ربات مسیر یاب

این مقاله توضیح مختصری در مورد ربات تعقیب خط می باشد. در واقع روبات تعقیب خط، ماشینی است که وظیفه اصلی آن تعقیب کردن مسیری به رنگ سیاه در زمینه سفید میباشد. یکی از کاربردهای عمده این روبات حمل و نقل وسایل و کالاهای مختلف در کارخانجات، بیمارستانها، فروشگاهها و کتابخانه ها و ...استفاده میشود.

به عنوان مثال اینگونه رباتها تا حدی قادر به انجام وظیفه کتابداری کتابخانههستند به این صورت که بعد از دادن کد کتاب، روبات با دنبال کردن مسیری که کد، آن را تعیین میکند به محلی که کتاب در آنجا قرار گرفته می رود و کتاب را برداشته ونزد ما می آورد.

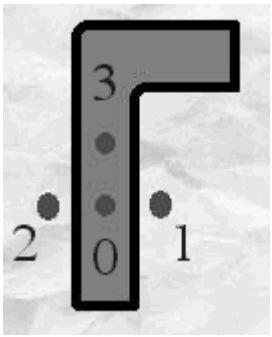
مثالی دیگر از کاربردهای این ربات در بیمارستانهای پیشرفته است.

کف بیمارستانهای پیشرفته خط کشی شده و به رنگهای مختلف است برای مثال رنگ قرمز برای اتاق جراحی و ...می باشد بیمارانی که لمس هستند یا اینکه توانایی تحرک و جابجا شدن به خودی خود ندارند و مجبورند از ویلچر استفاده کنند، این ویلچر نقش ربات تعقیب خط را دارد به این صورت که بیمار با زدن یک کلید ویلچر رابه مکان خاصی از بیمارستان هدایت میکند بدون اینکه کسی در حرکت دادن ویلچر او را یاری کرده باشد.

اگر با دقت به اطراف خود بنگریم می بینیم که وجود این ربات می تواند بسیارمفید و ارزنده باشد و می توان به کاربردهای دیگر اینگونه رباتها در زندگی روزمره و ادارات و ...پی برد.

الگوریتم مسیریابی:

الگوریتم مسیریابی باید طوری نوشته شود تا روبات بتواند هرگونه مسیری را با هر اندازه پیچ و خم و شکستگی دنبال کند و خطای آن مینیمم گردد. تجربه نشان میدهد که بهترین روش برای یافتن و دنبال کردن مسیر استفاده از ۴ سنسور که به صورت زیر در کنار هم قرار گرفته اند می باشد. البته با استفاده از حداقل ۲ سنسور نیز میتوان ربات تعقیب ساخت ولی باید توجه داشت که با کم کردن سنسورها ضریب اطمینان روبات کاهش می یابد.



وظیفه سنسورهای ۱ و ۲ تشخیص پیچهای مسیر و سنسور ۳ مقدار چرخش روبات به جهات مختلف را تعیین میکند.

یعنی زمانی که سنسور ۳ در زمینه سفید قرار گرفت چرخهای ربات آنقدر به سمت چپ یا راست می چرخند تا سنسور شماره ۳ روی خط سیاه قررا گیرد. یکی از دلایل وجود سنسور سوم تشخیص انتهای مسیر و چرخش ۱۸۰ درجه ربات در جای خودش و برگشتن ربات است. در ضمن این سنسور باعث میشود ربات سریعتر بیچها را ببیند و خطای منحرف شدن از خط درپیچها به حداقل می رسد.همچنین اگر خطوطی عمود بر خط مستقیم واقع باشند و شمارش این خطوط به نوعی برای روبات سودمند باشد این کار توسط سنسورهای ۱و۲انجام میشود .یعنی هرگاه سنسورهای ۱و۲و۳هر سه سیاه بودند بهاین معنا است که روبات از یک خط عمود بر خط مستقیم عبور کرده.

برای درک بهتر نحوه عملکرد سنسورها و ارتباط و ارتباط ان با وضعیت چرخهای روبات به جدول زیر مراجعه کنید.

بایدتوجه داشت اگر از سنسورها ی **LDR** در روبات استفاده شده نور محیط ثابت باشد طوری که نور تابیده شده به سنسورهادرابتدای مسیر با نور تابیده شده در انتهای مسیر تفاوت چندانی نداشته باشدزیرا در غیر اینصورت در عملکرد روبات اختلال ایجاد میشود.

برای رفع این مشکل اصولاً از **LDR** یا لامبهای حبابی استفاده میشود که منجر به یکنواخت شدن نور محیط می شود .

Sensor0	Sensor1	Sensor2	Sensor3	وضعیت
0	0	0	0	مستقیم
0	0	0	1	مستقیم
0	0	1	0	چپ
1	1	1	0	شمارش خط
0	1	0	0	راست
1	1	1	1	چرخش در جا
0	1	1	0	غ.ق.ق

انواع مقاومتهای نوری:

انواع مقاومتهای متغیری که اصولاً با آنها سروکار داریم و در طراحی مدارهای رباتها بکار می رود عبارتند از:

۱) ترمیستور: **(Termistor)**

که مقاومت آن با تغییرات دما تغییر میکند و یکی از کاربردهای آن در ترموستات الکترونیکی میباشد.

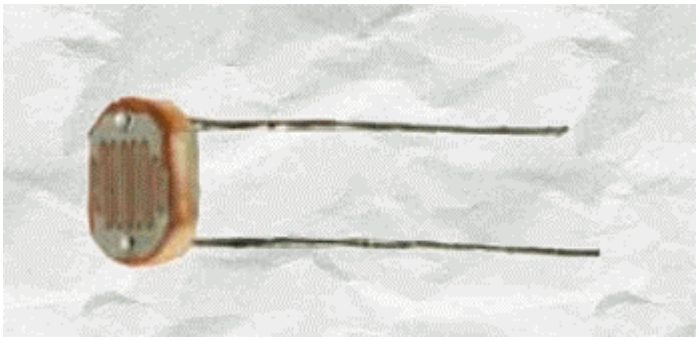
۲) **Strain gauge:**

که مقاومت آن با تغییرات نیرو و فشاری که به آنها وارد میشود قابل افزایش یا کاهش است،

۳) **LDR (Light dependent Resistor)** :

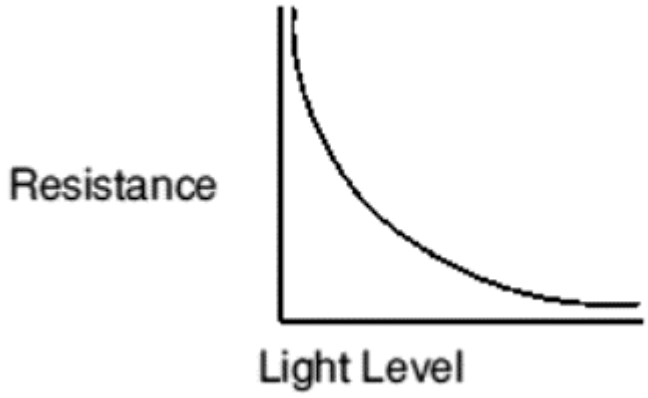
یک نوع سنسور نوری است که بر اثر تغییرات انعکاس نور بر سطح آن مقاومتش کم یا زیاد میشود.

این مقاومت، دارای سطح صافی در روی آن است که به عنوان گیرنده عمل میکند. ماده ای که در آنها استفاده میشود سولفید کادمیوم(**cds**) که یک نیمه هادی است میباشد که عموماً **Photocell** نامیده میشود که در سلولهای نوری از آنها استفاده میشود. البته باید توجه داشت که این فوتوسلها مثل سلولهای خورشیدی الکتریسیته تولید نمیکنند.



همانطور که از نمودار زیر مشخص است تغییرات مقاومت در مقابل روشنایی

خطی نمی باشد.

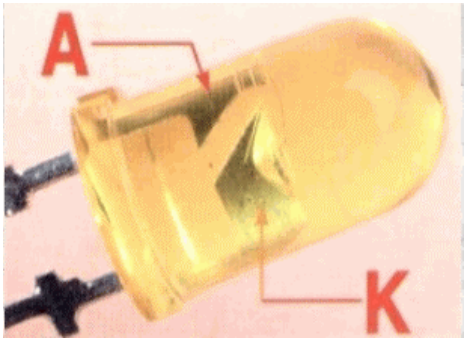


این سنسورها معمولادر مقابل طیف نوری که نزدیک به نور مرئی است پاسخ میدهند و عکس العمل دارند هرگاه شدت نوری که به **LDR** برخورد میکند بیشتر شود سرعت پالس خروجی افزایش می یابد.

در واقع **Light neuron** می تواند به عنوان **clock pulse** در چیپهای کنترل کننده **Stepper motor** مثل **UCN5804** بکار رود. یعنی هنگامی که شدت نور تابیده شده به **LDR** افزایش یابد سرعت **Stepper motor** نیز افزایش می یابد.

LED:

یکی دیگر از المانهایی که ما در مدار تعقیب خط از آن استفاده کرده ایم**Light Emitting Diode** است.



LED همانطور که از اسمش پیداست برای ساطع کردن نور بکار میرود هرگاه با اعمال ولتاژ **2volt** از کاتد به آند جریان برقرار شود **LED** روشن میشود و اگر ولتاژی بیشتر از این مقدار اعمال شود **LED** میسوزد.

بهتر است یک مقاومت مناسب با آن سری کنیم تا جریان **LED** نیز از این طریق

بین **5mA** و **25mA** کنترل شود (این محدوده بهترین رنج تغییرات جریان برای روشن شدن **LED**می باشد).

یا یکنوع دیود نورانی است که از نیمه هادی (ارسنیک – گالیم) ساخته شده و به صورت مستقیم بایاس میشود و تنها از یک طرف امکان هدایت جریان در آن وجود دارد.

با استفاده از نوع خاصی از نیمه هادیها ما میتوانیم دیودهایی را ایجاد کنیم که قادر است نورهایی به رنگهای مختلف ساطع کند همانطور که اشاره شد این نور زمانی ساطع میشود که جریان در جهت **P-N** در بایاس مستقیم جاری شود.

سنسورهای نوری:

انواع مختلفی از سنسورهای نوری وجود دارند:

۱. **Photodiode**

۲. **Phototransistor**

۳. **Photo resistor**

۴. **Photovoltaic**

photodiode:

فوتو دیودها معمولاً بصورت معکوس بایاس میشوند وقتی نوری به قسمت **p-n** دیود تابیده میشود منجر میشود که جریان در مدار جاری شود. فوتو دیودها نسبت به**LDR** ها سرعت پاسخ دهی در مقابل تغییر نور بالاتری دارند. این دیودها در دوربین برای تنظیم شدت نور بکار میروند، همچنین برای شمارش سریع چرخش چرخها در وسایل کنترل بکار میرود (مثل **mouse** کامپیوتر).

سنسورهای نوری اصولاً در رباتها و سیستمهایی که به منظور تعقیب خط ساخته شده اند بکار میروند. بعضی از رباتها از سنسورهای گیرنده و فرستنده مادون قرمز برای تعقیب خط و یا جلوگیری از برخورد با دیوار استفاده میکنند. و این سنسورها در زیر روبات یا روبروی روبات تعبیه شده اند.

وقتی روبات با دیوار یا شیئی برخورد میکند، امواج مادون قرمز به سطح برخورد کرده سپس به طرف گیرنده منعکس میشوند و بر حسب میزان بازتاب نور بر روی **receiver** روبات میتواند در مورد موقعیت خود تصمیم گیری میکند. در ضمن میتوان جلوی سنسورها فیلتر گذاشت تا از تاثیر امواج دیگر مثل **noise** که در نحوه عملکرد سنسورهایمان اختلال ایجاد میکنند جلوگیری

کرد و این فیلترها امواج موردنیاز و مطلوب سنسورها را از خود عبور می دهند.

یک کاربرد از سنسورهای مادون قرمز مثلاً در تشخیص میوه های کال و رسیده از هم و جدا کردن آنها از یکدیگر می باشند.

Infrared receiver:

اگر کاغذ سفید زیر سنسورهای مادون قرمز بگذاریم بیشترین بازتابش داریم و بیس **receiver** فعال میشود و بر حسب اختلاف پتانسیلی که در دوسر **receiver** ایجاد میشود و مقایسه این اختلاف پتانسیل با ولتاژ مرجع که خودمان تنظیم کرده ایم **comparator** خروجی **1** یا **0** میدهد و چنانچه این مدار به عنوان مدار تعقیب خط ربات در نظر گرفته شود، کامپیوتر با توجه به خروجی این سنسورها به چرخهای روبات فرمان گردش به سمت جلو عقب یا توقف میدهد.

سنسورهای مادون قرمز نورهای با فرکانسهای پایین را میتوانند تشخیص دهند یکی از مزایای استفاده از سنسورهای مادون قرمز این است که این سنسورها قادر هستند فقط امواج مادون قرمز را تشخیص دهند و این امواج اصولاً در یک فرکانس ویژه حدود **40 KHz** هستند و **receiver** هم طوری طراحی شده که قادر است سیگنالهایی که در حوزه **40KHz**هستند را دریافت کنند و منجر میشود که یک ارتباط قوی بین گیرنده و فرستنده ایجاد شود.

ویلیام هرسکل امواج مادون قرمز را کشف کرد. او معتقد بود که این امواج میتوانند گرما تولید کنند، امروزه میدانیم گرمایی که از اجاق گاز یا روشنایی خورشید حاصل میشود ناشی از تشعشعات مادون قرمز است و یکی از امواج الکترومغناطیسی است که در دایره امواج نور مرئی نمیباشد و بلندترین طول موج را دارد.

بررسی نحوه عملکرد Comparator & A/D:

وقتی سنسور در ربات طراحی میشود ممکن است این سوال در ذهن شما ایجاد شود که ربات چگونه سیگنال سنسور را میخواند؟

اگر ربات نیاز داشته باشد تا مقادیر آنالوگ را از سنسور بخواند نیاز به یک **A/D**داریم تا مقادیر آنالوگ را به دیجیتال تبدیل کنیم.

A/D.میتواند سیگنالهای آنالوگ را دریافت کند و به صورت اعداد باینری به ورودی کامپیوتر ارسال نماید.

مبدل **A/D** نیاز به یک میکروکنترلر یا یک مدار دیجیتالی دارد تا اطلاعات در آن تجزیه و تحلیل شود اما امروزه معمولاً از مقایسه گر به جای **A/D** استفاده می کنیم.

همانطور که ازاسمش معلوم است، مقایسه گر میتواند دو تا ولتاژ را با هم مقایسه کند که یکی از این دو ولتاژ، ولتاژ **reference** است که ما باید آنرا تنظیم کنیم و ولتاژ دومی همان ولتاژ سنسور است.

مقایسه گر میتواند یکی از دو سیگنال **high** یا **Low** را به خروجی ارسال کند که سیگنال **high** آن **+5 V** و **Low** آن صفر ولت است.

سیگنال خروجی **Comparator** وابسته به دو خط ولتاژ ورودی به آن میباشد در مقایسه گر سه حالت ممکن است رخ میدهد:

۱) سیگنال سنسور کمتر از ولتاژ مبدا است.

۲) سیگنال سنسور مساوی با ولتاژ مبدا است.

۳) سیگنال سنسور بزرگتر از ولتاژ مبدا است.

حال اگر ولتاژ خروجی سنسور بیشتر از ولتاژ مبدا بود خروجی **Comparator**، **high** میشود در غیر اینصورت خروجی **Comparator**، **Low** میگردد.

مقایسه گری که ما در مدار تعقیب خطمان استفاده کردیم **LM339** بود که یک **IC**، **14** پایه با **4** عدد **Comparator** درون آن میباشد و چون ما سه تا سنسور در مدارمان داشتیم فقط از سه تا از این **Comparator** ها استفاده کردیم. و در نهایت خروجی این **Comparator** به ورودی کامپیوتر وصل میشوند و کامپیوتر با مقایسه این مقادیر خروجی به موتورهای روبات فرمان چرخیدن یا توقف میدهد. در کامپیوتر برای هر سنسور یک بیت اختصاص داده شده و در مدار تعقیب خط ما که از سه تا سنسور ساخته شده بود در مجموع **3** بیت حافظه برای اطلاعات دریافتی از سنسورها اختصاص داده شده است.

مدار تعقیب خط با استفاده از سنسورهای LDR:

بسته به اینکه تغییرات مقاومت **LDR** در چه حوزه ای قرار دارد اندازه مقاومت **R** تغییر میکند.

وجود **Op-Amp** در مدار تعقیب خط با استفاده از سنسورهای **LDR** به منظور تقویت ولتاژ خروجی سنسورها است. تا اختلاف ولتاژ ایجاد شده در دو سر **Sensor** با ولتاژ **reference** محسوس باشد.

مدار تعقیب خط با استفاده از سنسورهای مادون قرمز (IR):

نحوه قرار گرفتن این سنسورها به این صورت است که اولاً سنسور وسط روی خط سیاه و دو سنسور دیگر نیز در سطح سفید و در طرفین خط سیاه در نزدیکی آن نصب میشوند در ضمن چون از سنسورهای مادون قرمز استفاده شده بهتر است سرهای گیرنده و فرستنده با زاویه ای خاص روبروی هم قرار گیرند بطوری که از امتداد آن یک مثلث متساوی الساقین ایجاد شود که راس این مثلث به صورت یک نقطه است روی زمین واقع شود در این حالت است که بیشترین دریافت از سوی **receiver** صورت می گیرد.

تعقیب خط فازی:

امروزه برای بالا بردن ضریب اطمینان تعقیب خط روباتها از الگوریتم تعقیب خط فازی استفاده میکنند.

به این صورت که **Comparator** فقط مقادیر ۱ & ۰ را از سنسورها دریافت نمیکند بلکه مقادیر عددی دیگری که در رنج بین ۱ & ۰ هستند را نیز دریافت میکند.

یعنی قبل از اینکه سنسور کاملاً از خط سیاه خارج شود و پیغام سفید بودن سطح زیر را به **Comparator** بدهد. **Comparator** بر طبق ولتاژهایی که از خروجی سنسورها دریافت میکند. موقعیت آنها را در هر لحظه گزارش میدهد و بر اساس این خروجی ها به موتورهای روبات فرمان چرخیدن یا توقف میدهد.

مژگان خیرالدین