

## خودتکثیری الکترو مکانیکی در ربات ها



به نام خدا

خود تکثیری الکترومکانیکی در ربات ها

وارائه ی اولین ربات تولیدمثل کننده ایرانی به روش تقسیم سلولی

فی با

نویسنده :

مهندس محسن رضایی

تماس با نویسنده:

[MOHSEN.R11@GMAIL.COM](mailto:MOHSEN.R11@GMAIL.COM)

[TOPROBOT.BLOGFA.COM](http://TOPROBOT.BLOGFA.COM)

تقدیم به:

ستارگان فروزان زندگانییم مادر ، همسرم و فرزند نازنینم

و به پدرم که گنجینه های امروزم مرهون زحمات دیروز اوست.

روحش شاد

## مقدمه

خود تکثیری پایه اصلی زندگی و بیولوژیک و رمز بقای سیستم های جاندار در طبیعت بوده و بررسی های علمی گوناگونی در حول حوش آن انجام پذیرفته است. اما بشر جستجوگر از وقتی راز بسیاری از پیشرفتهای فنی و مهندسی را در شبیه سازی رفتارهای بیولوژیک موجودات زنده یافت، در زمینه خود تکثیری دست آورد خاصی کسب ننموده بود. در پدیده ی خود تکثیری همانطور که از نامش پیداست، یک نمونه با دسترسی به اجزای اولیه می تواند از خودش یک کپی بسازد یعنی نمونه ای کاملاً مشابه با خود یا موجود هوشمند دیگری که از مادر خود ارث بری داشته باشد را بوجود آورده به نحوی که این روند قابل ادامه باشد و نمونه های تولید شده نیز با ارث بردن همین قابلیت نمونه های مشابه دیگری را تولید نمایند. این پدیده از نخستین روزهای بهره گیری بشر از محاسبات ماشینی همواره مورد توجه بوده است اما هیچ گاه پای خود را از سیستم های شبیهی سازی و تئوری فراتر نگذاشته بود. با بخاطر آوردن شیوه تکثیر سلولی در جانداران مختلف، درک بهتری از این پدیده بدست خواهید آورد. چنانچه چنین مکانیزمی را با یک مبنای استاندارد علمی و با قوانین مشخص فنی در یک محیط مصنوعی ساخت بشر (مثلاً بر روی روباتها) پیاده نمود، مزایای بسیار استراتژیکی نصیب خواهد شد و تحول فوق العاده ای در پیمودن راه علم برای انسان پدید خواهد آمد و نتیجه آن را آیندگان در زندگی خویش دیده خواهند ستود.

برای نزدیک شدن به موضوع فرض کنید که بشر بتواند روباتی بسازد که در موقعیتهای خطرناک و در مواقعی که امکان فیزیکی انسان وجود ندارد، بعنوان نماینده ای هوشمند برای کارفرمایان خود انجام وظیفه نماید. شاید گفته شود که تا اینجا امر جدیدی مطرح نشده و سالهاست که روباتها در پایگاههای مختلف کاری مشغول به انجام وظیفه هستند، اما هنر اصلی کار این است که یک روبات درون یک محیطی ایزوله، مانند

راکتورهای هسته ای ویا در مناطقی کیلومترها دور از دسترس انسان(مثلا در فضا)مشغول به کار بوده ویا در مناطق خطرناک جبهه جنگ و مواضع دشمن درحال شناسایی است ودر این شرایط بتواند در صورت خرابی،خودش را ترمیم کند.

هرگاه که دریچه جدیدی از یک رهیافت علمی به روی بشر گشوده می شود متخصصان مجبورند در ابتدا فقط به اصول پرداخته و بر روی مبانی آن کار کنند و شاید نتوانند دستاوردهایی را که در زمان های بعد نصیب بشر خواهد شد،حتی در مخیله ی خود مرور کنند.ولی همین که با سپری شدن زمان به نتیجه ها و دستاوردهای جدیدی می رسند،درک بهتری از کاربرد های احتمالی آن مبانی درآینده پیدا میکنند.کافیست به تاریخچه پیدایش هوش مصنوعی و یا اینترنت نظری ببیندازد.وقتی مفهوم دیود روشن شد و دیود ساخته شد،هیچ کس حتی در خواب هم،ها و چیپ های هوشمندامروزی را نمی دیدو یا وقتی تلفن اختراع شد و پژوهشگران حوزه الکترونیک نحوه ارسال سیگنالهای خاص و معنادار را کشف کردند هیچ دانشمندی قدرت فکر کردن به شبکه جهانی اینترنت را نداشت. این تحول وگسترش کاربرد آن در مورد خود تکثیری روباتها نیز مصداق خواهد داشت.

گروه مهندسی اندیشوران جوان از سال 2000 میلادی تشکیل و تا به امروز موفق به نظریه پردازی و طراحی و ساخت رده های مختلف ربات های خود تکثیر و تولید مثل کننده شده است به طوری که در آخرین مدل این ربات ها ربات نسل سوم بدون دخالت انسان و با کمک طبیعت تولید مثل می کند. در این کتاب فقط به افشای اطلاعات ساده ترین مدل می پردازیم تا ذهن مهندسیین عزیز با این نوع از ربات ها آشنا گردد.

افتخار داریم که این گروه تنها گروه تخصصی دردر جهان است که شاخه ربات های تولید مثل کننده را به طور ویژه در طول 14 سال در پژوهشگاه غیر علنی خود پیگیری می کند.

## خودتکثیری:

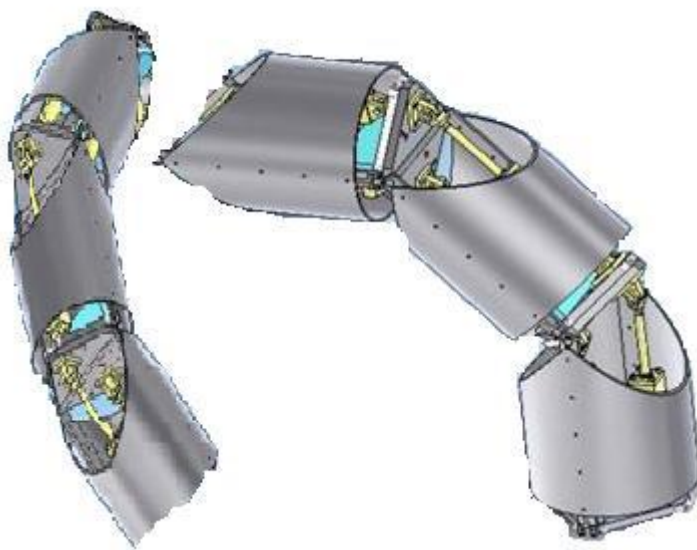
در آغاز خودتکثیری وتولیدمثل در ربات ها رامی توان با تکثیر بوسیله جذب قطعات اصلی ومنتاژبیرونی آنها دید و سپس به افق کسب انرژی وقطعات مورد نیاز تولید مثل از طبیعت ومحیط زندگی بدون حضور انسان نظر دوخت. یا آنکه بر ربات های بیولوژیک و نانوربات ها متمرکز شد.

من براین نظریه پافشاری می کنم که مطمئنا انسان ها میتوانند نسلی از ربات هایی را تولید کنند که با کمک طبیعت قادر به حیات وتکثیرنسل باشند هر چند چرخه تکامل ربات های گوشتخوار و طبیعت گرا فرسنگها از موجودات زنده عقب تر می باشد شاید این مقاله آغازی بر گام های تکامل ربات های زنده باشد وصد البته چون این فرایند توسط تکامل یافته ترین موجود زنده رهبری میشود انتظار سرعت بیشتری از آن می رود. درطول بررسی و امکان سنجی نظریاتم در مورد خود تکثیری به ایده هایی دست یافتم که در ابتدا حتی احتمال نزدیک شدن به آن را نیز نمیدادم وبراین باورم انتشاروتبیین این شاخه ازعلم رباتیک در بین هواداران ونخبگان رباتیک میتواند باصدها ایده وپژوهش جدید وشاید باور نکردنی همراه شود.



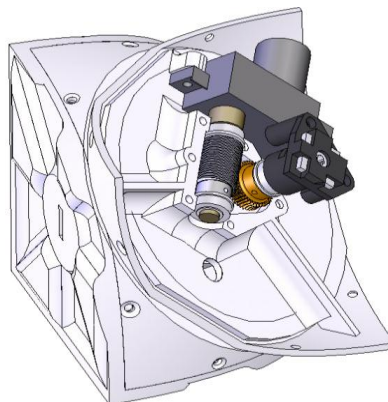
## خودتکثیری در ربات های تک نوع سلولی

ساده ترین حالتی را که برای رباتهای خودتکثیر می توان متصور شد استفاده از چندماژول هوشمند و همسان در یک ربات است که با جذب ماژول های همسان دیگر قابلیت تغییر پیکربندی را دارند و به تکثیر خود پردازد. یعنی اینکه نحوه اتصال این ماژول ها یا سلول ها به هم می تواند بر حسب شرایط تغییر کند. مثلا ربات در حال راه رفتن، بر می خورد به یک لوله یا سوراخ یا هر چیز دیگری. در این شرایط ربات می تواند به صورت یک ربات ماری به راحتی از مسیر عبور کند و یا در جای دیگری می تواند با تغییر آرایش ماژول ها به یک ربات پادار تبدیل شود و مهمتر از همه به تکثیر خود پردازد.



به عنوان مثال پروژه ای که ما در دانشگاه آزاد انجام دادیم که به ازدهای کویر معروف شد و در آن یک مار ربات ساخته شده متشکل از 4 ماژول استوانه ای به اندازه 12 سانتیمتری با قطر 3 سانت که تا 7 سانتیمتر تغییر می کرد و به صورت اتصالات واگن های مسافربری قطارها و با کمک یک لایه منعطف پلیمری به هم پیوسته اند. در این ساختار با کمک باز شدن فک متحرک بالای خاصیت ارتجاعی بدنه

که با پلیمر پوشیده شده بود، این مار قابلیت خوردن 4 استوانه هم اندازه خود را داشت و پس از تکمیل اتصالات مار جدید آن را از بدن خارج می کرد و این اولین زایمان رباتیک در سطح جهان می باشد



دیگر پروژه ای که در دانشگاه کورنل آمریکا کار می شود مجموعه ای از مکعب هایی در ابعاد 10 سانتیمتر که قابلیتی شبیه به تولید مثل دارند. هر مکعب توسط یک صفحه که عمود بر قطر اصلی مکعب هست، به دو بخش تقسیم شده و قادر به چرخش حول این صفحه هست. هر شش وجه هر مکعب دارای مگنت هایی است که قابلیت اتصال به مکعب های دیگر رو فراهم می کنن. این گروه تحقیقاتی توانستند ربات هایی متشکل از سه ماژول را قادر به تکثیر خود کنند. تمرکز ما بیشتر روی ماهیت تولید مثل و تکثیر بوده است. و به همین خاطر استانداردهایی برای تکثیر ایجاد کرده ایم. ما تکثیر ماژولی را به حالت های مختلفی تقسیم کرده ایم

در پیکربندی این ربات ها باید خاصیت جذب سلول های اضافه و نگهداری آنها تا تشکیل فرایند رشد فرزندان در کنار ربات در نظر گرفته شود.

هر ماژول می تواند به تنهایی دارای هوش باشد و یا مجموع یک گروه از ماژول ها هوشمندی را ایجاد کنند. و اما خاصیت کنترل همسایه که به معنی مراقبت و کنترل هر سلول از سلامتی سلول همسایه خود برای ترمیم و جایگزینی است فقط عموماً در ربات های خود ترمیم مان استفاده می شود.





خودتکثیری در کل به دو حالت ترکیب سلولی و تقسیم سلولی می تواند انجام گیرد  
روش ترکیب سلولی: در روش روند تکثیر بدینگونه هست که ربات یا ربات ها سلول ها را تا زمان  
تکمیل بدن فرزند بدون آنکه در اجرای وظیفه اصلی خللی ایجاد شود در کنار خود نگهداری می  
کنند. اغلب ربات های خودتکثیر از این روش استفاده میکنند که خود حالات متفاوتی را دارند.

اژدههای کویر و ربات کورنل از این روش پیروی می کنند.

عیب این شیوه ها ضعف در خودترمیمی آنها می باشد.

انواع حالت های تکثیر به روش ترکیب سلولی

1- تکثیر مستقیم: در این شیوه یک ربات به تنهایی و با سرهم کردن چند ماژول ربات جدیدی  
می سازد.

2- تکثیر اشتراکی: چند ربات با کمک هم یک ربات جدید همانند خودشان می سازند. مثلن یک  
ربات ماژول ها را می چیند و ربات دیگری آنها را در جهت مناسب قرار می ده.

3- تکثیر خود-اشتراکی: رباتی که در حال ساخته شدن، خودش با تغییر پیکربندی در طول فرآیند  
ساخت خودش رو تسهیل می کنه.

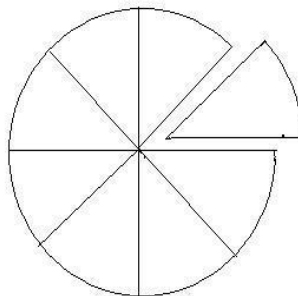
4- تکثیر چند مرحله ای: در این شیوه ماشین های میان مرحله ای ساخته می شوند تا در مراحل بعد در  
ساخت ربات اصلی کمک کنند. این ماشین ها می تونن بعدن از بین برن یا برای ساخت بخش های  
اضافی استفاده بشن.

روش تقسیم سلولی: این روش نیز منحصراً ابداع ما در کمیته رباتیک شهرستان اقلید می باشد و با دو ربات فیبا و روبوپیترزا به اثبات عملی رسیده است. این کوشش علمی از آنجا مهم می باشد که برای اولین بار در دنیا مورد مطالعه و طراحی قرار گرفته است.

پایه اصلی این روش از تکثیر تک سلول های اولیه در طبیعت ایده برداری شده است. در اینجا ربات به دو یا چند قسمت تقسیم می شود و با استفاده از خاصیت کنترل همسایه در سلول ها با جذب سلول های جدید به ترمیم بدن خود می پردازند یعنی هر سلول حتی به تنهایی میتواند آنقدر تغذیه شود تا ربات جدیدی را ایجاد و سپس شروع به اجرای فرامین غریزی نماید. مزیت آن بر روش های معمول پیش از خود خاصیت خود ترمیمی می باشد.

عیب این روش آن می باشد که در صورتی که ربات کامل وظیفه خاصی را انجام می دهد در حالت تولید مثل و تکثیر از کار باز می ایستد و احتمالاً از جای خود جابه جا می شود.

استفاده از هر دو روش تقسیم و ترکیب سلولی: پروژه خود تکثیری ربات را با طراحی و تولید ربات پیترزا به نقطه اوج هیجان خود نزدیک می شد. این ربات مدور که شامل چند قطاع پیترزایی می باشد با کمک نیروی حاصله از این قطعه ها یا سلول ها توسط الگوریتم خاص حرکتی سلول های مشابه را جذب و در ترمیم قسمت های معیوب استفاده می کند و یا بر روی خود نگهداری می کند تا ربات جدیدی را با خصوصیات مشابه به خود تکمیل و تکثیر نماید که البته ربات فرزند نیز خصوصیت تولید مثل را از مادر به ارث می برد و می تواند از بدو تولد به تکثیر خود پردازد که به دلیل خاصیت خود ترمیمی و همچنین هم تکثیر به روش تقسیم سلولی و هم تکثیر به روش ترکیب سلولی از دیگر خویشاوندان خود جلوتر می باشد.



فیبا: رباتی مسیر یاب متشکل از سه قطعه مکعب هوشمند که اصطلاحاً آن ها را سلول می نامیم است. این ربات می تواند با تعقیب خط مشکی در پیست سپید رنگ مسیر یابی کند و در صورت اختلال در هر یک از سلول ها به وسیله ی تعویض سلول معیوب به ترمیم خود پردازد.



فیبا

تولید مثل در این ربات تعقیب خط به صورت تقسیم سلولی می باشد یعنی در صورتی به که سلول چهارمی به ربات نزدیک شود ربات از کار می ایستد و به دو قسمت تقسیم می شود سپس هر یک از نیمه خود را به ربات کاملی تبدیل میکند .

هر تکه با جذب دیگر سلول های آزاد در پیست جداگانه به ترمیم خود میپردازند و هر سلول به ربات جدیدی تبدیل میشود. نکته آن است که عمل مسیر یابی فقط در صورتی انجام می شود که ربات با سه سلول خود کامل باشد و عضوی را از دست نداده باشد .

ساختار هر سلول: هر سلول مکعبی است با چهار چرخ در وجه زیرین که دو به دو با اضلاع آن موازی باشد و هر دو چرخ دارای محور مستقلی می باشد به گونه ای که دو چرخ A سلول را به جنوب و شمال و دو چرخ B سلول را به شرق و غرب هدایت می کند که به صورت همزمان فعال نمی باشند.

بر روی وجه بالایی سلول دو تیغه مغناطیسی که از شعاع مربع بلندتر است قرار دارد که حول محوری در مرکز مربع همانند پروانه ی یک هلیکوپتر می چرخد تا مادامی که با تیغه ای از سلول دیگر برخورد کند و با آن قفل شود. از این تیغه ها پیام های متفاوتی برای سلول هایشان استیصال میشود. به عنوان مثال در صورتی که تیغه های یک سل از دو طرف در سلول درگیر باشد معنی آن را می رساند که سلول در میانه قرار دارد که در این حالت موتور ها باید از حرکت به ایستد و چشم الکتریکی به کار افتد. ضمناً یک سلول میانی به عنوان لیدر ربات عمل می کند.

هر سلول دارای یک سنسور نوری می باشد که فقط از یک سلول لیدر فرمان می گیرد و به تنهایی عمل نمی کند. سلول ها ی تنها فقط در پیست حرکت می کنند و آنقدر حرکت رفت و برگشت از یک دیواره تا دیواره ی دیگر را ادامه می دهد تا زوج مناسبی را پیدا کند.

در هر سلول یک سیستم معکوس کننده جریان موجود می باشد تا در برخورد با دیواره ها طبق الگوریتمش و یا پاسخ به فرمان لیدر بتواند حرکت معکوس در موتور ها را ایجاد کند.

عمل کنترل همسایگی: اگر سلولی پالس های سلامتی را از همسایگی خود دریافت نکند باید خود را از اتصال با آن خلاص کند و به دنبال سلولی سالم بگردد بدین ترتیب میزان اشتباه در سیستم الکترونیکی ربات نیز بسیار کاهش یافته است.

تولید مثل: اگر سلول چهارمی به یک تیغه ها ی ربات کامل اتصال پیدا کند ربات دارای دولیدر می شود که در برنامه خلل ایجاد می شود پس ربات از محل اتصال دو لیدر جدا میشود و ربات با قطع

جریان الکتریسیته ی میدان مغناطیسی و یک حرکت معکوس به دو نیمه تقسیم می شود. هر نیمه مستقلاً حرکت می کند تا یک تک سلول با تیغه های چرخان پیدا کند و خود را ترمیم کنند و خط را پیدا کند(وقتی سه سنسور سفید را نشان دهد بی هدف حرکت می کند تا به خطی برسد که اگر حافظه حرکتی داشته باشد می تواند معکوس حرکت قبلی را انجام دهد و به جایی که از مسیر خارج شده است برسد) و عمل مسیر یابی را از سر گیرد.

حرکت ربات به سمت جلو می باشد تا مادامی که ربات به پایان خط برسد و برای ارائه ی نقشه مسیری که پیموده به ابتدای خط برگردد. الگوریتم این ربات به گونه ای برنامه ریزی شده است که در صورت فقط در صورتی که لیدر باشد عمل کند و در غیر آن صورت به کسب سیگنال از طریق تیغه های لیدر بسنده کند.

الگوریتم تشخیص مسیر خط با سه سنسور: ربات تا وقتی که خط به وسیله سنسور میانی که مربوط به لیدر است حرکت مستقیم بدون زاویه را دارا می باشد و هنگامی که خط کج میشود به دو روش متفاوت آنقدر به همان سمت هل داده میشود که دوباره سنسور میانی عمل کند. برای سنسور خط مشکی عدد 1 و سنسور دید سفید 0 را باز میگردانیم و برنامه با مقایسه اعداد عمل میکند یعنی ربات باید همیشه تلاش کن که عدد 010 اجرا شود و در حالت 100 و 001 و 110 و 011 و 000 خط کج شده است و ربات باید زاویه بگیرد.

روش اول برای مارپیچ هایی بهتر است که در پیچ ها از زاویه 90 درجه استفاده می کنند. اینجا وقتی خط می شکند حتماً به جز سنسور میانی یک از سنسور های دیگر عمل میکند یعنی عدد برگردانده شده و 011 یا 110 می باشد پس ربات به کمک چرخ های شرقی غربی آنقدر به پهلوی حرکت می کند تا دوباره تک سنسور شود.

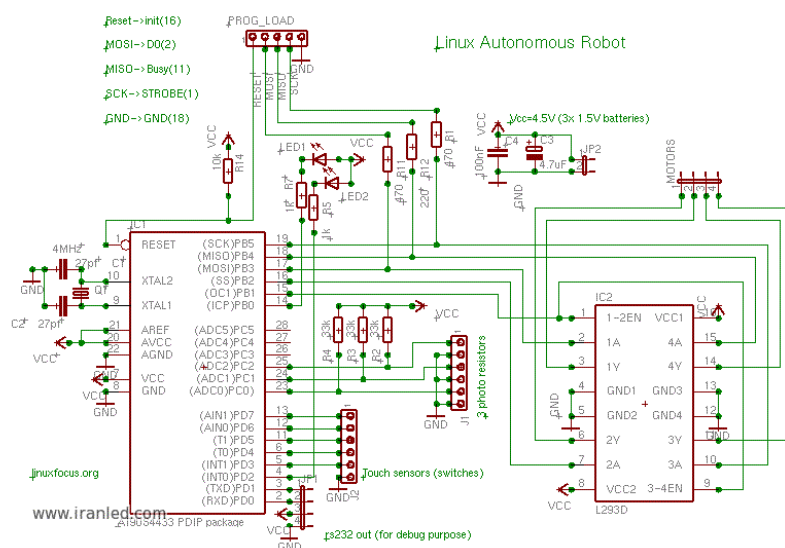
روش دوم مربوط به خطوطی است که زاویه ای به غیر از 90 درجه را دارا می باشند و هنگامی که خط از سنسور میانی خارج و به سنسور پهلویی کشیده شد موتور همان سلول به عقب حرکت می کند و سلول وسط خاموش و سلول رقیب به جلو تا خط از مسیر دید سنسور سلول اول خارج شود و دوباره سه سلول به جلو رانده می شود. در پیچ های معمولی اگر خط دور بزند به این روش ربات هم میچرخد اما اگر پیچ تند باشد ربات وقتی به جلو رفت و سه سنسور سفید را تشخیص داد و 000 شد ربات به عقب باز میگردد و با حرکت شرقی غربی به دنبال خط میگردد.

سیستم نقشه کشی منحصر به فرد:

نقشه کشی این ربات که گزارش دهی و عمل پیدا کردن راه پس از تکثیر سلولی را حاصل می کند به کمک ثبت همان اعداد سنسور ها و البته در یک واحد خاص زمانی که با توجه به سرعت ربات (مثلا هر ثانیه 3 بار) ارسال میشود عمل می کند. اطلاعات حاصله را میتوانیم در یک نرم افزار که مخصوص این عمل نوشته ایم برای انسان قابل فهم کنیم.

اگر در یک پیست سپید نخی سیاه رنگ را به زیر سلول میانی وصل کنیم و خودمان ربات را به هر جا که مایل بودیم بکشیم ربات ما خود می تواند در برگشت مسیر خود را پیدا کند و به خانه برگردد که این نیز بسیار کم نظیر می باشد. البته نصب یک تیغه مغناطیس که به صورت قطب نما در زیر این ربات عمل کند نیز با عمل مشابه ای در ربات های غیز مسیر یاب مثل آتش نشان عکاس یا امداد میتواند آن ها را از گم شدن نجات و نقشه مسیر هدف را برای انسان به ارمغان بیاورد.

## الکترونیک ربات



## مدار درایور موتور

یکی دیگر از مهمترین بخش های یک ربات بخش درایور موتور است . وظیفه این بخش تأمین ولتاژ و جریان مورد نیاز های موتور است و توسط میکروکنترلر کنترل میشود

میکروکنترلر مستقیماً نمی تواند برق موتور ها را تأمین کند برای راه اندازی موتور ها از 2 روش استفاده می شود

میکروکنترلر:

میکروکنترلرها در حقیقت مغزهای ربات ما می باشند و طبق برنامه که ما به آن می دهیم ربات را کنترل می کنند یعنی شامل فرایند دریافت ورودی از سنسور ها ، پردازش توسط برنامه ای که ما برای آن مشخص کرده ایم و خروجی دادن به موتور ها میشود میکرو هایی که معمولاً در ربات های مسیریاب استفاده می شود از 2 خانواده هستند

1. میکروکنترلر های 8051

2. میکروکنترلر های خانواده AVR

البته ما میکروکنترلر AVR را به چند دلیل پیشنهاد می کنیم

1. مدار ساده تر نسبت به خانواده 8051

2. داشتن مبدل آنالوگ به دیجیتال

3. داشتن PWM سخت افزاری

4. داشتن مدار پروگرامر ساده

5. تکنولوژی بالاتر در طراحی میکرو و مقاومت بیشتر در مقابل Noise



از IC های رایج در خانواده 8051 می توان به 89 S51 و 89 C51 اشاره کرد و از IC های رایج در خانواده AVR به Mega16 Mega32 اشاره کرد

نکته مهم در استفاده از میکرو ها این است که باید مدار آن طوری بسته شود که کمترین میزان Noise را داشته باشد چون این ها نسبت به نویز یا تغییرات ولتاژ بسیار حساس هستند و می تواند باعث Reset شدن یا هنگ کردن میکرو شوند

رله

رله ها قطعات الکترو مکانیکی هستند که با وصل کردن برق رله اتصال دو سیم رله متصل می شود و برق به موتور های ما وصل می گردد . استفاده از رله چند عیب دارد ، سرعت قطع و وصل شدن رله کم است و نمی توان از آن به صورت PWM استفاده کرد ، موتور ها را نمی توانیم به صورت 2 جهته کنترل کنیم یعنی همبه صورت چپ به راست و هم راست به چپ . تنها حسن رله مدار ساده آن و قدرت بالا در جریان دادن و ولتاژ آن است

ترانزیستور ها یا IC های درایور موتور

باترانزیستور ها یا IC های درایور موتور می توان موتور ها را کنترل کرد بهترین گزینه برای کنترل این موتور ها آی سی L293 و آی سی 298 می باشد که می توان موتور های را به صورت 2 جهته کنترل کرد . چرا باید از موتور ها به صورت 2 جهته استفاده کنیم ؟ چنانچه بخواهیم ربات ما مستقیما

به جلو حرکت کند کافی است 2 موتور را روشن کنیم چنانچه بخواهیم ربات به سمت راست بچرخد می توانیم موتور سمت راست را خاموش کنیم و موتور سمت چپ روشن باشد تا ربات به سمت راست گردش داشته باشد چنانچه بخواهیم ربات به سمت چپ بچرخد می توانیم موتور چپ را خاموش کنیم و موتور سمت راست روشن باشد تا ربات به سمت چپ گردش داشته باشد پس چرا موتور ها باید به صورت 2 جهته کنترل شود ؟ دلیل آن کاملاً واضح است چنانچه بخواهیم ربات را با سرعت بالایی کنترل کنیم باید در پیچ های 90 درجه یا بیشتر از معکوس استفاده کنیم یعنی مثلاً می خواهیم ربات به سمت راست بچرخد به جای خاموش کردن موتور سمت راست آن را به صورت معکوس روشن می کنیم یعنی موتور سمت راست به سمت عقب می چرخد و موتور سمت چپ به سمت جلو پس ما گردش با سرعت بالاتر و حول محور مرکز ربات را خواهیم داشت و همین مسئله در گردش به سمت چپ صدق می کند.

### مدار مقایسه گر آنالوگ Opamp ها

این مدار در صورتی مورد نیاز است که از میکرو های خانواده 8051 استفاده کنیم در این مدار خروجی سنسورها با یک ولتاژ متغیر که توسط یک مقاومت متغیر ساخته شده مقایسه می شود و خروجی آنالوگ ولتاژ سنورها به صفر یا یک تبدیل شده که برای میکرو قابل فهم است از Opamp های رایج می توان به Lm324 اشاره کرد در میکرو های در میکرو های به دلیل داشتن مبدل آنالوگ به دیجیتال ما ولتاژ را در میکرو به صورت یک عدد بین 0 تا 1023 دریافت می کنیم که 0 به عنوان 0 ولت و 1023 به عنوان ولتاژ مرجع ( 5 ولت ) است.

سنسورها

برای تشخیص مسیر از سه LED پر نور استفاده شده که سطح مسیر حرکت را روشن می کنند و انعکاس نور به فتو رزیستورهای قرار گرفته در زیر هر سلول روبات برخورد می کند. اگر روبات روی خط باشد مقدار نور منعکس شده حداقل بوده و در نتیجه مقدار مقاومت آن افزایش میابد و ولتاژ دو سر آن افزایش می یابد و میکروکنترلر از روی این تغییر ولتاژ متوجه وجود خط می گردد.(در غیر این صورت نور منعکس شده زیاد بوده، مقدار مقاومت فتورزیستور کاهش میابد و ولتاژ دوسر آن کاهش میابد.) پس همانطور که ذکر شد میکرو کنترلر تغییرات ولتاژ فتورزیستور را احساس میکند. من برای این کار از مبدل های درونی آنالوگ به دیجیتال میکرو استفاده کردم. البته سه عدد فتورزیستور به همراه سه LED جهت تشخیص طرفین مسیر در سلول ها استفاده شده.

#### مدار تغذیه:

اینبخش از مدار وظیفه تبدیل ولتاژ ورودی مدار به برق 5 ولت را برعهده داردبرق مدار باید 5 ولت باشد. به این دلیل که میکرو کنترلر شما و اکثرالمان های برد با برق 5 ولت کار می کنند . برای این تبدیل ولتاژ بهتر استاز رگولاتور 7805 استفاده و برای گرفتن نویز مدار یک خازن با ظرفیت بالا.با این بخش موازی کنیم LED 2000 و یک خازن با ظرفیت بسیار پایین بامدار موازی کنیم ، بهتر است یک uf تا وضعیت روشن یا خاموش بودن مدار کاملامشخص باشد در این مدار فقط خازن با ظرفیت پایین با مدار موازی شده که بهتر است یک خازن با ظرفیت بالا بعد از رگولاتور با مدار موازی شود.

برای تغذیه ربات میتوانیم از ولتاژ مستقیم منبع تغذیه DC و یا از باتری استفاده کنیم که در این قسمت طریقه استفاده از منبع تغذیه DC گفته میشود

از انجا که ولتاژ ورودی از یک منبع تغذیه گرفته میشود ، باید نسبت به صاف و رگوله بودن آن اطمینان حاصل کنیم. ممکن است در مکان مسابقه یک منبع تغذیه بدون اصل ونصب در اختیار مان

قرار گیرد ، که به ازای ولتاژ 12 ولت ، 14 ولت با نوسان زیاد می دهد ، بنابراین باید خودتمان دست به کار می شدیم و برای رباتمان یک بخش تغذیه مجزا می ساختیم . معمولا ولتاژ تغذیه موتور ها 12 ولت و ولتاژ تغذیه پردازنده و سنسور ها و ... 5 ولت می باشد .  
میتوان از یک رگولاتور 12 و 5 ولت استفاده کرد:

توجه>>>>>

به هیچ عنوان نباید ورودی تغذیه رگولاتور 5 ولت را از خروجی رگولاتور 12 بگیریم ، این کار علاوه بر ایجاد گرما در رگولاتور 12 ولت باعث افت ولتاژ در خروجی آن میشود .  
ولتاژ ورودی مدار بالا می تواند از 12 تا 15 ولت متغیر باشد و در صورتی که از مدار بالا استفاده نکنیم، نوسانات ولتاژ باعث خرابی پردازنده و تغییر قدرت و سرعت موتور ها می شود .  
برای اینکه ربات خود را در برابر ولتاژ معکوس (برعکس بودن پلاریته ی ورودی ) حفظ کنیم می توانید از یک پل دیود در ورودی استفاده کردیم.

برنامه نویسی:

برنامه یک ربات مسیریاب می تواند شامل چند بخش باشد که آنها را توضیح می دهیم

1.خواندن وضعیت از سنسور ها

2.تصمیم گیری ( پردازش اطلاعات)

3.فرمان دادن به موتور ها

یک مثال برای کنترل ربات با 3 سنسور در ساده ترین حالت

SR سنسور سمت راست ما و به Porta.0 وصل است

وصل است sl سنسور سمت چپ ما و به Porta.1

SC سنسور وسط ما و به Porta.2 وصل است

موتور های ما نیز به Portd.4 , Portd.5 , Portd.6 , Portd.7 وصل است

```
Void main()
{
While (1)
{
SR = PORTA.0;
SL = PORTA.1;
SC = PORTA.2;
if (SR==1) center();
if (SL==1) moveright();
if (SC==1) moveleft();
}}
function center()
{
PORTD.4=1;
PORTD.5=0;
PORTD.6=1;
PORTD.7=0;
Return 0;
```

```
}  
function moveright()  
{  
    PORTD.4=1;  
    PORTD.5=0;  
    PORTD.6=0;  
    PORTD.7=0;  
    Return 0;  
}  
function moveleft()  
{  
    PORTD.4=0;  
    PORTD.5=0;  
    PORTD.6=1;  
    PORTD.7=0;  
    Return ;  
}  
Void main()  
{  
    While (1)  
    {  
        SL1 = PORTA.2;  
        SL2 = PORTA.1;  
        SC = PORTA.0;  
        if (SC==1) center();
```

```
if (SL1==1) moveleft();  
if (SR1==1) moveright();  
if (SL2==1) moveleftfast ();  
if (SR2==1) moverightfast ();  
}  
}
```

```
function center()
```

```
{  
PORTD.4=1;  
PORTD.5=0;  
PORTD.6=1;  
PORTD.7=0;  
Return 0;  
}
```

```
function moveright()
```

```
{  
  
PORTD.4=1;  
PORTD.5=0;  
PORTD.6=0;  
PORTD.7=0;  
Return 0;
```

```
}
```

```
function moveleft()
```

```
{  
PORTD.4=0;
```

```
PORTD.5=0;
PORTD.6=1;
PORTD.7=0;
Return ;
}
function moverightfast()
{
PORTD.4=1;
PORTD.5=0;
PORTD.6=0;
PORTD.7=1;
Return 0;
}
function moveleftfast()
{
PORTD.4=0;
PORTD.5=1;
PORTD.6=1;
PORTD.7=0;
Return ;
}
```

البته به این نکته توجه داشته باشید که برای کنترل با سرعت زیاد باید بیشتر از 6 سنسور استفاده کنیم  
یعنی هر سلول دو سنسور و باید حتما از تکنولوژی PWM کنترل سرعت با فرکانس استفاده شود.