی قادر است انواع مختلفی از راه های ارتباطی را اجرا کند و سوسک را طوری گول بزند که آن را به عنوان حشره واقعی بپذیرد.

این گروه سوسک را به عنوان نمونه اولیه آزمایشات خود بکار گرفتند چون رفتارهای آن نسبت به سایر گونه های حشرات مانند مورچه ها بیشتر قابل درک است. این ربات نه تنها رفتار سوسک ها تقلید می کند بلکه در تغییر رفتار سوسک ها نیز بسیار موفق بوده به طوریکه با حرکت این ربات به سمت نور سوسک ها نیز به تبعیت از آن به سمت نور حرکت می کنند و در آن مکان تجمع می کنند. این موضوع نشان می دهد که انسان به زودی قادر خواهد بود رفتارهای حشراتی که به صورت گروهی زندگی می کنند را ماهرانه تقلید کند

۳-۲. ربات تعقیب خط

نوعی از ربات است که وظیفه اصلی آن تعقیب کردن مسیری به رنگ مثلا سیاه در زمینه ای به رنگ متفاوت مشخصی مثلا سفید است. یکی از کاربردهای عمده این ربات، حمل و نقل وسایل و کالاهای

مختلف در کارخانجات، بیمارستان‌ها، فروشگاه‌ها، کتابخانه‌ها و ... می‌باشد. ربات تعقیب خط تا حدی قادر به انجام وظیفه کتاب‌داری کتابخانه‌ها می‌باشد. به این صورت که بعد از دادن کد کتاب، ربات با دنبال کردن مسیری که کد آن را تعیین می‌کند، به محلی که کتاب در آن قرار گرفته می‌رود و کتاب را برداشته و به نزد ما می‌آورد. مثال دیگر کاربرد این نوع ربات در بیمارستان‌های پیشرفته است، کف بیمارستان‌های پیشرفته خط کشی‌هایی به رنگ‌های مختلف به منظور هدایت ربات‌های پس‌فایندر به محل‌های مختلف

مثلا رنگ قرمز به اتاق جراحی یا آبی به اتاق زایمان، وجود دارد. بیمارانی که توانایی حرکت کردن و جابه‌جا شدن را ندارند و باید از ویلچر استفاده کنند، این ویلچر نقش ربات تعقیب خط را دارد، و بیمار را از روی مسیر مشخص به محل مطلوب می‌برد. و خلاصه کاربردهای فراوانی دارد و اگر روزی بشود در زندگی مان بکار ببریم، خیلی کیف دارد. الگوریتم مسیریابی: الگوریتم مسیریابی باید طوری نوشته شود تا ربات بتواند هرگونه مسیری را، با هر اندازه پیچ و خم دنبال کند، به طوری که خطای آن مینیمم باشد. تجربه نشان می‌دهد که بهترین روش برای یافتن و دنبال کردن مسیر، استفاده از ۴ سنسور است. البته با استفاده از حداقل ۲ سنسور نیز می‌توان ربات مسیریاب ساخت، ولی قضیه دو دوتا ۴ تاست! یعنی با کم کردن سنسور ضریب اطمینان ربات نیز کاهش می‌یابد. (اتفاقا اصلا این قضیه صادق نبود، احتمالا تعبیر هرچقدر پول بدی، متراژ بیشتری پیتزا متری می‌خوری مناسب‌تر باشد!) وظیفه سنسورهای ۱ و ۲ تشخیص پیچ‌های مسیر و سنسور ۳ مقدار چرخش ربات به جهات مختلف را تعیین می‌کند ربات‌هایی که تماس را حس می‌کنند :

به تازگی نمونه ای جدید از یک حساسه ساخته شده که نصب آنها در ربات‌ها موجب می‌شود تا این مخلوقات دست بشر سطوح مختلف را در حین تماس حس کنند و بتوانند کارهای ظریفی را که انسانها با دستشان انجام می‌دهند انجام دهند.

به گزارش بخش خبر شبکه فن آوری اطلاعات ایران، از خبرگزاری سلام، *Vivek Maheshwari* و پروفیسور *Ravi Saraf* از دانشگاه نبراسکا در لینکون پس از ماهها تحقیق شبانه روزی به این موفقیت دست یافته اند.

آنان می گویند این حساسه ها باعث می شود دست یک ربات در تماس با سطوح مختلف همان احساس دست انسان را داشته باشد. از ربات های مجهز به این حساسه ها می توان در جراحی های بسیار دقیق استفاده کرد.

حساسه های یاد شده در تماس با سطوح مختلف می درخشند. هنوز مشخص نیست این ربات ها چه زمانی به تولید انبوه می رسند

۳-۳. ربات آبی برای یافتن جعبه سیاه هواپیما

یک ربات آبی برای پیدا کردن جعبه سیاه هواپیمای بویینگ ۷۳۷ فرانسه که چند روز پیش در نزدیکی شرم الشیخ مصر سقوط کرده و هر ۱۴۸ مسافر آن کشته شده اند به خدمت گرفته شده است. این ربات که از راه دور قابل کنترل است و از شرکت فرنس تلکام برای این کار اجاره شده است، روز سه شنبه برای بازیابی یکی از جعبه ها که سیگنال قوی از خود ساطع میکرد و احتمالاً در عمق ۸۰۰ متری دریای احمر است به آب انداخته شده است. قبلاً نیروی دریایی امریکا یک جعبه سیاه را از عمق ۲۲۰۰ متری خارج کرده اند.

۳-۴. ربات پذیرش

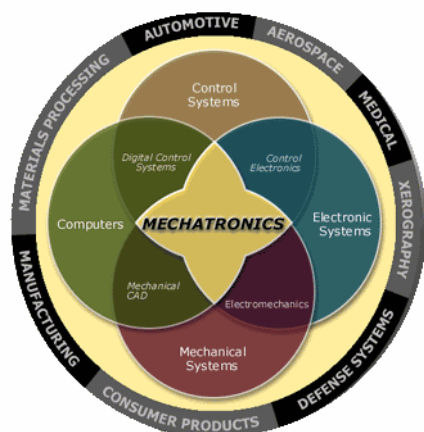
ربات پذیرش که البته هنوز تکمیل نشده رباتیه برای پذیرش مراجعین در یک شرکت یا یک نمایشگاه. فعلاً به جای سر ربات یک مونیتور گذاشته شده و یک سر انیمیشنی با مراجعه کننده صحبت میکند. این ربات میتواند ورود مراجعه کننده ها را تشخیص بدهد، به آنها خوش آمد بگوید و اگر کاربر می خواهد جایی را پیدا کند یا سوال دیگه ای دارد به آنها جواب بدهد. یک صفحه کلید هم گذاشتن که مراجعه کننده سوالش را تایپ کند.



در آینده این ربات قرار است بسته های پستی را تحویل بگیرد و رسید بدهد به پستی. به مراجعه کننده نوشیدنی تعارف کند و یک ربات آبدارچی نوشیدنی برای آنها بیارورد و حتی با استفاده از سرورهای پردازش کننده صحبت به تلفن ها هم جواب بدهد. دانشگاه *CMU* هم اکنون در حال ساخت این ربات است.

۴. مکاترونیک

ترکیبی از علم مهندسی مکانیک و مهندسی کنترل سیستم می‌باشد. در حقیقت توسط این علم می‌توان سیستمهای مکانیکی را به صورت هوشمند درآورد. نهایت علم مکاترونیک را می‌توان در رباتها مشاهده کرد. سیستمهای ترمز *ABS* در اتومبیل، دستگاههای *CNC* و کلیه سیستمهای اتوماسیون را می‌توان از نمونه‌های بارز این علم دانست. مکاترونیک چنانکه از نامش بر می‌آید ترکیبی از سه علم مکانیک، الکترونیک و کامپیوتر است. این علم تازه و جوان کاربردهای بسیاری در صنعت پیدا کرده و از جمله زمینه‌های علمی جدید و گسترده در پیش روی بشر است. اهمیت آن از آن جهت است که این علم ابزار کنترل در کلیه زمینه‌های صنعتی و نظامی می‌باشد. چگونگی استفاده از سنسورها و کنترل اجزای مکانیکی توسط مدارهای الکترونیکی و کامپیوتر در این علم مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.



مکاترونیک مسلماً علم جدیدی نیست. مکاترونیک شامل چهار علم مهندسی، مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر (نرم افزار) و کنترل است. البته گاهی، کنترل را بخشی بدیهی از سه قسمت دیگر فرض میکنند. با تعریفی که ارائه شد، میتوان به راحتی مقوله‌هایی همانند رباتیک، اتوماسیون صنعتی، الکترومکانیک و غیره را در حوزه مکاترونیک جای داد.

همانطور که ملاحظه میشود احاطه به این علم به معنای احاطه به چهار علم مهندسی است لذا با سالها تحقیق و مطالعه نیز به سختی میتوان ادعای احاطه به این علم را داشت. مطالعه این علم عموماً در دو راستا دنبال میشود:

الف: بدلیل اینکه در پروژه‌های بزرگ، متخصصان مکاترونیک عموماً به عنوان واسطی میان چند تیم تخصصی که هریک در یکی از قسمت چهار مقوله مکاترونیک کارشناس میباشند، عمل میکنند، گاهی

در بررسی این علم جنبه آشنایی فرد با چهار بخش مهندسی مکترونیک، بدیهی فرض شده و از دید مدیریت پروژه های مکترونیکی بحث دنبال می شود. به عنوان مثال با تقسیم بندی های شناختی، مانند طرح مازولهای مکترونیکی و بررسی نحوه ارتباط آنها با هم، سعی در یافتن بهترین راه حل صرف می گردد.

ب: در این مقوله بیشتر به فراگیری قسمتهای مهم علوم طرح شده پرداخته میشود و با ارائه اطلاعات اصلی و پایه، دانشجو این امکان را مییابد تا با برخورد به موارد تخصصی تر، تحقیق و مطالعه را در آن مقوله ادامه دهد.

بدین ترتیب یک مهندس مکترونیک باید با توجه به نیاز اجتماع و صنعت، مطالعه و تحقیق را بی وقفه ادامه دهد. بعنوان مثال خیل تولیدات میکروالکترونیکی و پکیجهای میکروپروسسوری، سنسورهای گوناگون که روز به روز متحول شده و انواع جدید تری از آنها، مانند محصولات شرکت، *ATMEL* به بازار ارائه میشود، امکان فراگیری آکادمیک را محدود نموده است و فراگیری طرز کار و طراحی با آنها نیاز به تحقیق فردی و مستمر فرد دارد.

تعاریف بسیاری برای مکترونیک ارائه شده است. ایده اصلی این علم، کاربرد تلفیقی مؤثر از مکانیک، الکترونیک و تکنولوژی کامپیوتر برای تولید محصولات یا سیستم های پیشرفته است. از این رو مکترونیک زیرمجموعه علم سایبرنتیک به شمار می رود.

۴-۱. ساختار پروژه های رباتیک و مکاترونیک

نقطه شروع ما در این بحث این ایده است که رباتها و وسایل مکاترونیکی ماشین هایی هستند که ترکیبی از الکترونیک و مکانیک را استفاده می کنند و برای انجام وظایفی که معمولاً توسط انسانها صورت می گیرند، به وجود آمده اند. با استفاده از این فرض اساسی می توانیم وظایف اصلی را به صورت بلوکهای مجزا در نظر بگیریم. ساختار کلی این بلوکها در شکل ۱-۱ نشان داده شده است.

شکل:

تعداد و نحوه انتخاب بلوکهای مورد استفاده در یک پروژه خاص به واسطه نتیجه نهایی که مدنظر طراح بوده است، تعیین میگردد. به عنوان مثال یک بازوی ثابت یا یک بالابر اتوماتیک نیازی به چرخ یا پا ندارد. یک ساختار شبیه سرناسان با چشم های الکترونیکی که برای "دیدن" و تشخیص اشیاء برنامه ریزی شده است، نیازی به داشتن بازو ندارد. بلوکهای مشترکی که در تمامی پروژه ها به کار می روند. در ادامه این قسمت توضیح داده شده است.

۴-۱-۱. کنترل

این بخش در واقع "مغز" هر پروژه در یک سیستم رباتیکی یا مکاترونیکی می باشند. تمامی قسمت های الکترونیکی یک ربات یا هر پروژه دیگری، توسط مدارات الکترونیکی کنترل می شوند. انواع کنترلهای اصلی موجود برای رباتها و پروژه های مکاترونیکی به شرح زیر می باشند.

(a) کنترل موقعیت^۱: بازوهای دارای چنگک^۲ یا دیگر ساختارهایی که با گرفتن و جابجایی اشیاء سروکار دارند. باید دارای مدارات کنترل بسیار دقیق به منظور قرار گرفتن در موقعیت صحیح باشند. حرکت یک سردارای چشم توسط یک بلوک کنترل تک محور^۳ کنترل می شود.

(b) کنترل سینماتیک^۴: هر پروژه ای که دارای قسمت های متحرک باشد، به این نوع کنترل نیازمند است. سرعت هر کدام از قسمت های متحرک باید توسط این گونه مدارات به دقت تعیین و کنترل شوند. یکی از مهم ترین مدارات کنترلی در این گروه مداری است که سرعت موتور محرک یک ربات را کنترل می کند.

¹ - Position Control

² - Grip

³ - One-axis control block

⁴ - Kinematic Control

c) کنترل دینامیک^۱: بسیاری از قسمت های یک روبات یایک پروژه مکاتونیک نیرو هایی را ایجاد می کنند که باید به هنگام عملکرد کنترل شوند. هنگامی که دست روبات یک شیء را برمی دارد، استفاده از مدارات کنترلی برای تعیین مقدار نیروی لازم برای نگهداشتن شی بدون شکستن آن ضروری است. یکی از موارد دشوار برای سازندگان پروژه ها، ساخت یک دست روباتیک است که بتواند یک تخم مرغ را از سبد برداشته و آن را بدون شکستن در سبد دیگری قرار دهد. چنین اهدافی کنترل دینامیک دقیقی نیاز دارند.

d) کنترل تطبیقی^۲: هنگامی که لازم است یکی از عملکردهای روبات یا دستگاه مکاترونیکی در حین اجرای یک فرآیند به طور مداوم تغییر یابد. باید از کنترل تطبیقی استفاده شود. به عنوان مثال می توان به نیاز برای افزایش مداوم نیرو به هنگام فشردن یک فنر اشاره نمود. هر چه فنر فشرده تر شود، نیروی بیشتری مورد نیاز می باشد. مثال دیگری از کاربرد کنترل تطبیقی اعمال توان بیشتر به موتور به منظور ثابت نگه داشتن سرعت یک روبات می باشد که این حالت به هنگام حرکت روبات از سطح افقی به یک سطح شیبدار به هنگام جابجایی یک شیء سنگین توسط روبات رخ می دهد.

e) کنترل خارجی^۳: زمانی که از یک انسان به عنوان اپراتور برای صدور فرمان انجام تمامی وظایف روبات استفاده می شود. مدارات کنترل خارجی مورد نیاز می باشند. در این حالت انسان به عنوان "مغز" عمل کرده و با استفاده از انواع سنسورها نظیر سنسورهای تصویری به عنوان "حواس" عملکرد روبات را کنترل می کند.

برای انتقال فرامین به یک روبات یا دستگاه مکاترونیکی، شخص اپراتور می تواند از انواع مختلفی از "مدارات واسطه"^۴ استفاده نماید. گزینه های اصلی برای ارسال فرامین، مداراتی هستند که از امواج رادیویی، مادون قرمز، سیم و حتی فرامین صوتی استفاده می کنند. امروزه پروژه های مدرن شامل مدارات تشخیص صوت می باشند که قادر به

دریافت مستقیم دستورات از اپراتور هستند. از یک کامپیوتر نیز می توان به عنوان مدار واسطه برای ارتباط واحد کنترل به روبات یا دستگاه مکاترونیکی استفاده نمود.

¹ - Dynamic Control

² - Adaptiv Control

³ -External Control

⁴ - Interface

در اینجا، نکته مهم این است که باید درجه هوشمندی روبات توجه نماییم. مدارات کنترلی پیچیده می توانند این تصویر را در ناظر ایجاد نمایند که یک روبات "هوشمند" است. در حالی که یک بلوک کنترلی که توابع زیادی را به کار می گیرد. یک بلوک هوشمند به شمار نمی رود. در حالتی که روبات قادر باشد براساس اطلاعات سنسورهای خود یا براساس اطلاعاتی که یک اپراتور از طریق بلوک خاص ورودی داده ها وارد می کند، تصمیم گیری نماید. می توان قابلیت هوشمندبودن را به روبات اضافه نمود.

۴-۱-۲. محرک ها

روباتها و ماشین های مکترونیک باید دارای امکاناتی برای سروکار داشتن با اشیاء یا انجام برخی کارها در دنیای خارج باشند. در ادامه این قسمت بسیاری از انواع محرکهای که در پروژه های کاربردی یافت می شوند، ذکر شده اند.

حرکت: روباتها قادرند با استفاده از پا، چرخ یا ریل از یک نقطه به نقطه دیگر جابجا شوند. پاهای روبات را می توان با استفاده از موتورها، سولنوئیدها یا آلیاژهای حافظه دار (SMA) حرکت داد.

دست افزارها: روباتها و دستگاههای مکترونیک دارای دست نمی باشند. آنها برای گرفتن اشیاء از چنگک ها استفاده می کنند و این ابزارها توسط مدارات الکترونیکی کنترل می شوند.

حرکت این ابزارها می تواند با استفاده از سولنوئیدها، موتورها با SMA صورت گیرد. شکل ۱-۲ برخی از انواع این چنگک ها را نشان می دهد.

نحوه انجام کارها توسط دست را می توان با استفاده از تجهیزاتی که منحصراً برای انجام یک وظیفه خاص طراحی شده اند، تغییر داد. نظیر این حالت در بسیاری از روباتهای صنعتی دیده می شود. در بسیاری از روباتهای صنعتی دیده می شود. در بسیاری از کاربردها، قطعات به هم پیوسته مکانیکی را می توان به گونه ای تنظیم نمود که با اندازه و شکل هر شیء موردنظر سازگار شوند. مثالی از این حالت در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

سنسورها: روباتها و دستگاههای مکترونیک با استفاده از سنسورها، آنچه را که در دنیای واقعی رخ می دهد، تشخیص می دهند. سنسورها دارای اهمیت فراوان می باشند، چرا که آنها اطلاعات مربوط به موقعیت یک روبات یا بازوی

روبات، اندازه و شکل یک شیء موردنظر، وجود موانع (در مورد روباتهای متحرک) و بسیاری اطلاعات دیگر نظیر تشخیص یک شیء از روی اندازه و شکل آن، مانند آنچه در روباتهای هوشمند یافت می شود، را ارسال می کنند.

با اتصال یک دوربین تلویزیونی به یک مدار هوشمند می توان این امکان را برای یک بازوی اتوماتیک فراهم آورد تا قادر به انتخاب قطعات دارای اندازه و شکل خاص از میان تعداد زیادی از قطعات مختلف باشد.

سنسورهای اصلی که در پروژه های رباتیک و مکاترونیک به کار می روند، عبارتند از: سنسورهای نور: مقاومت های متغیر با نور (LDR) ها، به عنوان مثال سلول های CdS یا فوتورزیستورها)، فوتودیودها، فوتوسل ها و فوتوترانزیستورها)

سنسورهای فشار: اسفنج هادی، سنسورهای الکترومکانیکی، سنسورهای نیمه هادی

سنسورهای دما: NTC, PTC ، دیودها و ترانزیستورها

سنسورهای تصویری: سنسورهای CCD ، فوتودیودها یا ماتریس های فوتوترانزیستور.

سنسورهای موقعیت: پتانسیومترها، سنسورهای اولتراسونیک، رادار، سنسورهای مادون قرمز (IR)

سنسورهای تماسی: میکروسوئیچ ها، پاندون ها.

سنسورهای مجاورت: سنسورهای خازنی، سنسورهای القایی یا مادون قرمز.

منبع تغذیه: هر پروژه شامل مدارات الکترونیکی و قطعات متحرک نیازمند یک منبع تغذیه الکتریکی می باشد. اگر پروژه مورد نظر یک ربات متحرک باشد. در حالت ایده آل منبع تغذیه در داخل خود ربات جاسازی می شود. از سلولهای باتری می توان برای این منظور استفاده نمود. اندازه و نوع باتری ها به توان مورد نیاز ربات، مدت زمان کارکرد ربات بدون شارژ مجدد و وظایفی که ربات باید انجام دهد، بستگی دارد.

دو نوع از هوش مصنوعی برای کاربرد در پروژه های رباتیک و مکاترونیک مناسب می باشند:

هوش نرم افزاری: هوش نرم افزاری به واسطه یک کامپیوتر، میکروپروسسور یا میکروکنترلر که یک نرم افزار هوشمند را اجرا می نماید، تامین می شود. اتصالات سخت افزاری، داده هایی را که پردازنده برای تصمیم گیری و ارتباط با بلوک کنترلی نیاز دارد، فراهم میسازند.

تصمیمات به شکل یک ساختار اساسی برنامه ریزی شده اند که در برخی موارد می توانند مطابق داده های ورودی تغییر یابند. در چنین حالتی، برنامه قادر به "یادگیری" از طریق تجربه می باشد که این خاصیت به عنوان مشخصه به عنوان مشخصه اصلی سیستم های هوشمند در نظر گرفته می شود.

دانشجویان، پژوهشگران و طراحان فعال در زمینه هوش مصنوعی بیشتر برنامه هایی را ترجیح می دهند که شبکه های عصبی را شبیه سازی می کنند. ابزار مهم دیگر برای طراحی سیستم های هوشمند منطق فازی می باشد.

با استفاده از میکروپروسورها و میکروکنترلرها می توان هوش نرم افزاری را داخل خود ربات یا ماشین مکاترونیک پیاده سازی نمود. چیپ *Basic Stamp* یک روش ساده را برای اضافه نمودن درجه ای از هوشمندی به یک ماشین ارائه می دهد: این چیپ را می توان به گونه ای برنامه ریزی کرد که براساس ورودی های دریافتی از سنسورهای مدار کنترل خارجی تصمیم گیری نماید.

علاقه مندان می توانند برنامه های بسیاری که شبکه های عصبی و منطق فازی را شبیه سازی می نماید، بیابند. بسیاری از این برنامه ها را می توان برای اضافه نمودن خاصیت هوشمندی به کامپیوترها، رباتهای خودکار^۱ و دیگر ماشین ها مورد استفاده قرار داد.

هوش سخت افزاری: روش دیگر برای اضافه نمودن هوشمندی به یک ماشین استفاده از مداراتی است که قادر به یادگیری می باشند. ایده اصلی این روش تقلید از طریقه ای است که موجودات زنده اطلاعات دریافتی از حواس خود را با استفاده از سیستم عصبی پردازش می کنند

¹ - Automaton

۴-۱-۳. بخشهای مکانیکی یک ربات ساده

در بعضی از مواقع ربات شما علاوه بر حرکت در یک محیط باید توانایی انجام یک فعالیت فیزیکی خاص را نیز داشته باشد. به عنوان مثال وزنه ای را جابجا کند یا شئی را سوراخ کند و یا به یک جسم ضربه بزند. در این مواقع علاوه بر اینکه شما نیاز به یک سیستم حرکتی مناسب دارید، باید برای ساخت قسمت مکانیکی ربات خود وقت بیشتری صرف نمایید....

وقتی یک قسمت متحرک به ربات خود اضافه می کنید ، با توجه به کاری که این قسمت انجام میدهد، ممکن است حرکت دورانی حول یک محور داشته باشد و یا حرکت آن در راستای مستقیم باشد. با توجه به نوع حرکتی که باید این بخش از ربات شما داشته باشد می توانید توسط وسایلی که در اختیار دارید سازه مناسبی برای آن تهیه کنید. مثلاً می خواهید یک بازو با حرکت دورانی بسازید ، ابتدا آن را با چوب یا آلومینیوم یا ... می سازید و برای اتصال آن به ربات از لولاهای موجود در بازار استفاده می کنید. اگر قرار است بازوی شما حرکت در راستای مستقیم داشته باشد به جای لولا باید آن را توسط یک مکانیزم کشویی به ربات متصل نمایید. برای اینکه مطلب را بهتر درک نمایید ، تصاویر را به دقت مشاهده و تحلیل کنید. بیشتر این ربات ها توسط دانش آموزان ساخته شده است.

هنگامی که یک بازو را به ربات خود متصل می کنید می توانید توسط روشهای مختلف انرژی مکانیکی را به آن منتقل نمایید. مثلاً یک تکه نخ ماهیگیری که به دور شافت خروجی گریبکس پیچیده می شود می تواند بازی شما را حرکت دهد. همچنین سلونوئیدها وسایل مناسبی برای ایجاد حرکت در بازو و همچنین تغییر جهت چرخهای یک ربات هستند. اساس کار سلونوئیدها بر پایه های نیروی مغناطیسی آهنرباهای الکتریکی بنا شده است. در مباحث بعدی در مورد طرز کار سلونوئیدها توضیحات بیشتری خواهیم داد.

لازم است برای بار دیگر تذکر دهیم که ما تنها کلیاتی از کار را برای شما توضیح می دهیم چون افراد مختلف تمایل به ساخت رباتهای مختلف دارند. مابقی کار بستگی به ابتکار و وسایلی که در اختیار دارید دارد. اگر کمی وقت بگذارید و بعضی از گزینه ها را تجربه کنید قطعاً مناسبترین گزینه را خواهید یافت. ما از این پس سعی می کنیم که آموزش های خود را با تصاویر بیشتر کامل نمائیم تا درک مطالب برای شما بهتر باشد.

اگر ربات شما دو چرخ دارد (در هر طرف یک چرخ) باید برای حفظ تعادل آن فکری بکنید. این کار را می توانید با نصب دو چرخ هرز گرد در جلو و عقب روبات انجام دهید. اگر چرخ کوچک در دسترس ندارید کافی است که یک مفتول را به صورت قلاب (علامت سوال) در آورده و در انتها و ابتدای ربات نصب کنید. این کار از کشیده شدن عقب و جلوی ربات بر روی زمین جلو گیری می کند.

بازوهای مکانیکی ماهر (*Manipulator*) از رابط‌های صلبی تشکیل می‌شوند که به وسیلهٔ [مفصل‌هایی](#) که حرکت نسبی رابط‌های مجاور را ممکن می‌سازند، به یکدیگر اتصال یافته‌اند. بازوهای مکانیکی توانایی انجام عملیات از پیش برنامه ریزی شدهٔ متنوعی را در صنایع مختلف دارند. بازوهای مکانیکی ماهر در طی سال‌های اخیر به شکل قابل ملاحظه‌ای تکمیل یافته و پیشرفت کرده‌اند. کارکردن با آن‌ها و نیز تعمیر و نگهداری‌شان آسان‌تر شده و ارتباط متناسب و بهینه‌ای میان توان، کنترل‌پذیری و مهارت آن‌ها ایجاد گشته‌است.

در انتهای زنجیره رابط‌های تشکیل دهنده بازوی مکانیکی مجری نهایی وجود دارد که بر حسب کاربردی که از ربات انتظار می‌رود می‌تواند گیره یا چنگک یا ابزارهای دیگری از جمله لوازم [برشکاری](#)، [جوشکاری](#) و نظیر آن باشد. از این لحاظ بازوهای مکانیکی ماهر متنوعی وجود دارند که گونه‌های وسیعی و متفاوتی از کاربردهای صنعتی و نیز تحقیاتی را پوشش می‌دهند. این کاربردها شامل انجام فعالیت‌های متنوع مونتاژ، برشکاری و جوشکاری در خطوط تولید تا انجام عملیات متنوع زیرآبی – نظیر نصب در [ربات زیرآبی](#) - مانند گرفتن و دنبال کردن کابل یا سیم، و یا محبوس کردن اجسام یا نمونه‌های پیچیده‌ای چون برقراری اتصال‌های خطوط الکتریکی یا هیدرولیکی هستند.

ملاحظات طراحی و ساخت

در انتخاب بازوهای مکانیکی آن چه اهمیت دارد این است که ساده‌ترین نمونهٔ ممکن که بتواند وظیفه محوله را در زمان مطلوب انجام دهد، گزینش گردد. پیچیدگی طراحی ربات در عین افزایش قابلیت‌های عملکرد می‌تواند مشکلاتی در [کنترل](#)، هدایت و نیز اطمینان و دقت دستگاه و نیز تعمیر و نگهداری آن ایجاد نماید. انتخاب و تکمیل مجموعه بازوهای مکانیکی ماهر امر پیچیده‌ای است و طراح ربات باید نکات فراوانی را لحاظ نماید. تعداد و انواع بازوهای مورد نیاز، محل قرارگیری، نوع کنترلر، محدودهٔ فضای عملکرد، حداکثر و حداقل نقطه دست رسی و نوع و ساختار کنترل بازوها توسط کاربر، از آن جملهٔ این موارد است.

۴-۲. بخش مکانیکی - موتور ها

این قسمت شامل سیستم حرکتی ربات میشه. حرکت روباتها با استفاده از پا، چرخ یا ریل انجام می شود. چرخها یا پاها را می توان با موتورها، سولنوئیدها یا آلیاژهای حافظه دار (SMA) به حرکت درآورد. که معمولاً در رباتهای ابتدایی از موتور و چرخ استفاده میشه.

در یک پروژه مکاترونیک یا روباتیک علاوه بر قطعات لازم جهت ساخت قسمت های ذکر شده به یک یا چند منبع تغذیه هم نیاز داریم.

قسمت های مختلف یک روبات که نیاز به منبع تغذیه دارد:

قسمت های الکتریکی، مکانیکی شامل: موتور ها و بخش هایی که بصورت هیدرولیک و پنوماتیک کار می کنند.

اگر روبات متحرک باشد باید از باتری استفاده شود. اگر روبات ثابت باشد می توان از برق AC استفاده کرد. چون تغذیه روباتها اکثراً ، برق DC می باشد بنابراین باید برق AC را بوسیله یکسوساز و فیلتر به DC تبدیل کرد.

یکی از مهمترین اجزای یک روبات نیروی محرکه آن است. برای حرکت دادن سازه ای که ساخته اید نیاز به انرژی مکانیکی دارید. این انرژی معمولاً توسط یک موتور الکتریکی تامین می شود. موتور الکتریکی یا اصطلاحاً آرمیچر ها در واقع مبدل های انرژی هستند. موتور های الکتریکی می توانند انرژی الکتریکی که از ترمینال های آن وارد می شود را به انرژی مکانیکی تبدیل کنند. انرژی مکانیکی معمولاً به صورت دوران در شافت (محور) موتور ظاهر می شود. دوران این محور (شافت) دو مشخصه اساسی دارد : یکی سرعت دوارن آن و دیگری قدرت آن. از ضرب سرعت خطی (متر بر ثانیه) در نیروی موتور می توانید توان نهایی خروجی آن را محاسبه کنید.

همان طور که گفته شد یک موتور الکتریکی ، [الکتریسیته](#) را به حرکت مکانیکی تبدیل می کند. عمل عکس آن که تبدیل حرکت مکانیکی به الکتریسیته است، توسط ژنراتور انجام می شود. این دو وسیله بجز در عملکرد ، مشابه یکدیگر هستند. اکثر موتور های الکتریکی توسط [الکترومغناطیس](#) کار می کنند، اما موتور هایی که بر اساس پدیده های دیگری نظیر نیروی الکتروستاتیک و اثر پیزوالکتریک کار می کنند، هم وجود دارند.

ایده کلی این است که وقتی که یک ماده حامل جریان الکتریسیته تحت اثر یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، نیرویی بر روی آن ماده از سوی میدان اعمال می‌شود. در یک موتور استوانه‌ای، روتور به علت گشتاوری که ناشی از نیرویی است که به فاصله‌ای معین از محور روتور به روتور اعمال می‌شود، می‌گردد. همان طور که گفته شد اغلب موتورهای الکتریکی دوارند، اما موتور خطی هم وجود دارند. در یک موتور دوار بخش متحرک (که معمولاً درون موتور است) روتور و بخش ثابت استاتور خوانده می‌شود. موتور شامل [آهنرباهای الکتریکی](#) است که روی یک قاب سیم پیچی شده است. گرچه این قاب اغلب آرمیچر خوانده می‌شود، اما این واژه عموماً به غلط بکار برده می‌شود. در واقع آرمیچر آن بخش از موتور است که به آن ولتاژ ورودی اعمال می‌شود یا آن بخش از ژنراتور است که در آن ولتاژ خروجی ایجاد می‌شود. با توجه به طراحی ماشین، هر کدام از بخشهای روتور یا استاتور می‌توانند به عنوان آرمیچر باشند. برای ساختن موتورهای بسیار ساده کیت‌هایی را در مدارس استفاده می‌کنند.

. با توجه به اینکه گفتیم موتور یک مبدل است، اگر موتور شما ایده آل باشد توان خروجی که بدست می‌آورید با توان ورودی یعنی انرژی الکتریکی مصرف شده برابر خواهد بود. موتورهای الکتریکی انواع مختلفی دارند از جمله استپ موتورها، سرور موتورها، موتورهای دی سی DC ، موتورهای AC و ... هر یک از موتورهای نام برده شده ویژگی خاصی دارد مثلاً استپ موتورها دارای دقت بالایی هستند و با توجه به نوع موتور می‌توان دقت گردش موتور در حد چند درجه کنترل نمود. از ویژگی‌های اساسی موتورهای DC این است که جهت حرکت و سرعت حرکت آنها به راحتی قابل کنترل است. با تغییر متوسط ولتاژ ورودی می‌توانید سرعت موتور را تغییر دهید و با تغییر پلاریته (جهت اتصال تغذیه به موتور) جهت دوران شافت تغییر خواهد نمود.

توان خروجی از ضرب سرعت در قدرت و با استفاده از فرمول $W=f.d$ بدست می‌آید. بسته به کارکرد ربات، توان مصرفی، دقت لازم و پارامترهایی از این قبیل نوع موتور ربات انتخاب می‌شود. بی‌شک یکی از مشخصه‌های اصلی موفقیت یک ربات انتخاب صحیح موتور محرک ربات می‌باشد.

هنگام انتخاب موتور باید به چه چیز هایی توجه داشت:

- ۱- در دست بودن منبع تغذیه
- ۲- شرط یا عوامل راه اندازی
- ۳- مشخصه های راه اندازی (گشتاور - سرعت) مناسب
- ۴- سرعت عملکرد کار مطلوب
- ۵- قابلیت کار کردن به جلو و عقب
- ۶- مشخصه های شتاب (وابسته به بار)
- ۷- بازده مناسب در بار اسمی
- ۸- توانایی تحمل اضافه بار
- ۹- اطمینان الکتریکی و حرارتی
- ۱۰- قابلیت نگهداری و عمر مفید
- ۱۱- ظاهر مکانیکی مناسب (اندازه، وزن، میزان صدا، محیط اطراف)
- ۱۲- پیچیدگی کنترل و هزینه
- ۱۳- ولتاژ: ۱.۵-۴-۸ V
- ۱۴- جریان: ۵۰-۲A-mA

در یک دسته بندی کلی موتورها به انواع زیر تقسیم میشوند:

- موتور DC
- موتور AC
- موتور پله‌ای (*Stepper motor*)
- موتور خطی

۱- موتورهای DC

متداولترین موتور مورد استفاده در روباتها موتور DC است چراکه دارای انواع مختلفی از نظر توان، اندازه، شکل و سرعت می باشد.

جهت استفاده : تعویض جهت چرخش موتور DC با معکوس کردن جهت جریان امکان پذیر است. سرعت: سرعت موتور به جریان و بار موتور بستگی دارد

سرعت کمتر=توان بیشتر

سرعت بیشتر=جریان یا ولتاژ بیشتر

۲- موتورهای AC :

۱- موتورهای AC تک فاز

۲- موتورهای AC سه فاز

این موتورها با جریان متناوب برق کار می کنند لذا به آنها موتور AC گفته می شود. یخچال، جاروبرقی و آبمیوه گیری موتور AC دارند. برای کنترل میزان چرخش موتور از وسیله‌ای بنام شفت انکودر استفاده می شود.

۳- موتور پله ای (*Stepper Motor*)

کاربرد اصلی این موتورها در کنترل موقعیت است. این موتورها ساختار کنترلی ساده‌ای دارند. لذا در ساخت ربات کاربرد زیادی دارند. مطابق با تعداد پالسهایی که به یکی از پایه‌های راه‌انداز موتور ارسال می شود موتور به چپ یا راست می چرخد. این موتور یکی از انواع موتورهای الکتریکی است که حرکت آن

کاملاً دقیق و از پیش تعریف شده می باشد و با ارسال بیت‌های ۰, ۱ به سیم پیچ‌های آن می توان آنرا حرکت داد.

۴-۲-۱. ساختار موتور پله ای

این موتور عموماً دارای چهار قطب می باشد که سیم پیچ‌ها بر روی این چهار قطب قرار می گیرند و شما با ارسال بیت‌های ۰ و ۱ به این سیم پیچ‌ها در واقع میدان مغناطیسی ایجاد می کنید که این میدان باعث حرکت روتور مغناطیسی موجود در داخل موتور پله ای می شود البته میبایست این سیم پیچ‌ها را به توالی ۰ و ۱ کرد و گر نه موتور مطابق میل شما نخواهد چرخید.

نحوه کنترل :

۱- نحوه کنترل ۱ بیت

۲- نحوه کنترل ۲ بیتی



نحوه کنترل ۱ بیتی :

در حالت یک بیتی اگر اول سیم پیچ ۱ را تحریک کنیم. سیم پیچ ۲ و ۳ و ۴ بدون تحریک باید باشند جهت حرکت موتور پله ای در سمت حرکت عقربه های ساعت بعد از سیم پیچ ۱ نوبت سیم پیچ ۲ است که تحریک شود، و در این حالت نیز بقیه سیم پیچ‌ها بدون تحریک هستند بعد از آن نوبت سیم پیچ ۳ و سپس نوبت سیم پیچ شماره ۴ است دقت کنید که در هر لحظه یک سیم پیچ تحریک شود اگر بعد از سیم پیچ ۱ سیم پیچ ۴ را تحریک کنیم و سپس به سراغ ۳ و ۲ برویم موتور در جهت عکس عقربه های ساعت خواهد چرخید.

نحوه کنترل ۲ بیتی :

در حالت دو بیتی در لحظه دو سیم پیچ بار دار می شوند مثلاً اگر اول سیم پیچ ۱ و ۲ تحریک شوند بعد سیم پیچ ۳ و ۴ سپس ۴ و ۳ و در نهایت ۴ و ۱ برای حرکت موتور پله ای بایست همین ترتیب را تا موقعی که می خواهید موتور حرکت داشته باشد ادامه دهید حال اگر این ترتیب را عوض کنید موتور در خلاف جهت فعلی حرکت می کند

۴-۲-۲. موتور پله کامل و نیم پله :

- در حالت عادی میزان چرخش موتور به تعداد پالسهای اعمالی و گام موتور بستگی دارد. هر پالس یک پله موتور را می چرخاند.
- با تحریک دو فاز مجاور در موتور می توان موتور را به اندازه نیم پله حرکت داد. به این ترتیب تعداد پله های موتور دو برابر می شود و در نتیجه دقت چرخش موتور هم دوبرابر می گردد.

۴-۲-۳. راه اندازی موتور پله ای :

- تراشه *L297* یک راه انداز مناسب برای موتور پله ای است.
- مدارهای راه انداز متنوعی برای استفاده از موتورهای پله ای وجود دارد. در اینجا از مدار مجتمع *L297* و *L298* برای راه اندازی موتور پله ای استفاده می شود. که طریقه بستن آن در شکل زیر نشان داده شده است.
- جهت کنترل موتور به قابلیت هایی همچون حرکت به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور احتیاج داریم و این نیازها را درایور مورد نظر ما یعنی *L298* با راحتی تامین می نماید. *L298* یک آیسی پل *H*-دوتایی (*DUALH-Bridge*) دارای ۱۵ پایه می باشد که قادر است وظایفی چون چرخش موتور به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور را انجام دهد. کنترل موتور به این شرح است که پس از محاسبه میزان چرخش موتور برای جابجایی مورد نظر با استفاده از میکرو کنترلر به تعداد مورد نظر پالس به پایه راه انداز ارسال می کنیم.
- یک پایه برای تعیین جهت چرخش (ساعتگرد و پاد ساعتگرد) مورد استفاده قرار می گیرد.
- پایه *Enable* مدار راه انداز را فعال و غیر فعال می نماید.

۵. حسگر (سنسور)

سنسورها قطعاتی هستند متشکل از ابزارهای لامسه‌ای الکتریکی یا نوری که در کنار سایر عناصر الکترونیکی ایفای نقش می‌کنند. وظیفه این المان‌ها کسب اطلاعاتی از موقعیت مفاصل ربات و شرایط محیطی مانند نور و گرما و هدف‌های موجود در محیط می‌باشد.

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.

به عبارت دیگر حسگر یک وسیله الکتریکی است که تغییرات فیزیکی یا شیمیایی را اندازه‌گیری می‌کند و آن را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌نماید.

حسگرها در واقع ابزار ارتباط ربات با دنیای خارج و کسب اطلاعات محیطی و نیز داخلی می‌باشند. انتخاب درست حسگرها تأثیر بسیار زیادی در میزان کارایی ربات دارد.

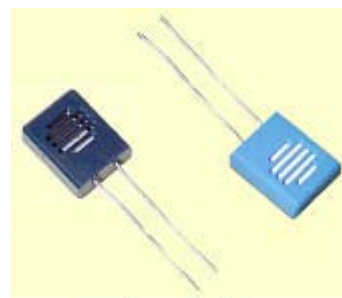
انواع حسگرها (سنسورها)

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

فاصله	—
رنگ	—
نور	—
صدا	—
حرکت و لرزش	—
دما	—
دود	—
و...	—



يك حسگر حرکت



حسگرهاي رطوبت

۵-۱. 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

و...

۵-۲. سنسورها در ربات (۱)

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 می کنند، 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: 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 عکس العملی 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*):

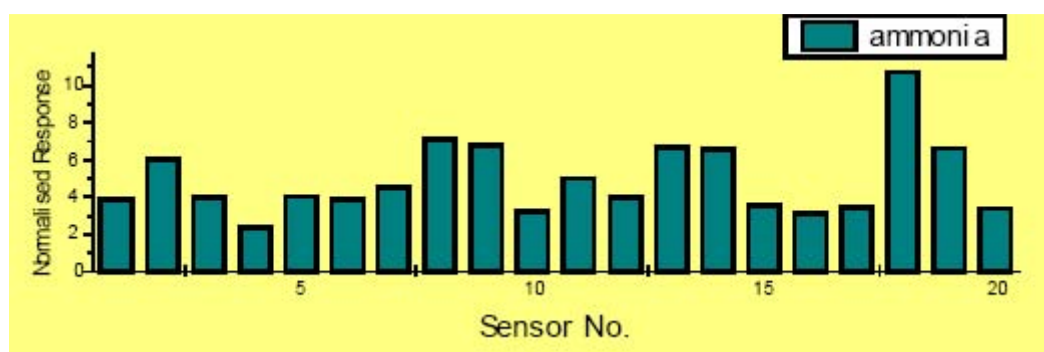
یکی از انواع سنسورهای گرمایی ترمیستورها هستند. این سنسورها المان‌های مقاومتی پسیوی هستند که مقاومتشان متناسب با دمایشان تغییر می‌کند. بسته به اینکه در اثر گرما مقاومتشان افزایش یا کاهش می‌یابد، برای آن‌ها به ترتیب ضریب حرارتی مثبت یا منفی را تعریف می‌کنند. نوع دیگری از سنسورهای گرمایی ترموکوپل‌ها هستند 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.

سنسورهای بویایی (*Smell Sensors*):

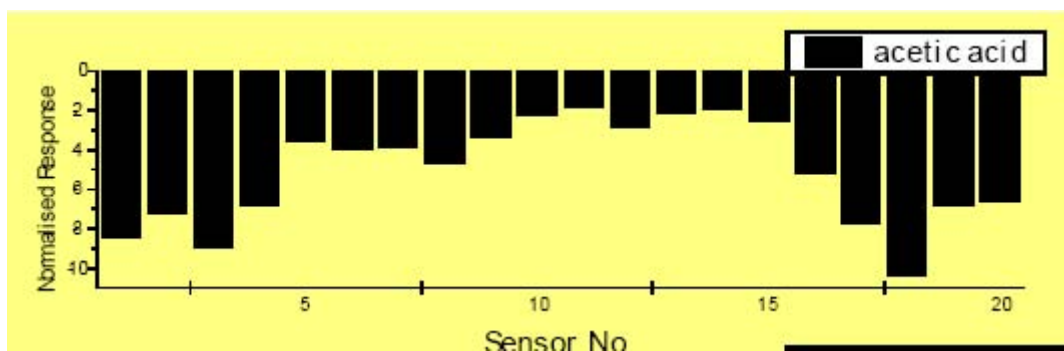
تا همین اواخر سنسوری که بتواند مشابه حس بویایی انسان عمل کند، وجود نداشت. آنچه که موجود بود یک سری سنسورهای حساس برای شناسایی گازها بود که اصولاً هم برای شناسایی گازهای سمی کاربرد داشتند. ساختمان این سنسورها به این صورت است که یک المان مقاومتی پسیو که از منبع تغذیه ای مجزا، با ولتاژ $+5$ ولت تغذیه می شود، در کنار یک سنسور قرار دارد که با گرم شدن این المان حساسیت لازم برای پاسخ گویی سنسور به محرک های محیطی فراهم می شود. برای کالیبره کردن این دستگاه ابتدا مقدار ناچیزی از هر بو یا عطر دلخواه را به سیستم اعمال کرده و پاسخ آن را ثبت می کنند و پس از آن این پاسخ را به عنوان مرجعی برای قیاس در استفاده های بعدی به کار می برند. اصولاً در ساختمان این سیستم چند سنسور، به طور همزمان عمل می کنند و سپس پاسخ های دریافتی از آن ها به شبکه عصبی ربات منتقل شده و تحلیل و پردازش لازم روی آن صورت می گیرد. نکته مهم درباره کار این سنسورها در این است که آن ها نمی توانند یک بو یا عطر را به طور مطلق اندازه بگیرند. بلکه با اندازه گیری اختلاف بین آن ها به تشخیص بو می پردازند.

بویایی حسی است که می تواند در جلوگیری از جرائم استفاده شود. از گذشته از حس بویایی سگ ها برای یافتن اجساد، مواد مخدر یا مواد منفجره و حتی شناسایی افراد استفاده می شده است. دانشمندان و مهندسان دارند بر روی سیستمی کار می کنند که بتواند بو را احساس کند. این تکنولوژی می تواند به جای سگ ها به کار برده شود و وظایف آن ها را انجام دهد.

بو مخلوطی از مواد شیمیایی موجود در هوا است. حیوانات و ماشین ها برای بوییدن باید از چندین سنسور متفاوت استفاده کنند. هر سنسور به دسته ی خاصی از مواد شیمیایی حساس است. با اندازه گیری نتایج سنسور ها می توان بو را تشخیص داد.



در این تصویر نشان داده شده که چگونه ۲۰ سنسور متفاوت، نسبت به گاز آمونیاک عکس العمل نشان داده اند.



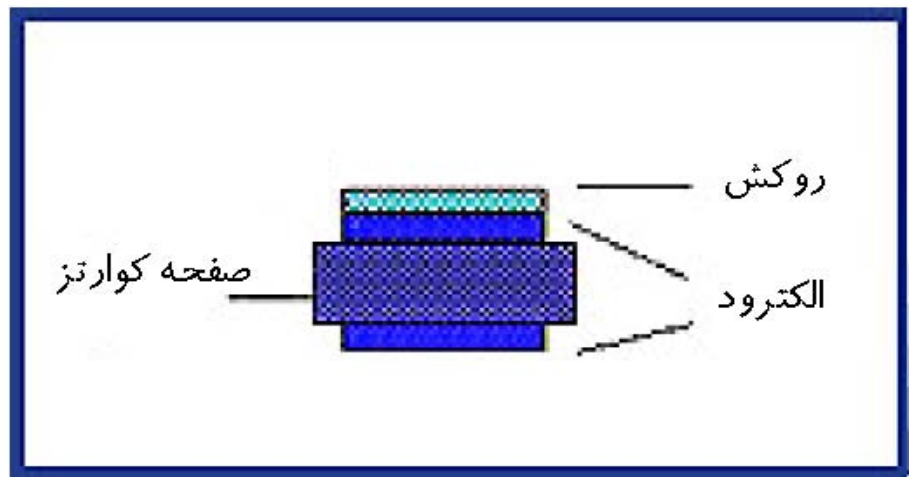
در این تصویر نیز نشان داده شده که چگونه همان ۲۰ سنسور، نسبت به استیک اسید (جوهر سرکه) عکس العمل نشان داده اند.

با مقایسه نتایج به دست آمده از سنسور ها با نتایج از قبل ثبت شده ، می توان ماده شیمیایی را تشخیص داد.

یک سنسور بویایی می تواند از یک کریستال کوارتز با اتصالات الکترونیکی و یک روکش پلاستیکی خاص درست شده باشد. کریستال کوارتز به منظور ایجاد یک لرزه منظم با یک فرکانس دقیق استفاده می شود. روکش پلاستیکی می تواند مواد شیمیایی را جذب کند .



یک سنسور بویایی



ساختمان یک QCM (Quartz Crystal Microbalance)

یک کریستال بر روی فنر

کریستال می تواند بر روی یک فنر قرار گیرد . فرکانس به دست آمده از اسیلاتور بر روی فنر از فرمول زیر به دست می آید.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

K = ضریب سختی فنر (Nm-I)

m = جرم (kg)

f = فرکانس (Hz)

سنسورهای موقعیت مفاصل :

رایج ترین 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 می توان تقسیم کرد:

۱. انکدرهای مطلق: در این کدگشاها موقعیت به کد باینری یا کد خاکستری (*BCD* , *Binary*)

Coded Decible) تبدیل می شود. این انکدرها به علت سنگینی و گران قیمت بودن و اینکه سیگنال های زیادی را برای ارسال اطلاعات نیاز دارند، کاربرد وسیعی ندارند. همانطور که می دانیم به کار گیری تعداد زیادی سیگنال درصد خطای کار را افزایش می دهد و این اصلا مطلوب نیست. پس از این انکدرها فقط در مواردی که مطلق بودن مکان ها برای ما خیلی مهم است و مشکلی هم از احاطه بار قابل تحمل ربات متوجه ما نباشد، استفاده می شود.

۲. انکدرهای افزاینده: 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.

منبع:

<http://www.aoh.blogfa.com>

۵-۳. سنسورها در ربات (۲):

در اتوماسیون سخت (*Hard Automation*) که در آن یک ماشین وظیفه مشخص را همان گونه که در صنعت مورد نیاز است انجام می دهد، نیازی به هوشمند بودن سیستم نیست. اما برای رسیدن به اتوماسیون هوشمند (*Intelligent Automation*) به دو جز کلیدی نیازمندیم: هوش مصنوعی و سیستم سنسوری.

به کمک این دو می توان به ربات های صنعتی با کاربردهایی در نقاشی، جوشکاری، حمل و نقل و مونتاژ رسید که قدرت انجام کارهای پیچیده، تشخیص و تفکیک را دارا هستند.

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.

۵-۳-۱. تعریف سنسور نوری (گیرنده-فرستنده)

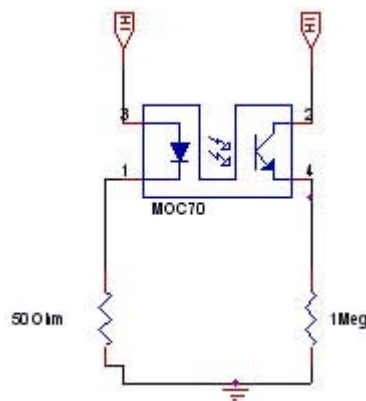
یکی از پرکاربردترین حسگرهای مورد استفاده در ساخت رباتها حسگرهای نوری هستند. سنسور های نوری در اصل چشم ربات به حساب می آید که خط زیر ربات را تشخیص می دهد و به میکرو کنترلر فرمان میفرستند. خروجی این حسگر در صورتیکه مقابل سطح سفید قرار بگیرد ۵ ولت و در صورتی که در مقابل یک سطح تیره قرار گیرد صفر ولت می باشد. البته این وضعیت می تواند در مدل های مختلف حسگر برعکس باشد. در هر حال این حسگر در مواجهه با دو سطح نوری مختلف ولتاژ متفاوتی تولید می کند.



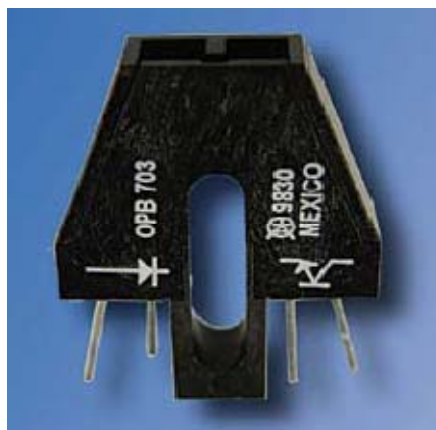
در زیر یک نمونه مدار راه انداز زوج حسگر نوری گیرنده فرستنده نشان داده شده است. مقادیر مقاوت های نشان داده شده در مدل های متفاوت متغیر است و با مطالعه دیتا شیت آنها می توان مقدار بهینه مقاومت را بدست آورد.

۵-۳-۲. بسته های متفاوت سنسور نوری:

به طور کلی بسته های موجود را می توان به دو دسته تقسیم کرد؛ سنسورهایی که برای تشخیص وجود اجسام استفاده می شوند (*proximity sensors*) و سنسور هایی که برای تشخیص فاصله مورد استفاده قرار می گیرند (*distance sensors*).



سنسورهایی که برای تشخیص وجود اجسام مورد استفاده قرار می گیرند، معمولاً از یک فرستنده مثل *IR LED* و یک گیرنده مثل فوتوترانزیستور استفاده می شود. نمونه ی این گونه سنسور *RS 05* یا سنسور های نوع *OPB* است، که بررسی می شود.

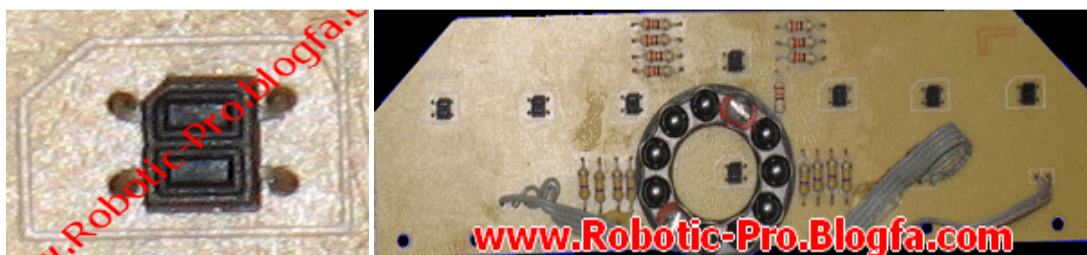


شکل ۱۴. یک بسته ی گیرنده و فرستنده ی *IR*

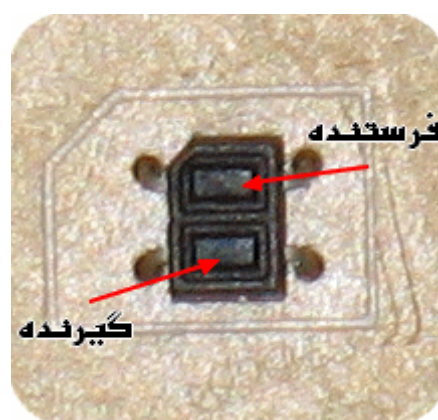
۵-۳-۳. انواع سنسورهای نوری

۵-۳-۳-۱. سنسور GP2S04-6

این سنسور یک سنسور فرستنده و گیرنده در یک پک کوچک و کم حجم میباشد که دارای حساسیت بسیار خوبی است و یکی از بهترین سنسورها برای یک ربات مسیر یاب میباشد و نور محیط تاثیر زیادی در عملکرد آن ندارد (مادون قرمز) که اسم این سنسور GP2S04-6 است . بهترین بازده این سنسور در فاصله ۴ الی ۶ میلیمتر از سطح زمین میباشد در عکس زیر نمونه ای از این سنسور و نمونه ای از برد سنسور را میبینید .

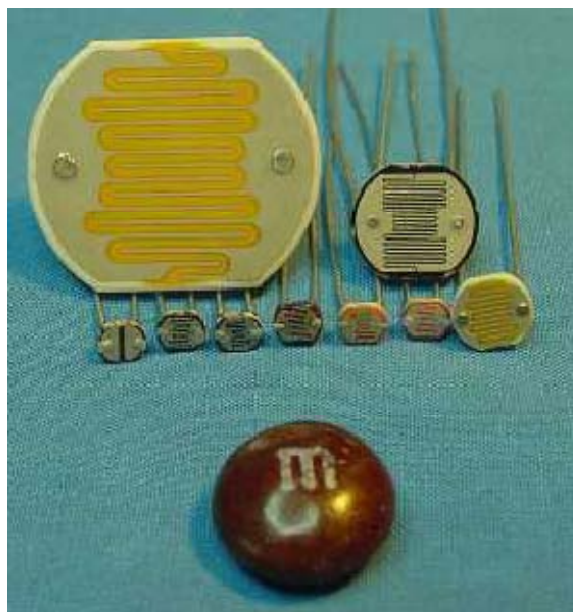


این سنسور دارای ۴ پایه میباشد که دوتای آن به زمین وصل میشود و دوتای دیگر هم هر کدام به یک مقاومت متصل می گردد



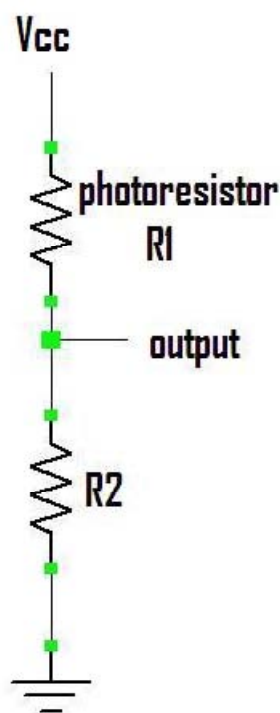
باید توجه کرد که قسمتی از سنسور که دارای یک شیار در گوشه سنسور است فرستنده می باشد.

۵-۳-۳-۲. مقاومت نوری (photoresistor) :



شکل ۱. چند نوع *photoresisto* در ابعاد مختلف؛ اساس کار این قطعات بر خواص فیزیکی سطح سولفید کادمیوم استوار است.

اساس کار مقاومت نوری بسیار ساده است؛ مقاومت این قطعه با تغییر شدت نور رسیده به آن تغییر می کند، اما از آنجا که در الکترونیک داده ها به صورت ولتاژ ظاهر می شوند باید به شکلی این تغییر در مقاومت را به تغییر ولتاژ تبدیل کنیم.



در شکل بالا ولتاژ خروجی به سادگی از رابطه ی زیر به دست می آید:

$$V_{output} = V_{cc} * (R_2 / (R_1 + R_2))$$

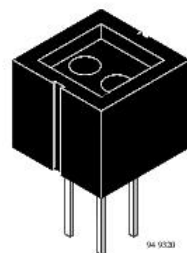
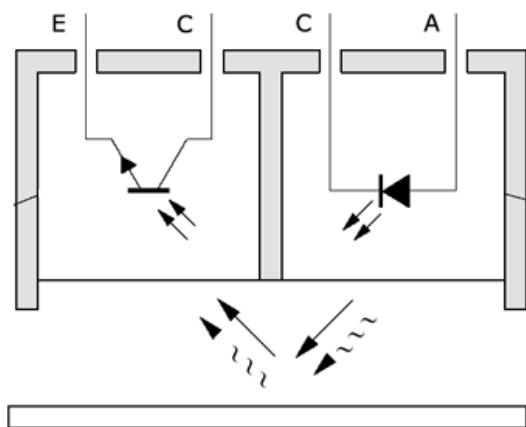
فرض کنید در یک مدار معمولی مقاومت R_2 برابر 500Ω و V_{cc} برابر $5V$ باشد، اکنون هنگامی که مقاومت نوری در تاریکی کامل قرار دارد مقاومت آن حدود $2k\Omega$ است و ولتاژ خروجی تقریباً صفر است، و هنگامی که در مقابل نور مستقیم قرار می گیرد مقاومت آن به حدود 20Ω کاهش یافته و ولتاژ خروجی تقریباً $5V$ می شود.

بدین گونه موفق شدیم یک حالت فیزیکی محیط را به سیگنال الکتریکی تبدیل کرده و به عبارت دیگر یک گیرنده برای سنسور خود بسازیم.

۵-۳-۳. سنسور CNY70

این سنسور به صورت یک بسته حاوی دو عدد سنسور مادون قرمز است. یک سنسور فرستنده و سنسور دیگر گیرنده می باشد. برای اینکه روبات شما بهتر کار کند بهتر است بجای استفاده از دو سنسور مادون قرمز به صورت مجزا از این *packeg* سنسور استفاده کنید. در این سنسور پایه های بلندتر در هر سمت سمت آند و پایه های کوتاهتر سمت کاتد است.

با استفاده از این نوع سنسور میزان خطاها تا حد قابل ملاحظه ای کاهش می یابد .



۵-۳-۳-۴. فتوسل

یک سنسور حساس به نور مرئی و مادن قرمز که در صورت تابش نور به آن مقاومت الکتریکی آن تغییر می کند .



قیمت: ۱۰۰۰ ریال

۵-۳-۳-۵. فتوسل بزرگ

یک فتوسل (مقاومت حساس به نور) بزرگ با یک قاب پلاستیکی جهت حفاظت فتوسل از آسیب و آلودگی در صورتی که نوری که به این فتوسل تابیده می شود زیاد شود مقاومت الکتریکی آن کاهش می یابد
قیمت: ۴۵۰۰ ریال



۵-۳-۶. یک جفت دیود فرستنده و گیرنده مادون قرمز

یک جفت دیود فرستنده و گیرنده مادون قرمز ۵ میلی متری بسیار مناسب برای تشخیص رنگ سطوح مختلف و مناسب برای ربات های

مسیر یاب ، لایبرنت، آتش نشان و هر رباتی که نیاز به تشخیص رنگ دارد
حداقل تعداد خرید ۵ جفت است .

قیمت: ۲۰۰۰ ریال



۵-۳-۷. اپتوکانتور موازی مادون قرمز

یک فرستنده و گیرنده مادون قرمز که پک شده اند. بسیار مناسب برای استفاده در ربات های مسیر یاب و لایبرنت

قیمت: ۱۰۰۰۰ ریال



۵-۳-۸. اپتوکانتور موازی مادون قرمز تایی

یک فرستنده و گیرنده بسیار قوی مادون قرمز که پک شده اند. بسیار مناسب برای استفاده در ربات های مسیر یاب و لایبرنت
قیمت آن کمی گران است ولی نسبت به کیفیت آن ارزش دارد
در این محصول در اصل یک فتو ترانزیستور وجود دارد که حساسیت زیادی ایجاد می کند.
این محصول کارخانه ویشی تایوان است

قیمت: ۱۳۰۰۰ ریال



۵-۳-۴. کاربرد سنسور های نوری

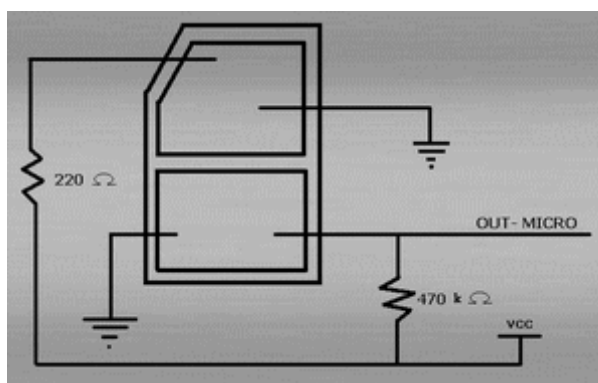
استفاده در کنترل از راه دور تلویزیون : سنسور های مادون قرمز (*IR*) زیادی در بازار موجود میباشند که در دو نوع فرستنده و گیرنده میباشد که نمونه اون رو میتونید در کنترل تلویزیون و خود تلویزیون مشاهده کنید که سنسوری که در کنترل میباشد و دارای رنگ روشنی میباشد فرستنده و سنسوری که در جلوی تلویزیون میباشد تیره رنگ میباشد گیرنده اون به شمار میرود

استفاده از سنسور نوری در ماوس : از سنسور های نوری برای تبدیل حرکت در ماوس به سیگنال های الکتریکی قابل فهم برای کامپیوتر استفاده می شود در یک طرف دیسک یک *LED* مادون قرمز و در طرف دیگر یک سنسور مادون قرمز ، وجود دارد . سوراخ های موجود بر روی دیسک باعث شکست نور متصاعده شده توسط *LED* می شوند، بدین ترتیب سنسور مادون قرمز ، پالس های نور را مشاهده خواهد کرد . تعداد پالس ها ارتباط مستقیم با سرعت موس و مسافتی که موس حرکت می کند ، خواهد داشت.

یک تراشه پردازنده بر روی برد . پردازنده فوق پالس ها را خوانده و پس از تبدیل به باینری ، آن ها را از طریق کابل مربوطه برای کامپیوتر ارسال می دارد.

مدارات مرتبط با سنسور های نوری :

مدار زیر مربوط به سنسور نوری فرستنده گیرنده *GP2S04-6* است .



در این سنسور پایه مثبت فرستنده به مقاومت ۳۳۰ اهم و پایه مثبت گیرنده به مقاومت ۴۷۰ کیلو اهم وصل می شوند. خروجی این سنسور بین پایه گیرنده و مقاومت ۴۷۰ کیلو اهم گرفته میشود زمانی که زیر سنسور رنگ سفید باشد مقدار خروجی حدود $0.7 - 2.0$ ولت میباشد و زمانی که رنگ زیر آن سیاه باشد خروجی آن حدود $3/3 - 3/4$ ولت میباشد

۵-۳-۵. امواج Ultrasonic

امواج اولتراسونیک به دسته‌ایی از امواج مکانیکی گفته می‌شود که فرکانس نوسانشان بیش از محدوده شنوایی انسان 20KHz باشد. این امواج بدلیل خواصی که دارند کاربردهای متنوع و بعضاً جالبی دارند. با محاسبه‌ایی ساده می‌توان دریافت که اگر نقطه‌ایی با فرکانس ۲۵ کیلوهرتز و دامنه ۱۰ میکرومتر نوسان کند شتاب آن بالغ بر ۲۵ هزار برابر شتاب ثقل می‌شود. این شتاب و به طبع آن سرعت بالا در مایعات باعث ایجاد کاویتاسیون می‌شود و در هنگام انفجار حبابهای ایجاد شده فشاری در حدود ۲۰۰ بار ایجاد می‌گردد. از طرف دیگر اگر حرکت نسبی با مشخصات فوق میان دو سطح جامد برقرار شود ازدیاد دما باعث جوش خوردن دو سطح به یکدیگر می‌شود که *Ultrasonic Welding* می‌باشد.

امواج اولتراسونیک مانند دیگر امواج دارای خاصیت شکست، انعکاس، نفوذ و پراش می‌باشند. برای تولید این امواج روشهای متفاوتی وجود دارد.

مجموعه‌های اولتراسونیک معمولاً از سه بخش کلی تشکیل می‌شوند:

۱. مبدل

۲. بوستر

۳. تقویت کننده یا هورن.

مبدل نقش تولید امواج مکانیکی و تبدیل انرژی الکتریکی به مکانیکی را دارد، بوستر و تقویت کننده نیز وظیفه انتقال و تقویت دامنه حرکت و رساندن آن به مصرف کننده را به عهده دارند.

۵-۳-۵. 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.

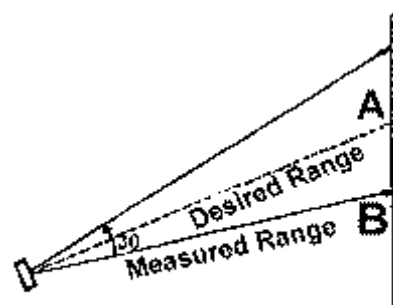
با وجود اینکه رویکردهای زیادی در این زمینه وجود دارد ولی میتوان آنها را در دو بخش تقسیم بندی کرد. دسته اول شامل ابزارهای انفعالی میباشند، نظیر سیستمهای فاصله سنجی *swept-focus* و یا *stereoscopic* دسته بعد سیستم های فعال یا *Active* میباشند نظیر سیستمهای ماکروویو، لیزر و مافوق صوت.

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، دقیقا مشابه آن قسمت از دزدگیرهایی که در خودروها (مقابل شیشه جلو) نصب میشود. البته در درس اصلی کار با اینگونه سنسورها مدار راه انداز آن است. البته پکیجهای آماده که کار را بسیار ساده میکنند نیز وجود دارد، مانند مدل مافوق صوت ساخت شرکت *Texas Instruments* که این سنسورها در برخی دوربینها نیز برای تشخیص فاصله و فوکوس مناسب استفاده میشود.

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.

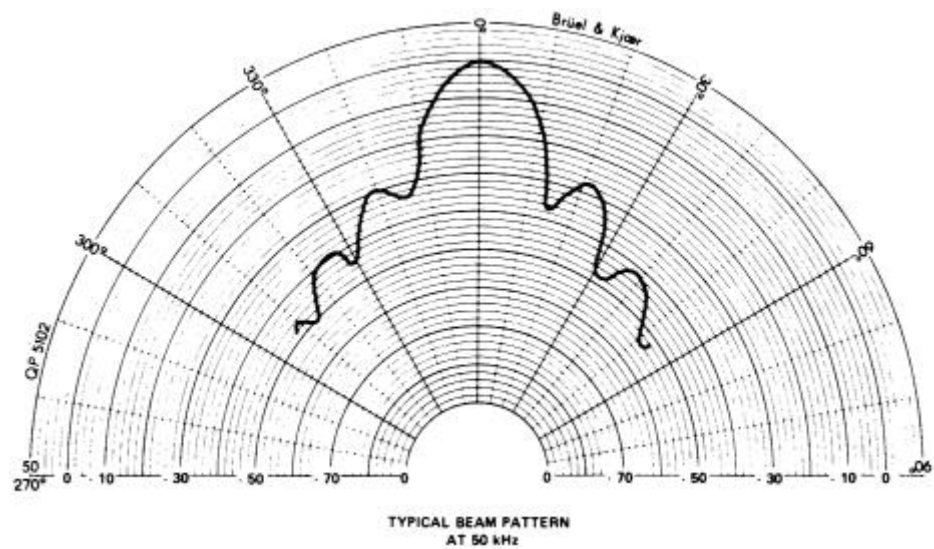
قدم بعدی بدست آوردن ماتریسی از موانع موجود در محیط است. اینکار از دو راه ممکن است راه اول جاروب کردن محیط با امواج بصورت مکانیکی میباشد. راه دوم استفاده از چند مبدل، با توجه به پیچیدگی محیط، است. بعنوان مثال میتوان یک مبدل متحرک با رنج زاویه ای بالا در سر ربات، یک مبدل ثابت در جلو و رو به پایین برای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



۵-۳-۲. 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 .

۵-۳-۶. سنسور سونار

۵-۳-۶-۱. خلاصه

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)

۵-۳-۶-۲. نظریه عملکرد

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:

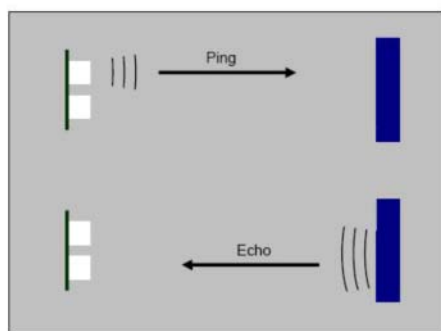


Figure 1 - Sonar Ping and Echo

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 برابر 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:

$$Distance = ElapsedTime / (2 * Speed_Of_Sound)$$

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.

۵-۳-۶-۳. 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 *100 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 *100 microsecond* به آن بدست آورد. به صورت زیر:

$$elapsedTime = pulseDuration + 100$$

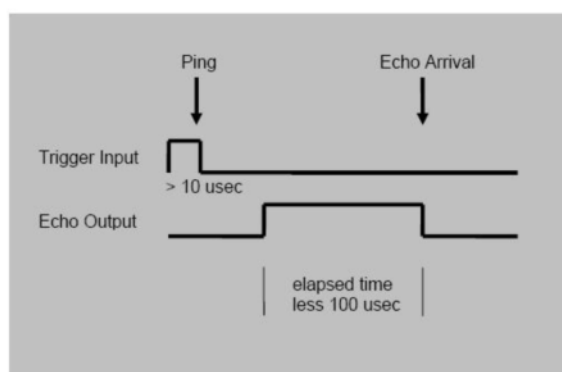


Figure 2 - Devantech SRF04 Signals

چکیده

در این مقاله سعی در این است که شناخت مختصری از سنسور رنگ بوجود آوریم برای این منظور ابتدا در مورد طیف نور توضیحاتی ارائه شده و سپس به ساختار داخلی سنسور پرداخته ایم. بعد سیستم کار این سنسور که بصورت کدهای دیجیتال در خروجی سریال جهت پروسس عمل می کند را شرح داده ایم.

کلمات کلیدی:

ADC: Analog – Digital – Converter

Sensor: حسگر

Pixel: پیکسل

Chip: چیپ

۵-۳-۷-۱. مقدمه:

هدف اصلی از بررسی ها و تعاریفی که در این مقاله ارائه میشود . بازشناسی رنگ ها توسط ابزاری بغیر از چشم انسان می باشد یعنی به غیر از چشم انسان ابزارهای دیگری هم وجود دارند که می توانند رنگ ها را دریافت کرده و حس کنند پس لازمه ی ارتباط سخت افزار با دنیای قابل دیدن یک چشم حساس به نور مرئی یا رنگ می باشد که در اصطلاح فیزیک به آن سنسور نوری گفته می شود . این سنسورها در نور غیر مرئی یا طول موج های مورد نظر برای نورهای مرئی حساس هستند مانند سنسورهای حساس به نور زیر قرمز (*infrared*) یا ماوراء بنفش (*ultra violet*) که برای گیرنده های تلوزیونی کاربرد دارند.

سنسورهای رنگی ساخته شده در صنعت کار تشخیص رنگ را بر عهده دارند و تقریباً تمام طیف نور مرئی را تشخیص می دهند. این سنسورها بهترین انتخاب برای کاربردهای مقیاس کوچک با عملکرد بالا هستند.

مورد استفاده سنسور رنگ در صنعت مدرن بسیار زیاد است که از آن جمله می توان به کاربرد آن در خطوط تولید کنترل کیفیت (*Q.C*) ، ماهواره ها، رباتیک ، پزشکی ، صنایع غذایی ، اتومبیل سازی ، و به طور کلی در اتوماسیون سیستمها و سیستمهای اتوماتیک اشاره کرد.

ابزارهای بسیاری نیاز به کنترل رنگ از طریق یک سنسور را دارند به عنوان مثال در صنعت، کدهای رنگی پرینت شده همانند خطوط روی مقاومتها بایستی آشکار شوند تا اجازه عملکرد بالای ذخیره اتوماتیک رابه مقاومت بدهند. نیمی از شرکتهای آلمانی در صنعت غذایی (*tetra*) جهت کنترل رنگی از *color sensor* استفاده می کنند.

سه نوع سنسور رنگ شبیه چشم انسان مسئولیت تشخیص رنگ را بر عهده دارند. این سنسورهای رنگی نمایانگر یک طرح کوچک فیلترهایی با کیفیت بالا و خواندن هم زمان سه سطح رنگی می باشند.



سنسور فوق یکی از انواع سنسورهای *JEN color* ساخت کارخانه *MAZET* آلمان و از نوع سنسورهای سه عنصری (*3 element color sensor*) بوده که قابلیت شناسایی رنگ ها را به تفکیک رنگهای قرمز، سبز و آبی دارا می باشد.

سنسور مربوط از 3×19 فتو دیود *pin* سیلیکونی که بصورت حلقه وار روی چیپ فقرار گرفته اند تشکیل شده برای جلوگیری از ایجاد تداخل در بین فتو دیود ها، هر سکتوری از قسمت دیگر جدا شده برای شناسایی هر رنگی در هر کدام از این فتودیود ها فیلتر مربوط به طول موج رنگ مربوط در نظر گرفته شده است.

فیلترهای رنگی با کیفیت بالای تداخلی دارای این خصوصیات می باشد:

بصورت *micro-structure* روی چیپ قرار گرفته اند

قدرت انتقال سیگنال بالایی دارند.

سطح آن ها سخت می باشد.

پایداری حرارتی بالایی دارند.

فیلترها دارای شیب زیادی هستند

آرایه های فتو دیده های *pin* سیلیکونی:

ناحیه طول موج *450mm-750mm*

جریان گرفته شده از هر سکتور کمتر از 50 pa به ازای 5 v ولتاژ معکوس ظرفیت خازن هر سکتور 50 pf به ازای 5 v ولتاژ معکوس ماکزیمم ولتاژ معکوس 30 v

۵- زمان صعود (TR) کمتر 1 ns

این قطعه در انواع پکیج های tos-smd-so8 با فیلتر IR ارائه شده است. و دارای چهار پایه می باشد که شامل سه پایه آند که هر کدام مربوط به یک رنگ قرمز، سبز و آبی و یک پایه کاتد مشترک می باشد.

۵-۳-۷-۲. ساختار فیزیکی

سنسورهای رنگی شامل آرایه های دو بعدی (ماتریس) از سلول های تصویری می باشند که عملیات استخراج نور و اسکنینگ ($Scanning$) را انجام می دهد، جنس این سلول ها از مواد نیمه هادی طراحی آن به صورتی است که تشکیل یک خازن بدهد. برای تولید این سلول ها از ترکیب بایاس معکوس $P-N$ استفاده می شود. در این تکنولوژی، ساخت دیودی با اتصال $P-N$ ($reverse-based$) مورد استفاده قرار می گیرد.

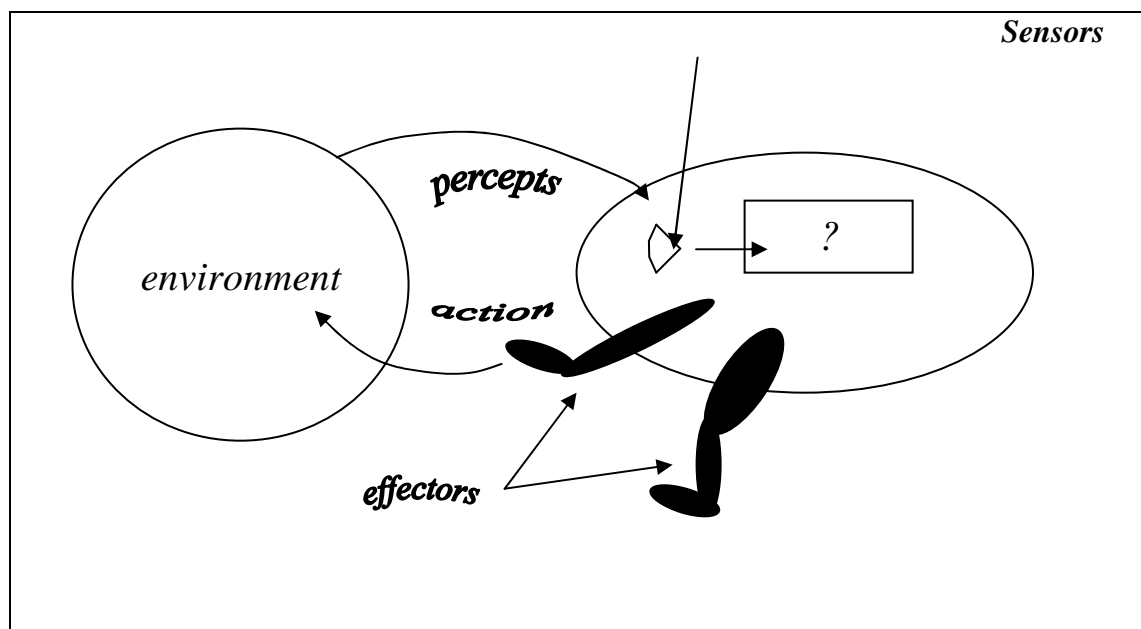
وقتی یک ولتاژ مثبت بر روی یک الکتروود هادی کنار بستر القاء می شود یک ناحیه تخلیه در بستر در کنار الکتروود ایجاد می شود به این منبع تخلیه چاه پتانسیلی نیز گفته می شود حال وقتی نور به ناحیه تخلیه برسد الکترون های بستر با حفره ها ترکیب مجدد می شوند ولی در ناحیه تخلیه الکترون های آزاد خواهیم داشت بنابراین یک شارژ منفی از ناحیه تخلیه بوجود می آمد که نمایانگر تابش نور بر بستر می باشد برای این که نور به آسانی به محل تخلیه برسد الکتروودهای از جنس پلی سیلیکون می باشد.

۶. عامل های هوشمند

۶-۱. مقدمه

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 گوشهها، 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.



شکل ۱-۲: عامل هایی که از طریق حسگر ها و اثر کننده ها با محیط ها ارتباط برقرار می کنند.

۶-۲. 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 .

ماواژه 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 ، مانند دفع دربار سرزنش نمود. اما رها کردن نیاز های کامل بودن، راه مناسبی برای عامل ها نیست. نکته اینجا است 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 کارآیی که درجه موفقیت را تعیین می کند

هر چیزی 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.

این عوامل راهنمای تعریف ایده آل هستند: برای هر دنباله ادراکی ممکن عامل منطقی ایده آل باید هر کاری را که انتظار می رود باعث حداکثر سازی معیار کارآیی می شود انجام دهد و این عمل بر پایه شواهدی که از طریق دنباله ادراکی آماده شده و هر آنچه که دانش درونی عامل است انجام میگردد.

نگاشت ایده آل از دنباله های ادراکی به عملیات

از آنجا که دریافتیم رفتار عامل وابسته به دنباله ادراکی تا حال است، می توانیم هر عامل خاصی را به وسیله ساخت جدولی از عمل آن در پاسخ به هر دنباله ادراکی توصیف کنیم. (برای اکثریت عامل ها، این لیست بسیار طولانی خواهد بود یا در واقع نامتناهی، مگر آنکه کرانی بر طول دنباله ادراکی مورد انتظار قرار دهیم.) چنین لیستی نگاشت (*mapping*) از دنباله ها ادراکی نامیده می شود. اصولاً قادر هستیم دریابیم کدام نگاشت عامل را به وسیله بررسی تمامی دنباله های ادراکی ممکن و ثبت اعمالی که عامل در پاسخ انجام می دهد، توصیف می کند. (اگر عامل ها مقداری تصادفی سازی در محاسبات خود بکار برند، خواهیم توانست برخی دنباله های ادراکی را چندین بار اعمال نموده تا ایده مناسبی برای رفتار متوسط عامل بدست آوریم.) و اگر نگاشت ها عامل ها را توضیح دهند، آنگاه نگاشت ایده آل عامل های ایده آل را تشریح می کند. تعیین این که کدام عمل را باید عامل در مقابل هر دنباله ادراکی داده شده انجام دهد، طراحی برای عامل ایده را مهیا می سازد.

۶-۳. 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 مکانیزمی 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.

ساختار عاملهای هوشمند

تاکنون درباره عامل ها از طریق توصیف رفتارشان بحث شد، عملی که بعد از هر دنباله ادراکی داده شده انجام می گیرد. حال زمان آن رسیده که به اصل مطلب بپردازیم و درباره چگونگی کارکرد داخلی آن گفتگو کنیم. وظیفه هوش مصنوعی طراحی برنامه عامل است، تابعی که نگاشت عامل از ادراک به عملیات را پیاده سازی می کند. فرض می کنیم این برنامه بر روی نوعی ابزار محاسبه گر اجرا می گردد که آن را معماری می نامیم.

بدیهی است، برنامه ای که انتخاب می کنیم باید آن برنامه ای باشد که توسط معماری قابل پذیرش و اجرا باشد.

معماری ممکن است یک کامپیوتر یا سخت افزارهای خاص برای مقاصد معین باشد، به عنوان مثال دوربین های پردازش تصویر یا ورودی فیلتر شده صدا. همچنین ممکن است شامل نرم افزاری گردد که درجه ای از پوشش بین کامپیوتر به عنوان سخت افزار صرف و برنامه عامل را ایجاد نماید و بنابراین برنامه نویسی در سطح بالا تری صورت می گیرد. عموماً، معماری ادراک از طریق حس گر ها را برای برنامه آماده ساخته برنامه را اجرا نموده و اعمال انتخابی برنامه را به عمل کننده های سیستم منتقل خواهد کرد. ارتباط ما بین عامل ها، معماری ها و برنامه ها را می توان به صورت ذیل جمع بندی نمود:

برنامه + معماری = عامل

اکثریت مباحث این کتاب درباره طراحی برنامه ها عامل است.

قبل از آنکه به طراحی عامل بپردازیم، ابتدا باید تصویر خوبی از ادراکات و عملیات ممکن، اهداف یا معیار کارایی عامل که می خواهد به آن برسد و نوع محیطی که در آن فعالیت می کند، را داشته باشیم. این

مباحث عناوین گسترده ای را شامل می گردد. شکل ۳-۲ عناصر پایه برای انتخاب انواع عامل را نشان می دهد.

محیط	اهداف	عملیات	ادراکات	نوع عامل
بیمار، بیمارستان	بیمارسال، حداقل هزینه	سؤالات، آزمونها، رفتارها	علائم، یافته ها، پاسخهای بیمار	سیستم تشخیص پزشکی
تصاویر ماهواره ای	طبقه بندی صحیح	چاپ یک صحنه طبقه بندی شده	پیکسل های با شدت متفاوت، رنگ	سیستم تحلیل تصویر ماهواره ای
تسمه حمل کننده اجزاء	قرار دادن اجزاء در دسته صحیح	برداشتن اجزاء و مرتب سازی آنها به صورت دسته ای	پیکسلها با شدت متفاوت	روبات جابه جا کننده اشیاء
پالایشگاه	افزایش خلوص، محصول، ایمنی	بازو بسته کردن سوپاپها، تعدیل دما	دما، فشارسنجها	کنترل کننده پالایشگاه
مجموعه دانش آموزان	افزایش نمرات دانش آموزان در آزمونها	تمرینهای چاپ شده، پیشنهادات، اصلاحات	کلمات تایپ شده	آموزش دهنده زبان انگلیسی با ارتباط متقابل

شکل ۳-۲: مثالهایی از انواع عامل ها و تعاریف *PAGE* های آنها

شاید برای برخی از خوانندگان تعجب آور باشد که ما در لیست انواع عامل ها برخی برنامه ها را ذکر کرده ایم که در محیط کاملاً مصنوعی که به وسیله ورودی صفحه کلید و خروجی کاراکتر بر روی صفحه نمایش تعریف می شود، مطرح می گردند مطمئناً برخی خواهند گفت، «آیا این یک محیط واقعی است؟» در حقیقت مسئله مهم تمایز محیط های «واقعی» و «مصنوعی» نیست، بلکه مسئله اصلی پیچیدگی ما بین ارتباط رفتار عامل، دنباله ادراکی تولید شده بوسیله محیط، و اهدافی است که عامل قصد حصول آن را دارد، می باشند. برخی محیط های «واقعی» در عمل بسیار ساده هستند. برای

مثال، روباتی که برای بازرسی قطعاتی که بر روی تسمه نقاله می آیند، طراحی شده می تواند فرضیات ساده کننده ای را در نظر گیرد: این فرض که روشنایی همواره وجود دارد، این فرض که فقط قطعات خاصی بر روی تسمه نقاله انتقال می یابند و اینکه تنها دو عمل اعریف شده است، قبول قطعه یا علامت گذاری روی آن برای رد قطعه.

در مقابل برخی عامل های نرم افزاری (*Software agents*) در دامنه های نامحدود و غنی وجود دارند (به این نرم افزار ها، روبات های نرم افزاری یا (*softbots*) نیز می گویند). روبات نرم افزاری را تصور کنید که برای شبیه سازی پرواز ۷۴۷ طراحی شده است. شبیه ساز درای محیطی پیچیده و بسیار جزیی است و عامل نرم افزاری باید از میان طیف گسترده ای از عملیات در شرایط بلاد رنگ انتخابی را انجام دهد. و یا عامل نرم افزاری را تصور کنید که برای مرور منابع اخبار و نمایش اقلام مورد توجه مشتریان طراحی شده است. برای انجام درست کار، باید قابلیت پردازش زبان طبیعی را داشته باشد، نیازمند یادگیری علایق مشتریان خواهد بود و می بایست توانایی تغییر پویای برنامه خود را برای زمانی داشته باشد که برای مثال اتصال به یک منبع خبری از بین رود و یا یک منبع جدید خبری خط بیاید.

برخی محیط ها تمایز بین « واقعی » و « مصنوعی » را محو می کنند. در محیط *ALIVE* (*Maes et al. 1994*), عامل های نرم افزاری داده شده ناد که قادر به درک تصاویر دوربین دیجیتال اتاقی هستند که انسانی گرداگرد آن قدم میزند. عامل، عامل تصویر دوربین را پردازش کرده و عملی را انتخاب می کند. محیط همچنین تصویر دوربین را بر روی پرده نمایش بزرگی که انسان قادر به دیدن آن باشد نمایش می دهد تا بتواند بر روی تصویر افکت های گرافیک کامپیوتری را اضافه کند. چنین تصویری می تواند سگکارتونی باشد که برناوه ریزی شده تا بسوی انسان حرکت کند (مگر اینکه فرد به جایی اشاره کند تا سگ دور شود) و یا دست خود را تکان داده و یا مشتاقانه بپرد زمانی که انسان اداهای خاصی از خود در آورد.

۴-۶. محیط ها

اعمال بوسیله عامل بر محیط انجام می شود، که خود ادراک عامل را مهیا می سازد. اول، انواع متفاوت محیط ها و چگونگی اثر آنها بر طراحی عامل را تشریح نموده و سپس برنامه های محیطی را تشریح خواهد کرد که می تواند به عنوان بستر آزمون برنامه های عامل مورد استفاده قرار گیرد. خواص محیط ها : محیط ها از چند منظر مورد توجه قرار می گیرند. تمایز های پایه به قرار زیر ایجاد می شوند:

۶-۴-۱. قابل دسترسی در مقابل غیر قابل دسترسی

اگر ابزار حس کننده عاملی امکان دسترسی به وضعیت کامل محیط را بدهد، آنگاه می گوئیم محیط برای عامل قابل دسترسی است. محیط مؤثر قابل دسترسی است. اگر حس گرها تمامی جنبه هایی را که برای انتخاب عمل لازم است شناسایی کنند. محیط قبال دسترسی راحت است زیرا عامل نیازمند دستکاری هیچ وضعیت داخلی برای حفظ دنیا را نخواهد داشت.

۶-۴-۲. قطعی در مقابل غیر قطعی

اگر وضعیت بعدی محیط به وسیله وضعیت کنونی و اعمالی که با عامل انتخاب گردد، تعیین شود، می گوئیم محیط قطعی است. به طور کلی، عامل نباید درباره عدم قطعیت در محیط قطعی و قابل دسترسی نگران باشد. اگر محیط قابل دسترسی نباشد، ممکن است غیر قطعی به نظر برسد. اگر محیط پیچیده باشد این مطلب به طور اخص صحیح است، که نگهداری تمامی جنبه های غیر قابل دسترسی را دشوار می سازد. بنابراین، بهتر است به قطعی یا غیر قطعی بودن محیط از دیدگاه عامل نگاه کنیم.

اپیزودیک در مقابل غیر اپیزودیک

در محیط اپیزودیک (*episodic*)، تجربه عامل به اپیزود هایی تقسیم می گردد. هر اپیزود شامل درک و عمل عامل است. کیفیت اعمال ان تنها به خود اپیزود وابسته است، زیرا اپیزود های بعدی وابسته به اعمالی که در اپیزود های قبلی صورت می گیرد نیستند. محیط های اپیزودی بسیار ساده ترند زیرا عامل نباید به جلو تر فکر کند.

۶-۴-۳. ایستا در مقابل پویا

اگر محیط درحین سنجیدن عامل تغییر کند، می گوئیم محیط برای عامل پویا است، در غیر این صورت پویا است. محیط های ایستا برای کار ساده هستند زیرا عامل نیازمند نگاه کردن به دنیا درحین تصمیم گیری عملی نداشته و همچنین در مورد گذر زمان نیز نگران نمی باشد. اگر محیط با گذر زمان تغییر نیابد اما امتیاز کارایی تغییر کند، می گوئیم محیط نیمه پویا (*semidynamic*) است.

گسسته در مقابل پیوسته

اگر تعداد محدود و مجزا از ادراک و اعمال بوضوح تعریف شده باشد، می گوئیم محیط گسسته است. بازی شطرنج گسسته است، تعداد ثابتی در هر نوبت بازی وجود دارد. رانندگی تاکسی پیوسته است، سرعت و محل تاکسی و دیگر مشخصات خودرو در بازه مقادیر پیوسته تغییر می کنند. مشاهده خواهیم

کرد که انواع متفاوت محیط ها نیاز مند برنامه های عامل تا حدودی متفاوت هستند تا قادر به عملکرد کارا باشند. بعداً روشن خواهد شد که سخت ترین حالت، همانطور که شما ممکن است حدس زده باشید، غیر قابل دسترسی، غیر اپیزودیک، پویا و پیوسته است. همچنین خواهیم دید که اکثریت وضعیت های واقعی چنان پیچیده هستند که اگر واقعاً قطعی باشند، برای اهداف عملی، غیر قطعی در نظر گرفته می شود.

۴-۴-۶. برنامه محیط

شبیه ساز یک یا چند عامل را به عنوان ورودی گرفته و بگونه ای عمل می کند که هر عامل ادراک درست و نتیجه بازگشتی عمل خود را بدست آورد. سپس شبیه ساز محیط را بر اساس اعمال و احتمالاً دیگر فرایندهای پویای محیط که به عنوان عامل ها در نظر گرفته نمی شوند (مثل باران)، بهنگام می سازد. بنابراین محیط با وضعیت آغازین و تابع بهنگام سازی تعریف می گردد. البته، عاملی که در شبیه ساز کار می کند باید قادر به کار کردن در محیط واقعی باشد که همان انواع ادراک را ایجاد نموده و همان انواع اعمال را قبول کند

به طور کلی، ملاک کارایی وابسته به کل دنباله وضعیت های محیط است که در حین عمل برنامه تولید می گردد. معمولاً، ملاک کارایی با یک تجمع ساده مثل جمع، میانگین یا حداکثر کار می کند. برای مثال، اگر ملاک کارایی برای عامل *vaccum-cleaning* جع کل زباله هایی باشد که در یک شیفت کاری تمیز کرده باشد، *scores* تنها مقدار زباله تمیز شده تا کنون را نگهداری می کند. - *RUN-EVAL ENVIRONMENT* ملاک کارایی برای محیط واحدی برمی گرداند که به وسیله وضعیت آغازین واحد و تابع بهنگام سازی ویژه تعریف می گردد. معمولاً عامل برای کار در یک دسته محیط (*environment class*) طراحی شده است، مجموعه جامعی از انواع محیط ها. برای مثال، ما برنامه شطرنج را برای بازی در رقابت با رقبای متفاوت ماشینی و انسانی طراحی می کنیم. اگر آن را برای یک رقیب واحد طراحی کنیم، ممکن است قادر به استفاده از ضعف خاص آن رقیب باشیم، اما این طرح نمی تواند برنامه خوبی برای نرم افزار بازی عمومی باشد. به بیان دقیق تر، برای اندازه گیری کارایی یک عامل، نیازمند تولید کننده محیطی هستیم که محیط های خاص (با احتمالات کلی) را برای اجرای عامل انتخاب کند سپس ما علاقه مند به میزان کارایی متوسط عامل بر روی کلاس محیط هستیم.

یک اشتباه رایج بین دو مفهوم متغیر وضعیت در محیط شبیه ساز و متغیر در خود عامل (مراجعه شود به *REFLEX-AGENT-WITH-STATE*) ممکن است روی دهد. به عنوان برنامه نویسی که هر دو محیط

شبیه ساز و عامل را پیاده سازی می کند، اغوا برانگیز خواهد بود که عائل قادر به دسترسی متغیر وضعیت شبیه ساز محیط باشد. این فریفتگی باید به هر قیمتی سرکوب شود! نسخه عامل وضعیت تنها باید از روی ادراک آن ساخته شود، بدون آنکه دسترسی به اطلاعات کامل وضعیت داشته باشد.