

# آشنایی با علم رباتیک

## ۱- ساختار عمومی یک ربات:

یک ربات بطور معمول حداقل شامل پنج بخش متفاوت ولی مرتبط با هم میباشد:

۱-۱: سیستم مکانیکی مفصل شده

(AMS)(Articulated Mecanical System)

این سیستم متشکل از بازوها، مچها و اتصالات و عوامل نهایی مکانیکی بوده که در یک مجموعه به هم پیوسته و مرتبط جمع شده اند.

۲-۱: تحریک کننده ها (Actuators)

این بخش توان لازم را تحت یک سری شرایط کنترل شده و دقیق برای سیستم مکانیکی مفصل شده فراهم میکند. این توان می تواند از نوع الکتریکی، هیدرولیکی و یا نیوماتیکی باشد.

۳-۱: ابزارها و یا سیستمهای انتقال (Transmission System)

این مجموعه، تحریک کننده ها را به سیستم مکانیکی مفصل شده اتصال داده و بدین طریق توان فراهم شده توسط تحریک کننده ها به بخش مکانیکی منتقل شده و به گونه ای مجزا امکان حرکت را برای هر مفصل فراهم می آورد. برای مثالهایی از این نوع می توان از کابل، تسمه های دنده دارو چرخ دنده ها نام برد.

۴-۱: سنسورها (Sensors)

سنسورها قطعاتی هستند متشکل از ابزارهای لامسه ای الکتریکی یا نوری که در کنار سایر عناصر الکترونیکی می توانند ایفای نقش کنند. وظیفه این المانها کسب اطلاعاتی از موقعیت مفاصل ربات و شرایط محیطی از قبیل گرما و نور و هدفهای موجود در محیط ربات می باشد.

۵-۱: مغز یا کامپیوتر ربات (CPU: Central Processing Unit)

این بخش به عنوان محلی برای دستور گرفتن و تصمیم گیری توسط ربات می باشد. به عبارتی دیگر میتوان گفت که وظیفه پردازش و تجزیه و تحلیل بر روی اطلاعاتی که از سنسورها دریافت می شود بر عهده این قسمت میباشد. این وظیفه توسط برنامه هایی که در حافظه کامپیوتر قرار داده میشود به انجام می رسد.

بخش نرم افزار هم مرتبط با این قسمت می باشد. بد نیست در این باره هم به این مسئله اشاره کنم که برنامه نویسی در ربات به دو صورت *On-Line* و *Off-Line* انجام می شود.

در برنامه نویسی *On-Line* که امروزه به عنوان معمول ترین روش در بکارگیری رباتهای صنعتی استفاده میشود، اپراتور حرکتهای موردنظر را به ربات آموزش میدهد به گونه ای که ربات بعداً میتواند بدون کمک بطور خودکار همان کارها را تکرار کند.

برنامه نویسی *On-Line* خود نیز به دو صورت انجام میشود:

الف) آموزش دستی

ب) آموزش از طریق هدایت

آموزش دستی اصولاً در سیستمهای رباتیک نقطه به نقطه که مسیر و اهداف آنها به شکلی گسسته برای آنها تعریف میشود، کاربرد دارد. در این روش با کمک یک جعبه کنترلی ربات را به نقاط موردنظر هدایت کرده و مختصات آن نقاط در حافظه کامپیوتر ربات ثبت میشود و به این ترتیب برای دفعات بسیار قابل تکرار است. البته بکارگیری تجهیزات در هنگام برنامه نویسی قدری کار را مشکل می کند.

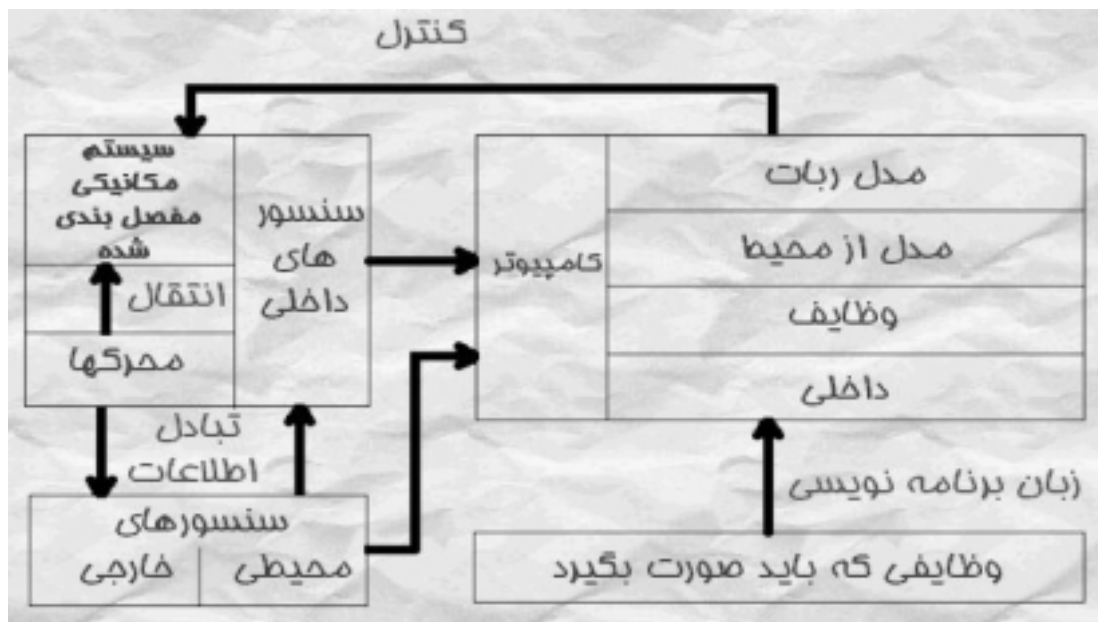
از روش آموزش از طریق هدایت، برای برنامه ریزی رباتهای مسیر پیوسته استفاده می شود که در این روش عامل نهایی را با دست در مسیر دلخواه حرکت داده و با این کار وضعیت پیوسته هر یک از محورها در حافظه ربات ثبت می شود.

در رباتهای الکتریکی با آزاد کردن موتورها و در رباتهای هیدرولیکی با کاهش فشار روغن، حرکت عامل نهایی امکان پذیر است. این روش نیز مشکلات خاص خود را دارد. به عنوان مثال وجود اجزای انتقالی در محرک ربات که نیروی موتور را منتقل می کنند یا حتی سنگینی مجموعه، می توانند ما را دچار مشکل کنند.

اما در مورد برنامه نویسی *Off-Line* که به برنامه نویسی سطح بالا موسوم است، باید به این نکته اشاره کرد که در مواردی که نیاز به انجام کارهای پیچیده تر است و اهمیت همزمانی عکس العمل ربات با وقایع خارجی حس می شود، باید از زبانهای کنترل-کننده رباتها استفاده کرد. در این زبانها علاوه بر وجود دستورات معمولی از قبیل کنترل حلقه و یا عبارات شرطی ، دستوراتی برای حرکت و جابجایی رباتها هم در نظر گرفته شده است. این نوع برنامه نویسی امکان ارتباط آسانتر کاربر با ربات را فراهم می آورد.

با توجه به توضیحاتی که در مورد بخشهای مختلف یک ربات داده شد، می توان یک نمای شماتیکی به صورت زیر

برای آن در نظر گرفت:



## ۲ - تقسیم بندی تاریخی رباتها:

از نظر سیر تاریخی رباتها به چهار نسل قابل تفکیک می باشند:

۱-۲- رباتهای برنامه ناپذیر یا رباتهای نسل صفر:

۲-۲- رباتهای برنامه پذیر یا رباتهای نسل اول:

این نوع رباتها دارای محرکهای قابل کنترلند که توان تکرار یک برنامه را نیز به این ترتیب دارا هستند. از این رباتها در کاربردهای صنعتی مانند خطوط مونتاژ ساده استفاده میشود.

۲-۳- رباتهای آداپتیو یا رباتهای نسل دوم:

در این سیستم علاوه بر وجود محرکهای قابل کنترل، سنسورها نیز برای تشخیص موقعیت بکار گرفته شده اند. به همین دلیل ضریب اطمینان کار در این دسته، از رباتهای نسل اول به مراتب بیشتر است و برای کارهای دقیق تر و پیچیده تری بکار می روند.

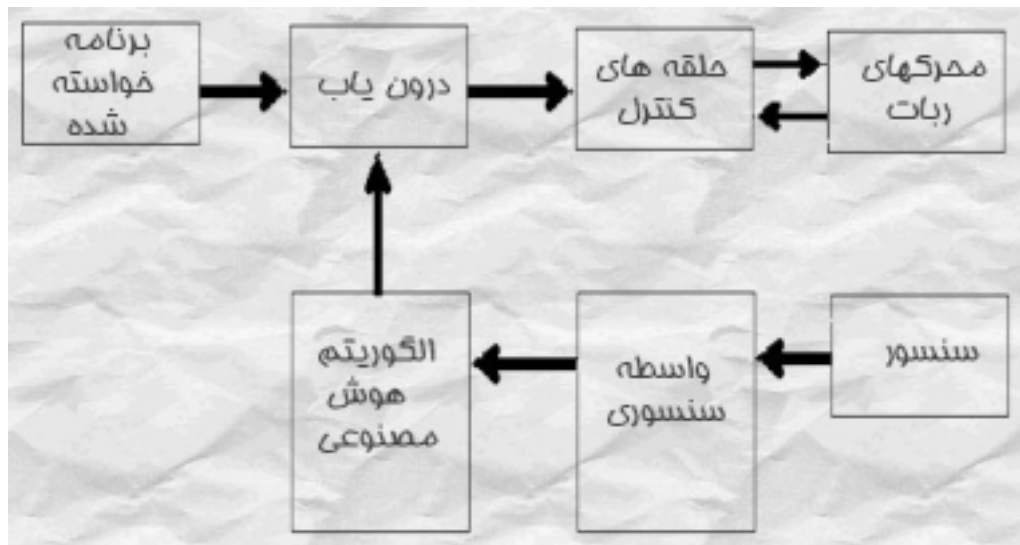
۲-۴- رباتهای هوشمند یا رباتهای نسل سوم:

این رباتها به سیستم بینایی نیز مجهزند و عملاً با بکارگیری نرم افزارهایی خاص به کمک پردازش داده های میکروپرسسوری که نوعی هوش مصنوعی را برای رباتها فراهم می سازد، قابلیت تصمیم گیری برای آنها امکان پذیر می شود.

### ۳- سنسورها در ربات:

در اتوماسیون سخت (*Hard Automation*) که در آن یک ماشین، وظیفه ای مشخص را همانگونه که در صنعت هم مورد نیاز است انجام میدهد، نیازی به هوشمند بودن سیستم نیست. اما برای رسیدن به اتوماسیون هوشمند (*INTELLIGENT Automation*) به دو جزء کلیدی نیازمندیم: هوش مصنوعی و سیستم سنسوری به کمک این دو می توان به رباتهای 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 بکار می روند. عملکرد سنسورها بدین گونه است که با توجه به تغییرات فاکتوری که نسبت به آن حساس هستند، سطوح ولتاژ ناچیزی را در پاسخ



ایجاد میکنند که با پردازش این سیگنالهای الکتریکی می توان اطلاعات دریافتی را تفسیر کرده و برای تصمیم گیریهای بعدی از آنها استفاده نمود.

سنسورها را از دیدگاههای مختلف به دسته هایی تقسیم کرده اند که در زیر به نمونه هایی اشاره می کنیم:

- \_ سنسور محیطی: این سنسور اطلاعات را از محیط خارج و وضعیت اشیاء اطراف ربات دریافت می نماید.
- \_ سنسور بازخورد: این سنسور اطلاعات وضعیت ربات، از جمله موقعیت بازوها، سرعت حرکت و شتاب آنها و نیروی وارد بر درایورها را دریافت می نماید.
- \_ 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 می کنند، به همین دلیل ارزانتر، ساده تر و دارای کارایی کمتری هستند.
- سنسورها از لحاظ فاصله ای که با هدف موردنظر باید داشته باشند، به سه دسته تقسیم می شوند:
- \_ سنسور تماسی: این نوع سنسورها در اتصالات مختلف محرکها، مخصوصاً در عوامل نهایی یافت می شوند و به دو بخش قابل تفکیکند:

الف) سنسورهای تشخیص تماس

ب) سنسورهای نیرو - فشار

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

\_ سنسورهای با فاصله: این سنسورها غالباً در رباتهای متحرک بکار میروند و اطلاعاتی کلی از محیط کار و اطراف ربات در اختیار سیستم قرار میدهند.

دو روش عمده در استفاده از سنسورها وجود دارد:

۱- حس کردن استاتیک:

در این روش محرکها ثابتند و حرکتهایی که صورت می گیرد بدون مراجعه لحظه ای به سنسورها صورت می گیرد، به عنوان مثال در این روش ابتدا موقعیت شیء تشخیص داده می شود و سپس حرکت به سوی آن نقطه صورت می گیرد.

۲- حس کردن حلقه بسته:

در این روش بازوهای ربات در طول حرکت با توجه به اطلاعات سنسورها کنترل می شوند. اغلب سنسورها در سیستمهای بینا اینگونه اند.

حال از لحاظ کاربردی با نمونه هایی از انواع سنسورها در ربات آشنا می شویم:

۳-۱: سنسورهای بدنه (*Body Sensor*)

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 سوئیچها حاصل میشود، بدست می آیند. با دریافت و پردازش اطلاعات بدست آمده

ربات می تواند از شیب حرکت خود و اینکه به کدام سمت در حال حرکت است آگاه شود. در نهایت هم عکس العملی متناسب با ورودی دریافت شده از خود بروز می دهد.

### ۲-۳: سنسور جهت یاب مغناطیسی (*Direction Magnetic Field Sensor*)

با بهره گیری از خاصیت مغناطیسی زمین و میدان مغناطیسی قوی موجود، قطب نمای الکترونیکی هم ساخته شده است که می تواند اطلاعاتی را درباره جهت های مغناطیسی فراهم سازد. این امکانات به یک ربات کمک می کند تا بتواند از جهت حرکت خود آگاه شده و برای تداوم آن در جهتی خاص تصمیم گیری کند.

این سنسورها دارای چهار خروجی می باشند که هر کدام مبین یکی از جهتهاست: شمال، جنوب، شرق و غرب. با استفاده از یک منطق صحیح می توان شناخت هشت جهت مغناطیسی را نیز امکان پذیر ساخت.

### ۳-۳: سنسورهای فشار و تماس: (*Touch and pressure sensor*)

هر چند شبیه سازی حس لامسه انسان کاری دشوار به نظر می رسد، اما سنسورهای ساده ای وجود دارند که برای کشف لمس و فشار مورد استفاده قرار می گیرند. از این سنسورها در جلوگیری از تصادفات و افتادن اتومبیلها در دست اندازها 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 شیء. همچنین این سنسورها به رباتها برای اعمال نیروی کافی برای بلند کردن جسمی از روی زمین و قراردادن آن در جایی مناسب نیز کمک می کنند.

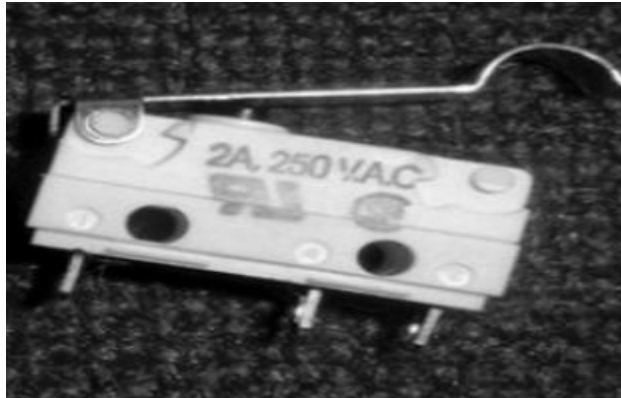
با توجه به این توضیحات می توان عملکرد آنها را به چهار دسته زیر تقسیم کرد:

۱- رسیدن به هدف

۲- جلوگیری از برخورد

۳- قرار گرفتن یک شیء در میان گره

۴- تشخیص یک شیء



### ۳-۴: سنسورهای گرمایی: (*Heat sensor*)

یکی از انواع سنسورهای گرمایی ترمیستورها هستند، این سنسورها المانهای مقاومتی پسیوی هستند که مقاومتشان متناسب با دمایشان تغییر می کند.

بسته به اینکه در اثر گرما مقاومت این سنسورها افزایش یا کاهش می یابد، برای آنها به ترتیب ضریب حرارتی مثبت یا منفی را تعریف می کنند.

نوع دیگری از سنسورهای گرمایی، ترموکوپلها هستند که آنها نیز در اثر تغییر دمای محیط، ولتاژ کوچکی را تولید می کنند. در استفاده از این سنسورها معمولاً یک سر ترموکوپل را به دمای مرجع وصل کرده و سر دیگر را در نقطه ای که باید دمایش اندازه گیری شود قرار می دهند.

### ۳-۵: سنسورهای بویایی: (*Smell Sensor*)

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، ولتاژ  $+5V$  را تغذیه میشود، در کنار یک سنسور قرار دارد، که با گرم شدن این المان، حساسیت لازم برای پاسخگویی سنسور به محرکهای محیطی فراهم میشود. برای کالیبره کردن این دستگاه ابتدا مقدار ناچیزی از هر بو یا عطر دلخواهی 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 بکار می گیرند.

اصولاً در ساختمان این سیستم، چند سنسور، بطور همزمان عمل میکنند و سپس پاسخهای دریافتی از آنها به شیکه عصبی ربات منتقل شده و تحلیل و پردازش لازم روی آن صورت می گیرد. نکته مهم درباره کار این سنسورها در این است که آنها نمی توانند یک بو یا عطر را بطور مطلق اندازه بگیرند، بلکه با اندازه گیری اختلاف بین آنها به تشخیص بوهای مختلف می پردازند.

۳-۶: سنسورهای موقعیت مفاصل:

رایج ترین نوع این سنسورها انکدرها هستند که هم از قدرت بالای تبادل اطلاعات با کامپیوتر برخوردارند و هم اینکه ساده، دقیق، مورد اعتماد و نویزناپذیرند. این دسته انکدرها را به دو بخش می توان تقسیم کرد:

۱- انکدرهای مطلق:

در این انکدرها موقعیت به کد باینری یا کد خاکستری  $BCD$

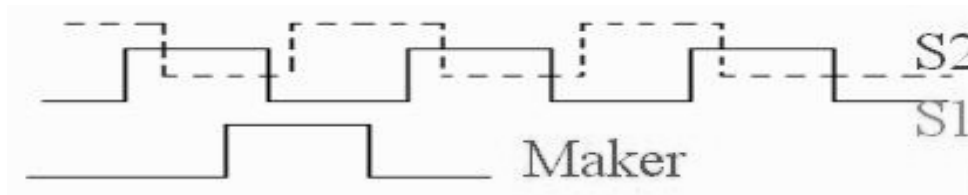
(*Binary Coded Decible*) تبدیل می شود.

این انکدرها به علت سنگینی و گرانیقیمت بودن و اینکه سیگنالهای زیادی را برای ارسال اطلاعات نیاز دارند کاربرد وسیعی ندارند. همانطور که می دانیم بکارگیری 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 می شود.

۲- انکدرهای افزایشنده:

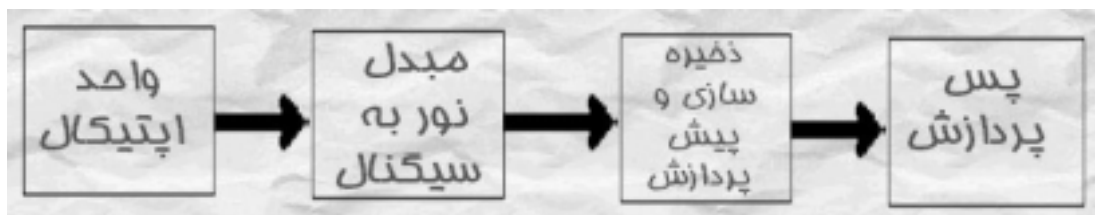
این انکدرها دارای قطار پالس و یک پالس مرجع که برای کالیبره کردن بکار می رود هستند. از روی شمارش قطارهای پالس نسبت به نقطه مرجع به موقعیت موردنظر دست می یابند. از روی فرکانس (عرض پالسها) می توان به سرعت چرخش و از روی محاسبه تغییرات فرکانس در واحد زمان (تغییرات عرض پالس) به شتاب حرکت دورانی پی برد.

حتی می توان جهت چرخش را هم فهمید. به شکل زیر توجه کنید:



فرض کنید  $S1, S2, Marker$  سه سیگنالی باشند که از انکدر به کنترل کننده ارسال می - شود.  $S2$  سیگنالی است با  $1/4$  پریود تاخیر نسبت به  $S1$ . از روی اختلاف فاز بین این دو حتی می توان به جهت چرخش پی برد. علاوه بر این دوتا بودن این قطار پالسها امکان تشخیص خطا را برای ما فراهم میکند.

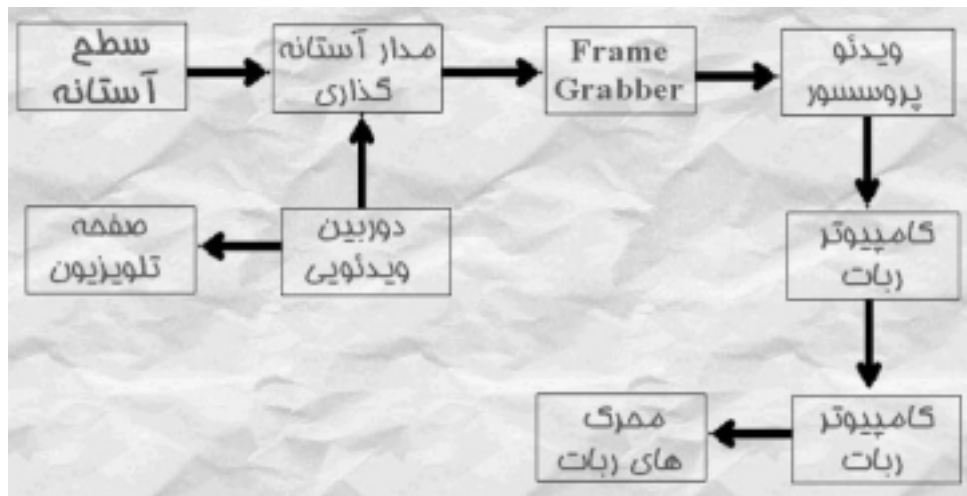
#### ۴- بینایی ربات:



در سیستم بینایی ربات تصویر دریافتی در حافظه در آرایه ای از نقاط روشن و تاریک ذخیره می گردد. پردازشهای بعدی بر روی این تصویر، اطلاعات موردنظر ما از قبیل موقعیت یک شیء خاص در تصویر، زاویه، فاصله، مرکز جرم، ابعاد و دیگر اطلاعات دلخواه را ممکن می سازد. اغلب کارهای پردازش تصویر امکانات کامپیوتری عمده ای را به همراه می طلبد، زیرا برای آنکه بتوانیم به صورت *Real time* و یا در زمان حقیقی عمل کنیم حداقل به  $500000$  عملیات در ثانیه نیازمندیم. لذا حافظه *RAM* بزرگی احتیاج می شود.

اغلب سیستمهای بینایی در ربات از یک دوربین ویدیویی که از طریق یک بافر ویدیویی به نام *FRAME*

*GRABBER* با کامپیوتر در ارتباطند، تشکیل شده اند.



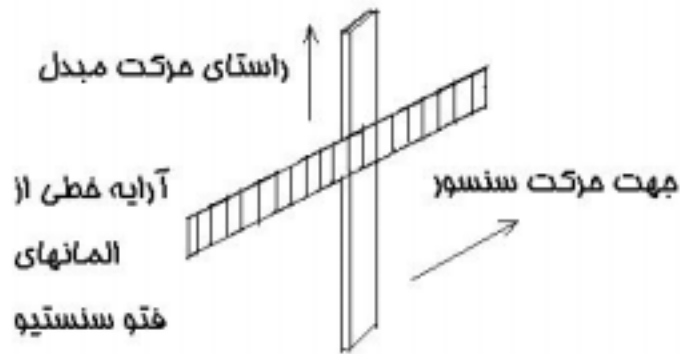
می توان تصویر لحظه ای شیء در موقعیت لحظه ای آنرا در تلویزیون متصل به دوربین ویدئویی مشاهده کرد. تصویری که از دوربین ویدئویی دریافت می شود، با استفاده از روش آستانه گذاری به یک تصویر حداقل دوسطحی (سیاه و سفید) مبدل شده و سپس اطلاعات دیجیتالی تصویری در *FRAME GRABBER* ذخیره می شوند. این اطلاعات به صورت بایتهای موازی برای انجام عملیات پردازش تصویر به کامپیوتر فرستاده می شوند.

۴-۱: دوربین ویدئویی:

در سیستم بینایی ربات از دوربینهای مختلفی استفاده میشود، از آن جمله است: دوربینهای آرایه خطی و دوربینهای متحرک.

۱- دوربینهای آرایه خطی:

این دوربینها از یک آرایه خطی از المانهای حساس به نور تشکیل یافته اند، که به صورت عمود بر مبدل حرکت قرار می گیرند، به این ترتیب حرکت یک جسم در یک بعد توسط آرایه المانهای حساس به نور دریافت می شود و سپس حرکت عمودی این آرایه بر روی مبدل، بعد دیگری را به تصویر می بخشد. و به این ترتیب یک تصویر دوبعدی را می توان جاروب کرد.



۲- دوربینهای متحرک:

دو نوع عمده این نوع دوربینها در سیستمهای بینایی عبارتند از:

۱- حرکت با بازوی ربات

۲- حرکت با وسیله خارجی

در نوع اول که دوربین روی بازوی ربات نصب می شود، حرکت ربات ناشی از سیگنال خطای دریافتی از دوربین و سیستم بینایی ربات است. از این سیستم، در برداشتن یک شیء استفاده میشود. نمونه برداریهایی که توسط این دوربینها انجام میشود دارای فرکانس  $1.2\text{Hz}$  می باشد. نقص عمده این روش، مشکل اضافه باری است که دوربین به بازوی ربات تحمیل می کند.

دوربین حرکت کننده از خارج هم با مشاهده شیء مورد نظر، بازوهای ربات و موقعیت عامل نهایی، با ارسال سیگنال خطا، فرمان کنترلی مناسب را در اختیار ربات قرار میدهد. این نوع سیستم بینایی به اطلاعاتی از محیط وابسته است تا بتواند از یک زاویه تصویر، یک تصویر سه بعدی را استخراج کند.

۴-۲: پردازش تصویر: (*Image Processing*)

تصویر دیجیتالی شده دریافتی از *FRAME GRABBER* به ویدئو پروسسور منتقل شده و در این مرحله در قسمت کامپیوتر بینایی بعد از ذخیره اطلاعات دریافتی، پردازش روی آنها صورت می گیرد. بعد از تشخیص نوع و محل شیء مورد نظر، اطلاعات حاصل از این پردازش به کامپیوتر گزارش می شود.

در اکثر موارد تصویر شیء به دو شکل باینری یا خاکستری عرضه و نگهداری میشود. تصویر دیجیتایز شده از پیکسلهایی که روشنایی هر کدام با بیتهایی مشخص میشود، تشکیل شده است. در تصویر باینری ارزش این بیتها ۰ یا ۱ است که صفر مربوط به زمینه و یک مربوط به جاهایی است که شیء قرار دارد. اما در تصویر خاکستری، روشنایی هر پیکسل با تعداد بیتهای بیشتری بیان میشود. تعداد درجات رنگ خاکستری که در گستره بین سیاه و سفید قرار میگیرد برابر است با مجذور تعداد بیتهای در نظر گرفته شده برای هر پیکسل. در بیان تصویر به شکل باینری وجود یا عدم وجود شیء مشخص میشود و از آن برای تحلیل عمق و ظرافتهای درون آن نمی توان استفاده کرد، اما در روش خاکستری با وجود تنوع رنگ بیشتر این امکان فراهم میشود.

بعد از ذخیره سازی تصویر دریافتی در یکی از قالبهای باینری یا خاکستری نوبت به شناسایی شیء می رسد، در اینجا باید با استفاده از خواص هندسی تصویر و مقایسه آن با مدلهای از قبل ذخیره شده و یا فتن بیشترین انطباق نوع شیء را حدس زد. از آنجا که دلیلی ندارد تصویر از قبل ذخیره شده و تصویر حاصل از شیء از لحاظ جهت و اندازه یکسان باشند، پس باید در این فرایند چرخش و انتقال تصویر را هم در نظر داشت.

همانطور که قبلاً اشاره شد برای شناسایی شیء از روش مقایسه خواص هندسی آن با تصویر از قبل ذخیره شده

استفاده می شود که عمده خواصی که اصولاً در نظر گرفته میشود، شامل موارد نامبرده در زیر می باشد:

۱- مساحت کلی (شامل حفره ها) یا مساحت خالص

۲- مرکز هندسی برای محاسبه مرکز ثقل

۳- بیشترین یا کمترین شعاع تصویر

۴- طول محیط

۵- محیط قسمتی که توسط سطح تقسیم شده است.

۶- طول و پهنای زوایای کناری

۷- تعداد سوراخها و مساحتشان

## ۵- انواع ربات و کاربرد آنها در صنعت:

برخلاف عقیده عامه مبنی بر همه کاره بودن رباتها، رباتهایی که تا امروز طراحی و ساخته شده اند، قادر به انجام عملیاتی محدود، در یک فضای کاری ویژه می باشند اصولاً در صنعت و پزشکی کارهایی را که دارای یک روند طولانی و تکراری هستند را بر عهده رباتها قرار می دهند که هم سرعت، دقت و کیفیت بهتری از لحاظ کاری دارند، و هم اینکه فاکتور استهلاک در آنها بسیار ناچیزتر از نیروی کاری انسانی است و البته از لحاظ اقتصادی هم مقرون به صرفه تر است.

موارد اصلی کاربرد ربات به چهار دسته تقسیم میشود:

۱- تولید      ۲- اکتشاف، جستجو و استخراج      ۳- پزشکی      ۴- کارهای ساختمانی

۵-۱: تولید:

کاربرد رباتها در کارخانجات صنعتی طیف وسیعی از عملیات را در برمی گیرد، این عملیات در موارد زیر خلاصه میشود:

۱- حمل کردن، حرکت دادن اشیاء (مانند بارگیری و تخلیه ماشینها)

۲- تغییر حالت دادن، بکار بردن بعضی مواد و عناصر بر یک جسم (مثلاً نقاشی یا بتونه کاری)، جدا کردن چیزی از جسم، پرداخت کردن یا تصحیح شکل یک جسم (مثل چکش کاری و خم کردن).

۳- مونتاژ کردن

۴- جداسازی قطعات مختلف

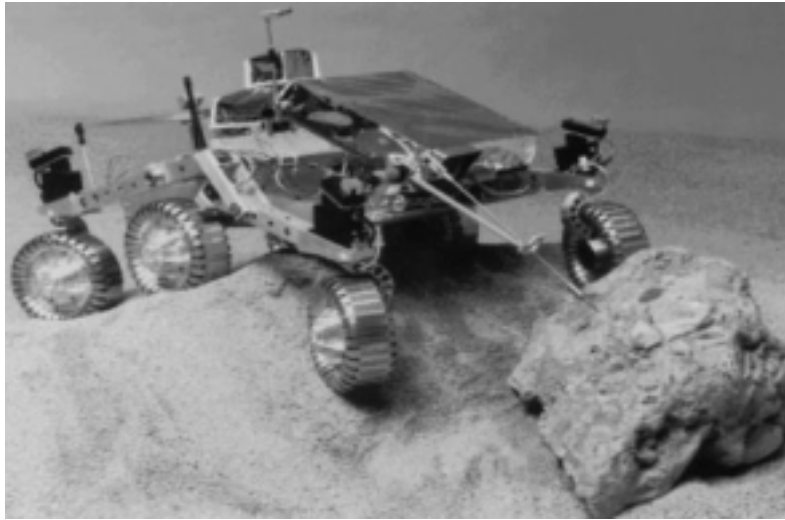
۵- اندازه گیری و جمع آوری اطلاعات از ابعاد، اندازه ها، کمیت و کیفیت اسکلت یک شیء.

۵-۲: اکتشاف، جستجو و استخراج:

فعالیت‌های اکتشافی، استخراجی یک ربات معمولاً در یک محیط سخت نظیر اعماق دریا، معادن، در فضای خارج از جو، در محیط رادیواکتیو یا در محیطی با درجه حرارت بالا صورت می‌گیرد. اصولاً استفاده از نیروی انسانی در اینگونه موارد، هزینه‌های سنگین و امکانات پشتیبانی وسیعی را می‌طلبد که در هر حال استفاده از ربات به جای انسان مطمئن‌تر و مقرون به صرفه‌تر است. به خصوص در اکتشاف فضایی که با توجه به فواصل دور، باید یک سفر تحقیقاتی در طول عمر یک فضاپرواز بگنجد، حال آنکه برای یک ربات چنین محدودیتی وجود ندارد.

یکی از این نمونه‌ها ربات مسیر یاب مریخ است که در دسامبر ۱۹۹۶ به فضا پرتاب شد و در جولای ۱۹۹۷ به سطح مریخ نشست. این کاوشگر در مدار مریخ قرار نگرفت، بلکه مستقیماً از جو آن عبور کرده و بر سطح آن فرود آمد. برای جلوگیری از سوختن این فضا پیما در اتمسفر مریخ، از یک ترکیب محافظ گرمایی استفاده شد، همچنین برای فرود بی‌خطر آن هم از کیسه‌های هوا و چترهای مخصوص استفاده شد.

این فضا پیما حامل یک ربات مسیریاب به نام *Sojourner* بود که نوع جدیدی از ربات‌های کاوشگر کوچک محسوب می‌شود و دارای ابعاد کوچکی می‌باشد. جرم این کاوشگر کوچک  $1.5K$  بوده و دارای ارتفاع  $280m$ ، طول برابر با  $630m$  و عرض مساوی با  $180m$  می‌باشد. این ربات دارای یک سیستم حرکتی متشکل از شش چرخ است که انرژی لازم برای حرکت آنها از نیروی محرکه موتور جتی (*JET*) که در عقب آن قرار دارد تامین میشود. اما عمده انرژی موردنیاز آن از یک صفحه خورشیدی متشکل از  $200$  سلول خورشیدی تامین میشود. توان خروجی هر ارایه این صفحه خورشیدی  $16W$  می‌باشد. با مجهز بودن این ربات به سیستم بینایی پیشرفته عکسهای فوق العاده ای هم از سطح مریخ به زمین ارسال شده است.



۵-۳: پزشکی:

کاربرد رباتها در پزشکی نیز خود به چند دسته تقسیم می شود. یکی از این نمونه ها کاربرد رباتها در آزمایشهای تحقیقاتی و شناخت بیماریهاست. در بهار سال ۱۹۹۲ یک رباتی ساخته شد که با برخورداری از سیستم شبکه عصبی در تشخیص سرطان غدد لنفاوی کمک شایانی به سرطان شناسان می کرد. عملکرد آن به این صورت بود که، از یک نمونه مورد آزمایش، تعداد ۱۲۸ سلول را که ظاهر و عملکردی غیرطبیعی نسبت به سایر سلولها داشتند، شناسایی می کرد. پس از آن یک تکنسین با استفاده از اطلاعات بدست آمده ، آزمایشهای خاص را روی این ۱۲۸ سلول انجام میداد. در حالیکه قبلاً این تکنسین می - بایست در بین حداقل 200000 تا 500000 سلول یک نمونه به دنبال موارد مشکوکی می - گشت که طبعاً کاری بسیار سخت و طاقت فرسا بود. دقت کار این ربات حدود ۹۷٪ می - باشد .

نمونه دیگری از کاربرد رباتها در پزشکی، استفاده از آنها در عملهای جراحی بسته میباشد. یک جراح قادر است با نشستن در اتاق کنترل و با کنترل از راه دور ربات عمل جراحی را انجام دهد. اصولاً بین جراح و ربات به وسیله اطلاعاتی که از فیدبکهای سنسورهای بسیار حساس نصب شده در روی ربات دریافت می شود ارتباط برقرار میشود ، به گونه ای که جراح می تواند عضو مورد عمل جراحی را به خوبی حس کند. از این امکان می توان در جراحیهای از راه



دور نیز استفاده کرد و به این ترتیب متخصصان، می توانند تخصص خویش را در عملیهای جراحی در کیلومترها دورتر نیز بکار گیرند.



۴-۵: کارهای ساختمانی:

با وجود مرسوم بودن استفاده از نیروی کار انسانی در کارهای ساختمانی امکان ورود صنعت رباتیک به این عرصه صنعت قدری با مشکل روبرو بوده است. اما با وجود این امروزه رباتهایی ساخته شده اند که در کارهایی نظیر بتن پاشی، و جایگذاری فولادهای بتن مسطح مورد استفاده قرار می گیرند. این طور که از مقدمات کار به نظر می رسد در آینده ای بسیار نزدیک رباتیک در زمینه کارهای ساختمانی جایگاهی ویژه پیدا می کند.

