مقدمه

اتوماسیون در بخشهای مختلف صنعت و کارهای تولیدی در چند دهه اخیر ظهور پیدا کرده است و روز به روز نیز در حال توسعه می باشد. بیش از چند دهه از ظهور کارخانجات کاملاً مکانیزه که در آنها تمامی پروسه ها اتوماتیک بوده و نیروی انسانی در آن نقش اجرائی ندارد، نمی گذرد. اما در چند ساله اخیر شاهد بوجود آمدن کارخانجات مکانیزه ای بوده ایم که طراحی، ساخت و نحوه کار آنها واقعاً حیرت انگیز است. ایده و دانش کنترل اتوماتیک و استفاده از سیستمهای مکانیزه در کارخانجات به جنگ جهانی دوم می رسد. ما تحولات عظیم و چشمگیر آن در سالهای اخیر بوقوع پیوسته است.

ساخت روبات از موضوعات بسیار جالب و آموزنده است که مجموعه اطلاعاتی از علوم مکانیک، الکترونیک، کامپیوتر(سخت افزار و نرم افزار) و هوش مصنوعی را در قالب یک وسیله هوشمند نمود عملی می بخشد . شاید ساخت تک تک اجزایی که در یک روبات به کار می رود (مانند مدار کنترلی، برنامه نرم افزاری، ارتباط با کامپیوتر، سنسورها، عملگرها، موتورها و بدنه) کار چندان مشکلی نباشد، اما در کنار هم قرار دادن این اجزاء، تأمین ارتباط مناسب و بهینه، جبران سازی ضعفهای یک بلوک به کمک بلوکهای دیگر و در نهایت به وجود آوردن روباتی که تا چند روز پیش چیزی جز چند قطعه و بدنه و مدار نبود و حال به صورت موجوی هوشمند به حرکت درآمده و آنچه شما است ؛ آنچه انتظار می رود یک دانشجوی مهندسی در هر « مهندسی کامل » دستور می دهید را انجام می دهد، یک رشته ای (مکانیک، برق، کامپیوتر، صنایع و...) قادر به انجام آن باشد.

مطالب این نوشته با فرض اینکه خواننده از اصول ابتدایی مدارات منطقی، میکروکنترلرها و الکترونیک آگاه است به رشته تحریر درآمده است . اما اگر هر کدام از این مطالب را نمی دانید، به جای اینکه تا وقتی که واحد درسی آن را بگیرید، به خود استراحت بدهید ! تلاش کنید و با جستجو در منابع و پرسش از آنان که می دانند راه خود را بگشایید.

www.Prozhe.com

فصل اول :

ربا تها، تاریخچه و انواع آنها

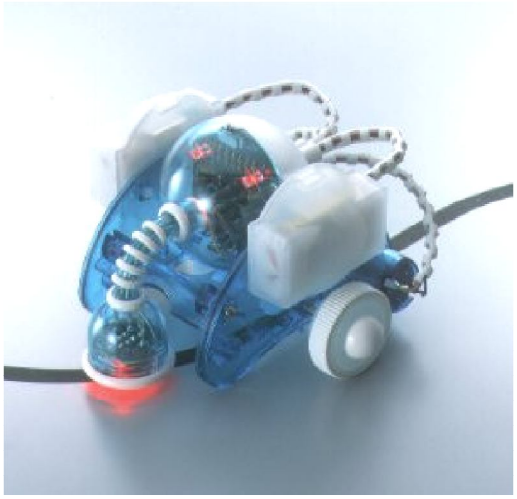
www.Prozhe.com

۱-۱- ربات

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.

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.



شکل ۱-۱ نمونه یک ربات تعقیب خط

کلمه ربات توسط Karel Capek نویسنده نمایشنامه R.U.R (روبات‌های جهانی روسیه) در سال ۱۹۲۱ ابداع شد. ریشه این کلمه، کلمه چک اسلواکی (robotnic[1]) به معنی کارگر می‌باشد.

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 می‌نامیم.

امروزه معمولاً کلمه ربات به معنی هر ماشین ساخت بشر که بتواند کار یا عملی که به‌طور طبیعی توسط انسان انجام می‌شود را انجام دهد، استفاده می‌شود.

بیشتر ربات‌ها امروزه در کارخانه‌ها برای ساخت محصولاتی مانند اتومبیل؛ الکترونیک و همچنین برای اکتشافات زیرآب یا در سیارات دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد.

[1] Robotnic

www.Prozhe.com

رُبات[2] یا **روبوت** وسیله‌ای مکانیکی جهت انجام وظایف مختلف است. یک ماشین که می‌تواند برای عمل به دستورات مختلف برنامه‌ریزی گردد و یا یک سری اعمال ویژه انجام دهد. مخصوصا آن دسته از کارها که فراتر از حد توانایی‌های 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 می‌شوند.

۱-۱-۱- تعاریف ربات

همیشه بین صاحب نظران رباتیک و فعالان رباتیک در دانشگاه ها بحث در مورد تعریف ربات وجود داشته است، گاهی اوقات بر اساس تولید ربات، در شرکتی، تعریفی صنعتی و بر اساس تولید آن شرکت از ربات ارایه می شود و در مواردی نسبت به تکنولوژی ربات توصیف شده است.

با این همه در زمان کنونی فناوری ساخت ربات در حدی است که با تکیه بر تکنولوژی جدید و پیشرفته کنونی و با کمی آینده نگری می توان تعریف عینی و دست یافتنی از ربات کرد.

در این جا چند تعریف معتبر ذکر شده است:

یک دستگاه یا وسیله خود کاری که قادر به انجام اعمالی است که معمولا به انسانها نسبت داده می شود و یا مجهز به قابلیتی است که شبیه هوش بشری است.

یک ربات هوشمند ،ماشین خودکار چند منظوره ای است که طیف وسیعی از وظایف متفاوت را، تحت شرایطی که حتی ممکن است به آن شناخت کافی نداشته باشد ،همانند انسان آن را انجام دهد.

دو تعریف دیگر در رابطه با کلمه ربات از قرار زیر می باشند :

۱- تعریفی که توسط **Concise Oxford Dic**. صورت گرفته است؛ ماشینی مکانیکی با ظاهر یک انسان که باهوش و مطیع بوده ولی فاقد شخصیت است. این تعریف چندان دقیق نیست، زیرا تمام رباتهای موجود دارای ظاهری انسانی نبوده و تمایل به چنین امری نیز وجود ندارد.

۲- تعریفی که توسط مؤسسه ربات آمریکا صورت گرفته است؛ وسیله ای با دقت عمل زیاد که قابل برنامه ریزی مجدد بوده و توانایی انجام چند کار را دارد و برای حمل مواد، قطعات، ابزارها

[2] Robot

www.Prozhe.com

یا سیستم های تخصصی طراحی شده و دارای حرکات مختلف برنامه ریزی شده است و هدف از ساخت آن انجام وظایف گوناگون می باشد.

۱-۱-۲- علم رباتیک

دانشمند مسلمان کردتبار ، ابو العز بن اسماعیل بن الرزاز الجزری در سال 515 هجری شمسی در شهر الجزری واقع در شمال عراق امروزی پا به این جهان گذاشت .او در شهر دیاربکر واقع در ترکیه امروزی مشغول به تحصیل و فرا گیری علم شد و تا آخر عمر در دیاربکر زندگی کرد و در سال ۵۸۵ هجری شمسی درگذشت . لازم به ذکر است در آن دوره الجزری و دیاربکر جزئی از سرزمین ایران بود. الجزری نخستین ربات قابل برنامه‌ریزی انسان نما را در اواخر عمرش ساخت . به این علت او به عنوان پدر علم مهندسی رباتیک جهان شناخته می شود . اختراع او ، یک قایق آبی بود که در آن چهار نوازنده ی مصنوعی موسیقی برای مراسم و برنامه‌های جشن سلطنتی، آهنگ می‌نواختند و حاضران را سرگرم می‌کردند ، سازها به صورت هیدرولیک [3] و با کمک آب برنامه ریزی می شود . او در سال ۵۸۵ هجری شمسی کتابی با نام " **دانستنی هایی در رابطه با مکانیزم های هوشمند** " نوشت . این ربات انسان نما و چند مکانیزم موتوری انتقال آب و چند ساعت از زیبا ترین طرحهای او در این کتاب می باشد.

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)**

اگریک 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.

[3] Hydraulic

www.Prozhe.com

۱-۱-۳- 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.

۱-۱-۴- 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.

۱-۲- تاریخچه رباتها

حدود سال ۱۲۵۰م : بیشاپ آلبرتوس ماگنوس **(Bishop Albertus Magnus)** ضیافتی ترتیب داد که درآن ، میزبانان آهنی از مهمانان پذیرایی می کردند . سنت توماس آکویناس (**Thomas Aquinas**) برآشفته شد ، میزبان آهنی را تکه تکه کرد و بیشاپ را ساحر و جادوگر خواند.

سال 1640م : دکارت ماشین خودکاری به صورت یک خانم ساخت و آن را **Ma fille Francine** می نامید . این ماشین که دکارت را در یک سفر دریایی همراهی می کرد ، توسط کاپیتان کشتی به آب پرتاب شد چرا که وی تصور می کرد این موجود ساخته شیطان است.

سال 1738م : ژاک دواکانسن **(Jacques de Vaucanson)** یک اردک مکانیکی ساخت که از بیش از ۴۰۰۰ قطعه تشکیل شده بود . این اردک می توانست از خود صدا تولید کند ، شنا کند ،

www.Prozhe.com

آب بنوشد ، دانه بخورد و آن را هضم و سپس دفع کند . امروزه در مورد محل نگهداری این اردک اطلاعی در دست نیست.

قرن ۱۸م : یک مدل ساده از ربات که **Karakuri Ningyo** نامیده میشد در ژاپن به وجود آمد . این عروسک در مراسم چای ژاپنی مورد استفاده قرار گرفت و از چوب ساخته می شد . هنگامی که یک فنجان در سینی قرار می گرفت , یک استوپر توسط فنری که به بازوی عروسک متصل شده بود آزاد شده و با برداشتن فنجان از سینی مجدداً به جای خود باز می گشت . وقتی دوباره فنجان در جای خود قرار می گیرد وزن فنجان مجداً استوپیپر را تحریک می کرد و این حرکت دوباره استوپر را آزاد می نمود که این کار دستگیره را فشار می داد و باعث می شد عروسک با یک حرکت U دوباره به وضعیت اولیه خود باز گردد.

سال 1805م : عروسکی توسط میلاردت **(Maillardet)** ساخته شد که می توانست به زبان انگلیسی و فرانسوی بنویسد و مناظری را نقاشی کند . سال ۱۹۲۳م : کارل چاپک **(Karel Capek)** برای اولین بار از کلمه ربات **(robot)** در نمایشنامه خود به عنوان آدم مصنوعی استفاده کرد . کلمه ربات از کلمه چک **robota** گرفته شده است که به معنی برده و کارگر مزدور است . موضوع نمایشنامه چاپک ، کنترل انسانها توسط رباتها بود . ولی او هرگونه امکان جایگزینی انسان با ربات و یا اینکه رباتها از احساس برخوردار شوند ، عاشق شوند ، یا تنفر پیدا کنند را رد می کرد.

سال 1940م : شرکت وستینگهاوس **(Westinghouse Co.)** سگی به نام اسپارکو **(Sparko)**ساخت که هم از قطعات مکانیکی و هم الکتریکی در ساخت آن استفاده شده بود . این اولین باری بود که از قطعات الکتریکی نیز همراه با قطعات مکانیکی استفاده می شد.

سال ۱۹۴۲م : کلمه رباتیک **(robotics)** اولین بار توسط ایزاک آسیموف در یک داستان کوتاه ارائه شد.

ایزاک آسیموف (۱۹۲۰-۱۹۹۲) نویسنده کتابهای توصیفی درباره علوم و داستانهای علمی تخیلی است.

دهه 1950م : تکنولوژی کامپیوتر پیشرفت کرد و صنعت کنترل متحول شد . سؤالاتی مطرح شدند. مثلاً : آیا کامپیوتر یک ربات غیر متحرک است ؟ سال ۱۹۵۴م : عصر ربات ها با ارائه اولین ربات آدم نما توسط جرج دوول **(George Devol)** شروع شد .

سال 1956م : پس از توسعه فعالیتهای تکنولوژی یک که بعد از جنگ جهانی دوم، یک ملاقات تاریخی بین جورج سی.دوول **(George C.Devol)** مخترع و کارآفرین صاحب نام ، و

www.Prozhe.com

ژوزف اف . انگلبرگر **(Joseph F.Engelberger)** که یک مهندس با سابقه بود ، صورت گرفت . در این ملاقات آنها به بحث در مورد داستان آسیموف پرداختند . ایشان سپس به موفقیتهای اساسی در تولید رباتها دست یافتند و با تأسیس شرکتهای تجاری ، به تولید ربات مشغول شدند. انگلبرگر شرکت **Unimate** برگرفته از **Universal Automation** را برای تولید ربات پایه گذاری کرد . نخستین رباتهای این شرکت در کارخانه جنرال موتورز **(General Motors)** برای انجام کارهای دشوار در خودروسازی به کار گرفته شد . انگلبرگر را **پدر رباتیک** نامیده اند.

دهه ۱۹۶۰م : رباتهای صنعتی زیادی ساخته شدند . انجمن صنایع رباتیک این تعریف را برای ربات صنعتی ارائه کرد : ربات صنعتی یک وسیلهٔ چند کاره و با قابلیت برنامه ریزی چند باره است که برای جابجایی قطعات ، مواد ، ابزارها یا وسایل خاص بوسیلهٔ حرکات برنامه ریزی شده، برای انجام کارهای متنوع استفاده می شود.

سال ۱۹۶۲م : شرکت خودروسازی جنرال موتورز نخستین ربات **Unimate** را در خط مونتاژ خود به کار گرفت.

سال ۱۹۶۷م : رالف موزر **(Ralph Moser)** از شرکت جنرال الکتریک **(General Electeric)** نخستین ربات چهارپا را اختراع کرد.

سال ۱۹۸۳م : شرکت **Odetics** یک ربات شش پا ارائه کرد که می توانست از موانع عبور کند و بارهای سنگینی را نیز با خود حمل کند.

سال ۱۹۸۵م : نخستین رباتی که به تنهایی توانایی راه رفتن داشت در دانشگاه ایالتی اهایو[4] ساخته شد.

سال ۱۹۹۶م : شرکت ژاپنی هندا **(Honda)** نخستین ربات انسان نما را ارائه کرد که با دو دست و دو پا طوری طراحی شده بود که می توانست راه برود، از پله بالا برود، روی صندلی بنشیند و بلند شود و بارهایی به وزن ۵ کیلوگرم را حمل کند .

رباتها روز به روز هوشمندتر می شوند تا هرچه بیشتر در کارهای سخت و پر خطر به یاری انسانها بیایند.

[4] Ohio State University

www.Prozhe.com

۱-۳- دسته بندی رباتها

رباتها در سطوح مختلف دو خاصیت مشخص را دارا می باشند :

۱- تنوع در عملکرد

۲- قابلیت تطبیق خودکار با محیط

به منظور دسته بندی رباتها لازم است که قادر به تعریف و تشخیص انواع مختلف آنها باشیم.

سه دسته بندی مختلف در مورد رباتها وجود دارد :

- ✓ دسته بندی اتحادیـــــــه رباتهای ژاپنی
- ✓ دسته بندی مؤسسه رباتیک آمریکا
- ✓ دسته بندی اتحادیه فرانسوی رباتهای صنعتی

۱-۳-۱- دسته بندی اتحادیه رباتهای ژاپنی

انجمن رباتهای صنعتی ژاپن، رباتها را به شش گروه زیر تقسیم می کند :

۱- یک دست مکانیکی که توسط اپراتور کار می کند : وسیله ای است که دارای درجات آزادی متعدد بوده و توسط عامل انسانی کار می کند.

۲- ربات با ترکیبات ثابت : این دسته رباتها با ترکیبات ثابت طراحی می شوند. در این حالت یک دست مکانیکی کارهای مکانیکی را با قدمهای متوالی تعریف شده انجام می دهد و به سادگی ترتیب کارها قابل تغییر نیست.

۳- ربات با ترکیبات متغیر : یک دست مکانیکی که کارهای تکراری را با قدمهای متوالی و با ترتیب تعریف شده، انجام می دهد و این ترتیب به سادگی قابل تغییر است.

۴- ربات قابل آموزش : اپراتور در ابتدای امر به صورت دستی با هدایت یا کنترل ربات کاری را که باید انجام شود، انجام می دهد و ربات مراحل انجام وظیفه را در حافظه ضبط می کند. هر وقت که لازم باشد، می توان اطلاعات ضبط شده را از ربات درخواست نمود و ربات وظیفه درخواست شده را بصورت خودکار انجام می دهد.

۵- ربات با کنترل عددی : اپراتور وظیفه ربات را توسط یک برنامه کامپیوتری به او تفهیم می نماید و نیازی به هدایت دستی ربات نیست. درواقع ربات با کنترل عددی، رباتی است که با برنامه کامپیوتری کار می کند.

۶- ربات باهوش : این ربات درک از محیط و استعداد انجام کار با توجه به تغییر در شرایط و محدوده عمل کار را دارد.

www.Prozhe.com

۱-۳-۲- دسته بندی مؤسسه رباتیک آمریکا

انستیتوی رباتیک آمریکا تنها موارد ۳ و ۴ و ۵ و ۶ را به عنوان ربات پذیرفته است.

۱-۳-۳- دسته بندی اتحادیه فرانسوی رباتهای صنعتی

مؤسسه ربات صنعتی فرانسوی، رباتها را به شکل زیر تقسیم کرده است :

نوع ***A*** : دستگاهی که توسط دست یا از راه دور کنترل می شود (مورد ۱ طبقه بندی قبل).

نوع***B*** : وسیلهٔ حمل کننده خودکار با یک سیکل محاسبه شده از قبل (موارد ۲ و ۳ طبقه بندی قبل).

نوع ***C*** : دستگاهی قابل برنامه ریزی و با توانایی خود کنترل (موارد ۴ و ۵ طبقه بندی قبل).

نوع ***D*** : دستگاهی که قادر است اطلاعات معینی از محیط را بدست بیاورد و به عنوان ربات باهوش معروف است (مورد ۶ طبقه بندی قبل).

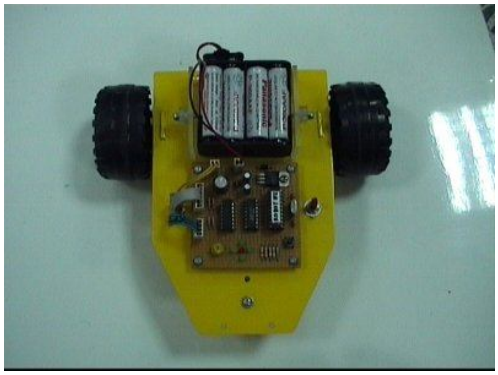
۱-۴- انواع رباتها

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 انها 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.

www.Prozhe.com

۱-۴-۱- رباتهای متحرک



شکل ۱-۲ نمونه یک ربات چرخ دار

۱- رباتهای چرخ داربا 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[5]) که ترکیبی از رباتهای بالا یا ترکیب با جابجاگرها هستند

شکل ۱-۳ ربات AIBO

۱-۴-۲- ربات همکار

رباتهای همکار رباتهایی هستند که با کمک هم یک کارو انجام می دهند و کارهای انها بهم مربوط است و از هم مستقل نیست. در این مجموعه دو روبات چشم هست (چپ و راست)، و یک روبات دست (وسط). کارآنها 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

[5] Hybrid

www.Prozhe.com

رادر فضا پیدا می شود و اگه در محدوده روبات دست باشد، این روبات ۳ درجه آزادی به حرکت درمی اید و جسم رو در فضا می گیرد.

۱-۴-۳- نانوبات‌ها

اگر چه در حال حاضر کارایی‌های انسان و روبات با هم قابل مقایسه نیستند، اما ری کورزویل[۶] در مورد آینده عقیده دیگری دارد. او که نویسنده و متخصص رشته کامپیوتر است در یکی از نوشته‌های خود با صراحت اظهار امیدواری کرده است تا سال ۲۰۲۹ 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 ۲۰۳۰ 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 توانسته‌اند با انتقال ۷ ننو روبات به بدن موش آزمایشگاهی دیابت او را علاج کرده و انسولین را از منذهای پوست خارج کنند.آخرین کتاب کورزویل **"شگفتی در راه است، برتری انسان بر بیولوژی**[۷] **"** نیز بر اساس پیش بینی‌های علمی او نوشته شده است.

او در این کتاب مینویسد در ۲۵ سال آینده ننوبات‌ها 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 خانه‌ها اعتقاد دارد در فاصله سالهای ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۰ هر کس با کمک روبات و نانوتکنولوژی [۸]و تولید کننده‌های مولکول، در خانه خود قادر خواهد بود هر نوع محصول غیر ارگانیک [۹]را تهیه کند.

---

[6] Ray Kurzweil
[7] Biology
[8] Nanotechnology
[9] Organic

www.Prozhe.com

۱-۵- طبقه بندی رباتها

تا بحال طرح های زیادی در طبقه بندی رباتها ارائه شده است که بیشتر آنها به بعضی جوانب رفتاری یا فیزیکی ربات توجه داشته اند. ولی طبقه بندی استانداردی در مورد ربات وجود ندارد. با طبقه بندی رباتها می توان مشخصه های آنها را با هم مقایسه کرد و برای یک کاربرد بخصوص، ربات مناسب را انتخاب کرد :

۱-۵-۱- طبقه بندی رباتها از نقطه نظر کاربرد

از نقطه نظر کاربرد، رباتها را می توان به سه دسته تقسیم کرد :

۱-۵-۱-۱- رباتهای صنعتی

بسیاری از رباتها قادر به انجام عملیات لازم برای تولیدات صنعتی می باشند. رباتهای جوشکار، رنگ پاش، مونتاژ کننده و غیره، رباتهایی می باشند که در صنعت کاربرد فراوانی دارند.

۱-۵-۱-۲- رباتهای شخصی و علمی

بیشتر رباتهای علمی قابلیتهای بهتری نسبت به رباتهای صنعتی دارند. این گونه رباتها در تعداد کم ساخته می شوند و هدف اصلی بهره برداری علمی از آنهاست. این گونه رباتها بیشتر در زمینه تحقیق در هوش مصنوعی ساخته می شوند و کنترلر بخصوصی ندارند و یک کامپیوتر از طریق زبانهـــای برنامه نویســی سطح بالا کنترلر آنها می باشد. معمولاً به خاطر سرعت و دقت کم، قیمت کمتری دارند.

۱-۵-۱-۳- رباتهای نظامی

این رباتها دارای مواد منفجره و سلاح های گردان می باشند و با محیط خود از طریق سنسور ارتباط برقرار می کنند. همچنین این رباتها قادر به ارتباط برقرار کردن با اپراتور انسان و دیگر سیستم ها می باشند.

۱-۵-۲- طبقه بندی از نقطه نظر استراتژی کنترل در نسلهای ربات

این تقسیم بندی ها در حقیقت متکی به اصول سیستمهای کنترلی رباتهاست و بصورت زیر نامگذاری شده اند :

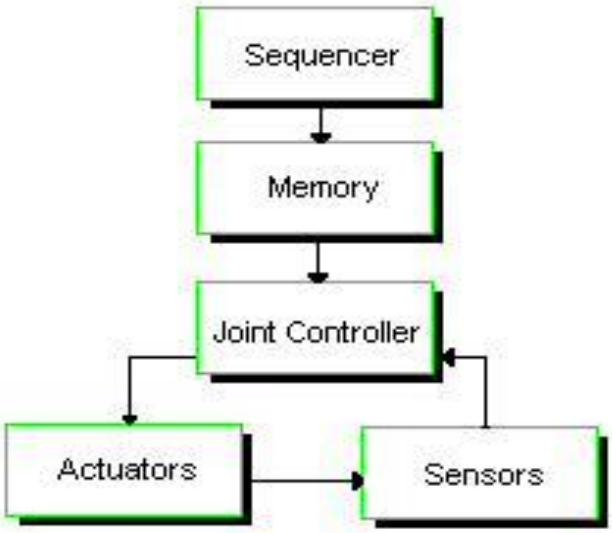
www.Prozhe.com

۱-۵-۲-۱- نسل اول

در اولین نسل، کنترل فقط در یک سری نقاط توقف انجام می گیرد. اینگونه کنترل به کنترل حلقه باز معروف می باشد. این نوع رباتها محدود به انجام حرکات کوچک (حرکت دادن قطعه ای از یک نقطه به نقطه دیگر) می باشند.

۱-۵-۲-۲- نسل دوم

ساختار کنترلی این نسل همان ساختار حلقه باز می باشد ولی بعوض یک سری کلیدهای کنترلی، حرکات کنترلی توسط یک سری عدد که در حافظه سیستم ضبط شده اند، انجام می گیرد. بعضی رباتهای امروزی جزو همین نسل می باشند که به نسل اول کلی قابلیت و توان کامپیوتری اضافه کرده اند و تنها کار هوشمند آنها یادگیری یک سری از عملیات برای بازوی مکانیکی می باشد که توسط اپراتور انسان و به کمک جعبه کنترل انجام می گیرد.



شکل ۱-۴ کنترلر نسل اول و دوم رباتها

این رباتها قابلیت نشان دادن عکس العمل در برابر حوادث پیش بینی نشده را ندارند. به عبارت دیگر، بخش کنترلر در نسل اول مکانیکی و در این نسل الکترونیکی می باشد.

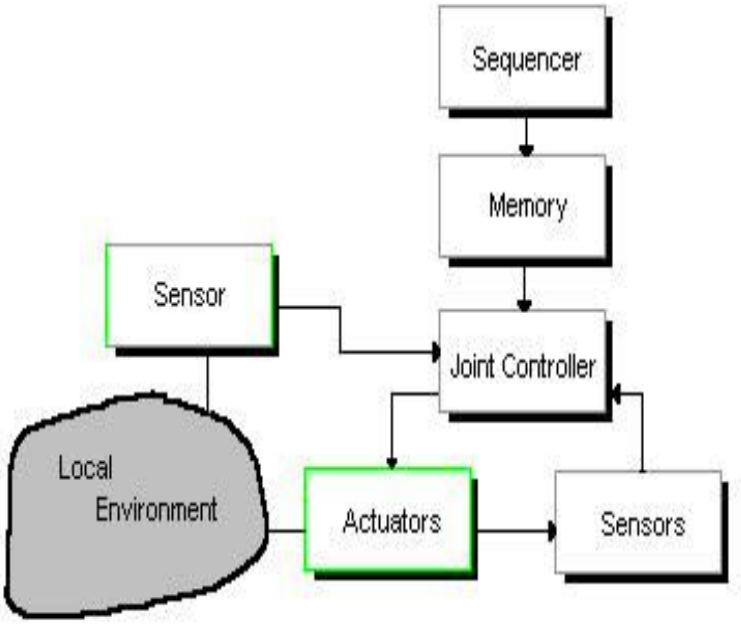
برای این رباتها بایستی محیط کارخانه با دقت هر چه تمامتر مناسب آنها وفق داده شود، قطعات با دقت زیاد در موقعیت مناسب خود قرار گیرند و روابط بین ماشینها به دقت معین شوند. بیشتر کاربرد اینگونه رباتها در کاربردهای جوشکاری و رنگ پاشی می باشد. شکل ۴-۲ در صفحه ۱۹شماتیک کنترل نسل اول و دوم را نشان می دهد.

www.Prozhe.com

۱-۵-۲-۳- نسل سوم

از اختراع نسل سوم رباتها ۱۵ تا ۲۰ سال می گذرد. سیستم کنترلی این نسل به کنترل حلقه بسته معروف می باشد. در این نسل، کنترلر ربات یا یک کامپیوتر می باشد و یا یک پروسسور ارزان قیمت می باشد که به آن اضافه شده است. بدین ترتیب رباتهای نسل دوم دارای قابلیتهای زیادتری شده و نسل سوم بوجود آمده است. با اضافه شدن قدرت محاسبات کامپیوتری، محاسبات لازم برای کنترل حرکت هر درجه ازادی جهت انجام حرکت صاف عامل نهایی در طول مسیر تعیین شده، بصورت بلادرنگ انجام می گیرد. وضعیت محیط اطراف از طریق سنسورهای نیرو و گشتاور اخذ شده و در کنترل بکار گرفته می شود. با حضور سنسورهای متفاوت، چندین ربات می توانند بی هیچ مشکلی کارهای متفاوتی را انجام دهند. برنامه ریزی اینگونه رباتها به کمک یک سری زبانهای سطح بالا انجام می گیرد.

شماتیک کل این سیستمها را در شکل ۱-۵ مشاهده می کنید. کاربردهای این نسل جوشکاری نقطه ای، رنگ پاشی، مونتاژ می باشند.



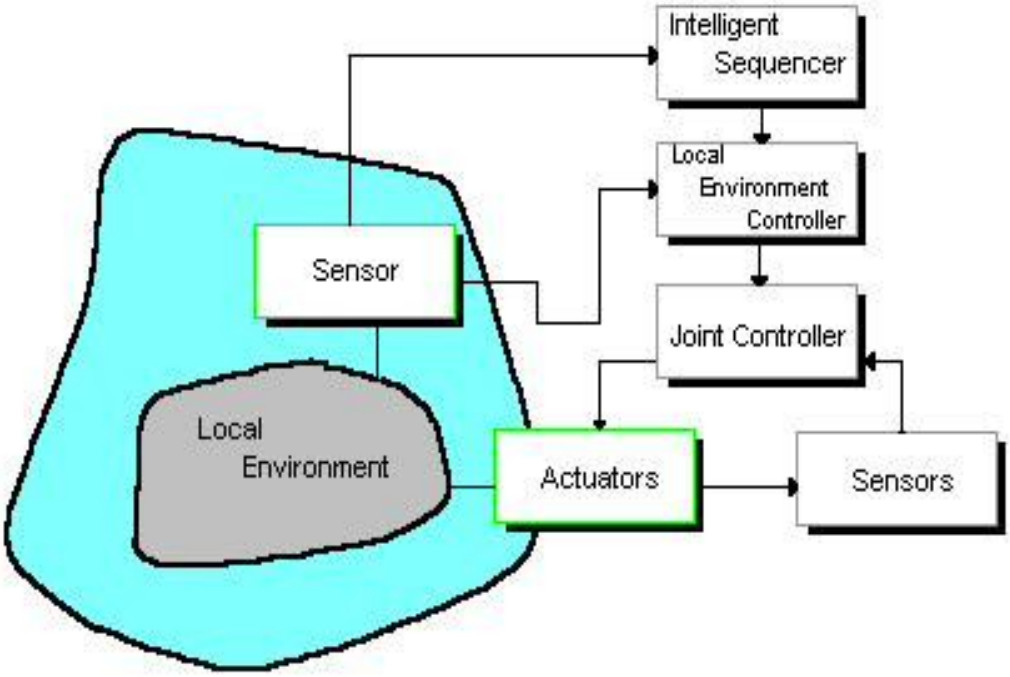
شکل ۱-۵ کنترلر سیستمهای نسل سوم

۱-۵-۲-۴- نسل چهارم

نسل چهارم رباتها در چند سال اخیر معرفی شده است ولی پتانسیل کامل کاری آنها به زودی محقق نمی شود. در این نسل، رباتها دارای هوش مصنوعی بوده و ادراکاتی بیشتر از نسل سوم

www.Prozhe.com

مانند قدرت تصمیم گیری و تشخیص طرح و ابعاد قطعه و همچنین تکمیل و تصحیح حرکات در عملیات مختلف را دارا می باشند. قدرت بینایی، مشابه سازی از تأثیرات محیطی به صورت دیجیتال و استفاده از سنسورها از ویژگیهای این نسل از رباتها است. در این رباتها، چندین پروسسور وجود دارند که هر یک بصورت آسنکرون یک سری عملکرد بخصوص را انجام می دهند و یک کامپیوتر ناظر، مسئول هماهنگی و نظارت بر این پروسسورها بوده و عملکردهای سطح بالا را برای آنها مهیا می کند. هر پروسسور سیگنالهای سنسوری داخلی (موقعیت، سرعت و جهت) را دریافت می کند، بخشی از کنترل کننده سرو سیستم می باشد. کامپیوتر ناظر بر پروسسورها، محاسبات هماهنگ کننده بین عملیات پروسسورها را انجام می دهد و با سنسورهای خارجی و تجهیزات و کامپیوترهای دیگر ارتباط دارد و برنامه های متنوع را اجرا می کند. هدف اصلی در این نسل طراحی پردازش سلسله مراتبی توزیعی می باشد که قابلیت انعطاف را بالا برده و بسادگی تغییرات را فراهم می کند. در این نسل سنسورها در نهایت باهوشی پیرامون خود را احساس کرده و با استفاده از مفاهیم هوش مصنوعی و با زیرکی هر چه تمامتر و با وجود کمترین اطلاعات، کار خود را به نحو احسن انجام می دهند. شکل ۶-۲ شماتیک کنترل این نسل را نمایش می دهد.



شکل ۱-۶ : کنترلر نسل چهارم رباتها

www.Prozhe.com

۱-۵-۳- طبقه بندی از نقطه نظر محرک مفصلها

هر محور حرکت دارای یک کارانداز می باشد که سیگنالهای الکتریکی کامپیوتر را به حرکات مکانیکی تبدیل می کند. در بیشتر رباتهای تحت کنترل کامپیوتر، محورهای حرکت تحت سیستم های حلقه بسته کنترل می شوند. سیگنال برگشتی با مقدار واقعی مقایسه شده و تصمیم گیری مناسب برای رفع میزان خطا انجام می گیرد تأمین کننده های محرک مفصلها عبارتند از : نیروی الکتریکی، نیروی هیدرولیکی و نیروی پنوماتیکی[۱۰].

۱-۵-۳-۱- سیستمهای الکتریکی

سیستمهای انرژی الکتریکی یکی از انواع سیستمهای تأمین نیروی محرکه ربات می باشد. یکی از مزیتهای این سیستم ها ایجاد نیرو و افزایش آن به نرمی و با سرعت کم و کاهش آن به نرمی و بدون هیچگونه شوک می باشد. سیستمهای الکتریکی برای جوشکاری با قوس الکتریکی، جوشکاری نقطه ای، حمل مواد و سوراخ کاری در خط تولید مورد استفاده قرار می گیرند.

موتورهای الکتریکی می توانند با جریان مستقیم و جریان متناوب مورد استفاده قرار گیرند. البته هر کدام از محدودیتها و استفاده های خاص خود را دارا می باشد. قصد نداریم که کارکرد تک تک آنها را شرح دهیم و توضیح مختصری درباره موتورهایی که بیشتر در رباتها استفاده می شوند، خواهیم داشت.

۱-۵-۳-۲- موتورهای DC

موتورهای **DC** بشکلهای سری، شنت (موازی) و ترکیبی (کمپوند) وجود دارند. کنترل کردن سرعت موتورهای **DC** می تواند با تنظیم ولتاژ یا جریان و یا هر دو صورت گیرد. جهت حرکت آنها به راحتی با معکوس کردن قطبها و جهت جریان اعمالی، معکوس می شود.

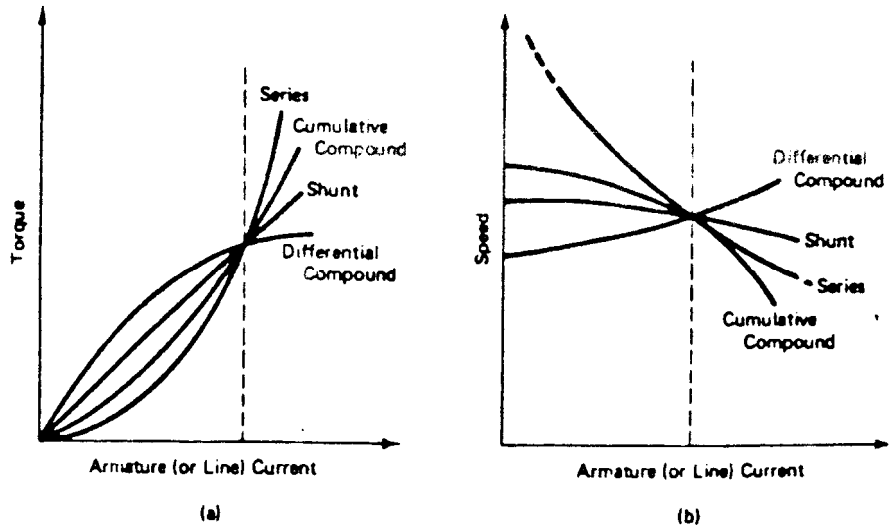
مقاومتهای متغیر نیز می توانند برای کنترل سرعت موتورهای **DC** مورد استفاده قرار گیرند. مقاومت بصورت سری با سیم پیچها بسته می شود و با تنظیم آن ولتاژ مورد نیاز موتور کاهش یا افزایش می یابد.

برای اینکه بتوان دریافت که در چه مواقعی از کدام موتور **DC** باید استفاده نمود. می بایستی مشخصه های آنها را با هم مقایسه کرد. برای مقایسه کافی است که به مشخصه های گشتاور و

[10] Pneumatic

www.Prozhe.com

سرعت نوع موتورها توجه کنیم، (نمودار ۱). اگر موتورهای مختلف **DC**، با توان اسمی یکسان را با هم مقایسه کنیم. در این صورت تمامی مشخصه ها در یک نقطه تلاقی خواهند داشت و این نقطه مربوط به مقادیر اسمی مشترک می باشد. با توجه به محدوده تغییرات باری که باید توسط موتور بچرخد، می توان موتور مناسبی را انتخاب نمود.



نمودار ۱–۱ : مقایسه موتورهای DC

۱-۵-۳-۳- موتورهای AC

موتورهای **AC** برای راه اندازی کمپرسورهای هوا [11]یا پمپ های هیدرولیکی و دیگر تجهیزات صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند.

[11] Air compressore

www.Prozhe.com

فصل دوم :

کاربرد رباتها و اجزاء آنها

www.Prozhe.com

۲-۱-کاربرد رباتها

۲-۱-۱- ربات آدم نمای اعلام خطر [۱۲]

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 .

شکل ۲-۱ نمونه یک ربات آدم نما

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 باطری

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 ،اتوبانها، بزرگراه ها، به منظور اخطاربه 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

[12] Humanoid Danger Alarm Robot

www.Prozhe.com

ایمنی فوق العاده

کاهش هزینه های پرسنلی

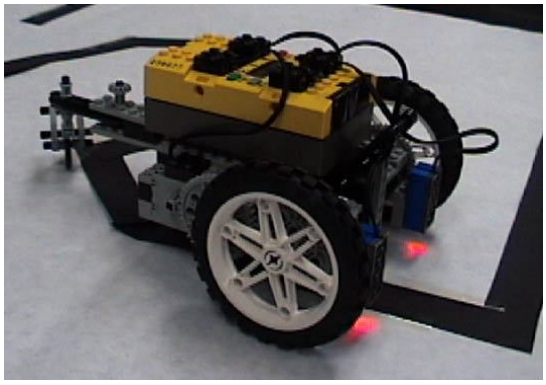
فرهنگ سازی

۲-۱-۲- ربات ها برای تقلید رفتار حیوانات

ربات ها برای تقلید رفتارحیوانات 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[13]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 بازوهائی مجهز به سنسورساخته 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 کندو وقتی در کنار سوسکی قرارمی 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 هابیشترقابل 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 راماهرانه تقلید کند.



شکل ۲-۲ نمونه یک ربات تعقیب خط

۲-۱-۳- ربات تعقیب خط

نوعی از ربات است که وظیفه اصلی آن تعقیب کردن مسیری به رنگ مثلا سیاه در

[13] Europe Forums Technology (EFT)

www.Prozhe.com

زمینه‌ای به رنگ متفاوت مشخصی مثلا سفید است. یکی از کاربردهای عمده این ربات، حمل‌ونقل 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 ، ربات با دنبال کردن مسیری که کد آن را تعیین می‌کند، به محلی که کتاب در آن قرار گرفته می رود 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 ویلچیر نقش ربات تعقیب‌خط را دارد، و بیمار را از روی مسیر مشخص به محل مطلوب می‌برد. و خلاصه کاربردهای فراوانی دارد و اگر روزی بشود در زندگی‌مان بکار بریم، 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، به‌طوری 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.

۲-۱-۴- ربات های حس کننده تماس

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

www.Prozhe.com

Vivek Maheshwari و پروفسور Ravi Saraf, از دانشگاه نبراسکا [۱۴]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.

۲-۱-۵- 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 فرانس تلکام [۱۵]برای این کار اجاره شده است, روز سه شنبه برای بازیابی یکی از جعبه ها که سیگنال[۱۶] قوی از خود ساتع میکرد و احتمالا درعمق ۸۰۰ متری دریای احمر است به آب انداخته شده است. قبلا نیروی دریایی امریکا یک جعبه سیاه را از عمق ۲۲۰۰ متری خارج کرده اند.

۲-۱-۶- ربات پذیرش

ربات پذیرش که البته هنوز تکمیل نشده رباتیه برای پذیرش مراجعین در یک شرکت یا یک نمایشگاه. فعلا 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 پستچی.

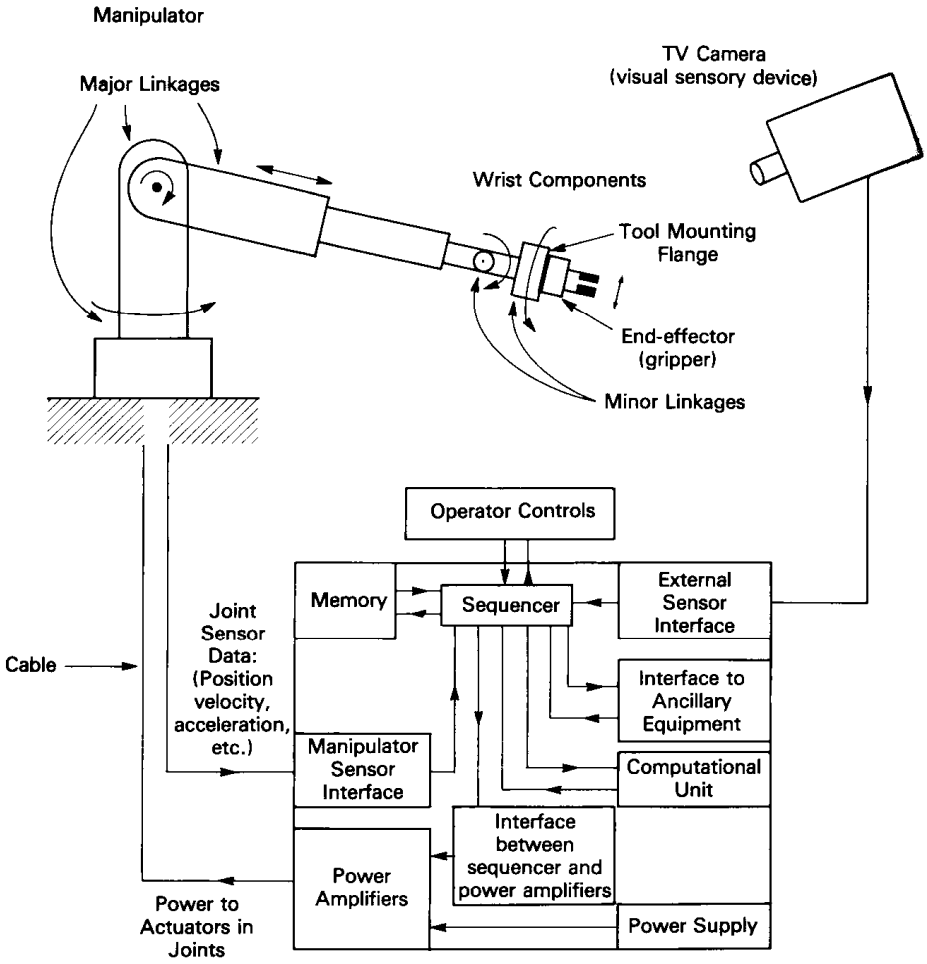
[14] Nebraska University
[15] France Telecom Company
[16] Signal

www.Prozhe.com

به مراجعه کننده نوشیدنی تعارف کند و یک ربات آبدارچی نوشیدنی برای آنها بیاورد 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.

۲-۲- اجزاء اصلی یک ربات

مهندسی ربات، مهندسیهای نرم افزار، سخت افزار، برق و مکانیک را در خدمت خود گرفته است. بعضی مواقع این علوم به حد کافی پیچیده می باشند. همچنانکه در شکل ۲-۲ مشاهده می شود هر ربات دارای ۵ مؤلفه به شرح ذیل می باشد :



شکل ۲-۳ : مؤلفه های یک ربات

www.Prozhe.com

۲-۲-۱- بازوی مکانیکی ماهر [۱۷]

بازوی مکانیکی شامل چندین واصل است که با مفصلها به هم وصل می شوند. این واصلها در جهات مختلف در فضای کاری قادر به حرکت می باشند. حرکت یک مفصل بخصوص باعث حرکت یک یا چند واصل می شود.

عامل تحریک مفصل می تواند مستقیماً یا از طریق بعضی انتقالات مکانیکی بر واصل بعدی متصل شود.

به واصل نهایی بازوی مکانیکی وسیله کاری ربات وصل شده است که به آن عامل نهایی می گویند. هر یک از مفصلهای ربات یک محور مفصل دارند که واصل حول آن می چرخد. هر محور مفصل یک درجه آزادی(D.O.F) تعریف می کند. بیشتر رباتها دارای ۶ درجه آزادی می باشند به عبارت دیگر دارای ۶ مفصل، بمنظور حرکت در ۶ جهت. اولین سه مفصل ربات به عنوان محورهای اصلی شناخته می شوند. بطورکلی صرفنظر از جزئیات، محورهایی که برای محاسبه موقعیت و استقرار مچ استفاده می شونـــد، محورهای اصلی ربات هستند. محورهای مفصلهای باقیمانده جهت قرار گرفتن دست ربات را مشخص می کنند، ولذا محورهای فرعی نامیده می شوند.

دو نوع مفصل اصلی به صورت گسترده در صنعت رباتها بکار گرفته می شود. مفصل دورانی که نمایش دهنده حرکت چرخشی حول یک محور است و مفصل انتقالی یا لغزشی که نمایش دهنده حرکت خطی در طول یک محور است، (جدول ۱).

Type	Description	Notation
Revolute	R	Rotary motion about an axis
Prismatic	P	Linear motion along an axis

جدول ۲-۱ : انواع مفصل ربات

[17] Mechanical Manipulator

www.Prozhe.com

۲-۲-۲- سنسورها

سنسور المان حس کننده ای است که کمیتهای فیزیکی مانند فشار، حرارت، رطوبت، دما، و ... را به کمیتهای الکتریکی پیوسته (آنالوگ) یا غیرپیوسته (دیجیتال) تبدیل می کند. این سنسورها در انواع دستگاههای اندازه گیری، سیستمهای کنترل آنالوگ و دیجیتال مانند PLC مورد استفاده قرار می گیرند.

عملکرد سنسورها و قابلیت اتصال آنها به دستگاههای مختلف از جمله PLC باعث شده است که سنسور بخشی از اجزای جدا نشدنی دستگاه کنترل اتوماتیک باشد. سنسورها اطلاعات مختلف از وضعیت اجزای متحرک سیستم را به واحد کنترل ارسال نموده و باعث تغییر وضعیت عملکرد دستگاهها می شوند.

۲-۲-۲-۱- سنسورهای بدون تماس

سنسورهای بدون تماس سنسورهائی هستند که با نزدیک شدن یک قطعه وجود آنرا حس کرده و فعال می شوند. این عمل به نحوی که در شکل زیر نشان داده شده است می تواند باعث جذب یک رله، کنتاکتور و یا ارسال سیگنال الکتریکی به طبقه ورودی یک سیستم گردد.

کاربرد سنسورها

شمارش تولید: سنسورهای القائی، خازنی و نوری

کنترل حرکت پارچه و ...: سنسور نوری و خازنی

کنترل سطح مخازن: سنسور نوری و خازنی و خازنی کنترل سطح

تشخیص پارگی ورق: سنسور نوری

کنترل انحراف پارچه: سنسور نوری و خازنی

کنترل تردد: سنسور نوری

اندازه گیری سرعت: سنسور القائی و خازنی

اندازه گیری فاصله قطعه: سنسور القائی آنالوگ

مزایای سنسورهای بدون تماس

سرعت سوئیچینگ زیاد: سنسورها در مقایسه با کلیدهای مکانیکی از سرعت سوئیچینگ بالائی برخوردارند، بطوریکه برخی از آنها (سنسور القائی سرعت) با سرعت سوئیچینگ تا ۲۵ KHz کار می کنند.

www.Prozhe.com

طول عمر زیاد: بدلیل نداشتن کنتاکت مکانیکی و عدم نفوذ آب، روغن، گرد و غبار و ... دارای طول عمر زیادی هستند.

عدم نیاز به نیرو و فشار: با توجه به عملکرد سنسور هنگام نزدیک شدن قطعه، به نیرو و فشار نیازی نیست.

قابل استفاده در محیطهای مختلف با شرایط سخت کاری: سنسورها در محیطهای با فشار زیاد، دمای بالا، اسیدی، روغنی، آب و ... قابل استفاده می باشند.

عدم ایجاد نویز در هنگام سوئیچینگ: به دلیل استفاده از نیمه هادی ها در طبقه خروجی، نویزهای مزاحم ایجاد نمی شود.

۲-۲-۲-۲- سنسورهای القائی[۱۸]

سنسورهای القائی سنسورهای بدون تماس هستند که تنها در مقابل فلزات عکس العمل نشان می دهند و می توانند فرمان مستقیم به رله ها، شیرهای برقی، سیستمهای اندازه گیری و مدارات کنترل الکتریکی مانند (PLC) ارسال نمایند.

۲-۲-۲-۲-۱- اساس کار و ساختمان سنسورهای القائی

ساختمان این سنسورها از چهار طبقه تشکیل می شود : اسیلاتور، دمدولاتور، اشمیت تریگر، تقویت خروجی. قسمت اساسی این سنسورها از یک اسیلاتور با فرکانس بالا تشکیل یافته که می تواند توسط قطعات فلزی تحت تاثیر قرار گیرد. این اسیلاتور باعث بوجود آمدن میدان الکترومغناطیسی در قسمت حساس سنسور می شود. نزدیک شدن یک قطعه فلزی باعث بوجود آمدن جریانهای گردابی در قطعه گردیده و این عمل سبب جذب انرژی میدان می شود و در نتیجه دامنه اسیلاتور کاهش می یابد. از آنجا که طبقه دمدلاتور، آشکارساز دامنه اسیلاتور است در نتیجه کاهش دامنه اسیلاتور توسط این قسمت به طبقه اشمیت تریگر منتقل می شود. کاهش دامنه اسیلاتور باعث فعال شدن خروجی اشمیت تریگر گردیده و این قسمت نیز به نوبه خود باعث تحریک طبقه خروجی می شود.

[18] Bouncing Noise

www.Prozhe.com

قطعه استاندارد: یک قطعه مربعی شکل از فولاد ST37 است که از آن بمنظور تست فاصله سوئیچینگ استفاده می شود. استاندارد (IEC947-5-2) ضخامت قطعه ۱ mm و طول ضلع این مربع در اندازه های زیر می تواند انتخاب شود.

به اندازه قطر سنسور

سه برابر فاصله سوئیچینگ نامی سنسور Sn۳

ضرایب تصحیح: فاصله سوئیچینگ با کوچکتر شدن ابعاد قطعه استاندارد و یا با بکارگیری فلز دیگری غیر از فولاد ST37 تغییر خواهد کرد. در جدول زیر ضرایب تصحیح برای فلزات مختلف نشان داده شده است.

ضریب تصحیح (KM) برای فولاد ST37 برابر ۱,۰

ضریب تصحیح (KM) برای نیکل برابر ۰,۹

ضریب تصحیح (KM) برای برنج برابر ۰,۵

ضریب تصحیح (KM) برای مس برابر ۰,۴۵

ضریب تصحیح (KM) برای آلومینیوم برابر ۰,۴

بعنوان مثال هرگاه یک سنسور در مقابل فولاد از فاصله ۱۰ mmعمل سوئیچینگ را انجام دهد، همان سنسور در مقابل مس از فاصله ۴,۵ mm عمل خواهد کرد.

فرکانس سوئیچینگ: حداکثر تعداد قطع و وصل یک سنسور در یک ثانیه می باشد. بر حسب (Hz) این پارامتر طبق استاندارد DIN EN 50010 با شرایط زیر اندازه گرفته می شود.

فاصله سوئیچینگ S (Switching Distance) :

فاصله بین قطعه استاندارد و سطح حساس سنسور به هنگام عمل سوئیچینگ می باشد. استانداردEN 50010

فاصله سوئیچینگ نامی Sn (Nominal Switching Distance) :

فاصله ای است که در حالت متعارف و بدون در نظر گرفتن پارامترهای متغیر از قبیل حرارت، ولتاژ تغذیه و غیره تعریف شده است.

فاصله سوئیچینگ موثر Sr (Effective Switching Distance) :

فاصله سوئیچینگ تحت شرایط ولتاژ نامی و حرارت 20 درجه سلسیوس می باشد. در این حالت تلرانسها و پارامترهای متغیر نیز در نظر گرفته شده اند. ۰,۹ >Sn<SR<1.1SN FONT>

فاصله سوئیچینگ مفید Su (Useful Switching Distance) :

www.Prozhe.com

فاصله ای است که در محدوده حرارت و ولتاژ مجاز، عمل سوئیچینگ انجام می شود.
Sn<SU<1.21SN< FONT>۰,۸۱

فاصله سوئیچینگ عملیاتی Sa (Operating Switching Distance) :

فاصله ای است که تحت شرایط مجاز، عملکرد سنسور تضمین شده است.
<SA<0.81SN< FONT>۰

هیسترزیس H :

فاصله بین نقطه وصل شدن (هنگام نزدیک شدن قطعه به سنسور) و نقطه قطع شدن (هنگام دورشدن قطعه از سنسور) می باشد. حداکثر این مقدار ۱۰٪ مقدار نامی می باشد. استاندارد EN 60947-5-2

قابلیت تکرارR (Repeatability) :

قابلیت تکرار فاصله سوئیچینگ مفید تحت ولتاژ تغذیه V و در شرایط زیر اندازه گیری می شود: حرارت محیط: ۲۳ درجه سلسیوس؛ رطوبت محیط: ۵۰ الی ۷۰ درصد؛ زمان تست: ۸ ساعت. (مقدار تلرانس برای این پارامتر طبق استاندارد EN 60947-5-2 حداکثر +-۰,۱ Sr می باشد.)

پایداری حرارتی(Temperature Drift) :

تغییرات فاصله موثر سوئیچینگ در اثر تغییرات دما طبق استاندارد EN 60947-5-2 و در محدوده دمای ۲۰ درجه سلسیوس زیر صفر تا ۶۰ درجه سلسیوس بالای صفر حداکثر ۱۰٪ است.

حرارت محیط Ta (Ambient Temperature) :

محدوده حرارتی است که در آن محدوده، عملکرد سنسور تضمین شده است.

کلاس حفاظتی: IP67 (DIN 40050)

نحوه نصب سنسورهای القائی: هرگاه دو یا چند سنسور القائی در مجاورت هم و یا در مقابل هم نصب شوند، شرایط زیر باید رعایت شود :

الف) نحوه نصب سنسورهای القائیFlush :

سنسورهای Flush (Shielded) سنسورهائی هستند که قسمت حساس سنسور توسط پوسته فلزی محصور شده است. هرگاه دو یا چند عدد از این سنسورها همسطح روی بدنه فلزی دستگاه نصب شوند رعایت فواصل نصب مطابق شکل زیر الزامی می باشد.

ب) نحوه نصب سنسورهای القائیNon-Flush :

www.Prozhe.com

در سنسورهای Non-Flush (Unshielded) قسمت حساس سنسور خارج از پوسته فلزی آن می باشد. فاصله سوئیچینگ این نوع سنسورها بیشتر از سنسورهای Flush می باشد. اما فرکانس سوئیچینگ آن در مقایسه کمتر است.

ج) نحوه نصب سنسورهای القائی در مقابل هم:

هر گاه دو سنسور القائی در مقابل هم نصب شوند رعایت فاصله حداقل ۶ Sn الزامی می باشد.

۲-۲-۳- کنترلر

بخشی است که به بازوی مکانیکی، هوش انجام کار را می دهد. کنترلر معمولاً از بخشهای ذیل تشکیل می شود :

۱- واحدی که اجازه می دهد ربات از طریق سنسورها با محیط بیرون ارتباط داشته باشد.

۲- حافظه جهت ذخیره داده هایی که مختصات را تعریف می کنند تا بازو با توجه به این مختصات حرکت کند (برنامه).

۳- واحدی که داده ذخیره شده در حافظه را تغییر می دهد و سپس داده را برای ارتباط دادن با مؤلفه های دیگر کنترل بکار می برد.

۴- حرکت مؤلفه هـــای بخصوصی در نقاط معینـــی مقدار دهی اولیه شده و در نقطه بخصوص
دیگری پایان می یابند.

۵- واحد محاسباتی که محاسبات لازم برای کنترلـر را انجام می دهد. به عبارت دیگر، برای انجام صحیح اعمال بایست یک سری محاسبات جهت مشخص کردن مسیر، سرعت و موقعیت بازوی مکانیکی انجام شود.

۶- واسطی جهت بدست آوردن داده ها (مختصات هر مفصل، اطلاعاتی از سیستم بینایی و ...) و واسطی جهت اعمال سیگنالهای کنترل به محرک مفصلها.

۷- واسطی جهت انتقال اطلاعات کنترلر به واحد تبدیل توان، به طوری که محرک های مفصلها باعث بشوند که مفصلها به صورت مطلوب حرکت کنند.

۸- واسط به تجهیزات دیگر، بطوری که کنترلر ربات با واحدهای خارجی یا ابزارهای کنترل دیگر، ارتباط داشته باشد.

www.Prozhe.com

۹- وسایل و تجهیزات لازم جهت آموزش ربات.

کنترلرهای رباتها کلاً به ۵ دسته تقسیم بندی می شوند :

کنترل با قدم ساده (Simple Step Sequencer)

سیستم منطقی پنوماتیکی(Pneumatic Logic System)

کنترلر با قدمهای الکترونیکی (Electronic Sequencer)

میکرو کامپیوتر (Micro Computer)

مینی کامپیوتر (Mini Computer)

سه کنترلر اول در رباتهای کم هزینه به کار برده می شوند. بیشتر کنترلرهای امروزی براساس میکروکامپیوترهای معمولی می باشند و سیستم کنترل براساس مینی کامپیوتر زیاد رایج نمی باشد، چرا که نسبت به میکروکامپیوترها هزینه بالاتری دارند.

۲-۲-۴- واحد تبدیل توان

این واحد سیگنالهای کنترلر را گرفته و به یک سیگنال در سطح توان محرک ها و موتورها، جهت حرکت، تبدیل می کند. این واحـــد شامل تقویت کننده های توان الکترونیکی برای رباتهای الکتریکی و شیرهای کنترلی و راه اندازهای هیدرولیکی برای رباتهای هیدرولیکی می باشد.

۲-۲-۴-۱- موتور:

۱- دردست بودن منبع تغذیه

۲- شرط یا عوامل راه اندازی

۳- مشخصه‌های راه اندازی (گشتاور ، سرعت) مناسب

۴- سرعت عملکرد کار مطلوب

۵- قابلیت کارکردن به جلو و عقب

۶- مشخصه‌هی شتاب (وابسته به بار)

۷- بازده مناسب در بار اسمی

۸- توانایی تحمل اضافه بار

۹- اطمینان الکتریکی و حرارتی

شکل ۲-۴ : چند نمونه موتور DC

www.Prozhe.com

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 ولت

۱۴- جریان: mA-2A۵۰

۲-۲-۴-۲- دسته بندی کلی موتورها

موتورDC

موتورAC

موتور پله‌ای[19]

موتور خطی

۲-۲-۴-۲-۱- 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

۲-۲-۴-۲-۲- موتورهای AC :

موتورهای AC تک فاز

موتورهای AC سه فاز

[19] Stepper motor

www.Prozhe.com

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

۲-۲-۴-۲-۳- موتور پله ای

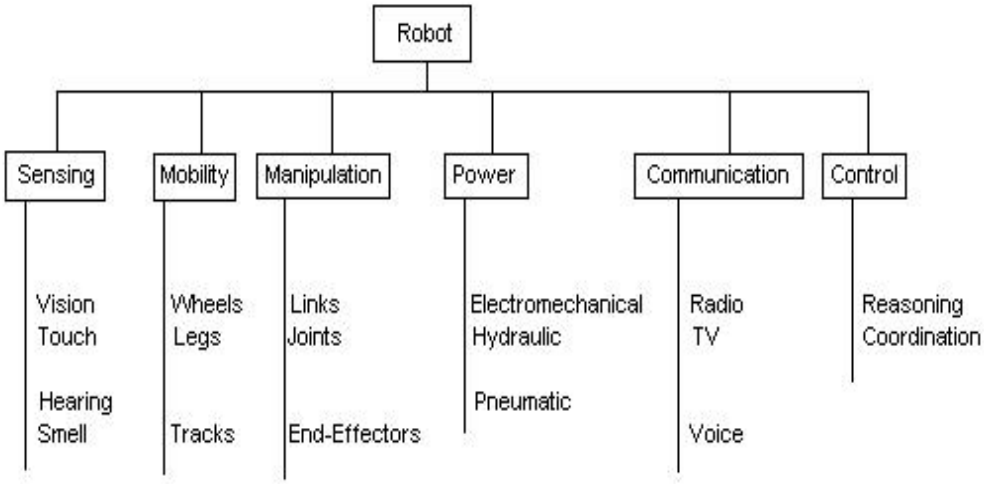
کاربرد اصلی این موتورها در کنترل موقعیت است. این موتورها ساختار کنترلی ساده‌ای دارند. لذا در ساخت ربات کاربرد زیادی دارند. مطابق با تعداد پالسهایی که به یکی از پایه‌های راه‌انداز موتور ارسال می‌شود موتور به چپ یا راست می‌چرخد. این موتور یکی از انواع موتورهای الکتریکی است که حرکت آن کاملا دقیق و از پیش تعریف شده می باشد و با ارسال بیتهای ۰،۱به سیم پیچهای آن می توان آنرا حرکت داد .

۲-۲-۵- محرک مفاصل

این وسائل تحت یک سری شرایط کنترل شده و دقیق توان لازم را جهت مفصلها فراهم می آورند. این توان می تواند الکتریکی، هیدرولیکی یا پنوماتیکی باشد. پس به طور خلاصه یک ربات دارای مؤلفه های؛ اسکلت ساختاری، سیستم تحریک کننده مفصلها، سیستم سنسوری، کنترلر، سیستم تغییر سیگنال (تغییر سیگنال آنالوگ به دیجیتال و بالعکس، تقویت سیگنال، فیلتر کردن سیگنال و ...) می باشد.

در شکل ۳ سلسله مراتب ساختاری یک ربات متحرک را مشاهده می کنید. هر ماجول در شکل قابل تجزیه به زیر سیستم هایی می باشد. هم اینک رباتها با مفصلهای متحرک به خاطر سادگی ساخت و سرعت عمل و نزدیکی آن به قابلیت انعطاف بازوی انسان، در صنعت به طور وسیع استفاده می شوند.

www.Prozhe.com



شکل ۲–۴ : سلسله مراتب زیر سیستم های یک ربات متحرک نمونه

www.Prozhe.com

فصل سوم :

ربات تعقیب خط

www.Prozhe.com

۳-۱- چرا روبات تعقیب خط؟

در میان روباتهای مختلفی که در حیطه مسابقات (مانند روبات مین یاب، لابیرنت، موش پنیریاب، جنگجو، فوتبالیست و (... یا در حیطه صنعتی) روباتهای نقاش، جوشکار، مونتاژ قطعات، تیرانداز و...) وجود دارد، می توان روبات تعقیب خط را ساده ترین عضو خانواده روباتها انگاشت .
عضوی که به ر غم بی پیرایه بودن و سادگی، دارای تمام اجزایی است که در یک روبات باید وجود داشته باشد . به همین لحاظ، شاید بهترین و روش ن ت رین دروازه ورود به دانش روباتیک، روبات تعقیب خط باشد . به همین لحاظ در این نوشته به معرفی کلی اجزای این روبات می پردازیم و آنچه باید برای ساخت آن انجام شود را مرور می کنیم.
از همین ابتدا فراموش نکنید که این مطلب روزنامه نیست ! به جای خواندن آن در حین تماشای تلویزیون یا داخل اتوبوس، دست به کار شوید و وسایل لازم برای ساخت این روبات که خوشبختانه ارزان و ساده است، را فراهم آورید و همگام با خواندن مطالب، اجزاء و قطعات را بسازید تا بتوانید به زودی تولّد روبات خود را جشن بگیرید!

۳-۲- روبات تعقیب خط چه باید بکند؟

صورت مسأله ساخت روبات تعقیب خط در مسابقات مختلف دارای جزییات زیاد و بعضاً متفاوتی است؛ اما اصل موضوع در همه آنها این است که روبات تعقیب خط باید بتواند یک خط مشکی رنگ به عرض ۱/۸ سانتی متر(معمولاً چسب برق) را در یک صفحه سفید عرض دنبال کند . یعنی وقتی در ابتدای خط مشک ی تنظیم و سپس روشن شود، بدون نیاز به دخالت کاربر به دنبال خط مشکی حرکت کند . یک مسیر مسابقات روبات تعقیب خط را در شکل روبرو می بینید.
اخیراً مقررات جدیدی از جمله امکان وجود بریدگی در خط، وجود تونل، پیچهای 90 درجه، حلقه، تقاطع و ... به قوانین مسابقات اضافه شده است . ترسی به خود راه ندهید ! اگر روبات خود را در ساده ترین حالت ممکن بسازید، اضافه کردن این امکانات به آن کار مشکلی نیست . دست کم بهتر از نشستن و تماشا کردن است!

۳-۳- بلوک دیاگرام یک روبات تعقیب خط

از نظر کلی هر روبات باید :

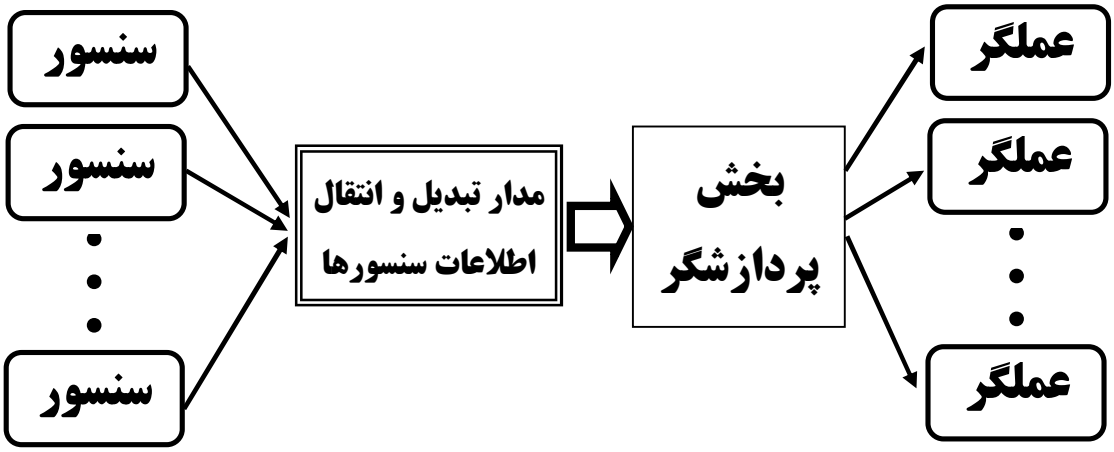
- از طریق سنسورهایش (حسگرها) اطلاعاتی را از دنیای خارج جمع آوری کند،

www.Prozhe.com

•این اطلاعات را به اطلاعات قابل فهم مغز پردازشگر خود تبدیل و به آن منتقل کند،

•بر طبق برنامه ریزی قبلی، اطلاعات را پردازش و تصمیم مناسب را اتخاذ کند،

•تصمیمات نهایی را به کمک عملگرهایش اجرا کند.



تفاوت روباتهای مختلف به ماهیت این مراحل برمی گردد.

۳-۳-۱- روبات تعقیب خط هم همین اجزاء را درون خودش دارد:

•برای حس کردن خط به دست کم دو سنسور نوری که تفاوت رنگ سفید و مشکی را درک کنند نیاز دارد.

این سنسورها انواع مختلفی مانند دیود مادون قرمز، مقاومت متغیر با نور(فوتوسل)، فوتو-ترانزیستور و... دارند.

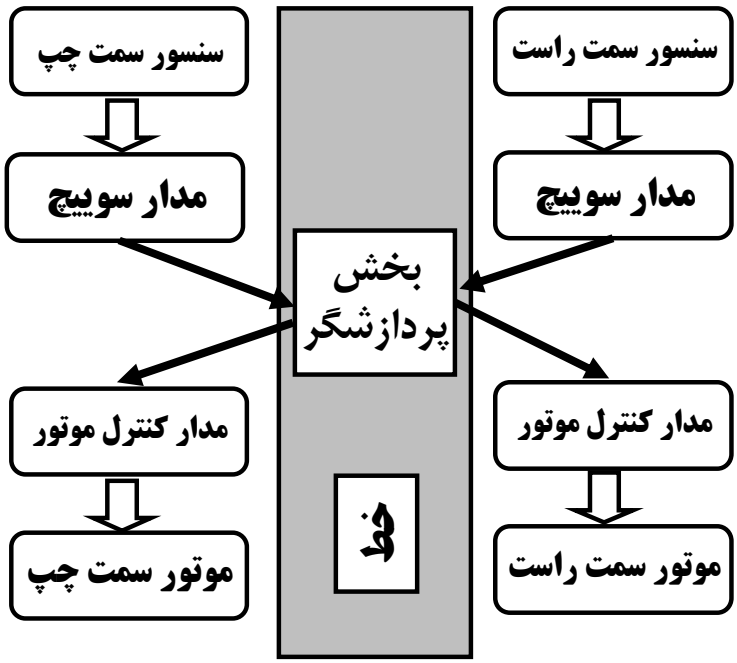
•اطلاعات سنسور از طریق یک مدار سوییچ یا مبدل آنالوگ به دیجیتال به واحد پردازشگر منتقل می شود.

•مغز پردازشگر این روبات می تواند یک مدار منطقی یا یک میکروکنترلر از هر نوعی باشد . روبات باید در قبال منحرف شدن خط، واکنش مناسب نشان داده و به قولی « هرجا خط پیچید او هم بپیچد » .

•تصمیم واحد پردازشگر مبنی بر ادامه مسیر یا پیچیدن به چپ و راست از طریق فرمانهایی که به موتورهای روبات که ممکن است از نوع DC (آرمیچر) یا پله ای (Stepper) باشند داده می شود، انجام می پذیرد .

www.Prozhe.com

بلوک دیاگرام یک ربات تعقیب خط با دو سنسور را در شکل زیر می بینید:

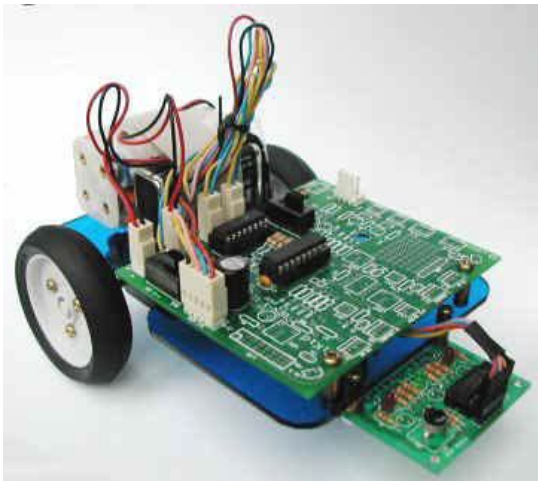


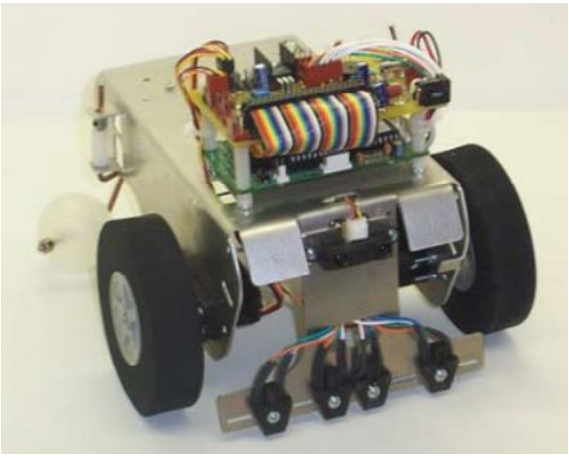
شکل ۳-۱ بلوک دیاگرام یک ربات تعقیب خط با دو سنسور

۳-۴- عملکرد روبات تعقیب خط

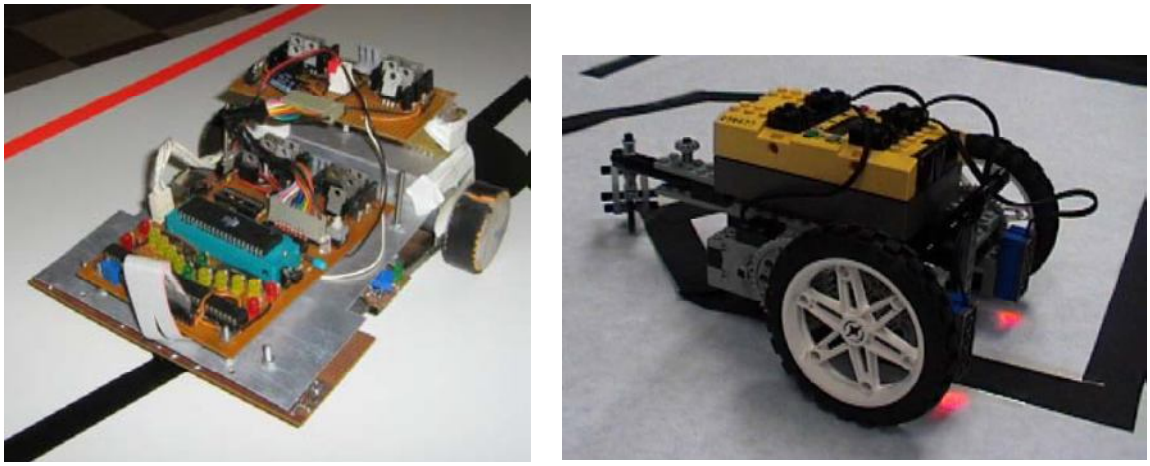
روبات تعقیب خط بسیار ساده عمل می کند .این روبات دست کم دارای دو سنسور نوری است که دو طرف خط مشکی در زمینه سفید قرار می گیرند (تعداد سنسورها به طریقی که خواهیم دید می توان بیش از دو عدد باشد). دو موتور نیز وظیفه به حرکت درآوردن دو چرخ روبات را برعهده دارند.

شکل چند روبات تعقیب خط را ببینید:



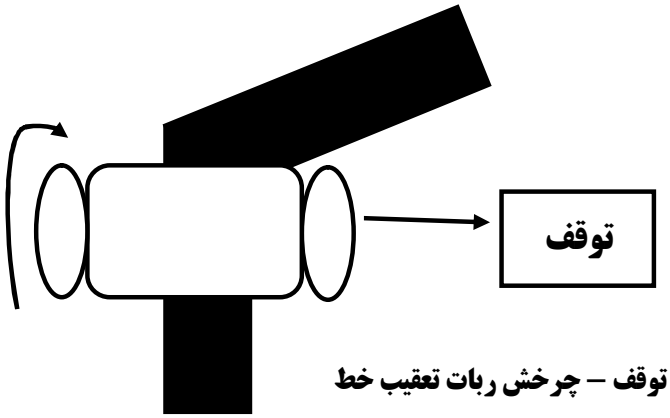


www.Prozhe.com



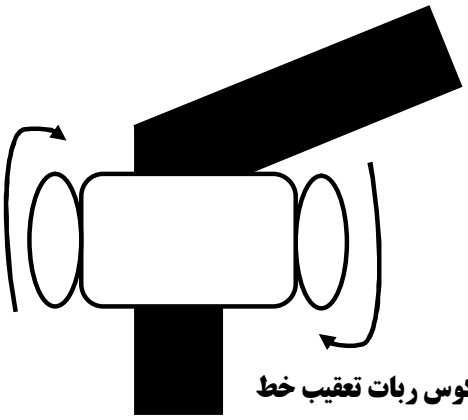
شکل ۳–۲ چند نمونه ربات تعقیب خط

هرگاه روبات در حین حرکت به انحرافی در خط مشکی برخورد کند، یکی از سنسورهایش وارد خط می شود؛ مثلاً اگر خط مشکی به راست منحرف شود ، سنسور سمت راست روبات وارد خط مشکی میشود .



شکل ۳–۳ عملکرد توقف – چرخش ربات تعقیب خط

روبات باید با توجه به سنسوری که وارد خط شده جهت انحراف خط را متوجه شود و به همان جهت بپیچد . ساده ترین راه برای پیچیدن به یک سمت، خاموش کردن موتور همان سمت و ادامه کار موتور سمت مخالف است.



شکل ۳–۴ عملکرد چرخش – معکوس ربات تعقیب خط

www.Prozhe.com

برای پیچیدن به شیوه حرفه ای تر می توانید به جای خاموش کردن موتور سمت موافق، آن را در جهت معکوس بچرخانید . با این کار روبات در حین پیچیدن روی زمین کشیده نمی شود و میتواند درجا بچرخد.

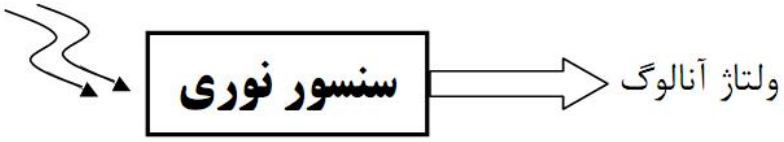
چرخیدن روبات باید تا جایی انجام شود که سنسوری که وارد خط شده بود، از خط خارج شود؛ یعنی مجدداً تمام سنسورها خارج خط قرار گیرند تا روبات بتواند به حرکت عادی خود ادامه دهد.

در ذیل اجزای یک روبات تعقیب خط را معرفی می کنیم .

۳-۵- اجزای یک روبات تعقیب خط

۳-۵-۱- سنسورهای روبات تعقیب خط

همان گونه که گفته شد، روبات تعقیب خط باید از طریق سنسورهایش خط را حس کند و انحراف آن را تشخیص دهد . برای این کار به یک سنسور نوری نیاز داریم.



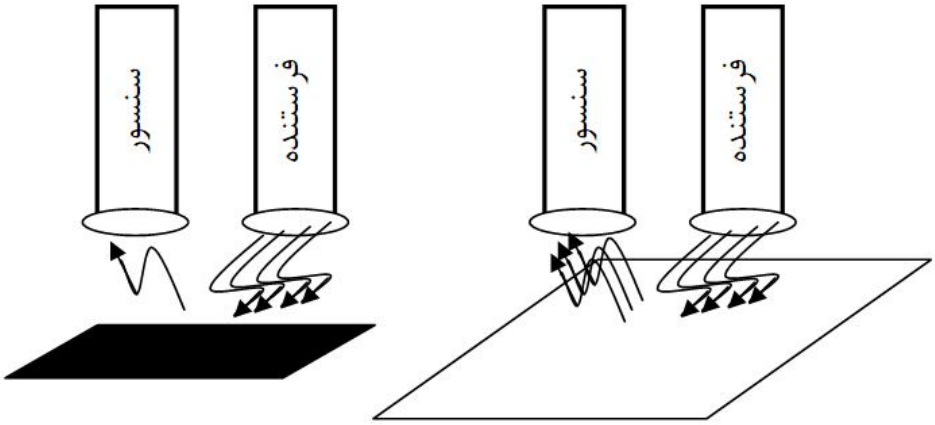
شکل ۳-۵ دیاگرام یک سنسور نوری

بلوک دیاگرام سنسور نوری به شکل روبرو است:

یک فرستنده نوری و یک گیرنده نوری را زیر روبات کنار هم قرار م ی دهیم؛ به صورتی که گیرنده مستقیماً در معرض نور ارسالی از فرستنده نباشد و تنها انعکاس آن از سطح مقابل را دریافت کند .

از آنجایی که مقدار نور بازگشتی از سطح مشکی کمتر از مقدار نور بازگشتی از سطح سفید است، به کمک تحلیل مقدار نور دریافتی از سطح، می توان مشکی و سفید بودن سطح را تشخیص داد . شکل زیر را ببینید:

www.Prozhe.com



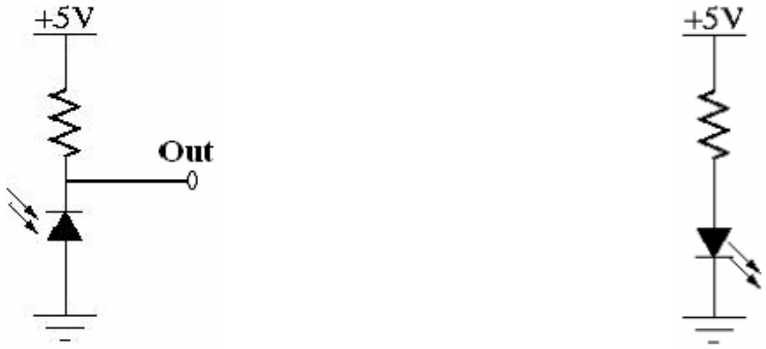
شکل ۳–۶ نحوه عملکرد یک سنسور نوری

در ذیل سه نوع سنسور نوری مختلف را بررسی می کنیم

۳–۵–۱–۱– دیود مادون قرمز

فرستنده و گیرنده مادون قرمز دو دیود کاملاً مشابه هستند . یکی از آنها امواج مادون قرمز را از خود ساطع و دیگری دریافت می کند.

مدار فرستنده مادون قرمز **مدار گیرنده مادون قرمز**



شکل ۳–۷ دیاگرام مدار فرستنده و گیرنده مادون قرمز

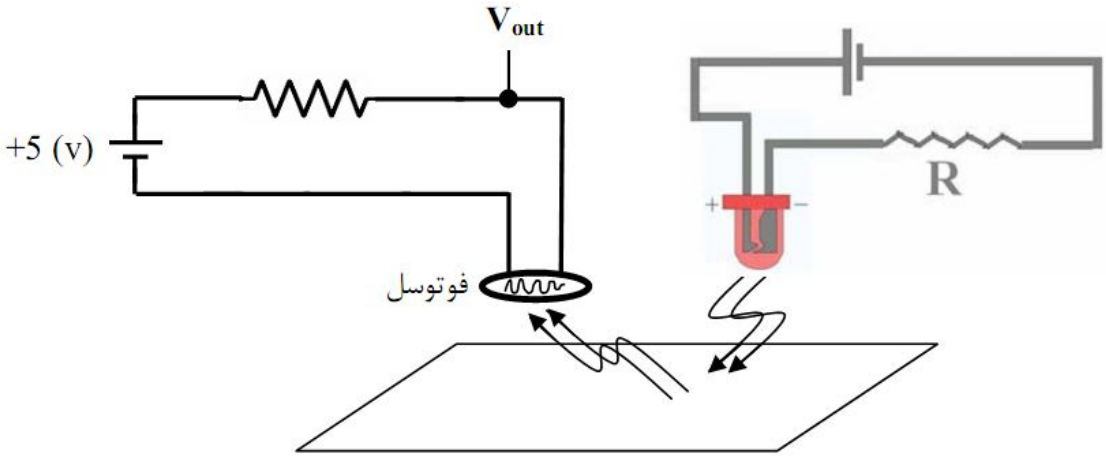
توجه کنید که دیود گیرنده در گرایش معکوس بسته شده است؛ بنابراین اگر میزان نور مادون قرمزی که به آن می تابد کم باشد (مثلاً هنگام بازتابش از سطح مشکی)، دیود هدایت نمی کند و ولتاژ out بالا خواهد بود. اگر نور مادون قرمز به میزان زیاد به دیود گیرنده بتابد، هدایت می کند و ولتاژ out پایین می رود . بنابراین اگر برای تشخیص خط مشکی در زمینه سفید در روبات

www.Prozhe.com

تعقیب خط از دیودهای مادون قرمز استفاده کنید ، در حالتی که فرستنده / گیرنده مقابل سطح سفید قرار دارد ، ولتاژ out پایین تر از وقتی است که فرستنده / گیرنده وارد خط شده است .

۳-۵-۱-۲- مقاومت متغیر با نور (فوتو- رزیستور یا فوتوسل)

مقاومتهای معمولی تحت شرایط مختلف (جریان، توان، دما، فشار، رطوبت، نور،...) مقاومت تقریباً یکسانی دارند (البته وقتی این شرایط در بازه های مجاز مربوط به آن مقاومت تغییر کنند) .
اما مقاوتهایی نیز وجود دارند که با تغییر شرایط، مقاومت متغیری از خود بروز می دهند؛ مثلاً ترمیستور یک مقاومت متغیر با دما است و با تغییر دمای محیط مقدار مقاومت آن تغییر می کند .
از ترمیستور به عنوان سنسور دما می توان استفاده کرد.
فوتوسل (Photocell) مقاومت متغیر با نور معمولی است . مقدار این مقاومت بسته به مقدار نوری که به آن می تابد تغییر می کند . برای استفاده از این سنسور در روبات تعقیب خط کافی است آن را همراه با یک فرستنده نوری معمولی مثلاً یک LED به کار برید . بهتر است رنگ LEDرا طوری انتخاب کنید که بیشترین درخشش را داشته باشد (مثلاً نارنجی تند) . مدار زیر را ببینید:



شکل ۳-۸ شکل شماتیک یک مدار فوتوسل

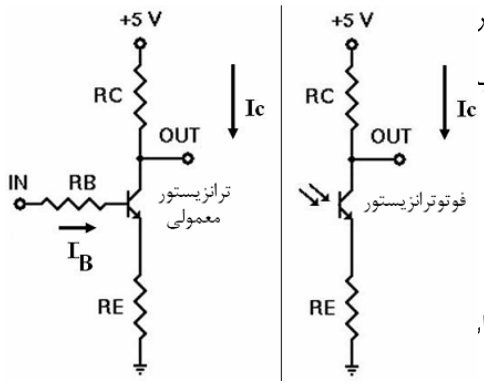
بسته به مقدار نور انعکاسی از سطح (که به سفید یا مشکی بودن آن بستگی دارد) ، ولتاژ V_{OUT} تغییر می کند . به بیان دیگر ، ولتاژ V_{OUT} با توجه به مقدار مقاومت فوتوسل و مقاومت سری شده با آن ، در دو سطح مشکی و سفد دو مقدار متفاوت دارد . از روی مقدار این ولتاژ ، روبات می تواند خط را تشخیص دهد .

www.Prozhe.com

۳-۵-۱-۳- فوتو - ترانزیستور

در ترانزیستورهای معمولی دوپیوندی (BJT) ، مقدار جریان I_C که از کلکتور به امیتر جریان دارد، بسته به جریان I_B که به بیس آنها ، وارد می شود تغییر می کند .بنابراین با یک پیکربندی مناسب

می توان با تغییر ولتاژ (جریان) بیس، ولتاژ کلکتور را تغییر داد.



درفوتو – ترانزیستور، آنچه باعث تغییر جریان کلکتور به امیتر می شود، نه جریان بیس ، بلکه نوری است که به بیس می تابد بنابراین بسته به نوری که به بیس فوتو-ترانزیستور می تابد (که با انعکاس از دو سطح سفید و مشکی متفاوت است) ، ولتاژ کلکتور تغییر می کند . این نور بسته به نوع فوتو- ترانزیستور، می تواند نور معمولی یا مادون قرمز باشد. ترانزیستور به مدار فوتوسل شباهت زیادی دارد.

تعداد سنسورها

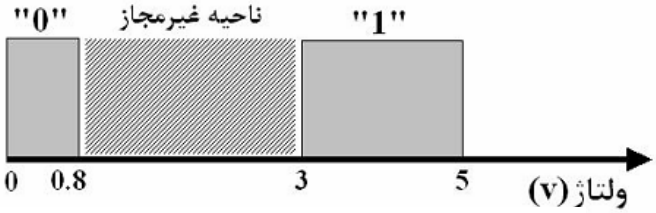
اگر خط تنها پیچ و انحراف داشته باشد، دو سنسور که دقیقاً دو سمت خط قرار گرفته باشد، کافی است . اما معمولاً در مسابقات رسمی، خط دارای بریدگیها و تقاطع هایی با زوایا و اندازه های مختلف است . اگر تنها از دو سنسور استفاده کنید، ممکن است خط را گم کنید . بنابراین اگر چند سنسور در فواصل و زوایای مختلف تعبیه کنید، مفید خواهد بود . برای تجربه اول بهتر است از دو سنسور استفاده کنید و بعدها با اضافه کردن سنسوره ای بیشتر، عملکرد روبات را ارتقا ببخشید.

۳-۵-۲- تبدیل و انتقال خروجی سنسور به مدار پردازشگر

خروجی هرکدام از مدارات سنسوری بخش قبل، یک ولتاژ آنالوگ(پیوسته) بین صفر تا 5 ولت است که بسته به اینکه سنسور در محیط سفید یا مشکی باشد، مقادیر مختلفی خواهد داشت . مثلاً فرض کنید خروجی یک سنسور نوری در محیط کاملاً سفید حدود ۱/۲ ولت است و با ورود کامل آن سنسور به خط مشکی خروجی سنسور ۳/۸ ولت می شود (تلاش نکنید سنسور خود را طوری بسازید که ولتاژ خروجی آن دقیقاً منطبق بر این مقادیر باشد ! این تنها مثالی برای درک

www.Prozhe.com

شما از موضوع است) . مدار پردازشگر باید بر اساس این دو مقدار واکنش مناسب را نشان دهد و روبات را هدایت کند . اما مدارهای پردازشگر (چه مدار منطقی و چه میکروکنترلر) تنها مقادیر دیجیتال را می شناسند . یعنی باید با آنها به زبان «صفر» و «یک»صحبت کرد . در منطق ولتاژهای دیجیتال، از ولتاژ بین صفر تا حدود ۰/۸ ولت به «صفر منطقی» و از ولتاژ بین ۳ تا ۵ ولت به «یک منطقی» تعبیر می شود .



نمودار ۳-۱ نحوه پردازش اطلاعات سنسور

بنابراین اگر مثلاً خروجی یک سنسور نوری در محیط کاملاً سفید ۱/۲ ولت و در محیط کاملاً مشکی ۳/۸ ولت باشد، یک مدار منطقی یا میکروکنترلر هیچ درکی از آن نخواهد داشت . بلکه این ولتاژها باید به مقادیر دیجیتال تبدیل شوند تا قابل درک توسط مدار پردازشگر باشند.

برای تبدیل خروجی آنالوگ سنسور به مقدار دیجیتال دو راه وجود دارد:

به کمک یک **مدار سوییچینگ** شما می توانید از روی خروجی آنالوگ سنسور ، «بودن» یا «نبودن» سنسور در خط را مشخص کنید.

اگر از مدار مبدل آنالوگ به دیجیتال (A/D) استفاده کنید ، می توانید درصد وارد شدن سنسور به خط را نیز تشخیص دهید .

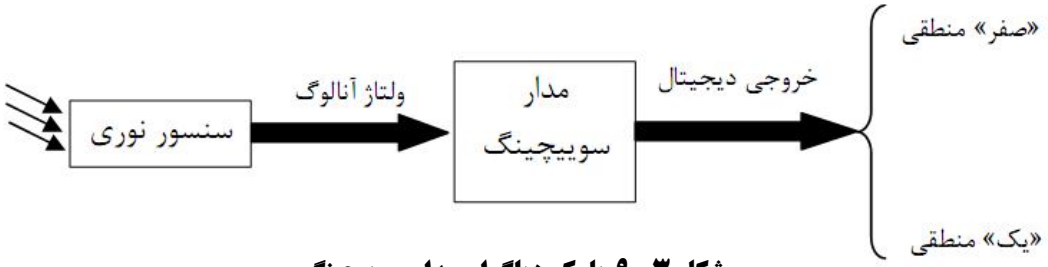
۳-۵-۳- مدار سوییچینگ

به کمک یک مدار الکترونیکی سوییچینگ می توان ولتاژ آنالوگ خروجی سنسور را به یک ولتاژ دیجیتال «صفر» یا «یک» قابل درک توسط مدار منطقی یا میکروکنترلر تبدیل کرد . به زبان ساده مداری می خواهیم که مثلاً وقتی سنسور در منطقه سفید است «صفر منطقی» و و وقتی وارد منطقه مشکی می شود، «یک منطقی» را به عنوان ، خروجی تولید کند.

با این کار، مدار پردازشگر از روی این ولتاژ متوجه «ورود» یا «عدم ورود» روبات به خط مشکی می شود .

بلوک دیاگرام مدار سوییچینگ به شکل زیر است:

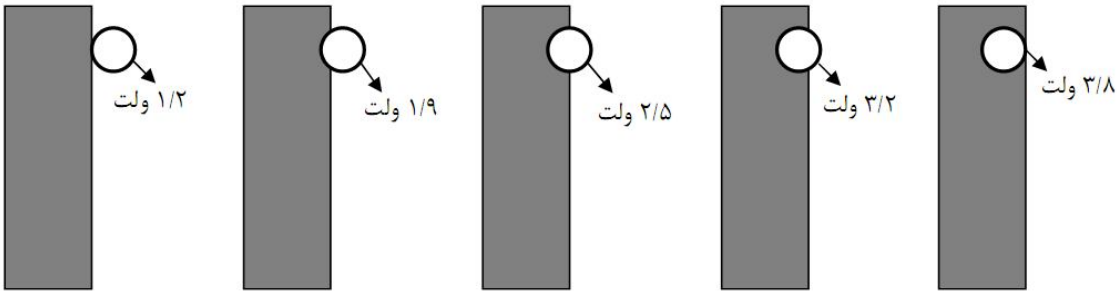
www.Prozhe.com



شکل ۳–۹ بلوک دیاگرام مدار سوییچینگ

به یک نکته مهم توجه کنید .فرض کنید هنگامی که سنسور کاملاً از خط مشکی خارج است (در محیط کاملاً سفید است دارای خروجی ۱/۲ ولت می باشد 3و با ورود کامل به خط مشکی دارای ولتاژ ۳/۸ ولت می شود .

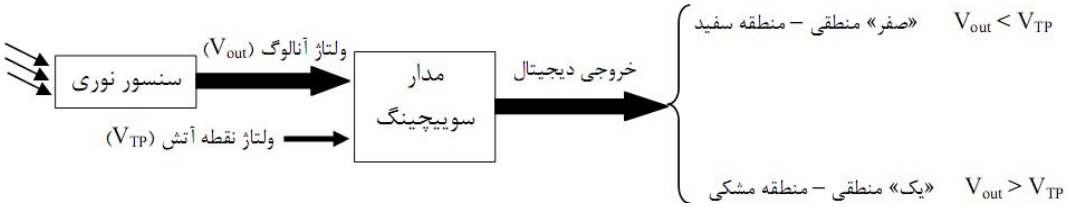
می خواهیم این ولتاژهای آنالوگ را به کمک یک مدار سوییچینگ به گونه ای به یک ولتاژ دیجیتال تبدیل کنیم که وقتی سنسور در منطقه سفید است «صفر منطقی» و وقتی وارد منطقه مشکی می شود، «یک منطقی» را به عنوان خروجی داشته باشیم . هنگامی که سنسور از زمینه سفید وارد خط مشکی میشود، خروجی سنسور به مرور از ۱/۲ ولت تا ۳/۸ ولت تغییر میکند .



شکل ۳–۱۰ دیاگرام نحوه تغییر ولتاژ توسط مدار سوییچینگ

به نظر منطقی می آید روبات باید طوری طراحی شود که با رسیدن ولتاژ خروجی سنسور به میانه این بازه (مثلاً ۲/۵ ولت) با توجه به اینکه سنسور کم و بیش وارد خط شده، خروجی مدار سوییچینگ از «صفر» به «یک» تغییر کرده و جهت حرکت روبات تغییر کند . به این ولتاژ که با گذر از آن عمل سوییچینگ اتفاق می افتد، اصطلاحاً نقطه آتش (Trigger Point) گفته می شود.

www.Prozhe.com



شکل ۳–۱۱ بلوک دیاگرام مدار سوییچینگ با استفاده از نقطه آتش

مقدار ولتاژ نقطه آتش چقدر باید باشد؟ به بیان دیگر ولتاژ خروجی سنسور باید به چه حدی برسد تا نتیجه بگیریم سنسور وارد خط شده و جهت حرکت روبات را اصلا ح کنیم؟ ۱/۵ولت کم نیست؟ ۲/۵ ولت بهتر نیست؟ اصلاً بهتر نیست صبر کنیم سنسور کاملاً وارد خط شود و ولتاژ خروجی آن به ۳/۸ ولت برسد و بعد حرکت روبات را تغییر دهیم؟

واقعیت این است که پاسخ به این سؤال به مکانیک و نیز مدار کنترلی روبات ما بستگی دارد . در واقع باید ببینید دقت چرخش روبات شما در چه حد است؟ اگر می تواند بسیار سریع و دقیق بچرخد، نیازی نیست خیلی زودتر از ورود کامل سنسور به خط به روبات فرمان چرخش داده شود . اما اگر چرخش روبات کند و همراه با خطاست، شاید بهتر باشد زمانی که نیمی از سنسور وارد خط شده فرمان چرخش بدهیم تا روبات در زمان مناسب بتواند بچرخد.

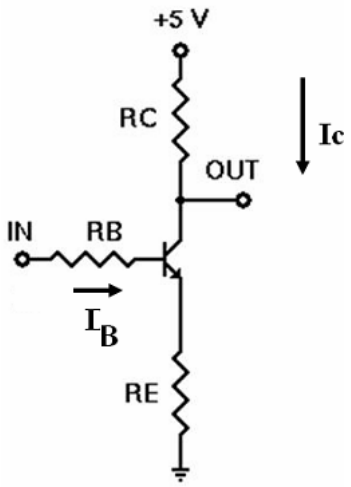
اکنون می خواهیم یک مدار سوییچینگ بسازیم که عبور ولتاژ خروجی سنسور از ولتاژ نقطه آتش را تشخیص دهد؛ به بیان دیگر باید مداری طراحی کنیم که مثلاً در ولتاژ ورودی کمتر از ولتاژ نقطه آتش، خروجی «صفر» (یعنی ولتاژی بین صفر تا ۰/۸ ولت) و در ولتاژ ورودی بیشتر از ولتاژ نقطه آتش ، خروجی «یک» (ولتاژی بین ۳ تا ۵ ولت) بدهد . یک مدار منطقی یا میکروکنترلر می تواند از روی این خروجی «صفر» یا «یک» ، متوجه «ورود» یا «عدم ورود» روبات به خط مشکی بشود.

ساخت مدار سوییچینگ راههای مختلفی دارد.

۳–۵–۳–۱– مدار ترانزیستوری :

مدار روبرو را ببینید . مقاومتها باید به نحوی انتخاب شوند که ولتاژ خروجی ترانزیستور (ولتاژ کلکتور) در حالتهای قطع و اشباع برابر ولتاژهای دیجیتال(حدود صفر و حدود ۵ ولت)باشد. اگر ولتاژ ورودی IN کم باشد، ترانزیستور در حالت قطع بوده و ولتاژ خروجی آن (ولتاژ کلکتور OUT)«یک» خواهد بود . اگر ولتاژ ورودی آن (ولتاژ کلکتور) از «یک» به «صفر» تغییر می کند .

www.Prozhe.com



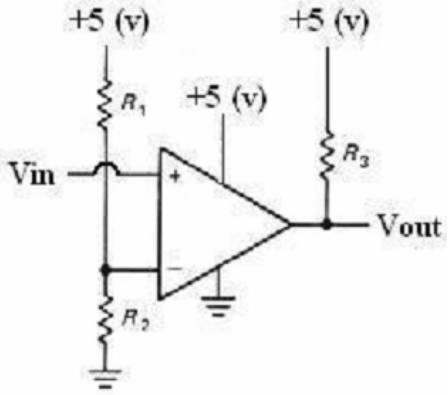
شکل ۳–۱۲ مدار سوییچینگ با استفاده از مدار ترانزیستوری

مدار منطقی یا میکروکنترلر از روی ولتاژ کلکتور متوجه ورود یا عدم ورود روبات به خط مشکی شده و تصمیم گیری لازم را انجام می دهد .

برای مدارهای سوییچینگ استفاده از ترانزیستورهای 2N3904 یا 2N2222 یا ترانزیستورهای مشابه مناسب است . این مدار بیشتر در مواقعی استفاده می شود که ورودی به سرعت تغییر کند؛ وگرنه ممکن است خروجی OUT در منطقه غیرمجاز (نه «صفر» و نه «یک») قرار گیرد.

۳–۵–۳–۲– مدار سوییچ با آپ امپ

به کمک تراشه های مقایسه کننده که عمومـاً از نوع آپ امپ هستند و بدون فیدبک استفاده می شوند، نیز می توان عمل سوییچینگ را انجام داد . مدار روبرو را ببینید.



شکل ۳–۱۳ مدار سوییچ با آپ – امپ

تراشه LM311 یکی از اعضای خانواده آپ امپ های مقایسه کننده است که به صورت بدون فیدبک برای انجام مقایسه به کار می رود . عملکر د آپ- امپ بدون فیدبک به صورت ساده به این صورت است که اگر ولتاژ پایه ورودی مثبت از پایه ورودی منفی بیشتر شود، خروجی آپ- امپ به اشباع مثبت رفته و « یک » می شود . اگر ولتاژ پایه ورودی منفی از پایه ورودی مثبت بیشتر شود، خروجی آپ – امپ به اشباع منفی رفته و «صفر» می شود . در مدار بالا ، اگر خروجی سنسور (V_{in}) که به ورودی مثبت مقایسه کننده متصل است ، از ولتاژ مرجع (ولتاژ نقطه آتش) که به پایه منفی مقایسه کننده متصل

www.Prozhe.com

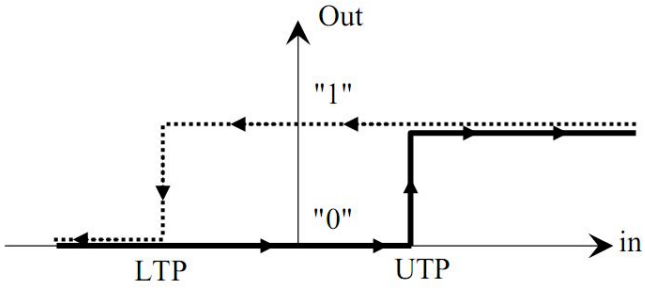
است بیشتر شود ، مقایسه کننده به اشباع مثبت می رود و خروجی آن (V_{out}) «یک» می شود در غیر اینصورتدر اشباع منفی قرار داشته و خروجی آن «صفر» است .
مثلا در مثال قبلی که خروجی سمسور توری در محیط کاملاً سفید حدود ۱/۲ ولت و در محیط کاملاً مشکی حدود ۳/۸ ولت است ، فرض کنید ولتاژ نقطه آتش را ۲/۵ ولت در نظر گرفته و به کمک تقسیم ولتاژ روی مقاومتهای R_1 و R_2 این ولتاژ را ایجاد و به پایه منفی آپ – امپ متصل می کنیم. اگر ولتاژ خروجی سنسور کمتر از ۲/۵ ولت باشد (زمینه سفید) ، ولتاژ ورودی مثبت مقایسه کننده کمتر از ولتاژ ورودی منفی آن است و خروجی مقایسه کننده «صفر» می شود. با ورود سنسور به خط مشکی ، ولتاژ ورودی مثبت مقایسه کننده بیشتر از ولتاژ ورودی منفی آن شده و خروجی مقایسه کننده «یک» می شود . مدار منطقی یا میکروکنترلر می تواند بر اساس خروجی مقایسه کننده عمل سوییچ را انجام دهد .

۳-۵-۳-۳- مدار اشمیت تریگر

مدارهای سوییچینگ بالا با عبور از یک ولتاژ نقطه آتش سوییچ می کنند . این مساله ممکن است باعث دردسر شود . مثال قبلی را در نظر بگیرید(خروجی سنسور توری در محیط کاملاً سفید حدود ۱/۲ ولت و در محیط کاملاً مشکی حدود ۳/۸ ولت است و ولتاژ نقطه آتش را ۲/۵ ولت در نظر گرفته ایم). فرض کنید سنسور در حال ورود به خط مشکی است؛ بنابراین ولتاژ خروجی آن بالا رفته و سرانجام در حالی که حدود نیمی از سنسور وارد خط شده است، از ۲/۵ ولت می گذرد. خروجی مدار سوییچینگ تغییر کرده و به قسمت کنترلی اعلام می کند سنسور وارد خط شده است . روبات تغییر جهت داده و می چرخد تا سنسور را از خط خارج کند. همین که بیش از نیمی از سنسور از خط خارج می شود ، ولتاژ خروجی آن از ۲/۵ ولت کمتر شده و خروجی مدار سوییچینگ به حالت قبل باز می گردد و به قسمت کنترلی اعلام می کند سنسور از خط خارج شده است. به محض اینکه روبات کمی از جای خود حرکت کند ، مجدداً خروجی سنسور از ۲/۵ ولت بیشتر شده و مدار سوییچ می کند ، باز سنسور از خط خارج می شود و مجدداً مدار سوییچ می کند و ... مشاهده می کنید که با حرکت سنسور در لبه خط که ولتاژ خروجی آن در حدود ولتاژ ۲/۵ ولت نوسان می کند، مرتباً مدار سوییچ از «یک» به «صفر» و بالعکس تغییر می کند و باعث می شود هیچگاه روبات به درستی تنظیم نشود .

www.Prozhe.com

برای حل این مشکل می توان به جای یک نقطه آتش، دو نقطه آتش بالا (UTP : Upper Trigger Point) و نقطه آتش پایین (LTP) در نظر گرفت . در مثال قبلی، به جای یک ولتاژ آتش ۲/۵ ولت ، یک ولتاژ آتش پایین به میزان ۲ ولت و یک ولتاژ آتش بالا به میزان ۳ ولت در نظر می گیریم .



نمودار ۳–۲ نحوه عملکرد مدار اشمیت تریگر

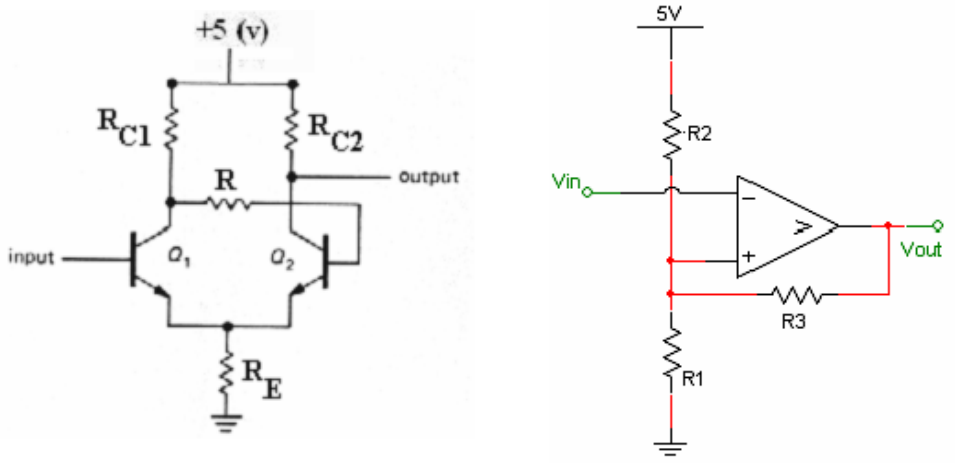
مداری طراحی می کنیم که وقتی ولتاژ ورودی آن از ولتاژ آتش بالا بیشتر شد، خروجی آن «یک» و وقتی ولتاژ ورودی آن از ولتاژ آتش پایین کمتر شد ، خروجی آن «صفر» شود . به این ترتیب مشکل قبلی حل می شود و دیگر مدار سوییچ پیرامون یک ولتاژ آتش مرتباً سوییچ نمی کند . به تکنیک فوق، ایجاد هیسترزیس (Hysteresis) یا حافظه گفته می شود .

با استفاده از مدار دارای هیسترزیس با UTP = 3 (v) و LTP = 2 (v) ، وقتی سنسور وارد خط می شود، مدار سوییچ بلافاصله واکنش نشان نمی دهد، بلکه صبر می کند تا سنسور قدری بیشتر وارد خط شود و ولتاژ خروجی آن از ۳ ولت بیشتر شود . در این حالت به روبات فرمان چرخش داده می شود . هنگامی که کمی از سنسور از خط خارج شد ، باز مدار سوییچ بلافاصله دستور قطع چرخش نمی دهد ؛ بلکه صبر می کند سنسور تا حد زیادی از خط خارج شود و ولتاژ خروجی آن از ۲ ولت کمتر شود و بعد فرمان قطع چرخش می دهد .

از معروفترین مدارات ایجاد هیسترزیس، مدار اشمیت تریگر (schmitt trigger) است که شکل ترانزیستوری آن را در شکل زیر می بینید .

با تنظیم مقادیر مقاومتها می توانید ولتاژ نقطه آتش بالا و نقطه آتش پایین را تنظیم کنید .

www.Prozhe.com



شکل ۳–۱۴ مدار اشمیت تریگر ترانزیستوری

مدار اشمیت تریگر را با آپ – امپ با فیدبک مثبت نیز می توان ساخت . توجه کنید عملکرد این مدار عکس مدار اشمیت تریگر ترانزیستوری است؛ یعنی با بیشتر شدن ولتاژ ورودی از LTP خروجی «یک» می شود .

تراشه 74LS14 مدار اشمیت تریگر آماده را (البته با تنظیمات مفصل) ارائه می کند .

۳–۵–۳–۴– تبدیل خروجی آنالوگ سنسور به ولتاژ دیجیتال به کمک A/D

مدارات سوییچینگ ، ولتاژ خروجی سنسور را به یک ولتاژ V_{out} (با دو حالت «صفر» یا «یک») تبدیل میکنند ؛ به بیان دیگر ، به کمک خروجی دو حالته یک مدار سوییچینگ می توان تنها دانست آیا روبات وارد خط شده است یا خیر؟ این در حالی است که ولتاژ خروجی سنسور از وقتی در زمینه سفید است تا زمانی که کاملاً وارد خط مشکی شود، به مرور تغییر می کند . بنابراین اگر بتوانیم ولتاژ خروجی سنسور را نه به صورت یک رقم منطقی «صفر» یا «یک» ، که مثلاً به کمک یک عدد ۸ بیتی بیان کنیم، آنگاه می توان به کمک ۲۵۶ عدد مختلفی که می توان با ۸ بیت ساخت ، مقدار ورود سنسور به خط را نیز با دقت زیاد با عددی بین صفر تا ۲۵۵ مشخص کرد . مدار مبدل آنالوگ به دیجیتال این کار را انجام می دهد .

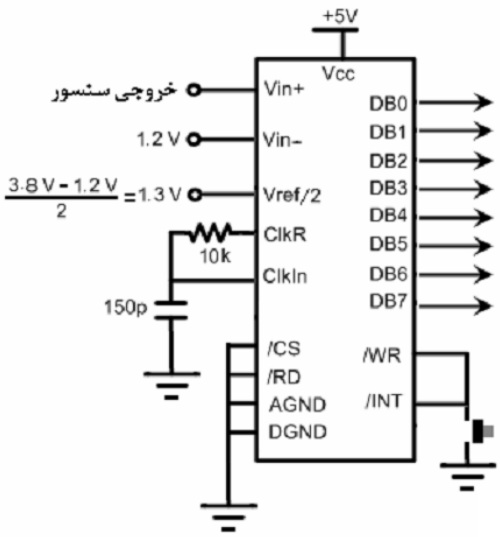
شکل ۳–۱۵ دیاگرام مدار مبدل آنالوگ به دیجیتال

www.Prozhe.com

مثال قبلی را (خروجی سنسور نوری در محیط کاملاً سفید حدود ۱/۲ ولت و در محیط کاملاً مشکی حدود ۳/۸ ولت است) مجدداً در نظر بگیرید ؛ به کمک یک A/D مداری طراحی می کنیم که اگر خروجی سنسور ۱/۲ ولت باشد خروجی A/D برابر صفر و اگر خروجی سنسور ۳/۸ ولت باشد خروجی A/D برابر ۲۵۵ شود ؛ در این حالت می توان بر اساس عدد خروجی ۸ بیتی A/D ، مقدار ورود سنسور به خط را دانست و بر اساس آن تصمیم لازم را اتخاذ کرد .

مدار تراشه ADC804 را در شکل بعد می بینید .

این مدار مرتباً ولتاژ $V_{in(+)} - V_{in(-)}$ را به عدد ۸ بیتی تبدیل کرده و روی پایه های DB0 تا DB7 نمایش میدهد . برای مثال بالا ، خروجی سنسور را به ورودی $V_{in(+)}$ متصل کرده و به کمک یک پتانسیومتر ، ولتاژ ۱/۲ ولت را ساخته و به $V_{in(-)}$ متصل میکنیم .



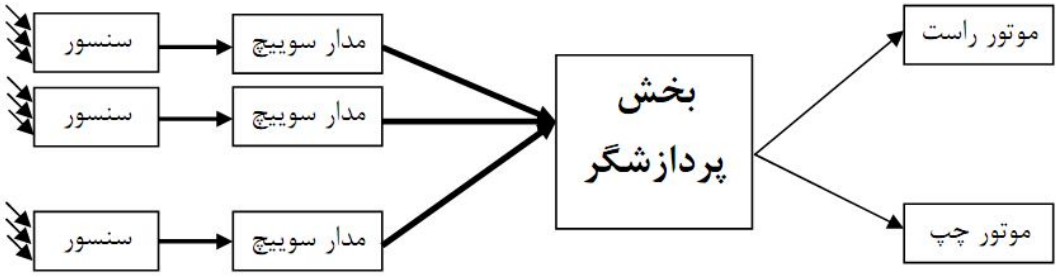
شکل ۳–۱۶ شکل شماتیک یک مدار مبدل آنالوگ به دیجیتال

در این حالت اگر سنسور در محیط کاملاً سفید باشد (خروجی سنسور ۱/۲ ولت باشد)، خروجی A/D صفر (DB7~DB0=00000000) و اگر سنسور در محیط کاملاً مشکی باشد (خروجی سنسور ۳/۸ ولت باشد) خروجی A/D برابر ۲۵۵ (DB7~DB0=11111111) می شود . با اتصال DB7~DB0 به مدار کنترلی (مثلاً میکروکنترلر) ، می توان بر اساس عدد ۸ بیتی خروجی A/D تصمیم گیری لازم برای حرکت روبات را انجام داد . مثلاً می توان خروجی ۱۲۷ (DB7~DB0=01111111 = 255/2) را به عنوان نقطه آتش در نظر گرفت ؛ یعنی هرگاه میکروکنترلر عدد ۱۲۷ را از A/D دریافت کند، میتواند نتیجه بگیرد که نیمی از سنسور وارد خط شده و عمل تغییر جهت روبات را انجام دهد . اگر بخواهید هیسترزیس را در سوییچ رعایت کنید، میتوانید دو نقطه آتش (مثلاً UTP برابر ۲۰۰ و LTP برابر ۱۰۰) در نظر بگیرید و برنامه میکروکنترلر را طوری بنویسید که این نقطه آتش رعایت شوند .

www.Prozhe.com

۳-۵-۴- بخش پردازشگر

بلوک دیاگرام بخش پردازشگر به شکل زیر است :

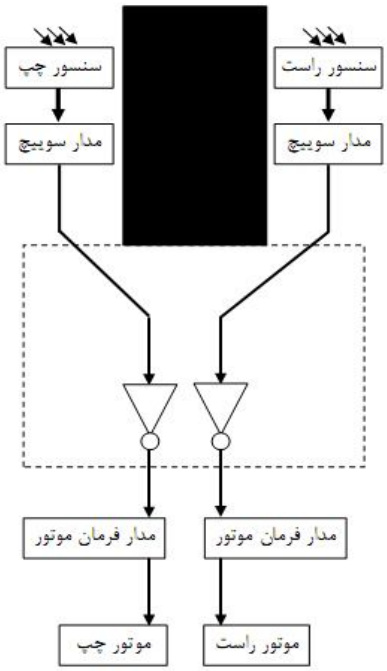


شکل ۳-۱۷ دیاگرام بخش پردازشگر

همانطور که مشاهده میکنید ، بخش پردازشگر روبات که یک مدار منطقی یا میکروکنترلر است ، بر حسب سیگنالهای منطقی «صفر» و «یک» که از سنسورها و مدارهای سوییچینگ دریافت می کند، باید تصمیمی مناسب برای حرکت مستقیم یا پیچیدن روبات به جهت مناسب را اتخاذ نماید و به کمک فرمانهایی که به موتورهای چپ و راست می دهد، تصمیم خود را عملی کند.

۳-۵-۴-۱- مدار منطقی

بخش پردازشگر روبات تعقیب خط می تواند به سادگی یک مدار منطقی با گیتهای NOT باشد. مثلاً فرض کنید تنها از دو سنسور نوری در سمت چپ و راست خط استفاده کرده ایم .همچنین فرض کنید مدارات سوییچینگ به صورتی طراحی شده اند که اگر سنسور در زمینه سفید باشد خروجی مدار سوییچینگ «صفر» و با ورود سنسور به خط مشکی خروجی مدار سوییچینگ«یک» می شود . فرض دیگر این است که برای روشن کردن یک موتور باید به مدار کنترلی آن موتور«یک» و برای خاموش کردن آن باید به مدار کنترلی آن «صفر» موتور ارسال شود . مدار کنترلی روبات می تواند به شکل روبرو باشد.



شکل ۳-۱۸ دیاگرام مدار کنترلی ربات

www.Prozhe.com

این مدار بر اساس این واقعیت طراحی شده که اگر سنسور سمت راست وارد خط شود، به معنای انحراف خط به سمت راست است؛ بنابراین روبات باید به سمت راست بپیچد . برای این کار باید موتور سمت راست روبات خاموش شده و موتور سمت چپ به کار خود ادامه دهد . یعنی اگر خروجی سنسور راست «یک» شود ، باید به مدار کنترل موتور آن «صفر» ارسال شود .با خارج شدن سنسور سمت راست از خط (خروجی سنسور «صفر» شود) ، موتور سمت راست باید مجدداً روشن شود (به مدار کنترلی آن «یک» ارسال شود) . روند پیچیدن روبات به سمت چپ نیز به همین شکل خواهد بود .

به نظر بیش از حد ساده می آید ؟ ! این مدار کنترلی عملاً پاسخ می دهد؛ البته مشروط به اینکه مکانیک و سرعت پیچیدن روبات شما در حد مطلوب باشد . توجه کنید اگر مدار کنترل موتور طوری طراحی شده باشد که لازم باشد برای روشن کردن موتور «صفر» و برای خاموش کردن آن «یک» به آن ارسال کنیم ، حتی به آن گیتهای NOT نیز نیازی نیست ! در مورد نحوه طراحی مدار کنترل بعداً صحبت خواهیم کرد.

۳-۵-۴-۲- میکروکنترلر

اگر ضعفی در بخشهای دیگر روبات وجود داشته باشد، شاید بهتر باشد برای جبران آن ضعفها و برنامه ریزی دقیقتر بخش پردازشگر از یک میکروکنترلر استفاده کنیم . به علاوه گاهی برای افزایش دقت عملکرد روبات از بیش از دو سنسور نوری استفاده می شود(مثلاً دو سنسور در عقب و دو سنسور در جلوی روبات یا دو سنسور در سمت راست و دو سنسور در سمت چپ خط) . در این حالت اگر بخواهید برای بخش پردازشگر از مدار منطقی استفاده کنید، باید جدول درستی مدار فوق را رسم کرده و ساده کنید و سپس براساس آن مدار را طراحی کنید . شاید استفاده از میکروکنترلر در این مواقع کار ساده تری باشد.

مانند قبل فرض کنید تنها از دو سنسور نوری در سمت چپ و راست خط استفاده کرده ایم . همچنین فرض کنید مدارات سوییچینگ به صورتی طراحی شده اند که اگر سنسور در زمینه سفید باشد خروجی مدار سوییچینگ «صفر» و با ورود سنسور به خط مشکی خروجی مدار سوییچینگ «یک» می شود . خروجی مدارهای سوییچینگ سنسورهای سمت چپ و سمت راست روبات را به دو پایه میکروکنترلر متصل می کنیم . شبه کد برنامه میکروکنترلر به صورت زیر است :

```
Back:
        // If both sensors are in white background, the robot should go straight.
        If (RightSensor = 0 AND LeftSensor = 0) then
```


www.Prozhe.com

```
        Turn on Right Motor;
        Turn on Left Motor;
// If the right sensor enters black line, the robot should turn right.
If (RightSensor = 1 AND LeftSensor = 0) then
        Turn off Right Motor;
        Turn on Left Motor;
// If the left sensor enters black line, the robot should turn left.
If (RightSensor = 0 AND LeftSensor = 1) then
        Turn on Right Motor;
        Turn off Left Motor;
Loop Back
```

همانطور که می بینید ، این شبه کد به قدری ساده است که شاید پیاده سازی آن با یک مدار منطقی معقول تر باشد. اما برای انجام پردازشهای پیچیده تر استفاده از میکروکنترلر مناسب تر است.

اگر برای تبدیل ولتاژ آنالوگ خروجی سنسور به ولتاژ دیجیتال قابل فهم بخش پردازشگر از A/D استفاده کنید، به دلیل اینکه خروجی سنسور A/D هشت بیت است (عددی بین صفر تا ۲۵۵ که نمادی از ولتاژ خروجی آنالوگ سنسور است) و بخش پردازشگر باید بر اساس این هشت بیت تصمیم بگیرد ، استفاده از مدار منطقی در بخش پردازشگر معقول نیست و باید از میکروکنترلر استفاده شود. مثلاً فرض کنید A/D مربوط به سنسور سمت راست را به پورت P1 میکروکنترلر و A/D مربوط به سمت چپ را به پورت P2 میکروکنترلر متصل نموده ایم . ورود نیمی از سنسور به خط باعث می شود خروجی A/D بیش از ۱۲۷ (= DB7~DB0=01111111 255/2) شود . شبه کد زیر را ببینید :

```
Back:
        // If both sensors are in white background, the robot should go straight.
        If (P1 < 127 AND P2 < 127) then
                Turn on Right Motor;
                Turn on Left Motor;
        // If the right sensor enters black line, the robot should turn right.
        If (P1 > 127 AND P2 < 127) then
                Turn off Right Motor;
                Turn on Left Motor;
        // If the left sensor enters black line, the robot should turn left.
        If (P1 < 127 AND P2 > 127) then
                        Turn on Right Motor;
                        Turn off Left Motor;
Loop Back
```


www.Prozhe.com

۳-۵-۵- موتور و مدارهای کنترل آن

مدار پردازشگر روبات (چه مدار منطقی و چه میکروکنترلر) باید به موتورها فرمان دهد . این فرمان بر حسب نوع موتور متفاوت خواهد بود که در ذیل به شرح آن خواهیم پرداخت .

قبل از آن به نکته ای توجه کنید . هنگامی که به عنوان مثال روبات می خواهد به سمت چپ بپیچد ، باید موتور سمت چپ را خاموش و موتور سمت راست را روشن کنیم . در این حالت روبات در حین پیچیدن کمی به جلوتر نیز حرکت کرده و روی زمین کشیده می شود . برای اینکه روبات در جا به سمت چپ بپیچد باید موتور سمت چپ رو به عقب و موتور سمت راست رو به جلو بچرخد . به همین دلیل ضمن بررسی مدارهای کنترل موتور ، نحوه معکوس کردن جهت چرخش موتور را نیز بررسی می کنیم .

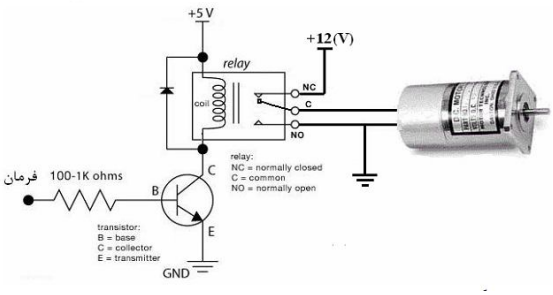
۳-۵-۵-۱- آرمیچر یا موتور DC

آرمیچر ساده ترین نوع موتور است که آن را در ضبط صوتهای کوچک یا اسباب بازی های برقی دیده اید . شکل روبرو یک آرمیچر را نشان میدهد. هنگامی که $V_1 > V_2$ باشد موتور به سمت راست و اگر $V_1 < V_2$ موتور به سمت چپ می چرخد .

شکل ۳-۱۹ تصویر یک موتور DC **(آرمیچر)**

۳-۵-۵-۱-۱- مدار کنترلی آرمیچر

ساده ترین راه برای روشن و خاموش کردن آرمیچر ، استفاده از یک رله است . رله یک قطعه الکتریکی است که دارای پنج پایه می باشد. در حالت عادی که ولتاژی به پایه های بوبین (فرمان - coil) متصل نیست، پایه مشترک (Common) به پایه «معمولاً بسته» (Normally Close) متصل است. اگر فرمان به پایه های بوبین (فرمان) داده شود (مثلاً ولتاژ ۵ ولت به بیس ترانزیستور راه انداز رله متصل شود) ، پایه مشترک به پایه «معمولاً



شکل ۳-۲۰ مدار کنترلی آرمیچر

www.Prozhe.com

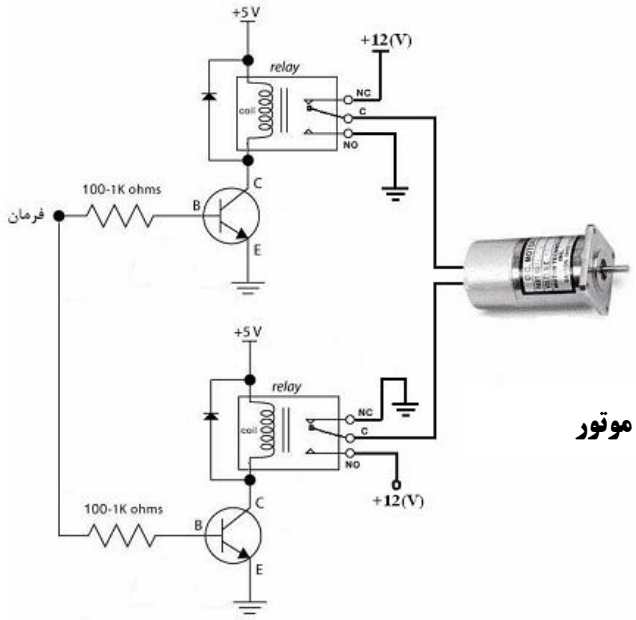
باز» (Normally Open) متصل می شود . با قطع شدن فرمان ، مجدداً پایه مشترک به پایه «معمولاً بسته» متصل می شود . برای تشخیص این پنج پایه می توانید از اهم متر استفاده کنید . معمولاً پشت رله نیز با عبارات N.O و N.C و C و رسم تصویر یک سلف در کنار پایه های بوبین ، پایه ها از یکدیگر متمایز می شوند .

هنگامی که پایه های فرمان را به ولتاژ متصل می کنید، صدای «چسبیدن» رله از داخل آن به گوش می رسد . چون فرمان دادن به موتور جریان زیادی می خواهد و ممکن است به مدار منطقی یا پایه میکروکنترلر آسیب برساند ، از یک ترانزیستور برای فرمان استفاده می کنیم .

در مدار بالا هرگاه فرمانی که از بخش پردازشگر می آید «صفر» باشد، ترانزیستور و فرمان رله قطع است ؛ بنابراین پایه مشترک به پایه «معمولا بسته»وصل بوده و ولتاژ موتور متصل و موتور روشن خواهد شد .اگر فرمان خروجی بخش پردازشگر«یک» باشد، ترانزیستور و فرمان رله وصل می شود؛ بنابراین پایه مشترک به پایه «معمولا باز» وصل بوده و ولتاژ موتور قطع و موتور خاموش می شود .بنابراین بخش پردازشگر باید به نحوی طراحی شود که در حالت عادی برای کار کردن موتور به مدار کنترلی آن «صفر» و برای خاموش کردن موتور به مدار کنترلی آن«یک» بدهد .ولتاژ آرمیچر ۱۲ یا ۲۴ ولت است.

۳-۵-۵-۱-۲- معکوس کردن جهت چرخش موتور

اگر بخواهیم هنگام چرخیدن روبات به یک سمت ، موتور آن سمت خاموش نشود ، بلکه در جهت عکس بچرخد تا چرخش درجا و دقیق و سریعی داشته باشیم ، می توان از مدار زیر استفاده کرد :



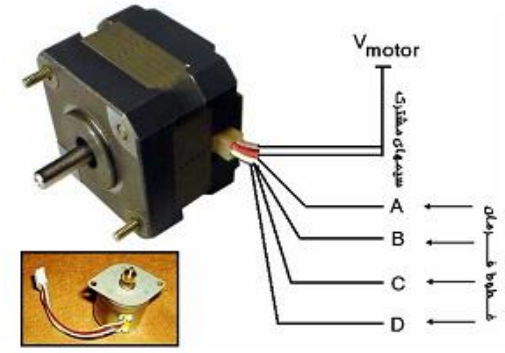
شکل ۳-۲۱ مدار کامل کنترل موتور

www.Prozhe.com

۳-۵-۵-۲- موتور پله ای (Stepper Motor)

موتور DC کوچک و سرعت کارش بالاست و برای استفاده در روبات گزینه مناسبی است . اما تنپیم سرعت و دور موتور و عملکرد آن چندان ساده نیست . مواقعی که نیاز به کنترل دقیق سرعت و مقدار و جهت چرخش موتور داریم موتور پله ای گزینه بهتری است . ضعف موتور پله ای نسبت به آرمیچر ، سرعت کند و حجم و وزن بالاتر آن است. موتور پله ای همانطور که از اسمش بر می آید پله به پله حرکت میکند و برای چرخش هر پله باید فرمان جدیدی به آن داد ؛ بنابراین سرعت و مقدار چرخش موتور را می توان به راحتی با تنظیم سرعت و تعداد ارسال فرمانها به موتور کنترل کرد. حالت هر فرمان نسبت به فرمان قبلی، جهت چرخش موتور را نیز تنظیم می کند . صدایی که از داخل فلاپی کامپیوتر می شنوید ، صدای چرخش پله به پله موتور پله ای داخل آن است . ساختار یک موتور پله ای ۶ سیمه به شکل روبرو است :

دو سیم مشترک (که معمولاً همرنگ هستند) ، به ولتاژ موتور (۵ یا ۱۲ یا ۲۴ ولت) متصل می شوند . به چهار سیم دیگر (A,B,C,D) رشته های «صفر» و «یک» داده می شود که با تحت تاثیر قرار دادن سیم پیچ های داخلی باعث چرحش شافت موتور می شوند. این رشته های به ترتیب به صورت زیر باید به چهار سیم فرمان موتور داده شوند :



شکل ۳-۲۲ موتور پله ای

1100 , 0110 , 0011 , 1001 , 1100 , 0110 , ...

همانطور که می بینید چهار رشته صفر و یک اصلی وجود دارد که هر کدام با یک شیفت چرخشی به راست از رشته قبلی به دست می آیند. هر رشته جدیدی که به سیمهای فرمان موتور اعمال شود ، باعث می شود شافت موتور به اندازه یک پله بچرخد. میزان چرخش یک پله روی موتور پله ای نوشته می شود (مثلاً ۱/۸ درجه) .

می بینید که کنترل این موتور بسیار ساده است :

- با کنترل تعداد رشته های صفر و یک که به موتور پله ای داده می شود ، می توان مقدار چرخش آن را به دقت تنظیم کرد .

www.Prozhe.com

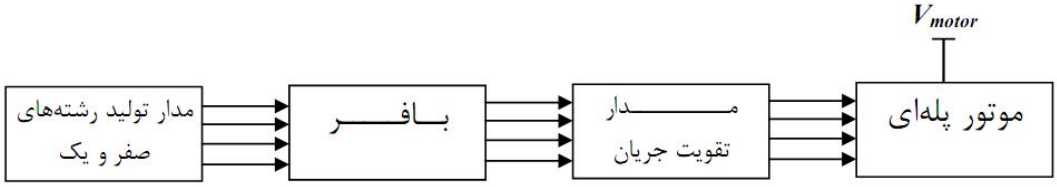
- با تنظیم زمان بین ارسال رشته های صفر و یک ، می توان سرعت موتور را کنترل کرد .
- اگر رشته های صفر و یک را با شیفت چرخشی به چپ رشته قبلی به دست آوریم ، جهت چرخش موتور عکس می شود . رشته های ارسالی در این حالت عبارتند از :

1100 , 1001 , 0011 , 0110 , 1100 , 1001 , ...

توجه کنید در پاراگراف لابا منظور از «صفر» اتصال به زمین و منظور از «یک» اتصال به ولتاژ موتور است .

۳-۵-۵-۲-۱- مدار کنترل موتور پله ای

بلوک دیاگرام مدار کنترل موتور پله ای به صورت زیر است :



شکل ۳-۲۳ دیاگرام مدار کنترل موتور پله ای

هر کدام از بلوکها را در زیر بررسی می کنیم .

۳-۵-۵-۲-۱-۱- تولید رشته های «صفر» و «یک»

۳-۵-۵-۲-۱-۱-۱- میکروکنترلر

رشته های صفر و یک گفته شده را می توان به کمک میکروکنترلر به سادگی تولید کرد. کد زیر ، رشته های صفر و یک را ایجاد کرده و به پورت P1 میکروکنترلر ۸۰۵۱ ارسال می کند :

```
MOV    A, 11001100B
AGAIN:
        MOV      P1, A
        CALL     DELAY
        RR       A
JMP    AGAIN
```

با دنبال کردن گام به گام این برنامه به سادگی متوجه می شوید که روی پینهای $P1.3 \sim P1.0$ رشته های صفر و یک با چرخش به راست تولید می شوند (این بیتها روی پینهای $P1.7 \sim P1.4$ نیز تولید می شوند) . با تنظیم تاخیری که توسط زیر برنامه DELAY تولید می شود ، می توانید

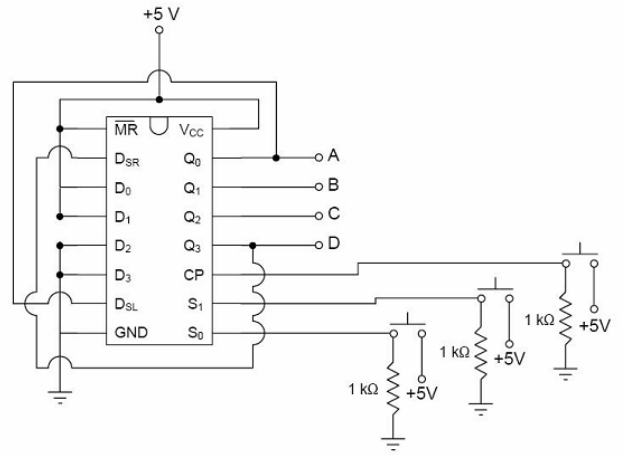
www.Prozhe.com

سرعت چرخش موتور را تنظیم کنید . اگر به جای دستور RR (Rotate Right) از دستور RL (Rotate Left) استفاده کنید، رشته های صفر و یک به هدف چرخاندن موتور به سمت چپ روی پورت P1 تولید خواهند شد .

۳-۵-۵-۲-۱-۱-۲- شیفت رجیستر

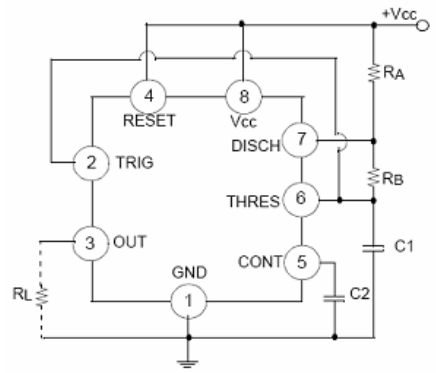
رشته های صفر و یک گفته شده را می توان به کمک یک تراشه شیفت رجیستر 74LS194 نیز تولید کرد . مدار زیر را ببینید .

در ابتدای کار ورودیهای S0 و S1 تراشه را «یک» میکنیم تا رشته 0011 روی پایه های خروجی تراشه شیفت رجیستر ظاهر شود . با قرار دادن ورود یهای انتخاب S0 - S1 در حالت 01 ، با اعمال هر پالس ساعت (که در این مدار به کمک یک کلید فشاری ایجاد می شود) به پین CP ، خروجی شیفت رجیستر یک واحد به راست شیفت پیدا میکند که به دلیل اتصال ورودی سریال چپ به بیت کم ارزش خروجی ، این شیفت از نوع چرخشی خواهد بود . اگر می خواهید شیفت چرخشی داشته باشید کافی است ورودیهای انتخاب S0 - S1 را در حالت 10 قرار دهید . با تنظیم سرعت اعمال پالس ساعت به پین CP تراشه ، می توان سرعت ایجاد رشته های صفر و یک (و در نتیجه سرعت چرخش موتور) را تنظیم کرد . مدار کنترلی روبات باید ورودیهای انتخاب S0 و S1 را در مواقع لازم مقدار دهی کند .



شکل ۳-۲۴ شکل شماتیک IC 74LS194

لازم به ذکر است اگر بخواهیم در هنگام چرخیدن روبات به یک سمت ، موتور ان سمت در جهت عکس بچرخد ، باید با عکس کردن حالت ورودیهای انتخای S0 و S1 جهت چرخش بیتهای خروجی را تغییر دهیم ؛ اما اگر بخواهیم در هنگام روبات به یک سمت ، موتور آن سمت



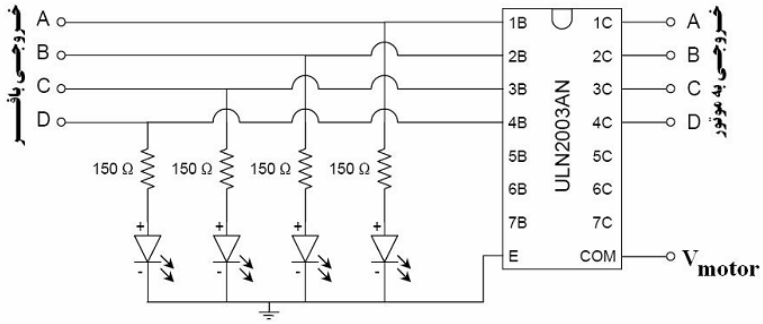
شکل ۳-۲۵ شکل شماتیک IC 555

www.Prozhe.com

تنها خاموش شود ، کافی است ورودیهای S0 - S1 را در حالت 00 قرار دهیم . تا چرخش بیتهای خروجی متوقف شود . برای تولید متوالی پالس ساعت تراشه شیفت رجیستر ، از تراشه 555 در حالت «ناپایا» (Astable) استفاده می کنیم . با تنظیم مقاومتها و خازنهایی که به مدار پایه این تراشه متصل می شوند ، می توان سرعت تولیدپالس ساعت (و در نتیجه سرعت تولید رشته های صفر و یک و چرخش موتور) را تنظیم کرد . با اتصال پایه ۳ تراشه 555 به پایه CP شیفت رجیستر، پالس ساعت مرتباً به شیفت رجیستر اعمال می شود .

۳-۵-۵-۲-۱-۲- مدار تقویت جریان

چون جریان خروجی از پایه های میکروکنترلر محدود است ، برای راه اندازی موتور باید این جریان را تقویت کنیم . تراشه ULN2003 از پرکاربردترین تراشه ها برای این هدف است . شکل روبرو نحوه استفاده از این تراشه برای راه اندازی یک موتور پله ای ۱۲ ولت را نشان می دهد . برای تقویت بهتر جریان می توان خروجیهای ULN2003 را با مقاومتهای مناسب به ولتاژ موتور Pull-up کرد .



شکل ۳-۲۶ مدار تقویت جریان با استفاده از IC ULN2003

وجود LED هایی که در خروجی بافر کار گذاشته شده الزامی نیست؛

اما بسیار به کار می آید . مدار روبات از چند مدار ساده تر تشکیل می شود که مجموع آنها در کنار هم ، مدار پیچیده ای است که تحلیل و به ویژه یافتن محل بروز اشکال در مواقعی که روبات به درستی کار نمی کند ، کار ساده ای نیست ، برای اشکال زدایی سریعتر ، روی برد کنترلی روبات خود در هر نقطه مهم (خروجی مدار سوییچینگ سنسورها ، خروجی مدار فرمان رله ، ورودی CP شیفت رجیستر ، خروجی مدار تولید «صفر» و «یک» ، خروجی بافر برای راه اندازی موتور پله ای و ...) از LED استفاده کنید تا با توجه به خاموش و روشن بودن این LED ها بتوانید مشکل روبات را به سادگی بفهمید .

www.Prozhe.com

۳-۵-۵-۲-۱-۳- بافر

میکروکنترلر یا شیفت رجیستر وظیفه تولید رشته های صفر و یک برای هدایت موتور را بر عهده دارند. اما اگر خروجی دار میکروکنترلر را مستقیماً به مدار تقویت جریان و موتور متصل کنیم ، ممکن است موتور جریان زیادی از مدار کنترل موتور بکشد و آن را بسوزاند . برای جدا کردن مدار راه اندازی موتور از مدار کنترل موتور ، از یک بافر (مثلاً 74LS274 یا 74LS275) استفاده میکنیم. این تراشه ۸ بیت ورودی دارد که آنها را عیناً در خروجی تولید میکند . اگر از خروجی جریان زیادی کشیده شود تنها بافر را می سوزاند و مدار کنترل موتور سالم می ماند .

www.Prozhe.com

فصل چهارم :

ساخت افزار روبات تعقیب خط

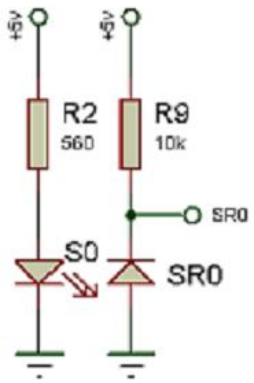
www.Prozhe.com

در این پروژه قصد داریم تا با ساخت و راه اندازی یک ربات تعقیب خط با هفده سنسور آشنا شویم ولی از آنجا که مفهوم کلی و شکل ساخت مدار تفاوت و تغییر خاصی با ربات هفت سنسوره ندارد ما در این فصل به تشریح یک ربات هفت سنسوره می پردازیم . برای آنکه پروژه بصورت کاملاً عملی و قابل فهم باشد توضیحات مربوط به آن در سه قسمت سخت افزار و نرم افزار و مکانیک گرد آوری شده اند ، که توصیه می شود ابتدا بخش سخت افزار را مطالعه نموده و سپس دو بخش دیگر را بخوانید .

۴-۱- بررسی سنسورها :

اساس کار یک ربات تعقیب خط بر سنسورهای مادون قرمز یا IR (Infera Red) و یک جفت موتور DC استوار است . موتورها در عقب ربات و و در روبروی هم قرار می گیرند و در جلوی ربات از یک جسم صاف و لغزنده بعنوان تکیه گاه و چرخ جلو استفاده می شود . (عموماً از چرخ های هرزگرد استفاده می شود) هنگامیکه هر دو موتور روشن باشند ربات بطور مستقیم حرکت خواهد کرد و زمانیکه یکی از موتور ها روشن و دیگری خاموش باشد ربات به سمتی که موتور خاموش دارد می پیچد ، به این نوع حرکت مدل تانکی می گویند .

برای تبدیل تغییرات جریان به ولتاژ کافیست تا از یک مقاومت سری شده با سنسور گیرنده مطابق با شکل زیر استفاده کنیم. در اینصورت هنگامی که سطح سفید باشد جریان دهی گیرنده زیاد خواهد بود و می توان این سنسور را اتصال کوتاه فرض کرد ، بنابراین ولتاژ در خروجی SR0 برابر صفر منطقی خواهد بود. (در استاندارد TTL ولتاژهای 0 تا 2 ولت برابر صفر منطقی در نظر گرفته می شوند). هنگامیکه سطح سیاه باشد میزان جریان دهی سنسور بشدت کم می شود ، بنابراین می توان سنسور را بصورت مدار باز در نظر گرفت ، پس ولتاژ 5v+ از طریق مقاومت 10k در خروجی SR0 ظاهر می شود.



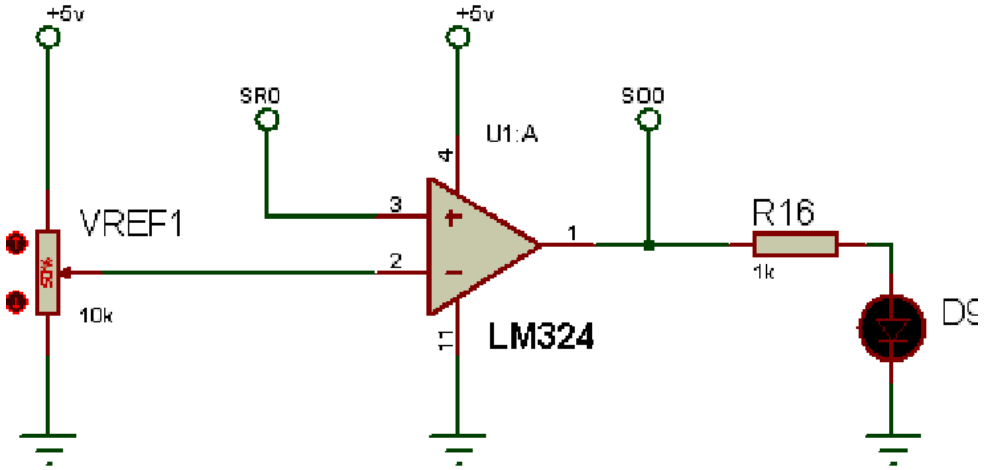
شکل ۴-۱ شکل شماتیک سنسور مادون قرمز

نکته ای که در بکارگیری سنسور مادون قرمز گیرنده بسیار حائز اهمیت می باشد بایاس معکوس بودن آن است ! چنانچه این سنسور بصورت بایاس مستقیم بکار گرفته می شود با یک دیود معمولی هیچ تفاوتی ندارد و نسبت به امواج مادون قرمز موجود هیچ عکس العملی نشان نمی دهد .

www.Prozhe.com

۴-۲- مبدل آنالوگ به دیجیتال :

از آنجائیکه ممکن است در اثر تغییرات نور محیط و با ایجاد سایه روشن در اثر حرکت ربات مقدار ولتاژ خروجی SR0 دقیقاً با مقادیر 0 و +5v برابر نباشد از یک آپ - امپ برای تبدیل ولتاژ دریافتی از SR0 به سطح منطقی 0 و 1 استفاده کرده ایم . در واقع می توان گفت که ولتاژ خروجی SR0 بصورت آنالوگ می باشد که برای تبدیل آن به مقدار دیجیتال مطابق شکل زیر از آپ - امپ LM324 استفاده کرده ایم .



شکل ۴-۲ مدار مبدل آنالوگ به دیجیتال

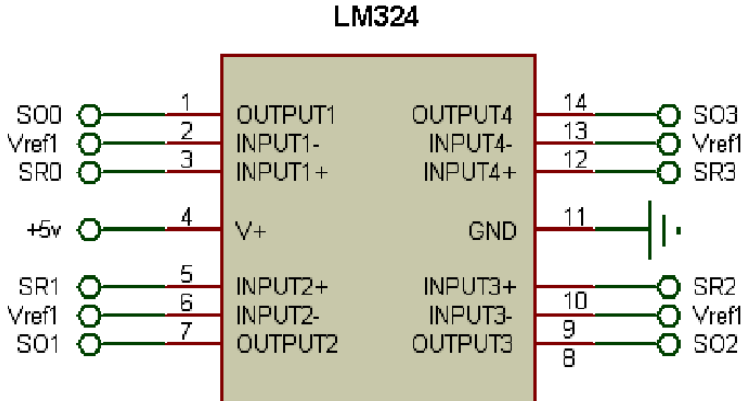
همانطوریکه در شکل بالا مشخص شده است ولتاژ دریافتی از سنسور به ورودی مثبت Op-Amp و ولتاژ مرجع ، به ورودی منفی Op-Amp داده شده ، بنابراین مدار یک مقایسه کننده ی مثبت است . بدین معنی که هرگاه ولتاژ پایه ی مثبت از ولتاژ پایه ی منفی بیشتر باشد خروجی برابر 1 منطقی می شود و هرگاه ولتاژ پایه ی مثبت از پایه منفی کمتر باشد خروجی برابر 0 منطقی می شود . ولتاژ مرجع Op-Amp توسط یک پتانسیومتر بر روی مقداری بیشتر از ولتاژ SR0 در حالت مواجهه با سطح سفید و کمتر از ولتاژ SR0 در مواجهه با سطح سیاه تنظیم شده است .

چنانچه مدار را از ابتدا بررسی کنیم متوجه می شویم که در هنگام نزدیک شدن سنسور با سطح سفید امواج ارسالی توسط فرستنده بخوبی در گیرنده دریافت شده و در نتیجه مقدار جریان دهی گیرنده افزایش می یابد که در پی آن ولتاژ SR0 کم می شود (کمتر از ولتاژ مرجع) بنابراین ولتاژ خروجی Op-Amp برابر سطح منطقی 0 می شود و در مواجهه سنسور با سطح سیاه امواج ارسالی توسط فرستنده در گیرنده دریافت نشده و در نتیجه مقدار جریان دهی گیرنده کاهش می

www.Prozhe.com

یابد که در پی آن ولتاژ SR0 زیاد می شود (بیشتر از ولتاژ مرجع) بنابراین ولتاژ خروجی Op-Amp برابر سطح منطقی 1 می شود .

برای نشان دادن وضعیت سنسورها در هنگام کار ربات ، از یک LED سری شده با مقاومت استفاده شده است ، در نتیجه وقتیکه سنسور سطح سیاه را ببینید LED روشن می شود و هنگامیکه سطح سفید باشد LED خاموش می شود . از آنجائیکه در مدار ربات از ۷ سنسور استفاده شده است برای راه اندازی مدار باید از ۷ عدد Op-Amp استفاده کنیم (البته برای ربات ۱۷ سنسوره باید از ۱۷ Op-Amp استفاده کنیم) . آی . سی LM324 در واقع از ۴ عدد Op-Amp تشکیل شده است که هر کدام می توانند بطور مجزا مورد استفاده قرار گیرند . شمای کلی این آی . سی بصورت زیر است :



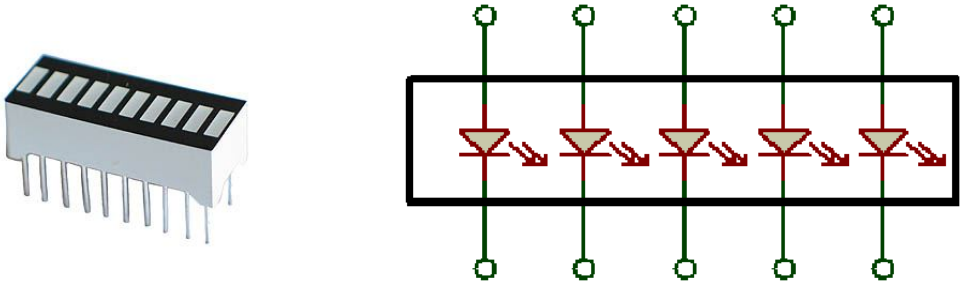
شکل ۴-۳ شمای کلی IC LM324

در شکل قبلی برای درک بهتر مدار مقایسه کننده ، فقط یکی از Op-Amp های داخل این آی . سی نشان داده شده است . از طرفی برای کمتر شدن میزان سخت افزار و کم شدن حجم مدار بجای LED های تکی که هر کدام با یک مقاومت سری شده باشند از یک عدد LED بارگراف و مقاومت آرایه ای استفاده شده است .

۴-۳- بارگراف و مقاومت آرایه ای

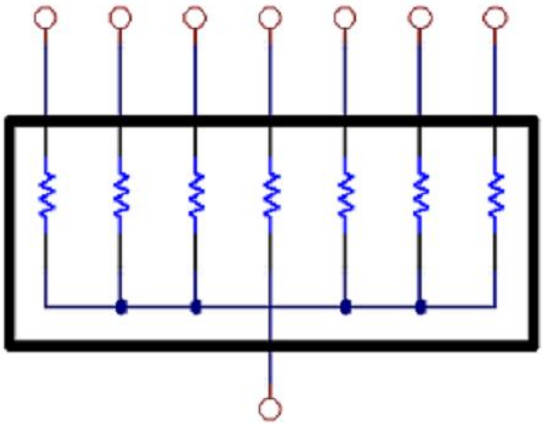
مطابق شکل زیر یک LED بارگراف از چندین LED بهم چسبیده در داخل یک بسته بندی تشکیل شده است.

www.Prozhe.com



شکل ۴–۴ شماتیک و تصویر LED بارگراف

مقاومت آرایه ای نیز مانند شکل زیر از چندین مقاومت تشکیل شده است که با هم یک سر مشترک دارند و در داخل یک بسته بندی ارائه می شوند و اغلب در مواردی کاربرد دارند که بخواهیم چند قطعه الکترونیکی را با مقاومت مورد استفاده قرار دهیم به گونه ای که یک سر مقاومت ها به قطعات الکترونیکی متصل بوده و سر دیگر همه آنها به زمین یا Vcc متصل باشد.

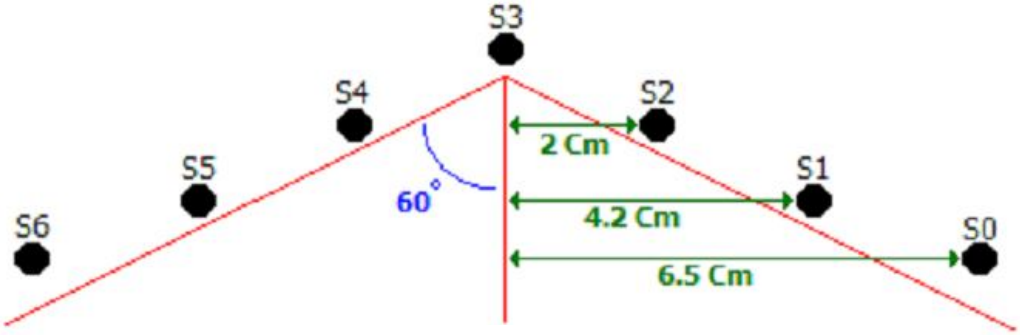


شکل ۴–۵ شماتیک یک مقاومت آرایه ی

۴-۴- چیدمان سنسورها

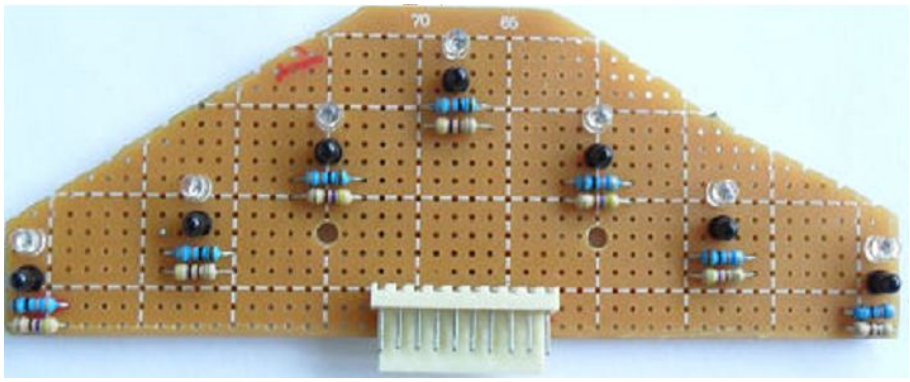
اکنون می توان از 0 و 1 های ایجاد شده توسط Op-Amp بعنوان ورودی برای میکروکنترلر استفاده کرد. برای سهولت در برنامه نویسی، سنسورها نام گذاری شده اند و به ترتیب خاصی قرار گرفته اند و به همان ترتیب نیز به میکروکنترلر متصل می شوند. در شکل زیر نحوه چیدمان سنسورها و نام هر یک به همراه محل قرار گیری شان نشان داده شده است .

www.Prozhe.com

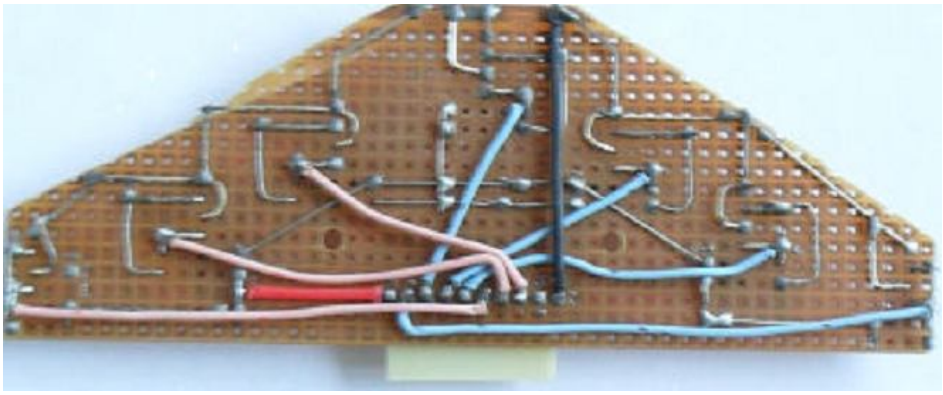


شکل ۴–۶ نحوه چیدمان سنسورها

همانطور که در شکل بالا مشخص شده است آرایش سنسورها به شکل نوک یک پیکان می باشد که آرایش بسیار مرسومی است ، در این ربات سنسورهای کناری با زاویه ۶۰ درجه نسبت به سنسور سنسور مرکزی قرار گرفته اند ، این امر سبب می شود که تشخیص زاویه های ۶۰ درجه و ۱۲۰ درجه ی موجود در طول مسیر ساده تر شود. برای درک بهتر وظیفه ی هر سنسور، کار هر کدام از آنها را بررسی می کنیم. البته برای بررسی دقیق باید قسمت برنامه نویسی را هم بررسی قرار دهیم که توضیحات مربوط به آن در قسمت نرم افزار ذکر شده است .



شکل ۴–۷ نمونه چیدمان سنسورها بر روی فیبر سوراخ دار



www.Prozhe.com

۴-۴-۱- وظایف هر یک از سنسورها

سنسور S3 : این سنسور دو وظیفه بر عهده دارد .

وظیفه اول : کنترل خط و مستقیم هدایت کردن ربات به کمک سنسورهای جانبی S2 و S4 .

وظیفه دوم : تشخیص پیچ های ۶۰ و ۹۰ و ۱۲۰ درجه و انحناهای موجود به کمک سنسورهای S1 و S5 .

توضیح وظیفه اول : در ربات های تعقیب خط گاهی ممکن است ربات از مسیر مستقیم منحرف شود که این امر اغلب بدلیل وجود خطاهای مکانیکی در ساخت ربات می باشد، از جمله ی این خطاها می توان به هم محور نبودن موتورها ، تاب داشتن محور موتورها ، تاب داشتن چرخها ، تفاوت داتی سرعت موتورها و ... اشاره کرد . در اینصورت باید برای رفع انحراف ربات روشی را بکار برد که یکی از روش های متداول در این ربات استفاده شده است .

با توجه به شکل الف هنگامی که سنسور S3 بر روی خط قرار داشته باشد موتورهای ربات با سرعت ثابت می چرخند و در نتیجه ربات حرکت یکنواختی باسرعت ثابت خواهد داشت . اما هنگامی که یکی از حالات شکل ب اتفاق بیفتد میکروکنترلربا اعمال یک پالس PWM سبب می شود که یکی از موتور ها با سرعت کمتری نسبت به موتور دیگر بچرخد، در نتیجه ربات به

شکل ۴-۸ نحوه تغییر وضعیت سنسورها و تشخیص مسیر مستقیم و کنترل خط

سمت خط منحرف می شود و این انحراف تا زمانیکه ربات مجدداً به وضعیت شکل الف برگردد ادامه خواهد داشت. بدیهی است که با رسیدن به وضعیت الف ، ربات برنامه ی مربوط به آنرا اجرا کرده و در نتیجه باز هم بطور مستقیم به حرکتش ادامه می دهد .

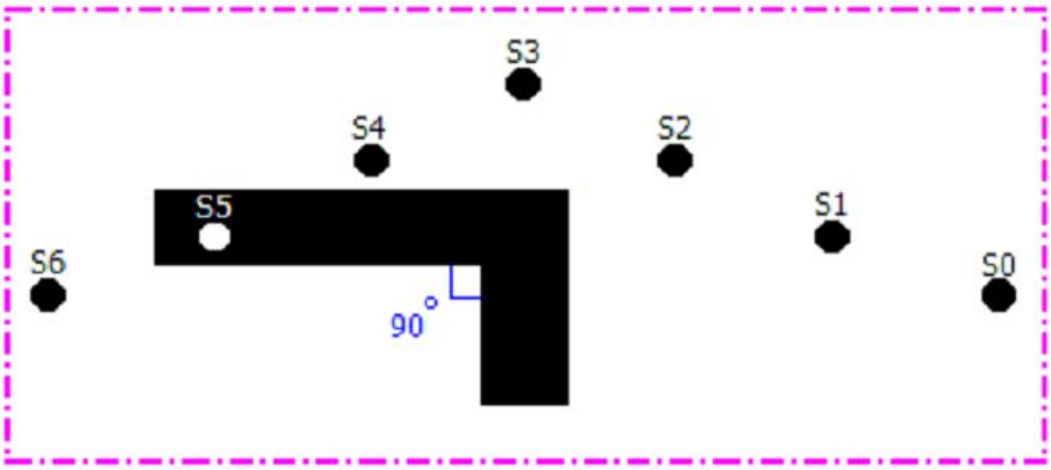
برای درک بهتر این موضوع فرض کنید سنسور S3 از خط خارج شده و سنسور S2 روی خط قرار گرفته است. در این لحظه میکروکنترلر یک پالس PWM به موتورسمت راست اعمال می

www.Prozhe.com

کند تا سرعت چرخش آنرا کم کند ، در اثر این کاهش سرعت ربات به آرامی به سمت راست منحرف می شود تا وقتیکه سنسور S2 از خط خارج شود و سنسور S3 وارد خط شود ، از این لحظه به بعد پالس PWM قطع شده و موتور سمت راست باسرعت قبلی می چرخد ، پس ربات از این لحظه به بعد مستقیم حرکت خواهد کرد . (البته می توان با تغییر ولتاژ دو سر موتور سمت راست باعث حرکت معکوس موتور سمت راست شد و این کار برای پیچ های تند بهتر است .) در حالتی که سنسور S3 از خط خارج شده و سنسور S4 وارد خط شود پالس PWM به موتور سمت چپ اعمال می شود .

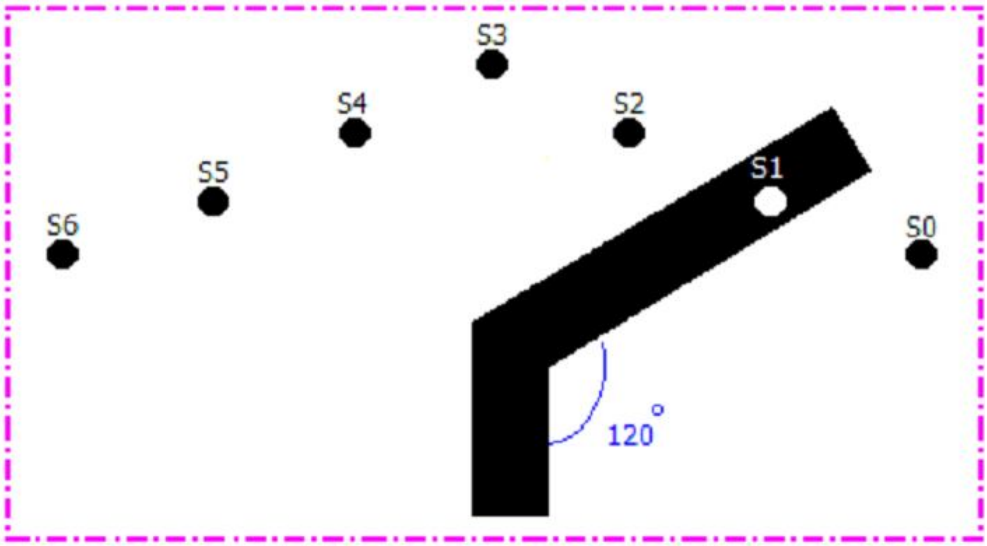
توضیح وظیفه دوم : در طول مسیری که یک ربات تعقیب خط طی می کند معمولاً پیچ هایی با زاویه های ۶۰ ، ۹۰ و ۱۲۰ درجه و نیز انحناهایی به شکل خم وجود دارند ، برای تشخیص این حالات از ترکیب سنسور S3 و سنسورهای S1 و S5 استفاده می شود . در تشخیص پیچ های ۶۰ درجه سنسورهای S2 و S4 نیز به این ترکیب اضافه می شوند .

مطابق شکل های زیر هنگامیکه سنسور S3 از خط خارج شود و سنسورهای S1 یا S5 بر روی خط قرار داشته باشند می توان که یک پیچ یا انحنا را تشخیص داد . در اینصورت باید یکی از موتورها را خاموش کنیم (یا بالعکس حرکت کند) تا ربات عمل چرخش را انجام دهد و در ابتدای مسیر بعد از پیچ قرار گیرد. عمل چرخش تا زمانیکه سنسور S3 روی خط قرار گیرد ادامه خواهد داشت و بعد از آن هر دو موتور روشن می شوند که در پی آن ربات باز هم بطور مستقیم به حرکتش ادامه می دهد .

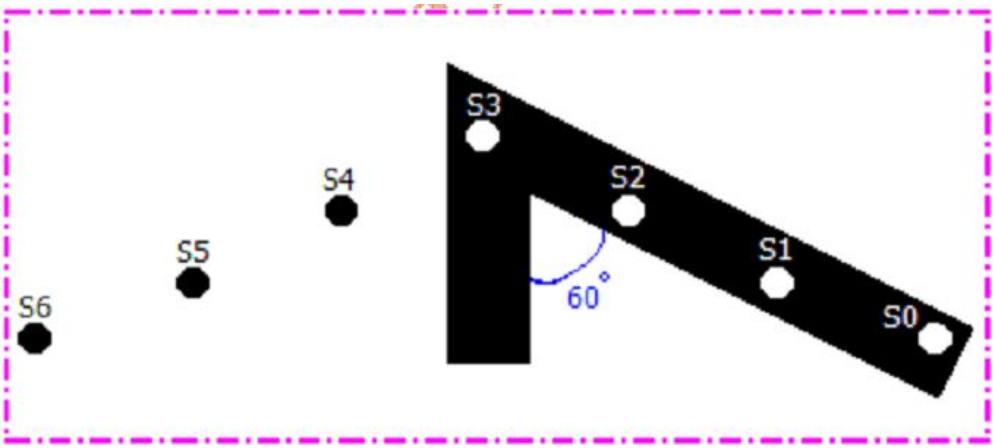


شکل ۴–۹ نحوه تشخیص پیچ های ۹۰ درجه

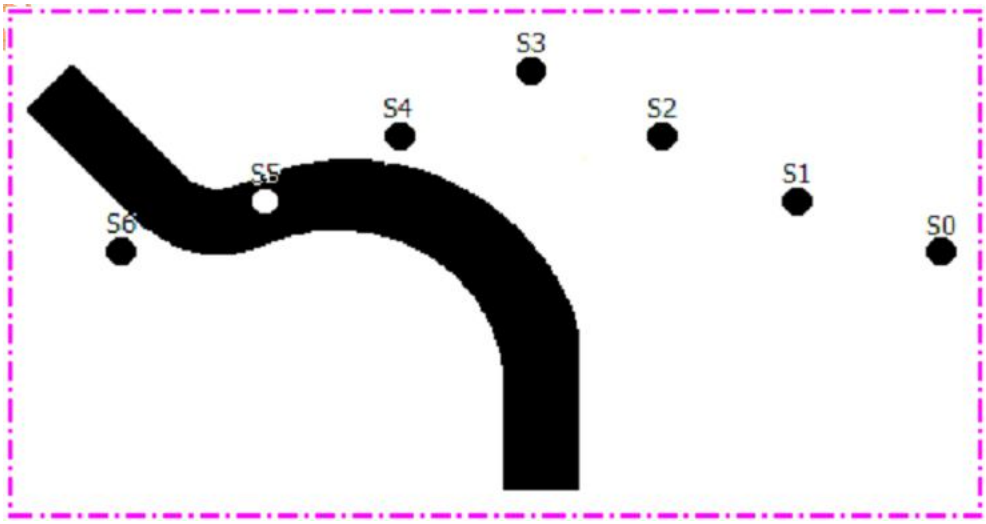
www.Prozhe.com



شکل ۴–۱۰ نحوه تشخیص پیچ های ۱۲۰ درجه



شکل ۴–۱۱ نحوه تشخیص پیچ های ۶۰ درجه



شکل ۴–۱۲ نحوه تشخیص پیچ های منحنی

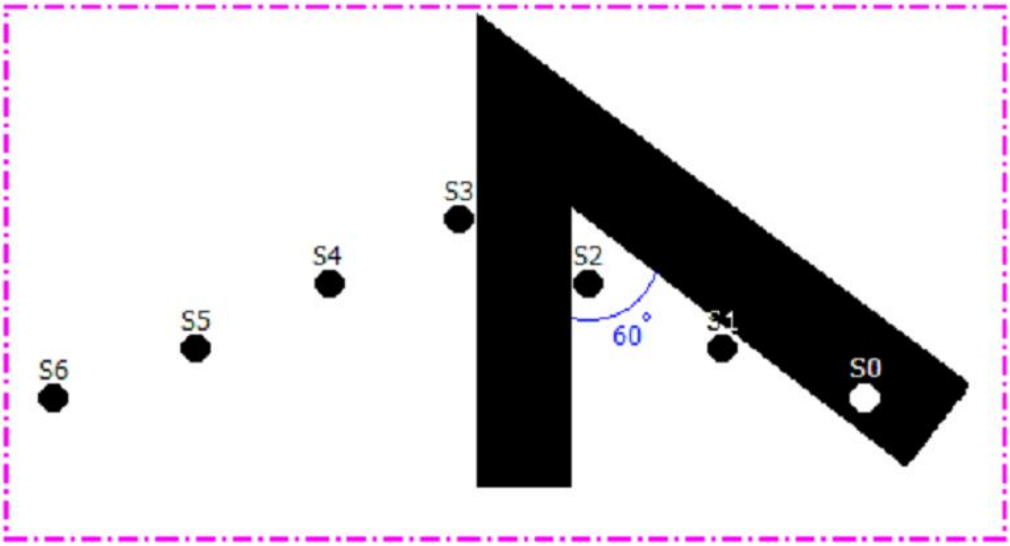
www.Prozhe.com

سنسورهای S0 و S6 : این سنسورها نیز دو وظیفه به عهده دارند .

وظیفه اول : تشخیص پیچ های ۶۰ درجه خاص

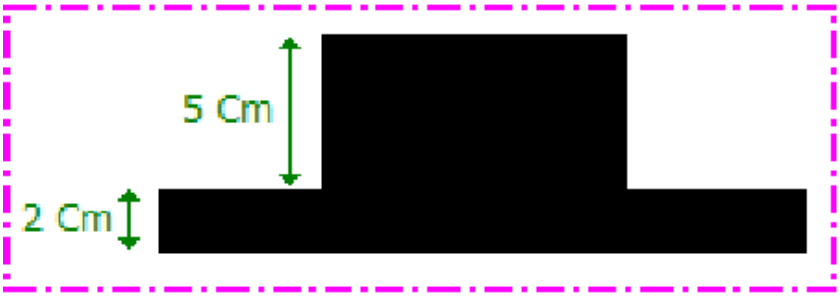
وظیفه دوم : تشخیص معکوس شدن پیست (زمینه ی سیاه و خط سفید) در ترکیب با سایر سنسورها.

توضیح وظیفه اول : دو سنسور انتهایی یعنی S0 و S6 با زاویه ی بیشتری نسبت به سایر سنسورها قرار گرفته اند تا تشخیص پیچ های ۶۰ درجه آسانتر شود . چون ممکن است ربات بصورت غیرمستقیم و با زاویه به پیچ ۶۰ درجه برسد لذا بعید است سه سنسور S1 و S2 و S3 یا S4 و S5 و S3 بطور همزمان روی خط قرار نگیرند . در این مواقع سنسورهای کناری یعنی S0 یا S6 زودتر پیچ را تشخیص می دهند .(مطابق شکل زیر)

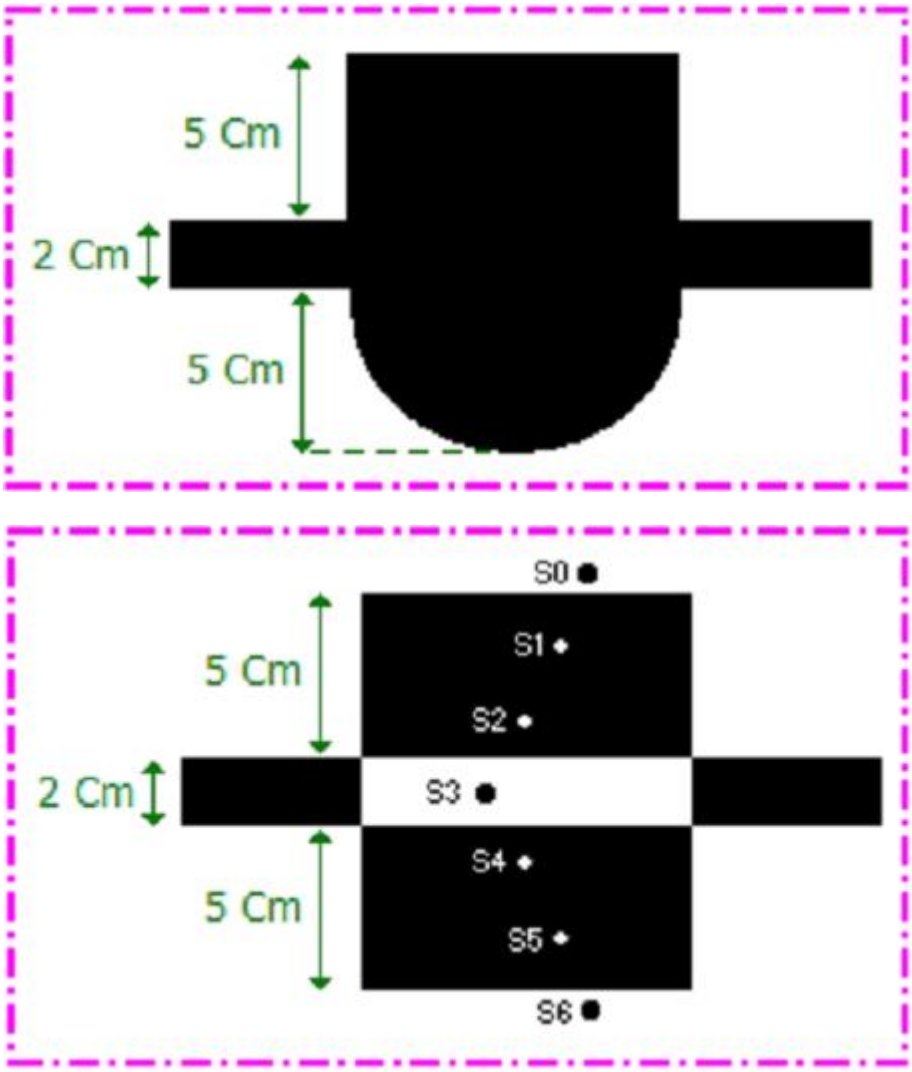


شکل ۴-۱۳ نحوه تشخیص پیچ های ۶۰ درجه خاص

توضیح وظیفه دوم : معمولاً در پیست هایی که ربات باید آنها را طی کند موانعی به رنگ سیاه در کنار خط اصلی قرار دارند . در اکثر مواقع پهنای این موانع حداکثر ۵ سانتی متر می باشد. مانند شکل های زیر :



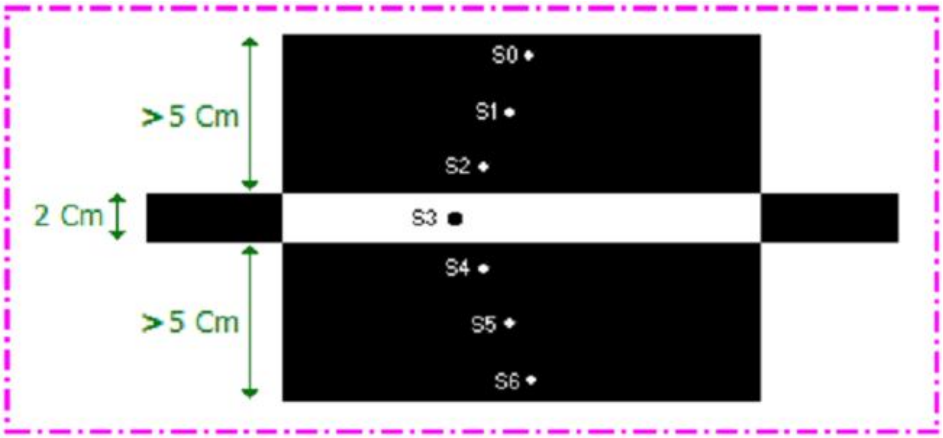
www.Prozhe.com



شکل ۴–۱۴ نحوه معکوس شدن زمینه پیست

برای اینکه مانع مشخص شده در شکل آخر با معکوس شدن پیست (زمینه ی سیاه ، خط سفید) اشتباه نشود فاصله ی دو سنسور انتهایی یعنی S0 و S6 از هم بیشتر از ۱۲ سانتی متر در نظر گرفته شده است . (5+2+5) بنابراین هنگامیکه دو سنسور انتهایی زمینه ی سفید را ببینند مانع را تشخیص می دهند و ربات بطور مستقیم از مانع عبور خواهد کرد (هر دو موتور روشن هستند) . اما در مواقعی که دو سنسور انتهایی هم زمینه ی سیاه را ببینند معکوس شدن پیست تشخیص داده می شود . مانند شکل زیر :

www.Prozhe.com



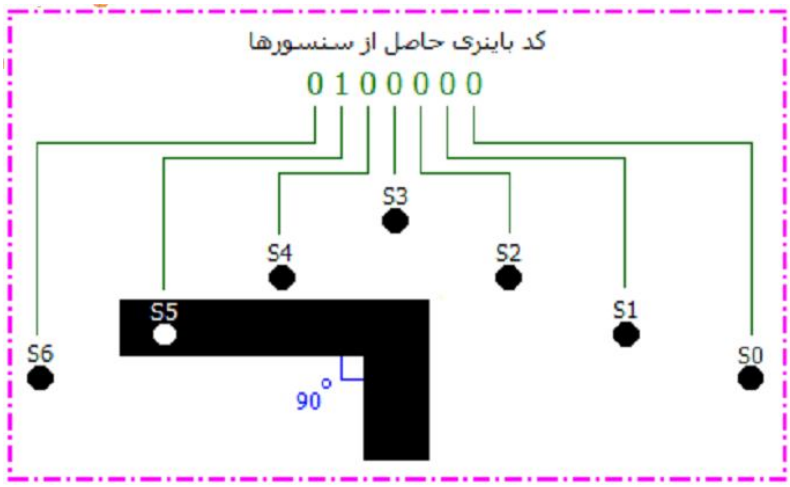
شکل ۴–۱۵ نحوه معکوس شدن زمینه پیست۲

اکنون به بررسی سایر قسمت های مدار ربات می پردازیم .

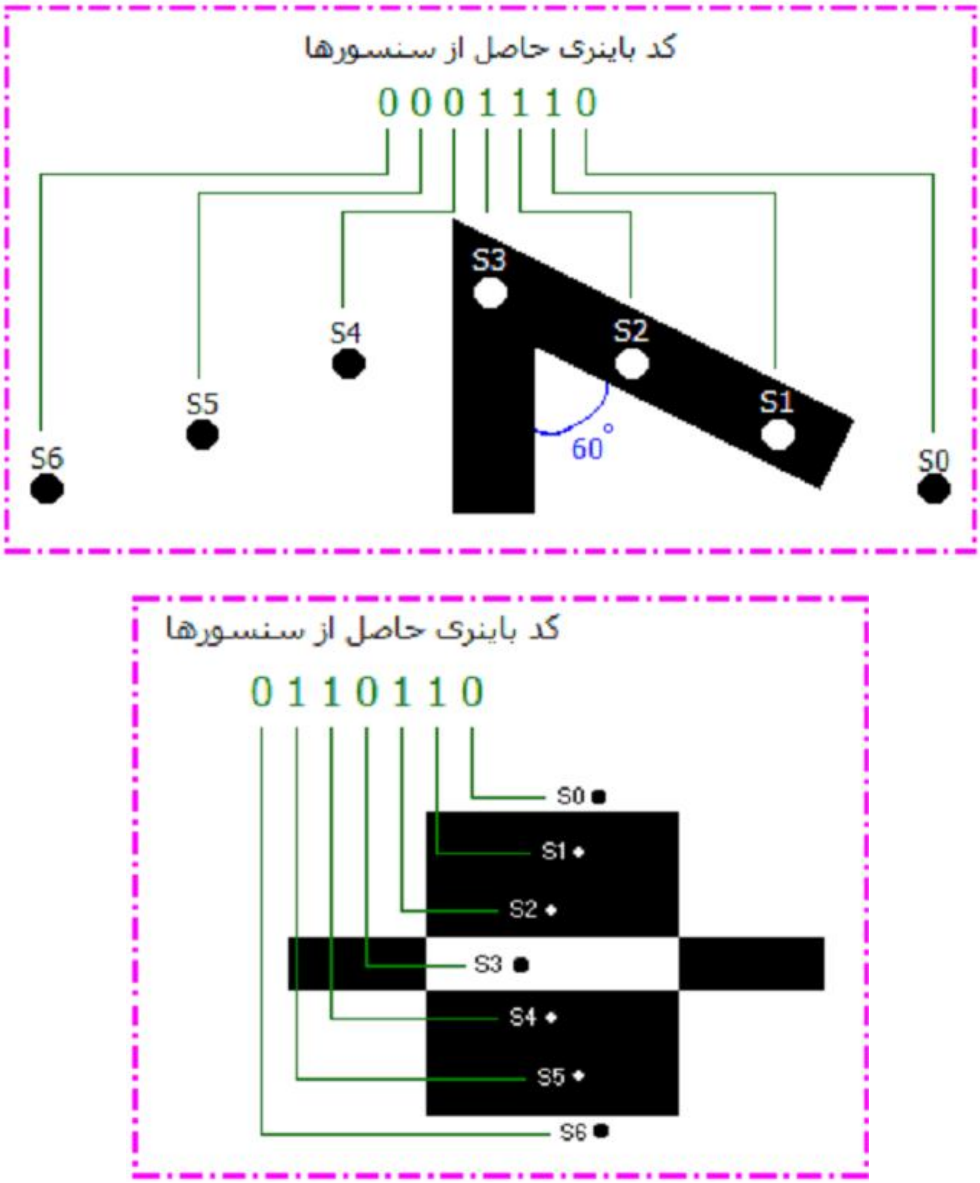
۴–۵– میکروکنترلر و وظایف آن

از جمله مهمترین قسمت های یک ربات، میکروکنترلر و برنامه درون آن می باشد که در واقع هدایتگر ربات است . در ساخت این ربات از یک میکروکنترلر ATMEGA32 از خانواده ی AVR استفاده شده است . همانطوریکه قبلاً ذکر شد خروجی سنسورها ابتدا به IC LM324 وارد می شود و پس از تبدیل شدن به مقدار دیجیتال (صفرها و یک های مشخص کننده ی رنگ زمینه و خط) به یکی از پورت های میکروکنترلر وارد می شوند .

برای راحت تر شدن خواندن مقدار سنسورها و نیز پیچیده نشدن کداهای حاصله ، سنسورها به ترتیب شماره ی شان به پایه های پورت D وصل شده اند . بدین معنی که S0 به D0 ، S1 به D1 و ... وصل شده اند . بنابراین با خواندن عدد موجود بر روی پورت D می توان موقعیت ربات را تشخیص داد و برنامه ی مناسب را برای آن نوشت . برای درک بهتر این موضوع کد یا عدد حاصل از چند موقعیت در شکل های زیر نشان داده شده است .



www.Prozhe.com



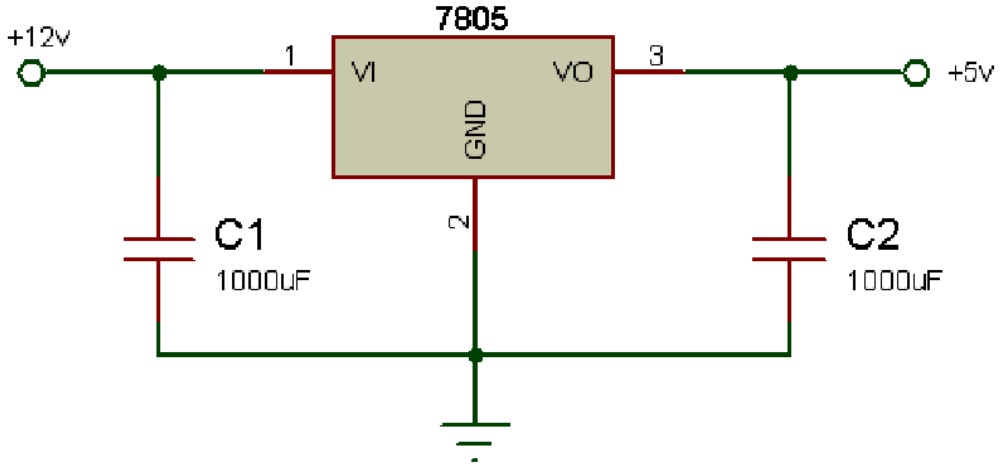
شکل ۴–۱۶ نحوه ارسال کد باینری به میکروکنترلر

همانطور که در شکل های بالا مشخص شده است سنسورهای موجود بر روی خط سیاه کد می دهند و سنسورهایی که روی زمینه ی سفید هستند که صفر می دهند که این کدها در کنار هم بر روی پورت D قرار می گیرند . بنابراین در هر لحظه با خواندن مقدار پورت D می توان تشخیص داد که ربات در کدام موقعیت قرار دارد و چه عکس العملی باید نشان بدهد .

www.Prozhe.com

۴-۶- مدار تغذیه ربات

از آنجائیکه موتورهای بکار رفته در ساخت ربات ۱۲ ولتی می باشند ، لذا حداقل مقدار ولتاژ ورودی مدار ۱۲ ولت می باشد . از طرفی برای تامین ولتاژ مورد نیاز قطعات از یک رگلاتور 7805 استفاده شده است که برای پایدار کردن ولتاژ آن از دو خازن ۱۰۰۰ میکروفارادی در ورودی و خروجی آن استفاده کرده ایم . توجه داشته باشید که حتماً از هیت سینگ برای این رگولاتور استفاده کنید .



شکل ۴-۱۷ شکل شماتیک مدار تغذیه ربات

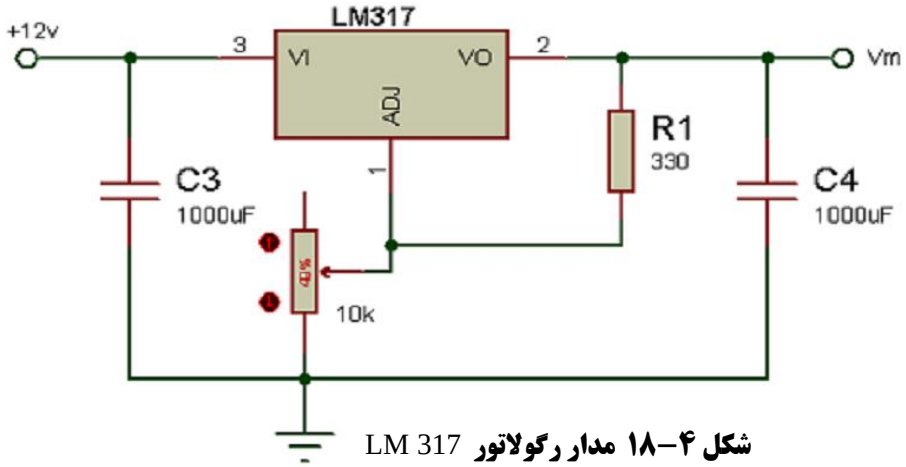
۴-۷- تنظیم سرعت موتورها

برای تنظیم سرعت ربات از دو شیوه نرم افزاری و سخت افزاری استفاده شده است . در حالت نرم افزاری با ایجاد پالس های PWM متفاوت می توان سرعت ربات را تغییر داد . (در قسمت برنامه نویسی بیشتر به این موضوع می پردازیم) در حالت سخت افزاری برای تغییر سرعت ربات از یک رگولاتور LM317 استفاده شده است. این رگولاتور قابلیت ایجاد ولتاژهای متفاوت در یک محدوده ی گسترده (از 1.2 ولت تا 40 ولت) را دارد ، به عبارت دیگر مقدار ولتاژ خروجی این رگولاتور قابلیت ایجاد ولتاژهای متفاوت در یک محدوده ی گسترده (از 1.2 ولت تا 40 ولت) را دارد . به عبارت دیگر مقاومت ولتاژ خروجی این رگولاتور از طریق یک پتانسیومتر قابل تنظیم می باشد . بنابراین می توان با کم و زیاد کردن میزان ولتاژ موتورها ، سرعت آنها را تغییر داد.

توجه داشته باشید که از تغییر سرعت نرم افزاری برای حرکات کنترلی ربات استفاده می کنیم (هدایت کردن مستقیم ربات، کاهش سرعت در برخی از نقاط پیست و ...) ولی از تغییر سرعت

www.Prozhe.com

سخت افزاری برای حرکت سریع یا کند ربات در پیمودن طول مسیر استفاده می کنیم . به عبارت دیگر سرعت سخت افزاری فقط یکبار در بیرون پیست تنظیم می شود و ربات باید کل مسیر پیست را با این سرعت طی کند و در حین حرکت نمی تواند مقدار آنرا تغییر داد . اما سرعت نرم افزاری همواره در طول مسیر می تواند تحت شرایط مختلف تغییر کند . که اعمال این تغییرات از طریق برنامه ی نوشته شده برای ربات صورت می پذیرد. (مثلاً کم کردن سرعت در هنگام عبور از پیچ ها) مدار رگولاتور LM317 مطابق با مدار پیشنهادی دیتا شیت آن بسته شده و از



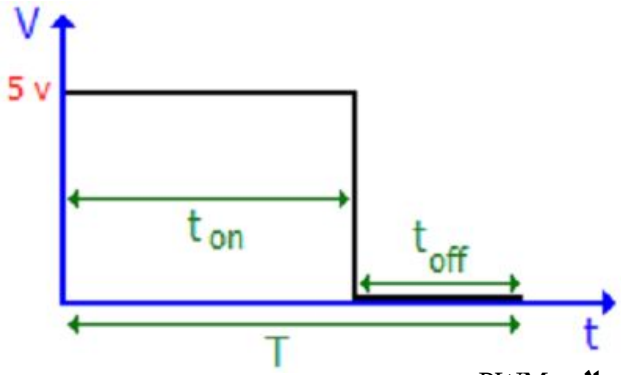
شکل ۴–۱۸ مدار رگولاتور LM 317

آنجائیکه ولتاژ ورودی آن ۱۲ ولت است ، خروجی آن می تواند بین 1.2 ولت تا ۱۲ ولت تغییر کند . وظیفه ی خازن های C3 و C4 پایدار کردن ولتاژ و (رفع ریپل ولتاژ) می باشد .

۴–۸– تعریف پالس PWM

منظور از PWM در واقع کنترل توان DC می باشد . در حقیقت با تغییر زمان های روشن و خاموش بودن منبع ولتاژ DC ، می توانیم ، توان DC را کنترل کنیم . به مدت زمان روشن بودن منبع تغذیه شیکل وظیفه (Duty Cycle) می گویند که معمولاً بر حسب درصد بیان می شود و از فرمول زیر بدست می آید :

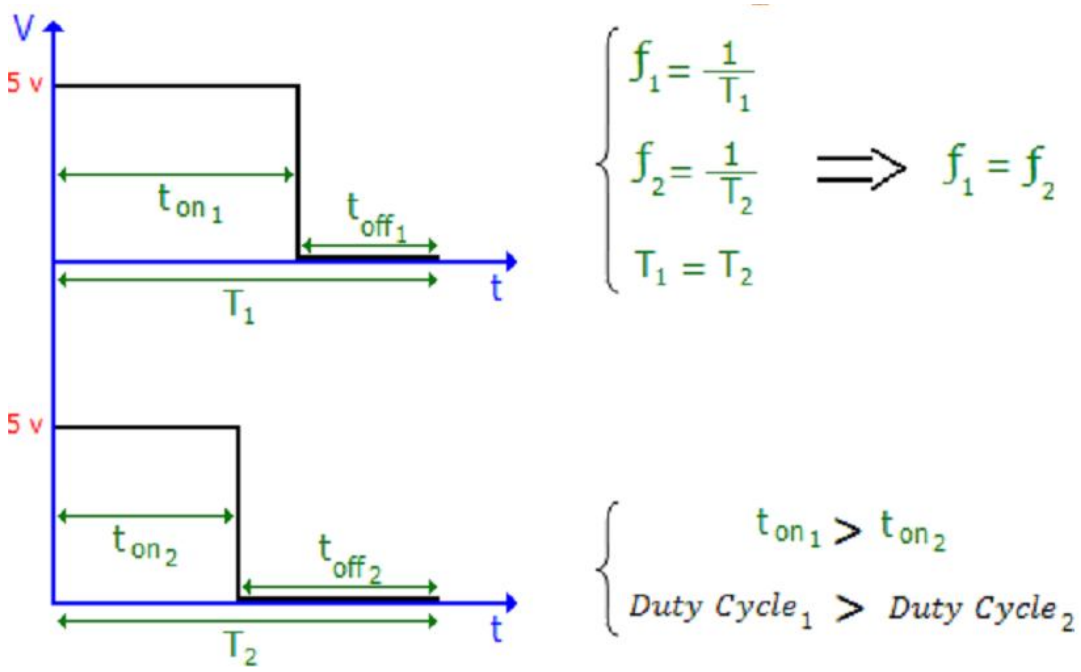
$$\%Duty\ Cycle = \frac{t_{on}}{T} \times 100$$



نمودار ۴–۱ نحوه تغییر پالس PWM

www.Prozhe.com

آنچه که در مورد پالس PWM بسیار حائز اهمیت می باشد این است که مقدار فرکانس همواره ثابت است و با تغییر PWM در واقع زمان های روشن و خاموش بودن منبع تغییر میکند ، بدون اینکه فرکانس هیچگونه تغییری داشته باشد. برای درک بهتر این موضوع به شکل ها و فرمول های زیر توجه کنید .



نمودار ۴–۲ مقایسه دو توان پالس

با توجه به شکل های بالا مشخص می شود که توان پالس PEM1 بیشتر از توان PWM2 می باشد ، بنابراین اگر پالس PWM1 را به موتور اعمال کنیم با سرعت بیشتری می چرخند .

۴–۹– تغذیه و راه اندازی موتورها

برای راه اندازی موتورها از درایور معروف L298 استفاده کرده ایم . این رگولاتور می تواند دو موتور DC را بطور همزمان و مجزا از هم کنترل کند . بدین معنی که می تواند یک موتور را روشن نگه دارد در حالی که موتور دوم در حال چرخش باشد یا یک موتور بسمت راست بچرخد ولی موتور دوم به سمت چپ بچرخد. علت استفاده از L298 برای راه اندازی موتورها ، جریان زیادی است که موتورها از منبع می کشند . در صورتیکه موتورها را مستقیماً به میکروکنترلر وصل کنیم هرگز نمی چرخد! چون پایه های میکروکنترلر نمی توانند جریان لازم

www.Prozhe.com

برای چرخش موتورها را فراهم کنند ، لذا میکروکنترلر فرامین لازم را از طریق پایه های ورودی L298 به آن می دهد و L298 این فرامین را به موتورها اعمال می کنند . در حالت کلی می توان بوسیله ی L298 چهار حالت را برای موتورها تعریف کرد که عبارتند از :

الف) حرکت مستقیم

ب) حرکت معکوس

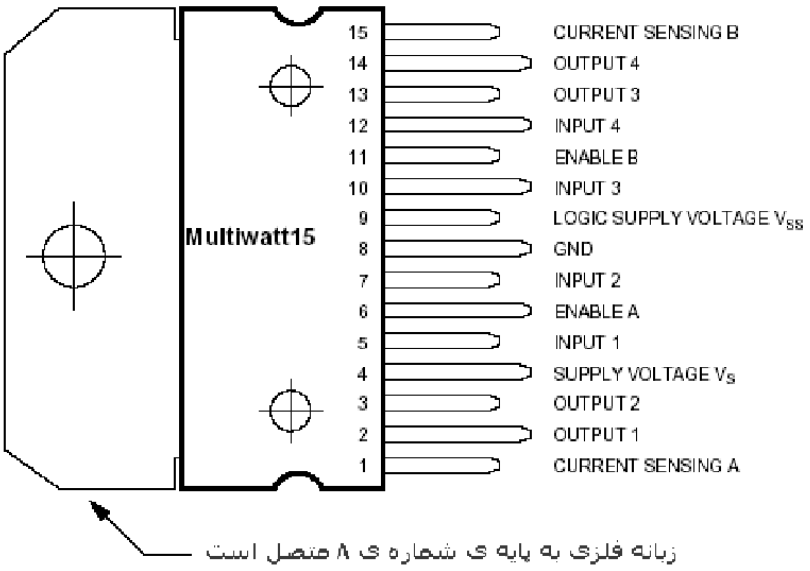
ج) کنترل سرعت با PWM

د) ترمز

نکته ی بسیار مهمی که در مورد این درایور وجود دارد اینست که حالت ترمز سریع در آن بخوبی اتفاق نمی افتد! یعنی شفت موتورها بطور آنی قفل نمی شود و این امر باعث انحراف در موقع دور زدن ربات و در پی آن عدم توانایی در کنترل صحیح ربات می شود، برای رفع این مشکل برای یک لحظه ی بسیار کوتاه جهت چرخش موتورها را معکوس می کنیم و سپس حالت ترمز را فعال می کنیم ، با انجام این عمل شفت موتورها در لحظه ای که جهت چرخش معکوس می شود بطور آنی قفل می گردد و پس از آن با ایجاد حالت ترمز شفت ها در حالت قفل باقی می مانند . در قسمت نرم افزار به این موضوع بیشتر رسیدگی خواهیم کرد .

۴-۱۰- پین بندی و نحوه عملکرد درایور L298 :

طریقه شماره گذاری و نحوه کار L298 به همراه وظیفه ی هر پایه در ذیل آورده شده است :



شکل ۴-۱۹ شمای کلی L298

www.Prozhe.com

شماره پایه	نام پایه	کاربرد پایه
۱	Current Sensing A	این پایه برای کنترل جریان موتور اول استفاده می شود.
۲	OUTPUT1	خروجی شماره یک برای موتور اول
۳	OUTPUT2	خروجی شماره دو برای موتور اول
۴	SupplyVoltage - Vss	این ولتاژ مستقیماً به موتورها اعمال می شود.
۵	INPUT1	ورودی شماره یک برای موتور اول
۶	Enable A	پایه ی فعال ساز موتور اول یا ورودی PWM
۷	INPUT2	ورودی شماره دو برای موتور اول
۸	GND	پایه منفی یا زمین
۹	Logic SupplyVoltage - Vss	ولتاژ ۵ ولت که آی.سی L298 را روشن میکند .
۱۰	INPUT3	ورودی شماره ی یک برای موتور دوم
۱۱	Enable B	پایه ی فعال ساز موتور دوم یا ورودی PWM
۱۲	INPUT4	ورودی شماره ی دو برای موتور دوم
۱۳	OUTPUT3	خروجی شماره یک برای موتور دوم
۱۴	OUTPUT4	خروجی شماره دو برای موتور دوم
۱۵	Current Sensing B	این پایه برای کنترل جریان موتور دوم استفاده می شود

جدول ۴–۱ نحوه عملکرد درایور L298

جدول زیر نحوه کنترل کردن موتور را توسط پایه های INPUT نشان می دهد . برای خلاصه تر شدن جدول حالات ممکن برای یک موتور آورده شده است :

www.Prozhe.com

ورودی ها		رفتار موتورها
وقتیکه پایه Enable برابر سطح منطقی ۱ باشند	INPUT2 = 0 , INPUT = 1	چرخش در جهت مستقیم
	INPUT2 = 1 , INPUT1 = 0	چرخش در جهت معکوس
	INPUT1 = INPUT2 = 1 OR 0	حالت ترمز سریع، شفت موتور قفل می شود
وقتیکه پایه Enable	وضعیت INPUT1 و INPUT2 در این حالت مهم نیست .	حالت خلاصی، موتور متوقف می شود اما ترمز ندارد

جدول ۴-۲ نحوه کار L298 با موتور

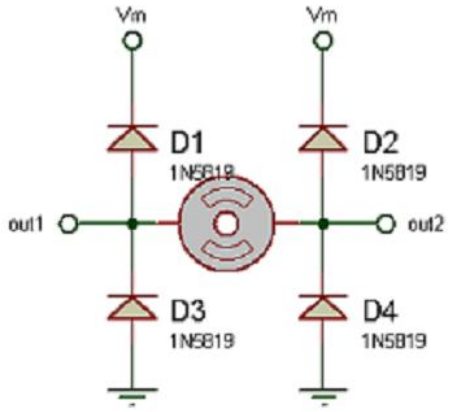
- برای اینکه موتورها از پایه های خروجی L298 فرمان بگیرند پایه های Enable A و Enable B باید 1 باشند . (۵ ولت داشته باشند) از طرفی می توان برای کنترل نرم افزاری سرعت ربات بجای سطح منطقی 1 به این پایه ها پالس PWM اعمال کرد .
- می توان پایه های Current Sensing A و Current Sensing B را مستقیماً به زمین وصل کرد .
- توجه داشته باشید که ولتاژ Logic Supply Voltage - Vss برای کار کردن L298 ضروری می باشد و ولتاژ Supply Voltage - Vss برای کار کردن موتورها لازم است .

۴-۱۱- تعریف دیود هرزگرد و وظیفه آن

از آنجائیکه خروجی L298 در برابر جریان القائی حاصل از سیم پیچ موتورها محافظت شده نیست باید موتورها را با دیودهای هرزگرد بکار ببریم . در واقع هنگامیکه جریان وارد سیم پیچی می شود در خود سیم پیچ یک جریان القائی نیز بوجود می آید که جهت آن همواره بالعکس جریان اصلی است و هنگامیکه جریان اصلی در حال افزایش است این جریان القائی در حال کاهش یافتن می باشد و بالعکس .

www.Prozhe.com

دیودهای هرزگرد سبب می شوند که جریان القادی در یک حلقه ی بسته متشکل از این دیودها هدر رود و در نتیجه بسمت ترانزیستورهای موجود در خروجی L298 برگشت نکند . از آنجائیکه در این ربات قصد اعمال پالس PWM به موتور ها را داریم دیودهای هرزگرد باید از نوع شاتکی باشند تا بتوانند در فرکانس های بالا هم قطع و وصل بشوند (سوئیچ زنی کنند). در این ربات از دیودهای شاتکی 1N5819 استفاده شده است .



شکل ۴–۲۰ شکل شماتیک دیود هرزگرد

www.Prozhe.com

فصل پنجم :

نرم افزار ربات تعقیب خط

www.Prozhe.com

در این قسمت از توضیحات پروژه به بررسی نرم افزاری یا همان برنامه ی نوشته شده ی ربات می پردازیم . برای درک بهتر مطالب این قسمت تاکید می شود که ابتدا قسمت مربوط به سخت افزار را مطالعه بفرمائید .

در ساخت این ربات از میکروکنترلر ATMEGA32 استفاده شده است که از خانواده ی AVR و محصول شرکت ATMEL می باشد . برخی از ویژگی های این میکروکنترلر عبارتند از :

۵-۱- میکروکنترلر ATMEGA32

۱ - از معماری AVRRISC استفاده می کند :

- کارایی بالا و توان مصرفی کم.
- دارای۱۳۱ دستورالعمل با کارایی بالا که اکثرا تنها در یک کلاک سیکل انجام میشود.
- ۸*۳۲ رجیستر کاربردی.

۲ - سرعتی تا 16MIPSA در فرکانس 16MHZ

۳ - حافظه ، برنامه و داده غیر فرار :

- 32Kبایت حافظه FLASH قابل برنامه ریزی داخلی.

پایداری حافظه FLASH: قابلیت ۱۰۰۰ بار نوشتن و پاک کردن

- 1024بایت حافظه EEPROM داخلی قابل برنامه ریزی.

پایداری حافظه EEPROM : قابلیت ۱۰۰۰۰۰ بار نوشتن و پاک کردن

- 2Kحافظه داخلی SRAM
- قفل برنامه FLASH و حفاظت داده EEPROM.

۴ - حافظه ، برنامه و داده غیر فرار :

- 32Kبایت حافظه FLASH قابل برنامه ریزی داخلی.

پایداری حافظه FLASH: قابلیت ۱۰۰۰ بار نوشتن و پاک کردن

- 1024بایت حافظه EEPROM داخلی قابل برنامه ریزی.

پایداری حافظه EEPROM : قابلیت ۱۰۰۰۰۰ بار نوشتن و پاک کردن

- 2Kحافظه داخلی SRAM
- قفل برنامه FLASH و حفاظت داده EEPROM.

۵ - خصوصیات ویژه میکرو کنترلر :

- منابع وقفه داخلی و خارجی

www.Prozhe.com

- عملکرد کاملا ثابت
- توان مصرفی پایین و سرعت بالا توسط تکنولوژی CMOS
- دارای اسیلاتور RC داخلی
- دارای ۶ حالت SLEEP :

(POWERDOWN,IDLE,POWERSAVE, STANDBY,ADC NOISE REDUCTION, EXTENDED STANDBY)

و ...

۵-۲- تعیین میکروکنترلر و فرکانس کاری

در قسمت برنامه نویسی قبل از هر کاری ابتدا باید میکروکنترلر مورد نظر و فرکانس کاری آنرا مشخص کنیم ، که این کار توسط دستورهای زیر در خط اول و دوم برنامه انجام شده است :

Chip type : ATmega32
AVR Core Clock frequency: 4.000000 MHz

۵-۳- پیکره بندی امکانات میکروکنترلر

همانطور که در برنامه مشخص است نوع میکروکنترلر ، ATMEGA32 بوده و فرکانس کاری آن 4 مگاهرتز می باشد . سپس باید تنظیمات مربوط به پورت های میکروکنترلر و قسمت تایمر (PWM) انجام شود .

طبق تنظیمات انجام شده ، از تایمر در یک مد PWM و ده بیتی استفاده شده است ، تایمر یک در این مد دو خروجی A و B دارد که هر خروجی در حالت نرمال (Clear Down) پیکربندی شده اند . بدین معنی که در مد ده بیتی به ازای عدد 0 ، مقدار Duty Cycle هم صفر خواهد بود و به ازای عدد 1023 مقدار Duty Cycle ماکزیمم می باشد . زیرا ده بیتی بودن مد تایمر سبب ایجاد 1024 واحد می شود (2^10=1024) ، که این واحدها از عدد 0 شروع می شوند و به عدد 1023 ختم میگردند . (از 0 تا 1023 برابر 1024 واحد است) .

Prescale=32 مشخص کننده ی این است که فرکانس پالس PWM ایجاد شده 125KHz می باشد که از رابطه ی Chip Frequency / Prescale → 4000000 / 32 = 125000 بدست می آید .

پورت D بعنوان پورت ورودی و پورت B بعنوان خروجی پیکر بندی شده اند .

www.Prozhe.com

۵-۴- مقداردهی اولیه به امکانات :

```
' MOTORE RAST '
PWMLA = 945
PORTB.0=1
PORTB.1=0

'MOTOR CHAP '
PWMLA = 1023
PORTB.6=0
PORTB.7=1
```

برای خوانا تر شدن برنامه و قابل فهم تر بودن آن ، از همان ابتدا پایه ها و خروجی PWM متصل به موتور سمت راست را در کنار هم و موتور سمت چپ را در کنار یکدیگر نوشته و مقدار دهی کرده ایم.

جدول زیر ترتیب اتصال پایه های میکروکنترلر به L298 را نشان می دهد .

پایه های میکروکنترلر	پایه های L298
موتور سمت چپ	
PORTB.6	**INPUT2**
PORTB.7	**INPUT1**
PORTB.4 (PWMb)	**Enable A**
موتور سمت راست	
PORTB.0	**INPUT4**
PORTB.1	**INPUT3**
PORTB.3 (PWMa)	**Enable B**

جدول ۵-۱ ترتیب اتصال پایه های میکروکنترلر به L298

بنابراین با یک بودن PORTB.7 و صفر بودن PORTB.6 موتور سمت چپ در جهت مستقیم می چرخد. از طرفی با یک بودن PORTB.0 و صفر بودن PORTB.1 موتور سمت راست نیز می چرخد . (نکته مهم این است که PORTB.6 و PORTB.7 نباید هر دو صفر یا هر دو یک باشند . همچنین PORTB.0 و PORTB.1 ، زیرا در اینصورت حالت ترمز خواهیم

www.Prozhe.com

داشت . از طرفی در جهت مستقیم چرخیدن موتورها کاملاً وابسته به نحوه اتصال آنها به L298 می باشد ، چنانچه با این تنظیمات موتورها مستقیم نچرخیدند کافیست جای دو سیم متصل به موتور را عوض کنید.)

همانطوریکه متوجه شده اید این مقدار PWM برای موتور راست و چپ با هم متفاوت است! دلیل این امر این است که با وجود یکسان و یک جنس بودن موتورها باز هم سرعت چرخش آنها با هم متفاوت است . این اختلاف جزیی بطور ذاتی وجود دارد ، همچنین بعضی از موارد مانند کج بودن موتورها ، تاب داشتن چرخ ها و ... نیز ممکن است باعث بروز این حالت شوند . برای رفع این اختلاف سرعت مقدار PWM موتوری که سرعت بیشتری دارد را کم کرده ایم . عدد 945 بطور تجربی و از راه آزمون و خطا بدست آمده است .

۵-۵- بررسی برنامه اصلی :

در حلقه ی اصلی برنامه فقط یک دستور نوشته شده و آن هم دستور Gosub White می باشد که سبب می شود تا برنامه ی اصلی به قسمت زیر تابع White پرش کند . کلمه ی End نیز مشخص کننده ی انتهای حلقه ی اصلی برنامه است . دستور DO-LOOP یک حلقه بی نهایت ایجاد می کند ، بدین معنی که دستور داخل این حلقه دائماً و تا هنگامیکه میکروکنترلر روشن است تکرار می شود .

```
DO
    Gosub White
LOOP
End
```

۵-۶- زیربرنامه ها و بررسی آنها :

در برنامه چهار زیر تابع وجود دارند ، که عبارتند از زیر توابع : chap_stop , rast_stop , black , white اکنون به بررسی دقیق هر یک از این توابع و کاربرد آنها می پردازیم .

۵-۶-۱- زیربرنامه ی White :

در این زیر تابع در واقع کدهای مربوط به زمینه سفید و خط سیاه نوشته شده اند . از آنجائیکه غالباً ، ربات ابتدا در پیست زمینه ی سفید و خط سیاه قرار داده می شود . با روشن شدن ربات ، ابتدا برنامه اصلی به این زیر تابع پرش می کند تا بتواند مسیر را طی کند . همانطور که ملاحظه میشود این زیر تابع از یک حلقه ی اصلی تشکیل شده است ، که همان حلقه ی Select - Case

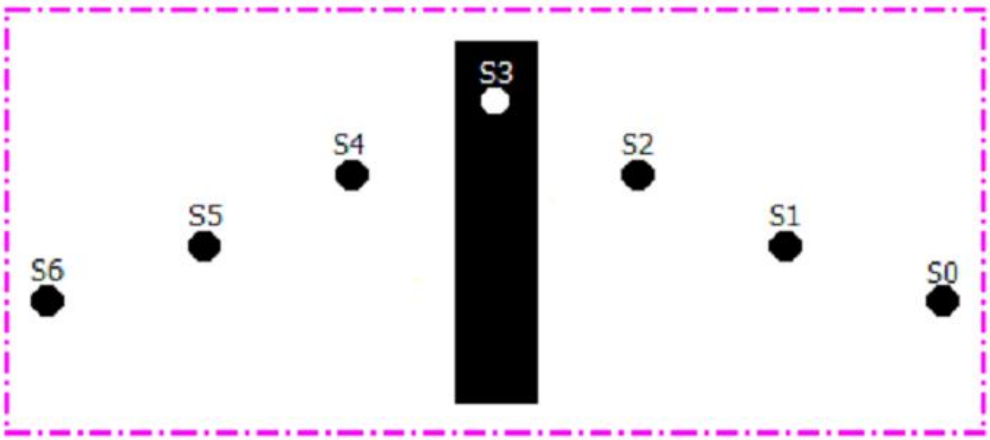
www.Prozhe.com

می باشد که وظیفه ی آن خواندن پورت D و تشخیص نوع مسیر (مستقیم ، پیچ ، تغییر زمینه و ...) است . برای اینکه عمل خواندن پورت D و تعقیب مسیر پیوسته ادامه داشته باشد حلقه ی Select - Case را درون یک حلقه ی Do-Loop قرار داده ایم که یک حلقه ی بی انتهاست . در انتهای این زیر تابع کلمه ی Return قرار دارد که باعث می شود با هر بار رسیدن برنامه به این کلمه ، به خطی که زیر تابع را از آنجا فراخوانی کرده بودیم برگردیم .

برای اینکه خواندن کدهای موجود بر روی پورت D و نوشتن برنامه برای آنها ساده تر شود از سیستم اعداد باینری استفاده کرده ایم که با علامت &B در ابتدای عدد مشخص می شود .

اولین کدی که در برنامه بررسی می شود کد پیمودن مسیر مستقیم است . بررسی این کد با دستور case &B0001000 آغاز می شود . در صورتیکه ربات بطور مستقیم در پیست قرار داده شود فقط سنسور S3 برروی خط سیاه قرار میگیرد که کد آن مطابق شکل زیر برابر 0001000 است . که معادل باینری آن عدد &B0001000 می باشد .

```
"MOSTAGHIM"
Case &B0001000 :
PWMLA = 945 ;
PWMLB = 1023 ;
PORTB.0 = 1 ;
PORTB.7 = 1 ;
```



شکل ۵–۱ بررسی سنسور S3 برای مسیر مستقیم

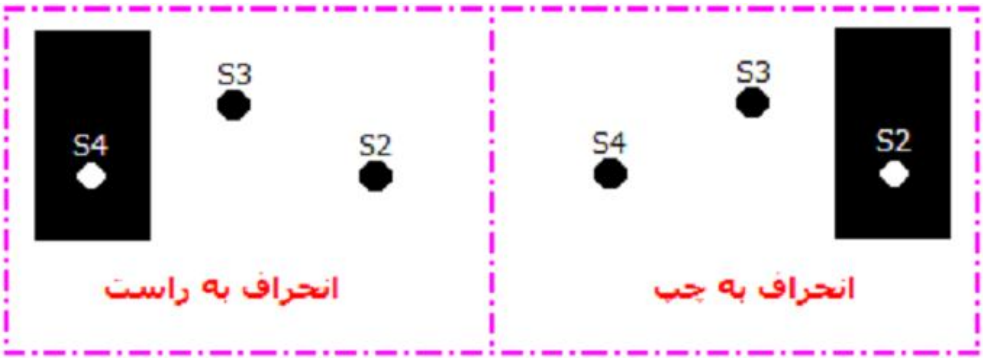
باید به این نکته توجه کنید که تعداد پایه های هر پورت غالباً ۸ تاست ، از طرفی تعداد سنسورها ۷ تاست ، بنابراین در خواندن مقدار باینری از روی پورت ، یک پین اضافه وجود خواهد داشت .

www.Prozhe.com

برای اینکه اثر این پین اضافه را بر روی کد سنسورها از بین ببریم باید آنرا با یک مقاومت 10kΩ الی 47kΩ به زمین یا Vcc متصل کنیم . با انجام این کار این پین اضافه در همه ی کدها ، همواره مقدار صفر (در صورت وصل کردن به زمین) یا مقدار یک (در صورت وصل کردن به Vcc) خواهد داشت . در صورتیکه پین اضافه بصورت آزاد رها شود مقدار مشخصی نخواهد داشت ، که در این شرایط در اثر نویزهای موجود درمحیط ممکن است لحظه ای صفر و لحظه ای یک باشد . بنابراین قطعاً کدهای حاصل از سنسور را دگرگون می کند .

برای مثال ، کد خط مستقیم برای بررسی در یک پورت ۸ پایه ، بصورت &B00001000 در می آید که در آن بیت هشتم که با رنگ قرمز مشخص شده است پایه ی اضافه (بدون سنسور) می باشد که با فرض وصل بودن پایه ی اضافه به زمین ، با مقدار 0 به کد سنسورها اضافه شده است . چنانچه این پایه به Vcc وصل باشد کد بالا بشکل &B10001000 تغییر می یابد .

حالت های دوم و سوم به بررسی انحراف ربات از مسیر مستقیم می پردازد :



شکل ۵–۲ بررسی سنسورهای کناری جهت انحراف از مسیر مستقیم

```
"ENHERAF BE RAST"
    Case &B0010000 :
    PWMLA = 642
"ENHERAF BE CHAP"
    Case &B0000100 :
    PWMLA = 720
```

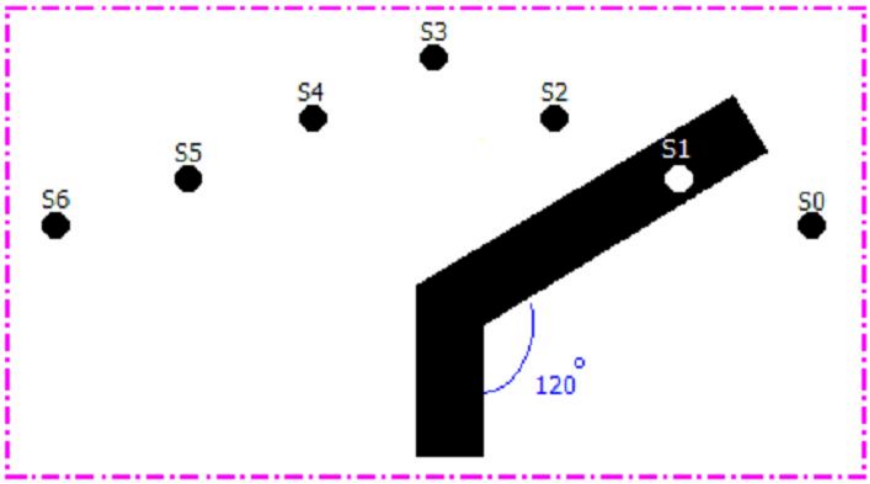
همانطور که مشاهده می شود برای رفع انحراف ربات تنها از کم کردن مقدار PWM موتورها استفاده کرده ایم . بدین ترتیب هرگاه ربات از مسیر مستقیم منحرف شود با اعمال یک مقدار PWM مناسب سرعت یکی از موتورها کم می شود و در نتیجه ربات مجدداً به مسیر مستقیم داشتند تغییر می یابد (زیرا دستورهای مربوط به کد مستقیم اجرا خواهند شد) .

www.Prozhe.com

مقدار PWM برای رفع انحراف نیز از روش تجربی بدست می آید . بهتر است این مقدار به گونه ای باشد که ربات به تدریج به مسیر مستقیم برگردد نه بطور آنی و سریع ! زیرا اگر ربات بطور آنی به مسیر مستقیم برگردد به احتمال بسیار زیاد از جهت مخالف منحرف میشود ، بنابراین برای رفع این انحراف یک پالس PWM به موتور مخالف موتور قبلی وارد می شود که نتیجه ی آن انجراف مجدد ربات ، بدلیل برگشت آنی به مسیر مستقیم است ، تکرار این روند باعث بوجود آمدن یک حرکت زیگزاگی در پیمایش مسیر مستقیم می شود .

۵-۶-۲- بررسی پیچ های °90 و °120 و انحناها

کد حاصل از پیچ های *90* درجه ، *120* درجه و انحنا با هم برابر است . لذا کد *&B0000010* بیان کننده ی موجود یک پیچ در سمت راست ، که ممکن است مانند شکل زیر اتفاق افتاده باشد .



شکل ۵-۳ بررسی سنسور S1 و S5 جهت تشخیص زاویه انحراف

```
"RAST 90-120"
Case &B0000010 :
        Gosub Rast_stop
         while (PIND.3 = 0){
                PORTD.0 = 0;
         }end
         PORTB.1 = 1 ;
         waitms (50);
         PORTB.1 = 0;
         PORTB.0 = 1;
```


www.Prozhe.com

هنگامیکه کد مربوط به پیچ های سمت راست اتفاق بیفتد ابتدا برنامه به زیر تابع RAST_STOP میرود .

```
"RAST_STOP"
        PORTB.0 = 0;
        PORTB.1 = 1;
        waitms (50);
        PORTB.0 = 0;
        PORTB.1 = 0;
Return
```

۵-۶-۳- زیر تابع Rast_Stop

همناطوریکه در خطوط فوق مشاهده می شود در این زیر تابع ابتدا یک چرخش معکوس به مدت 20 میلی ثانیه به موتور سمت راست اعمال می شود و سپس موتور به حالت ترمز (قفل) در می آید .

علت معکوس کردن لحظه ای موتور ایجاد یک حالت ترمز قوی تر (میخکوب کردن چرخ) می باشد . چنانچه بخواهیم به حالت ترمز L298 بسنده کنیم ، نتیجه ی کار جالب نخواهد بود ! زیرا برخلاف توضیحات موجود در دیتاشیت این آی.سی حالت ترمز آن خیلی سریع نیست و این امر باعث ایجاد مقدار کمی انجراف در موقع دور زدن ربات با یک موتور خاموش می شود .

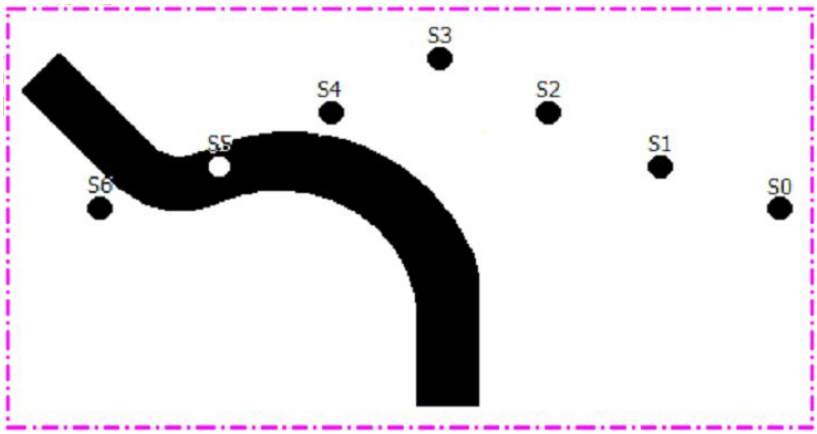
بعد از صفر کردن PORTB.0 و PORTB.1 برنامه به قسمت بررسی پیچ سمت راست بر میگردد ، زیرا تابع RAST_STOP را از آنجا فراخوانی کرده بودیم .

با بررسی قسمت پیچ سمت راست خواهیم دید که برنامه بعد از فراخوانی زیر تابع RAST_STOP وارد یک حلقه ی While_Wend می شود . در این حلقه PORTB.0 تا زمانیکه PIND.3 مجدداً روی خط سیاه قرار گیرد صفر نگه داشته می شود . یعنی تا هنگامیکه ربات بر روی مسیر مستقیم بعد از پیچ قرار بگیرد موتور سمت راست خاموش خواهد ماند . با عبور از پیچ و قرار گرفتن سنسور S.3 (که به PIND.3 متصل است) بر روی خط سیاه ، برنامه از حلقه ی While_Wend خارج می شود. در اینجا قبل از اینکه بخواهیم با یک کردن PORTB.0 موتور سمت راست را روشن کنیم بمدت 50 میلی ثانیه موتور را در جهت معکوس می چرخانیم (با یک کردن PORTB.1) تا انحراف ناشی دور زدن ربات را جبران نمائیم . (مقدار 50 میلی ثانیه بطور تجربی بدست آمده است ، برای سرعت های بیشتر زمان بیشتری لازم است.)

www.Prozhe.com

پس از گذشت این 50 میلی ثانیه موتور سمت راست را روشن میکنیم که این کار با صفر دستورات PORTB.1=0 و PORTB.0=1 انجام می شود .

در هنگام مواجهه با پیچ ها و انحناهای سمت چپ ، کد مربوط به دور زدن به سمت چپ اتفاق می افتد که از لحاظ عملکرد دقیقاً مانند دور زدن به سمت راست می باشد . با این تفاوت که در اینجا زیر تابع CHAP_STOP فراخوانی می شود که عملکرد این زیر تابع نیز مانند عملکرد زیر تابع RAST_STOP می باشد .



شکل ۵–۴ بررسی سنسورها جهت تشخیص انحراف از مسیر

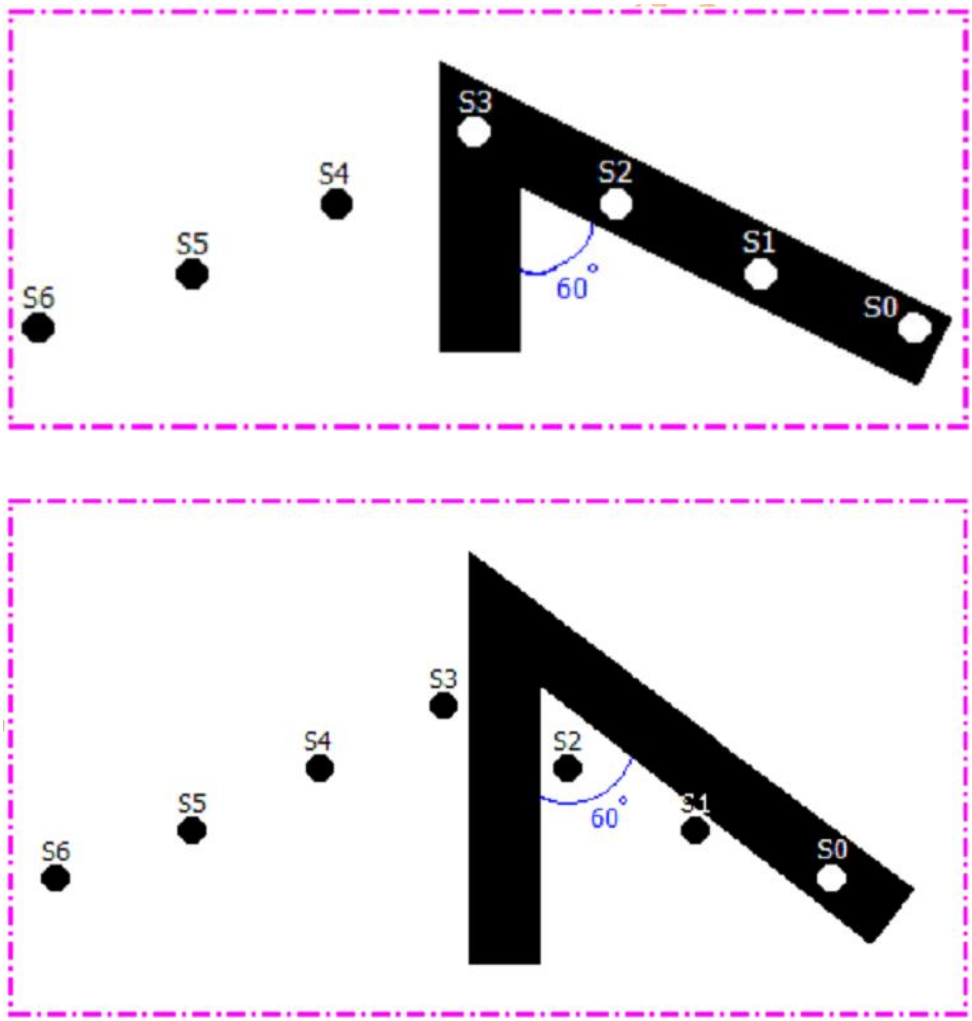
```
"CHAP 90-120"
Case &B0100000 :
        Gosub chap_stop
        While PIND.3 = 0
            PORTB.7 = 0
        END
        PORTB.6 = 1
        waitms(50)
        PORTB.6 = 0
        PORTB.7 = 1

"CHAP_STOP"
        PORTB.6 = 1
        PORTB.7 = 0
        waitms (50)
        PORTB.6 = 0
        PORTB.7 = 0
        PORTB.7 = 0
Return
```


www.Prozhe.com

۵-۶-۴- بررسی پیچ های 60°

بعد از پرداختن به پیچ های ۹۰ درجه ، ۱۲۰ درجه و انحناها ؛ برنامه به بررسی پیچ های ۶۰ درجه می پردازد . طراحی سنسورها به گونه ای است که تشخیص مسیر وابسته به نحوه ی حرکت ربات (زاویه ی ورود به پیچ ها و موانع) می باشد ، بدین معنی که با توجه به نحوه ی رسیدن ربات به پیچ های ۶۰ درجه ممکن است کدهای مختلفی اتفاق بیفتد ، که در اینجا مطابق شکل دو نمونه از شایع ترین این کدها بررسی شده اند .



شکل ۵–۵ بررسی سنسورها جهت تشخیص پیچ های ۶۰ درجه

www.Prozhe.com

```
"RAST 60_1"
Case &B0001111 :
        Gosub RAST_STOP
        While (PIND.5 = 0){
                PORTB.0 = 0;
            }end
        PORTB.1 = 1
        waitms (50)
        PORTB.0 = 1
        PORTB.1 = 0
```

```
"RAST 60_2"
Case &B0000001 :
        Gosub RAST_STOP
        While (PIND.5 = 0){
                PORTB.0 = 0;
            }end
        PORTB.1 = 1
        waitms (50)
        PORTB.0 = 1
        PORTB.1 = 0
```

همانطوریکه در کدهای بالا مشاهده می کنید برای پیچ های 60 درجه دو کد باینری &B0001111 و &B0000001 در نظر گرفته شده اند که نحوه ی عملکرد آنها دقیقاً مانند کد مربوط به پیچ های ۹۰ درجه ، ۱۲۰ درجه و انحناها می باشد . تنها تفاوت این کدها با کد قبلی در شرط حلقه ی While-Wind می باشد . در کد قبلی رسیدن سنسور S3 (سنسور متصل به PIND.3) به خط سیاه نشان دهنده ی عبور از پیچ بود اما در کد 60 درجه رسیدن سنسور S5 (سنسور متصل به D.5 به خط سیاه نشان دهنده ی عبور از پیچ است . این موارد در رابطه با پیچ های ۶۰ درجه سمت چپ نیز صدق می کند.)

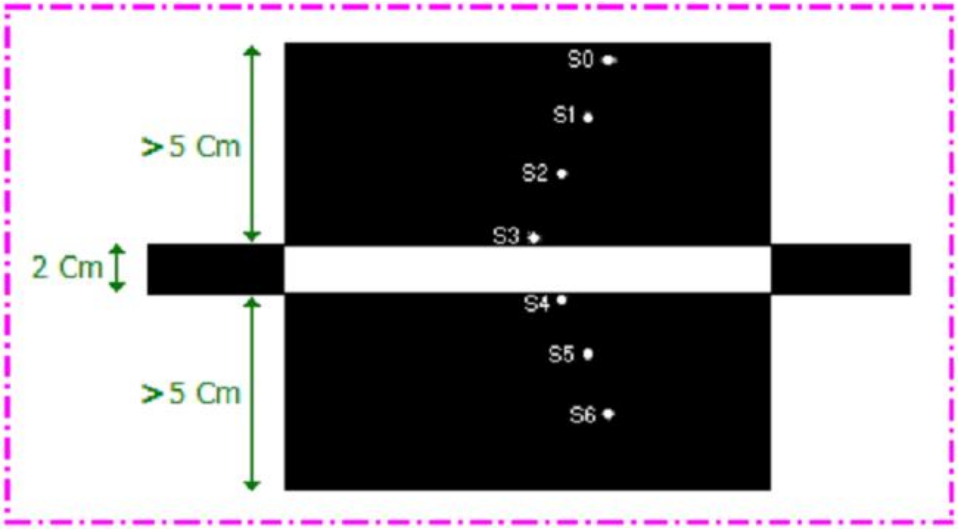
۵-۶-۵- معکوس شدن زمینه

بعد از بررسی پیچ ها ، برنامه به بررسی معکوس شدن زمینه می پردازد . در اینجا نیز طبق زاویه ی ورود ربات به زمینه ی سیاه و خط سفید ممکن است حالات زیادی اتفاق بیافتد که دو نمونه از مهمترین آنها مورد بررسی قرار گرفته اند :

```
"BLACK DETECT_1"
        Case  &B1110111 :
        Gosub BLACK
```

```
"BLACK DETECT_1"
        Case  &B1111111 :
        Gosub BLACK
```


www.Prozhe.com



شکل ۵–۶ بررسی معکوس شدن زمینه

طبق برنامه و شکل های فوق مشاهده می کنید که دو کد باینری &B1110111 و &B1111111 برای تشخیص معکوس شدن رنگ زمینه ی پیست و خط مسیر ، مورد استفاده قرار گرفته اند . با اتفاق افتادن این کدها برنامه به زیر تابع BLACK پرش می کند و ادامه بررسی مسیر را در آنجا انجام می دهد .

تمامی برنامه های نوشته در زیر تابع BLACK عیناً مانند برنامه های نوشته شده در قسمت White می باشند . با این تفاوت که کدهای مورد بررسی در حلقه Select - Case معکوس (Not) شده اند . برای مثال در زمینه ی سفید و خط سیاه کد پیچ ۹۰ درجه ی سمت راست &B0000010 می باشد ، اما برای زمینه ی سیاه و خط سفید این کد به شکل &B1111101 در می آید ؛ در واقع برای نوشتن هر کد در زمینه سیاه کافیست تا حالت زمینه ی سفید آنرا معکوس (Not) کنیم . بقیه ی موارد عیناً مانند برنامه های نوشته شده در قسمت White می باشد .

در زیربرنامه ی BLACK نیز دو حالت &B0001000 و &B0000000 برای تشخیص زمینه ی سفید در نظر گرفته شده است . یعنی برنامه با اتفاق افتادن این دو کد به زیر تابع WHITE پرش می کند .

www.Prozhe.com

۵-۶-۶-بررسی سایر حالات

برای عبور از موانع و نیز حالتهای گوناگونی که ممکن است در اثر حرکت ربات بوجود آید حالتی تعریف شده است که در صورت اتفاق نیفتادن هیچ یک از حالتهای قبل ، اتفاق می افتد . بدین معنی که اگر کدی از سنسورها دریافت شود که در حلقه ی Selact - Case تعریف نشده باشد برنامه ی نوشته شده در این قسمت اجرا خواهد شد . این قسمت باعنوان Case - Else در برنامه لحاظ شده است و در واقع دستور حرکت مستقیم را اجرا می کند . دقیقاً مانند کد مربوط به حرکت مستقیم .

```
Case Else
        Pwmla = 945
        pwmlb = 1023
        PORTB.0 = 1
        PORTB.7 = 1
```

با کمی دقت و حوصله می توانید کدهای دیگری را نیز به مجموعه ی کدهای فوق اضافه کنید و حرکت دقیق تری را برای ربات فراهم آورید .

www.Prozhe.com

فصل ششم :

مکانیک ربات تعقیب خط

www.Prozhe.com

۶-۱- مکانیک

در مکانیک یک ربات مسیر یاب چند بخش وجود دارد مکانیک ربات مسیریاب جزء ساده ترین مکانیک ها محسوب می شود این مکانیک شامل بخش های زیر است:

۱) شاسی (یا بدنه) که تمام اجزاء روی آن قرار خواهند گرفت.
۲) موتور ها
۳) چرخ ها
۴) برد سنسور

۶-۱-۱- شاسی یا بدنه:

این بخش در ساده ترین حالت می تواند یک طلق پلاستیکی یا چوب (تخنه سه لا) باشد که نسبتاً سبک بوده و استحکام خوبی دارد . برد الکترونیکی شما روی آن پیچ می شود و موتور ها وچرخ ها به آن وصل می شود و برد سنسور در جای خود قرار می گیرد.

۶-۱-۲- موتور ها:

موتور های ربات یکی از مهمترین اجزاء ربات محسوب می شوند از سه نوع موتور می توان برای ربات استفاده کرد . موتور هایی که باید در این ربات ها استفاده شوند از نوع DC Motor می باشند و مستقیماً نمی توان آنها را به چرخ وصل کرد مگر اینکه توسط گیرباکس از سرعت آنها کم شود و به قدرت آنها اضافه شود.

۶-۱-۲-۱- موتور های اسباب بازی ها و گیرباکس آن ها در ساده ترین حالت شما می توانید گیرباکس اسباب بازی ها را باز کرده و از آن ها استفاده کنید فقط اگر از این روش استفاده می کنید دقت کنید گیرباکس ها کاملاً روان باشند و موتور ها نیز جریان کشی بالایی نداشته باشد . اگر موتور ها جریان کشی بالایی دارند بهتر است از یک موتور دیگر استفاده کرد.

۶-۱-۲-۲- گویی وپولی : روش دیگری که می توان استفاده کرد استفاده از گویی وپولی ها است که از تسمه برای وصل کردن وتبدیل دور استفاده می شود این روش هم خالی از مشکل نیست این روش توصیه نمی شود.

www.Prozhe.com

۶-۱-۲-۳- موتور های گیرباکس دار : در این موتور ها موتور و گیرباکس داخل یک مجموعه قراردارند و در دورهای مختلف با توان های مختلف عرضه شده اند بهترین گزینه استفاده از این نوع موتور ها می باشد . چرا که یک مجموعه مطمئن است . بی صدا و حجم کمی را اشغال می کنند و معمولا جریان کشی مناسبی دارند و تنها مشکل آن ها قیمت بالای آن ها است.

نکته ۱ : دقت کنید موتور های معمولی را مستقیماً به چرخ وصل نکنید زیرا آن ها دارای سرعت بالا (۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰) دور در دقیقه ولی قدرت لازم برای حرکت را ندارند.

نکته ۲ : شما در یک ربات مسیر یاب به ۲ موتور نیاز دارید یکی برای موتور سمت راست ودیگری برای موتور سمت چپ می باشد . بهتر است موتور ها و چرخ ها در عقب ربات نصب شوند و چرخ هرزگرد و برد سنسور در جلوی ربات نصب شوند.

۶-۱-۳- چرخ ها : برای یک ربات موفق مسیر یاب چند نکته حائز اهمیت است:

۱- اندازه قطر چرخ ها

۲- اندازه عرض چرخ ها

۳- میزان اصطحکاک چرخ با زمین

۶-۱-۳-۱- قطر چرخ ها بهتر است اندازه چرخ ها طوری تعیین شود که با موتورها هماهنگی کاملی داشته باشد چون هرچه قطر چرخ ها بیشتر باشد با یک دور چرخش موتور ربات به مقدار بیشتری حرکت کند و هرچه چرخ ها کوچکتر باشد حرکت ربات کمتر است . پس اندازه چرخ ها با سرعت ربات نسبت مستقیم دارد.

۶-۱-۳-۲- عرض چرخ ها بهتر است بین ۱ تا ۲ سانتی متر باشد چون هرچقدر عرض چرخ ها بیشتر باشد هم وزن چرخ بیشتر می شود و سطح اصطحکاک بیشتری با زمین پیدا می کند.

۶-۱-۳-۳- اصطکاک چرخ ها : برای اینکه لاستیک ها سر نخورند بهتر است چرخی را انتخاب کنید که اصطحکاک بسیار بالایی بازمین داشته باشد.

نکته کنکوری : ساده ترین روش برای بالا بردن اصطحکاک چرخ با زمین استفاده از چسب برق از جهت چسبنده روی چرخ است که چرخ کاملاً برروی زمین بچسبد و اصطحکاک زیادی داشته

www.Prozhe.com

باشد.

۶-۱-۳-۴- چرخ هرزگرد : این نوع چرخ چرخی است که فقط وظیفه حفظ تعادل ربات را بر عهده دارد و باید کمترین اصطحکاک را بر با زمین داشته باشد تا در زمانی که ربات به سمت راست یا چپ گردش داشت گشتاور کاملی داشته باشد یکی از نمونه های چرخ هرزگرد ساچمه یا بلبرینگ است.

۶-۱-۴- برد سنسور : این برد در جلوی رباب نصب می شود و باید فاصله استاندارد از سطح زمین را داشته باشد تا بهترین بازده از لحاظ وضعیت خط زیر ربات را به ما ارائه دهد.

۶-۲- نکات مهم درباره مکانیک و نوع بستن آن :

اگر فرض کنید تاکنون عملاً یک میلیون روبات در دنیا ساخته شده باشند، به جرأت می توان گفت ده میلیون روبات به دلیل ساختار مکانیکی ضعیف که نتوانسته فرمانهای کنترلی را به خوبی اجرا کند، از کار بازمانده اند .این نکته را فراموش نکنید که هرچقدر سنسورها و مدار کنترلی روبات شما خوب کار کنند، هرچقدر از الگوریتمهای پیشرفته و پردازنده های سریع استفاده کنید و هرچقدر موتورهای روبات شما گرانقیمت و کارا باشند، اگر بدنه روبات طوری باشد که فرمانهای نهایی بخش پردازشگر را به خوبی اجرا نکند یا موتورها را به خوبی هدایت نکند، روبات شما تنها باعث تأسف شما خواهد شد!

مکانیک روبات بحث پیشرفته ای از رشته مکانیک است که در آن مباحث زیاد و متنوعی مطرح میشود .

برای یک روبات ساده تعقیب خط، خود شما می توانید طرحهای بسیار جالب و متنوعی تدارک ببینید که به شرط صرف زمان مناسب و دقت در طراحی، همگی می توانند به خوبی کار کنند . به همین لحاظ در اینجا تنها به چند پیشنهاد اکتفا می کنیم .فراموش نکنید اگر تجربه مکانیکی ندارید، حتماً از کسی که علاقه یا تجربه اش در این زمینه بیش از شماست کمک بگیرید . وقتی می توان چرخها را به کمک دستگاه تراش با دقت زیاد ساخت، استفاده از ارّه و سمباده و ... تنها زمان شما را تلف می کند و باعث می شود در نهایت به نتیجه مطلوب خود نرسید.

- ساده ترین طرح برای ساخت بدنه روبات تعقیب خط، استفاده از دو موتور است .این موتورها را می توانید مستقیماً به چرخهای روبات متصل کنید یا برای تقویت بیشتر

www.Prozhe.com

نیروی موتورها، به کمک حلزونی و چرخ دنده این اتصال را برقرار سازید .شکل روبرو را ببینید.

- از هر موتوری نمی توان برای راه اندازی روبات استفاده کرد . توان موتور خود را متناسب با وزن بدنه ای که میخواهید بسازید انتخاب کنید.
- روبات و چرخهای آن باید از ماده ای سبک با استحکام بالا (مثلاً تفلون یا پلاستیک) ساخته شود . برای اصطکاک بهتر چرخها با سطحی که باید روی آن حرکت کند، در رویه خروجی چرخها از پوششهای لاستیکی آجدار استفاده کنید.
- چون روبات دو چرخ دارد هنگام حرکت ، بدنه به بالا و پایین ضربه و به اصطلاح برای حل این مشکل در جلو یا عقب روبات در قسمت میانی، از «کلّه می زند» . یک چرخ هرزگرد(یا کف گرد) استفاده کنید تا ضمن حفظ تعادل روبات، به حرکت روان تر آن کمک کند . این چرخ هرزگرد می تواند یک ساچمه بزرگ یا بلبرینگ باشد.
- محل سنسورها بستگی به مدار کنترلی و مکانیک روبات و سرعت آن دارد . نصب سنسورها در قسمت زیرین جلوی روبات می تواند انتخاب خوبی باشد.
- یک روبات تعقیب خط باید در کمترین زمان به انتهای خط برسد . هیچ گاه سرعت را فدای دقت و دقت را فدای سرعت نکنید . روباتی که بسیار سریع حرکت کند، اما بعد از چند پیچ و انحراف خط را گم کند و روباتی که با حرکت لا کپشتی تمام خط را طی کند، هیچکدام مطلوب نیست!
- هنگام طراحی بدنه روبات به مسأله نحوه تغذیه مدارهای روبات دقت کنید . اگر از باطری استفاده می کنید ، وزن آن را نیز به وزن بدنه و مدارات بیفزایید . اگر از منبع تغذیه خارجی استفاده می کنید، باید سیم تغذیه را که به روبات متصل می کنید در حین حرکت آن به دنبالش حمل کنید . بنابراین محل مناسبی برای اتصال سیم تغذیه به روبات تعبیه کنید.
- حتماً مکانیک کاملا محکم بسته شود.
- چنانچه از چسب استفاده می کنید سعی کنید از چسب به همراه بست استفاده کنید.برای اتصال برد ها به بدنه اصلی حتماً از پیچ و مهره و یا Spacer و مهره استفاده کنید.

www.Prozhe.com

- برای محکم شدن اتصالات و جلوگیری از بازشدن آنها از واشر فنری استفاده کنید.در جاهایی که ممکن است مهره یا Spacer باعث اتصالات در مدار شما شوند از واشر فیبری استفاده کنید.

۶-۳- نکات کاربردی در ساخت و مونتاژ مدار :

۱) برای خاموش و روشن کردن موتورها از یک کلید معمولی استفاده شده است تا در مواقع لزوم مدار ربات روشن باشد اما موتورها خاموش باشند . این حالت اغلب برای تست سالم بودن سنسورها و نیز تعیین کردن کدهای حاصل از سنسورها بر روی پیست مورد استفاده است .

۲) برای رفع نویزهای حاصل از موتور می توان یک خازن ۱۰۰ نانوفاراد را به دو سر موتور موازی کرد . انجام این کار در صورت داشتن موتورهای مرغوب ضروری نیست ، اما اگر از موتورهای مرغوب استفاده نمی کنید استفاده از این خازن ها تاثیر فوق العاده ای بر روی کارکرد مدار خواهد داشت .

۳) برای اتصال بردی که سنسورها بر روی آن نصب شده اند با برد اصلی ربات از کابل فلت به همراه ۲ عدد کانکتور مخابراتی ۱۰ پین استفاده شده است .

۴) توجه شود که در طراحی PCB ربات از دو پتانسیومتر در نزدیکی LM324 استفاده شده است ، اما در عمل برای تنظیم دقیق تر سنسورها از مولتی ترن استفاده کرده ایم ، با ایجاد کمی تغییر در شکل پایه های مولتی ترن می توانید آنرا بدرستی لحیم کنید .

۵) بهتر است کریستال و خازن هایش را از زیر برد لحیم کنید . زیرا محل قرارگیری آنها در PCB در زیر میکروکنترلر است .

۶) در نمونه ی ساخته شده بدلیل عدم دسترسی به مقاومت آرایه ای 1 KΩ از مقاومت های معمولی ، اما با آرایش آرایه ای استفاده شده است . به همین طریق می توان بجای LED بارگراف از LED های معمولی استفاده کرد .

۷) دیودهای 1N5819 باید بطور ایستاده لحیم شوند ، توجه داشته باشید که خط پررنگ در نزدیکی یکی از پایه های دیود ، همان خط مشخص کننده کاتد می باشد .

www.Prozhe.com

۸) می توانیددر جلوی ربات بجای چرخ هرزگرد از یک قطعه پلاستیکی لغزنده یا یک تکه فیبر مدار چاپی برای اتصال به سطح پیست استفاده کنید تا بتوانید نقش تکیه گاه را ایفا کند و چرخ های اصلی بتوانند موتور را هل دهند .

www.Prozhe.com

نتیجه گیری و پیشنهادات ؛

در سال های اخیر یک روند رو به رشد در آموزش رباتیک ایجاد شده است و به موجب آن طراحان ربات ها از طبیعت برای حل مشکلات پیچیده بهره می گیرند . به ویژه ربات های بسیاری با استفاده از علم زیست شناسی و شاخه های مرتبط با آن مانند حشره شناسی ، ماهی شناسی و ... ، طراحی وساخته می شوند.

یکی از علومی که مورد توجه علاقمندان به رباتیک قرار دارد رفتار شناسی حیوانات است . در این علم رفتار حیوانات در محیط طبیعی زندگی شان مورد بررسی قرار می گیرد.

یک رفتار شناس در اکثر موارد موضوع تحقیق خود را در حیات وحش مورد مطالعه قرار می دهد. از دید یک رفتار شناس ، یک موجود زنده و محیط زندگی اش ذاتا جدایی ناپذیرند.

توصیه می شود هنگامی که روش های طراحی ربات ها را بررسی می کنید ، موضوع را از هر طریق ممکن به رفتار شناسی یا سایر شاخه های زیست شناسی نزدیک کنید.

ابتدا درباره محیط (که از ربات انتظار می رود در آن کار کند) کمی مطالعه کنید و ابعاد ربات را متناسب با آن انتخاب کنید . سپس لیستی از فعالیت هایی که ربات باید آنها را انجام دهد تهیه نمایید . با استفاده از این روش ، طراحی محدودتر شده و احتمال اجرای موفقیت آمیز پروژه افزایش می یابد.

طراحی موفق ربات های فوتبالیست ، ربات های نظافتچی ، ربات های جنگجو و ربات ها با اهداف خاص ، تنها از طریق مطالعه پیست و محیط کار ربات امکان پذیر می باشد.

گرچه در این مبحث به آموزش اجزاء و ساخت یک ربات تعقیب خط پرداختیم ، اما هنوز برای گام عملی آن احتیاج به دو چیز خواهید داشت ؛ متاع اول همت شماست که بعد از فراگیری موارد فوق اهتمام ورزیده و شروع به کار کنید و موارد کسری فوق را کامل کنید و ساخت ربات را تمام کنید و متاع دوم تلاش و پشتکار شماست که بعد از هر شکست نا امید نشده و باز دوباره شروع به کار کنید .

امید من بر این است که خواننده این مباحث این دست نوشته های من را همچون آموزگاری ببیند و آنها را چراغ راه خود قرار دهد و به مباحث جدیدتری بپردازد تا برای میهنم ایران زمین سربلندی عظیمی به دست آورد .

با تشکر سید مهدی مدنی

www.Prozhe.com

منابع و مآخذ :

۱. مشتاقی طبری، محمد، "اصول و راهنمای روباتیک"، انتشارات کانون نشر علوم، ۱۳۹۰، چاپ پنجم، صفحات ۱۵۱

۲. دیوید بل، ۱۳۹۲، "تکنیک پالس"، ترجمه محمود دیاتی، انتشارات مصباح، ۱۳۹۲، چاپ هشتم، ویرایش چهارم، صفحات ۳۱۰

۳. جان کریگ، ۱۳۹۰، "مکانیک و کنترل در رباتیک"، ترجمه دکتر مقدادی. ع ، میرفخرائی. ف ، موسسه انتشارات علمی دانشگاه صهعتی شریف، ۱۳۸۹، ویرایش سوم، صفحات ۵۷۰

۴. فتوحی .م، هومان فرد .م، "مکاترونیک و رباتیک"، ۱۳۸۷ ، بازیابی شده از آدرس **www.techno-electro.com** در ۲۰ آبان ۱۳۹۳ ساعت ۱۰ صبح، ۱۲۰ صفحه

***5. "PIC Microcontroller and Embedded Systems"**, Muhammed Ali Mazidi and et al, Prentice Hall, 2007.*

***6. "The 8051 Microcontroller and Embedded Systems"**, Muhammed Ali Mazidi and et al,Prentice Hall, 2006.*

7. http://www.techno-electro.com

8. http://www.iranled.com/forum/thread-15390.html

9. http://ir-robot.com/Robot%20Motors.aspx

10. http://www.mrkelectronic.mihanblog.com

www.Prozhe.com

Abstract :

Man looking for a long time and always thinking of the welfare of mankind, has been serving its. A robot is composed of three interrelated; Hardware, software and mechanics, each of which contains different sections, And each has its unique importance. This paper has set out to examine the structure and how to build a robot chase.

www.Prozhe.com

Payame Noor University

Construction and Evaluation of Line Following Robot

A Project Report
Presented to:
Department of Information Technology and Communication
Faculty of Engineering
Payame Noor University of Kashan

In Partial Fulfillment of the Requirement for the degree of
Bachelor of Science in
Software Engineering

Advisor:
Majid Tajeri

By:
S.Mehdi Madani

Winter 2015

www.Prozhe.com